Bijlage A

Literatuurlijst

LITERATUURLIJST

Alterra, 2008
Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra-rapportage 1780
Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren (2008)
Dagblad Flevoland, 1 juni 2004.
Wind levert meer op dan renterekening
Dagblad Flevoland, 9 juni 2004.
We doen het omdat we wat willen verdienen.
Dagblad Flevoland, 9 juni 2004.
Wind brengt meer dan rente bank.
DEWI-OCC Offshore, 2009
Failure Rates of Enercon Wind Turbines, Cuxhaven, 2009
E-Connection, 2001.
MER Offshore windpark Q7-WP. Bunnik, juni 2001.
Essent Energie, 1999.
Achtergronddocument Bestemmingsplan Windpark Creil.
Fugro B.V., 2009
Ontheffing ten behoeve van aanbrengen van kabels bij de Noordoostpolderdijk
GEL Bundesverband fur WindEnergie, 2002.
BWE Windenergie 2002.
GEL Miedema, 1993.
H.M.E. Geluid, geur en milieukwaliteit, rapport 1993/4a.
GEL Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2000.
Nederland en de scheepvaart op binnenwateren, 2000.
GEL VROM, 1981.
Handleiding meten en rekenen industrielawaai.
GEL VROM, 1991.
Circulaire bouwlawaai, 10 jaar later.
GEL VROM, 1999.
Handleiding Meten en rekenen Industrielawaai 1999.
GEL VROM, 2001.
Besluit voorzieningen en installaties Milieubeheer, nummer 487.
GEL VROM, 2002.
Reken- en meetvoorschrift Verkeerslawaai 2002.
Gemeente Noordoostpolder, 1998.
Landschapsplan windturbines Noordoostpolder.
Gemeente Noordoostpolder, 2000.
Windturbines langs de Zuidermeerdijk-West; landschappelijke beoordeling van de locatie.
Gemeente Noordoostpolder, 22 december 1998.
Voorbereidingsbesluit windmolens gemeente Noordoostpolder.
Gemeente Noordoostpolder, 24 oktober 2002.
Raadsbesluit beleidsinzet m.b.t. Convenant Windenergie Noordoostpolder.
Gemeente Noordoostpolder, 25 februari 1999.
Integraal beleid windenergie.
Gemeente Noordoostpolder, 26 oktober 2000.
Vaststelling projectplan implementatie van windenergie.
Golbach, G.A.M., 24 maart 2003
Risicoatlas wegtransport gevaarlijke stoffen, AVIV 2003, Enschede
Inspectie Verkeer en Waterstaat, 2008
Veiligheidsbalans 2008 Binnenwateren
Jansen, A. en F. Stroeken, 2005.

Park voor grote windmolens, NRC Handelsblad 29 september 2005.
K+V, 2005.
Discussienotitie Toekomstbeeld: leven tussen land en water, 13 september 2005, Arnhem.
Koepel Windenergie Noordoostpolder, 15 april 2002.
Convenant betreffende realisatie windenergie in de gemeente Noordoostpolder.
LCA Dissel, A.M.C., 1991.
59 jaar eigengereide doeners in Flevoland, Noordoostpolder en Wieringermeer. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders 1930-1989. Lelystad.
LCA Duin, R.H.A. van, 1995.
Het Zuiderzeeproject in zakformaat. Lelystad.
LCA Gedeputeerde Staten Fryslân, 1998.
'Foar de wyn'.
LCA Kalisvaart, C., 1951.
De bestemming en de waardering van de Noordoostpolderbodem. Van Zee tot Land. Rapporten en mededelingen inzake de droogmaking, ontginning en sociaal-economische opbouw der IJsselmeerpolders. Nr. 4. Zwolle.
LCA Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, 1972.
Atlas Zuiderzeeproject 1972-1973. Lelystad.
LCA Royal Haskoning, 2005.
Verbetering waterkering Harlingen; MER zuidelijk deel, 22 april 2005.
LCA Ven, G.P. Van de (red), 1993.
Leefbaar Laagland. Geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland. Utrecht.
LCA VNG, 2003.
Gemeenten aan de wind; Belang en mogelijkheden voor gemeenten om windenergie te stimuleren.
LCA A. J., 1997.
De 'groene' IJsselmeerpolders. Inrichting van het landschap in Wieringermeer, Noordoostpolder, Oostelijk en Zuidelijk Flevoland. Lelystad.
Lengkeek, W., 2009
Inventarisatie van relevante vissoorten bij de aanleg van windpark Noordoostpolder, Bureau Waardenburg, Culemborg, 2009.
Klimaatakkoord Gemeenten en Rijk 2007-2011 (2007)
Klimaat-Energieakkoord Provincies en Rijk 2009-2011 (2009)
Milieu- en Natuurplanbureau, 2005.
Natuurbalans 2005.
Minister van Verkeer en Waterstaat, 2004.
Beleidsregels inzake toepassing Wbr op installaties in de EEZ. Den Haag, december 2004.
Minister van VROM, 1994.
Besluit MER 1994, zoals gewijzigd bij Besluit van 7 mei 1999. Den Haag, mei 1999.
Minister van VROM, 2003.
Ontwerpbesluit houdende wijziging van het Besluit MER 1994. Den Haag, januari 2003.
Ministerie van Economische Zaken en ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 2002.
Milieueffectrapport locatiekeuze demonstratieproject Near Shore Windpark.
Ministerie van Economische Zaken, Ministerie van VROM, Ministerie van LNV, Ministerie van V&W, Ministerie van Defensie, provinciale besturen, Vereniging van Nederlandse Gemeenten, 2001.
Bestuursovereenkomst landelijke ontwikkeling windenergie.
Ministerie van EZ en Ministerie van VROM, 2000.
MER Locatiekeuze Demonstratieproject Near Shore Windpark. Den Haag, 2000.
Ministerie van Economische Zaken, 2008
Derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening deel 3, Den Haag, 2008
Ministerie van EZ en Ministerie VROM, 2000.
Project-planologische kernbeslissing Locatiekeuze Near Shore Windpark, Tevens partiële herziening Tweede Structuurschema Elektriciteitsvoorziening Deel 1 t/m 4. Den Haag, februari - december 2000.
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, 2000.

Projectnota en milieu-effectrapport dijkversterking IJsselmeerdijken Noordoostpolder.
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, 2002.
Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken.
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, Bouwdienst, 2003.
Coördinaten nieuwe as Vaarweg Amsterdam Lemmer.
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, 2000.
Projectnota en milieu-effectrapport dijkversterking IJsselmeerdijken Noordoostpolder
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA, 2005.
Ecologie en Ruimte: Gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer, Den Haag, 2005
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, 2008
Analyse telresultaten vervoer gevaarlijke stoffen over de weg, Den Haag, 2008
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, juni 1999.
Teksten regelgeving milieueffectrapportage.
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 2003.
Herziene Handleiding Milieueffectrapportage.
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1999.
Uitvoeringsnota Klimaatbeleid. Den haag, 1999.
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 2008
Ontwerp Nationaal Waterplan, Den Haag, 2008
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 2008
Ontwerp Beleidsnota IJsselmerengebied, Den Haag, 2008
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 2007
Ontwikkeling van de wadden voor natuur en mens, Deel 4 van de Planologische Kernbeslissing Derde Nota Waddenzee, Den Haag, 2007
Minister van Landbouw, 17 december 2007.
Kamerbrief IJsselmeervisserij, kenmerk viss.2007/5548, Den Haag
Ministerie van LNV, 2005.
Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998, Den Haag
N&E Bach, 2001.
Fledermäuse und Windenergienutzung – reale Probleme oder Einbildung? Voglkdl. Ber. Niedersachs. 33: 119-124.
N&E Beringen et al, 2005.
Biologische monitoring zoete rijkswateren. Floristisch Meetnet Oevers Zoete Rijkswateren 2004; uitwerking derde ronde IJsselmeer en Markermeer. RWS RIZA /RWS IJG Rapport nr.: 2005.003.
N&E BEWC, 2005.
Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: An Assessment of Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality, and behavioral Interactions with Wind Turbines, June 2005, pp. 187. zie http://www.batcon.org/wind/BWEC2004finalreport.pdf
N&E Drees en Bongers, 2005.
De grutto van het water. Natura volume 6: 202-203
N&E Dürr, 2002.
Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlage in Deutschland. Nyctalus (N.F.), Berlin 8: 115-118 (inclusief opgenomen referenties).
N&E Limpens et al, 2004.
Met vleermuizen overweg. Uitgave DWW, Delft en VZZ, Arnhem, pp. 24, DWW-2004-037.
N&E Limpens, 2001.
Beschermingsplan vleermuizen van moerassen. Rapport 2001.05, VZZ, Arnhem, pp. 84.
N&E Ministerie van LNV, 2004.
Beschermingsplan Noordse Woelmuis
N&E Ministerie van LNV, 2009
(concept) Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet

N&E Noordhuis en Houwing, 2003.
Afname van de driehoeksmossel in het Markermeer. RIZA rapport 2003.016.
N&E Schwartz et al, 2004.
Proceedings of the Wind Energy and Birds/Bats Workshop: Understanding and Resolving Bird and Bat Impacts. Washington, DC. May 18-19, 2004. Prepared by RESOLVE Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, ed. September 2004.
N&E UNEP, IWG 2005.
Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations, Doc.EUROBATS.AC10.9, 10th Meeting of the Advisory Committee Bratislava, Slovak Republic, 25 – 27 April 2005.
N&E Verboom en Limpens 2001.
Windmolens en Vleermuizen. Zoogdier jaargang 12, nummer 2.
N&E VVZ, 2006.
Gegevens wintertellingen vleermuizen 2005 op internetsite VZZ februari 2006.
NAV ECN Windenergie, 2000.
Handboek Risicozonering Windturbines.
NAV Ministerie van V&W, 2003-1.
Verwachtingen vervoer gevaarlijke stoffen over weg en water.
NAV Ministerie van V&W, 2003-2.
Risicoatlas Hoofdvaarwegen Nederland.
NAV Ministerie van V&W, 2004.
Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen, Staatscourant 147, d.d. 4 augustus 2004.
Nieuws Stromen, 22 juli 2004.
Win(d / st)participatie.
NOVEM, 2004.
Connect 6.000 MW, aanlanding elektrische infrastructuur offshore windparken Beleidsanalyse, eindrapportage. Utrecht, maart 2004.
OWG Amoser, S, Ladich, F., 2005.
Are hearing sensitivities of freshwater fish adapted to the ambient noise in their habitats?, The Journal of Experimental Biology 208.
OWG Betke, K., Schultz-von Glahn, M., Matuschek, R., 2004.
Underwater noise emissions from offshore wind turbines, DAGA ’04.
OWG BMM, 2004.
Bouw en exploitatie van een windmolenpark op de Thorntonbank in de Noordzee: Milieueffectenbeoordeling van het project ingediend door de n.v. C-Power.
OWG Cape Wind, 2004.
EFH Assessment for the Cape Wind Project Nantucket Sound, May 2004, Draft EIS/EIR/DRI, Appendix 5.4-C – EFH Assessment.
OWG Cottin, N., Uhl, A., 2002.
Beschreibung des Schalleintrags in den Wasserkörper aus einer Punktförmigen Luftschallquelle.
OWG Degn, U., 2000.
Offshore Wind Turbines VVM, Underwater Noise Measurements, Analysis and Predictions, Report 00.792 rev. 1, To SEAS Distribution A.m.b.A.
OWG Elsam, 2005, Review report 2004.
The Danish Offshore Wind Farm, Demonstration Project:Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farms, Environmental impact assessment and monitoring.
OWG Gerasch, W., Elmer, K, Neumann, T., J. Gabriel, J., Schultz- v. Glahn, Betke, K..
Schallimmissionen während des Bauens und des Betriebes von Offshore-Windenergieanlagen.
OWG Hastings, M.C., Popper, A.N., 2005.
Effects of sound on fish, California Department of Transportation.
OWG Hoffman, E., Astrup, J, Larsen, F, Munch-Petersen, S, 2000.
Effects of marine windfarms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev area.
OWG Marsh and Schulkin, 1963.

Shallow-Water Transmission, J. Acoust. Soc. Am., Vol.34, 863.
OWG McKenzie-Maxon, C., 2000.
Offshore Wind-Turbine Construction, Offshore Pile-Driving Underwater and Above-water Noise Measurements and Analysis, report 00.877, Report to SEAS Distribution A.m.b.A..
OWG Nedwell, J., Howell, D., 2004a.
A review of offshore windfarm related underwater noise sources, Subacoustech Report Reference 544R0308, October 2004, To COWRIE, The Crown Estate, 16 Carlton.
OWG Nedwell, J., Langworthy, J., Howell, D, 2004b.
Assessment of sub-sea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater noise during construction of offshore windfarms, and comparison with background noise, Subacoustech Report Reference 544R0424, November 2004, To COWRIE, The Crown Estate, 16 Carlton.
OWG Nedwell, J., Turnpenny, A., Langworthy, J., Edwards, B., 2003.
Measurements of underwater noise during piling at the Red Funnel Terminal, Southampton, and observations of its effect on caged fish, Subacoustech Report Reference 558 R 0207, October 2003.
OWG Richardson, W.J., Greene jr, C.R., Malme, C.I., Thomson, D.H., 1995.
Marine Mammals and Noise. Academic Press, Press, San Diego, CA.
OWG Seascape, 2002.
Burbo Offshore Windfarm, Environmental statement.
OWG Verboom, W.C., 1991.
Possible disturbance of marine mammal hearing perception by human made noises - preparatory study. TNO-rapport TPD-HAG-RPT-91-110.
OWG Wenz, G.M., 1962.
Acoustic ambient noise in the ocean: Spectra and sources. J. Acoust. Soc. Am., Vol.34, 1936-1956.
OWG Würsig, B., Greene, C.R., Jefferson, T.A., 2000.
Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling, Marine Environmental Research 49.
Provincie Flevoland, 2003.
Stroomgebiedsvisie Flevoland. 11 december 2003.
Provincie Flevoland, 2004.
Partiële herziening Omgevingsplan Flevoland. Oktober 2004.
Provincie Flevoland, 2005.
Omgevingsplan Flevoland 2006: Hoofdlijnennota. 21 juni 2005.
Provincie Flevoland, 2006.
Ontwerp Omgevingsplan Flevoland 2006. Maart 2006.
Provincie Flevoland, november 2000.
Omgevingsplan Flevoland.
Raad voor de transportveiligheid, 2001
Onderzoek naar een tiental scheepvaartongevallen op het Marker- en IJsselmeer, Den Haag, 2001
R&T Lönker, O., 2004.
Saubere Strände, saubere Energie in Neue Energie, uitgave 07, 2004
R&T May, H., 2004.
Windkraft-Tourismus in Neue Energie, uitgave 07, 2004
R&T Rentzing, S. ., 2004.
Wanderer. Radfahrer und Wind in Neue Energie, uitgave 07, 2004
R&T WPD-Windfibel, z.j.
Windkraft und Tourismus.
Rijkswaterstaat Noordzee, 2004.
Procedurebeschrijving behandeling vergunningaanvragen Wbr voor windenergie offshore. Rijswijk, november 2004.
RIZA 2004.004
Verspreiding sediment na storting van bagger m.b.v. sleephopperzuiger, M. Kraaijeveld, RIZA, 2003
Royal Haskoning, 2004.
MER BritNed-verbinding, Concept december 2004. Nijmegen, december 2004.

Sectorakkoord Energie 2008-2020
Convenant tussen Rijksoverheid en energiebranches in het kader van het werkprogramma Schoon en Zuinig (2008)
Steunpunt Natura 2000, 2007
Toepassing begrippenkader Natuurbeschermingswet 1998; Intern werkdocument voor opstellers beheersplannen Natura 2000 en vergunningverleners Nb-wet
Steunpunt Natura 2000, 2009
Leidraad bepaling significantie; Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet
Van Dale Groot woordenboek hedendaags Nederlands, 2002.
Cd-romversie van het Van Dale Groot woordenboek hedendaags Nederlands, Utrecht - Antwerpen versie 2.0; op basis van Van Dale Groot woordenboek hedendaags Nederlands.
VOG Akershoek K., F. Dijk & F. Schenk, 2005.
Aanvaringsrisico's van vogels met moderne, grote windturbines. Studentenverslag van slachtofferonderzoek in drie windparken in Nederland. Studentenrapport Van Hall/WUR. Rapport 05-082. Bureau Waardenburg, Culemborg.
VOG Bach L., K. Handke & F. Sinning, 1999.
Einfluss von windenergieanlagen auf die Verteilung von Brut- und Rastvögeln in Nordwest-Deutschland – Erste Auswertung verschiedener Untersuchungen. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und naturschutz, Band 4 Themenheft "Vögel und Windkräft", pp. 107-121. BUND, Bremen.
VOG Barrios L., 1995.
Effects of wind turbine power plants on the avifauna in the Campo de Gibraltar region. Summary of the final report. R. Marti (ed). Sociedad Espanola de Ornitologia (SEO/BirdLife), Madrid.
VOG Becker P.H. & J-D. Ludwigs, 2004.
Sterna hirundo Common Tern. BWP Update Volume 6. Nos 1 and 2: 91-137, Cambridge.
VOG Bergen F., 2001.
Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Dissertation. Ruhr Universität Bochum.
VOG Bergh L.M.J. van den & A.L. Spaans, 1993a.
De mogelijke hinder van een 10MW windpark langs de Noordermeerdijk (NOP) voor vogels. IBN-rapport 027, Instituut voor Bos en Natuuronderzoek, Wageningen.
VOG Bergh L.M.J. van den & A.L. Spaans, 1993b.
De mogelijke hinder van een 8MW windpark langs de Zuidermeerdijk (NOP) voor vogels. IBN-rapport 028, Instituut voor Bos en Natuuronderzoek, Wageningen.
VOG Bergh L.M.J. van den & A.L. Spaans, 1999.
De mogelijke hinder van het agrarisch windpark Creil, Noordoostpolder, voor vogels. Notitie, Instituut voor Bos en Natuuronderzoek, afdeling Dierecologie, Wageningen.
VOG Brauneis W. von, 2000.
Der EinfluB von Windkraftanlagen (WKA) auf die Avifauna, dargestellt insb. am Beispiel des Kranichs Grus grus. Ornithologische Metteilungen 52: 410-415.
VOG Clemens T. & C. Lammen, 1995.
Windkraftanlagen und Rastplätze von Küstenvogel in ein Nutzungskonflikt. Seevögel Zeitschrift Verein Jordsand, Hamburg: 34-38.
VOG Delany, S. & D. Scott, 2002.
Waterbird population estimates. Third edition. Wetlands International Global Series No. 12, Wageningen.
VOG Deerenberg C. & I.J. de Booijs, 2005.
Vismonitoring in het IJsselmeer en het Markermeer in 2004. RIVO rapport C063/05.
VOG Dirksen S., A.L. Spaans, J. van der Winden & L.M.J. van den Bergh, 1996.
Vogelhinder door windturbines. Landelijk onderzoekprogramma, deel 2: nachtelijke vlieghoogtemetingen in het IJsselmeergebied. Rapport 96.18, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
VOG Dirksen S., H. Schekkerman, J. van der Winden, M.J.M. Poot, R. Lensink, L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans, 1998.
Slaaptrek van zwarte sterns en de windturbine op de sluizen van Den Oever. Rapport 98.57, Bureau

Waardenburg bv, Culemborg.
VOG Dirksen S., R. Lensink, G.W.N.M. van Moorsel & J. van der Winden, 1999.
Ecologische aspecten plaatsing zendmasten Delta Radio in de Noordzee. Twee notities. Rapport 99.28, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
VOG Everaert J., 2003.
Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeks¬resultaten en aanbevelingen. Oriolus 69: 145-155.
VOG Gerjets D., 1999.
Annäherung wiesenbrütender Vögels an Windkraftanlagen. Ergbnisse einer Brutvogeluntersuchung in Nahbereich des Windparks Drochtersen. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 4: 49-52.
VOG Haskoning, 1999.
Projectnota/MER. Interprovinciaal Project Windpark Afsluitdijk (IPWA). Haskoning, Nijmegen.
VOG Hötker H., K-M Thomsen & H. Köster, 2004.
Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Michael-Otto-Institut, NABU.
VOG Hunt W.G., R.E. Jackman, T.L. Hunt, D.E. Driscoll & L. Culp, 1998.
A population Study of Golden Eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area: population trend analysis 1994-1997. Report to National Renewable Energy Laboratory, Predatory Bird Research Group, University of California, Santa Cruz.
VOG Jansen H.M, Booijs IJ de & C. Deerenberg, 2006.
Vismonitoring in het IJsselmeer en het Markermeer in 2005. IMARES rapport C063/06.
VOG Janssen, E.W.A., 2006.
Windmolens NO-polder. Levering vogelgegevens. SOVON rapport GAS 2006-008. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
VOG Kaatz J., 2001.
Zum Empfindlichkeit von singvögeln und Weißstorch gegenüber Windkraftanlagen. Vortag auf der Fachtagung “Windenergie und Vögel – Ausmaß und Bewältigungen eines Konfliktes” am 29/30-11-2001 in Berlin.
VOG Koffijberg K., B. Voslamber & E. van Winden, 1997.
Ganzen en zwanen in Nederland: overzicht van pleisterplaatsen in de periode 1985-1994. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
VOG Korn M. & E. Scherner, 2000.
Raumnutzung von Feldlerchern (Alauda arvensis) in einem “Windpark”. Natur und Landschaft 75: 74-75.
VOG Krijgsveld K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, in prep.
Collision of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines.
VOG Kruckenberg H. & J. Jaene, 1999.
Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Blässgänse im Rheinland (Landkreis Leer, Niedersachsen). Natur und Landschaft 74: 420-424.
VOG Leeuw J. de, 1997.
Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. Van Zee tot Land 61, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
VOG Lekuona J. Ma, 2001.
Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eolicos de navarra durante un ciclo annual. Direccion General de Medio Ambiente. Departamento de medio Ambiente, Ordenacion del Territorio y Viviends, Gobierno de Navarra.
VOG LNV, 2000.
Aanwijzingsbesluit IJsselmeer als speciale beschermingszone inzake het behoud van de vogelstand. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Natuurbeheer. No. N/2000/333.
VOG Lowther S., 1996.
Impacts, mitigation and monitoring: a summary of current knowledge. in proceedings of the Birds and Windturbines: can they co-exist? Seminar, Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon, Cambs.

VOG LWVT / SOVON, 2002.
Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Schuyt & co., Haarlem.
VOG Musters C.J.M., G.J.C. van Zuylen & W.J. ter Keurs, 1991.
Vogels en windmolens bij de Kreekraksluizen. Rapport vakgroep Biologie. Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.
VOG Noordhuis R., 2000.
Biologische monitoring Zoete Rijkswateren. Watersysteem rapportage IJsselmeer en Markermeer. Riza Rapport 2000.050, Lelystad.
VOG Oving, B., 1989.
De trek van eenden en steltlopers langs de IJsselmeerkust-Noordoostpolder. Rapport in eigen beheer, Veendam.
VOG Petersen B.S. & H. Nøhr, 1989.
Konsekvenser for fuglelivet ved etableringen af mindre vindmøller. Rapport. Ornis Consult, Kopenhagen.
VOG Pettersson J., 2005.
The impact of offshore wind farms on bird life in Southern Kalmar Sound, Sweden. A final report based on studies 1999 – 2003. Swedish Energy Agency, Lund University.
VOG Poot M.J.M., A.L. Spaans & S. Dirksen, 2000.
Risicoanalyse effecten van het Multi Megawatt Testpark in de Wieringermeer op vogels. Rapport 00-044, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
VOG Poot M.J.M., J. van der Winden, H. Schekkerman & S.M.J. van Lieshout, 2002.
Nachtelijke seizoenstrek langs de Afsluitdijk. Veldonderzoek met behulp van radar naar frequentie, hoogteverdelingen en horizontale gradiënten. Rapport 02-005, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
VOG Poot M.J.M., M. van Wouwe & T.J. Boudewijn, 1999.
Onderzoek van vliegbewegingen van watervogels rond het Hollandsch Diep, de Sliedrechtse Biesbosch en spaarbekkens de Grote Rug en Beerenplaat. Rapport 01.072, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
VOG Reichenbach M., K.-M. Exo, C. Ketzenberg & M. Castor, 2000.
Einfluß von Windkraftan-lagen auf Brutvögel – Sanfte Energie im Konflikt mit dem Naturschutz. Teilprojekt Brutvögel. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Stiftung für Bildung und Behindertenförderung GmbH.
VOG Roomen M. van, E. van Winden, F. Hustings, K. Koffijberg, R, Kleefstra, SOVON Ganzen- en zwanenwerkgroep & L. Soldaat, 2005.
Watervogels in Nederland in 2003/2004. SOVON-monitoringrapport 2005/03, RIZA-rapport BM05/15, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
VOG Schekkerman H., L.M.J. van den Bergh, K. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003.
Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeerdijk. Alterra, Wageningen.
VOG Schreiber M., 1993.
Windkraftanlagen und Watvogel-Rastplatze, Storungen und Rastplatzwahl von Brachvogel und Goldregenpfeifer. Natur und Landschaft 25: 133-139.
VOG Sinning F., 1999.
Ergebnisse von Brut- und Rastvogeluntersuchungen im Bereich des Jade-Windparks und DEWI-Testfeldes in Wilhelmshaven. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Bd. 4: 61-70.
VOG SOVON Vogelonderzoek Nederland, 2002.
Atlas van de Nederlandse Broedvogels 1998-2000. Nederlandse Fauna 5. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij en European Invertabrate Survey, Leiden.
VOG Spaans A.L., J. van der Winden, R. Lensink, L.M.J. van den Bergh & S. Dirksen, 1998.
Vogelhinder door windturbines. Landelijk onderzoekprogramma, deel 4: nachtelijke vliegbewegingen en vlieghoogtes langs de Afsluitdijk. Rapport 98.15, Bureau Waardenburg bv, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
VOG Thelander C.G., K.S. Smallwood & L. Rugge, 2003.
Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Pass Wind Resource Area. Report to the National Renewable Energy Laboratory.

VOG Tucker V.A., 1996.
A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. Journal of Solar Energy Engineering 118: 253-262.
VOG Tulp I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P. van Horssen, S. Dirksen & A.L. Spaans, 1999a.
Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind farm Tunø Knob in the Kattegat. IBN-DLO rapport 99.30.
VOG Tulp I., L.M.J. van den Bergh, S. Dirksen & H. Schekkerman, 1999b.
Nachtelijke vliegbewegingen toppers bij de Afsluitdijk. Aanvullend onderzoek ten behoeve van MER IPWA (samen met IBN-DLO). Rapport 99.18, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
VOG Van Dijk A.J., L. Dijksen, F. Hustings, K. Koffijberg, J. Schoppers, W. Teunissen, C. Van Turnhout, M.J.T. van der Weide, D. Zoetebier & C. Plate, 2005.
Broedvogels in Nederland in 2003. SOVON-monitoringrapport 2005/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
VOG Van Eerden M.R., 1997.
Patchwork. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. Van Zee tot Land 65, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
VOG Van Eerden M.R., S.H.M. van Rijn & M. Roos, 2005.
Ecologie en Ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA.
VOG Walter G. & H. Brux, 1999.
Erste Ergebnisse eines dreijährigen Brut- und Gastvogelmonitorings (1994-1997) im Einzugsbereich von zwei Windparks im Landkreis Cuxhaven. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Bd. 4: 81-106.
VOG Winden J. van der, A.L. Spaans, I. Tulp, B. Verboom, R. Lensink, D.A. Jonkers , R.J.W van de Haterd & S. Dirksen, 1999.
Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk. Bureau Waardenburg rapport nr. 99.002. Bureau Waardenburg, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
VOG Winden J. van der, G.W.N.M. van Moorsel & S. Dirksen, 1997.
Near-Shore Windenergie, voorstudie locatieselectie: Deelstudie Ecologie. Rapport 97.15, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
VOG Winden J. van der, H.A.M. Prinsen, P.W. van Horssen & M. van der Valk, 2006.
Effecten op vogels en overige fauna van het Windpark Wieringermeerdijk. Beoordeling van effecten op natuurwaarden in het kader van de Vogelrichtlijn, EHS en Flora- en faunawet. Rapport 05-182, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
VOG Winkelman J.E., 1989.
Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
VOG Winkelman J.E., 1992a.
De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: aanvaringsslachtoffers. RIN-rapport 92/2. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.
VOG Winkelman J.E., 1992b.
De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 2: nachtelijke aanvaringskansen. RIN-rap-port 92/3. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.
VOG Winkelman J.E., 1992c.
De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 3: aanvlieggedrag overdag. RIN-rapport 92/4. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.
VOG Winkelman J.E., 1992d.
De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 4: verstoringsonderzoek. RIN-rapport 92/5. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.
VOG Winter E., 1994.
Verspreiding in ruimte en tijd van visetende vogels in het IJsselmeergebied in relatie tot de visstand.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, Directie Flevoland, Lelystad.
VOG Witte R.H. & S.M.J. van Lieshout, 2003.
Effecten van windturbines op vogels. Een overzicht van bestaande literatuur. Rapport 03-046, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
WAP Waterschap Zuiderzeeland, 2002.
Waterbeheersplan 2002 – 2005.
Waterschap Zuiderzeeland, 2002.
Waterbeheersplan 2002-2005 'water in beweging'.
Waterschap Zuiderzeeland, maart 2006.
Ontwerp uitgangspuntennotitie wateradvies stedelijk gebied.

LCA = Landschap, cultuurhistorie en archeologie
NAV = Nautische veiligheid
N&E = Natuur & ecologie
OWG = Onderwatergeluid
WAP = Waterparagraaf
R&T = Recreatie en toerisme

Geraadpleegde websites op internet

nl.wikipedia.org	(Wikipedia; De vrije encyclopedie)
www.airtricity.com	(Airtricity)
www.birdweb.net	(Birdwatch Ireland)
www.CO2.nl	(CO2)
www.duurzameenergie.org	(Organisatie voor duurzame energie)
www.ecn.nl	(Energieonderzoek Centrum Nederland)
www.ewea.org	(European Wind Energy Association)
www.gepower.com	(GE Energy)
www.hornsrev.dk	(Elsam essential energy)
www.lemsterland.nl	(Gemeente Lemsterland)
www.minez.nl	(Ministerie van Economische Zaken)
www.minlnv.nl	(Ministerie van LNV)
www.minvenw.nl	(Ministerie van Verkeer en Waterstaat)
www.monumentenzorg.nl	(Monumentenzorg inclusief Monumentenwet)
www.newin.nl	(Nederlandse Windenergievereniging)
www.noordzee.nl	(Stichting Noordzee)
www.noordzeeatlas.nl	(Noordzee atlas)
www.noordzeeloket.nl	(Noordzee loket)
www.offshore-wind.de	(Deutsche Energie Agentur)
www.offshorewindenergy.org	(Offshore Windenergy Europe)
www.offshorewindfarms.co.uk	(British Wind Energy Association)
www.prokon-nord.de	(Offshore Windfarm "Borkum-West")
www.repower.de	(RE Power Systems AG)
www.sna.nl	(Stichting voor de Nederlandse Archeologie)
www.vleermuis.net	(Vereniging voor zoogdierkunde en zoogdierbescherming)
www.vrom.nl	(Ministerie van VROM)
www.wetten.nl	(Wetten)
www.windpower.org	(Danish Wind Industry Association)

Geraadpleegde personen

De heer Jan van Urk	Havenmeester Urk
De heer Paulus Visscher	Beroepsvisser

De heer Eelko Boersma	Visserijkundig ambtenaar Directie Visserij bij het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV)
De heer Sytse Ybema	Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies – voormalig Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek (RIVO)

Bijlage B

BEGRIPPENLIJST

BEGRIPPENLIJST

A	Aanlegfase	In het MER: fase gedurende welke activiteiten worden uitgevoerd die specifiek verband houden met het initiatief
	Alternatief	Een totaaloplossing. Kan zijn opgebouwd uit een reeks van varianten op de voorgenomen activiteit; Of: Andere wijze dan de voorgenomen activiteit om (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan de doelstelling(en). De Wet milieubeheer schrijft voor dat in een MER alleen alternatieven moeten worden beschouwd die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen. De Richtlijnen geven mede richting aan dat begrip 'redelijkerwijs'
	Archeologische waarden	Belangrijke archeologische eigenschappen van een gebied
	Archeologische verwachtings-kaart	Kaart die op basis van archeologisch onderzoek aangeeft hoe groot de kans is dat zich archeologische waarden bevinden in de ondergrond van een bepaald gebied
	Areaalvermindering	Verkleining van de oppervlakte
	Autonome ontwikkeling	Op zichzelf staande ontwikkeling (die ook plaatsvindt als de voorgenomen activiteit niet wordt uitgevoerd)
B	Bandbreedte	Variatie waarbinnen gezocht wordt naar oplossingen
	Beleving	Bewuste ervaring
	Beoordelingscriteria	Maatstaven bij een beoordeling
	Bevoegd gezag	Overheidsorgaan dat bevoegd is een besluit te nemen over de voorgenomen activiteit van de initiatiefnemer
	BG	Bevoegd Gezag
C	Commissie m.e.r.	Commissie van onafhankelijke deskundigen die het bevoegd gezag adviseert over de gewenste inhoud van het MER en in een latere fase over de kwaliteit van het MER
	Compensatie	Het creëren van nieuwe waarden die vergelijkbaar zijn met verloren gegane waarden. Indien het volledig onvervangbare waarden betreft, heeft compensatie

		betrekking op het creëren van zo vergelijkbaar mogelijke waarden
	Cultuur-historische elementen	Elementen die informatie bevatten over het door menselijk handelen tot stand gekomen landschap
D	dB (A)	Decibell (A-gewogen), maat voor geluidssterkte waarbij een frequentie-afhankelijke correctie wordt toegepast voor de gevoeligheid van het menselijk oor
	Duurzame ontwikkeling	Een ontwikkeling die aan de behoeften van de huidige tijd tegemoet komt, zonder dat de mogelijkheid voor toekomstige generaties om aan hun behoeften te voldoen gevaar loopt
E	Ecologie	De wetenschap van betrekkingen tussen organismen en hun milieu
	Ecologische hoofdstructuur	Begrip gelanceerd in het Natuurbeleidsplan bestaande uit kern- en natuurontwikkelingsgebieden en verbindingszones
	EHS	Ecologische Hoofd Structuur
	Evaluatie	Het in een concreet geval onderzoeken van de daadwerkelijk optredende gevolgen bij aanleg en gebruik van een activiteit
	Externe werking	De externe werking houdt in dat ook activiteiten buiten een richtlijngebied op hun schadelijkheid moeten worden beoordeeld. Het is niet mogelijk een algemene uitspraak te doen over de reikwijdte van de externe werking, per geval dient dit te worden beoordeeld. Of een activiteit schadelijk is, en daarom getoetst moet worden, hangt af van de aard van de activiteit en de kwetsbaarheid van de betrokken specifieke natuurwaarde.
F	Fauna	Dierenwereld
	Flora	Plantenwereld
G	Gebruikswaarde	Waarde, bepaald door het gebruik dat men van iets kan maken (nuttige waarde), met name bepaald door het hier en nu
	Geïnstalleerd vermogen	Het maximale opwekkingsvermogen van een windturbine

Geluidhinder	Gevaar, schade of hinder als gevolg van geluid
Geografisch	Aardrijkskundig
Geohydrologie	Wetenschap die de samenhang tussen de geologie en het voorkomen en de stroming van het grondwater bestudeert
Geomorfologie	Wetenschap die zich bezighoudt met de ontstaanswijze, vorm en opbouw van het aardoppervlak
Gunstige staat van instandhouding	Het begrip „staat van instandhouding" wordt omschreven in artikel 1 van Richtlijn 92/43/EEG. - Voor natuurlijke habitats omschrijft artikel 1de staat van instandhouding als „de som van de invloeden die op het betrokken natuurlijke habitat en de daar voorkomende typische soorten inwerken en op lange termijn een verandering kunnen bewerkstelligen in de natuurlijke verspreiding, de structuur en de functies van dit habitat of die van invloed kunnen zijn op het voortbestaan op lange termijn van de betrokken typische soorten [...]"; - Voor soorten omschrijft artikel 1de staat van instandhouding als „het effect van de som van de invloeden die op de betrokken soort inwerken en op lange termijn een verandering kunnen bewerkstelligen in de verspreiding en de grootte van de populaties van die soort [...]". De lidstaat moet derhalve rekening houden met alle milieufactoren (lucht, water, bodem, areaal) die van invloed zijn op de in het gebied voorkomende habitats en soorten. Ook het begrip gunstige staat van instandhouding wordt voor natuurlijke habitats en soorten in artikel 1 omschreven. Voor een natuurlijk habitat is de staat van instandhouding gunstig wanneer: „het natuurlijke verspreidingsgebied van het habitat en de oppervlakte van dit habitat binnen dat gebied stabiel zijn of toenemen, en de voor behoud op lange termijn nodige specifieke structuur en functies bestaan en in de afzienbare toekomst vermoedelijk zullen blijven bestaan, en de staat van instandhouding van de voor dit habitat typische soorten gunstig is."Voor een soort is de staat van instandhouding gunstig wanneer: „uit populatiedynamische gegevens blijkt dat de betrokken soort nog steeds een levensvatbare component is van het natuurlijke habitat waarin zij voorkomt, en dat vermoedelijk op lange termijn zal blijven, en het natuurlijke verspreidingsgebied van die soort niet

		kleiner wordt of binnen afzienbare tijd lijkt te zullen worden, en er een voldoende groot habitat bestaat en waarschijnlijk zal blijven bestaan om de populaties van die soort op lange termijn in stand te houden". Of een natuurlijk habitat of soort zich in een gunstige staat van instandhouding bevindt, moet volgens artikel 1 worden geëvalueerd met betrekking tot het hele natuurlijke areaal, dit wil zeggen in een biogeografisch perspectief en dus op het niveau van het Natura 2000-netwerk. Aangezien de ecologische samenhang van het netwerk evenwel afhangt van de bijdrage van ieder afzonderlijk gebied en dus ook van de staat van instandhouding van de typen van habitats en soorten die daar worden aangetroffen, zal een beoordeling van de staat van instandhouding op het niveau van het gebied altijd noodzakelijk blijven.
H	Habitat	Natuurlijk woongebied van een organisme of levensgemeenschap
I	Implementatie	Uitvoering
	Initiatiefnemer	Een natuurlijk persoon, dan wel een privaat- of publiekrechtelijk rechtspersoon (een particulier, bedrijf, instelling of overheidsorgaan), die een bepaalde activiteit wil (doen) ondernemen en daarover een besluit vraagt
	Integraal	Op zichzelf bestaand, een geheel uitmakend
	IUCN	International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources
K	Kwantitatieve informatie	Informatie die in getallen kan worden uitgedrukt
	kWh	Kilowattuur
L	Landschap	Het geheel van visueel waarneembare kenmerken aan het oppervlak van de aarde
	LNC-waarden	Landschaps-, natuur- en cultuurhistorische waarden
	LNV	Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
M	Masthoogte	De hoogte van de turbine mast (zonder de gondel en rotorbladen)
	m.e.r.	Milieueffectrapportage: de procedure. Hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een MER en het evalueren achteraf van de

		gevolgen voor het milieu door de uitvoering van een mede op basis van dat MER genomen besluit, een en ander met inachtneming van de voorgeschreven procedurele uitgangspunten uit de Wet milieubeheer
	m^3	Kubieke meter
	Maaiveld	Aardoppervlak
	Meest Milieu- vriendelijke alternatief	Het alternatief dat wordt beschreven in artikel 7.10, lid3 van de Wet Milieubeheer: “het alternatief, waarbij de beste bestaande mogelijkheden ter bescherming van het milieu worden toegepast.” Aangezien het gaat om een alternatief, gelden dezelfde beperkingen als voor andere alternatieven. Dat betekent dat het niet louter een referentie is (de ideale oplossing voor het milieu), maar moet behoren tot de mogelijkheden, die redelijkerwijs bij de besluitvorming een rol kunnen spelen
	MER	Milieueffectrapport: het rapport dat bij de m.e.r. tot stand komt
	Milieu	(Volgens de Wet algemene bepalingen milieuhygiëne) het geheel van en de relaties tussen water, bodem, lucht, mensen, dieren, planten en goederen
	Mitigatie	Het verminderen van nadelige effecten (op het milieu) door het treffen van bepaalde maatregelen
	MKM	MKM staat voor Milieukwaliteitmaat en is ontwikkeld door TNO. Met deze maat wordt de geluidbelasting voor verschillende bronnen omgerekend naar de etmaalwaarde voor wegverkeer, die evenveel hinder zou veroorzaken als de desbetreffende geluidbelasting.
	MMA	Meest Milieuvriendelijke Alternatief
	Morfologie	Leer en beschrijving van de vormen van het aardoppervlak
	MW	Megawatt
	MWh	Mega Wattuur (1000 kWh = 1 MWh)
N	Natuurgebied	Een gebied met duidelijke natuur- en landschapswaarden die in hun planologische functieaanduiding (mede) tot uiting komen
	Natuur-ontwikkeling	Het scheppen van omstandigheden waarin natuurlijke ecosystemen zich kunnen ontwikkelen

	Natuur-ontwikkelings-gebieden	Gebieden met goede mogelijkheden voor het ontwikkelen van natuurwaarden, van nationale en/of internationale betekenis
	Natuur-verbindings-gebieden	Gebieden die ongeacht hun oppervlakte van belang zijn voor de migratie van planten en dieren tussen de gebieden van het VEN, en/of natuurreservaten, onderdeel van het IVON
	Nul- alternatief	Beschrijving van de bestaande toestand van het milieu en van de autonome ontwikkeling daarin als de voorgenomen activiteit noch één der alternatieven wordt uitgevoerd. Het nul-alternatief fungeert als ijkpunt; de milieugevolgen van de voorgenomen activiteit en van de in beschouwing genomen alternatieven worden telkens vergeleken met de situatie dat de voorgenomen activiteit niet wordt uitgevoerd
O	Ontwerpplan	Een relatief gedetailleerde uitwerking van het voorkeurs-alternatief, dat op basis van grondmechanisch onderzoek is onderbouwd en waarin een landschapsplan is opgenomen
P	Passende beoordeling	De passende beoordeling houdt in dat conform de richtlijnbepalingen (Habitat- en Vogelrichtlijn) wordt onderzocht of en in hoeverre nieuwe plannen of projecten in en in de nabijheid van SBZ's mogelijke significante gevolgen veroorzaken. Indien het projectgebied voor een aangetroffen soort een belangrijk leefgebied blijkt te zijn en het slecht gesteld is met de populatie als geheel, kan dit tot gevolg hebben dat het project niet mag worden uitgevoerd. In dergelijke gevallen zou mogelijk wel toestemming kunnen worden verleend op grond van dwingende redenen van groot openbaar belang en wanneer er geen alternatieven voor het betreffende plan zijn. Er moeten dan wel compenserende maatregelen worden getroffen om te waarborgen dat het de samenhang van het stelsel van Europese natuurgebieden (Natura 2000) bewaard blijft.
	Plangebied	Dat gebied, waarin de voorgenomen activiteit of één der alternatieven kan worden gerealiseerd
	Populatie	Verzameling van individuen van één soort die in een bepaald gebied voorkomen
	Potenties	(Ontwikkelings)mogelijkheden

R	Referentie	Vergelijking (maatstaf)
	Richtlijnen	De door het bevoegd gezag na het vooroverleg te bepalen wenselijke inhoud van het op te stellen MER
	Risico	De ongewenste gevolgen van een bepaalde activiteit verbonden met de kans dat deze zich zullen voordoen (dus risico = kans x effect)
	Rode lijst	Lijst van planten. Lijst van vlinders, Lijst van zoogdieren en lijst van vogels waarvan bekend is, dat zij zodanig achteruitgaan dat zij in hun voortbestaan worden bedreigd
	Rotordiameter	De diameter van de draaicirkel van de rotorbladen
	Ruimtelijke kwaliteiten	Eigenschappen die iets zeggen over de manier waarop een bepaald gebied wordt beleefd of benut
	RWS	Rijkswaterstaat
S	SBZ	Speciale Beschermingszone
	Side scan sonar	Side scan sonar is één van de manieren om het profiel van de bodem (en daarop rustende objecten) in kaart te brengen. De sonar bestaat uit een processing unit, een sonarvis en een sleep- en datakabel. De sonarvis is aan beide zijden voorzien van een transducer. Deze zendt een akoestische bundel uit, dwars op richting waarin de meetvis door het water loopt. Vervolgens wordt deze bundel, na reflectie op de zeebodem, weer ontvangen door de sonarvis. Afhankelijk van de samenstelling van de materie waarop het signaal reflecteert, wordt een beeld van de bodem opgebouwd, gebaseerd op schaduwwerking. Een pad kan alleen verkregen worden aan beide zijde van de sonarvis. De toepassingen van de side scan sonar zijn: - Detectie van obstakels; - Inspectie van pijpleidingen; - Controle van oever- en bodembescherming; - Wrakonderzoek; - Ondersteuning en controle ten behoeve van werk aan de onderwaterinfrastructuur; De kwaliteit van de sonarpresentatie wordt bepaald door de wind en stromingen in het werkgebied. De bodemgesteldheid, aanwezigheid van onder andere obstakels, bodemverstoringen, dieptes/ondieptes en hard/zacht sediment is bepalend voor het onderscheiden

		van de te onderzoeken objecten (website Wikipedia, 2006).
	Startnotitie	Eerste product in de m.e.r.-procedure, waarmee de formele start van de procedure wordt gemarkeerd
	Studiegebied	Bestudeerd of te bestuderen gebied. Dit is breder dan het plangebied
T	Theoretisch (dijk)profiel	Denkbeeldig minimumprofiel van de dijk, dat zelfstandig voldoende stabiliteit bezit om de waterkerende functie te vervullen; beoordelingsprofiel
	Toetsings-criteria	Maatstaven aan de hand waarvan de toetsing plaatsvindt
V	V&W	(Ministerie van) Verkeer en Waterstaat
	Variant	Een van de voorgenomen activiteit afwijkende mogelijkheid om een deelprobleem op te lossen. Een variant is niet als complete activiteit beschreven in het MER (want dan zou er sprake zijn van een alternatief)
	Vegetatie	De ruimtelijke verschijningsvorm van wilde planten in een bepaald gebied in de door hen zelf aangenomen orde en structuur
	Veiligheids-norm	Maximaal toelaatbare kans op een ernstige schade
	Vigerend	Van kracht zijnde
	Visueel	Gericht op het zien
	Voorgenomen activiteit	Geheel van handelingen, ingrepen en dergelijke bedoeld ter realisatie van bepaalde doelstellingen of ter oplossing van bepaalde problemen
	Voorkeurs- alternatief	Datgene wat volgens het MER en/of bijbehorende ontwerpbesluiten /vergunningaanvragen of bijgestelde versies hiervan – dus na afweging van milieueffecten – de voorkeur van de initiatiefnemer heeft om de doelstellingen zo goed mogelijk te realiseren
	Voor-onderzoek	Voorafgaand, voorbereidend onderzoek
	VROM	(Ministerie van) Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

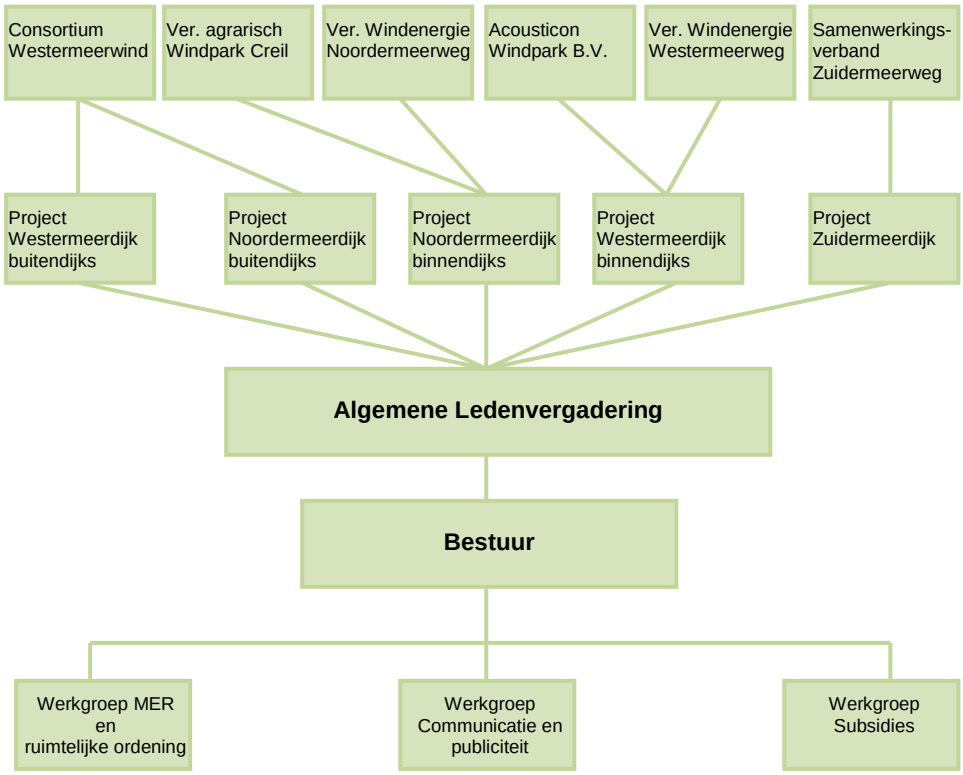
	VZZ	Vereniging voor zoogdierkunde en zoogdierbescherming
W	WRO	Wet op de Ruimtelijke Ordening
Z	Zetting	Het samendrukken van bodemmateriaal (klei, zand, enz.), waardoor het maaiveld oftewel de bodemhoogte zakt.

Bijlage C

SAMENSTELLING KWN

SAMENSTELLING KOEPEL WINDENERGIE NOORDOOSTPOLDER

Samenstelling Koepel



Tabel C1 Leden Koepel Windenergie Noordoostpolder

Lid
Acousticon Windpark BV
Consortium WestermeerWind
Danij Wind BV
Vereniging Windenergie Westermeerweg
Windpark Zuidermeerdijk CV
Zuidermeer-windenergie BV
Vereniging Agrarisch Windpark Creil
Vereniging Windenergie Noordermeerweg

Bijlage D

WINDTURBINE OPSTELLING VARIANTEN

DICHTSTEBOLSTAPELING EN SCHAAKBORDOPSTELLING

In de richtlijnen voor het MER is aangegeven dat voor de parken aan de Noordermeerdijk en de Westermeerdijk ook de dichtstebolstapeling als alternatief uitgewerkt dient te worden, en voor de Westermeerdijk bovendien een driehoeksopstelling (deze is eveneens in dichtstebolstapeling). Op de driehoeksopstelling wordt verder niet specifiek ingegaan aangezien deze ook in een dichtstebolstapeling is opgesteld. Wanneer deze alternatieven beter scoren, dienen ze als basis genomen te worden voor het meest milieuvriendelijke alternatief. In figuur D.1 zijn verschillende opstellingsvarianten gevisualiseerd. De basis voor dit verzoek ligt in het gegeven dat in een dichtstebolstapeling de verschillende lijnen dichter op elkaar kunnen staan en dat daarmee ruimtewinst wordt behaald.

Zoals in het algemeen deel is aangegeven, is oorspronkelijk de dichtstebolstapeling als aparte variant onderzocht in het MER naast de schaakbordopstelling.

Op grond van een aantal redenen is de onderlinge afstand tussen de lijnen vergroot waardoor de oorspronkelijke motivatie voor toepassing van de dichtstebolstapeling, namelijk ruimtewinst, vervalt. De motieven voor het vergroten van de onderlinge afstand tussen de lijnen zijn:

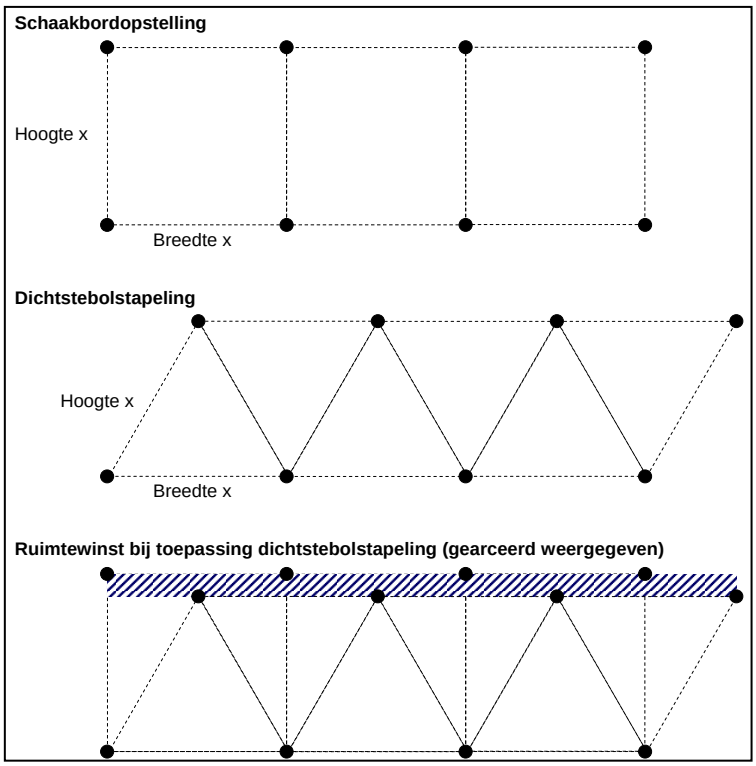
- De laatste jaren wordt steeds duidelijker dat zogenaamde parkeffecten een grotere invloed hebben op energieproductie en levensduur dan eerder voorzien of aangenomen werd. Meerdere lijnopstellingen achter elkaar dragen ertoe bij dat de achterste turbines minder produceren door zogenaamde ‘zogeffecten’. Deze dragen ook bij aan meer turbulentie zodat eerder vermoeingseffecten optreden;
- Extra milieuwinst: de lengte van de lijnen wordt als een gegeven gezien op grond van de beleidskaders van de provincie Flevoland en de gemeente Noordoostpolder waarin de lengte van de opstelling is vastgelegd. In een schaakbordopstelling kunnen meer turbines (1-2) worden geplaatst dan in een dichtstebolstapeling wat tot een hogere milieuwinst leidt in een schaakbordopstelling;
- Het vergroten van de onderlinge afstand leidt tot een kleinere verstoring van (water)vogels, aangezien het verstoord oppervlak afneemt. De afstand tussen twee lijnen is gewijzigd naar meer dan 600 meter in verband met de ecologische effecten van het voornemen. Het voornemen is aangepast op de resultaten uit het concept MER uit 2007. Door de onderlinge afstand te vergroten tot 600 meter of meer is de ruimte tussen de lijnopstellingen deels niet meer verstoord voor watervogels en neemt het effect van het voornemen op deze vogels sterk af. De motivatie voor deze afstand is het in Algemeen deel van het MER ook toegelicht;
- In de originele opstelling is een afstand van 15 meter (rand fundament) tot de insteek van de kwelsloot aangehouden voor de binnendijkse opstellingen. Inmiddels heeft het Waterschap Zuiderzeeland een nieuw beleidskader vastgesteld voor het bouwen nabij primaire keringen. In de Nota Bouwen nabij Primaire Keringen (vastgesteld eind 2008) wordt een grotere afstand aanbevolen, van minimaal 20 meter. De voorgenomen opstelling is daarom verplaatst op grotere afstand van de dijk, tot 55 meter (middelpunt fundament) van de dijk. Dit maakt het ook mogelijk om secundaire voorzieningen als kabels en leidingen en onderhoudswegen aan te leggen tussen de turbines en de dijk. Deze voorzieningen vormen een beperktere belemmering voor eventuele toekomstige uitbreidingen van de dijken in verband met een verhoging van het beschermingsniveau. Tenslotte draagt deze grotere afstand tot de dijk er ook aan bij dat het verstoringseffect van de lijnopstelling op watervogels in het IJsselmeer kleiner is.

Er is voor gekozen om de locatie van de diverse lijnopstellingen in het voornemen aan te passen aan de hierboven toegelichte inzichten. De grotere onderlinge afstand is leidt er echter wel toe dat de meerwaarde van een dichtstebolstapeling verdwijnt. Daarom is deze variant niet verder meegenomen in het MER. Op deze wijze blijft overigens het aantal varianten ook beperkt en overzichtelijk.

Om echter aan het verzoek van de commissie MER te voldoen wordt in deze bijlage wel ingegaan op het verschil in milieueffecten tussen een dichtstebolstapeling en een schaakbordopstelling. Hiervoor worden de oorspronkelijke onderzoeksresultaten voor de Westermeerdijk gebruikt.

In deze bijlage is aangegeven wat de effecten van de dichtstebolstapeling zijn. Daarmee wordt aangetoond dat de te behalen ruimtewinst niet of nauwelijks tot milieuvoordelen leidt, ervan uitgaande dat de afstand tot de dijk van de binnendijkse opstellingen een noodzakelijk gegeven is, gezien de gewenste ruimtereservering van het waterschap. Van een aantal effecten zal worden aangegeven welk verschil verwacht wordt tussen een schaakbordopstelling en een dichtstebolstapeling. Een onderbouwing van de bepaling van de effecten en een beschrijving van de effecten is te vinden in het algemeen deel en de locatiespecifieke delen van het MER.

Figuur D.1 Onderscheid schaakbordopstelling en dichtstebolstapeling



Voor drie lijnen, zoals aan de Westermeerdijk het voornemen is, geldt dat de te behalen ruimtewinst in theorie nog groter is.

D.1 Effecten

Milieuwinst

De lengte van de opstellingen is een gegeven voor de initiatiefnemers. In het algemeen deel is aangegeven tussen welke kilometerpalen de turbines kunnen worden gerealiseerd ligt vast. De toepassing van een dichtstebolstapeling houdt in dat de tweede lijnopstelling, ongeveer de helft van de onderlinge afstand tussen twee turbines, opschuift naar links of naar rechts. Deze opschuiving leidt ertoe dat de onderlinge afstand tussen turbines uit de twee lijnen gelijk kan blijven maar dat de afstand tussen de lijnen kleiner kan worden. Figuur in figuur D.1 is dit goed te zien.

Aangezien de onderlinge afstand tussen de turbines in een lijn niet verandert kunnen in een dichtstebolstapeling minder turbines worden geplaatst dan in een schaakbordopstelling. De verschuiving bedraagt met de huidige varianten minimaal circa 160 meter (de helft van 4D bij een rotordiameter van 82 meter). Als gevolg van deze opschuiving kan 1 turbine minder worden geplaatst.

Dit leidt ertoe dat de energieopbrengst afneemt en daarmee de vermeden hoeveelheid CO_2 en vermeden zuurequivalenten. In tabel D.1 is aangegeven om welke hoeveelheden het minimaal en maximaal gaat gegeven de huidige varianten.

In de praktijk zal de energieopbrengst bij een dichtstebolstapeling naar lager zijn aangezien er grotere turbulente verliezen optreden. Dit kan er zelfs toe leiden dat de onderlinge afstanden nog groter worden waardoor nog één of meerdere turbines minder kunnen worden geplaatst.

Tabel D.1 Afname milieuwinst 1 turbine minder

Type en vermogen	E82	E126
Vermogen (MW)	3	6
Energieopbrengst* (MWh/jr)	6.000	12.000
Aantal huishoudens**	1.714	3.249
Vermeden primaire energie (GJ/jaar)	21.600	43.200
CO_2-emissie reductie (kton/jaar)	3,3	6,6
Vermeden zuurequivalenten (/jaar)	120.000	240.000

*conform PMDE is gerekend met 2.000 vollasturen
**uitgaande van een verbruik van 3.500 kWh per jaar per huishouden

Economie

Voor de effecten op economie (werkgelegenheid, lokale inkomens, participatiemogelijkheden) heeft de opstelling geen aanwijsbare invloed. De investeringskosten van de bestaande opstelling zullen afnemen, uitgaande van één turbine minder. Omdat een deel van de investeringskosten gelijk blijven, zoals de voorbereidingskosten en de aanleg van elektrische infrastructuur, zullen de investeringskosten per kWh/jaar enigszins hoger liggen bij een dichtstebolstapeling dan bij een schaakbordopstelling. Het verschil zal echter verwaarloosbaar zijn.

Ecologie

Voor wat betreft de ecologische effecten zijn de effecten op vleermuizen en vogels relevant om te bespreken.

Voor wat betreft de effecten op vleermuizen geldt dat een dichtstebolstapeling een kleiner effect heeft dan de schaakbordopstelling. Over het algemeen geldt weliswaar dat de opstelling met de minste en turbines die het verst uit elkaar staan het minste effect heeft op vleermuizen, echter het aantal dodelijke slachtoffers wordt per turbine bepaald. Aangezien in een

schaakbordopstelling één turbine extra wordt gerealiseerd levert dit voor een schaakbordopstelling 1,2 (lage inschatting) tot 3,4 (hoge inschatting) vleermuis slachtoffers extra per jaar op. Overigens staan de lijnen dichter op elkaar bij een dichtstebolstapeling waardoor extra aanvaringsrisico wordt gecreëerd. Evenals hieronder voor de effecten op vogels wordt geconcludeerd is het verschil tussen de opstellingen eigenlijk niet aan te geven door de onzekerheidsmarges in de gehanteerde getallen. Gezien beperkte de verschillen is een relevant verschil in effect niet te verwachten.

Met betrekking tot het verschil in effect op vogels geven Alterra en Bureau Waardenburg in de rapportage 'Effecten op vogels van windenergieontwikkeling langs de dijken van de Noordoostpolder' (2006) aan dat zij verwachten dat de opstellingsvorm niet relevant is. Zij merken het volgende op (pagina 13):

'Een schaakbordopstelling heeft als voordeel dat bij loodrecht aanvliegen de turbines in de twee rijen achter elkaar wegvallen, zodat aanvaringskansen en barrièrewerking in die opstelling het kleinst zullen zijn. Daar staat tegenover dat het totale verstoringsoppervlak bij een dichtstebolstapeling in veel gevallen iets kleiner zal zijn. Omdat niet alle vogels loodrecht zullen aanvliegen en het effectieve verstoringsoppervlak ook wordt bepaald door overlap tussen verstoringszones van individuele turbines is het niet eenvoudig deze verschillen kwantitatief in te schatten. Omdat wij verwachten dat de verschillen ruim binnen de onzekerheidsmarges zullen liggen die sowieso rond de effectschatttingen aanwezig zijn, zijn wij ervan uitgegaan dat deze twee configuraties dezelfde effecten hebben.'

Landschap, ruimtelijke kwaliteit, cultuurhistorie en archeologie
In dit onderdeel wordt de dichtstebolstapeling beoordeeld ten opzichte van de beoordeling van de schaakbordopstelling die in het MER is te vinden. De algemene beoordeling is daarbij gelijk, alleen bij de onderscheiden aspecten wordt hier stilgestaan.

Landschappelijk karakter
- Structuur: geen invloed naar verwachting;
- Openheid: in de beleving van bewoners en recreanten zullen de turbines als een aantasting; van de openheid worden ervaren. Het effect wordt groter als de turbines dichter op elkaar staan omdat het waarnemen van de open ruimte hierdoor minder wordt toegelaten. De dichtstebolstapeling tast de openheid dan ook enigszins meer aan dan de schaakbordopstelling aangezien de lijnen dichter op elkaar staan. Het verschil in effect zal echter beperkt zijn aangezien de mogelijkheid om de open ruimte waar te nemen (tussen de turbines door te kijken) met name afhankelijk is van de locatie van de waarnemer;
- Rust: draaiende turbines beïnvloeden de rust omdat ze een laag toevoegen aan het landschap die veelal in beweging is. De dichtstebolstapeling veroorzaakt een dynamischer beeld omdat de turbines het dichtst op elkaar staan. Door de grote schaal van de opstellingen is het verschil met een schaakbordopstelling echter beperkt.

Ruimtelijk karakter
- Oriënterende werking: geen verschil tussen de dichtstebolstapeling en de schaakbordopstelling;
- Lengte van de opstelling: is een gegeven voor de MER en verschilt dus niet voor de dichtstebolstapeling en de schaakbordopstelling;

- Onderlinge afstand: in een dichtstebolstapeling staan de lijnen dichter op elkaar en hebben daardoor een grotere invloed op de openheid. De onderlinge afstand tussen de turbines in een rij verschilt niet van een schaakbordopstelling.

Visuele kenmerken

- Zichtbaarheid: geen verschil tussen de dichtstebolstapeling en de schaakbordopstelling
- Beleving: geen verschil tussen de dichtstebolstapeling en de schaakbordopstelling

In de figuren D.2 t/m D.5 zijn visualisaties opgenomen van een opstelling in een dichtstebolstapeling vergeleken met een schaakbordopstelling. Vanaf twee verschillende locaties zijn de visualisaties genomen. De visualisaties zijn bedoeld om het verschil te laten zien tussen de twee opstellingsvormen. De locaties zijn anders als de visualisaties van de varianten in het MER en kunnen dus niet volledig worden vergeleken met onderstaande visualisaties. Uit de visualisatie blijkt inderdaad dat de schaakbordopstelling een enigszins rustiger beeld oplevert in vergelijking met de dichtstebolstapeling. Aangezien dit deels bepaald wordt door de locatie van de waarnemer kan niet gesteld worden dat sprake is van een relevant verschil.

Figuur D.2 dichtstebolstapeling vanaf het IJsselmeer bezien

Figuur D.3 schaakbordopstelling vanaf het IJsselmeer bezien

Figuur D.4 dichtstebolstapeling vanaf land bezien

Figuur D.5 schaakbordopstelling vanaf land bezien

Cultuurhistorie en archeologie
De opstellingsvormen veroorzaken geen verschillende effecten op de aspecten cultuurhistorie en archeologie.

Veiligheid op land
Geen verschil in effecten verwacht tussen een dichtstebolstapeling of een schaakbordopstelling.

Nautische veiligheid
De oriëntatie is met name relevant voor de effecten van scheepvaart op windturbines. Het effect op de turbines op de scheepvaart verandert niet aangezien het aantal turbines nagenoeg of helemaal gelijk blijft, afhankelijk van welke lijn opschuift.

Met betrekking tot de effecten van scheepvaart op windturbines wordt het volgende gesteld. Op basis van de onzekerheid in de berekeningen wordt het verschil tussen een dichtstebolstapeling en een schaakbordopstelling als klein en verwaarloosbaar gezien. Uit berekening voor de originele varianten komt naar voren dat de aanvaringskans (%) gelijk is voor een opstelling met als oriëntatie een schaakbordopstelling aan een opstelling met een dichtstebolstapeling. In onderstaande tabel D.2 zijn de resultaten voor een V90 aan de Westermeerdijk buitendijks gepresenteerd. Gesproken wordt over ‘vervolgkans’ aangezien voorafgaand aan een aanvaring tussen een schip en een turbine eerst een falen of incident moet plaats vinden dat er de aanleiding van is dat het schip afwijkt van de vaargeul.

Tabel D.2 Vervolgkansen aanvaring Westermeerdijk Buitendijks

Variant	V90, 5D	V90, 5D	E114, 5D	E114, 5D
Oriëntatie	Schaakbord	Dichtste bol	Schaakbord	Dichtste bol
Aantal turbines	38	37	30	29
Kans op botsen	9%	9%	8%	8%

Het feit dat sprake is van een ‘vervolgkans’ leidt er ook toe dat het verschil in opstelling niet tot relevante effectverschillen leidt.

Geluid

Voor geluid zijn verschillende berekeningen uitgevoerd. In de figuren D.6 en D.7 is het verschil in geluidseffecten tussen een dichtstebolstapeling en een schaakbordopstelling weergegeven. Evenals voor de visualisaties geldt dat de getoonde figuren afwijken van de varianten die in het MER zijn weergegeven. Het doel van deze figuren is te laten zien wat het verschil tussen de twee opstellingsvormen is.

Figuur D.6 Dichtstebolstapeling, geluid

Figuur D.7 Schaakbordopstelling, geluid

Zoals te verwachten is het totale oppervlak binnen een bepaalde contour bij een dichtstebolstapeling enigszins kleiner dan bij een schaakbordopstelling omdat de lijnen bij een dichtstebolstapeling dichter op elkaar staan. Het verschil voor bijvoorbeeld de 40 dB(A)-contour is ca. 5% (5.171 hectare geluidsbelast oppervlak binnen de 40 dB(A) contour voor een schaakbordopstelling en 4.939 hectare geluidsbelast oppervlak binnen de 40 dB(A) contour voor een dichtstebolstapeling).

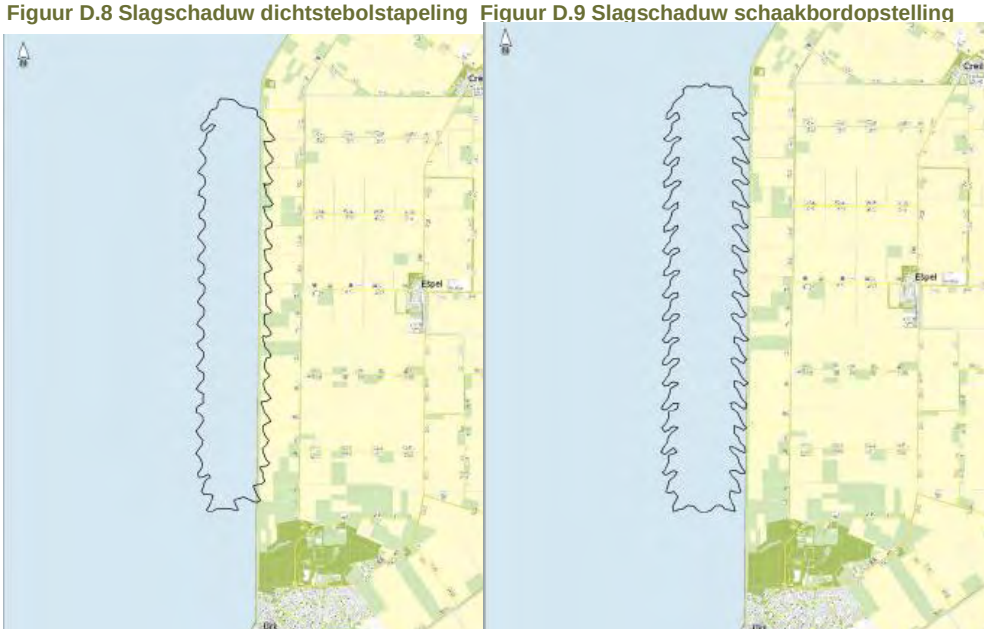
Als echter gekeken wordt naar de effecten op woningen heeft de schaakbordopstelling een kleiner effect. In een schaakbordopstelling kunnen de turbines dichter op elkaar worden gezet.

Aangezien de locatie van de binnendijkse als een gegeven wordt gezien[1] schuiven de buitendijkse lijnen op richting de waterlijn. Dit leidt tot een verschuiving van de geluidscontour landinwaarts waardoor meer woningen binnen bepaalde contouren vallen. In het voorbeeld dat hierboven is gevisualiseerd vallen, voor de kleinste opstelling (V90, op 4D), 96 adressen binnen de 40 dB(A)-contour van de dichtstebolstapeling en 91 adressen binnen de 40 dB(A)-contour van de schaakbordopstelling.

Het verschil tussen de opstelling is beperkt en met name afhankelijk van de locatie van de binnenste lijn ten opzichte van de waterkant. Als maximale ruimtewinst wordt verkregen bij een gegeven positie van de binnendijkse opstelling heeft de dichtstebolstapeling een groter effect op het aspect geluid, vanuit het perspectief van de normstelling die gericht is op de geluidsbelasting op woningen, ten opzichte van de schaakbordopstelling.

Slagschaduw
De effecten op slagschaduw worden bepaald door de masthoogte. Voor het verschil geldt dat de oppervlakte van het gebied dat binnen een specifieke slagschaduwcontour valt groter is voor een schaakbordopstelling dan voor een dichtstebolstapeling. Dit is ook goed te zien in de figuren D.8 en D.9. Echter, omdat de afstand van de binnendijkste opstelling tot de waterlijn een gegegeven is komen in een dichtstebolstapeling de buitendijkse lijnen naar de kust toe. Hierdoor komt de slagschaduw van de buitendijkse opstelling (de contour) op land terwijl dit in de schaakbordopstelling niet zo is. Dit heeft echter geen effecten op het aantal woningen binnen de slagschaduwcontour omdat dit bepaald wordt door de binnendijkse opstelling die niet van positie verandert ten opzichte van de waterlijn.

Figuur D.8 Slagschaduw dichtstebolstapeling **Figuur D.9 Slagschaduw schaakbordopstelling**



Gebruiksfuncties
Geen verschil in effecten verwacht tussen een dichtstebolstapeling of een schaakbordopstelling.

[1] Overigens is het opschuiven van de binnendijkse lijn verder naar de waterlijn toe ook niet mogelijk op grond van het beleid van het waterschap en de fysieke beperkingen van de locatie (ligging van bijvoorbeeld de kwelsloot)

D.2 Vergelijking

In onderstaande tabel is het effect van de oriëntatie ten opzichte van de andere oriëntatie beoordeeld voor de in deze bijlage beschreven effecten. Met een – en een + wordt aangegeven hoe de opstellingsvorm scoort ten opzichte van de andere -vorm. Met een 0 wordt aangegeven dat er niet of nauwelijks verschil is voor het betreffende effect.

Tabel D.3 Vergelijking effecten dichtstebolstapeling en schaakbordopstelling

Effect	Dichtste bolstapeling	Schaakbordopstelling
Milieuwinst	-	+
Economie	0	0
Ecologie	0	0
Landschap, ruimtelijke kwaliteit, cultuurhistorie en archeologie	0	0
Veiligheid op land	0	0
Nautische veiligheid	0	0
Geluid	-	+
Slagschaduw	0	0
Gebruiksfuncties	0	0

Uit deze vergelijking komt naar voren dat voor het initiatief in de Noordoostpolder de schaakbordopstelling minder negatieve milieueffecten veroorzaakt dan een dichtstebolstapeling.

Zoals de commissie voor de MER in de richtlijnen aangeeft wordt bij een dichtstebolstapeling wel veel ruimtewinst behaald en neemt de hoeveelheid beïnvloed oppervlak voor wat betreft de milieuaspecten geluid en slagschaduw af. Het blijkt dat op veel punten de opstellingen geen wezenlijk andere effecten veroorzaken. Overigens is daarbij geen aandacht besteed aan het feit dat de varianten die nu in het MER zijn uitgewerkt, juist een grotere onderlinge afstand tussen de lijnen is gekozen omdat de oorspronkelijke onderlinge afstanden leiden tot een groter verstoord oppervlak voor bepaalde vogelsoorten.

Voor de specifieke situatie in de Noordoostpolder, met de lengte van de opstellingen en de locatie van de binnendijkse opstelling ten opzichte van de dijk als gegeven, geldt dat de dichtstebolstapeling vanuit milieuoogpunt geen voordelen biedt ten opzichte van de schaakbordopstelling. Met name aangezien:

- Er een turbine minder kan worden geplaatst waardoor minder duurzame energie wordt opgewekt;
- Meer woningen een hogere geluidsbelasting ondervinden dan bij de schaakbordopstelling als gevolg van de compacte opstelling waarbij de buitendijkse lijnen dichter op de kust zijn geplaatst.

Effecten van vijf windparken op vogels langs de dijken van de Noordoostpolder

Effectbeoordeling ten behoeve van het MER Windparken Noordoostpolder

H.A.M. Prinsen
C. Heunks
J. van der Winden
P.W. van Horssen

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Effecten van vijf windparken op vogels langs de dijken van de Noordoostpolder

Effectbeoordeling ten behoeve van het MER Windparken Noordoostpolder

H.A.M. Prinsen
C. Heunks
J. van der Winden
P.W. van Horssen

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

opdrachtgever: Koepel Windenergie Noordoostpolder

7 september 2009
rapport nr. 09-090

Status uitgave:	Eindrapport
Rapport nr.:	09-090
Datum uitgave:	7 september 2009
Titel:	Effecten van vijf windparken op vogels langs de dijken van de Noordoostpolder
Subtitel:	Effectbeoordeling ten behoeve van het MER Windparken Noordoostpolder
Samenstellers:	drs. H.A.M. Prinsen drs. C. Heunks drs. J. van der Winden drs. P.W. van Horssen
Aantal pagina's inclusief bijlagen:	99
Project nr.:	08-450
Projectleider:	drs. H.A.M. Prinsen
Naam en adres opdrachtgever:	Koepel Windenergie Noordoostpolder Postbus 1063, 8300 BB Emmeloord
Referentie opdrachtgever:	Brief met kenmerk MtK/08-024, d.d. 10 oktober 2008
Akkoord voor uitgave:	Teamleider Vogelecologie Drs. J. Van der Winden
Paraaf:	

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Koepel Windenergie Noordoostpolder

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder vooraf-gaande schrif-telijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2000.

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Voorwoord

De Koepel Windenergie Noordoostpolder (kortweg: De Koepel) heeft het voornemen vijf grootschalige windturbineopstellingen te bouwen en exploiteren aan de westrand van de Noordoostpolder, deels buitendijks in het IJsselmeer, deels binnendijks. In verband met dit voornemen wordt door Pondera Consult in opdracht van De Koepel een MER opgesteld. Bureau Waardenburg is gevraagd de effecten op vogels van het voornemen te beschrijven en toetsen in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998, wat heeft geresulteerd in voorliggende rapportage.

Het projectteam bestond binnen Bureau Waardenburg uit de volgende personen:
- Hein Prinsen – projectleiding, effectbeoordeling, eindredactie;
- Camiel Heunks – rapportage;
- Robert-Jan Jonkvorst – berekening aanvaringsslachtoffers;
- Jan van der Winden – effectbeoordeling, kwaliteitsborging;
- Peter van Horssen – berekening verstoringseffecten, GIS werkzaamheden.

Hans Schekkerman leverde in 2007 als medewerker van Alterra Wageningen, in het kader van het concept-MER, een belangrijke bijdrage aan een eerdere versie van voorliggende rapportage, waarvoor dank.

Rijkswaterstaat Waterdienst en SOVON Vogelonderzoek Nederland worden bedankt voor de snelle levering van vogeltelgegevens en het geven van toelichting op deze gegevens. R. Vermoolen en J. Suidgeest worden bedankt voor het delen van hun gebiedskennis met betrekking tot recente winterverspreiding van zwanen en ganzen in de Noordoostpolder.

Vanuit Pondera Consult werd het project begeleid door Hans Rijntalder en Martijn ten Klooster. Beiden worden bedankt voor hun prettige samenwerking.

De interpretatie van de geleverde gegevens en daaruit voortvloeiende conclusies komen geheel voor rekening van Bureau Waardenburg. Hiervoor genoemde instanties en personen dragen geen verantwoordelijkheid voor de in deze rapportage vermelde conclusies op basis van de door hen aangeleverde gegevens.

Inhoud

Voorwoord 5

Samenvatting 9

1 Inleiding 11

1.1 Achtergrond 11

1.2 Uitgangspunten 13

1.3 Leeswijzer 14

2 Materiaal en methoden 15

2.1 Bronnen 15

2.2 Bepaling van effecten op vogels 18

2.2.1 Berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers 18

2.2.2 Berekenen van het verstoringseffect 22

2.2.3 Inschatten van barrièrewerking 23

2.3 Beoordeling effecten in het kader van de natuurwetgeving 24

2.3.1 Natuurbeschermingswet 1998 24

2.3.2 Effectbeoordeling Windpark Noordoostpolder 25

3 Geplande windturbineopstellingen 29

4 Windturbines en vogels algemeen 31

4.1 Aanvaringsrisico 31

4.2 Verstoring 32

4.3 Barrièrewerking 34

4.4 Effecten van grote windturbines 34

5 Vogels in het plangebied en omgeving 37

5.1 Het Natura 2000-gebied IJsselmeer 37

5.2 Vogels in het onderzoeksgebied 40

5.2.1 Lokaal foeragerende en rustende vogels (niet-broedvogels) 41

5.2.2 Broedvogels 52

5.2.3 Seizoenstrek 54

6 Effecten van de geplande turbineopstellingen op vogels 57

6.1 Algemeen 57

6.2 Aanvaringsslachtoffers 57

6.2.1 Alle soorten 57

6.2.2 Natura 2000-soorten 58

6.3 Verstoring van pleisterende vogels 61

6.4 Verstoring van broedvogels (Rode Lijst-soorten) 63

6.5 Barrièrewerking voor passerende lokale vogels....64
6.6 Bespreking effecten van het windpark voor Natura 2000-soorten....66
6.7 Effecten tijdens de opbouw- en afbraakfase....71
7 Beoordeling van de effecten op vogels....73
7.1 Toetsingscriteria....73
7.2 Beoordeling van effecten op vogels....76
7.2.1 Aanvaringsslachtoffers....76
7.2.2 Verstoring van rustende en foeragerende vogels....76
7.2.3 Verstoring van broedvogels....78
7.2.4 Barrièrewerking....78
7.2.5 Samenvatting effectbeoordeling Windpark Noordoostpolder....79
7.3 Externe werking Natura 2000....80
8 Conclusies....83
9 Literatuur....85
Bijlage 1 Rekenroutes slachtoffers....91
Bijlage 2 Potentieel aantal verstoorde vogels....99

Samenvatting

De Koepel Windenergie Noordoostpolder heeft het voornemen vijf grootschalige windturbineopstellingen te bouwen en exploiteren aan de westrand van de Noordoostpolder. Voor de Noorder- en Westermeerdijk gaat het daarbij om zowel binnen- als buitendijkse opstellingen. Langs de Zuidermeerdijk is alleen een binnendijkse plaatsing voorzien. Bij realisering van het voornemen zullen de bestaande windturbines op de Westermeerdijk en de Zuidermeerdijk gesaneerd worden.

Het plangebied grenst direct aan het IJsselmeer dat is aangewezen als Natura 2000-gebied onder de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn, o.a. vanwege het voorkomen van internationaal belangrijke aantallen watervogels. De buitendijkse opstellingen zijn gepland binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied, de binnendijkse opstellingen net daarbuiten, maar ook deze kunnen door zogenaamde 'externe werking' invloed hebben op de natuurwaarden in het Natura 2000-gebied.

In voorliggend rapport zijn de effecten van het gehele initiatief, exclusief de voorziening voor scheepvaartveiligheid (deze is elders beoordeeld), in beeld gebracht en beoordeeld in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Cumulatie met mogelijke effecten van andere plannen en projecten in het IJsselmeer wordt behandeld in de passende beoordeling die onderdeel vormt van het MER en komt niet in voorliggend rapport aan bod. De effectbepaling bestaat uit een berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers en de aantallen vogels die verstoord worden, hetzij in hun rust- en/of foerageergebied, hetzij tijdens dagelijkse vliegbewegingen tussen deze gebieden (barrièrewerking).

Aanvaringsslachtoffers
Voor het initiatief als geheel wordt verwacht dat jaarlijks in de ordegrootte van 3.500 tot 4.200 vogels zullen omkomen door aanvaringen met de turbines, afhankelijk van de gekozen opstellingsvarianten. Het betreft voor het overgrote deel algemene soorten, zowel lokaal talrijke soorten als passerende seizoenstrekkers, en het zal voor deze soorten geen negatieve gevolgen hebben voor de populatiegrootte.
Voor vogelsoorten waarvoor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied is aangewezen, en die dus van belang zijn bij een effectbeoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998, zijn de voorspelde aantallen aanvaringsslachtoffers relatief klein (100-160 vogels van alle Natura 2000-soorten tezamen). Het betreft in alle gevallen minder dan 1% van de gemiddelde jaarlijkse natuurlijke sterfte van deze soorten in het IJsselmeer. Dit betekent dat voor alle Natura 2000-soorten geldt dat de additionele sterfte als gevolg van aanvaring met de geplande turbines als een verwaarloosbaar effect op de populaties is te beschouwen.

Barrièrewerking
De windturbineopstelling langs de Noordermeerdijk zal een barrière kunnen vormen in de dagelijkse vliegbewegingen van met name kleine zwanen naar de Steile Bank. Dit zal

kunnen leiden tot het niet meer bereikbaar zijn van een klein areaal foerageergebied, maar dit brengt het instandhoudingsdoel voor deze soort niet in het geding.

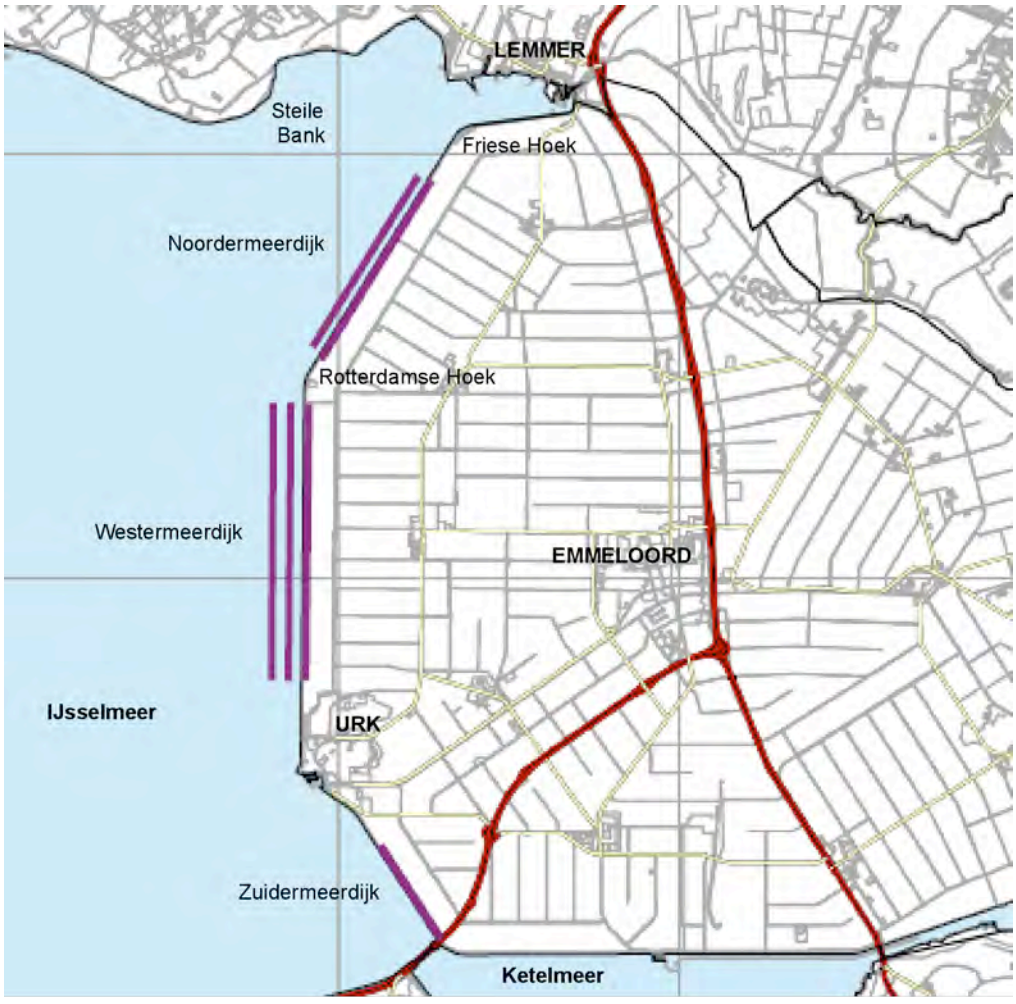
Verstoring rust- en/of foerageergebied
Op het vlak van verstoring van rustende en foeragerende watervogels zijn grotere effecten te verwachten op enkele visetende soorten. Langs de Noordermeerdijk zal foerageergebied voor enkele tientallen futen, grote zaagbekken en nonnetjes worden verstoord, langs de Westermeerdijk geldt hetzelfde voor futen en grote zaagbekken. Omdat voor alledrie de soorten geldt dat de huidige aantallen onder het instandhoudingsdoel liggen en de soorten een neerwaartse trend laten zien, is een kans op een significant negatief effect als gevolg van de verstoring door genoemde windparken niet uit te sluiten. Voor andere Natura 2000-soorten kan de kans op een significant negatief verstoringseffect wel worden uitgesloten.
Rekening houdend met uitwijkmogelijkheden resteren voor aalscholver, kuifeend en brilduiker kleine, niet-significante verstoringseffecten.

Verstoring van broedvogels door de windturbineopstellingen zal beperkt zijn tot kleine aantallen van slechts enkele vogelsoorten. Dit betreft geen verstoring van Natura 2000-soorten binnen het Natura 2000-gebied IJsselmeer.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De Koepel Windenergie Noordoostpolder (kortweg: De Koepel) heeft het voornemen vijf grootschalige windturbineopstellingen te bouwen en exploiteren aan de westrand van de Noordoostpolder (figuur 1.1). Voor de Noorder- en Westermeerdijk gaat het daarbij om zowel binnen- als buitendijkse opstellingen. Langs de Zuidermeerdijk is alleen een binnendijkse plaatsing voorzien. Het totaal te realiseren vermogen bedraagt circa 450 MW. Bij realisering van het voornemen zullen de bestaande windturbines op de Westermeerdijk (circa 15 MW) en de Zuidermeerdijk (circa 2 MW) gesaneerd worden.



Figuur 1.1 Noordoostpolder met de opstellingslocaties voor windturbines langs de Noorder-, Wester-, en Zuidermeerdijk.

In verband met dit voornemen is in 2007 door Royal Haskoning een concept-MER opgesteld waarin de gevolgen van het voornemen voor milieu, natuur en landschap in kaart zijn gebracht. In dit MER zijn door Alterra en Bureau Waardenburg de effecten op vogels beschreven en getoetst aan het aanwijzingsbesluit behorende bij de aanwijzing van het IJsselmeer als Vogelrichtlijngebied (Schekkerman *et al*., ongepubliceerd). Sinds 2007 zijn een aantal veranderingen in de alternatieven doorgevoerd, enerzijds om mogelijke effecten op milieu te mitigeren, anderzijds omdat nieuwe typen windturbines met een hoger vermogen op de markt beschikbaar zijn gekomen en deze in de nu voorliggende alternatieven zijn opgenomen. Voor deze nieuwe alternatieven wordt door Pondera Consult in opdracht van De Koepel een nieuw MER opgesteld. Bureau Waardenburg is gevraagd de effecten op vogels van dit aangepaste voornemen te beschrijven en toetsen in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Hiertoe is het rapport van Schekkerman *et al*. (ongepubliceerd) als uitgangspunt genomen. Dit rapport is aangepast naar de voorliggende alternatieven en waar nodig aangevuld met recente informatie over het voorkomen van natuurwaarden in het plangebied en de huidige natuurwetgeving.

De omgeving van het plangebied is rijk aan vogels. De Noordoostpolder vormt een belangrijk overwinteringsgebied voor watervogels, waaronder vooral een aantal soorten ganzen en zwanen. Daarnaast broedt er een aantal vogelsoorten die vermeld staan op de Rode Lijst van bedreigde broedvogels in Nederland. Het plangebied grenst daarnaast direct aan het IJsselmeer dat is aangewezen als Natura 2000-gebied onder de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn, o.a. vanwege het voorkomen van internationaal belangrijke aantallen watervogels. De buitendijkse opstellingen zijn gepland binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied, de binnendijkse opstellingen net daarbuiten, maar ook deze kunnen door zogenaamde 'externe werking' invloed hebben op de natuurwaarden in het Natura 2000-gebied. Hierom is het noodzakelijk dat de mogelijke effecten van de windturbineopstellingen op vogels in het Natura 2000-gebied IJsselmeer in kaart worden gebracht en beoordeeld. Ook vanuit de aanwijzing van het IJsselmeergebied als onderdeel van de EHS en in het kader van de Flora- en faunawet is een effectbeoordeling noodzakelijk, maar het daarvoor vigerende toetsingskader is minder streng dan dat van de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR). Het toetsingskader van de VHR, dat in de Nederlandse wetgeving is uitgewerkt in de Natuurbeschermingswet 1998, vormt dan ook het uitgangspunt bij de beoordeling van de effecten.

Dit rapport beschrijft het voorkomen van vogels in het plangebied en omgeving, en brengt de effecten in beeld van een aantal verschillende opstellingsvarianten op de vogelsoorten die op basis van de Natuurbeschermingswet 1998 in het IJsselmeer bescherming genieten. Effecten op andere vogels, die in het kader van de Flora- en faunawet bescherming genieten, worden eveneens beschreven.

1.2 Uitgangspunten

De effectenstudie is hoofdzakelijk gebaseerd op bestaande kennis. Deze betreft gepubliceerde en ongepubliceerde gegevens over aantallen en verspreiding van vogels in de wijde omgeving van het plangebied: (delen van) de Noordoostpolder en de aangrenzende delen van het IJsselmeer.
In de onderhavige studie zijn effectbeoordelingen gemaakt voor de vijf afzonderlijke windparken, en voor het project Windpark Noordoostpolder als geheel. De effecten op het Natura 2000-gebied van een voorziening in het windpark om de scheepvaartveiligheid te waarborgen vormt echter geen onderdeel van voorliggende effectbeoordeling. De effecten van deze voorziening zijn uitgewerkt in een aparte notitie (Liefveld *et al.*, 2009). Ook is in deze rapportage nadrukkelijk geen rekening gehouden met de cumulatie van de effecten van voorliggend initiatief met effecten van andere plannen of projecten in het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Dit komt aan bod in de passende beoordeling die onderdeel vormt van het MER.

De effecten van de windparken zijn kwantitatief bepaald voor de twee varianten waarvan op voorhand (op grond van turbinegrootte en afstanden tussen turbines) de kleinste respectievelijk grootste effecten werden verwacht. Dit zijn respectievelijk de varianten met de grootste turbines (5-8 MW) op de grootste onderlinge afstand (5D, vijf maal de rotordiameter) en de kleinste turbines (2-4 MW) op de kleinste onderlinge afstand (4D). De effecten van de overige varianten liggen hier qua grootte tussen in, met een min of meer vaste verhouding. De achtergrond van deze op het eerste gezicht wellicht verassende verwachting dat de grootste turbines het minste effect op vogels zullen hebben, is dat de beschikbare onderzoeksgegevens er op wijzen dat zowel het aantal aanvaringsslachtoffers als de verstoring van pleisterende vogels in de nabijheid van windturbines (veel) minder dan evenredig toenemen met de turbinegrootte (zie hoofdstukken 2 en 4, en bijlage 1). De onderlinge afstand tussen turbines doet dat wel, met als gevolg dat het effect per oppervlakte-eenheid van de opstelling in principe kleiner wordt bij grote turbines[1]. Uiteraard geldt hetzelfde bij een grotere afstand tussen turbines van gelijke grootte.

Bij de buitendijkse opstellingen langs de Wester- en Noordermeerdijk, die bestaan uit twee rijen turbines, is in de planvorming uitgegaan van twee mogelijke ontwerpen: 'schaakbord' (twee rijen parallel zodat turbines in beide rijen op zelfde lengtepositie staan) en 'dichtste bol stapeling' (turbines in tweede rij staan midden tussen de lengtepositie van de turbines in de eerste rij, waardoor de afstand tussen de rijen kleiner kan zijn bij dezelfde afstand tussen turbines). Een schaakbordopstelling heeft als voordeel dat bij loodrecht aanvliegen de turbines in de twee rijen achter elkaar wegvallen, zodat aanvaringskansen en barrièrewerking in die opstelling het kleinst zullen zijn. Daar staat tegenover dat het totale verstoringsoppervlak bij een dichtste bol stapeling in veel gevallen iets kleiner zal zijn. Omdat niet alle vogels loodrecht zullen

[1] In de praktijk hoeft dit niet altijd het geval te zijn doordat verstoringszones rond verschillende turbines kunnen overlappen en dan krijgt een toenemende onderlinge afstand pas effect wanneer de overlap is verdwenen en ook niet langer verstoringsvrije zones worden ingesloten door delen die wèl verstoord kunnen zijn (zie hoofdstuk 2).

aanvliegen en het effectieve verstoringsoppervlak ook wordt bepaald door overlap tussen verstoringszones van individuele turbines is het niet eenvoudig deze verschillen kwantitatief in te schatten. Omdat wij verwachten dat de verschillen ruim binnen de onzekerheidsmarges zullen liggen die sowieso rond de effectschattingen aanwezig zijn, zijn wij ervan uitgegaan dat deze twee configuraties dezelfde effecten hebben.

Daar waar geen informatie voorhanden was, is in de beoordelingen uitgegaan van het voorzorgbeginsel zoals de Natuurbeschermingswet 1998 en de Vogel- en Habitarichtlijn dit voorschrijven. Dit betekent dat de effecten in werkelijkheid wellicht iets geringer zullen zijn dan hier beschreven.

In dit rapport worden de begrippen 'plangebied' en 'onderzoeksgebied' gebruikt. Het plangebied is de onmiddelijke omgeving van de opstellingslocaties (gedefinieerd door de begrenzing van de kleinste telgebieden {op het land en in het IJsselmeer) waarin vogels zijn geteld en waarin de opstellinglocaties vallen). Het onderzoeksgebied is groter, en omvat het gehele gebied waar regelmatig vogels verblijven die invloed kunnen ondervinden van de opstellingen. In de praktijk betreft dit een groot deel van de Noordoostpolder alsmede het aangrenzende deel van het IJsselmeer.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van het gebruikte bronmateriaal en de methoden om effecten op vogels te bepalen en beoordelen. In hoofdstuk 3 volgt een korte beschrijving van de geplande windturbineopstellingen. Een algemeen overzicht van effecten van windturbines op vogels wordt gepresenteerd in hoofdstuk 4, waarna in hoofdstuk 5 een beschrijving wordt gegeven van de huidige situatie van het voorkomen van vogels in het plangebied en omgeving. De effecten van de verschillende opstellingen worden in hoofdstuk 6 gepresenteerd en een beoordeling van deze effecten volgt in hoofdstuk 7. Tenslotte zijn in hoofdstuk 8 de belangrijkste conclusies samengevat.

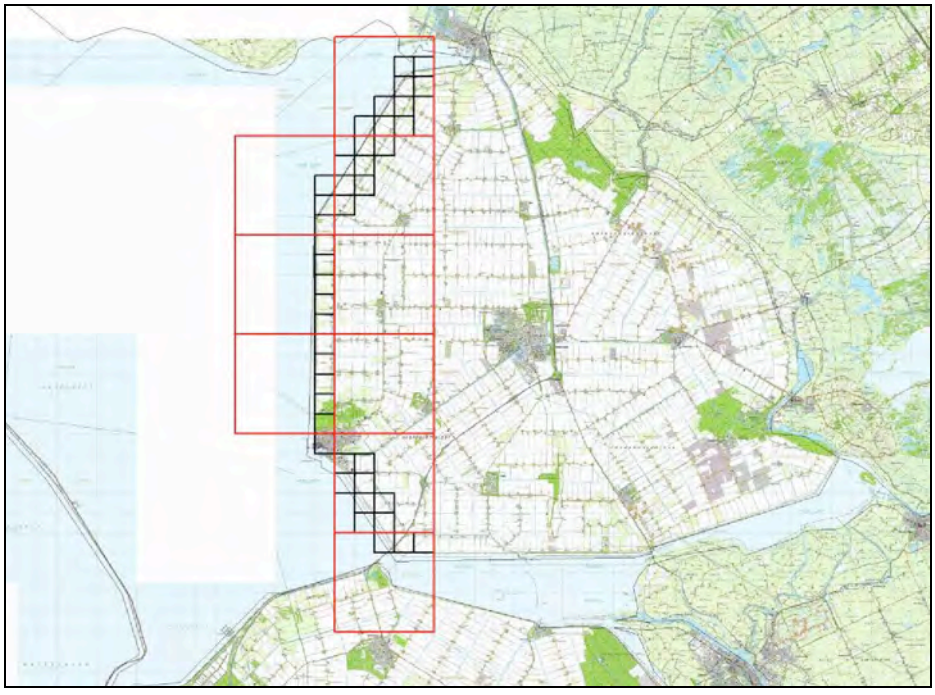
2 Materiaal en methoden

2.1 Bronnen

In de rapportage is uitgegaan van bestaande informatie, zoals beschreven in Schekkerman et al. (ongepubliceerd), waarbij gebruikt is gemaakt van gegevens over de aantallen en verspreiding van vogels in de omgeving van de toekomstige windparken. Hiertoe zijn bestaande gegevens van de dagverspreiding van vogels opgevraagd. Om een indruk te krijgen van vliegbewegingen, is gebruik gemaakt van eigen kennis en informatie uit voorgaande onderzoeken nabij de geplande windparklocaties (Verbeek *et al*., 2008; van den Bergh & Spaans, 1993a,b en 1999).

Broedvogels

Het onderzoeksgebied omvat 42 kilometerhokken (figuur 2.1) en is in 1998-2000 onderzocht op het voorkomen van broedvogels in het kader van het Atlasproject voor Broedvogels 1998-2000 (SOVON, 2002). Elf kilometerhokken zijn daarbij twee maal een uur op alle soorten onderzocht. Bovendien is van de in figuur 2.1 weergegeven atlasblokken van 5x5 km2, een lijst van alle voorkomende soorten beschikbaar die zijn opgenomen op de 'Rode Lijst van Nederlandse broedvogels 2004' (Van Beusekom *et al.*, 2005). In het kader van het project 'Landelijk Soortenonderzoek Broedvogels' (LSB) zijn ten slotte uit acht kilometerhokken gegevens over bekend over het voorkomen van schaarse broedvogels en kolonievogels (Janssen, 2006).



Figuur 2.1 De ligging van de kilometerhokken nabij het plangebied (zwart) waaruit gegevens over alle broedvogels, en de atlasblokken (rood) waaruit aanvullende gegevens over Rode Lijst-soorten zijn verzameld.

Pleisterende watervogels

Gegevens over het voorkomen van watervogels in de Noordoostpolder en het aangrenzende deel van het IJsselmeer zijn afkomstig van de volgende bronnen (steeds zijn gegevens van de vijf meest recente telseizoenen (juli t/m juni) waarvoor de data beschikbaar waren gebruikt):

- Maandelijkse tellingen van watervogels op het IJsselmeer vanuit een vliegtuig door de Waterdienst. Hierbij worden maandelijks alle kusten van het IJsselmeergebied afgevlogen en alle aanwezige watervogels geteld tot op maximaal enkele kilometers uit de kust (o.a. Van Eerden *et al.*, 2005). Gegevens beschikbaar over de telseizoenen juli 2000/2001 – 2004/2005. Voor voorliggende rapportage zijn tevens telgegevens voor het hele IJsselmeer verkregen voor de periode 2003/2004 t/m 2007/2008.
- Jaarlijkse midwintertellingen van alle soorten watervogels in de maand januari, gecoördineerd door SOVON Vogelonderzoek Nederland en uitgevoerd door vrijwilligers. Bij deze tellingen wordt (vrijwel) de gehele Noordoostpolder gedekt en worden tevens de teltrajecten van de Waterdienst-vliegtuigtellingen geteld vanaf de dijk. Gegevens waren beschikbaar uit januari 2000 t/m 2007. Dit betekent dat voor januari per traject twee tellingen beschikbaar zijn, 1 vanuit het vliegtuig en 1 vanaf het land. Per soort is het hoogste getelde aantal tijdens deze twee tellingen gebruikt in de analyses.
- Maandelijkse tellingen van ganzen en zwanen in (vrijwel) de gehele Noordoostpolder in de maanden november-maart, uitgevoerd door vrijwilligers onder coördinatie van SOVON Vogelonderzoek Nederland. Gegevens beschikbaar uit de telseizoenen 1999/2000 t/m 2006/2007.

De 31 telgebieden waarin de gegevens zijn verzameld zijn weergegeven in figuur 2.2. Dit is het kleinste ruimtelijke schaalniveau waarop gegevens voorhanden zijn.

Figuur 2.2 De ligging van de telgebieden gebruikt bij de midwintertelling van watervogels (januari) en maandelijkse tellingen van ganzen en zwanen in het winterhalfjaar, georganiseerd door SOVON. De telgebieden langs de IJsselmeerkust (IJ1333 tot en met IJ1311) komen overeen met de teltrajecten 9 t/m 19 van de maandelijkse tellingen per vliegtuig door de Waterdienst.

2.2 Bepaling van effecten op vogels

Het windpark Noordoostpolder kan effect hebben op vogels die gedurende enige fase van hun levenscyclus in het IJsselmeer of in de Noordoostpolder verblijven. Ook kan het windpark effect hebben op vogels die een deel van hun tijd in andere Natura 2000-gebieden (vooral Ketelmeer en Vossemeer, in mindere mate Waddenzee en Markermeer en IJmeer) doorbrengen. De effectbeoordeling richt zich op vogels in het IJsselmeer en op aanwijssoorten van naburige Natura 2000-gebieden (externe werking). Voorafgaande aan de bepaling van de effecten is een overzicht gepresenteerd van de verspreiding en de aantallen vogels in de omgeving van het windpark.

In de effectberekening worden de volgende zaken gepresenteerd:
- de aantallen aanvaringsslachtoffers;
- de verstorende effecten van windturbines op lokaal rustende en foeragerende vogels;
- de mogelijke barrièrewerking van de opstelling voor passerende lokale vogels.

Voor de aanvaringskansen, verstoring en barrièrewerking is de omvang van de effecten zo veel mogelijk per soort gekwantificeerd.

2.2.1 Berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers

Voor een berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers is gebruik gemaakt van bestaande kennis over slachtofferaantallen bij windparken in Nederland en België (Winkelman, 1989; Winkelman, 1992a,b; Everaert, 2003; Akershoek *et al.*, 2005; Krijgsveld *et al.*, in press). In deze studies is gecorrigeerd voor factoren zoals zoekefficiëntie, verdwijnen van lijken door aaseters, het aantal zoekdagen en type zoekgebied. De aanvaringskansen (kans dat een langsvliegende vogel sterft door een turbine) zijn gebaseerd op studies in o.a. Oosterbierum en Wieringermeer (Winkelman, 1992a-c; Krijgsveld *et al.*, in press). De aantallen slachtoffers uit deze studies zijn te vertalen naar nieuw geplande windparken, indien rekening gehouden wordt met de turbineomvang (ashoogte, rotordiameter), turbineconfiguratie, turbinelocatie (landschapstype) en vogelaanbod (flux). Deze factoren zijn geformaliseerd in a) een berekeningswijze waarin geen rekening gehouden wordt met het soortenspectrum ter plaatse en dus een algemeen aantal vogelslachtoffers oplevert voor het windpark en b) een berekeningswijze die soort(groep)specifiek is en waarvoor kennis over het vogelaanbod (flux) noodzakelijk is (zie bijlage 1 voor details).

Voor sommige soorten ontbreekt een aanvaringskans in de literatuur. Voor deze soorten is in de berekeningswijze een kans aangehouden van een verwante soort(groep). Voor zwanen en ganzen is uit de literatuur geen aanvaringskans bekend. Beide soortgroepen worden überhaupt zelden als aanvaringslachtoffer vastgesteld (Fijn *et al.*, 2007; Witte & van Lieshout, 2003; Hötker *et al.,* 2004). Voor het windpark Noordoostpolder is voor deze soortgroepen een aanvaringskans (0,09%) aangenomen gelijk aan die voor eenden in het windpark Oosterbierum, hetgeen waarschijnlijk een overschatting geeft van het aantal berekende aanvaringsslachtoffers onder zwanen en

ganzen. Fijn *et al*. (2007) vonden bij slachtofferonderzoek gedurende één winter (2006/2007) bij twee windparken in de Wieringermeer geen aanvaringsslachtoffers onder kleine zwanen en toendrarietganzen, ondanks de dagelijkse aanwezigheid van vele honderden respectievelijk enkele duizenden vogels nabij de windparken.

Voor de effectberekening van de aantallen vogelslachtoffers is uitgegaan van kennis over verspreiding, aantallen in het plangebied en vlieggedrag (hoofdstuk 5). Het voorkomen en de verspreiding van watervogels in het onderzoeksgebied is in kaart gebracht met behulp van vliegtuigtellingen in de seizoenen 2000/2001 tot en met 2007/2008 (gegevens RWS-RDIJ, huidige Waterdienst) en midwintertellingen in januari en maandelijkse ganzen- en zwanentellingen in het winterhalfjaar in de periode 1999 – 2007 (gegevens SOVON Vogelonderzoek Nederland) (zie §2.1). Voor iedere locatie (Noordermeer-, Westermeer- en Zuidermeerdijk; binnendijks, buitendijks en totale park) is voor de variant met de minste windturbines ('minimum' variant) en de variant met de meeste windturbines ('maximum' variant) (zie hoofdstuk 1) bepaald uit welke telgebieden vogels mogelijk de turbineopstelling kruisen tijdens hun dagelijkse vliegbewegingen van rust- naar foerageergebied en vice versa. De gemiddelde seizoens- of maandmaxima van relevante vogelsoorten in betreffende telgebieden zijn gebruikt voor de bepaling van de flux (aantal vliegbewegingen) door het cluster. Allereerst is op basis van de literatuur (o.a. van der Winden *et al.*, 1999; van Roomen *et al.*, 2004) en de telgegevens het seizoensverloop van elke soort vastgesteld, met name de maanden met piekaantallen. Naar ratio van de lengte van de turbineopstelling ten opzichte van de lengte van het telgebied, zijn deze aantallen als aanbod opgevoerd in de effectberekening. Met behulp van aannames (tabel 2.1 en hieronder) met betrekking tot het aandeel van de vogels die in het donker vliegen (wanneer het aanvaringsrisico het grootste is) en het aandeel dat voor de turbines zal uitwijken, is vervolgens per soort het aantal vogels berekend dat door (het betreffende deel van) de windpark variant vliegt. In eerdere studies aan vogelhinder door windturbines in Nederland, is vastgesteld dat vogels zelden overdag tegen windturbines vliegen (zie ook hoofdstuk 4). De beoordeling richt zich daarom op vogels die in het donker in of nabij het plangebied in grotere aantallen rondvliegen. Het betreft hier de soortgroepen zwanen, ganzen en eenden welke in het donker tussen foerageer- en rust/slaapplaats op en neer vliegen en daarbij mogelijk het windpark doorkruisen (hoofdstuk 5). Vogels vliegen bij nadering van een windpark veelal om het park heen, ook in het donker (Winkelman, 1992b; van der Winden *et al.*, 1996; Spaans *et al.*, 1998; Tulp *et al.*, 1999). Voor ganzen is dit onder meer waargenomen door Fijn *et al*. (2007) en Winkelman (1992b).

Tabel 2.1. Voor de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers gebruikte waarden voor de aanvaringskans, het percentage van het aanbod vogels die in het donker vliegen en het percentage dat uitwijkt voor het windpark. De aanvaringskans is gebaseerd op Winkelman (1992b).

soort(groep)	aanvaringskans	aandeel in het donker		uitwijken
		avond	ochtend	
	(%)	(%)	(%)	(%)
kleine zwaan	0,09	33	0	70
ganzen	0,09	33	0	70
wilde eend	0,09	80	20	30
tafeleend	0,09	100	90	70
kuifeend	0,09	100	90	70
topper	0,09	10	10	70

In bijlage 2 is in 'route 2' toegelicht hoe, met behulp van correcties voor rotordiameter, windparkconfiguratie en soortspecifieke aanvaringskansen, het aantal aanvarings–slachtoffers wordt berekend. Hieronder wordt per soort(groep) toegelicht welke op tabel 2.1 aanvullende aannames zijn gedaan bij de berekening van het slachtofferaantal.

Kleine zwaan
Voor kleine zwaan is aangenomen dat het merendeel van de vogels die foerageren in het (noord)westelijke deel van de Noordoostpolder slaapt op de Steile Bank (van den Bergh & Spaans, 1993; Koffijberg *et al.*, 1997). Een klein deel slaapt 's nachts soms ook in de brede tochten in de polder, hier is uitgegaan van eenderde deel van de vogels (cf. Haitjema, 1986 in Winkelman 1989; Koffijberg *et al.*, 1997; van der Winden *et al.*, 2006). Voor zwanen is een aanvaringskans van 0,09% aangenomen, dit is waarschijnlijk een overschatting (zie hiervoor).

Ganzen
Voor ganzen die in het (noord)westelijke deel van de Noordoostpolder foerageren, is aangenomen dat alle vogels op de Steile Bank slapen. Vogels die in het zuidelijke deel van de Noordoostpolder foerageren, slapen waarschijnlijk vooral in het Ketelmeer en Zwarte Meer (van den Bergh & Spaans, 1993b; Koffijberg *et al.*, 1997). Voor ganzen is een aanvaringskans van 0,09% aangenomen, dit is waarschijnlijk een overschatting (zie hiervoor).

Zwemeenden
Langs de kust van de Noordoostpolder zijn tijdens vliegtuigtellingen (RWS Waterdienst) en midwintertellingen (SOVON) van de meeste soorten zwemeenden geen belangrijke aantallen geteld (gemiddeld enkele bergeenden en wintertalingen, een tiental krakeenden en enkele tientallen smienten per telgebied). Alleen de wilde eend is in noemenswaardige aantallen aangetroffen (gemiddeld enkele honderden per telgebied). Voor wat betreft zwemeenden zijn alleen voor deze laatste soort aanvaringsslachtoffers berekend. Aangenomen is dat wilde eenden, die buitendijks zijn geteld, overdag dicht bij de dijk rusten en in de schemering of in het donker naar binnendijkse gebieden

vliegen om daar te foerageren. Alleen de binnendijks geplande turbineopstellingen kunnen daarbij doorkruist worden. Deze turbineopstellingen zullen een deel van de buitendijks rustende eenden verstoren, hier is 60% aangenomen. Deze verstoorde eenden zullen naar elders uitwijken en dan niet door de turbineopstellingen vliegen tijdens nachtelijke foerageervluchten (NB: bij de berekening van het verstoringseffect is 80% verstoring gehanteerd, maar het is waarschijnlijk dat een deel van deze vogels het gebied niet verlaat, maar tussenliggende verstoringsvrije delen van de kustzone gebruikt om te rusten). Voor wilde eend is een laag uitwijkpercentage (30%) aangehouden, omdat de binnendijkse lijnopstellingen dicht bij de buitendijkse rustgebieden staan en uitwijken dan minder voor de hand ligt (eenden vliegen dan vooral tussen de turbines door).

Duikeenden
Voor de soorten tafeleend, kuifeend en topper is het uitgangspunt dat alle vogels die overdag tijdens tellingen zijn waargenomen, dicht bij de dijk rusten. Dit komt ook overeen met waarnemingen in winter 2007/2008 (Verbeek *et al*. 2008). Deze eenden vliegen 's nachts het IJsselmeer op om daar te foerageren op o.a. driehoeksmosselen en kunnen dan buitendijkse turbineopstellingen doorkruisen. Er is van uitgegaan dat deze eenden loodrecht ten opzichte van de kustlijn het IJsselmeer opvliegen. Van toppers is bekend dat deze meestal in grote groepen verder uit de kust op het open water kunnen verblijven (dit blijkt ook uit een vergelijking van de getelde aantallen uit het vliegtuig en vanaf land). Het hiervoor beschreven uitgangspunt betreft voor deze soort dus een 'worst case' benadering. Voor alle drie de soorten duikeenden is tevens berekend hoeveel vogels mogelijk aanvaringsslachtoffer worden, indien de soorten 's nachts komen foerageren op de relatief hoge dichtheden aan driehoeksmosselen die nabij (delen van) de geplande windparkvarianten aanwezig zijn. Hiervoor is dezelfde aanvaringskans en uitwijkpercentage aangehouden beschreven in tabel 2.1, maar is aangenomen dat elke eend die niet uitwijkt tijdens het foerageren in het donker twee keer extra door het windpark vliegt.

Een belangrijke omissie in kennis is het ontbreken van informatie over het nachtelijke gedrag van duikeenden in een groter windpark. Duikeenden foerageren in de nacht op driehoeksmosselen en kunnen in theorie een windpark mijden omdat ze de turbines als verstorend beschouwen. In dat geval is het gebied waar de turbines staan ongeschikt als foerageergebied. Het is ook mogelijk dat de duikeenden wel in de nacht in het windpark gaan foerageren. In dat geval nemen de kansen op slachtoffers toe bij het aan en afvliegen naar het windpark en de nachtelijke vliegbewegingen tussen foerageergebieden (zie hierboven). De verstoringszones van de verschillende windparken overlappen niet of nauwelijks met belangrijke concentraties voor duikeenden beschikbare driehoeksmosselen (hoofdstuk 5). Uitgangspunt is daarom dat 's nachts geen foeragerende duikeenden door het windpark Noordoostpolder worden verstoord. Wel kunnen vogels die naar foerageergebieden nabij (delen) van het windpark vliegen aanvaringsslachtoffer worden.

Overige soorten
Voor de verspreid op open water voorkomende fuut, aalscholver, bergeend, brilduiker, grote zaagbek en nonnetje worden geen risicovolle vliegbewegingen in het donker verwacht (o.a. Poot *et al.*, 1999) en zijn daarom geen aanvaringslachtoffers berekend. Van overdag sociaal foeragerende groepen aalscholvers wordt verwacht dat deze de geplande turbine opstellingen zullen ontwijken. Slaaptrek van aalscholvers vindt voor het overgrote deel voor de schemering plaats (o.a Poot *et al.*, 1999). Voor smient, krakeend en meerkoet is ook aangenomen dat de grootste aantallen overdag nabij de oever verblijven. Smient foerageert 's nachts voornamelijk in de aangrenzende polders, krakeend en meerkoet ook langs de oever. Dwergmeeuw, reuzenstern, visdief en zwarte stern worden slechts sporadisch en/of in kleine aantallen in de omgeving van het windpark waargenomen. Van al deze soorten zijn nauwelijks of geen risicovolle vliegbewegingen door het windpark te verwachten.

Huidige turbineopstelling langs de Westermeerdijk
Langs de Westermeerdijk staat in de huidige situatie al een binnendijkse windturbineopstelling. In de periode december 1987 - april 1989 is door Winkelman (1989) onderzoek gedaan aan de effecten op vogels van de destijds 25 opgestelde windturbines (ashoogte 30m en rotordiameter 25m) langs het zuidelijke deel van de Westermeerdijk (tussen kmp 18.5 en 21.5). Op basis van gevonden aantallen slachtoffers concludeert Winkelman dat bij deze opstelling op jaarbasis ca. 18 slachtoffers/turbine vallen of ca. 440 slachtoffers voor het gehele park. De resultaten van dit onderzoek zijn meegenomen in de berekeningsmethodiek voor het aantal slachtoffers (rekenmethode 1 in bijlage 1). Met behulp van rekenmethode 1 worden in totaal aantal 460 slachtoffers op jaarbasis voor betreffende opstelling van 25 turbines berekend. In 1991 zijn nog eens 25 turbines bijgebouwd, zodat in de huidige opstelling 50 turbines van voornoemd formaat zijn opgesteld tussen grofweg kmp 15 en 21.5. De locatie van de huidige opstelling komt goed overeen met de binnendijkse opstelling van de geplande nieuwe variant(en), zodat bij de berekening van het te verwachten aantal slachtoffers van de huidige opstelling dezelfde vogelgegevens en aannames zijn gebruikt als bij de berekening van slachtoffers in de geplande nieuwe varianten.

2.2.2 Berekenen van het verstoringseffect

Voor het bepalen van het aantal verstoorde vogels als gevolg van het plaatsen van turbines is allereerst per telgebied buitendijks langs de dijk (figuur 2.1) het aantal aanwezige vogels berekend binnen een zone tot 2 km uit de dijk. Hierbij is voor ieder telgebied van de periode 2000 - 2005 het grootste gemiddelde seizoensmaximum gehanteerd van de vliegtuigtellingen (RWS Waterdienst) danwel van de SOVON midwintertellingen. Voor enkele relevante soorten (fuut, aalscholver, bergeend, brilduiker, zaagbekken) is aangenomen dat de vogels (overdag en of 's nachts) gelijkmatig verdeeld zijn over het telgebied, terwijl voor de zwem- en duikeenden (excl. topper) en meerkoet is aangenomen dat deze binnen 100 m van de dijk rusten. Voor binnendijks foeragerende zwanen en ganzen is per binnendijks telgebied het gemiddelde seizoensmaximum van de SOVON ganzen- en zwanentellingen

gehanteerd. Ook deze aantallen zijn gelijkmatig verdeeld over het betreffende telgebied. De vaste tellers (R. Vermoolen en J. Suidgeest) van de noordwestelijke telgebieden in de Noordoostpolder hebben mondeling toegelicht dat de laatste jaren tijdens de maandelijkse tellingen nauwelijks pleisterende ganzen en zwanen ten westen van de Noordermeer- en Westermeerweg verbleven. Dit betekent dat de ganzen en zwanen die in de Noordoostpolder pleisteren, dit voornamelijk doen buiten de gebiedsdelen die in de toekomst door de geplande turbines mogelijk verstoord worden. De berekeningen van het aantal verstoorde ganzen en zwanen betreft daarom een 'worst-case' benadering. Voor voornoemde soort(groep)en is een soortspecifieke (tabel 2.2) verstoringzone bepaald rondom de turbines (figuur 2.2) (cf. van der Winden *et al.*, 1999, 2006). Dit is gebaseerd op bestaande literatuur (zie hoofdstuk 4) en de aanname dat grotere turbines geen evenredig groter of kleiner verstorend effect hebben (Schekkerman *et al.*, 2003). Tevens is aangenomen, eveneens gebaseerd op bestaande literatuur, dat binnen de verstoringszone niet alle vogels worden verstoord (tabel 2.2). Voor het gebied tussen de berekende verstoringszones wordt aangenomen dat vogels ook hier verstoord worden indien deze tussenruimte minder dan twee keer de verstoringsafstand bedraagt. Dit heeft als consequentie dat voor een opstelling met meerdere rijen turbines, de berekende verstoring van de gehele opstelling groter is, dan wanneer de verstoring door de afzonderlijke rijen gesommeerd wordt.

2.2.3 Inschatten van barrièrewerking

Voor het inschatten van de mate waarin barrièrewerking een probleem voor vogels vormt is gebruik gemaakt van literatuur (zie §4.3) en eigen waarnemingen uit veldonderzoek bij windturbineopstellingen, van situaties waarin vogels omvlogen (o.a. Beuker *et al*. 2009; Fijn *et al*. 2007; Tulp *et al*. 1999a; van der Winden *et al*. 1996). Op grond hiervan en informatie over de dimensies van de geplande turbineopstellingen is ingeschat of vogels de turbineopstellingen zullen kruisen of omvliegen, en de mate waarin dat valt te verwachten. Een meer gedetailleerde kwantificering van barrièrewerking is op grond van de bestaande kennis niet mogelijk.

Tabel 2.2. Soortspecifieke werkwijze en aannames voor berekening van aantallen verstoorde vogels. Bij zone staat de soortspecifieke verstoringzone die is aangehouden inclusief het bijbehorend verstoord percentage (%) vogels.

Soort	Werkwijze berekening verstoring	zone (m)	%
fuut	ex. overdag en nacht gelijkmatig verdeeld.	150	70
aalscholver	ex. overdag gelijkmatig verdeeld.	50	70
kleine zwaan	idem	400	80
toendrarietgans	idem	400	80
kolgans	idem	400	80
grauwe gans	idem	400	80
brandgans	idem	400	80
topper	ex. overdag en nacht gelijkmatig verdeeld.	150	80
kuifeend	ex. overdag <100m van dijk	150	80
tafeleend	idem	150	80
wilde eend	idem	150	80
bergeend	ex. overdag en nacht gelijkmatig verdeeld.	150	80
krakeend	ex. overdag en 's nachts <100m van dijk.	150	80
brilduiker	ex. overdag gelijkmatig verdeeld.	150	80
grote zaagbek	idem	150	80
nonnetje	idem	150	80
meerkoet	ex. overdag en 's nachts <100m van dijk.	50	80
dwergmeeuw	ex. overdag gelijkmatig verdeeld.	100	90
zwarte stern	idem	50	75
visdief	idem	50	75

2.3 Beoordeling effecten in het kader van de natuurwetgeving

2.3.1 Natuurbeschermingswet 1998

Het wettelijke kader voor de bescherming van Natura-2000 gebieden is de Natuurbeschermingswet 1998 (kortweg: Nbwet). Voor het uitvoeren van projecten en handelingen, die negatieve effecten kunnen hebben op Natura 2000-gebieden en die niet nodig zijn voor of verband houden met het beheer, is een vergunning nodig. Van negatieve effecten is sprake als, gelet op de instandhoudingsdoelen, habitattypen of leefgebied van soorten verslechterd of soorten significant worden verstoord. Deze bescherming geldt alleen voor habitattypen en soorten waarvoor het gebied is aangewezen. Projecten en handelingen die de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied aantasten zijn in ieder geval vergunningplichtig.
Een vergunning kan pas worden afgegeven nadat een 'habitattoets[2]' het bevoegd gezag de zekerheid heeft gegeven dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast.
In de 'oriëntatiefase' – voorheen ook wel 'voortoets' genoemd – wordt onderzocht of een plan, project of handeling (kortweg: 'activiteit'), gelet op de instandhoudings-doelstellingen, mogelijk schadelijke gevolgen heeft voor een Natura 2000-gebied en zo ja of deze gevolgen significant kunnen zijn. De gevolgen moeten worden beoordeeld in samenhang met die van andere plannen en projecten ('cumulatieve effecten').

[2] De termen habitattoets, oriëntatiefase en verslechtering- en verstoringstoets staan niet in de wet. De passende beoordeling wel.

Indien de oriëntatiefase uitwijst dat er geen effecten zijn, zijn er vanuit de Nbwet geen verdere verplichtingen of beperkingen voor de uitvoering van de activiteit. Wel kan het verstandig zijn om met het bevoegd gezag in overleg te treden, om te bezien of men zich in de conclusies van het uitgevoerde onderzoek kan vinden.
Als de verslechtering van habitattypen of het leefgebied van soorten niet-significant is en er geen significante verstoring optreedt, volgt een nadere toetsing (voorheen: 'verslechterings- en verstoringstoets').
Als er een kans is op significante effecten volgt een 'passende beoordeling'.
In de nadere toetsing worden de effecten gespecificeerd. Daarbij hoeft dan niet meer naar cumulatieve effecten te worden gekeken. Het bevoegd gezag beoordeelt of de effecten aanvaardbaar zijn of niet. Aan de vergunning kunnen beperkende voorwaarden (bijvoorbeeld mitigatie en compensatie) worden verbonden.
De passende beoordeling is veel uitgebreider. Op basis van de beste wetenschappelijke kennis dienen de effecten op de habitats en soorten te worden ingeschat, rekening houdend met cumulatieve effecten.
Als de passende beoordeling uitwijst dat er slechts beperkte effecten zijn, dan dient vergunning te worden aangevraagd, die wordt verleend indien de effecten aanvaardbaar worden geacht. Als er significante effecten zijn, dan mag vergunning alleen worden verleend als er voldaan is aan alle drie onderstaande ADC-criteria:

- Er zijn geen geschikte Alternatieven.
- Er is sprake van Dwingende redenen van groot openbaar belang, waaronder redenen van sociale en economische aard.
- Er is voorzien in exacte en tijdige Compensatie.

Als er sprake is van aantasting van een gebied dat is aangewezen ter bescherming van prioritair natuurlijk habitat of een prioritaire soort, dient eerst door de minister van LNV aan de Europese Commissie advies te worden gevraagd. Bovendien is het aantal redenen van groot openbaar belang beperkt.

2.3.2 Effectbeoordeling Windpark Noordoostpolder

De beoordeling van effecten vindt plaats in hoofdstuk 7. Hierbij is gebruik gemaakt van een recent verschenen leidraad van het Steunpunt Natura 2000 van LNV waarin het begrip 'significantie' uit de Natuurbeschermingswet 1998 nader wordt uitgelegd (Steunpunt Natura 2000, 2009). In deze leidraad wordt o.a. geconcludeerd dat 'er sprake is van een significant gevolg wanneer de kwaliteit van een habitattype of leefgebied ten gevolge van menselijk handelen (met uitzondering van het beheer dat gericht is op de instandhoudingsdoelstellingen) in de toekomst, gemiddeld genomen, lager zal zijn dan bedoeld in de instandhoudingsdoelstelling'. Daarbij kan rekening worden gehouden met de veerkracht van het gebied.
Verlagingen die kleiner zijn dan de eenheden waarin de kwaliteit van het habitattype of het leefgebied is uitgedrukt, worden beschouwd als niet meetbaar. Een (verwachte) vermindering van de *verbetering* van de kwaliteit kan alleen een significant gevolg zijn bij een verbeterdoel en hangt voorts af van de nadere uitwerking in het beheerplan (Steunpunt Natura 2000, 2009).

Het ontwerp-aanwijzingsbesluit IJsselmeer (zie website LNV) geeft gekwantificeerde instandhoudingsdoelen voor de aanwijssoorten die als basis dienen voor de effectbeoordeling. Hierin is ook aangegeven of voor betreffende soort/habitattype een behoud- of verbeterdoel is geformuleerd.

Een aparte beoordeling in het kader van het structuurschema Groene Ruimte heeft niet plaatsgevonden. De beoordeling in het kader van de NBwet 1998 is voor het onderdeel vogels als afdoende beschouwd.

Een beoordeling in het kader van de Flora- en faunawet is geen onderdeel van onderhavige studie. De effecten op vogels zijn in het kader van de NBwet 1998 beoordeeld en effecten in het kader van de Flora- en faunawet op vogels kunnen beter beoordeeld worden als de opstelling concreter is en de bouwplannen bekend zijn.

Beoordeling verstoring en verlies habitat
De gekwantificeerde verstoringseffecten op vogels zijn getoetst op hun 'significantie' in de zin van de Natuurbescherminsgwet. Hierbij is een realistisch scenario aangehouden, waarbij ontbrekende kennis ingeschat is, uitgaande van het voorzorgsbeginsel.

Beoordeling vogelsterfte
Ter beoordeling van de significantie van het aantal aanvaringslachtoffers van een Natura 2000-soort, is 1% van de gemiddelde jaarlijkse sterfte van die soort in het Natura 2000-gebied als grens aangehouden (Steunpunt Natura 2000, 2009 en uitleg hieronder).

In artikel 9, lid 1 sub c) van de Vogelrichtlijn is bepaald dat de lidstaten, indien geen andere bevredigende oplossing bestaat, mogen afwijken van onder andere artikel 5 van de richtlijn, teneinde het vangen, het houden of elke andere wijze van verstandig gebruik van bepaalde vogels in kleine hoeveelheden selectief en onder strikt gecontroleerde omstandigheden toe te staan. "Kleine hoeveelheden" in voormelde zin is geen absoluut criterium, maar houdt verband met de handhaving van de totale populatie en de voortplantingssituatie van de betrokken soort. Om aan dit criterium te voldoen, moet gewaarborgd zijn dat de populatie op een bevredigend niveau wordt gehandhaafd. Indien de exploitatie van een vogelbestand hieraan niet voldoet, kan niet worden gezegd dat sprake is van "verstandig gebruik" als bedoeld in voormelde bepaling en is die wijze van exploitatie dus niet toelaatbaar. Het Hof van Justitie van de Europese Gemeenschappen hanteert een door het ORNIS-comité geformuleerd criterium om te beoordelen of de desbetreffende afwijking van het algemene verbod van artikel 5 van de Vogelrichtlijn voldoet aan de voorwaarde dat het om kleine hoeveelheden gaat (HvJEG 9 december 2004, zaak C-79/03, Commissie/Spanje). Volgens dit criterium moet iedere tol van minder dan 1% van de totale jaarlijkse sterfte van de betrokken populatie (gemiddelde waarde) als kleine hoeveelheid worden beschouwd. Het door het ORNIS-comité geformuleerde 1%-criterium is juridisch niet bindend voor de lidstaten, maar het wordt wegens het wetenschappelijke gezag van

de adviezen van het ORNIS-comité en bij gebreke van overlegging van enig wetenschappelijk tegenbewijs door het HvJEG gebruikt als maatstaf. In het uit augustus 2004 daterende "Gidsdocument voor de jacht in het kader van Richtlijn 79/409/EEG van de Raad inzake het behoud van de vogelstand", wordt o.a. beschreven hoe om te gaan met het begrip "kleine hoeveelheden". De 'betrokken populatie' wordt hierin voor de winterperiode gedefinieerd als de "minimale overwinterende populatie aanwezig in de regio waarin toepassing van de afwijking wordt verlangd".

Bij de effectbeoordeling in het kader van de Nbwet 1998 is, conform de leidraad van Steunpunt Natura 2000 (versie 7 juli 2009), voor vogelsterfte voornoemde 1%-mortaliteitsnorm gehanteerd. In een recente uitspraak door de Raad van State met betrekking tot het ontwikkelen van een windpark bij Scheerwolde in de provincie Overijssel wordt deze werkwijze gevolgd (zaak 200801465/1/R2, d.d 1 april 2009).

Beoordeling barrièrewerking

In algemene zin is er sprake van een effectieve barrière als vogels door een windparkopstelling hun voedsel- of rustgebied niet kunnen bereiken. In dat geval kan het voedselgebied als 'verstoord' beschouwd worden en kunnen de voor verstoring gehanteerde criteria worden toegepast. Als barrièrewerking niet leidt tot het compleet of gedeeltelijk mijden van voedsel- of rustgebieden kan de hindernis nog dermate groot zijn dat het energieverlies dat de vogels leiden als gevolg van het omvliegen een wezenlijk effect heeft op de functie van het gebied voor de betreffende soort. Hiervan is sprake als vogels vanwege het omvliegen substantieel meer moeten eten om het energieverlies te compenseren of, als dit niet lukt binnen de gegeven tijd, substantieel in lagere conditie zijn of komen waardoor andere functies, zoals opvetten, in gevaar komen. Voor wat als 'substantieel' moet worden beschouwd bestaan geen objectieve criteria. In deze beoordeling is de om te vliegen afstand ingeschat op grond van de afmetingen van de dimensies van de turbineopstellingen, en vergeleken met de lengte van de dagelijkse vliegafstanden in de ongestoorde situatie, om een ruwe indicatie te verkrijgen van het relatieve belang van de extra vliegkosten.

3 Geplande windturbineopstellingen

De Koepel Windenergie Noordoostpolder heeft het voornemen vijf grootschalige windturbineopstellingen aan de Noordermeerdijk, Westermeerdijk en de Zuidermeerdijk te bouwen en exploiteren (figuur 1.1). Voor de Noorder- en Westermeerdijk gaat het daarbij om zowel binnen- als buitendijkse opstellingen. Langs de Zuidermeerdijk is alleen een binnendijkse plaatsing voorzien. De vijf projecten worden als volgt aangeduid:

Landlocaties:	Noordermeerdijk binnendijks
	Westermeerdijk binnendijks
	Zuidermeerdijk.
Waterlocaties:	Noordermeerdijk buitendijks
	Westermeerdijk buitendijks

Deze locaties zijn voor het merendeel voorzien in de Noordoostpolder (provincie Flevoland). Enkele turbines van de opstelling langs de Noordermeerdijk (buitendijks) zijn voorzien in de Friese gemeente Lemsterland. Bij realisering van het voornemen zullen de bestaande windturbines op de Westermeerdijk (circa 15 MW) en de Zuidermeerdijk (circa 2 MW) gesaneerd worden.

Door de beperkte afstanden tussen de vijf afzonderlijke locaties ontstaat er een nauwe relatie tussen de opstellingen. Bij de ontwikkeling van alternatieven en varianten is daar rekening mee gehouden (zie hoofdrapport MER). Omdat door de wisselwerking tussen de locaties en de daaraan verbonden alternatieven het aantal potentiële combinatiemogelijkheden groot is, is een afbakening noodzakelijk. Daarbij is getracht met een zo beperkt mogelijk aantal alternatieven en varianten de volle bandbreedte van mogelijke effecten weer te geven. Voor wat de opstellingsmogelijkheden betreft wordt deze bandbreedte voornamelijk bepaald door de volgende factoren:

- Het formaat windturbine (2-4MW of 5-8MW);
- De onderlinge afstand tussen de windturbines (vier of vijf maal de rotordiameter (4D of 5D).

De uitersten zijn in tabel 3.1 weergegeven; een schets van de bijbehorende opstellingen in figuur 3.1.

Tabel 3.1 Bandbreedte van maatvoeringen.

Klasse	Mast-hoogte	Rotor-diameter	Relatieve onderlinge afstand	Referentie turbine
Binnendijks				
2-4 MW	100 m	82 m	4 en 5 maal de rotordiameter	Enercon E-82
5-8 MW	135 m	127 m	4 en 5 maal de rotordiameter	Enercon E-126
Buitendijks				
2-4 MW	100 m	107 m	4 en 5 maal de rotordiameter	Siemens SWT 3.6
5-8 MW	110 m	127 m	4 en 5 maal de rotordiameter	Enercon E-126

Figuur 3.1 Schets van de opstellingsvarianten met de minste (allen 5-8 MW) en met de meeste turbines (allen 2-4 MW) per locatie, die in deze studie zijn gebruikt om de maximale en minimale effecten kwantitatief te beoordelen. Voor figuren met exacte locaties van de windturbines in de verschillende varianten, wordt verwezen naar het hoofdrapport MER.

4 Windturbines en vogels algemeen

Onderzoek naar effecten van windturbines op vogels heeft drie verschillende typen effecten laten zien (Winkelman 1992a, b, c en d; Spaans *et al.*, 1998). Deze effecten worden hieronder kort besproken. Onderstaande tekst is een samenvatting van een uitgebreid literatuuronderzoek naar de bestaande kennis over effecten van windparken op vogels (Witte & van Lieshout 2003), deels aangevuld met informatie ontsloten in recent gepubliceerde overzichten (Winkelman *et al*. 2008, Horch & Keller 2005, Hötker *et al*. 2005, Percival 2005).

4.1 Aanvaringsrisico

Vogels kunnen met de rotor, mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is voor de meeste soorten 's nachts het grootst, met name in donkere nachten of nachten met slecht weer (regen) (Winkelman, 1992a). Turbines die als lijn zijn opgesteld dwars op de overheersende vliegrichting zijn qua aanvaringskans het ongunstigst (Winkelman, 1992a). Roofvogels zijn een uitzondering op de regel in zoverre dat de meeste aanvaringen overdag plaats vinden, vooral op locaties met opwaartse luchtstromen, zoals thermiek langs bergkammen (Thelander *et al.*, 2003; Lekuona, 2001; Hunt *et al.*, 1998; Barrios, 1995). In het windpark nabij Oosterbierum kwamen, afhankelijk van seizoen en jaar en rekening houdend met zoek¬technische problemen (waarvoor correctiefactoren moesten worden toegepast), in de operationele situatie per windturbine gemiddeld 18 tot 37 vogels/jaar zeker of zeer waarschijnlijk om het leven als gevolg van een botsing (Winkelman, 1992a). In het windpark nabij Urk werd het aantal slachtoffers geschat op 7 tot 18 per turbine per jaar (Winkelman, 1989).

Bij het windpark nabij de Kreekraksluizen lagen de aantallen bijna tien keer zo laag (3.7 vogels/turbine/jaar). Ook in deze studie werd gecorrigeerd voor de zoekefficiëntie van de waarnemers, predatie van slachtoffers en enkele andere factoren (Musters *et al.*, 1991). De locatie bij de Kreekraksluizen verschilt echter aanzienlijk van de locaties Oosterbierum en Noordoostpolder. Het windpark nabij de Kreekraksluizen ligt niet alleen parallel aan een nabijgelegen hoogspanningsleiding en een vrij druk bereden weg, maar ook nabij bosschages, bomenrijen en relatief hoge gebouwen die 's nachts verlicht zijn. Het gehele complex is uit het westen bovendien veelal goed zichtbaar tegen de horizonverlichting van Bergen op Zoom. De locaties Oosterbierum en Noordoostpolder liggen daarentegen in het open veld, zonder verstorende landschapselementen in de omgeving en met slechts een geringe horizonverlichting.

Er zijn maar enkele Europese studies waarbij gecorrigeerd wordt voor factoren zoals vermeld in voorgaande alinea's. Het onderzoek in België door Everaert (2003) is er een van. Op een windturbinelocatie bij de Oostdam te Zeebrugge vielen, afhankelijk van de plaats van de turbine, <4 tot 58 slachtoffers/turbine/jaar. Als gevolg van

aanvaringen met turbines bij het Boudewijnkanaal werden 11 tot 22 vogels/turbine/jaar gevonden. Bij een windturbinelocatie langs de Schelde waren dit 3.7 slachtoffers/turbine/jaar. Ook Lekuona (2001) verrichte tijdens zijn onderzoek in de westelijke Pyreneeën, experimenten om de zoekefficiëntie en mate van het verdwijnen van slachtoffers door predatie te bepalen. Met name in Salajones (Spanje) werden grote aantallen vale gieren slachtoffer van aanvaringen met turbines. Gecorrigeerd voor predatie en zoekefficiëntie werd de sterfte geschat op 8.2 vale gieren per turbine per jaar. Het jaarlijks totaal aantal vogelslachtoffers per turbine in Salajones wordt geschat op 22. Dit lag op 23 in Izco-Aibar, 3.6 in Alaiz-Echague en 8.5 in Guerinda. In windpark El Perdón stierven 64 vogels per turbine per jaar door een aanvaring met een turbine. Uit een analyse van een groot aantal studies naar effecten van windturbines op vogels (Hötker *et al.*, 2004) komt naar voren dat vooral in windparken in kustgebieden en op bergruggen grotere aantallen aanvaringsslachtoffers (>2 vogels/turbine/jaar) worden gevonden. In kustgebieden betreft het hoofdzakelijk meeuwen, in berggebieden roofvogels.

Het aantal vogels dat tegen een windturbine botst buiten een vogelrijk gebied blijkt aanzienlijk kleiner dan gemiddeld het geval is bij een alleenstaande vuurtoren of hoge zendmast in een gebied met veel vogelvliegbewegingen. Het aantal is echter groter dan bij zendmasten buiten vogelrijke gebieden. Per kilometer windpark was het aantal gelijk aan of kleiner dan bij een gelijke lengte hoogspanningsleiding, en gelijk of iets groter dan bij eenzelfde lengte verkeersweg (Winkelman, 1992a).

Er tot nu toe geen aanwijzingen dat verliezen door aanvaringen met windturbines effect heeft op populatieniveau (Horch & Keller, 2005; Hötker *et al.*, 2004). Uitzondering vormen langzaam reproducerende soorten, wanneer die in grotere aantallen als aanvaringsslachtoffer worden aangetroffen. Voorbeelden hiervan zijn de eerder genoemde vale gieren in Spanje (Lekuona, 2001; Janss, 2000) en steenarenden in Californië (Thelander *et al.*, 2003; Hunt *et al.*, 1998).

4.2 Verstoring

Verstoringsreacties kunnen zich uiten in verschillende verschijningsvormen zoals een verandering in fysiologie, gedrag, en locatie. Verstoring kan reproductie en overleving beïnvloeden met uiteindelijke veranderingen in populatieomvang tot gevolg. Het bestaande verstoringsonderzoek bij windturbines beperkt zich meestal tot het vaststellen van afname in vogelaantallen rondom turbine locaties.

Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine, door geluid en beweging, een bepaald gebied rond de windturbine c.q. het windpark. De verstoringsafstand verschilt per soort. Door de verstorende werking gaat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren. Ook de mate waarin vogels verstoord worden verschilt tussen soorten. Dergelijke effecten zijn vooral aangetoond voor rustende vogels, maar ten dele ook voor foeragerende watervogels.

Voor pleisterende ganzen en zwanen zijn in verschillende studies verstorende effecten vastgesteld binnen 400 m van windturbines. Op grond van de verdeling van het aantal ganzen en van het aantal gans- en zwaandagen (aantal vogels x verblijfsduur in dagen) over het onderzoeksgebied langs de Westermeerdijk in de Noordoostpolder leek geen van de soorten dit windpark in zijn geheel te mijden. Wel concentreerden de ganzen en zwanen zich ter hoogte van het windpark in een strook die verder van de dijk af lag (200-400 m) dan elders (Winkelman, 1989). In Denemarken bleek dat foeragerende kleine rietganzen een opstelling van kleine windturbines in een open landschap niet dichter naderden dan 400 m (Petersen & Nøhr, 1989). Ook in Duitsland werd bij kolganzen een verstoringsafstand van 400 m gevonden (Kruckenberg & Jaene, 1999).

Bij het windpark in de Noordoostpolder (Winkelman, 1989) werd voor vogels op het open water van het IJsselmeer een negatief effect van de turbines op de verspreiding vastgesteld tot 100 m uit de kust (150 m van de windturbines) voor kuifeend, tafeleend, brilduiker en mogelijk meerkoet, tot 250 m uit de kust (300 m van de windturbines) voor wilde eend en mogelijk voor tafeleend en stormmeeuw. Er werden geen negatieve effecten vastgesteld voor topper en kokmeeuw. De vermindering in aantallen was soortafhankelijk, maar bedroeg steeds 50% tot 95%.

Plaatsing van windturbines nabij (150 – 300 m) hoogwatervluchtplaatsen (hvp's) van wadvogels (kieviten, goudplevieren, zilverplevieren, wulpen en bonte strandloper) te Cuxhaven, Duitsland, had een sterk negatief effect op het gebruik hiervan. Ook werd de lijnopstelling van 10 windturbines niet tot nauwelijks gepasseerd, waardoor het een barrière leek te vormen tussen de foerageergebieden in de Waddenzee en rust- en/of foerageergebieden binnendijks (Clemens & Lammen, 1995). Circa 90 % van de wulpen meed windturbines over een afstand van 400 m en 50 % over een afstand van 400-450 m. Van de goudplevier meed 90 % de windturbine over 325 meter en 50 % over 400-500 meter (Schreiber, 1993). Voor andere soorten pleisterende steltlopers bedraagt de gemiddelde verstoringsafstand 100 m (Winkelman, 1992d; Bach *et al.*, 1999). Voor de meeste soorten geldt dat buiten het broedseizoen de verstoringsafstand toe neemt met de omvang van het windpark. Voor ganzen, smient, kievit en goudplevier is deze relatie statistisch significant (Hötker *et al.*, 2004). Soort(groep)en met een geringe verstoringafstand (o.a. roofvogels, meeuwen en spreeuw), worden relatief vaker als aanvaringsslachtoffer gevonden dan soort(groep)en die windparken mijden (b.v. ganzen en steltlopers). Een uitzondering hierop vormen kraaiachtigen die nauwelijks verstoringsreacties vertonen, maar ook zelden als slachtoffer worden gevonden (Hötker *et al.*, 2004).

Er zijn tot nu toe geen sterke aanwijzingen gevonden voor een verstorende werking van windturbines op de aantallen of verspreiding van broedvogels buiten een straal van enkele honderden meters. De verrichte studies hebben echter vaak het nadeel dat de onderzoeksperiode waarin de windturbines operationeel waren, slechts een korte tijdspanne besloeg (Winkelman, 1992d). Bij onderzoek in Duitsland vonden Bach *et al.* (1999) geen verstorend effect van windturbines op broedende veldleeuwerik en

graspieper, maar Korn & Scherner (2000) wel voor veldleeuwerik binnen 150 m van een windpark. Voor kieviten werden effecten tot 200 meter afstand van de turbine niet uitgesloten. Gerjets (1999) nam bij broedende kieviten verstorende effecten door windturbines waar. Juist dergelijke vogelsoorten van open landschappen lijken gevoelig te zijn voor opgaande structuren die de openheid beperken. Lowther (1996) vermeldt verschillende (langlopende) studies in Groot-Brittannië waarbij geen effecten op broedvogels werden aangetoond. Voor broedende zangvogels zijn tot nu toe geen of slechts geringe verstoringseffecten vastgesteld waarbij verstoringsafstanden veelal minder dan 50 m bedroegen (Sinning, 1999; Walter & Brux, 1999; Reichenbach *et al.*, 2000; Bergen, 2001; Kaatz, 2001).

4.3 Barrièrewerking

Om aanvaringen met turbines te voorkomen kunnen vogels hun vliegroutes verleggen bij nadering van een windpark. Bij een onderzoek in Duitsland boog een deel van een groep migrerende kraanvogels reeds op 300-400 m afstand van een windturbinelocatie af en passeerde de locatie op 700-1.000 m afstand. De vliegformaties die hierdoor uiteenvielen werden 1.500 m na de windturbinelocatie weer hersteld (Brauneis, 2000). Ook van eidereenden zijn veranderingen in het oorspronkelijke vliegpatroon waargenomen, tot op 1-2 km van windturbinelocaties (Pettersson, 2005; Tulp *et al.*, 1999a). Een lijn van turbines kan zo een barrière in een vliegroute worden (Winkelman, 1992c). Dit zou in extreme gevallen kunnen leiden tot het onbereikbaar of onbruikbaar worden van rust- of voedselgebieden. Dit is tot dusver in gepubliceerde onderzoeken nooit daadwerkelijk geconstateerd. Als de barrièrewerking niet compleet is, kan zij leiden tot omvliegen van de vogels. Hoe belangrijk de daarmee gepaard gaande extra energie-uitgaven zijn, hangt af van de frequentie van de betreffende vluchten (eenmalige passage tijdens de trek, of dagelijkse vluchten tussen rust- en foerageergebieden) en de lengte ervan ten opzichte van de rechtstreekse vliegafstand. Om barrièrewerking te minimaliseren moeten windparken zo ontworpen worden dat lange lijnopstellingen van turbines voorkomen worden of op bepaalde afstanden met openingen onderbroken worden.

4.4 Effecten van grote windturbines

Tot op heden werden de meeste effectvoorspellingen gebaseerd op onderzoek naar effecten bij kleine windturbines. De omvang van de turbines is snel toegenomen. De informatie over de mogelijke effecten van verstoring door grotere turbines is nog beperkt. Langzaam draaiende turbines zouden, doordat ze rustiger lijken, minder verstorend effect kunnen hebben. Ze zijn echter veel groter, hetgeen even zo goed tot meer verstoring kan leiden. Hoe de balans uitvalt, is op dit moment nog niet goed bekend. Een studie bij 1 MW turbines langs de Eemmeerdijk (Fl) duidde er in ieder geval niet op dat de verstoring hier wezenlijk groter was dan bij kleine turbines (Schekkerman *et al.*, 2003).

Er is inmiddels meer informatie over de aantallen slachtoffers bij grotere turbines zodat effectvoorspellingen hier beter zijn uit te voeren. In een slachtofferonderzoek bij windparken met moderne grotere windturbines (1,5 en 1,65 MW), zijn slachtofferaantallen gevonden die gemiddeld iets (1.4 keer) hoger liggen dan de aantallen bij kleinere turbines, en dus niet naar evenredigheid van de toename van het rotoroppervlak (5 keer zo groot) (Akershoek *et al.*, 2005; Everaert, 2003; Krijgsveld *et al.*, in press). Dit betekent dat per turbine het aantal aanvaringen toeneemt, maar per MW het aantal afneemt. Hogere turbines bereiken hoger vliegende vogels. De vraag is of dit andere vogels in andere dichtheden zijn. Lokale vogelvliegbewegingen spelen zich af in de onderste 100 – 150 m (Winkelman, 1992b, c; Spaans *et al.*, 1998). De nu voorziene turbines zitten nog steeds volledig in het bereik van deze vliegbewegingen. Uit ervaringen met hoge zendmasten blijkt dat pas boven 150 – 200 m een sprong optreedt in aantallen dode vogels en er kennelijk andere vliegbanen worden aangesneden (Dirksen *et al.*, 1999).

5 Vogels in het plangebied en omgeving

5.1 Het Natura 2000-gebied IJsselmeer

In het kader van de Europese Vogelrichtlijn is het IJsselmeer in 2000 aangewezen als speciale beschermingszone (SBZ) wegens het voorkomen van zeldzame, kwetsbare of anderszins bedreigde vogelsoorten die zijn opgenomen in Bijlage 1 van de Vogelrichtlijn (LNV, 2000). Daarnaast geldt voor het genoemde gebied dat de aanwijzing voor een belangrijk deel is geschied op grond van het 1%-criterium: regelmatig maakt meer dan 1% van de biogeografische populatie van een of meer trekkende watervogelsoorten van het gebied gebruik. Een biogeografische populatie wordt omgeschreven als een groep vogels (populatie of deelpopulatie) die langs vaste routes en pleisterplaatsen migreert tussen een duidelijk begrensd broedgebied en een dito overwinteringsgebied.

Vanaf 2005 worden de SBZ's als gevolg van de gewijzigde natuurwetgeving 'Natura 2000-gebied' genoemd. Het Natura 2000-gebied IJsselmeer omvat de Vogelrichtlijn-gebieden Friese IJsselmeerkust en IJsselmeer en het Habitatrichtlijngebied Friese IJsselmeerkust. Het Natura 2000-gebied IJsselmeer wordt begrensd door dijken (o.a. Afsluitdijk, Wieringermeerdijk, dijken Noordoostpolder en Flevoland). Buitendijkse gronden, met uitzondering van jachthavens, vallen binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied. In de directe omgeving zijn andere Natura 2000-gebieden gelegen: het Ketelmeer & Vossemeer, Markermeer en IJmeer en de Waddenzee.

Voor niet-broedvogels is het IJsselmeer aangewezen als Natura 2000-gebied wegens het voorkomen van hoge aantallen van fuut, aalscholver, lepelaar, kleine zwaan, kleine rietgans, kolgans, grauwe gans, brandgans, smient, krakeend, slobeend, tafeleend, kuifeend, topper, nonnetje, grote zaagbek, grutto, wulp, zwarte stern en visdief. Het gebied wordt daarom beschouwd als watergebied van internationale betekenis zoals bedoeld in de Ramsar Wetlands-Conventie (1971). Het IJsselmeer is verder aangemeld als watergebied van internationale betekenis onder de Wetlands-Conventie vanwege het geregeld voorkomen van minstens 20.000 watervogels. Het gebied behoort tevens tot één van de vijf belangrijkste doortrek- en/of overwinteringsgebieden voor nonnetje, kemphaan, reuzenstern en zwarte stern in Nederland (van Roomen *et al.*, 2000). Het internationale belang van het IJsselmeer voor met name lepelaar, aalscholver, kleine rietgans, brandgans en topper is zeer groot; het aandeel van de biogeografische populaties dat hier geregeld verblijft, is groter dan 5 %. Voor het onderhavige onderzoek is aan deze lijst met te beoordelen soorten toendrarietgans (als niet-broedvogel) toegevoegd. De Noordoostpolder is van (inter)nationale betekenis voor toendrarietganzen. Gemiddeld overwintert 4.4% van de biogeografische populatie (gegevens 1999/2000 – 2003/04) en de Noordoostpolder behoort tot de belangrijke pleisterplaatsen van Nederland voor deze soort (van Roomen *et al.*, 2005). De toendrarietganzen die in de Noordoostpolder foerageren slapen voor een belangrijk deel op de Steile Bank langs de Friese zuidkust van het IJsselmeer. Hier slaapt ook een

groot deel van de overige ganzensoorten (m.n. kolgans, grauwe gans en brandgans) en kleine zwanen die 's winters in de Noordoostpolder foerageren.

Andere trekkende vogelsoorten waarvoor het gebied van betekenis is als overwinteringsgebied en/of rustplaats zijn bergeend, wintertaling, pijlstaart, brilduiker, meerkoet, scholekster, kemphaan, wulp, dwergmeeuw en reuzenstern. De biotopen van deze vogels hebben de begrenzing mede bepaald (LNV, 2000; van Roomen *et al.*, 2000).

De kustzone van het IJsselmeer langs de Noordoostpolder neemt ten opzichte van het gehele IJsselmeer een belangrijke plaats in voor nonnetje, fuut, aalscholver, kuifeend en wilde eend; 20-35 % van het totaal aantal in het Natura 2000-gebied verblijft hier (tabel 5.1). De getelde aantallen betreffen de situatie overdag. Voor de meeste soorten zijn de aantallen het grootst in het winterhalfjaar (oktober-maart). De aalscholver gebruikt het gebied echter vooral in voor- en najaar. Op de Steile Bank is in die periode een belangrijke slaapplaats van aalscholvers. Een deel van de Natura 2000-soorten komt in de kustzone van de Noordoostpolder niet voor, vanwege het ontbreken van ondiepwaterzones en geleidelijke land-waterovergangen. Dit betreft met name reigerachtigen en steltlopers.

Voor broedvogels is het IJsselmeer aangewezen als Natura 2000-gebied omdat het gebied één van de vijf belangrijkste broedgebieden vormt voor visdief en porseleinhoen in Nederland. Andere soorten broedvogels van Bijlage 1 waarvoor het gebied van betekenis is, zijn roerdomp, bruine kiekendief en kemphaan. Daarnaast is het gebied van belang voor bontbekplevier, snor en rietzanger als broedvogel. De biotopen van deze vogels hebben de begrenzing mede bepaald (LNV, 2000; van Roomen *et al.*, 2000). In het plangebied komen deze soorten binnen de begrenzingen van het Natura 2000-gebied niet voor. Binnendijks in de Noordoostpolder komen van deze soorten bontbekplevier, visdief en bruine kiekendief in kleine aantallen voor als broedvogel in het plangebied, en roerdomp daarbuiten (zie §5.2.2).

Instandhoudingsdoelstellingen IJsselmeer
Op dit moment wordt door LNV gewerkt aan het definitieve aanwijzingsbesluit voor het IJsselmeergebied. Het ontwerp-aanwijzingsbesluit is beschikbaar op de website van het Ministerie van LNV. Een belangrijk verschil met het oude, vigerende, aanwijzingsbesluit (Vogelrichtlijn) is een verschuiving van de ijkperiode van eind jaren negentig naar de periode 2000-2003. Tevens is meer nadruk komen te liggen op het beoordelen van gerelateerde ecosystemen en habitats dan uitsluitend op kwantitatieve soortcriteria. Omdat het ontwerp-aanwijzingsbesluit reeds in een ver gevorderd stadium is, worden de effecten hieraan getoetst. De gekwantificeerde effecten op vogels en overige natuurwaarden zijn volgens de meest recente zienswijze van LNV getoetst op hun 'significantie' in de zin van de Natuurbeschermingswet 1998 (Steunpunt Natura 2000, 2009). Hierbij is een realistisch scenario aangehouden, waarbij ontbrekende kennis is ingeschat, uitgaande van het voorzorgsbeginsel.

Te beoordelen soorten

In onderhavige rapportage worden de effecten op vogels in beeld gebracht. Leidend hierbij zijn de effecten op soorten uit het ontwerp-aanwijzingsbesluit van het IJsselmeer (tabel 5.1). Omdat getoetst wordt aan het ontwerp besluit en dus feitelijk niet aan de vigerende wetgeving (Vogelrichtlijn) worden in hoofdstuk 6 en 7 de effecten tevens in beschouwing genomen voor soorten die wel in het oude (vigerende) aanwijzingsbesluit waren opgenomen en niet in het nieuwe aanwijzingsbesluit. Dit betreft achtereenvolgens: kleine zilverreiger, slechtvalk en scholekster. Uitsluitend die soorten die in grotere aantallen in/nabij het plangebied voorkomen en/of soorten waarvan een groot effect van de ingreep (windpark) verwacht kan worden, zijn in de beoordeling meegenomen (tabel 5.1).

Naburige Natura 2000-gebieden

In de nabijheid van het plangebied, ligt aan de zuidzijde van de Noordoostpolder het Ketelmeer & Vossemeer. Dit gebied is aangewezen als Natura 2000-gebied vanwege het voorkomen van (inter)nationaal belangrijke aantallen van aalscholver, kleine zwaan, kuifeend en reuzenstern. Vijftien andere water- en moerasvogels hebben mede de begrenzingen van het Natura 2000-gebied bepaald. Een deel van deze soorten (m.n. kolgans en grauwe gans) foerageert mede binnendijks in de Noordoostpolder, hoofdzakelijk in het zuidelijke deel, o.a. in de omgeving van de Zuidermeerdijk. Gegeven de geringe overlap van de foerageergebieden van deze soorten met het plangebied, en het feit dat vliegbewegingen van de betroffen vogels vrijwel nooit de geplande windparken zullen doorkruisen, worden geen belangrijke effecten van het plan verwacht voor de vogels van dit Natura 2000-gebied en is geen nadere beoordeling uitgevoerd. Hetzelfde geldt in nog sterkere mate voor de Natura 2000-gebieden Zwarte Meer, Wieden en Weerribben, die verder oostelijk van het plangebied zijn gelegen.

Vogels die pleisteren in het Natura 2000-gebied IJsselmeer vertonen soms uitwisseling met twee andere aangrenzende Natura 2000-gebieden: Markermeer en IJmeer en de Waddenzee. Hoewel het gezien de afstand niet voor de hand ligt dat dit in sterke mate geldt voor de vogels die voorkomen langs de kust van de Noordoostpolder, is bij de effectbeoordeling waar nodig met deze uitwisseling rekening gehouden.

*Tabel 5.1 Overzicht van soorten en habitat waarvoor het Natura 2000-gebied IJsselmeer is aangewezen (ontwerp-aanwijzingsbesluit LNV 2006). Vogelsoorten met * komen in grotere aantallen in/nabij het plangebied voor en/of ondervinden mogelijk een groot effect van de geplande windparken bij de Noordoostpolder. Effecten op deze soorten zijn in voorliggende studie onderzocht.*

Ontwerp-aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied IJsselmeer	
Niet-broedvogels	*Broedvogels*
Fuut * Aalscholver * Lepelaar Kleine zwaan * Toendrarietgans * Kleine rietgans Kolgans * Grauwe gans * Brandgans * Bergeend Smient * Krakeend * Wintertaling * Wilde eend * Pijlstaart Slobeend Tafeleend * Kuifeend * Toppereend * Brilduiker * Nonnetje * Grote zaagbek * Meerkoet * Kluut Goudplevier * Kemphaan Grutto Wulp Dwergmeeuw Reuzenstern Zwarte stern	Aalscholver Roerdomp Bruine kiekendief Porseleinhoen Bontbekplevier Kemphaan Visdief Snor Rietzanger
Habitattypen	
Kalkhoudende oligo-mesotrofe wateren met benthische Chara spp. vegetaties Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones Overgangs- en trilveen	
Soorten habitatrichtlijn	
Rivierdonderpad Meervleermuis Noordse woelmuis (prioritaire soort) Groenknolorchis	

5.2 Vogels in het onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is aan de buitenzijde van de Noordoostpolderdijk gedefinieerd als het open water van het IJsselmeer tot 2 km uit de kust. In de Noordoostpolder is de

definitie afhankelijk gemaakt van het ruimtegebruik van de betreffende soortgroepen, en van de indeling van telgebieden. Overwinterende watervogels die binnendijks foerageren en in het Natura 2000-gebied IJsselmeer rusten (vooral de ganzen en zwanen) maken overdag gebruik van een groot deel van de Noordoostpolder, al zullen vogels die foerageren in het oostelijke en zuidelijke deel van de polder wellicht vaker gebruik maken van rustplaatsen in de Weerribben, het Zwarte Meer en het Ketelmeer/Vossemeer. Om deze reden zijn de vogelaantallen beschreven voor de gehele Noordoostolder. Voor broedvogels, die veel minder mobiel zijn in het gebied, gaat hem om een zone tot maximaal zo'n 4 km afstand van de dijk, afhankelijk van de begrenzingen van de onderzochte atlasblokken (figuur 2.1).

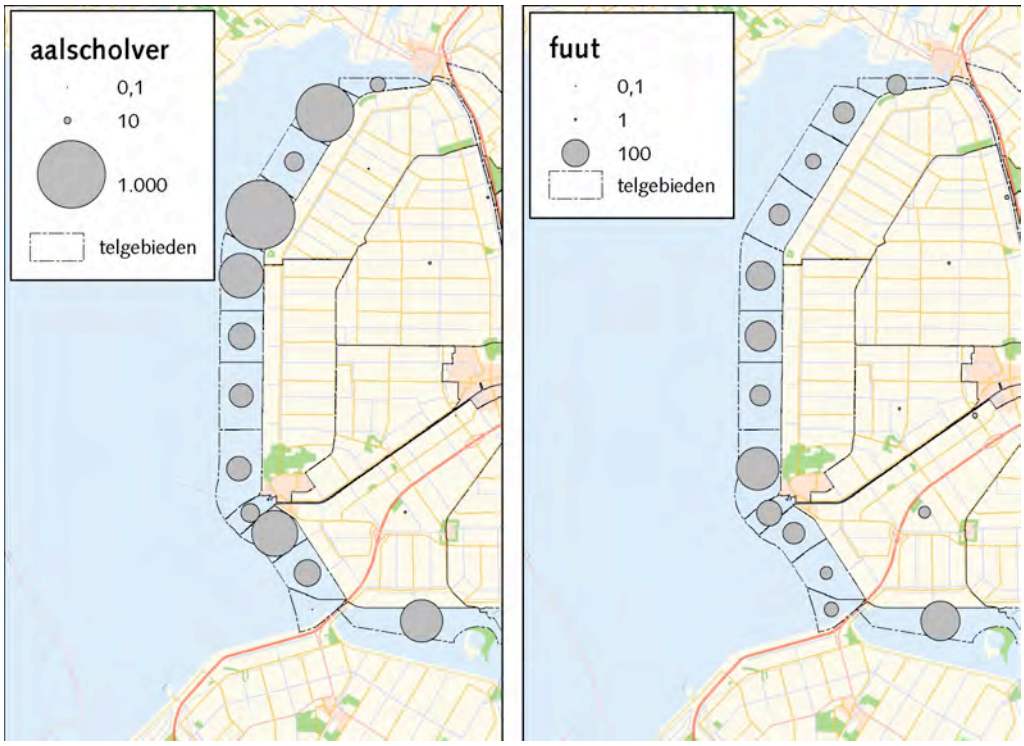
5.2.1 Lokaal foeragerende en rustende vogels (niet-broedvogels)

In/nabij het plangebied verblijven gedurende het gehele jaar, maar vooral in het winterhalfjaar, grote aantallen vogels. In de Noordoostpolder foerageren in het winterhalfjaar onder andere tot enkele tienduizenden ganzen en eenden, met als belangrijkste soorten toendrarietgans (gemiddeld seizoensmaximum ruim 13.000 vogels), kolgans (8.600), brandgans (4.600) en grauwe gans (3.700), en wilde eend (2.500). Daarnaast is de polder een belangrijke pleisterplaats voor de kleine zwaan (756). Een groot deel van de ganzen en zwanen vliegt in de avond door het plangebied naar het IJsselmeer (m.n. de Steile Bank) om er de nacht door te brengen. De wilde eenden rusten juist overdag op het IJsselmeer, om 's avonds de polder in te vliegen. Op het IJsselmeer langs de dijken van de Noordoostpolder pleisteren het gehele jaar futen, aalscholvers, zwem- en duikeenden, zaagbekken en meeuwen en sterns die zich eveneens deels in de avond verplaatsen, met als gevolg vliegbewegingen in of nabij het plangebied. De talrijkste soorten op het IJsselmeer in/nabij het plangebied zijn kuifeend (gemiddeld seizoensmaximum 6.800 vogels), topper (5.900), wilde eend (2.500), aalscholver (2.600) en fuut (916). Voor de soorten die in dit rapport beoordeeld worden (tabel 5.1), is in de volgende paragrafen een overzicht opgenomen van de aantallen in het plangebied, de foerageer- en rustgebieden en de belangrijkste vliegbewegingen.

Fuut en Aalscholver

Futen foerageren en rusten solitair of in kleine diffuse groepen op het water. Het zijn viseters, die hun voedsel duikend verzamelen. In het plangebied verblijven gemiddeld enkele honderden tot een kleine duizend futen, waarbij de aantallen op het IJsselmeer het grootste zijn in de maanden januari en februari (figuur 5.6). In de overige maanden komt het totaal gemiddeld niet boven de 100 vogels uit. Futen komen verspreid voor langs de gehele kust van de Noordoostpolder, met enige concentratie rondom Urk (figuur 5.1). Binnendijks in de Noordoostpolder komen geen noemenswaardige aantallen futen voor. Futen vliegen relatief weinig en verblijven zowel overdag als 's nachts in hetzelfde gebied. Het plangebied heeft voor zover bekend geen speciale betekenis voor deze soort als ruigebied. Uitwisseling met naburige Natura 20000-gebieden is niet van betekenis.

Aalscholvers foerageren solitair of in kleine groepen. Als het water troebel is, kunnen ze sociaal gaan vissen in grote groepen. De vogels rusten in de omgeving op oevers, eilanden en visnetstokken. Aalscholvers slapen 's nachts op gemeenschappelijke slaapplaatsen waar ze met name in het licht heen vliegen (o.a. van der Winden *et al.*, 1999). De belangrijkste slaapplaatsen die in de huidige situatie in het IJsselmeer gebruikt worden zijn de strekdam bij Den Oever (Waddenzeezijde), de Vooroever bij Onderdijk, De Kreupel, de spaarbekkens bij Andijk en de Steile Bank (Friesland). Deze laatste belangrijke slaapplaats ligt op ca. 3 km ten noorden van de Noordermeerdijk. De aalscholvers die overdag in het plangebied foerageren (figuur 5.1), slapen 's nachts bij een van deze locaties. Tot enkele duizenden aalscholvers foerageren op het IJsselmeer grenzend aan de Noordoostpolder, met de hoogste aantallen in het najaar en het voorjaar (figuur 5.6). Ze doen dat vaak in grote groepen en het voorkomen daarvan is erg onregelmatig, vooral in het najaar (getelde aantallen in september-oktober varieerden tussen 4 en 5.000 vogels). Langs de Noordermeerdijk en de Zuidermeerdijk zijn meer aalscholvers geteld dan langs de Westermeerdijk, met uitzondering van het teltraject bij de Rotterdamse Hoek (figuur 5.1).



Figuur 5.1 Verspreiding (gemiddeld seizoensmaximum per telgebied) van fuut, aalscholver en nonnetje in de omgeving van het plangebied. De oppervlakte van de stippen is evenredig met het aantal vogels. Gegevens van RWS Waterdienst en SOVON periode 2000 t/m 2005.

Zwanen en ganzen

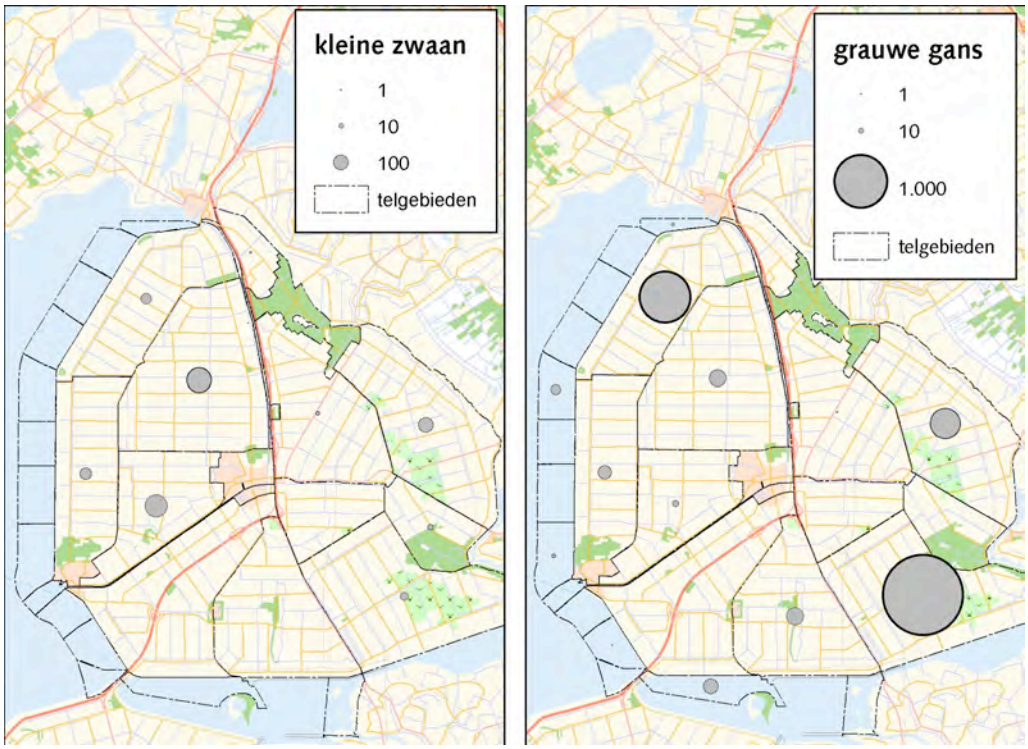
In het aan het plangebied grenzende Noordoostpolder foerageren aanzienlijke aantallen ganzen en zwanen. Relevant in relatie tot het plangebied zijn kleine zwaan, toendrarietgans, kolgans, grauwe gans en brandgans.

In de periode 1999-2004 verbleven in de Noordoostpolder gemiddeld zo'n 750 **kleine zwanen** (spreiding seizoensmaxima in 1999/00-2003/04: 250-1.600). Dit is 4.4% van de biogeografische populatie. De kleine zwanen zijn aanwezig in de maanden november-januari (figuur 5.4). Het maximum wordt bereikt in december. Ze foerageren hoofdzakelijk in het noordwestelijk deel van de Noordoostpolder (figuur 5.2), op oogstresten. Na begin januari verplaatsen de meeste kleine zwanen zich naar graslandgebieden elders in Nederland. Een deel van de kleine zwanen overnacht op de Steile Bank in het IJsselmeer voor de Friese zuidkust, of op het water van het IJsselmeer voor de Noordermeerdijk. Een kleiner deel slaapt op brede tochten in de Noordoostpolder zelf (o.a. Van den Bergh & Spaans, 1993). Het IJsselmeer wordt overdag ook wel benut als drink-, poets- en rustplaats en als uitwijkplaats bij verstoringen, maar dit gebeurt slechts weinig. Tijdens de vliegtuigtellingen zijn slechts eenmaal overdag zes kleine zwanen op het IJsselmeer langs de Noordoostpolder waargenomen.

De Noordoostpolder is één van de belangrijke pleisterplaatsen voor de **toendrarietgans** in Nederland. In 1999-2004 pleisterden hier gemiddeld ruim 13.000 toendrarietganzen (jaarlijkse spreiding 4.600-15.700). Dit is 4,4% van de biogeografische populatie. De rietganzen arriveren vanaf de laatste week van oktober. Het maximum wordt bereikt in december-januari, in februari zijn de meeste al weer verdwenen (figuur 5.4). Het noordwestelijke deel van de Noordoostpolder is veruit het belangrijkste foerageergebied (figuur 5.3). De ganzen die hier foerageren slapen vrijwel allemaal op de Steile Bank in het IJsselmeer voor de Friese zuidkust, 3 km ten noorden van de Noordermeerdijk. Ze kruisen hierbij de Noordermeerdijk over de volle breedte, maar in de hoogste dichtheden over de noordelijke helft, tussen kilometerpalen 4.0 en 7.0 (Van den Bergh en Spaans, 1993) In het zuidoostelijke deel van de polder komen ook aanzienlijke aantallen toendrarietganzen voor, maar deze vogels zullen eerder naar het dichterbij gelegen Zwarte Meer vliegen om te overnachten. Het IJsselmeer kan overdag worden benut als drink- en rustplaats en als uitwijkplaats bij verstoringen, maar tijdens de vliegtuigtellingen zijn geen noemenswaardige aantallen toendrarietganzen op het IJsselmeer waargenomen. Wanneer het IJsselmeer gedeeltelijk is dichtgevroren slapen de ganzen ook wel op het ijs nabij de Noordoostpolder in plaats van op de Steile Bank (Winkelman, 1989; Van den Bergh & Spaans, 1993; eigen waarnemingen januari 2009).

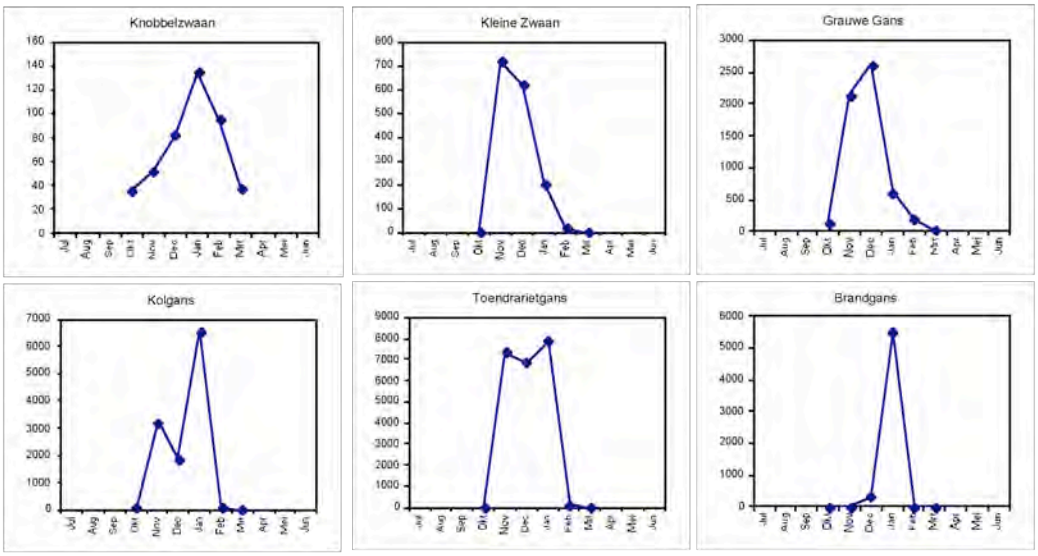
Naast de toendrarietgans komen ook **kolgans** en **grauwe gans** jaarlijks in aanzienlijke aantallen voor in de Noordoostpolder (totaal resp. 3.700 en 8.600 vogels, 1.9% resp. 1.4% van de betreffende biogeografische populaties). Seizoenspatroon en verspreiding gelijken sterk op die van de toendrarietgans, met de periode van grote aantallen beperkt tot november-januari en een concentratie in het noordwesten van de polder (figuren 5.2-5.4). Deze soorten eten in de Noordoostpolder ook grotendeels hetzelfde voedsel als de toendrarietganzen; kolganzen foerageren daarnaast ook op grasland. Daarnaast is in hetzelfde gebied in de periode 1999-2004 in één winter (2001/02) een maximumaantal van ruim 20.000 **brandganzen** geteld; in de overige winters waren de

aantallen echter veel lager (2-2.600 vogels). De brandgans foerageert meer op grasland dan op akkerland, en heeft daarom in de Noordoostpolder minder te zoeken dan de andere soorten. Al deze ganzensoorten, tenminste de vogels uit de concentratiegebieden in het noordwestelijk deel van de polder, slapen op de Steile Bank. Vogels uit het zuidelijke deel van de polder zullen eerder overnachten op het nabijgelegen Ketelmeer en Zwarte Meer.



Figuur 5.2. Verspreiding (overdag; gemiddeld seizoensmaximum per telgebied) van kleine zwaan en grauwe gans in de Noordoostpolder. De oppervlakte van de stippen is evenredig met het aantal vogels. Gegevens SOVON periode 2000 t/m 2004.

Figuur 5.3. Verspreiding (overdag; gemiddeld seizoensmaximum per telgebied) van kolgans, toendrarietgans en brandgans in de Noordoostpolder. De oppervlakte van de stippen is evenredig met het aantal vogels. Gegevens SOVON periode 2000 t/m 2004.

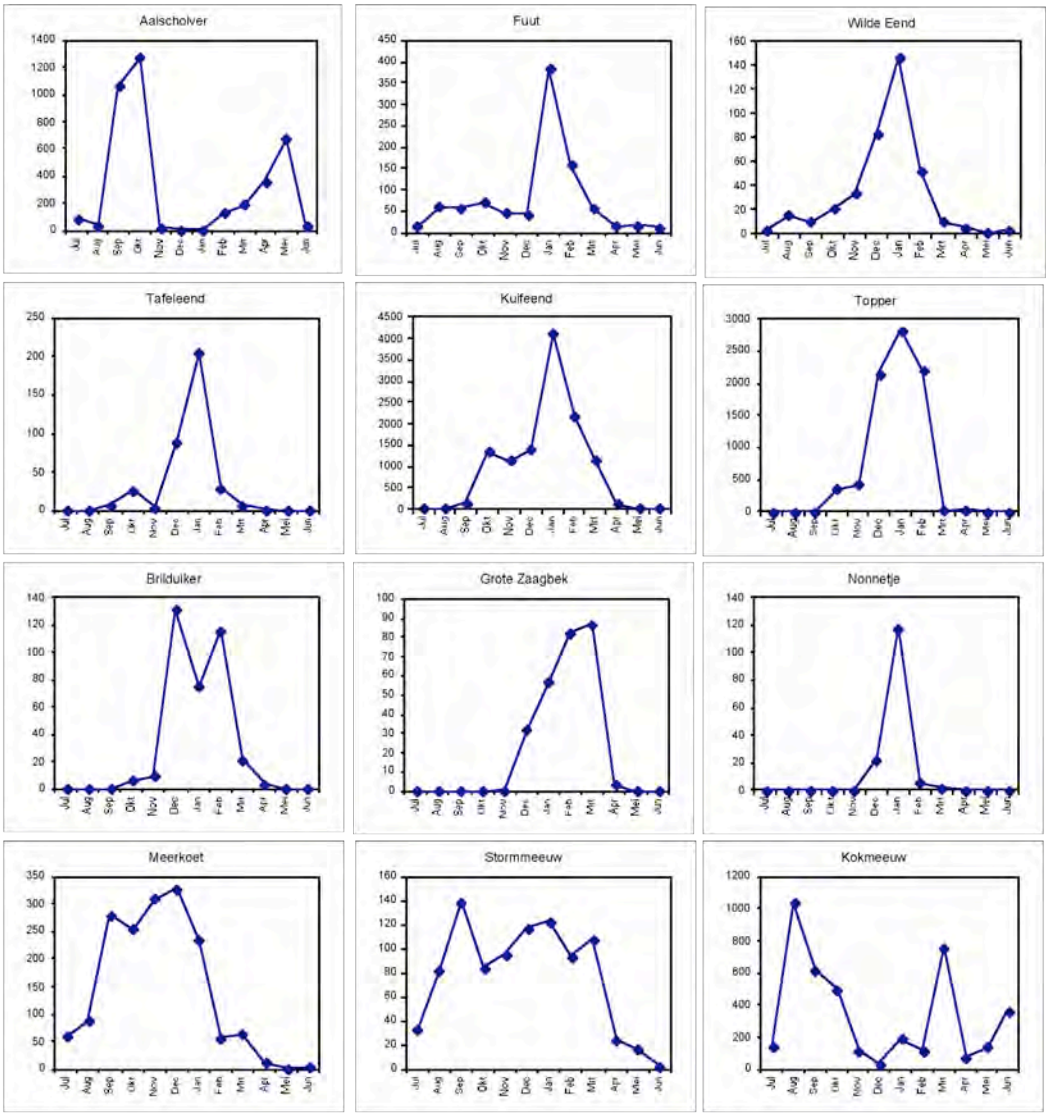


Figuur 5.4. Aantalsverloop (maandgemiddelden) van enkele soorten ganzen en zwanen in de Noordoostpolder, gebaseerd op de maandelijkse ganzen- en zwanentellingen in het winterhalfjaar. (De gemiddelde seizoensmaxima in tabel 5.1 kunnen hoger zijn dan de hoogste maandgemiddelden in deze figuur doordat het maximum niet jaarlijks in dezelfde maand valt)

Zwemeenden en meerkoet

Op het IJsselmeer langs de Noordoostpolderdijk verblijven overdag enkele duizenden zwemeenden, met als verreweg de belangrijkste soort de **wilde eend** (gemiddeld zo'n 2.600 vogels), naast kleine aantallen smienten en krakeenden. Wilde eenden en smienten rusten overdag verspreid langs de dijken, dicht onder de dijk, en vliegen in avondschemer en donker de Noordoostpolder in om te foerageren op akkers en graslanden. Grotere aantallen wilde eenden zijn vooral aanwezig in de maanden november-februari (figuur 5.6). **Meerkoeten** komen al eerder in het najaar aan; de grootste aantallen (gemiddeld maximum 680 vogels) zijn aanwezig tussen september en januari. Meerkoeten verblijven in dit gebied allemaal nabij de dijk, foeragerend op driehoeksmosselen en op wieraangroei langs de dijkvoet. De vliegbewegingen zijn beperkt tot de directe omgeving van de dijk.

Figuur 5.5 Verspreiding overdag (gemiddeld seizoensmaximum per telgebied) van kuifeend, tafeleend, topper en wilde eend op het IJsselmeer in de omgeving van het plangebied. De oppervlakte van de stippen is evenredig met het aantal vogels. Gegevens van RWS Waterdienst en SOVON periode 2000 t/m 2005.



Figuur 5.6. Aantalsverloop (maandgemiddelden) van talrijke soorten watervogels op het IJsselmeer grenzend aan de Noordoostpolder, gebaseerd op de maandelijkse vliegtuigtellingen door RWS Waterdienst. De gemiddelde seizoensmaxima in tabel 5.1 zijn veelal hoger zijn dan de hoogste maandgemiddelden in deze figuur doordat het maximum niet jaarlijks in dezelfde maand valt, en de aantallen geteld vanaf het land tijdens de midwintertellingen in januari niet in deze figuren zijn verwerkt (landtellingen ontbreken voor de overige maanden).

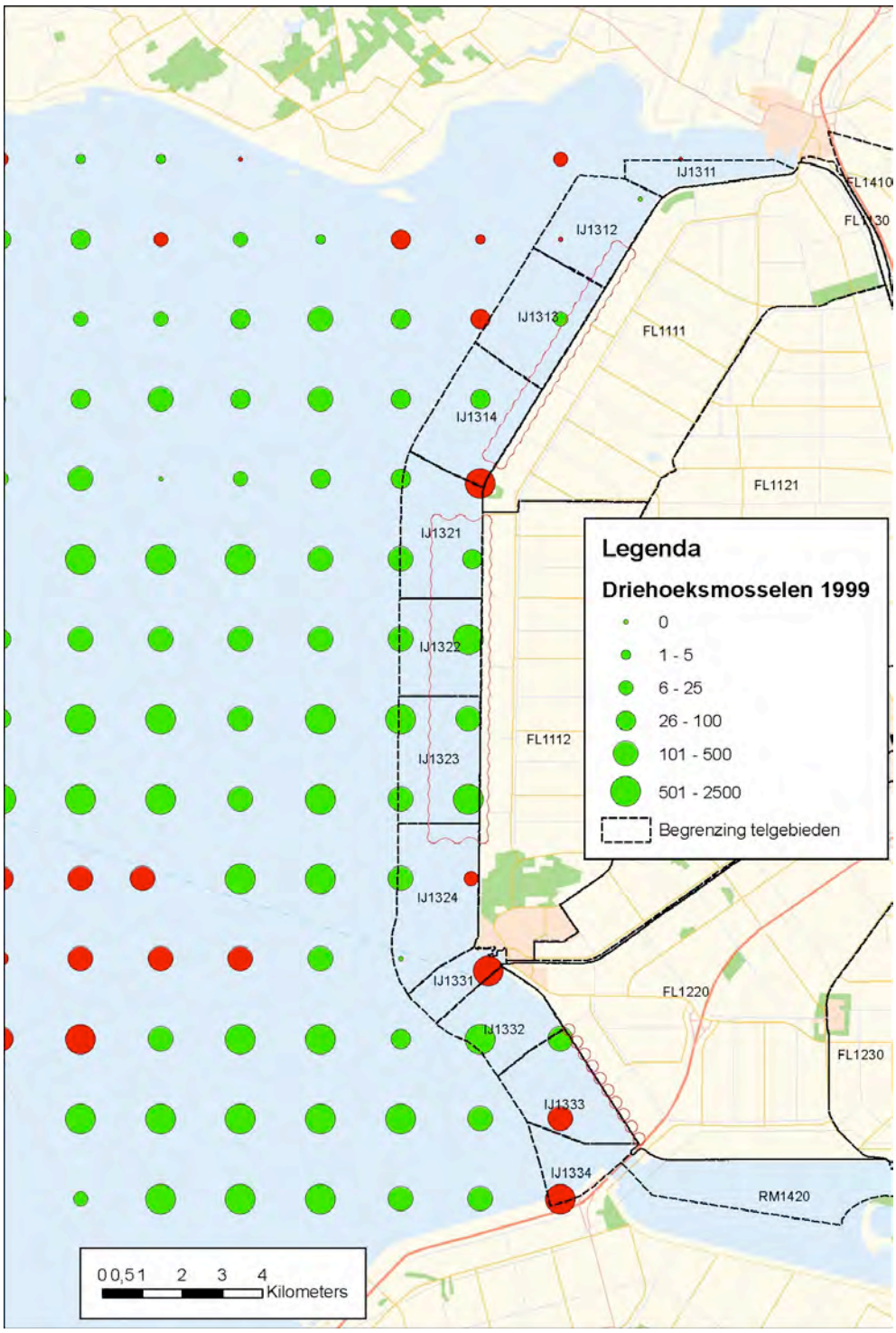
Duikeenden

Langs de IJsselmeerkust van de Noordoostpolder verblijven grote aantallen duikeenden. Uit de maandelijks vliegtuigtellingen blijkt dat overdag **kuifeend** (ca 6.800 vogels) en **topper** (ca 5.900 vogels) het talrijkst zijn. De aantallen van beide soorten variëren tussen winters van enkele duizenden tot ca. 10.000, maar die van de topper zijn veel variabeler van maand tot maand dan van de kuifeend en in recente winters is

de soort minder talrijk nabij de Noordoostpolder (Verbeek *et al*., 2008). Beide soorten pieken in aantal in januari, maar kuifeenden zijn in grotere aantallen aanwezig van oktober tot maart, terwijl dat bij de topper beperkt blijft tot december-februari (figuur 5.6). Daarnaast pleisteren in de wintermaanden nog enkele honderden **tafeleenden** langs de dijk. Alle drie deze soorten rusten overdag vooral langs de Noordermeerdijk en de Zuidermeerdijk (figuur 5.5). Langs de Westermeerdijk zijn de aantallen kleiner, vermoedelijk vanwege de geëxponeerde ligging (wind, golfslag), maar mogelijk ook vanwege de aanwezigheid van de bestaande 50 windturbines langs deze dijk. Voor de topper, die van deze drie soorten het minste aan luw water is gebonden, geldt dat in wat mindere mate. Op binnendijkse wateren in de Noordoostpolder rusten overdag niet meer dan enkele honderden kuifeenden.

Uit radaronderzoek en visuele waarnemingen blijkt dat kuifeenden en toppers, die overdag in de kuststrook verblijven, 's nachts nabij de kust tot op meerdere kilometers uit de kust op het IJsselmeer foerageren op driehoeksmosselen (Verbeek *et al.*, 2008; Dirksen *et al.*, 1996; van Eerden, 1997; Spaans *et al.*, 1998). Dit geldt waarschijnlijk eveneens voor tafeleenden. Toppers vliegen hoofdzakelijk in lichte omstandigheden naar de foerageergebieden, terwijl kuif- en tafeleenden hoofdzakelijk in de donkerperiode vliegen (Dirksen *et al.*, 1996; Spaans *et al.*, 1998). Toppers kunnen zich in de nacht vliegend verplaatsen naar andere locaties (Tulp *et al.*, 1999b).

Er liggen belangrijke bestanden van driehoeksmosselen in het zuidoostelijk deel van het IJsselmeer, maar een groot deel hiervan ligt dieper dan 4-5 m, de maximale diepte waarop ze door de eenden profitabel kunnen worden opgedoken (figuur 5.7; Van Eerden *et al*., 2005; De Leeuw, 1997, Van Eerden, 1997). Exploiteerbare bestanden liggen dicht bij de kust nabij de Ketelbrug, bij Urk, de Rotterdamse Hoek en tussen de Noordermeerdijk en de Friese zuidkust. De verspreiding van de concentraties overdag rustende duikeenden komt hiermee goed overeen. Een deel van de vogels (wellicht vooral toppers) zal echter ook de bestanden op het oostelijk deel van het Enkhuizerzand kunnen benutten, die op 6-9 km ten westen van Urk liggen.



Figuur 5.7 Voorkomen van driehoeksmosselen in het zuidoostelijke IJsselmeer in 1999, gebaseerd op een bemonstering in een grid van 2x2 km door RIZA (Noordhuis, 2000; Van Eerden et al., 2005). Met rood zijn bestanden aangegeven die voldoende ondiep liggen om profitabel door duikeenden geëxploiteerd te kunnen worden; op de overige locaties liggen ze te diep (>4 m) of te ver van geschikte dagrustplaatsen (Van Eerden, 1997).

Brilduiker en zaagbekken

Naast de nachtactieve duikeenden verblijven 's winters in en nabij het plangebied langs de kust en op het open water van het IJsselmeer ook honderden **brilduikers** (ca. 250), **nonnetjes** (ca. 470) en **grote zaagbekken** (ca. 130). Deze soorten zoeken overdag duikend naar voedsel. Voor de brilduiker bestaat dat uit driehoeksmosselen en op en nabij de bodem verblijvende andere fauna, voor de twee zaagbeksoorten voornamelijk uit vis. Het nonnetje verdient nadere aandacht omdat de soort vermeld staat op Bijlage I van de Vogelrichtlijn en het IJsselmeer het belangrijkste gebied voor deze soort in Nederland vormt. Het voorkomen in het plangebied is onregelmatig: in vier van de vijf telseizoenen kwamen de aantallen niet uit boven de 55 vogels (4% van het gemiddelde aantal in het IJsselmeer), maar in januari 2002 werden maar liefst 2.298 nonnetjes geteld, bijna twee maal het gemiddelde voor het totale IJsselmeer en ruim 9% van de biogeografische populatie. De vogels concentreerden zich langs het noordelijke deel van de Noordermeerdijk, vooral rond de Friese Hoek (figuur 5.1). In winter 2007/2008 zijn hier tijdens meerdere tellingen geen grote aantallen nonnetjes vastgesteld (Verbeek *et al*., 2008). Het voorkomen in grote groepen en op wisselende plaatsen is een bekend fenomeen bij nonnetjes. Brilduiker en grote zaagbek komen meer verspreid voor. Alle soorten zijn typische wintergasten (figuur 5.6). Voor grote zaagbek geldt dat de aantallen in het IJsselmeer zijn afgenomen, voor nonnetje is de trend onduidelijk. De zeer ongunstige landelijke staat van instandhouding van grote zaagbek wordt o.a. veroorzaakt door de verslechterde voedselsituatie in het IJsselmeer, te weten de sterke afname van spiering in het begin van de 90-er jaren. Tevens speelt een rol dat grote zaagbekken in zachte winters in toenemende mate dichter bij de noordelijke broedgebieden blijven overwinteren, met name in het Oostzeegebied (Van Roomen *et al.*, 2004; Noordhuis, 2006).

Meeuwen en sterns

In het plangebied verblijven met name in de nazomer en winter vrij beperkte aantallen meeuwen. De belangrijkste soorten zijn **kokmeeuw** (gemiddeld 1.550 op het IJsselmeer en honderden binnendijks) en **stormmeeuw** (gemiddeld 550 op het IJsselmeer en honderden binnendijks). De vogels foerageren zowel binnendijks als op het open water van het IJsselmeer en slapen vermoedelijk grotendeels op het IJsselmeer. Kokmeeuwen worden op het IJsselmeer vooral in het najaar aangetroffen (augustus-oktober, met een korter voorjaarspiekje in maart), stormmeeuwen ook in de winter (figuur 5.6).

Op het open water van het IJsselmeer wordt in de nazomer ook gefoerageerd door grote aantallen **visdieven** en **zwarte sterns,** die in het gebied een deel van de rui doormaken. In totaal kunnen er minimaal 30.000 visdieven in augustus op de verschillende slaapplaatsen aanwezig zijn (VWG Wierhaven, van der Winden ongepubliceerd). De aantallen zwarte sterns die hier verblijven lagen jarenlang maximaal tussen 30.000 en 100.000, maar zijn recent afgenomen tot 15.000 tot 30.000 individuen. Voor zover bekend gebruikt minstens een kwart van de wereldpopulatie het IJsselmeer als tussenstopgebied. De recente afname is waarschijnlijk het gevolg van het ineenstorten van de hoeveelheid spiering (voedsel van de sterns) in het IJsselmeer.

De vogels foerageren overdag op het open water op kleine vis (m.n. spiering) en muggenlarven, en vliegen 's avonds naar slaapplaatsen in het noordelijke deel van het IJsselmeer en daarbuiten (Balgzand, Kreupel, en eilanden voor de Friese kust). Ook de Steile Bank wordt als slaapplaats gebruikt maar tegenwoordig niet meer in dezelfde mate als voorheen. Tijdens de vliegtuigtellingen zijn overdag langs de kusten van de Noordoostpolder nauwelijks sterns waargenomen, hetgeen indiceert dat dit deel van het IJsselmeer geen belangrijk foerageergebied vormt. Mogelijk is dit het gevolg van de grote afstand tot de geprefereerde slaapplaatsen. De Steile Bank wordt tevens regelmatig gebruikt als rustplaats door kleine aantallen **reuzensterns**, maar deze vogels foerageren vooral in de ondiepe zones langs de Friese IJsselmeerkust en zijn tijdens de tellingen niet aangetroffen langs de Noordoostpolder.

5.2.2 Broedvogels

In het plangebied komen binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied geen soorten tot broeden waarvoor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied is aangewezen. Binnendijks in de Noordoostpolder komen o.a. bontbekplevier, visdief en bruine kiekendief in kleine aantallen voor als broedvogel in het plangebied, en roerdomp daarbuiten.

In het onderzoeksgebied zijn in totaal 71 vogelsoorten als broedvogel aangetroffen. De beschikbare broedvogelgegevens zijn in het algemeen niet kwantitatief, wat betekend dat voor de meeste soorten geen details bekend zijn over het aantal paren. Een indicatie van hun talrijkheid en verspreiding kan worden verkregen uit het aantal kilometerhokken of atlasblokken waarin ze in 1998-2000 zijn aangetroffen (tabellen 5.2 en 5.3).

Van de 71 soorten broedvogels staan er 26 genoemd in de Rode Lijst van Nederlandse Broedvogels 2004 (Van Beusekom *et al.,* 2005; tabel 5.2). De overige 45 zijn soorten die in Nederland veelal wijd verbreid voorkomen, en niet sterk in aantal achteruit gaan (tabel 5.3). Deze soorten worden hier niet nader besproken, met uitzondering van de blauwe reiger. Van deze kolonievogel is een broedkolonie van ca. 40 paren gevestigd in het Urkerbos. De vogels foerageren verspreid in het binnendijkse gebied en langs de dijken van de Noordoostpolder.

Van de 26 Rode Lijst-soorten zijn er tien niet aangetroffen binnen het plangebied (tussen de IJsselmeerdijken en de Noorder-, Wester- en Zuidermeerweg), maar alleen verder in het binnenland (boomvalk, kerkuil, koekoek, matkop, nachtegaal, roerdomp, slobeend, visdief, wielewaal en zomertaling). Van de soorten die wel in de kilometerhokken nabij de planlocaties voorkomen, zijn boerenzwaluw, huiszwaluw, grauwe vliegenvanger, huismus, kerkuil, kneu, ransuil, ringmus, spotvogel en zomertortel wat betreft hun broedplaatsen in de Noordoostpolder grotendeels beperkt tot de opgaande begroeiing langs wegen en rond boerderijen. Deze zijn langs de IJsselmeerdijken vrijwel afwezig, zodat vrijwel al deze broedplaatsen op 800 m of verder vanaf de windturbineopstellingen liggen. Gezien hun biotoopkeuze en/of beperkte actieradius in de broedtijd zullen de meeste van al deze soorten niet of nauwelijks de

nabijheid van de windturbineopstellingen bezoeken. Boomvalk, ransuil, kerkuil en zwaluwen zullen er incidenteel jagen. De kleine aantallen visdieven die broeden op akkers in de polder zullen wel geregeld de turbineopstellingen kruisen, op weg van en naar hun foerageergebied op het IJsselmeer.

Tabel 5.2. Vogelsoorten genoemd in de Rode Lijst van Nederlandse broedvogels 2004 die als broedvogel in (de omgeving van) het plangebied zijn aangetroffen. De beschikbare gegevens zijn kwalitatief (aan/afwezig); om een indruk te geven van de mate van verspreiding en talrijkheid is het aantal weergegeven van de 42 kilometerhokken die het plangebied vormen, en het aantal van de 9 atlasblokken die het totale onderzoeksgebied vormen, waarin de soort is aangetroffen. In de laatste drie kolommen staat of de soorten in de onmiddelijke of wijdere omgeving van respectievelijk Noordermeerdijk, Westermeerdijk en Zuidermeerdijk voorkomen.

	aantal blokken waarin vastgesteld		vastgesteld in omgeving van[1]:		
soort	km-hokken plan-gebied (N=42)	atlasblokken in omgeving (N=9)	Noorder-meerdijk	Wester-meerdijk	Zuider-meerdijk
Boerenzwaluw	9	9	1	1	1
Bontbekplevier	8	5	1	1	2
Boomvalk	0	2	-	2	-
Gele Kwikstaart	11	9	1	1	1
Graspieper	7	9	1	1	1
Grauwe Vliegenvanger	2	9	1	1	1
Grutto	7	6	1	1	2
Huismus	7	9	1	1	1
Huiszwaluw	4	9	1	1	1
Kerkuil	0	4	2	2	2
Kneu	9	9	1	1	1
Koekoek	0	3	-	2	2
Kwartelkoning	1	1	1	-	2
Matkop	0	3	-	2	-
Nachtegaal	0	3	-	2	2
Ransuil	0	3	1	2	-
Ringmus	6	9	1	1	1
Roerdomp	0	1	-	-	2
Slobeend	0	2	-	-	2
Spotvogel	3	8	1	1	1
Tureluur	3	3	1	-	2
Veldleeuwerik	6	9	1	1	1
Visdief	0	2	-	2	-
Wielewaal	0	3	-	2	-
Zomertaling	0	1	-	2	-
Zomertortel	1	5	1	-	2

[1] vastgesteld in de omgeving van:
1 betekent dat soort is aangetroffen binnen 1-2 km van de IJsselmeerdijk (tot en met de Noorder-, Wester- en Zuidermeerweg);
2 betekent dat de soort alleen verder weg van de dijk is aangetroffen.

Tabel 5.3. Algemene broedvogelsoorten (niet op Rode Lijst), aangetroffen als broedvogel in de onmiddellijke nabijheid van het plangebied. Als relatieve maat voor de talrijkheid is het aantal kilometerhokken genoemd waarin de soort is aangetroffen (11 hokken van de 42 onderzocht).

Soort	N	Soort	N	Soort	N
Bergeend	1	Grote Lijster	4	Scholekster	10
Blauwe Reiger	1	Heggenmus	5	Spreeuw	6
Boomkruiper	3	Holenduif	9	Stormmeeuw	2
Bosrietzanger	3	Houtduif	10	Tjiftjaf	8
Braamsluiper	1	Kauw	4	Torenvalk	2
Bruine Kiekendief	2	Kievit	10	Tuinfluiter	5
Buizerd	2	Kleine Karekiet	2	Turkse Tortel	8
Ekster	1	Kleine Plevier	1	Vink	8
Fitis	7	Koolmees	7	Wilde Eend	11
Fuut	3	Kuifeend	4	Winterkoning	8
Gaai	4	Meerkoet	6	Witte Kwikstaart	11
Gekraagde Roodst	1	Merel	8	Zanglijster	6
Grasmus	2	Pimpelmees	5	Zwarte Kraai	4
Groenling	6	Putter	4	Zwarte Roodstaart	3
Grote Lijster	4	Roodborst	3	Zwartkop	7

Zeven Rode Lijst-soorten broeden in het open akker- en grasland en derhalve mogelijk ook in de directe nabijheid van de geplande turbineopstelllingen: bontbekplevier, gele kwikstaart, graspieper, grutto, kwartelkoning, tureluur en veldleeuwerik. De kwartelkoning is een incidentele broedvogel waarvan in de atlasperiode in één jaar een territorium is vastgesteld nabij de Noordermeerdijk; de overige soorten zijn jaarlijkse broedvogels. Het zijn in Nederland sterk in aantal achteruitlopende soorten, die echter nog steeds vrij wijd verspreid voorkomen (m.u.v. bontbekplevier). Hoewel van enkele soorten de dichtheden in de westelijke Noordoostpolder relatief hoog zijn ten opzichte van die van de rest van Nederland (SOVON, 2002), herbergt het plangebied van deze soorten geen groot deel van de Nederlandse broedpopulatie. Alleen voor gele kwikstaart en graspieper zal dit wellicht meer dan 1% bedragen. De 14 paren bontbekplevieren die in de negen atlasblokken in de westelijke Noordoostpolder werden aangetroffen bedragen zo'n 3% van de Nederlandse broedpopulatie. Slechts een deel van deze vogels broedt echter in de directe nabijheid van de windturbinelocaties.

5.2.3 Seizoenstrek

In voor- en najaar passeren aanzienlijke aantallen trekvogels de Noordoostpolder. Voor een groot deel betreft dit breedfronttrek waarbij vogels in lage dichtheden verspreid over een breed front trekken, en veelal op aanzienlijke hoogte. Vooral 's nachts vindt een groot deel van deze trek boven rotorhoogte plaats (LWVT/SOVON, 2002). Overdag vindt echter ook enige stuwing van trekvogels plaats die zich laten leiden door de noord-zuid gerichte kust van de Noordoostpolder. In het voorjaar betreft dit trek van eenden en steltlopers over het IJsselmeer, in het najaar trek van landvogels (m.n. zangvogels) langs de dijk (Oving, 1989; LWVT/SOVON, 2002). Tellingen van trekkende eenden en steltlopers in de voorjaren van 1983 en 1984 leverden totalen op van enkele tienduizenden vogels per jaar. De talrijkste soorten (totaal in 2 jaren

>1.000) waren kuifeend, grote zaagbek, grutto, kemphaan en kanoet. Vooral bij de steltlopersoorten was de doortrek sterk gepiekt op één of enkele dagen. Steltlopers werden vooral waargenomen bij tegenwinden uit N-NO, wanneer de vogels laag over het water passeren. Bij meewind passeren deze vogels over een breed front op grote hoogte, uit het zicht van de waarnemer. De trek van eenden was veel minder gebonden aan bepaalde weertypen (Oving, 1989). Stuwing vindt in het voor- en najaar plaats langs de Westermeerdijk. In het voorjaar vliegen de vogels vanaf de Rotterdamse Hoek verder parallel aan de Noordermeerdijk; in het najaar steekt afhankelijk van het weer een deel van de vogels vanaf Urk het IJselmeer over naar Oostelijk Flevoland, terwijl een ander deel de Zuidermeerdijk volgt tot de Ketelbrug.

Voor zowel voor- als najaar geldt dat gestuwde trek vrijwel alleen overdag plaatsvindt. In het donker trekkende vogels vliegen hoger (veelal boven rotorhoogte) en laten zich veel minder leiden door de topografie van het landschap.

6 Effecten van de geplande turbineopstellingen op vogels

6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de effecten die verwacht worden als gevolg van de inrichting van een of meerdere windparken aan de westkant van de Noordoostpolder. De effecten worden allereerst in algemene zin besproken en vervolgens wordt nader onderbouwd of, en zo ja welke verschillen te verwachten zijn tussen de beoordeelde varianten. De effecten zijn zoveel mogelijk gekwantificeerd. Bij deze kwantificering moet echter in acht worden genomen dat, hoewel ze gebaseerd zijn op het meest recente onderzoek, de nodige aannames gedaan zijn en dat ruime marges te verwachten zijn rondom de gepresenteerde aantallen. Dat betekent dat de aantallen in absolute zin niet 100% nauwkeurig zijn, maar zeer goed bruikbaar om een ordegrootte van effecten in te schatten. Tevens zijn de opstellingsvarianten onderling goed vergelijkbaar aangezien de gevolgde methode voor alle varianten identiek is.

6.2 Aanvaringsslachtoffers

6.2.1 Alle soorten

Op basis van de berekende aantallen aanvaringslachtoffers per turbine is voor de verschillende locaties (Noordermeerdijk, Westermeerdijk en Zuidermeerdijk) en varianten (alle locaties 2-4 MW turbines of alle locaties 5-8 MW turbines) berekend hoe groot de ordegrootte van verwachte aantallen slachtoffers zal zijn (tabel 6.1). Deze overall berekening ('route 1' in bijlage 1) laat zien dat de aantallen slachtoffers voor alle varianten in de ordegrootte van enkele honderden tot enkele duizenden vogels per jaar liggen. Dit inclusief seizoenstrekkers en lokaal talrijke soorten, zoals meeuwen. Bij elk van de drie locaties is het hoogste aantal aanvaringslachtoffers te verwachten bij een opstelling van 2-4 MW turbines (vergelijk tabel 6.1a en 6.1b). De binnendijkse opstelling bij de Zuidermeerdijk zal van de onderzochte opstellingen naar verwachting de minste slachtoffers eisen (tabel 6.1). Bij de Westermeerdijk worden de laagste aantallen slachtoffers verwacht indien alleen de binnendijkse opstelling wordt ontwikkeld. Bij de Noordermeerdijk is er, voor wat betreft de te verwachten aantallen slachtoffers, weinig verschil tussen de binnendijkse en buitendijkse opstellingen. In de berekeningen is er vanuit gegaan dat het vogelaanbod (flux) vergelijkbaar is met bestaande parken waar slachtofferonderzoek is gedaan, zoals Oosterbierum of Zeebrugge. Het is aannemelijk dat het aanbod aan seizoenstrekkers lager zal zijn dan bij turbines aan de Noordzeekust, maar dat de aantallen lokale vogels gemiddeld aan de hoge kant liggen, gezien het grote aanbod aan ganzen, eenden en meeuwen. Dit vult elkaar min of meer aan zodat de ordegrootte aan slachtoffers (per turbine) vergelijkbaar is met bestaande parken elders in het kustgebied van Nederland en België.

Hoewel langs de IJsselmeerkust van de Noordoostpolder in voor- en najaar ook in beperkte mate gestuwde trek optreedt, wordt niet verwacht dat dit leidt tot duidelijk meer slachtoffers, omdat de stuwing beperkt is tot de daglichtperiode, wanneer de turbines duidelijk zichtbaar zijn voor de vogels. Op dagen met slechte zichtomstandigheden zal in de regel ook weinig trek plaatsvinden. In het donker vindt de trek plaats over een breder front en op grotere hoogte, veelal boven rotorhoogte.

In de periode december 1987 - april 1989 is door Winkelman (1989) onderzoek gedaan van de effecten op vogels van de destijds 25 opgestelde windturbines (ashoogte 30 m en rotordiameter 25 m) langs het zuidelijke deel van de Westermeerdijk. Op basis van gevonden aantallen slachtoffers concludeert Winkelman dat bij deze opstelling op jaarbasis ca. 18 slachtoffers/turbine vallen of ca. 440 slachtoffers voor het gehele park. De resultaten van dit onderzoek zijn samen met andere onderzoeksgegevens meegenomen in rekenmethode 1 zoals in deze studie gebruikt. In 1991 zijn nog eens 25 turbines bijgebouwd, zodat in de huidige opstelling 50 turbines van voornoemd formaat zijn opgesteld tussen grofweg kmp 15 en 21.5. Met behulp van rekenmethode 1 worden in totaal 916 slachtoffers op jaarbasis berekend voor de huidige opstelling van 50 turbines, waaronder ca. 20 wilde eenden. Dit totale aantal berekende slachtoffers is dus iets groter dan, maar in ordegrootte gelijk aan het totale aantal slachtoffers berekend voor de nieuw te ontwikkelen binnendijkse opstelling langs de WMD (700-862 vogels). Als we de effecten van de binnendijkse opstelling langs de Westermeerdijk dus (zoals formeel gezien juist is) afzetten tegen het huidige aantal slachtoffers in plaats van tegen een situatie zonder turbines waarin geheel geen slachtoffers vallen, is voor deze specifieke locatie de conclusie dat er geen extra slachtoffers zullen vallen, en mogelijk zelfs een beperkte netto vermindering van het aantal kan optreden, zodat er ofwel geen effect, ofwel een licht positief effect zal zijn.

6.2.2 Natura 2000-soorten

Voor de Natura 2000-soorten is het berekende aantal aanvaringsslachtoffers gebaseerd op soortspecifieke aanvaringskansen en de aantallen en verspreiding van de soorten in de omgeving van de te onderzoeken windparkvarianten (zie paragraaf 2.2.1). Evenals bij de overall berekening voor 'alle soorten', zijn er duidelijke verschillen tussen de locaties en varianten te verwachten betreffende het mogelijke aantal vogelslachtoffers. Bij elk van de drie locaties is het hoogste aantal aanvaringslachtoffers wederom te verwachten bij een opstelling van 2-4 MW turbines (vergelijk tabel 6.1a en 6.1b). De aantallen berekende slachtoffers onder Natura 2000-soorten zijn enkele ordergroottes kleiner dan berekend voor 'alle soorten'. In de berekening voor 'alle soorten' wordt alleen rekening gehouden met het aantal turbines en de grootte van deze turbines, terwijl in de meer gedetailleerde berekening voor de Natura 2000-soorten, ook de configuratie van het park en de verspreiding van de vogels in de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers wordt meegewogen (rekenmethode 2 in bijlage 1). Omdat bijvoorbeeld rustende vogels langs de Westermeerdijk verstoord kunnen worden door binnendijks opgestelde turbines, wordt voor de combinatie van een binnendijkse en buitendijkse turbineopstelling een lager aantal slachtoffers onder

Natura 2000-soorten berekend dan alleen voor de buitendijkse opstelling (tabel 6.1). Dit verschil komt bij de overall berekening van slachtoffers onder 'alle soorten' niet naar voren.

Uit tabel 6.1 komt naar voren dat met name kuifeend (max. enkele tientallen) en in mindere mate toendrarietgans, kolgans, wilde eend en topper (allen max. een tiental) het slachtoffer kunnen worden van de turbines (indien ze het gebied niet mijden vanwege de aanwezigheid van turbines, zie paragraaf 6.3). Bij de overige soorten worden hooguit enkele slachtoffers verwacht. Bij elk van de drie locaties is voor Natura 2000-soorten het laagste aantal aanvaringsslachtoffers te verwachten indien alleen de binnendijkse opstelling wordt gerealiseerd (tabel 6.1).

In analogie met de vorige paragraaf kan worden gesteld dat de aantallen aanvaringsslachtoffers die zullen vallen in de geplande opstelling langs de Westermeerdijk binnendijks zeker niet groter, en mogelijk iets kleiner zullen zijn dan het aantal slachtoffers dat valt bij de op deze locatie nu al aanwezige opstelling van 50 kleinere turbines. Ten opzichte van de actuele situatie is een effect van de geplande opstelling Westermeerdijk binnendijks in termen van vogelsterfte dus nihil tot licht positief.

Tabel 6.1. Voorspelde effecten op vogels als gevolg van aanvaringen met turbines in het geplande Windpark Noordoostpolder voor scenario met alleen 2-4 MW turbines of alleen 5-8 MW turbines. Weergegeven is het berekende aantal slachtoffers per variant per jaar (zie hoofdstuk 2 voor werkwijze en aannamen).

** aangenomen dat er geen aanvaringen zijn vanwege het geringe aantal risicovolle vliegbewegingen.*

'f-nacht extra': scenario waarbij vogels 's nachts wel in het windpark foerageren (en kans hebben slachtoffer te worden van turbines).

NB: Langs de Westermeerdijk binnendijks vallen bij de huidige turbineopstelling slachtoffers; deze zijn in de tabel niet afgetrokken van het te verwachten aantal slachtoffers van de nieuwe opstelling.

6.1a) scenario 2-4 MW turbines gehele park

	Totale Windpark NOP			Noordermeerdijk			Westermeerdijk			Zuidermeerdijk
										(55m)
	(aantallen afgerond)				2-3 MW	3-4 MW		2-3 MW	3-4 MW	**2-3 MW**
	130	60	70	**36**	20	16	**70**	28	42	**12**
	4D	4D	4D	**4D**	4D	4D	**4D**	4D	4D	**4D**
soort	totaal	binnen	buiten	**totaal**	**binnen**	**buiten**	**totaal**	**binnen**	**buiten**	**binnen**
fuut *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
aalscholver*	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kleine zwaan	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
toendrarietgans	**13**	7	6	13	7	6	0	0	0	0
kolgans	**8**	4	4	8	4	4	0	0	0	0
grauwe gans	**2**	1	1	2	1	1	0	0	0	0
brandgans	**4**	2	2	4	2	2	0	0	0	0
smient *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
krakeend *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
wintertaling *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
wilde eend	**28**	28	0	11	11	0	12	12	0	5
tafeleend	**2**	0	2	1	0	1	1	0	1	0
tafeleend (f nacht extra)	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kuifeend	**67**	0	67	22	0	22	45	0	45	0
kuifeend (f nacht extra)	**18**	0	18	4	0	4	14	0	14	0
topper	**6**	0	6	2	0	2	4	0	4	0
topper (f nacht extra)	**14**	0	14	3	0	3	11	0	11	0
brilduiker *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nonnetje *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
grote zaagbek *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
meerkoet *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
goudplevier *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal N2000 soorten	162	42	120	70	25	45	87	12	75	5
totaal alle soorten	**4.191**	1.846	2.345	1.262	615	647	2.560	862	1.698	369

6.1b) scenario 5-8 MW turbines gehele park

	Totale Windpark NOP			Noordermeerdijk			Westermeerdijk			Zuidermeerdijk
										(55m)
	(aantallen afgerond)				5-8 MW	5-8 MW		5-8 MW	5-8 MW	**5-8 MW**
	76	31	45	**22**	11	11	**42**	14	28	**6**
	5D	5D	5D	**5D**	5D	5D	**5D**	5D	5D	**5D**
	totaal	**binnen**	**buiten**	**totaal**	**binnen**	**buiten**	**totaal**	**binnen**	**buiten**	**binnen**
fuut *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
aalscholver*	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kleine zwaan	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
toendrarietgans	**8**	4	4	8	4	4	0	0	0	0
kolgans	**4**	2	2	4	2	2	0	0	0	0
grauwe gans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
brandgans	**2**	1	1	2	1	1	0	0	0	0
smient *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
krakeend *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
wintertaling *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
wilde eend	**14**	14	0	6	6	0	6	6	0	2
tafeleend	**2**	0	2	1	0	1	1	0	1	0
tafeleend (f nacht extra)	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kuifeend	**44**	0	44	13	0	13	31	0	31	0
kuifeend (f nacht extra)	**12**	0	12	2	0	2	10	0	10	0
topper	**4**	0	4	1	0	1	3	0	3	0
topper (f nacht extra)	**9**	0	9	2	0	2	7	0	7	0
brilduiker *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nonnetje *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
grote zaagbek *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
meerkoet *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
goudplevier *	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totaal N2000 soorten	99	21	78	39	13	26	58	6	52	2
totaal alle soorten	**3.500**	1.550	1.950	1100	550	550	2100	700	1400	300

6.3 Verstoring van pleisterende vogels

Op basis van de aannames en rekenwijze, uiteengezet in hoofdstuk 2, is berekend dat het aantal verstoorde vogels nabij windpark Noordoostpolder op jaarbasis voor zes Natura 2000-soorten enkele honderden vogels kan bedragen (toendrarietgans, kolgans brandgans, wilde eend, kuifeend en topper) (bijlage 2). Op basis van een deskundigenoordeel zal het geplande windparken naar verwachting veel minder vogels verstoren (tabel 6.2). Dit is gebaseerd op de volgende aannamen:

- binnendijks foeragerende zwanen, ganzen en goudplevier kunnen en zullen uitwijken naar andere foerageergebieden in de polder, het verstoringseffect is nihil;
- voor eenden die dicht langs de dijk rusten (smient, krakeend, wilde eend, wintertaling, meerkoet) zijn er na verstoring voldoende uitwijkmogelijkheden elders langs de dijk (en voor smient, wilde eend en meerkoet zeker ook tussen de turbinerijen), het verstoringseffect is nihil;
- voor kuifeend (in de 100 m kustzone) kan niet wordt uitgesloten dat er voor een deel van de verstoorde aantallen ('10tallen') geen mogelijkheid voor uitwijken is en dat deze aantallen het IJsselmeer verlaten (effect na deskundigenoordeel). Voor het scenario met 2-4 MW turbines (tabel 6.2a) is dit effect groter dan scenario met 5-8 MW turbines (6.2b), omdat in het laatste geval de turbines verder uit elkaar staan en tussen de turbines ruimte om te rusten overblijft;
- voor topper, die ook verder uit de kust op open water rust, zijn er meer uitwijkmogelijkheden. Bovendien zijn de huidige aantallen toppers nabij Windpark Noordoostpolder aanzienlijk lager dan de getelde aantallen in het verleden waar de berekeningen op zijn gebaseerd (Verbeek *et al*., 2008), het verstoringseffect is daarom nihil;
- voor de brilduiker en visetende soorten aalscholver, fuut, nonnetje en grote zaagbek gaat het vooral om verstoring van foerageergebied op open water. Voor deze functie is er geen of weinig alternatief, de berekende aantallen blijven daarom in het eindoordeel staan;
- in alle scenario's is voor het effect van het totale windpark uitgegaan van een opstelling aan de Zuidermeerdijk op 55 m uit de sloot. Bij 15 m uit de sloot wordt alleen voor kuifeend de totale verstoring groter;
- er is geen verstoringseffect berekend voor soorten die niet/nauwelijks voorkomen bij de dijken van de Noordoostpolder (o.a. kleine rietgans, bergeend, dwergmeeuw, grutto, wulp, e.d., zie tabel 5.1).

Bijlage 2 laat zien dat de belangrijkste effecten te verwachten zijn van de combinaties van lijnopstellingen langs de Noordermeerdijk en Westermeerdijk. Hier kunnen belangrijke aantallen (duik)eenden op het water verstoord worden. In het deskundigenoordeel is bepaald dat het merendeel van de verstoorde vogels kan uitwijken naar kustdelen die buiten de verstoringszones van de geplande turbines liggen (o.a. Rotterdamse Hoek, maar ook de niet-verstoorde gebiedsdelen tussen de turbines en rustgebieden elders langs de kust van de Noordoostpolder, zoals de Baai van Lemmer en de kust bij Urk). Deze gebieden worden ook in de huidige situatie al regelmatig overdag gebruikt door grote aantallen rustende grondel- en duikeenden (Verbeek *et al*., 2008; Van Eerden *et al*., 2005). Welke gebieden ze op enig moment

precies gebruiken is o.a. afhankelijk van luwte, rust en ligging van favoriete voedselgebieden op dat moment.

Omdat kuifeenden meer dan toppers afhankelijk zijn van luwe gebieden langs de dijken om overdag te rusten, hebben kuifeenden minder alternatieven om uit te wijken dan toppers, die ook regelmatig in grote groepen op open water rusten. Voor kuifeenden is daarom in het deskundigenoordeel aangenomen dat een klein aantal (ordegrootte enkele tientallen) geen alternatief rustgebied vindt en het IJsselmeer verlaat. Voor toppers geldt bovendien dat het belang van (de directe omgeving van) het plangebied de laatste jaren sterk is afgenomen (Verbeek *et al*., 2008), zodat de verstoorde aantallen in de huidige situatie aanzienlijk lager zullen zijn dan berekend in bijlage 2. Er resteert voor deze verstoorde vogels voldoende alternatief rustgebied buiten de verstoringszones van de geplande windparken (locaties zie hiervoor) en het verstoringseffect voor topper is daarom nihil.

Bovengenoemde verstoring van duikeenden betreft overwegend overdag rustende vogels. De grootste bestanden met voor deze vogels exploiteerbare driehoeksmosselen (in niet te diep water) liggen langs de IJsselmeerdijken vooral op de plaatsen waar geen windturbines zijn gepland, bij Urk en bij de Rotterdamse Hoek (cf Verbeek *et al*., 2008). Uitzondering hierop vormt de hoek tussen de Zuidermeerdijk en de Ketelbrug, maar in het algemeen zal verstoring van foerageergebied hierdoor beperkt blijven.

Ten opzichte van de binnendijkse turbines worden door de hier eveneens geplande buitendijkse turbines relatief geringe aantallen duikeenden verstoord (bijlage 2). Dit komt doordat de verstoringszone rondom deze turbines op zichzelf niet reikt tot de waterzone vlak onder de dijk, waar de meeste vogels rusten. Het betreft vooral soorten die meer verspreid op het open water voorkomen, met name toppers die ook op grotere afstand van de dijk in grote groepen op het open water kunnen rusten (zie opmerkingen hiervoor). Bij de Noorder- en Westermeerdijk worden daarnaast op zichzelf niet grote, maar ten opzichte van de grootte van de populatie wel belangrijke aantallen futen, nonnetjes en grote zaagbekken verstoord in hun foerageergebied. Bij de Zuidermeerdijk worden gemiddeld lagere aantallen watervogels aangetroffen en zijn de verstoringseffecten dus relatief beperkt (bijlage 2).

Tabel 6.2. Voorspelde effecten op vogels als gevolg van verstoring door turbines in het Windpark Noordoostpolder. Weergegeven is het aantal verstoorde vogels in het gehele park voor drie scenario's volgens deskundigenoordeel (zie bijlage 2 voor het berekende aantal verstoorde vogels op basis van werkwijze en aannamen in hoofdstuk 2 en tekst in deze paragraaf voor aannamen met betrekking tot deskundigenoordeel hierover).

	2-4 MW turbines gehele park				5-8 MW turbines gehele park				2-4 MW turbines buiten en 5-8 MW turbines binnen		
	aantal turbines en tussenafstand				aantal turbines en tussenafstand				aantal turbines en tussenafstand		
	130	60	70		76	31	45		95	31	64
	4D	4D	4D		5D	5D	5D		5D	5D	4D
soort	totaal	binnen	buiten		totaal	binnen	buiten		totaal	binnen	buiten
fuut	**50-65**	0	50-65		**32**	0	32		**45-65**	0	45-65
aalscholver	**16**	0	16		**12**	0	12		**15**	0	15
kleine zwaan	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
toendrarietgans	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
kolgans	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
grauwe gans	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
brandgans	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
smient	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
krakeend	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
wintertaling	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
wilde eend	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
tafeleend	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
kuifeend	**10tallen**	10tallen	0		**10tal**	10tal	0		**10tal**	10tal	0
toppereend	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
brilduiker	**20-25**	0	20-25		**15**	0	15		**20-25**	0	20-25
nonnetje	**25-35**	0	25-35		**21**	0	21		**25-35**	0	25-35
grotezaagbek	**12**	0	12		**8**	0	8		**12**	0	12
meerkoet	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0
goudplevier	**0**	0	0		**0**	0	0		**0**	0	0

6.4 Verstoring van broedvogels (Rode Lijst-soorten)

In de omgeving van het plangebied zijn 71 soorten broedvogels aangetroffen. Al deze soorten zijn beschermd onder de Flora- en faunawet, wat onder andere betekent dat hun broedplaatsen niet verstoord mogen worden in de broedtijd en dat de landelijke gunstige staat van instandhouding als gevolg van het windpark niet in het geding mag komen. Omdat dit voor landelijke kwetsbare of bedreigde broedvogelsoorten (Rode Lijst-soorten) eerder dan voor landelijk algemene soorten het geval zal zijn, wordt hieronder voor deze soorten de mogelijke effecten van de aanleg van windturbineopstellingen langs de Noordoostpolderdijken besproken.

Uit onderzoek is gebleken dat windturbines in het algemeen slechts in beperkte mate een verstorende invloed hebben op broedvogels. Bij veel soorten zijn in het geheel geen effecten aangetoond, en waar dat wel het geval is zijn de effectafstanden geringer dan die bij rustende en foeragerende niet-broedvogels (hoofdstuk 4). Doordat broedvogels doorgaans in ruimtelijk verspreide territoria voorkomen zijn de aantallen beïnvloede vogels daarnaast veelal kleiner.

Van de 26 Rode Lijst-soorten in de wijde omgeving van het plangebied broeden er 19 niet of nauwelijks binnen 800 m van de IJsselmeerdijken ter hoogte van de geplande turbineopstellingen, wat betekent dat er bij deze soorten geen sprake zal zijn van een verstoring van broedplaatsen door de aanwezigheid van de turbines. Enkele soorten

(boomvalk, rans- en kerkuil, huis- en boerenzwaluw) zullen tijdens het foerageren incidenteel wel in de nabijheid van de turbines komen, maar de opstellingslocaties vormen geen substantieel deel van hun foerageergebied, zodat ook hierop geen belangrijk verstoringseffect zal zijn te verwachten.

Van de zeven Rode Lijst-soorten die broeden in het open akkerland is de kwartelkoning slechts een incidentele broedvogel. Van vijf van de overige soorten (veldleeuwerik, graspieper, gele kwikstaart, grutto, tureluur) broedt maar een zeer klein deel van de Nederlandse populatie (enkele tot maximaal enkele tientallen vogels) in de mogelijke verstoringszone rondom de opstellingslocaties (maximaal 50-150 m, hoofdstuk 4) van de geplande turbineopstellingen (voor grutto en tureluur is zelfs geen verstoringseffect van turbines op broedvogels bekend). Alleen voor de bontbekplevier vormen de enkele paren die mogelijk verstoord zullen worden uit de directe omgeving van de windturbines een niet onbelangrijk deel van de Nederlandse populatie. De vogels broeden echter op schaars begroeide akkers en het valt te verwachten dat op iets grotere afstand van de turbines (>150-200 m) vervangende broedgelegenheid is te vinden. Nota bene: deze vogels broeden buiten het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Dit betekent dat ze niet onder het beschermingsregime van de Natuurbeschermingswet 1998 vallen.

Op landelijk algemene(re) broedvogelsoorten worden van het geplande windpark geen effecten verwacht die de gunstige staat van instandhouding van deze soorten kunnen beïnvloeden.

6.5 Barrièrewerking voor passerende lokale vogels

In algemene zin is er sprake van een effectieve barrière als vogels door een windparkopstelling hun voedsel- of rustgebied niet kunnen bereiken. In de geplande opstellingsvarianten is dit naar verwachting niet het geval. Wel veroorzaken de windparken (vooral langs de Noordermeerdijk) hinder op de vliegroutes. De mate waarin dit optreedt is niet gekwantificeerd maar kwalitatief weergegeven in tabel 6.3. Soorten waarvan geen geconcentreerde dagelijkse vliegbewegingen nabij het plangebied te verwachten zijn (fuut, brilduiker, zaagbekken, sterns), zijn niet in de tabel opgenomen.

Tabel 6.3. Effecten op vogels als gevolg van barrièrewerking van het windpark Noordoostpolder. 0 is geen hinder, 0/- nauwelijks hinder, - hinder zeker aanwezig, -- grote hinder (deskundigenoordeel). Zie tekst voor toelichting.

soort	totaal	Noordermeerdijk		Westermeerdijk		Zuidermeerdijk
		binnen	buiten	binnen	buiten	binnen
aalscholver	0	0	0	0	0	0
kleine zwaan	-	-	-	0	0	0
ganzen	0/-	0/-	0/-	0	0	0
duikeenden	0/-	0	0/-	0	0/-	0
zwemeenden	0/-	0/-	0	0/-	0	0/-
meeuwen	0	0	0	0	0	0

Barrièrewerking ganzen en kleine zwaan
Indien alle geplande opstellingen ontwikkeld worden, zullen kleine zwaan en ganzen naar verwachting hinder ondervinden tijdens hun dagelijkse vliegbewegingen tussen de slaapplaats op de Steile Bank en foerageergebieden in de Noordoostpolder. Uit een studie in de Wieringermeer (Fijn *et al.*, 2007) is gebleken dat slechts 16% van de kleine zwanen tijdens de slaaptrek door het windpark heen vliegt. Voor ganzen bedroeg dit aandeel gemiddeld 5%. Het merendeel van de zwanen en ganzen zal dus uitwijken voor de turbineopstellingen bij de Noordermeerdijk (binnen- en buitendijks). Uitwijken is mogelijk door over het park heen te vliegen of door om het park heen te vliegen. Uitwijken is mogelijk langs de noordzijde van de Noordermeerdijk (via de Friese Hoek) of aan de zuidzijde van de Noordermeerdijk (via de Rotterdamse Hoek). Indien ook de turbines bij de Westermeerdijk volgens plan worden ontwikkeld resteert aan de zuidzijde van de Noordermeerdijk ca. 1.400 meter ruimte voor uitwijken.

Afhankelijk van de foerageergebieden zal de afstand tot de slaapplaats op de Steile bank door uitwijken oplopen van 5-15 kilometer tot 6-17 kilometer. Voor kolgans, grauwe gans en toendrarietgans heeft dit relatief weinig gevolgen omdat deze soorten dagelijks tot op 30 kilometer afstand van de slaapplaats kunnen foerageren. De extra benodigde energiebehoefte alsmede het areaal foerageergebied dat als gevolg van barrièrewerking voor deze soorten verloren gaat is te verwaarlozen. Voor ganzen is daarom nauwelijks sprake van hinder als gevolg van barrièrewerking van de geplande parken (tabel 6.3).

Hoewel kleine zwanen tot op meer dan 10 km van de slaapplaats foerageren, blijkt uit onderzoek van Van Gils & Tijsen (2007) dat kleine zwanen, evenals veel andere vogelsoorten waaronder ganzen, een voorkeur hebben voor foerageergebieden die dichtbij de slaapplaats liggen. De reden hiervoor zit in de extra energie die het voor de vogels kost om heen en weer te vliegen. Kleine zwanen foerageren bij voorkeur direct rond de slaapplaats, tevens drinkplaats, wat goed mogelijk is in het begin van het winterseizoen als waterplanten beschikbaar zijn (Dirksen *et al.*, 1991). In de periode dat oogstresten en gras worden gegeten liggen foerageergebieden vaak kilometers (tot 15 km) van de slaapplaats verwijderd (Koffijberg *et al.*, 1997). Meestal heeft dit tot gevolg dat in het begin van het seizoen de soort geconcentreerd in grote groepen voorkomt en later in van het seizoen meer verspreid in kleine groepjes (Rees, 1990).
Uitgaande van een maximale haalbare dagelijkse afstand tussen slaap- en foerageerplaats van 15 kilometer voor kleine zwanen moet op grond van bovenstaande worden geconcludeerd dat in de loop van de winter een deel van de foerageergebieden in de Noordoostpolder als gevolg van barrièrewerking moeilijk of zelfs niet meer bereikbaar is. Wanneer alleen de Noordoostpolder als potentieel foerageergebied voor de kleine zwanen van de Steile Bank wordt beschouwd dan bedraagt het 'onbereikbare' aandeel van het totale foerageergebied ca. 20%. Uitgedrukt in aantal zwanendagen bedraagt het effect van barrièrewerking echter beduidend minder dan 20% omdat 1) niet alle kleine zwanen op de Steile Bank slapen (bijvoorbeeld ook in het Ketelmeer en Vossemeer of in het Zwarte Meer), 2) niet alle kleine zwanen uitwijken en 3) het foerageergebied op grote afstand van de slaapplaats

ook zonder turbineopstellingen slechts een gedeelte van het seizoen gebruikt wordt door kleine zwanen en dus marginaal is vergeleken bij de foerageergebieden op kleinere afstand van de slaapplaats. Het effect van barrièrewerking op de kleine zwaan wordt daarom geschat op maximaal 10% vermindering van het totaal beschikbare areaal foerageergebied. Voor kleine zwaan is hinder als gevolg van barrièrewerking zeker aanwezig voor de binnen- en buitendijkse opstellingen langs de Noordermeerdijk, maar het betreft geen grote hinder (tabel 6.3).

Barrièrewerking eenden

De conclusie is dat voor duikeenden en zwemeenden nauwelijks sprake is van hinder als gevolg van barrièrewerking van de geplande parken (tabel 6.3).

Omdat de belangrijkste concentraties duikeenden in de omgeving van de Rotterdamse Hoek verblijven, kunnen deze bij het uitvliegen naar foerageergebieden nog steeds gebruik maken van het 'gat' (ca. 1,4 km) tussen de buitendijkse opstellingen bij de Westermeerdijk en bij de Noordermeerdijk. Deze vogels ondervinden dus geen hinder van de lijnopstellingen. De duikeenden die langs de Noordermeerdijk rusten hoeven weinig om te vliegen om de relatief ver uit de kust staande buitendijkse lijnopstelling te ontwijken. Hetzelfde geldt voor de lage aantallen duikeenden die langs de Westermeerdijk rusten.

Langs alle de drie de dijken rusten overdag relatief lage aantallen zwemeenden, alleen van wilde eend zijn gemiddeld grotere aantallen aanwezig. Deze eenden vliegen 's nachts naar de binnendijkse polders om te foerageren. In het onderzoek door Winkelman (1989) bij de Westermeerdijk is destijds geen onderzoek verricht naar vlieggedrag bij het toenmalige windpark van 25 turbines. In februari 2008 is met behulp van radar waargenomen dat wilde eenden vanaf het IJsselmeer bij de Westermeerdijk de polder invlogen. Waarschijnlijk vlogen deze vogels vooral tussen de turbines door of misschien over de turbines heen, dit was niet op het radarscherm zichtbaar. Er waren geen aanwijzingen dat de wilde eenden op deze avonden om dit windpark (50 turbines) heen vlogen (ongepubliceerde waarnemingen Bureau Waardenburg). Met de binnendijkse lijnopstellingen die nu gepland zijn, is het te verwachten dat nog meer eenden tussen de turbines door zullen vliegen omdat 1) de ruimte tussen de turbines veel groter is (125 m in huidige situatie versus 300-640 m in geplande opstelling) en 2) een langere lijnopstelling dicht tegen de dijk minder mogelijkheid biedt om uit te wijken. Bij het berekenen van het aantal aanvaringsslachtoffers is hiermee rekening gehouden door een relatief laag uitwijkpercentage (30%) aan te nemen (zie paragraaf 2.2.1).

6.6 Bespreking effecten van het windpark voor Natura 2000-soorten

Fuut

Aanvaringsslachtoffers zijn waarschijnlijk niet te verwachten. Futen vliegen weinig en vertonen geen dag-nacht vluchten van en naar voedselgebieden. Er worden derhalve geen slachtoffers verwacht.

Op basis van de rekenmethode en aannames uiteengezet in hoofdstuk 2, is het aantal verstoorde futen berekend. Het grootste aantal (ordegrootte tientallen) futen wordt verstoord op het open water voor de Westermeerdijk. Enerzijds komt dit doordat voor de Westermeerdijk gemiddeld meer vogels aanwezig zijn dan voor de Noordermeerdijk of Zuidermeerdijk (figuur 5.1). Anderzijds zijn langs de Westermeerdijk meer turbines gepland en wordt dus ook een groter gebied verstoord. Het gaat vooral om verstoring van foerageergebied op open water. Voor deze functie is er geen of weinig alternatief.

Aalscholver
Aanvaringsslachtoffers zijn waarschijnlijk niet te verwachten. Aalscholvers vliegen wel van en naar voedselgebieden, maar doen dit overwegend in het licht. De aantallen slachtoffers zijn derhalve op nul gesteld.

Op basis van de rekenmethode en aannames uiteengezet in hoofdstuk 2, is het aantal verstoorde aalscholvers berekend. Het aantal verstoorde vogels langs de dijk van de Noordoostpolder is gering (ordegrootte een tiental) omdat de verstoringsafstand (50 m) voor de soort gering is.

Kleine zwaan
De kans op aanvaringsslachtoffers lijkt op voorhand klein. Een deel van de zwanen die pleisteren in de Noordoostpolder kan, op slaaptrek naar de Steile Bank, de turbineopstellingen bij (met name) de Noordermeerdijk kruisen. Verwacht wordt dat, als gevolg van het grote aantal zwanen dat zal uitwijken en de lage aanvaringskans voor de soortgroep, hier nauwelijks zwanen in aanvaring komen met de geplande turbines (cf. Fijn *et al.*, 2007).

Verstoring is mogelijk van vogels die nu binnendijks binnen de verstoringszone (400m) van de geplande turbines pleisteren. Het gaat hooguit om enkele vogels. Deze kunnen uitwijken naar alternatieve foerageergebieden elders binnen de polder (deskundigenoordeel). Er is derhalve geen verstoringseffect voor deze soort.

Zoals beschreven in paragraaf 6.5, zullen kleine zwanen naar verwachting hinder kunnen ondervinden tijdens hun dagelijkse vliegbewegingen tussen de slaapplaats op de Steile Bank en foerageergebieden in de Noordoostpolder omdat ze vrij ver moeten omvliegen. Dit is vooral het geval voor de geplande opstellingen langs de Noordermeerdijk. Indien zowel langs de Noordermeerdijk als langs de Westermeerdijk de geplande opstellingen worden gerealiseerd, is aan de zuidzijde van de Noordermeerdijk ca. 1.400 meter ruimte voor uitwijken beschikbaar. Op basis van waarnemingen bij bestaande windparken in de Wieringermeer (Fijn *et al.*, 2007), is de verwachting dat de zwanen dit gat of de ruimte aan de noordzijde van de Noordermeerdijk zullen gebruiken om uit te wijken of tussen dan wel over de turbines heen vliegen. Voor kleine zwaan is hinder als gevolg van barrièrewerking zeker aanwezig, maar het betreft geen grote hinder. In paragraaf 6.5 is beschreven dat barrièrewerking er mogelijk toe kan leiden dan bepaalde foerageergebieden in het oostelijk deel van de Noordoostpolder vanuit energetisch oogpunt onbereikbaar

worden voor kleine zwanen die op de Steile Bank slapen. Het gaat om maximaal 10% van het totaal door kleine zwanen gebruikte areaal foerageergebieden.

Ganzen (kolgans, toendrarietgans, grauwe gans, brandgans)
Een deel van de ganzen die pleisteren in de Noordoostpolder kan, op slaaptrek naar de Steile Bank, de turbineopstellingen bij (met name) de Noordermeerdijk kruisen. Omdat de hoofdmoot in het licht vliegt, de uitwijking bij ganzen relatief groot is en de aanvaringskans klein, zijn de verwachte slachtofferaantallen gering. Slachtoffers (enkele of hooguit een tiental ganzen) worden vooral verwacht van de turbineopstellingen langs de Noordermeerdijk en niet of nauwelijks van opstellingen langs de Westermeerdijk of Zuidermeerdijk.

Verstoring is mogelijk van ganzen die nu binnendijks binnen de verstoringszone (400 m) van de geplande turbines pleisteren en/of buitendijks op het open water rusten/drinken. Vooral op percelen nabij de Noordermeerdijk, en in mindere mate op percelen langs de Westermeerdijk, zijn in het verleden in het winterhalfjaar grote aantallen ganzen waargenomen (figuren 5.3 en 5.4). Op basis van informatie van de reguliere ganzentellers is geconcludeerd dat hier de laatste jaren nog slechts onregelmatig pleisterende ganzen in het plangebied tussen de dijk en Noordermeer- respectievelijk Westermeerweg voorkomen. De verstoorde aantallen vogels kunnen uitwijken naar alternatieve foerageergebieden elders in de polder (deskundigenoordeel). Het verstoringseffect is derhalve verwaarloosbaar voor deze soorten.

Evenals beschreven voor kleine zwaan, kunnen ganzen tijdens slaaptrek enige hinder ondervinden van (met name) de turbineopstellingen langs de Noordermeerdijk. Op basis van waarnemingen bij bestaande windparken in de Wieringermeer (Fijn *et al.*, 2007), is de verwachting dat de ganzen of het gat gebruiken tussen de turbineopstellingen langs de Noorder- en Westermeerdijk of over de turbines heen vliegen. Aangezien de afstand van slaapplaats naar foerageergebieden voor genoemde ganzensoorten tot 30 kilometer kan bedragen is het effect van barrièrewerking gering.

Zwemeenden (bergeend, smient, wilde eend en krakeend)
Aangezien bergeend, smient en krakeend in relatief lage aantallen in het plangebied zijn vastgesteld, zijn geen effecten van verstoring, aanvaringen en barrièrewerking voor deze soorten te verwachten.

Wilde eenden verblijven overdag wel in grotere aantallen langs de dijk van de Noordoostpolder. Tijdens vluchten in het donker naar binnendijkse foerageergebieden kunnen wilde eenden in aanvaring komen met de geplande binnendijkse turbines. Omdat de uitwijking bij eenden relatief groot is (ook over het park heenvliegen) en de aanvaringskans klein, zijn de verwachte slachtofferaantallen echter gering (ordegrootte enkele tientallen).

Omdat wilde eenden overdag vooral dicht langs de dijk verblijven, kunnen de binnendijks geplande opstellingen tot verstoring leiden. Langs de Noordermeerdijk en Westermeerdijk verblijven iets grotere aantallen dan langs de Zuidermeerdijk (figuur 5.5), zodat op de laatstgenoemde locatie (ook minder turbines) iets lagere aantallen verstoorde vogels zijn berekend (bijlage 2). De verstoorde vogels kunnen/zullen uitwijken naar niet verstoorde delen van het water langs de dijken (deskundigenoordeel). Er is derhalve geen verstoringseffect voor deze soort.

Tijdens foerageervluchten zullen de eenden hinder kunnen ondervinden van de binnendijks geplande turbineopstellingen. Naar verwachting vliegen deze tussen de turbines door of over de turbines heen en is barrièrewerking beperkt.

Topper
Buitendijks langs de dijken van de Noordoostpolder kunnen overdag grote groepen toppers rusten, zowel dicht bij de dijk als verder weg op het open water. De voedselgebieden liggen waarschijnlijk slechts in beperkte mate binnen het plangebied en dan buiten de verstoringszone van de geplande windturbines (figuur 5.7).

Tijdens avondtrek naar voedselgebieden nabij de kust (o.a. Rotterdamse Hoek) of verder weg van de dijk in het open water, worden voor toppers geringe aanvaringsrisico's verwacht. De hoofdmoot vliegt bij daglicht, de uitwijking bij eenden is relatief groot en de aanvaringskans klein.

Verstoring van overdag rustende groepen speelt vooral buitendijks bij de geplande windparken langs de Noordermeerdijk en Westermeerdijk waar overdag de grootste aantallen verblijven (figuur 5.5) en tevens de grootste aantallen turbines zijn gepland. Op basis van veldonderzoek in winter 2007/2008 (Verbeek *et al*., 2008) en bestaande telgegevens (inclusief de lage aantallen aanwezige toppers in recente winters), is het deskundigenoordeel dat verstoorde vogels kunnen uitwijken naar alternatieve rustgebieden in de omgeving (o.a. de Baai van Lemmer, kustzone Urk, niet verstoorde open water gebieden tussen en in de omgeving van de turbineopstellingen). Er is derhalve geen verstoringseffect voor deze soort.

Tijdens foerageervluchten zullen de eenden enige hinder kunnen ondervinden van de buitendijks geplande turbineopstellingen, maar dit brengt de functionaliteit van het systeem (rusten nabij de kust, foerageren op open water) niet in gevaar.

Kuifeend
Voor kuifeenden geldt dat de hoofdmoot van de vogels dicht langs de dijk rust en in het donker van en naar foerageergebieden op open water vliegt. Derhalve is voor deze soort een hoger aanvaringsrisico's en meer verstoring te verwachten dan hiervoor beschreven voor topper.

Tijdens avondtrek naar voedselgebieden nabij de kust (o.a. Rotterdamse Hoek) of verder weg van de dijk in het open water, worden voor kuifeenden maximaal enkele tientallen slachtoffers op jaarbasis van buitendijks geplande opstellingen verwacht.

Aangenomen is dat verstoring van overdag rustende groepen alleen speelt bij de binnendijks geplande windparken omdat kuifeenden meestal dicht bij de dijk rusten. Vooral voor kuifeend vormt de kust van de Noordoostpolder een belangrijk rustgebied. Een deel van dit rustgebied valt net binnen de verstoringszones van de op de drie locaties binnendijks geplande opstellingen. In een eerdere fase van het alternatievenontwerp zijn turbineopstellingen verder binnendijks geplaatst om dit effect zoveel mogelijk te verminderen (zie hoofdrapport MER). Volgens het deskundigenoordeel is het waarschijnlijk dat het merendeel van de verstoorde kuifeenden kan uitwijken naar alternatieve rustgebieden elders langs de kust van de Noordoostpolder. Behalve de Rotterdamse Hoek, betreft dit zeker ook de Baai van Lemmer en de kustzone bij Urk (Verbeek *et al*., 2008). Het kan echter niet worden uitgesloten dat enkele tientallen verstoorde kuifeenden buiten het verstoorde gebied onvoldoende alternatief rustgebied vindt.

Tijdens foerageervluchten zullen de eenden enige hinder kunnen ondervinden van de buitendijks geplande turbineopstellingen, maar dit brengt de functionaliteit van het systeem (rusten langs de kust, foerageren op open water) niet in gevaar.

Brilduiker, grote zaagbek en nonnetje
Brilduiker, grote zaagbek en nonnetje foerageren overdag en slapen 's nachts niet of nauwelijks in concentraties in specifieke gebieden. Voor zover ze dit wel kunnen doen (nonnetje in de Baai van Lemmer), vliegen ze in het licht naar de slaapplaatsen. De aanvaringsrisico's zijn derhalve nihil voor deze soorten.

Aangezien deze soorten verspreid over het open water voorkomen is aangenomen dat de turbines een deel van de vogels in hun foerageergebied zullen verstoren. Op basis van het deskundigenoordeel wordt aangenomen dat hier in ordegrootte maximaal enkele tientallen brilduikers en nonnetjes en een tiental grote zaagbekken op jaarbasis verstoord zullen worden.

Meerkoet
De aantallen meerkoeten die overdag langs de kust van de Noordoostpolder verblijven zijn relatief klein en het aantal aanvaringsslachtoffers en verstoorde vogels is daarom verwaarloosbaar.

Meeuwen en sterns
De aantallen dwergmeeuwen, visdieven en zwarte sterns in het plangebied zijn erg klein en daarmee de effecten zowel in absolute als relatieve zin. Hoewel de meeuwen met de turbines in aanvaring kunnen komen, zowel tijdens slaaptrek als tijdens het foerageren overdag, zijn de aanwezige aantallen dermate klein, dat geen

noemenswaardige aantallen aanvaringsslachtoffers worden verwacht. De verstoring van is zeer beperkt omdat de verstoringafstanden tot turbines zeer klein zijn.

6.7 Effecten tijdens de opbouw- en afbraakfase

De effectbeschrijvingen in de voorgaande paragrafen hebben betrekking op de exploitatiefase van de windparken, dus de fase waarin de turbines aanwezig en in operatie zijn. Ook tijdens de aanleg en de afbraak van de opstellingen zijn echter effecten op vogels mogelijk. Vogelaanvaringen zijn dan nog niet in beeld, maar verstoring kan wel optreden. Het aanleggen van een grootschalig windpark is een hele onderneming. Bij opstellingen op het land moeten er veelal ontsluitingswegen tijdelijk worden aangelegd of verbreed, er wordt geregeld heen en weer gereden met vrachtwagens, en personenauto's, gewerkt met draglines en grote kranen, en in het veld heen en weer gelopen door landmeters, en bouwers. Bij aanleg in het IJsselmeer zijn vele scheepsbewegingen noodzakelijk, moet wellicht worden gebaggerd, vinden heiwerkzaamheden plaats en wordt eveneens gewerkt met grote (drijvende) kranen. De verstorende invloed op vogels die uitgaat van deze activiteiten moet minstens zo groot worden ingeschat als die van de aanwezigheid van de turbines, maar bestrijkt een groter gebied. Daar staat tegenover dat het een tijdelijke verstoring betreft, die alleen optreedt in de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. Indien bovendien de werkzaamheden ruimtelijk gefaseerd worden uitgevoerd (niet overal tegelijk bouwen maar locatie na locatie afwerken), blijft voor verstoorde vogels de mogelijkheid aanwezig om elders in het gebied (ander dijkvak, ander deel van de polder) een tijdelijke plek te zoeken.

7 Beoordeling van de effecten op vogels

7.1 Toetsingscriteria

In dit hoofdstuk wordt per Natura 2000-soort beoordeeld of de voorspelde effecten van Windpark Noordoostpolder het instandhoudingsdoel, zoals vermeldt in het ontwerp-aanwijzingsbesluit IJsselmeer (LNV, 2006), in gevaar kan brengen. Hierbij is nadrukkelijk alleen gekeken naar de effecten van het Windpark Noordoostpolder (exclusief voorziening voor scheepvaartveiligheid, zie inleiding) en is cumulatie met mogelijke effecten van andere plannen of projecten in het Natura 2000-gebied niet in beschouwing genomen. Dit laatste vormt onderdeel van een passende beoordeling, die in het MER aan bod komt.

Achtereenvolgens worden de effecten van aanvaring, verstoring en barrièrewerking op broedvogels en niet-broedvogels beoordeeld ten aanzien van de instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer. De effecten zoals beschreven en/of gekwantificeerd in hoofdstuk 6 worden hierbij geconfronteerd met de instandhoudingsdoelen enerzijds (qua populatieomvang gebaseerd op het gemiddelde seizoensgemiddelde uit de periode 1999/2000-2003/2004) en de huidige populatieomvang anderzijds (tabel 7.1). Voor enkele soorten is het gemiddeld seizoengemiddelde de laatste jaren afgenomen tot onder de populatieomvang genoemd in het instandhoudingsdoel. Volgens de leidraad van het Steunpunt Natura 2000 (2009) betekent dit dat iedere verdere wezenlijke afname voor deze soorten als significant negatief moet worden beschouwd. Naast een beoordeling aan instandhoudingsdoelen genoemd in het ontwerp-aanwijzingsbesluit, is voor enkele soorten ook getoetst aan de vigerende wetgeving (Vogelrichtlijn). In paragraaf 2.3 zijn de toetsingscriteria op hoofdlijnen beschreven. Hieronder volgt nog een nadere toelichting op de werkwijze om het effect van aanvaringsslachtoffers te toetsen.

Criterium voor aanvaringsslachtoffers
Alvorens te beoordelen of de effecten als gevolg van aanvaring mogelijk significant zijn worden de aantallen te verwachten slachtoffers per soort vergeleken met de jaarlijkse sterfte binnen het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Ter beoordeling van de significantie van het aantal aanvaringslachtoffers van een Natura 2000-soort, is 1% van de gemiddelde jaarlijkse sterfte van die soort in het Natura 2000-gebied als grens aangehouden (zie paragraaf 2.3). Indien het te verwachten aantal aanvaringsslachtoffers hoger is dan deze 1% mortaliteitsnorm wordt aan de hand van het instandhoudingsdoel enerzijds en de huidige populatieomvang anderzijds bepaald of er al dan niet sprake is van een significant effect. Als de norm niet wordt overschreden, is er geen aantoonbaar effect op de populatieomvang van de soort, laat staan een significant negatief effect (cf. leidraad Steunpunt Natura 2000, juli 2009).

Tabel 7.1 Instandhoudingsdoel en huidige *populatieomvang van de broedvogelsoorten en niet-broedvogelsoorten waarvoor het Natura 2000-gebied IJsselmeer is aangewezen (LNV, 2006). Voor niet-broedvogels is de huidige populatieomvang in het IJsselmeer niet voor alle soorten bekend. Per soort is aangegeven of er in het ontwerp-aanwijzingsbesluit al dan niet een herstelopgave gedefinieerd is.*

7.1a) broedvogels

Naam	Herstelopgave?	doel (broedparen)	huidige populatie-omvang (*)
aalscholver	nee	8.000	2.600
roerdomp	ja	7	7
bruine kiekendief	nee	20	25
porseleinhoen	nee	15	6
bontbekplevier	nee	10	11
kemphaan	ja	20	2
visdief	nee	2.000	2.100
snor	nee	40	43
rietzanger	nee	990	990

(*) Gemiddeld aantal broedparen 1999/2000 - 2003/2004 (SOVON & CBS 2005)

7.2b) niet-broedvogels

Naam	Herstelopgave?	doel (gem. seizgemid.)	huidige populatie-omvang (**)
fuut	nee	1.300	1.050
aalscholver	nee	8.100	9.972
lepelaar	nee	30	
kleine zwaan	nee	20	126
toendrarietgans	nee	??	
kleine rietgans	nee	30	
kolgans	nee	4.400	2.331
grauwe gans	nee	580	1.548
brandgans	nee	1.500	4.724
bergeend	nee	210	
smient	nee	10.300	
krakeend	nee	200	235
wintertaling	nee	280	234
wilde eend	nee	3.800	1.898
pijlstaart	nee	60	
slobeend	nee	60	
tafeleend	nee	310	332
kuifeend	nee	11.300	12.752
toppereend	nee	15.800	15.154
brilduiker	nee	310	399
nonnetje	nee	180	55
grote zaagbek	nee	1.300	657
meerkoet	nee	3.600	2.924
kluut	nee	20	
goudplvier	nee	9.700	859
kemphaan	nee	17.300	
grutto	nee	290	
wulp	nee	310	
dwergmeeuw	nee	50	
reuzenstern	nee	40	
zwarte stern	nee	110	

(*) Gemiddeld aantal broedparen 1999/2000 - 2003/2004 (SOVON & CBS 2005)
(**) Gebaseerd op maandelijkse tellingen door RWS Waterdienst in periode 2003-2008

In tabel 7.2 zijn voor de vogelsoorten uit het Natura 2000-gebied IJsselmeer, die mogelijk aanvaringsslachtoffer worden van het windpark (zie § 6.2), de aantalsgrenzen berekend waarboven aantalveranderingen, als gevolg van additionele sterfte, kunnen leiden tot significante effecten. Voor soorten die hoofdzakelijk buiten het IJsselmeer broeden en het als tussenstop of overwinteringsgebied gebruiken is als mortaliteitsgetal het gemiddelde genomen van adulte en onvolwassen dieren (cf. van der Winden *et al.*, 2006).

Tabel 7.2 Berekende aantalsgrens van een aantal vogelsoorten uit Natura 2000-gebied IJsselmeer die mogelijk aanvaringslachtoffer worden van het windpark (zie hoofdstuk 6). De aantalsgrens betreft 1% van de geschatte jaarlijkse normale sterfte van deze soorten in het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Indien het aantal aanvaringslachtoffers groter is dan deze aantalsgrens en de huidige populatieomvang lager is dan het instandhoudingsdoel, is sprake van een significant effect (zie hoofdstuk 2).

soort	mortaliteit (% per jaar)	aantalsgrens (1% van jaarlijkse sterfte)
kleine zwaan	15 – 20	3
grauwe gans	23 – 33	3
toendrarietgans	26	26
kolgans	30	150
brandgans	15	92
wilde eend	55 – 70	81
tafeleend	50	5
kuifeend	50	135
topper	50	300

Ganzen

In Cramp & Perrins (in serie) wordt voor grauwe gans 23 – 33%, kleine rietgans 21,5%, kolgans 30% en rotgans 14 – 17% (adulten) als gemiddeld jaarlijks natuurlijk sterftecijfer genoemd. In Wernham *et al*. (2002) wordt voor grauwe gans 23% als gemiddeld jaarlijks natuurlijk sterftecijfer genoemd. Voor toendrarietganzen en brandganzen geven deze bronnen geen natuurlijke sterftecijfers. Op basis van sterftecijfers van verwante soorten is hier rekening gehouden met een gemiddelde jaarlijkse natuurlijke sterfte van 26% onder toendrarietganzen en 15% onder brandganzen.

Kleine zwaan

Voor kleine zwaan wordt voor de westelijke populatie (die in Noordwest-Europa overwintert) een gemiddeld jaarlijks natuurlijk sterftecijfer van 15% genoemd voor adulte vogels. Voor jonge vogels zijn geen getallen bekend. Voor knobbelzwanen ouder dan 3 maanden is in Groot-Brittannië een gemiddelde jaarlijkse natuurlijke sterfte van 27.5% berekend, in Denemarken 26% en in Zweden 21% (één strenge winter buiten beschouwing gelaten). Op IJsland is voor wilde zwanen ouder dan vier maanden een sterftecijfer van 17% bekend (alle gegevens uit Cramp & Perrins, in

serie). Op basis van voorgaande sterftecijfers is hier rekening gehouden met een gemiddelde jaarlijkse natuurlijke sterfte van 15 – 20% onder kleine zwanen.

Wilde eend
In Wernham et al. (2002) wordt voor wilde eend 37.5% als gemiddeld jaarlijks natuurlijk sterftecijfer genoemd. Dit is beduidend lager dan sterftecijfers genoemd in Cramp & Perrins (in serie). Voor eerstejaars wilde eenden bedraagt het gemiddeld jaarlijks natuurlijk sterftecijfer 64-76% (Finland respectievelijk Zweden). Voor adulten is dit 48-64%. Op basis van voorgaande sterftecijfers is hier rekening gehouden met een gemiddelde jaarlijkse natuurlijke sterfte van 55-70%.

Duikeenden
Voor kuifeend wordt 46% (Cramp & Perrins in serie) en 54% (Wernham et al., 2002) als gemiddeld jaarlijks natuurlijk sterftecijfer genoemd. Voor tafeleend en topper zijn geen getallen bekend en wordt, evenals voor kuifeend, een gemiddeld jaarlijks natuurlijk sterftecijfer van 50% aangenomen.

7.2 Beoordeling van effecten op vogels

7.2.1 Aanvaringsslachtoffers

De aantallen berekende aanvaringslachtoffers voor het totale windpark (i.e. combinatie van de binnen- en buitendijkse opstellingen langs de Noordermeer-, Westermeer- en Zuidermeerdijk) (tabel 6.1) liggen voor alle Natura 2000-soorten onder de 1% van de jaarlijkse sterfte in het IJsselmeer (vergelijk met tabel 7.2). De verwachte additionele sterfte als gevolg van Windpark Noordoostpolder is daarmee als een verwaarloosbaar effect op de populaties van deze soorten te beschouwen. Dit geldt zowel voor de varianten met de minste windturbines (5-8 MW variant) als meeste turbines (2-4 MW variant). Het geldt tevens ongeacht of er rekening mee wordt gehouden dat er in de huidige situatie al aanvaringsslachtoffers vallen bij de thans aanwezige opstelling van 50 turbines langs de Westermeerdijk binnendijks. In §6.2 werd berekend dat de geplande opstelling zeker niet meer, en mogelijk zelfs iets minder, slachtoffers zal eisen dan de huidige opstelling die hij zal vervangen. Ten opzichte van de actuele situatie valt het effect van de locatie Westermeerdijk binnendijks dus neutraal tot licht positief uit.

Als gevolg van het te verwachten aantal aanvaringsslachtoffers van het gehele windpark worden significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer uitgesloten. Uiteraard geldt hetzelfde voor de effecten van elk van de deelopstellingen waaruit het bestaat.

7.2.2 Verstoring van rustende en foeragerende vogels

Voor de soorten waarvoor op grond van het deskundigenoordeel sprake is van verstoring (tabel 6.2) worden in deze paragraaf de effecten van verstoring beoordeeld

in het licht van de Natuurbeschermingswet 1998. Nadrukkelijk wordt hier vermeld dat in de hier gerapporteerde effectbeoordeling alleen de voorspelde verstoringseffecten van het Windpark Noordoostpolder in de beoordeling zijn meegenomen en nog geen rekening is gehouden met de effecten van de voorziening voor scheepvaartveiligheid die in het windpark wordt ontwikkeld. De effecten van deze voorziening zijn in Liefveld *et al*. (2009) in beeld gebracht. In de passende beoordeling, die onderdeel vormt van het MER, wordt de cumulatie van effecten beschreven en beoordeeld.

Aalscholver
De ontwikkeling van een buitendijkse turbineopstelling langs de Noordermeerdijk leidt in beide varianten tot een verstoring van ordegrootte maximaal 10 aalscholvers. Hetzelfde geldt voor de buitendijkse opstellingen langs de Westermeerdijk. Aangezien de huidige populatieomvang van de aalscholver ruim boven het gestelde doel zit (tabel 7.1), kunnen significant negatieve effecten op het instandhoudingsdoel als gevolg van verstoring door Windpark Noordoostpolder worden uitgesloten.

Fuut, nonnetje en grote zaagbek
Ontwikkeling van buitendijkse turbineopstellingen langs de Noordermeerdijk leidt in beide varianten mogelijk tot significante verstoringseffecten voor fuut, nonnetje en grote zaagbek. De huidige populatieomvang van alledrie de soorten is lager dan het instandhoudingdoel en zal als gevolg van een buitendijks windpark aan de Noordermeerdijk verder afnemen. Het gaat hier om verstoring van foeragerende vogels, en derhalve van een deel van het leefgebied waarvoor het zeer de vraag is of binnen het Natura 2000-gebied ongebruikte alternatieven voorhanden zijn. Indien langs deze dijk alleen een binnendijkse opstelling wordt gerealiseerd zullen geen futen, nonnetjes of grote zaagbekken worden verstoord en zijn geen significante effecten te verwachten.

Voor wat betreft de Westermeerdijk geldt voor de fuut en grote zaagbek eveneens dat mogelijk sprake is van significant negatieve verstoringseffecten bij ontwikkeling van een buitendijkse turbineopstelling. Voor nonnetje is dat niet het geval omdat deze soort hier nauwelijks voorkomt. Voor de Zuidermeerdijk kunnen voor de fuut, nonnetje en grote zaagbek significant negatieve effecten als gevolg van verstoring worden uitgesloten omdat deze soorten hier hooguit in (zeer) kleine aantallen voorkomen.

Topper
Voor het Windpark Noordoostpolder in zijn geheel is op basis van het deskundigenoordeel bepaald dat verstoorde toppers kunnen uitwijken naar alternatieve rustgebieden in de directe omgeving. Er is derhalve geen verstoringseffect voor deze soort.
Wel is het van belang rekening te houden met de mogelijkheid voor een toekomstige ruimtelijke herverdeling van de aantallen toppers in het IJsselmeergebied. Het duurzaam ongeschikt maken van traditionele rust- en/of foerageergebieden moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Bij de inrichting van het geplande windpark dient daarom rekening te worden gehouden met de Rotterdamse Hoek als rustplaats voor duikeenden (inclusief topper).

Kuifeend
Voor het Windpark Noordoostpolder in zijn geheel is op basis van het deskundigenoordeel bepaald dat enkele tientallen kuifeenden verstoord zal worden en geen alternatief rustgebied vinden. Voor de kuifeend wordt alleen een verstoring voorzien door de binnendijks gelegen windparken langs de Noordermeerdijk en Westermeerdijk. Langs de Zuidermeerdijk zijn de effecten van verstoring te verwaarlozen omdat hier veel minder kuifeenden voorkomen.
Gezien de huidige populatieomvang van de kuifeend (ruim boven het instandhoudingsdoel, tabel 7.1) en de relatief beperkte verstoorde aantallen, kan op grond hiervan een significant negatief effect op het instandhoudingsdoel worden uitgesloten voor het gehele windpark.

Brilduiker
De ontwikkeling van een buitendijkse turbineopstelling langs de Noordermeerdijk leidt in beide varianten tot een verstoring van ordegrootte maximaal vijf brilduikers. Langs de Westermeerdijk zullen bij een buitendijkse turbineopstelling ordegrootte maximaal 20 brilduikers verstoord worden. Gezien de huidige populatieomvang van de brilduiker (tabel 7.1) en de relatief beperkte verstoorde aantallen, kunnen op grond hiervan significant negatieve effecten op het instandhoudingsdoel worden uitgesloten voor het gehele windpark.

7.2.3 Verstoring van broedvogels

Van verstoring van broedplaatsen van soorten waarvoor het IJsselmeer is aangewezen als Natura 2000-gebied zal door aanleg van Windpark Noordoostpolder geen sprake zijn. Langs de kust van de Noordoostpolder liggen in het Natura 2000-gebied IJsselmeer geen broedplaatsen van de betreffende soorten.

Ook voor de 26 soorten broedvogels van de Rode Lijst die in de westelijke Noordoostpolder voorkomen worden geen effecten verwacht op de gunstige staat van instandhouding. De enige soort waarvan mogelijk een relevant deel van de Nederlandse broedpopulatie potentieel verstoord zou kunnen worden is de bontbekplevier. De vogels broeden echter op schaars begroeide akkers en het valt te verwachten dat op iets grotere afstand van de turbines vervangende broedgelegenheid is te vinden. Er is derhalve geen sprake van een verstoringseffect op deze soort.

7.2.4 Barrièrewerking

Windparken kunnen als een effectieve barrière voor vogels beschouwd worden als deze te ver moeten omvliegen tussen rust- en foerageergebieden en als gevolg hiervan het gebied gaan mijden. Ook kan een hindernis dermate groot zijn dat het energieverlies dat de vogels leiden als gevolg van het omvliegen een wezenlijk effect heeft op de functie van het gebied voor de betreffende soort. Hiervan is sprake als vogels vanwege het omvliegen substantieel meer moeten eten om het energieverlies te

compenseren of, als dit niet lukt binnen de gegeven tijd, substantieel in lagere conditie zijn en/of functies zoals opvetten in gevaar komen.

Voor de opstellingen langs de Wester- en Zuidermeerdijk is het aannemelijk dat barrièrewerking geen wezenlijk probleem vormt. Belangrijke vliegbewegingen ontbreken hier en bijvoorbeeld ganzen vliegen min of meer evenwijdig aan de Westermeerdijk om de Steile Bank te bereiken en kunnen de lijnopstellingen evenwijdig volgen zonder substantiële hinder te ondervinden.

Voor de Noordermeerdijk is de hinder aanmerkelijk groter. De opstelling is lang en staat loodrecht op de belangrijkste vliegbewegingen van kleine zwanen en (tot meerdere tienduizenden) ganzen die vanuit de foerageergebieden in de Noordoostpolder naar de slaapplaats op de Steile Bank willen vliegen. Aangezien de totale vliegafstand groot is (5 tot 15 km) is het aannemelijk dat de zwanen en ganzen op hun voorkeursroute het windpark kunnen mijden zonder al te grote problemen. Desalniettemin wordt ingeschat dat de ganzen er enige hinder van ondervinden omdat ze twee keer per dag een stuk moeten omvliegen en de voorkeursroute afgesloten wordt. Vanwege de grote vliegafstand van rust- naar foerageergebied die ze toch al afleggen wordt de relatief beperkte afwijking niet als een significant effect ingeschat.
Voor kleine zwanen is geschat dat barrièrewerking er mogelijk toe kan leiden dan bepaalde foerageergebieden in het oostelijk deel van de Noordoostpolder vanuit energetisch oogpunt onbereikbaar worden voor kleine zwanen die op de Steile Bank slapen. Het gaat om maximaal 10% van het totaal door kleine zwanen gebruikte areaal foerageergebieden. Voor kleine zwaan is hinder als gevolg van barrièrewerking zeker aanwezig voor de binnen- en buitendijkse opstellingen langs de Noordermeerdijk, maar het betreft geen grote hinder. Gezien de huidige populatieomvang van de kleine zwaan (ruim boven het instandhoudingsdoel, tabel 7.1) kunnen significant negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op het instandhoudingsdoel worden uitgesloten.

7.2.5 Samenvatting effectbeoordeling Windpark Noordoostpolder

Tabel 7.3 vat de beoordelingen samen voor de situatie waarin telkens slechts één opstellingslocatie wordt gerealiseerd en de beoordeling voor het plan Windpark Noordoostpolder als geheel (alle opstellingen samen, exclusief voorziening voor scheepvaartveiligheid).

In deze beoordeling is geen rekening gehouden met cumulatie met effecten van de voorziening voor scheepvaartveiligheid en effecten van andere plannen en projecten in het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Dit komt aan bod in de passende beoordeling in het MER.

Tabel 7.3. Samenvatting van de effectbeoordeling (verstoring, aanvaringen en barrièrewerking) van het Windpark Noordoostpolder. In deze beoordeling is nog geen rekening gehouden met de cumulatie met de effecten van de voorziening voor scheepvaartveiligheid in het windpark en met de effecten van andere projecten of plannen in het IJsselmeer (zie MER).
Bovenste tabel beoordeling van specifieke locaties, ervan uitgaande dat alleen de genoemde locatie en variant wordt gerealiseerd.
Onderste tabel beoordeling in een cumulatieve context, ervan uitgaande dat ook langs de andere dijkvakken dan genoemde hetzelfde type windturbines wordt opgesteld. Per dijkvak worden beoordelingen gegeven voor alleen de binnendijkse respectievelijk buitendijkse locatie.
Onderaan de tabel wordt de beoordeling gegeven die geldt als het project Windpark Noordoostpolder in zijn geheel wordt uitgevoerd (voor 2-4 MW variant en 5-8 MW variant). Alleen de Natura 2000-soorten waarvoor minimaal een klein effect te verwachten is, zijn opgenomen. Voor toelichting van gebruikte symbolen, zie onderaan tabel.

Locatiespecifiek (ervan uitgaande dat slechts één locatie wordt gerealiseerd)			*Aalscholver*	*Fuut*	*Ganzen*	*Kuifeend*	*Brilduiker*	*Nonnetje*	*Grote zaagbek*
Noordermeerdijk	Binnendijks	2-4 MW variant	-	-	(b)	-	-	-	-
		5-8 MW variant	-	-	(b)	-	-	-	-
	Buitendijks	2-4 MW variant	-	(v)	(b)	-	-	**v**	(v)
		5-8 MW variant	-	(v)	(b)	-	-	**v**	(v)
Westermeerdijk	Binnendijks	2-4 MW variant	-	-	-	-	-	-	-
		5-8 MW variant	-	-	-	-	-	-	-
	Buitendijks	2-4 MW variant	-	**v**	-	-	(v)	-	(v)
		5-8 MW variant	-	**v**	-	-	(v)	-	(v)
Zuidermeerdijk	Binnendijks	2-4 MW variant	-	-	-	-	-	-	-
		5-8 MW variant	-	-	-	-	-	-	-

Cumulatief (ervan uitgaande dat alle locaties wordt gerealiseerd)			*Aalscholver*	*Fuut*	*Ganzen*	*Kuifeend*	*Brilduiker*	*Nonnetje*	*Grote zaagbek*
Noordermeerdijk	Binnendijks	2-4 MW variant	-	-	(b)	(v)	-	-	-
		5-8 MW variant	-	-	(b)	(v)	-	-	-
	Buitendijks	2-4 MW variant	-	(v)	(b)	-	-	**v**	(v)
		5-8 MW variant	-	(v)	(b)	-	-	**v**	(v)
Westermeerdijk	Binnendijks	2-4 MW variant	-	-	-	(v)	-	-	-
		5-8 MW variant	-	-	-	(v)	-	-	-
	Buitendijks	2-4 MW variant	-	**v**	-	-	(v)	-	(v)
		5-8 MW variant	-	**v**	-	-	(v)	-	(v)
Zuidermeerdijk	Binnendijks	2-4 MW variant	-	-	-	(v)	-	-	-
		5-8 MW variant	-	-	-	(v)	-	-	-
Alle locaties		2-4 MW variant	(v)	**v**	(b)	(v)	(v)	**v**	**v**
		5-8 MW variant	(v)	**v**	(b)	(v)	(v)	**v**	**v**

vet gedrukt = significant effect niet uit te sluiten
(niet vet) = klein, niet-significant effect
- = geen of onbelangrijk effect
s = sterfte door aanvaringen
v = verstoring van rust- of foerageergebied
b = barrièrewerking

'Ganzen' = toendrarietgans, brandgans, kolgans en kleine zwaan
Voor niet in de tabel genoemde aanwijzingssoorten van het Natura 2000-gebied IJsselmeer worden hooguit geringe (onbelangrijke) effecten verwacht

7.3 Externe werking Natura 2000

De effecten op vogels, die zijn beschreven in hoofdstuk 6, zijn in de voorgaande paragrafen beoordeeld voor het Natura 2000-gebied IJsselmeer. De Natuurbeschermingswet vraagt echter nadrukkelijk, voor zover relevant, de effecten op andere beschermde gebieden in beeld te brengen. In de regel betreft het een beoordeling van

een activiteit buiten een Natura 2000-gebied die op beschermde natuur daarbinnen van invloed is. In dit geval betreft het een activiteit die binnen een Natura 2000-gebied plaatsvindt en mogelijk ook nog effecten heeft op soorten in andere, nabijgelegen Natura 2000-gebieden.
De belangrijkste effecten die beschreven zijn, betreffen effecten op watervogels die van de kustzone van de Noordoostpolder gebruik maken. Echter een deel van deze soorten maakt gebruik van een ruimer gebied dan uitsluitend het IJsselmeer. Dit betreft in ieder geval topper, kuifeend, tafeleend en nonnetje. De toppers en kuifeenden bijvoorbeeld, die in de winter in het IJsselmeergebied aanwezig zijn, verblijven in dezelfde periode ook in meer of mindere mate in Waddenzee respectievelijk Markermeer en wisselen tussen deze gebieden uit. Beïnvloeding van de beide duikeendsoorten in IJsselmeer heeft daarmee mogelijk ook een effect op de instandhoudingdoelstellingen van Waddenzee en Markermeer/IJmeer.

Het Windpark Noordoostpolder heeft hooguit geringe effecten op topper en tafeleend en kleine, niet-significante effecten op kuifeend. De effecten op nonnetje zijn mogelijk significant negatief. De effecten die het Windpark Noordoostpolder heeft op topper en nonnetje en hun aantallen van het IJsselmeer, zijn eveneens van dezelfde omvang voor de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Markermeer/IJmeer omdat deze min of meer dezelfde populaties omvatten. Bij kuifeend en tafeleend is dit niet het geval omdat er in het Markermeer/IJmeer grote aantallen voorkomen en het effect is daarom kleiner.

8 Conclusies

Het initiatief 'Windpark Noordoostpolder' voorziet in plaatsing van omvangrijke windturbineopstellingen langs de Noorder-, Wester-, en Zuidermeerdijk van de Noordoostpolder, inclusief een voorziening in het kader van de scheepvaartveiligheid. Het plangebied is rijk aan vogels, met name aan overwinterende watervogels. Dit geldt voor binnendijks foeragerende ganzen en zwanen, en voor buitendijks foeragerende en rustende futen, aalscholvers, en duikeenden op het IJsselmeer, een gebied dat in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 is aangewezen als Natura 2000-gebied. Ook vinden met name over de locatie Noordermeerdijk in het winterhalfjaar dagelijks omvangrijke vliegbewegingen plaats van ganzen en zwanen op weg tussen foerageergebieden in de Noordoostpolder en een grote slaapplaats voor de Friese zuidkust.

In voorliggend rapport zijn de effecten van het gehele initiatief, exclusief de voorziening voor scheepvaartveiligheid (deze is elders beoordeeld), in beeld gebracht en beoordeeld in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Cumulatie met mogelijke effecten van andere plannen en projecten in het IJsselmeer wordt behandeld in de passende beoordeling die onderdeel vormt van het MER.

Voor het initiatief als geheel wordt verwacht dat jaarlijks in de ordegrootte van 3.500 tot 4.200 vogels zullen omkomen door aanvaringen met de turbines, afhankelijk van de gekozen opstellingsvarianten. Dit betreft voor het overgrote deel algemene soorten, zowel lokaal verblijvende soorten als trekvogels die passeren, en zal voor deze soorten geen negatieve gevolgen hebben voor de populatiegrootte. Het aandeel hierin van de vogelsoorten waarvoor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied is aangewezen, en die dus van belang zijn bij een effectbeoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998, is zeer gering (100-160 vogels van alle Natura 2000-soorten tezamen). Het betreft in alle gevallen minder dan 1% van de gemiddelde jaarlijkse natuurlijke sterfte van deze soorten in het IJsselmeer. Dit betekent dat voor alle Natura 2000-soorten geldt dat de additionele sterfte als gevolg van aanvaring met de geplande turbines als een verwaarloosbaar effect op de populaties is te beschouwen.

De windturbineopstelling langs de Noordermeerdijk zal een barrière kunnen vormen in de dagelijkse vliegbewegingen van met name kleine zwanen naar de Steile Bank. Dit zal kunnen leiden tot het niet meer bereikbaar zijn van een klein areaal foerageergebied, maar dit brengt het instandhoudingsdoel voor deze soort niet in het geding.

Op het vlak van verstoring van rustende en foeragerende watervogels zijn grotere effecten te verwachten op enkele visetende soorten. Langs de Noordermeerdijk zal foerageergebied voor enkele tientallen futen, grote zaagbekken en nonnetjes worden verstoord, langs de Westermeerdijk geldt hetzelfde voor futen en grote zaagbekken. Omdat voor alledrie de soorten geldt dat de huidige aantallen onder het instandhoudingsdoel liggen en de soorten een neerwaartse trend laten zien, is een kans op een significant negatief effect als gevolg van de verstoring door genoemde

windparken niet uit te sluiten. Voor andere Natura 2000-soorten kan de kans op een significant negatief verstoringseffect wel worden uitgesloten. Rekening houdend met uitwijkmogelijkheden resteren voor aalscholver, kuifeend en brilduiker kleine, niet-significante verstoringseffecten.

Verstoring van broedvogels door de windturbineopstellingen zal beperkt zijn tot kleine aantallen van slechts enkele vogelsoorten. Dit betreft geen verstoring van Natura 2000-soorten binnen het Natura 2000-gebied IJsselmeer. De Nederlandse populaties van Rode Lijstsoorten worden niet in belangrijke mate aangetast.

In de bouwfase kan afhankelijk van de wijze van aanleg belangrijke verstoring van vogels optreden door bouwverkeer en werkzaamheden. Dit effect is echter tijdelijk van aard en omdat de verschillende locaties gefaseerd worden aangelegd, blijven op het water en in de polders voldoende alternatieve rust- en foerageergebieden aanwezig waarnaar verstoorde vogels kunnen uitwijken. Het verstoringseffect kan verder worden verkleind door de waterlocaties aan te leggen in het zomerhalfjaar, wanneer de grote aantallen overwinterende vogels afwezig zijn, en door de landlocaties gefaseerd aan te leggen in de nazomer na het broedseizoen.

9 Literatuur

Akershoek K., F. Dijk & F. Schenk, 2005. Aanvaringsrisico's van vogels met moderne, grote windturbines. Studentenverslag van slachtofferonderzoek in drie windparken in Nederland. Studentenrapport Van Hall/WUR. Rapport 05-082. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Bach L., K. Handke & F. Sinning, 1999. Einfluss von windenergieanlagen auf die Verteilung von Brut- und Rastvögeln in Nordwest-Deutschland – Erste Auswertung verschiedener Untersuchungen. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und naturschutz, Band 4 Themenheft "Vögel und Windkräft", pp. 107-121. BUND, Bremen.

Barrios L., 1995. Effects of wind turbine power plants on the avifauna in the Campo de Gibraltar region. Summary of the final report. R. Marti (ed). Sociedad Espanola de Ornitologia (SEO/BirdLife), Madrid.

Becker P.H. & J-D. Ludwigs, 2004. Sterna hirundo Common Tern. BWP Update Volume 6. Nos 1 and 2: 91-137, Cambridge.

Bergen F., 2001. Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Dissertation. Ruhr Universität Bochum.

Bergh L.M.J. van den & A.L. Spaans, 1999. De mogelijke hinder van het agrarisch windpark Creil, Noordoostpolder, voor vogels. Notitie, Instituut voor Bos en Natuuronderzoek, afdeling Dierecologie, Wageningen.

Bergh L.M.J. van den & A.L. Spaans, 1993a. De mogelijke hinder van een 10MW windpark langs de Noordermeerdijk (NOP) voor vogels. IBN-rapport 027, Instituut voor Bos en Natuuronderzoek, Wageningen.

Bergh L.M.J. van den & A.L. Spaans, 1993b. De mogelijke hinder van een 8MW windpark langs de Zuidermeerdijk (NOP) voor vogels. IBN-rapport 028, Instituut voor Bos en Natuuronderzoek, Wageningen.

Bergh, L.M.J., A.L. Spaans & N.D. van Swelm, 2002. Lijnopstellingen van windturbines geen barrière voor voedselvluchten van meeuwen en sterns. Limosa 75: 25-32.

Beuker, D., W. Lengkeek, R.C. Fijn & H.A.M. Prinsen, 2009. Duikeenden nabij Windpark Lely, Medemblik. Beknopt veldonderzoek naar gedrag en voedselbeschikbaarheid. Rapport, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Brauneis W. von, 2000. Der EinfluB von Windkraftanlagen (WKA) auf die Avifauna, dargestellt insb. am Beispiel des Kranichs Grus grus. Ornithologische Metteilungen 52: 410-415.

Clemens T. & C. Lammen, 1995. Windkraftanlagen und Rastplätze von Küstenvogel in ein Nutzungskonflikt. Seevögel Zeitschrift Verein Jordsand, Hamburg: 34-38.

Delany, S. & D. Scott, 2002. Waterbird population estimates. Third edition. Wetlands International Global Series No. 12, Wageningen.

Van Dijk A.J., L. Dijksen, F. Hustings, K. Koffijberg, J. Schoppers, W. Teunissen, C. Van Turnhout, M.J.T. van der Weide, D. Zoetebier & C. Plate, 2005. Broedvogels in Nederland in 2003. SOVON-monitoringrapport 2005/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Dirksen S. & J. Beekman, 1991. Population size, breeding succes and distributiebon of Bewick's Swans Cygnus columbianus bewickii wintering in Europe in 1986-87. In: Sears, J., Bacon, P.J. (eds). Proceedings of the 3rd IWRB International Swan Symposium, Oxford 1989, Wildfowl Special Supplement No. 1, 120-124.

Dirksen S., A.L. Spaans, J. van der Winden & L.M.J. van den Bergh, 1996. Vogelhinder door windturbines. Landelijk onderzoekprogramma, deel 2: nachtelijke vlieghoogtemetingen in het IJsselmeergebied. Rapport 96.18, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Dirksen S., H. Schekkerman, J. van der Winden, M.J.M. Poot, R. Lensink, L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans, 1998. Slaaptrek van zwarte sterns en de windturbine op de sluizen van Den Oever. Rapport 98.57, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Dirksen S., R. Lensink, G.W.N.M. van Moorsel & J. van der Winden, 1999. Ecologische aspecten plaatsing zendmasten Delta Radio in de Noordzee. Twee notities. Rapport 99.28, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Van Eerden M.R., 1997. Patchwork. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. Van Zee tot Land 65, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Van Eerden, M.R., S. H. M. van Rijn & M. Roos, 2005. Ecologie en Ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer. Rapport RWS RIZA 2005.014, Lelystad.

Everaert J., 2003. Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeks¬resultaten en aanbevelingen. Oriolus 69: 145-155.

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, H.A.M. Prinsen, W. Tijsen & S. Dirksen, 2007. Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbine testpark in de Wieringermeer. Aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende vogels. Rapport 07-094, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Gerjets D., 1999. Annäherung wiesenbrütender Vögels an Windkraftanlagen. Ergbnisse einer Brutvogeluntersuchung in Nahbereich des Windparks Drochtersen. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 4: 49-52.

Haskoning, 1999. Projectnota/MER. Interprovinciaal Project Windpark Afsluitdijk (IPWA). Haskoning, Nijmegen.

Horch, P. & V. Keller, 2005. Windkraftanlagen und Vögel - ein Konflikt? Schweizerische Vogelwarte Sempach, Sempach.

Hötker H., K-M Thomsen & H. Köster, 2004. Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Michael-Otto-Institut, NABU.

Hunt W.G., R.E. Jackman, T.L. Hunt, D.E. Driscoll & L. Culp, 1998. A population Study of Golden Eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area: population trend analysis 1994-1997. Report to National Renewable Energy Laboratory, Predatory Bird Research Group, University of California, Santa Cruz.

Janssen, E.W.A., 2006. Windmolens NO-polder. Levering vogelgegevens. SOVON rapport GAS 2006-008. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Kaatz J., 2001. Zum Empfindlichkeit von singvögeln und Weißstorch gegenüber Windkraftanlagen. Vortag auf der Fachtagung "Windenergie und Vögel – Ausmaß und Bewältigungen eines Konfliktes" am 29/30-11-2001 in Berlin.

Koffijberg K., B. Voslamber & E. van Winden, 1997. Ganzen en zwanen in Nederland: overzicht van pleisterplaatsen in de periode 1985-1994. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Korn M. & E. Scherner, 2000. Raumnutzung von Feldlerchern (Alauda arvensis) in einem "Windpark". Natur und Landschaft 75: 74-75.

Krijgsveld K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, in press. Collision of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. Accepted for publication in Ardea.

Kruckenberg H. & J. Jaene, 1999. Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Blässgänse im Rheinland (Landkreis Leer, Niedersachsen). Natur und Landschaft 74: 420-424.

Leeuw J. de, 1997. Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. Van Zee tot Land 61, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Lekuona J. Ma, 2001. Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eolicos de navarra durante un ciclo annual. Direccion General de Medio Ambiente. Departamento de medio Ambiente, Ordenacion del Territorio y Viviends, Gobierno de Navarra.

Liefveld, W., H.A.M. Prinsen & J. van der Winden, 2009. Ecologische effecten van een oploopvoorziening nabij Windpark Noordoostpolder. Notitie, Bureau Waardenburg, Culemborg.

LNV, 2000. Aanwijzingsbesluit IJsselmeer als speciale beschermingszone inzake het behoud van de vogelstand. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Natuurbeheer. No. N/2000/333.

Lowther S., 1996. Impacts, mitigation and monitoring: a summary of current knowledge. in proceedings of the Birds and Windturbines: can they co-exist? Seminar, Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon, Cambs.

LWVT/SOVON, 2002. Vogeltrek over Nederland 1976 – 1993. Schuyt & Co, Haarlem.

LWVT / SOVON, 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Schuyt & co., Haarlem.

Musters C.J.M., G.J.C. van Zuylen & W.J. ter Keurs, 1991. Vogels en windmolens bij de Kreekraksluizen. Rapport vakgroep Biologie. Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.

Noordhuis R., 2000. Biologische monitoring Zoete Rijkswateren. Watersysteem rapportage IJsselmeer en Markermeer. Riza Rapport 2000.050, Lelystad.

Noordhuis, R., 2006. Klimaat of lokale voedselbeschikbaarheid? Watervogeltrends maken ontrafeling van sturende factoren mogelijk. SOVON-nieuws 19 (3):5-6.

Oving, B., 1989. De trek van eenden en steltlopers langs de IJsselmeerkust-Noordoostpolder. Rapport in eigen beheer, Veendam.

Percival, S., 2005. Birds and windfarms: what are the real issues? British Birds 98: 194-204.

Petersen B.S. & H. Nøhr, 1989. Konsekvenser for fuglelivet ved etableringen af mindre vindmøller. Rapport. Ornis Consult, Kopenhagen.

Pettersson J., 2005. The impact of offshore wind farms on bird life in Southern Kalmar Sound, Sweden. A final report based on studies 1999 – 2003. Swedish Energy Agency, Lund University.

Poot M.J.M., M. van Wouwe & T.J. Boudewijn, 1999. Onderzoek van vliegbewegingen van watervogels rond het Hollandsch Diep, de Sliedrechtse Biesbosch en spaarbekkens de Grote Rug en Beerenplaat. Rapport 01.072, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Poot M.J.M., A.L. Spaans & S. Dirksen, 2000. Risicoanalyse effecten van het Multi Megawatt Testpark in de Wieringermeer op vogels. Rapport 00-044, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Poot M.J.M., J. van der Winden, H. Schekkerman & S.M.J. van Lieshout, 2002. Nachtelijke seizoenstrek langs de Afsluitdijk. Veldonderzoek met behulp van

radar naar frequentie, hoogteverdelingen en horizontale gradiënten. Rapport 02-005, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Rees E.C., 1990. Bewick's Swans: Their feeding ecology and non-existente with other grazing anatidae. Journal of Applied Ecology 27: 939-951.

Reichenbach M., K.-M. Exo, C. Ketzenberg & M. Castor, 2000. Einfluß von Windkraftan-lagen auf Brutvögel – Sanfte Energie im Konflikt mit dem Naturschutz. Teilprojekt Brutvögel. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Stiftung für Bildung und Behindertenförderung GmbH.

Roomen, M. van, E. van Winden & J. Nienhuis, 2004. Midwintertellingen januari 2003. Europese verschuivingen door klimaatveranderingen? SOVON-nieuws 17 (1): 9-10.

Roomen M. van, E. van Winden, F. Hustings, K. Koffijberg, R, Kleefstra, SOVON Ganzen- en zwanenwerkgroep & L. Soldaat, 2005. Watervogels in Nederland in 2003/2004. SOVON-monitoringrapport 2005/03, RIZA-rapport BM05/15, SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Schekkerman, H., J. van der Winden, H.A.M. Prinsen & P.W. van Horssen ongepubliceerd. Vogels en windenergieontwikkeling langs de dijken van de Noordoostpolder. Effectbeoordeling ten behoeve van de MER'en Windenergie in de Noordoostpolder. Intern rapport Alterra/Bureau Waardenburg bv, Wageningen/Culemborg.

Schekkerman H., L.M.J. van den Bergh, K. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeerdijk. Alterra, Wageningen.

Schreiber M., 1993. Windkraftanlagen und Watvogel-Rastplatze, Storungen und Rastplatzwahl von Brachvogel und Goldregenpfeifer. Natur und Landschaft 25: 133-139.

Sinning F., 1999. Ergebnisse von Brut- und Rastvogeluntersuchungen im Bereich des Jade-Windparks und DEWI-Testfeldes in Wilhelmshaven. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Bd. 4: 61-70.

SOVON Vogelonderzoek Nederland, 2002. Atlas van de Nederlandse Broedvogels 1998-2000. Nederlandse Fauna 5. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij en European Invertabrate Survey, Leiden.

SOVON & CBS, 2005. Trends in het Nederlandse Natura 2000 netwerk. SOVON-informatierapport 2005/09. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Spaans A.L., J. van der Winden, R. Lensink, L.M.J. van den Bergh & S. Dirksen, 1998. Vogelhinder door windturbines. Landelijk onderzoekprogramma, deel 4: nachtelijke vliegbewegingen en vlieghoogtes langs de Afsluitdijk. Rapport 98.15, Bureau Waardenburg bv, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.

Steunpunt Natura 2000, 2009. Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. Versie 7 juli 2009. Intern werkdocument, Regiebureau Natura 2000, Utrecht.

Thelander C.G., K.S. Smallwood & L. Rugge, 2003. Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Pass Wind Resource Area. Report to the National Renewable Energy Laboratory.

Tucker V.A., 1996. A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. Journal of Solar Energy Engineering 118: 253-262.

Tulp I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P. van Horssen, S. Dirksen & A.L. Spaans, 1999a. Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind farm Tunø Knob in the Kattegat. IBN-DLO rapport 99.30.

Tulp I., L.M.J. van den Bergh, S. Dirksen & H. Schekkerman, 1999b. Nachtelijke vliegbewegingen toppers bij de Afsluitdijk. Aanvullend onderzoek ten behoeve van MER IPWA (samen met IBN-DLO). Rapport 99.18, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Van Gils J.A. & W. Tijsen, 2007. Short-term foraging costs and long-term fueling rates in central-place foraging swans revealed by giving-up exploitation times. American Naturalist 169: 609-620.

Verbeek, R.G., R.R. Smits, D. Beuker & H.A.M. Prinsen, 2008. Verspreiding van toppers en enkele andere eendensoorten langs de kust van de Noordoostpolder, winter 2007/2008. Rapport 08-074, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Walter G. & H. Brux, 1999. Erste Ergebnisse eines dreijährigen Brut- und Gastvogelmonitorings (1994-1997) im Einzugsbereich von zwei Windparks im Landkreis Cuxhaven. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Bd. 4: 81-106.

Winden J. van der, H.A.M. Prinsen, P.W. van Horssen & M. van der Valk, 2006. Effecten op vogels en overige fauna van het Windpark Wieringermeerdijk. Beoordeling van effecten op natuurwaarden in het kader van de Vogelrichtlijn, EHS en Flora- en faunawet. Rapport 05-182, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Winden J. van der, A.L. Spaans, I. Tulp, B. Verboom, R. Lensink, D.A. Jonkers , R.J.W van de Haterd & S. Dirksen, 1999. Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk. Bureau Waardenburg rapport nr. 99.002. Bureau Waardenburg, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.

Winden J. van der, G.W.N.M. van Moorsel & S. Dirksen, 1997. Near-Shore Windenergie, voorstudie locatieselectie: Deelstudie Ecologie. Rapport 97.15, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Winden, J. van der, S. Dirksen, L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans, 1996. Nachtelijke vliegbewegingen van duikeenden bij het windpark Lely in het IJsselmeer. Rapport 96.34, Bureau Waardenburg bv/IBN-DLO, Culemborg.

Winkelman J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Winkelman, J.E., F.H. Kistenkas & M.J. Epe, 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra-rapport 1780, Alterra, Wageningen.

Winkelman J.E., 1992a. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: aanvaringsslachtoffers. RIN-rapport 92/2. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.

Winkelman J.E., 1992b. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 2: nachtelijke aanvaringskansen. RIN-rap-port 92/3. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.

Winkelman J.E., 1992c. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 3: aanvlieggedrag overdag. RIN-rapport 92/4. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.

Winkelman J.E., 1992d. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 4: verstoringsonderzoek. RIN-rapport 92/5. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.

Winter E., 1994. Verspreiding in ruimte en tijd van visetende vogels in het IJsselmeergebied in relatie tot de visstand. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, Directie Flevoland, Lelystad.

Witte R.H. & S.M.J. van Lieshout, 2003. Effecten van windturbines op vogels. Een overzicht van bestaande literatuur. Rapport 03-046, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Bijlage 1 Rekenroutes slachtoffers

De berekeningen bij schattingen van aantal aanvaringsslachtoffers in windparken

versie 02, juli/augustus 2005
Bureau Waardenburg

Onderstaande tekst is een interne notitie, waarin vastgelegd is hoe in projecten met deze berekeningen moet worden omgegaan. Deze tekst kan, als dat gewenst is, als bijlage aan rapporten worden toegevoegd zodat verantwoord wordt hoe deze berekeningen in het betreffende project zijn uitgevoerd. De berekeningswijzen zijn (nog) niet in een apart artikel of andere publicatie gepubliceerd.

In voorbije projecten zijn door Bureau Waardenburg twee berekeningswijzen gebruikt, die beide mogelijk zijn. De eerste maakt gebruik van het aantal aanvaringsslachtoffers per turbine per dag, geeft relatief goede uitkomsten maar is een totaal voor alle soorten samen. De tweede maakt gebruik van de aanvaringskans voor vogels die een windpark kruisen. In beide 'routes' werd vanuit gegevens voor kleinere turbines geëxtrapoleerd naar grotere turbines. Daarbij werd gebruik gemaakt van een correctie op basis van Tucker (1996), die liet zien dat verder van de as van de rotor de aanvaringskans afneemt – en dat een groter rotoroppervlak dus niet evenredig tot meer aanvaringsslachtoffers zal leiden.

In deze nieuwe versie van een eerdere interne notitie zijn de resultaten opgenomen van recent onderzoek aan aantallen aanvaringsslachtoffers bij drie Nederlandse windparken met huidige generatie grote windturbines. Deze gegevens, aangevuld met resultaten verzameld op andere locaties in Nederland en België, maken in de eerste wijze van berekenen ('Route 1') het gebruik van een 'correctie op basis van Tucker (1996)' overbodig. Route 1 is dus aanzienlijk veranderd. In Route 2 is de correctie die nodig is om aantallen slachtoffers bij grotere rotoroppervlaktes te voorspellen, ontleend aan de in Route 1 bepaalde empirische relatie. Ook hier is dus de 'correctie op basis van Tucker (1996)' overbodig geworden.

Route 1 Berekening op basis totaal aantal slachtoffers per turbine

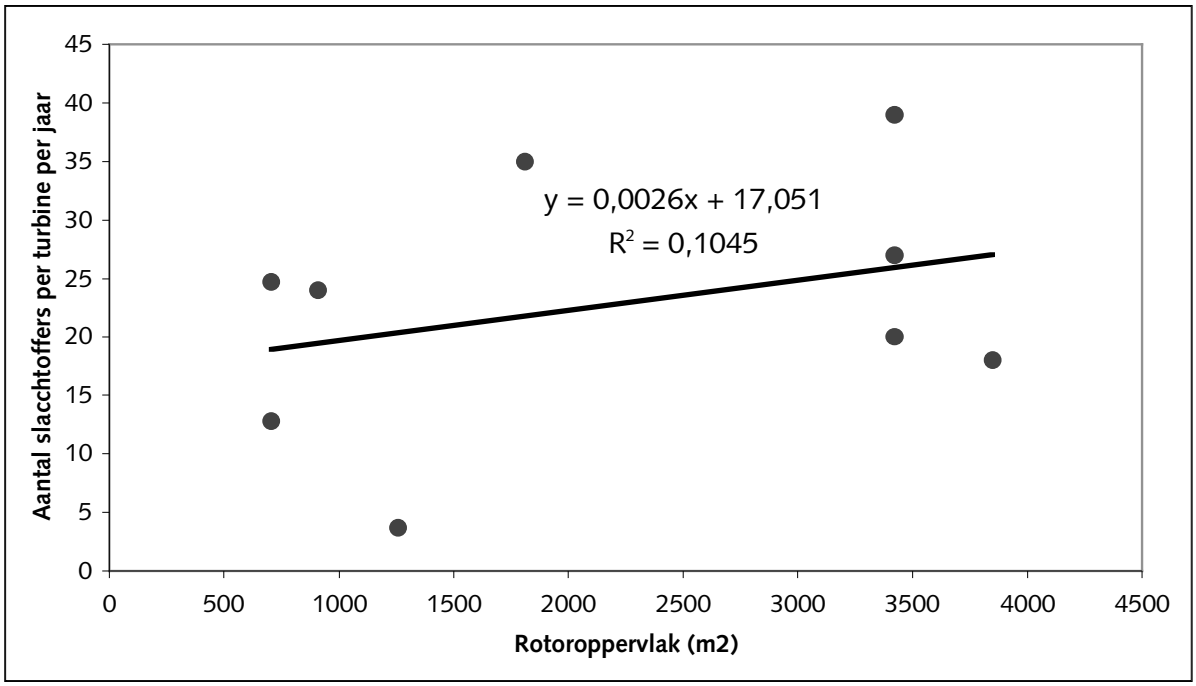
Winkelman (1992a) vond 0,09 slachtoffer dag^{-1} turbine $^{-1}$ in Oosterbierum. De turbines hadden een ashoogte van 35 m, een rotordiameter van 30 m en een rotoroppervlak van 707 m^2. Het windpark had 18 turbines van dit type. Inmiddels beschikken we over op vergelijkbare wijze verzamelde getallen uit een aantal windparken in Nederland en België. Hoewel waarschijnlijk meerdere karakteristieken van een windturbine de aanvaringskans voor een vogel bepalen, is rotoroppervlak ongetwijfeld de belangrijkste en zeker ook een indicator voor andere relevante kenmerken (hoogte, draaisnelheid etc.). Daarom zijn de in de verschillende studies gevonden aantallen uitgezet tegen rotoroppervlak.

Een groter rotoroppervlak leidt tot meer aanvaringsslachtoffers. Tucker (1996) maakte reeds aannemelijk dat de aanvaringskans niet evenredig toeneemt met de toename van het rotoroppervlak. Uit verschillende veldstudies waarin slachtofferaantallen werden vastgesteld kan deze toename geschat worden. Hiervoor is in de literatuur gezocht naar veldstudies waarin de gevonden aantallen slachtoffers gecorrigeerd werden voor zoekefficiëntie, predatiedruk (verdwijnkans), aantal zoekdagen en type zoekgebied. De volgende studies werden hiervoor geselecteerd: Oosterbierum (periode 1986-91); Urk (periode 1987-1989), Kreekraksluizen (1991), Oostdam Zeebrugge (2002), Boudewijnkanaal, Brugge (2002), Schelle, Schelde (2002), Waterkaaptocht, Groettocht, Jaap Rodenburg (2004) (Winkelman 1989, 1992, Everaert 2003, Akershoek *et al.* 2005, Krijgsveld *et al.* in prep.). Op basis van deze studies is de relatie berekend tussen het rotoroppervlak en het aantal slachtoffers, hetgeen gebruikt kan worden om het aantal slachtoffers te voorspellen voor turbines groter dan 1,5 MW. De relatie is:

$$N_S = 0{,}0026 * O_r + 17{,}051$$

waarin:
N_S aantal vogelslachtoffers per jaar per turbine
O_r het rotoroppervlak van de te gebruiken turbine (volgens r^2)

De achtergrond van de gebruikte regressie is te vinden in figuur 1.



Figuur 1. Verband tussen rotoroppervlak en het vastgesteld (inclusief correcties, zie tekst) aantal vogelslachtoffers per turbine per jaar.

Het berekenen van het aantal slachtoffers voor een andere turbine op een andere plaats vraagt vervolgens gegevens dan wel aannames op de volgende punten:

- omvang en samenstelling van de flux aan vliegende vogels op die andere plaats ten opzichte van wat er door de voor de regressie gebruikte windparken vloog; dit kan leiden tot een te motiveren correctie (zie eind document voor informatie over flux in Oosterbierum en Wieringermeer/Almere);
- informatie over vogel-samenstelling van de flux. Voor Oosterbierum kon een opsplitsing gemaakt worden binnen de 0,09 slachtoffer per dag per turbine zoals die werd vastgesteld: in MER IPWA (Van der Winden *et al*. 1999, p 184-187) is gemotiveerd dat 0,045 slachtoffer per dag per turbine toe te schrijven zou zijn aan seizoenstrek en hetzelfde aantal aan lokale vliegbewegingen, steeds in perioden waarin deze bewegingen optreden.

Voor een windpark met meer turbines moet N_S vermenigvuldigd worden met het aantal turbines.

Route 2 Berekening op basis aanvaringskansen voor door het windpark vliegende vogels

Winkelman (1992, tabel 12a) geeft voor enkele soortgroepen het aanvaringspercentage voor de vogels die in het donker door het windpark vlogen. Hierbij zijn de in haar onderzoek gevonden 'mogelijke' aanvaringsslachtoffers in de berekeningen meegenomen. De waarden worden als gemiddelde en als maximum van een 95%-betrouwbaarheidsinterval gegeven. De waarden zijn als volgt:

soortgroep	gemiddelde aanvaringskans	max. 95% betr. int.
eenden	0,04%	0,09%
meeuwen	0,16%	0,37%
steltlopers	0,06%	0,13%
zangvogels	0,28%	0,64%
gemiddeld over de vier groepen	0,14%	0,31%
alle vogels samen[1]	0,17%	0,40%

[1]dit is gewogen gemiddelde over de soortgroepen)

Deze aanvaringskansen in het donker kunnen, samen met gegevens over het aantal vogels dat in het donker door het park dan wel over de locatie van het toekomstige park, vliegt, gebruikt worden om het aantal aanvaringsslachtoffers te schatten. Gezien de onzekerheden in dit soort getallen en het voorzorgsbeginsel werken wij met het maximum van het betrouwbaarheidsinterval.

Overdag vallen weinig aanvaringsslachtoffers, maar het gebeurt wel. Afhankelijk van de situatie (vogelsoorten, aantallen, gedrag) moet hier apart op worden ingegaan. In Route 1 zijn deze aanvaringen overigens uiteraard al verdisconteerd, maar niet per soort(groep) opgesplitst. Voor berekening via Route 2 moet een aanvaringskans worden bepaald aan de hand van beschikbare literatuur – en die keus moet in het rapport worden gemotiveerd. Wanneer het om weinig vogels gaat en/of zodanig gedrag dat aanvaringskansen heel klein zullen zijn, dan kan worden volstaan met Route 2 zoals hier beschreven en de constatering dat gebruik van het maximum van het betrouwbaarheidsinterval voor de nachtelijke aanvaringsslachtoffers bijschatten voor dit zeer kleine aantal overbodig maakt.

Het berekenen van het aantal slachtoffers voor een turbine (op een andere plaats dan Oosterbierum) vraagt gegevens dan wel aannames op de volgende punten:

- het totale rotoroppervlak van alle turbines in het park ten opzichte van het totale (verticale) vlak van het windpark
- omvang en samenstelling van de flux aan vliegende vogels

Correctie voor turbinegrootte
Een groter rotoroppervlak leidt tot meer aanvaringsslachtoffers, echter niet evenredig met de toename van het rotoroppervlak. Op basis van de empirische relatie die is afgeleid en toegelicht onder Route 1 kan een correctiefactor worden berekend. Dit leidt tot een 'gecorrigeerd' rotoroppervlak, waarbij het nieuwe rotoroppervlak relatief wordt uitgedrukt ten opzichte van dat van de turbines te Oosterbierum.

$O_{rc} = (0{,}0001\ O_r + 0{,}9026) * 706{,}9$

waarin:
O_{rc} 'gecorrigeerd' (effectief) rotoroppervlak
O_r het rotoroppervlak van de te gebruiken turbine (volgens r^2)
706,9 het rotoroppervlak van de turbines in Oosterbierum tijdens het onderzoek van Winkelman (1992a)

De **complete berekening** is dan als volgt:

$N_{swp} = A * C_r * C_{eff} * N_d * N_v$

waarin:
N_{swp} aantal slachtoffers in het park (per periode zie N_d, per soortgroep zie A)
A aanvaringskans (uit Winkelman 1992a, zie boven)
C_r correctie voor het verschil in totaal rotoroppervlak in verhouding tot het verticale vlak van het windpark (lengte * hoogte) ten opzichte van Oosterbierum
C_{eff} $= O_{rc} / O_r$
hier wordt het gecorrigeerde rotoroppervlak gedeeld door het werkelijke rotoroppervlak van de te gebruiken turbine; de overblijvende factor is dus kleiner dan 1 zodat een (relatieve) verlaging optreedt in de aanvaringskans voor het rotoroppervlak als totaal
N_d aantal dagen met betreffende vliegbewegingen
N_v aantal passages van vogels per dag door het windpark
$N_d * N_v$ = het totale aantal vogels per periode (jaar, seizoen)

Toelichting
$N_d * N_v$ is is de totale flux over een periode. Deze wordt geschat of gemeten in de nulsituatie. Bij gebruik van die gegevens zijn enkele volgende punten van belang.

Uitwijking
Er zijn een (beperkt) aantal studies, waaruit duidelijk is dat vogels in daglicht en in het donker uitwijken voor (draaiende) turbines. De in een situatie zonder turbines vastgestelde aantallen/flux zullen dus voor een schatting van slachtofferaantallen moeten worden gecorrigeerd voor deze uitwijking. Voor duikeenden kan worden aangehouden dat 75% van de vogels om een lijn of park heen vliegt (Windpark Lely:

'bijna 80%', Tunø Knob niet op deze manier uitgedrukt, Utgrunden 'eidereenden vlogen in het algemeen niet binnen 1 km van de turbines'), voor andere soorten is minder makkelijk een hard getal te geven (50% bij 1 turbine in zee in Zweden; zwarte sterns Den Oever). Voorlopig zal per geval moeten worden gemotiveerd wat onze keus is, maar 50% lijkt wel de ondergrens: waarschijnlijk wijkt meestal meer dan 50% van de vogels uit.

Hoogteverdeling
De flux moet worden 'toebedeeld' aan een bepaalde range in vlieghoogtes. Lokaal kunnen er overwegingen zijn om aan te nemen dat (ook) lokale vliegbewegingen zich uitstrekken boven de 150 m vlieghoogte die in open landschappen in het verleden op basis van ons eigen onderzoek gehanteerd is als' bovengrens' voor zich dagelijks lokaal verplaatsende vogels. Dit moet worden gecombineerd met de verticale range voor het park die voor C_r wordt aangehouden.

Dagelijkse vluchten
Nagegaan moet worden of de vogels 's ochtends en 's avonds over de locatie vliegen, en of dit al dan niet in het donker plaatsvindt.

Correctie voor flux: t.o.v. Oosterbierum, Wieringermeer/Almere

Oosterbierum
Oosterbierum ligt langs de kust, maar niet direct langs de Waddendijk. Er zal hier dus geen sprake zijn van gestuwde seizoenstrek. Waar dat wel het geval is, moet de correctie voor flux (C_f) zeker >1 zijn.

Rond Oosterbierum waren van verschillende soorten lokale vliegbewegingen. Wanneer echter een park bekeken wordt dat in geconcentreerde dagelijkse vliegbewegingen ligt moet eveneens $C_f > 1$ zijn.

Om een indruk te krijgen van de aantallen vliegbewegingen door Windpark Oosterbierum is het oorspronkelijke rapport van Winkelman (192) nog eens doorgelopen. De getallen op blz. 36-38 en tabel 12a in Winkelman (1992a) leiden tot de volgende waarden:
periode half sep – half nov 1386 vogelvliegbewegingen door het park per nacht
periode half sep – half nov 13.107 vogelvliegbewegingen door het park per 24 uur
Deze getallen kunnen als indicatie gebruikt worden bij het bepalen van C_f. Een exacte correctie voor fluxen is hier niet van toepassing – als je een goed flux-getal hebt pas je route 2 (zie verder) toe. C_f zal dus altijd een globale schatting zijn.

Wieringermeer/Almere
In Krijgsveld et al. (*in prep.*) staat het volgende over de flux en aanvaringskansen in deze windparken:

Bird flux (flight movements per hour or night per vertical km^2) through the wind farms was highest during the fall migration period in October. In November and December flux became increasingly less (figure 3). The flux of birds passing the wind farms at rotor height (0-135m) was 3948 echoes per night per km^2 on average (sd ± 4124) at Waterkaaptocht, 4416 (sd ± 2711) at Groettocht and 3056 (sd ± 2759) at Jaap Rodenburg. Migration was seen at altitudes of 50 m and up. The majority of birds in the lower air layers (up to 1000 m) flew above rotor height (figure 4).

The collision risk of birds with turbines was calculated from the number of victims found and the flux of birds (flux up to 135 m altitude per dark period per surface area of the farm). Based on the average of 0.08 victims per turbine per night, collision risk was 0.12% on average. Of all migrating birds that were passing the wind farm area, the majority passed well above the turbines (figure 4). Of those birds passing the wind farms at or below rotor height at night, as many as 83 % were migrating birds (average flux in October minus that in December), whereas only three out of 11 victims were migrating birds (two goldcrests and a redwing). Thus, taking into account this comparatively high flux and low number of victims, the actual collision risk of migrating birds was far lower: 0.01 %. Collision risk of local birds flying in the dark period was 0.14 % on average (based on average flux in December).

NB: de flux wordt noodgedwongen (radar in plaats van warmtebeeldcamera) anders weergegeven.

De uiteindelijke aanvaringskans voor alle vogels samen is in dezelfde orde van grootte als gevonden in Oosterbierum (zie tabel in Route 2).

Bijlage 2 Potentieel aantal verstoorde vogels

Weergegeven is het berekende aantal potentieel verstoorde vogels per variant per jaar. Voor werkwijze en aannamen wordt verwezen naar hoofdstuk 2. De hier gepresenteerde aantallen zijn in §6.3 bijgesteld op basis van een deskundigenoordeel.

scenario 2-4 MW turbines gehele park

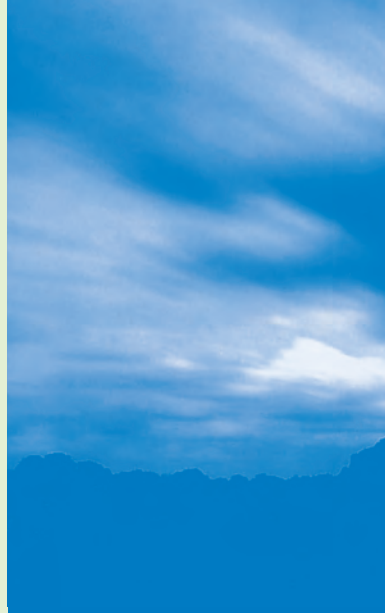
	Totale Windpark NOP			Noordermeerdijk			Westermeerdijk			Zuidermeerdijk	
										(55m)	*(15m)*
	(aantallen afgerond)				2-3 MW	3-4 MW		2-3 MW	3-4 MW	**2-3 MW**	*2-3 MW*
	130	60	70	**36**	20	16	**70**	28	42	**12**	*12*
	4D	4D	4D	**4D**	4D	4D	**4D**	4D	4D	**4D**	*4D*
soort	totaal	binnen	buiten	**totaal**	**binnen**	**buiten**	**totaal**	**binnen**	**buiten**	**binnen**	*binnen*
fuut	**50-65**	0	50-65	8	0	7-10	40-55	0	40-55	0	*0*
aalscholver	**16**	0	16	8	0	8	8	0	8	0	*0*
kleine zwaan	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
toendrarietgans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
kolgans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
grauwe gans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
brandgans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
smient	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
krakeend	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
wintertaling	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
wilde eend	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
tafeleend	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
kuifeend	**10tallen**	10tallen	0	200-250	200-250	0	170-200	170-200	0	150	*485*
toppereend	**0**	0	0	150-210	0	150-210	375-525	0	375-525	0	*0*
brilduiker	**20-25**	0	20-25	5	0	5	15-20	0	15-20	0	*0*
nonnetje	**25-35**	0	25-35	25-35	0	25-35	0	0	0	0	*0*
grotezaagbek	**12**	0	12	7	0	7	5	0	5	0	*0*
meerkoet	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
goudplevier	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*

scenario 5-8 MW turbines gehele park

	Totale Windpark NOP			Noordermeerdijk			Westermeerdijk			Zuidermeerdijk	
										(55m)	(15m)
	(aantallen afgerond)				5-8 MW	5-8 MW		5-8 MW	5-8 MW	5-8 MW	*5-8 MW*
	76	31	45	**22**	11	11	**42**	14	28	**6**	*6*
	5D	5D	5D	**5D**	5D	5D	**5D**	5D	5D	**5D**	*5D*
soort	**totaal**	**binnen**	**buiten**	**totaal**	**binnen**	**buiten**	**totaal**	**binnen**	**buiten**	**binnen**	*binnen*
fuut	**32**	0	32	6	0	6	26	0	26	0	*0*
aalscholver	**12**	0	12	6	0	6	6	0	6	0	*0*
kleine zwaan	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
toendrarietgans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
kolgans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
grauwe gans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
brandgans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
smient	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
krakeend	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
wintertaling	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
wilde eend	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
tafeleend	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
kuifeend	**10tal**	10tal	0	110	110	0	90	90	0	60	*190*
toppereend	**0**	0	0	100-140	0	100-140	255	0	255	0	*0*
brilduiker	**15**	0	15	3	0	3	10	0	10	0	*0*
nonnetje	**21**	0	21	20	0	20	1	0	1	0	*0*
grotezaagbek	**8**	0	8	5	0	5	3	0	3	0	*0*
meerkoet	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
goudplevier	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*

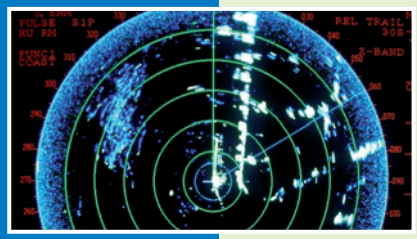
scenario 2-4 MW turbines buiten en 5-8 MW turbines binnen

	Totale Windpark NOP			Noordermeerdijk			Westermeerdijk			Zuidermeerdijk	
										(55m)	(15m)
	(aantallen afgerond)				5-8 MW	3-4 MW		5-8 MW	3-4 MW	5-8 MW	5-8 MW
	95	31	64	**36**	11	16	**70**	14	42	**6**	*6*
		5D	4D	**4D**	5D	4D	**4D**	5D	4D	**5D**	*5D*
soort	totaal	binnen	buiten	**totaal**	**binnen**	**buiten**	**totaal**	**binnen**	**buiten**	**binnen**	*binnen*
fuut	**45-65**	0	45-65	7-10	0	7-10	40-55	0	40-55	0	*0*
aalscholver	**15**	0	15	8	0	8	8	0	8	0	*0*
kleine zwaan	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
toendrarietgans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
kolgans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
grauwe gans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
brandgans	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
smient	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
krakeend	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
wintertaling	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
wilde eend	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
tafeleend	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
kuifeend	**10tal**	10tal	0	110	110	0	90	90	0	60	*190*
toppereend	**0**	0	0	150-210	0	150-210	375-525	0	375-525	0	*0*
brilduiker	**20-25**	0	20-25	5	0	4	15-20	0	15-20	0	*0*
nonnetje	**25-35**	0	25-35	25-35	0	25-35	0-1	0	0-1	0	*0*
grotezaagbek	**12**	0	12	7	0	7	5	0	5	0	*0*
meerkoet	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
goudplevier	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849
E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl

Verspreiding van toppers en enkele andere eendensoorten langs de kust van de Noordoostpolder, winter 2007/2008



R.G. Verbeek
R.R. Smits
D. Beuker
H.A.M. Prinsen

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Verspreiding van toppers en enkele andere eendensoorten langs de kust van de Noordoostpolder, winter 2007/2008

R.G. Verbeek
R.R. Smits
D. Beuker
H.A.M. Prinsen

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

opdrachtgever: Koepel Windenergie Noordoostpolder

16 oktober 2008
rapport nr. 08-074

Status uitgave:	Eindrapport
Rapport nr.:	08-074
Datum uitgave:	16 oktober 2008
Titel:	Verspreiding van toppers en enkele andere eendensoorten langs de kust van de Noordoostpolder, winter 2007/2008
Samenstellers:	ing. R.G.Verbeek drs. R.R. Smits D. Beuker drs. H.A.M. Prinsen
Aantal pagina's inclusief bijlagen:	32
Project nr.:	07-425
Projectleider:	drs. H.A.M. Prinsen
Naam en adres opdrachtgever:	Koepel Windenergie Noordoostpolder Postbus 1063 8300BB Emmeloord
Referentie opdrachtgever:	Brief met kenmerk JWL/07-045, d.d. 11 december 2007
Akkoord voor uitgave:	Teamleider vogelecologie drs. J. van der Winden
Paraaf:	

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Koepel Windenergie Noordoostpolder

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder vooraf-gaande schrif-telijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2000.

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849

e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Voorwoord

De Koepel Windenergie Noordoostpolder (kortweg: De Koepel) onderzoekt de mogelijkheid om langs de IJsselmeerkust van de Noordoostpolder een grootschalig windpark te realiseren bestaande uit buitendijkse en binnendijkse lijnopstellingen. In het voor dit plan opgestelde MER is beargumenteerd waarom niet is uit te sluiten dat het geplande windpark bij de Noordoostpolder mogelijk significant negatieve effecten heeft op de daar verblijvende toppers. Het is echter momenteel onbekend waar precies concentraties van toppers overdag langs de dijk van de Noordoostpolder rusten of foerageren. Deze leemten in kennis maken het moeilijk om het effect van het geplande windpark te voorspellen. Aan Bureau Waardenburg is daarom de opdracht verleend om, in aanvulling op bestaande tellingen, een veldonderzoek te verrichten naar de verspreiding en vliegbewegingen van de topper in en nabij het plangebied van het windpark. Het voorliggende rapport beschrijft de resultaten van dit veldonderzoek en plaatst deze in de context van telresultaten van het gehele IJsselmeer.

Het veldonderzoek en voorliggende rapportage is uitgevoerd door het volgende projectteam van Bureau Waardenburg:
Veldonderzoek: Ralph Smits, Daniël Beuker, Rogier Verbeek, Robert-Jan Jonkvorst, Hein Prinsen en Jan van der Winden
Rapportage: Rogier Verbeek en Hein Prinsen
GIS ondersteuning: Lieuwe Anema
Projectleiding: Hein Prinsen
Jan van der Winden voorzag een eerdere versie van dit rapport van commentaar.

Stef van Rijn en Mervyn Roos van Rijkswaterstaat Waterdienst worden hartelijk bedankt voor het specifiek voor dit onderzoek gedetailleerd intekenen van groepen toppers die werden waargenomen in het IJsselmeer tijdens maandelijkse tellingen met een vliegtuig in winter 2007/2008, het snel beschikbaar stellen van deze telgegevens en het delen van hun kennis met betrekking tot het voorkomen en de verspreiding van toppers in het IJsselmeergebied.

Hein Polman (Waterschap Zuiderzeeland) wordt bedankt voor het regelen van de toegang tot de waterkerende dijk van de Noordoostpolder.

Het veldonderzoek werd vanuit De Koepel prettig begeleid door Hans Rijntalder, waarvoor dank.

Inhoud

Voorwoord 3
1 Inleiding 7
1.1 Aanleiding 7
1.2 Doelstelling 8
2 Materiaal en methoden 9
2.1 Veldonderzoek 9
2.2 Tellingen vanuit het vliegtuig 10
2.3 Literatuurgegevens 10
3 Resultaten 11
3.1 Topper 11
3.2 Kuifeend 15
3.3 Tafeleend 16
3.4 Grote zaagbek 17
3.5 Nonnetje 17
3.6 Brilduiker 17
4 Discussie en conclusies 19
4.1 Aantallen en locaties van rustende toppers bij de Noordoostpolder 19
4.2 Mogelijke foerageergebieden van toppers nabij het plangebied 20
4.3 Aantallen toppers in het IJsselmeergebied 20
4.4 Conclusies topper in relatie tot het geplande Windpark Noordoostpolder 22
5 Literatuur 23
Bijlage 1 Soortkaarten 25

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Koepel Windenergie Noordoostpolder (kortweg: De Koepel) onderzoekt de mogelijkheid om langs de IJsselmeerkust van de Noordoostpolder een grootschalig windpark te realiseren. Het betreft drie buitendijkse lijnopstellingen langs de Noordermeer- en Westermeerdijk en drie binnendijkse lijnopstellingen langs de Noordermeer-, Westermeer- en Zuidermeerdijk. De bestaande lijnopstellingen langs de Westermeerdijk (figuur 1.1) en Zuidermeerdijk worden bij realisatie beiden vervangen door de nieuwe opstellingen. In het kader van deze plannen is het MER 'Windenergie in de Noordoostpolder' (Royal Haskoning 2007) geschreven.

Het IJsselmeergebied is aangewezen als Natura 2000-gebied. De topper is één van de soorten waar het IJsselmeergebied voor is aangewezen. In het MER is beargumenteerd waarom niet is uit te sluiten dat het geplande windpark bij de Noordoostpolder mogelijk significant negatieve effecten heeft op de daar verblijvende toppers. Daarnaast kan het geplande windpark ook belangrijke negatieve effecten hebben op nonnetje. In het MER zijn de effecten getoetst aan het aanwijsbesluit behorende bij de aanwijzing van het IJsselmeer als Vogelrichtlijngebied (LNV 2000) en (nog) niet aan de in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 geformuleerde (concept)-instandhoudingsdoelen.

Figuur 1.1 De bestaande windturbineopstelling langs de Westermeerdijk van de Noordoostpolder.

Het is momenteel onbekend waar precies concentraties van toppers overdag langs de Noorder- en Westermeerdijk of verder uit de kust van het IJsselmeer rusten. Eveneens is onbekend waar de belangrijkste foerageergebieden van deze duikeend liggen. Dergelijke informatie is niet af te leiden uit de bestaande telgegevens die maandelijks worden verzameld door Rijkswaterstaat Waterdienst (vliegtuigtellingen) en door vrijwilligers tijdens maandelijkse watervogeltellingen vanaf het land (gecoördineerd door SOVON Vogelonderzoek Nederland). Deze leemten in kennis maken het moeilijk om het effect van het geplande windpark te voorspellen. Aan Bureau Waardenburg is daarom de opdracht verleend om, in aanvulling op bestaande tellingen, een veldonderzoek te verrichten naar de verspreiding en vliegbewegingen van de topper in en nabij het plangebied van het windpark.

1.2 Doelstelling

De hoofddoelstelling van het veldonderzoek was de vraag te beantwoorden of er buiten de locatie van het geplande windpark alternatieve rustgebieden voorhanden zijn voor de topper. Het onderzoek richtte zich daarom met name op de vragen:

- Waar bevinden zich overdag groepen (rustende) toppers en welke omvang kennen deze?;
- Wanneer en waar naar toe vindt het uitvliegen van deze rustende toppers naar de foerageergebieden plaats?.

2 Materiaal en methoden

2.1 Veldonderzoek

Als aanvulling op de reguliere maandelijkse tellingen vanuit een vliegtuig, zijn in de periode december 2007 t/m februari 2008 in totaal zeven veldbezoeken aan het plangebied gebracht (tabel 2.1). Tijdens deze bezoeken zijn vanaf de vaste wal alle toppers langs de Wester- en Noordermeerdijk gekarteerd. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen rustende, foeragerende en (op)vliegende exemplaren. Deze zijn ingetekend op veldformulieren en kaarten. Locatiebepaling van groepen heeft door middel van GPS (Global Positioning System) plaatsgevonden. Schatting van de afstand van groepen eenden ten opzichte van de Wester- of Noordermeerdijk vond waar nodig plaats door middel van een kruismeting.
Indien de tijd het toeliet, zijn ook waarnemingen van een aantal andere eendensoorten genoteerd. Dit betreft de soorten kuifeend, tafeleend, nonnetje, grote zaagbek en brilduiker. In onderhavig rapport zijn van deze soorten ook verspreidingskaarten opgenomen (bijlage 1) en wordt in hoofdstuk 3 beknopt de resultaten beschreven. Op 27 december zijn de overige eendensoorten (kuifeend, tafeleend, grote zaagbek, nonnetje en brilduiker) alleen langs de Westermeerdijk geteld. Wegens tijdgebrek zijn vervolgens langs de Noordermeerdijk alleen de toppers geïnventariseerd. Op 14 februari zijn de overige eendensoorten die aanwezig waren niet geteld, wel is het globale verspreidingsbeeld vastgelegd. Omdat deze soorten niet structureel zijn geteld, wordt in de discussie en conclusie niet in detail op de resultaten ingegaan.
Rustende en foeragerende eenden zijn in de middaguren gekarteerd. Vanaf een half uur voor zonsondergang is vervolgens gepost bij een visueel waar te nemen groep toppers om het uitvliegen naar eventuele foerageergebieden waar te nemen. Tijdens de eerste tot en met de zesde bezoekronde is dit met behulp van verrekijkers en telescopen uitgevoerd, tijdens de zevende en laatste bezoekronde is ook een horizontaal opgestelde 12 kW scheepsradar ingezet om vliegbewegingen in de verre schemering en in het donker waar te kunnen nemen. Deze radar kan onder gunstige omstandigheden groepen vliegende vogels tot op meer dan drie kilometer afstand registreren.

Tabel 2.1. Bezoekronden veldwerk Noordoostpolder met datum, begin- en eindtijd en moment zonsondergang.

bezoek en datum	begintijd	eindtijd	zonsondergang
1 09-12-2007	12:00	18:00	16:28
2 13-12-2007	13:50	17:30	16:27
3 27-12-2007	11:00	17:30	16:33
4 04-01-2008	11:00	18:00	16:42
5 22-01-2008	14:30	17:00	17:09
6 06-02-2008	10:30	12:00	17:36
7 14-02-2008	17:15	19:25	17:51

De veldbezoeken hebben onder verschillende weersomstandigheden plaatsgevonden (tabel 2.2). Vooral de wind kan van invloed zijn op het voorkomen en de verspreiding van watervogels. Om deze reden is ervoor gekozen om de veldbezoeken te laten samenvallen met diverse weersomstandigheden. Met name is geprobeerd de bezoeken bij verschillende windrichtingen te plannen, om te bezien waar toppers en andere duikeenden langs de IJsselmeerdijk verblijven bij luwe en niet-luwe omstandigheden.

Tabel 2.2. Weersomstandigheden tijdens 7 veldbezoeken aan de Noordoostpolder in de periode december 2007 t/m februari 2008.

	datum	temperatuur (°C)	wind (bft en richting)	neerslag (mm)	zicht (km)
1	09-12-2007	8	3-4 Z	0	> 6
2	13-12-2007	6	1-2 NO	0	2-3
3	27-12-2007	6	5-6 ZZW	0	2-3
4	04-01-2008	2	3-4 ZO	0	> 6
5	22-01-2008	5	3-4 NNW	0	> 6
6	06-02-2008	5	4-5 W	2-3	5-6
7	14-02-2008	4	2-3 NO	0	3-4

De veldgegevens (telformulieren en kaarten) van de bezoekronden zijn na afloop van het veldwerk gedigitaliseerd in de vorm van spreadsheets, (staaf)diagrammen, verspreidingskaarten en kaarten met vliegbewegingen. De kaarten en diagrammen zijn opgenomen in onderhavig rapport.

2.2 Tellingen vanuit het vliegtuig

Rijkswaterstaat (Waterdienst) voert jaarrond éénmaal per maand (rond de 15e) vanuit een vliegtuig tellingen uit van watervogels in het IJsselmeer. Voor de topper zijn gegevens van winter 2007/2008 verkregen (november tot en met maart), zodat een vergelijking mogelijk is met de gegevens die vanaf de IJsselmeerdijk van de Noordoostpolder verzameld zijn.

2.3 Literatuurgegevens

Voor hoofdstuk 4 (conclusie en discussie) is aanvullend gebruik gemaakt van gegevens omtrent verspreiding en vliegbewegingen van de topper uit diverse literatuurbronnen. Er is ondermeer gebruik gemaakt van recente gegevens van watervogeltellingen gecoördineerd door SOVON Vogelonderzoek Nederland (van Roomen *et al*. in serie).

3 Resultaten

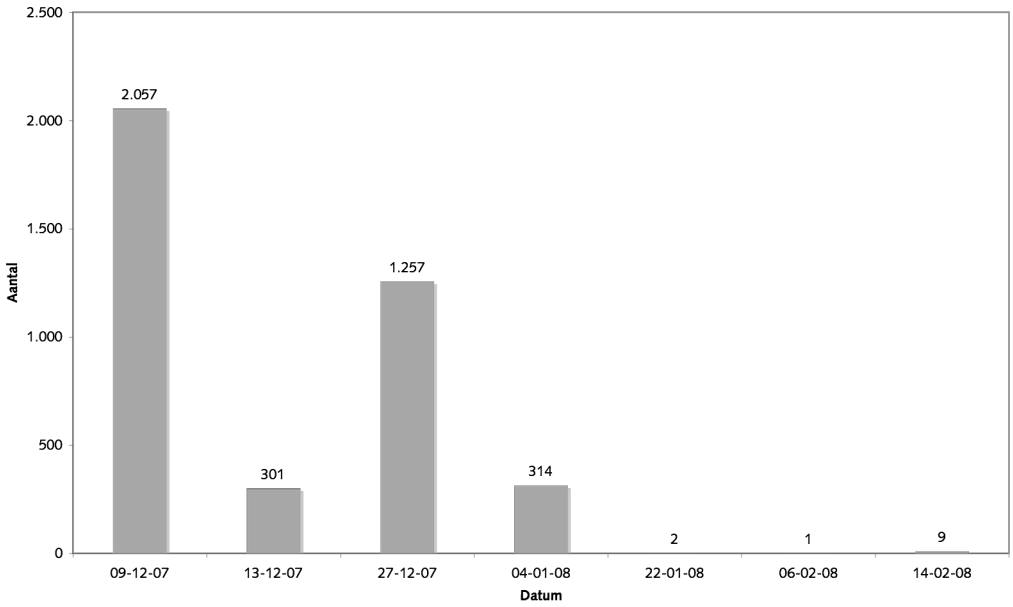
In bijlage 1 is per soort een kaart weergegeven met de cumulatieve verspreiding, aantallen en vliegbewegingen, zoals vastgesteld tijdens het veldonderzoek in winter 2007/2008. Hieronder worden per soort de belangrijkste resultaten samengevat.

3.1 Topper

De topper is tijdens alle bezoekdata slechts waargenomen langs een beperkt deel van de kust van de Noordoostpolder (figuur 3.1). De soort is alleen waargenomen langs de Westermeerdijk en éénmalig enkele exemplaren in de haven van Lemmer. Tijdens de zeven veldbezoeken is de soort niet vastgesteld langs de Noordermeerdijk. De grootste concentratie bevond zich tijdens nagenoeg alle bezoeken tussen Urk en de eerste (zuidelijke) windturbine van de bestaande opstelling langs de Westermeerdijk.
De totale aantallen toppers waren vooral tijdens de eerste veldbezoeken relatief hoog, met meerdere honderden tot duizenden exemplaren (figuur 3.2). Tijdens de eerste bezoekronde op 9 december 2007 zijn de meeste toppers waargenomen (2.057 exemplaren). Tijdens de laatste drie bezoeken tussen half januari en half februari 2008 zijn slechts enkele toppers waargenomen (figuur 3.2). Vrijwel alle ter plaatse aanwezige toppers betroffen rustende vogels die zich op maximaal enkele honderden meters uit de kust bevonden.

Vliegbewegingen betroffen voornamelijk 'correctievluchten'. Tijdens enkele bezoeken is waargenomen dat als gevolg van de stevige wind veel toppers en andere eendensoorten afdreven, wat 'gecorrigeerd' werd door het terugvliegen naar de oorspronkelijke positie. Vliegbewegingen welke niet onder correctievluchten geschaard konden worden, zijn vooral ter hoogte van Urk waargenomen (op 9 en 13 december, nabij de grootste concentratie toppers). Dit betrof telkens kleine groepen (10-15 vogels) die wegvlogen in noordelijke, noordwestelijke of zuidelijke richting (figuur 3.1). Er kon niet worden vastgesteld waar deze toppers naar toe vlogen.
Tijdens alle bezoekronden is, indien groepen toppers aanwezig waren, aan het einde van de middag 'gepost' bij rustende groepen toppers om vliegbewegingen naar eventuele voedselgebieden vast te stellen. Dergelijke vliegbewegingen zijn niet waargenomen. Wel is vastgesteld dat diverse groepen toppers aan het eind van de middag in de schemering langzaam van de kust afzwommen, mogelijk richting foerageergebied of verder uit de kust. Deze groepen zijn in het donker uit het oog verloren, zodat geen zekerheid is verkregen of deze vogels lokaal gingen foerageren of alsnog in het donker naar verder weg gelegen foerageergebieden zijn gevlogen.

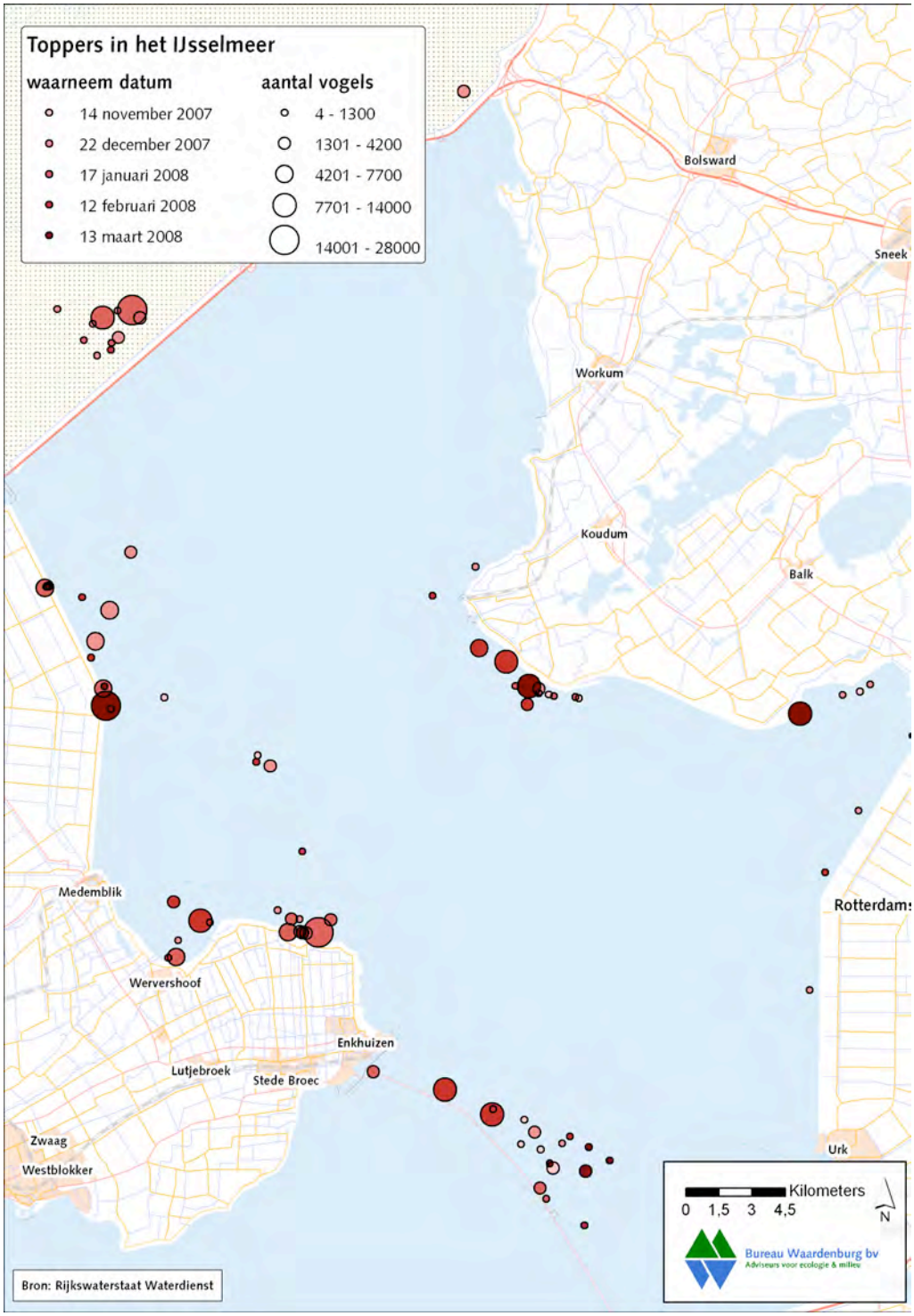
Figuur 3.1 Verspreiding van toppers en waargenomen vliegbewegingen tijdens zeven veldbezoeken in winter 2007/2008 (gegevens Bureau Waardenburg).



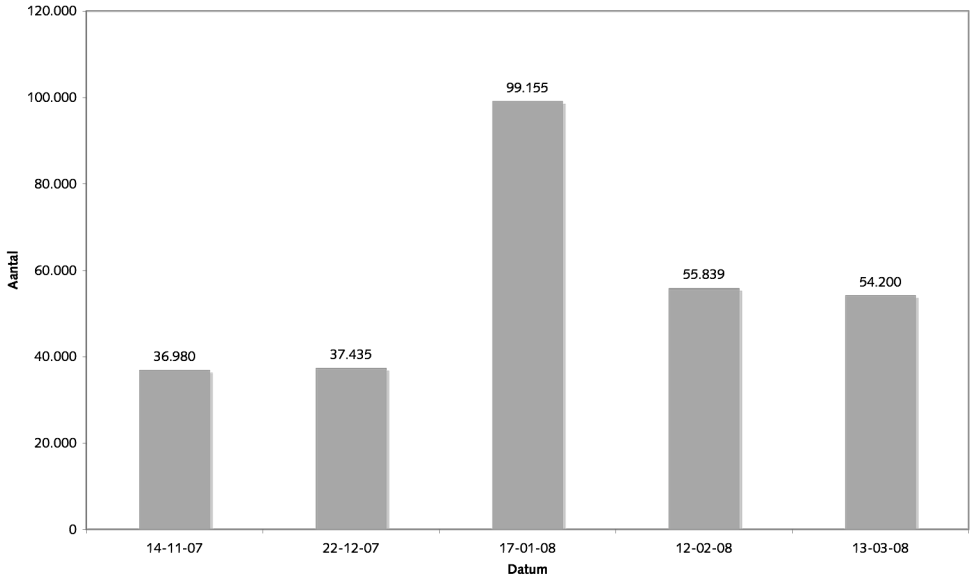
Figuur 3.2 Aantallen toppers aanwezig langs de kust van de Noordoostpolder in winter 2007/2008, weergegeven per veldbezoek.

Door Rijkswaterstaat (Waterdienst) zijn tijdens maandelijkse tellingen in seizoen 2007/2008 vanuit het vliegruig op verschillende locaties in het IJsselmeergebied grote groepen toppers waargenomen (figuur 3.3). Concentraties van toppers zijn herhaaldelijk waargenomen langs de oostelijke oever van de Houtribdijk (Enkhuizerzand), langs de IJsselmeerkust van Noord-Holland bij Andijk (zowel binnendijks op de spaarbekkens als buitendijks) en langs de Wieringermeerdijk (ook binnendijks op de Dijkwielen), ten noorden van de Afsluitdijk en langs de Friese IJsselmeerkust bij Stavoren.

Langs de kust van de Noordoostpolder zijn ook tijdens de tellingen vanuit het vliegtuig in de winter 2007/2008 nauwelijks toppers waargenomen. Op 22 december betrof het 200 exemplaren langs de Westermeerdijk en 150 exemplaren langs de Noordermeerdijk. Op 12 februari bevonden zich circa 250 toppers langs de Noordermeerdijk, maar in de periode om deze telling heen, zijn op 6 en 14 februari zijn tijdens tellingen vanaf de vaste wal hier geen toppers vastgesteld.
De totale aantallen toppers in het gehele IJsselmeer lagen per telling vanuit het vliegtuig tussen de 40.000 en de 100.000 vogels (figuur 3.4). Op 17 januari 2008 waren de aantallen met circa 100.000 ex. (inclusief de Waddenzee ten noorden van de afsluitdijk) het hoogst. De aantallen in januari, februari en maart waren hoger dan in de maanden november en december.



Figuur 3.3 Verspreiding van toppers tijdens vliegtuigtellingen in winter 2007/2008 (gegevens Rijkswaterstaat Waterdienst).

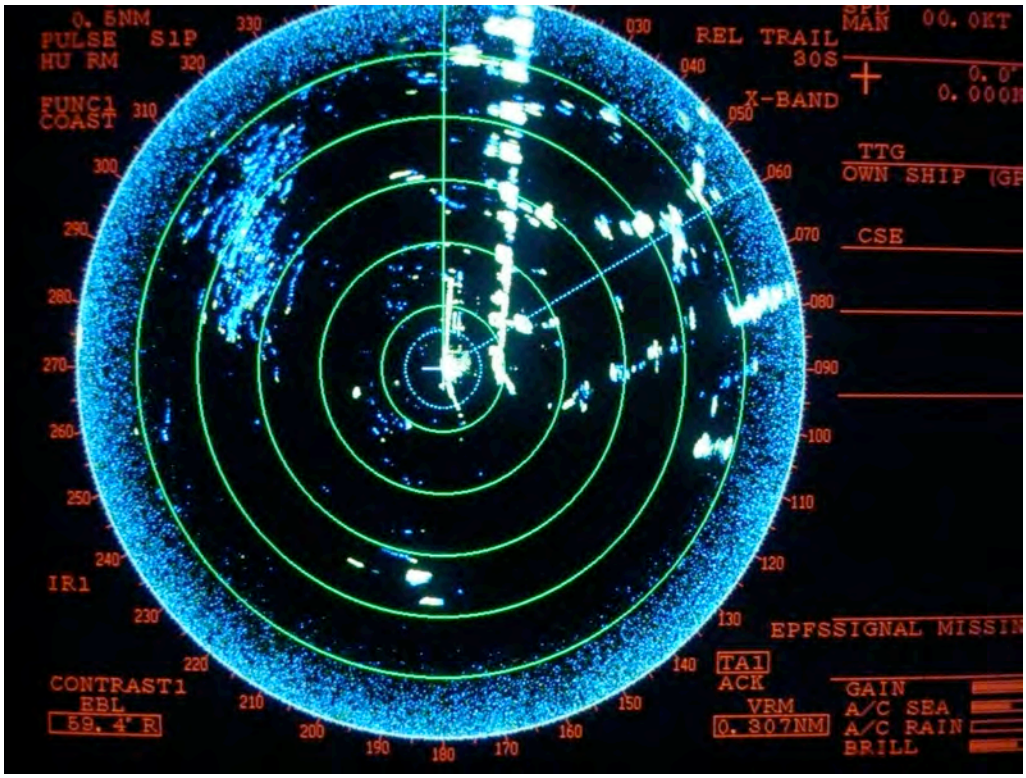


Figuur 3.4 Aantallen toppers in het IJsselmeergebied (inclusief het deel van de Waddenzee dat grenst aan de afsluitdijk) tijdens tellingen vanuit het vliegtuig in winter 2007/2008 (bron: RWS Waterdienst).

3.2 Kuifeend

Hoewel niet altijd systematisch geteld, is de kuifeend tijdens alle veldbezoeken waargenomen langs de kust van de Noordoostpolder (bijlage 1). Groepen kuifeenden bevonden zich langs de gehele kust, maar het zwaartepunt van de verspreiding lag tussen Urk en het begin van de bestaande turbineopstelling langs de Westermeerdijk.
De kuifeend was langs de kust van de Noordoostpolder veel talrijker dan de topper, met dagtotalen van 20.000 exemplaren op 27 december (inclusief grove schatting van een grote, niet op kaart ingetekende groep ten noorden van Rotterdamse Hoek) en bijna 28.000 exemplaren op 4 januari.
Alle ter plaatse aanwezige kuifeenden betroffen (grotendeels) rustende exemplaren, op maximaal enkele honderden meters uit de kust.
De waargenomen vliegbewegingen betroffen voornamelijk 'correctievluchten'. Tijdens enkele bezoeken is waargenomen dat als gevolg van de stevige wind veel kuifeenden en andere eendensoorten afdreven, wat 'gecorrigeerd' werd door het terugvliegen naar de oorspronkelijke positie. Vliegbewegingen welke niet onder correctievluchten geschaard konden worden, betroffen vliegbewegingen van 60 en 100 (opvliegende) kuifeenden tussen Urk en de bestaande turbineopstelling langs de Westermeerdijk (bijlage 1). De vliegrichting betrof noord en zuid. Er kon niet worden vastgesteld waar deze kuifeenden naar toe vlogen. Tenslotte is tijdens het bezoek met de radar op 14 februari 2008 aan het eind van de middag een groep van circa 1.100 rustende kuifeenden waargenomen langs de noordoever van de Baai van Lemmer. Met behulp van de radar is vastgesteld dat vele honderden kuifeenden in het donker vanuit de Baai van Lemmer zuidwaarts

vlogen en (hoogstwaarschijnlijk) landden op het IJsselmeer, enkele kilometers uit de kust ter hoogte van de Rotterdamse Hoek (figuur 3.5).



Figuur 3.5 *Vliegende kuifeenden in de avond van 14 februari 2008 ten westen van de Noordoostpolder zoals zichtbaar op het radarscherm. De kuifeenden zijn zichtbaar als een blauwe wolk in het kwadrant linksboven van het scherm op circa 3 km uit de kust. Elk groepje is zichtbaar als een blauw spoor (bewegend van noord naar zuid), waarbij elke gele stip de huidige positie van de groep weergeeft. Het midden van het scherm geeft de positie van de radar weer nabij de Rotterdamse Hoek.*

3.3 Tafeleend

De tafeleend is in relatief lage aantallen langs de gehele IJsselmeerkust van de Noordoostpolder vastgesteld, met uitzondering van een deel van de Noordermeerdijk ten zuiden van de Friese Hoek (bijlage 1). Ook waren tijdens enkele bezoeken groepen rustende tafeleenden aanwezig nabij de haven van Lemmer. De tafeleend was duidelijk minder talrijk dan de kuifeend en topper, met dagtotalen van maximaal enkele honderden vogels. Er zijn uitsluitend rustende groepjes tafeleenden waargenomen. De meeste vogels bevonden zich binnen 100 meter van kant af. Foeragerende of vliegende tafeleenden zijn niet waargenomen.

3.4 Grote zaagbek

Ook de grote zaagbek was tijdens alle tellingen lang de gehele kust van de Noordoostpolder aanwezig, meestal in kleine aantallen, maar een enkele keer ook in groepen van meerdere tientallen exemplaren (bijlage 1). Op 4 januari is bij de Noordoostpolder een dagtotaal van 800-1.200 grote zaagbekken geteld. Het exacte aantal kon wegens tijdsgebrek niet exact worden bepaald. Tijdens andere bezoeken lag het aantal meestal tegen de 100 vogels. De meeste zaagbekken bevonden zich maximaal enkele honderden meters uit de kust, maar ook zijn groepen grote zaagbekken tot enkele kilometers uit de kust waargenomen.

3.5 Nonnetje

De aanwezigheid van nonnetjes in het onderzochte gebied kon niet tijdens elke bezoekronde worden bevestigd. In vergelijking met andere eendensoorten waren de aantallen in ieder geval laag. Het voorkomen bleef beperkt tot het noordelijk deel van de Noordoostpolder tussen Lemmer en de Friese Hoek (bijlage 1). Meer zuidelijk is de soort niet langs de dijk vastgesteld. De meeste vogels bevonden zich binnen 100 meter van de kant. Op 9 december werd één groep van 24 exemplaren foeragerend waargenomen. Op 13 december waren diverse kleinere groepjes present, allen rustend. Op 22 januari was een grote groep van 80 (rustende) exemplaren aanwezig. Op andere bezoekdata zijn geen nonnetjes waargenomen, maar er is niet altijd specifiek naar de soort gezocht, zodat de aanwezigheid niet kan worden uitgesloten.

3.6 Brilduiker

De brilduiker is tijdens de veldbezoeken doorgaans in meerdere groepen van tientallen vogels waargenomen. De groepsgrootte varieerde van enkele exemplaren tot meerdere honderden, soms echter ook solitaire vogels. De soort kwam langs de gehele IJsselmeerkust van de Noordoostpolder voor, behalve ter hoogte van de bestaande turbineopstelling langs de Westermeerdijk (bijlage 1). De grootste concentratie (herhaaldelijk enkele honderden vogels) bevond telkens zich ter hoogte van Urk. De meeste vogels bevonden zich daar binnen enkele honderden meters van de kant. Bij Urk zijn tijdens enkele veldbezoeken vliegbewegingen van deze groepen brilduikers in noordelijke richting waargenomen.

4 Discussie en conclusies

4.1 Aantallen en locaties van rustende toppers bij de Noordoostpolder

Uit de gegevens van maandelijkse tellingen vanuit een vliegtuig van toppers in het IJsselmeergebied uit de seizoenen '00/01 t/m '04/'05, blijkt dat langs de dijk van de Noordoostpolder in deze periode 's winters regelmatig belangrijke aantallen toppers op het IJsselmeer verbleven. De aantallen toppers varieerden hier tussen enkele duizenden tot circa 10.000 vogels. Het gemiddelde seizoensmaximum voor deze periode langs de IJsselmeerdijk van de Noordoostpolder bedroeg circa 5.900 toppers. De belangrijkste concentraties werden vastgesteld in de omgeving van de Rotterdamse Hoek en langs de Noordermeerdijk (Royal Haskoning 2007).

Het verspreidingspatroon en de aantallen van de topper langs de kust van de Noordoostpolder in winter 2007/2008 wijkt sterk af van het hierboven geschetste langjarige patroon. Tijdens de veldbezoeken is rond de Rotterdamse Hoek of langs de Noordermeerdijk geen enkele topper waargenomen. Grotere concentraties (maximaal enkele duizenden) toppers waren alleen bij Urk aanwezig, terwijl verspreid langs de Westermeerdijk tijdens verschillende tellingen slechts enkele tientallen toppers zijn vastgesteld. Omdat bij verschillende windomstandigheden (zowel windrichting als -kracht) is waargenomen, lijkt het onwaarschijnlijk dat een dergelijk groot verschil in verspreidingspatroon en aantallen van overdag rustende toppers een gevolg is van weersomstandigheden. Bovendien is ook tijdens de maandelijkse tellingen vanuit het vliegtuig vastgesteld dat langs de dijken van de Noordoostpolder overdag nauwelijks grote groepen rustende toppers aanwezig waren (gegevens RWS Waterdienst). Het aantal toppers in het IJsselmeergebied in afgelopen winterseizoen was niet lager dan in andere voorgaande seizoenen (zie hieronder). De bulk van de toppers verbleef echter langs de westkust van het IJsselmeer en voor de Friese kust bij Stavoren. Het is waarschijnlijk dat een dergelijk seizoensbreed verspreidingspatroon een relatie heeft met het ruimtelijke patroon van voedselbeschikbaarheid, meer specifiek het verspreidings-patroon van beschikbare driehoeksmosselen, het bulkvoedsel van de topper. Uit een recente bemonstering van driehoeksmosselen in het IJsselmeer is voorzichtig te concluderen dat in het zuidelijke deel van het IJsselmeer de bestanden van driehoeksmosselen in de afgelopen jaren sterk zijn afgenomen. Er is echter nog discussie over de interpretatie van deze onderzoeksgegevens (mededeling RWS Waterdienst).

Ongeacht de oorzaak van de verandering in het verspreidingspatroon en de aantallen van overdag rustende toppers bij de Noordoostpolder, geven de resultaten van seizoen '07/'08 aan dat, naast de uit het verleden bekende rustplaatsen bij de Rotterdamse Hoek en Noordermeerdijk, ook het kustgebied bij Urk voor de topper een aantrekkelijke rustplaats vormt. De dichtstbijzijnde andere rustplaatsen waar in seizoen '07/'08 overdag grotere aantallen toppers verbleven, waren langs de Houtribdijk en bij Stavoren en in mindere mate langs de noordoever van de Baai van Lemmer (gegevens RWS Waterdienst). Op basis van de in onderhavig rapport gepresenteerde verspreidings-

gegevens, wordt geconcludeerd dat buiten het plangebied van Windpark Noordoostpolder, maar nog wel in directe omgeving, een aantal alternatieve dagrustplaatsen voor grotere aantallen toppers aanwezig zijn, te weten het kustgebied van Urk en de Baai van Lemmer.

4.2 Mogelijke foerageergebieden van toppers nabij het plangebied

Uit eerdere onderzoeken aan duikeenden in het IJsselmeergebied is bekend dat toppers meestal nog onder lichte omstandigheden naar de foerageergebieden vliegen (van Eerden 1997; Dirksen *et al.* 1998; Spaans *et al.* 1998). Dergelijke vliegbewegingen van toppers naar (eventuele) foerageergebieden konden tijdens de veldbezoeken niet worden vastgesteld, ondanks dat een aantal keren tot donker bij grotere groepen rustende toppers is gepost. Dit betroffen telkens groepen van enkele honderden tot enkele duizenden vogels voor de kust bij Urk. Het is mogelijk dat dergelijke groepen uiteindelijk nog in het donker naar foerageergebieden zijn gevlogen, maar het is waarschijnlijker dat betreffende groepen lokaal gefoerageerd hebben. Het kustgebied bij Urk zou dus voor de toppers naast een functie als dagrustplaats tevens een functie als foerageergebied kunnen hebben. Gezien de frequentie van de waarnemingen en de waargenomen aantallen, handelt het hier dan wel om een foerageergebied met een beperkt voedselaanbod.

Tijdens de veldbezoeken is geen indicatie verkregen dat het plangebied van het windpark door grotere aantallen toppers als foerageergebied wordt gebruikt. Er zijn geen grotere aantallen vliegbewegingen van toppers, bijvoorbeeld vanaf de rustplaatsen langs de kust bij Stavoren, naar of binnen het plangebied waargenomen. Op basis van radarwaarnemingen van foerageervluchten in het donker van honderden kuifeenden vanuit de Baai van Lemmer naar de kust voor de Rotterdamse Hoek, wordt geconcludeerd dat hier een geschikt foerageergebied voor duikeenden aanwezig is. Dit gebied ligt op enkele kilometers uit de kust en dus ook buiten de invloedssfeer van het geplande windpark.

4.3 Aantallen toppers in het IJsselmeergebied

Het totaal aantal toppers in het IJsselmeergebied lag in winter 2007/2008 boven het gemiddelde zoals vastgesteld in de afgelopen jaren (tabel 4.1). In januari 2008 zijn tijdens de telling vanuit het vliegtuig in het IJsselmeer in totaal 68.000 toppers geteld en waren tegelijkertijd ruim 31.000 toppers in de westelijke Waddenzee aanwezig ten noorden van de afsluitdijk (gegevens RWS Waterdienst). Het totaal aantal toppers in en nabij het IJsselmeer bedroeg dus in januari 2008 ruim 99.000 vogels.

De aantallen toppers die in Nederland overwinteren kunnen van jaar tot jaar en zelfs van maand tot maand binnen een winterseizoen sterk fluctueren. Ten dele wordt dit verklaard door de weersomstandigheden in de overwinteringsgebieden. Zo kunnen bij vorstinval in het Oostzeegebied (een ander belangrijk overwinteringsgebied) veel grotere

aantallen in Nederland opduiken dan tijdens zachte winters. In december 2002 verbleven, waarschijnlijk als gevolg van vorst in het Oostzeegebied, bijvoorbeeld 120.000 toppers in Nederland. Dit piekaantal was beduidend hoger dan de maxima in voorgaande seizoenen en kwam ook veel vroeger. De meeste toppers verbleven overigens niet in het toen deels ook bevroren IJsselmeer, maar op de Waddenzee (van Roomen *et al.* 2004).

Tabel 4.1 *Seizoensmaxima van toppers in het IJsselmeer en in de Waddenzee. Per seizoen is het maximum aantal in beide gebieden weergegeven als ook de maand waarin dit maximum is vastgesteld (gegevens uit van Roomen et al. in serie). Tevens is het maximum voor seizoen '07/'08 weergegeven (gegevens RWS Waterdienst).*

seizoen	IJsselmeer max.	maand	Waddenzee max.	maand
'01/'02	76.300	dec	9.500	??
'02/'03	65.000	nov	106.200	dec
'03/'04	58.700	??	9.350	feb
'04/'05	61.700	jan	2.900	dec
'05/'06	51.000	dec	15.000	jan
'06/'07	??		??	
'07/'08	68.000	jan	31.150	jan

Het is niet duidelijk of sprake is van een afname van de totale 'flyway'-populatie (van Roomen *et al.* 2007), maar de landelijke trend is negatief. Dit wordt met name veroorzaakt door de afname sinds begin negentiger jaren in het IJsselmeergebied. Eind 80-er jaren was sprake van een sterke toename in het IJsselmeer, mogelijk als gevolg van het aansterken van de driehoeksmosselbestanden in het IJsselmeer in combinatie met overbevissing van mosselen in de Waddenzee (van Roomen *et al*. 2007). De afname die daarna is ingezet, is mogelijk een gevolg van afname van driehoeksmosselen in het IJsselmeer, maar wordt mogelijk deels ook verklaard doordat tijdens zachte winters minder toppers naar Nederland komen en deze meer noordelijk overwinteren. Overigens liggen de aantallen in het IJsselmeer in recente winters ongeveer weer op het niveau van de jaren 70 en 80.

In het ontwerp-aanwijzingsbesluit behorende bij de aanwijzing van het IJsselmeer als Natura 2000-gebied, wordt voor de topper het volgende instandhoudingsdoel geformuleerd: "Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 15.800 vogels (seizoensgemiddelde)". In de toelichting hierop wordt vermeld dat "het behoud van de huidige situatie voldoende is, ondanks de landelijke zeer ongunstige staat van instandhouding, omdat de recente afname in het IJsselmeer niet heeft geleid tot lagere aantallen dan voor de toename". Met de recente afname wordt bedoeld de afname sinds begin 90-er jaren, zie hierboven.
Het seizoensgemiddelde van 15.800 vogels is gebaseerd op de aantallen in het IJsselmeer in de periode 1999/2000 t/m 2003/2004 (SOVON & CBS 2005). Dit komt overeen met een gemiddeld seizoensmaximum van 60.000 vogels in dezelfde periode

(van Roomen *et al*. 2005). Afgelopen winter lag het seizoensmaximum voor topper met 68.000 vogels ruim boven het instandhoudingsdoel, in de drie voorgaande seizoenen was dit in ieder geval ook in seizoen '04/'05 het geval (tabel 4.1).

4.4 Conclusies topper in relatie tot het geplande Windpark Noordoostpolder

- Het totaal aantal toppers in het IJsselmeergebied lag in seizoen 2007/2008 iets hoger dan in voorgaande seizoenen. Indien ook de aantallen in de Waddenzee direct ten noorden van de Afsluitdijk worden meegerekend, waren dergelijke cumulatieve aantallen (bijna 100.000 toppers) hier niet meer aanwezig sinds seizoen 2002/2003;
- De belangrijkste dagrustplaatsen van toppers in het IJsselmeer in seizoen 2007/2008 lagen langs de westelijke oever van het IJsselmeer (Houtribdijk, Andijk en Wieringermeerdijk) en langs de Friese IJsselmeerkust bij Stavoren;
- In seizoen 2007/2008 verbleven langs de kust van de Noordoostpolder, in vergelijking tot enkele jaren geleden, slechts lage aantallen toppers. Het aandeel van het totaal aantal toppers langs de kust van de Noordoostpolder, ten opzichte van het gehele IJsselmeergebied, varieerde tussen de 0 en 1 procent. De grotere aantallen (maximaal enkele duizenden) díe nog wel aanwezig waren in december, verbleven voor de kust bij Urk en niet, zoals in het verleden is vastgesteld, in de omgeving van de Rotterdamse Hoek of langs de Noordermeerdijk;
- Buiten het plangebied van het geplande windpark bij de Noordoostpolder, maar nog wel in de directe omgeving, zijn dus (alternatieve) rustplaatsen van toppers in gebruik voor de kust van Urk en in de Baai van Lemmer. Beide gebieden liggen buiten de invloedssfeer van het geplande windpark;
- Het kustgebied bij Urk en een gebied op enkele kilometers uit de kust ter hoogte van de Rotterdamse Hoek vormden in seizoen 2007/2008 hoogstwaarschijnlijk foerageergebieden voor toppers en andere benthivore duikeenden. Beide gebieden liggen buiten de invloedssfeer van het geplande windpark;
- Op basis van de verspreiding in winter '07/'08 kan worden geconcludeerd dat van het geplande windpark bij de Noordoostpolder minder effecten op topper te verwachten zijn dan eerder voorspeld in het MER;
- Er dient echter nadrukkelijk rekening te worden gehouden met de mogelijkheid voor een toekomstige ruimtelijke herverdeling van de aantallen toppers in het IJsselmeergebied. Het duurzaam ongeschikt maken van traditionele rust- en of foerageergebieden moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Bij de inrichting van het geplande windpark dient daarom rekening te worden gehouden met de Rotterdamse Hoek als rustplaats voor duikeenden (inclusief topper);
- Uitgaande van de bekende rust- en foerageergebieden (inclusief resultaat dit onderzoek), luidt de slotconclusie dat een minder groot effect van het geplande windpark bij de Noordoostpolder is te verwachten op de topper dan eerder is aangenomen. Er zijn alternatieve rust- en/of foerageermogelijkheden in de directe omgeving van het plangebied. Indien rekening wordt gehouden met mitigerende maatregelen nabij de Rotterdamse Hoek is geen sprake van verlies van leefgebied voor de soort in het IJsselmeer.

5 Literatuur

Dirksen, S., A.L. Spaans, J. van der Winden & L.M.J. van den Bergh, 1998. Nachtelijke vliegpatronen en vlieghoogtes van duikeenden in het IJsselmeergebied. Limosa 71: 57-68.

van Eerden, M.R. van, 1997. Patchwork. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in dutch freshwater wetlands. RWS Directie IJsselmeergebied

LNV, 2000. Aanwijzingsbesluit IJsselmeer als speciale beschermingszone inzake het behoud van de vogelstand. No. N/2000/333. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Natuurbeheer, Den Haag.

van Roomen, M., E. van Winden, K. Koffijberg, L. van den Bremer, B. Ens, R. Kleefstra, J. Schoppers, J-W. Vergeer, SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep & L. Soldaat, 2007. Watervogels in Nederland in 2005/2006. SOVON Monitoringrapport 2007/03, Waterdienst-rapport BM07.09. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

van Roomen, M., E. van Winden, K. Koffijberg, B. Ens, F. Hustings, R. Kleefstra, J. Schoppers, C. van Turnhout SOVON Ganzen- en zwanenwerkgroep & L. Soldaat, 2006. Watervogels in Nederland in 2004/2005. SOVON-monitoringrapport 2006/02; RIZA-rapport BM06.14. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

van Roomen, M., E. van Winden, F. Hustings, K. Koffijberg, R. Kleefstra & L. Soldaat, 2005. Watervogels in Nederland in 2003/2004. SOVON-monitoringrapport 2005/03; RIZA-rapport BM05.15. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

van Roomen, M., E. van Winden, K. Koffijberg, A. Boele, F. Hustings, R. Kleefstra, J. Schoppers, C. van Turnhout, SOVON Ganzen- en zwanenwerkgroep & L. Soldaat, 2004. Watervogels in Nederland in 2002/2003. SOVON-monitoringrapport 2004/02, RIZA-rapport BM04/09. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

van Roomen, M., E. van Winden, K. Koffijberg, R. Kleefstra, J., G. Ottens, B. Voslamber & SOVON Ganzen- en zwanenwerkgroep, 2003. Watervogels in Nederland in 2001/2002. SOVON-monitoringrapport 2004/01, RIZA-rapport BM04/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

van Roomen, M., E. van Winden, K. Koffijberg, B. Voslamber, R. Kleefstra & G. Ottens, 2002. Watervogels in Nederland in 2000/2001. SOVON-monitoringsrapport 2002/04, RIZA-rapport BM02.15. SOVON, Beek-Ubbergen.

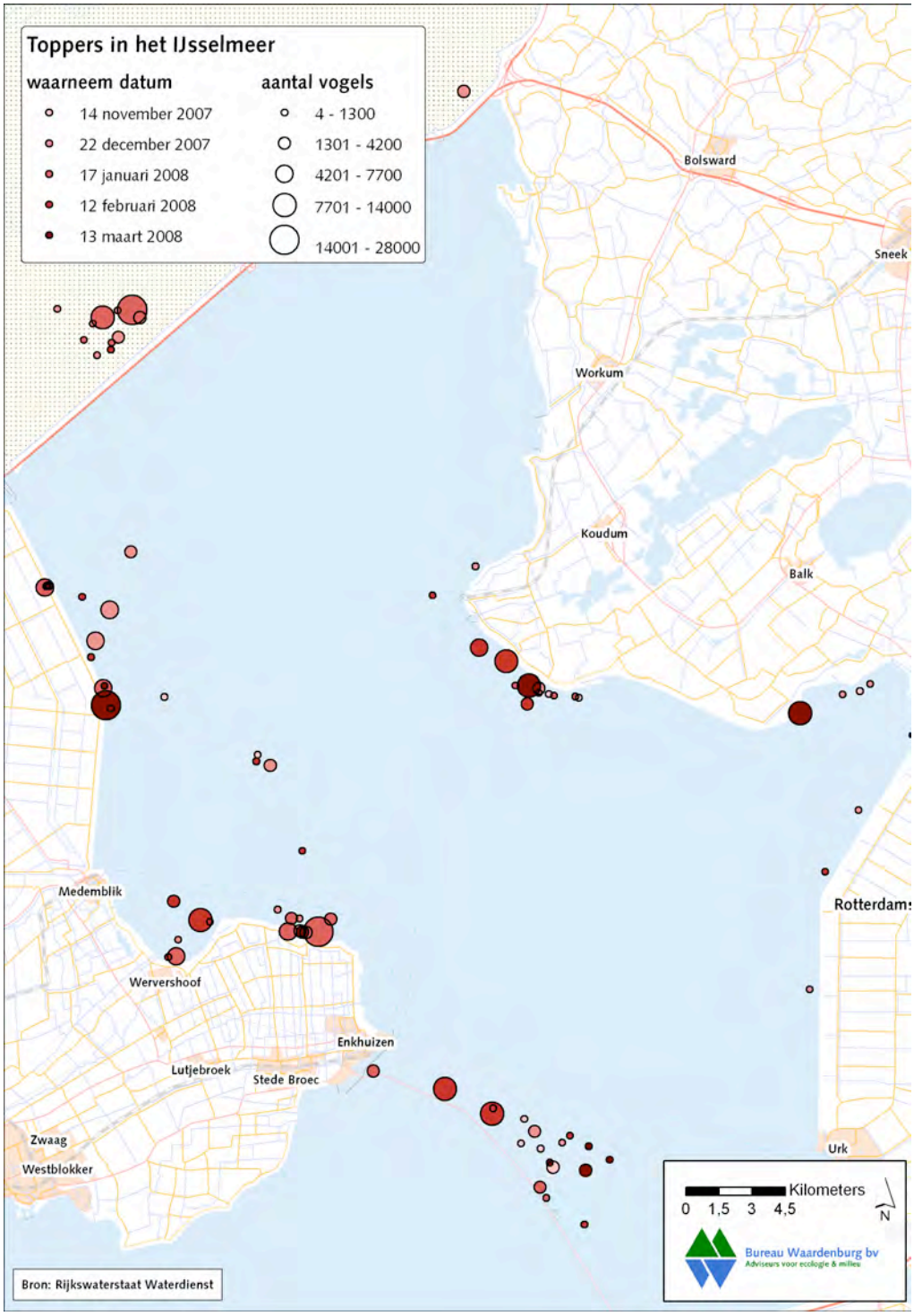
Royal Haskoning, 2007. MER Windenergie in de Noordoostpolder. Royal Haskoning bv, Arnhem.

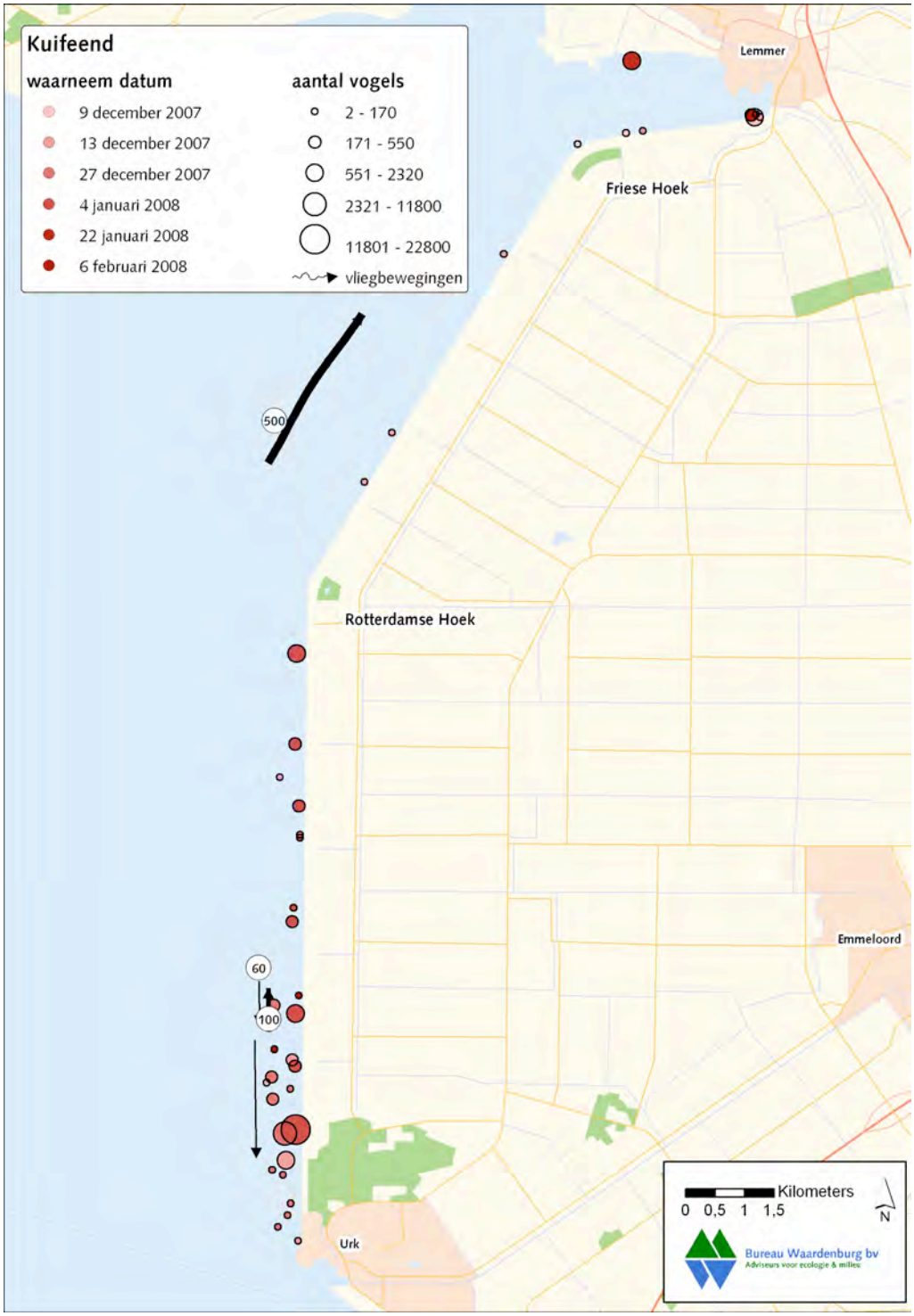
SOVON & CBS, 2005. Trends van vogels in het Nederlandse Natura 2000 netwerk. SOVON-informatierapport 2005/09. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Spaans, A.L., J. van der Winden, R. Lensink, L.M.J. van den Bergh & S. Dirksen, 1998. Vogelhinder door windturbines. Landelijk onderzoekprogramma, deel 4: nachtelijke vliegbewegingen en vlieghoogtes van vogels langs de Afsluitdijk. Rapport 98.15. Bureau Waardenburg bv/IBN-DLO, Culemborg.

Bijlage 1 Soortkaarten

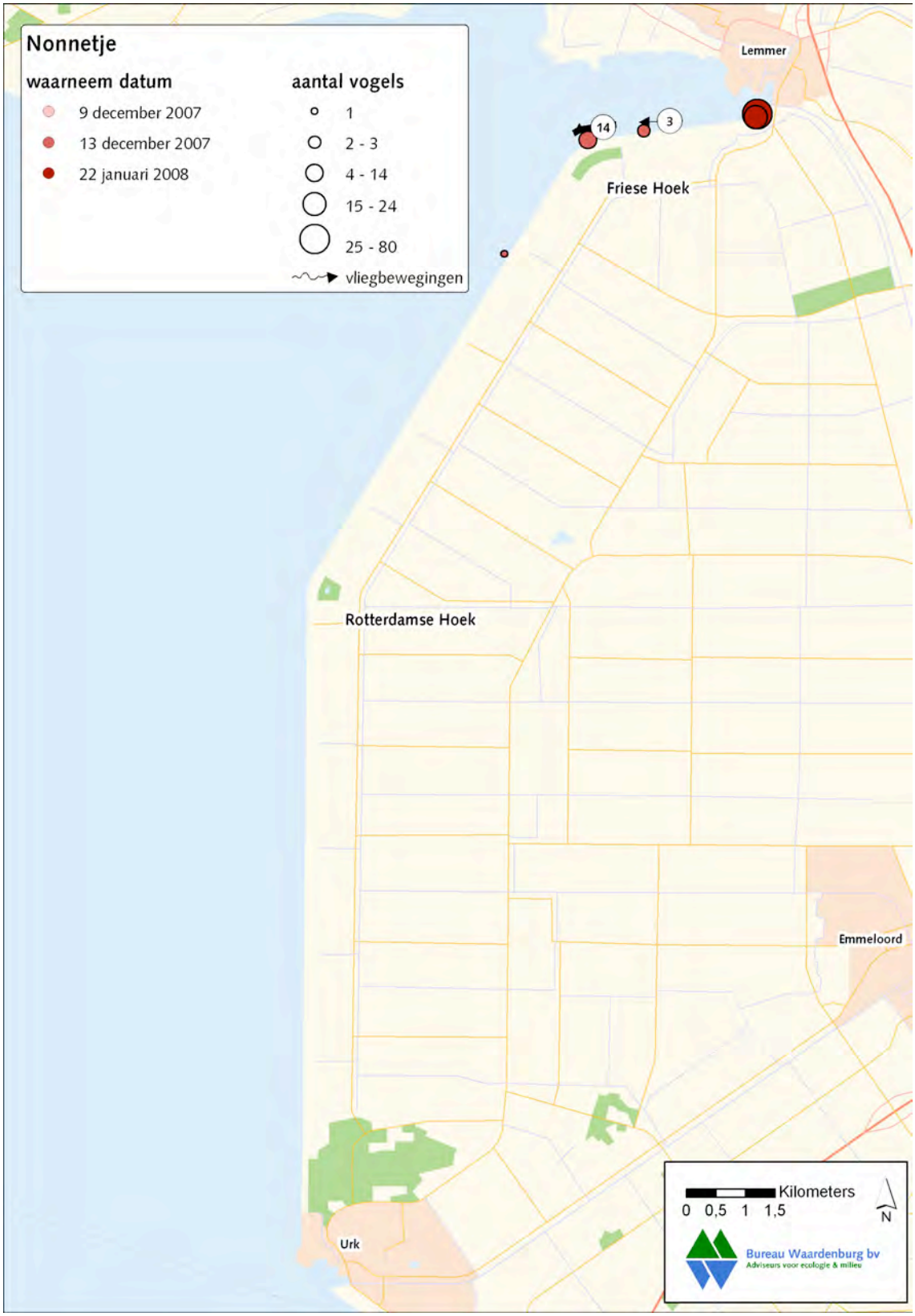
Topper
waarneem data
9 december 2007
13 december 2007
27 december 2007
4 januari 2008
22 januari 2008
6 februari 2008
14 februari 2008
aantal vogels
1 - 6
7 - 34
35 - 140
141 - 300
301 - 1900
vliegbewegingen
Lemmer
Friese Hoek
Rotterdamse Hoek
Emmeloord
Urk
7
13
9
Kilometers
0 0,5 1 1,5
N
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

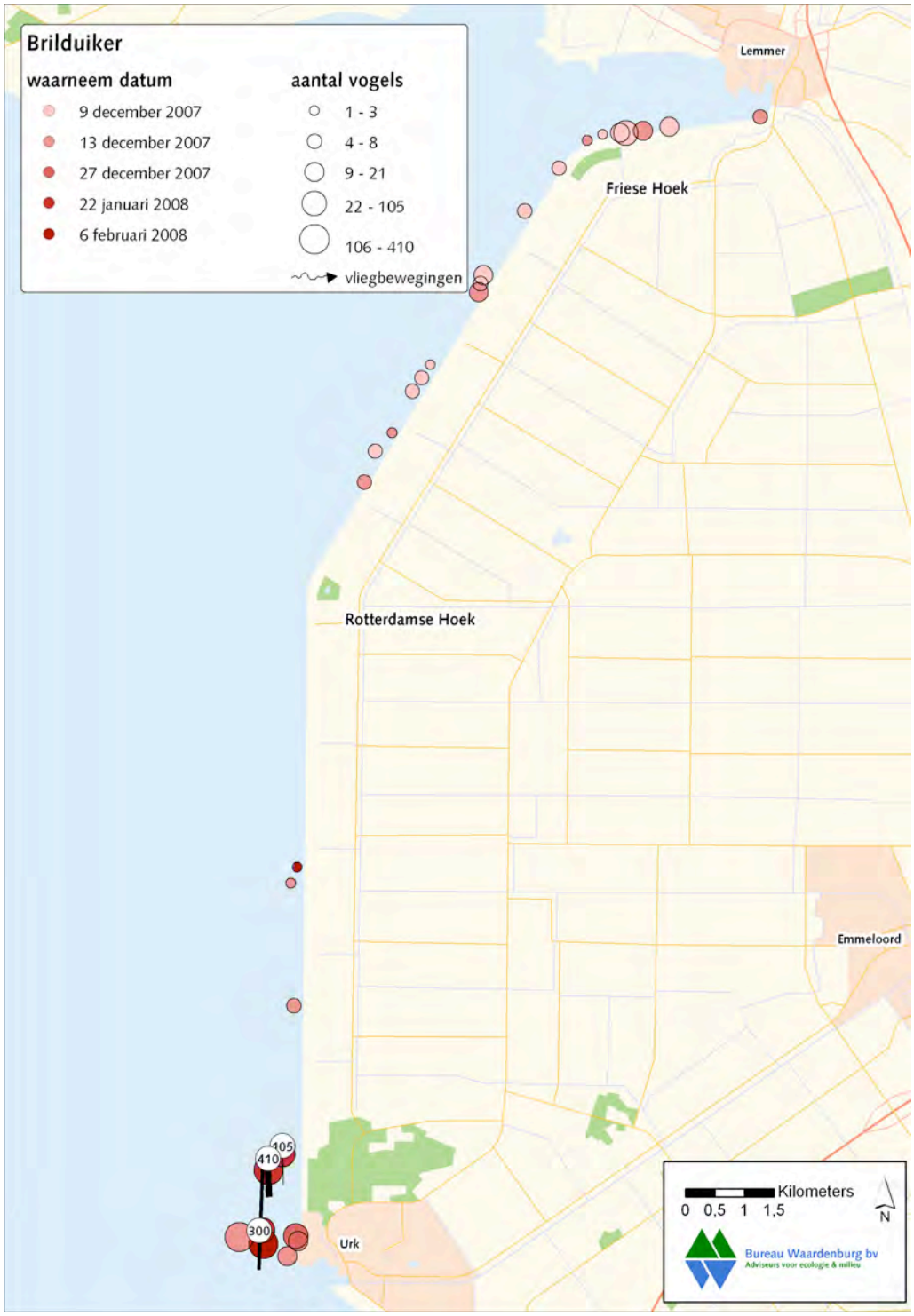

Toppers in het IJsselmeer
waarneem datum
14 november 2007
22 december 2007
17 januari 2008
12 februari 2008
13 maart 2008
aantal vogels
4 - 1300
1301 - 4200
4201 - 7700
7701 - 14000
14001 - 28000
Bolsward
Sneek
Workum
Koudum
Balk
Medemblik
Wervershoof
Enkhuizen
Lutjebroek
Stede Broec
Zwaag
Westblokker
Urk
Kilometers
0 1,5 3 4,5
N
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
Bron: Rijkswaterstaat Waterdienst


Kuifeend
waarneem datum
9 december 2007
13 december 2007
27 december 2007
4 januari 2008
22 januari 2008
6 februari 2008
aantal vogels
2 - 170
171 - 550
551 - 2320
2321 - 11800
11801 - 22800
vliegbewegingen
500
60
100
Lemmer
Friese Hoek
Rotterdamse Hoek
Emmeloord
Urk
Kilometers
0 0,5 1 1,5
N
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Tafeleend
waarneem datum
9 december 2007
13 december 2007
4 januari 2008
22 januari 2008
6 februari 2008
aantal vogels
1 - 2
3 - 5
6 - 57
58 - 200
201 - 495
Lemmer
Friese Hoek
Rotterdamse Hoek
Emmeloord
Urk
Kilometers
0 0,5 1 1,5
N
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Grote zaagbek
waarneem data
9 december 2007
13 december 2007
27 december 2007
22 januari 2008
6 februari 2008
Aantal vogels
1 - 3
4 - 8
9 - 20
21 - 33
34 - 90
vliegbeweging
Lemmer
18
Friese Hoek
Rotterdamse Hoek
Emmeloord
Urk
Kilometers
0 0,5 1 1,5
N
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu


Nonnetje
waarneem datum
9 december 2007
13 december 2007
22 januari 2008
aantal vogels
1
2 - 3
4 - 14
15 - 24
25 - 80
vliegbewegingen
Lemmer
14
3
Friese Hoek
Rotterdamse Hoek
Emmeloord
Urk
Kilometers
0 0,5 1 1,5
N
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu


Brilduiker
waarneem datum
9 december 2007
13 december 2007
27 december 2007
22 januari 2008
6 februari 2008
aantal vogels
1 - 3
4 - 8
9 - 21
22 - 105
106 - 410
vliegbewegingen
Lemmer
Friese Hoek
Rotterdamse Hoek
Emmeloord
Urk
105
410
300
Kilometers
0 0,5 1 1,5
N
Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849
E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl

Altenburg & Wymenga ECOLOGISCH ONDERZOEK

Zoogdiervereniging VZZ

A&W-rapport 925

VLEERMUIZEN EN WINDTURBINES IN DE NOORDOOSTPOLDER

in opdracht van

Koepel Windenergie Noordoostpolder

Altenburg & Wymenga ECOLOGISCH ONDERZOEK
Zoogdiervereniging VZZ

A&W-rapport 925

VLEERMUIZEN EN WINDTURBINES IN DE NOORDOOSTPOLDER

D. van Dullemen
J. Schut

Altenburg & Wymenga ECOLOGISCH ONDERZOEK BV / ZOOGDIERVERENIGING VZZ
Veenwouden / Arnhem
2008

Projectnummer	Projectleider	Status
965NOP.06	D. van Dullemen	rapport
Autorisatie	**Paraaf**	**Datum**
Goedgekeurd	E. Wymenga	22 december 2008

DULLEMEN, D. VAN & J. SCHUT 2008.
Vleermuizen en windturbines in de Noordoostpolder. A&W-rapport 925. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden/ Zoogdiervereniging VZZ, Arnhem.

OPDRACHTGEVER
Koepel Windenergie Noordoostpolder
Postbus 1063
8300 BB Emmeloord

FOTO VOORPLAAT
Gewone dwergvleermuis:
Christophe Brochard, Groningen

UITVOERDERS
Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv
Postbus 32, 9269 ZR Veenwouden
Telefoon (0511) 47 47 64, Fax (0511) 47 27 40
E-mail: info@altwym.nl
Web: www.altwym.nl

Zoogdiervereniging VZZ
Oude Kraan 8, 6811 LJ Arnhem
Telefoon: (0263) 70 53 18, Fax (0263) 70 40 38
web: www.vzz.nl

© **ALTENBURG & WYMENGA ECOLOGISCH ONDERZOEK BV / ZOOGDIERVERENING VZZ**
Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

INHOUD

1. INLEIDING **1**

2. VOORGENOMEN PLANNEN **3**

3. VLEERMUIZEN EN WINDTURBINES **5**
3.1. Effecten van ruimtelijke ingrepen 5
3.2. effecten van windturbines 7

4. WERKWIJZE **9**
4.1. Inleiding 9
4.2. OnderzoeksLocaties 9
4.3. Onderzoek 11

5. RESULTATEN **13**
5.1. Transectenonderzoek 13
5.2. Vleermuizen op hoogte 18

6. EFFECTEN **20**
6.1. Algemeen 20
6.2. Effecten per soort 20

7. CONCLUSIE EN BEOORDELING **23**
7.1. Conclusie 23
7.2. Beoordeling 24
7.3. Aanbevelingen 24

LITERATUUR **27**

1. INLEIDING

Aanleiding

In het kader van het zoeken naar geschikte locaties voor windenergie zijn de zeer open Flevopolders uitdrukkelijk in beeld. Zo zijn er recentelijk plannen ontwikkeld door De Koepel Windenergie Noordoostpolder om voor de kust van de Noordoostpolder en direct binnendijks een aantal windparken te ontwikkelen. Om de effecten op milieu en omgeving in kaart te brengen is door Royal Haskoning in 2007 een Milieueffectrapportage opgesteld (Royal Haskoning 2007). Het is algemeen bekend dat windturbines effecten kunnen hebben op vogels, echter ook vleermuizen kunnen hinder van windturbines ondervinden (onder andere Limpens *et al.* 2007, Kerns & Kerlinger 2004).

Er is in de betrokken MER-studie geen veldonderzoek naar vleermuizen gedaan. Koepel Windenergie Noordoostpolder heeft om die reden in 2006 aan de Zoogdiervereniging VZZ gevraagd om de effecten van de te ontwikkelen windturbines op vleermuizen te onderzoeken. De VZZ is hiertoe een samenwerking met Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv aangegaan. Het betreffende onderzoek is uitgevoerd en in 2007 is aanvullend onderzoek gedaan naar vleermuistrek op een hoogte van ca. 50 meter. Dit rapport doet verslag van de resultaten.

Doel

Het doel van het onderzoek was het verkrijgen van een goed beeld van het terreingebruik van vleermuizen binnen de invloedssfeer van de geplande windturbines. Hierdoor kunnen de risico's van aanleg en gebruik van het windturbinepark worden beoordeeld en kunnen aanpassingen ten aanzien van inrichting en locatie (ter vermijding dan wel minimalisering van dat risico) worden ingeschat. Het onderzoek was gericht op de volgende vraagstellingen:

- Welke soorten vleermuizen maken gebruik van de planlocatie?
- In welke mate gebruiken deze soorten de planlocaties, en op welke manier (vlieg- en trekroutes en foeragerende dieren)?
- Is er sprake van 'gestuwde' trek?
- Hoe zijn risico's voor de vleermuizen te vermijden dan wel te minimaliseren?
- Toetsing aan de Flora- en faunawet.

In hoofdstuk twee wordt worden de voorgenomen plannen beschreven. Hoofdstuk drie behandelt de mogelijke effecten van de ruimtelijke ingreep en de bekende effecten. In hoofdstuk vier wordt de werkwijze en onderzoeksopzet besproken waarna in hoofdstuk vijf de resultaten gepresenteerd worden. In hoofdstuk zes worden de effecten beschreven waarna in hoofdstuk zeven de beoordeling en conclusie wordt gegeven. Altenburg & Wymenga en Zoogdiervereniging VZZ presenteren in dit rapport de resultaten van een onafhankelijk ecologisch onderzoek. Het onderzoek spreekt zich niet uit over de wenselijkheid van het onderhavige plan of een bepaalde ontwikkeling. Landschappelijke of cultuurhistorische waarden komen niet aan de orde.

Vleermuisonderzoek rond windturbines is nog maar weinig uitgevoerd. Mede om die reden zijn de resultaten van dit onderzoek voorgelegd aan externe deskundigen. Hun expert judgement over dit rapport is opgenomen na de conclusies.

Figuur 1.
Overzicht van de vijf beoogde locaties voor het plaatsen van windturbines aan de westrand van de Noordoostpolder, deels ook in het open water van het IJsselmeer; de blauwe lijnen geven de locaties van de windturbines weer.

2. VOORGENOMEN PLANNEN

Situering

Het initiatief heeft betrekking op de plaatsing van windturbines aan de westrand van de Noordoostpolder, tussen de Friese Hoek en Rotterdamse Hoek, tussen de Rotterdamse Hoek en Urk, en ten zuiden van Urk. De betrokken series windturbines komen deels in het IJsselmeer te staan, parallel aan de dijk (figuur 1):

- Nieuwbouw langs de Noordermeerdijk binnendijks (planlocatie 1)
- Nieuwbouw van een rij in het IJsselmeer parallel aan de Noordermeerdijk (planlocatie 2)
- Nieuwbouw en sanering van windturbines langs de Westermeerdijk binnendijks (planlocatie 3)
- Nieuwbouw van twee rijen in het IJsselmeer parallel aan de Westermeerdijk (planlocatie 4)
- Nieuwbouw en sanering van windturbines langs de Zuidermeerdijk binnendijks (planlocatie 5)

Type turbines

In het kader van de plannen worden windturbines van 3 tot 6 megawatt geplaatst. De ashoogte bedraagt 70 – 125 meter, de rotordoorsnede ligt tussen 90 en 129 meter.

De geplande windturbines worden niet aangelicht. Hieraan ligt de overweging ten grondslag dat kunstmatige verlichting insecten aantrekt, waardoor mogelijk ook vleermuizen tot de windturbines worden aangetrokken. Op basis van de eisen die de inspectie van Verkeer en Waterstaat (IVW) stelt, dienen de turbines, indien ze een tiphoogte groter dan 150 meter hebben, voorzien te worden van markeringsverlichting met de eis dat een windturbine een lamp op het hoogste vaste punt moet worden aangebracht (op de gondel). De lamp moet branden tijdens de schemerlichtperiode en de nachtlichtperiode. Het gaat om een rode lamp met een lage intensiteit (LI type B, minimaal 50 candela). De lamp moet continu branden.

Enkele windmolens en op de achtergrond een hoogspanningsleiding in het landschap van de Noordoostpolder, tegen de IJsselmeerdijk.

3. VLEERMUIZEN EN WINDTURBINES

3.1. EFFECTEN VAN RUIMTELIJKE INGREPEN

De belangrijkste effecten die vleermuizen kunnen ondervinden van ruimtelijke ingrepen worden gevormd door aantasting van de trekroutes en verblijfplaatsen. Verblijfplaatsen zijn beschermd door de Flora- en faunawet, die het verbiedt om 'nesten, holen of andere voortplantings- of vaste rust- of verblijfplaatsen te beschadigen, te vernielen, uit te halen of te verstoren' (artikelen 9 tot en met 12). Het aantasten van verblijfplaatsen is in het onderhavige geval niet aan de orde, omdat voor zover bekend geen gebouwen of bomen met daarin geschikte verblijfplaatsen worden gesloopt of gekapt ten behoeve van plaatsing van de windturbines.

Vliegroutes tussen verblijfplaatsen
Belangrijke vliegroutes vallen eveneens onder bescherming van de Flora- en faunawet (Limpens & Huitema 2006), omdat ze voor vleermuizen een onmisbaar onderdeel vormen van het populatienetwerk. In het uiterste geval kan de gunstige staat van instandhouding van een vleermuispopulatie in gevaar komen door aantasting van een vliegroute. Bij aantastingen van vliegroutes moet worden gedacht aan verstoring door menselijke ingrepen, al dan niet gepaard gaand met overmatig licht en geluid, of het te laag aanbrengen van brugdelen, zodat bij passage daarvan problemen kunnen ontstaan (barrièrewerking). Fysieke aantasting van een trekroute vindt plaats indien de geleidende elementen in het landschap worden onderbroken. Vleermuizen verplaatsen zich via lijnvormige landschapselementen, zoals bomenrijen, verhogingen in het landschap, rietkragen en vaarten en kanalen (Kapteyn 1995, Limpens *et al.* 1997, Limpens & Twisk 2004).

Foerageergebied
Vleermuizen jagen in het zomerhalfjaar 's nachts, in uiteenlopende gebieden: boven water, in zeer besloten habitats of juist hoog in de lucht in open gebieden. In het onderhavige geval zullen vooral soorten die jagen boven wateroppervlakken (Watervleermuis, Meervleermuis) en soorten van open en halfopen landschappen (zoals Rosse vleermuis en Ruige dwergvleermuis) van belang zijn. Effecten die ten gevolge van de windturbines verwacht kunnen worden, bestaan uit verstoring van het jachtgebied (zie ook Limpens *et al.* 2007). Deze effecten kunnen permanent zijn, veroorzaakt door het ruimtebeslag van de windturbines en de daarmee samenhangende verstoring. Ook tijdelijke effecten in de aanlegfase (veroorzaakt door menselijke aanwezigheid, licht en geluid) kunnen optreden.

Seizoensgebonden migratie
Net als veel trekvogels kennen sommige vleermuissoorten een seizoensgebonden trek, waarbij verplaatsing in de herfst noord –zuid is gericht en in het voorjaar vice versa. In de Noordoostpolder is bovendien de verwachting dat er *gestuwde trek* kan optreden. Gestuwde trek kan zich voordoen wanneer vleermuizen tijdens hun migratie tegen een grote wateroppervlakte aanvliegen (mond. med. Limpens). De dieren zijn terughoudend om over open water te vliegen, en volgen zo lang mogelijk de kustlijn. Omdat vanuit het achterland steeds nieuwe dieren tegen de kustlijn aanvliegen en deze volgen, ontstaat in potentie stuwing: een geconcentreerde 'stroom' van vleermuizen langs dezelfde route. Figuur 2 verbeeld deze mogelijke gestuwde trek.

Figuur 2.
Verbeelding van mogelijke gestuwde trek in een najaarsituatie langs het IJsselmeer. De pijlen geven de vliegrichting van trekkende vleermuizen aan. De breedte van de pijlen geven de aantallen weer. Benadrukt moet worden dat dit een hypothetisch beeld is: er nauwelijks informatie voorhanden in Nederland over het daadwerkelijk optreden van gestuwde vleermuistrek (zie ook de tekst van dit rapport).

In het geval van vleermuizen is de verwachting dat gestuwde trek het meest speelt in het najaar, omdat dan de trekbeweging van soorten als Rosse vleermuizen en Ruige dwergvleermuis geclusterd is. In het voorjaar is de trek meer diffuus. Gestuwde trek is overigens een verschijnsel dat ook bekend van vogels. Het is van vleermuissoorten als de Rosse vleermuis, de Tweekleurige vleermuis bekend dat deze soorten tijdens de migratie op grote hoogte (>50 meter) door open gebieden kunnen vliegen (Limpens *et al.* 2007). Waarschijnlijk geldt dit niet voor de grootoorvleermuizen en *myotis*-soorten maar wel voor de overige vleermuissoorten. Ook van Ruige dwergvleermuizen is bekend dat ze in het najaar zuidwaarts migreren. Voor de Gewone dwergvleermuis geldt dat ze een migratiepatroon vertonen naar overwinteringsplaatsen. Deze vindt meestal op kleinere schaal plaats, bij voorbeeld binnen Nederland. In de periode juli – september vliegen ze richting hun overwinteringsverblijven en terug naar de zomerverblijven. Deze vliegpatronen vinden op relatief grote hoogte plaats, waarschijnlijk boven de 50 meter (mond. med. E. Jansen VZZ).

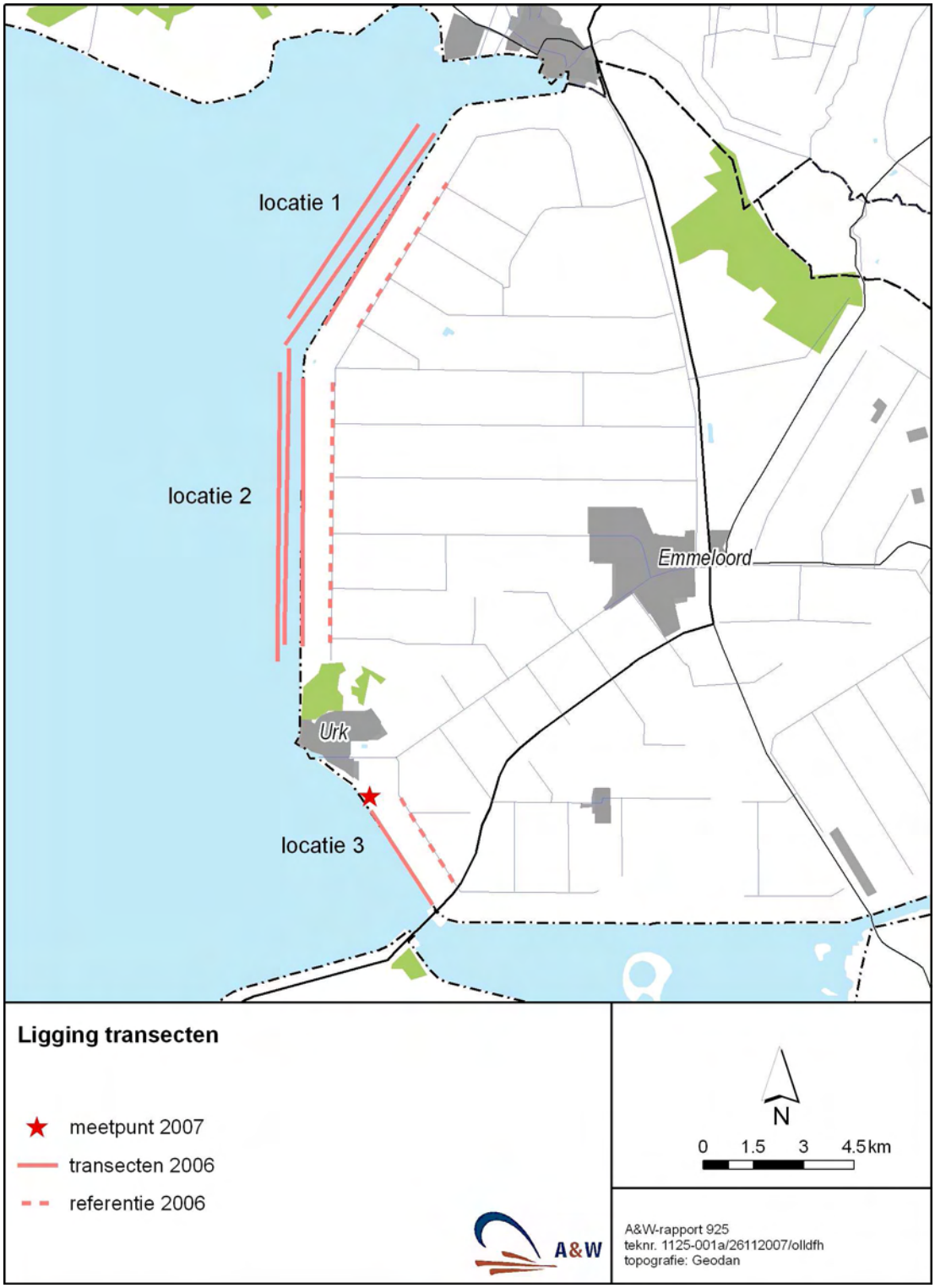
Tijdelijke effecten
Ten tijde van de bouwactiviteiten treden er mogelijk *tijdelijke* effecten op, die samenhangen met de werkzaamheden. Indien dergelijke werkzaamheden aan en rondom de trekroutes in de actieve periode van vleermuizen (ruwweg van april tot half september) plaatsvinden, treden mogelijk effecten op die weliswaar tijdelijk zijn, maar die van invloed kunnen zijn.

3.2. EFFECTEN VAN WINDTURBINES

In Europa zijn 16 verschillende vleermuissoorten bekend als slachtoffers van windturbines (Limpens & Huitema 2006). Hieronder zijn elf soorten die in Nederland voorkomen. Uit Nederland zijn de Gewone- en de Ruige dwergvleermuis bekend als windturbineslachtoffer (o.a. Brenninkmeijer *et al.* 2007). Omdat er bij windturbines niet structureel en specifiek gezocht wordt naar dode vleermuizen, is de verwachting dat er meer soorten als slachtoffers te vinden zijn. Het geringe aantal bekende slachtoffers door windturbines komt mede doordat vleermuizen als slachtoffer niet gemakkelijk worden gevonden: de dieren zijn klein, onopvallend, en worden snel opgeruimd door aaseters.

Uit Amerikaans en Europees onderzoek blijkt dat de meeste vleermuisslachtoffers trekkende en veelal op hoogte jagende soorten betreft (Verboom & Limpens 2001, Ahlén 2003, Kerns & Kerlinger 2004, Hötker 2006, Limpens *et al.* 2007). De piek aan slachtoffers ligt hierbij in de najaarstrek. Maar ook niet trekkende soorten als de Gewone dwergvleermuis, die normaliter laag vliegt en foerageert, worden desondanks relatief vaak als slachtoffer gevonden. Amerikaans onderzoek geeft aan dat er voornamelijk slachtoffers vallen op momenten dat de wieken op een vrijloop stand draaien bij weinig wind om later niet te hoeven opstarten. Een dergelijke vrijloopstand komt overigens naar verwachting niet voor bij het type turbines dat geplaatst gaan worden in deze situatie.

Avonden met weinig wind bieden optimale vliegomstandigheden voor vleermuizen. In situaties met veel wind waarbij de wieken snel draaien worden veel minder slachtoffers aangetroffen omdat de vliegactiviteit van vleermuizen dan veel minder is. Over het algemeen wordt op zeer winderige nachten, 5 Beaufort en meer, een sterke afname in vleermuisactiviteit aangetroffen. Vanaf windkracht 4 kan al een clustering in de vliegbewegingen ontstaan en zo mogelijk verplaatsing richting beschutte delen in het landschap (Limpens *et al.* 1997).



Figuur 3.
Overzicht van de onderzochte transecten in het kader van het onderzoek naar vleermuizen en windturbines in de Noordoostpolder.

4. WERKWIJZE

4.1. INLEIDING

In verband met de samenhang tussen specifiek gedrag en landschapsgebruik, de dynamiek in het voorkomen van soorten in de loop van het seizoen (fenologie), is onderzoek nodig van het voorjaar tot en met de herfst. Het gaat bij dit onderzoek om de plaatsing van windturbines in een relatief open gebied, waarbij aantasting van verblijfplaatsen niet aan de orde is. Om die reden is informatie over het herfstaspect het meest relevant in deze situatie, zeker in het licht van de trekbewegingen van vleermuizen in het najaar. In deze periode vindt onder meer de trek plaats van de Ruige dwergvleermuis en de Rosse vleermuis (Limpens *et al.* 1997). In deze periode kan dus worden nagegaan welke soorten in de herfst voorkomen, of er structuren zijn die als baltsverblijfplaats worden gebruikt en of er doortrek van vleermuizen plaatsvindt.

Voor het onderzoek in nazomer en herfst zijn verschillende methodes gecombineerd. Ten eerste is het plangebied in 2006 door veldwerkers met batdetectors onderzocht op het voorkomen en landschapsgebruik van vleermuizen. Daarnaast is in 2007 gebruik gemaakt van 'onbemande luisterkistjes' waardoor ook op hoogte de presentie van vleermuizen kon worden gemeten. De twee gebruikte methoden worden in de onderstaande tekst toegelicht.

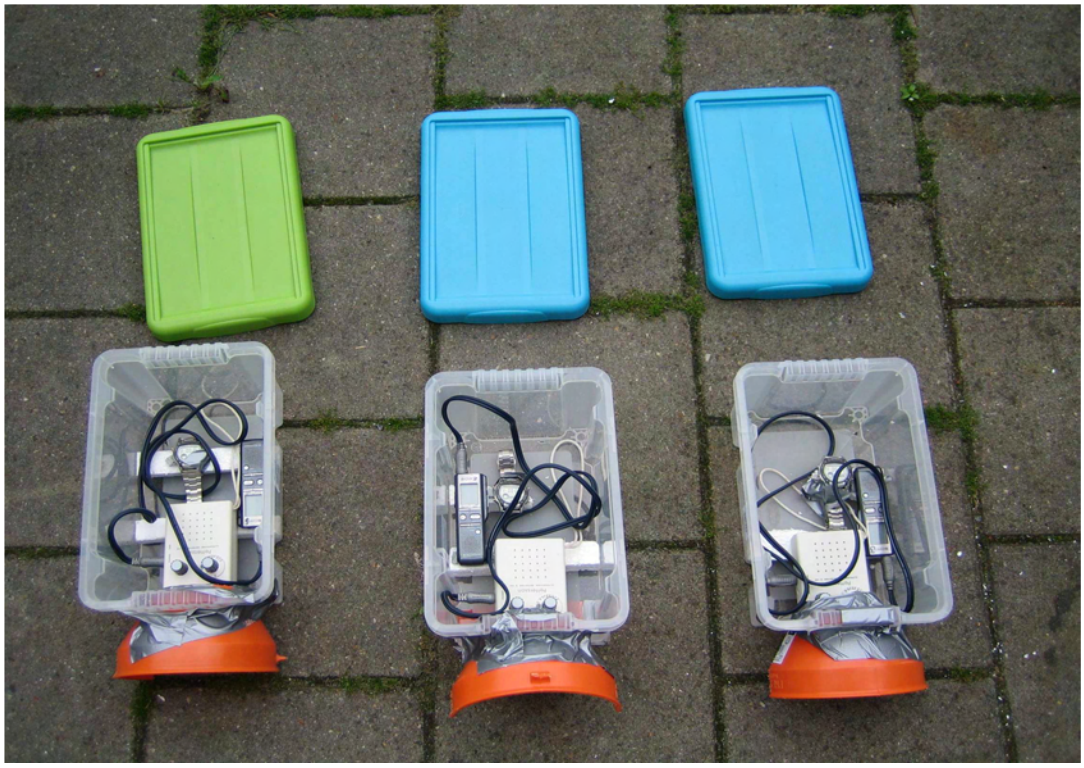
4.2. ONDERZOEKSLOCATIES

De vijf planlocaties, zoals beschreven in hoofdstuk 2, zijn opgedeeld in drie onderzoekslocaties (figuur 3), waarbij respectievelijk transecten op de dijk, in het binnenland (referentie) en in het water zijn gekozen (bijlage 1). Met uitzondering van de referenties komen deze overeen met de plaatsingslocaties van de windturbines:

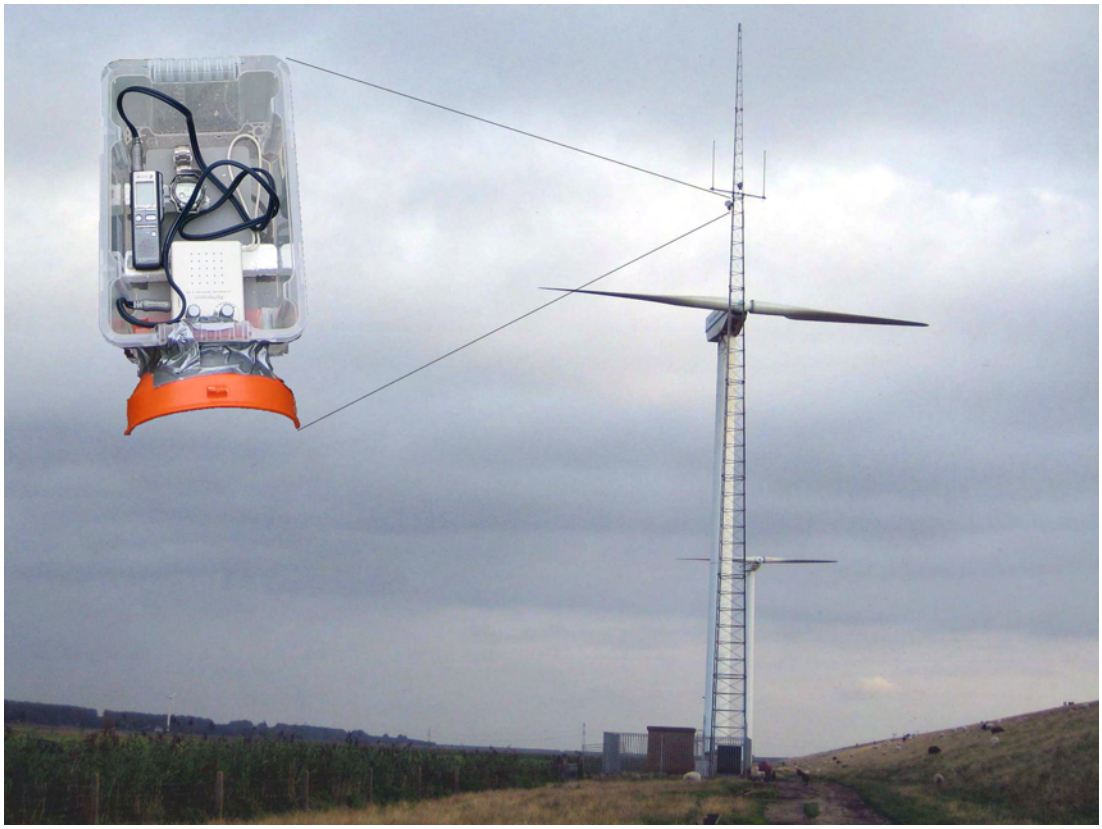
- Locatie 1 in het noorden van de Noordoostpolder evenwijdig aan de Noordermeerdijk (noordwesten van Rotterdamse hoek)
- Locatie 2 evenwijdig aan de Westermeerdijk
- Locatie 3 ten zuiden van Urk, evenwijdig aan de Zuidermeerdijk.

Binnendijkse- en buitendijkse transecten
Omdat een van de initiatiefnemers van de Koepel Windenergie Noordoostpolder voornemens is om windturbines buitendijks te plaatsen, is besloten om op twee onderzoekslocaties (locatie 1 en 2) twee buitendijkse transecten te leggen. Bij alle drie de onderzoekslocaties zijn op de IJsselmeerdijk windturbines gepland, reden waarom ook in een transect op de dijk onderzoek is gedaan naar passerende vleermuizen.

Referentietransect
De mogelijkheden bestaat dat seizoensgebonden migratie van vleermuizen in het najaar 'gestuwd' kan worden. Bij gestuwde trek ontstaat een geconcentreerde stroom van vleermuizen langs de dijk. Windturbines op de dijk kunnen daarom in potentie een verhoogd risico inhouden. Om te kunnen onderzoeken of inderdaad stuwing optreedt is bij de drie onderzoekslocaties ook langs een binnendijks gelegen referentietransect het aantal passerende vleermuizen bepaald. Wanneer het aantal vleermuizen langs referentietransecten beduidend lager is dan op de dijk, dan is dat een aanwijzing voor gestuwde vleermuistrek.



Luisterkistjes (boven) met batdetector die gekoppeld is aan een voicerecorder en een horloge die om de tien minuten een signaal geeft. Eén van deze luisterkistjes is ingezet om op hoogte vleermuizen waar te nemen (beneden, aan zendmast).



4.3. ONDERZOEK

Transectenonderzoek

In september 2006 zijn in totaal zes veldbezoeken aan de onderzoekslocatie gebracht. Tijdens elk bezoek is een transect onderzocht door op één punt vijf minuten stil te staan en alle passerende vleermuizen te noteren. Om de vijftig à honderd meter is een dergelijke puntwaarneming gedaan en de coördinaten zijn met een GPS vastgelegd. Het aantal punten per transect is opgenomen in bijlage 1.

Batdetectors

Voor het veldonderzoek is gebruik gemaakt van zogenaamde batdetectors (type Pettersson ultrasound detectors D 240X en D 200). Deze nemen met een microfoon de ultrasone (voor mensen onhoorbare) geluiden die de vleermuizen uitstoten op, zetten deze om naar een lagere frequentie en maken ze voor mensen hoorbaar via een luidsprekertje. Aan de hand van de frequentie van de opgevangen signalen, de pulssnelheid en andere eigenschappen van het geluid, kunnen soorten worden geïdentificeerd (Lange *et al.* 1994, Kapteyn 1995, Limpens *et al.* 1997). De waarnemers hebben in het veld de transecten te voet en met de fiets afgelegd. De buitendijkse transecten zijn met een boot gevolgd, waarbij dezelfde methode is toegepast. In de praktijk bleek dit op het water bijzonder lastig, mede door het lawaai van de boot en de constante beweging. Alle langskomende vleermuizen zijn genoteerd.

Aan de hand van de sonar van de waargenomen vleermuizen kan vaak worden geconcludeerd of er sprake is van bepaalde vormen van gedrag, zoals foerageergedrag, baltsgedrag of het volgen van een (vaste) vliegroute. Dit laatste is van belang voor het bepalen van de potentiële impact van de geplande windturbines. Het bereik waarover een batdetector geluiden opvangt bedraagt ongeveer vijftig meter. Dit is echter afhankelijk van de omstandigheden die tijdens het gebruik heersen: bij harde wind of bij storende omgevingsgeluiden (lopen over een grindpad, ruisend riet of een drukke weg) kan het bereik waarover een batdetector vleermuisgeluiden opvangt aanzienlijk dalen. Ook het geluidsvolume waarop vleermuizen geluiden uitzenden bepaalt het bereik van de batdetector; bij luidruchtige soorten als de Rosse vleermuis is het bereik vele malen groter dan bij de 'fluistersonar' van bijvoorbeeld een Gewone grootoorvleermuis. Windturbines staan veelal in open gebied en de vleermuissoorten die in open gebied voorkomen hebben veelal een 'harde' sonar die op relatief grote afstand op te vangen is. Vleermuissoorten met een zachte sonar zijn veelal soorten die voorkomen in een half-open of vrij gesloten landschap.

Luisterkistjes

Een luisterkistje (zie fotos) is een combinatie van een batdetector (type Pettersson D100), een voicerecorder (van het merk Sony, type ICD-P210) en een timer (een Casio horloge met een auto repeat alarm functie). De batdetector is gekoppeld aan de voicerecorder. De voicerecorder is 'voice controlled' (of VOX), wat wil zeggen dat deze automatisch opneemt op het moment dat er geluid wordt opgevangen door de batdetector. Door het horloge wordt elke tien minuten een geluidssignaal afgegeven, dat via de batdetector eveneens automatisch wordt opgenomen door de voicerecorder. Op deze wijze kan achteraf per tijdseenheid het aantal vleermuispassages worden bepaald. Door het voice-controlled opnemen, wordt steeds alleen vleermuisgeluid of het tijdsignaal opgenomen, waardoor de opnametijd effectief wordt gebruikt. Dit geheel is bevestigd aan dik nylon touw, met een lengte van 60 meter.

Met de luisterkistjes op de grond is het mogelijk, afhankelijk van de soort, tot op ongeveer 40 – 50 meter hoogte waarnemingen te doen. De batdetector werd ingesteld op een frequentie rond de 30 à 35 KHz. Bij deze frequentie is de Ruige dwergvleermuis

(piekfrequentie ronde de 35 Khz) goed te detecteren. Soorten met een andere piekfrequentie, zoals de Rosse vleermuis (piekfrequentie ronde de 19 Khz) worden bij deze afstelling minder optimaal waargenomen. Omdat de Rosse vleermuis een zeer hard en verdragend geluid maakt, worden deze echter voldoende duidelijk waargenomen. Ook de Tweekleurige vleermuis roept op deze frequentie, en kan worden opgepikt door de batdetector.

Batdetector 'op hoogte' 2007

Omdat wordt verwacht dat in de onderzoeksperiode (september) mogelijk sprake is van seizoensgebonden vleermuismigratie, is in 2006 geprobeerd om ook 'op hoogte' vleermuiswaarnemingen te verzamelen. Hierbij is geprobeerd een 'luisterkistje' met behulp van heliumballonnen op de vlieghoogte van trekkende vleermuizen (circa 50 meter hoogte) te brengen. Deze methode bleek, in verband met de sterke wind, niet succesvol (hoofdstuk 5).

Om die reden is besloten om in het najaar van 2007 een aanvullend onderzoek naar vleermuistrek op hoogte uit te voeren. Hierbij is op één locatie een luisterkistje geplaatst op circa 1 m hoogte (lage luchtlaag) en een ander in een zendmast langs de dijk op circa 50 m hoogte (hoge luchtlaag). Het luisterkistje in de mast was in een hoek van circa 45 graden omhoog gericht zodat de hogere luchtlaag zo goed mogelijk bemonsterd zou worden (zie fotos). Het bereik van een batdetector in een luisterkistje is afhankelijk van de soort vleermuis. Voor de soorten waar we hier mee te maken hebben (Ruige dwergvleermuis, Laatvlieger en mogelijk Rosse vleermuis) en de omstandigheden is het bereik circa 15 tot 20 meter. In dit onderzoek was het kistje geplaatst op een hoogte van circa 45 meter en de effectieve luchtlaag die bemonsterd is beslaat 25 tot 65 meter hoogte.

Verlichting

De windturbines zullen verlicht worden met een rode lamp met een lage intensiteit zodat ze zichtbaar zijn voor luchtverkeer. Het mogelijke effect van deze verlichting op vleermuizen zal op basis van literatuuronderzoek beschreven worden.

De zendmast met daaraan een katrol en een lang touw waarmee een luisterkistje omhoog getakeld kon worden.

5. RESULTATEN

5.1. TRANSECTENONDERZOEK

Algemeen

Het vleermuisonderzoek in de transecten is toegespitst op de najaarstrek en heeft plaatsgevonden in september 2006 (tabel 1). De weersomstandigheden tijdens de veldbezoeken waren voor het waarnemen van vleermuizen matig tot goed te noemen. De minimumtemperatuur lag steeds rond de 10 tot 15 °C. De wind heeft een grote invloed gehad op de kwaliteit van de waarnemingen en de mate van het voorkomen van vleermuizen. Bij harde wind zijn vleermuizen geneigd om te foerageren in meer beschutte gebieden. Bij harde wind zal de trefkans aanzienlijk verminderen. Tevens is het voor de waarnemer lastig om vleermuizen waar te nemen op de batdetector omdat er veel ruis optreed doordat de microfoon veel wind vangt. Bij alle bezoeken is er gewerkt van zonsondergang tot vlak voor zonsopgang. Bij te slecht weer, en verminderde vleermuis activiteit, is er gekozen om de bezoeken eerder te eindigen. Dit was het geval in de nacht van 18 september. Op 18 september waaide het in begin van de avond weinig. In de loop van de nacht nam de wind toe naar kracht 6 à 7 Beaufort.

Tabel 1.
Overzicht van de bezoekdata aan het plangebied en de weersomstandigheden, vaak waren er twee waarnemers op de zelfde avond actief (per nacht werd 6-9 uur geluisterd).

Datum	Weersomstandigheden
14 september	Goed
17 september	Matig
18 september	Matig / slecht
21 september	Goed
23 september	Goed
24 september	Goed
25 september	Matig

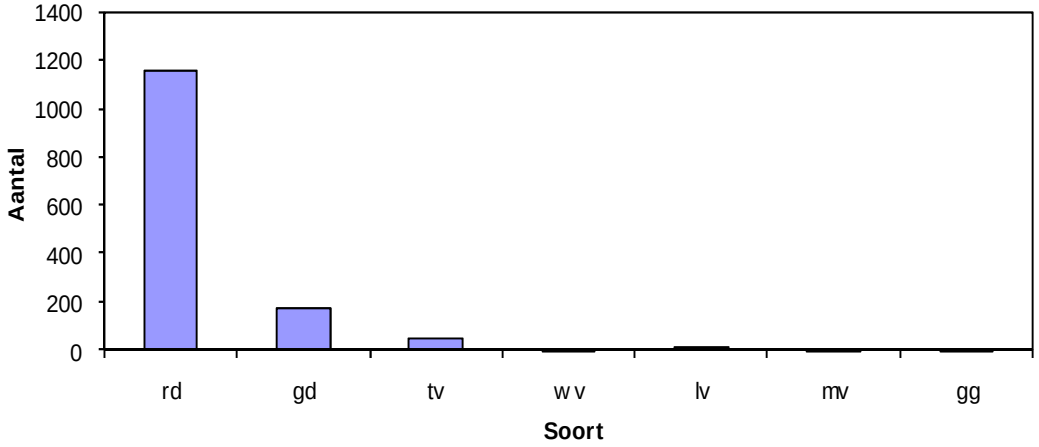
Soorten

Tijdens het onderzoek zijn acht soorten waargenomen (tabel 2). Hierbij moet in acht worden genomen dat de beschreven status van de verschillende soorten zeer afhankelijk is van de locatie. De Noordoostpolder is een zeer open gebied. De vleermuispresentie is in zijn algemeenheid laat laag door het ontbreken van bosgebieden en lijnvormige kleinschalige structuren. In figuur 4 is een overzicht gegeven van het aantal aangetroffen vleermuizen per soort waarbij alle transecten samen zijn genomen. Het meest waargenomen is de Ruige dwergvleermuis met meer dan 1000 passages. Daarnaast zijn de Gewone dwergvleermuis, Tweekleurige vleermuis, Watervleermuis, Laatvlieger, Meervleermuis en Gewone grootoorvleermuis aangetroffen. Opvallend is dat de Rosse vleermuis niet langs de transecten is waargenomen. De soort is wel waargenomen bij Urk maar dit was buiten de onderzoekstransecten.

Tabel 2.
Vleermuiswaarnemingen in het najaar van 2006 en hun status in het plangebied.

Soort	Status in het plangebied
Gewone dwergvleermuis (gd)	vrij algemeen
Ruige dwergvleermuis (rd)	algemeen
Laatvlieger (lv)	algemeen
Rosse vleermuis (rv)	schaars
Meervleermuis (mv)	zeer schaars
Gewone grootoor vleermuis (gg)	zeer schaars
Tweekleurige vleermuis (tv)	schaars
Watervleermuis (wv)	zeer schaars

Tijdens het onderzoek is geprobeerd onderscheid te maken in langstrekkende vleermuizen en foeragerende vleermuizen. Het gedrag van de dieren vaststellen en juist interpreteren is soms lastig. De aantallen aangetroffen vleermuizen zoals gepresenteerd in dit onderzoek hebben betrekking op het aantal passages en kunnen soms daarom betrekking hebben op hetzelfde individu (meestal niet overigens). In de onderstaande tekst worden de resultaten per onderzoekslocatie toegelicht.



Figuur 4.
Overzicht van de aangetroffen vleermuizen (gesommeerde aantal waarnemingen van alle transecten tezamen). De gehanteerde afkortingen zijn genoemd in tabel 2. Een waarneming is een passage van een vleermuis. Het is goed mogelijk, dat daarbij vaker dan eenmaal hetzelfde individu is geteld.

Onderzoekslocatie 1

Nieuwbouw langs de Noordermeerdijk binnendijks (planlocatie1).

Op het dijktransect zijn 169 Ruige dwergvleermuizen aangetroffen, 24 Gewone dwergvleermuizen en 2 Laatvliegers. Langs het referentietransect zijn 40 Ruige dwergvleermuizen, 8 Gewone dwergvleermuizen en een Grootoorvleermuis aangetroffen. Het verschil in Ruige dwergvleermuizen kan verklaard worden doordat bij het referentietransect een bezoek minder heeft plaats gevonden en de weersomstandigheden verschilden.

Nieuwbouw van een rij in het IJsselmeer parallel aan de Noordermeerdijk (planlocatie 2)
Er is op twee afstanden (400 en 800 meter) van de dijk transecten gevaren met een boot. Hierbij zijn op 400 meter uit de kust 37 Ruige dwergvleermuizen aangetroffen. Op 800 meter zijn 33 Ruige dwergvleermuizen aangetroffen en 1 Meervleermuis. Uit de waarnemingen die vanuit de boot zijn gedaan blijkt dat er ongeveer even veel Ruige dwergvleermuizen worden aangetroffen op 400 meter en op 800 meter uit de kust.

Onderzoekslocatie 2

Nieuwbouw en sanering van windturbines langs de Westermeerdijk binnendijks (planlocatie 3)
Op dit dijktransect zijn 254 Ruige dwergvleermuizen, 66 Gewone dwergvleermuizen, 9 Tweekleurige vleermuizen, 1 Watervleermuizen en 3 Laatvliegers aangetroffen. In het referentiegebied 183 Ruige dwergvleermuizen, 43 Gewone dwergvleermuizen, 1 Tweekleurige vleermuis en 2 Laatvliegers; de Watervleermuis is niet aangetroffen. De aantallen van het referentiegebied komen redelijk overeen met het transect langs de dijk.

Nieuwbouw van twee rijen in het IJsselmeer parallel aan de Westermeerdijk (planlocatie 4)
Er is op twee afstanden (400 en 800 meter) van de dijk transecten gevaren met een boot. 400 400 m uit de kust zijn 20 Ruige dwergvleermuizen 2 Meervleermuizen waargenomen. Op 800 m 36 Ruige dwergvleermuizen en geen Meervleermuizen.

Onderzoekslocatie 3

Nieuwbouw en sanering van windturbines langs de Zuidermeerdijk binnendijks (planlocatie 5)
Het onderzochte transect is in noordelijke richting iets langer dan het transect waarop de windturbines gebouwd worden. Uit de veldgegevens blijkt geen verschil in de verhoudingen tussen de aangetroffen soorten langs het onderzochte transect en het transect waarop de windturbines gebouwd worden. Omdat bij de andere transecten ook precies is gekeken waar de turbines geplaatst worden, en voor dit onderzoek op grotere schaal naar het landschap gekeken moet worden, zijn de resultaten van het gehele onderzochte transect weergegeven. Op dit transect zijn 250 Ruige dwergvleermuizen, 4 Gewone dwergvleermuizen, 29 Tweekleurige vleermuizen en 3 Laatvliegers geturfd. In het referentiegebied zijn 132 Ruige dwergvleermuizen, 22 Gewone dwergvleermuizen, 4 Tweekleurige vleermuizen en 3 Laatvliegers aangetroffen. Langs dit deel is het grootste aantal Tweekleurige vleermuizen aangetroffen. Het betreft hier naar alle waarschijnlijkheid foeragerende dieren. De Tweekleurige vleermuis is een snelle vlieger en het is mogelijk dat dezelfde dieren meermaals werden waargenomen, en dus dubbel werden geteld.

Vergelijking tussen onderzoekslocaties

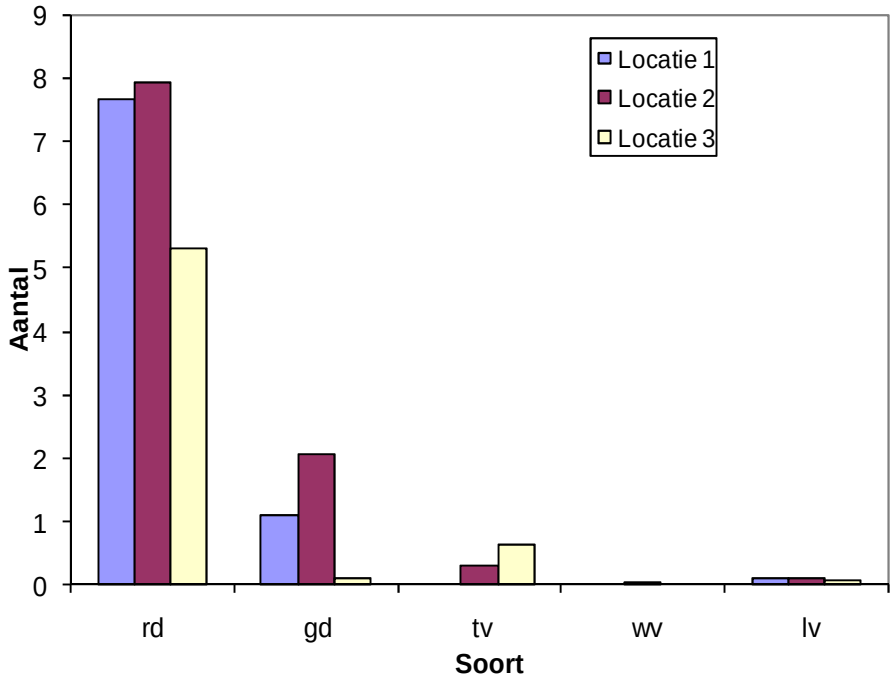
Door het verschil in methode tussen de waarnemingen op het land en op het water zijn de aantallen van de aangetroffen vleermuissoorten moeilijk onderling te vergelijken. Wel geven de waarnemingen een goed beeld welke soorten er op de verschillende locaties aangetroffen kunnen worden. De waarnemingen vanaf de boot waren gecompliceerder door het achtergrondgeluid van de boot en de constante snelheid van de boot. Tevens speelde de hard wind tijdens de boottochten ons parten.

Het is wel mogelijk om een directe vergelijking te maken tussen de onderzoekslocaties voor wat betreft de waarnemingen langs de dijk en het referentie gebied, rekening houdend met het aantal bezoeken (onderzoeksinspanning). Hierbij zijn er echter ook verschillen in weersomstandigheden, waarnemers en habitat (het referentie gebied is iets meer besloten). Door de grote variatie in de dat lenen die zich niet voor een statistische analyse; we hebben er voor gekozen de werkelijke gegevens te presenteren.

Om de data onderling te vergelijken zijn de aangetroffen aantallen op alle transecten teruggerekend naar het aantal vleermuizen per waarnemingspunt. Een waarnemingspunt bestaat uit een periode van 5 minuten waarbij alle vleermuizen dan wel passages zijn geteld. Uiteindelijk is zo een gemiddelde vleermuispresentie per locatie uitgerekend.

Resultaten transecten dijk en referentie

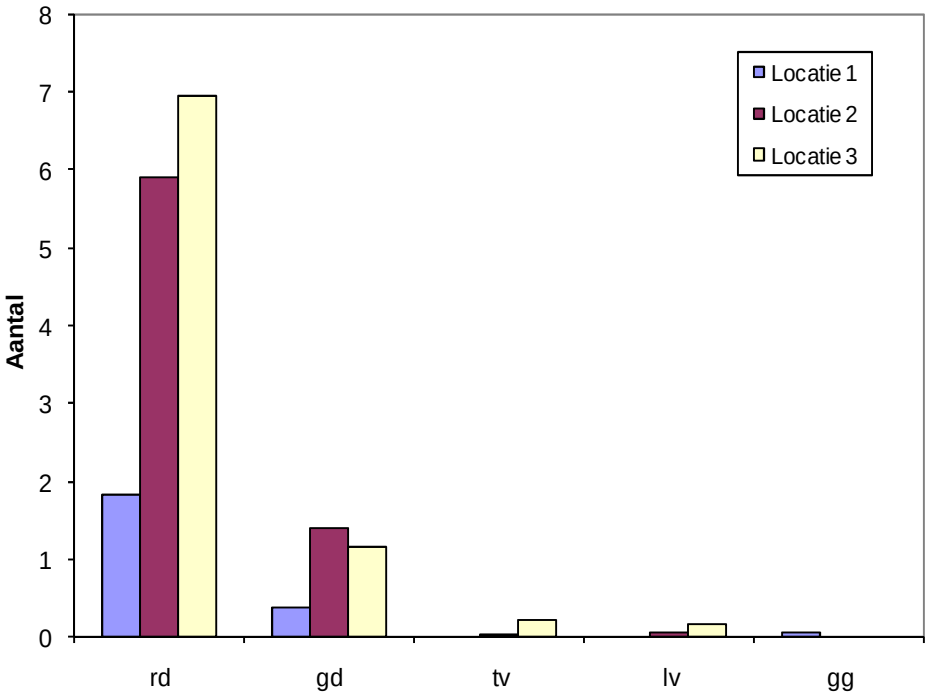
In figuur 5 is het gemiddeld aantal vleermuizen per waarnemingspunt vergeleken tussen de drie dijktransecten. Hieruit blijkt dat de Ruige dwergvleermuis het meest frequent is aangetroffen en dat er tussen locatie 1 en 2 weinig verschil zit. Op locatie 3 zijn iets minder Ruige dwergvleermuizen aangetroffen. Opvallend is verder dat de Tweekleurige vleermuis niet is aangetroffen op locatie 1.



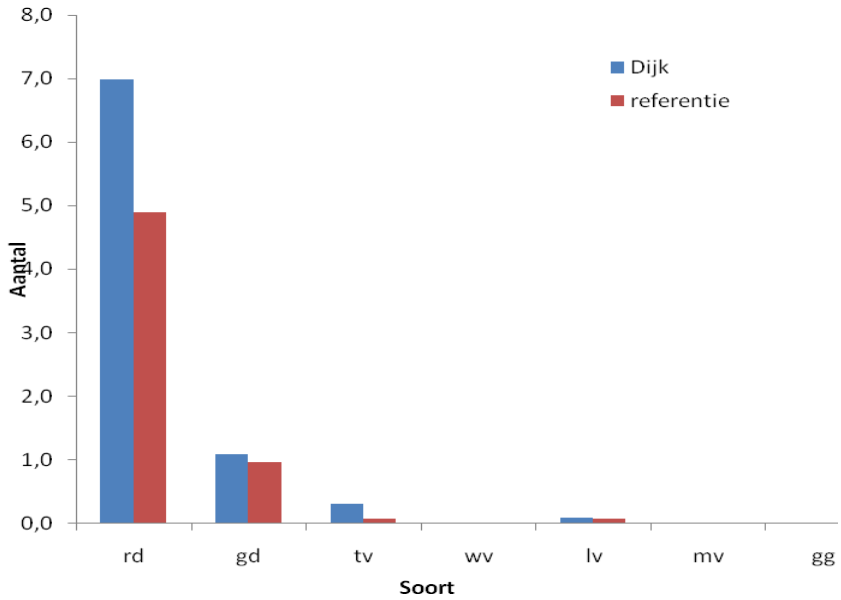
Figuur 5.
Gemiddeld aantal passages van vleermuizen per soort per waarnemingspunt voor de dijktransecten op de onderzoekslocaties 1 (noorden), 2 (midden) en 3 (zuiden, Urk). Deze locaties staan in figuur 3. Een waarnemingspunt bestaat uit 5 minuten luisteren op een vast punt.

Eenzelfde vergelijking tussen de drie binnendijkse referentielocaties laat zien dat er op locatie 1 minder Ruige- en Gewone dwergvleermuizen zijn aangetroffen (figuur 6). Op locatie 1 ontbreekt de Tweekleurige vleermuis maar hier is wel de Gewone grootoorvleermuis aangetroffen.

Voor een vergelijking tussen de drie transecten langs de dijk en de drie transecten langs het referentiegebied zijn de aantallen aangetroffen vleermuizen per waarnemings-punt per transect gemiddeld (figuur 7). Hieruit blijkt dat het aantal Ruige dwergvleermuizen langs de dijktransecten hoger zijn dan langs de referentie transecten. Voor de andere soorten is dit verschil klein of nauwelijks relevant vanwege de lage aantallen. De hogere aantallen van Ruige dwergvleermuis langs de dijk kan een indicatie voor het optreden van gestuwde trek zijn. Zekerheid hierover bestaat niet, want in theorie zouden de vleermuizen ook de dijk zelf als geleidend element kunnen gebruiken. Kern is evenwel, dat de aantallen langs de dijk hoger zijn dan op de referentie transecten.



Figuur 6.
Gemiddeld aantal passages van vleermuizen per soort per waarnemingspunt voor de referentie-transecten op de onderzoekslocaties 1 (noorden), 2 (midden) en 3 (zuiden, Urk). Deze locaties staan in figuur 3. Een waarnemingspunt bestaat uit 5 minuten luisteren op een vast punt.

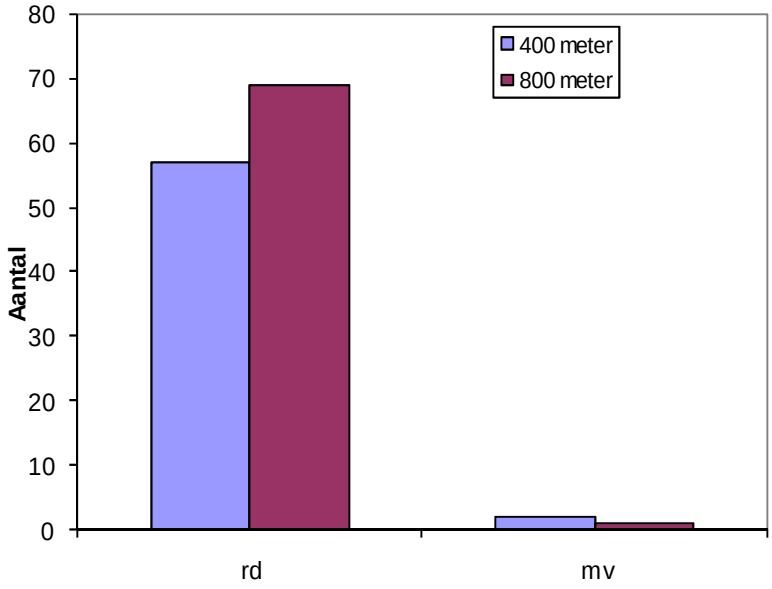


Figuur 7.
Gemiddeld aantal passages van vleermuizen per waarnemingspunt per soort, vergeleken tussen alle dijktransecten samen en de referentietransecten samen.

Vergelijking watertransecten

Bij het varen van de buitendijks transecten op 400 en 800 meter van de dijk bleek het niet mogelijk om op dezelfde manier transecten te onderzoeken zoals langs de dijk en ter plaatse van de referentietransecten. Er is voor gekozen om alle vleermuizen die langs kwamen te noteren en een vergelijking in absolute aantallen te maken (figuur 8). De gegevens van de twee onderzoeklocaties zijn hierbij opgeteld; dit is mogelijk omdat de onderzoeksinspanning over beide locaties gelijk is.

Uit de figuur blijkt dat er een gering verschil is tussen het aantal Ruige dwergvleermuizen op 400 en 800 meter uit de kust. Daarnaast zijn enkele Meervleermuizen vastgesteld boven het water, maar het gaat om lage aantallen. Omdat de methode op het water afwijkt van de methode op het land, is het niet mogelijk de resultaten onderling te vergelijken. Wel valt op, dat er buitendijks beduidend minder vleermuizen langs komen dan boven land (vergelijk de absolute aantallen in bijlage 1 van de water- en dijktransecten).



Figuur 8.
Totaal aantal aangetroffen vleermuizen op 400 en 800 meter buitendijks op twee transecten (locaties 1 en 2, zie figuur 3) op 400 m uit de kust en op twee transecten 800 m uit de kust.

5.2. VLEERMUIZEN OP HOOGTE

Naast de transectmetingen is in 2007 ook gestart met metingen op hoogte. Eerdere pogingen om met een heliumballon op hoogte te meten moesten worden afgeblazen door de harde wind. Het had geen zin om deze metingen op die wijze voort te zetten. Daarom is in 2007 gebruik gemaakt van een hoge zendmast (hoofdstuk 4). Tabel 3 geeft de bezoekdata aan het onderzoeksgebied in 2007 weer; in figuur 3 is de locatie van de zendmast aangegeven. De zendmast is ook net te ontwaren op de foto bij hoofdstuk 2.

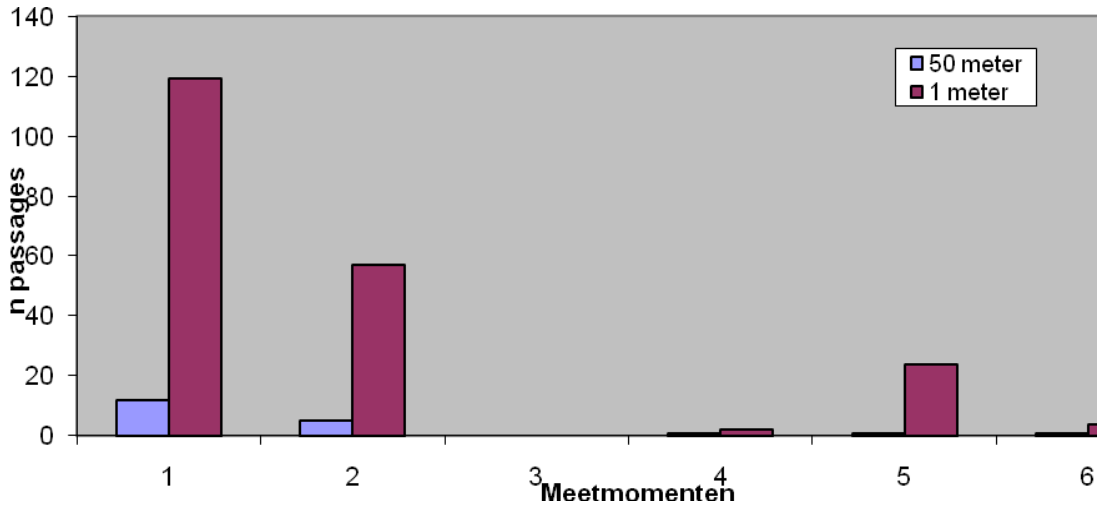
De resultaten van de metingen zijn gepresenteerd in figuur 9. In totaal (beide meetpunten op 1 m en 50 m hoogte samengenomen) zijn 216 vleermuispassages gedetecteerd met behulp van de twee gelijktijdig opererende luisterkistjes. Het betrof voornamelijk Ruige dwergvleermuizen en een enkele Laatvlieger of Tweekleurige vleermuis. Doordat de kwaliteit

van de opnames negatief werd beïnvloed door de nabijheid van een aantal zendsystemen was het determineren op soortniveau lastig. Op 23 september 2007 is er een kabel losgeraakt bij het plaatsen van het kistje boven in de mast. Hierdoor konden er op die dag geen opnames worden gemaakt.

Tabel 3.
Overzicht van de bezoekdata aan het onderzoeksgebied in 2007.

Datum	Windkracht	Weersomstandigheden
13 september	1 bft	Zeer goed
22 september	2-3 bft	Zeer goed
28 september	4 bft	Goed
29 september	5 bft	Goed
3 oktober	5 bft	Goed
4 oktober	4 bft	Goed

De resultaten in figuur 12 laten zien, dat 90,7 procent van alle 216 waarnemingen zijn gedaan in de lage luchtlaag, met het luisterkistje op 1 m hoogte.; 9,3 procent van alle waarnemingen had betrekking op het luisterkistje op 50 meter hoogte. Er is geen verschil gevonden tussen dagen waarop de molens draaiden en dagen waarop dat niet het geval was. Op de eerste twee avonden (13 en 23 september) was er zo weinig wind dat de windturbines in de directe omgeving niet draaiden. Bij de laatste drie metingen (29 september, 3 en 4 oktober), waarbij de windturbines wel draaiden, blijkt dat 90,9 procent van de waarnemingen op de grond is gedaan en 9,1 op hoogte.



Figuur 9.
Aantal waargenomen passages van vleermuizen op grondniveau en 50 meter hoogte langs de dijk van de Noordoostpolder (locatie in figuur 3) op zes verschillende waarneemmomenten (zie tabel 8).

6. EFFECTEN

6.1. ALGEMEEN

Door het plaatsen van de windturbines in het plangebied kan er in beginsel een effect zijn op de voorkomende vleermuizen. Een direct effect is een vergroot risico op aanvaringen met de windturbines. In het plangebied is door het ontbreken van verblijfplaatsen (bomen of huizen) geen sprake van (kraam)kolonies die verstoord (kunnen) worden. Daarnaast is geen sprake van een vast of intensief foerageergebied. Er zijn geen lokale trekroutes van verblijfplaatsen naar foerageergebieden vastgesteld die door het plangebied lopen. Effecten ten aanzien van verblijfplaatsen en lokale trekroutes treden daarom niet op bij de planlocatie.

6.2. EFFECTEN PER SOORT

De resultaten van het onderzoek zijn niet geschikt om verschillen aan te geven tussen de planlocaties. Daarom worden de verwachte effecten op de najaarstrek per vleermuissoort beschreven. Met uitzondering van de Meervleermuis zijn alle voorkomende vleermuissoorten in de literatuur beschreven als windturbineslachtoffer. Voor de Meervleermuis, Gewone grootoorvleermuis en de Watervleermuis worden geen negatieve effecten, in de zin van aanvliegslachtoffers, verwacht.

Meervleermuis
Aangezien de rotorbladen van de windturbines zich op een minimale hoogte van 40 meter van de grond bevinden zullen er naar verwachting geen slachtoffers vallen onder de Meervleermuis omdat de soort altijd laag over het water foerageert en trekt (tot 5 meter hoog). Dit onderzoek betreft alleen het najaar. Uit voorgaand onderzoek (Kuijper *et al.* 2006) blijkt dat de Meervleermuis in de zomer wel in grotere aantallen kan worden aangetroffen op het IJsselmeer langs de Friese kust. Hierbij was sprake van een (kraam)kolonie Meervleermuizen in Workum van een grote omvang. In Urk is geen grote verblijfplaats Meervleermuizen aanwezig, enkel een kleine groep mannetjes (mond. med. J. Reinolds). Naar verwachting zal er in het zomerhalfjaar geen noemenswaardige effecten optreden met betrekking tot de Meervleermuis.

Gewone grootoorvleermuis
De Gewone grootoorvleermuis is een keer aangetroffen in het referentiegebied langs de Noordermeerdijk. Gezien het foerageer- en trekgedrag van de soort, dat zich voornamelijk dicht langs de vegetatie en langs boomkronen afspeelt, is de verwachting dat het risico op turbineslachtoffers van de Gewone grootoorvleermuis verwaarloosbaar is. De soort komt in lage dichtheden voor in de Noordoostpolder.

Watervleermuis
De Watervleermuis is één keer aangetroffen op locatie twee langs de dijk. De Watervleermuis is een soort die graag dicht op het wateroppervlakte jaagt en zelden hoger dan vijf meter wordt aangetroffen. Aangezien Watervleermuizen voornamelijk laag boven het water jagen en langs lijnvormige elementen zullen trekken, is de kans klein dat er slachtoffers vallen. De Watervleermuis is door het ontbreken van geschikte (oude) bomen met holten waar ze in verblijven niet algemeen in de Noordoostpolder.

Voor de Laatvlieger, Rosse vleermuis, Gewone dwergvleermuis, Ruige dwergvleermuis en de Tweekleurige vleermuis kunnen mogelijk effecten optreden omdat deze vleermuissoorten hoog genoeg kunnen vliegen om binnen het bereik van de rotorbladen te komen.

Laatvlieger
De Laatvlieger is elf keer aangetroffen en alleen op de landtransecten. In de meeste gevallen vliegen Laatvliegers echter lager dan 40 meter, waarmee ze buiten het bereik van de rotorbladen blijven. In uitzonderlijke gevallen is de Laatvlieger tot 50 meter hoogte waargenomen (Limpens *et al.* 2007).

Rosse vleermuis
Van de Rosse vleermuis is bekend dat ze op grotere hoogte (tot 100 meter) foerageren. Tijdens het onderzoek is de Rosse vleermuis één keer aangetroffen buiten de onderzochte transecten, op de transecten zelf is hij zelf niet aangetroffen. Gezien het geringe aantal dieren kan aangenomen worden dat er langs de onderzoeklocaties geen gestuwde trek plaats vindt van de Rosse vleermuis.

Gewone dwergvleermuis
De Gewone dwergvleermuis foerageert op hoogtes van twee tot vijf meter en soms tot circa 15 meter (Limpens *et al.* 2007). Lokale trekbewegingen tussen zomerverblijf en winterverblijfplaatsen vinden waarschijnlijk op grotere hoogte plaats. Door de geringe vlieghoogte is de verwachting dat verblijvende gewone dwergvleermuizen niet in aanraking komen met de windturbines maar ze lopen wel een zeker risico tijdens hun lokale trekbewegingen in de periode juli – september.

Ruige dwergvleermuis
De Ruige dwergvleermuis is waargenomen op hoogtes van 25 tot 50 meter (Limpens *et al.* 2007). Het is onbekend op welke hoogte de trek plaats vind. Uit recent onderzoek blijkt dat de Ruige dwergvleermuis enkele keren op hoogte is vastgesteld (van Dullemen 2006). Uit dit laatstgenoemde onderzoek bleek dat ca. 9 procent van de aldaar gedetecteerde vleermuizen op een hoogte tussen 25 en 65 meter passeerden. Naar verwachting betreft dit voornamelijk Ruige dwergvleermuizen. Voor deze soort lijkt wel stuwing op te treden, wat mogelijk kan leiden tot meer slachtoffers dan de andere genoemde soorten.

Tweekleurige vleermuis
De Tweekleurige vleermuis is in Nederland een zeer zeldzame soort die de laatste jaren iets talrijker lijkt te worden. Ze jagen over het algemeen hoog boven het landschap. Naar verwachting komen ze tot hoogtes tot 50 m (Limpens *et al.* 2007). In Urk is recentelijk een kolonie vastgesteld en op de transecten bij de Zuider- en Westermeerdijk is de soort aangetroffen. Aangezien de vlieghoogte uit de literatuur overlapt met de rotorhoogte van de wieken is het niet uitgesloten dat er slachtoffers vallen.

Potentiële slachtoffers

De Gewone dwergvleermuis, Ruige dwergvleermuis en de zeldzame Tweekleurige vleermuis zijn potentiële windturbineslachtoffers. Deze soorten vliegen met enige regelmaat op een hoogte waarbij ze in contact kunnen komen met een wiek van de windturbines. De kans dat er onder de andere soorten ook slachtoffers vallen is zeer klein maar niet uit te sluiten. In tabel 4 zijn de vleermuissoorten beschreven en hun mogelijke status als windturbineslachtoffer.

Tabel 4.
De aangetroffen vleermuizen en de status als potentieel windturbineslachtoffer. Bij de soorten waar 'nee' is ingevuld, wordt op grond van het voorkomen zoals vastgesteld in dit rapport, de kans zeer klein geacht dat deze slachtoffer worden.

Soort	Potentieel windturbineslachtoffer in de Noordoostpolder
Gewone dwergvleermuis	Ja
Ruige dwergvleermuis	Ja
Tweekleurige vleermuis	Ja
Rosse vleermuis	Nee
Laatvlieger	Nee
Gewone grootoorvleermuis	Nee
Watervleermuis	Nee
Meervleermuis	Nee

Binnen- en buitendijkse transecten

Aangezien de absolute aantallen aangetroffen vleermuizen buitendijks veel kleiner zijn dan binnendijks zijn de boven genoemde effecten per soort vrij wel geheel van toepassing op de binnendijkse transecten, en niet op de buitendijkse transecten.

Verlichting

De windturbines zullen verlicht worden met een rode lamp met een lage intensiteit. Het is bekend dat sommige vleermuissoorten door licht worden aangetrokken om dat insecten, het voedsel van vleermuizen, tevens op licht afkomen (Kuijper *et al.* 2006). Het type verlichting dat hier gebruikt gaat worden zal insecten nauwelijks aantrekken. Naar verwachting heeft deze verlichting hierdoor geen aantrekkingskracht op vleermuizen tot gevolg waardoor er geen extra aanvaringsrisico optreedt.

Wind

Vleermuizen passen hun jacht en zeer waarschijnlijk ook het trekgedrag aan de weersomstandigheden aan. Bij harde wind wijken ze uit naar meer beschutte landschapstypen om te foerageren. In een onderzoek in Freiburg (Duitsland) is vastgesteld dat er tussen windkracht 4 en 5 Beaufort nog maar een derde van de vleermuisactiviteit plaatsvindt. In Rosskopf (Duitsland is zelf gebleken dat 95% van de vleermuisactiviteit plaatsvond bij windsnelheden lager dan 4 Beaufort (Bach & Harbusch 2006). Uit de gegevens van dit onderzoek blijkt dat er aanzienlijk minder vleermuizen geregistreerd zijn bij 5 beaufort dan bij 2 á 3 beaufort.

7. CONCLUSIE EN BEOORDELING

7.1. CONCLUSIE

Uit het onderzoek kunnen de volgende algemene conclusies getrokken worden:

- Op de onderzoekslocaties zijn veelvuldig foeragerende en trekkende vleermuizen aangetroffen.
- Bij het onderzoek is vastgesteld, dat op de planlocaties langs de dijk meer trek van Ruige dwergvleermuizen plaatsvindt dan op de binnendijks gelegen referentietransecten. Er lijkt op geringe schaal sprake te zijn van gestuwde trek van Ruige dwergvleermuizen langs de dijk.
- Het onderzoek laat zien, dat ook buitendijks vleermuizen aanwezig zijn, zelfs op 800 m uit de kust. Buitendijks zijn beduidend minder vleermuizen aangetroffen in vergelijking met de transecten op het land.
- De Gewone dwergvleermuis, Ruige dwergvleermuis en de zeldzame Tweekleurige vleermuis zijn potentiële windturbineslachtoffers.

Deze conclusies kunnen per planlocatie als volgt worden vertaald:

Nieuwbouw langs de Noordermeerdijk binnendijks (Planlocatie 1)

- Er lijkt sprake te zijn van gestuwde trek van Ruige dwergvleermuizen langs de dijk.
- De Gewone dwergvleermuis, Ruige dwergvleermuis en de zeldzame Tweekleurige vleermuis zijn potentiële windturbineslachtoffers.

Nieuwbouw van een rij in het IJsselmeer parallel aan de Noordermeerdijk (Planlocatie 2)

- Buitendijks zijn beduidend minder vleermuizen aangetroffen in vergelijking met de transecten op het land.
- Er is geen sprake van gestuwde trek langs deze locatie.

Nieuwbouw en sanering van windturbines langs de Westermeerdijk binnendijks (Planlocatie 3)

- Er lijkt sprake te zijn van gestuwde trek van Ruige dwergvleermuizen langs de dijk.
- De Gewone dwergvleermuis, Ruige dwergvleermuis en de zeldzame Tweekleurige vleermuis zijn potentiële windturbineslachtoffers.

Nieuwbouw van twee rijen in het IJsselmeer parallel aan de Westermeerdijk (Planlocatie 4)

- Buitendijks zijn beduidend minder vleermuizen aangetroffen in vergelijking met de transecten op het land.
- Er is geen sprake van gestuwde trek langs deze locatie.

Nieuwbouw en sanering van windturbines langs de Zuidermeerdijk binnendijks (Planlocatie 5)

- Er lijkt sprake te zijn van gestuwde trek van Ruige dwergvleermuizen langs de dijk.
- De Gewone dwergvleermuis, Ruige dwergvleermuis en de zeldzame Tweekleurige vleermuis zijn potentiële windturbineslachtoffers.

7.2. BEOORDELING

Wanneer de plannen worden getoetst aan de bestaande natuurwetgeving (Flora- en faunawet en Natuurbeschermingswet), kan het volgende – voorlopig – worden geconcludeerd.

Natuurbeschermingswet
Het Natura-2000 gebied het IJsselmeer is aangewezen voor de Meervleermuis. Het is daarom noodzakelijk om na te gaan of de instandhoudingsdoelen door de plannen ook in gevaar kunnen komen. Op grond van het feit, dat vrijwel geen Meervleermuizen zijn aangetroffen, en in een literatuurstudie door Limpens *et al.* (2007) is ingeschat dat de kans dat deze soort slachtoffer wordt van windturbines klein is, zijn er geen negatieve effecten te verwachten. Er is naar verwachting, zowel binnen- als buitendijks, geen sprake van significante negatieve effecten (verhoogde mortaliteit) op deze soort.

Flora- en faunawet
Op de planlocaties zelf zijn geen vleermuisverblijven aanwezig door het ontbreken van bomen of bebouwing. Door de beoogde plannen treedt er daarom geen verstoring op van verblijfplaatsen van vleermuizen. Er is in die zin geen conflict met de Flora- en faunawet.

Uit het onderzoek blijkt, dat er vrijwel zeker sprake is van trek en enige stuwing van doortrekkende Ruige dwergvleermuizen langs de dijk. Een trekroute van vleermuizen is beschermd als het de gunstige staat van instandhouding van een lokale populatie in het geding is. In Europees verband wordt er vanuit gegaan dat een sterftepercentage van minder dan 1% van de natuurlijke sterfte per jaar binnen de populatie van een soort een aanvaardbaar risico is. Door het ontbreken van gegevens over de natuurlijke sterfte en het aantal slachtoffers onder vleermuizen bij de realisatie van de windturbines kan hier geen uitspraak over gedaan worden.

7.3. AANBEVELINGEN

Aangezien er in Nederland nog weinig bekend is over routes en fenologie van vleermuistrek en trekbewegingen op hoogte, is er nog veel onderzoek noodzakelijk. Omdat veel vragen een fundamenteel karakter hebben vallen ze buiten de aanbevelingen van dit onderzoek.

Op grond van de voorgaande conclusies en op basis van "best beschikbare kennis", is het aannemelijk dat een deel van de vleermuizen die op hoogte zijn geregistreerd in aanraking kan komen met de windturbines en slachtoffer kan worden. De vraag is hoe groot het effect van eventuele sterfte is op de gunstige staat van instandhouding van de lokale populatie van de vleermuissoorten. In Europees verband wordt er van uitgegaan dat een sterftepercentage van minder dan 1% van de natuurlijke sterfte per jaar binnen de populatie van een soort een aanvaardbaar risico is. In de huidige situatie is dit percentage niet bekend. Door middel van een slachtofferonderzoek is dit vast te stellen. Om die reden wordt voor deze planlocatie aanbevolen om in de trekperiode van de vleermuizen (het najaar), na de realisatie van de windturbines, een monitoring van het aantal windmolenslachtoffers op te starten. Dit onderzoek hoeft alleen langs een van de planlocaties langs de dijk uitgevoerd te worden aangezien hier de grootste vleermuisactiviteit is vastgesteld. Hierbij raden we aan gebruik te maken van de ervaring, en de bestaande protocollen voor monitoring van Duitse collega's en Bat Conservation International.

Expert judgement

Aangezien het onderzoek naar de effecten van windturbines op vleermuizen nog in de kinderschoenen staat in vergelijking met bestaande kennis over de effecten op vogels is besloten de conclusie van dit rapport voor te leggen aan andere vleermuisexperts. Hiertoe zijn Ir. Herman Limpens en Dr. Lothar Bach benaderd. Beiden hebben een lange staat van dienst met betrekking tot vleermuisonderzoek en staan in Europa bekend als vleermuisexperts.

Herman Limpens
Herman Limpens geeft aan dat hij de conclusies die in het rapport worden getrokken in grote lijnen onderschrijft en dat in de uitvoeringsfase monitoring van eventuele slachtoffers noodzakelijk is. Daarnaast geeft hij aan, dat de mogelijkheid bestaat dat er nog dieren hoger dan 65 meter (buiten het bereik van de gebruikte luisterkistjes) vliegen. Tevens is het mogelijk dat Ruige dwergvleermuizen een harde oostenwind gebruiken om te trekken. Het gevolg hiervan zou kunnen zijn dat er meer slachtoffers zouden vallen.

Lothar Bach
Lothar Bach geeft aan dat de getrokken conclusies grotendeels juist zijn, maar merkt wel op dat er mogelijk meer vleermuizen op hoogte vliegen en dat dit van invloed kan zijn op de resultaten. Tevens geeft hij aan dat vleermuizen mogelijk aangetrokken worden door windturbines en dat het aantal slachtoffers hierdoor vergroot kan worden.

Samengevat
Uit de gesprekken die gevoerd zijn met zowel Herman Limpens als Lothar Bach, komt naar voren dat deze wetenschappers de conclusies van dit rapport in grote lijnen ondersteunen. Beide onderzoekers geven aan dat het uitgevoerde onderzoek de vragen over de trek van vleermuizen, specifiek over de Ruige dwergvleermuis en de mogelijke effecten van een windpark op deze locatie, grotendeels kon beantwoorden.

Voorafgaand aan dit onderzoek was al bekend, en na overleg met Dienst Landelijk Gebied over de resultaten ervan, is geconcludeerd dat met dit onderzoek niet alle vragen en hiaten in kennis over de effecten van windturbines op de trek van vleermuizen kunnen en hoeven beantwoord te worden om tot een aanvraag voor ontheffing voor plaatsing over te gaan. Om die reden adviseren deze experts om te gaan monitoren in de exploitatiefase; dit is de beste manier om de benodigde kennis op te doen.

LITERATUUR

Ahlén, I. 2003. Wind turbines and bats – a pilot study. Rapport 5210P-2002-00473, P-nr P20272-1. SLU Uppsala, Zweden.

Bach, L. &. Ch. Harbusch 2007. Impacts on bats – the European experience. Power Point presentation. Wind Turbines and Bat Populations Workshop. London 2007.

Brenninkmeijer, A., M. Koopmans & G. Knol 2007. Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Delfzijl-Zuid. Rapportage 2006-jinu 2007. A&W-rapport 1058. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.

Dullemen, D. 2006. Vleermuizen en windturbines te Hattemerbroek. A&W-rapport 881. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.

Hötker, H. 2006. Auswirkungen des 'Repowering'von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Michael-Otto-Onstitut im NABU-Forschungs- und Bildungszentrum für Feuchtgebiete und Vogelschutz, Berghusen.

Kapteyn, K. 1995. Vleermuizen in het landschap. Over hun ecologie, gedrag en verspreiding. Schuyt & Co, Haarlem.

Kerns, J. & P. Kerlinger 2004. A study of bird and bat collision fatalities at the Mountaineer Wind Energy Center, Tucker County, West Virginia: annual report for 2003. Technical report prepared by Curry and Kerlinger, LLC. for FPL Energy and Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee.

Kuijper, D., J. Schut , A-J.Haarsma, J. Ouwehand, H. Limpens & D. van Dullemen (red.) 2006. Meervleermuizen in Fryslân: kennisontwikkeling voor soortbescherming. A&W-rapport 748. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.

Lange, R.P. Twisk, A. van Winden & A. van Diepenbroek 1994. Zoogdieren van West-Europa. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging KNNV, Utrecht.

Limpens, H. & P. Twisk 2004. Met vleermuizen overweg. Rijkswaterstaat, Delft/ Nederlandse Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem.

Limpens, H.J.G.A. & H. Huitema 2006. Vleermuizen en windenergie. Analyse van effecten en verlichting in het spanningsveld tussen vleermuizen en windenergie, vanuit de ecologische en wettelijke invalshoek. *Conceptrapport* Zoogdiervereniging VZZ, Arnhem / Senternovem, Utrecht

Limpens, H.J.G.A., K. Mostert & W. Bongers (eds.) 1997. Atlas van de Nederlandse Vleermuizen. Onderzoek naar verspreiding en ecologie. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.

Royal Haskoning 2007. Milieueffectrapportage Windenergie in de Noordoostpolder. Royal Haskoning, Nijmegen.

Verboom, B. & H.J.G.A. Limpens 2001. Windmolens en vleermuizen. Zoogdier 12: 13-17.

Geraadpleegde internetsites

www.vleermuis.net

Bijlage 1.

Basisgegevens waarneempunten en resultaten per transect.

De water transecten zijn grijs gekleurd.

Type	Nummer	naam	planlocatie	aantal punten	aantal dagen
dijk	L D 1	Noordermeerdjik	1	22	2
dijk	L D 2	Westermeerdijk	3	32	3
dijk	L D 3	Zuidermeerdijk	5	47	4
water	L 1 400	IJsselmeer - noordermeerdijk	2	42	3
water	L 2 400	IJsselmeer - westermeerdijk	4	40	3
water	L 1 800	IJsselmeer - noordermeerdijk	2	36	3
water	L 2 800	IJsselmeer - westermeerdijk	4	45	3
referentie	Ref 1	binnenland Noordermeerdijk		22	2
referentie	ref 2	binnenland Westermeerdijk		31	3
referentie	ref 3	binnenland Zuidermeerdijk		19	3

Soort	rd	gd	tv	wv	lv	mv	gg
Totaal L D 1	169	24			2		
Totaal L D 2	254	66	9	1	3		
Totaal L D 3	250	4	29		3		
Totaal L 1 400	37						
Totaal l 2 400	20					2	
Totaal L 1 800	33					1	
Totaal L 2 800	36						
Totaal Ref 1	40	8					1
Totaal ref 2	183	43	1		2		
Totaal ref 3	132	22	4		3		
Totaal	1154	167	43	1	13	3	1

Inventarisatie van relevante vissoorten bij de aanleg van windpark Noordoostpolder

W. Lengkeek

Inventarisatie van relevante vissoorten bij de aanleg van windpark Noordoostpolder

W. Lengkeek

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

opdrachtgever: Koepel Windenergie Noordoostpolder

28 september 2009
rapport nr. 09-092

Status uitgave:	eindrapport
Rapport nr.:	09-092
Datum uitgave:	28 september 2009
Titel:	Inventarisatie van relevante vissoorten bij de aanleg van windpark Noordoostpolder
Samensteller:	dr. W. Lengkeek
Aantal pagina's inclusief bijlagen:	20
Project nr.:	09-444
Projectleider:	dr. W. Lengkeek
Naam en adres opdrachtgever:	Koepel Windenergie Noordoostpolder Postbus 579, 7550 AN Hengeloo
Referentie opdrachtgever:	Brief met kenmerk MtK/09-022, 21 juli 2009
Akkoord voor uitgave:	Teamleider aquatische ecologie drs. A. Bak
Paraaf:	

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Koepel Windenergie Noordoostpolder

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder vooraf-gaande schrif-telijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2000.

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Inhoud

1 Inleiding 7
1.1 Aanleiding en doel 7
1.2 Kader 8
2 Materiaal en methoden 9
3 Resultaten 11
3.1 Vissoorten in het IJsselmeer omgeving Noordoostpolder kust 11
3.2 Nadere analyse relevantie beschermde soorten 11
4 Conclusies en aanbevelingen 17
4.1 Conclusies 17
4.2 Aanbevelingen 18
5 Literatuur 20

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

De Koepel Windenergie Noordoostpolder (kortweg: De Koepel) onderzoekt de mogelijkheid om langs de IJsselmeerkust van de Noordoostpolder een grootschalig windpark te realiseren. Het betreft drie buitendijkse lijnopstellingen langs de Noordermeer- en Westermeerdijk en drie binnendijkse lijnopstellingen langs de Noordermeer-, Westermeer- en Zuidermeerdijk. De bestaande lijnopstellingen langs de Westermeerdijk en Zuidermeerdijk worden bij realisatie beiden vervangen door de nieuwe opstellingen.

Bij de aanleg van windparken worden de funderingen van de windmolens in de bodem geheid. Het heien veroorzaakt veel geluid, ook wanneer er in water geheid wordt. Onder water draagt geluid ver en bewegen geluidsgolven sneller dan op land. Uit recente onderzoeken is gebleken dat het geluid dat onderwater vrij komt bij heiwerkzaamheden schadelijke effecten kan hebben op vissen. Voor vergunningsprocedures is dit belangrijk: sommige vissoorten of hun habitats zijn wettelijk beschermd (Flora- en faunawet, Natura 2000). Daarnaast vormen sommige vissoorten een belangrijke voedselbron voor vogels, waarvan de voedselvoorziening in het IJsselmeer gewaarborgd dient te blijven in het kader van de Vogelrichtlijn.

Voor de vergunningsprocedure voor de aanleg van een windpark in water, ten aanzien van onderwatergeluid, is het dus belangrijk om:

1) te onderzoeken of onderwatergeluid met schadelijke sterktes vrij kan komen;
2) te onderzoeken welke relevante vissen in het toekomstige bouwgebied voorkomen;
3) te onderzoeken of schadelijke effecten optreden zodanig dat er significante effecten zijn t.a.v. instandhoudingsdoelen voor het natura 2000 gebied IJsselmeer, of verstoring van soorten die beschermd worden door de Flora- en faunawet.

Aan Bureau Waardenburg is gevraagd een onderzoek te doen naar punt 2.
Het doel van deze studie is om te inventariseren voor welke vissoorten de omgeving van de Noordoostpolder kust een belangrijke leefomgeving is en wat de wettelijke status is van die vissoorten.

Parallel aan dit onderzoek zal de sterkte van het onderwatergeluid berekend worden (punt 1) door TNO. Indien er uit de modelberekeningen bekend wordt dat er schadelijke geluidsterktes vrijkomen bij de bouw van het windmolenpark, en hoe ver deze reiken, kan met de gegevens uit het visonderzoek ingeschat worden of en in welke mate er negatieve effecten op relevante vissoorten te verwachten zijn (punt 3).

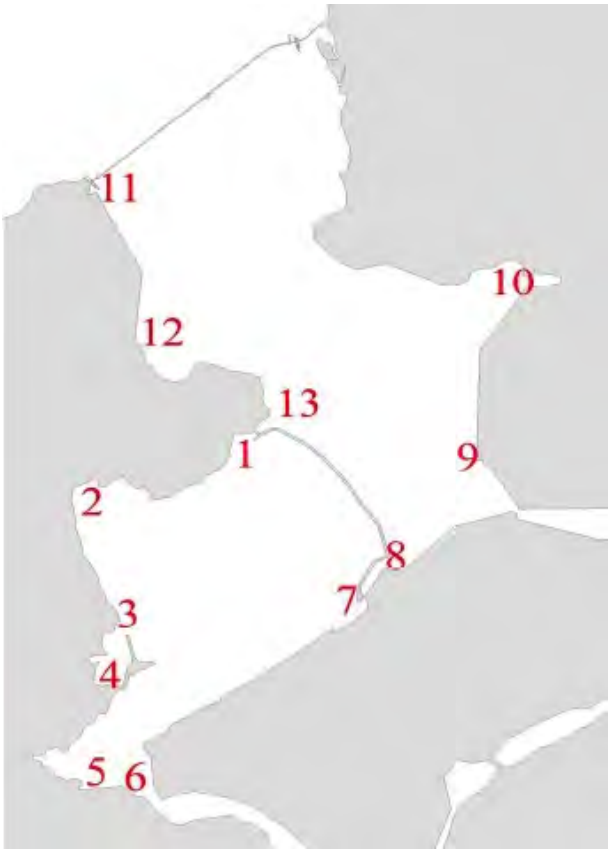
1.2 Kader

Deze beknopte studie betreft een inventarisatie van de vissoorten die in het plangebied van windpark NOP voorkomen en geeft een indicatie van de relevantie van het gebied voor die soorten. Deze studie dient nadrukkelijk niet ter vaststelling van eventuele negatieve effecten. Hiertoe wordt slechts een voorbereidende stap genomen. Verdere uitwerking daarvan is mogelijk een vervolg op deze studie wanneer ook de resultaten van de modelberekeningen aan geluidsterkten beschikbaar zijn.

2 Materiaal en methoden

De voorliggende inventarisatie is gebaseerd op bestaande gegevens. Imares voert jaarlijks diverse visstandonderzoeken uit in het IJsselmeergebied. De resultaten hiervan zijn gebruikt voor deze studie. Dit zijn ondermeer:

- oeverbemonsteringen IJsselmeer – Markermeer;
- vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer;
- passieve vismonitoring zoete rijkswateren;
- zeldzame vissen in het IJsselmeergebied.



Figuur 2.1. Kaart met locaties van de visstandbemonsteringen en oever-bemonsteringen in het IJsselmeer. Locatie 9 (nabij Urk) en 10 (nabij Lemmer) zijn gebruikt voor deze studie.

De meest recente rapportages van de Imares bemonsteringen zijn gebruikt voor deze studie. Aanvullend is gebruik gemaakt van gegevens specifiek afkomstig van de Noordoostpolder (NOP) kustzone (locatie 9 en 10, figuur 2.1) van de jaren 2005-2008 (geleverd door Imares). Vooral deze aanvullende gegevens zijn gebruikt om een beeld te krijgen van welke soorten direct in de omgeving van de NOP kust voorkomen.

Ten aanzien van natuurwetgeving is gebruik gemaakt van het meest recente Natura 2000 ontwerpbesluit IJsselmeer (gedownload van LNV op 30 juni 2009) en van de flora en fauna wet (FFW).

3 Resultaten

3.1 Vissoorten in het IJsselmeer omgeving Noordoostpolder kust

Tijdens de diverse visstandonderzoeken die Imares uitvoert in het IJsselmeer zijn circa 41 vissoorten aangetroffen. Hiervan zijn 19 soorten recentelijk (periode 2005-2008) aangetroffen voor de kust van de Noordoostpolder (NOP). Deze soorten staan genoemd in tabel 3.1, evenals hun wettelijke status. Een aanvulling op de 19 aangetroffen soorten is de rivierprik. Deze soort is niet voor de kust van de NOP aangetroffen maar het is wel aannemelijk dat de soort hier langs komt tijdens migratie van zee naar paaigronden. Voor 10 van de soorten uit tabel 3.1 geldt dat ze wettelijk beschermd zijn of indirect van betekenis zijn voor natuurwetgeving (kleurmarkering, tabel 3.1). Voor deze 10 soorten wordt in §3.2 nader geanalyseerd in welke mate ze relevant zijn voor het effect van onderwatergeluid op beschermde vissoorten.

3.2 Nadere analyse relevantie beschermde soorten

Op basis van kaartmateriaal wordt het volgende ingeschat:
Het IJsselmeer nabij de NOP kust kent geen grote ondieptes, luwe zones of vegetatierijke gebieden. Daarom wordt er vanuit gegaan dat dit gebied voor de meeste algemene vissoorten niet van bijzonder belang is, bijvoorbeeld als kraamkamer.
Deze inschatting zou door middel van een veldbezoek bevestigd kunnen worden.

Baars
De baars kent zelf geen wettelijk beschermde status. De soort is relevant voor natuurwetgeving, omdat jonge baars een belangrijke voedselbron is voor visetende vogels (Vogelrichtlijn soorten in het Natura 2000 gebied IJsselmeer).

T.a.v. risico onderwatergeluid: De soort wordt wel in hoge aantallen aangetroffen in de omgeving van de NOP, maar kent doorgaans een homogene verspreiding over het IJsselmeergebied. De omgeving van de NOP lijkt niet van specifiek belang voor de IJsselmeerpopulatie baars.

Baars paait van maart tot juni. Vermoedelijk enkele weken tot ruim een maand daarna kunnen zich larven in het water bevinden.

Tabel 3.1. Vissoorten die aangetroffen zijn in de omgeving van de NOP kust en hun wettelijke status. Soorten waarvan de omgeving van de NOP kust relevant wordt geacht en die tevens belangrijk zijn binnen natuurwetgeving zijn gemarkeerd.

Soorten die voorkomen in omgeving NOP	Wetenschappelijke naam	FFW-soort	Relevant voor N2000	Speciale aandacht andere reden	Omgeving Noordoostpolder kust relevant volwassenen	Omgeving Noordoostpolder kust relevant larven ***
Meest algemeen:						
Baars	*Perca fluviatilis*		Indirect*		Leefgebied	Mogelijk
Blankvoorn	*Rutilus rutilus*		Indirect*		Leefgebied	Mogelijk
Brasem	*Abramis brama*					
Paling	*Anguilla anguilla*			Visserij, ongunstige staat		
Pos	*Gymnocephalus cernua*		Indirect*		Leefgebied	Mogelijk
Snoekbaars	*Stizostedion lucioperca*					
Spiering	*Osmerus eperlanus*		Indirect*	Visserij, ongunstige staat	Leefgebied	Waarschijnlijk
Minder algemeen / zeldzaam:						
Alver	*Alburnus alburnus*					
Driedoornige stekelbaars	*Gasterosteus aculeatus*					
Giebel	*Garassius gibellio*	Tabel 2**				
Kleine modderkruiper	*Cobitis taenia*	Tabel 2				
Kolblei	*Blicca bjoerkna*					
Rivierdonderpad	*Cottus perifretum*	Tabel 2	Direct (HR, H1163)		Leefgebied	Waarschijnlijk
Roofblei	*Aspius aspius*					
Snoek	*Esox lucius*					
Winde	*Leuciscus idus*					
Witvingrondel	*Romanogobio belingi*	Tabel 2**				
Zeelt	*Tinca tinca*					
Beschermde trekvissen aangetroffen nabij NOP / in zuidoosthoek IJsselmeer:						
Houting	*Coregonus lavaretus oxyrinchus*	Tabel 3		Herintroductie programma	Migratieroute / leefgebied	
Rivierprik	*Lampetra fluviatilis*	Tabel 3			Migratieroute	

* Belangrijk voedsel voor visetende vogels (N2000 soorten)
** Wel beschermd, niet terug te vinden in 'Buiten aan het werk' (LNV publicatie over FFW)
***Over de ruimtelijke verdeling van vislarven over het IJsselmeer is zeer weinig bekend. Deze kolom bevat inschattingen en geen onderbouwde gegevens.
Algemeen: FFW-tabel 2 of 3 geeft aan hoe streng de dieren beschermd zijn. Tabel 3-soorten zijn strenger beschermd dan tabel 2- soorten.

Blankvoorn
De blankvoorn kent zelf geen wettelijk beschermde status. De soort is relevant voor natuurwetgeving, omdat jonge blankvoorn een belangrijke voedselbron is voor visetende vogels (Vogelrichtlijn soorten in het Natura 2000 gebied IJsselmeer).

T.a.v. risico onderwatergeluid: De soort wordt wel in hoge aantallen aangetroffen in de omgeving van de NOP, maar kent doorgaans een homogene verspreiding over het IJsselmeergebied. De omgeving van de NOP lijkt niet van specifiek belang voor de IJsselmeerpopulatie blankvoorn.

Blankvoorn paait van april tot augustus. Vermoedelijk enkele weken tot ruim een maand daarna kunnen zich larven in het water bevinden.

Pos
De pos kent zelf geen wettelijk beschermde status. De soort is relevant voor natuurwetgeving, omdat pos een belangrijke voedselbron is voor visetende vogels (Vogelrichtlijn soorten in het Natura 2000 gebied IJsselmeer).

T.a.v. risico onderwatergeluid: De soort wordt wel in hoge aantallen aangetroffen in de omgeving van de NOP, maar kent doorgaans een homogene verspreiding over het IJsselmeergebied. De omgeving van de NOP is niet van specifiek belang voor de IJsselmeerpopulatie pos.

Pos paait van maart tot juni. Vermoedelijk enkele weken tot ruim een maand daarna kunnen zich larven in het water bevinden.

Spiering
De soort spiering kent zelf geen wettelijk beschermde status, maar de soort is wel van belang voor de commerciële visserij. De IJsselmeerpopulatie is de laatste jaren sterk afgenomen (De Leeuw 2007) en bevindt zich in een ongunstige situatie.

De soort is relevant voor natuurwetgeving, omdat spiering altijd een belangrijke / de belangrijkste voedselbron geweest is voor visetende vogels (Vogelrichtlijn soorten) (Mous 2000). Recentelijk is deze rol wellicht minder groot door de lage spieringstand.

Risico onderwatergeluid: Van spiering wordt gedacht dat ze de eieren afzetten op harde ondergronden, zoals de dijken langs de NOP. Vermoedelijk zullen ook de pas uitgekomen larven zich vooral in de buurt van deze harde ondergronden bevinden. Spiering paait van eind februari tot en met april (De Leeuw 2007). Vermoedelijk enkele weken tot ruim een maand daarna kunnen zich larven in het water bevinden. Opgemerkt dient te worden dat er weinig bekend is van de ecologie en verspreiding van spieringlarven in het IJsselmeer.

Giebel
De giebel is niet gepubliceerd als zijnde een FFW tabel 2 soort, maar is desondanks wel beschermd in het kader van de FFW conform tabel 2[1].
(www.minlnv.nederlandsesoorten.nl)

T.a.v. risico onderwatergeluid: De soort is slechts zeer zeldzaam aangetroffen in de omgeving van de NOP kust. De giebel prefereert een vegetatierijk habitat als leefomgeving en als paaiplaats, de omgeving van de NOP kust lijkt door de afwezigheid van watervegetatie hiervoor minder geschikt.

Kleine modderkruiper
De kleine modderkruiper is in tabel 2 van de Flora en Fauna wet opgenomen.

T.a.v. risico onderwatergeluid: De soort is slechts in zeer lage aantallen aangetroffen in de omgeving van de NOP. De soort heeft doorgaans een vaste rust- en verblijfplaats in rustige, vaak vegetatierijke wateren. De omgeving van de NOP lijkt geen gebied van belang voor de kleine modderkruiper.

Rivierdonderpad
De rivierdonderpad (*Cottus gobio*) werd eerder beschouwd als één soort met een relatief wijde verspreiding door Europa. Uit recent onderzoek is echter gebleken dat er in Europa meerdere soorten te onderscheiden zijn (Crombaghs *et al*. 2007). In Nederland worden sindsdien twee soorten onderkend: de rivierdonderpad (*Cottus perifretum*) en de beekdonderpad (*Cottus rheanus*) (Crombaghs *et al*. 2007). Omdat de beekdonderpad alleen nog maar is aangetroffen in Limburg, hebben we in het IJsselmeer naar alle waarschijnlijkheid te maken met de rivierdonderpad (*Cottus perifretum*).
Dit onderscheid in verschillende soorten is nog niet doorgedrongen in de Nederlandse natuurwetgeving. In het IJsselmeer leeft echter ook volgens de nieuwe systematiek de rivierdonderpad. De nieuwe systematiek heeft daarom nog geen consequenties voor deze studie.

De rivierdonderpad is in tabel 2 van de Flora en Fauna wet opgenomen en heeft in het Natura 2000 gebied IJsselmeer tevens de status 'Habitatrichtlijn soort' (H1163). De soort leeft met name in en nabij stenige oevers. Deze stenige oevers vormen naar alle waarschijnlijkheid een vaste rust- en verblijfplaats van deze dieren en tevens de paaiplaats. De soort is in relatief kleine aantallen gevangen tijdens visstandbemonsteringen voor de NOP kust. Gezien de stenige oevers is het echter aannemelijk dat ze hier in grotere aantallen voorkomen dan uit de vangsten blijkt. Rivierdonderpadden zijn doorgaans moeilijk te vangen, met schepnetten zijn ze slecht tussen de stenen vandaan te vissen en doordat ze geen zwemblaas hebben zinken ze tijdens het electrovissen naar de bodem. Vooral in water met slecht zicht is het erg moeilijk deze soort te bemonsteren. Wegens hun voorkeur voor stenige oevers is het aannemelijk dat de kust van de Noordoostpolder een substantieel onderdeel van het habitat van deze soort in het IJsselmeer vormt. Daarnaast is het aannemelijk dat het gebied in het voorjaar ook voor larven van de

[1] Alle vissen zijn beschermd door de Flora- en faunawet, behalve als ze zijn opgenomen in de visserijwet.

rivierdonderpadden belangrijk is als opgroeigebied, omdat de soort ook tussen de stenen paait en eieren afzet.

T.a.v. risico onderwatergeluid: Rivierdonderpadden paaien van februari tot juni. Vermoedelijk enkele weken tot ruim een maand daarna bevinden zich larven in het water. Het is aangetoond dat gehoor een belangrijke functie heeft voor rivierdonderpadden. De dieren communiceren met geluid tijdens bijvoorbeeld de voortplanting (Laddich 1989).

Witvingrondel

De witvingrondel is niet gepubliceerd als zijnde een FFW tabel 2 soort, maar is desondanks wel beschermd in het kader van de FFW conform tabel 2.
(www.minlnv.nederlandsesoorten.nl)

Risico onderwatergeluid: Het risico op significante schade aan de witvingrondel-populatie lijkt uitgesloten. De soort is slechts zeer zeldzaam aangetroffen in de omgeving van de NOP kust. De witvingrondel is over het algemeen een soort van stromende wateren.

Houting

De houting is een diadrome vis (trekvis, migreert tussen zoet en zout) en was sinds 1939 uitgestorven in het Rijnstroomgebied. In 1992 is begonnen met een grootschalig herintroductieprogramma in Duitsland. Sindsdien worden regelmatig houtingen aangetroffen in het IJsselmeer. Het IJsselmeer blijkt een belangrijk bolwerk voor houting (Winter et al. 2008). De vissen worden het hele jaar aangetroffen in het IJsselmeer. Een belangrijk deel van de volwassen houting populatie trekt in de paaiperiode (oktober-december) de IJssel op.

Houting is opgenomen in tabel 3 van de Flora en Fauna wet.

T.a.v. risico onderwatergeluid: Hoewel de soort relatief zeldzaam is, is hij wel aangetroffen nabij de NOP kust. Bovendien is het waarschijnlijk dat de omgeving van de Noordoostpolder onderdeel uitmaakt van de trekroute richting de IJssel. Verstoring door heiwerkzaamheden is dus mogelijk door verstoring van de trek. Afhankelijk van hoe ver schadelijke geluidssterktes reiken kan een deel van de trekroute tijdelijk ongeschikt zijn.
Houting migreert de rivier op in oktober-december. Jonge houting migreert waarschijnlijk stroomafwaarts in het voorjaar, maar hier is weinig van bekend.

Rivierprik

De rivierprik is net als houting een diadrome vis, en trekt van zee, via het IJsselmeer de IJssel op.

De rivierprik is opgenomen in tabel 3 van de Flora en Fauna wet.

T.av. risico onderwatergeluid: Hoewel de soort zeldzaam is in het IJsselmeer, en specifiek nabij de NOP kust niet aangetroffen is, is het waarschijnlijk dat de omgeving van de NOP onderdeel uitmaakt van de migratie richting de IJssel. Het is belangrijk om te onderzoeken hoe ver het onderwatergeluid reikt, en of de migratieroute richting IJssel tijdelijk verstoord kan worden. De paaiperiode is april – mei, en de migratie vindt plaats van februari tot begin april.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Tabel 4.1 Voorlopige risico-inschatting, per soort, van het effect van onderwatergeluid op vis. Aangegeven is waarom deze inschatting is gemaakt. Belangrijk is dat de werkelijke analyse pas gemaakt wordt wanneer de geluidsterktes bekend zijn.

Risico-inschatting:	Mogelijk laag*	Mogelijk hoog*	Hoog*
Baars	Homogene verspreiding		
Blankvoorn	Homogene verspreiding		
Pos	Homogene verspreiding		
Spiering		Mogelijk paaigebied	
Giebel	Zeldzaam aangetroffen		
Kleine modderkruiper	Leefgebied niet van belang		
Rivierdonderpad			Leefgebied van belang
Witvingrondel	Zeldzaam aangetroffen		
Houting		Onderdeel trekroute	
Rivierprik		Onderdeel trekroute	

* Deze risico is een eerste inschatting op basis van de ecologie van de vis. Een werkelijke insch pas gemaakt worden aan de hand van de geluidsterktes.

Op basis van de resultaten van deze studie wordt het volgende geconcludeerd:

- Er worden in de omgeving van de Noordoostpolder kust 9 vissoorten aangetroffen met relevantie voor natuurwetgeving, te weten: baars, blankvoorn, pos, spiering, giebel, kleine modderkruiper, rivierdonderpad, witvingrondel en houting. Daarnaast maakt de NOP kust waarschijnlijk onderdeel uit van de migratieroute van een tiende soort: de rivierprik, hoewel deze niet is aangetroffen tijdens bemonsteringen.
- Baars, blankvoorn en pos kennen zelf geen wettelijke status maar vormen een voedselbron voor visetende vogels. Het lijkt onwaarschijnlijk dat de populaties van deze soorten substantieel beïnvloed worden door de heiwerkzaamheden bij de aanleg van het windpark, maar conclusies moeten uitblijven tot gegevens over de geluidsterktes beschikbaar zijn.
- Spiering kent zelf geen wettelijke status maar vormt een belangrijke voedselbron voor visetende vogels. Er bestaat een kans op negatieve effecten op de spieringpopulatie, omdat deze in slechte staat verkeerd en waarschijnlijk paait op de stenen oevers van de Noordoostpolder. Omdat effecten vooral tijdens de voortplanting te verwachten zijn, zijn aard en omvang van eventuele effecten deels afhankelijk van de periode van heien. Indien het niet mogelijk is om hier rekening mee te houden kan een vergunning voor de Natuurbeschermingswet nodig zijn.
- De giebel en witvingrondel zijn beschermd in het kader van de FFW. Naar verwachting hoeft voor deze soorten geen ontheffing aangevraagd te worden, omdat de soorten slechts incidenteel aangetroffen zijn en het gebied van weinig betekenis is voor deze soorten.

- De kleine modderkruiper (FFW tabel 2) is in lage aantallen aangetroffen nabij de NOP kust. Het gebied lijkt van weinig betekenis voor de soort. Bij de aanleg van windpark NOP lijkt voor zover nu ingeschat kan worden geen sprake van verstoring van wezenlijke invloed, ontheffingsaanvraag lijkt niet nodig. Uitsluitsel hierover kan echter pas komen wanneer de geluidsterktes beschikbaar zijn.
- De rivierdonderpad is opgenomen in tabel 2 van de FFW en is tevens een Habitatrichtlijn soort (H1163) voor het Natura 2000 gebied het IJsselmeer. De rivierdonderpad leeft en paait naar alle waarschijnlijkheid tussen de stenige oevers van de NOP. Zodoende zijn zowel volwassen individueen als de larven 'at risk' wanneer er te veel onderwatergeluid vrijkomt bij heiwerkzaamheden. Dit betekent dat er kans is op overtreding van art. 10 van de FFW en er mogelijk sprake is van significante effecten op de populatie. Het kan dus nodig zijn een ontheffing aan te vragen voor de FFW en een vergunning voor de Natuurbeschermingswet.
- Rivierprik en houting (FFW tabel 3) komen sporadisch voor in de omgeving van de NOP kust, maar het maakt naar verwachting onderdeel uit van hun migratie route richting de IJssel. Het is belangrijk te onderzoeken of deze migratie route niet volledig wordt verstoord door het vrijgekomen onderwatergeluid. De aard en omvang van de verstoring is deels afhankelijk van de periode van heien. Indien sprake is van een verstoring met wezenlijke invloed zal voor deze soorten een ontheffing aangevraagd moeten worden.

Mogelijke knelpunten t.a.v. natuurwetgeving:
Op basis van deze studie wordt ingeschat dat **de rivierdonderpad, spiering, houting en rivierprik** de soorten zijn waarvan nader onderzocht moet worden of ze negatieve effecten zullen ondervinden van het onderwatergeluid wat vrijkomt bij heiwerkzaamheden. Mogelijk zal ontheffing- of vergunning aanvraag / mitigatie / compensatie aan de orde zijn.

4.2 Aanbevelingen

- Het belang van het plangebied als habitat voor rivierdonderpadden berust deels nog op aannames. Dit komt omdat de soort slecht te bemonsteren is met reguliere vistechnieken. Een veldbezoek van wetenschappelijk duikers, met name in het paaiseizoen, kan uitsluitsel geven. De visjes en hun eitjes tussen stenen zijn voor een duiker doorgaans goed waar te nemen.
- Het belang van het gebied voor spiering larven is onzeker en berust op aannames. Larven worden niet met reguliere visstandbemonsteringen waargenomen. Er zal uitsluitsel gegeven kunnen worden aan de hand van bemonsteringen op vislarven in het paaiseizoen.
- Voor meerdere soorten zullen potentiële negatieve effecten vooral seizoensgebonden zijn. Het wordt aanbevolen om de planning van het project, waar mogelijk, hierop af te stemmen. Zo'n afstemming fungeert dan als mitigerende maatregel. Nader onderzoek moet uitwijzen welke periode het minst schadelijk is.

- Op basis van deze studie wordt verwacht dat er complicaties ontstaan met onderwatergeluid en natuurwetgeving, op z’n minst met de rivierdonderpad. Deze complicaties worden alleen veroorzaakt door heiwerkzaamheden bij de aanlegfase, en niet tijdens het de gebruiksfase.

5 Literatuur

Gerefereerde stukken:

Crombaghs, B., Dorenbosch, M., Gubbels, R. & Kranenbarg, J. 2007. Nederlandse rivierdonderpad uit de habitatrichtlijn bestaat uit twee soorten. De Levende Natuur, 108 (6), 248-251.

Ladich, F. 1989. Sound production by the river bullhead, Cottus gobio L. (Cottidae,Telostei). Journal of Fish Biology 35,531–538.

De leeuw, J.J., 2007. Aanbevelingen richtlijnen duurzame visserij op spiering in IJsselmeer / Markermeer. Imares, rapport nr C008/07, IJmuiden.

Mous, P.J., 2000. Interactions between fisheries and birds in IJsselmeer, The Netherlands. Proefschrift Wageningen Univerisiteit, Wageningen.

Overzee, H.M.J., de Boois, I.J., van keeken, O.A. & de Leeuw. J.J., 2008. Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer in 2007. Imares, rapport nr C028/08, IJmuiden.

Tjeertes, M., 2006. Monitoring van waterplanten en perifyton in het IJsselmeergebied. RDIJ-rapport nr 2006-8, Lelystad.

Winter, H.V., de Leeuw, J.J. & Bosveld J., 2008. Houting in het IJsselmeergebied. Een uitgestorven vis terug? Imares rapport nr C084/08, IJmuiden.

Aanvullend gebruikte rapporten voor visstandgegevens:

Van Keeken, O.A., van Barneveld, E., Leijzer, T., Jansen, H., de Boois I.J. & de Leeuw, J.J., 2008. Oeverbemonstering IJsselmeer – Markermeer: Pilot 2007. Imares rapport nr C019/08.

Leijzer, T.B., de Boois, I.J., van Willigen J. & Westerink, H.J. 2006. Zeldzame vissen in het IJsselmeergebied. Imares rapport nr C129/07, IJmuiden.

Noordhuis, R. (red) 2000. Biologische monitoring zoete rijkswateren. Watersysteemrapportage IJsselmeer en Markermeer. Riza rapport nr 2000.050, Lelystad.

Tulp, I., de Boois, I.J., van Willigen, J. & Westerink, H.J. 2008. Diadrome vissen in de Waddenzee: Monitoring Kornwerderzand 2000-2007. Imares rapport nr C048/08, IJmuiden.

Wiegerinck, J.A.M., de Boois, I.J., van Keeken O.A. & Westerink, H.J., 2007. Jaarrapportage passieve vismonitoring zoete rijkswateren: fuik- en zalmsteekregistraties in 2007. Imares rapport nr C025/08, IJmuiden.

Overig:

Crombaghs, B., Akkermans R.W.., Gubbels, R. & Hoogwerf, G. (reds), 2000. Vissen in Limburgse beken. De verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.

de Leeuw, J.J. & Tulp, I.Y.M., 2004. Beschikbaarheid spiering als voedsel voor vogels in het IJsselmeer. Imares rapport nr C004/04, IJmuiden.

Tomlinson, M.L. & Perrow, M.R., 2003. Ecology of the Bullhead. Conserving Natura 2000 Rivers. English Nature, Ecology series no 4, Peterborough.

www.ravon.nl

www.minlnv.nl

Windpark Noordoostpolder: Effecten op beschermde soorten

Oriënterend onderzoek (*quick scan*) in het kader van de Flora- en faunawet

Conceptrapport

D. Emond

Windpark Noordoostpolder: Effecten op beschermde soorten

Oriënterend onderzoek (*quick scan*) in het kader van de Flora- en faunawet

D. Emond

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

opdrachtgever: Pondera consult bv

24 juli 2009
rapport nr. 09-100

Status uitgave:	concept
Rapport nr.:	09-100
Datum uitgave:	24 juli 2008
Titel:	Windpark Noordoostpolder: Effecten op beschermde soorten
Subtitel:	Oriënterend onderzoek (*quick scan*) in het kader van de Flora- en faunawet
Samensteller:	Drs. D. Emond
Aantal pagina's inclusief bijlagen:	36
Project nr.:	09-417
Projectleider:	Drs. G.F.J. Smit
Naam en adres opdrachtgever:	Koepel Windenergie Noordoostpolder Postbus 549, 7550 AN Hengelo (ov)
Referentie opdrachtgever:	MtK/09-023
Akkoord voor uitgave:	Ir. E.F.J. de Boer Teamleider
Paraaf:	

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Koepel Windenergie Noordoostpolder

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig BRL 9990:2001 / ISO 9001:2001.

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849

e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Voorwoord

Koepel Windenergie Noordoostpolder is voornemens om in de Noordoostpolder een windpark te realiseren die zowel binnendijks als buitendijks komt te staan.

Hierbij zal rekening gehouden moeten worden met het huidige voorkomen van soorten planten en dieren die beschermd zijn krachtens de Flora- en faunawet.

Namens Koepel Windenergie Noordoostpolder heeft Ponderea consult bv Bureau Waardenburg opdracht verstrekt om een oriënterend onderzoek / *quick scan* naar beschermde soorten er hoogte van het beoogde windpark in het binnendijkse gedeelte uit te voeren. In dit rapport wordt verslag gedaan van de bevindingen.

Aan de totstandkoming van dit rapport werkten mee:

D. Emond	veldwerk, rapportage
G.F.J. Smit	projectleiding.

Genoemde personen zijn door opleiding, werkervaring en zelfstudie gekwalificeerd voor de door hun uitgevoerde werkzaamheden. Het project is uitgevoerd volgens het Kwaliteitshandboek van Bureau Waardenburg. Het kwaliteitsmanagementsysteem is ISO gecertificeerd.

Vanuit Pondera consult bv werd de opdracht begeleid door de heer M. ten Klooster.

Inhoud

Voorwoord 3
1 Inleiding 7
1.1 Aanleiding en doel 7
1.2 Aanpak natuurtoets 8
1.3 Het plangebied 8
1.4 Voorgenomen ingreep en mogelijke effecten 10
1.5 Bronnenonderzoek 11
2 Effecten op flora en fauna 13
2.1 Flora 13
2.2 Vissen 13
2.3 Amfibieën 13
2.4 Reptielen 14
2.5 Grondgebonden zoogdieren 15
2.6 Ongewervelden 15
3 Conclusies 17
3.1 Flora- en faunawet 17
4 Literatuur 19
Bijlage 1 Wettelijk kader 21
Bijlage 2 Gegevens Natuurloket 27

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Koepel Windenergie Noordoostpolder is voornemens om langs de Zuidermeerdijk, Westermeerdijk en Noordermeerdijk een windmolenpark te realiseren. Naast binnendijks worden er ook buitendijks windmolens geplaatst. Gezamenlijk zal dit Windpark Noordoostpolder gaan heten. In totaal (binnen- en buitendijks) betreft het zo'n 80-100 windmolens.

Bij de uitvoering van de aanleg en in werking zijn van het binnendijkse windmolenpark zal rekening moeten worden gehouden met het huidige voorkomen van krachtens de Flora- en faunawet beschermde soorten planten en dieren. Als de voorgenomen ingreep leidt tot het overtreden van verbodsbepalingen betreffende beschermde soorten, zal moeten worden nagegaan of een vrijstelling geldt of dat ontheffing ex artikel 75 van de Flora- en faunawet moet worden verkregen (zie Bijlage 1). Bovendien dient rekening te worden gehouden met eventuele effecten op beschermde natuurgebieden.

De voorliggende rapportage beschrijft de resultaten van een oriënterend veldonderzoek naar beschermde soorten in het binnendijkse deel. Deze rapportage geeft antwoord op de volgende vragen:

- Welke beschermde soorten zijn in het plangebied aanwezig en/of kunnen in het plangebied voorkomen (Hoofdstuk 2)?
- Welke functie heeft het plangebied voor de aanwezige beschermde natuurwaarden (Hoofdstuk 2)?
- Welke effecten op beschermde natuurwaarden heeft de ingreep (Hoofdstuk 2)?
- Worden verbodsbepalingen van de Flora- en faunawet overtreden? Zo ja , welke (Hoofdstuk 2)?
- Moet hiervoor ontheffing worden aangevraagd (Hoofdstuk 3)?
- Is nader onderzoek nodig (Hoofdstuk 3)?
- Zijn er mogelijkheden voor mitigatie (vermindering) en compensatie van schade aan beschermde natuurwaarden (Hoofdstuk 3)?

Deze rapportage kan dienst doen bij de onderbouwing van de ontheffingsaanvraag ex artikel 75 in het kader van de Flora- en faunawet. In deze rapportage worden uitsluitend de effecten van het binnendijkse windpark behandeld. Daarnaast vallen de soortgroepen vleermuizen en vogels tevens *buiten* het kader van dit onderzoek, hiervoor zijn afzonderlijke rapportages opgesteld.

Natuurbeschermingswet
Een toetsing van de ingreep aan de Natuurbeschermingswet en de EHS valt buiten het kader van dit onderzoek. Het plangebied grenst aan het Natura 2000 gebied IJsselmeer. Effecten en externe werking op doelsoorten worden in een afzonderlijk document uitgewerkt.

1.2 Aanpak natuurtoets

Quick scan

De *quick scan* betreft een beoordeling van de huidige aanwezigheid van beschermde soorten planten en dieren in het plangebied, de functie van het plangebied en de directe omgeving voor deze soorten en de te verwachten effecten van de voorgenomen ingreep op beschermde soorten en gebieden. De *quick scan* vindt plaats op grond van:

- Bronnenonderzoek
- Oriënterend terreinbezoek
- Expert judgement.

Bronnenonderzoek

Het bronnenonderzoek gaat uit van bestaande en beschikbare gegevens. Voor een actueel overzicht van beschermde soorten die in de regio voorkomen, is het Natuurloket op internet (www.natuurloket.nl) bezocht en zijn diverse verspreidings-atlassen van relevante soortgroepen en (jaar)verslagen van Particuliere Gegevensbeherende Organisaties (PGO's) geraadpleegd (zie literatuurlijst).

Oriënterend terreinbezoek

Het plangebied is op 15 juli 2009 bezocht. Tijdens het terreinbezoek is zoveel mogelijk concrete informatie verzameld met betrekking tot de aan- of afwezigheid van beschermde soorten (zicht- en geluidswaarnemingen, sporenonderzoek naar de aanwezigheid van pootafdrukken, nesten, holen, uitwerpselen, haren, etc). Op basis van terreinkenmerken is beoordeeld of het terrein geschikt is voor de in de regio voorkomende beschermde soorten.

Expert judgement

De *quick scan* is een momentopname en kan slechts in beperkte mate uitsluitsel geven over de afwezigheid van soorten. De *quick scan* betreft geen veldinventarisatie. Een veldinventarisatie omvat verscheidene opnamerondes die seizoensgebonden zijn en volgens standaardmethoden worden uitgevoerd. Daarom is expert judgement toegepast om de geschiktheid van het plangebied voor mogelijk voorkomende soorten te beoordelen.

1.3 Het plangebied

De Zuidermeerdijk, Westermeerdijk en Noordermeerdijk grenzen aan het IJsselmeer en zijn niet toegankelijk voor gemotoriseerd vervoer. Het dijktalud, lopend vanaf de waterlijn tot aan de binnendijkse dijkvoet bestaat grotendeels uit grasland en wordt begraasd door schapen. Engels raaigras is in de aanwezige graslandvegetatie de dominant voorkomende soort. Langs de dijktrajecten staan geen bomen.

Binnendijks bestaat het landschap uit grote agrarische percelen (akkers) met gewassen als aardappelen en graan. De percelen worden van elkaar gescheiden door smalle

slootjes die uitkomen in een bredere afvoersloot. De slootjes functioneren ten behoeve van de afwatering van de percelen. Ten tijden van het veldbezoek stonden de meeste slootjes droog, met uitzondering van de bredere afvoersloten langs de randen van een peilvak.

Vogelvlucht perspectief van het plangebied.

1.4 Voorgenomen ingreep en mogelijke effecten

De effecten op beschermde soorten zijn beoordeeld op basis van de voorgenomen ingreep. Per dijktraject zijn hiervoor de uitgangspunten weergegeven, waarbij vooralsnog uitgegaan wordt van verschillende alternatieven. De molens worden binnendijks, op de agrarische percelen geplaatst.

Tabel **Uitgangspunten** Noordermeerdijk binnen

Turbinetype	Vestas V90	Enercon E126
Aantal	20	13
Ashoogte (excl. fundament)	100 meter	135 meter
Rotordiameter	90 meter	127 meter
Fundatietype	Bovengronds (3 meter)	Bovengronds (4 meter)
Fundatie afmetingen	17x17 meter	25x25 meter

Tabel **Uitgangspunten** Westermeerdijk binnen

Turbinetype	Vestas V90	Enercon E126
Aantal	26	17
Ashoogte (excl. fundament)	100 meter	135 meter
Rotordiameter	90 meter	127 meter
Fundatietype	Bovengronds (3 meter)	Bovengronds (4 meter)
Fundatie afmetingen	17x17 meter	25x25 meter

Tabel **Uitgangspunten** Zuidermeerdijk

Turbinetype	Nordex N90	Enercon E126
Aantal	10	8
Ashoogte (excl. fundament)	70 meter	135 meter
Rotordiameter	90 meter	127 meter
Fundatietype	Bovengronds (3 meter)	Bovengronds (4 meter)
Fundatie afmetingen	16x16 meter	25x25 meter

Infrastructuur
De infrastructuur bestaat uit twee verschillende onderdelen: elektrische infrastructuur en civiele infrastructuur. De eerste omvat de kabels, leidingen en transformatorstations, de laatste de wegen en kraanopstelplaatsen. Aangezien het kabeltracé nog niet exact bekend is, is hiervan ook nog geen kaart beschikbaar. Wel is bekend dat de kabels op -1,0 m maaiveld komen te liggen.

De civiele infrastructuur bestaat uit de wegen en opstelplaatsen. De wegen liggen parallel aan de dijk, tussen de kwelsloot en de turbines op +/- 17 meter van de kwelsloot. Per locatie verbinden een aantal wegen deze parallelweg met de openbare weg (zie kaart bijlagen). De dimensies hiervan zijn als volgt:

Wegen
- Minimale breedte 4,0 meter
- Minimale vrije ruimte 5,5 meter (0,75 m aan beide zijden)
- Diepte ontgraving t.b.v. weg: 0,50 meter
- Dikte asfaltlaag 0,10-0,20 meter

Kraanopstelplaatsen (per molen)
- Oppervlakte:
  E-126: 50 x 85 meter
  V-90 / N-90: 18 x 23 meter
- Minimale breedte 4,0 meter
- Minimale vrije ruimte 5,5 meter (0,75 m aan beide zijden)
- Diepte ontgraving t.b.v. weg: 0,50 meter
- Dikte asfaltlaag 0,10-0,20 meter
- Voor de E-126 onderscheid met 3,0 meter betonpalen

Deze ingreep kan omschreven worden als ingreep in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting. Gebruik van een door de minister goedgekeurde gedragscode voor de betreffende ingreep is niet aan de orde. Voor het uitvoeren van de ingreep geldt een vrijstelling van soorten in tabel 1 (zie Bijlage 1).

De volgende mogelijke effecten worden in dit rapport beschreven:
- Verlies van areaal / biotoop.
- Verstoring door beweging, licht en geluid gedurende de werkzaamheden.

1.5 Bronnenonderzoek

Een eerste indruk van beschikbare gegevens over mogelijk aanwezige beschermde soorten geeft het Natuurloket (www.natuurloket.nl). In Bijlage 2 zijn tabellen opgenomen van de betreffende kilometerhokken die binnen het plangebied vallen. Over het algemeen zijn de verschillende soortgroepen slecht tot niet onderzocht en het aantal waarnemingen zeer beperkt. In kilometerhok 169/524 is één soort amfibie van Tabel 2-3 bekend. Uit bijna alle kilometerhokken zijn waarnemingen van zoogdieren bekend die zijn opgenomen in Tabel 2-3 van de Flora- en faunawet. Het aantal soorten varieert van één tot maximaal vier.

Om een zo goed beeld te krijgen van in de regio voorkomende beschermde soorten is daarnaast gebruik gemaakt van openbaar toegankelijke en betrouwbare bronnen, waaronder verspreidingsatlassen, recente artikelen en internetsites (zie literatuurlijst).

2 Effecten op flora en fauna

2.1 Flora

Huidige functie plangebied
In de regio komen diverse beschermde plantensoorten voor waaronder rietorchis, grote keverorchis en brede wespenorchis.
Tijdens het veldbezoek zijn geen beschermde soorten daadwerkelijk waargenomen. Het dijktalud is ingezaaid met Engels raaigras en de percelen hebben een agrarische functie. Geschikte groeiplaatsen van bovengenoemde, en andere beschermde soorten zijn hier niet aanwezig. Het voorkomen van beschermde soorten binnen de grenzen van het plangebied kan derhalve uitgesloten worden.

Effecten en verbodsbepalingen
De windmolens en toegangswegen zijn gesitueerd op de agrarische percelen. De percelen en perceelranden hebben geen betekenis voor beschermde soorten planten. Er worden door de beoogde ingreep geen verbodsbepalingen overtreden en het aanvragen van een ontheffing is derhalve niet aan de orde.

2.2 Vissen

Huidige functie plangebied
Uit de Noordoostpolder is het voorkomen van de kleine modderkruiper uit meerdere locaties bekend (website RAVON). De bittervoorn is enkel langs de randen van de Noordoostpolder aangetroffen en komt hier verder niet voor.

Tijdens het veldbezoek zijn de ondiepe kavelsloten niet bemonsterd omdat deze droog stonden *of* grotendeels dichtgegroeid met vegetatie (riet). De kavelsloten zijn niet permanent waterhoudend en hierdoor ongeschikt voor de kleine modderkruiper.

Effecten en verbodsbepalingen
De watergangen rondom de agrarische percelen hebben ter hoogte van de beoogde windmolens geen betekenis voor beschermde soorten vissen. Er worden door de beoogde ingreep geen verbodsbepalingen overtreden en het aanvragen van een ontheffing is derhalve niet aan de orde.

2.3 Amfibieën

Huidige functie plangebied
Uit de Noordoostpolder is het voorkomen van de strikt beschermde rugstreeppad bekend (Spitzen – van der Sluijs *et. al*., 2007). De soort is hier vrij intensief gevolgd via telemetrie en veldonderzoek. Kavelsloten worden hier weliswaar gebruikt voor de voortplanting maar succes is afhankelijk van beheer en de periode waarin de sloten

droogvallen. Op basis van zenderonderzoek is bekend geworden dat de rugstreeppad zich verplaatst via landschapselementen waarbij akkers en weilanden het sterkst worden gemeden.
Langs de Noordermeerdijk zijn mondjesmaat waarnemingen bekend van de rugstreeppad. Overwintering is met name geconstateerd rondom bebouwing. Op basis van het bovenstaande en de resultaten van het terreinbezoek kan geconcludeerd worden dat de betekenis voor de rugstreeppad minimaal is. Een groot deel van de kavelsloten stonden ten tijden van het veldbezoek droog en het landgebruik wordt gedomineerd door agrarisch grondgebruik.

Relatief algemene soorten als gewone pad en bastaardkikker kunnen wel in de kavelsloten aangetroffen worden. Gezien de beperkte hoeveelheid water in de sloten zal de dichtheid niet hoog zijn en de betekenis hiervan zeer gering.

Effecten en verbodsbepalingen
Effecten op strikt beschermde soorten zijn niet aan de orde. Effecten op bastaardkikker en gewone pad (soorten van Tabel 1) zijn verwaarloosbaar gezien de terreinkenmerken.
Er worden door de beoogde ingreep geen verbodsbepalingen overtreden en het aanvragen van een ontheffing is derhalve niet aan de orde.

Tabel 2.3 Te verwachten effecten op beschermde soorten amfibieën

Soort	Voorkomen	Effecten	Overtreding verbodsbepalingen
Bastaardkikker	mogelijk	geen	nee
Kleine watersalamander	mogelijk	geen	nee

2.4 Reptielen

Huidige functie plangebied
Uit de Noordoostpolder is het voorkomen van de ringslang bekend. Andere soorten reptielen komen hier niet voor. Vooralsnog zijn er alleen waarnemingen bekend uit de noordoosthoek van de polder, rondom het Kuinderbos. Aangenomen wordt dat deze afkomstig zijn van de populatie uit de Weerribben (Reinhold, 2000).

Effecten en verbodsbepalingen
Het plangebied heeft geen betekenis voor beschermde soorten reptielen. Er worden door de beoogde ingreep geen verbodsbepalingen overtreden en het aanvragen van een ontheffing is derhalve niet aan de orde.

2.5 Grondgebonden zoogdieren

Huidige functie plangebied
Uit de Noordoostpolder zijn weinig strikt beschermde soorten zoogdieren bekend. De steenmarter en boommarter zijn inmiddels enkele malen in de Noordoostpolder waargenomen (website waarneming.nl) maar vooralsnog is hier geen voortplanting vastgesteld. De bever is voor zover bekend nog niet aanwezig in de Noordoostpolder.
Algemene soorten van Tabel 1 kunnen wel verwacht worden op het dijktalud en aan de randen van de agrarische percelen zoals huisspitsmuis en veldmuis.

Effecten en verbodsbepalingen
Door de beoogde ingrepen is niet uitgesloten dat verblijfplaatsen van algemeen voorkomende soorten als huisspitsmuis en veldmuis worden vernietigd. Het betreft hier soorten die zijn opgenomen in Tabel 1 van de Flora- en faunawet. Voor het overtreden van verbodsbepalingen geldt een vrijstelling voor ruimtelijke ingrepen. Een ontheffing is derhalve niet aan de orde. De gunstige staat van instandhouding van genoemde soorten zal door de ingreep niet in het geding komen.

Tabel 2.5 Te verwachten effecten op beschermde soorten zoogdieren.

Soort	Voorkomen	Effecten	Overtreding verbodsbepalingen
Huisspitsmuis	mogelijk	vernietiging verblijfplaats	ja, artikel 11
Veldmuis	mogelijk	vernietiging verblijfplaats	ja, artikel 11

2.6 Ongewervelden

Voorkomen en functie plangebied
Uit de directe omgeving van het plangebied zijn geen beschermde soorten ongewervelden bekend. Op basis van terreinkenmerken worden deze hier ook niet verwacht.

Effecten en verbodsbepalingen
Het plangebied heeft geen betekenis voor beschermde soorten ongewervelden. Er worden door de beoogde ingreep geen verbodsbepalingen overtreden en het aanvragen van een ontheffing is derhalve niet aan de orde.

3 Conclusies

3.1 Flora- en faunawet

- De perceelranden van het plangebied hebben een betekenis als leefgebied voor algemene soorten amfibieën en zoogdieren. Voor deze soorten geldt een vrijstelling ten aanzien van ruimtelijke ingrepen en bestendig beheer en onderhoud.
- Als gevolg van de ingreep wordt geen afbreuk gedaan aan de gunstige staat van instandhouding van de aangetroffen beschermde soorten.
- Strikt beschermde soorten zijn niet aangetroffen.

Ontheffing Flora- en faunawet
Het aanvragen van een ontheffing voor de Flora- en faunawet wordt niet noodzakelijk geacht.

4 Literatuur

Backes, C.W., P.J.J. van Buuren & A.A. Freriks (2004). Hoofdlijnen natuurbeschermingsrecht. Sdu Uitgevers, Den Haag.

Broekhuizen, S., Hoekstra, B., V. van Laar, C. Smeenk, & J.B.M. Thissen, 1992. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

Huijbregts, H., 2003. Beschermde kevers in Nederland. Nederlandse Faunistische Mededelingen 19-2003, pag. 1-27.

Limpens, H., K. Mostert & W. Bongers, 1997. Atlas van de Nederlandse vleermuizen. Onderzoek naar verspreiding en ecologie. Uitgeverij KNNV, Utrecht.

LNV, 1993. Structuurschema Groene Ruimte: het landelijk gebied de moeite waard. Ministerie van LNV, Den Haag.

LNV, 2004. Besluit Rode lijsten flora en fauna. Ministerie van LNV, Den Haag.

LNV, 2005a. Buiten aan het werk? Houd tijdig rekening met beschermde dieren en planten! Ministerie van LNV, Den Haag.

LNV, 2005b. Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998. Ministerie van LNV, Den Haag.

Mennema, J., A.J. Quené-Boterenbrood & C.L. Plate, 1985. Atlas van de Nederlandse Flora. Deel 2. Zeldzame en vrij zeldzame planten. Uitgeverij Kosmos, Amsterdam.

Meijden, R. van der, 1998. Interactieve Heukels' Flora van Nederland. CD-ROM. Wolters-Noordhoff, Groningen.

Reinhold, J., 2000. Nieuw land voor de ringslang II. De Levende Natuur vol. 3, pag. 85-88.

Spitzen – van der Sluijs, A.M. & R. Zollinger & A.C. van Rijsewijk, 2007. Ecologisch onderzoek aan de rugstreeppad in de Noordoostpolder. RAVON, Nijmegen.

Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra, 1994. Nederlandse oecologische flora: wilde planten en hun relaties 1 t/m 5. KNNV Uitgeverij / IVN, Utrecht.

Woldendorp. H.E., 2005. Wetgeving natuurbescherming. teksten en toelichting. Editie 2005. Sdu Uitgevers. Den Haag.

Zollinger, R., R. Creemers & F. Spikmans, 2003. Gegevensvoorziening vis- en amfibieënsoorten Annex II Habitatrichtlijn. Overzicht beste leefgebieden kamsalamander, grote modderkruiper, kleine modderkruiper, bittervoorn en rivierdonderpad. RAVON, Nijmegen.

websites:

www.ravon.nl

www.vzz.nl

Bijlage 1 Wettelijk kader

1.1 Inleiding

In deze bijlage worden in het kort het wettelijk kader en de toepassing op ruimtelijke ingrepen en beheer beschreven. Het geeft weer hoe de wettelijke toetsingskaders door Bureau Waardenburg worden gehanteerd bij het opstellen van ecologische beoordelingen.
De bescherming van natuur in Nederland is vastgelegd in Europese en nationale wet- en regelgeving, waarin een onderscheid wordt gemaakt tussen soortenbescherming en gebiedsbescherming. De soortenbescherming is in Nederland verankerd in de Flora- en faunawet (§ 1.2 van deze bijlage), de gebiedsbescherming in de Natuurbeschermingswet 1998 (§ 1.3). Tevens wordt kort ingegaan op de betekenis van Rode lijsten (§ 1.4) en de Ecologische Hoofdstructuur (§ 1.5) bij ecologische toetsingen.

1.2 Flora- en faunawet[1]

Het doel van de Flora- en faunawet is het instandhouden en beschermen van in het wild voorkomende planten- en diersoorten. De Flora- en faunawet kent zowel een zorgplicht als verbodsbepalingen. De zorgplicht geldt te allen tijde voor alle in het wild levende dieren en planten en hun leefomgeving, voor iedereen en in alle gevallen.
De verbodsbepalingen zijn gebaseerd op het 'nee, tenzij' principe. Dat betekent dat alle schadelijke handelingen ten aanzien van beschermde planten- en diersoorten in principe verboden zijn (zie kader).

Verbodsbepalingen in de Flora- en faunawet (verkort)	
Artikel 8:	Het plukken, verzamelen, afsnijden, vernielen, beschadigen, ontwortelen of op een andere manier van de groeiplaats verwijderen van beschermde planten.
Artikel 9:	Het doden, verwonden, vangen of bemachtigen of met het oog daarop opsporen van beschermde dieren.
Artikel 10:	Het opzettelijk verontrusten van beschermde dieren.
Artikel 11:	Het beschadigen, vernielen, uithalen, wegnemen of verstoren van nesten, holen of andere voortplantings- of vaste rust- of verblijfsplaatsen van beschermde dieren.
Artikel 12:	Het zoeken, beschadigen of uit het nest halen van eieren van beschermde dieren.
Artikel 13:	Het vervoeren en onder zich hebben (in verband met verplaatsen) van beschermde planten en dieren.

Artikel 75 bepaalt dat vrijstellingen en ontheffingen van deze verbodsbepalingen kunnen worden verleend. Het toetsingskader is begin 2005 gewijzigd door middel van een Algemene Maatregel van Bestuur, doorgaans aangeduid als de AMvB artikel 75. Er gelden verschillende regels voor werkzaamheden in het kader van ruimtelijke

[1] Deze paragraaf is in belangrijke mate gestoeld op de brochure 'Buiten aan het werk?' (LNV, 2005b. Buiten aan het werk? Houd tijdig rekening met beschermde dieren en planten! Ministerie van LNV, Den Haag.)

ingrepen en die in het kader van bestendig gebruik en beheer.
Er bestaan drie beschermingsregimes corresponderend met drie verschillende groepen beschermde soorten, opgenomen in drie bijbehorende tabellen in de LNV- brochure (LNV 2005b, a).

Tabel 1. De algemene beschermde soorten
Voor deze soorten geldt een vrijstelling voor ruimtelijke ingrepen en bestendig gebruik en beheer. Ontheffing ten behoeve van andere activiteiten kan worden verleend, mits de gunstige staat van instandhouding niet in het geding is ('lichte toetsing').
Tabel 2. De overige beschermde soorten
Voor deze soorten geldt een vrijstelling voor werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting en van bestendig gebruik en beheer, als op basis van een door de minister van LNV goedgekeurde gedragscode wordt gewerkt. Anders is ontheffing noodzakelijk, na lichte toetsing.
Tabel 3. De strikt beschermde soorten
Dit zijn alle vogelsoorten en de planten- en diersoorten vermeld in Bijlage 4 van de Habitatrichtlijn of in Bijlage 1 van de AMvB artikel 75. Voor bestendig gebruik en beheer geldt ook voor deze soorten een vrijstelling, mits men werkt op basis van een door de minister van LNV goedgekeurde gedragscode. Voor verstoring (met wezenlijke invloed) van deze soorten kan geen vrijstelling of ontheffing worden verkregen. Voor ruimtelijke ingrepen is altijd een ontheffing op grond van artikel 75 van de Flora- en faunawet noodzakelijk. Deze kan worden verleend na een uitgebreide toetsing.

De uitgebreide toetsing houdt in dat ontheffing alleen kan worden verleend als:
1. Er geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding van de soort;
2. Er geen andere bevredigende oplossing voorhanden is;
3. Er sprake is van een in de wet genoemde reden van openbaar belang;
4. Er zorgvuldig wordt gehandeld.

Bestendig gebruik, bestendig beheer en onderhoud in de bosbouw en landbouw en uitvoering in het kader van ruimtelijke inrichting of ontwikkeling worden genoemd als openbaar belang. Zorgvuldig handelen betekent het actief optreden om alle mogelijke schade aan een soort te voorkomen, zodanig dat geen wezenlijke negatieve invloed op de relevante populatie van de soort optreedt. Mitigatie (het vermijden of verzachten van negatieve effecten) en compensatie (het aanbieden van vervangend leefgebied) kunnen deel uitmaken van het zorgvuldig handelen.

Samenvatting toetsingskader Flora- en faunawet
Het toetsingskader van de Flora- en faunawet voor werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting en bestendig gebruik en beheer luidt dus:
1. Komen er soorten uit Tabel 1 voor? Hiervoor geldt een vrijstelling. Alleen de zorgplicht is van toepassing.
2. Komen er soorten uit Tabel 2 voor? Dan geldt een vrijstelling (mits gedragscode) of moet ontheffing worden aangevraagd (lichte toetsing).

3. Komen er soorten uit Tabel 3 voor? Er geldt een vrijstelling voor bestendig gebruik en beheer (mits gedragscode; niet voor art. 10). In overige gevallen is altijd ontheffing nodig (uitgebreide toetsing).

1.3 Natuurbeschermingswet 1998[23]

De Natuurbeschermingswet 1998 (kortweg: Nbwet) vormt de invulling van de gebiedsbescherming van de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn en heeft als doel het beschermen en instandhouden van bijzondere gebieden in Nederland.

Aanwijzing van gebieden
De Nbwet kent verschillende soorten beschermde gebieden. De belangrijkste zijn de Natura 2000-gebieden (oftewel Vogel- en Habitatrichtlijngebieden oftewel Speciale Beschermingszones) en de beschermde natuurmonumenten. De aanwijzingsbesluiten van deze gebieden bevatten een kaart en een toelichting, waarin de instandhoudingsdoelstellingen staan verwoord (zie www.minlnv.nl).
Een Natura 2000-gebied kan niet tevens een beschermd natuurmonument zijn. Voorzover de Natura 2000-gebieden reeds onder de "oude" Natuurbeschermingswet aangewezen Staats- of Beschermde natuurmonumenten omvatten, vervallen de aanwijzingen van de laatste; zij worden wel ingevoegd in de nieuwe aanwijzing als Natura 2000-gebied.
De "oude" aanwijzingsbesluiten van Staats- en Beschermde natuurmonumenten bevatten veel minder heldere instandhoudingsdoelen dan de aanwijzingsbesluiten van Natura 2000-gebieden. In deze aanwijzingsbesluiten worden de natuurwetenschappelijke waarde en het natuurschoon als grond voor de bescherming aangevoerd. Deze waarden dienen bij toetsingen nader te worden geconcretiseerd.
N.B. Deze meer abstracte waarden blijven dus ook van kracht in de nieuwe Natura 2000-gebieden, voor zover zij voormalige Staats- of Beschermde natuurmonumenten omvatten.

Natura 2000-gebieden
Voor Natura 2000-gebieden dient een beheerplan te worden opgesteld. Daarin staat o.a. welke maatregelen nodig zijn om de natuurdoelen te halen en welk (bestaand en toekomstig) gebruik al dan niet vergunningplichtig is.

Voor het uitvoeren van projecten en handelingen, die negatieve effecten kunnen hebben op Natura 2000-gebieden en die niet nodig zijn voor of verband houden met het beheer, is een vergunning nodig. Van negatieve effecten is sprake als, gelet op de instandhoudingsdoelen, habitattypen of leefgebied van soorten verslechterd of soorten significant worden verstoord. Deze bescherming geldt alleen voor habitattypen en soorten waarvoor het gebied is aangewezen. Projecten en handelingen die de

[2] Hierbij is in belangrijke mate gebruik gemaakt van de brochure 'Algemene handreiking natuurbeschermingswet 1998' (LNV, 2005a. Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998. Ministerie van LNV, Den Haag.)
[3] Op 1 februari 2009 is een wetswijziging van kracht geworden. De strekking daarvan is in deze paragraaf verwerkt.

natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied aantasten zijn in ieder geval vergunningplichtig.

Bij een besluit om een plan (bijvoorbeeld bestemmingsplan, streekplan, waterhuishoudingsplan) vast te stellen, moet rekening worden gehouden met de effecten op Natura 2000-gebieden en met het beheerplan.

Ook activiteiten buiten het Natura 2000-gebied kunnen vergunningplichtig zijn als er negatieve effecten door 'externe werking' kunnen optreden.

Habitattoets
Een vergunning kan pas worden afgegeven nadat een 'habitattoets[4]' het bevoegd gezag de zekerheid heeft gegeven dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast.
In de 'oriëntatiefase' – voorheen ook wel 'voortoets' genoemd – wordt onderzocht of een plan, project of handeling (kortweg: 'activiteit'), gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, mogelijk schadelijke gevolgen heeft voor een Natura 2000-gebied en zo ja of deze gevolgen significant kunnen zijn. De gevolgen moeten worden beoordeeld in samenhang met die van andere plannen en projecten ('cumulatieve effecten').
Indien de oriëntatiefase uitwijst dat er geen effecten zijn, zijn er vanuit de Nbwet geen verdere verplichtingen of beperkingen voor de uitvoering van de activiteit. Wel kan het verstandig zijn om met het bevoegd gezag in overleg te treden, om te bezien of men zich in de conclusies van het uitgevoerde onderzoek kan vinden.
Als de verslechtering van habitattypen of het leefgebied van soorten niet-significant is en er geen significante verstoring optreedt, volgt een nadere toetsing (voorheen: 'verslechterings- en verstoringstoets').
Als er een kans is op significante effecten volgt een 'passende beoordeling'.
In de nadere toetsing worden de effecten gespecificeerd. Daarbij hoeft dan niet meer naar cumulatieve effecten te worden gekeken. Het bevoegd gezag beoordeelt of de effecten aanvaardbaar zijn of niet. Aan de vergunning kunnen beperkende voorwaarden (mitigatie en compensatie, zie onder) worden verbonden.
De passende beoordeling is veel uitgebreider. Op basis van de beste wetenschappelijke kennis dienen de effecten op de habitats en soorten te worden ingeschat, rekening houdend met cumulatieve effecten.
Als de passende beoordeling uitwijst dat er slechts beperkte effecten zijn, dan dient vergunning te worden aangevraagd, die wordt verleend indien de effecten aanvaardbaar worden geacht. Als er significante effecten zijn, dan mag vergunning alleen worden verleend als er voldaan is aan alle drie onderstaande ADC-criteria:
- Er zijn geen geschikte Alternatieven.
- Er is sprake van Dwingende redenen van groot openbaar belang, waaronder redenen van sociale en economische aard.
- Er is voorzien in exacte en tijdige Compensatie.

[4] De termen habitattoets, oriëntatiefase en verslechtering- en verstoringstoets staan niet in de wet. De passende beoordeling wel.

Als er sprake is van aantasting van een gebied dat is aangewezen ter bescherming van prioritair natuurlijk habitat of een prioritaire soort, dient eerst door de minister van LNV aan de Europese Commissie advies te worden gevraagd. Bovendien is het aantal redenen van groot openbaar belang beperkt.

Beschermde natuurmonumenten
Het toetsingskader voor beschermde natuurmonumenten is zeer vergelijkbaar, echter de procedure en de speelruimte van het bevoegd gezag wijken op enkele ondergeschikte punten af.

Zorgplicht
Artikel 19l legt aan iedereen een zorgplicht voor beschermde natuurgebieden op. Deze zorg houdt in ieder geval in dat ieder die weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat een handeling nadelige gevolgen heeft, verplicht is die handeling achterwege te laten of, als dat redelijkerwijs niet kan worden gevergd, eventuele gevolgen zoveel mogelijk te beperken of ongedaan te maken. De nadelige handelingen hebben betrekking op de instandhoudingsdoelen in het geval van een Natura 2000-gebied en op de wezenlijke kenmerken in het geval van een beschermd natuurmonument.

1.4 Rode lijsten

Rode lijsten zijn geen wettelijke instrumenten, maar zijn sturend voor beleid. Zij dienen om prioriteiten in middelen en maatregelen te kunnen bepalen. Bij het beoordelen van maatregelen en ingrepen kunnen de Rode lijsten echter wel een belangrijke rol spelen. Er zijn nu landelijke Rode lijsten vastgesteld voor paddestoelen, korstmossen, mossen, vaatplanten, platwormen, land- en zoetwaterweekdieren, bijen, dagvlinders, haften, kokerjuffers, libellen, sprinkhanen en krekels, steenvliegen, vissen, amfibieën, reptielen, zoogdieren en vogels (LNV 2004). Een aantal provincies heeft aanvullende provinciale Rode lijsten opgesteld.
Van soorten op de Rode lijst moet worden aangenomen dat negatieve effecten van ingrepen de gunstige staat van instandhouding relatief gemakkelijk in gevaar brengen. Waar het beschermde soorten betreft zal er dus extra aandacht aan mitigatie en compensatie moeten worden besteed. Bij niet-beschermde soorten of soortgroepen kunnen op grond van de zorgplicht extra maatregelen worden gevergd. Bij een aantal soortgroepen gaat het echter om tientallen of honderden moeilijk vast te stellen soorten, waardoor de waarde voor praktische toepassingen vaak beperkt is.

1.5 Ecologische Hoofdstructuur

De Planologische Kernbeslissing (PKB) Structuurschema Groene Ruimte (LNV 1993) bevat de doelstellingen, de hoofdlijnen en de belangrijkste maatregelen van het nationaal ruimtelijk beleid voor onder meer natuur en landschap. Onderdeel hiervan is de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), die bestaat uit een samenhangend netwerk van bestaande en nog te ontwikkelen natuurgebieden verbonden door verbindingszones.

De begrenzing van de EHS is een provinciale taak. De Ecologische Hoofdstructuur wordt in provinciale streekplannen uitgewerkt. Ruimtelijke plannen van gemeenten moeten hieraan worden getoetst. De EHS is de afgelopen jaren in gebiedsplannen nader begrensd (vaak op perceelsniveau), waarbij per begrensde eenheid natuurdoeltypen zijn aangewezen.
In of in de nabijheid van beschermde natuurgebieden geldt het 'nee, tenzij'-regime. Nieuwe plannen, projecten of handelingen zijn niet toegestaan als zij de wezenlijke kenmerken of waarden van het gebied aantasten. Hiervan kan alleen worden afgeweken als er geen reële alternatieven zijn én er sprake is van redenen van groot openbaar belang. In dat geval moet de initiatiefnemer maatregelen treffen om de nadelige effecten weg te nemen of te ondervangen, en waar dat niet volstaat te compenseren door het realiseren van gelijkwaardige gebieden, liefst in of nabij het aangetaste gebied. Ook financiële compensatie is mogelijk.

Bijlage 2 Gegevens Natuurloket

Rapportage voor kilometerhok X:169 / Y:522

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen						niet		1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	3	2		1		slecht	26-50%	1997-2007
Broedvogels			1		1	slecht	0%	1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:169 / Y:523

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen						niet		1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	1	2		2		slecht	0%	1997-2007
Broedvogels			1		1	goed	0%	1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						slecht		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:169 / Y:524

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen (#)						slecht		1997-2007
Korstmossen						matig	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	1	2		2		slecht	26-50%	1997-2007
Broedvogels			1		1	slecht	0%	1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën		1		1		slecht	51-100%	1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:169 / Y:525

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						goed	-	1991-2007
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen						niet		1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	2	2		2		slecht	51-100%	1997-2007
Broedvogels			1		1	slecht	0%	1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:169 / Y:526

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen						niet		1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	1	4		3		slecht	26-50%	1997-2007
Broedvogels			1		1	slecht	0%	1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:169 / Y:527

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen						niet		1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	1	3		3		slecht	26-50%	1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						matig		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						slecht		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:169 / Y:528

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten					1	matig	-	1991-2007
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen						niet		1992-2007
Paddestoelen						slecht		1992-2007
Zoogdieren	1	2		2		slecht	0%	1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:169 / Y:529

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						slecht		1997-2007
Korstmossen					5	goed	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	3	4		4		slecht	1-10%	1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						slecht		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:169 / Y:530

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen					4	goed	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	2	4		4		slecht	26-50%	1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						slecht		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:169 / Y:530

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen					4	goed	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	2	4		4		slecht	26-50%	1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						slecht		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:169 / Y:531

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						slecht		1997-2007
Korstmossen						niet		1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren						niet		1997-2007
Broedvogels			1		1	slecht	0%	1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën		1		1		slecht	0%	1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:170 / Y:532

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen						niet		1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren						niet		1997-2007
Broedvogels			10		7	slecht	0%	1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:170 / Y:533

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						slecht		1997-2007
Korstmossen					3	goed	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren						niet		1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:171 / Y:534

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten					3	goed	-	1991-2007
Mossen						slecht		1997-2007
Korstmossen					2	redelijk	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	1	1		1		slecht	26-50%	1997-2007
Broedvogels			1		1	goed	0%	1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:171 / Y:535

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen					3	goed	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	1	3		3		slecht	11-25%	1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:172 / Y:535

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen					3	goed	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	3	1		1		slecht	26-50%	1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën	1	1		1		slecht	0%	1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:172 / Y:536

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						slecht		1997-2007
Korstmossen					2	slecht	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren						niet		1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:173 / Y:537

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						slecht		1997-2007
Korstmossen					2	slecht	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren						niet		1997-2007
Broedvogels			1		1	goed	0%	1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:170 / Y:517

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						slecht		1997-2007
Korstmossen						slecht	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren						niet		1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen		1		1		redelijk	0%	1992-2007
Dagvlinders						slecht		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:171 / Y:516

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten					2	goed	-	1991-2007
Mossen						slecht		1997-2007
Korstmossen					1	slecht	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren						niet		1997-2007
Broedvogels			1		1	slecht	0%	1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:171 / Y:517

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						niet	-	1975-1990
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen					1	slecht	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren						niet		1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						matig	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						niet		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:172 / Y:514

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten						slecht	-	1975-1990
Mossen						slecht		1997-2007
Korstmossen					3	goed	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren	2	2		2		slecht	26-50%	1997-2007
Broedvogels						niet		1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						redelijk		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen					0	redelijk		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Rapportage voor kilometerhok X:172 / Y:515

Soortgroep	FF1*	FF23*	FF vogels	Hrl*	RL*	Volledigheid*	Detail*	Actualiteit*
Vaatplanten					1	goed	-	1991-2007
Mossen						niet		1997-2007
Korstmossen						slecht	51-100%	1992-2007
Paddestoelen						niet		1992-2007
Zoogdieren						niet		1997-2007
Broedvogels			1		1	slecht	0%	1996-2007
Watervogels						goed	0%	96/97-06/07
Reptielen						niet		1992-2007
Amfibieën						niet		1992-2007
Vissen						niet		1992-2007
Dagvlinders						slecht		1998-2008
Nachtvlinders						niet		1980-2008
Libellen						niet		1993-2007
Sprinkhanen						niet		1993-2007
Overige ongewervelden						niet		1993-2007

Ecologische effecten scheepvaartveiligheidsvoorziening nabij windpark NOP

W.M. Liefveld
H.A.M. Prinsen
J. van der Winden

Ecologische effecten scheepvaartveiligheidsvoorziening nabij windpark NOP

W.M. Liefveld
H.A.M. Prinsen
J. van der Winden

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Koepel windenergie Noordoostpolder

15 september 2009
rapport nr. 09-130

Status uitgave:	notitie
Rapport nr.:	09-130
Datum uitgave:	15 september 2009
Titel:	Ecologische effecten scheepvaartveiligheidsvoorziening nabij windpark NOP
Samenstellers:	Drs. W.M. Liefveld Drs. H.A.M. Prinsen Drs. J. van de Winden
Aantal pagina's inclusief bijlagen:	15
Project nr.:	08-450
Projectleider:	Drs. H.A.M. Prinsen
Naam en adres opdrachtgever:	Koepel Windenergie Noordoostpolder p/a Postbus 579,7550 AN Hengelo
Referentie opdrachtgever:	e-mail 17 augustus 2009
Akkoord voor uitgave:	Teamleider Vogelecologie Bureau Waardenburg bv drs. J. van der Winden
Paraaf:	

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Koepel windenergie Noordoostpolder

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder vooraf-gaande schrif-telijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2000.

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Inhoud

1 Inleiding en kader 5
2 De scheepvaartveiligheidsvoorziening 7
3 Ecologische effecten 9
3.1 Werkwijze 9
3.2 Effecten op waterplanten 9
3.3 Effecten op vissen 10
3.4 Effecten op driehoeksmosselen 10
3.5 Effecten op vogels 11
3.6 Kwantificering 12
4 Optimalisatie 15
4.1 Locatie 15
4.2 Diepte 15
4.3 Vormgeving 15
4.4 Materiaal 16
5 Conclusies 17
6 Literatuur 19

1 Inleiding en kader

De Koepel Windenergie Noordoostpolder (kortweg: De Koepel) onderzoekt de mogelijkheid om langs de IJsselmeerkust van de Noordoostpolder een grootschalig windpark te realiseren. Het betreft drie buitendijkse lijnopstellingen langs de Noordermeer- en Westermeerdijk en drie binnendijkse lijnopstellingen langs de Noordermeer-, Westermeer- en Zuidermeerdijk (gezamenlijk: windpark Noordoostpolder). De bestaande windturbines langs de Westermeerdijk en Zuidermeerdijk worden bij realisatie beiden vervangen door de nieuwe opstellingen.

Het IJsselmeergebied is aangewezen als Natura 2000-gebied. De effecten van het windpark Noordoostpolder op het Natura 2000-gebied zijn onderzocht en beoordeeld in Prinsen *et al.* (2009). Uit dit onderzoek blijkt dat de windturbines onder meer leiden tot verstoring van vogels, aanvaringsslachtoffers en barrièrewerking. Het onderzoek naar de ecologische effecten heeft zich toegespitst op de effecten van de lijnopstellingen. Onderdeel van het voornemen is echter ook de realisatie van een 'scheepvaartveiligheidsvoorziening'. Het betreft een voorziening om uit te sluiten dat beroepsvaart uit de nabijgelegen vaargeul Amsterdam-Lemmer, met de windturbines in aanvaring komt.

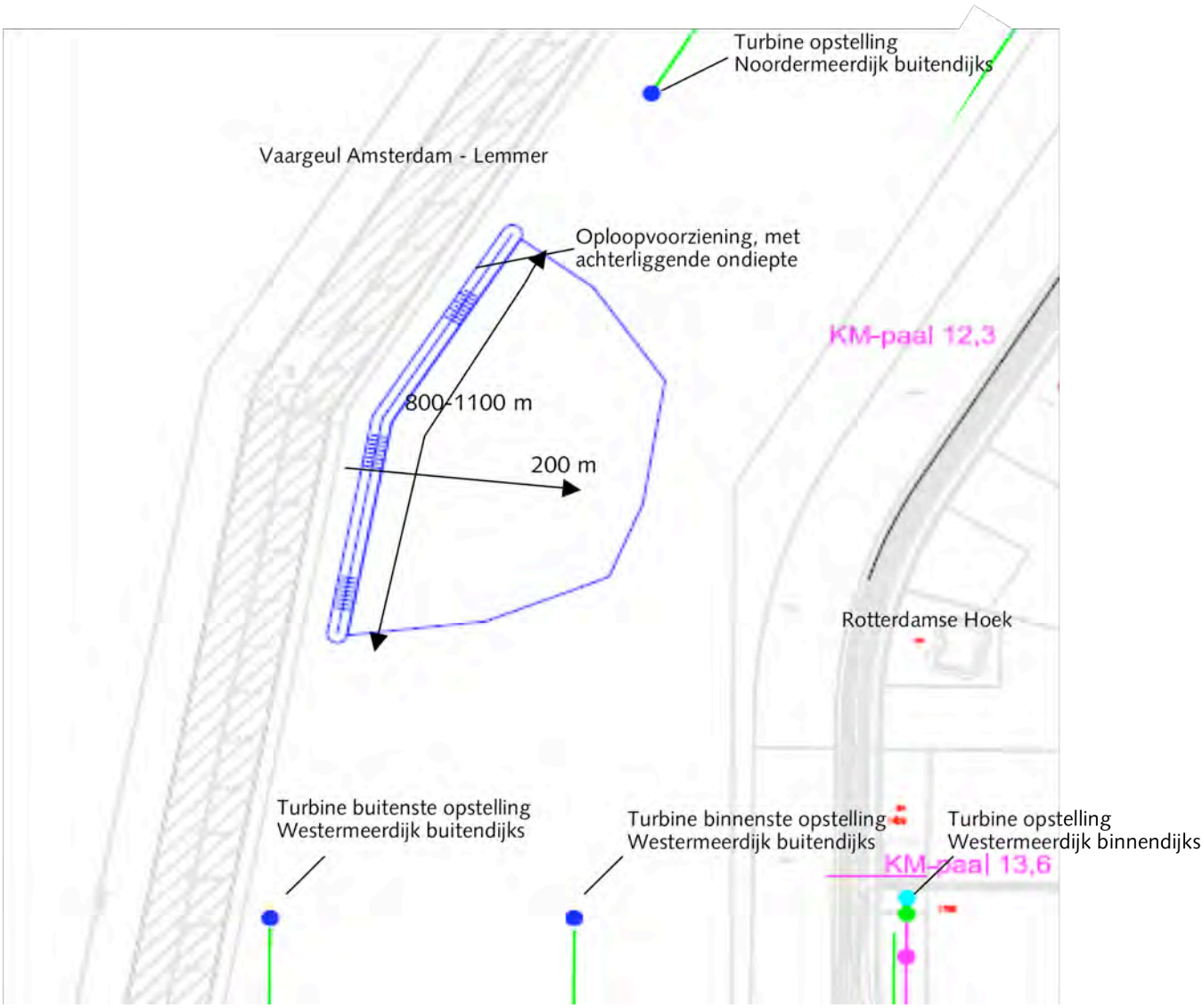
Aan Bureau Waardenburg is gevraagd om in een notitie aan te geven wat de ecologische effecten zijn van de scheepvaartveiligheidsvoorziening en aan te geven welke aanpassingen eventueel gedaan kunnen worden om de scheepvaartveiligheidsvoorziening vanuit ecologisch perspectief te optimaliseren. De scheepvaartveiligheidsvoorziening is onderdeel van het windpark NOP. Een oordeel over significantie vindt uiteindelijk plaats op basis van het totale initiatief (windpark NOP inclusief de scheepvaartveiligheidsvoorziening).

2 De scheepvaartveiligheidsvoorziening

De initiatiefnemers hebben het voornemen de scheepvaartveiligheidsvoorziening te realiseren bij de Rotterdamse Hoek in het IJsselmeer. De scheepvaartveiligheidsvoorziening heeft een lengte van ongeveer 800 à 1100 meter en geleidt de scheepvaart bij de knik in de vaargeul Amsterdam-Lemmer (figuur 1). Tegelijkertijd voorkomt de voorziening dat schepen buiten de vaargeul komen en in aanvaring kunnen komen met de windturbines. Om als geleiding te fungeren bevat de scheepvaartveiligheidsvoorziening een kruin van NAP +0,2 meter zodat deze zichtbaar is (gemiddeld zomerpeil: NAP -0,2 meter). De scheepvaartveiligheidsvoorziening heeft een talud van 1:4 aan de IJsselmeerzijde om de golfenergie te absorberen en aan de achterzijde een veel minder steil talud (nog niet bepaald). De scheepvaartveiligheidsvoorziening wordt gerealiseerd met stortsteen.

Tussen de scheepvaartveiligheidsvoorziening en de kust van de Noordoostpolder komt een 'vluchthaven' in de vorm van een ondiepe zone (figuur 1). Schepen in nood kunnen hier veilig vastlopen om verder afdrijven of stuurloos varen te voorkomen. Deze ondiepte strekt zich uit over de gehele lengte van de scheepvaartveiligheidsvoorziening en heeft een breedte va circa 200 meter richting de dijk. Zo ontstaat een zone met ondiep water van circa 16-22 ha. Deze ondiepte loopt langzaam af van de kruin van de scheepvaartveiligheidsvoorziening tot de IJsselmeerbodem die gemiddeld 4 tot 4,5 meter diep is. De gemiddelde waterdiepte in het luwtegebied is dus zo'n twee meter. De scheepvaartveiligheidsvoorziening ligt buiten de directe invloedssfeer van het windpark (> 150 meter van de dichtsbijzijnde tubine).

Figuur 1: Schematisering scheepvaartveiligheidsvoorziening



3 Ecologische effecten

3.1 Werkwijze

Omdat de scheepvaartveiligheidsvoorziening onderdeel vormt van het initiatief, maar nog niet eerder beoordeeld is, moeten de effecten op alle Natura 2000-instandhoudingsdoelen worden nagelopen. Belangrijkste soorten in dit verband zijn de visetende watervogels, duikeenden, rivierdonderpad en het habitattype kranswierwateren (H3140). Bovendien kan een luwtegebied een positieve uitwerking hebben op het voorkomen van driehoeksmosselen, vis, waterplanten, visetende vogels, duikeenden en zo juist een extra bijdrage leveren aan het doelbereik voor Natura 2000. Op basis van literatuurgegevens in combinatie met deskundigen oordeel is een schatting gemaakt van de effecten op de meest relevante soortgroepen. Waar mogelijk zijn deze gekwantificeerd. In toevoeging op de beoordeling voor Natura 2000 is ook gekeken naar een eventuele bijdrage aan het doelbereik van de Europese Kaderrichtlijn Water. Hiervoor zijn waterplanten, vissen en driehoeksmosselen relevant.

Beoordeeld zijn de effecten van de scheepvaartveiligheidsvoorziening inclusief de ondiepe zone erachter.

3.2 Effecten op waterplanten

Door de aanleg van de ondiepwaterzone neemt het areaal geschikt gebied voor waterplanten toe ten opzichte van de huidige situatie. Potentieel kan dit een bijdrage leveren aan het instandhoudingsdoel voor het habitattype kranswierwateren (H3140).

Voor de ontwikkeling van waterplanten is met name het doorzicht belangrijk. In het IJsselmeer is dit gemiddeld zo'n 0,80 m (de Leeuw *et al.* 2006)). Waterplanten ontwikkelen zich gemiddeld tot op een diepte van tweemaal de zichtdiepte. Dit betekent in het huidig IJsselmeer tot op een diepte van maximaal 2 m. De huidige waterdiepte in het gebied is circa 4-4,5 m. Een zekere mate van luwte is nodig als bescherming tegen golfslag en windwerking. Hierin voorziet de scheepvaartveiligheidsvoorziening. Voor behoud van het habitattype kranswierwateren (H3140) is met name ook een beperking van de nutriëntenbelasting nodig (Kiwa Water Research & EGG (2007). Op dit moment komen kranswiervegetaties in het IJsselmeer vooral voor in enigszins geïsoleerde wateren bij de Friese IJsselmeerkust. De verwachting is dat zich in het voorgestelde luwtegebied geen uitgebreide kranswiervegetaties zullen ontwikkelen, maar wel waterplantengemeenschappen met minder gevoelige soorten zoals schedefonteinkruid (ook een voedselplant voor kleine zwaan).

De verwachte positieve effecten op waterplanten leveren ook een bijdrage aan de KRW-doelen.

3.3 Effecten op vissen

De effecten van de scheepvaartveiligheidsvoorziening met achterliggende ondiepwaterzone op vissen zijn naar verwachting positief. Dit is direct relevant voor een beschermde soort als de rivierdonderpad (Natura 2000), maar ook als voedselbron voor visetende watervogels waarvoor instandhoudingsdoelen zijn opgesteld (Natura 2000).

Het verwachte positieve effect op vissen is een toename van het areaal paai- en opgroeigebied door de toename van ondiep water en het areaal waterplanten. Dit soort gebieden komt op dit moment zeer beperkt voor in het IJsselmeer.

Het zijn vooral deze kleine tot middelgrote vissen (<8-10cm) die voor dit verhaal relevant zijn omdat ze voedsel vormen voor visetende watervogels. Voor vogels maakt het niet zoveel uit om welke vissoort het gaat, als ze maar het juiste formaat hebben. Naast spiering, die altijd klein blijft, gaat het hier met name om jonge vis.

Ondiep beschut water is voor veel algemene vissoorten geschikt als opgroeigebied. Achter de vooroevers bij de Houtribdijk in het Markermeer, een referentiegebied voor deze scheepvaartveiligheidsvoorziening, domineren baars en blankvoorn. Daarnaast zijn het soorten als pos, brasem en (snoek)baars die kunnen profiteren van de nieuwe ondiepwaterzone. Ook rivierdonderpad zal profiteren, vooral in combinatie met de stortstenen oevers. Spiering is wel een belangrijke voedselsoort, maar lijkt niet te profiteren van dit soort luwtegebieden achter dammen (Noordhuis & van Schie 2007). Knelpunten voor spiering liggen op een hoger schaalniveau, zoals temperatuur, voedselbeschikbaarheid en visserij (de Leeuw 2007). Op zich zou de soort wel kunnen paaien op de harde vooroeververdediging (van Eerden et al. 2005), maar de soort houdt zich vervolgens liever op in diep open water (de Leeuw 2007). Als er waterplanten groeien in het luwtegebied neemt de geschiktheid ook toe voor limnofiele soorten als snoek en zeelt. Deze soorten zijn in het IJsselmeer minder goed vertegenwoordigd. De soortenrijkdom aan vis zal hiermee toenemen, zowel binnen als buiten het luwtegebied. Dit zal ook een positieve bijdrage leveren aan het doelbereik voor de KRW.

3.4 Effecten op driehoeksmosselen

Het netto effect op driehoeksmosselen is ingeschat als neutraal tot licht positief. Door de aanleg van de dam ontstaat een klein verlies aan areaal wateren met (potentieel) driehoeksmosselen. Door de luwtezone achter de scheepvaartveiligheidsvoorziening ontstaat echter een nieuw areaal potentieel geschikt gebied voor driehoeksmosselen (zeker op de onder water gelegen stortstenen). Dit nieuwe areaal is, in tegenstelling tot

de huidige waterbodem, bereikbaar voor duikeenden en zal dus weer afgegraasd worden.

Diehoeksmosselen profiteren van hard substraat (bijvoorbeeld stortstenen vooroevers), voldoende doorstroming en voldoende fytoplankton (Bak *et al.* 2007). Dat laatste is vooral afhankelijk van de waterkwaliteit, maar ook van de bodemkwaliteit en turbulentie. Recent is er een sterke afname van driehoeksmosselen in dit gebied: De biovolumes bij de Rotterdamse hoek waren in 1999 nog 1.415 ml/m^2, en in 2007 nog maar 66 ml/m2 (Noordhuis in prep.). Naar verwachting zullen zich snel driehoeksmosselen vestigen op de stortstenen in de scheepvaartveiligheidsvoorziening, zoals ook te zien is op kunstmatige riffen in het IJmeer (Bouma & Lengkeek 2009). De verwachte positieve effecten op driehoeksmosselen leveren ook een bijdrage aan het KRW-doelbereik.

3.5 Effecten op vogels

De scheepvaartveiligheidsvoorziening met achterliggende ondiep waterzone heeft naar verwachting een positief effect op visetende vogels als fuut, nonnetje en grote zaagbek en duikeenden als kuifeend en brilduiker (instandhoudingsdoelen). Dit netto effect is ingeschat als resultante van de volgende effecten. Door de aanleg van de scheepvaartveiligheidsvoorziening (dam) gaat een klein areaal foerageergebied verloren voor visetende vogels en duikeenden. Dit wordt echter ruimschoots gecompenseerd doordat de ondiepe luwe zone achter de scheepvaartveiligheidsvoorziening nieuw foerageergebied voor deze vogelsoorten oplevert en naar verwachting van betere kwaliteit. Een rustgebied in de luwte met geschikte voedselgebieden in de nabijheid is de ideale combinatie om veel vogels aan te trekken (Verbeek *et al.* 2008). De functie van foerageergebied is vooral belangrijk in de zomer en het najaar (futen) en winter (zaagbekken, duikeenden).

Vissen kleiner dan 8-10 centimeter vormen voor veel watervogelsoorten een belangrijk onderdeel van het menu. Naast spiering zijn ook jonge exemplaren van andere vissoorten geschikt als prooi. Jonge vis houdt zich vooral op in ondiep water: het is er warmer en minder goed bereikbaar voor grotere exemplaren die op de jonge vis prederen. Voor vogels is het voordeel dat de vis in ondiep water beter te vangen is. Dit betekent dat een ondiep gebied de kwaliteit voor visetende watervogels aanzienlijk verbetert. Diverse soorten vogels waarvoor instandhoudingsdoelen zijn opgesteld voeden zich met fauna die op of nabij de bodem leeft. Dit betreft onder meer driehoeksmosselen, korfmosselen maar ook slakken, dansmuggen en wormen. In de regel kunnen veel vogelsoorten tot een diepte van 4 meter deze prooien goed benutten. Ondiep water, met waterplanten en een rijke bodemfauna binnen duikafstand, heeft dus de potentie om veel van de genoemde watervogels aan te trekken, zoals ook te zien is aan de Friese IJsselmeerkust, langs de Kreupel en in de Veluwerandmeren. Het verwachte effect van de scheepvaartveiligheidsvoorziening op de instandhoudingsdoelen is dus positief voor soorten als grote zaagbek, fuut en kuifeend.

3.6 Kwantificering

Volgens Verbeek *et al*. (2008) is de minimale omvang van een rustgebied voor grote groepen rustende vogels circa 15 ha. Deze aanname is gebaseerd op de omvang van andere functionele rustgebieden (It Soal, Bocht van Molkwerum, Mirnser Klif, luwtegebied Oostvaardersdijk, de afzonderlijke vooroeververdedigingen bij de Houtribdijk, spaarbekkens Andijk), waarbij tevens in aanmerking is genomen dat verstoring door recreatie of visserij niet aan de orde is (geen bufferzones nodig). Dit komt overeen met de geplande omvang van de ondiepwaterzone achter de scheepvaartveiligheidsvoorziening.

Hoeveel vis kan de geplande scheepvaartveiligheidsvoorziening met luwtegebied nu opleveren? Om hier een globale schatting voor te doen kunnen we kijken naar een referentiegebied: de vooroevers aan de Houtribdijk. Dit is het enige vergelijkbare luwtegebied waarvan kwantitatieve gegevens bekend zijn (Noordhuis en van Schie 2007).

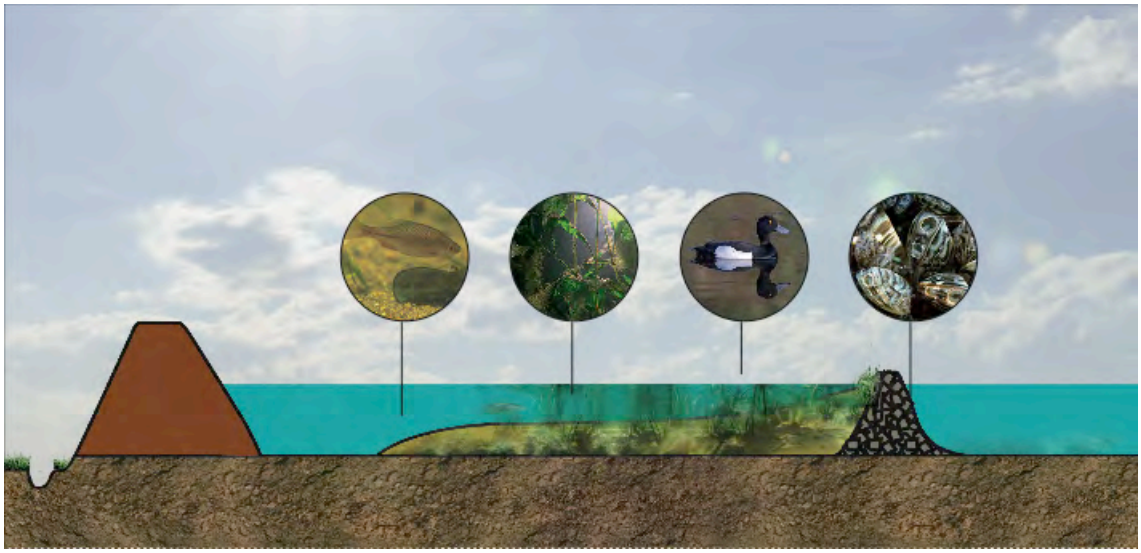
Voor baars ligt in het Markermeer de rekrutering binnen de vooroevers van de Houtribdijk een factor 100 hoger dan erbuiten. Voor blankvoorn betreft dit ongeveer een factor 10 (Noordhuis & van Schie 2007). Als we deze factor doorvertalen naar het IJsselmeer zou het oppervlak paai- en opgroeigebied dat bij de scheepvaartveiligheidsvoorziening ontstaat, een visdichtheid opleveren die overeenkomt met een gebied van 150 tot 1.500 ha in het huidige IJsselmeer. Hierbij dient te worden opgemerkt dat die 1.500 ha een optimistisch scenario is, omdat deze alleen gebaseerd is op de hoge rekrutering van baars in de vooroevers van het Markermeer. Voor andere soorten was de meerwaarde van de vooroevers minder spectaculair.

Als alternatieve benadering kunnen we gebruik maken van de studies naar ecologische netwerken. Alterra heeft voor haar ecologische netwerkmodellen kentallen ontwikkeld voor de habitatgrootte van verschillende diersoorten. Voor vissen is de omvang voor een kernpopulatie van rivierdonderpad of snoek minstens 10 ha. Het gaat hierbij om 100% geschikt habitat. Omdat niet het gehele luwtegebied geschikt habitat voor vis zal opleveren, onder meer door kwaliteitsafname aan de randen van het gebied, bevelen wij aan dit oppervlak nog met een factor 1,5 tot 2 te vermeerderen. Het huidige ontwerp voor het luwtegebied voldoet aan deze richtlijn.

Hoeveel visetende vogels kunnen hiervan profiteren? Dit is nog lastiger in te schatten omdat een directe vertaling van visdichtheden naar vogeldichtheden zeer moeilijk is. De verwachting is dat het luwtegebied bij Windpark Noordoostpolder vele tientallen tot enkele honderden futen en zaagbekken kan aantrekken. Dit is gebaseerd op de aantallen futen en zaagbekken die in de nazomer en winter in vergelijkbare gebieden langs de Friese IJsselmeerkust verblijven (gegevens Rijkswaterstaat). De vooroevers bij de Houtribdijk trekken zeer veel duikeenden aan: in de ruitijd zijn hier zo'n tienduizend kuifeenden in het proefgebied gevonden (Noordhuis & van Schie 2007). Dit proefgebied is zijn geheel circa zes maal zo groot als het huidige ontwerp van

scheepvaartveiligheidsvoorziening met luwtegebied. Dit betekent dat vele honderden tot enkele duizenden duikeenden gebruik zouden kunnen maken van het luwtegebied achter de scheepvaartveiligheidsvoorziening bij Windpark Noordoostpolder. Daarnaast vormt het luwtegebied een potentieel rustgebied voor allerlei andere soorten, zoals slobeend, meerkoet en wilde eend.

Figuur 2: Principeschets scheepvaartveiligheidsvoorziening met luwtegebied (niet op schaal). Weergegeven zijn voorbeelden van soorten die hier naar verwachting kunnen voorkomen.



4 Optimalisatie

4.1 Locatie

De scheepvaartveiligheidsvoorziening ligt vlak bij het windpark. Dit is gunstig omdat naar verwachting ook in het windpark zelf zowel vis als driehoeksmosselen geschikt habitat zullen vinden. Bijvoorbeeld door aangroei van mosselen op de palen en bijvoorbeeld kokerbouwende slijkgarnalen waar vissen op foerageren. Dit is vastgesteld in Windpark Lely bij Medemblik (Beuker *et al*. 2009) en in het offshore windpark bij Egmond (Bouma & Lengkeek 2008). Omdat de predatiedruk in het windpark lager is (in ieder geval in de directe omgeving van de turbines) kan dit gebied een bijdrage leveren aan de (her)kolonisatie van het luwtegebied voor genoemde soortgroepen.

4.2 Diepte

De optimale waterdiepte voor de groei van waterplanten in het IJsselmeer is bij het huidige doorzicht maximaal twee meter bij zomerpeil. Voor de groei van waterplanten is het dan ook gunstig wanneer de ondiepe zone achter de scheepvaartveiligheidsvoorziening voor het grootste deel maximaal deze waterdiepte heeft. Voorstel is de ondiepe zone vanaf de scheepvaartveiligheidsvoorziening niet helemaal geleidelijk af te laten aflopen tot de IJsselmeerbodem, want dan heeft ongeveer de helft van het gebied een diepte groter dan twee meter. De begroeibare waterbodem kan gemaximaliseerd worden door het luwtegebied zo lang mogelijk van vanaf de scheepvaartveiligheidsvoorziening heel flauw af te laten afopen tot een waterdiepte van 2 meter (bij gemiddeld zomerpeil) en het laatste stuk over een breedte van bijvoorbeeld 50 meter met een wat steiler talud naar de IJsselmeerbodem te laten aflopen.

De bewuste aanleg van diepe putten als overwinteringsgebied voor vis lijkt niet nodig in dit gebied. De nabij gelegen vaargeul is diep genoeg (7 m).

4.3 Vormgeving

Gezien de vormgeving van de scheepvaartveiligheidsvoorziening (rechte dam) en de golfactiviteit in het gebied, lijkt het niet nodig extra doorstroomopeningen in de dam te creëren om stagnatie van water achter de dam te voorkomen. Wel kan het nodig zijn tijdelijk een extra voorziening te treffen om in de beginfase van de aanleg voldoende luwte te creëren om waterplanten daadwerkelijk tot ontwikkeling te laten komen. Dit kan bijvoorbeeld door met houten palen en wilgentenen een dam haaks op de scheepvaartveiligheidsvoorziening te realiseren. Deze zal in de loop der tijd vanzelf degenereren. Als de waterplanten de bodem eenmaal bedekt hebben zullen ze zich

naar verwachting ook zonder extra luwtevoorziening kunnen handhaven. Of zo'n voorziening daadwerkelijk nodig is hangt af van het verwachte golfklimaat ter plaatse.

4.4 Materiaal

De dam wordt uitgevoerd in grof stortsteen. Dit materiaal vormt geschikt substraat voor driehoeksmosselen. Door gaten tussen de stenen open te laten kan dit als schuilplek dienen voor vis als rivierdonderpad en voor macrofaunasoorten. Voor de verondieping kan lokaal zand gebruikt worden, bijvoorbeeld uit de vaargeul. Door een toplaag aan te brengen met zand uit een waterplantrijke locatie, bijvoorbeeld uit de randmeren, kan de kolonisatie door waterplanten versneld worden doordat zaden of plantendelen meekomen.

5 Conclusies

De scheepvaartveiligheidsvoorziening met achterliggend luwtegebied voorziet in een habitat dat beperkt voorkomt in het IJsselmeer: ondiep water dat beschut is tegen golfslag. Dit leefgebied is geschikt voor vis, bodemfauna en waterplanten. Daarnaast levert het rust- en foerageergebied voor visetende watervogels en duikeenden. Het ontwerp heeft naar verwachting dan ook een positief effect op de instandhoudingsdoelen van het Natura 2000 gebied IJsselmeer. Dit geldt met name voor visetende vogels als grote zaagbek en fuut, maar ook voor duikeenden als kuifeend en tafeleend. Rivierdonderpad zou ook kunnen profiteren van de stortstenen dam en de zone met ondiep water. Daarnaast ontstaat in de ondiepe zone potentieel geschikt areaal voor het habitattype kranswierwateren. Tegelijk en levert het ontwerp een bijdrage aan de KWR-doelen (zie hoofdstuk drie).

6 Literatuur

Bak, A., F. van Vliet, W.M. Liefveld & H.A.M. Prinsen, 2007. Evaluatie natuurontwikkelingsprojecten IJsselmeergebied. In het kader van Natura 2000 en de Kaderrichtlijn Water. Rapport 07-120. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Beuker, D., W. Lengkeek, R.C. Fijn & H.A.M. Prinsen, 2009. Duikeenden nabij Windpark Lely, Medemblik. Beknopt veldonderzoek naar gedrag en voedselbeschikbaarheid. Rapport 09-xxx. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Bouma, S. & W. Lengkeek, 2008. Development of underwater Flora- and fauna communities on hard substrates of the offshore windfarm Egmond aan Zee (OWEZ). Rapport 08-220. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Bouma, S. & W. Lengkeek, 2009. Het monitoren van driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde 'mosselbank' (vak 1) bij IJburg. Rapport 09-064. Bureau Waardenburg, Culemborg.

van Eerden, M.R., S.H.M. van Rijn & M. Roos, 2005. Ecologie en ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer. RIZA-rapport 2005.014. Rapport RIZA, Lelystad.

de Leeuw, J.J., 2007. Aanbevelingen Richtlijnen Duurzame Visserij op Spiering in IJsselmeer/ Markermeer. IMARES raportnr. C008/07. Rapport IMARES, IJmuiden.

de Leeuw, J.J., C.M. Deerenberg, W. Dekker, R. van Hal & H. Janzen, 2006. Veranderingen in de visstand van het IJsselmeer en Markermeer: trends en oorzaken. RIVO-rapport C022.06. Rapport RIVO, IJmuiden.

Kiwa Water Research & EGG (2007). Knelpunten- en kansenanalyse Natura 2000-gebieden. Kiwa Water Research, Nieuwegein/ EGG, Groningen.

Noordhuis, R. & J. van Schie, 2007. Vooroevers Houtribdijk: toestand ecologie en waterkwaliteit 2006. Inventarisatie van waterplanten, watervogels, driehoeksmosselen, fysische en chemische parameters. RWS RIZA rapport 2007.006. Rijkswaterstaat RIZA.

Noordhuis in prep. Inventarisatie van tweekleppingen in IJsselmeer en Markermeer 2006-2008. RWS rapport

Prinsen, H.A.M., C. Heunks, J. van der Winden & P.W. van Horssen, 2009. Effecten van vijf windparken op vogels langs de dijken van de Noordoostpolder. Effectbeoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 ten behoeve van het MER Windparken Noordoostpolder. Rapport 09-090 Bureau Waardenburg, Culemborg.

Smits, R.R., H.A.M. Prinsen & J. van der Winden, 2008. Cumulatieve effecten van plannen en projecten op vogels in het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Beoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998. Rapport 08-054. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Verbeek, R.G., J. van der Winden & H.A.M. Prinsen, 2008. Notitie natuurontwikkeling Windpark Noordoostpolder. Rapport 08-058. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Notitie

Datum	29 september 2009
Aan	KWN
Van	Floor Heinis (HWE), Eric Arends (Pondera Consult)
Betreft	**Mogelijk effecten van onderwatergeluid**

1 Offshore windturbinepark Noordoostpolder en het optreden van onderwatergeluid

Onderwatergeluid dat vrijkomt bij menselijke activiteiten kan een invloed hebben op het onderwaterleven; in het geval van het IJsselmeer met name op vissen. Onderwatergeluid kan afhankelijk van de geluidsniveaus verstorend werken of directe schadelijke effecten veroorzaken. Hierdoor zouden de instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer negatief beïnvloed kunnen worden.

De aanleg van de drie offshore windturbinelijnen voor het windpark Noordoostpolder (NOP), één voor de kust van Noordermeerdijk (NMD) en twee voor de kust van Westermeerdijk (WMD) gaat gepaard met de productie van onderwatergeluid ten gevolge van scheepvaartbewegingen, heien en de aanleg van kabels. Ook in de exploitatiefase zal het in werking zijn van de turbines en het uitvoeren van onderhoud tot geluidsemissies leiden. De uiteindelijk verwijdering van de turbines zal eveneens leiden tot scheepvaart en werkzaamheden die onderwatergeluid produceren.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de optredende onderwatergeluidemissies vanuit de verschillende fasen van het windpark en de bijbehorende relevante activiteiten.

Tabel 1.1. Bron van onderwatergeluid in de verschillende fasen van het windpark

Fase	**Bron van onderwatergeluid**
a. Aanleg	
	1. Scheepvaartbewegingen
	2. Heien monopile-funderingen[1] voor de turbines
	3. Aanleg kabel
b. Exploitatie	
	4. Onderwatergeluid t.g.v. draaiende turbines
	5. Onderhoud en reparatie: scheepvaartbewegingen
c. Ontmanteling	
	6. Scheepvaartbewegingen
	7. Afzagen monopiles

[1] Ook andere wijzen van funderen van de turbines zijn mogelijk. Hier wordt uitgegaan van het voorkeursalternatief uit het MER van het toepassen van monopiles. Dit vormt ook het alternatief dat bij aanleg de hoogste onderwatergeluidsniveaus veroorzaakt.

Het optreden van onderwatergeluid vindt tijdelijke (door aanleg en verwijdering) dan wel semi-permanent plaats (door exploitatie en onderhoud). De aard en het niveau van het onderwatergeluid verschilt per activiteit en is variabel binnen de activiteiten.

Leeswijzer
In deze notitie worden de mogelijke effecten van onderwatergeluid dat optreedt bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark Noordoostpolder beschreven en geanalyseerd. Achtereenvolgens komen de mogelijke effecten aan de orde (hfdst 2), worden de geluidsniveaus die optreden bij het heien van monopiles beschreven en de omvang van het beïnvloede gebied (hfdst, 3), en worden de mogelijk effecten besproken op relevante soorten en de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer (hfdst 4), waarna conclusies worden getrokken (hfdst.5).

2 De mogelijke effecten van onderwatergeluid

2.1 Algemeen

De effecten van onderwatergeluid kunnen naar gelang het geluidsdrukniveau en de frequentie in verschillende invloedszones worden ingedeeld (naar Richardson *et al*, 1995; Kastelein *et al*, 2008). De indeling van de zones is voor alle dieren hetzelfde, maar de ligging van de grenzen verschilt van soort tot soort, en van situatie tot situatie:

- *Hoorbaarheidszone* – alle geluiden die hoorbaar zijn voor organismen. Hierbij spelen de gevoeligheid van het gehoorapparaat en achtergrondgeluiden een rol. Tot de hoorbaarheidszone behoren ook geluiden die de dieren wel kunnen horen, maar waar ze verder niet op reageren.

- *Reactiezone* – tot deze zone behoren de geluiden waarop dieren een reactie vertonen in gedrag of fysiologie. Deze zone is variabel, omdat de akoestische eigenschappen van het milieu ter plaatse en het al dan niet aanwezig zijn van achtergrondgeluid een grote rol spelen. Op een plek waar veel achtergrondgeluid is door scheepvaart of andere bronnen kan de reactie van dieren heel anders zijn dan op een locatie waar alleen natuurlijke geluidsbronnen aanwezig zijn. Reacties kunnen heel gering zijn en bestaan uit een kleine afwijking van het natuurlijke gedrag (distraction, of attraction waarneer nieuwsgierige dieren juist worden aangetrokken door het geluid). De sterkste reactie is het mijden van de bron door weg te zwemmen.

- *Maskeringszone* – dit is het gebied waar geluiden interfereren met de geluiden die dieren produceren of die hun prooi produceert. Als het niet-natuurlijke geluid een vergelijkbaar frequentiebereik en een vergelijkbare geluidssterkte heeft als de door de dieren of hun prooien geproduceerde (echolocatie)geluiden, is er sprake van maskering. Dit hindert met name dieren die hun prooi opsporen met echolocatie (in het geval van de aanleg en aanwezigheid van windparken in het IJsselmeer speelt dit geen rol aangezien dergelijke dieren niet in het IJsselmeer voorkomen).

- *Zone van gehoorschade* – dit zijn de geluiden waarvan de sterkte zo groot is dat er tijdelijke (‘temporary threshold shift’ - TTS) of permanente (‘permanent threshold shift’ - PTS) schade aan de gehoor- of andere organen optreedt;

- *Zones van andere fysieke of fysiologische schade en dood* – dit zijn geluiden die zo sterk zijn dat onherstelbare schade aan andere, niet tot het gehoor behorende, organen optreedt en/of functies worden verstoord of die tot de dood kunnen leiden.

Vissen zijn gevoelig voor onderwatergeluid al hebben vissen geen extern gehoororgaan. Geluid – in de vorm van drukverschillen onder water – kan door vissen op verschillende manieren worden waargenomen (Thomsen *et al*, 2006):

- Het zijlijnsysteem, waarmee dichtbij de geluidsbron laag frequente geluiden (als langzame waterstromen langs het lichaam) worden gedetecteerd. In relatie tot het geluid van windturbines is deze vorm van ‘horen’ echter niet belangrijk; het

akoestische veld kan namelijk alleen maar zeer dicht bij de geluidsbron worden waargenomen.

- Het binnenoor (met de zogenaamde gehoorsteentjes), dat in essentie op beweging reageert. Een vis neemt geluiden waar via het lichaam, dat beweegt door kleine veranderingen in de geluidsdruk en/of via drukveranderingen in de zwemblaas die al dan niet via speciale structuren worden doorgegeven aan het gehoororgaan.

Net als bij ander horende organismen is de gevoeligheid van het gehoor niet over het gehele audiofrequentiebereik gelijk. Vissen horen het best bij lagere frequenties die liggen tussen ca. 50 en 1.000 Hz. Dit is ook het gebied waarbinnen het overgrote deel van de geluidsemissies liggen met een hoog geluidsniveau ten gevolge van de activiteiten uit tabel 1.1.

2.2 Mogelijke effecten van onderwatergeluid bij het offshore windturbinepark Noordoostpolder

Onderstaand worden in tabel 1.1 de activiteiten geanalyseerd op mogelijke onderwatergeluidemissies. Van de geluidsemissies ten gevolge van deze activiteiten is er een aantal dat zich niet onderscheidt van nu al in het gebied optredende geluidsemissies.

Gezien de activiteiten in het gebied die ook nu al aan de orde van de dag zijn zoals scheepvaart, en de daarbij optredende geluidsemissies, zijn met name geluidsniveaus die ontstaan gerelateerd aan het windpark en vallen binnen de *Zone van gehoorschade* van belang, met ander woorden geluidsniveaus die leiden tot het optreden van tijdelijke of permanente doofheid.

Scheepvaartbewegingen
Het is onbekend hoeveel onderwatergeluid schepen exact produceren en bij welke frequenties. Op basis van Richardson *et al*. (1995, tabel 6.9) kan worden aangenomen dat het bronniveau voor grotere schepen in het frequentiebereik 45 – 890 Hz tussen 140 en 185 dB re 1 μPa^2m^2 zal liggen. Moderne (grotere) koopvaardij(zee)schepen maken wat meer geluid: Arveson en Vendittis (2000) maten een maximaal bronniveau van ongeveer 186 dB re 1 μPa^2m^2 bij (tertsband)frequenties tussen 50 en 100 Hz en een breedbandniveau van 184 en 190 dB bij snelheden van respectievelijk 12 en 14 knopen. Op het IJsselmeer betreft het kleinere schepen dan de hier gemeten schepen zodat de genoemde geluidsniveaus als worst case situatie gezien kunnen worden.

Van de activiteiten in tabel 1 zijn er in elke fase een aantal gerelateerd aan scheepvaartverkeer. Het gaat om scheepvaartbewegingen bij aanleg, bij onderhoud en reparatie en bij ontmanteling van het park. Deze onderwatergeluiden die daarbij optreden zijn vergelijkbaar met de nu al dagelijks in het gebied optredende geluidsemissies. Het gebied is immers een druk bevaren vaarroute voor allerlei schepen. Weliswaar kan de activiteit korte tijd intensief zijn, maar omdat slechts aan één of hooguit enkele turbines tegelijk gewerkt zal worden, onderscheidt het zich voor wat betreft geluidsemissies niet wezenlijk van nu al optredend onderwatergeluid door scheepvaart. Dagelijks passeren immers vele schepen de vaargeul langs Westermeerdijk en Noordermeerdijk. Indien enkele schepen voor aanleg, onderhoud etc. tegelijkertijd ingezet wordt (hetgeen al niet vaak zal voorkomen, normaal wordt slechts één schip voor onderhoud ingezet) dan is dit vergeleken met het aantal schepen dat dagelijks passeert een verwaarloosbare extra activiteit. Gezien het incidentele karakter en de beperkte omvang in vergelijking met de vele andere schepen die zich in dit drukbevaren deel van het IJsselmeer bevinden, worden de effecten van het onderwatergeluid op vissen als gevolg van de aanwezigheid van werkschepen in het windpark dan ook als verwaarloosbaar ingeschat.

Aanleg kabels
De kabels worden in een geul op circa 1 meter diepte gelegd. Voor het aanleggen van de kabels vinden naast geluidsemissies door scheevaart (zie hierboven) ook met baggeren vergelijkbare emissies plaats ten einde de kabel in de bodem te leggen. Baggerwerkzaamheden vinden nu ook regelmatig plaats om de vaargeul op diepte te houden. De werkzaamheden voor het kabelleggen hebben minder impact omdat slechts relatief smalle geulen gemaakt worden (zei ook onderstaand kader).

Het kabelleggen

De 33 kV parkinterne zeekabels en de 33kV zeekabel voor de netaansluiting zullen worden gelegd door een speciaal hiertoe uitgerust kabellegschip. De kabels worden m.b.v. een kabeljet in de bodem gelegd. Bij deze methode sluit de bodem zich vanzelf. Het voordeel van deze methodes is dat de bodem, in vergelijking met andere methoden, minimaal beroerd wordt en de kabel in één beweging op een diepte van 1,00 meter in de vaste bodem kan worden gelegd. Ter plaatse van de turbines zal de kabel met een takel in de, aan het fundament bevestigde, J-vormige beschermbuis worden getrokken en worden aangesloten op de schakelinstallatie van de windturbine. Bij de voet van de turbinefundatie zal de kabel met een door duikers bestuurde jetstraler (diver operated jetting tool) in de bodem worden gespoeld tot de voorgeschreven diepte onder het vaste bodemniveau. Bij deze methoden wordt geen bodemmateriaal verplaatst maar wordt dit op dezelfde plaats teruggebracht. Er zal wel sprake zijn van werveling maar deze blijft zeer lokaal mede doordat er weinig tot geen stroming in het IJsselmeer is.

(Bron: Technisch projectplan Buitendijkse parken Noordoostpolder, paragraaf 2.2.1.2)

Draaiende turbines
In de exploitatiefase ontstaat geluid ten gevolge van de draaiende rotor; dit geluid straalt via de turbinevoet onderwater uit. Dit is een andere geluidsbron dan in de huidige situatie aan de orde is met scheepvaart en dergelijke (hoewel de aard van het geluid - draaiende mechanische delen - niet anders is dan dat van scheepvaart).

Het inzicht in de mogelijke omvang van de onderwatergeluidemissies neemt snel toe naarmate meer ervaring met windturbineparken in het mariene milieu wordt opgedaan (met de daarbij behorende monitoringsprogramma's). De beschikbare metingen van het door het gebruik van windturbines veroorzaakte geluid onder water hebben overwegend betrekking op windturbines met een relatief gering vermogen (< 2,3 MW). Het betreft metingen aan offshore windparken in Deense en Zweedse wateren (Lindell, 2003; ISD, 2007). Uit de resultaten van de diverse uitgevoerde geluidsmetingen is af te leiden dat door draaiende offshore windturbines de geluidsdruk onder water overwegend in de lagere frequenties tot ongeveer 800 Hz toeneemt (Degn, 2000; Lindell, 2003; ISD, 2007). Bij hogere frequenties is het achtergrondgeluid bepalend voor het totale geluidsdruk-niveau. De door de draaiende turbines veroorzaakte laagfrequente trillingen hangen samen met de passage van de rotorbladen langs de mast, de onbalans van de rotor, de mechanische draaiende delen in de gondel, de eigen trilling van de mast en golven die tegen de mast slaan. Er worden in de mast ook geluiden met hogere frequenties geproduceerd, maar die dringen slechts gedeeltelijk door onder het wateroppervlak en doven vervolgens relatief snel uit als gevolg van absorptie en verstrooiing (o.a. Richardson *et al,* 1995). Van alle mogelijke vormen van geluidsoverdracht zijn het vooral de in de gondel optredende trillingen die via de mast naar het water afstralen die verantwoordelijk zijn voor de toename van de geluidsdruk onder water (o.a. Lindell, 2003).

Bij de voorspellingen van effecten van het door de draaiende windturbines veroorzaakte geluid op vissen worden de volgende fysische en biologische uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de bepaling van de bronsterkte is gebruik gemaakt van referentiegetallen voor windturbines van 2 en 2,3 MW op stalen monopiles (Horns Rev en Paludans Flak), zoals weergegeven in ISD (2007). Het is niet bekend in hoeverre draaiende windturbines met een hoger vermogen (bijvoorbeeld 5 á 6 MW) ook tot grotere geluidsdrukniveaus onderwater zullen leiden. Uit een vergelijking van metingen aan de trillingen in palen van 550 kW en 2 MW kan worden afgeleid dat een toename is te verwachten bij frequenties lager dan ongeveer 125 Hz (figuur 7 in Degn, 2000). Aan de andere kant is het zo dat de tandwielfrequenties in grotere turbines lager zijn, als gevolg waarvan de geluidsoverdracht minder efficiënt verloopt (Betke *et al,* 2004). Om, ondanks de hiervoor geconstateerde leemte in kennis, toch een inschatting van de effecten te kunnen maken van draaiende windturbines met hogere vermogens is hier (worst-case) aangenomen dat het onderwatergeluid door draaiende turbines van 6 MW (dit is een groter vermogen dan waaraan in het voorkeursalternatief voor windpark IJsselmeer gedacht wordt, dit leidt derhalve tot een worst case benadering) ten opzichte van dat van gemeten waarden van 2 MW en 2,3 MW turbines evenredig toeneemt met het vermogen[2]. Verder is aangenomen dat de geluidsspectra vergelijkbaar zijn met die van windturbines met lagere vermogens;

- Geluid dat zich onder water voortplant, dooft op den duur uit. De afstand waarover geluid zich kan voortplanten hangt o.a. af van de frequentie van het geluid, de waterdiepte en de eigenschappen van de bodem. Hoe het geluid op de locatie van het windturbinepark zal uitdoven, is niet bekend. Beschikbare meetgegevens hebben betrekking op de resultaten van metingen op een enkele afstand (ISD, 2007), zijn te weinig representatief voor windparken in het IJsselmeer of geven geen goed beeld van maximale geluidsniveaus omdat de metingen bij relatief lage windsnelheden zijn uitgevoerd (Nedwell *et al,* 2007). Effecten op vissen zijn daarom alleen gekwantificeerd voor een afstand van 100 m van maximaal belaste windturbines, omdat hiervoor betrouwbare meetgegevens beschikbaar zijn. Voor effecten dichterbij en verder weg van de turbines zijn kwalitatieve inschattingen gemaakt.

- Voor het bepalen van effecten op vissen zijn de in ISD (2007) weergegeven gegevens van het offshore windpark Paludans Flak gebruikt. Hiervoor zijn de gemeten geluidsspectra bewerkt tot zogenaamde gewogen geluidsspectra, wat betekent dat de spectra zijn gecorrigeerd voor het gehoorfilter van vissen. Hierbij is uitgegaan van beschikbare audiogrammen. Voor de '0-waarde' is uitgegaan van de gehoordrempel bij de frequentie van de hoogste gevoeligheid.

In ISD (2007) worden de geluidsniveaus gegeven voor windturbines van verschillend vermogen en op verschillende locaties voor de Deense en Zweedse kust. Voor alle windparken betreft het resultaten van metingen bij verschillende windsterkten (en dus door de turbine geleverde vermogens) op een afstand van ongeveer 100 m van de

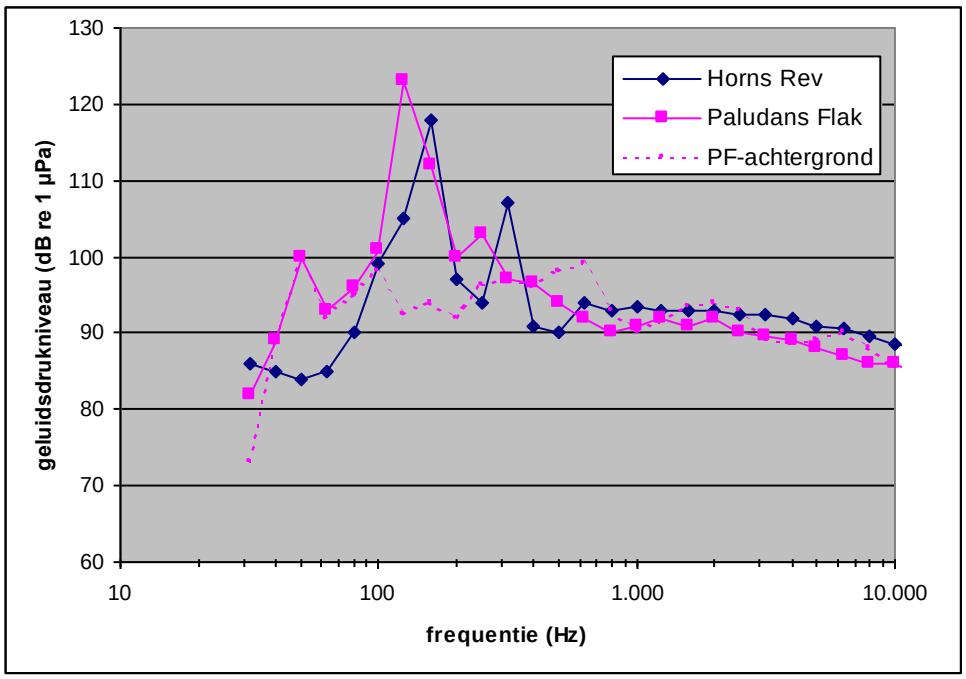
[2] De relatieve toename wordt berekend door het nemen van de logaritme van het verhoudingsgetal en deze te vermenigvuldigen met 10 (vanwege de logaritmische schaal van de eenheid voor geluid). De relatieve toename van een 6 MW t.o.v. een 2 MW turbine is dus: 10*log(6/2) = 4,8 dB

turbine. In tabel 2.2.1 zijn beschrijvingen van de meetomstandigheden en enkele kenmerken van de gemeten geluidsspectra in twee windparken opgenomen.

Tabel 2.2.1: Karakteristieken van onderwatergeluid in de bedrijfsfase van twee windparken (naar ISD, 2007)

Windpark	**Horns Rev**	**Paludans Flak**
Type windturbine	Vestas V80, 2 MW	Bonus, 2,3 MW
Fundering	monopile	monopile
Waterdiepte (m)	7-8	12
Aantal gemeten spectra	5	5
Gemeten range in belasting van windturbine (%)	11-100	0-100
Max. gemeten geluidsdrukniveau op 100 m (dB re 1 µPa per tertsband)	118	122
(Tertsband) frequentie met max. geluidsniveau (Hz)	160	125
Geschat maximaal bronniveau op 1 m (dB re 1 µPa)[3]	147 ± 5	153 ± 5

De resultaten van de metingen waarin per windpark het maximale geluidsdrukniveau is waargenomen, zijn weergegeven in figuur 2.2.1. In de figuur zijn voor een van de windparken ook de resultaten van metingen van het achtergrondgeluid zonder draaiende windturbines gegeven. In de figuur is te zien dat voor beide windparken geldt dat op 100 m afstand van de turbine de toename van het onderwatergeluid bij relatief lage frequenties plaatsvindt.



Figuur 2.2.1. In twee windparken gemeten, in tertsbanden weergegeven geluidsspectra; metingen op ca. 100 m van de windturbine (naar ISD, 2007); zie ook tabel 2.2.1.; de gestippelde curve (PF-achtergrond) geeft het spectrum in Paludans Flak weer bij een windsnelheid van minder dan 2 m/s terwijl alle windturbines zijn uitgeschakeld.

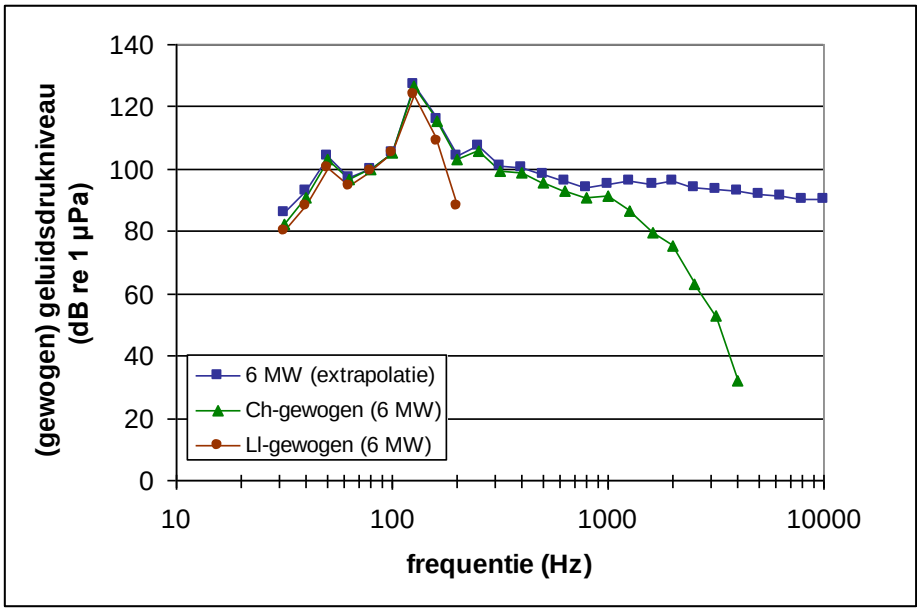
[3] Voor afstanden van 3 tot ongeveer 10 maal de gemiddelde waterdiepte vanaf de bron kan voor een zandbodem en laagfrequent geluid (boven de cut-off frequentie) met een onzekerheid van +/- 5 dB uitgegaan worden van (Marsh & Schulkin, 1962): $PL = 10 * \log(H) + 10 * \log(r)$, waarbij PL = propagatieverlies (dB re 1 m^2), H = waterdiepte (m) en r = afstand (m). Deze relatie is gebruikt om het bronniveau voor de parken Paludans Flak en Horns Rev te schatten (laatste regel in tabel 2.2.1).

De gemeten geluidsdrukniveaus liggen bovendien in dezelfde orde van grootte. Vergelijking van de geluidsdrukniveaus met en zonder draaiende windturbines laat voor Paludans Flak zien dat de draaiende windturbines alleen bijdragen aan het geluid in frequenties lager dan circa 200 Hz. Voor het windturbinepark Horns Rev is dit ca. 400 Hz (niet in de figuur weergegeven, zie ISD, 2007).

Effecten op vissen

De gevoeligheid van vissen is het grootst bij relatief lage frequenties van 30 Hz tot ongeveer 1 kHz. Dit betekent dat de meeste vissen de geluiden die door draaiende windturbines worden gegenereerd relatief goed kunnen horen. In figuur 2.2.2. is de gevoeligheid van haring (gehoorspecialist) en schar (gehoorgeneralist) voor het geluid van draaiende, maximaal belaste grote windturbines (6 MW) weergegeven (gegevens voor typische IJsselmeer vissoorten zijn niet voorhanden maar er is geen aanleiding te veronderstellen dat deze een wezenlijk ander beeld te zien zullen geven dan de hier geanalyseerde vissoorten).

Uit de figuur is af te leiden dat de maximale gevoeligheid van deze twee voorbeeldsoorten in hetzelfde frequentiebereik ligt als het van de windturbines afkomstige geluid. De soorten verschillen in het frequentiebereik van hun gehoor (haring heeft een groter bereik) en de hoogte van de gehoordrempel, die bij schar hoger ligt.



Figuur 2.2.2. Op metingen in het windturbinepark Paludans Flak gebaseerde ongewogen en audiogram gewogen geluidsdrukniveaus in tertsbanden op 100 m van de windturbine; Ch = Haring (*Clupea harengus*); Ll = schar (*Limanda limanda*)

Voor een inschatting van het effect van draaiende windturbines op vissen is het ongewogen[4] spectrum tussen de (tertsband)frequenties van 31,5 en 10.000 Hz gesommeerd en vergeleken met de door Kastelein *et al*. (2008) afgeleide waarden voor een theoretische vissoort. Op 100 m van een maximaal belaste turbine ligt het breedbandgeluidsniveau boven het geluidsniveau waarbij volgens Kastelein *et al*. (2008) een schrikreactie optreedt (dit ligt volgens hen op 120 dB). Het ligt echter ver onder het niveau waarbij tijdelijke doofheid optreedt (TTS; zie voor de gehanteerde geluidsniveaus

[4] Voor de Haring, de gevoeligste soort waarvan gegevens beschikbaar zijn, maakt het niet uit omdat bij deze soort over de hele breedte van het windturbinegeluid het gehoor op zijn gevoeligst is (zie figuur 2.2.2). Kastelein *et al*. (2008) geven uitsluitend ongewogen geluidsniveaus.

hiervoor verderop in deze notitie (paragraaf 3.2)). Dit betekent dat relatief goed horende vissen als de Haring het geluid van de turbine op deze afstand zeker zullen horen, maar geen tijdelijke doofheids- of andere negatieve fysieke effecten ondervinden.

De gehoorsafstand zegt echter nog niets over een eventuele gedragsrespons bij vissen. Wahlberg & Westenberg (2005) schatten dat vissen pas op een afstand van 4 m van draaiende windturbines worden afgeschrikt. Dit zou betekenen dat een relatief zeer gering deel van het windturbinepark door vissen zal worden gemeden. Daarnaast is in de Bio-wind studie gevonden dat sommige vissoorten juist worden aangetrokken door de beschikbaarheid van prooi op en rondom de funderingen van de windturbines (Judd *et al,* 2003). Het door de betreffende windturbines geproduceerde geluid wordt dus blijkbaar niet als hinderlijk ervaren. Uit de resultaten van monitoring in de Deense windturbineparken Horns Rev en Nysted zijn geen verschillen gebleken tussen de samenstelling van de visgemeenschappen binnen en buiten de windturbineparken. Dit zou betekenen dat de in deze wateren voorkomende vissoorten de windturbineparken blijkbaar niet mijden (DONG Energy, 2006). Tot de aangetroffen soorten behoorde ook de relatief gevoelige Haring. Hierbij kan nog opgemerkt worden dat vissen ter plaatse van de kust van de Noordoostpolder gewend zijn aan het voortdurend voorkomen van hoge geluidsniveaus door de intensieve scheepvaart in het gebied.

Uit de bovenstaande analyse kan afgeleid worden dat geen negatieve effecten te verwachten zijn van het onderwatergeluid van de draaiende turbines op vissen.

Ontmanteling: verwijderen monopiles
Van eventuele tijdelijke effecten tijdens de ontmantelingfase zijn nog geen gegevens vanuit de praktijk voorhanden. Algemeen wordt echter aangenomen dat deze fase tot dezelfde typen verstoring als tijdens de aanlegfase leidt, met uitzondering van de effecten van heien. De geluidsniveaus blijven beperkt en zijn vergelijkbaar met de niveaus die ontstaan bij scheepvaart, baggeren en dergelijke. Het doorzagen/-snijden van de monopiles gebeurt onder bodemniveau (vanuit de binnenzijde van de paal) en zal naar verwachting geen hoge geluidsniveaus veroorzaken; hiervan worden derhalve geen negatieve effecten verwacht

Heien van monopile-funderingen
In verschillende studies worden de effecten van de aanlegfase van windturbineparken en met name de effecten van heien op vissen beschreven. In een studie naar heien in Zuid-Californië werden effecten op vissen in een experimentele opstelling onderzocht door vissen op verschillende afstanden bloot te stellen aan het door de hei-activiteiten veroorzaakte geluid (Caltrans, 2004 in: Hastings & Popper, 2005). Op afstanden tot 12 m van de bron resulteerde dat in de onmiddellijke dood van de vissen. Grotere afstand werden vissen aangetroffen met dusdanige verwondingen dat ze daaraan op termijn zouden doodgaan.

In het IJsselmeer zijn specifieke omstandigheden en waterdiepten aan de orde. Om de geluidsniveaus bij het heien van monopiles te bepalen zijn in het volgende hoofdstuk berekeningen uitgevoerd.

Overzicht geluidsemissies
Onderstaande tabel geeft opnieuw een overzicht van de optredende onderwater-geluidemissies met daarnaast een aanduiding of de emissies voor wat betreft geluidsniveau en aard vergelijkbaar zijn met de nu al optredend emissies. Indien dit het geval is kan ervan uitgegaan worden dat geen (extra) effecten op vissen optreden door de beoogde activiteiten. Het geluid van draaiende turbines en het afzagen van de monopiles in de verwijderingsfase is voor wat betreft de aard van het geluid anders dan de geluiden die nu al in het gebied optreden. Op basis van de analyse hierboven kan echter wel gesteld worden dat ook dit onderwatergeluid niet tot mogelijk negatieve effecten zal leiden.

Tabel 2.2.3. Onderwatergeluidemissies vergeleken met de huidige situatie en autonome ontwikkeling

Fase en bron van het onderwatergeluid	Geluid v.w.b. aard en niveau t.o.v. huidige situatie (en autonome ontwikkeling)	Mogelijk negatief effect t.g.v. activiteit
Aanleg		
1. Scheepvaartbewegingen	Vergelijkbaar met huidige situatie	nee
2. Heien monopiles	Niet vergelijkbaar met huidige situatie	ja
3. Aanleg kabel	Vergelijkbaar met huidige situatie	nee
Exploitatie		
4. Onderwatergeluid t.g.v. draaiende turbines	Niet vergelijkbaar met huidige situatie	nee
5. Onderhoud en reparatie: scheepvaartbewegingen	Hoger dan in huidige situatie	nee
Ontmanteling		
6. Scheepvaartbewegingen	Vergelijkbaar met huidige situatie	nee
7. Afzagen monopiles	Niet vergelijkbaar met huidige situatie	nee

2.3 Conclusie ten aanzien van mogelijk relevant onderwatergeluid

Er kan op basis van bovenstaande analyse van de activiteiten voor het windpark en optredende geluidsniveaus van worden uitgegaan dat voor het inschatten van effecten van de geluidstoename, het geluid als gevolg van heiwerkzaamheden voor het in de waterbodem verankeren van de funderingen, maatgevend is. Alleen dit geluid zou tot een relevant effect op vissen kunnen leiden. In de volgende paragraaf wordt ingegaan op de daadwerkelijk optredende geluidsniveaus in het IJsselmeer bij het heien van de funderingen van het windturbinepark.

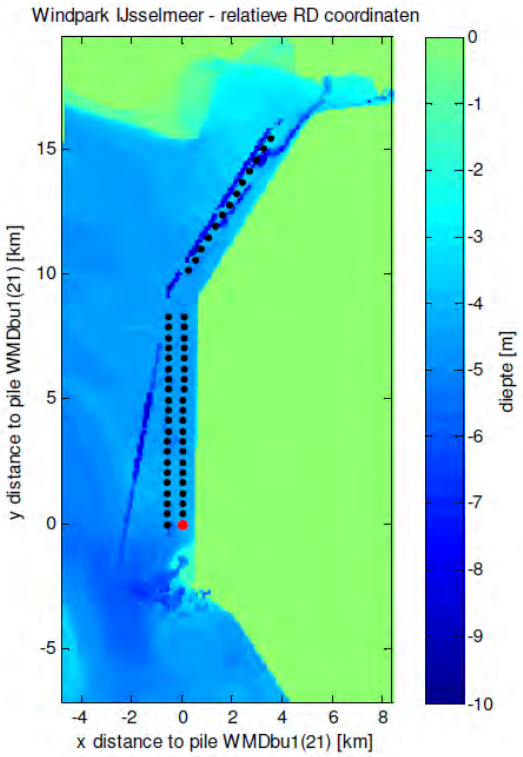
3 Geluidsniveaus bij het heien van monopiles

3.1 Geluidsniveaus

De optredende geluidniveaus door heien bij de aanleg van de funderingen van de turbines van de windturbineparken in het IJsselmeer zijn berekend door TNO (2009). Als bijlage is de betreffende rapportage opgenomen. Hieronder volgen een samenvatting en interpretatie van de uitkomsten van de berekeningen, alsmede berekeningen van de totale en relatieve oppervlakte van het beïnvloede gebied.

Op basis van metingen aan offshore windparken en met behulp van modelberekeningen is de verwachte geluidssterkte van een heiklap bepaald. De over de frequentiebanden gesommeerde bronsterkte per heiklap is bij de aanleg van windpark Q7 bepaald op 221 dB re 1 μPa^2sm^2. Deze schatting is volgens TNO aan de hoge kant maar wordt wel aangehouden voor de aanleg van het windpark Noordoostpolder in het IJsselmeer (vanuit een 'worst case' benadering). Het gemiddelde van de schattingen van de bronsterkte uit de diverse meetpunten bij Q7 is 218 dB re 1 μPa^2sm^2. Op basis van de waarde van 221 dB re 1 μPa^2sm^2 zijn de geluidskaarten in paragraaf 3.3 vervaardigd. Er zijn naar schatting 3500 klappen nodig per paal (de penetratiediepte is ongeveer 30 m).

Onderstaande figuur geeft de lay-out van het windpark weer waarvan in de berekeningen is uitgegaan, evenals de waterdiepten die een belangrijke factor zijn in de verspreiding en uitdemping van onderwatergeluid.



Figuur 3.1.1. Bathymetrie van de omgeving van Windpark IJsselmeer, met de geplande locaties van de turbines. De x- en y-assen zijn gegeven in km afstand van de door de rode stip gemarkeerde turbine. (bron: TNO 2009, zie bijlage 1)

3.2 Gehanteerd beoordelingscriterium

Informatie over daadwerkelijk, in veldsituaties optredende effecten van onderwatergeluid op vissen is in beperkte mate beschikbaar. Voor het beoordelen van de effecten van het optredende onderwatergeluid is een criterium nodig. Als richtlijn voor de beoordeling wordt een in de US vastgesteld criterium genomen dat is opgesteld door een Werkgroep voor visserij en onderwatergeluid, speciaal gericht op het reguleren van onderwater-geluidsniveaus door onderwater heien van monopiles (zie http://www.dot.ca.gov/hq/env/bio/fisheries_bioacoustics.htm, en Stadler & Woodbury 2009). Dit criterium dat vanaf augustus 2008 wordt gehanteerd, kent twee waarden, één voor het piekniveau van 206 dB (peak) in combinatie met een cumulatief SEL niveau van 187 dB (SEL[5]) voor vissen zwaarder dan 2 gram of een cumulatief SEL niveau van 183 dB (SEL) voor vissen lichter dan 2 gram.

Hieruit volgt dat we de geluidbelasting ten gevolge van het heien van een monopile als een belangrijk effect beschouwen wanneer de cumulatieve geluidbelasting (SEL) groter of gelijk is dan de bovengenoemde waarden. Hierbij moet opgemerkt worden dat dit criterium overeenkomt met de TTS categorie (Temporary Threshold Shift – tijdelijke gehoorschade) die ligt in de 'Zone van gehoorschade' zoals eerder beschreven in paragraaf 2.1. Blootstelling aan deze geluidsniveaus heeft een tijdelijke vermindering van het gehoor ten gevolge, hetgeen betekent dat na de blootstelling het gehoor van de vissen weer zal herstellen en het effect weer verdwijnt. Het aanhouden van het criterium van de tijdelijk gehoorschadegrens betekent dat een veilige marge is ingebouwd om de effecten te beoordelen en dat het dus niet gaat om een grenswaarde waarboven al direct sprake is van vissterfte.

3.3 Onderwatergeluidkaarten

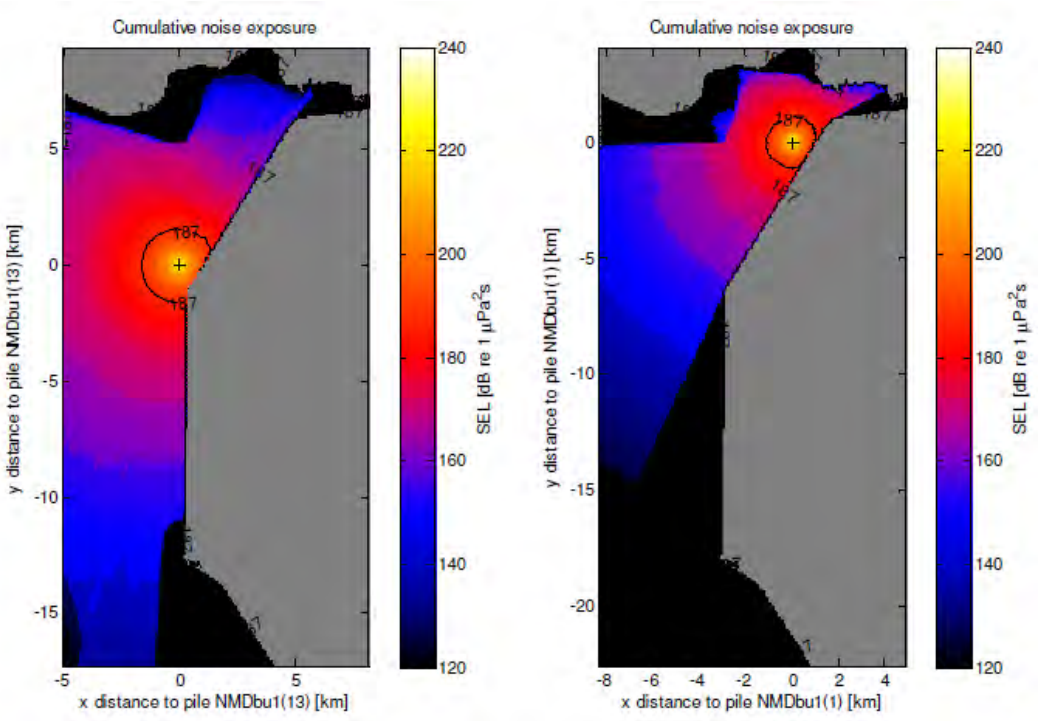
Berekeningen zijn uitgevoerd voor het heien op zes locaties. Hiervoor zijn de buitenste palen van de drie rijen windmolens gekozen. Het resultaat zijn de onderstaande zes kaarten uit figuur 3.3.1. van de totale geluidbelasting voor 3500 heiklappen, in dB re 1 µPa^{2}s, waarbij een contour is getekend waarop het criteriumniveau van 187 dB re 1 µPa^{2}s bereikt wordt. Deze contour is voor een deel ook zichtbaar langs de kust, vanwege de manier waarop de figuren gemaakt zijn; dit heeft verder geen betekenis. De kaarten en het gehanteerde criterium zijn van toepassing voor vissen die zich niet noemenswaardig verplaatsen tijdens de duur van het heiproces.

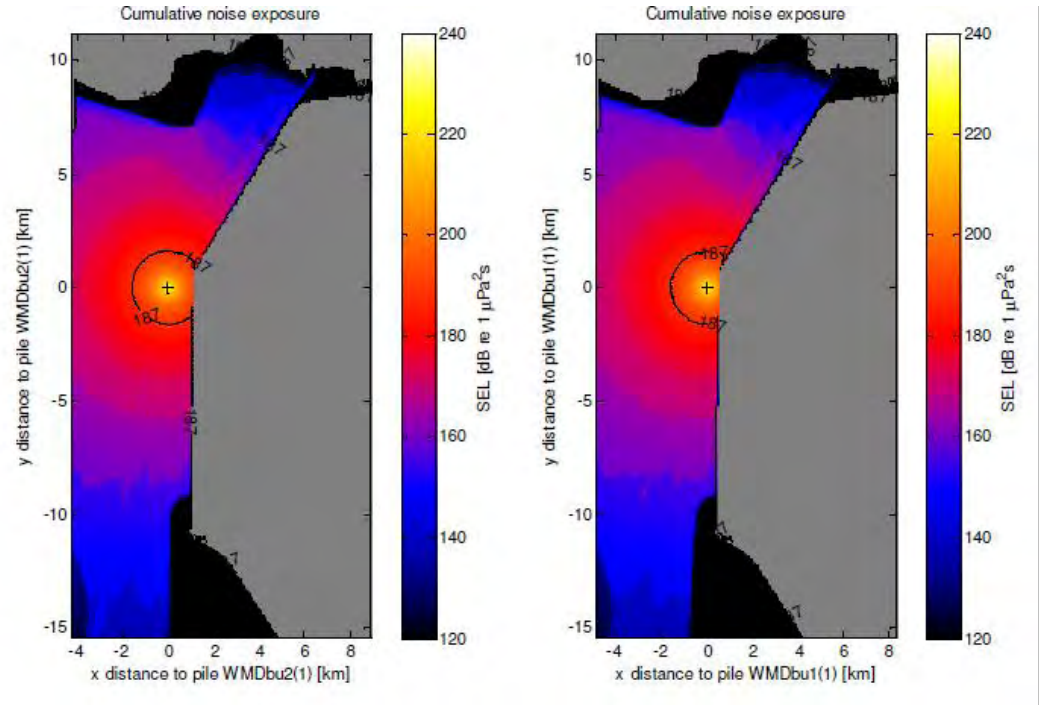
In figuur 3.3.2. zijn twee kaarten gegeven waarop het verschil in grootte te zien is tussen de contour van 187 dB re 1 µPa^{2}s (voor vissen zwaarder dan 2 gram) en van 183 dB re 1 µPa^{2}s (voor vissen lichter dan 2 gram). Laatstgenoemde contour is aanmerkelijk groter.

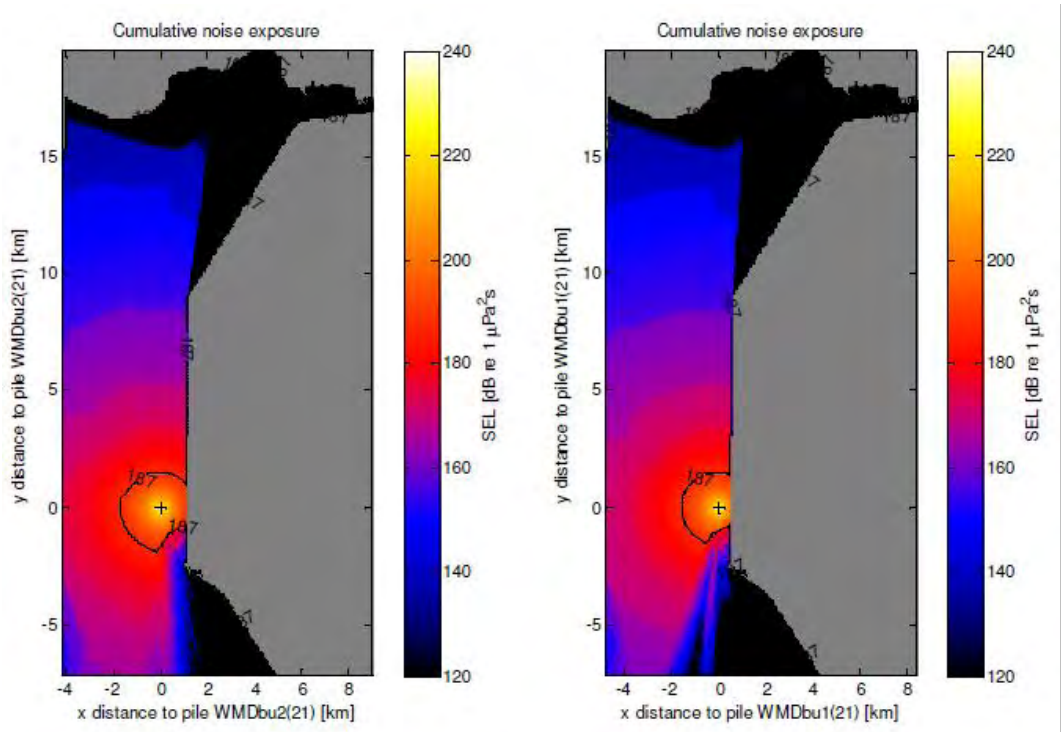
De geluidskaarten zijn gemaakt met behulp van een aangepaste versie van het rekenmodel ANOMALY dat onlangs is ontwikkeld in het kader van een studie naar onderwatergeluid op de Noordzee. Dit model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid, op basis van gegevens over de geluidbron, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte. Recente inzichten uit de metingen van het onderwatergeluid van de aanleg van bijvoorbeeld Windpark Q7/Prinses Amalia zijn hierin verwerkt.

De modelberekeningen zijn onvoldoende gedetailleerd om te bepalen wat de geluidbelasting in het ondiepe water direct aan de kust zal zijn. De criteriumcontouren lopen door tot aan het land, wat aangeeft dat ook aan de kust hoge niveaus optreden. Wel zal door het ondieper worden van het IJsselmeer een 'cut-off' van de laagste frequenties plaatsvinden zodat verwacht mag worden dat de geluidsniveaus vlak aan de oever aanzienlijk lager zullen zijn. Het cumulatieve onderwatergeluid lijkt de vrije doorgang van de IJssel naar het IJsselmeer (onder in de kaart) niet te belemmeren.

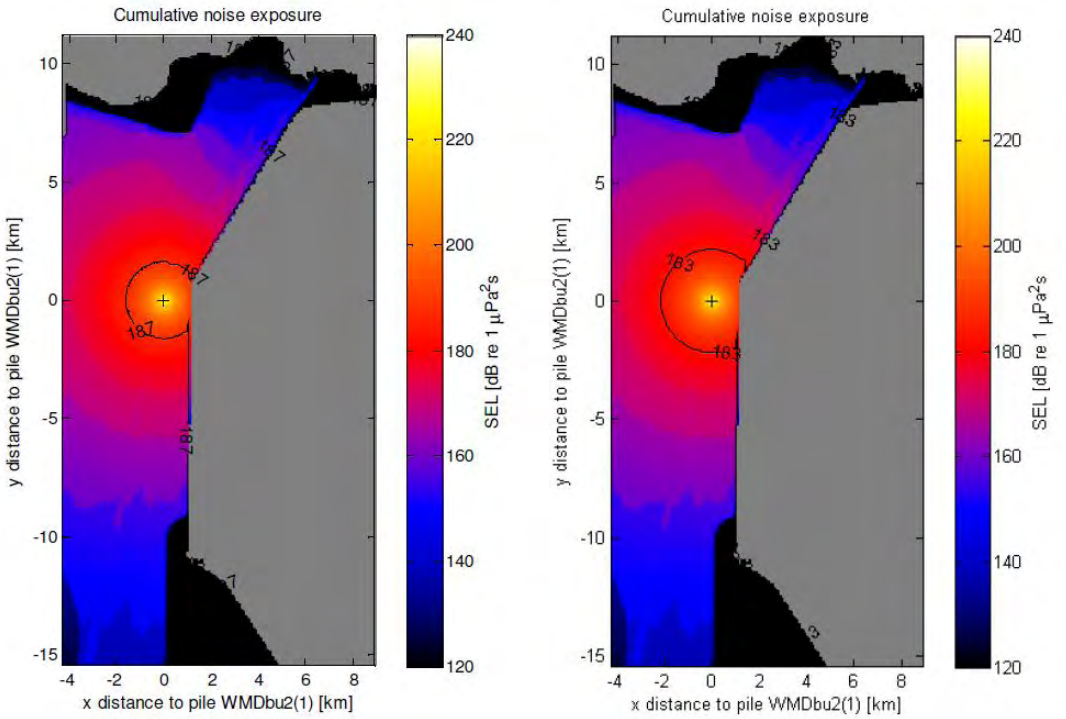
[5] Sound Exposure Level: het totale energieniveau in tertsbanden van pulsgeluiden (zoals heien); eenheid: dB re 1 µPa^{2}s


Cumulative noise exposure
y distance to pile NMDbu1(13) [km]
x distance to pile NMDbu1(13) [km]
SEL [dB re 1 µPa²s]
Cumulative noise exposure
y distance to pile NMDbu1(1) [km]
x distance to pile NMDbu1(1) [km]
SEL [dB re 1 µPa²s]


Cumulative noise exposure
y distance to pile WMDbu2(1) [km]
x distance to pile WMDbu2(1) [km]
SEL [dB re 1 µPa²s]
Cumulative noise exposure
y distance to pile WMDbu1(1) [km]
x distance to pile WMDbu1(1) [km]
SEL [dB re 1 µPa²s]



Figuur 3.3.1. Berekening van de geluidsniveaus bij heien op een zestal locaties – de hoekpunten van het windpark – met daarin de afstand waarop het criteriumniveau van 187 dB re 1 µPa²s bereikt wordt als contour aangegeven (TNO, 2009)



Figuur 3.3.2. Berekening van de geluidsniveaus bij heien op een twee locaties, links met het criterium-niveau als contour aangegeven van 187 dB re 1 µPa²s en rechts van 183 dB re 1 µPa²s (TNO, 2009)

3.4 Grootte van het effectgebied van het heien van monopiles

Maximaal beïnvloed gebied
In de kaarten is de contour zichtbaar gemaakt waarop geluidsniveaus bereikt worden die leiden tot een tijdelijk aantasting van het gehoor van vissen die zich niet verplaatsen (niet wegzwemmen) gedurende de totale duur van de aanleg van een monopile. De tijdsduur die benodigd is voor het heien van één monopile is circa twee uur op vol heivermogen, dat wil zeggen op het niveau waarmee voor vissen schadelijke geluidsniveaus vrijkomen. Uiteraard zullen vissen niet volledig immobiel zijn gedurende deze periode; wellicht zwemmen meer vissen uit het gebied dan erin omdat de geluidsniveaus immers hoog zijn. Het is niet ondenkbaar dat vissen de kern van het gebied met de allerhoogste geluidsniveaus en activiteit actief zullen verlaten, enerzijds verjaagd door het intensievere scheepvaartverkeer en de menselijke activiteit rondom het opstellen van de heivaartuigen en heipalen en anderzijds door de hoge geluidsniveaus van het heien zelf. Eenduidige wetenschappelijke onderzoeksresultaten hieromtrent zijn echter niet bekend. Het ligt voor de hand om, evenals op zee voor zeezoogdieren gebruikelijk is, aan te vangen met een zogenaamde soft start (heien met een lage hei-energie en daarmee met lage, niet schadelijke, geluidsniveaus) ten einde vissen te verjagen. Verderop in deze paragraaf wordt nagegaan wat afschrikken/verjagen van vissen zou kunnen betekenen voor de grootte van het effectgebied van het onderwatergeluid als aannames worden gedaan omtrent wegzwemgedrag; eerst wordt nu onderzocht wat zonder uit te gaan van verjaging het maximale beïnvloede gebied is.

Aanleg van één fundering
Uit de kaarten valt af te leiden dat de afstand van de criteriumcontour tot de monopile 1600 meter bedraagt. Indien er, vanuit een worst case redenering, van uitgegaan wordt dat aanwezigheid voor vissen in het gehele gebied binnen deze contour leidt tot een negatief effect (deels een tijdelijk effect in de nabijheid van de contour tot een permanent effect nabij de heilocatie zelf), dan is voor het bepalen van de effecten van het heien voor de vispopulatie in het IJsselmeer de oppervlakte van dit gebied van belang relatief ten opzichte van de oppervlakte van het gehele IJsselmeer.

De oppervlakte van het gehele Natura 2000-gebied IJsselmeer bedraagt 1.133,46 km^2 (bron: Ontwerpbesluit IJsselmeer, document N2K072_WB VHN IJsselmeer). De oppervlakte binnen de criteriumcontour bedraagt bij de aanleg van één fundering:

Tabel 3.4.1 Oppervlakte beïnvloed gebied bij heien van 1 fundering

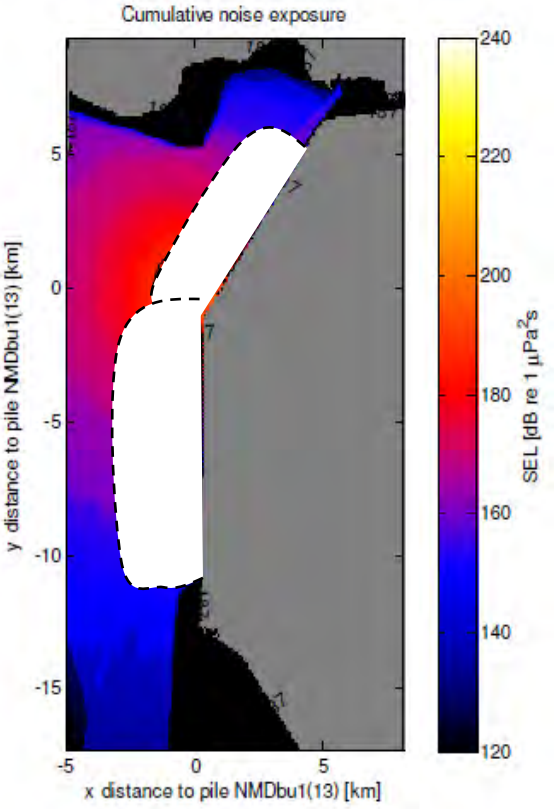
afstand TTS-grenswaarde t.o.v. heilocatie	1,60	km
oppervlakte binnen TTS (km^2) - 1 fundering	8,04	km^2
% van Natura 2000 gebied	0,71	%

De aanleg van het windturbinepark betreft echter het heien van meerdere funderingen, in totaal 13 stuks bij Noordermeerdijk en twee rijen van 21 stuks voor Westermeerdijk. De contouren rondom de individuele funderingen overlappen elkaar terwijl de contour ook de oever bereikt en daar deels over land valt. Dit betekent dat het totale beïnvloede gebied kleiner is dan de optelsom van de individuele contouren[6].

Vlakbij de oever zal het onderwatergeluid overigens sterk afzwakken door de cut-off werking van de ondiepte voor laagfrequent geluid. Omdat dit relatief ten opzichte van de omvang van de contour op geringe afstand van de oever plaatsvindt (enkele tientallen

[6] Aangezien de vissen in het grootse deel van het gebied binnen deze contour niet dood gaan maar 'slechts' een tijdelijke tot permanent (dichter bij de heilocatie) gehoorschade oplopen, kan ervan uitgegaan worden dat aangetaste vissen in het gebied aanwezig blijven en niet 'vervangen' worden door andere exemplaren die het gebied inzwemmen om de openvallende plaatsen in te nemen. Hierdoor is het legitiem om de overlappende gedeelten van de verschillende contouren slechts eenmaal mee te nemen in de totale oppervlakte.

meters naar verwachting) wordt voor het berekenen van de oppervlakte van de contour de afstand tot aan de oever genomen (dit leidt tot een geringe overschatting van het beïnvloede gebied). Het totaal beïnvloede gebied is schematisch weergegeven in figuur 3.4.1.



Figuur 3.4.1. Schematische weergave (dus niet op schaal) van het totale beïnvloede gebied (witte omlijnde gebied)

De totale oppervlakte van het beïnvloede gebied zoals schematisch weergegeven in figuur 3.4.1. uitgaande van een situatie waarin vissen het gebied niet verlaten ten gevolge van activiteiten of heigeluid bedraagt:

Tabel 3.4.2 Oppervlakte beïnvloed gebied bij heien van alle funderingen (NMD + WMD)

afstand TTS-grenswaarde t.o.v. heilocatie	1,6	km
oppervlakte binnen TTS – aanleg alle funderingen[7]	58,84	km2
% van Natura 2000 gebied	5,19	%

Mogelijke vermijding/wegzwemmen door vissen
Zoals eerder aangegeven zou het zo kunnen zijn dat vissen het gebied met de meeste activiteiten actief zullen vermijden/verlaten ten gevolge van scheepvaart, geluid en de slow start van het heien. Het heien zelf duurt circa 2 uur, maar de voorbereidingen nemen aanzienlijk meer tijd in beslag. Om de vissen de gelegenheid te geven om het gebied ook inderdaad te verlaten zal met een soft start van voldoende tijdsduur aangevangen dienen

[7] De oppervlakte is bepaald door het gebied te beschouwen dat in beslag wordt genomen door alle cirkelvormige contouren rondom de aan te leggen funderingen. Deze contouren overlappen elkaar waardoor twee rechthoekige gebieden ontstaan, één voor Noordermeerdijk en één voor Westermeerdijk, met afgeronde hoeken. De oppervlakte van deze gebieden is het totaal beïnvloede gebied. Zie figuur 3.4.1. voor een schematische weergave van het gebied.

te worden. Het daadwerkelijk verlaten van het gebied door vissen kan eventueel met visradar worden gecontroleerd.

Enige wetenschappelijke onderzoeksresultaten ten aanzien van het wegzwemgedrag is niet bekend. Om een indruk te krijgen wat de betekenis zou kunnen zijn van mogelijk wegzwemgedrag voor de grootte van het beïnvloede gebied, wordt hier de aanname gedaan dat in een beperkt gebied van 100 meter straal rondom de heilocatie vissen zullen wegzwemmen. En dat zich dit voortzet naar de rand van het beïnvloede gebied zodat ook daadwerkelijk het aantal vissen dat aanwezig is in het totale beïnvloede gebied met een straal van 1600 meter vermindert. In een dergelijke situatie kan op het totale beïnvloede oppervlak het oppervlak binnen 100 meter van elke heipaal in mindering gebracht worden. Dit betekent voor het totale beïnvloede gebied het volgende:

Tabel 3.4.3 Oppervlakte beïnvloed gebied bij heien van alle funderingen (NMD + WMD) en verjaging van vissen binnen 100 meter (aanname) rondom elke heipaal

afstand TTS-grenswaarde t.o.v. heilocatie	1,6	km
afstand tot waarop vissen verjaagd worden (aanname)	100	meter
oppervlakte binnen TTS – aanleg alle funderingen	57,11	km2
% van Natura 2000 gebied	5,04%	%

Geluidsbeperkende maatregelen

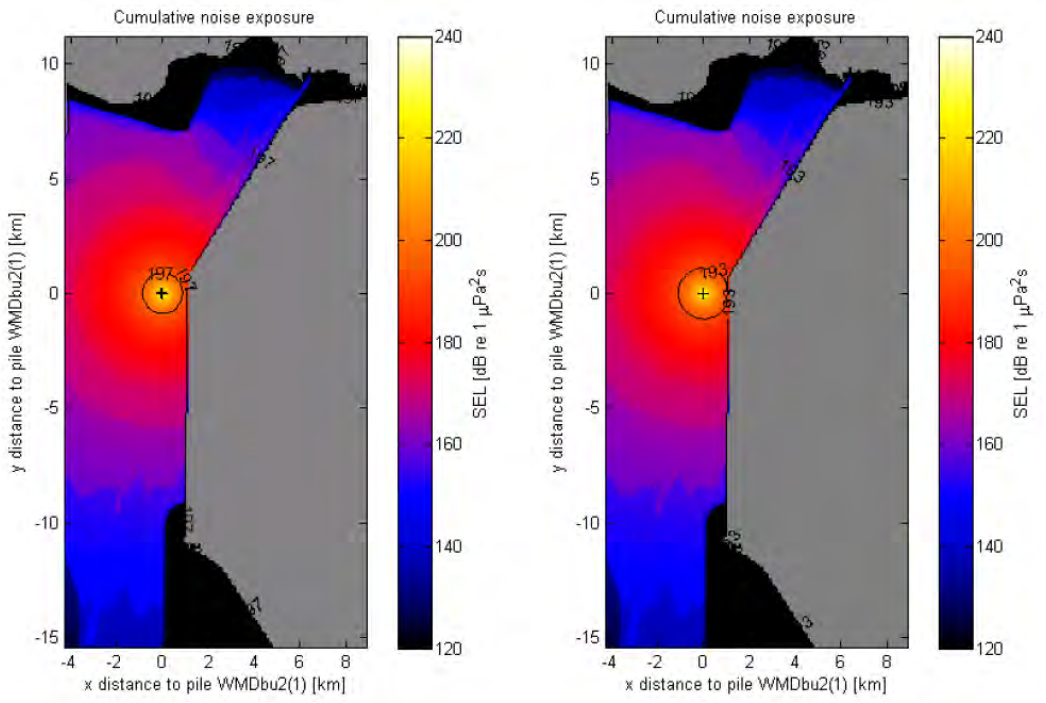
Om de geluidsniveaus te beperken kunnen diverse maatregelen getroffen worden. Onder meer:

1. Soft hammering, waarbij met een aangepaste hei-hamer wordt gewerkt die het geluid van de inslag van de hamer op de heipaal dempt;
2. Afdekken van de monopile onderwater met een isolerende huls met dempend materiaal die de afstraling vermindert;
3. Aanbrengen van een bellenscherm rondom de pile die een dempende werking heeft.

Uit diverse proefnemingen blijkt dat indien de maatregelen goed getroffen worden geluidsreducties mogelijk zijn van 10 tot meer dan 20 dB (o.a. Oestman et al. 2009), zeker als verschillende geluidsreducerende technieken worden gecombineerd. Op zee is het moeilijk om de voorzieningen zoals een bellenscherm goed te realiseren in verband met grote waterdiepten, golfslag en stroming. Door de geringe waterdiepte en stroming lijkt het in het IJsselmeer goed mogelijk om een goed bellenscherm te ontwerpen en aan te brengen. Naar verwachting kan hiermee een reductie van meer dan 10 dB bereikt worden in de relevante geluidsspectra.

Door TNO is de contour van het TTS gebied bij het aanbrengen van een bellenscherm dat een reductie van het bronniveau van 10 dB realiseert, aangegeven in onderstaande figuur (Figuur 3.4.2.). In de figuur is links de contour gegeven bij het toepassen van een bellenscherm dat 10 dB reductie oplevert voor het criteriumniveau van 187 dB re 1 μPa^2s, rechts voor de contour van het criteriumniveau van 183 dB re 1 μPa^2s.

(Deze contouren komen overeen met de ligging van respectievelijk de 197 en 193 dB re 1 μPa^2s lijn in de eerdere berekeningen, vandaar dat de contour in figuur 3.4.2. is aangeduid met respectievelijk de waarde ‘197’ en ‘193’.; het betreft hier dus echter de 187 respectievelijk 183 dB re 1 μPa^2s contour bij een 10 dB lager bronniveau.)



Figuur 3.4.2. Geluidscontour van de grens van het TTS gebied bij toepassing van geluidsreducerende maatregel (links voor het criteriumniveau van 187 dB re 1 µPa^{2}s, rechts voor 183 dB re 1 µPa^{2}s)

Goed zichtbaar is in de figuur dat de contour links de oever niet bereikt. Dit betekent dat de geluidsniveaus aan de oever zeker beneden de 187 dB re 1 µPa^{2}s liggen en geen effect van tijdelijke doofheid bij vissen optreedt. Ook kan de afstand van de heilocatie tot de rand van de contour hieruit goed afgeleid worden, de pile bevindt zich immers op 533 meter van de oever; de contour bevindt zich dus zeker binnen deze afstand van de monopile.
In de figuur rechts is te zien dat de criteriumcontour voor 183 dB re 1 µPa^{2}s de oever net wel bereikt. Door de cut off werking voor lage frequenties van de ondiepte direct voor de kust is echter te verwachten dat de geluidsniveaus daar lager zullen zijn en derhalve de 183 dB re 1 µPa^{2}s niet zullen overschrijden, en evenmin tijdelijke doofheid bij vissen optreedt.

Bovendien is het naar verwachting zeer goed mogelijk om een hogere reductie dan 10 dB te verkrijgen gezien de ondiepte en stilstand van het water. De contour zal bij 15 dB reductie aanzienlijk kleiner zijn en kust in geen geval meer raken.

Indien opnieuw berekend wordt wat de grootte van het beïnvloed gebied is bij het toepassen van een geluidsreducerende maatregel met 10 dB reductie, dan volgt hieruit het volgende absolute en procentuele gebied:

Tabel 3.4.4 Oppervlakte beïnvloed gebied bij heien van alle funderingen (NMD + WMD) bij het toepassen van een bellenscherm als geluidsreducerende maatregel voor de criteriumcontour van 183 dB re 1µPa^{2}s

afstand TTS-grenswaarde t.o.v. heilocatie[1]	0,53	km
oppervlakte binnen TTS – aanleg alle funderingen[1]	26,97	km2
% van Natura 2000 gebied[1]	2,38	%

[1] Voor de criteriumcontour van 187 dB re 1µPa^{2}s geldt een lagere waarde door de geringere afstand van deze contour t.o.v. de heilocatie.

Mogelijke vermijding/wegzwemmen door vissen
Zoals eerder aangegeven zou het zo kunnen zijn dat vissen het gebied met de meeste activiteiten actief zullen vermijden/verlaten ten gevolge van scheepvaart, geluid en de slow start van het heien. Het heien zelf duurt circa 2 uur, maar de voorbereidingen nemen

aanzienlijk meer tijd in beslag. Om de vissen de gelegenheid te geven om het gebied ook inderdaad te verlaten zal met een soft start van voldoende tijdsduur aangevangen dienen te worden. Het daadwerkelijk verlaten van het gebied door vissen kan eventueel met visradar worden gecontroleerd.

Zoals vermeld ontbreekt wetenschappelijke onderzoek echter ten aanzien van het wegzwemgedrag. Om een indruk te krijgen wat de betekenis zou kunnen zijn van mogelijk wegzwemgedrag voor de grootte van het beïnvloede gebied, wordt hier de aanname gedaan dat in een beperkt gebied van 70 meter straal rondom de heilocatie vissen zullen wegzwemmen (in de eerdere situatie werd 100 meter straal aangenomen, het brongeluidsniveau is hier echter lager door het bellenscherm zodat ook deze afstand hier verkleind is; deze afstand betreft een aanname). En dat zich dit wegzwemmen voortzet naar de rand van het beïnvloede gebied zodat ook daadwerkelijk het aantal vissen dat aanwezig is in het totale beïnvloede gebied met een straal van 530 meter vermindert. In een dergelijke situatie kan op het totale beïnvloede oppervlak het oppervlak binnen 70 meter van elke heipaal in mindering gebracht worden. Dit betekent voor het totale beïnvloede gebied het volgende:

Tabel 3.4.5 Oppervlakte beïnvloed gebied bij heien van alle funderingen (NMD + WMD), toepassen van bellenscherm en verjaging van vissen binnen 70 meter rondom elke heipaal voor de criteriumcontour van 183 dB re 1µPa^{2}s

afstand TTS-grenswaarde t.o.v. heilocatie[1]	0,52	km
afstand tot waarop vissen verjaagd worden[1]	70	meter
oppervlakte binnen TTS − aanleg alle funderingen[1]	26,12	km2
% van Natura 2000 gebied[1]	2,30%	%

[1] Voor de criteriumcontour van 187 dB re 1µPa^{2}s geldt een lagere waarde door de geringere afstand van deze contour t.o.v. de heilocatie.

3.5 Conclusie

De optredende geluidsniveaus bij het heien van de monopiles zijn dermate hoog dat indien geen geluidsreducerende maatregelen getroffen worden tot op een afstand van 1600 meter van de heilocatie de grens van tijdelijke doofheid van vissen bereikt wordt. Hoewel dit een tijdelijk effect betreft wordt er wel vanuit gegaan dat dit effect in principe negatief is voor vissen.

Indien het gebied dat in beslag genomen wordt bij de aanleg van *alle* monopiles wordt beschouwd dan beslaat dit zonder geluidsreducerende maatregelen circa 5,19% van het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Indien wel geluidsreducerende maatregelen worden toegepast, wordt de contour aanzienlijk teruggedrongen tot een afstand van minder dan 530 meter van de monopile. Het hierbij behorende beslag aan oppervlakte bedraagt minder dan 2,38% van het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Als daarbij een verjaging van vis tot op 70 meter wordt verondersteld (aanname), daalt dit percentage enigszins tot 2,30% van het Natura 2000-gebied.

De modelberekeningen zijn onvoldoende gedetailleerd om te bepalen wat de geluidbelasting in het ondiepe water direct aan de kust zal zijn. De criteriumcontouren van het TTS-gebied lopen echter wel in de gevallen dat geen geluidsreducerende maatregelen getroffen worden door tot aan het land, wat aangeeft dat ook aan de kust hoge niveaus optreden; het is echter aannemelijk dat deze niveaus aanzienlijk lager zullen zijn door de cut-off werking voor lage frequenties van de ondiepte direct voor de kust. Bij het toepassen van geluidsreducerende maatregelen zoals een goed ontworpen en geïnstalleerd bellenscherm waarmee een reductie van meer dan 10 dB wordt bereikt, raken de contouren de kust niet meer, hetgeen inhoudt dat tegen de kust aan de geluidsniveaus zeker beneden de TTS-waarde blijven.

Verder valt op te merken dat het cumulatieve onderwatergeluid de vrije doorgang van de IJssel naar het IJsselmeer (onder in de kaart) niet lijkt te belemmeren.

4 Beoordeling van de effecten van onderwatergeluid van het windpark NOP

4.1 Inleiding

In het voorgaande is geconcludeerd dat alleen het geluid van het heien van de monopiles tot relevante effecten kan leiden op onderwaterleven in het IJsselmeer. Ook is het geluidsniveau vastgesteld en de omvang van het beïnvloede gebied.

De effecten van dit optredende onderwatergeluid ten gevolge het windpark op het Natura 2000-gebied IJsselmeer en de daarin voorkomende relevante soorten worden in dit hoofdstuk beoordeeld. Dit gebeurt door na te gaan wat de gevolgen van het onderwatergeluid zijn voor de instandhoudingsdoelstellingen van het gebied en de voorkomende relevante soorten (paragraaf 4.2). Ook wordt nagegaan of al dan niet een ontheffing in het kader van de Flora- en fauna-wet (F&f-wet) of een vergunning in het kader van de Natuurbeschermingswet aangevraagd dient te worden. In paragraaf 4.3 worden de mogelijk effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer besproken.

4.2 Relevante soorten

Om vast te stellen welke vissoorten mogelijk negatief beïnvloed kunnen worden door de aanleg van het windpark in het IJsselmeer is een inventarisatie uitgevoerd naar relevante vissoorten (‘Inventarisatie van relevante vissoorten bij de aanleg van windpark Noordoostpolder’, Bureau Waardenburg, 2009). Voor een overzicht van alle vissoorten die beschouwd zijn, wordt naar dit onderzoek verwezen dat als bijlage 2 is opgenomen.

In het onderzoek wordt geconcludeerd dat een negental soorten mogelijk relevant zijn. Tevens wordt aangegeven dat een uiteindelijke effectbeoordeling pas plaats kan vinden op het moment dat de geluidsniveaus bekend zijn, hetgeen ten tijde van het opstellen van voornoemde rapportage nog niet het geval was. Onderstaande tabel geeft de mogelijk beïnvloede soorten weer.

Tabel 4.2.1. Risico-inschatting, per soort, van een mogelijk effect van onderwatergeluid op vissen (Bureau Waardenburg, 2009)

Risico-inschatting:	Mogelijk laag*	Mogelijk hoog*	Hoog*
Baars	Homogene verspreiding		
Blankvoorn	Homogene verspreiding		
Pos	Homogene verspreiding		
Spiering		Mogelijk paaigebied	
Giebel	Zeldzaam aangetroffen		
Kleine modderkruiper	Leefgebied niet van belang		
Rivierdonderpad			Leefgebied van belang
Witvingrondel	Zeldzaam aangetroffen		
Houting		Onderdeel trekroute	
Rivierprik		Onderdeel trekroute	

* Deze risico is een eerste inschatting op basis van de ecologie van de vis. Een werkelijke inschatting kan pas gemaakt worden aan de hand van de geluidsterktes.

Onderstaand wordt voor de verschillende soorten geanalyseerd of daadwerkelijk negatieve effecten te verwachten zijn. Dit gebeurt op basis van de nu bekende geluidsniveaus en de omvang van het beïnvloede gebied zoals berekend in het vorige hoofdstuk.

In de rapportage wordt geconcludeerd dat in de omgeving van de Noordoostpolderkust een negental vissoorten worden aangetroffen met relevantie voor natuurwetgeving, te weten: baars, blankvoorn, pos, spiering, giebel, kleine modderkruiper, rivierdonderpad, witvingrondel en houting. Daarnaast maakt de NOP kust waarschijnlijk

onderdeel uit van de migratieroute van een tiende soort: de rivierprik, hoewel deze niet is aangetroffen tijdens bemonsteringen.

Baars, blankvoorn en pos hebben zelf geen separate wettelijke status binnen de natuurwetgeving maar vormen een voedselbron voor visetende vogels. De populaties van deze soorten worden niet substantieel beïnvloed door de heiwerkzaamheden bij de aanleg van het windpark, omdat slechts 2,30% van het gebied beïnvloed wordt door het onderwatergeluid in een mate dat het schadelijk is voor vissen. Dit betreft een tijdelijk effect dat alleen optreedt tijdens de relatief korte periode van de aanleg van de funderingen; er vindt geen blijvende aantasting van het habitat plaats zodat deze geringe beïnvloeding op zal gaan in de fluctuaties die in het ecosysteem van nature reeds voorkomen. Bovendien ontstaat na de aanleg een situatie die licht gunstiger is voor vissen omdat de funderingen en de scheepvaartveiligheidsvoorziening[8] zorgen voor een meer divers, voedselrijk en beschut gebied voor vissen.

Spiering heeft zelf eveneens geen separate wettelijke status binnen de natuurwetgeving maar vormt een belangrijke voedselbron voor visetende vogels. Er bestaat een kans op negatieve effecten op de spieringpopulatie, omdat deze in slechte staat verkeert en waarschijnlijk paait op de stenen oevers van de Noordoostpolder. Spiering paait van eind februari tot en met april. Vermoedelijk enkele weken tot ruim een maand daarna kunnen zich larven in het water bevinden. Er is weinig bekend over de effecten van onderwatergeluid op vislarven. Aangenomen kan worden dat de effecten minder groot zijn dan op vissen omdat vislarven geen zwemblaas hebben en er derhalve minder drukverschillen door het geluid optreden in het organisme. Aangezien bij het toepassen van geluidsreducerende maatregelen (bijvoorbeeld een bellenscherm) de geluidsniveaus aan de kust waar de spiering mogelijk paait, lager zijn dan het niveau van tijdelijke doofheid, kan aangenomen worden dat de minder gevoelige larven in ieder geval geen schadelijke effecten ondervinden dicht bij de kust. Ten aanzien van de effecten op de spieringpopulatie geldt dat een relatief klein gebied slechts tijdelijk beïnvloed wordt, en dat het paaigebied tegen de oevers buiten de gevarenzone blijft mits adequate mitigerende maatregelen (goed ontworpen en toegepast bellenscherm) worden genomen. Belangrijke negatieve effecten op de spieringpopulatie kunnen dan ook uitgesloten worden.

De giebel en witvingrondel zijn beschermd in het kader van de Flora- en faunawet. Voor deze soorten hoeft in dit geval echter geen ontheffing aangevraagd te worden omdat de soorten slechts incidenteel aangetroffen zijn in het gebied dat verder niet van specifieke betekenis is voor deze soorten. Verstoringen van enige betekenis kunnen mede gezien het beperkte effectgebied en de tijdelijke aard van de effecten uitgesloten worden.

De kleine modderkruiper is in lage aantallen aangetroffen nabij de kust van de Noordoostpolder. Het gebied lijkt van weinig betekenis voor de soort. Bij de aanleg van windpark NOP is gezien het beperkte effectgebied en de tijdelijke aard van de effecten geen sprake van verstoring van wezenlijke invloed, een ontheffingsaanvraag is derhalve niet nodig.

De rivierdonderpad is opgenomen in tabel 2 van de Flora- en faunawet en is tevens een Habitatrichtlijn soort (H1163) voor het Natura 2000 gebied het IJsselmeer. De rivierdonderpad leeft en paait naar alle waarschijnlijkheid tussen de stenige oevers van de NOP. Zodoende worden zowel volwassen individuen als de larven mogelijk negatief beïnvloed wanneer te veel onderwatergeluid vrijkomt bij heiwerkzaamheden. Uit de analyse van de geluidniveaus die optreden bij het heien van de monopiles blijkt dat in het geval een bellenscherm toegepast wordt om het geluid te dempen, uitgesloten kan worden dat de geluidsniveaus ter hoogte van de kust dermate hoog zijn dat deze de schadelijkheidsgrens overschrijden (zie paragraaf 3.4). Verstoring van enige betekenis

[8] Nabij de Rotterdamse Hoek wordt een scheepvaartveiligheidsvoorziening gecreëerd met daarachter een ondiepte van circa 1.100 bij 200 meter ten einde aanvaringen met de daar gelegen turbinepalen te voorkomen.

door onderwatergeluid kan derhalve uitgesloten worden. Bovendien ontstaat na aanleg een gunstigere situatie met de aanleg van de scheepvaartveiligheidsvoorziening nabij de Rotterdamse Hoek die met name voor de Rivierdonderpad een toename van het areaal paai- en opgroeigebied betekent.

Rivierprik en houting (F&f-wet tabel 3) komen slechts sporadisch voor in de omgeving van de NOP kust, maar het gebied maakt naar verwachting wel onderdeel uit van hun migratieroute richting de IJssel. Zoals in de TNO-rapportage betreffende het optredende onderwatergeluid is aangegeven (zie bijlage 1) blijkt uit de berekeningen dat deze migratieroute, de passage naar de IJssel, niet wordt geblokkeerd door het vrijgekomen van onderwatergeluid. Verstoringen van enige betekenis kunnen mede gezien het beperkte effectgebied en de tijdelijke aard van de effecten dan ook uitgesloten worden.

4.3 Mogelijk effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer

Het ecologisch netwerk Natura 2000 moet de betrokken natuurlijke habitats en leefgebieden van soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding behouden of in voorkomend geval herstellen. Onder het begrip “instandhouding” wordt een geheel van maatregelen verstaan die nodig zijn voor het behoud of herstel van natuurlijke habitats en populaties van wilde dier- en plantensoorten in een gunstige staat van instandhouding. Ingevolge artikel 4, vierde lid, Habitatrichtlijn worden bij aanwijzing als Habitatrichtlijngebied “tevens de prioriteiten vast[gesteld] gelet op het belang van de gebieden voor het in een gunstige staat van instandhouding behouden of herstellen van een type natuurlijke habitat […] van een soort […] alsmede voor de coherentie van Natura 2000 en gelet op de voor dat gebied bestaande dreiging van achteruitgang en vernietiging”.

Deze bepaling is in artikel 10a, tweede lid, van de Natuurbeschermingswet 1998 nader uitgewerkt. Op grond van dit artikel bestaat de verplichting om in een aanwijzing doelstellingen ten aanzien van de instandhouding van leefgebieden van vogelsoorten dan wel doelstellingen ten aanzien van de instandhouding van natuurlijke habitats of populaties van de in het wild levende dier- en plantensoorten op te nemen. Om die reden zijn voor elk Natura 2000-gebied instandhoudingsdoelstellingen ontwikkeld, waarbij per habitattype en per soort is uitgegaan van landelijke doelen en de bijdrage die een gebied redelijkerwijs kan leveren voor het bereiken van een gunstige staat van instandhouding op landelijk niveau.

Belangrijk in dit kader is of het windpark NOP negatieve effecten zou kunnen hebben op het bereiken van de instandhoudingsdoelstellingen zoals geformuleerd voor het Natura 2000-gebied IJsselmeer. Instandhoudingsdoelstellingen zijn geformuleerd op algemeen niveau en voor het habitattype dat voorkomt in het IJsselmeer. Voor wat betreft het optreden van onderwatergeluid vindt geen beïnvloeding van deze doelen plaats. Daarnaast zijn doelen geformuleerd op het niveau van soorten (paragraaf 4.4 Habitatrichtlijn: soorten (bijlage II), ontwerpbesluit IJsselmeer). Relevant in dit kader kunnen vissoorten zijn alsmede visetende vogelsoorten.

In de vorige paragraaf zijn de mogelijk relevante vissoorten reeds besproken en is geconcludeerd dat onder toepassing van een geluiddempend bellenscherm geen belangrijke negatieve effecten of verstoringen verwacht worden. Aangezien geen belangrijke effecten te verwachten zijn op de visstand is eveneens uitgesloten dat het onderwatergeluid een belangrijk negatief effect op visetende vogels kan hebben. Significant negatieve effecten alsmede aantasting van instandhoudingsdoelstellingen met betrekking tot soorten is derhalve uitgesloten.

5 Conclusies ten aanzien van de effecten van onderwatergeluid

5.1 Inleiding

In deze notitie zijn de mogelijk effecten van onderwatergeluid dat optreedt bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark Noordoostpolder beschreven en geanalyseerd.

Achtereenvolgens zijn aan de orde gekomen:

- De activiteiten en omstandigheden waarbij onderwatergeluid vrijkomt, zoals scheepvaartverkeer, heien van de funderingen (monopiles), het draaien van de turbinerotor en het verwijderen van de funderingen;
- De mogelijke effecten van dit onderwatergeluid, algemeen en specifiek voor het windpark NOP, waarbij geconcludeerd is dat alleen het heien van de funderingen tot relevant effecten kan leiden;
- De geluidsniveaus die optreden bij het heien van monopiles en de omvang van het beïnvloede gebied;
- De beoordeling van de effecten van het onderwatergeluid van heien op relevante soorten en op de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer.

5.2 Conclusies

1. Op basis van de analyse kan geconcludeerd worden dat alleen bij het heien van de monopiles voor de funderingen geluidsniveaus kunnen optreden die tot relevante negatieve effecten op vissen (en mogelijk vislarven) zouden kunnen leiden. Geluidsniveaus die de grens van tijdelijke doofheid (Temporary Threshold Shift – TTS) overschrijden, treden daarbij op.

2. Geluidsniveaus met deze hoogte strekken zich uit tot een gebied met een straal van 1600 meter vanaf de heilocatie, en bij het toepassen van een goed ontworpen geluiddempend bellenscherm tot op een afstand van minder dan 530 meter. Hierdoor wordt bij het aanleggen van alle funderingen een gebied met een oppervlakte van ten hoogste 2,3% van het IJsselmeer beïnvloed.

3. Uit de inventarisatie van mogelijk beïnvloede vissoorten komt naar voren dat een negental vissoorten mogelijk relevant is. Voor deze soorten is aan de hand van de uitkomsten van de modelberekeningen van de optredende geluidsniveaus nagegaan of en in welke mate effecten optreden.

4. Het heien van de monopiles leidt, indien een adequaat geluiddempend bellenscherm wordt toegepast, niet tot het optreden van belangrijke verstoringen of negatieve effecten op de als relevant aangemerkte vissoorten in het IJsselmeer.

5. Aangezien geen negatieve populatie-effecten optreden op vissen is het eveneens uitgesloten dat visetende vogels een negatief effect ondervinden.

6. Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer zijn gezien het bovenstaande uitgesloten zowel voor wat betreft de algemene doelstellingen als voor de doelstellingen ten aanzien van habitattypen en soorten.

6 Literatuur

Arveson, P.T. & D.J. Vendittis, 2000. Radiated noise characteristics of a modern cargo ship. J. Acoust. Soc. Am. 107: 118-129.

Betke, K., M. Schultz-von Glahn & R. Matuschek, 2004. Underwater noise emissions from offshore wind turbines. CFA/DAGA 2004.

Bureau Waardenburg, 2009 (W. Lengkeek) Inventarisatie van relevante vissoorten bij de aanleg van windpark Noordoostpolder.

Caltrans, 2004 in: Hastings, M.C. & A.N. Popper, 2005. Effects of sound in fish. Commissioned by: California Department of Transportation Contract No. 43A0139, Task Order 1

Degn, U., 2000. Offshore Wind Turbinens – VVM. Underwater Noise Measuremnets, Analysis and Predictions. SEAS Distribution, Haslev. (English translation of Baggrundsrapport nr. 14 Offshore windpark Nysted/Rodsand).

DONG Eenergy, 2006. Review Report 2005. The Danish Offshore Wind Farm Demonstration Project: Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farm. Environmental impact assessment and monitoring. Commissioned by The Environmental Group of the Danish Offshore Wind Farm Demonstration Projects.

ISD, ITAP & DEWI, 2007. Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch die Schallimmission von Offshore

Judd, A., F. Franklin & S. Faire, 2003. OSPAR Workshop on Environmental Assessment of Renewable Energy in the Marine Environment, 17 – 18 September 2003

Kastelein, R.A., W.C. Verboom, J.M. Terhune, N. Jennings & A. Scholik, 2008. Towards a generic evaluation method for wind turbine park permis requests: assessing the effects of construction, operation and decommissioning noise on marine mammals in the Dutch North Sea. SEAMARCO report no. 1

Lindell, H., 2003. Utgrunden off-shore windfarm – Measurements of underwater noise. Ingemansson Technology AB, report nr. 11-00329-03012700. Commissioned by Airicole, GE Wind Energy and SEAS/Energi E2.

Marsh, H.W. & Schulkin, M. 1962, Shallow-Water Transmission, J. Acoust. Soc. Am., Vol.34,

Nedwell, J.R, S.J. Parvin, B. Edwards, R. Workman, A.G. Brooker & J.E. Kynoch, 2007. Measurement and interpretation of underwater noise during construction and operation of offshore windfarms in UK waters. Subacoustech Report No. 544R0736 to COWRIE Ltd. ISBN: 978-0-9554279-5-4.

Oestman R; D. Buehler, J.A. Reyff & R. Rodkin 2009 Sacramento: California Department of Transportation. 'CALTRANS Technical Guidance for Assessment and Mitigation of the Hydroacoustic Effects of Pile Driving on Fish' (available from http://www.dot.ca.gov/hq/env/bio/fisheries_bioacoustics.htm)

Richardson, W.J., C.R. Greene Jr., C.I. Malme & D.H. Thomson, 1995. Marine Mammals ande Noise. Academic Press. San Diego.

Stadler, J.H. & Woodbury D.P. 2009 Proc. Internoise 2009. Ottawa 'Assessing the effects to fishes from pile driving: Application of new hydroacoustic criteria

TNO, 2009 (C. de Jong). Geluidkaarten voor heiwerkzaamheden Windpark IJsselmeer (projectnr. 033.23477), MON-MEM-033-DTS-2009-02339.

Tomson, F., K. Lüdemann, R. Kafemann & W. Piper, 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Biola, Hamburg, Germany. On behalf of COWRIE Ltd.

Wahlberg M. & Westerberg, H. 2005. Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore windfarms, Mar. Ecol. Prog. Ser. 288: 295-309.

TNO Industrie en Techniek

Memorandum

Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek / Netherlands Organisation for Applied Scientific Research

Monitoring Systems
Stieltjesweg 1
Postbus 155
2600 AD Delft

www.tno.nl

T +31 15 269 20 00
F +31 15 269 21 11
info-IenT@tno.nl

Aan
Eric Arends

Van
Christ de Jong

Kopie aan
Martijn ten Klooster, Paul Janssen (Pondera Consult), Floor Heinis (HWE), Gerrit Blacquière, Michael Ainslie, Henry Dol, Frank van den Berg (TNO)

Onderwerp
Geluidkaarten voor heiwerkzaamheden Windpark IJsselmeer (projectnr. 033.23477)

Datum
23 september 2009

Onze referentie
MON-MEM-033-DTS-2009-02339

Doorkiesnummer
+31 15 269 24 53

1 Inleiding

In opdracht van de Koepel Windenergie Noordoostpolder is een schatting gemaakt van het onderwatergeluid zoals dat mogelijk op zal treden tijdens de heiwerkzaamheden voor de offshore windturbines in het windpark IJsselmeer.

Dit memorandum beschrijft de aanpak en geeft de resultaten van de schatting in de vorm van onderwatergeluidkaarten, waarin de totale geluidbelasting gedurende het heien voor één paal is weergegeven.

2 Aanpak

De onderwatergeluidkaarten zijn gemaakt met behulp van een aangepaste versie van het rekenmodel ANOMALY dat onlangs is ontwikkeld in het kader van een studie naar onderwatergeluid op de Noordzee, zie [Ainslie et al. 2009]. Dit model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid, op basis van gegevens over de geluidbron, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte. Bij de berekeningen voor het Windpark IJsselmeer is uitgegaan van de in de volgende paragrafen beschreven informatie.

3 Bronsterkte

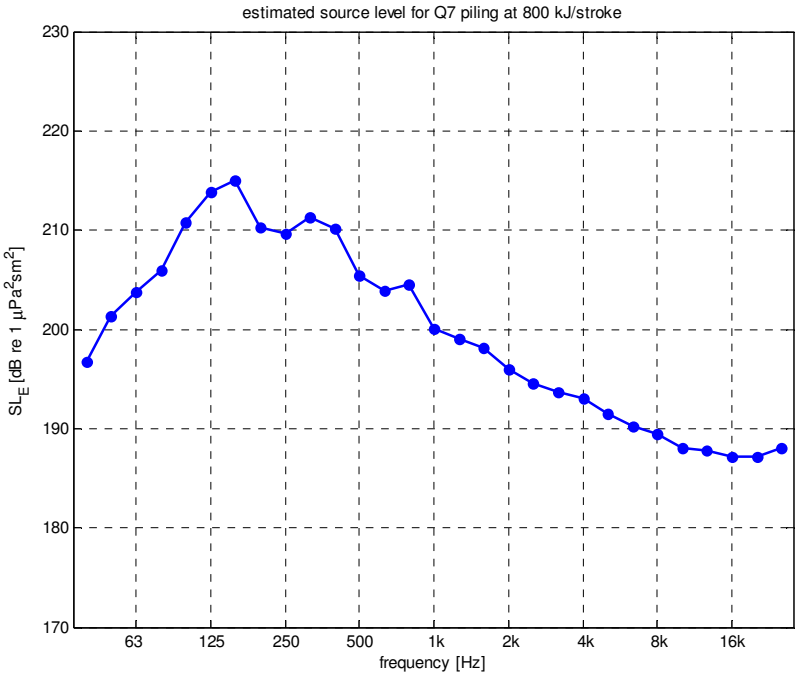
In [Ainslie et al. 2009] wordt in Tabel 4.2 (NB: deze tabel is gecorrigeerd in de errata die zijn toegevoegd aan het rapport) een overzicht gegeven van diverse metingen van onderwatergeluid ten gevolge van heiwerkzaamheden, waarvan gegevens gepubliceerd zijn. Dat betreft in alle gevallen metingen van het ontvangen geluid op relatief grote afstand van de heipaal. Om daaruit de bronsterkte te bepalen moet gecorrigeerd worden voor het propagatieverlies tussen heipaal en meetlocatie. Het is niet triviaal om een schatting te maken van het propagatieverlies in ondiep water. Dat hangt sterk af van de waterdiepte (bathymetrie), het sediment en de verstoring van het water-oppervlak door wind en deining. In de meeste gevallen ontbreekt de complete informatie die nodig is voor een schatting van de bronsterkte. Anderzijds is het ontstaan van het geluid bij het heiproces onvoldoende begrepen om op basis van de heiparameters de bronsterkte te schatten. Het heigeluid hangt waarschijnlijk samen met slagenergie, paaldiameter en lengte, waterdiepte en sediment.

Nederlandse Organisatie voor
toegepast-natuurwetenschappelijk
onderzoek / Netherlands Organisation
for Applied Scientific Research

Volgens de laatste gegevens zullen voor het Windpark IJsselmeer monopiles toegepast worden met een diameter van 4.7 m en een lengte van 36 m. Helaas is bij de metingen aan het onderwatergeluid bij het heien van palen met dezelfde diameter (Barrow en Burbo Bank, UK) alleen het piekniveau van een heiklap bepaald. Daaruit kan niet de SEL geluidbelasting bepaald worden. De beste schatting van de bronsterkte kan waarschijnlijk gemaakt worden op basis van de door TNO uitgevoerde metingen aan het heien voor het Q7 offshore windpark [de Jong & Ainslie 2008]. De monopiles hadden in dat geval een diameter van 4 m en een lengte van 54 m. De waterdiepte was ca. 21 m. Het heien werd grotendeels uitgevoerd bij een slagenergie van 800 kJ, met een slagfrequentie van 32 slagen per minuut. De paaldiameter bij windpark IJsselmeer is iets groter, waardoor de benodigde slagenergie waarschijnlijk ook groter zal zijn. Daarentegen is de waterdiepte aanzienlijk kleiner. Vooralsnog gaan we er van uit dat de bronsterkte van het heigeluid zoals gemeten bij het Q7 park als maatgevend mag worden beschouwd voor het heien in het IJsselmeer.

In [de Jong & Ainslie 2008] wordt geen schatting van de bronsterkte gegeven voor het heigeluid, omdat op dat moment geen betrouwbare schatting van het propagatieverlies kon worden gemaakt. Inmiddels is het ANOMALY model beschikbaar (hoewel nog niet gevalideerd). Met behulp van dat model is ten behoeve van deze studie een schatting gemaakt van het propagatieverlies naar de verschillende meetafstanden voor Q7 (locaties voor 800 kJ slagenergie, 21 m waterdiepte, ‘medium sand’ sediment, 4.5 m/s wind op 10 m hoogte). De maximale ‘envelope’ van de resulterende schattingen van de spectra van de bronsterkte per heiklap voor de verschillende meetpunten (Figuur 1) wordt gebruikt als schatting voor het heien op het IJsselmeer. De over de frequentiebanden gesommeerde bronsterkte per heiklap is 221 dB re 1 μPa^2sm^2. Deze schatting is aan de hoge kant. Het gemiddelde van de schattingen van de bronsterkte uit de diverse meetpunten bij Q7 is 218 dB. Bij het beoordelen van de geluidkaarten dient rekening te worden gehouden met deze onzekerheid. Er zijn naar schatting 3500 klappen[1] nodig per paal (de penetratiediepte is ongeveer gelijk aan die bij Q7: 30 m).

[1] De totale geluidbelasting is dus $10\log_{10}(3500) \approx 35$ dB hoger dan die van één heiklap.



Figuur 1 Geschatte bovengrens voor het bronsterktespectrum (1/3-octaaf) voor het heigeluid, gebaseerd op de meetresultaten van Q7 (zie de tekst).

4 Criterium

Er is nog niet veel bekend over de effecten van onderwatergeluid op vissen. Als richtlijn suggereren we hier een in de US opgestelde interim criterium, zie http://www.dot.ca.gov/hq/env/bio/fisheries_bioacoustics.htm:

"*The California Department of Transportation (Caltrans) in coordination with the Federal Highways Administration (FHWA) and the departments of transportation in Oregon and Washington, established a Fisheries Hydroacoustic Working Group (FHWG) in order to improve and coordinate information on fishery impacts due to underwater sound pressure caused by in-water pile driving. ... The FHWG met in June 2008 and agreed to a new interim criteria for injury to fish from pile driving noise. This new criteria is to be used as of August 2008 until further notice. This is a dual criteria including a peak level of 206 dB (peak) AND a cumulative SEL level of 187 dB (SEL) for fish 2 grams and heavier OR a cumulative SEL of 183 dB (SEL) for fish smaller than 2 grams.*"

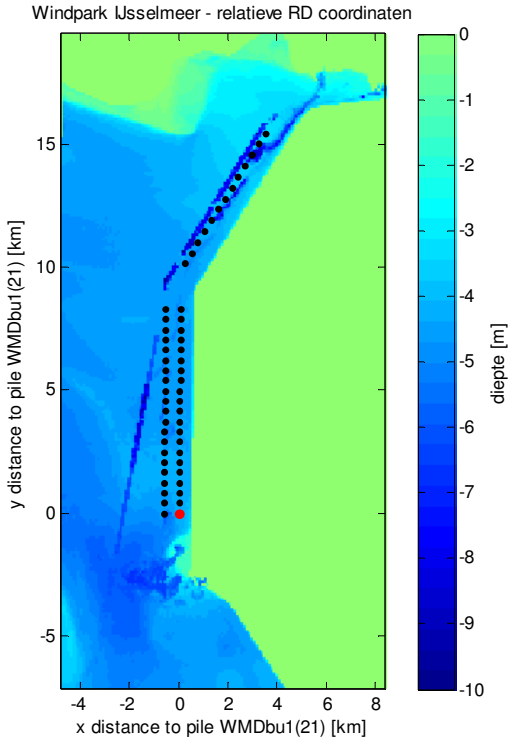
Een belangrijke toelichting bij deze criteria wordt gegeven in een recente publicatie [Stadler & Woodbury 2009]:

"*Although TTS is not actual injury, but rather a temporary fatiguing of the auditory system, it can potentially reduce the survival, growth, and reproduction of the affected fish by increasing the risk of predation and reducing foraging or spawning success. Therefore, for the purposes of establishing interim thresholds, NOAA Fisheries considers TTS to be synonymous with injury. … It should be noted that these thresholds represent the initial onset of injury, not the levels at which fishes will be severely injured or killed*"

Het genoemde piekgeluidniveau worden naar alle waarschijnlijkheid niet bereikt.
In de kaarten van de berekende cumulatieve geluidbelasting (**SEL**) ten gevolge van het heien voor een monopile wordt de afstand waarop de genoemde criteria worden bereikt door middel van een contourlijn weergegeven.

5 Bathymetrie en heilocaties

De door Pondera Consult beschikbaar gestelde bathymetriekaart en geplande locaties van de windturbines zijn geconverteerd naar een voor ANOMALY bruikbaar formaat. Daarbij is de oorspronkelijke resolutie van 5×5 m^2 gereduceerd tot 100×100 m^2.



Figuur 2 Bathymetrie van de omgeving van Windpark IJsselmeer, met de geplande locaties van de turbines. De x- en y-assen zijn gegeven in km afstand van de door de rode stip gemarkeerde turbine.

6 Sediment en wind

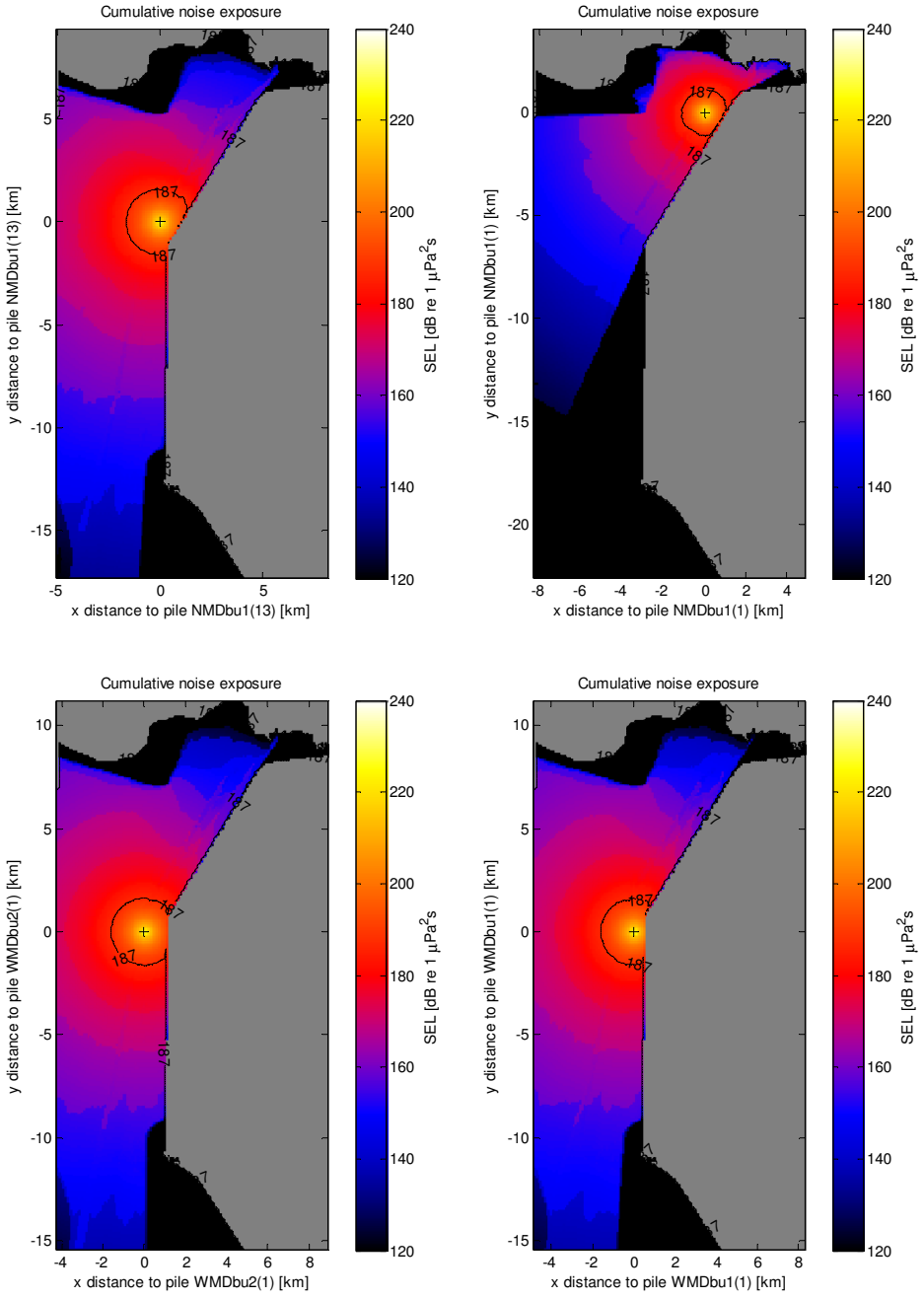
Bij de ANOMALY berekeningen wordt uitgegaan van de gegeven bathymetrie en van geschatte parameters voor sediment (‘medium sand’) en windsterkte (4.5 m/s op 10 m hoogte).

7 Onderwatergeluidkaarten

Berekeningen zijn uitgevoerd voor het heien op zes locaties. Hiervoor zijn de buitenste palen van de drie rijen windmolens gekozen. Het resultaat zijn de onderstaande kaarten van de totale geluidbelasting voor 3500 heiklappen, in dB re 1 µPa^2s, waarbij

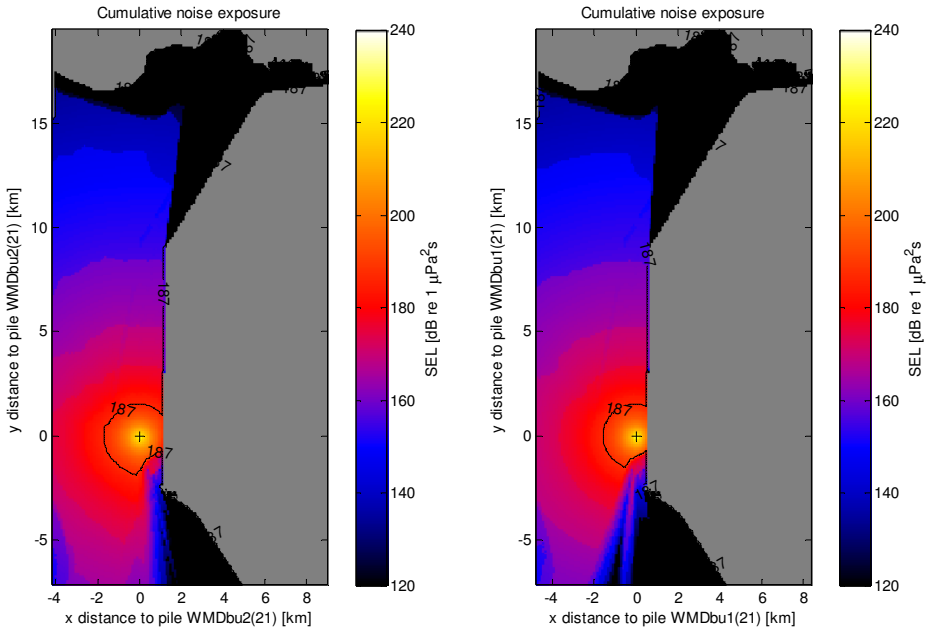
Nederlandse Organisatie voor
toegepast-natuurwetenschappelijk
onderzoek / Netherlands Organisation
for Applied Scientific Research

een contour is getekend waarop het criteriumniveau van 187 dB re 1 µPa^{2}s bereikt wordt.[2]
Deze kaarten en dit criterium zijn van toepassing voor vissen (zwaarder dan 2 g), die zich niet noemenswaardig verplaatsen tijdens de duur van het heiproces.



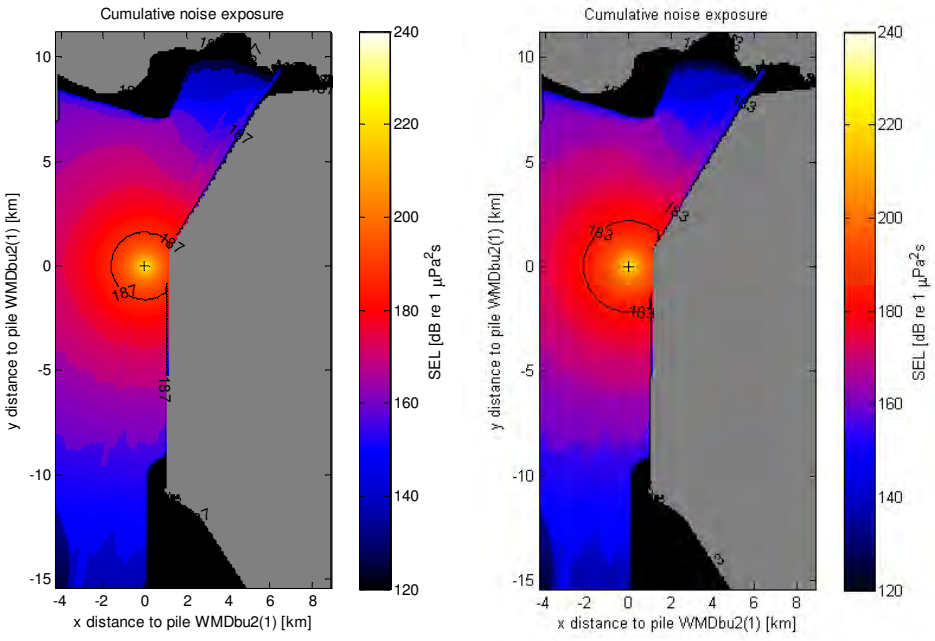
[2] Deze contour is helaas ook zichtbaar langs de kust, vanwege de manier waarop de figuren gemaakt zijn. Dit heeft verder geen betekenis.

Nederlandse Organisatie voor
toegepast-natuurwetenschappelijk
onderzoek / Netherlands Organisation
for Applied Scientific Research



Deze modelberekeningen zijn onvoldoende gedetailleerd om te bepalen wat de geluidbelasting in het ondiepe water direct aan de kust zal zijn. De criterium-contouren lopen echter wel in alle gevallen door tot aan het land, wat aangeeft dat ook aan de kust hoge niveaus optreden. Het cumulatieve onderwatergeluid lijkt de vrije doorgang van de IJssel naar het IJsselmeer (onder in de kaart) niet te belemmeren.

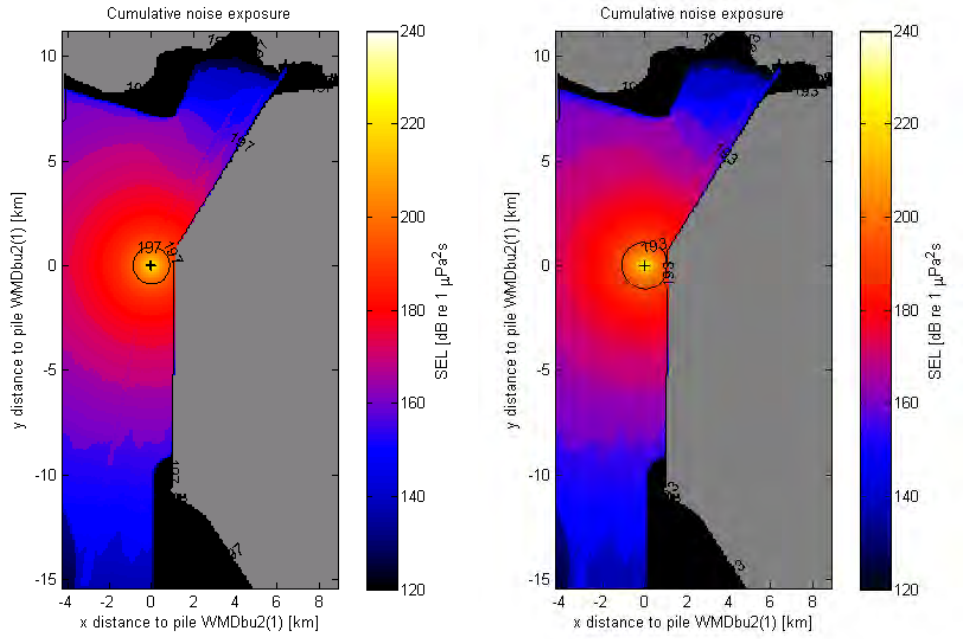
De contour waarbinnen het criterium van 183 dB voor vissen lichter dan 2 g wordt overschreden is aanzienlijk groter, zoals uit onderstaande voorbeeld blijkt:



8 Mitigatie

Een mogelijke maatregel om het geluid tijdens het heien te reduceren is de toepassing van een bellenscherm. Uitgebreide informatie over de resultaten van een dergelijke maatregel kan worden gevonden in [Oestman et al. 2009]. De behaalde resultaten vertonen een grote variatie. Daarbij is vooral de lokale stroomsnelheid van het water bepalend. Het kan nodig zijn het bellenscherm in te sluiten om te voorkomen dat de stroming de effectiviteit teniet doet, zie verder [Oestman et al. 2009]. In ondiep water met geringe stroomsnelheid (zoals in het IJsselmeer) moet een reductie van ca. 10 dB tot 15 dB haalbaar zijn, bij juist ontwerp en toepassing van het scherm.

Om een idee te krijgen van het resultaat van het toepassen van een dergelijke mitigerende maatregel worden in onderstaande figuren contouren getoond waarbinnen de criteria voor bloostelling van vis zonder maatregelen worden overschreden met 10 dB of meer. Wanneer de bronsterkte van het heien met 10 dB verminderd wordt door een mitigerende maatregel zullen dit de contouren worden waarbuiten de geluid-belasting onder de genoemde criteria blijft.



9 Referenties

1. M.A. Ainslie, C.A.F. de Jong, H.S. Dol, G. Blacquière and C. Marasini 2009 The Hague: TNO. report TNO-D 2009 C085 'Assessment of natural and anthropogenic sound sources and acoustic proagation in the North Sea'

2. C.A.F. de Jong & M.A. Ainslie 2008 Delft: TNO Science and Industry. report MON-RPT-033-DTS-2007-03388 'Analysis of the underwater sound during piling activities for the Off-shore Wind Park Q7'

3. J.H. Stadler & D.P. Woodbury 2009 *Proc. Internoise 2009.* Ottawa 'Assessing the effects to fishes from pile driving: Application of new hydroacoustic criteria'

4. R. Oestman, D. Buehler, J.A. Reyff and R. Rodkin 2009 Sacramento: California Department of Transportation. 'CALTRANS Technical Guidance for Assessment and Mitigation of the Hydroacoustic Effects of Pile Driving on Fish' (available from http://www.dot.ca.gov/hq/env/bio/fisheries_bioacoustics.htm)

Bijlage F

WATERTOETS

WATERTOETS

Inleiding
De waterparagraaf is ambtelijk afgestemd met het waterschap Zuiderzeeland en Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied.

Toetsingskader
Om op deze locaties windturbineparken te realiseren dient het Rijksinpassingsplan te worden herzien. Voor deze bestemmingsplanherziening wordt het instrument milieueffectrapportage (m.e.r.) toegepast om alle positieve en negatieve (milieu)effecten inzichtelijk te maken. De watertoets is daarop van toepassing. Derhalve maakt de waterparagraaf onderdeel uit van dit MER.

Uitgangspunten voor de watertoets kunnen worden ontleend aan het vigerende beleidskader en enkele, nog in ontwerp zijnde, beleidsdocumenten. Dit kader wordt grotendeels bepaald door de volgende beleidsdocumenten:

- Omgevingsplan 2006 (Provincie Flevoland);
- Waterbeheerplan 2007-2011 ‘Meer dan water alleen’(Waterschap Zuiderzeeland, 2007);
- Ontwerp waterbeheerplan 2010-2015 (Waterschap Zuiderzeeland, 2009)
- Ontwerp uitgangspuntennotitie wateradvies stedelijk gebied (Waterschap Zuiderzeeland, maart 2006) en het daarop volgende ‘Waterkader; Hoe kom ik tot een wateradvies´ (Waterschap Zuiderzeeland, maart 2009);
- Het ontwerp windmolenbeleid (Waterschap Zuiderzeeland, ter inzage augustus 2009)
- Het ontwerp beleid voor kabels en leidingen (Waterschap Zuiderzeeland, ter inzage, augustus 2009)
- Stroomgebiedsvisie Flevoland (Provincie Flevoland, 11 december 2003).
- Beleid bouwen nabij primaire keringen (Waterschap Zuiderzeeland, 2008);
  Ontwerp Nationaal Waterplan (Ministerie van V&W, 2009).

Ontwikkelingen in het toetsingskader
Naar verwachting treedt begin 2010 de Waterwet inwerking. Het waterschap Zuiderzeeland heeft een ontwerp voor een nieuwe Keur opgesteld en naar verwachting zal de nieuwe Keur in het najaar van 2009 worden vastgesteld. (Ontwerp beleid primaire waterkeringen, waterschap Zuiderzeeland, ter inzage augustus 2009). Echter, keurvergunningen die verleend zijn voordat de beleidsregels zijn vastgesteld, zullen van kracht blijven onder de in de ontheffing vermelde voorwaarden.

Belangrijk ten aanzien van water is dat het huidige oppervlaktewatersysteem niet belemmerd en het grondwatersysteem zo min mogelijk verstoord mag worden. Voor het voornemen zijn de volgende uitgangspunten van belang:

Oppervlaktewatersysteem:

- Het functioneren van het huidige watersysteem (doorstroming, afwatering, realiseren van het gewenste peil) mag door de planuitvoering niet verslechteren;
- Het watersysteem dient te voldoen aan het principe ‘waterneutraal bouwen’, dit wil zeggen: waar het verharde oppervlak toeneemt, dienen compenserende maatregelen te worden genomen om piekafvoeren te verwerken en infiltratie van water (binnen de drooglegging) mogelijk te maken.
- De waterkwaliteit mag niet negatief worden beïnvloed door milieubedreigende stoffen.

Grondwatersysteem:

- Verstoring van de huidige grondwaterstroming of toename van kwel moet worden voorkomen;
- De grondwaterkwaliteit mag niet negatief worden beïnvloed door milieubedreigende stoffen.

Tabel F.1 Toetsingskader water

Aspecten	Toetsingscriteria	Parameters
Oppervlaktewater	Invloed op waterafvoer	Kwalitatief
	Invloed op waterbergend vermogen	Kwalitatief
	Invloed op waterkwaliteit	Kwalitatief
Grondwater	Invloed op grondwaterstroming/kwel	Kwalitatief
	Invloed op grondwaterkwaliteit	Kwalitatief
Stabiliteit dijk	Beïnvloeding kerende functie dijk	kwalitatief

Met betrekking tot het punt van de kerende functie van de dijk, betreft het vier deelaspecten. Het waterschap Zuiderzeeland heeft aangegeven dat het betreft:

- De waterkering moet aan de wettelijk gestelde veiligheidsnorm voldoen en er mag geen afbreuk worden gedaan aan de vereiste grondmechanische stabiliteit en daarmee de veiligheid van de waterkering
- De waterkering moet robuust en daarmee klimaatbestendig zijn. Activiteiten op, in of nabij de waterkeringen mogen er niet toe leiden dat er niet meer geanticipeerd kan worden op toekomstige ontwikkelingen.
- De waterkering moet duurzaam zijn. Dit betekent een inrichting van het gebied nabij de kering zonder ingewikkelde constructies en kunstwerken.
- De mogelijkheid blijft bestaan voor het uitoefenen van doelmatig beheer en onderhoud aan de waterkering.

Om de alternatieven te kunnen beoordeling op bovenstaande toetsingscriteria moeten de volgende aspecten onderzocht worden:

- Dikte van de bovenste afdekkend bodempakket (deklaag);
- Kwel-/infiltratiesituatie;
- Ligging en werking oppervlaktewatersysteem.

Ten aanzien van de windturbines is de omvang van de turbines en de dimensionering (diepte en volume) van de fundamenten van belang.

In het Algemeen deel van het MER is uitgebreid besproken hoe het voornemen eruit ziet, welke varianten zijn onderzocht en welke aanvullende voorzieningen vereist zijn.

De fundering van de windturbines op land bestaat uit een blok beton. Dit blok beton is ‘verankerd’ middels heipalen. In veel gevallen wordt het fundament ingegraven, het is echter ook mogelijk om het fundament bovengronds te realiseren.

Bestaande situatie

In hiernavolgende tekst wordt de huidige bodemopbouw, grondwater en maaiveld, kwel- en infiltratiesituatie en oppervlaktewater toegelicht.

Bodemopbouw

In de volgende tabel zijn de relevante gegevens over de bodemopbouw en hydrogeologie opgenomen.

Tabel F.2 Bodemopbouw en hydrogeologie westrand Noordoostpolder

Dikte (m)	Chronostratigrafie/ lithostratigrafie	Lithologie	Hydrogeologie
1 à 4 (in zuidwesten lokaal 5 à 10 m)	Holoceen/Westlandformatie	Klei + veen, lokaal fijne zanden	Deklaag
10 à 13	Pleistoceen/Formatie van Kreftenheye	Fijne matig grove zanden	1e watervoerend pakket
4 à 8	Pleistoceen/Eemformatie	Klei, veen	1e scheidende laag

Bron: Hydrologische Analyse Noordoostpolder (TNO NITG 98-50-B).

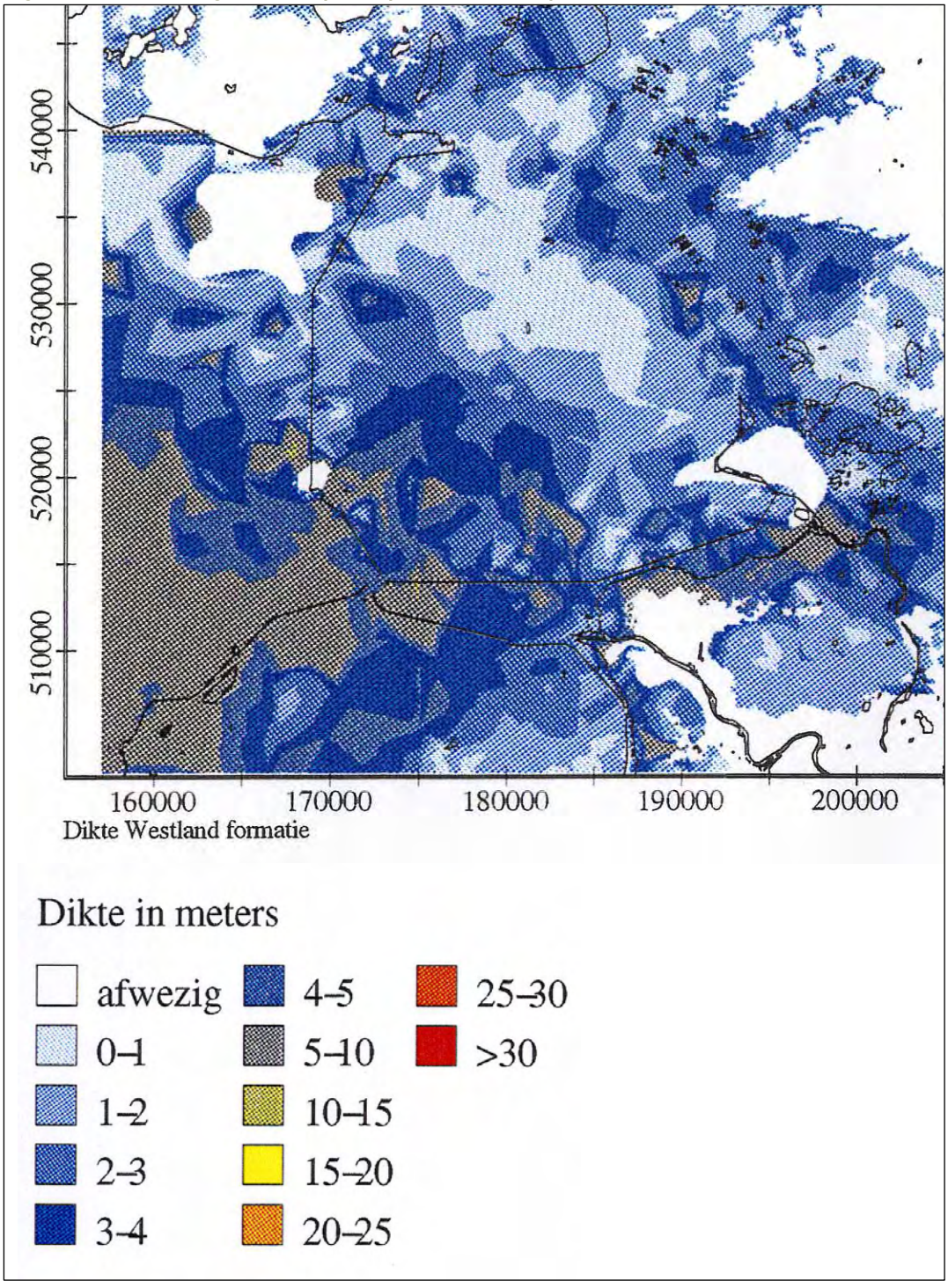
Het bovenste pakket, de deklaag, vormt een belangrijke afsluitende laag. In het zuidelijk deel van de Noordoostpolder is deze het dikste (3 tot 10 m), naar het noorden toe neemt de dikte af tot circa 1 meter (zie figuur F.4).

Tabel F.3 Dikte deklaag (afdekkende bodemlaag)

Locatie	Binnendijks/buitendijks	Dikte deklaag in meters
Noordermeerdijk	Binnendijks	0 à 2
	Buitendijks	Niet relevant
Westermeerdijk	Binnendijks	1 à 3
	Buitendijks	Niet relevant
Zuidermeerdijk	binnendijks	3 à 10

Bron: Hydrologische Analyse Noordoostpolder (TNO NITG 98-50-B).

Figuur F.1 Dikte deklaag Noordoostpolder (Westlandformatie)



Bron: Hydrologische Analyse Noordoostpolder (TNO NITG 98-50-B), 2005.

Grondwater en maaiveld

Het niveau van freatische grondwaterstanden bedraagt circa -5,0 meter NAP. Zuiderzeeland heeft peilbuizen staan in de Noordermeerdijk (8.2), Westermeerdijk (22.1) en Zuidermeerdijk (31.8) De gemeten stijghoogtes in het pleistoceen zijn hier resp. NAP -3,20, -3,65 en -5,10 m. De maaiveldhoogtes variëren van NAP -3,50 (Noordermeerdijk 5.0) tot -4,25 (Zuidermeerdijk 30.5) (bron, Waterschap Zuiderzeeland, toetsing NOP dijken 2000 en maaiveldhoogtekaart).

De in de onderzoeken (bijlagen bij deze watertoets) gehanteerde grondwaterstanden wijken licht af van het hierboven genoemde niveaus. Dit heeft echter geen consequenties voor de conclusies.

Kwel/infiltratie

Langs de westrand van de Noordoostpolder is sprake van kwel. De kwel varieert van zeer zwakke kwel (circa 0,1 - 0,5 mm) tot matige kwel (0,5 - 1,0 mm)[1]. Water vanuit het IJsselmeer stroomt met name door het eerste watervoerend pakket via de deklaag landinwaarts. Het kwelwater wordt afgevangen door het slotensysteem (zie figuur F.2).

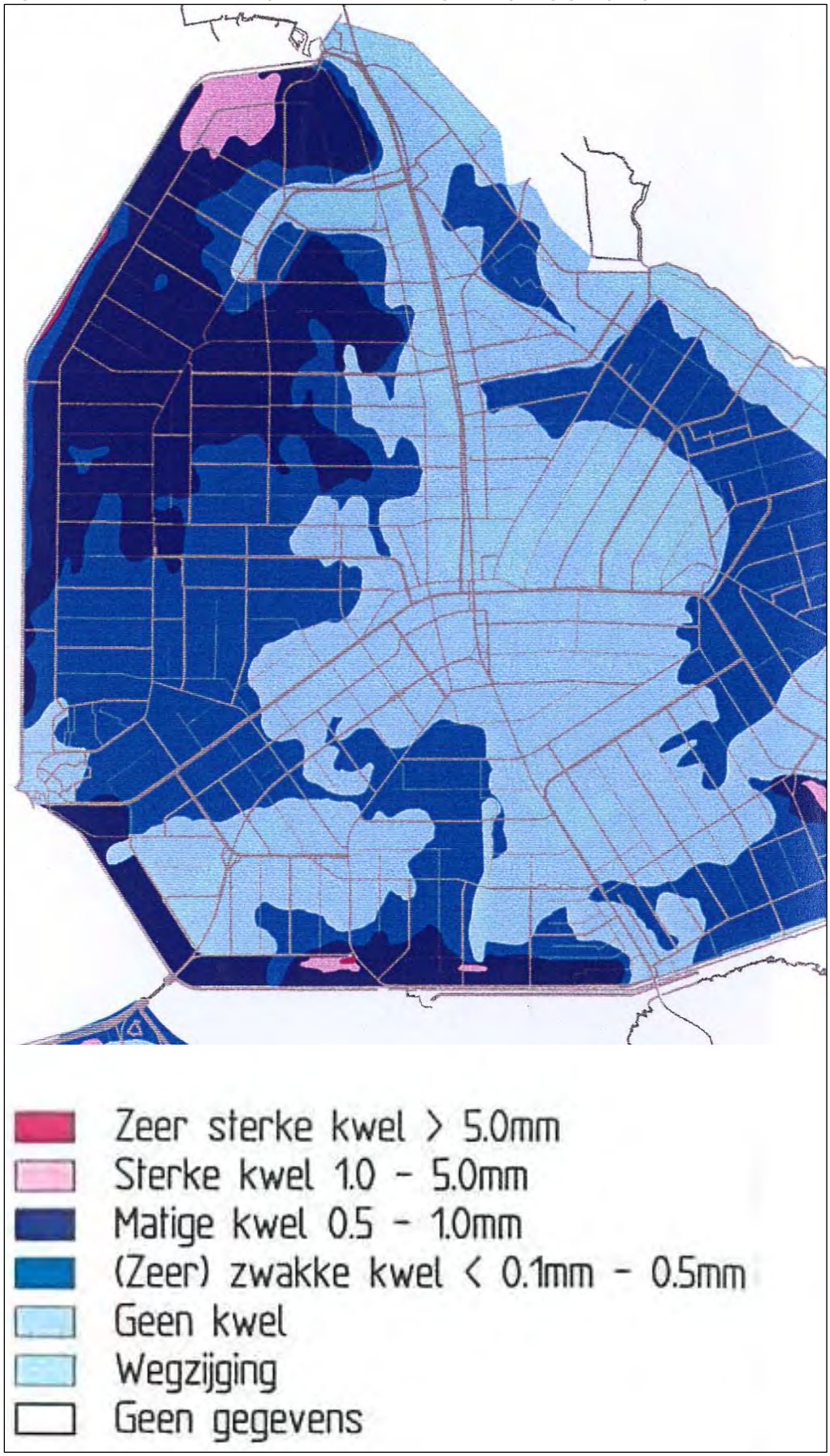
Tabel F.4 Kwelintensiteit (mm)

Locatie	Binnendijks/buitendijks	Kwelintensiteit (mm)
Noordermeerdijk	Binnendijks	0,5 à 1,0
	Buitendijks	Niet van toepassing
Westermeerdijk	Binnendijks	0,1 à 1,0
	Buitendijks	Niet van toepassing
Zuidermeerdijk	binnendijks	0,5 à 1,0

Bron: Hydrologische Analyse Noordoostpolder (TNO NITG 98-50-B).

[1] Bron: Waterbeheersplan 2002 – 2005 (Waterschap Zuiderzeeland)

Figuur F.2 Kwelkaart Noordoostpolder en het slotensysteem (lichtgrijze lijnen)



Bron: Hydrologische Analyse Noordoostpolder (TNO NITG 98-50-B).

Oppervlaktewater
Het peil in de tochten (Noordermeertocht, Westermeertocht en Zuidermeertocht) die evenwijdig aan de dijk lopen bedraagt -5,7 meter NAP. Binnen de wateraanvoergebieden is in de zomer een peil in de perceelsloten van 0,6 meter beneden het maaiveld. Buiten de water aanvoergebieden bestaat geen vast peil in de perceelsloten.

Autonome ontwikkeling
Er zijn geen autonome ontwikkelingen ten aanzien van bodem en water te verwachten die relevant zijn voor het windmolenpark. In de toekomst zal het peil van het IJsselmeer worden opgehoogd (concept Nationaal Waterplan, 2009) maar significante peilstijging worden pas voorzien op de lange termijn. In 2012 is een nieuw peilbesluit aangekondigd met een maximale peilstijging van 30 centimeter boven het huidige zomerpeil. Verwacht wordt dat een peilstijging van 1,5 meter in 2100 nodig is om in 2100 over voldoende watervoorraad te kunnen beschikken. De windturbines in het IJsselmeer hebben echter een levensduur van circa 20 jaar, zodat hier geen rekening mee hoeft worden gehouden.

Gevolgen voor milieu
In hiernavolgende tekst zijn de effecten van aanleg van de windturbines op het grondwater, oppervlaktewater en dijklichaam toegelicht.

Oppervlaktewater
- Invloed op waterafvoer. Voor de aanleg van de turbines worden geen sloten of vaarten gedempt. Daar waar ontsluitingswegen water doorkruizen, worden voorzieningen getroffen zodat het water ongestoord kan stromen. Het bestaande watersysteem ondervindt geen hinder van de windturbines;
- Invloed op waterbergend vermogen. Het wateroppervlak dat de windturbines in beslag nemen bij plaatsing in het IJsselmeer (buitendijks) is enerzijds afhankelijk van de toe te passen fundatie en anderzijds van het type toe te passen windturbine. De grotere turbines kennen immers een bredere mast waardoor de invloed op het bergend vermogen groter zal zijn. Desalniettemin zal de invloed beperkt zijn. Op grond van het Ontwerp Nationaal Waterplan behoeft het verlies aan waterbergend vermogen ten gevolge van windturbines niet gecompenseerd te worden. Overigens zal het waterbergend vermogen ten gevolge van het voornemen zeer beperkt worden beïnvloed. Op grond van het beleid van het waterschap Zuiderzeeland moet nieuw verhard oppervlak worden gecompenseerd in nieuw bergend vermogen. Voor het windpark moet daarvoor rekening worden gehouden met de verhardingen ten behoeve van opstelplaatsen en toegangswegen. Dit betreft voor alle locaties gezamenlijk circa 30 hectare verhard oppervlak.
- Invloed op de waterkwaliteit. Uitgaande van een zorgvuldige toepassing van bouwmateriaal en wijze van aanleg wordt niet verwacht dat het voornemen gevolgen zal hebben voor de waterkwaliteit. Bij de aanleg dient erop te worden toegezien dat er geen milieuvreemde stoffen in het oppervlaktewater terechtkomen en dat er milieuvriendelijke materialen worden gebruikt.

Grondwater
Tijdens de aanlegfase moet er rekening worden gehouden met het waterbezwaar en opbarstgevaar. Beiden zijn afhankelijk van de dikte van de deklaag en de kwelintensiteit.
Op het land steekt de fundering tot 2 à 4,5 meter in de ondergrond. Daar waar de deklaag dunner is dan 2 à 2,5 meter (Noordermeerdijk en Westermeerdijk) wordt de deklaag volledig doorsneden en bevindt het betonnen blok van de fundering zich op de pleistocene zanden. Bij de aanleg moet rekening worden gehouden met een grote toestroom van grondwater (groot waterbezwaar); immers de druk vanuit het eerste watervoerend pakket is hoog (stijghoogte tot 0,5 à 1,0 meter beneden maaiveld). De bouwput moet middels bemaling worden

drooggehouden danwel moet er onderwaterbeton worden toegepast. In de beoordeling is er vanuit gegaan dat bemaling wordt toegepast. In dat geval is er sprake van verstoring van de grondwaterstroming en kwelsituatie. De hoeveelheid grondwater die moet worden onttrokken is in tabel F.5 weergegeven. Zoals te zien zijn het zeer grote debieten die per uur moeten worden onttrokken. Zonder aanvullende maatregelen kan een dergelijke onttrekking de stabiliteit van de dijk negatief beïnvloeden door verdroging van de dijk.

Tabel F.5 Onttrekkingsdebiet ondergronds fundament Wester- en Noordermeerdijk (bemalingsplan Koop Bronbemaling, 2009)

Turbine-type	Diameter put	Diepte Max.	Max. verlaging grondwaterstand	Verwacht onttrekkingsdebiet
E82	+/- 25 m	+/-3,1m-mv	+/-3,6m-mv	165 m^3/uur
E126	+/- 37 m	+/-3,8 m-mv	+/-4,3m-mv	250 m^3/uur

Turbine-type	Diameter put	Diepte Max.	Max. verlaging grondwaterstand	Verwacht onttrekkingsdebiet
E82	+/- 25 m	+/-3,1m-mv	+/-3,6m-mv	208 m^3/uur
E126	+/- 37 m	+/-3,8 m-mv	+/-4,3m-mv	290 m^3/uur

Indien de fundering niet geheel de deklaag doorsnijdt (Zuidermeerdijk), moet bij aanleg worden voorkomen dat de deklaag opbarst. De deklaag kan opbarsten wanneer bij ontgraving een deel van de weerstandbiedende laag wordt verwijderd. Gezien de hoge druk vanuit het eerste watervoerend pakket moet al gauw spanningsbemaling worden toegepast om deze druk te verlagen. In dat geval is er sprake van verstoring van de grondwaterstroming en kwelsituatie. Indien bemaling toegepast wordt, moet dit worden uitgewerkt in een bemalingsadvies. In het advies wordt aangegeven hoe eventuele negatieve effecten worden voorkomen.

Gedurende de gebruikersfase wordt middels de trekpalen in de ondergrond voorkomen dat de constructie gaat opdrijven. Er wordt vanuit gegaan dat voorkomen wordt dat er langs de palen en de fundering openingen ontstaan waarlangs het kwelwater omhoog kan stromen. Bij de aanleg wordt dient erop te worden toegezien dat zowel de palen als de fundering goed aansluiten op de afsluitende klei- en veenlagen van het bovenste pakket. Zodoende zullen de windturbines nagenoeg geen effect hebben op de grondwaterstroming in de gebruikersfase. Door toepassing van grondverdringende gladde geprefabriceerde betonpalen zal mogelijk kwel ook van tijdelijke aard zijn. De heipalen worden uiteindelijk ingesloten in de betonnen werkvloer en het betonnen fundament wat fungeert als kwelscherm.

Grondwaterkwaliteit

Bij de aanleg dient erop te worden toegezien dat er geen milieuvreemde stoffen in de bodem en het grondwater terechtkomen en dat er milieuvriendelijke materialen worden gebruikt.

Indien gekozen wordt voor een bronbemaling, zal het onttrokken grondwater geloosd moeten worden op het oppervlaktewater. Uit grondwaterkwaliteitsonderzoek blijkt dat het grondwater naar verwachting niet zal voldoen aan de lozingseisen van het waterschap. Bij de lozingsvergunning bekijkt het waterschap de kwaliteit van het te lozen grondwater en beoordeeld of aanvullende (reinigings)voorziening en vereist zijn.

Tabel F.6 Verwachten effecten tijdens gebruiksfase (tenzij anders vermeld)

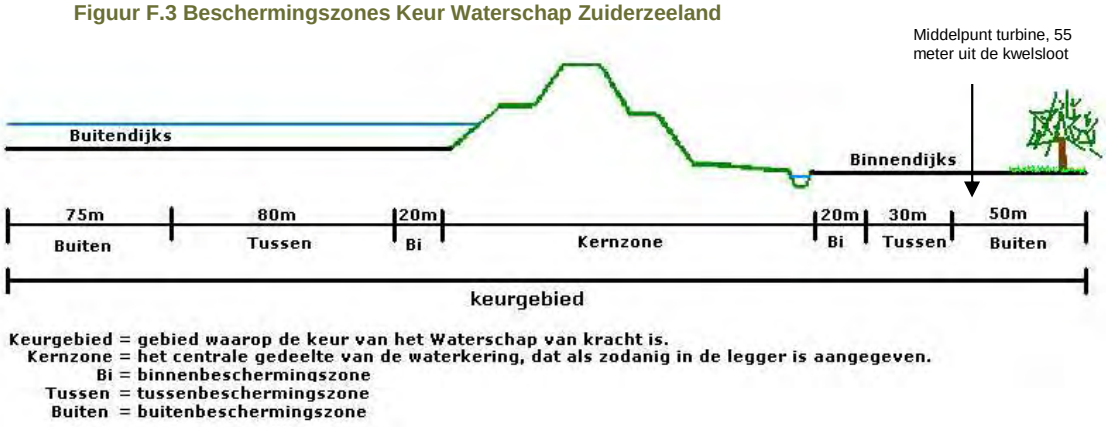
	Noordermeerdijk		***Westermeerdijk***		***Zuidermeerdijk***
	Binnendijks	Buitendijks	Binnendijks	Buitendijks	Binnendijks
Invloed op waterafvoer	0	nvt	0	nvt	0
Invloed op waterbergend vermogen in m^2	-	0	-	0	-
Invloed op waterkwaliteit	0	0	0	0	0
Invloed op grondwaterstroming/kwel-aanlegfase	-	nvt	-	nvt	-
Invloed op grondwaterstroming/kwel-gebruikersfase	0	nvt	0	nvt	0
Invloed op grondwater-kwaliteit	0	0	0	0	0

++ zeer positief effect
+ positief effect
0 geen effect
- negatief effect
-- zeer negatief effect

Dijklichaam
Naast de effecten op het oppervlakte- en grondwatersysteem is het wenselijk de effecten op de dijken te beoordelen. De windturbines zijn op korte afstand van de IJsselmeerdijken gelegen. De afstand van het middelpunt van het fundament tot de insteek van de kwelsloot bedraagt 55 meter. Voor de variant met het grootste fundament (5/8 MW) is de afstand van de rand van het fundament tot de insteek van de kwelsloot circa 42 meter.

Het middelpunt van de windturbines bevindt zich in de buitenbeschermingszones conform de Keur van het Waterschap Zuiderzeeland. De buitenbeschermingszone begint vanaf 50 meter vanaf de insteek van de kwelsloot. Een deel van het fundament bevindt zich echter nog in de tussenbeschermingszone. In onderstaande figuur zijn de zones van de Keur weergegeven.

Figuur F.3 Beschermingszones Keur Waterschap Zuiderzeeland



Het ontwerp Beleid primaire waterkeringen (Waterschap Zuiderzeeland, ter inzage augustus 2009) bepaalt dat activiteiten op, in en nabij keringen geen negatief effect mogen hebben op de waterkering (conform Keurbepalingen). In het ontwerp beleid voor windmolens bij waterkeringen (2009) wordt dezelfde beleidslijn gehanteerd. Indien maatregelen worden getroffen om de veiligheid, robuustheid en duurzaamheid te borgen, hoeven ontwikkelingen in deze zones echter niet uitgesloten te worden. Plaatsing van windmolens in de kernzone is niet toegestaan.

Onder voorwaarden en na overleggen van bewijs dat nadelige invloed op de waterkering uitblijft, is de plaatsing van nieuwe windmolens in de tussenbeschermingszone toegestaan voor een bepaalde periode.

Ook op grond van de 'Nota bouwen nabij primaire keringen' is het niet toegestaan de bouwen in de kernzone. Deze nota heeft betrekking op bouwwerken waarin mensen verblijven en is dan ook niet van toepassing op windturbines. Wel kan echter voldaan worden aan de normen uit deze nota. Er wordt niet gebouwd, en er vinden geen hei-activiteiten plaats in de kernzone of de binnenbeschermingszones van de dijk. Wel zullen de bestaande windturbines aan de Westermeerdijk moeten worden verwijderd. Deze bevinden zich in de kernzone van de Westermeerdijk. Ambtelijk is door het waterschap aangegeven dat de windturbines inclusief fundament, maar exclusief onderliggende heipalen, moeten worden verwijderd. De heipalen dragen de betonnen fundatieplaat en zijn tot relatief grote diepte in de bodem gebracht. Het verwijderen van de heipalen veroorzaakt gaten in de grond wat onwenselijk is.

De noodzakelijke voorzieningen, zoals toegangswegen en kabels liggen naar verwachting in de tussenbeschermingszone maar kunnen voor een deel ook in de binnenbeschermingszone worden gerealiseerd. Conform het huidige beleid van het waterschap Zuiderzeeland is dit toegestaan. Aangezien deze parallel aan de dijk liggen hoeft niet gevreesd te worden voor grondwaterstroming (piping) langs de kabel.

Ongeacht het fundament zal geheid moeten worden voor de fundamenten van de turbines. Elke fundament vereist een relatief groot aantal heipalen. Gezien de afstand tot de dijk hoeft voor instabiliteit ten gevolge van trillingen echter niet gevreesd te worden. Om dit aan te tonen is een trillingsrisicoanalyse uitgevoerd door Fugro in opdracht van de initiatiefnemers. Deze is als bijlage F1 bij deze watertoets gevoegd. Gedurende het heien zullen de optredende trillingen worden gemonitoord om ook tijdens de uitvoering te bewaken dat geen ongewenste trillingsfrequenties ontstaan. Het is ook een voorwaarde uit de keurontheffing dat tijdens de bouw de effecten op de dijk worden gevolgd.

In de gebruiksfase zullen geen trillingen optreden die de stabiliteit van de dijk beïnvloeden. Windturbines veroorzaken een trilling maar deze wordt nagenoeg volledig geabsorbeerd door de toren en het fundament. Daarnaast is de afstand tot de dijk dermate groot dat trillingen in de bodem de dijk niet bereiken. Ook de invloed van de belasting van wegen is niet relevant voor de dijk aangezien de wegen zich niet op het dijklichaam bevinden.

Voor erosie van de dijk in de gebruiksfase door afstromend regenwater hoeft niet gevreesd te worden aangezien rondom het fundament een grindbak wordt aangebracht om afwatering gecontroleerd te laten plaats vinden. Daarnaast bevindt de turbine zich buiten de kern- en binnenbeschermingszone en kan het afstromende regenwater de dijk niet beïnvloeden aangezien de kwelsloot tussen de turbines en de dijk is gelegen.

Op grond van het ontwerp beleid ten aanzien van windmolens bij dijken zullen in geval de windturbines worden verwijderd de fundaties worden verwijderd, heipalen kunnen achterblijven in de bodem.

Toekomstige uitbreidingsmogelijkheden
In het algemeen kan gesteld worden dat het gebruik van de binnen- en tussenbeschermingszone van de dijk voor het waterschap voor toekomstige dijkuitbreidingen mogelijk is aangezien de levensduur (circa 20 jaar) van windturbines beperkt is ten opzichte van de termijn waarop dijkuitbreidingen worden voorzien. Het is overigens niet vanzelfsprekend dat de windturbines worden verwijderd na 20 jaar. Afhankelijk van de situatie op dat moment

(maatschappelijk/economisch) zullen deze vervangen worden. Op grond van de keurontheffing kan het waterschap opdracht geven de windturbines te verwijderen.

Faalkansen windturbines
De dijken in de Noordoostpolder hebben een faalkans van 1:4.000. De kans op falen is derhalve 1 maal in de 4.000 jaar. Geconcludeerd wordt dat de windturbines een verwaarloosbaar risico op de dijk hebben als gevolg van bijvoorbeeld bladbreuk of het omvallen van de windturbine aangezien de risico's op optreden van dergelijk incidenten vele malen kleiner zijn dan de faalkans van de dijk zelf. De genoemde faalkansen in tabel G.7 zijn afkomstig van Enercon op basis van een interne database met incidenten.

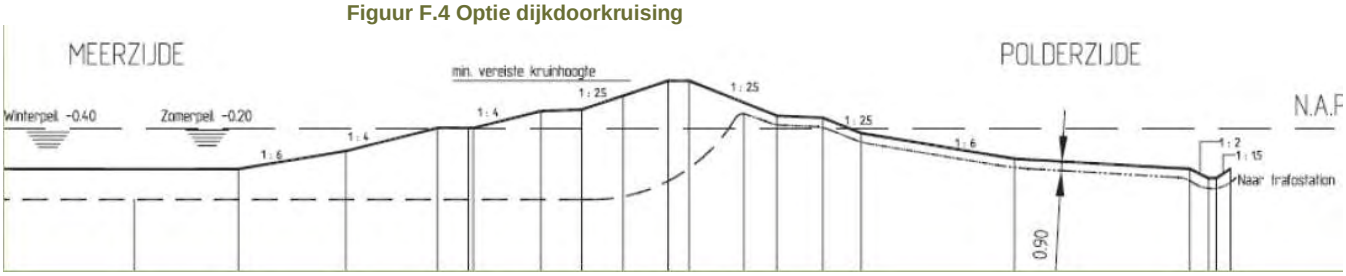
Tabel F.7 Faalkansen windturbines (DEWI-OCC Offshore and Certification Centre GmbH, 2007)

Incidenten	Faalkans/turbine/jaar	Kans (of 1 op getal per jaar)
Instorten toren/falen fundament	$<10^{-6}$	<1 maal in 1.000.000 jaar
Naar beneden vallen gondel	$< 2{,}0x10^{-4}$	<1 maal in 20.000 jaar
Naar beneden vallen rotor	$< 2{,}0x10^{-4}$	<1 maal in 20.000 jaar
Bladbreuk/afbraak grote delen rotor	$4{,}2x10^{-4}$	1 maal in 42.000 jaar

Indien een van de genoemde incidenten optreedt betekent dit overigens nog niet dat de dijk wordt geraakt, dit is afhankelijk van windomstandigheden en valrichting van de delen die afbreken/falen. Vervolgens is het afhankelijk van het punt waar de dijk wordt geraakt of de stabiliteit van de dijk in gevaar komt.

Dijkdoorkruising
De elektriciteitskabel voor het transport van de opgewekte elektriciteit door de buitendijkse windturbine moet in, over of onder de dijk worden gelegd om aan te kunnen sluiten op het landelijke hoogspanningsnet. De kabel mag echter nooit parallel aan de dijk worden gelegd. De kabel passeert daartoe alle relevante zones van de dijk. Naar verwachting zal het noodzakelijk zijn op meerder locaties de dijk te doorkruisen afhankelijk van het aantal elektriciteitskabels dat wordt toegepast.

Figuur F.4 Optie dijkdoorkruising



Bron: Fugro, 2009

In figuur F.4 is één van de opties voor het passeren van de dijk weergegeven. Een gestuurde boring onder de dijk door waarbij het ingangspunt aan de landzijde zich in de dijk bevindt, boven het IJsselmeerpeil. Deze optie heeft de voorkeur van het waterschap Zuiderzeeland is ambtelijk aangegeven. Als bijlage F2 bij deze watertoets is een advies van Fugro gevoegd over de effecten van de dijkdoorkruising met de kabel op de stabiliteit van de dijk. De belangrijkste conclusies uit dit onderzoek zijn:

- Bij de ontgraving voor de kabel treedt, bij zorgvuldige uitvoering, geen onacceptabel tijdelijke verlaging van de veiligheid van de waterkering op;
- In de exploitatiefase leidt de aanwezigheid van de kabels in de dijk niet tot een verlaagde veiligheid als gevolg van piping;

- Er is een kleine kans op een extra kwelstroom gedurende een situatie van Matig Hoog Water (MHW), dit leidt niet tot een verlaging van de veiligheid van de waterkering.

Algemeen kan derhalve ook gesteld worden dat de HDD-gestuurde boring vanuit de dijk naar het IJsselmeer niet tot aantasting van de functies van de dijk leidt.

In het algemeen geldt dat werkzaamheden in de dijk niet worden uitgevoerd in het stormseizoen en niet gedurende situaties met hoog water.

Beheer en onderhoud
Voor het waterschap is het belangrijk dat de dijk te allen tijde toegankelijk is voor onderhoud maar ook om in het geval van calamiteiten de dijk te kunnen betreden/bereiken. Gezien de afstand van de windturbines tot de dijk wordt geen afbreuk gedaan aan de bereikbaarheid van de dijk ten gevolge van de windparken.

Gedurende slechte weersomstandigheden (storm) hoeft ook niet voor de veiligheid van het personeel gevreesd te worden in verband met afbrekende/-vallende (onder)delen van de windturbines aangezien de windturbines voldoen aan de internationale veiligheidseisen voor windturbines, de IEC 61400-1. Vanzelfsprekend worden de windturbines, mede op basis van dit certificaat, ontworpen om bestand te zijn tegen de maximale weersomstandigheden die ter plaatse kunnen optreden. Tijdens storm worden de windturbines uitgeschakeld of afgeregeld. Tegenwoordig zijn turbines daarnaast voorzien van diverse redundante veiligheidssystemen om overspeed (‘doordraaien’) van de rotor te voorkomen. Andere veiligheidsvoorzieningen zijn onder meer bliksembeveiliging en uit de wind draaien van de rotor.

Mitigerende maatregelen
Voor de effecten op het watersysteem (waterkwaliteit/-kwantiteit) en de dijk is de belangrijkste mitigerende maatregel al uitgevoerd; het opschuiven van de lijnopstelling om de afstand tot de dijk te vergroten.

Zoals aangegeven is het toepassen van een bovengronds fundament een belangrijkste mitigerende maatregel. De belangrijkste motivatie daarvoor is het voorkomen dat grote debieten grondwater moeten worden onttrokken. Dit kan effect hebben op de dijk en het lozen van dit grondwater is qua hoeveelheid en qua kwaliteit onwenselijk. Het realiseren van een bovengronds fundament is onderdeel van het meest milieuvriendelijk alternatief en heeft ook, in ieder geval voor de 5-8 megawattklasse de voorkeur.

Bijlage F1: Trillingsrisicoanalyse. Fugro, 2009
Bijlage F2: Aanbrengen kabels bij de Noordoostpolderdijk. Fugro, 2009

BIJLAGE F1:

FUGRO Ingenieursbureau B.V.

Trillingsrisicoanalyse

BIJLAGE F2:

FUGRO Ingenieursbureau B.V.

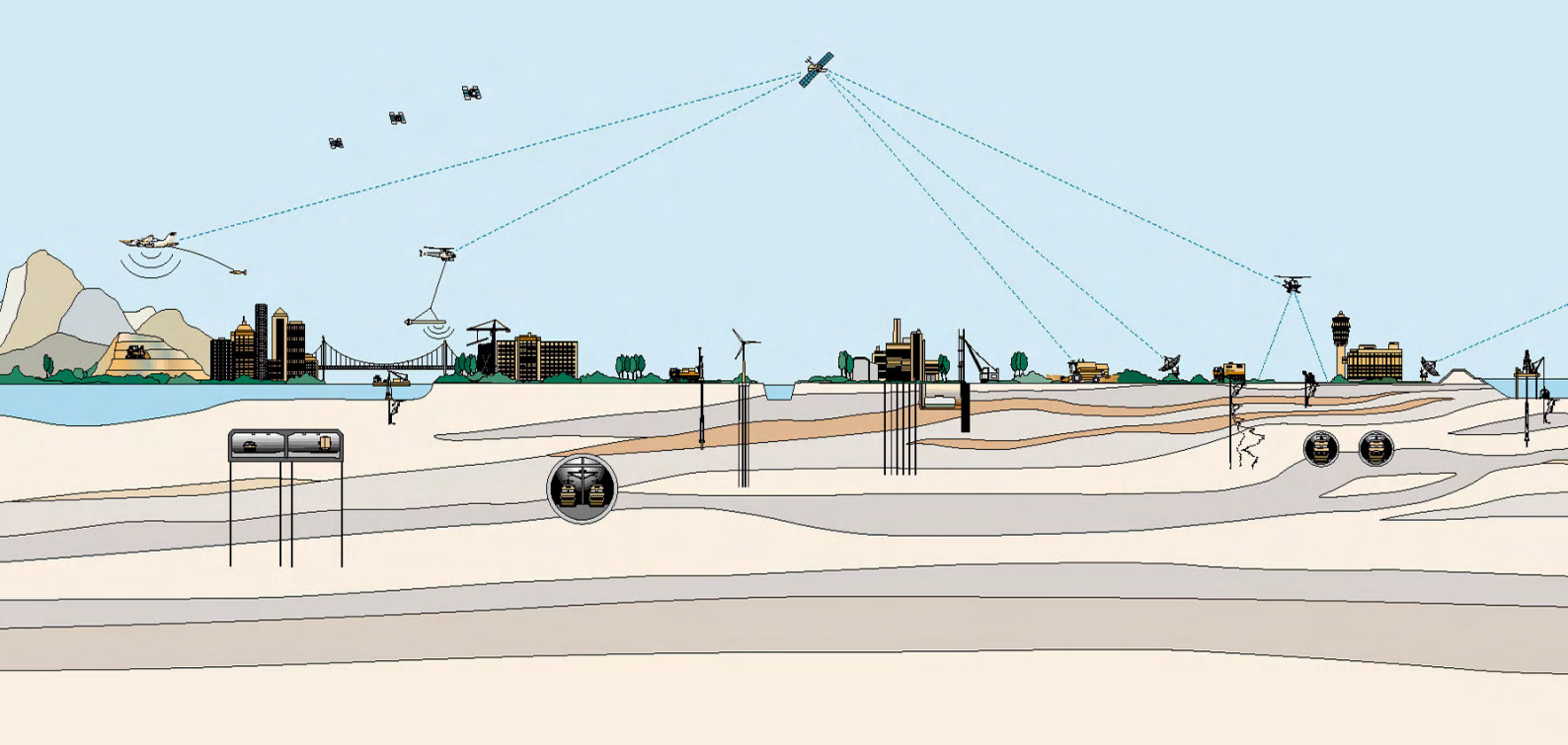
Ontheffing ten behoeve van aanbrengen van kabels bij de Noordoostpolderdijk

FUGRO INGENIEURSBUREAU B.V.
Adviesafdeling Geotechniek

RAPPORT
BETREFFENDE

TRILLINGSRISICO ANALYSE
WINDPARK NOORD OOST POLDER

Opdrachtnummer: 1009-0061-001



RAPPORT
BETREFFENDE

TRILLINGSRISICO ANALYSE
WINDPARK NOORD OOST POLDER

Opdrachtnummer: 1009-0061-001

Opdrachtgever : Ventolines
Postbus 1054
8300 BB Emmeloord

Projectleider : ir. A.J. van Seters

Opgesteld door : ir. K. Reinders
Adviseur Geotechniek

Geverifieerd door : ir. E. Gustin
Adviseur Waterbouw

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	16 juli 2009	Eerste versie	
2	11 augustus 2009	Tweede versie	
3			

1009-0061-002.R01.doc Op deze rapportage zijn de algemene voorwaarden van V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE

		Blz.
1	**INLEIDING**	**1**
2	**PROJECTOMSCHRIJVING**	**2**
2.1	Projectlocatie	2
2.2	Beschikbare informatie	3
2.3	Toetsingskader	3
2.4	Terrein –en bodemgesteldheid	3
2.5	(Grond)waterstanden en stijghoogtes	6
3	**ANALYSE TRILLINGSINVLOED**	**7**
3.1	Inleiding	7
3.2	Karakteristieken werkzaamheden	7
3.3	Modellering werkzaamheden	7
3.4	Geometrische en materiaaldemping	8
3.5	Trillingsoverdracht in ondergrond	8
4	**ANALYSE STABILITEIT WATERKERING TIJDENS HEIWERK**	**12**
4.1	Geometrie	12
4.2	Bodemopbouw	12
4.3	Grondparameters	12
4.4	Overige uitgangspunten	13
4.5	Stabiliteit (binnen-/buitenwaarts)	13
4.6	Waterspanning	14
4.7	Toetsing	15
5	**ANALYSE ZETTINGSVLOEING**	**18**
6	**ANALYSE KWELRISICO**	**20**
7	**CONCLUSIES**	**21**
7.1	Risico’s	21
7.2	Monitoring	21

BIJLAGEN

- “Toelichting Trillingsmodel”
- “Kwelrisico’s bij palen”
- MStab berekeningen

1 INLEIDING

In juni 2009 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Leidschendam van Ventolines te Emmeloord de opdracht voor het uitvoeren van een trillingsrisicoanalyse in het kader van het heien van palen voor de fundering van windturbines.

Probleemanalyse
Achter de noordelijke, westelijk en zuidelijke waterkering in de Noordoostpolder zijn windturbines gepland, verdeeld over drie windparken: Noordermeerdijk binnendijks, Westermeerdijk binnendijks en Zuidermeerdijk. In onderliggende rapportage is per windpark een tweetal scenario's beoordeeld. Een scenario waarbij een windpark zal bestaan uit windturbines van de klasse 3.0MW en een scenario waarbij een windpark zal bestaan uit windturbines van de klasse 6 – 8 MW. De windturbines worden gefundeerd op een paalfundatie. Voor de paalfundering is een geheid, grondverdringend paalsysteem voorzien. Omdat de palen geheid worden is er een mogelijk risico op schade aan de naastgelegen waterkering.

Voor de beide scenario's is de hartlijn van de windturbinemiddelpunten gelegen op een afstand van ca. 55 meter tov de teen van de kwelsloot. Verondersteld wordt dat de palen voor scenario 1 zich in een straal van ca 8 meter om het hart van de windturbine bevinden. Voor scenario 2 wordt verondersteld dat de palen zich in een straal van ca 12,5 meter om het hart van de windturbine bevinden. De dichtstbijzijnde palen ten opzichte van de teen van de kwelsloot zijn de palen voor scenario 2. De palen bevinden zich dus 55m – 12,5 m = 42,5 meter uit de teen van de kwelsloot. De meest verwijderde palen bevinden zich op 55 m + 12,5 = 67,5 m uit de teen van de kwelsloot.

Doelstelling
Het doel van de trillingsrisicoanalyse is het bepalen van de trillingsinvloed ter plaatse van de dijk. Daarnaast is het doel het evalueren van mogelijke risico op schade, hinder en/ of storing.

Dit rapport omvat een trillingsrisico analyse voor 3 locaties en een stabiliteitsberekening voor 3 locaties. Op basis van het beschikbare grondonderzoek is gekozen voor de locatie bij km 5,0 km (Noordermeerdijk), km 21,0 (Westermeerdijk) en km 34,0 (Zuidermeerdijk). Deze doorsnedes zijn representatief voor respectievelijk het dijkvak gelegen tussen km 6,0 en km 12,3, het dijkvak gelegen tussen km 13,6 en km 22,0 en het dijkvak gelegen tussen km 27,8 en km 31,0

In 1994 is door Fugro reeds grondonderzoek uitgevoerd bij deze locaties. De resultaten van dit grondonderzoek zijn gebruikt bij het opstellen van deze trillingsrisicoanalyse.

2 PROJECTOMSCHRIJVING

2.1 Projectlocatie

In figuur 2.1 is een luchtfoto van de locaties opgenomen (bron Google Earth).

Figuur 2-1: projectlocaties

De windturbines zijn landinwaarts van de dijk gelegen op ca. 55 m vanaf de teensloot. Op 3 locaties wordt een toetsing uitgevoerd. Ter plaatse van km 5,0, km 21,0 en km 34,0.

2.2 Beschikbare informatie

Door de opdrachtgever is de volgende informatie beschikbaar gesteld:
- Fugro-rapport V-1233/041, d.d. augustus 1996, Dijkversterking IJsselmeerdijk Noordoostpolder.
- Fugro rapport – Q-1528, d.d. 3 november 2000, 17 windturbines aan de Noordermeerdijk ban Creil in de Noordoostpolder.
- Tekeningen met een dwarsprofiel op km 7,5 en km 17,4.
- Mos Grondonderzoeksrapport ten behoeve van Windpark Westermeerdijk-Noord d.d. 14 september 2000.

2.3 Toetsingskader

Afhankelijk van de bodemgesteldheid van de dijk bestaat de mogelijkheid dat de trillingen kunnen leiden tot:
- Instabiliteit van de waterkering als gevolg van trillingen.
- Instabiliteit van de waterkering door wateroverspanning.
- Optreden van kwel langs de paal
- Zettingsvloeiing

Deze vier mechanismen zullen worden getoetst.

2.4 Terrein –en bodemgesteldheid

In 1996 is door Fugro Ingenieursbureau B.V. / derden ter plaatse van de windturbines grondonderzoek uitgevoerd.

Dit rapport omvat een trillingsrisico analyse voor 3 locaties en een stabiliteitsberekening voor 3 locaties. Op basis van het beschikbare grondonderzoek is gekozen voor de locatie bij km 5,0 km (Noordermeerdijk), km 21,0 (Westermeerdijk) en km 34,0 (Zuidermeerdijk).

Deze doorsnedes zijn representatief voor respectievelijk het dijkvak gelegen tussen km 6,0 en km 12,3, het dijkvak gelegen tussen km 13,6 en km 22,0 en het dijkvak gelegen tussen km 27,8 en km 31,0

Voor de trillingsrisico analyse is de bodemgesteldheid naast de dijk (polderzijde) van belang. Derhalve zijn voor de predicties de bodemgesteldheden gehanteerd zoals weergegeven in tabel 2-1 t/m 2-3.

Tabel 2-1: Globale bodemgesteldheid ter plaatse van km 5 op 33 m van de kruin (DKM 51 uit project V-1233)

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-2,8	ZAND
-3,6	ZAND, kleihoudend
-4,0	VEEN
-5,3	ZAND, matig tot vast gepakt
-9,8	VEEN
-10,3	KLEI
-10,8	ZAND
-11,6	KLEI
-12,0	ZAND
ca. -15,0	Maximaal verkende diepte

Tabel 2-2: Globale bodemgesteldheid ter plaatse van km 21,0 op 44 m van de kruin (DKM 211 uit project V-1233)

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-2,9	KLEI
-3,6	ZAND
-4,7	ZAND, kleihoudend
-6,1	VEEN, kleiig
-7,4	VEEN
-8,0	ZAND
ca. -14,0	Maximaal verkende diepte

Tabel 2-3: Globale bodemgesteldheid ter plaatse van km 34,0 op 35 m van de kruin (DKM 341 uit project V-1233)

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
-3,7	KLEI
-4,6	KLEI
-5,0	LEEM
-6,8	KLEI, humeus
-8,5	KLEI, siltig
-9,8	ZAND, matig tot vast gepakt

ca. -17,0	Maximaal verkende diepte

Uit archiefgegevens blijkt dat het maaiveld in de polder zich op ca. NAP -4,1 m bevindt.

Voor de stabiliteitsberekening is de bodemgesteldheid in de dijk van belang. Derhalve zijn voor de stabiliteitsberekeningen de bodemgesteldheden gehanteerd zoals weergegeven in tabel 2-4 t/m 2-6.

Tabel 2-4: Globale bodemgesteldheid ter plaatse van km 5 op 10 m van de kruin (DKM 53 uit project V-1233)

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
+1,5	KLEI
+1,0	ZAND
-4,2	ZAND, kleihoudend
-4,9	VEEN
-5,5	ZAND, matig tot vast gepakt
-9,7	ZAND, met kleilagen
-12,0	ZAND
ca. -15,0	Maximaal verkende diepte

Tabel 2-5: Globale bodemgesteldheid ter plaatse van km 21,0 op 25 m van de kruin (DKM 213 uit project V-1233)

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
+1,3	ZAND
-1,7	KLEI
-2,5	ZAND, siltig
-5,5	KLEI
-6,7	VEEN, kleiig
-7,4	VEEN
-8,2	ZAND
ca. -13,0	Maximaal verkende diepte

Tabel 2-6: Globale bodemgesteldheid ter plaatse van km 34,0 op 8 m van de kruin (DKM 343 uit project V-1233)

Diepte bovenkant laag in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
+1,1	ZAND
-7,5	KLEI, humeus
-8,0	KLEI, siltig
-9,75	ZAND, vast gepakt
ca. -14,5	Maximaal verkende diepte

Op basis van grondonderzoek van MOS Grondmechanica t.p.v de Westermeerdijk Noord blijkt dat het zand beneden NAP -20,0 m zeer vast gepakt is met conusweerstanden groter dan. 30 MPa.

2.5 (Grond)waterstanden en stijghoogtes

De freatische lijn is conservatief geschat op basis van uitgevoerde freatische peilbuismetingen. Deze metingen zijn afkomstig uit het rapport Fugro-rapport Q-1528

- Het buitenwaterpeil wordt tijdens de winter gehandhaafd op NAP -0,2 m
- Het freatische peil ter plaatse van de sloot is ca. NAP -4,5 m.
- De stijghoogte in de eerste watervoerende zandlaag is ca. NAP -3,5 m.
- De freatische grondwaterstand ter plaatse van de kruin is ca. NAP -2,0 m.
- Gedurende een situatie van Maatgevend Hoog Water (MHW) zal de stijghoogte in de watervoerende zandlaag ook stijgen. Over de mate van deze stijging zijn geen gegevens beschikbaar. Derhalve wordt uitgegaan van een 80% respons. Dit betekent dat de stijghoogte in het watervoerende pakket 80% reageert op de stijging van de buitenwaterstand.
- Het MHW is volgens “Hydraulische Randvoorwaarden 2006” NAP +1,4 m.

3 ANALYSE TRILLINGSINVLOED

3.1 Inleiding

Voor 3 locaties is een trillingsanalyse uitgevoerd. Ter plaatse van km 5,0 (Noordermeerdijk), km 21,0 (Westermeerdijk) en km 34,0 (Zuidermeerdijk). Voor de bodemopbouw ter plaatse van deze locaties wordt verwezen naar hoofdstuk 2.

3.2 Karakteristieken werkzaamheden

Volgens de opdrachtgever worden prefab betonpalen ⌀ 450 mm geheid.
De 3 MW windturbine heeft een funderingsblok met een afmeting van ca. 16 m x 16 m waaronder 36 palen worden geheid.
De 6 MW windturbine heeft een funderingsblok met een afmeting van ca. 25 m x 25 m waaronder 96 palen worden geheid.

Op basis van de beschikbare sonderingen wordt het paalpuntniveau op NAP -20 m aangenomen, uitgaande van een benodigde drukkracht van 1930 kN (UGT) en 380 kN trekkracht (UGT). De Fugro sonderingen zijn echter niet diep genoeg uitgevoerd. Op de beschikbare Mos sonderingen loopt de conusweerstand lokaal sterk terug op NAP -15,0 m. Derhalve kan geen precieze berekening uitgevoerd worden voor het paalpuntniveau.
Voor de zekerheid is voor de trillingsberekening uitgegaan dat de palen ca. 20 m lang zullen zijn. Indien de palen korter zijn zullen de trillingen kleiner zijn en kan er eventueel een lichter blok toegepast worden.

Er zal met een hydraulisch blok worden geheid. Verwacht wordt dat het stootrendement van het hydraulische heiblok circa 90% bedraagt. Op basis van een heianalyse met Sprenger-Potma bedraagt de bruto slagenergie ca. 125 kNm. De netto benodigde slagenergie bedraagt derhalve 112,5 kNm.

Gezien het indicatieve karakter van deze berekeningen en het detailniveau van de gegevens zijn TNO wave berekeningen in dit stadium nog niet zinvol en is een afschatting met Sprenger-Potma alsnog voldoende.

Opgemerkt wordt dat er een hoog draagvermogen gevraagd is en derhalve lange palen nodig zijn. Aangezien de palen diep in het zand zullen staan is een zwaar heiblok nodig. Bij het heien met een zwaar heiblok bestaat het risico op schade aan de paal. Dit kan eventueel verder uitgezocht worden indien er diepere sonderingen beschikbaar zijn.

Bovengenoemde aannamen zijn als uitgangspunt voor de trillingsaanalyse gehanteerd. In geval van wijzigingen in het te hanteren equipement en / of materieel, wordt aanbevolen de analyse / toetsing zonodig aan te passen.

3.3 Modellering werkzaamheden

In de bijlage “*Toelichting Trillingsmodel*” wordt nader ingegaan op de theoretische achtergrond omtrent trillingen.

De modellering en het opstellen van de trillingsrisicoanalyse vindt plaats op basis van CUR - publicatie 166 ‘*Damwandconstructies’* . In genoemde CUR - publicatie wordt

onderscheid gemaakt in verschillende bodemkarakteristieken, verschillende palen en damwandplanken alsmede in verschillende wijzen van inbrengen.

In CUR 166 wordt voor de bronintensiteit van de trillingsintensiteit een “standaard” bodemprofiel gehanteerd. Door de bronwaarden van het “standaard” profiel te correleren naar de grondcondities van de projectlocatie is met locale omstandigheden rekening gehouden. Voor de modellering van de projectlocatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemprofiel km 5,0 Maasvlakte
- Bodemprofiel km 21,0 Maasvlakte
- Bodemprofiel km 34,0 Maasvlakte

- Gemiddelde bronsnelheid u_{5m}, heien km 5,0 0,04 mm/s
- Gemiddelde bronsnelheid u_{5m}, heien km 21,0 0,04 mm/s
- Gemiddelde bronsnelheid u_{5m}, heien km 34,0 0,04 mm/s

- Variatie coëfficiënt, heien voor alle 3 locaties 0,6

In tegenstelling tot de in CUR 166 (5^e druk) gehanteerde lognormale verdeling voor de bronwaarde wordt in de analyse uitgegaan van een normale kans verdeling.

3.4 Geometrische en materiaaldemping

Tijdens de installatie van de palen wordt de omringende grond in beweging gebracht. Hierdoor ontstaan trillingen. Deze trillingen planten zich als golven door de ondergrond voort. Te onderscheiden zijn compressie-, afschuif- en Rayleigh-golven.

Op korte afstand van de trillingsbron zijn qua trillingsniveau zowel de afschuif- als Rayleighgolven van belang, op grotere afstand alleen de Rayleighgolven. De voortplantingssnelheid van de trillingsgolven in de aanwezige zandlagen bedraagt globaal 125 à 200 m/s.

De demping is in sterke mate afhankelijk van de mate waarin het grondmateriaal vervormd wordt onder invloed van de homogeniteit en de gelaagdheid van het bodemprofiel.

Heiwerkzaamheden
Tijdens het heien van de palen wordt bij een dempingsmaat van ζ = 2% uitgegaan van een dempingsconstante van circa $\alpha = 0{,}01\ m^{-1}$. Dit geldt voor alle 3 locaties.

3.5 Trillingsoverdracht in ondergrond

In tabel 3-1 is een overzicht van de waarden van de trillingssnelheid in de ondergrond als functie van de afstand gepresenteerd.

Een overzicht van de waarden van de trillingsversnelling in de ondergrond als functie van de afstand is in tabel 3-2 gepresenteerd. De versnellingen zijn bepaald bij een dominante trillingsfrequentie voor het heien van prefab betonpalen van 15 Hz.

Tabel 3-1: Trillingssnelheid als functie van afstand tot trillingsbron, heien

afstand tot werkzaamheden	E_{eff} = 112.5 kNm	
	⌀ 450 mm	
	Ondergrond	
	[mm/s]	
[m]	50%	99%
5	13.4	32.1
10	9.0	21.6
15	7.0	16.8
20	5.8	13.8
25	4.9	11.8
30	4.3	10.2
35	3.8	9.0
40	3.3	8.0
42.5	3.2	7.6
45	3.0	7.2
50	2.7	6.5
55	2.5	5.9

Afstand = afstand tussen trillingsbron en object
De 50% waarden betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van ca. 50% op overschrijding
De 99% waarden betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van ca. 1% op overschrijding

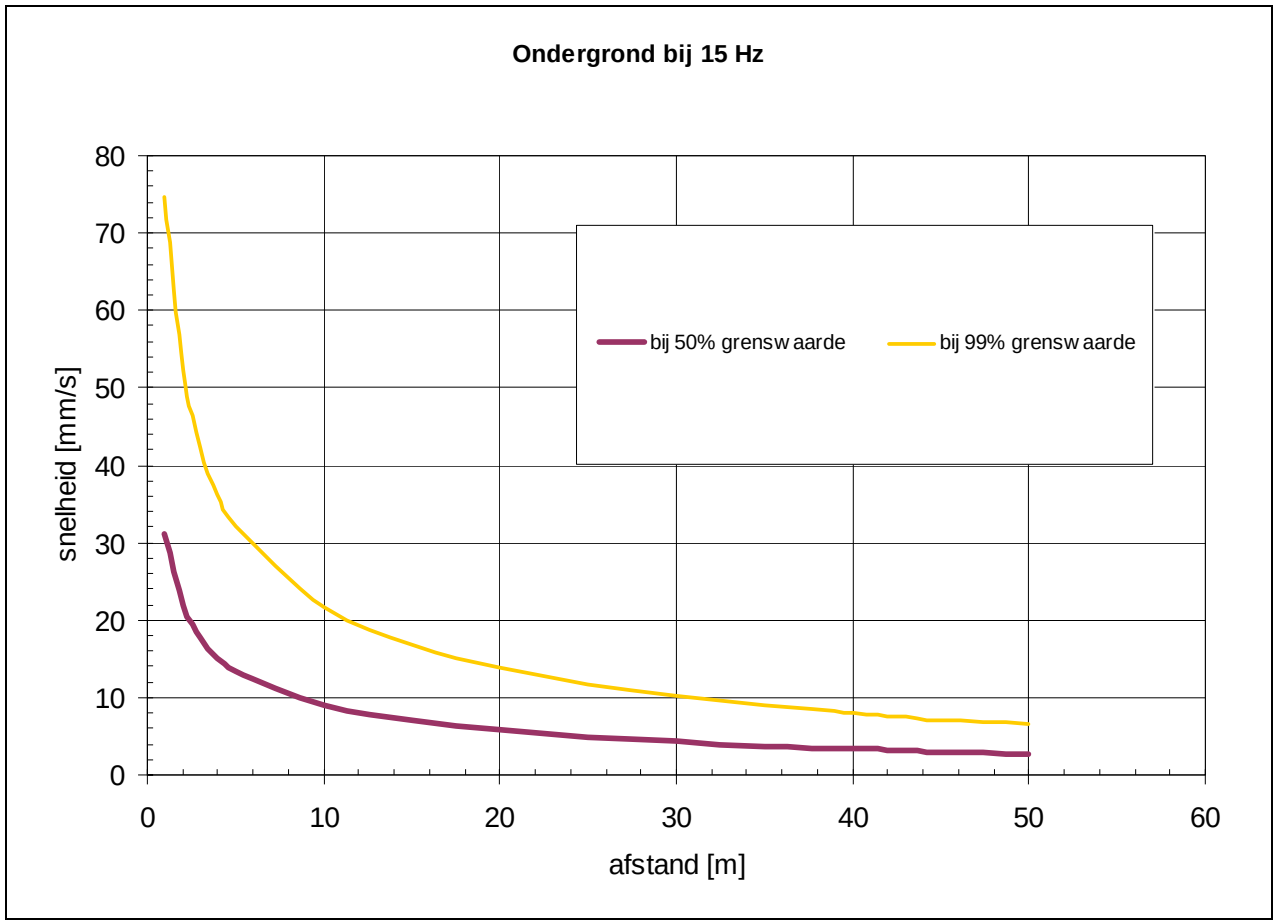
Tabel 3-2: Trillingsversnellingen als functie van afstand tot trillingsbron, heien

afstand tot werkzaamheden	E_{eff} = 112.5 kNm	
	⌀ 450 mm	
	Ondergrond	
	[m/s^2]	
[m]	50%	99%
5	1.26	3.02
10	0.85	2.03
15	0.66	1.58
20	0.54	1.30
25	0.46	1.11
30	0.40	0.96
35	0.35	0.85
40	0.32	0.75
42.5	0.30	0.71
45	0.28	0.68
50	0.25	0.61
55	0.23	0.55

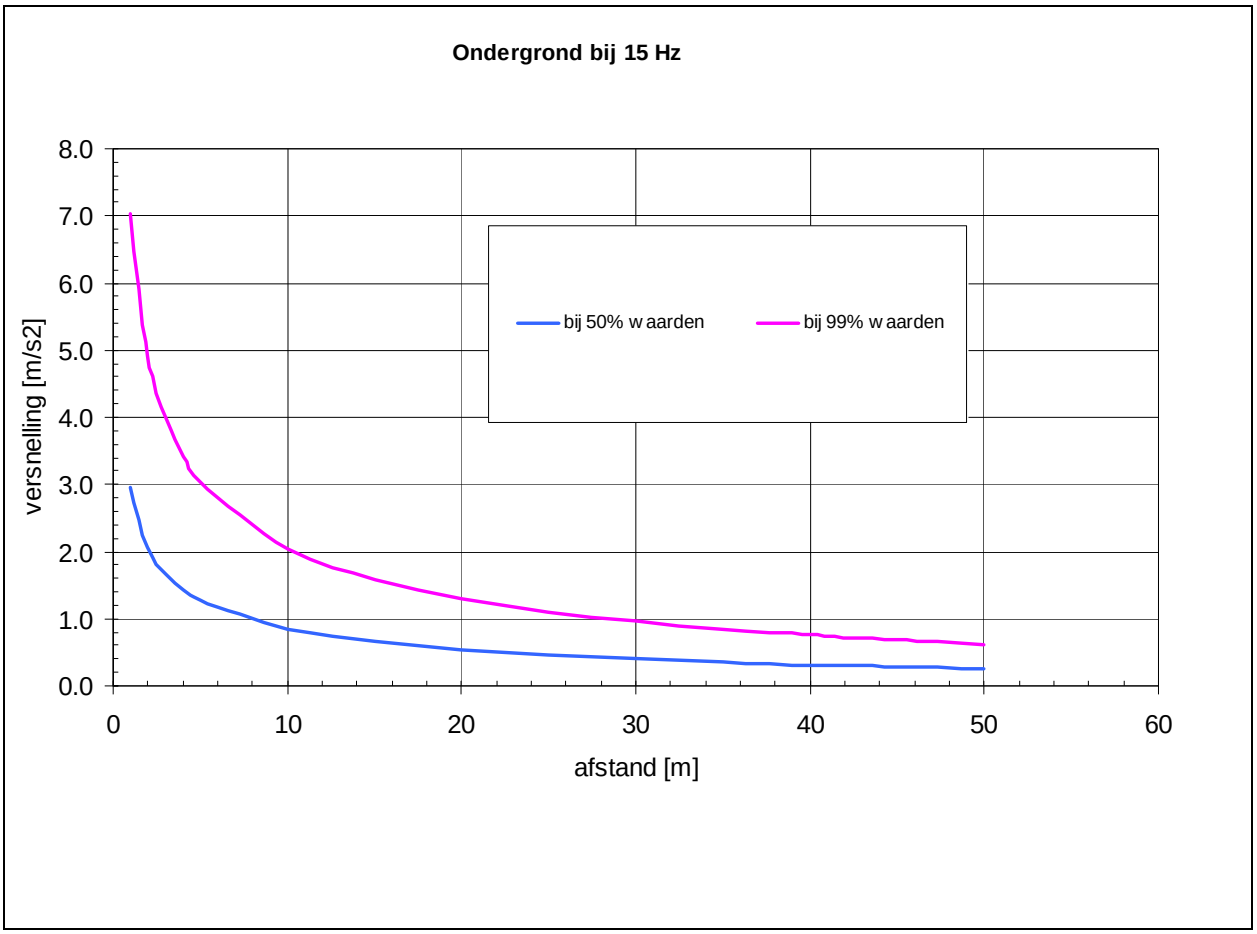
Afstand = afstand tussen trillingsbron en object
De 50% waarden betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van ca. 50% op overschrijding
De 99% waarden betreft de waarde voor de maximaal optredende trillingsintensiteit met een kans van ca. 1% op overschrijding

De trillingssnelheden en trillingsversnellingen uit tabel 3-1 en 3-2 zijn weergegeven tegen de afstand tot de paal in figuur 3-1 en 3-2.

De ingevoerde trillingsniveau's in tabel 3-1 en 3-2 zijn afgeleid van de globale trillingspredictie voor een prefab betonnen paal (⌀450 mm). Opgemerkt wordt dat de exacte configuratie van de palen in het palenveld en werkvolgorde mede van invloed zijn op werkelijk optredende trillingsniveaus en wateroverspanning.



Figuur 3-1: Prognoses trilsnelheid in de ondergrond als functie van de afstand tot de heiwerkzaamheden



Figuur 3-2: Prognoses trilversnelling in de ondergrond als functie van de afstand tot de heiwerkzaamheden

4 ANALYSE STABILITEIT WATERKERING TIJDENS HEIWERK

4.1 Geometrie

Aangenomen is dat de geometrie van de dijk ter plaatse van km 5,0 is gebaseerd op leggerprofiel KM 6,5, opgesteld door het Waterschap Zuiderzeeland, d.d. 4 augustus 2006, tekeningnummer ZBU - / 08C003.

Aangenomen is dat de geometrie van de dijk ter plaatse van km 21,0 is gebaseerd op leggerprofiel KM 17,4, opgesteld door het Waterschap Zuiderzeeland, d.d. 13 maart 2006, tekeningnummer
ZBT - / 08C002.

Er is geen dwarsprofiel beschikbaar ter plaatse van de dijk bij km 34,0. Er is enkel een schematische doorsnede aanwezig in de beschikbare Fugro rapporten. Op deze doorsnede staan geen hoogtematen. Op basis van deze schets wordt ervan uitgegaan dat het dijkprofiel ongeveer overeenkomt met de leggerprofielen van km 6,5 en km 17,4.

4.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw is geschematiseerd aan de hand van het beschikbare grondonderzoek.

4.3 Grondparameters

De schuifsterkte en volumiek gewicht van de grond is bepaald op basis van NEN6740. De rekenwaarden zijn verkregen door de representatieve waarden te delen door de materiaalfactoren conform het Addendum Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies. Deze bedragen:

- 1,0 op het volumiek gewicht;
- 1,5 op de cohesie c′;
- 1,2 op de tangens van de hoek van inwendige wrijving φ' voor zand, veen en klei.

Op basis van de resultaten van het grondonderzoek zijn sterkteparameters voor de verschillende grondlagen afgeleid, zie tabel 4-1.

Tabel 4-1: :Representatieve waarden sterkteparameters

Grondlaag	Bovenkant laag [m NAP]	γ_{sat} [kN/m^3]	c′ [kPa] Rep	c′ [kPa] Rek	φ′ [^{0}] Rep	φ′ [^{0}] Rek
Klei	Bekleding	15/15	3,0	2,0	22,5	19,0
Kraagstukken	Bekleding	24/24	0,0	0,0	35,0	30,2
Basaltzuilen	Bekleding	24/24	0,0	0,0	35,0	30,2
Zand	Dijklichaam	18/20	0,0	0,0	27,5	23,5
Keileem	Dijklichaam	19/19	2,0	1,3	20,0	16,9
zand	Niet aanwezig bij km 5,0 -4,0 bij km 21,0 -4,0 bij km 34,0	19/21	0,0	0,0	32,5	28,0
klei	Niet aanwezig bij km 5,0 -5,7 bij km 21,0 Niet aanwezig bij km 34,0	15/15	2,0	1,3	22,5	19,0
Veen	-4,0 bij km 5,0 -6,7 bij km 21,0 -7,5 bij km 34,0	11/11	3,0	2,0	15,0	12,6
Zand, matig vast gepakt	-5,5 bij km 5,0 -8,2 bij km 21,0 -9,5 bij km 34,0	19/21	0,0	0,0	32,5	28,0

Opmerkingen:
- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c′ = effectieve cohesie
- φ′ = effectieve hoek van inwendige wrijving

4.4 Overige uitgangspunten

- Voor maatgevende omstandigheden wordt conform het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies uitgegaan van een ongedraineerde bovenbelasting van 13,3 kN/m^2 over een breedte van 2,5 m.
- De stabiliteitsfactor dient bij rekenwaarden voor de grondparameters te voldoen aan F $\geq$ 1,16 binnenwaarts en 1,08 buitenwaarts.
- Gedurende de uitvoeringssituatie kan bij gebruik van rekenwaarden worden uitgegaan van een veiligheid van 0,9.
- Bezwijkmechanismen zijn doorgerekend conform het Voorschrift Toetsen op Veiligheid.
- Gedurende het gesloten seizoen of situatie van hoog water worden er geen werkzaamheden uitgevoerd op de waterkering. Eventueel openstaande ontgravingen worden gedicht.

4.5 Stabiliteit (binnen-/buitenwaarts)

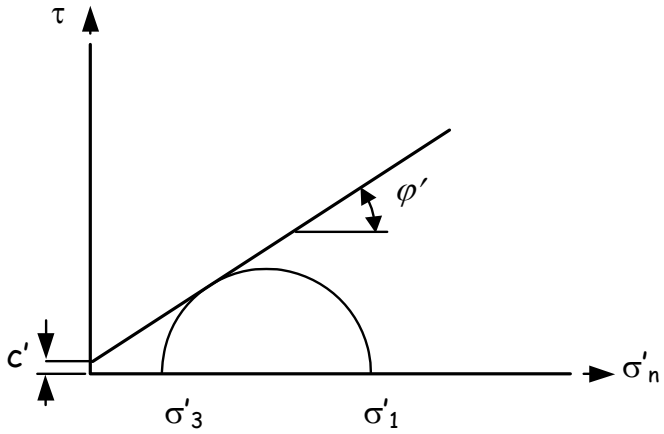
De stabiliteit is geanalyseerd door het uitvoeren van glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode Bishop met het computerprogramma MSTAB (versie 9.9). Hierbij wordt de veiligheidsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend.

De stabiliteit van het talud is afhankelijk van:
- de sterkte van de grond;

- de diepte van de ontgraving of grootte van de ophoging;
- de wateroverspanning in de ondergrond en de doorlatendheid van de ondergrond;
- de taludhelling inclusief de aanwezigheid van een eventuele steunberm;
- de aanwezigheid van een eventuele sloot of watergang bij de teen van een talud.

In de berekeningen zijn de afmetingen van de dwarsprofielen aangenomen conform de door de opdrachtgever verstrekte tekeningen.

De ondergrond is verdeeld in een aantal lagen waarbij voor iedere laag het volume gewicht en de wrijvingseigenschappen (hoek van inwendige wrijving φ' en de cohesie c′) worden opgegeven, zie figuur 4-1.

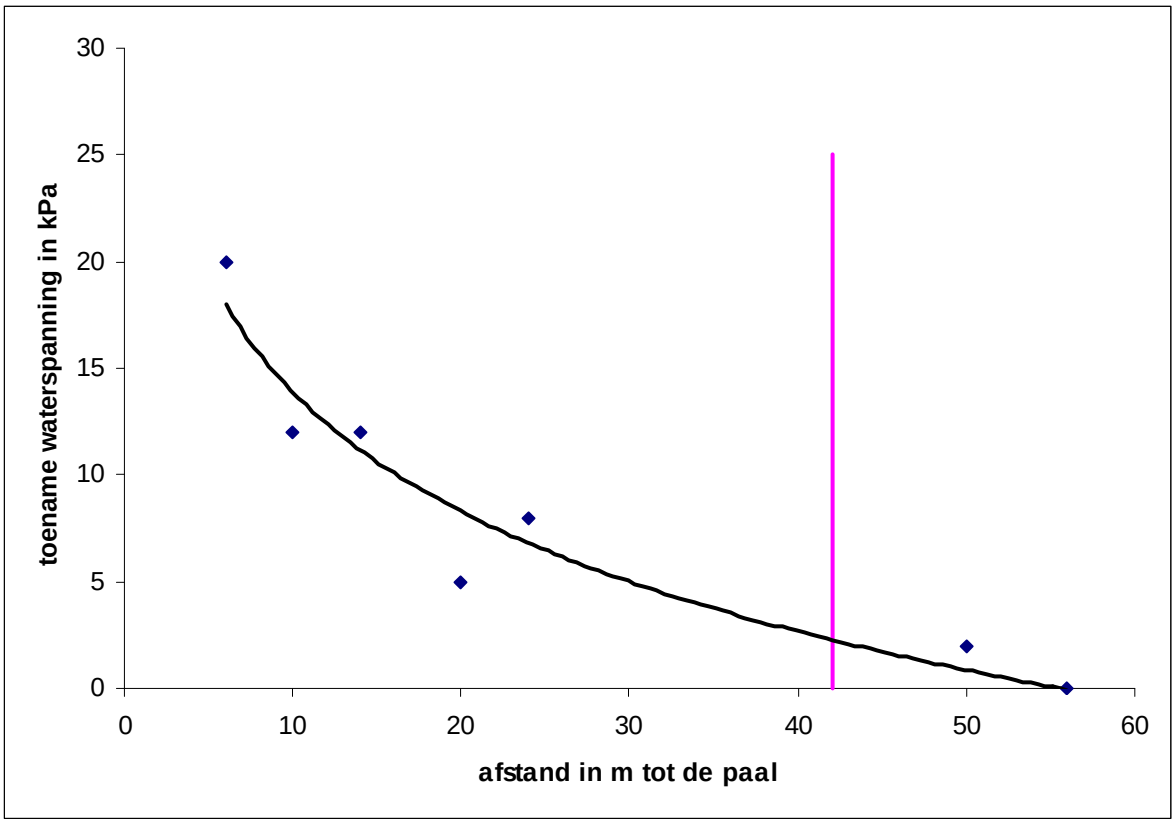


Figuur 4-1: Schuifweerstand

Voor de stabiliteitsbeschouwing binnendijks is van een situatie gedurende MHW uitgegaan. Voor de buitenwaartse stabiliteit is uitgegaan van Val na Hoog Water.
Uitgangspunt is dat het heiwerk onder “normale omstandigheden” plaatsvindt, ofwel geen extreme neerslag of een verhoogd buitenwaterpeil (t.g.v. o.a. springtij of storm).

4.6 Waterspanning

Op basis van vergelijkbare Fugro ervaringen is de generatie van waterspanning door heien weergegeven. Op een afstand van 42,5 m bedraagt de toename van de waterspanning ca. 2 kPa. Dit komt overeen met een verhoging van de grondwaterstand met 0,2 m.



4.7 Toetsing

De dichtstbijzijnde palen bevinden zich op 42,5 m uit de teen van de sloot.
De maatgevende berekende horizontale versnelling is derhalve 0,71 m/s^2 ter plaatse van de teen van de dijk. Zie tabel 3-2. Voor de verticale versnelling is uitgegaan van 50% van de horizontale versnelling.

Naast een verlaging van de stabiliteit als gevolg van trillingen is er tevens sprake van een indirect effect op de stabiliteit. Door de trillingen kunnen zich wateroverspanningen voordoen in de losgepakte fijne zandlagen. De mate van wateroverspanning is niet van te voren in te schatten.

Aangezien de onzekerheid omtrent de optredende trilversnelling en wateroverspanning onzeker is, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierbij is gevarieerd in de wateroverspanning en versnelling. In tabel 4-2 en 4-3 is weergegeven welke invloed deze hebben op de binnenwaartste (STBI) en buitenwaartse (STBU) stabiliteit van de waterkering gedurende dagelijkse omstandigheden. Tevens is ter vergelijking de stabiliteit van de huidige situatie weergegeven.

Tabel 4-2: stabiliteitsfactor beschouwde situaties voor km 5,0 tijdens heien

Situatie	STBI*	STBU*
Huidige situatie	1,22	1,26
Uitvoeringssituatie bij 1,0 m wateroverspanning**	1,22	1,26
Uitvoeringssituatie (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert.)	1,09	1,13
Uitvoeringssituatie (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert.) en 0,2 m wateroverspanning**	1,03	1,09
Grenswaarde binnendijks (trillingen; 1,2 m/s² hor., 0,6 m/s² vert.)	0,9	-
Grenswaarde buitendijks (trillingen; 1,8 m/s² hor., 0,9 m/s² vert.)	-	0,9

* Bij maatgevend hoog water
** In de zandlaag van NAP -5,0 m en dieper

Tabel 4-3: stabiliteitsfactor beschouwde situaties voor km 21,0

Situatie	STBI*	STBU*
Huidige situatie	1,14	1,22
Uitvoeringssituatie bij 1,0 m wateroverspanning**	1,14	1,22
Uitvoeringssituatie (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert.)	1,0	1,05
Uitvoeringssituatie (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert.) en 0,2 m wateroverspanning**	1,0	1,05
Grenswaarde binnendijks (trillingen; 0,85 m/s² hor., 0,42 m/s² vert.)	0,9	-
Grenswaarde buitendijks (trillingen; 1,4 m/s² hor., 0,7 m/s² vert.)	-	0,9

* Bij maatgevend hoog water
** In zandlaag van NAP -4,0 m en dieper

Tabel 4-4: stabiliteitsfactor beschouwde situaties voor km 34,0

Situatie	STBI*	STBU*
Huidige situatie	1,14	1,22
Uitvoeringssituatie bij 1,0 m wateroverspanning**	1,14	1,22
Uitvoeringssituatie (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert.)	1,0	1,05
Uitvoeringssituatie (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert.) en 0,2 m wateroverspanning**	1,0	1,05
Grenswaarde binnendijks (trillingen; 1,2 m/s² hor., 0,6 m/s² vert.)	0,9	-
Grenswaarde buitendijks (trillingen; 1,4 m/s² hor., 0,7 m/s² vert.)	-	0,9

* Bij maatgevend hoog water
** In zandlaag van NAP -4,0 m en dieper

Aangezien er geen gedetailleerde doorsnede aanwezig is t.p.v. km 34,0 is ervan uitgegaan dat het dijkprofiel bij km 34,0 overeen komt met het dijkprofiel bij km 21,0.

Opgemerkt wordt dat in het geval van kritische omstandigheden tijdens de uitvoering de situatie zich direct verbetert door het heiwerk stop te zetten. Dit gezien een directe beëindiging van trillingen en geleidelijke afname van de wateroverspanningen.

De in tabel 4-2 en 4-3 vermelde stabiliteitsfactoren hebben betrekking op relatief kleine glijvlakken, die maar 1 à 2 meters diep reiken. Diepe glijcirkels resulteren in hogere veiligheidsfactoren en zijn daarom veel minder kritisch. De veiligheid van de gehele waterkering komt derhalve niet in gevaar. Aangezien de glijcirkels telkens door droge delen van de dijk gaan wordt geen invloed verwacht op de waterspanningen.

5 ANALYSE ZETTINGSVLOEING

Naast macrostabiliteit is in deze rapportage het mechanisme zettingsvloeiing beschouwd voor locatie km 5,0, km 21,0 en km 34,0. Zettingsvloeiing kan omschreven worden als een stabiliteitsverlies in een grondmassief, bestaande uit losgepakt zand onder een relatief steile helling, waarbij de instabiliteit leidt tot de vorming van een zand-watermengsel dat afstroomt en tot rust komt onder een zeer flauw talud.

Zettingsvloeiing treedt vooral op in relatief fijn, slecht doorlatend zand, omdat het water daarin niet snel genoeg kan wegstromen. Hierdoor kan verweking van het zand ontstaan.

BUITENTALUD:
Uit de praktijk blijkt dat zettingsvloeiing niet kan worden uitgesloten als er aan de volgende voorwaarden wordt voldaan (CUR 130):

- Er vindt een activiteit plaats, die schuifspanningen initieert in de ondergrond. Aangezien er sprake is van heiwerk wordt aan deze voorwaarde voldaan.

- Het zand is fijnkorrelig, zodat waterspanningen zich kunnen opbouwen in de poriën. De opbouw van waterspanningen kan pas worden uitgesloten bij D_{50} > 210 μm.
  Er zijn geen lab testen beschikbaar dus deze voorwaarde kan niet getoetst worden.
  Verwacht wordt echter dat aan deze voorwaarde wordt voldaan.

- Het zand is bolvormig en rond en heeft daardoor een geringe interne wrijving.
  Er zijn geen lab testen beschikbaar dus deze voorwaarde kan niet getoetst worden.

- Het gemiddelde talud is steiler dan of gelijk aan 1:4 over een hoogte van minimaal 5 m en het zand heeft over een hoogtetraject van 1 tot 2 m een geringe relatieve dichtheid R_e (maat voor de pakkingsdichtheid van het zand).
  In het buitentalud bevindt zich tot een niveau van ca. NAP -4,0 een keileem koffer. Deze cohesieve lagen zullen niet verdichten als gevolg van trillingen. Derhalve kan het vloeien van het buitentalud van de waterkering worden uitgesloten. De bodem van het IJsselmeer bevindt zich op een niveau van ca. NAP -4,0. De bodem is hier vrijwel horizontaal. Er is derhalve geen kans op zettingvloeiing.

BINNENTALUD:
Uit het beschikbare grondonderzoek blijkt dat er wellicht in de kern van de dijk sprake is van losgepakt zand. Getoetst dient te worden of de pakking van dit zand zodanig los is dat er in de verzadigde zone zettingsvloeiing kan optreden. Voor de beoordeling van de zettingvloeiingsgevoeligheid is gekeken naar de gemeten conusweerstanden in relatie tot de grenswaarde van de conusweerstand, waarbij dit mechanisme kan optreden. In de literatuur “The Fundamentals of Soil Dynamics” van Braja M. Das is een grenswaarde N (SPT-waarde) gegeven voor het optreden van verweking afhankelijk van opgetreden versnellingen in de grond.

Aangezien in dit geval enkel de conusweerstand is gemeten is de correlatie volgens Lunne et al gebruikt. Volgens Lunne et al geldt de volgende relatie tussen de conusweerstand van een statische sondering en de waarde van een SPT test:

$$\frac{q_c / p_a}{N} = 4$$

Waarin
p_a= atmosferische druk = 0,1 MPa
q_c= conusweerstand van een statische sondering
N = SPT-waarde; aantal slagen/ foot van een SPT test
4 = waarde bij een gemiddelde korreldiameter D_{50} van 0,1 à 0,15 mm (zand)

Aan de hand van figuur 11.24 uit “The Fundamentals of Soil Dynamics” van Braja M. Das kan de drempelwaarde van N afgeleid worden aan de hand van een gegeven versnelling en diepte. In dit geval is de versnelling 0,71 m/s². Op een diepte van 3 m beneden maaiveld is de grenswaarde voor N = 3,5. Op een diepte van 6 m beneden maaiveld is de grenswaarde voor N = 5.

Op een diepte van 3 m beneden maaiveld is de minimaal toelaatbare conusweerstand derhalve 1,4 MPa en op 6 m beneden maaiveld is de minimaal toelaatbare conusweerstand 2 MPa.

Uit de sondeergrafieken blijkt dat de gemeten conusweerstand hoger is dan de bovengenoemde waarden. Derhalve is er geen gevaar voor zettingsvloeiing.

CONCLUSIE
Op basis van bovenstaand kan worden geconcludeerd dat er geen gevaar voor zettingsvloeiing optreedt in het buitentalud en binnentalud.

6 ANALYSE KWELRISICO

Indien gebruik wordt gemaakt van grondverdringende palen, is de kans op het ontstaan van kortsluiting van waterregimes tussen 2 watervoerende lagen met een afsluiteinde laag daarutssen nihil. Indien er geen sprake is van kortsluiting tussen 2 watervoerende lagen, is de kans op een toename van kwel zeer klein. Bijgevoegd is een overzicht van paaltypen en de bijbehorende kans op kwel en optredende trillingen.

Tijdens de gebruiksfase zal de veiligheid van de waterkering niet dalen als gevold van kwel aangezien de palen zich op 50 m bevinden.

Indien de palen onder een schoorstand aangebracht worden zal dit geen negatieve invloed hebben op de kwel.

Indien toch gebruik gemaakt wordt van grondverwijderende palen, dient meer inzicht te worden verkregen in de stijghoogte in de watervoerende zandlaag ter hoogte van de windturbines. Indien er sprake is van een relatief grote stijghoogte is er wellicht kans op kwel bij gebruik van een grondverwijderende paal.

7 CONCLUSIES

Het doel van dit onderzoek was het analyseren of en in welke mate de bouw van de windturbine een negatieve invloed heeft op de waterkering.

Op basis van de beschikbare gegevens wordt geconcludeerd dat de installatie van de fundering van de windturbine nauwelijks invloed op de dijk heeft.

7.1 Risico's

Het resultaat van de trillingsrisicoanalyse geeft inzicht in de mate van risico waarin de toetsingscriteria worden overschreden. Uit de analyses blijkt dat de overschrijdingskans kleiner is dan 1%. Derhalve wordt in de praktijk het risico aanvaardbaar klein geacht. De risico's voor de stabiliteit van de waterkering zijn nihil en kans op stagnatie van voortgang van het werk als gevolg van aspecten gerelateerd tot de waterkering is klein.

Het risico ten aanzien van zettingsvloeiing en stabiliteitsverlies van de waterkering ten gevolge van wateroverspanning kan ook worden verwaarloosd.
Het risico ten aanzien van kwel langs de paalfundering is ook verwaarloosbaar klein.

Het werken vanaf een heiplatform zal geen invloed hebben op bovengenoemde conclusies.

7.2 Monitoring

Aangeraden wordt om 1 dag bemand te monitoren ter verificatie van de berekeningen. Gedacht kan worden aan bemande trillingsmetingen op maaiveld (2 meetraaien) èn in ondergrond.
Bovendien wordt aangeraden om voor een goede/scherpe vaststelling van deze uitgangspunten extra grondonderzoek uit te voeren ter verificatie van de bodemopbouw nabij het talud / kruin van de waterkering.

		Risico in waterkeringen / losgepakt zand		
Paalsysteem	**Paalklasse / type volgens NEN 6743 / opmerkingen**	**Inschatting trillingen**	**Risico kwel uitvoering** [2]	**Risico kwel eindsituatie** [3]
Grondverdringend				
prefab beton *	geheid	--	++	++
hout *	geheid, taps toelopend	-	++	++
gesloten stalen buis *	geheid (voetplaat steekt niet meer dan 10 mm uit)	--	-/+	-/+
buispaal + uitgeheide voet	geheide stalen buispaal met uitgeheide betonvoet	--	++	++
vibropaal, geheid *	in de grond gevormd, geheid, heiend getrokken buis	--	-/+	+
vibropaal, getrild *	in de grond gevormd, geheid, trillend getrokken buis	--	-/+	+
vibro-combinatiepaal	in de grond gevormd, geheid, heiend getrokken buis	--	-/+	+
fundexpaal	in de grond gevormd, geschroefd, "**niet** trillend" getrokken buis	++	-/+	++
tubexpaal	in de grond gevormd, geschroefd (H = 0 mm)	++	-/+	++
tubexpaal met groutinjectie	in de grond gevormd, geschroefd, met groutinjectie	++	-/+	++
Bovi-paal	in de grond gevormd, geschroefd, statisch getrokken buis	+	-/+ [1]	++
Bovi-paal (standaard systeem)	in de grond gevormd, geschroefd/geheid, heiend getrokken buis	-	-/+ [1]	++
gekoppelde injectiepaal en	in de grond gevormd, geheid, met groutinjectie	-	--	+
MV paal		-/+	--	-/+
schroefinjectiepaal *	in de grond gevormd, geschroefd, met groutinjectie	++	--	+
Leeuwankerpaal		++	--	+
Groutankerpaal	groutanker op druk belast	++	+/-	++
GEWI paal enz	ontspanning tgv spoelboring teniet gedaan door hoge groutdruk	++	--	++
expanderpaal	geheid of gedrukt, puntexpansie	++	+	+
Met weinig grondverdringing				
open stalen buis *	pluggende punt s = 1,0 (plug aantonen)	--	++	+/-
	niet pluggende punt s = 0,62 (puntweerstand rand)	-	++	+/-
stalen damwand profiel *	heien	--	++	+/-
stalen H- of I-profiel	trillen	+/-	++	++
	drukken	++	++	++
verdringingsschroefpaal NGT	gedeeltelijk grondverdringend	++	-- [1]	++
DPA-paal Vroom	gedeeltelijk grondverdringend; ten minste 2,5 m penetratie in draagkrachtige zandlaag	++	-- [1]	++
Omegapaal Jacbo	gedeeltelijk grondverdringend	++	-- [1]	++
(Jac-O-paal)				
Atlas- en Delta-paal	puntw met D_{punt}, schachtwrijving met $D_{schacht}$	++	-- [1]	+
Grondverwijderend				
avegaarpaal *		++	-- [1]	+
buisschroefpaal *	avegaarpaal met holle as met grote diameter	++	-- [1]	+
verbuisde buisschroefpaal	buisschroefpaal met tijdelijke steuncasing	++	++ [1]	++
schroefcombipaal	buisschroefpaal met prefab kernelement	++	+/-	++
terra-son-paal	buisschroefpaal waarin prefab paal wordt afgesteld	++	- [1]	+
boorpaal / diepwandpaal *	met behulp van steunvloeistof (bentonietsuspensie)	++	--	+
pulspaal *	risico uitvoering: te laag waterniveau in de buis	++	--	++

Risico kwel is afhankelijk van:	--	*afraden*	*hoog risico*
a) potentiaalverschil	-	*afraden*	*matig risico*
b) grondgesteldheid	+	*geschikt*	*risico beperkt*
[2] maximaal potentiaalverschil = 4,0 m.	++	*zeer geschikt*	*weinig risico*
[3] zodra het beton tegen de gatwand ligt en kan verharden is er geen risisco meer.	1)	*bij schroefpalen e.d. afhankelijk van van werkniveau en potentiaalverschil*	

KWELRISICO'S BIJ PALEN

Modellering conform CUR 166
De modellering en het opstellen van de trillingsrisicoanalyse vindt plaats op basis van CUR - publicatie 166 '*Damwandconstructies*". In genoemde CUR - publicatie wordt onderscheid gemaakt in verschillende bodemkarakteristieken en verschillende palen en planken alsmede de verschillende wijzen van inbrengen.

Wanneer een paal of plank in een grondmassief doordringt, veroorzaakt deze langs en aan de onderzijde van de paal plastische en elastische vervormingen. Door de snelle introductie van deze vervormingen ontstaan golfverschijnselen in de grond. De plastische golfverschijnselen blijven beperkt tot een gebied rondom de paal/plankpunt met een doorsnede van ongeveer 1,5 tot 2,5 maal de equivalente paal/plankdiameter.

Voor de trillingen in de omgeving zijn alleen de elastische golven van belang. Wanneer de paal/plank enige meters diep in de grond is doorgedrongen, ontstaan trillingsgolven die zich in alle richtingen (kunnen) voortplanten. Komen deze golven aan de oppervlakte, bij een laagovergang of bij een bouwwerk, dan vindt hier reflectie en omzetting van de trillingsgolven plaats, zodat een interferentiepatroon van bodembewegingen ontstaat. Gezien de complexiteit van dit interferentiepatroon kan de bodembeweging slechts in benaderende zin beschreven worden.

De factoren die invloed hebben op de intensiteit van de trillingen die door installatie van de palen / planken aan de bodem worden afgegeven zijn:
- eigenschappen van de ondergrond;
- afmetingen van de paal/plank;
- energie / slagkracht die nodig is om de paal / plank op diepte te krijgen.

Bronsterkte
CUR 166 hanteert voor Nederland enkele karakteristieke bodemprofielen. Voor deze karakteristieke bodemprofielen is voor de verschillende wijze van inbrengen van palen en planken, een bronintensiteit gegeven op een referentie afstand van 5 m tot de bron. De bronsterkten zijn gerelateerd aan een lognormaal verdeling. In de analyse wordt gebruik gemaakt van een normale verdeling. Op basis van praktijkervaringen, waarbij prognosesmet metingen vergeleken zijn, is gebleken dat prognose waarden, waarbij een normale verdeling is gehanteerd, beter aansluit op de meetwaarden.

Voor de karakteristieke bodemprofielen zijn indicatiewaarden gegeven voor de demping, de referentiesnelheid (u_0) op 5 m en de variatiecoëfficiënt van de trillingsbron voor het in- en uitrillen van damwandplanken of het heien van stalen buispalen. Voor de meeste situaties zijn geen indicatiewaarden gegeven en dient de referentiesnelheid geschat te worden. Voor het trillingsniveau zijn het noodzakelijke inheiniveau en de grondopbouw van grotere invloed dan het paal/planktype of –lengte. Deze factoren worden in rekening gebracht.

Bepaling bronsterkte heien
De referentie trillingsintensiteit wordt bepaald met een empirische formule, welke afhankelijk is van het vermogen van het heiblok:

$$v_{o,(x=5m)} = u_0 \cdot \sqrt{\psi * E}$$

Waarin:

$v_{0(x=5m)}$	trillingsnelheid op referentieafstand van 5 meter	[mm/s];
u_0	referentie trillingsnelheid	[mm/s];
E	inhei-energieniveau	[Nm];
ψ	stootrendement	[-].

Op basis van deze relatie is de bronsterkte van de trillingssnelheid bepaald.

Bepaling bronsterkte trillen
De bronsterkte van het intrillen van stalen damwandelementen wordt bepaald met de volgende empirische relatie:

$$v_0(x = 5m) = u_0 + 0{,}002(F - 350)$$

waarin:

v_0	bronsterkte van de trillingsintensiteit op 5 m afstand van de bron	[mm/s];
u_0	referentie trillingsnelheid op 5 m afstand	[mm/s];
F	slagkracht trilblok	[kN].

Bij uittrillen wordt voor de referentiesnelheid op 5 m 1,5 maal de waarde voor intrillen gehanteerd.

Trillingsoverdracht in de ondergrond
Tijdens de installatie van de palen / planken wordt de omringende grond in beweging gebracht. Hierdoor ontstaan trillingen. Deze trillingen planten zich als golven door de ondergrond voort. Te onderscheiden zijn compressie-, afschuif- en Rayleigh-golven.

Bij compressiegolven (drukgolven) bewegen de gronddeeltjes zich in dezelfde richting als de voortplantingsrichting van de drukgolf. Ten gevolge van de afschuifgolf worden de gronddeeltjes zijdelings bewogen, loodrecht op de voortplantingsrichting van de golf. Aangezien zowel de compressie- als afschuifgolven zich bolvormig voortplanten wordt de trillingsenergie over een steeds groter volume verdeeld en zal dus vrij snel afnemen.

Ten gevolge van de afschuifgolven en compressiegolven aan het maaiveld ontstaan zogenaamde oppervlaktegolven (Rayleigh-golven). Deze golven nemen het grootste deel van de totale trillingsenergiebron op en kenmerken zich door een geringe dieptewerking, waardoor deze golven op grotere afstand van de bron nog steeds een behoorlijke trillingssterkte kunnen bezitten.

De afname van de amplitude van de golven wordt veroorzaakt door geometrische demping. Tevens vertoont de grond door inwendige wrijving een dissipatief gedrag (energieverlies) bij vervormingen, wat materiaaldemping wordt genoemd. Dit energieverlies wordt gemodelleerd door hysteretische demping.

Indien de geometrische verzwakking en de materiaaldemping worden samengenomen kan met onderstaande relatie de amplitude van een trilling op een afstand x van de bron bepaald worden:

$$v(x) = v_0 \sqrt{\frac{x_0}{x}}\, e^{-\alpha(x-x_0)}$$

Waarin:

v(x)	trillingssnelheid op afstand x van de bron	[mm/s];
v_0	bronsterkte van de trillingsintensiteit op 5 m afstand van de bron	[mm/s];
x_0	referentieafstand van 5 m tot de bron	[m];
x	afstand tot de bron	[m];
α	karakteristieke dempingsconstante ten gevolge van materiaaldemping	[m^{-1}].

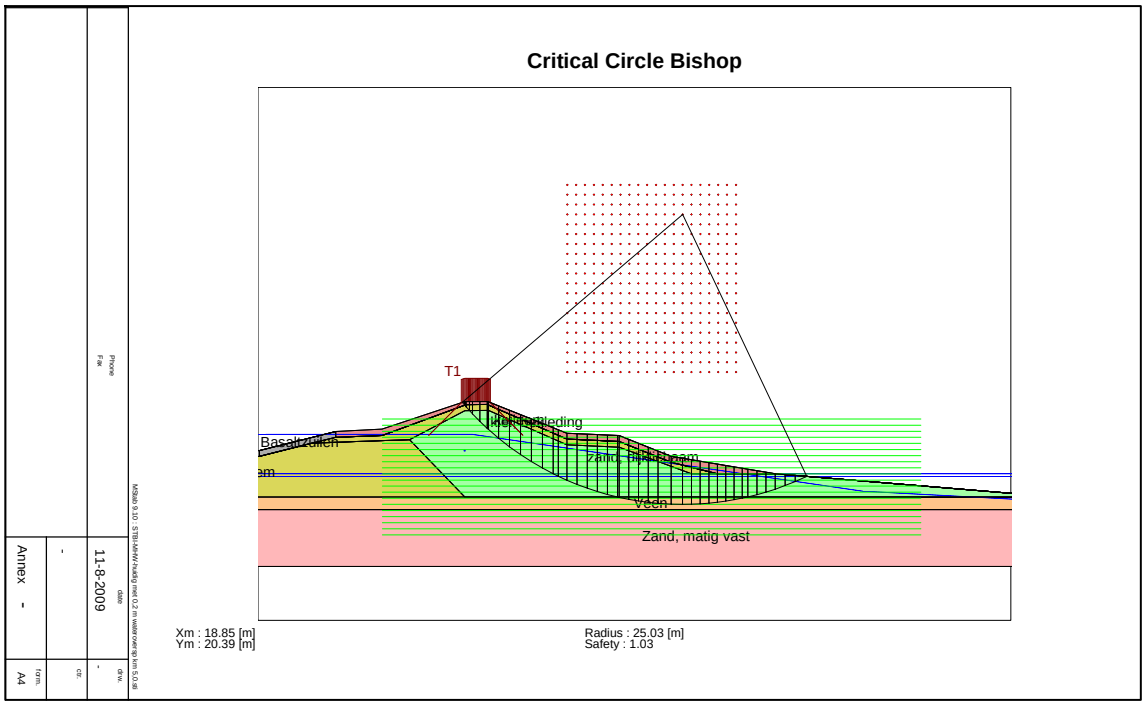
Verwijzend naar CUR-166 wordt in de tabellen een indicatieve waarde voor de dempingsconstante α gepresenteerd van 0,00 à 0,03 m^{-1}. Afhankelijk van de grootte van de golfsnelheden (oppervlakte golf) is een nadere indicatie voor de karakteristieke bodemdemping α te bepalen met:

$$\alpha = \frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \zeta}{c}$$

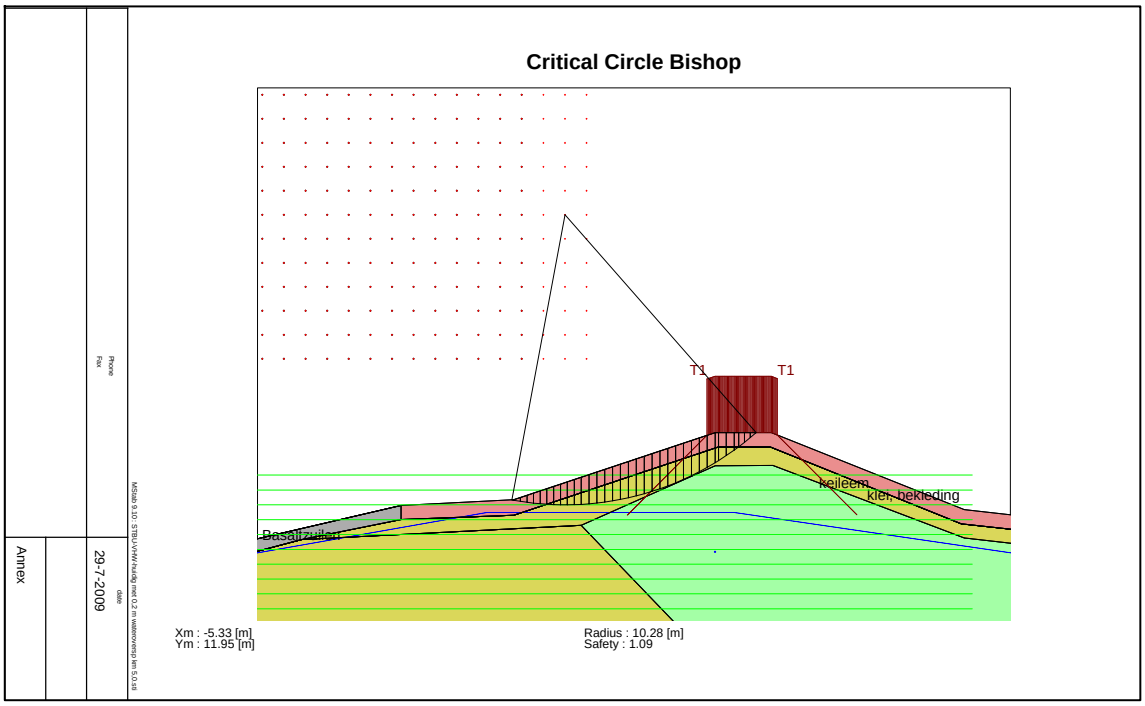
Waarin:

f	dominante frequentie	[Hz];
ζ	dempingsmaat als functie van de vervormingshoek	[-];
c	voortplantingssnelheid van de trilling in de bodem	[m/s].

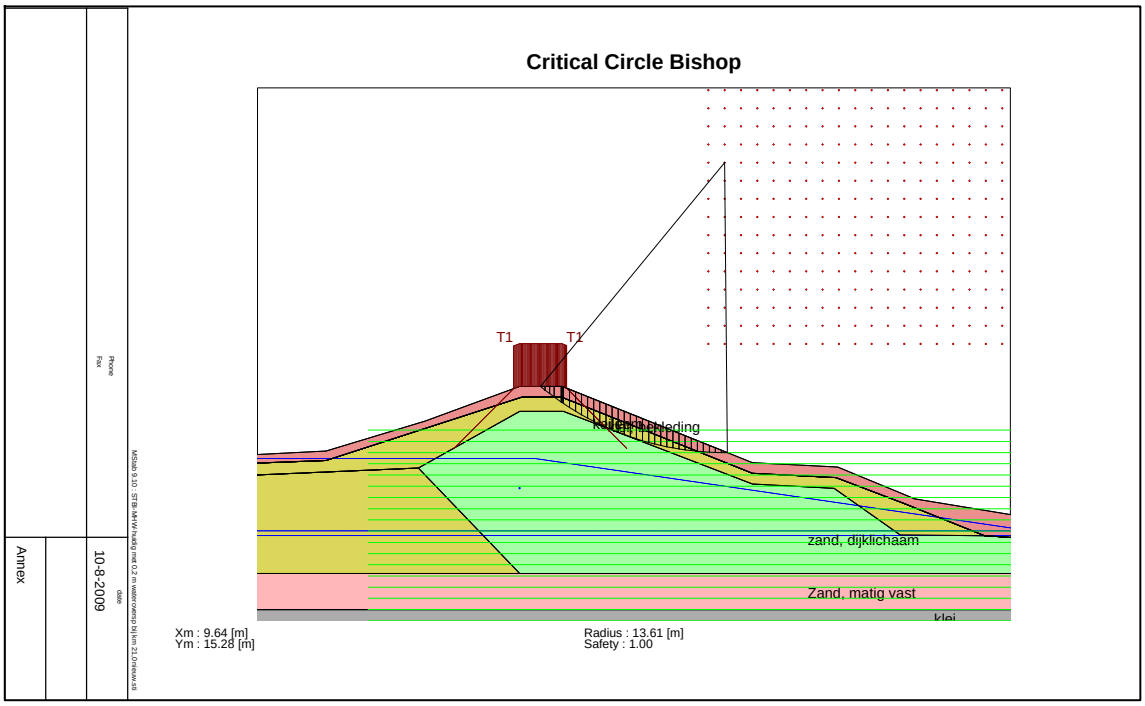
Ter indicatie zijn in CUR 166 voor zand snelheden van 100 tot 200 m/s, voor klei snelheden van 50 tot 100 m/s en voor veen snelheden van 75 tot 125 m/s aangegeven.



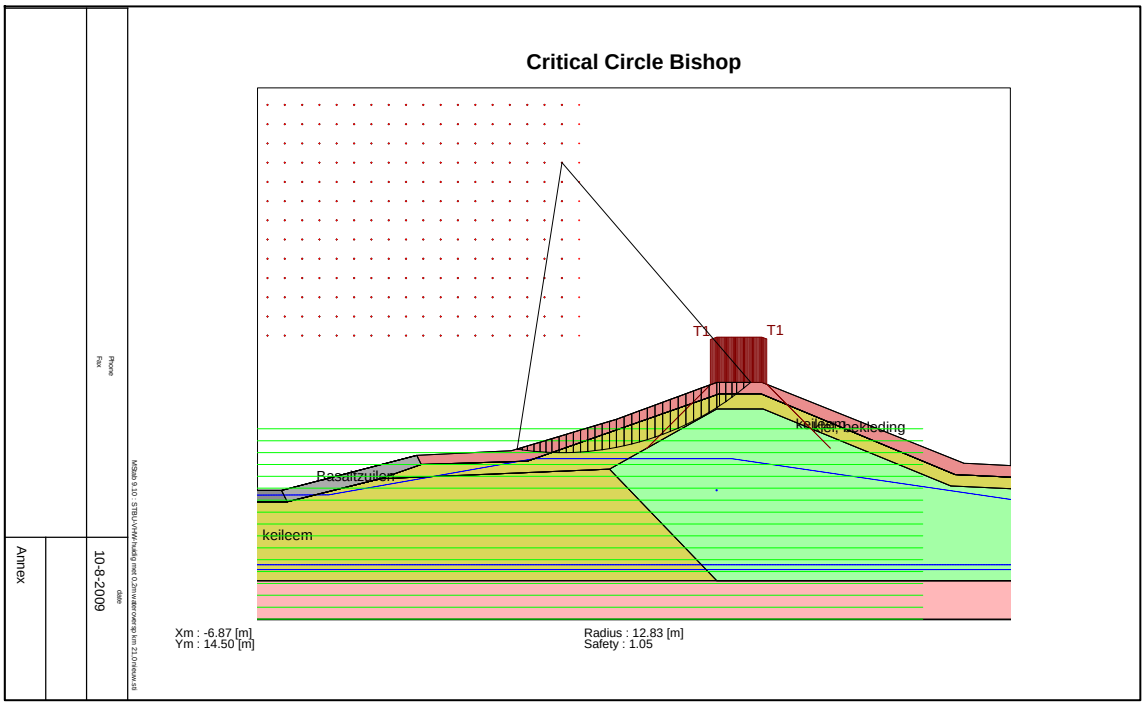
STBI bij km 5,0 (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert. en 0,2 m wateroverspanning)



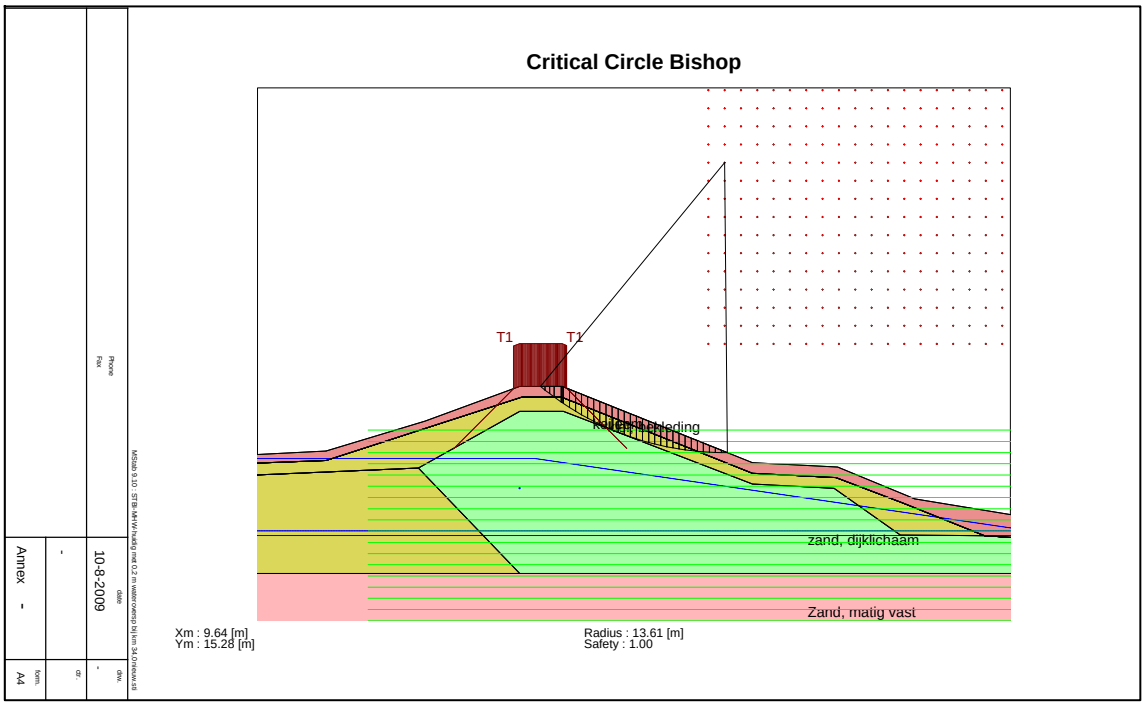
STBU bij km 5,0 (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert. en 0,2 m wateroverspanning)



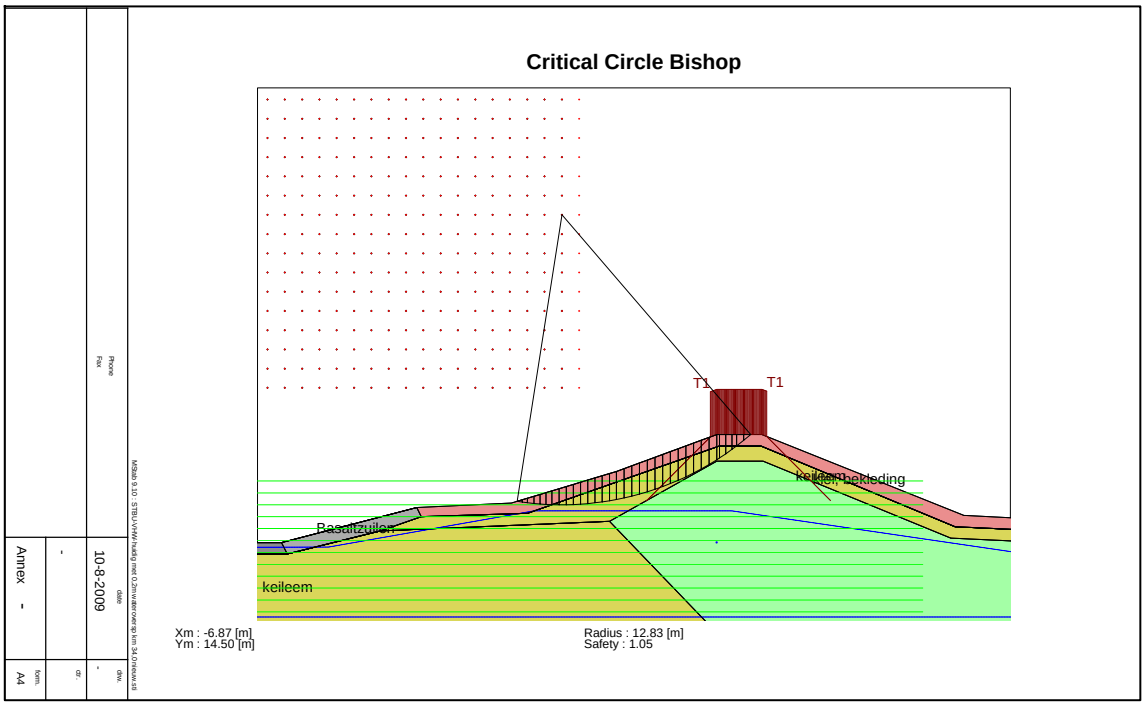
STBI bij km 21,0 (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert en 0,2 m wateroverspanning)



STBU bij km 21,0 (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert. en 0,2 m wateroverspanning)



STBI bij km 34,0 (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert en 0,2 m wateroverspanning)



STBU bij km 34,0 (trillingen; 0,71 m/s² hor., 0,35 m/s² vert. en 0,2 m wateroverspanning)

BIJLAGE G

VERSPREIDING ZOETWATERNEVEL LANGS DE IJSSELMEERDIJK

VERSPREIDING ZOETWATERNEVEL LANGS DE IJSSELMEERDIJK

Inleiding

Deze tekst bevat een beoordeling van de effecten van de plaatsing van windturbines op de verspreiding van zoetwaternevel langs de IJsselmeerdijk van de Noordoost polder. Primair wordt de verspreiding van zoetwaternevel veroorzaakt door het breken van golven op ondiep water door de afnemende waterdiepte dichtbij de dijk en het breken van golven op diepwater door de maximale steilheid van de golven. Vervolgens wordt de zoetwaternevel verspreid door de atmosfeer ten gevolge van de wind. De zoetwaternevel is van belang omdat deze nevel een omgevingsfactor is voor vochtminnende vegetatie langs de dijk. Om te komen tot een beoordeling wordt in deze notitie eerst een beschrijving gegeven van de huidige situatie. Vervolgens komt aan bod welke impact de windturbines hebben op de zoetwaternevel.

Huidige situatie

In het IJsselmeer wordt de omvang van de zoetwaternevel bepaald door zowel golfbreking op diep water als op ondiep water. Op diep water treedt er golfbreking op wanneer de steilheid van de golven (golfhoogte/golflengte verhouding) te groot wordt. Hierbij kan gedacht worden aan de schuimkoppen die te zien zijn bij forse windkracht. Daarnaast treedt golfbreking op wanneer de waterdiepte klein wordt. Dit is typisch de situatie vlak voor de dijk waarbij de invallende golven stuk slaan op het talud van de dijk. Bij zowel de situatie op diep water als de situatie op ondiep water komt er zoet water in de atmosfeer. Deze zoetwater nevel kan door de wind verspreid worden.

Uit het bovenstaande blijkt dat de zoetwaternevel bepaald wordt door de karakteristieken van de invallende golven en de lokale waterdiepte voor de IJsselmeerdijk. De golfkarakteristieken hangen af van de windsnelheid en de windrichting. De lokale waterdiepte wordt feitelijk ook bepaald door de windsnelheid en windrichting via opwaaiing of afwaaiing. Deze op- en afwaaiing komt doordat de wind een kracht uitoefent op het wateroppervlak en daarmee een scheefstand veroorzaakt in het meerpeil. De lokale waterdiepte heeft op zijn beurt weer invloed op de locatie waar breking optreedt. Zowel de variaties van de invallende golfkarakteristieken als variaties in de lokale waterdiepte zijn hieronder gekwantificeerd:

Invallende golfkarakteristieken

Met de methode van de Shore Protection Manual (US Army CERC, 1977) zijn de maximale golfhoogten te berekenen evenals de golfperioden en golflengten. Deze zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Daarbij is uitgegaan van een strijklengte van maximaal 45 kilometer. Uit de resultaten blijkt dat de significante golfhoogte varieert van circa 0,5 meter bij lage windsnelheden (Beaufort 4) tot circa 1,2 meter bij hoge windsnelheden (Beaufort 8). De bijbehorende periode varieert van tussen 3 en 5 seconde en de golflengte van 10 – 30 meter.

Tabel J.1: Maximale golflengten

Windkracht (Bft)	4	5	6	7	8
Kenmerkende windsnelheid (m/s)	6	10	12	15	20
Significante golfhoogte (m)	0.48	0.76	0.87	1.02	1.22
Significante golfperiode (s)	2.68	3.45	3.74	4.12	4.63
Significante golflengte (m)	11.1	17.5	20	23	27.4

Opwaaiing
De hoeveelheid opwaaiing, oftewel het verschil in waterstand met en zonder wind, kan als volgt berekend worden:

$$\Delta h = 4 \cdot 10^{-6} \frac{U^2}{gh} \Delta x$$

Δh : het verschil in waterstand bij geen wind en bij wind (m)
U : de windsnelheid op 10 meter boven het wateroppervlak (m/s)
g : graviteitscoefficient (= 9,81 m/s^2)
h : de waterdiepte (m)
Δx : de strijklengte (m)

Voor de Noordoostpolder is een strijklengte aangenomen van (maximaal) 45 kilometer over het IJsselmeer en een gemiddelde waterdiepte van 5 meter. In de onderstaande tabel is voor verschillende windsnelheden de berekende windopzet weergegeven, evenals het windverhang. De resultaten in de tabel laten zien dat de windopzet voor de dijk bij hogere windsnelheden wel kan oplopen tot circa 1,5 meter.

Tabel J.2 Windopzet en windverhang

Windkracht (Bft)	4	5	6	7	8
Kenmerkende windsnelheid (m/s)	6	10	12	15	20
Verhang (mm/km)	2.94	8.15	11.74	18.35	32.62
Windopzet (m)	0.13	0.37	0.53	0.83	1.47

Golfbreking
Voor de golfbreking op diep water geldt dat dit optreedt zodra de golven volgroeid zijn. Dat wil zeggen dat de wind voldoende tijd uit een bepaalde richting en met een bepaalde snelheid heeft gewaaid zodat de maximale golfhoogte is bereikt. Met name bij hogere windsnelheden is dit voor het IJsselmeer dat relatief ondiep is al snel het geval. Er kan dus vanuit gegaan worden dat in de meeste gevallen sprake is een “volgroeide” situatie, en zeker in die situaties waarbij juist veel golfbreking en dus zoetwaternevel optreedt (met name hogere windsnelheden).

Bij golfbreking op ondiep water is met name de locatie van belang. Deze kan als volgt ingeschat worden. De maximale verhouding tussen golfhoogte en waterdiepte is circa 0,5 – 0.7. Hier wordt uitgegaan van een vaste waarde van 0,6. Uit de golfkarakteristieken volgt dat bij windkracht 4 de maximale golfhoogte ongeveer 0,5 meter is en de windopzet 0,1 meter. Dit betekent dat de waterdiepte waarbij breking optreedt, dus gelijk is aan 0,5 / 0,6 = 0,8 meter en de bijbehorende bodemligging NAP -0.7 meter (= -0.8 + 0.1). Voor een windkracht 8 kan hetzelfde gedaan worden en dit resulteert in een bodemniveau van NAP -0.5 m. Omdat het talud van de dijk relatief steil is (bijvoorbeeld 1:4) betekent dit dat golfbreking (en dus de vorming van zoutnevel) heel dicht bij de dijk zal plaatsvinden (maximale orde 10 m).

Effect van windturbines

Voor de effectbepaling van de windturbines is gebruik gemaakt van onderstaande gegevens. Een windturbine met een vermogen van 3MW heeft een mastdiameter van 4,15 meter. Een windturbine met een vermogen van 5 MW heeft een diameter van 5,25 meter. Voor de afstand vanaf de dijk en de onderlinge afstand is de onderstaande tabel gehanteerd. De minimale afstand tot de dijk is 200 meter en de minimale onderlinge afstand is 360 meter.

Tabel J.3 Uitgangspunten effectbepaling Noordermeerdijk buitendijks

Alternatief	Aantal en vorm van plaatsing	Vermogen	Diameter	Afstand tot dijk	Onderlinge afstand
Noordermeerdijk buiten	18, naast elkaar	3	4.15	250	369
Noordermeerdijk buiten	14, naast elkaar	5	5.25	250	479
Noordermeerdijk buiten	14, naast elkaar	3	4.15	250	477
Noordermeerdijk buiten	13, naast elkaar	3	4.15	200	477
Noordermeerdijk buiten	12, naast elkaar	5	5.25	300	559
Noordermeerdijk buiten	11, naast elkaar	5	5.25	250	559

Tabel J.4 Uitgangspunten effectbepaling Westermeerdijk buitendijks

Westermeerdijk	46, twee rijen achter elkaar, loodrecht op kust, afstand 400 meter	3	4.15	400	360
Westermeerdijk	38, twee rijen achter elkaar, loodrecht op kust, afstand 400 meter	5	5.25	400	456
Westermeerdijk,	38, twee rijen achter elkaar, loodrecht op kust, afstand 400 meter	3	4.15	400	450
Westermeerdijk,	37, twee rijen schuin achter elkaar, loodrecht op kust, afstand 200 meter	3	4.15	200	450
Westermeerdijk,	30, twee rijen achter elkaar, loodrecht op kust, afstand 400 meter	5	5.25	400	570
Westermeerdijk,	29, twee rijen schuin achter elkaar, loodrecht op kust, afstand 300 meter	5	5.25	300	570

Uit de locatie van de windturbines volgt dat de waterdiepte ter plaatse van de windturbines 3 tot 5 meter is aan de zijde van Noordermeerdijk en 5 meter aan de zijde van de Westermeerdijk. Zoals gezegd treedt dat op in een zone dichtbij de dijk met een waterdiepte van ongeveer 1 – 2 meter. Dit betekent dat de windturbines dus buiten de zone van de golfbreking op ondiep water staan. Het brekingsproces op ondiep water wordt dus niet verstoord door de aanwezigheid van de windturbines.

Naast de locatie van golfbreking is ook de intensiteit van breking op ondiep water van belang voor de zoetwaternevel. Deze intensiteit wordt bepaald door de hoeveelheid golfenergie die voor de dijk dissipeert. Vanwege de aanwezigheid van windturbines zal de hoeveelheid golfenergie veranderen. Indien verondersteld wordt dat de doorgelaten golfenergie evenredig is

met de grootte van de openingen tussen de windturbines, geldt aangezien de golfhoogte evenredig is met de wortel uit de golfenergie de volgende formule:

$$H_d = \sqrt{\frac{b}{b + b_t}} \cdot H$$

H_d : de hoogte van de doorgelaten golf [m]

b : de breedte van de openingen [m]

b_t : de breedte van de windturbines [m]

H : de golfhoogte aan de Ijsselmeerzijde van de windturbines [m]

De minimale breedte tussen de windmolens is 360 meter voor windmolens met een vermogen van 3 MW, Voor windmolens met een vermogen van 5 MW is deze 456 meter. De mastdiameter van de windmolens is respectievelijk 4,15 meter en 5,25 meter. Indien de verhouding tussen de golfhoogte voor en achter de windturbines wordt bepaald is deze 0,99 voor beide soorten windmolens. Dit effect is dus te verwaarlozen en er kan verondersteld worden dat er geen sprake is van een reductie van de golfhoogte als gevolg van de windturbines. De lokale diffractie- en terugkaatsingsverschijnselen rond de windturbines zijn hierin niet meegenomen. Deze kunnen echter als verwaarloosbaar beschouwd worden gezien de verhouding tussen de openingen en de diameter van de windturbines.

Voor de zoetwaternevel die op diep water vrijkomt door golfbreking geldt feitelijk dezelfde argumentatie. De breedte van de windturbines is heel klein ten opzichte van de onderlinge afstand. Dat betekent dat maar een heel klein deel door de windturbines wordt opgevangen en het overgrote deel ongestoord richting de dijk getransporteerd zal worden. Ook hiervoor geldt dus dat de invloed van de windturbines verwaarloosbaar is op de totale hoeveelheid zoetwaternevel richting de dijk ten gevolge van golfbreking op diep water.

Conclusie
Het effect van het plaatsen van windturbines in het IJsselmeer langs de Noordermeerdijk en de Westermeerdijk van de Noordoostpolder op de intensiteit van de zoetwaternevel is verwaarloosbaar.

BIJLAGE H

VISUALISATIES

INHOUDSOPGAVE

H1 VISUALISATIES
H2 RAPPORTATGE TU DELFT
H3 KUNSTUITINGEN WINDPARK NOORDOOSTPOLDER
H4 VIEWSHEDS

Visualisaties

1 Toelichting op visualisaties

Visualisaties zijn een hulpmiddel om de beeldvorming en discussie omtrent (ruimtelijke) ontwikkelingen te ondersteunen. Vooral vanwege de vele meningen en interpretaties over (de gevolgen van) de plaatsing van windturbines hebben beide bevoegde gezagen (Noordoostpolder en Lemsterland) in de richtlijnen geadviseerd om visualisaties te maken.

Relevante uitspraken in de richtlijnen voor het MER

- Het MER dient visualisaties te bevatten van de visueel-ruimtelijke beleving van de windturbines in hun omgeving.
- Van ieder alternatief dienen verschillende visualisaties gemaakt te worden en van één
  alternatief ook visualisaties van kleurvarianten.
- Visualiseer in het MER niet alleen elk park afzonderlijk, maar ook alle vijf parken tegelijk. Maak daarbij ook duidelijk in hoeverre het zogeheten 'omheiningseffect' optreedt. Visualiseer, indien van toepassing, ook de situatie dat slechts een deel van de parken gerealiseerd wordt. Betrek in de visualisaties ook de bestaande parken in Oostelijk Flevoland

Gelet op het grote aantal visualisaties dat gemaakt is, is ervoor gekozen om de visualisaties op een afzonderlijke dvd-rom op te nemen, die voorin dit bijlage rapport is bijgevoegd. Met behulp van microsoft internet explorer of een ander webbrowser programma kan deze dvd worden afgespeeld. Alle visualisaties zijn tevens af te drukken vanaf deze dvd-rom.

Visualisaties

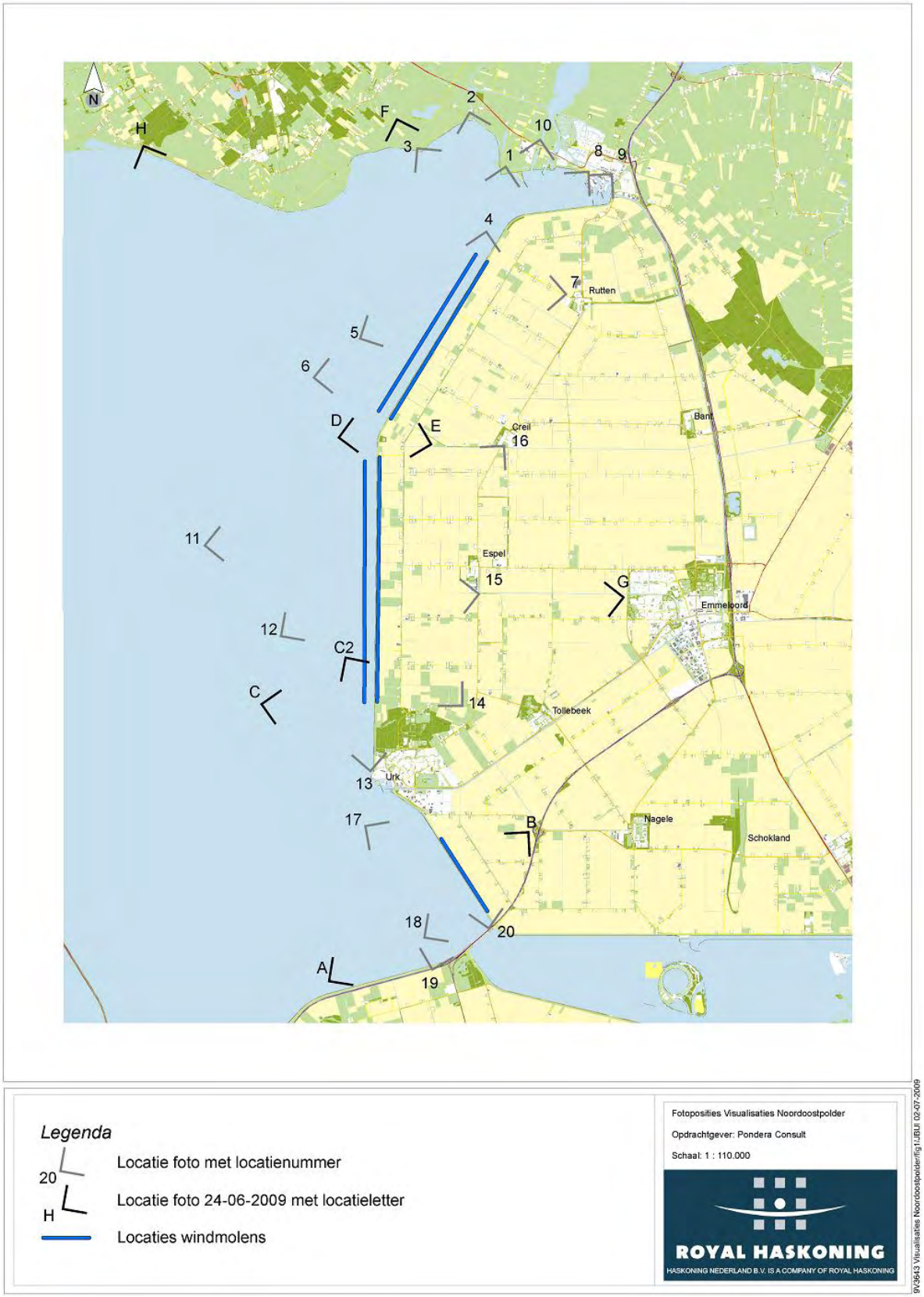
De visualisaties zijn gemaakt met behulp van het programma WindPRO. In dit pakket kunnen verschillende variabelen worden ingesteld om de visualisatie een zo hoog mogelijke realiteitswaarde te geven. Daarbij valt te denken aan de maand en tijd van de dag waarop de foto gemaakt is, de positie van de zon en de weersomstandigheden waaronder die foto gemaakt is. Door deze variabelen aan te passen is het mogelijk om het beeld te veranderen. Bij de voorliggende visualisaties is echter uitgegaan van de feiten en zijn de variabelen ingesteld uitgaande van de weersomstandigheden die zich ten tijde van het maken van de foto voordeden. Kortom, de visualisaties geven een waarheidsgetrouw beeld van de situatie die zich voor zal doen wanneer de windturbines zijn gerealiseerd.

Bij iedere visualisatie is aangegeven vanaf welke locatie de foto gemaakt is, om welk alternatief en variant het gaat, de windturbine klasse en de gehanteerde onderlinge afstand.

Omwille van de beeldvorming zijn ook enkele visualisaties gemaakt waarbij getracht is de locaties langs de verschillende dijken gezamenlijk in beeld te brengen. Gelet op de uitgestrektheid van het totale studiegebied was dat een uitdaging op zich.

In de kaart (figuur H1) is gespecificeerd vanaf welke locatie de foto gemaakt is. Foto locatie 8 bijvoorbeeld vanaf het strand bij Lemmer gemaakt. In totaal zijn vanaf zevenendertig (37) locaties foto's gemaakt.

Figuur H1: Locaties visualisatie foto's



Tabel H1: locaties

Aanduiding	Foto locatie:
1	Siebe
2	Tacozijl
3	Steile Bank
4	Het IJsselmeer ter hoogte van Friese Hoek
5	Het IJsselmeer
6	Het IJsselmeer ter hoogte van Rotterdamse Hoek
7	De westzijde van Rutten
8	Het strand bij Lemmer
9	Rijksmonument “De Lemstersluis”
10	Brug in de Plattedijk
11	Het IJsselmeer
12	Het IJsselmeer (nabij Urk)
13	Urk
14	De westzijde van Tollebeek
15	De zuidzijde van Espel
16	De zuidwest zijde van Creil
17	Het IJsselmeer (nabij Urk)
18	Het IJsselmeer ter hoogte van de Ketelbrug
19	De zuidzijde van de Ketelbrug
20	De noordzijde van de Ketelbrug
A	Snelweg A6 (richting noord-oost)
B	Snelweg A6 (richting zuid-west)
C	Het IJsselmeer voor de kust van Urk
C2	Het IJsselmeer vlakbij molenopstellingen Westermeerdijk
D	Rotterdamse Hoek vanaf het IJsselmeer
E	Rotterdams Hoek vanaf land
F	Friese Kust
G	Emmeloord
H	Mirnser Klif
I	Vuurtoren van Urk
J	Oude Raadhuis Urk
K	Wijk 2 Urk
L	Zuidrand van Urk
M	Havendam Urk
N	Vrouwtje van Urk
O	Trintelhaven
P	Westermeerweg

Tabel H2 Afstanden visualisaties locaties tot turbines (bij benadering)

Locatie	Afstand tot dichtsbijzijnde turbine opstelling bij benadering (m)
1 Siebe	1800
2 Tacozijl	3600
3 Steile Bank	3500
4 Het IJsselmeer ter hoogte van Friese Hoek	400
5 Het IJsselmeer	1500
6 Het IJsselmeer ter hoogte van Rotterdamse Hoek	2200
7 De westzijde van Rutten	2700
8 Het strand bij Lemmer	3400
9 Rijksmonument “De Lemstersluis”	4000
10 Brug in de Plattedijk	3000
11 Het IJsselmeer	4000
12 Het IJsselmeer (nabij Urk)	2500
13 Urk	2300
14 De westzijde van Tollebeek	2400
15 De zuidzijde van Espel	3400
16 De zuidwest zijde van Creil	4100
17 Het IJsselmeer (nabij Urk)	2700
18 Het IJsselmeer ter hoogte van de Ketelbrug	1900
19 De zuidzijde van de Ketelbrug	2400
A Snelweg A6 (richting noord-oost)	5500
B Snelweg A6 (richting zuid-west)	2700
C Het IJsselmeer voor de kust van Urk	2600
C2 Het IJsselmeer vlakbij molenopstellingen Westermeerdijk	400
D Rotterdamse Hoek vanaf het IJsselmeer	1600
E Rotterdams Hoek vanaf land	1700
F Friese Kust	4200
G Emmeloord	8500
H Mirnser Klif	12000
I Vuurtoren van Urk	
J Oude Raadhuis Urk	
K Wijk 2 Urk	
L Zuidrand van Urk	
M Havendam Urk	
N Vrouwtje van Urk	
O Trintelhaven	
P Westermeerweg	

Papieren versie bijlage H

De visualisaties zijn digitaal op een dvd-rom bijgevoegd, voorin dit bijlage rapport. Vanaf deze dvd-rom zijn alle visualisaties te bekijken en af te drukken. Indien gewenst kunt u een papieren versie opvragen bij Dhr. Hans Rijntalder, Pondera Consult:

Tabel H3: Informatie Pondera Consult

Informatie	Gegevens
Bedrijfsnaam	Pondera Consult B.V.
Contactpersoon	Dhr. H. Rijntalder
Postadres	Postbus 579
Postcode	7550 AN
Plaats	Hengelo
Telefoonnummer	06-22239487
E-mailadres	h.rijntalder@ponderaconsult.com

2 Toelichting op bijlage H3: Kunstuitingen

De gepresenteerde kunstuitingen in deze bijlage geven vooral een indicatie van wat er mogelijk is met de windturbineopstellingen in de Noordoostpolder. De ideeën zullen echter om uiteenlopende redenen niet allemaal haalbaar zijn en worden dan ook niet allemaal overgenomen. De initiatiefnemers hebben besloten om, in overleg met de gemeente Noordoostpolder, te kiezen voor het uitschrijven van een prijsvraag waarbij kunstenaars uit de omgeving invulling kunnen geven aan wind in de polder. Ook het plaatsen van een informatiekiosk en het opzetten van wandel- en fietsroutes rondom het grootste windmolenpark van Nederland wordt meegenomen in de ontwikkeling.

3 Toelichting op bijlage H4: Viewsheds

Naast de visualisaties is ook een zogenaamde viewshed opgesteld. Middels een model wordt berekend vanaf waar en gedurende welk percentage van het jaar de windturbines te zien zullen zijn. Hierbij wordt rekening gehouden met weersomstandigheden en obstakels. Dit wordt vervolgens met behulp van kleurcoderingen weergegeven in een figuur, de viewshed. In bijlage H4 zijn de viewsheds voor het windpark Noordoostpolder weergegeven.

Analyse visualisaties Koepel Windenergie Noordoostpolder

De Koepel Windenergie Noordoostpolder (KWN) heeft zich ten doel gesteld de betrokkenen een realistisch beeld te presenteren van het te ontwikkelen windmolen park in de Noordoostpolder. De TU Delft is gevraagd om als onafhankelijke partij op te treden en de visualisaties te onderzoeken of deze een correct beeld geven van de Noordoostpolder na de realisatie van het windmolenpark.

De visualisaties van de aangeleverde beelden zijn onderzocht en beoordeeld op een aantal aspecten:

- Hoogte van de windmolens in relatie tot de positie in het landschap op basis van de technische specificaties
- De positie van de windmolens ten opzichte van kenmerkende elementen in het landschap. Op basis van de topografische gegevens van de Topografische Dienst TU Delft, in combinatie met de camera standpunten aangeleverd door de KWN.
- De positie van de windmolens in relatie tot de positie van de camera vanuit waar het beeld is genomen.
- De weergave van afmeting van de rotorbladen in relatie tot de windmolen op basis van de technische specificaties
- De onderlinge afstand tussen de windmolens, rekening houdend met de perspectivische werking in de visualisaties.

Daarnaast is de gebruikte software voor de visualisaties, EMD International Windpro, geanalyseerd op basis van perspectivische berekeningen en inpassing in het landschap. Hierbij kan geconcludeerd worden dat de software een accuraat beeld genereert. De software wordt internationaal erkend als de standaard bij het ontwerp en de planning van windmolenparken. Daarnaast wordt de software geaccepteerd door alle grote producenten van windmolens, locale autoriteiten en ingenieurs bureaus.

Conclusie

Na analyse zijn wij tot de conclusie gekomen dat de visualisaties van de inpassing van de windmolens van de Koepel Windenergie Noordoostpolder een realistische weergave zijn van de werkelijkheid. Hierbij is specifiek gelet op de schaal ten opzichte van de omgeving.

Dr.ir. R.M.F. Stouffs
Universitair Hoofddocent / Plaatsvervangend Hoogleraar
TU Delft Faculteit Bouwkunde
Technisch Ontwerp & Informatica

R.M.F.Stouffs@tudelft.nl

tel +31 (0)15 27 81295

Julianalaan 134
2628 BL Delft

Bijgevoegd: Locatie overzicht met standpunten, vijf onderzochte beelden

Legenda

20 Locatie foto met locatienummer

Locaties windmolens

Positie 2

Positie 6

Positie 14

Positie 15

Positie 17

Windpark Noordoostpolder

Schetsvoorstellen artistieke invulling

PONDERA consult

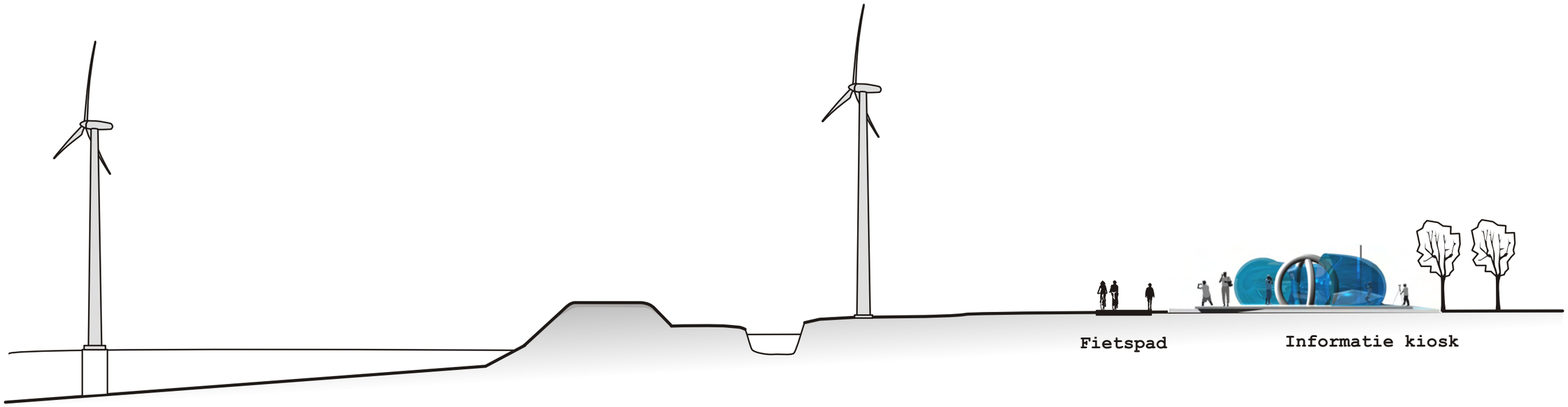
Ridderkerk, 25 augustus 2009

Mij is gevraagd door Pondera Consult om eens na te denken over een artistieke invulling omtrent Windpark Noordoostpolder.
1) Windmolens zijn grijs om minder op te vallen - des te meer vallen ze op door hun soberheid.
2) De afstand tussen windmolen en de toeschouwer blijft fysiek enorm groot. Hierdoor heeft publiek weinig en/of helemaal niets met het fenomeen windmolen.
Op volgende pagina's staan enkele geschetste ideeen die mogelijk iets kunnen toevoegen door de toeschouwer meer te betrekken bij de aanwezigheid van windmolens.

De tekeningen zijn slechts schetsen.

Christiaan van Heest

Situatieschets



Het idee is om op enkele strategische punten langs de waterlijn een paar windmolens of een groep windmolens bijzonder aan te kleden met een kleur, motief of een patroon. Hierbij zou het interessant zijn om een **Architectuur prijsvraag** uit te schrijven voor het ontwerpen van kleine kiosken. Deze kiosken zouden als uitkijkposten kunnen fungeren en mogelijk interessante informatie m.b.t. de windmolens kunnen geven. Ik denk aan bijvoorbeeld de technische uitleg hoe zo'n molen werkt. Of een digitale klok die aangeeft hoeveel Megawatt op dat moment geproduceerd wordt plus aan de actuele windsnelheid en toerental wieken. De kiosken moeten qua vormgeving zijn gerelateerd aan de vormgeving van de windmolen.

Kleuren, motieven en patronen

#1

Cirkel patroon

#2

Bloemmotief van vlinderstruik op de wieken
De as effen rood/magenta

#3

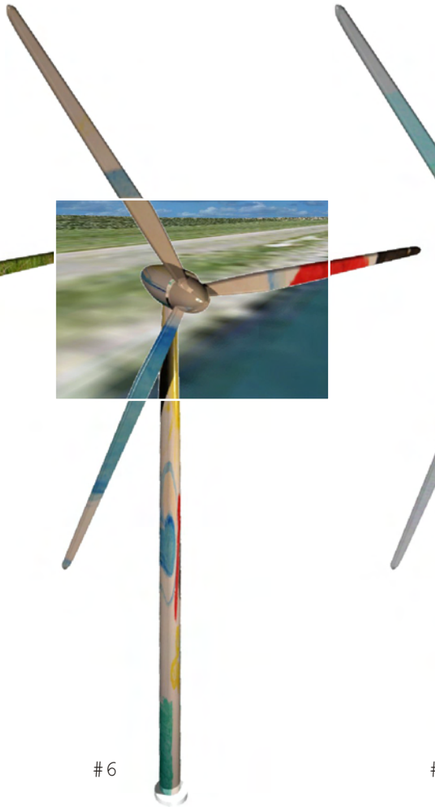
Puin bombardement Rotterdam patroon (basis zwart wit foto).

#4

Bladmotief van boom op de wieken
De as effen groen

#5

Grasmotief van op de wieken
De as effen (gras)groen



#6

Kindertekening

#7

Abstrakt kunstwerk

Door de molen een kleur of patroon te geven wordt deze al direkt veel interessanter.
Opmerkelijk is dat de vorm van de molen een versterkende werking op een kindertekening heeft maar dat terugkerend de molen daarmee mooi in het landschap op gaat.

Kleuren, motieven en patronen

Molenrij Bladmotief van
boom op de wieken
De as is effen.
De molens hebben
individueel een andere
telkens opschuivende
kleur. **Regenboogverloop**.

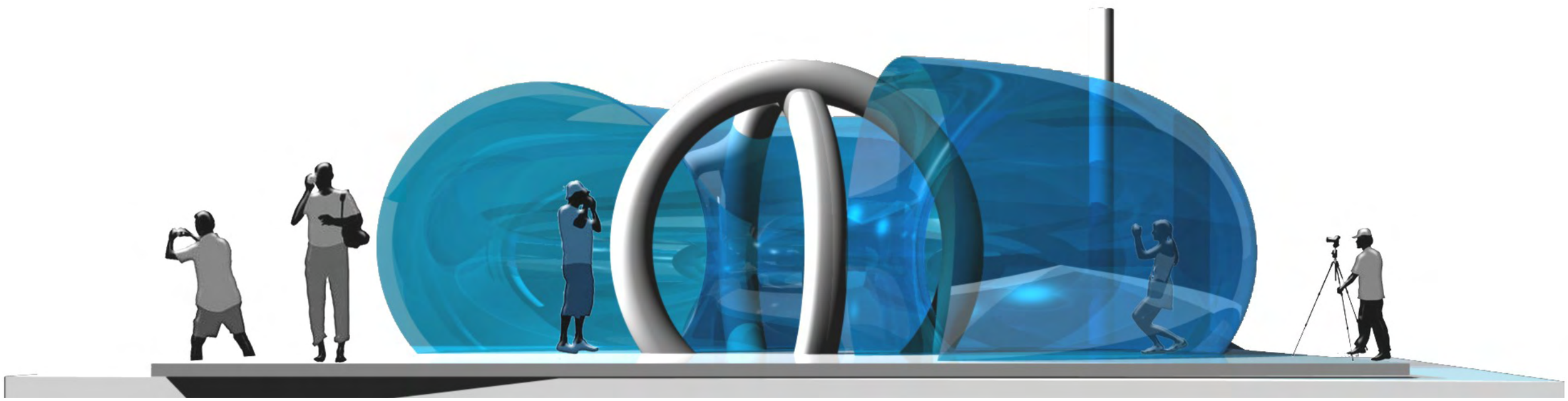
Impressie overdag

Impressie 's nachts. Door belichting op de assen komen deze vooral in het donker mooi uit.

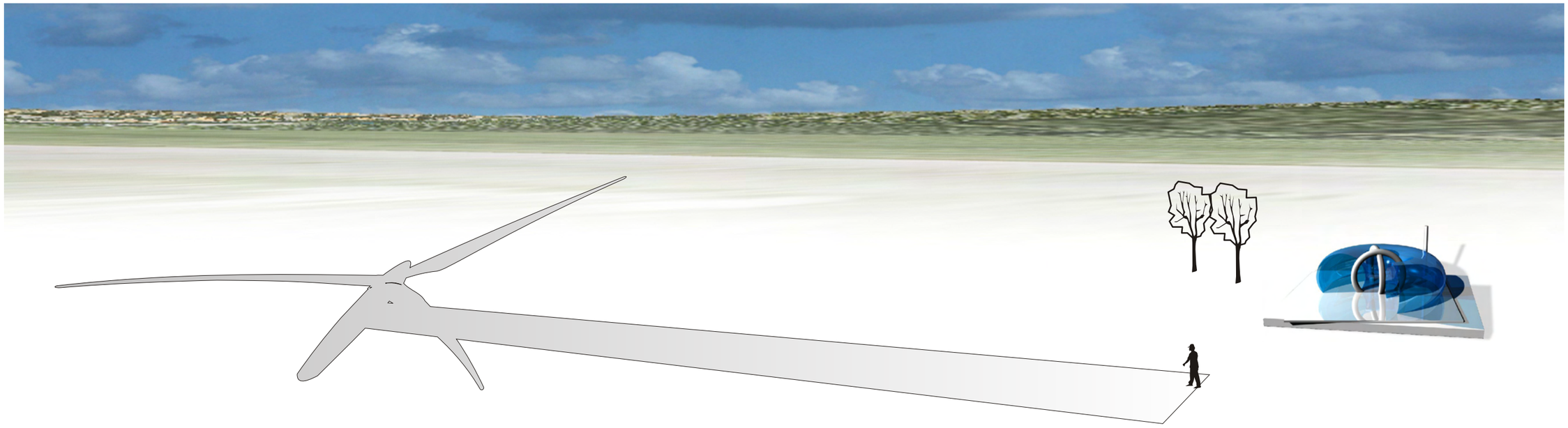
Kiosk

Architectuur prijsvraag ontwerpen van kleine kiosken.

- relatie vormgeving windmolen
- informatie over de actuele energie (monitor)
- toerental plus megawatt (digitale klokken)
- verrekijker
- geluidssimulator om het zoefend geluid van de winmolen weer te geven
- ...



Formaat beleving



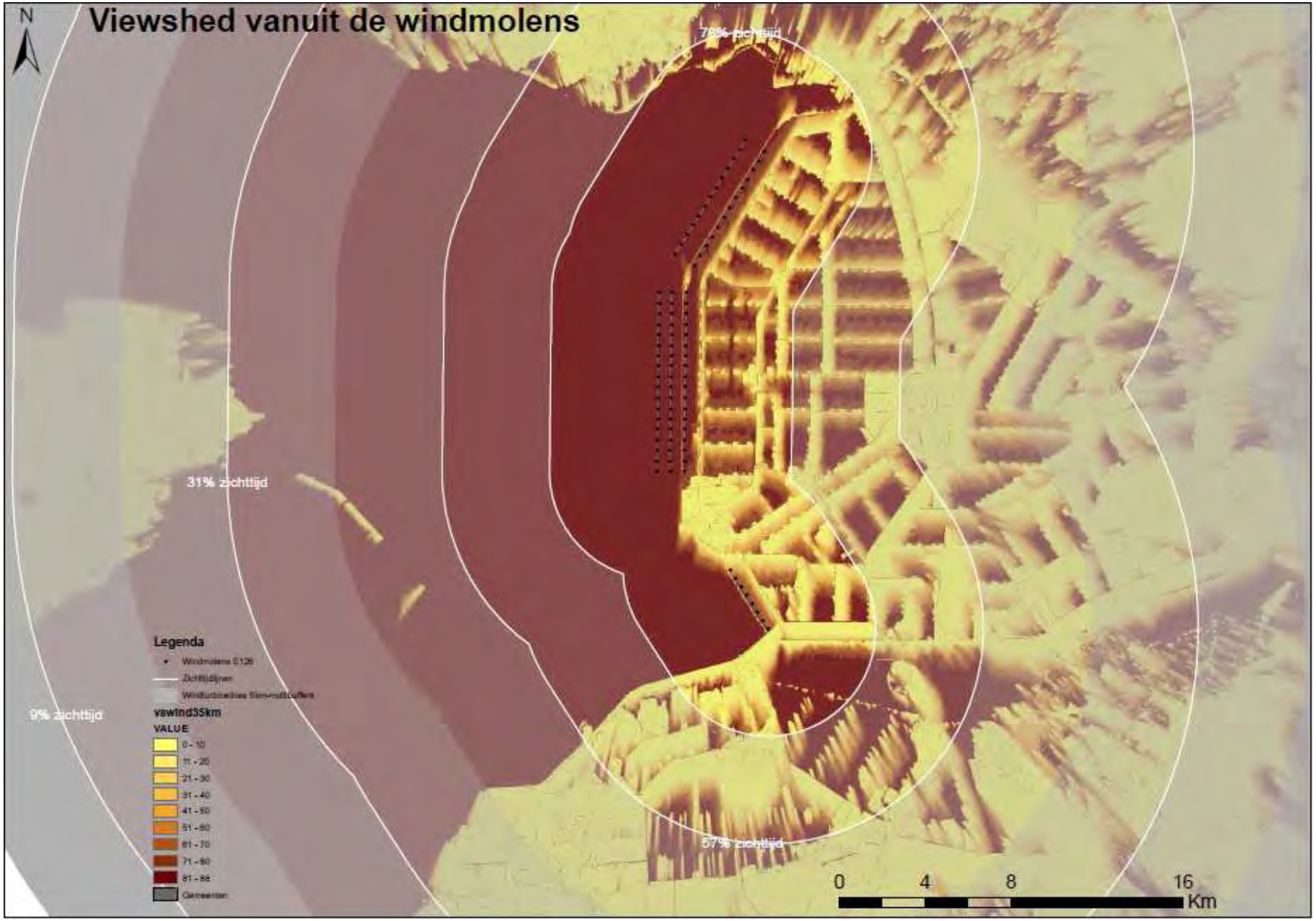
Het idee hier is om een soort grond afdruk te maken van een windmolen waarin of op men kan lopen. Hierdoor kan de toeschouwer het formaat van zo'n windmolen beter beleven.
Materialen:
- grastype
- betonpad
- omzoming met buxus beplanting
- onderdeel fietspad

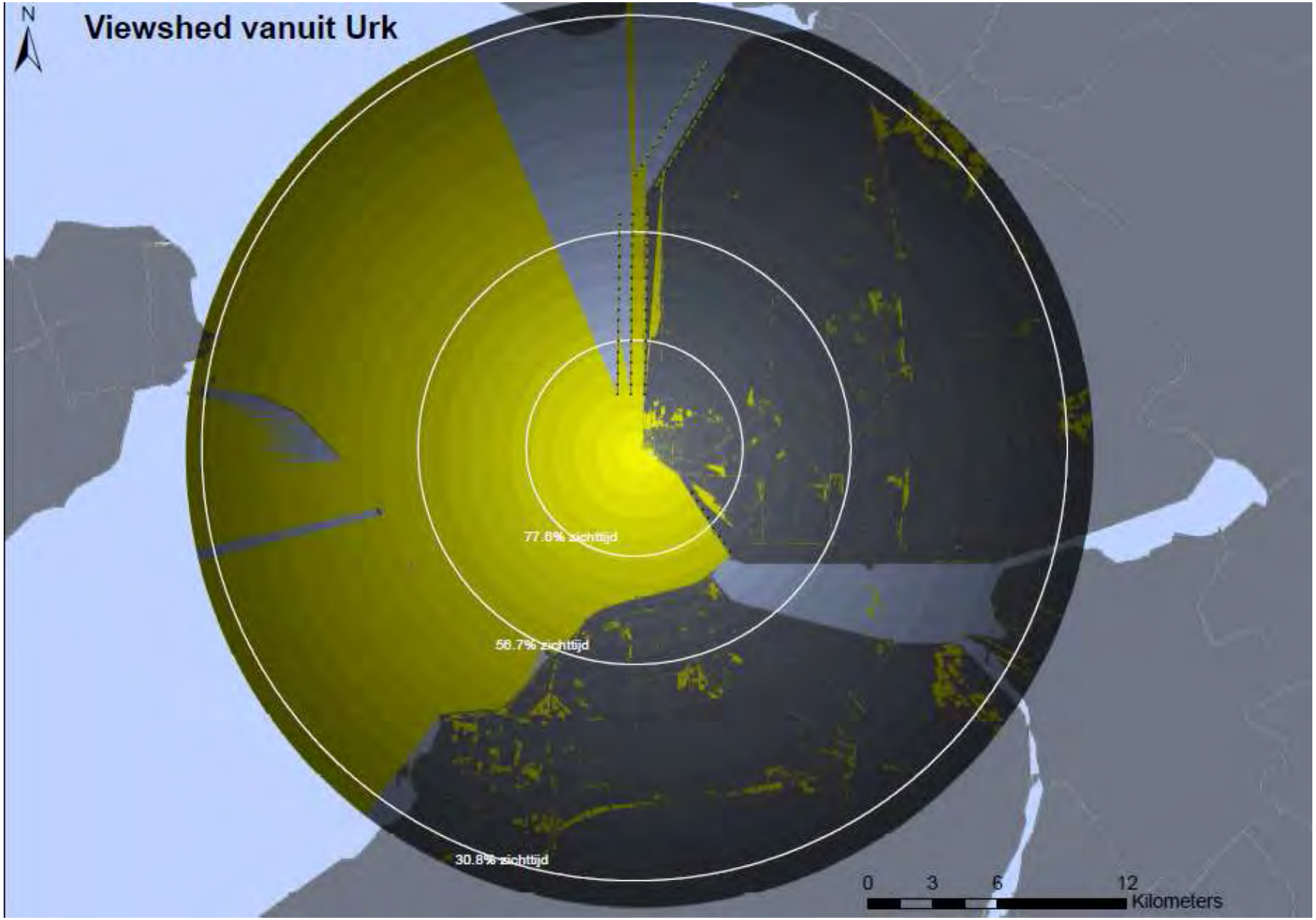
Pondera Consult B.V.
Postbus 579
7550 AN Hengelo (Ov.)

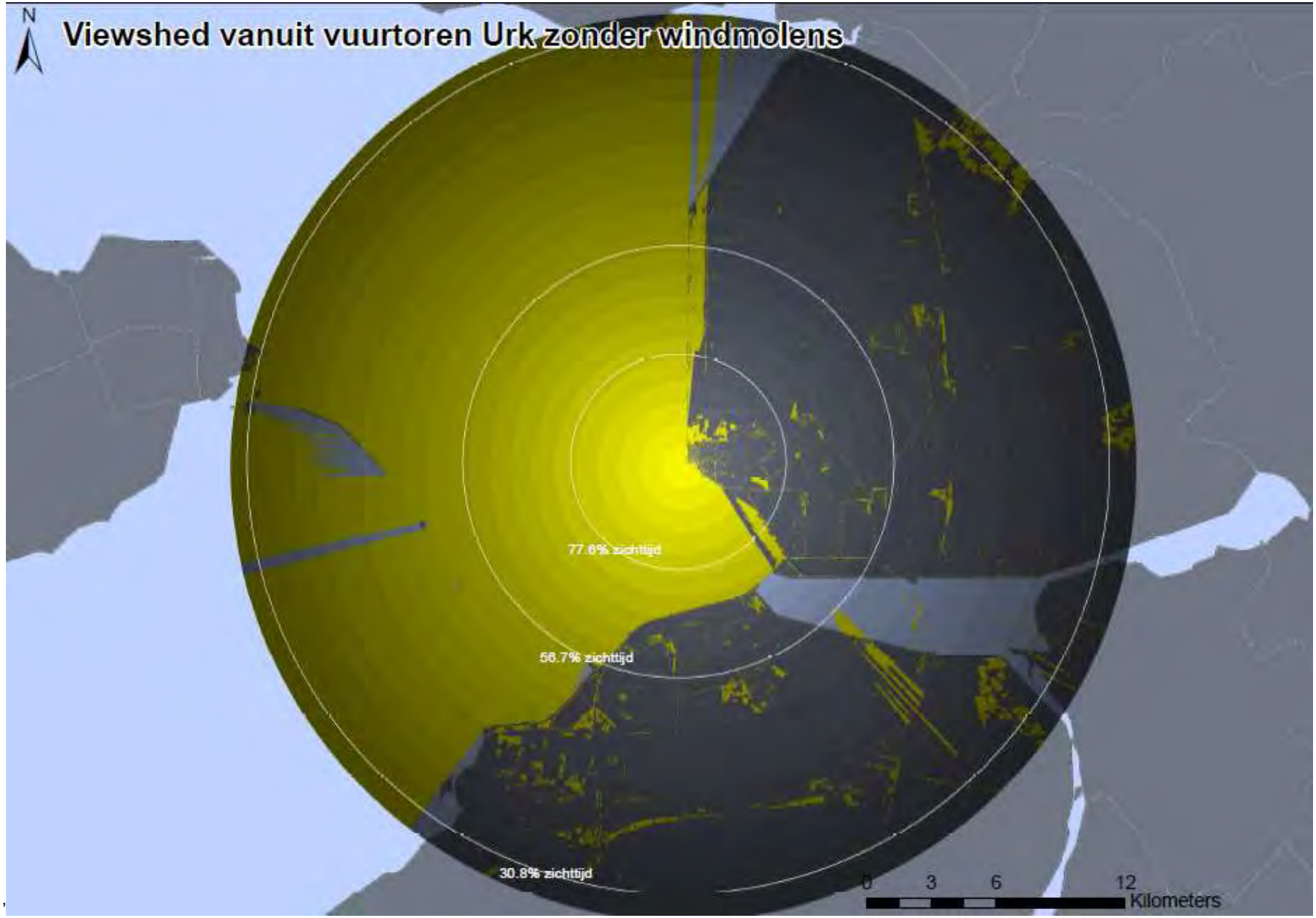
www.ponderaconsult.com

BIJLAGE H4

VIEWSHEDS WINDPARK NOORDOOSTPOLDER


Viewshed vanuit de windmolens
N
78% zichtbaar
31% zichttijd
9% zichttijd
57% zichttijd
Legenda
vawind35km
VALUE
0 - 10
11 - 20
21 - 30
31 - 40
41 - 50
51 - 60
61 - 70
71 - 80
81 - 88
0
4
8
16
Km


N
Viewshed vanuit Urk
77.8% zichtlijd
56.7% zichtlijd
30.8% zichtlijd
0
3
6
12
Kilometers


N
Viewshed vanuit vuurtoren Urk zonder windmolens
77.6% zichttijd
56.7% zichttijd
30.8% zichttijd
0
3
6
12
Kilometers

Legenda

Zichttijdlijnen

Windmolens E126

Windturbinelines 5k-multibuffers

Viewshed windmolens 35km

aantal zichtbare windmolens

1 - 10

11 - 20

21 - 30

31 - 40

41 - 50

51 - 60

61 - 70

71 - 80

81 - 88

Gemeenten

LBP|Lichtveld Buis & Partners

Windparken Noordoostpolder 480 MW

MER onderzoek geluid

Opdrachtgever	:	Koepel Windenergie Noordoostpolder
Kenmerk	:	R068291aaA0.md
Datum	:	2 oktober 2009

Auteur	:	dhr. ir. M.T. Dijkstra
		dhr. ing. J. Geleijns

Lichtveld Buis & Partners BV
Raadgevende ingenieurs
geluidbeheersing, bouwfysica, akoestiek, brandveiligheid
arbo, milieu en ruimtelijke ordening
Kelvinbaan 40 Nieuwegein
Postbus 1475 3430 BL Nieuwegein
T: +31 (0)30 231 13 77 F: +31 (0)30 234 17 54
E: lbp@lbp.nl I: www.lbp.nl

Inhoudsopgave

Verklarende woordenlijst **3**

1 Inleiding en samenvatting **4**

2 Uitgangspunten **6**

2.1 De windparken 6
2.2 De turbines 7

3 Het beoordelingskader **9**

3.1 L_{DEN} 9
3.2 Cumulatie met andere geluidbronnen 10
3.3 Overige aspecten 10

4 Berekeningen **11**

4.1 Modellering omgeving en geluidoverdracht 11
4.2 Aanpassing geluidvermogenniveaus 11
4.3 Cumulatiemethode 12

5 Rekenresultaten **14**

5.1 L_{DEN}-resultaten 14
5.2 Gecumuleerde geluidniveaus windparken 15
5.3 Geluidniveau gecumuleerd met andere geluidbronnen 16

6 Beoordeling en conclusie **18**

Bijlagen

Bijlage I Figuren
Bijlage II Overzicht posities
Bijlage III Geluidvermogenniveaus
Bijlage IV L_{den}-resultaten per windpark
Bijlage V L_{den} gecumuleerde geluidniveau alle windparken
Bijlage VI Geluidniveaus gecumuleerd met andere geluidbronnen
Bijlage VII WNC-waarden per windpark

Verklarende woordenlijst

A-gewogen Decibel [dB(A)]:	*De [dB] waarde waarbij een frequentieweging heeft plaatsgehad met een bepaalde vastgestelde curve.*
Decibel [dB]:	*De ^{10}log van een bepaalde grootheid (bijvoorbeeld geluidruk, vermogen, snelheid, etc) ten opzichte van een vastgestelde referentiewaarde.*
Etmaalperiode	*De dag-, avond- of nachtperiode:* *- dagperiode: 07.00 – 19.00 uur;* *- avondperiode:19.00 – 23.00 uur;* *- nachtperiode: 23.00 – 07.00 uur.*
Etmaalwaarde L_{etmaal} :	*De hoogste van de volgende drie waarden:* *- $L_{Ar,LT}$ over de dagperiode;* *- $L_{Ar,LT}$ over de avondperiode +5 dB;* *- $L_{Ar,LT}$ over de nachtperiode +10 dB.*
Geluid(druk)niveau [dB]:	*De ^{10}log van een bepaalde grootheid (bijvoorbeeld geluidruk, vermogen, snelheid, etc) ten opzichte van een vastgestelde referentiewaarde.*
Geluidcontouren:	*Gesloten lijnen van gelijk niveau (binnen de contour zijn de niveaus hoger, erbuiten lager).*
$L_{Ar,LT}$ [dB(A)]: Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau	*Het niveau dat per beoordelingsperiode voor elke afzonderlijke bedrijfssituatie wordt bepaald door de energetische sommatie van de afzonderlijke langtijdgemiddelde deelbeoordelingsniveaus $L_{Ari,LT}$. Uitgangspunt voor de bepaling van laatstgenoemde is het gestandaardiseerde immissieniveau L_i in dB(A). Per etmaalperiode en per relevante bedrijfstoestand moeten hierop correcties worden toegepast.*
L_{dag} , L_{avond} ,L_{nacht} :	*Beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ voor respectievelijk de dag-, avond-, nachtperiode (de p van geluiddruk komt veelal te vervallen in deze aanduidingen).*
L_{den} [dB]	*Jaargemiddelde, A-gewogen, dosismaat bepaald door het L_{dag}, L_{avond} +5 dB, en L_{nacht} +10 dB tijdgewogen te middelen.*
L_p	*L staat voor "level" ofwel "niveau"; L_p staat voor geluiddrukniveau (vaak afgekort tot "geluidniveau"); dit niveau wordt bepaald door $20*^{10}\log(p/p_0)$, waarbij p_0 de referentiedruk is met een waarde van $2*10^{-5}$ [Pa].*
L_w/L_{wr} [dB/dB(A)]: Geluidvermogenniveau of bronsterkte	*L_w is het geluidvermogenniveau van de geluidbron in dB of dB(A);* *L_{wr} is het immissierelevante geluidvermogenniveau van de geluidbron, met andere woorden: "voor zover relevant voor het te beschouwen immissiepunt".*
Windsnelheidsprofiel:	*De mate waarin de windsnelheid toeneemt als functie van de hoogte tot het maaiveld.*

1 Inleiding en samenvatting

In opdracht van Koepel Windenergie Noordoostpolder, contactpersoon dhr. H. Rijntalder, is onderzocht door middel van geluidprognoses wat de akoestische invloed zal zijn op de fysieke leefomgeving van de realisatie van een vijftal windparken in de Noordoostpolder. Dit ten behoeve van de milieueffectrapportage (MER). Het doel van het voorliggende onderzoek is om de besluitvormers op een heldere wijze te informeren over deze invloed, waarbij ook de eventuele alternatieven meegenomen zijn. Zo kan het geluidaspect op een juiste wijze meegewogen worden bij de aanstaande besluitvorming ten aanzien van de geplande windparken.

De beoordeling van de geluidimmissie van een windpark kan op meerdere manieren plaatsvinden. In het kader van de Wet milieubeheer dient het geluidniveau per windpark onderzocht en getoetst te worden aan de daarvoor te stellen normen. Bij de beoordeling van de geluidniveaus bij woningen zijn alle woningen als woningen van derden beschouwd. In de praktijk zal een groot deel van de woningen als bedrijfswoning kunnen worden beschouwd aangezien deze bewoond worden of eigendom zijn van initiatiefnemers. Bij de normstelling is aansluiting gezocht bij de naar verwachting op 1 januari 2010 van kracht wordende geluidnorm gebaseerd op de jaargemiddelde L_{den}-waarde. Ter vergelijking zijn in bijlage VII de WNC-waarden conform de huidige normstelling voor windturbinegeluid opgenomen. In het kader van de procedures binnen de Wet ruimtelijke ordening is ook het gecumuleerde geluidniveau van alle windparken samen en gecumuleerd met andere geluidbronnen (met name verkeer) onderzocht.

Uit de berekeningen blijkt dat de naar verwachting per 1 januari 2010 geldende norm van 47 dB L_{den} met hoogstens 1 dB wordt overschreden. Voor elk park voldoet ten minste één variant aan 47 dB L_{den}-waarde. De overschrijding is derhalve te voorkomen door een variant te kiezen waarbij geen overschrijding optreedt, maar kan ook worden voorkomen door de geluidemissie van een deel van de turbines te beperken door een ‘noisemode’ in te stellen. De door de fabrikant in te stellen noisemode beperkt dan de geluidemissie, maar dit gaat ook ten koste van de opbrengst.

Uit de berekening van de cumulatie met andere geluidbronnen en de beoordeling van de milieukwaliteit geluid volgens de Miedema-methode is vastgesteld dat de hoogste MKM-waarde bij woningen waar de windparken als akoestisch relevant te beschouwen zijn, 58 dB(A) bedraagt in de maximale variant en 55 dB(A) in de minimale variant. Voor ruim 100 woningen (o.a. Westermeerweg 7- 59 oneven en Noordermeerweg 1 – 41 oneven) kan de akoestische omgeving dan als ‘matig’ worden aangemerkt bij de maximale variant en als ‘redelijk’ bij de minimale variant. In de situatie zonder windturbines is de akoestisch omgeving ‘goed’. Hierbij is echter geen rekening gehouden met lokaal verkeer, (agrarische) bedrijvigheid, gebouwinstallaties en de windsnelheidsinvloeden op het achtergrondgeluidniveau. Indien hier ook rekening mee zou worden gehouden, is het verschil van de akoestische kwaliteit van de omgeving met en zonder windparken minder groot.

Opgemerkt wordt dat het berekende, gecumuleerde niveau een worst-case benadering is aangezien een hypothetische situatie wordt doorgerekend waarbij voor iedere woning meewind optreedt vanuit iedere windturbine.

Tot slot wordt opgemerkt dat in bijzondere gevallen de nu vanuit een worse-case benadering berekende, minimale overschrijdingen van de nieuwe L_{den} norm van 47 dB kunnen worden 'opgelost' door gevelmaatregelen bij de woningen te treffen in plaats van de voorgestelde bronmaatregelen bij de turbines. In dat geval zou op bepaalde woningen een hogere geluid-norm worden gesteld in samenhang met een aanpassing/verbetering van de gevelisolatie (incl. suskasten e.d.). Daarvoor zou dan wel toestemming vooraf van de betreffende bewoners wenselijk en noodzakelijk zijn.

2 Uitgangspunten

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de uitgangspunten die bij het voorliggende geluidonderzoek gehanteerd zijn.

2.1 De windparken

Dit onderzoek richt zich op de plaatsing van een vijftal windturbine parken in de Noordoostpolder. De windturbines zullen per park in een lijnopstelling geplaatst worden aan de Noordermeerdijk, Westermeerdijk en Zuidermeerdijk. Het totale geïnstalleerde vermogen van de vijf parken zal ongeveer 480 MW bedragen.

Het onderzoek betreft de volgende vijf windparken:
- Westermeerdijk buitendijks;
- Noordermeerdijk buitendijks;
- Westermeerdijk binnendijks;
- Noordermeerdijk binnendijks;
- Zuidermeerdijk binnendijks.

In figuur I.1 in bijlage I zijn de locaties van de windparken weergegeven.

Per park zijn verschillende varianten doorgerekend. De coördinaten van de windturbines zijn per park en variant opgenomen in bijlage II. Varianten met een tussenafstand van vier keer de rotordiameter (4D) en vijf keer de rotordiameter (5D) zijn doorgerekend.

In tabel 2.1 en 2.2 zijn alle beschouwde windparken samengevat met bijbehorende naamgeving. Deze naamgeving zal in het vervolg van het rapport gehanteerd worden.

Tabel 2.1
Naamgeving 4D varianten

Locatie	4D				
Westermeerdijk buitendijks			WMDBu3/4(4D)	WMDBu6(4D)	
Noordermeerdijk buitendijks			NMDBu3/4(4D)	NMDBu6(4D)	
Westermeerdijk binnendijks		WMDBi2/3(4D)		WMDBi6(4D)	WMDBiV90(4D)
Noordermeerdijk binnendijks		NMDBi2/3(4D)		NMDBi6(4D)	NMDBiV90(4D)
Zuidermeerdijk	ZMD2(4D)	ZMD2/3(4D)		ZMD6(4D)	ZMDV90(4D)

Tabel 2.2
Naamgeving 5D varianten

Locatie	5D			
Westermeerdijk buitendijks			WMDBu3/4(5D)	WMDBu6(5D)
Noordermeerdijk buitendijks			NMDBu3/4(5D)	NMDBu6(5D)
Westermeerdijk binnendijks		WMDBi2/3(5D)		WMDBi6(5D)
Noordermeerdijk binnendijks		NMDBi2/3(5D)		NMDBi6(5D)
Zuidermeerdijk	ZMD2(5D)	ZMD2/3(5D)		ZMD6(5D)

2.2 De turbines

De definitieve keuze voor de diverse windturbinetypes staat nog niet vast. Per windpark zijn meerdere alternatieven mogelijk. In tabel 2.3 zijn de turbines samengevat. In bijlage III zijn de akoestische gegevens van de betreffende windturbines opgenomen.

Tabel 2.3
Onderzochte turbines

Type	Ashoogte [m]	Vermogen [MW]
E126	135 (op land) en 110 (in water)	6
SWT	100	3,6
E82	100	3
V90	90	3
N90	70	2,5

2.3 Transformatorstations

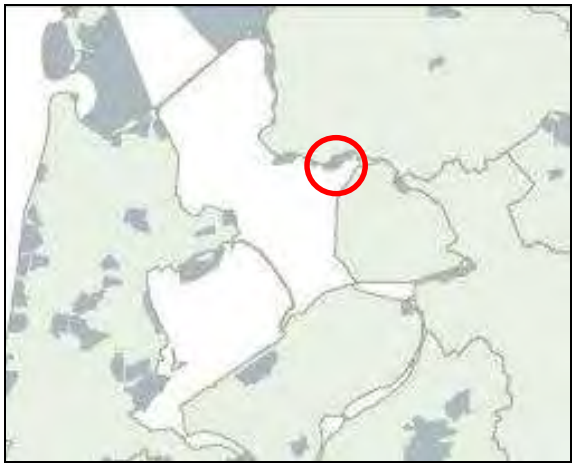
Bij elk windpark zal een transformatorstation gebouwd worden ten behoeve van de omzetting van de energie en de aansluiting op het elektriciteitsnet. Het elektrisch vermogen van de transformatorstations ligt tussen de 100 en 150 MVA, afhankelijk van het uiteindelijke windturbinetype. De locatie van de transformatorstations is gegeven in figuur I.5 in bijlage I. De invoergegevens van de individuele transformatorstations is gegeven in bijlage III. In tabel 2.4 is per windpark de gehanteerde bronsterkte van de transformatorstation opgenomen. Uitgegaan is van de opgegeven bronsterktes behorende bij de maximaal mogelijke elektrische vermogens voor de betreffende stations zonder eventuele afscherming van scherfmuren.

Tabel 2.4
Gehanteerde bronsterkte transformatorstations

Locatie	Transformatorstation	Bronsterkte Lw [dB(A)]
Westermeerdijk buitendijks	A (max. 145 MVA)	95
Westermeerdijk binnendijks	B (max. 145 MVA)	95
Noordermeerdijk binnendijks	C (max. 115 MVA)	91
Noordermeerdijk buitendijks	D (max. 115 MVA)	91
Zuidermeerdijk	E (max. 150 MVA)	98

2.4 Natuurbeschermingsgebieden

Ten noorden van de Noordermeerdijk bevindt zich een beschermd natuurmonument, zie figuur 2.1



Figuur 2.1
Beschermd natuurmonument ten noorden van de Noordermeerdijk
(bron afbeelding www.ruimtemonitor.nl)

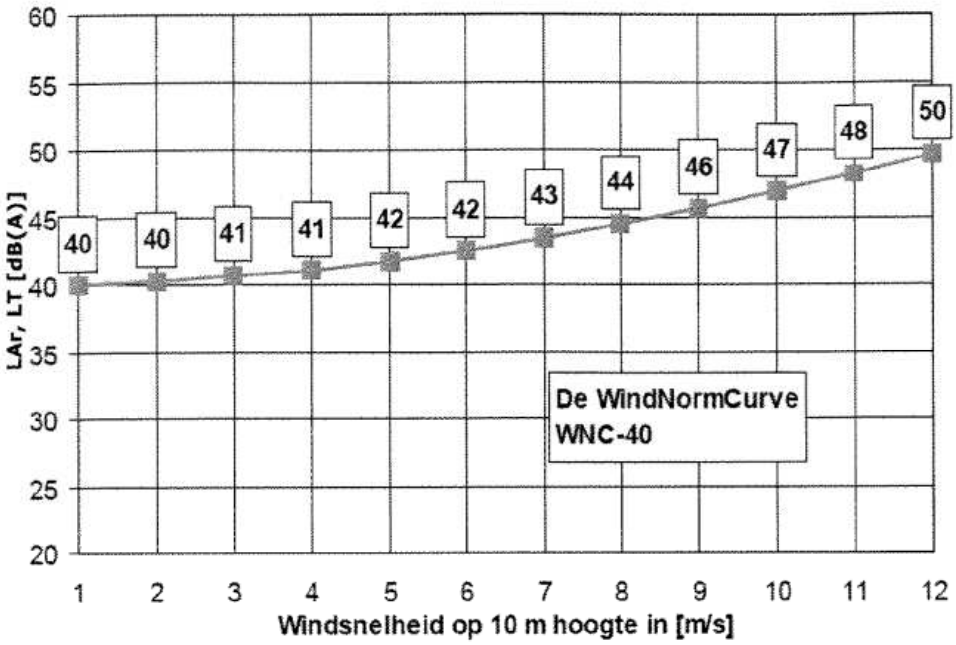
In figuur I.5 in bijlage I is de locatie van de grens van het beschermingsgebied opgenomen. Deze grens is meegenomen in de berekening van het cumulatieve geluidniveau ten gevolge van de vijf windparken.

3 Het beoordelingskader

De beoordeling van de geluidimmissie van een windpark kan op meerdere manieren plaatsvinden. In het kader van de Wet milieubeheer dient het geluidniveau per windpark te worden onderzocht en getoetst aan de daarvoor te stellen normen. Bij de normstelling is aansluiting gezocht bij de naar verwachting op 1 januari 2010 van kracht wordende geluidnorm gebaseerd op de jaargemiddelde L_{den}-waarde. In het kader van de procedures binnen de Wet ruimtelijke ordening is ook het gecumuleerde geluidniveau van alle windparken samen en gecumuleerd met andere geluidbronnen (met name verkeer) onderzocht.

3.1 L_{den}

Naar verwachting zal per 1 januari 2010 de normstelling voor windturbines worden gebaseerd op de jaargemiddelde L_{den}-waarde. In de huidige normstelling (standaardnorm is de WNC40) wordt het geluidniveau afzonderlijk gemiddeld over de dag-, avond- en nachtperiode voor een representatieve dag. Hierbij is de nacht de bepalende periode bij windturbines vanwege de dan geldende, meest strenge normstelling. Bij de toetsing aan de WNC wordt uitgegaan van een maatgevende windsnelheid gedurende de gehele nacht. Het hierbij resulterende geluidniveau wordt getoetst aan de bij deze windsnelheid horende normwaarde zoals weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1
WNC40 (normwaarde geldend voor nachtperiode)

De toekomstige, jaargemiddelde geluidbelasting L_{den} wijkt af van dat geluidniveau in de representatieve dag.

1. Er wordt niet meer uitgegaan van een gemiddelde waarde per etmaalperiode van een representatieve dag, maar van een gewogen gemiddelde waarde over het etmaal die vervolgens over het gehele representatieve jaar is gemiddeld.
2. Bij de avond- en de nachtwaarde wordt een straffactor van respectievelijk 5 en 10 dB opgeteld waarna het logaritmisch gemiddelde van de drie waarden energetisch gemiddeld (dus rekening houdend met de duur van elke periode) wordt.

De bepaling van het L_{den} is nader toegelicht in paragraaf 4.2.

De toelaatbare waarde voor het L_{den} bedraagt 47 dB (voorstel Ministerie van VROM juni 2009). Deze waarde zal de vorm krijgen van een grenswaarde, waarbij gemeenten in maatwerkvoorschriften gemotiveerd een andere waarde kunnen hanteren vanwege bijzondere lokale omstandigheden.

3.2 Cumulatie met andere geluidbronnen

Het akoestisch klimaat van de omgeving kan worden beoordeeld door het geluidniveau van alle windparken samen te cumuleren met andere geluidbronnen. Door dit niveau te bepalen in de situatie vóór en na realisatie van het windpark, kan het akoestisch effect van de windparken op de fysieke leefomgeving worden beoordeeld. Hiervoor zijn geen wettelijke normen. Met het gecumuleerde niveau kan ook het ‘akoestisch klimaat’ worden beoordeeld.

3.3 Overige aspecten

Naast het geluid van de turbines vindt geluidemissie plaats van de transformatorstations en van verkeer voor onderhoud van de turbines. De geluidemissie van de transformatorstations is vanwege het lage geluidvermogenniveau niet relevant ten opzichte van die van de turbines (zie paragraaf 5.4). De geluidemissie van het verkeer is eveneens verwaarloosbaar vanwege het sporadisch optreden hiervan.

Bij de beoordeling wordt alleen het tijdgemiddeld geluidniveau betrokken. Geluidpieken zijn niet relevant hoger.

4 Berekeningen

4.1 Modellering omgeving en geluidoverdracht

De geluidoverdracht is berekend conform de Handleiding meten en rekenen industrielawaai. Hiervoor is een rekenmodel opgesteld waarbij de windturbines ingevoerd zijn als puntbronnen met een hoogte gelijk aan de ashoogte. Rekenpunten zijn gemodelleerd op een hoogte van 5 m. Voor de bodemfactor is uitgegaan van een waarde 0 (reflecterend) voor het IJsselmeer en van 0,8 (bijna geheel absorberend) voor de Noordoostpolder.

4.2 Aanpassing geluidvermogenniveaus

Windschering
Op grotere hoogte waait het in het algemeen harder dan op de hoogte waarop windsnelheden in het algemeen worden gemeten (10 m). Het windsnelheidsprofiel geeft de mate waarin de windsnelheid toeneemt als functie van de hoogte. De mate waarin dit toeneemt, is afhankelijk van weersomstandigheden en van de omgevingskenmerken (de 'ruwheid' van de omgeving). Bij een ruwere omgeving en/of stabielere atmosfeer zal het windsnelheidsprofiel afwijken van het gebruikelijke profiel. Dit verschijnsel heet windschering. De geluidvermogenniveaus (opgenomen in bijlage III) van de windturbines zijn opgegeven per windklasse. Een windklasse komt overeen met de windsnelheid op 10 m hoogte. De gegevens van bijlage III zijn geldig voor een gebied met een standaard ruwheidslengte (0,05 m) en een neutrale atmosfeer. Bij windschering zal het geluidvermogenniveau hoger zijn dan opgegeven. Met dit effect is rekening gehouden door voor iedere windklasse uit te gaan van de opgegeven waarden bij een 2 m/s hogere windklasse.

L_{den}-waarde
De L_{den}-waarde is bepaald door het jaargemiddelde geluidvermogenniveau van de turbines te berekenen. Hierbij is uitgegaan van de KNMI-windgegevens voor station Marknesse. In tabel 4.1 is de windverdeling opgenomen gemiddeld over de periode vanaf 1 januari 2001. Deze verdeling geldt voor een windsnelheid op 10 m hoogte. In tabel 4.2 is het jaargemiddelde geluidvermogenniveau per windturbine opgenomen. In deze tabel is tevens het effect van windschering verwerkt.

Er is geen rekening gehouden met de windrichtingen. In de berekening wordt uitgegaan van continu meewind voor ieder rekenpunt (worst-case benadering conform de Handleiding meten en rekenen industrielawaai).

Tabel 4.1

Windverdeling (10 m hoogte)

Windklasse	Dagperiode	Avondperiode	Nachtperiode
0	0,40%	0,69%	1,25%
1	4,80%	10,43%	12,75%
2	11,46%	20,72%	22,12%
3	14,45%	19,67%	18,86%
4	12,78%	13,61%	12,17%
5	13,08%	10,78%	9,56%
6	13,39%	8,88%	8,25%
7	11,55%	6,50%	6,00%
8	7,76%	3,45%	3,85%
9	4,43%	1,93%	1,89%
10	3,04%	1,67%	1,60%
11	1,36%	0,69%	0,78%
12	0,67%	0,51%	0,51%
13	0,37%	0,20%	0,21%
14	0,18%	0,05%	0,12%
15	0,12%	0,08%	0,06%
16	0,07%	0,02%	0,02%
17	0,05%	0,06%	0,01%
18	0,02%	0,01%	0,00%
19	0,01%	0,02%	0,00%
20	0,01%	0,01%	0,00%
21	0,00%	0,01%	0,00%
Eindtotaal	100,00%	100,00%	100,00%

Tabel 4.2

Jaargemiddeld geluidvermogenniveau $L_{W\text{-}den}$

Turbine	$L_{W\text{-}DEN}$ [dB]
E126	112
SWT	109
E82	110
V90	112
N90	110

4.3 Cumulatiemethode (Miedema)

De geluidniveaus van verschillende geluidbronnen (wegverkeer, scheepvaart, windturbines) kunnen niet rechtstreeks bij elkaar opgeteld worden, met name vanwege het feit dat er verschillende geluidmaten worden gehanteerd voor de afzonderlijke geluidbronnen. Daarom wordt aangesloten bij de cumulatiemethode conform de methode Miedema waarbij het scheepvaartgeluid als even hinderlijk als railverkeerslawaai wordt aangehouden. Voor de windturbines wordt uitgegaan van de L_{den}-waarden met een hinderlijkheid conform industrielawaai. Met deze methode wordt een milieukwaliteitsmaat (MKM) vastgesteld waarvoor in tabel 4.3 de bijbehorende beoordeling is opgenomen.

Tabel 4.3
Beoordeling van de milieukwaliteit conform de methode Miedema

Etmaalwaarde milieukwaliteitsmaat	Beoordeling
< 50 dB(A)	goed
50-55 dB(A)	redelijk
55-60 dB(A)	matig
60-65 dB(A)	tamelijk slecht
65-70 dB(A)	slecht
> 70 dB(A)	zeer slecht

Bij de cumulatie is alleen rekening gehouden met het snelwegverkeer en de beroeps-scheepvaart op het IJsselmeer. Er is geen rekening gehouden met bijvoorbeeld lokaal verkeer, (agrarische) bedrijvigheid, gebouwinstallaties en natuurlijke geluidbronnen.

5 Rekenresultaten

5.1 L_{den}-resultaten

In onderstaande tabel is per variant de hoogst berekende L_{den}-waarde en het aantal woningen opgenomen dat binnen de 47 dB L_{den}-contour ligt. Van de maximale en minimale varianten is de oppervlakte binnen de 47 dB L_{den}-contour berekend.

Tabel 5.1
Per variant de hoogst berekende waarde bij een woning, het aantal woningen en het oppervlakte binnen de 47 dB L_{den}-contour. Het oppervlakte is alleen berekend voor de maximale en minimale varianten (onderstreepte varianten).

Variant	Figuur in bijlage IV	Hoogste [dB]	Aantal woningen binnen 47 dB-contour	Oppervlakte binnen 47 dB-contour [ha]
WMDBu3/4(4D)	IV.1	42	0	-
WMDBu6(4D) (max)	IV.2	45	0	2791
WMDBu3/4(5D) (min)	IV.3	41	0	1893
WMDBu6(5D)	IV.4	44	0	-
NMDBu3/4(4D)	IV.5	38	0	-
NMDBu6(4D) (max)	IV.6	40	0	1415
NMDBu3/4(5D) (min)	IV.7	37	0	919
NMDBu6(5D)	IV.8	40	0	-
WMDBi2/3(4D)	IV.9	48	25	-
WMDBi6(4D) (max)	IV.10	48	38	1784
WMDBiV90(4D)	IV.11	48	38	-
WMDBi2/3(5D) (min)	IV.12	47	0	1336
WMDBi6(5D)	IV.13	47	0	-
NMDBi2/3(4D)	IV.14	47	0	-
NMDBi6(4D) (max)	IV.15	48	30	1299
NMDBiV90(4D)	IV.16	48	34	-
NMDBi2/3(5D) (min)	IV.17	46	0	975
NMDBi6(5D)	IV.18	47	0	-
ZMD2(4D)	IV.19	46	0	-
ZMDV90(4D)	IV.20	48	2	-

Variant	Figuur in bijlage IV	Hoogste [dB]	Aantal woningen binnen 47 dB-contour	Oppervlakte binnen 47 dB-contour [ha]
ZMD2/3(4D)	IV.21	47	0	-
ZMD6(4D) (max)	IV.22	48	5	749
ZMD2(5D)	IV.23	46	0	-
ZMD2/3(5D) (min)	IV.24	46	0	524
ZMD6(5D)	IV.25	47	0	-

Van alle varianten in tabel 5.1 is de 47 dB-contour berekend en weergegeven in bijlage IV.

5.2 Gecumuleerde geluidniveaus windparken

In bijlage V zijn de L_{den}-contouren opgenomen van het gecumuleerde niveau van alle windparken samen van de maximale en van de minimale varianten, zoals aangemerkt in tabel 5.1. In onderstaande tabel is het aantal woningen opgenomen dat binnen de 47 dB-contour ligt. Opgemerkt wordt dat deze grenswaarde alleen per windpark geldt en niet voor het gecumuleerde geluidniveau van alle parken samen. Tevens is de hoogst berekende waarde en de berekende oppervlakte binnen de contour aangegeven.

Tabel 5.2
Aantal woningen binnen 47 dB-contour (cumulatie alle windparken).

Variant	Figuur in bijlage V	Hoogste [dB]	Aantal woningen binnen 47 dB-contour	Oppervlakte binnen 47 dB-contour [ha]
Cumulatie maximale varianten (E-126)	V.1	50	115	6814
Cumulatie minimale varianten (SWT 3,6 buitendijks en E-82 binnendijks)	V.2	48	27	5105

Het hoogste gecumuleerde niveau van alle windparken samen is slechts 1 à 2 dB hoger dan het hoogste niveau per windpark afzonderlijk. Reden hiervoor is dat de contouren van de afzonderlijke windparken elkaar weinig overlappen. Alleen de contouren van de direct naast elkaar gelegen buitendijkse en binnendijkse parken overlappen elkaar. De buitendijkse windparken dragen echter weinig bij in het geluidniveau bij de woningen. Het gecumuleerde niveau is tevens een worst-case benadering aangezien een hypothetische situatie wordt doorgerekend waarbij voor iedere woning meewind optreedt vanuit iedere windturbine.

5.3 Geluidniveau gecumuleerd met andere geluidbronnen (Miedema-beoordeling)

In bijlage VI zijn de resultaten opgenomen van de cumulatie van de maximale en minimale varianten van de windparken met andere geluidbronnen (weg- en scheepvaartverkeer). Uit de berekening is vastgesteld dat de hoogste MKM-waarde bij woningen waar de windparken relevant zijn[1] 58 dB(A) bedraagt in de maximale variant en 55 dB(A) in de minimale variant. Voor ruim 100 woningen (o.a. Westermeerweg 7- 59 oneven en Noordermeerweg 1 – 41 oneven) kan de akoestische omgeving dan als 'matig' worden aangemerkt bij de maximale variant en als 'redelijk' bij de minimale variant. In de situatie zonder windturbines is de akoestisch kwaliteit van de omgeving als 'goed' te kwalificeren. Hierbij is echter geen rekening gehouden met lokaal verkeer en (agrarische) bedrijvigheid en gebouwinstallaties. Indien hier ook rekening mee zou worden gehouden, is het verschil van de akoestische kwaliteit van de omgeving met en zonder windparken minder groot.

5.4 Rekenresultaten transformatoren

In tabel 5.3 is per transformatorstation de geluidbelasting opgenomen ter plaatse van de meest maatgevende woning. Rekening is gehouden met een tonaliteittoeslag van 5 dB.

Tabel 5.3
Berekende geluidbelasting ter plaatse van de meest maatgevende woningen. (incl. 5 dB tonaliteittoeslag)

Locatie	Transformatorstation	Maatgevende woning	$L_{Ar,LT}$ [dB(A)] etmaalwaarde	Lden [dB]
Westermeerdijk buitendijks	A	128_A	40	37
Westermeerdijk binnendijks	B	128_A	40	36
Noordermeerdijk binnendijks	C	006_A	30	26
Noordermeerdijk buitendijks	D	262_A	29	26
Zuidermeerdijk	E	212_A	39	36

De berekende waarden zijn (zonder 5 dB toeslag) ten minste ca. 10 dB lager bij station A en E en ten minste ca. 15 dB lager bij stations B, C en D.

1 Hogere MKM-waarden zijn berekend bij woningen dichtbij de snelweg. Voor deze woningen wordt de MKM-waarde geheel bepaald door verkeer.

5.5 Geluidniveau ter plaatse van natuurbeschermingsgebied

In tabel 5.4 is de maximale geluidbelasting gegeven ter hoogte van de grens van het beschermingsgebied.

Tabel 5.4
Maximale geluidbelasting ter plaatse van de grens van het beschermingsgebied in de maximale en minimale variant (5 m hoogte)

Variant	L_{den} [dB]
Cumulatie maximale varianten (E-126)	41
Cumulatie minimale varianten (SWT 3,6 buitendijks en E-82 binnendijks)	38

6 Beoordeling en conclusie

L_{den}-toetsing
Uit de berekeningen blijkt dat de naar verwachting per 1 januari 2010 geldende norm van 47 dB L_{den} met hoogstens 1 dB wordt overschreden. Voor elk park voldoet ten minste één variant aan 47 dB L_{den}-waarde. De overschrijding is derhalve te voorkomen door een variant te kiezen waarbij geen overschrijding optreedt, maar kan ook worden voorkomen door de geluidemissie van een deel van de turbines te beperken door een 'noisemode' in te stellen. De door de fabrikant in te stellen noisemode beperkt de geluidemissie ten koste van de opbrengst.

Opgemerkt wordt dat de berekende waarde in werkelijkheid lager kan uitvallen aangezien bij de berekening geen rekening wordt gehouden met het feit dat de geluiduitstraling van een windturbine richtingsafhankelijk is (er wordt uitgegaan van de hoogste geluiduitstraling) en er wordt alleen rekening gehouden met meewind waarbij de geluidoverdracht het hoogst is.

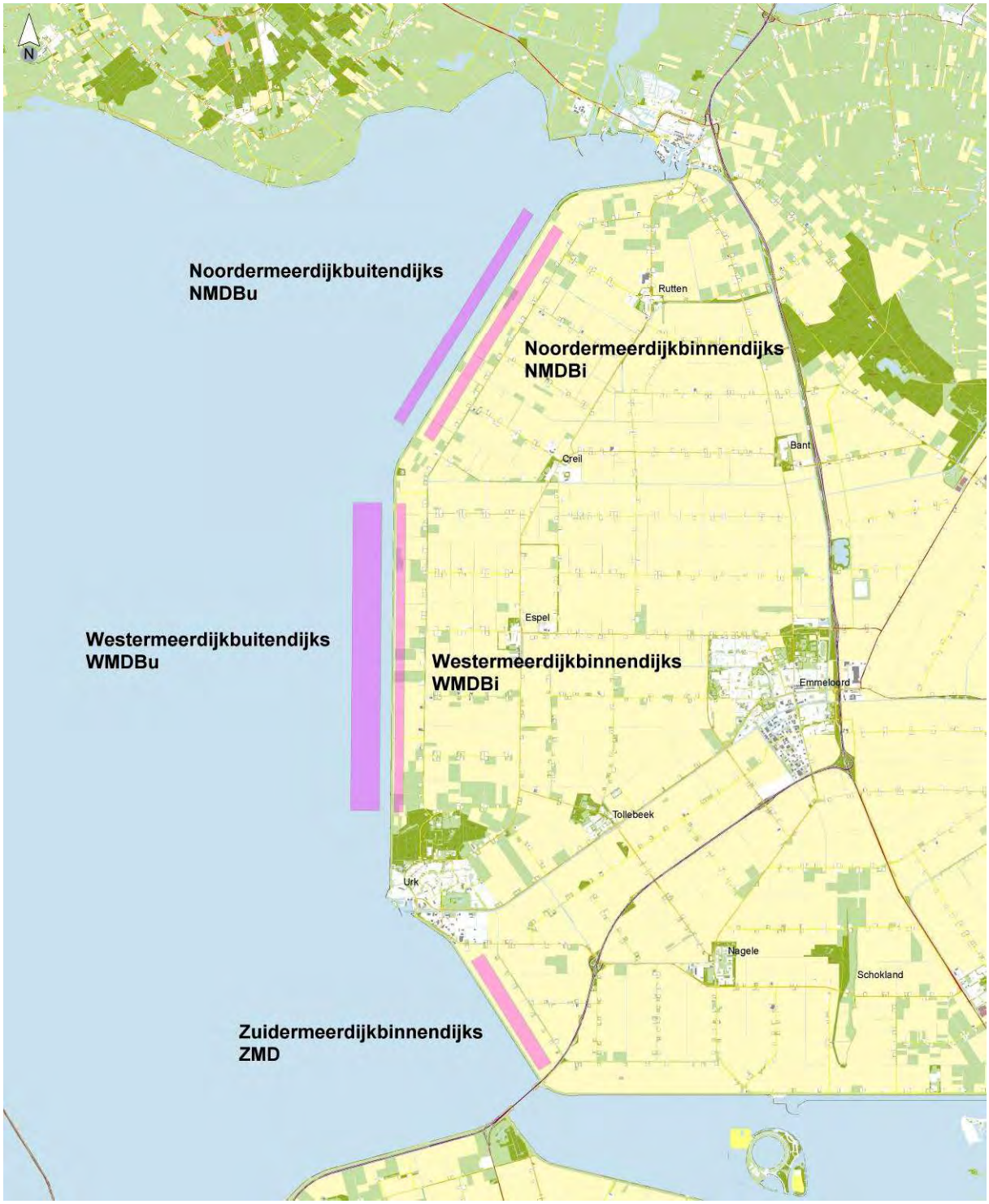
Cumulatie met andere geluidbronnen (Miedema-beoordeling)
Uit de berekening van de cumulatie met andere geluidbronnen is vastgesteld dat de hoogste MKM-waarde bij woningen waar de windparken relevant zijn 58 dB(A) bedraagt in de maximale variant en 55 dB(A) in de minimale variant. Voor ruim 100 woningen (o.a. Westermeerweg 7- 59 oneven en Noordermeerweg 1 – 41 oneven) kan de akoestische omgeving dan als 'matig' worden aangemerkt bij de maximale variant en als 'redelijk' bij de minimale variant. In de situatie zonder windturbines is de akoestisch kwaliteit van de omgeving als 'goed' te kwalificeren. Hierbij is echter geen rekening gehouden met lokaal verkeer, (agrarische) bedrijvigheid en gebouwinstallaties. Indien hier ook rekening mee zou worden gehouden is het verschil van de akoestische kwaliteit van de omgeving met en zonder windparken minder groot.

Opgemerkt wordt dat ook het gecumuleerde niveau een worst-case benadering is aangezien een hypothetische situatie wordt doorgerekend waarbij voor iedere woning meewind optreedt vanuit iedere windturbine.

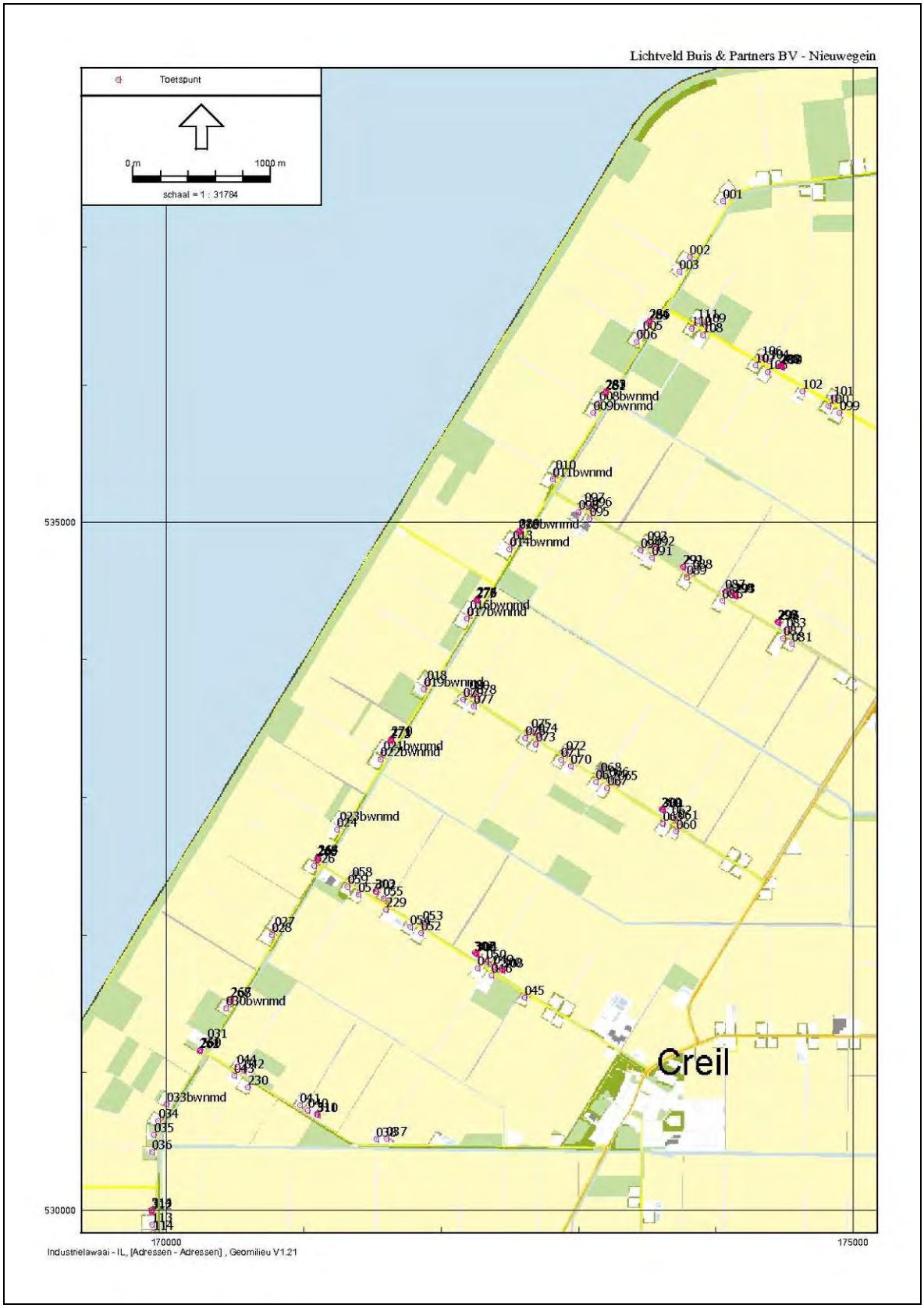
Lichtveld Buis & Partners BV

dhr. ir. M.T. Dijkstra dhr. ing. J. Geleijns

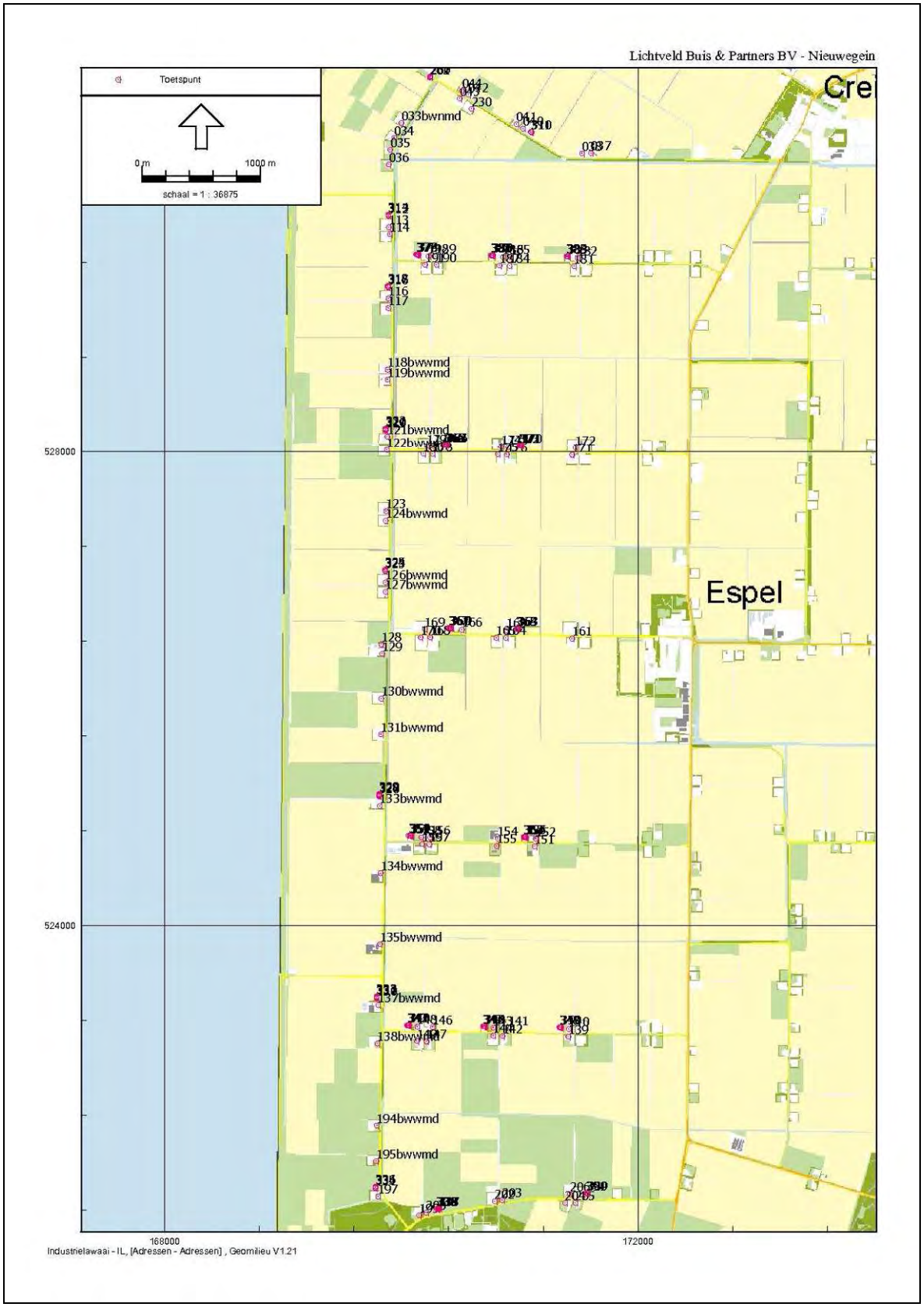
Bijlage I Figuren



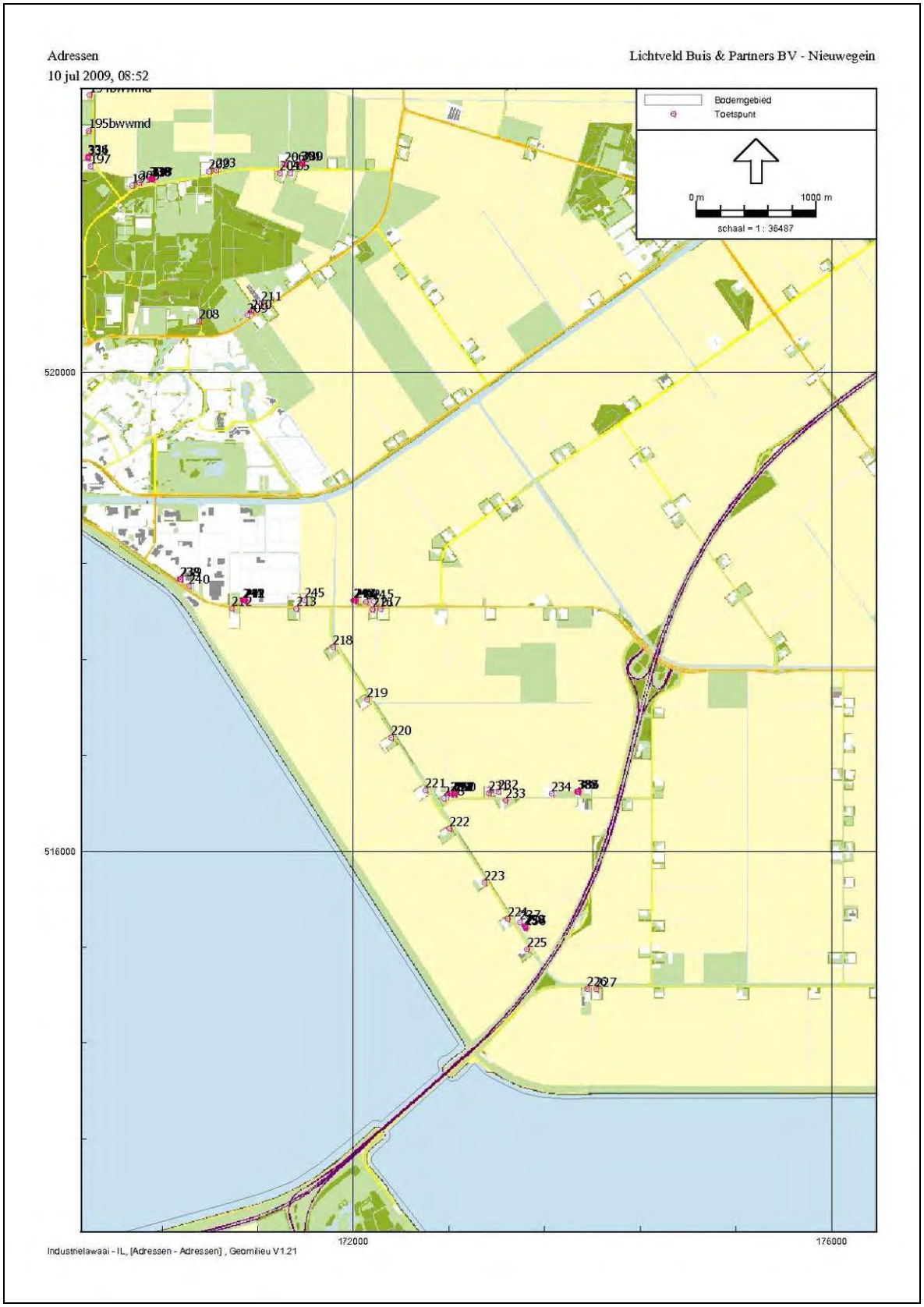
Figuur I.1
Visualisatie afzonderlijke windparken Noordoostpolder



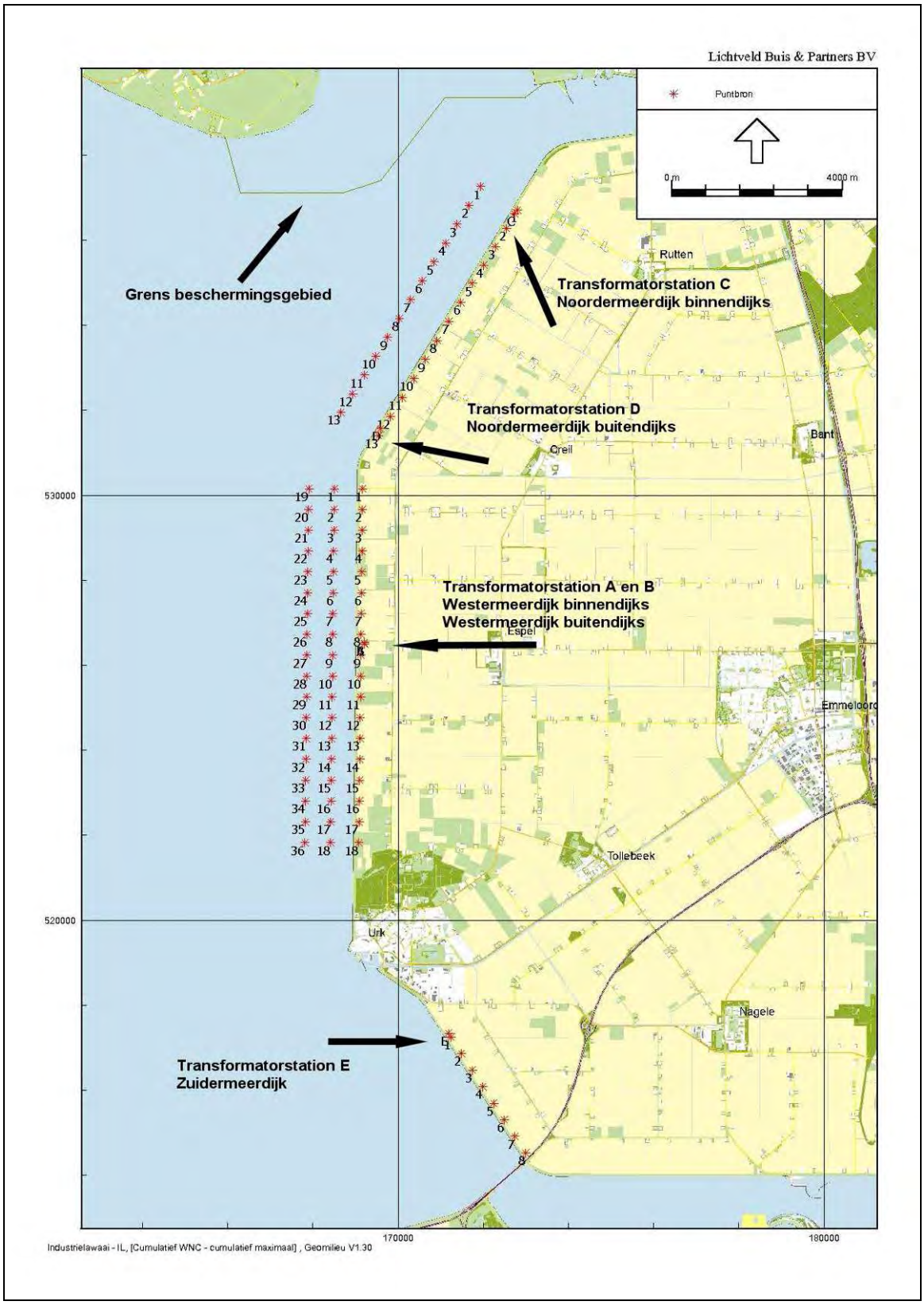
Figuur I.2
Locaties rekenpunten Noordermeerdijk



Figuur I.3
Locaties rekenpunten Westermeerdijk



Figuur I.4
Locaties rekenpunten Zuidermeerdijk



Figuur I.5
Locatie natuurbeschermingsgebied, alle windturbines in maximale variant en transformatorstations

Bijlage II Overzicht posities

Westermeerdijk buitendijks

WMDBU(3/4(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Reflk	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	SWT 3,6 MW	168502	530158	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
2	SWT 3,6 MW	168497	529742	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
3	SWT 3,6 MW	168493	529325	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
4	SWT 3,6 MW	168488	528909	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
5	SWT 3,6 MW	168484	528492	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
6	SWT 3,6 MW	168480	528076	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
7	SWT 3,6 MW	168475	527659	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
8	SWT 3,6 MW	168471	527243	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
9	SWT 3,6 MW	168466	526826	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
10	SWT 3,6 MW	168462	526410	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
11	SWT 3,6 MW	168457	525993	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
12	SWT 3,6 MW	168453	525577	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
13	SWT 3,6 MW	168448	525160	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
14	SWT 3,6 MW	168444	524744	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
15	SWT 3,6 MW	168440	524327	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
16	SWT 3,6 MW	168435	523911	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
17	SWT 3,6 MW	168431	523494	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
18	SWT 3,6 MW	168426	523078	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
19	SWT 3,6 MW	168422	522661	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
20	SWT 3,6 MW	168417	522245	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
21	SWT 3,6 MW	168413	521828	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
22	SWT 3,6 MW	167900	530158	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
23	SWT 3,6 MW	167895	529742	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
24	SWT 3,6 MW	167891	529325	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
25	SWT 3,6 MW	167887	528909	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
26	SWT 3,6 MW	167882	528492	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
27	SWT 3,6 MW	167878	528076	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
28	SWT 3,6 MW	167873	527659	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
29	SWT 3,6 MW	167869	527243	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
30	SWT 3,6 MW	167864	526826	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
31	SWT 3,6 MW	167860	526410	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
32	SWT 3,6 MW	167856	525993	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
33	SWT 3,6 MW	167851	525577	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
34	SWT 3,6 MW	167847	525160	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
35	SWT 3,6 MW	167842	524744	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
36	SWT 3,6 MW	167838	524327	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
37	SWT 3,6 MW	167834	523911	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
38	SWT 3,6 MW	167829	523494	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
39	SWT 3,6 MW	167825	523078	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
40	SWT 3,6 MW	167820	522661	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
41	SWT 3,6 MW	167816	522245	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
42	SWT 3,6 MW	167811	521828	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0

WMDBu6(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 12	Lwr 25	Lwr 50	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E126 6M	168502	530158	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
2	Enercon E126 6M	168497	529668	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
3	Enercon E126 6M	168491	529178	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
4	Enercon E126 6M	168486	528688	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
5	Enercon E126 6M	168481	528198	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
6	Enercon E126 6M	168476	527708	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
7	Enercon E126 6M	168470	527218	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
8	Enercon E126 6M	168465	526728	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
9	Enercon E126 6M	168460	526238	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
10	Enercon E126 6M	168455	525748	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
11	Enercon E126 6M	168449	525258	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
12	Enercon E126 6M	168444	524768	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
13	Enercon E126 6M	168439	524278	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
14	Enercon E126 6M	168434	523788	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
15	Enercon E126 6M	168428	523298	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
16	Enercon E126 6M	168423	522808	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
17	Enercon E126 6M	168418	522318	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
18	Enercon E126 6M	168413	521828	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
19	Enercon E126 6M	167900	530158	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
20	Enercon E126 6M	167895	529668	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
21	Enercon E126 6M	167889	529178	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
22	Enercon E126 6M	167884	528688	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
23	Enercon E126 6M	167879	528198	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
24	Enercon E126 6M	167874	527708	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
25	Enercon E126 6M	167869	527218	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
26	Enercon E126 6M	167863	526728	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
27	Enercon E126 6M	167858	526238	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
28	Enercon E126 6M	167853	525748	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
29	Enercon E126 6M	167848	525258	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
30	Enercon E126 6M	167843	524768	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
31	Enercon E126 6M	167837	524278	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
32	Enercon E126 6M	167832	523788	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
33	Enercon E126 6M	167827	523298	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
34	Enercon E126 6M	167822	522808	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
35	Enercon E126 6M	167817	522318	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
36	Enercon E126 6M	167811	521828	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0

WMDBu3/4(5D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 12	Lwr 25	Lwr 50	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	SWT 3,6 MW	168502	530158	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
2	SWT 3,6 MW	168496	529638	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
3	SWT 3,6 MW	168490	529117	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
4	SWT 3,6 MW	168485	528596	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
5	SWT 3,6 MW	168479	528076	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
6	SWT 3,6 MW	168473	527555	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
7	SWT 3,6 MW	168468	527035	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
8	SWT 3,6 MW	168462	526514	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
9	SWT 3,6 MW	168457	525993	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
10	SWT 3,6 MW	168451	525473	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
11	SWT 3,6 MW	168446	524952	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
12	SWT 3,6 MW	168440	524431	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
13	SWT 3,6 MW	168435	523911	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
14	SWT 3,6 MW	168429	523390	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
15	SWT 3,6 MW	168424	522870	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
16	SWT 3,6 MW	168418	522349	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
17	SWT 3,6 MW	168413	521828	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
18	SWT 3,6 MW	167900	530158	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
19	SWT 3,6 MW	167894	529638	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
20	SWT 3,6 MW	167889	529117	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
21	SWT 3,6 MW	167883	528596	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
22	SWT 3,6 MW	167878	528076	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
23	SWT 3,6 MW	167872	527555	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
24	SWT 3,6 MW	167867	527035	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
25	SWT 3,6 MW	167861	526514	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
26	SWT 3,6 MW	167856	525993	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
27	SWT 3,6 MW	167850	525473	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
28	SWT 3,6 MW	167845	524952	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
29	SWT 3,6 MW	167839	524431	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
30	SWT 3,6 MW	167834	523911	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
31	SWT 3,6 MW	167828	523390	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
32	SWT 3,6 MW	167822	522870	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
33	SWT 3,6 MW	167817	522349	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
34	SWT 3,6 MW	167811	521828	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0

WMDBu6(5D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E126 6M	168502	530158	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
2	Enercon E126 6M	168494	529518	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
3	Enercon E126 6M	168487	528877	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
4	Enercon E126 6M	168481	528236	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
5	Enercon E126 6M	168474	527595	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
6	Enercon E126 6M	168467	526954	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
7	Enercon E126 6M	168460	526314	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
8	Enercon E126 6M	168454	525673	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
9	Enercon E126 6M	168447	525032	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
10	Enercon E126 6M	168440	524391	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
11	Enercon E126 6M	168433	523751	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
12	Enercon E126 6M	168426	523110	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
13	Enercon E126 6M	168420	522469	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
14	Enercon E126 6M	168413	521828	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
15	Enercon E126 6M	167900	530158	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
16	Enercon E126 6M	167893	529518	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
17	Enercon E126 6M	167886	528877	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
18	Enercon E126 6M	167879	528236	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
19	Enercon E126 6M	167873	527595	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
20	Enercon E126 6M	167866	526954	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
21	Enercon E126 6M	167859	526314	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
22	Enercon E126 6M	167852	525673	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
23	Enercon E126 6M	167845	525032	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
24	Enercon E126 6M	167839	524391	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
25	Enercon E126 6M	167832	523751	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
26	Enercon E126 6M	167825	523110	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
27	Enercon E126 6M	167818	522469	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
28	Enercon E126 6M	167811	521828	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0

Noordermeerdijk buitendijks

NMDBu3/4(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	SWT 3,6 MW	171930	537261	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
2	SWT 3,6 MW	171711	536907	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
3	SWT 3,6 MW	171493	536553	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
4	SWT 3,6 MW	171275	536199	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
5	SWT 3,6 MW	171057	535845	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
6	SWT 3,6 MW	170839	535491	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
7	SWT 3,6 MW	170621	535137	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
8	SWT 3,6 MW	170403	534783	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
9	SWT 3,6 MW	170184	534429	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
10	SWT 3,6 MW	169966	534075	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
11	SWT 3,6 MW	169748	533721	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
12	SWT 3,6 MW	169530	533367	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
13	SWT 3,6 MW	169312	533013	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
14	SWT 3,6 MW	169094	532660	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
15	SWT 3,6 MW	168876	532306	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
16	SWT 3,6 MW	168657	531952	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0

NMDBu6(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E126 6M	171930	537261	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
2	Enercon E126 6M	171657	536818	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
3	Enercon E126 6M	171384	536376	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
4	Enercon E126 6M	171112	535934	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
5	Enercon E126 6M	170839	535491	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
6	Enercon E126 6M	170566	535049	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
7	Enercon E126 6M	170294	534606	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
8	Enercon E126 6M	170021	534164	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
9	Enercon E126 6M	169748	533721	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
10	Enercon E126 6M	169476	533279	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
11	Enercon E126 6M	169203	532836	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
12	Enercon E126 6M	168930	532394	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
13	Enercon E126 6M	168657	531952	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0

NMDBu3/4(5D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	SWT 3,6 MW	171930	537261	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
2	SWT 3,6 MW	171657	536818	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
3	SWT 3,6 MW	171384	536376	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
4	SWT 3,6 MW	171112	535934	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
5	SWT 3,6 MW	170839	535491	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
6	SWT 3,6 MW	170566	535049	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
7	SWT 3,6 MW	170294	534606	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
8	SWT 3,6 MW	170021	534164	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
9	SWT 3,6 MW	169748	533721	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
10	SWT 3,6 MW	169476	533279	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
11	SWT 3,6 MW	169203	532836	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
12	SWT 3,6 MW	168930	532394	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0
13	SWT 3,6 MW	168657	531952	0	100	--	--	0	360	--	93	101	103	104	101	99	93	83	109	0	0	0

NMDBu6(5D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E126 6M	171930	537261	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
2	Enercon E126 6M	171602	536730	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97,1	93	88	112	0	0	0
3	Enercon E126 6M	171275	536199	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97,1	93	88	112	0	0	0
4	Enercon E126 6M	170948	535668	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
5	Enercon E126 6M	170621	535137	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
6	Enercon E126 6M	170294	534606	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
7	Enercon E126 6M	169966	534075	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
8	Enercon E126 6M	169639	533544	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
9	Enercon E126 6M	169312	533013	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
10	Enercon E126 6M	168985	532483	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
11	Enercon E126 6M	168657	531952	0	110	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0

Westermeerdijk binnendijks

WMDBi2/3(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E82 3MV	169166	530158	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
2	Enercon E82 3MV	169162	529850	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
3	Enercon E82 3MV	169159	529541	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
4	Enercon E82 3MV	169156	529233	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
5	Enercon E82 3MV	169152	528924	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
6	Enercon E82 3MV	169149	528616	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
7	Enercon E82 3MV	169146	528307	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
8	Enercon E82 3MV	169143	527999	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
9	Enercon E82 3MV	169139	527690	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
10	Enercon E82 3MV	169136	527382	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
11	Enercon E82 3MV	169133	527073	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
12	Enercon E82 3MV	169130	526765	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
13	Enercon E82 3MV	169126	526456	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
14	Enercon E82 3MV	169123	526148	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
15	Enercon E82 3MV	169120	525839	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
16	Enercon E82 3MV	169117	525531	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
17	Enercon E82 3MV	169113	525222	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
18	Enercon E82 3MV	169110	524913	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
19	Enercon E82 3MV	169107	524605	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
20	Enercon E82 3MV	169104	524296	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
21	Enercon E82 3MV	169100	523988	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
22	Enercon E82 3MV	169097	523679	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
23	Enercon E82 3MV	169094	523371	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
24	Enercon E82 3MV	169091	523062	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
25	Enercon E82 3MV	169087	522754	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
26	Enercon E82 3MV	169084	522445	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
27	Enercon E82 3MV	169081	522137	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
28	Enercon E82 3MV	169078	521828	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0

WMDBi6(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E126 6M	169166	530158	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
2	Enercon E126 6M	169160	529668	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
3	Enercon E126 6M	169155	529178	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
4	Enercon E126 6M	169150	528688	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
5	Enercon E126 6M	169145	528198	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
6	Enercon E126 6M	169140	527708	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
7	Enercon E126 6M	169134	527218	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
8	Enercon E126 6M	169129	526728	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
9	Enercon E126 6M	169124	526238	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
10	Enercon E126 6M	169119	525748	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
11	Enercon E126 6M	169114	525258	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
12	Enercon E126 6M	169109	524768	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
13	Enercon E126 6M	169103	524278	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
14	Enercon E126 6M	169098	523788	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
15	Enercon E126 6M	169093	523298	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
16	Enercon E126 6M	169088	522808	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
17	Enercon E126 6M	169083	522318	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
18	Enercon E126 6M	169078	521828	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0

WMDBiV90(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 12	Lwr 25	Lwr 5(	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	V90 3 MW	169166	530158	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
2	V90 3 MW	169162	529811	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
3	V90 3 MW	169158	529464	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
4	V90 3 MW	169155	529117	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
5	V90 3 MW	169151	528770	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
6	V90 3 MW	169147	528423	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
7	V90 3 MW	169144	528076	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
8	V90 3 MW	169140	527729	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
9	V90 3 MW	169136	527382	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
10	V90 3 MW	169133	527035	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
11	V90 3 MW	169129	526687	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
12	V90 3 MW	169125	526340	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
13	V90 3 MW	169122	525993	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
14	V90 3 MW	169118	525646	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
15	V90 3 MW	169114	525299	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
16	V90 3 MW	169111	524952	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
17	V90 3 MW	169107	524605	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
18	V90 3 MW	169103	524258	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
19	V90 3 MW	169100	523911	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
20	V90 3 MW	169096	523564	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
21	V90 3 MW	169092	523217	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
22	V90 3 MW	169089	522870	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
23	V90 3 MW	169085	522522	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
24	V90 3 MW	169081	522175	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
25	V90 3 MW	169078	521828	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0

WMDBi2/3(5D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 12	Lwr 25	Lwr 5(	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E82 3MV	169166	530158	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
2	Enercon E82 3MV	169161	529762	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
3	Enercon E82 3MV	169157	529365	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
4	Enercon E82 3MV	169153	528968	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
5	Enercon E82 3MV	169149	528572	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
6	Enercon E82 3MV	169145	528175	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
7	Enercon E82 3MV	169140	527778	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
8	Enercon E82 3MV	169136	527382	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
9	Enercon E82 3MV	169132	526985	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
10	Enercon E82 3MV	169128	526588	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
11	Enercon E82 3MV	169124	526192	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
12	Enercon E82 3MV	169119	525795	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
13	Enercon E82 3MV	169115	525398	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
14	Enercon E82 3MV	169111	525002	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
15	Enercon E82 3MV	169107	524605	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
16	Enercon E82 3MV	169103	524208	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
17	Enercon E82 3MV	169099	523812	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
18	Enercon E82 3MV	169094	523415	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
19	Enercon E82 3MV	169090	523018	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
20	Enercon E82 3MV	169086	522622	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
21	Enercon E82 3MV	169082	522225	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
22	Enercon E82 3MV	169078	521828	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0

WMDBi6(5D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 12	Lwr 25	Lwr 5(	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E126 6M	169166	530158	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
2	Enercon E126 6M	169159	529518	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
3	Enercon E126 6M	169152	528877	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
4	Enercon E126 6M	169145	528236	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
5	Enercon E126 6M	169138	527595	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
6	Enercon E126 6M	169132	526954	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
7	Enercon E126 6M	169125	526314	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
8	Enercon E126 6M	169118	525673	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
9	Enercon E126 6M	169111	525032	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
10	Enercon E126 6M	169105	524391	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
11	Enercon E126 6M	169098	523751	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
12	Enercon E126 6M	169091	523110	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
13	Enercon E126 6M	169084	522469	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
14	Enercon E126 6M	169078	521828	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0

Noordermeerdijk binnendijks

NMDBi2/3(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E82 3MV	172805	536710	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
2	Enercon E82 3MV	172628	536423	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
3	Enercon E82 3MV	172451	536135	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
4	Enercon E82 3MV	172274	535848	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
5	Enercon E82 3MV	172097	535561	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
6	Enercon E82 3MV	171920	535273	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
7	Enercon E82 3MV	171743	534986	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
8	Enercon E82 3MV	171561	534691	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
9	Enercon E82 3MV	171393	534417	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
10	Enercon E82 3MV	171224	534144	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
11	Enercon E82 3MV	171056	533870	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
12	Enercon E82 3MV	170887	533597	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
13	Enercon E82 3MV	170719	533323	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
14	Enercon E82 3MV	170550	533049	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
15	Enercon E82 3MV	170382	532776	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
16	Enercon E82 3MV	170213	532502	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
17	Enercon E82 3MV	170045	532229	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
18	Enercon E82 3MV	169876	531955	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
19	Enercon E82 3MV	169708	531682	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
20	Enercon E82 3MV	169539	531408	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0

NMDBi6(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E126 6M	172805	536710	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
2	Enercon E126 6M	172540	536279	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
3	Enercon E126 6M	172274	535848	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
4	Enercon E126 6M	172009	535417	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
5	Enercon E126 6M	171743	534986	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
6	Enercon E126 6M	171468	534539	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
7	Enercon E126 6M	171192	534092	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
8	Enercon E126 6M	170917	533644	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
9	Enercon E126 6M	170641	533197	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
10	Enercon E126 6M	170366	532750	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
11	Enercon E126 6M	170090	532303	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
12	Enercon E126 6M	169815	531855	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
13	Enercon E126 6M	169539	531408	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0

NMDBiV90(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	V90 3 MW	172805	536710	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
2	V90 3 MW	172628	536423	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
3	V90 3 MW	172451	536135	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
4	V90 3 MW	172274	535848	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
5	V90 3 MW	172097	535561	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
6	V90 3 MW	171920	535273	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
7	V90 3 MW	171743	534986	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
8	V90 3 MW	171560	534688	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
9	V90 3 MW	171376	534390	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
10	V90 3 MW	171192	534092	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
11	V90 3 MW	171009	533793	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
12	V90 3 MW	170825	533495	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
13	V90 3 MW	170641	533197	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
14	V90 3 MW	170458	532899	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
15	V90 3 MW	170274	532601	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
16	V90 3 MW	170090	532303	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
17	V90 3 MW	169906	532004	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
18	V90 3 MW	169723	531706	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
19	V90 3 MW	169539	531408	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0

NMDBi2/3(5D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E82 3MV	172805	536710	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
2	Enercon E82 3MV	172593	536365	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
3	Enercon E82 3MV	172380	536020	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
4	Enercon E82 3MV	172168	535676	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
5	Enercon E82 3MV	171956	535331	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
6	Enercon E82 3MV	171743	534986	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
7	Enercon E82 3MV	171523	534628	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
8	Enercon E82 3MV	171302	534270	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
9	Enercon E82 3MV	171082	533913	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
10	Enercon E82 3MV	170862	533555	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
11	Enercon E82 3MV	170641	533197	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
12	Enercon E82 3MV	170421	532839	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
13	Enercon E82 3MV	170200	532481	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
14	Enercon E82 3MV	169980	532124	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
15	Enercon E82 3MV	169760	531766	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
16	Enercon E82 3MV	169539	531408	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0

NMDBi6(5D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E126 6M	172805	536710	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
2	Enercon E126 6M	172478	536180	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
3	Enercon E126 6M	172152	535649	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
4	Enercon E126 6M	171825	535119	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
5	Enercon E126 6M	171499	534589	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
6	Enercon E126 6M	171172	534059	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
7	Enercon E126 6M	170845	533529	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
8	Enercon E126 6M	170519	532999	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
9	Enercon E126 6M	170192	532468	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
10	Enercon E126 6M	169866	531938	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
11	Enercon E126 6M	169539	531408	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0

Zuidermeerdijk

ZMD2(4D)+ZMDV90(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	V90 3 MW	171237	517255	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
2	V90 3 MW	171432	516952	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
3	V90 3 MW	171627	516649	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
4	V90 3 MW	171822	516346	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
5	V90 3 MW	172017	516043	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
6	V90 3 MW	172212	515740	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
7	V90 3 MW	172407	515437	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
8	V90 3 MW	172602	515134	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
9	V90 3 MW	172797	514831	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
10	V90 3 MW	172992	514528	0	90	--	--	0	360	--	93	99	105	106	106	104	101	84	112	0	0	0
1	N90 2,5 MW	171237	517255	0	70	--	--	0	360	--	94,8	100	105	104	101	102	97,1	84	110,09	0	0	0
2	N90 2,5 MW	171432	516952	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
3	N90 2,5 MW	171627	516649	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
4	N90 2,5 MW	171822	516346	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
5	N90 2,5 MW	172017	516043	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
6	N90 2,5 MW	172212	515740	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
7	N90 2,5 MW	172407	515437	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
8	N90 2,5 MW	172602	515134	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
9	N90 2,5 MW	172797	514831	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
10	N90 2,5 MW	172992	514528	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0

ZMD2/3(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E82 3MV	171237	517255	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
2	Enercon E82 3MV	171396	517007	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
3	Enercon E82 3MV	171556	516759	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
4	Enercon E82 3MV	171715	516511	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
5	Enercon E82 3MV	171875	516264	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
6	Enercon E82 3MV	172035	516016	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
7	Enercon E82 3MV	172194	515768	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
8	Enercon E82 3MV	172354	515520	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
9	Enercon E82 3MV	172513	515272	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
10	Enercon E82 3MV	172673	515024	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
11	Enercon E82 3MV	172832	514776	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
12	Enercon E82 3MV	172992	514528	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0

ZMD6(4D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E126 6M	171237	517255	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
2	Enercon E126 6M	171488	516866	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
3	Enercon E126 6M	171738	516476	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
4	Enercon E126 6M	171989	516086	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
5	Enercon E126 6M	172240	515697	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
6	Enercon E126 6M	172490	515307	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
7	Enercon E126 6M	172741	514918	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
8	Enercon E126 6M	172992	514528	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0

ZMD2(5D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 5	Lwr 1	Lwr 2	Lwr 4	Lwr 8	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	N90 2,5 MW	171237	517255	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
2	N90 2,5 MW	171456	516914	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
3	N90 2,5 MW	171676	516573	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
4	N90 2,5 MW	171895	516233	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
5	N90 2,5 MW	172114	515892	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
6	N90 2,5 MW	172334	515551	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
7	N90 2,5 MW	172553	515210	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
8	N90 2,5 MW	172772	514869	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0
9	N90 2,5 MW	172992	514528	0	70	--	--	0	360	--	95	100	105	104	101	102	97	84	110	0	0	0

ZMD2/3(5D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 12	Lwr 25	Lwr 50	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E82 3MV	171237	517255	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
2	Enercon E82 3MV	171456	516914	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
3	Enercon E82 3MV	171676	516573	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
4	Enercon E82 3MV	171895	516233	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
5	Enercon E82 3MV	172114	515892	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
6	Enercon E82 3MV	172334	515551	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
7	Enercon E82 3MV	172553	515210	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
8	Enercon E82 3MV	172772	514869	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0
9	Enercon E82 3MV	172992	514528	0	100	--	--	0	360	--	93	101	105	105	100	95	90	86	110	0	0	0

ZMD6(5D)

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Refl	Dempi	Richt	Hoek	Lwr 31	Lwr 6	Lwr 12	Lwr 25	Lwr 50	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Tot	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
1	Enercon E126 6M	171237	517255	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
2	Enercon E126 6M	171588	516710	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
3	Enercon E126 6M	171939	516164	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
4	Enercon E126 6M	172290	515619	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
5	Enercon E126 6M	172641	515074	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0
6	Enercon E126 6M	172992	514528	0	135	--	--	0	360	--	95	104	108	107	102	97	93	88	112	0	0	0

Transformatorstations

Id	Omschr.	X	Y	Maaiv	Hoogte	Rich	Hoek	Lwr 3	Lwr 6	Lwr 12	Lwr 25	Lwr 50	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Tc	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
A	Westermeerdijk buitendijks	169209	526504	0	4	0	360	65	81	82	92	90	92	88	85	79	98	0	0	0
B	Westermeerdijk binnendijks	169209	526534	0	4	0	360	65	81	82	92	90	92	88	85	79	98	0	0	0
C	Noordermeerdijk binnendijks	172739	536622	0	3,3	0	360	59	75	76	86	84	86	82	79	72	91	0	0	0
D	Noordermeerdijk buitendijks	169582	531572	0	3,3	0	360	59	75	76	86	84	86	82	79	72	91	0	0	0
E	Zuidermeerdijk	171180	517342	0	4	0	360	66	81	83	93	91	93	89	85	79	98	0	0	0

Ontvanger (bw = bedrijfswoning)

Id	Omschr.	X	Y	Id	Omschr.	X	Y
008bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 45	173148	535871	83	IJzerpad 4	174513	534220
009bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 43	173105	535801	86	IJzerpad 9	174047	534429
011bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 39	172812	535313	87	IJzerpad 9	174063	534499
014bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 35	172497	534803	88	IJzerpad 8	173828	534645
015bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 37b	172565	534931	89	IJzerpad 11	173786	534598
016bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 33	172207	534345	91	IJzerpad 13	173535	534742
017bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 31	172186	534298	92	IJzerpad 10	173553	534811
019bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 27	171871	533788	93	IJzerpad 12	173498	534847
021bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 25	171578	533325	94	IJzerpad 15	173452	534794
022bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 23	171558	533279	95	IJzerpad 17	173079	535023
023bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 21	171262	532813	96	IJzerpad 14	173095	535095
030bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 9	170431	531470	97	IJzerpad 16	173044	535125
033bwnmd	BW NMD Noordermeerweg 5	169999	530774	98	IJzerpad 19	172997	535073
118bwwmd	BW WMD Westermeerweg 51	169882	528696	99	Ruttensepad 5	174899	535802
119bwwmd	BW WMD Westermeerweg 49	169882	528615	100	Ruttensepad 7-I	174818	535851
121bwwmd	BW WMD Westermeerweg 47	169881	528131	101	Ruttensepad 6	174856	535907
122bwwmd	BW WMD Westermeerweg 45	169876	528016	102	Ruttensepad 7-II	174630	535958
124bwwmd	BW WMD Westermeerweg 41	169868	527416	104	Ruttensepad 8	174388	536173
126bwwmd	BW WMD Westermeerweg 39	169866	526898	105	Ruttensepad 9	174377	536098
127bwwmd	BW WMD Westermeerweg 37	169865	526816	106	Ruttensepad 10	174335	536201
130bwwmd	BW WMD Westermeerweg 31	169830	525917	107	Ruttensepad 11	174289	536145
131bwwmd	BW WMD Westermeerweg 29	169827	525615	108	Ruttensepad 13	173905	536366
133bwwmd	BW WMD Westermeerweg 25	169815	525012	109	Ruttensepad 12	173923	536436
134bwwmd	BW WMD Westermeerweg 21	169823	524446	110	Ruttensepad 15	173823	536413
135bwwmd	BW WMD Westermeerweg 17	169818	523848	111	Ruttensepad 14	173869	536466
137bwwmd	BW WMD Westermeerweg 15	169802	523333	113	Westermeerweg 59	169894	529896
138bwwmd	BW WMD Westermeerweg 13	169796	523008	114	Westermeerweg 57	169901	529838
194bwwmd	BW WMD Westermeerweg 7	169791	522317	116	Westermeerweg 55	169888	529296
195bwwmd	BW WMD Westermeerweg 5	169786	522016	117	Westermeerweg 53	169888	529215
1	Noordermeerweg 55	174050	537336	123	Westermeerweg 43	169870	527498
2	Noordermeerweg 53	173810	536932	128	Westermeerweg 35a+b	169829	526375
3	Noordermeerweg 51	173733	536825	129	Westermeerweg 35	169835	526297
5	Noordermeerweg 49	173468	536383	139	Steenbankpad 7	171411	523065
6	Noordermeerweg 47	173422	536316	140	Steenbankpad 8	171415	523131
10	Noordermeerweg 41	172834	535363	141	Steenbankpad 10	170905	523139
13	Noordermeerweg 37	172519	534852	142	Steenbankpad 9	170855	523073
18	Noordermeerweg 29	171893	533835	143	Steenbankpad 12	170776	523142
24	Noordermeerweg 19	171241	532768	144	Steenbankpad 11	170777	523074
26	Noordermeerweg 17	171075	532504	146	Steenbankpad 14	170263	523148
27	Noordermeerweg 15	170787	532049	147	Steenbankpad 13	170212	523026
28	Noordermeerweg 13	170766	532003	148	Steenbankpad 16	170132	523149
31	Noordermeerweg 7	170295	531234	149	Steenbankpad 15	170131	523027
34	Noordermeerweg 3	169939	530651	151	Ankerpad 9	171125	524671
35	Noordermeerweg 1	169906	530550	152	Ankerpad 10	171136	524735
36	Westermeerweg 61	169893	530426	154	Ankerpad 12	170815	524737
37	Vuurpad 10	171601	530522	155	Ankerpad 11	170805	524674
38	Vuurpad 12	171526	530520	156	Ankerpad 14	170241	524746
40	Vuurpad 14	171027	530728	157	Ankerpad 13	170236	524688
41	Vuurpad 16	170971	530766	158	Ankerpad 16	170168	524745
42	Vuurpad 18	170565	531014	159	Ankerpad 15	170175	524689
43	Vuurpad 19	170492	530981	161	Espelerpad 7	171443	526423
44	Vuurpad 20	170513	531046	163	Espelerpad 10	170888	526493
45	Creilerpad 7	172606	531547	164	Espelerpad 9	170883	526429
46	Creilerpad 9	172366	531708	165	Espelerpad 11	170801	526430
47	Creilerpad 11	172264	531760	166	Espelerpad 14	170511	526498
49	Creilerpad 10	172380	531771	168	Espelerpad 13	170244	526433
50	Creilerpad 12	172325	531810	169	Espelerpad 16	170197	526502
52	Creilerpad 13	171850	532016	170	Espelerpad 15	170162	526434
53	Creilerpad 14	171866	532091	171	Onderduikerspad 7	171443	527973
54	Creilerpad 15	171774	532060	172	Onderduikerspad 8	171471	528037
55	Creilerpad 16	171579	532267	173	Onderduikerspad 10	170903	528043
57	Creilerpad 17	171396	532297	174	Onderduikerspad 12	170843	528044
58	Creilerpad 20	171350	532406	175	Onderduikerspad 11	170814	527979
59	Creilerpad 19	171317	532353	176	Onderduikerspad 9	170892	527977
60	Wrakkenpad 5	173708	532754	177	Onderduikerspad 14	170277	528047
61	Wrakkenpad 6	173724	532822	178	Onderduikerspad 13	170264	527982
62	Wrakkenpad 8	173676	532855	179	Onderduikerspad 16	170213	528051
63	Wrakkenpad 7	173613	532811	180	Onderduikerspad 15	170183	527983
65	Wrakkenpad 10a	173283	533106	181	Klutenpad 9	171459	529571
66	Wrakkenpad 10	173221	533135	182	Klutenpad 12	171489	529638
67	Wrakkenpad 9	173207	533070	184	Klutenpad 11	170915	529573
68	Wrakkenpad 12	173164	533170	185	Klutenpad 14	170919	529646
69	Wrakkenpad 11-I	173125	533114	186	Klutenpad 16	170859	529647
70	Wrakkenpad 11-II	172942	533229	187	Klutenpad 13	170829	529576
71	Wrakkenpad 13-I	172873	533274	189	Klutenpad 18	170290	529654
72	Wrakkenpad 14-I	172908	533325	190	Klutenpad 15	170294	529580
73	Wrakkenpad 13-II	172687	533387	191	Klutenpad 17	170199	529583
74	Wrakkenpad 14-II	172703	533451	192	Klutenpad 20	170228	529654
75	Wrakkenpad 16	172655	533483	197	Westermeerweg 3	169801	521719
76	Wrakkenpad 15	172610	533432	199	Vormtweg 16	170148	521560
77	Wrakkenpad 17	172235	533664	200	Vormtweg 14	170208	521583
78	Wrakkenpad 18	172255	533735	202	Vormtweg 12	170789	521678
79	Wrakkenpad 19	172159	533712	203	Vormtweg 10	170851	521687
80	Wrakkenpad 20	172204	533765	204	Vormtweg 7	171383	521665
				205	Vormtweg 5	171469	521665
				206	Vormtweg 8	171423	521737

Id	Omschr.	X	Y	Id	Omschr.	X	Y
208	Staartweg 16	170709	520430	302	Creilerpad 18a	171525	532316
209	Staartweg 14a	171113	520481	303	Creilerpad 18b	171519	532319
210	Staartweg 14	171148	520513	304	Creilerpad 12a	172259	531862
211	Staartweg 12	171230	520577	305	Creilerpad 12b	172253	531865
212	Domineesweg 29	170982	518025	306	Creilerpad 12c	172247	531869
213	Domineesweg 27	171522	518024	307	Creilerpad 12d	172243	531872
214	Domineesweg 26	172105	518083	308	Creilerpad 10a	172448	531744
215	Domineesweg 24	172169	518086	309	Creilerpad 10b	172440	531749
216	Domineesweg 23	172159	518018	310	Vuurpad 14a	171099	530696
217	Domineesweg 21	172227	518023	311	Vuurpad 14b	171093	530700
218	Zuidermeerweg 51	171828	517704	312	Westermeerweg 59a	169891	529991
219	Zuidermeerweg 49	172114	517266	313	Westermeerweg 59b	169890	529998
220	Zuidermeerweg 45	172316	516948	314	Westermeerweg 59c	169890	530006
221	Zuidermeerweg 43	172602	516509	316	Westermeerweg 55a	169887	529391
222	Zuidermeerweg 39	172803	516190	317	Westermeerweg 55b	169886	529399
223	Zuidermeerweg 37	173097	515739	318	Westermeerweg 55c	169886	529406
224	Zuidermeerweg 33	173291	515436	319	Westermeerweg 47a	169867	528186
225	Zuidermeerweg 31	173451	515184	320	Westermeerweg 47b	169868	528193
226	Ketelmeerweg 27	173954	514852	321	Westermeerweg 47c	169867	528199
227	Ketelmeerweg 25	174030	514849	322	Westermeerweg 47d	169868	528204
228	Monnikenweg 12	172757	516442	323	Westermeerweg 39a-	169863	526991
229	Creilerpad 15-I	171598	532187	324	Westermeerweg 39b	169863	526998
230	Vuurpad 17	170591	530895	325	Westermeerweg 39c	169863	527006
231	Monnikenweg 8	173132	516484	326	Westermeerweg 27a	169811	525094
232	Monnikenweg 8a-b	173213	516496	327	Westermeerweg 27b	169810	525100
233	Monnikenweg 7	173273	516426	328	Westermeerweg 27c	169810	525106
234	Monnikenweg 6	173658	516480	329	Westermeerweg 27d	169811	525112
237	Zuidermeerweg 16	173393	515408	330	Westermeerweg 15a	169791	523389
238	Domineesweg 36b	170549	518269	331	Westermeerweg 15b	169791	523395
239	Domineesweg 36a	170557	518269	332	Westermeerweg 15c	169791	523401
240	Domineesweg 36 (Woning??)	170624	518213	333	Westermeerweg 15d	169790	523407
241	Domineesweg 32a	171097	518094	334	Westermeerweg 5a	169779	521789
242	Domineesweg 32b	171091	518094	335	Westermeerweg 5b	169780	521796
243	Domineesweg 32c	171083	518094	336	Westermeerweg 5c	169780	521803
244	Domineesweg 32d	171073	518094	337	Vormtweg 14a	170320	521613
245	Domineesweg 32?	171590	518097	338	Vormtweg 14b	170312	521614
246	Domineesweg 26a	172020	518094	338	Vormtweg 14d	170296	521614
247	Domineesweg 26b	172012	518094	339	Vormtweg 14c	170306	521613
248	Domineesweg 26c	172006	518094	340	Steenbankpad 16a	170066	523162
249	Domineesweg 26d	171999	518094	341	Steenbankpad 16b	170061	523162
250	Monnikenweg 10a	172852	516480	342	Steenbankpad 16c	170054	523162
251	Monnikenweg 10b	172846	516480	343	Steenbankpad 16d	170048	523162
252	Monnikenweg 10c	172839	516480	344	Steenbankpad 12a	170709	523153
253	Monnikenweg 10d	172821	516480	345	Steenbankpad 12b	170703	523154
254	Monnikenweg 10e	172815	516480	346	Steenbankpad 12c	170696	523154
255	Monnikenweg 10f	172808	516480	347	Steenbankpad 12d	170689	523154
256	Zuidermeerweg 14a	173441	515359	348	Steenbankpad 8a	171336	523146
257	Zuidermeerweg 14b	173437	515364	349	Steenbankpad 8b	171343	523146
258	Zuidermeerweg 14c	173434	515370	350	Steenbankpad 8c	171349	523145
259	Zuidermeerweg 14d	173430	515376	351	Ankerpad 16a	170083	524759
260	Noordermeerweg 7a	170245	531169	352	Ankerpad 16b	170077	524760
261	Noordermeerweg 7b	170242	531164	353	Ankerpad 16c	170069	524760
262	Noordermeerweg 7c	170238	531159	354	Ankerpad 16d	170061	524760
263	Noordermeerweg 19a	171105	532570	355	Ankerpad 10a	171054	524750
264	Noordermeerweg 19b	171102	532564	356	Ankerpad 10b	171047	524751
265	Noordermeerweg 19c	171099	532559	357	Ankerpad 10c	171040	524751
266	Noordermeerweg 19d	171095	532554	358	Ankerpad 10d	171033	524750
267	Noordermeerweg 11b	170470	531537	359	Espelerpad 14a	170422	526511
268	Noordermeerweg 11a	170466	531531	360	Espelerpad 14b	170414	526512
270	Noordermeerweg 25a	171639	533430	361	Espelerpad 14c	170407	526512
271	Noordermeerweg 25b	171635	533424	362	Espelerpad 14d	170400	526513
272	Noordermeerweg 25c	171632	533418	363	Espelerpad 10a	170987	526506
273	Noordermeerweg 25d	171628	533411	364	Espelerpad 10b	170981	526507
274	Noordermeerweg 33d	172262	534444	365	Espelerpad 10c	170971	526507
275	Noordermeerweg 33c	172259	534439	366	Onderduikerspad 14a	170388	528061
276	Noordermeerweg 33b	172255	534435	367	Onderduikerspad 14b	170380	528061
277	Noordermeerweg 33a	172252	534428	368	Onderduikerspad 14c	170373	528061
278	Noordermeerweg 37a	172561	534926	369	Onderduikerspad 14d	170366	528062
280	Noordermeerweg 37c	172569	534937	370	Onderduikerspad 10a	171016	528055
281	Noordermeerweg 45a	173191	535946	371	Onderduikerspad 10b	171009	528056
282	Noordermeerweg 45b	173195	535952	372	Onderduikerspad 10c	171001	528056
283	Noordermeerweg 45c	173199	535958	373	Onderduikerspad 10d	170995	528056
284	Noordermeerweg 49a	173509	536455	374	Klutenpad 20a	170143	529666
285	Noordermeerweg 49b	173514	536460	375	Klutenpad 20b	170137	529667
286	Noordermeerweg 49c	173518	536468	376	Klutenpad 20c	170131	529668
287	Ruttensepad 8b	174476	536136	377	Klutenpad 20d	170125	529668
288	Ruttensepad 8c	174470	536139	379	Klutenpad 16a	170774	529660
289	Ruttensepad 8d	174465	536142	380	Klutenpad 16b	170769	529661
290	Ruttensepad 8a	174481	536133	381	Klutenpad 16c	170762	529661
291	IJzerpad 10a	173763	534673	382	Klutenpad 16d	170757	529661
292	IJzerpad 10b	173757	534677	383	Klutenpad 12a	171408	529652
293	IJzerpad 6a	174141	534464	384	Klutenpad 12b	171402	529653
294	IJzerpad 6a	174136	534467	385	Klutenpad 12c	171395	529653
295	IJzerpad 6a	174131	534471	386	Monnikenweg 4a	173883	516496
296	IJzerpad 4a	174457	534269	387	Monnikenweg 4b	173878	516496
297	IJzerpad 4b	174452	534272	388	Monnikenweg 4c	173871	516496
298	IJzerpad 4c	174447	534276	389	Vormtweg 6a	171575	521746
299	Wrakkenpad 8c	173604	532915	390	Vormtweg 6b	171570	521746
300	Wrakkenpad 8b	173609	532911	391	Vormtweg 6c	171563	521746
301	Wrakkenpad 8a	173615	532908				

Bijlage III Geluidvermogenniveaus

In tabel III.1 zijn de geluidgegevens van de windturbines opgenomen, afkomstig van de door de leveranciers verstrekte gegevens (zie figuren III.1 t/m III.5).

Tabel III.1

Geluidvermogenniveau windturbines

Type	Geluidvermogenniveau [dB(A)] per windklasse [m/s]						
	4	5	6	7	8	9	10
E126	97,5	102,0	106,0	107,0	108,5	110,0	
SWT			103,9	104,5	105,2	105,5	105,5
E82					105,0		
V90	98	102	106	108	109	109	107
N90					105,5		

ENERCON ENERGY FOR THE WORLD	Sound Power Level E-82 Operational Mode III	page 1 of 1

Guaranteed Values of the Sound Power Level for the E-82 with 3000 kW rated power

Hub height / V_{Wind} in 10m height	70 m	78 m	85 m	98 m	108 m	138 m
4 m/s						
5 m/s						
6 m/s						
7 m/s						
8 m/s						
95% rated power	105.0 dB(A)	105.0 dB(A)	105.0 dB(A)	105.0 dB(A)	105.0 dB(A)	105.0 dB(A)

Measured value at 95% rated power						

1. A tonality value K_{TN} of 0-1 dB is guaranteed over the whole operational range (valid in the near vicinity of the turbine according to IEC).
2. An impulsivity value K_{IN} of 0 dB is guaranteed over the whole operational range (valid in the near vicinity of the turbine according to IEC).
3. The sound power values given in the table are valid for the **Operational Mode III** (defined through the rotational speed range of 5 – 20 rpm). The respective power curve is the Calculated Power Curve E-82 3MW dated January 2005 (Rev. 1.x).
4. The guarantee is based on official and internal measurements of the sound power level. The official measured values are given in this document as a reference. The extracts of the official measurements are available and are valid in combination with this guarantee document. The measurements are being carried out according to the recommended national and international standards and norms (mentioned on the respective extracts).
5. In order to account for the uncertainties of measurement and sound prediction calculations, to increase the acceptance at the authorities and to avoid eventual verification measurements ENERCON recommends a safety factor of 1 dB(A) on the guaranteed values when carrying out sound propagation calculations. In countries where safety factors are already mandatory due to local regulations, the ENERCON recommendation is not applicable.

   Should this recommendation be neglected for any reasons, it is hereby explicitly referred to 6.
6. Due to the measurement uncertainties of sound measurements the verification of the guaranteed values is successful, if the measurement result of a measurement that has been carried out according to the accepted standards is in the range of +/- 1dB(A) of the guaranteed values [guarantee fulfilled when measurement result = guaranteed value +/- 1dB(A)].
7. For noise-sensitive sites it is possible to operate the E-82 with reduced rotational speed and reduced rated power during the night. The reduced sound power levels are given in a separate document.

Document information:		ENERCON reserves the right to technical modifications	
Author/ date:	MK / 26.06.06		
Department:	SA	Translator / date:	MK / 10.03.05
Approved / date:		Revisor / date:	-
Revision / date:	1.0 / 26.06.06	Reference:	SA-04-SPL Guarantee E-82 OM III-Rev1_0-ger-eng.doc

Figuur III.1
Enercon E82

NORDEX N90/2500 HS – Noise level

Hub height	80m	100m
Measurement 1	$L_{WA,95}$ = 105.5dB(A) $L_{WA,max}$ = 105.9dB(A) K_{TN} = 1dB	
	2007-05-09	
Warranty at 95% of nominal power	107.0dB(A), $K_{TN} \leq$ 2dB	

The warranties at 95% P_N are valid for all hub heights!

The measurements of the noise level as well as the penalties for tonality fulfil the requirements of the Technical Guidelines of the Fördergesellschaft Windenergie e. V. (FGW).

All results and warranties are based on the reference value at 95% of nominal power. The penalties for tonality K_{TN} are the maximum values in the wind bins 6 to 10m/s.

 All rights reserved

Figuur III.2
Nordex N90

ENERCON ENERGY FOR THE WORLD	Sound Power Level E-126	page 1 of 1

Estimated Values of the Sound Power Level for the E-126 with 7,5 MW rated power

V_{Wind} in 10m height \ Hub height		135 m	
3 m/s		94,0 dB(A)	
4 m/s		97,5 dB(A)	
5 m/s		102.0 dB(A)	
6 m/s		106.0 dB(A)	
7 m/s		107.0 dB(A)	
8 m/s		108.5 dB(A)	
9 m/s		110.0 dB(A)	
95% rated power		110.0 dB(A)	

Measured value at 95% rated power			

1. A tonality value K_{TN} of 0-1 dB is estimated over the whole operational range (valid in the near vicinity of the turbine according to IEC).
2. An impulsivity value K_{IN} of 0 dB is estimated over the whole operational range (valid in the near vicinity of the turbine according to IEC).
3. The respective power curve is the Calculated Power Curve E-126 7.5 MW dated June 2009 (Rev. 1.x).
4. In order to account for the uncertainties of measurement and sound prediction calculations, to increase the acceptance at the authorities and to avoid eventual verification measurements ENERCON recommends a safety factor of 1 dB(A) on the estimated values when carrying out sound propagation calculations. In countries where safety factors are already mandatory due to local regulations, the ENERCON recommendation is not applicable.

Document information:		ENERCON reserves the right to technical modifications	
Author/ date:	MK / 26.06.09		
Department:	SA	Translator / date:	MK / 03.06.05
Approved / date:	SSch / 29.06.09	Revisor / date:	-
Revision / date:	1.0 / 26.06.09	Reference:	SA-04-SPL Estimation E-126 7.5 MW-Rev1_0-ger-eng

Figuur III.3
Enercon E126

Title
Measurement of Noise Emission from a Siemens SWT-3.6-107 Wind Turbine Situated at Høvsøre, Denmark

Journal no.	**Project no.**	**Our ref.**	**Date of test**
DANAK 2468	A580293	BSG/CRP-lm	28 June 2006 20 September 2006

Client
Siemens Wind Power A/S
Borupvej 16
DK-7330 Brande
Denmark

Client ref.
Thomas R. Hansen

Test conditions
- IEC 61400-11:2002 "Wind turbine generator systems Part 11: Acoustic noise measurement techniques"
- IEC 61400-11:2002 Amendment 1:2006

Results
The noise emission from a Siemens SWT-3.6-107 wind turbine, situated at Høvsøre, Denmark, has been determined. The measurement results are shown in the below table. 95% of rated power is reached at approx. 8.8 m/s.

Wind speed [m/s]	6	7	8	9	10
Power [kW]	1500	2325	3075	3470	3600
Sound power level L_{WA} [dB re 1 pW]	103.9	104.5	105.2	105.5	105.5
Audibility ΔL_a [dB]	-2.7	-0.7	-1.3	0.0	-2.1

Them, 6 November 2006
DELTA

Bo Søndergaard
M.Sc. (Physics)
Acoustics

Figuur III.4
Siemens SWT3.6- Measurement of Noise Emission from a Siemens SWT-3.6-107 d.d. 6 nov 2006. Blad 2.

2.3 Noise Curves V90 - 3.0 MW

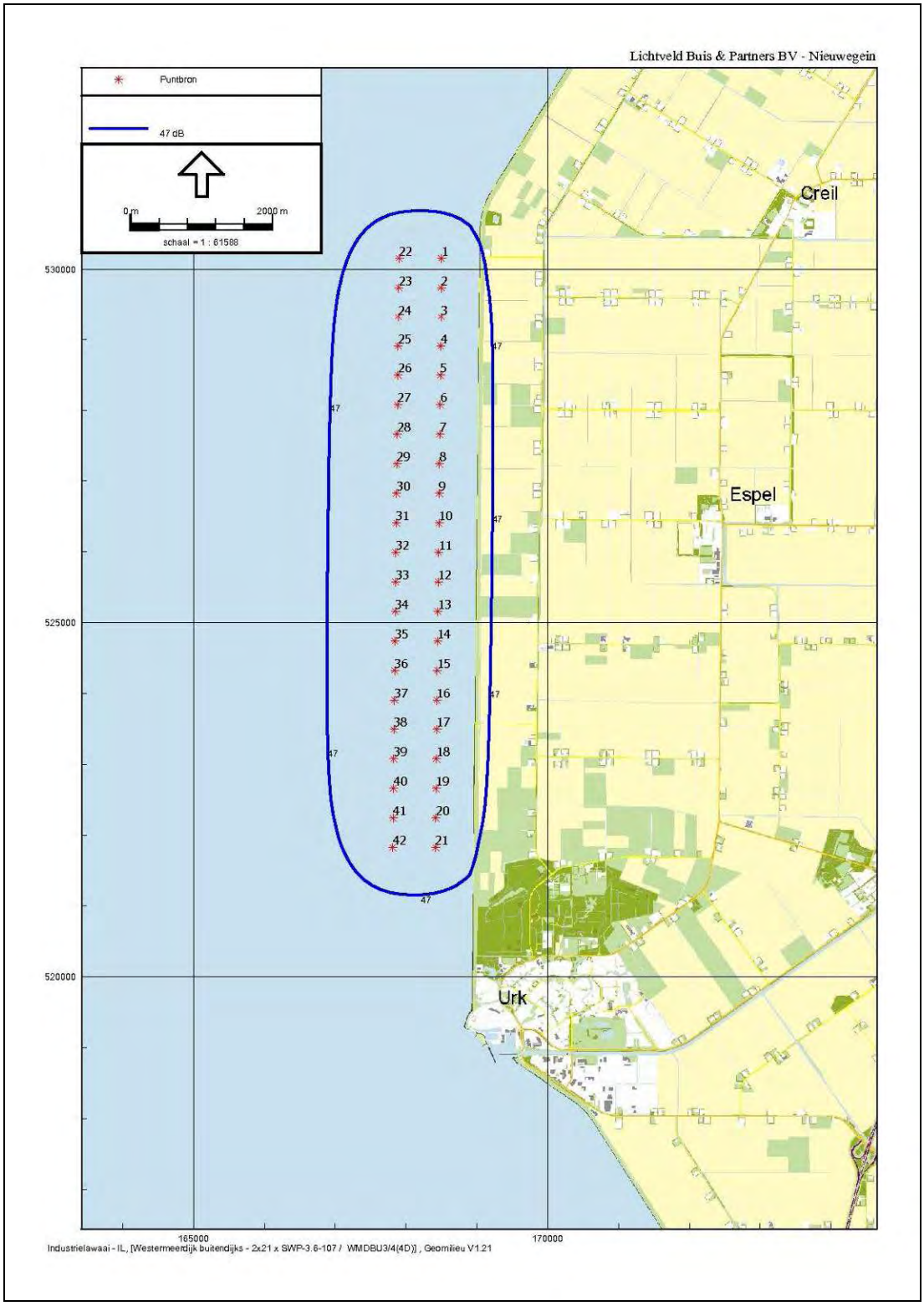
2.3.1 Noise Curve V90 - 3.0 MW, 50 Hz, Mode 0 - 109.4 dB (A)

	Guaranteed Sound Power Level at Hub Height: Noise mode 0				
	Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 2 2002 Wind shear: 0.16 Max. turbulence at 10 meter height: 16% Inflow angle (vertical): 0 ± 2° Air density: 1.225 kg/m^3			
	Hub Height	65m	80m	90m	105m
	L_{wA} @ 4 m/s (10 m above ground) [dBA] Wind speed at hh [m/sec]	96.4 5.4	97.0 5.6	97.5 5.7	98.2 5.8
	L_{wA} @ 5 m/s (10 m above ground) [dBA] Wind speed at hh [m/sec]	101.5 6.8	102 7.0	102.4 7.1	103.0 7.3
	L_{wA} @ 6 m/s (10 m above ground) [dBA] Wind speed at hh [m/sec]	105.3 8.1	105.8 8.4	106.1 8.5	106.5 8.7
	L_{wA} @ 7 m/s (10 m above ground) [dBA] Wind speed at hh [m/sec]	107.8 9.4	108.2 9.8	108.3 9.9	108.6 10.2
	L_{wA} @ 8 m/s (10 m above ground) [dBA] Wind speed at hh [m/sec]	109.1 10.8	109.3 11.2	109.4 11.4	109.4 11.7
	L_{wA} @ 9 m/s (10 m above ground) [dBA] Wind speed at hh [m/sec]	109.4 12.1	109.4 12.6	109.2 12.8	109.0 13.1
	L_{wA} @ 10 m/s (10 m above ground) [dBA] Wind speed at hh [m/sec]	108.0 13.5	106.7 14.0	106.5 14.3	106.3 14.6
	L_{wA} @ 11 m/s (10 m above ground) [dBA] Wind speed at hh [m/sec]	106.1 14.8	105.9 15.3	105.9 15.6	105.8 16.0
	L_{wA} @ 12 m/s (10 m above ground) [dBA] Wind speed at hh [m/sec]	105.8 16.2	105.7 16.7	105.7 17.1	105.7 17.5
	L_{wA} @ 13 m/s (10 m above ground) [dBA] Wind speed at hh [m/sec]	105.6 17.5	105.7 18.1	105.7 18.5	105.7 18.9

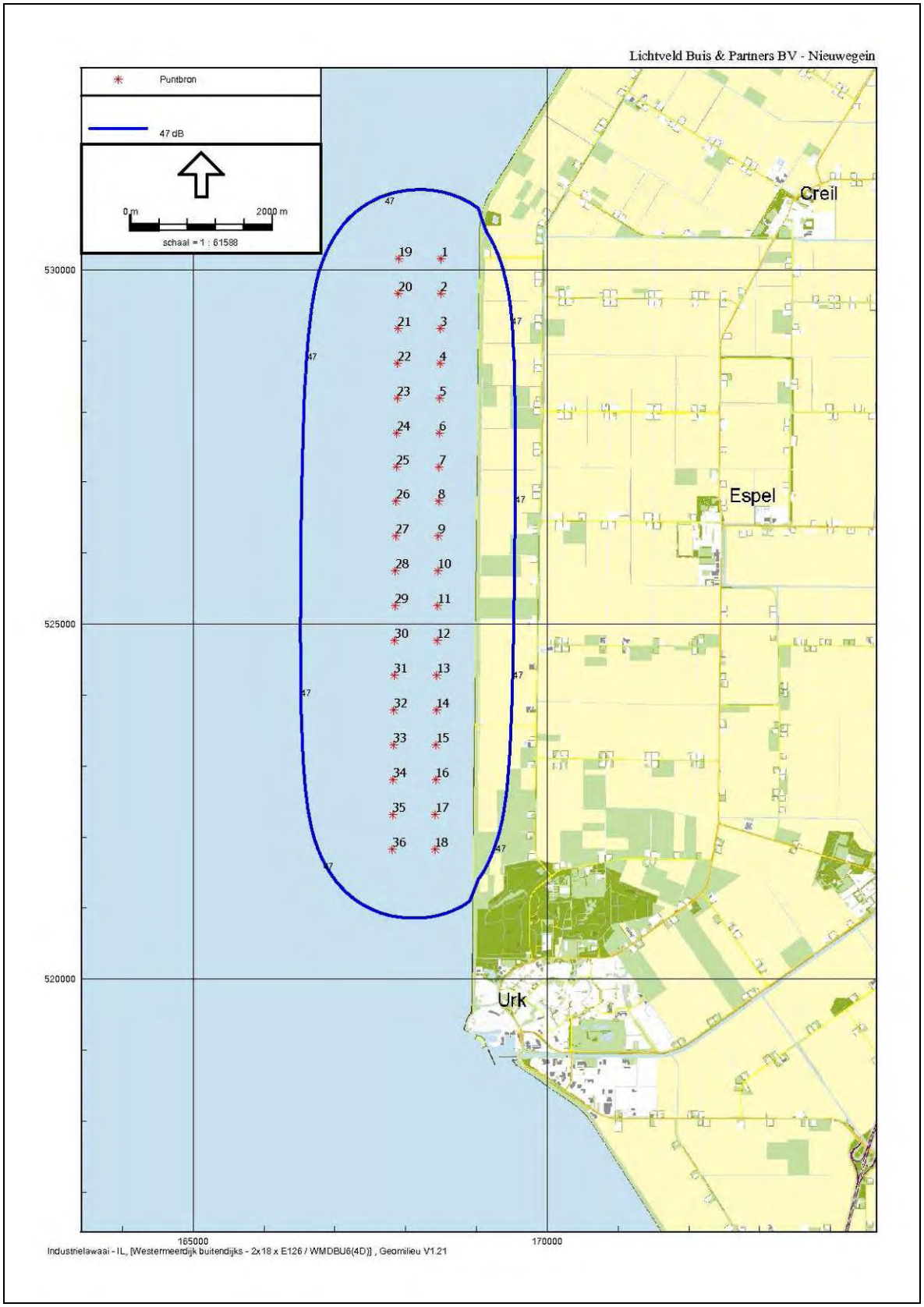
The noise level is guaranteed for the turbine configuration as described in the general specification.
The noise guarantee will be regarded as fulfilled, if a measured sound power level minus the inaccuracy of the measurement result is lower than the guaranteed value.

Figuur III.5
Vestas V90- General Specification V90 – 3.0 MW 16-11-2005. Blad 18.

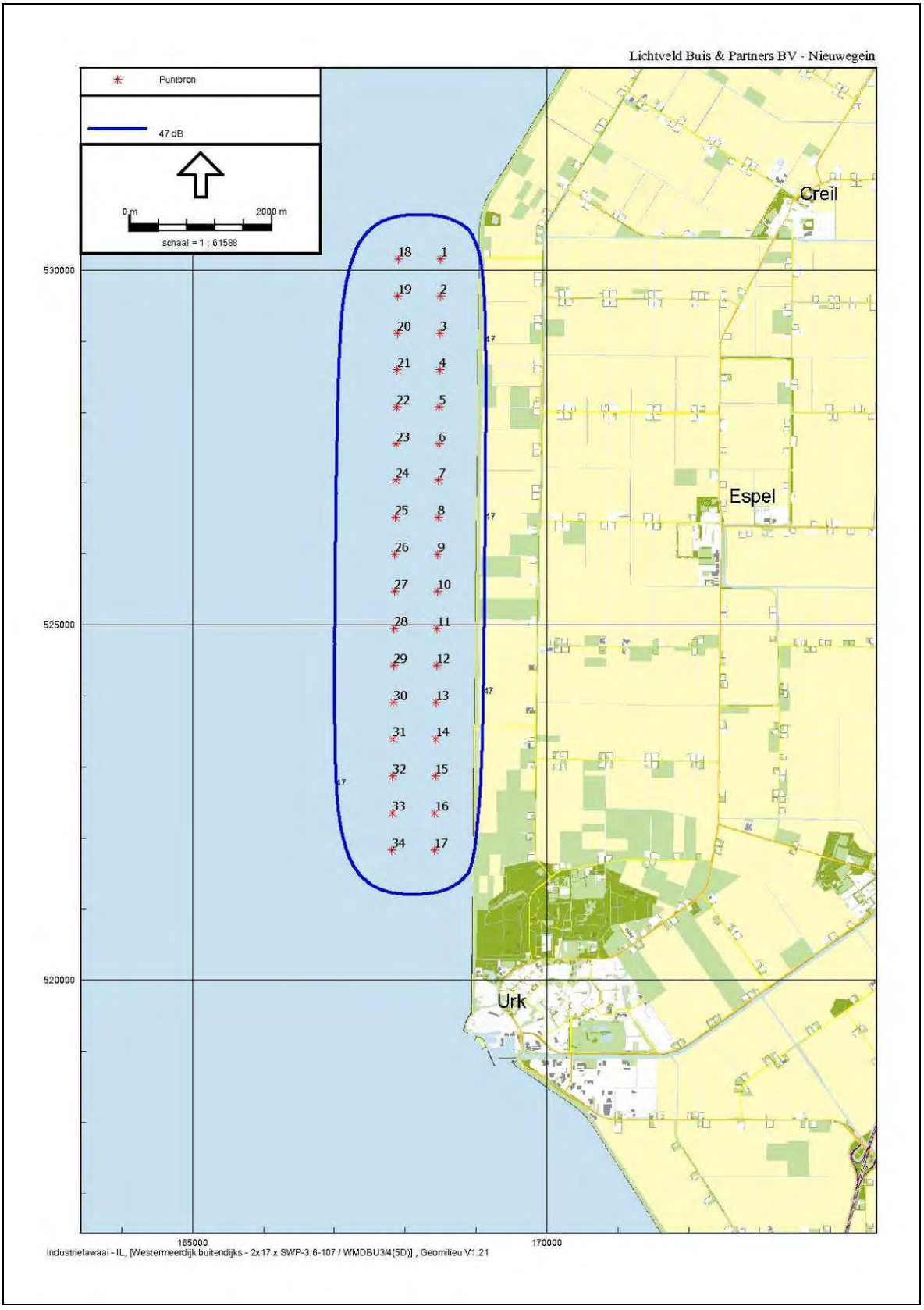
Bijlage IV L_{den}-resultaten per windpark



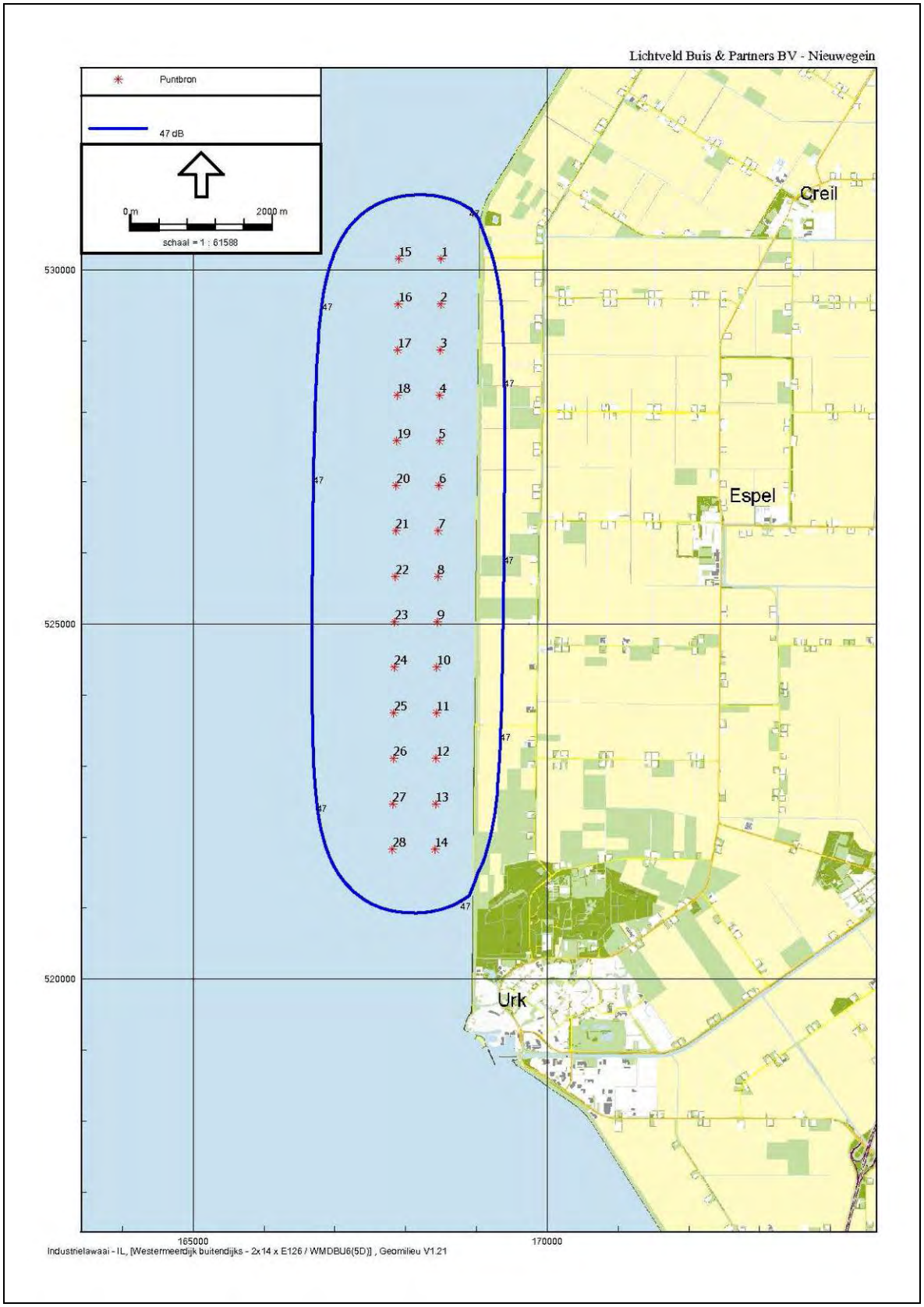
Figuur IV.1
WMDBu3/4(4D) - 47 dB L_{den}-contour



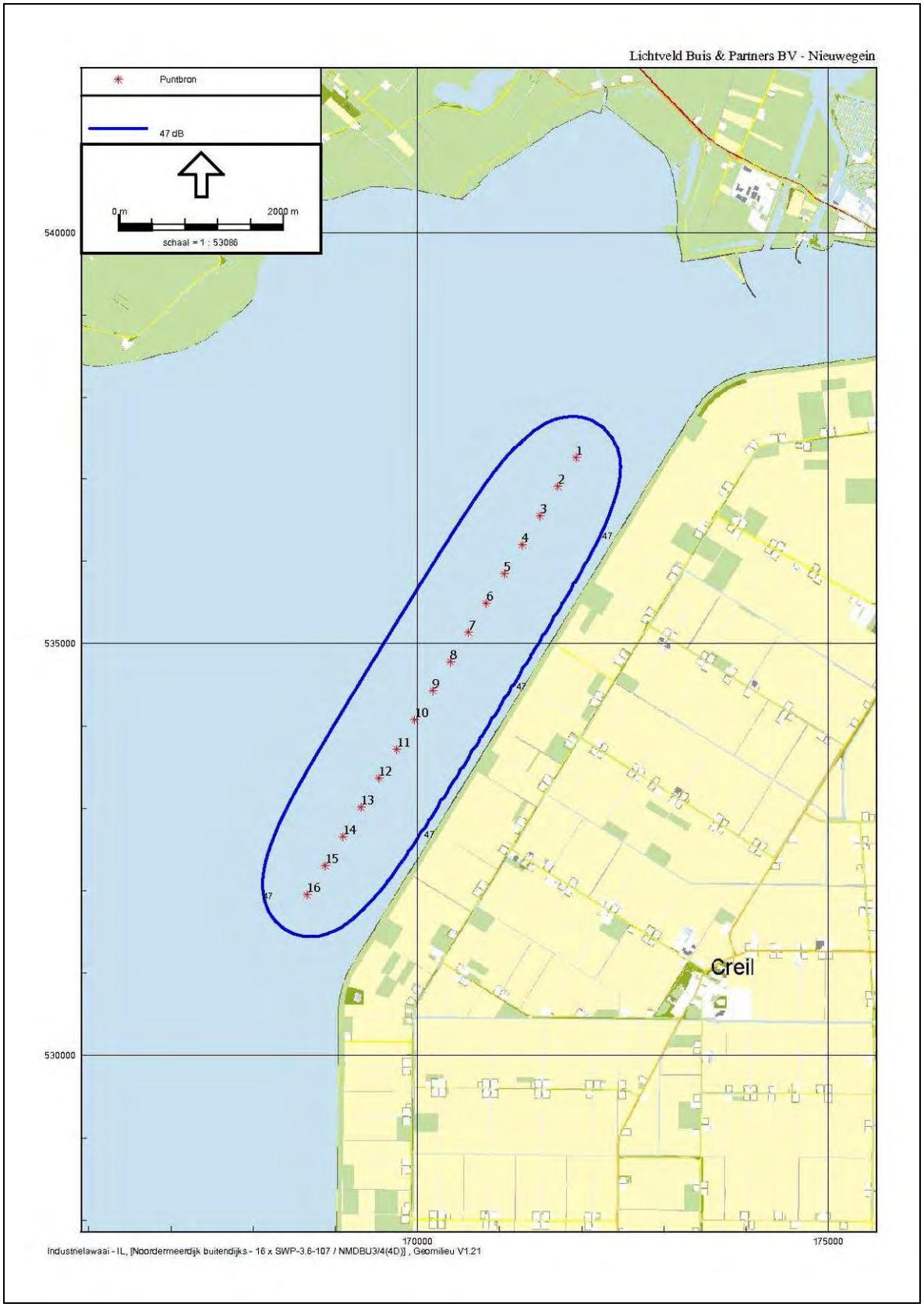
Figuur IV.2
WMDBu6(4D) - 47 dB L_{den}-contour



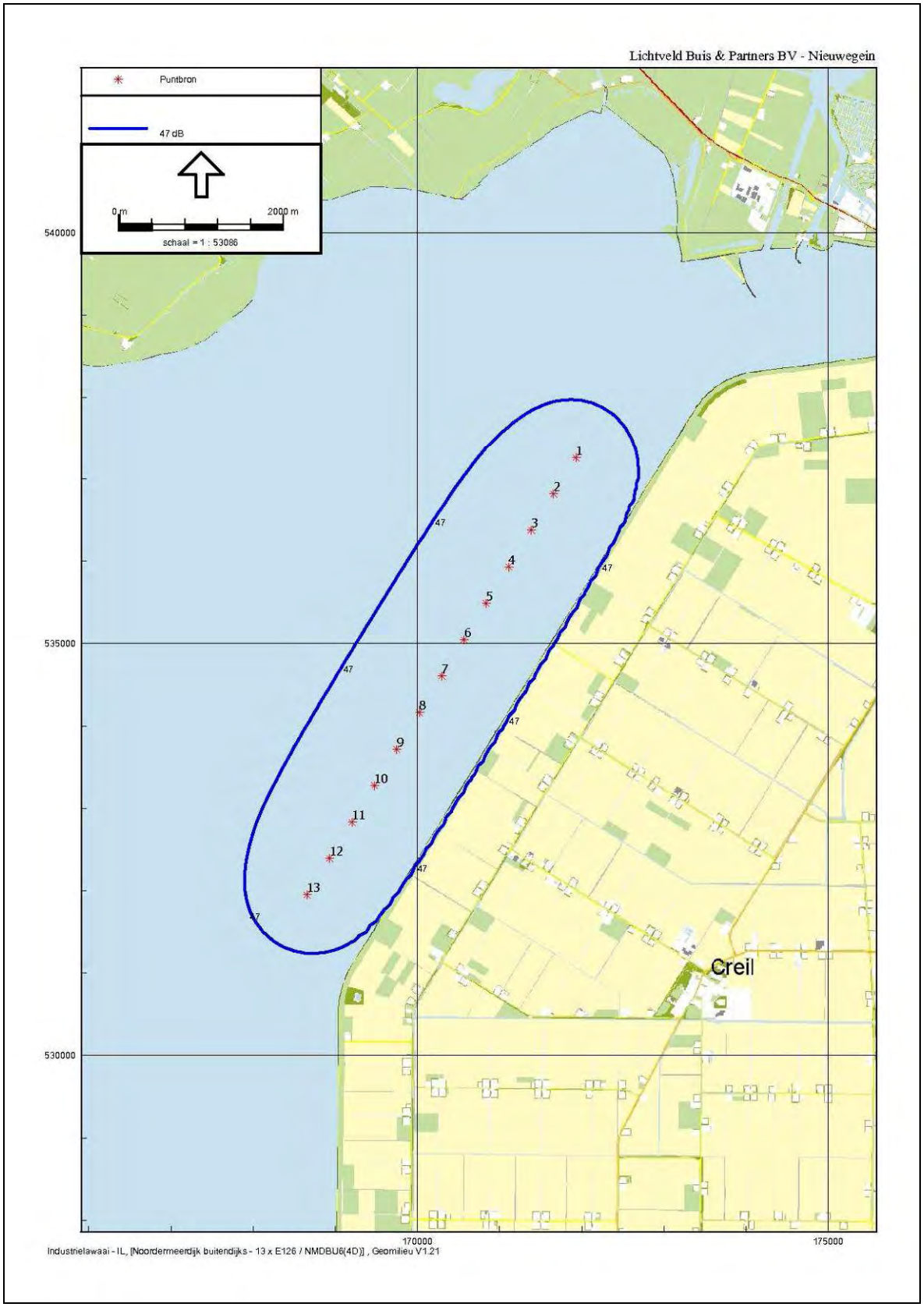
Figuur IV.3
WMDBu3/4(5D) - 47 dB L_{den}-contour



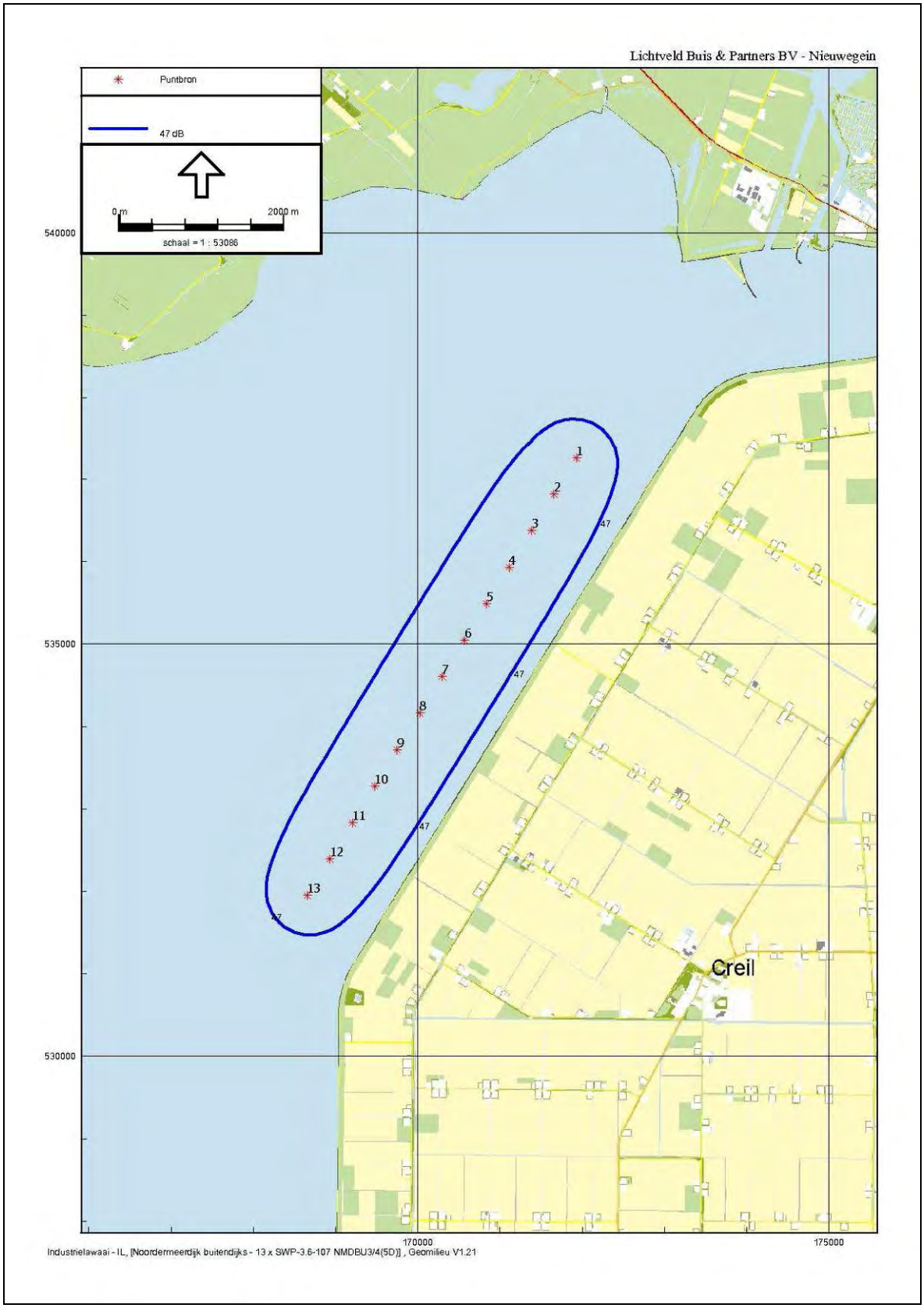
Figuur IV.4
WMDBu6(5D) - 47 dB L_{den}-contour



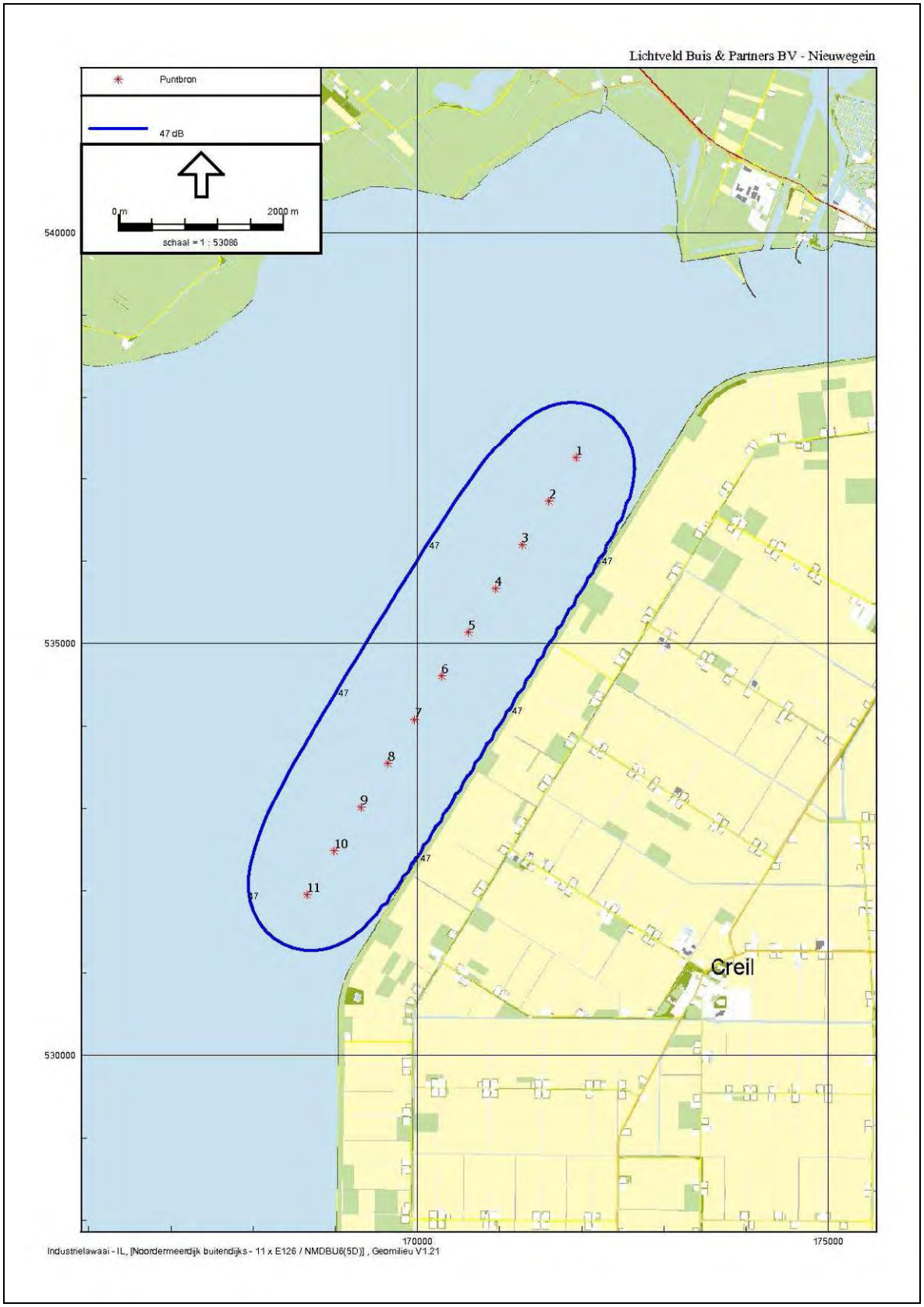
Figuur IV.5
NMDBu3/4(4D) - 47 dB L_{den}-contour



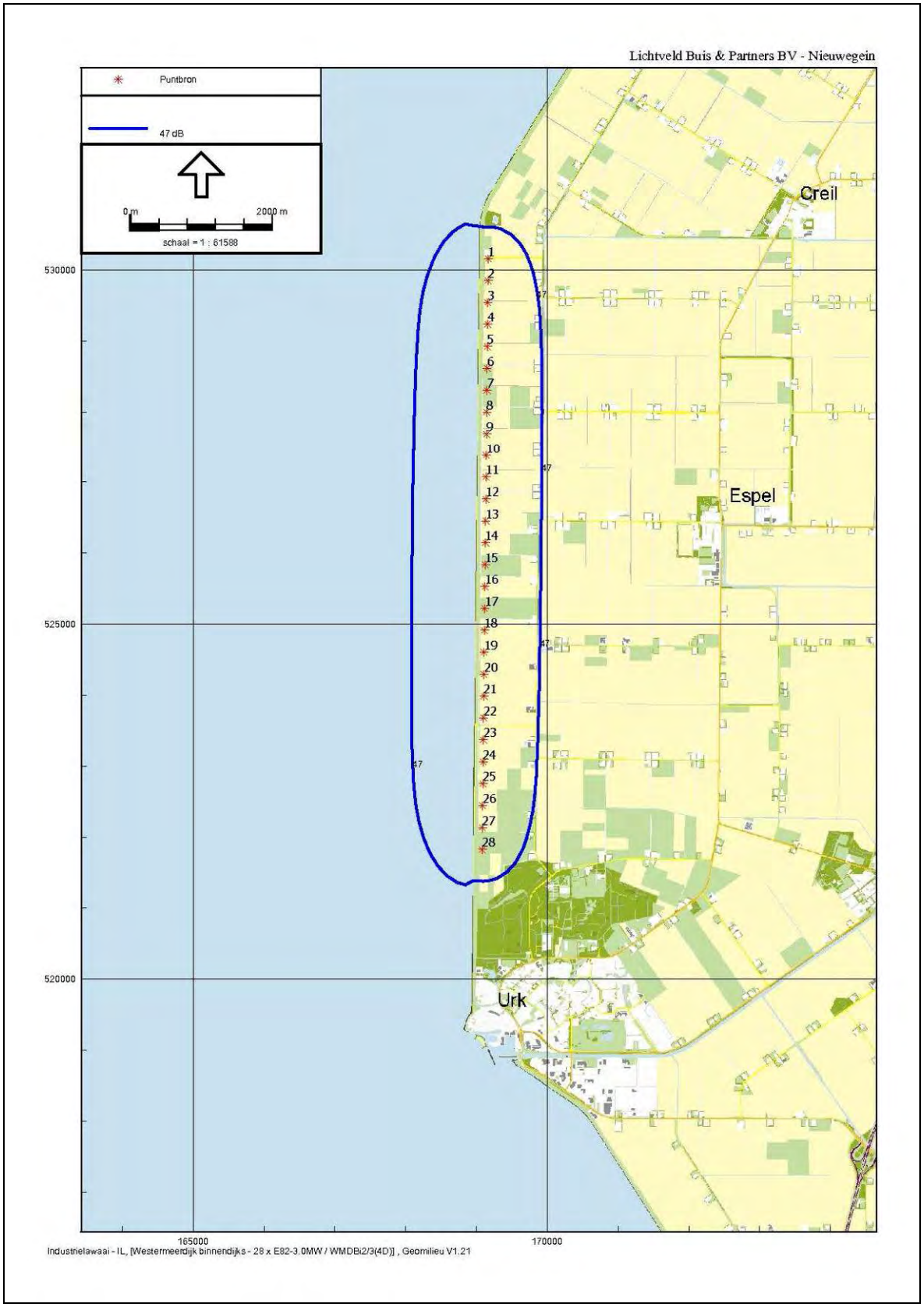
Figuur IV.6
NMDBu6(4D) - 47 dB L_{den}-contour



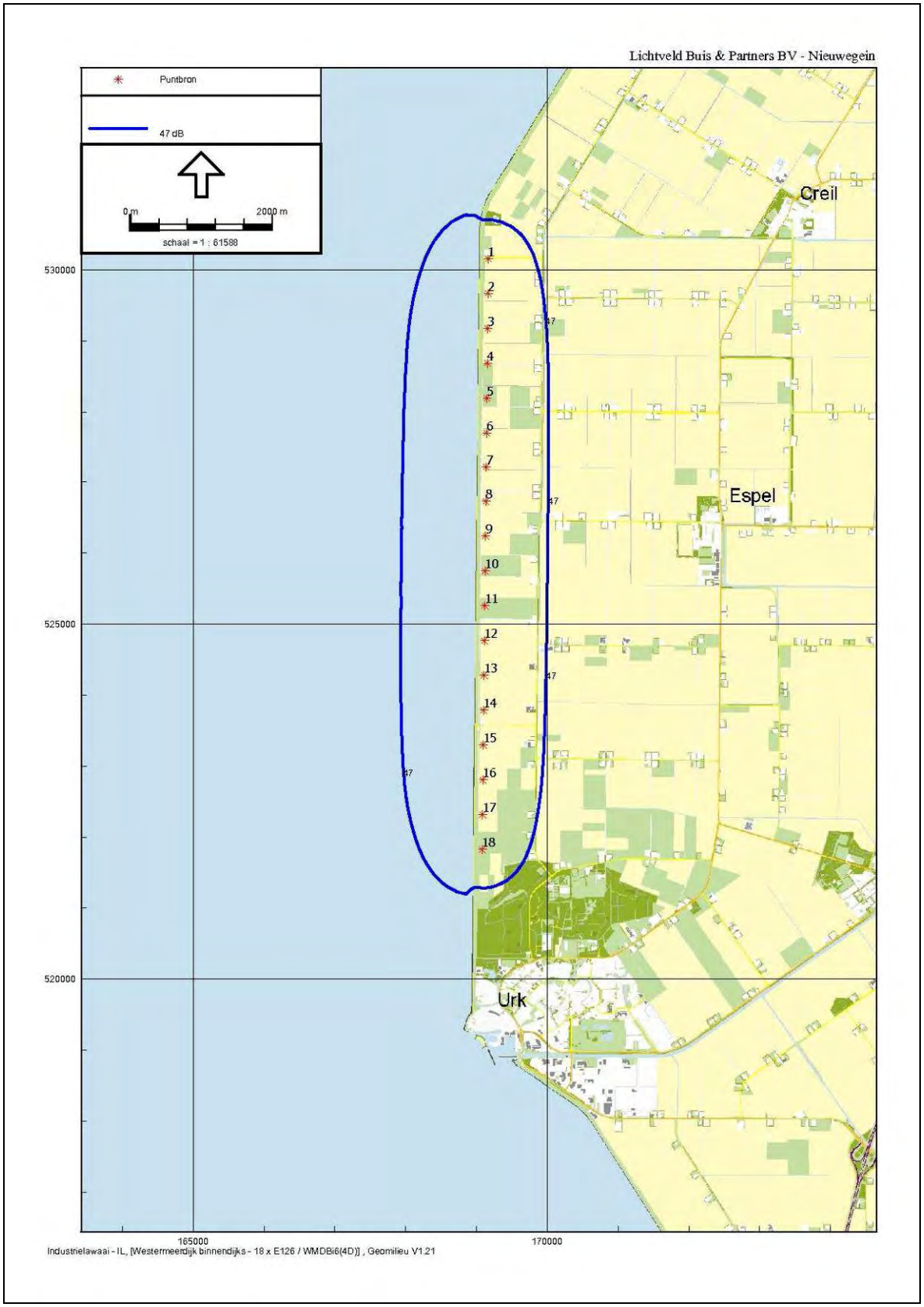
Figuur IV.7
NMDBu3/4(5D) - 47 dB L_{den}-contour



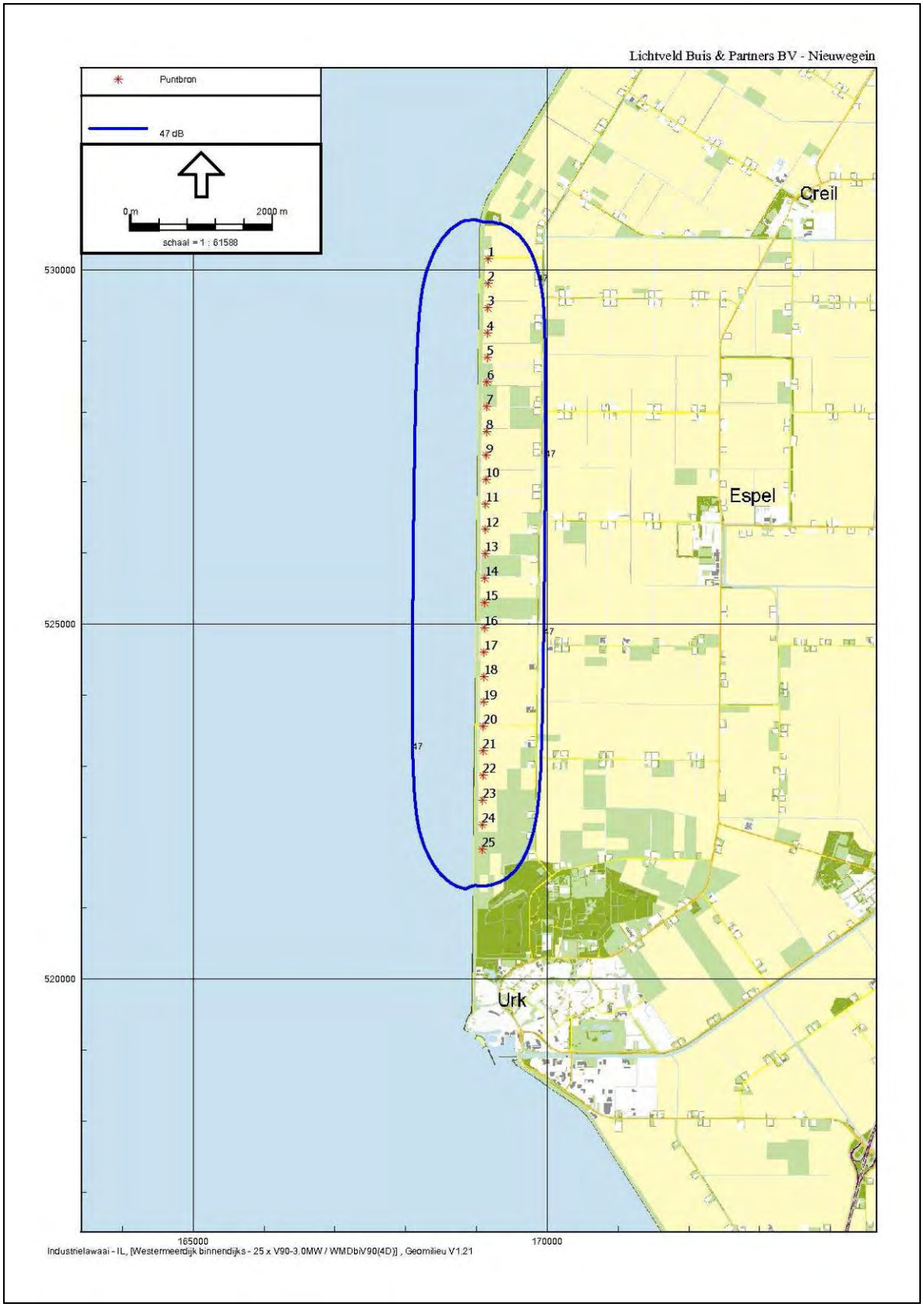
Figuur IV.8
NMDBu6(5D) - 47 dB L_{den}-contour



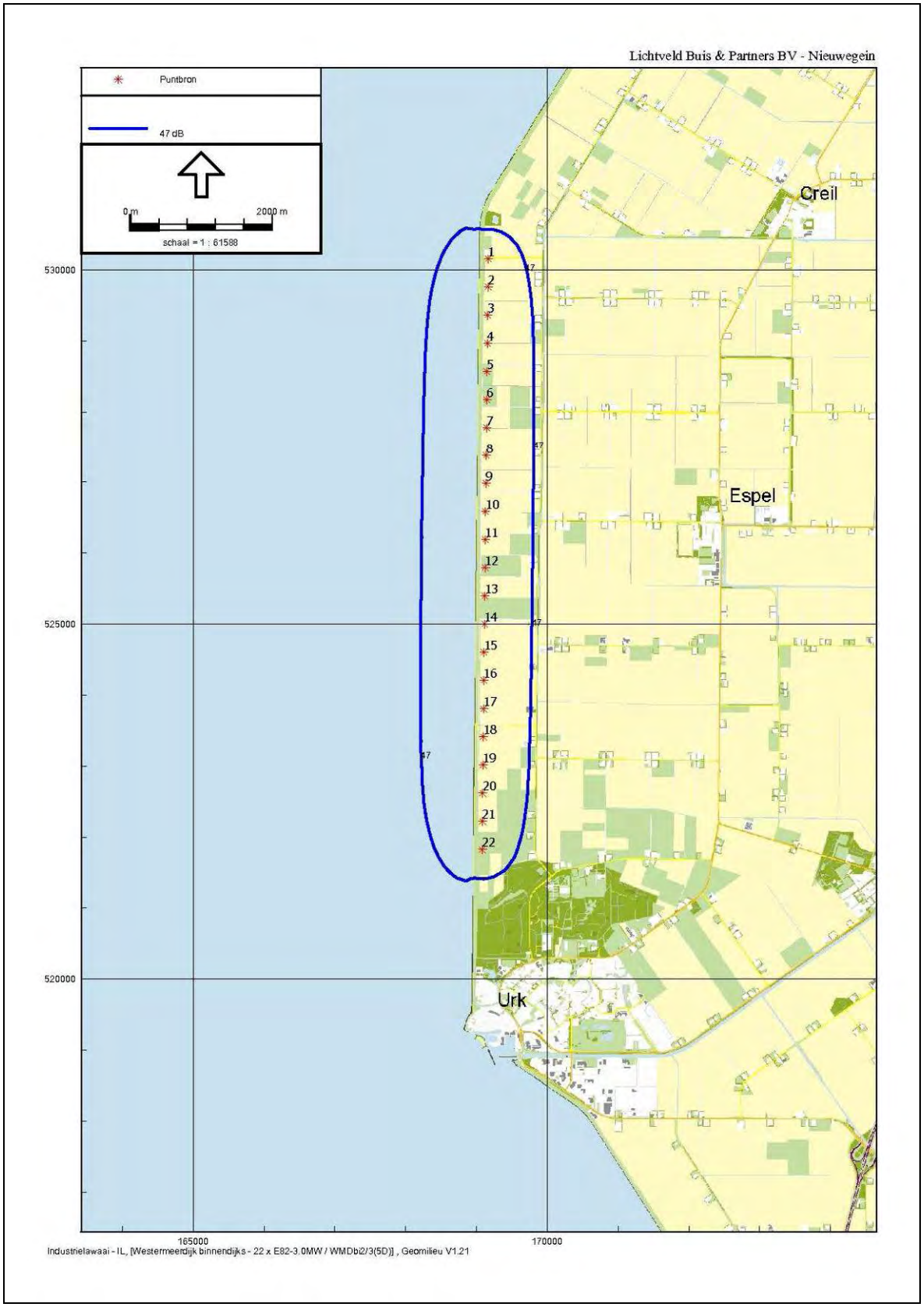
Figuur IV.9
WMDBi2/3(4D) - 47 dB L_{den}-contour



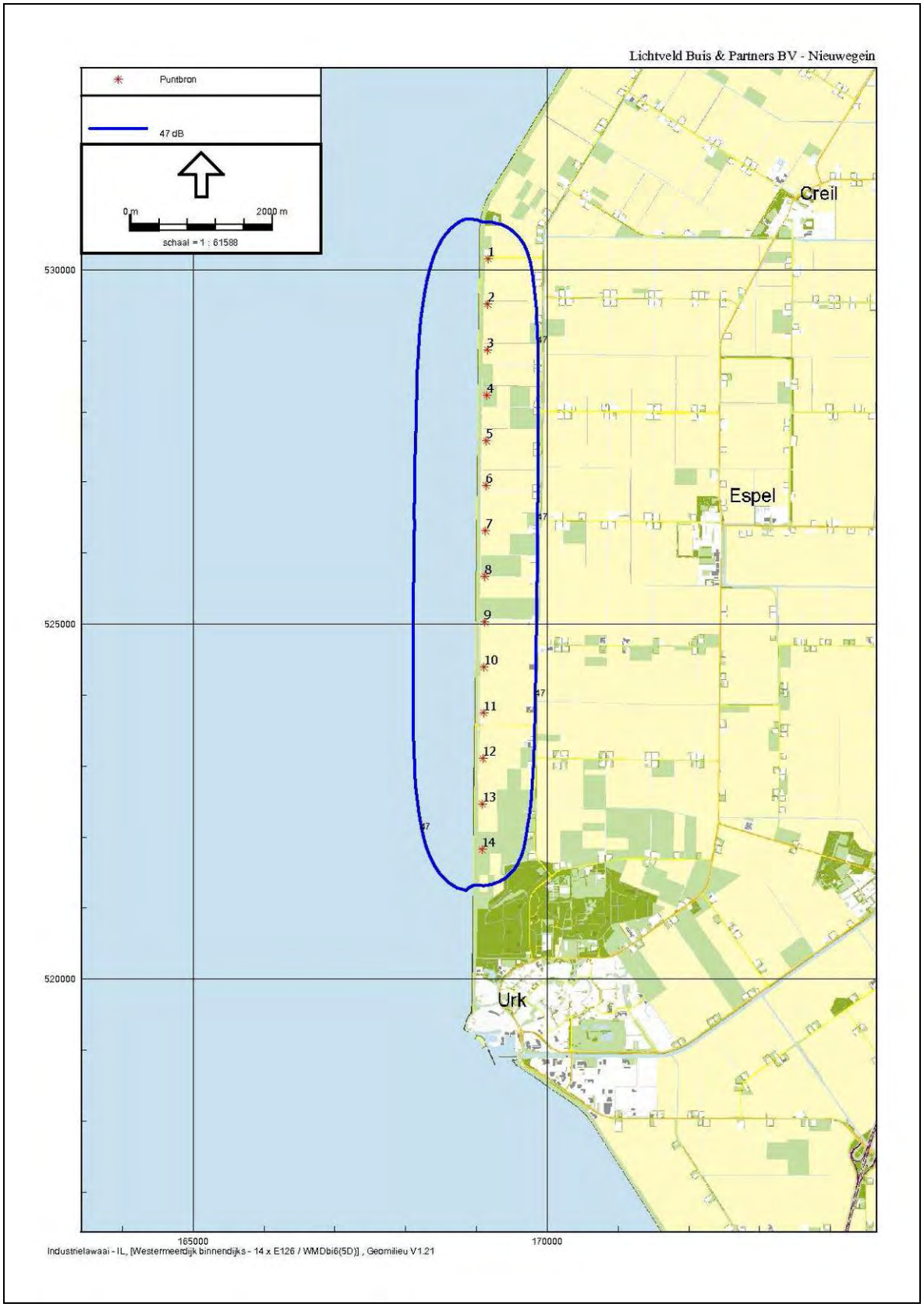
Figuur IV.10
WMDBi6(4D) - 47 dB L_{den}-contour



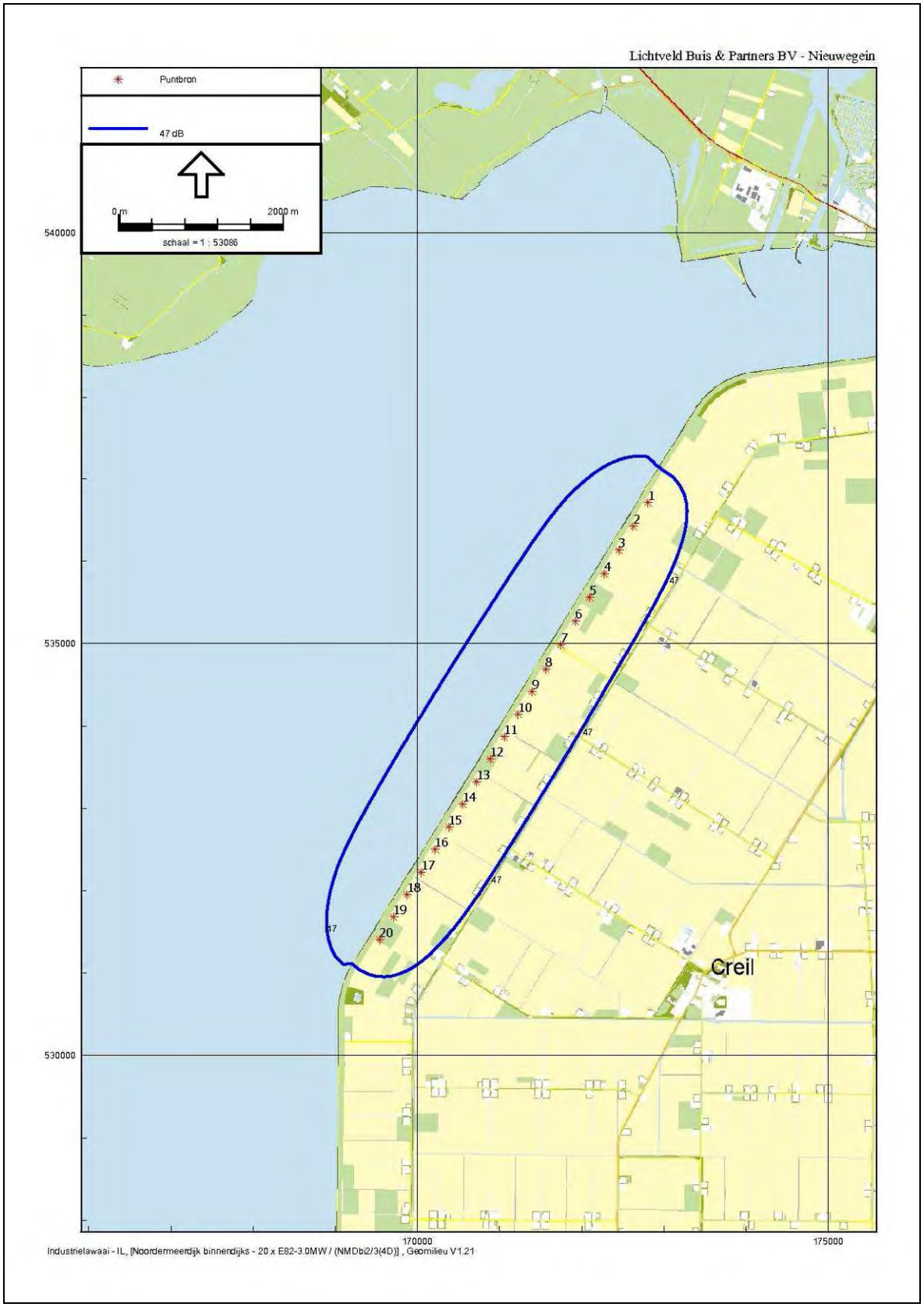
Figuur IV.11
WMDBiV90(4D) - 47 dB L_{den}-contour



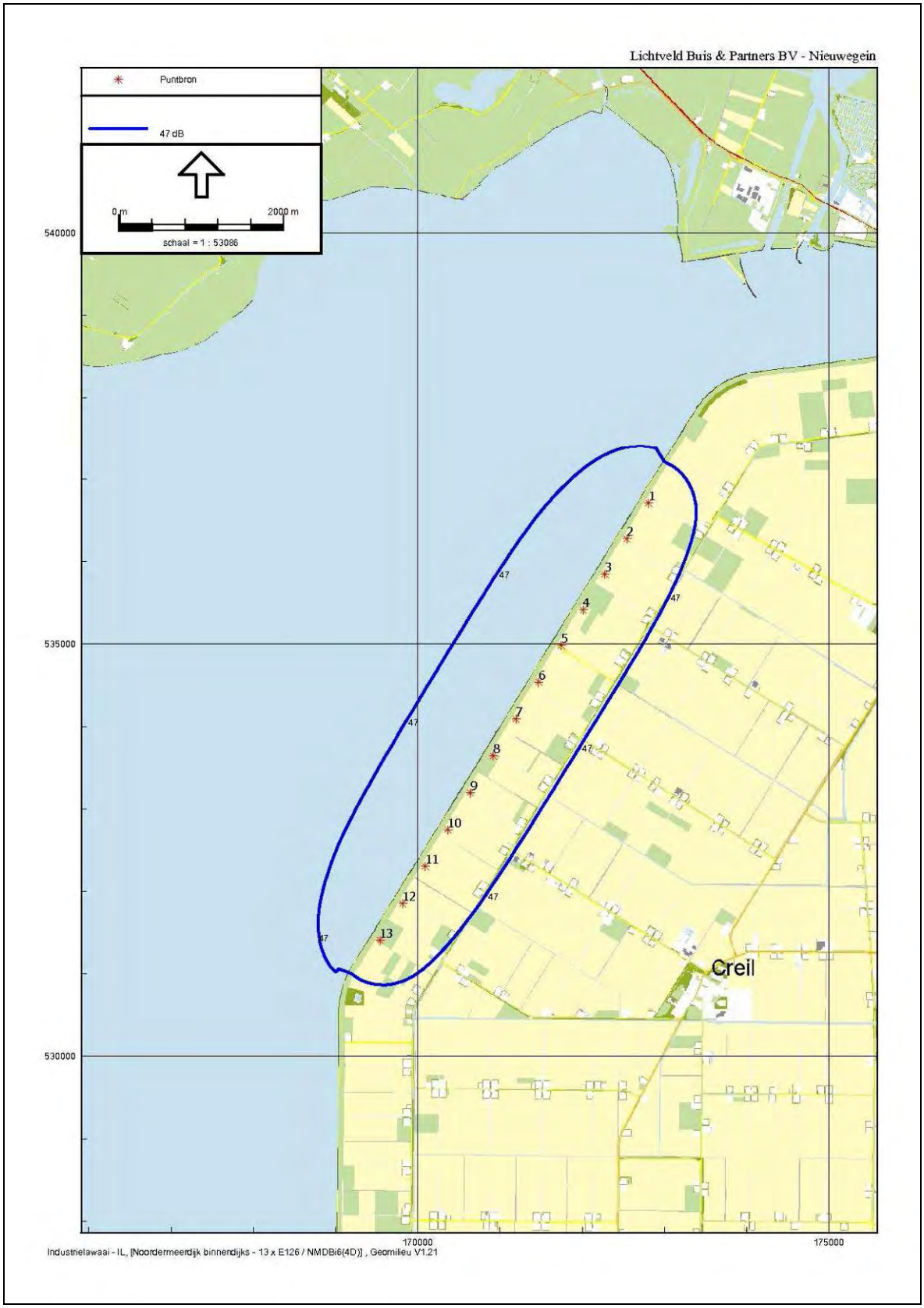
Figuur IV.12
WMDBi2/3(5D) - 47 dB L_{den}-contour



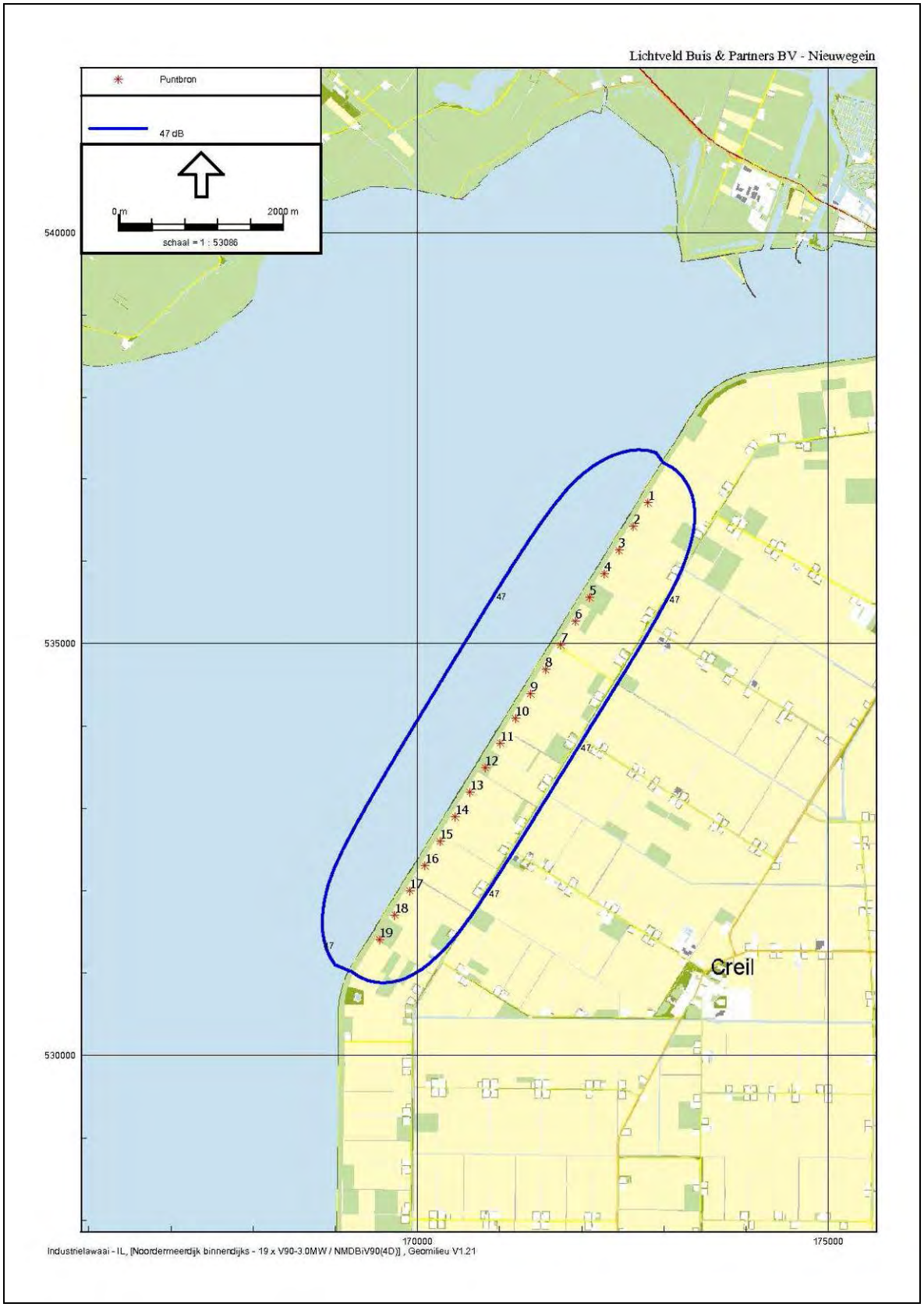
Figuur IV.13
WMDBi6(5D) - 47 dB L_{den}-contour



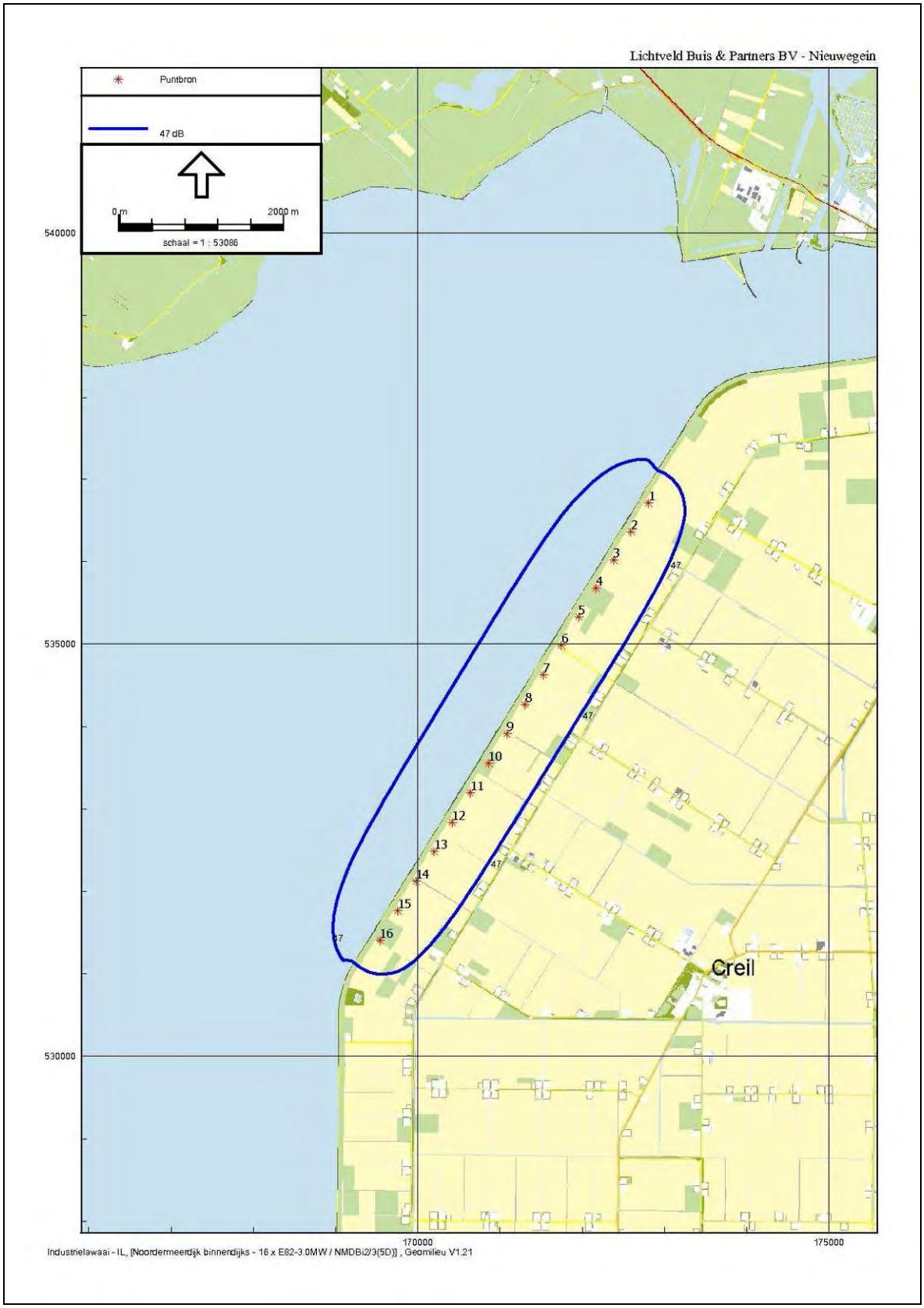
Figuur IV.14
NMDBi2/3(4D) - 47 dB L_{den}-contour



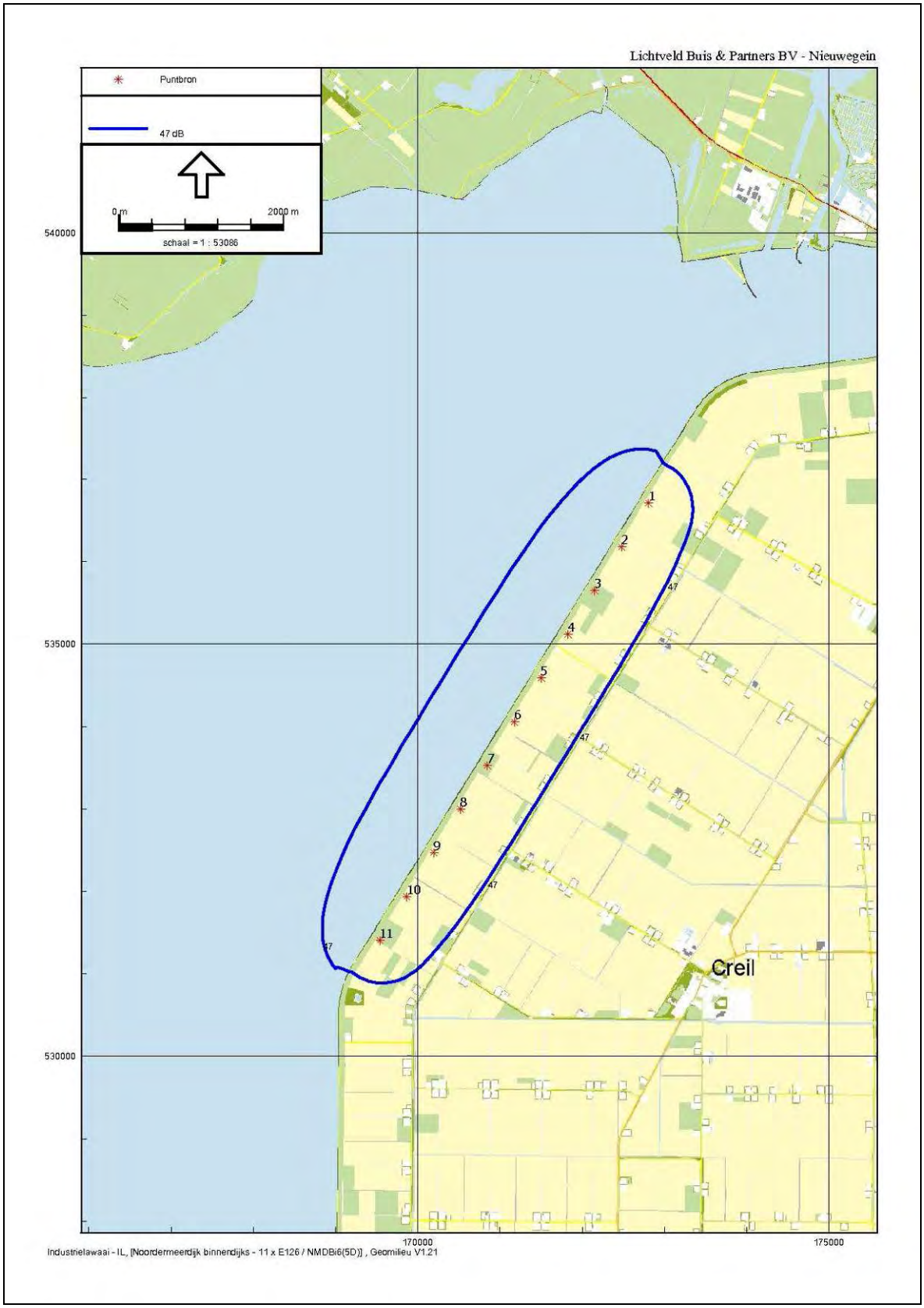
Figuur IV.15
NMDBi6(4D) - 47 dB L_{den}-contour



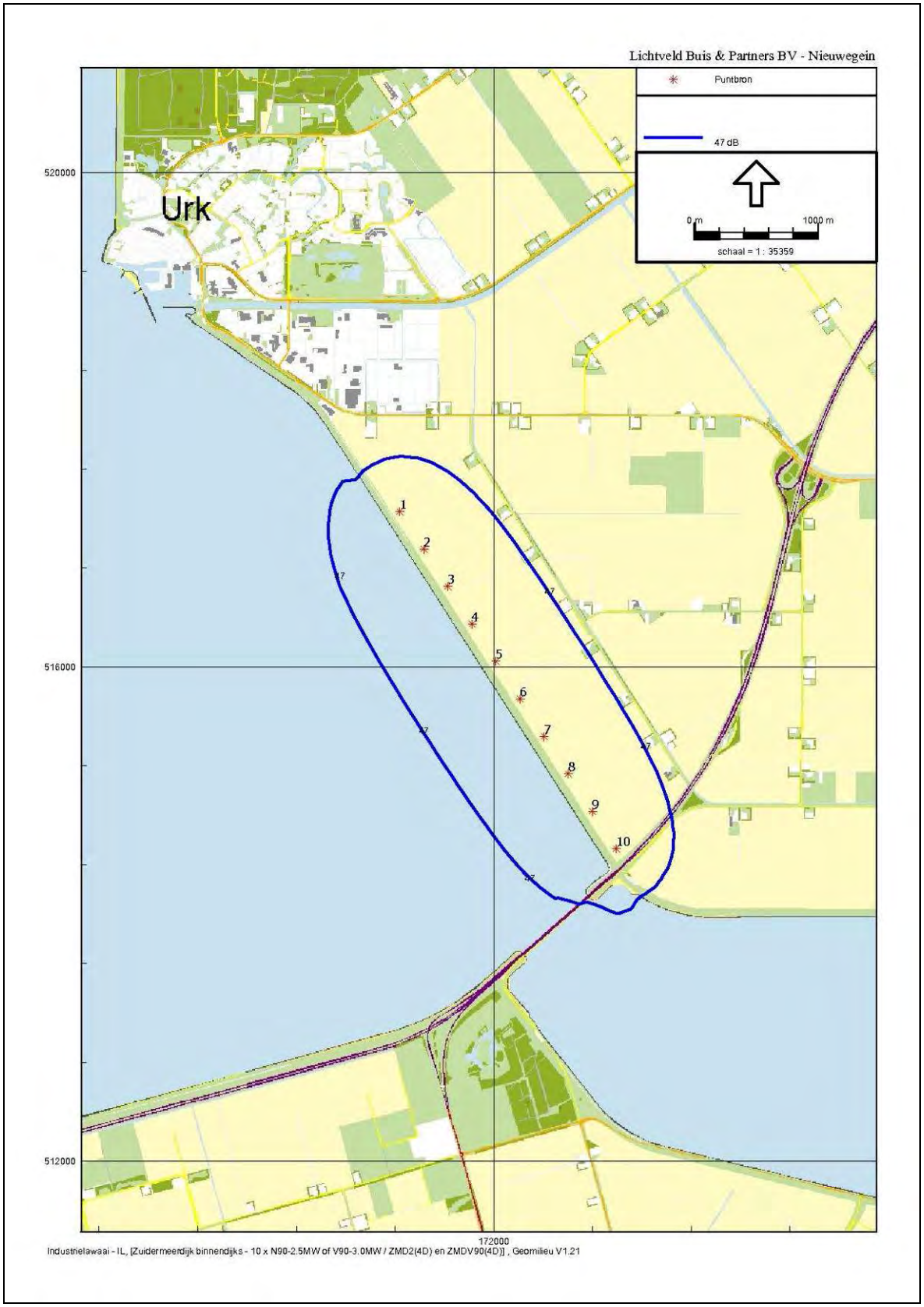
Figuur IV.16
NMDBiV90(4D) - 47 dB L_{den}-contour



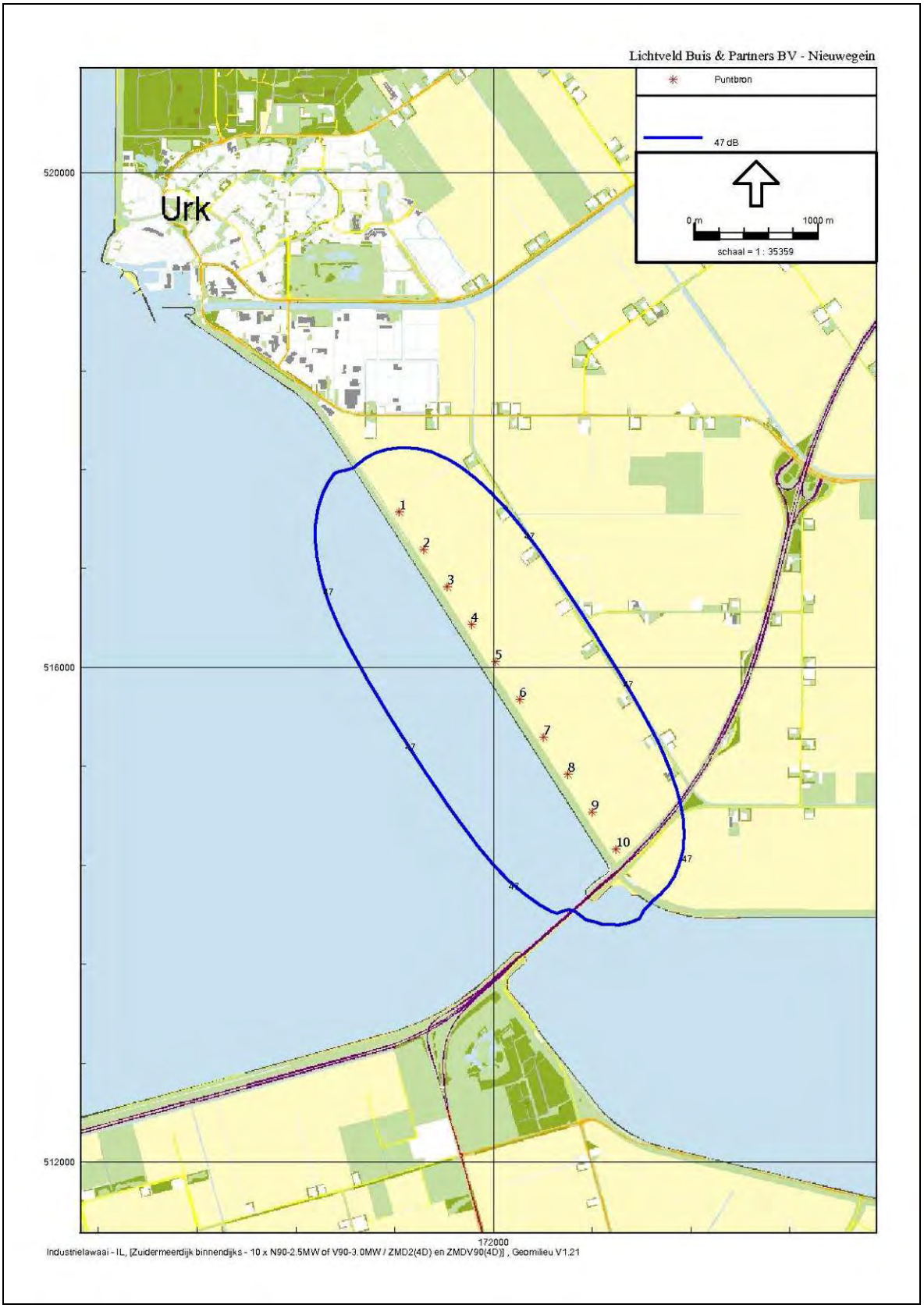
Figuur IV.17
NMDBi2/3(5D) - 47 dB L_{den}-contour



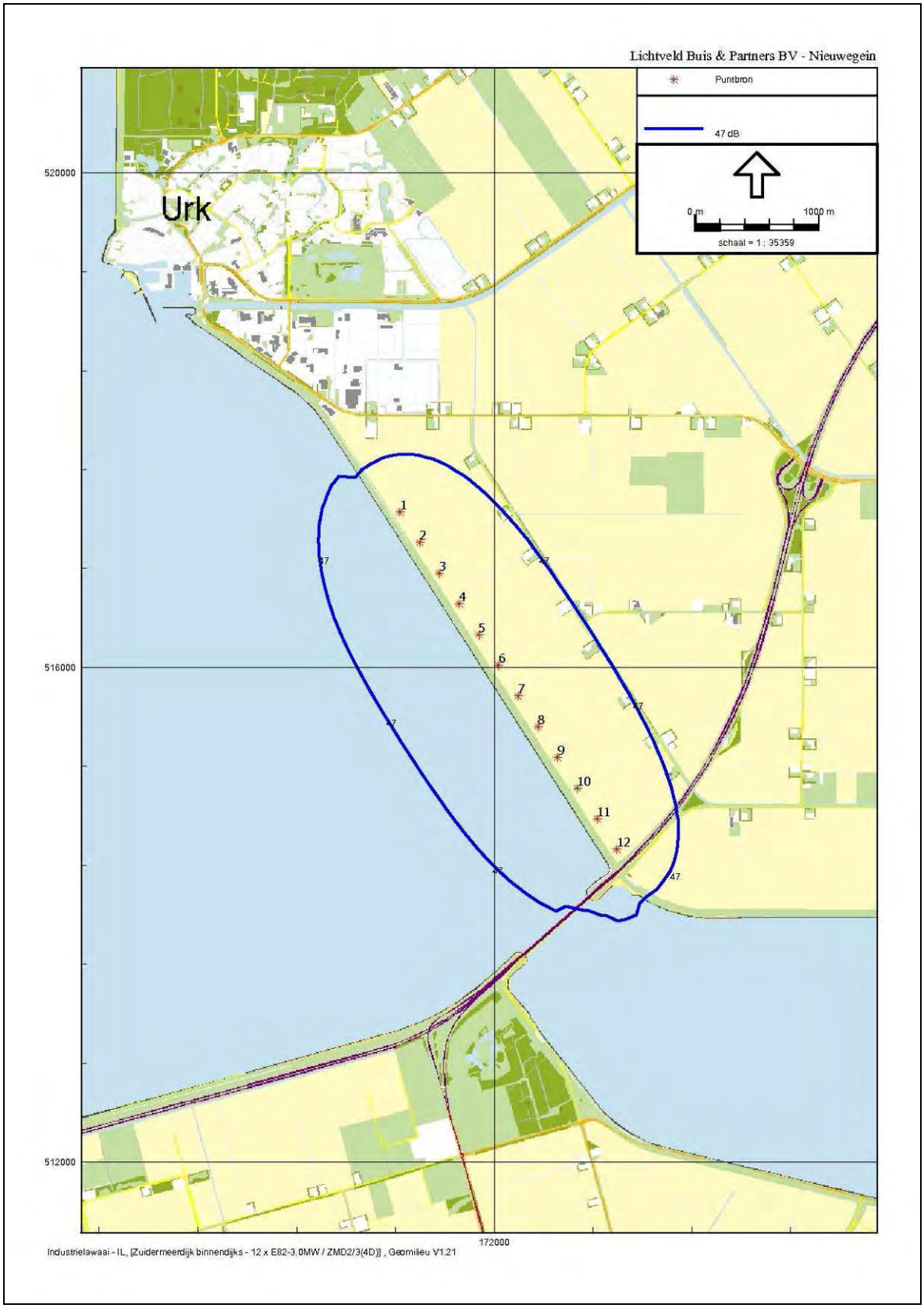
Figuur IV.18
NMDBi6(5D) - 47 dB L_{den}-contour



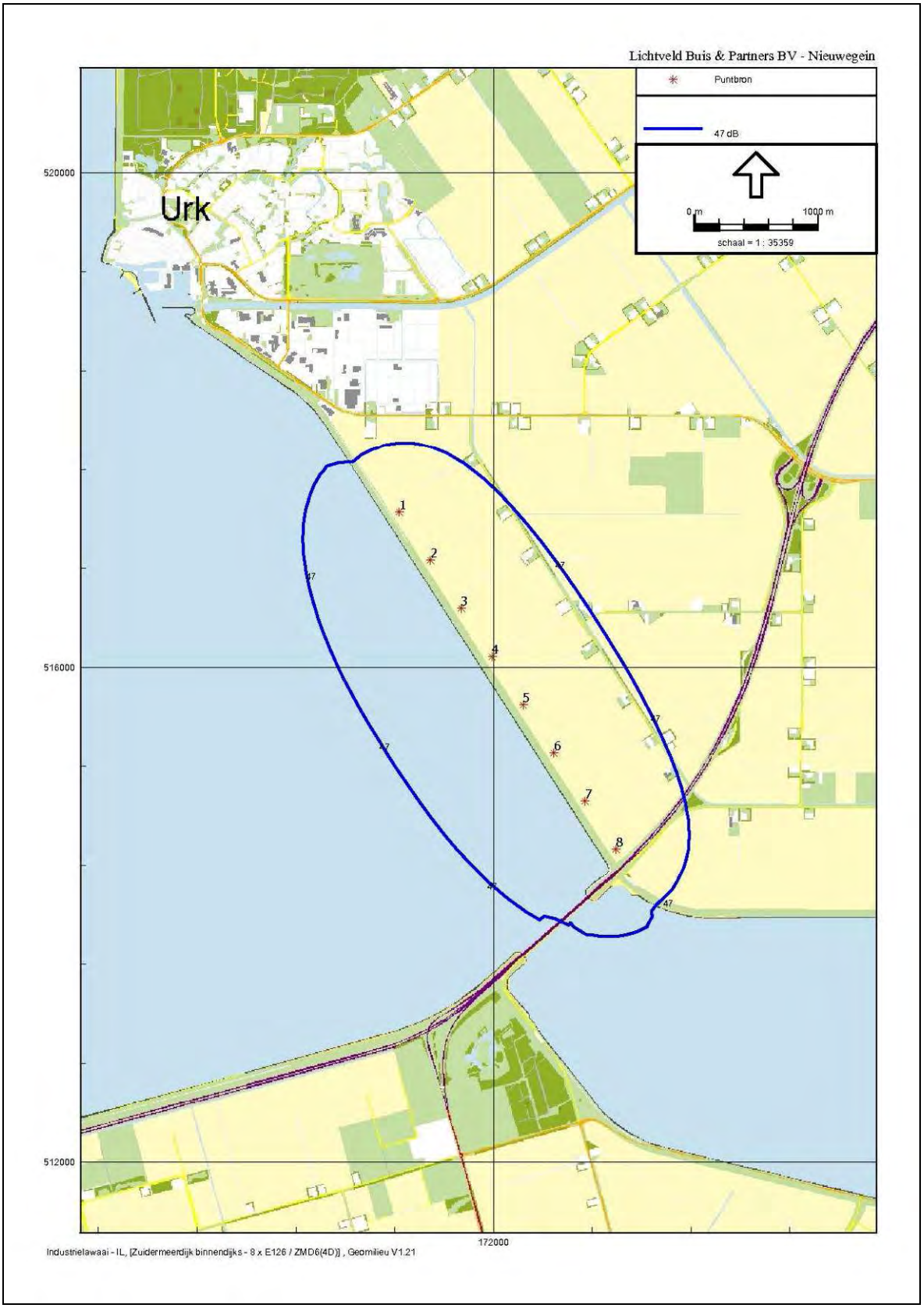
Figuur IV.19
ZMD2(4D) - 47 dB L_{den}-contour



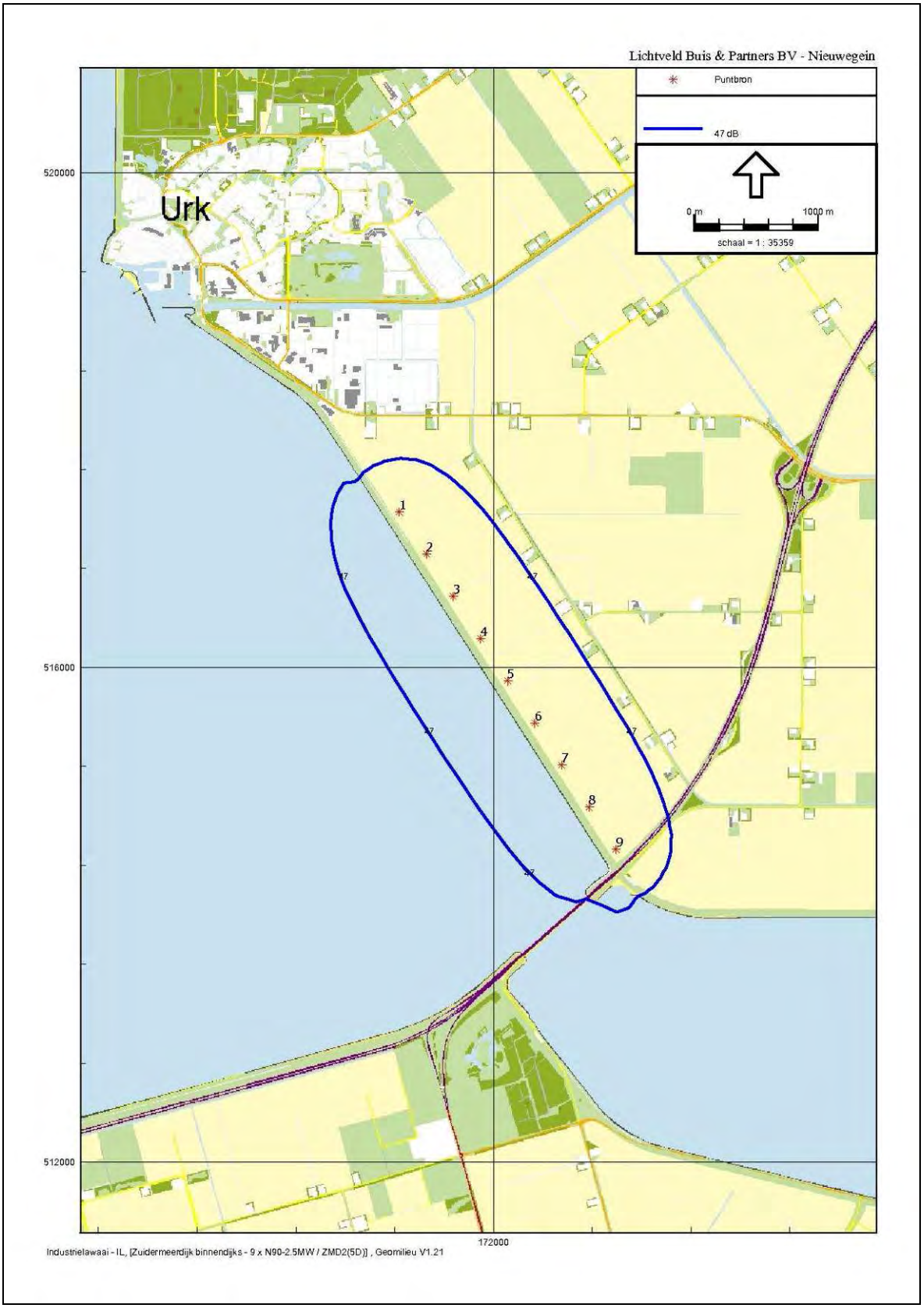
Figuur IV.20
ZMDV90(4D) - 47 dB L_{den}-contour



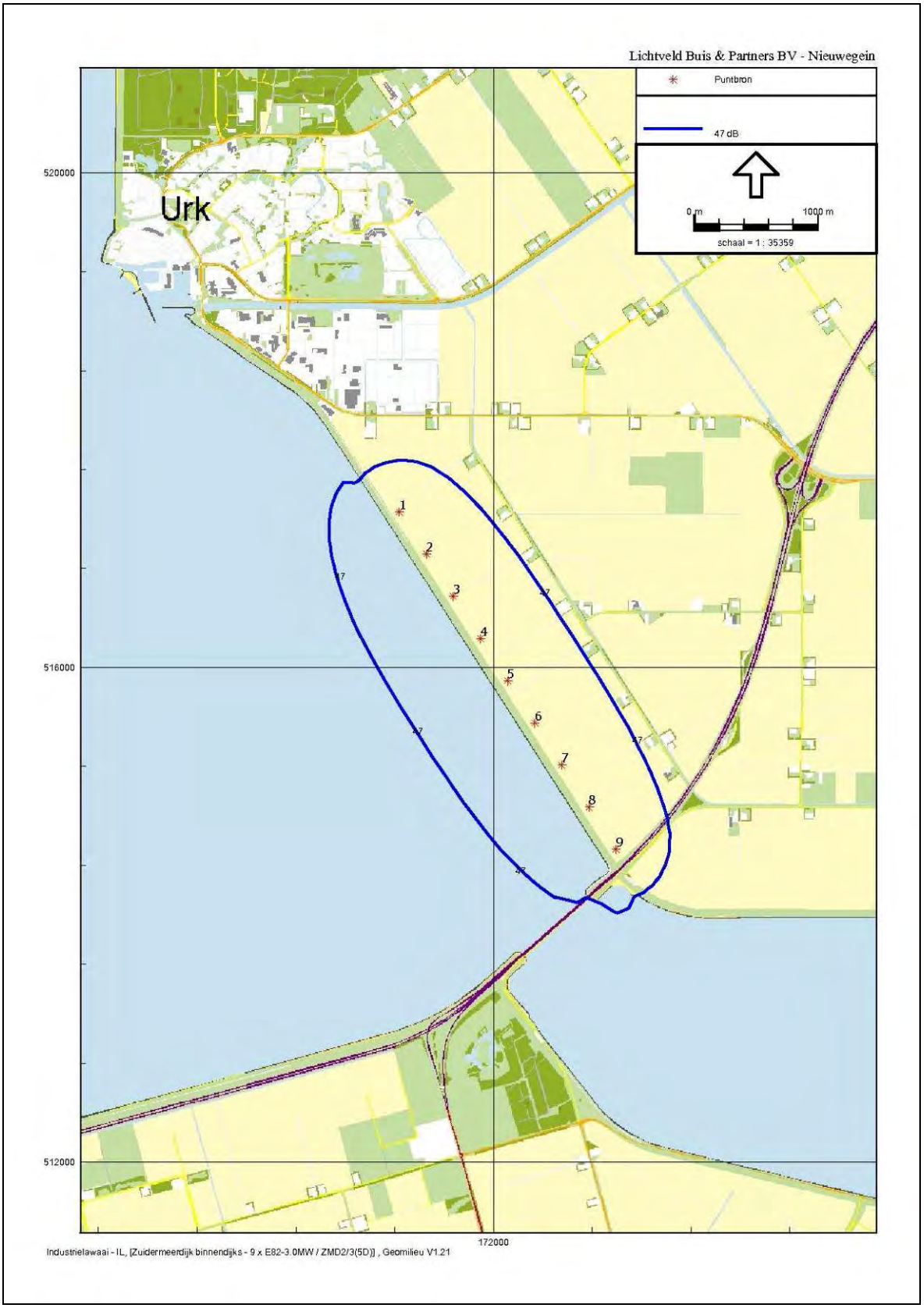
Figuur IV.21
ZMD2/3(4D) - 47 dB L_{den}-contour



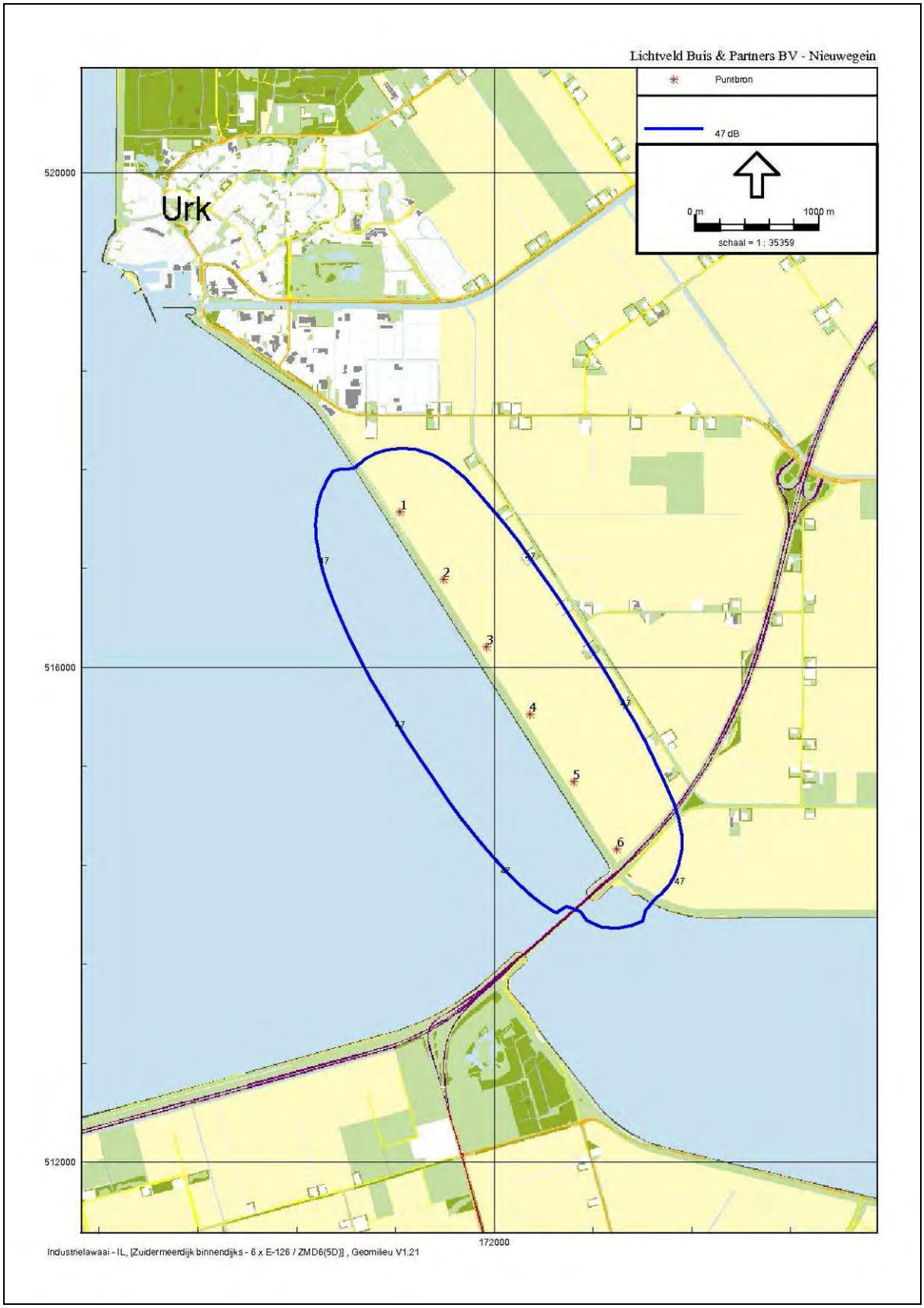
Figuur IV.22
ZMD6(4D) - 47 dB L_{den}-contour



Figuur IV.23
ZMD2(5D) - 47 dB L_{den}-contour



Figuur IV.24
ZMD2/3(5D) - 47 dB L_{den}-contour

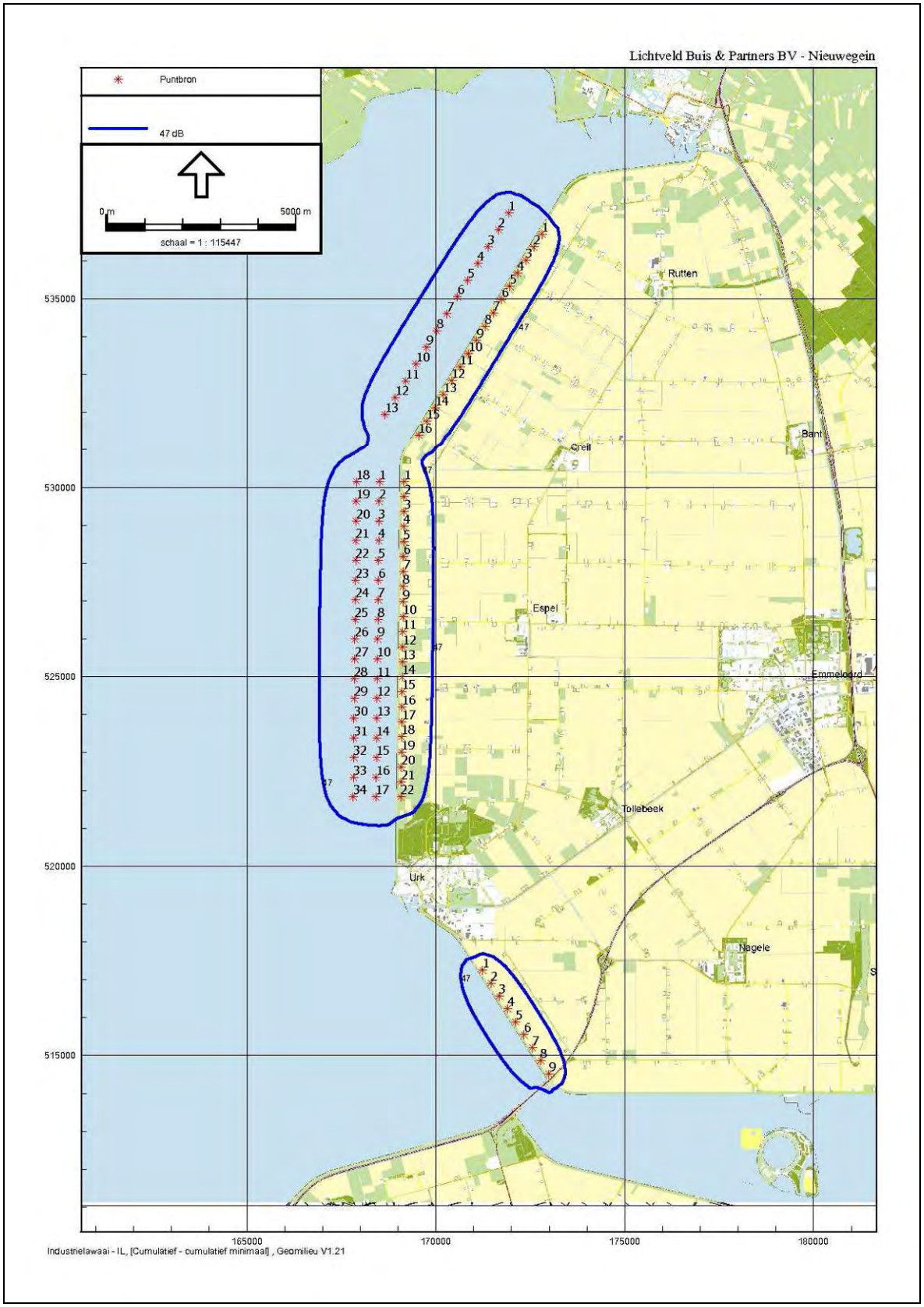


Figuur IV.25
ZMD6(5D) - 47 dB L_{den}-contour

Bijlage V L_{den} gecumuleerde geluidniveau alle windparken

Figuur V.1

Cumulatie alle windparken maximale varianten uit tabel 5.1 - 47 dB L_{den}-contour



Figuur V.2

Cumulatie alle windparken maximale varianten uit tabel 5.1 - 47 dB L_{den}-contour

Bijlage VI Geluidniveaus gecumuleerd met andere geluidbronnen

Figuur VI.1
MKM-contouren maximale varianten met scheepvaart en wegverkeer

Figuur VI.2
MKM-contouren minimale varianten met scheepvaart en wegverkeer

Figuur VI.3
MKM-contouren zonder windturbines

Bijlage VII WNC-waarden per windpark

Deze tabel geeft de resultaten van de berekeningen in de huidige dosismaat voor het L_{nacht} in de vorm van WNC-waarden. Hiervoor zijn de geluidvermogenniveaus omgerekend naar een WNC-gewogen geluidvermogenniveau door bij iedere windsnelheid het geluidvermogen-niveau te reduceren met het verschil tussen de WNC40 en 40 dB(A). Vervolgens wordt de hoogste waarde genomen. Deze waarde is het WNC-gewogen geluidvermogenniveau waarmee de resultaten eenvoudig getoetst kunnen worden aan één getal in plaats van aan de curve behorende bij de WNC40. De WNC-gewogen geluidvermogenniveaus zijn opgenomen in tabel VII.1.

Tabel VII.1

WNC-gecorrigeerd geluidvermogenniveau

Turbine	$L_{W\text{-}WNC}$ [dB(A)]
E126	107
SWT	103
E82	103
V90	107
N90	103

In tabel is het aantal woningen opgenomen dat binnen de 35, 40 en 45 WNC-contour ligt. Tevens is de hoogst berekende waarde per variant aangegeven. Van de maximale en minimale varianten zijn de WNC 35 en WNC 40-contouren weergegeven in de navolgende figuren.

Tabel VII.2

Aantal woningen binnen 35, 40 en 45 dB(A) WNC-contour.

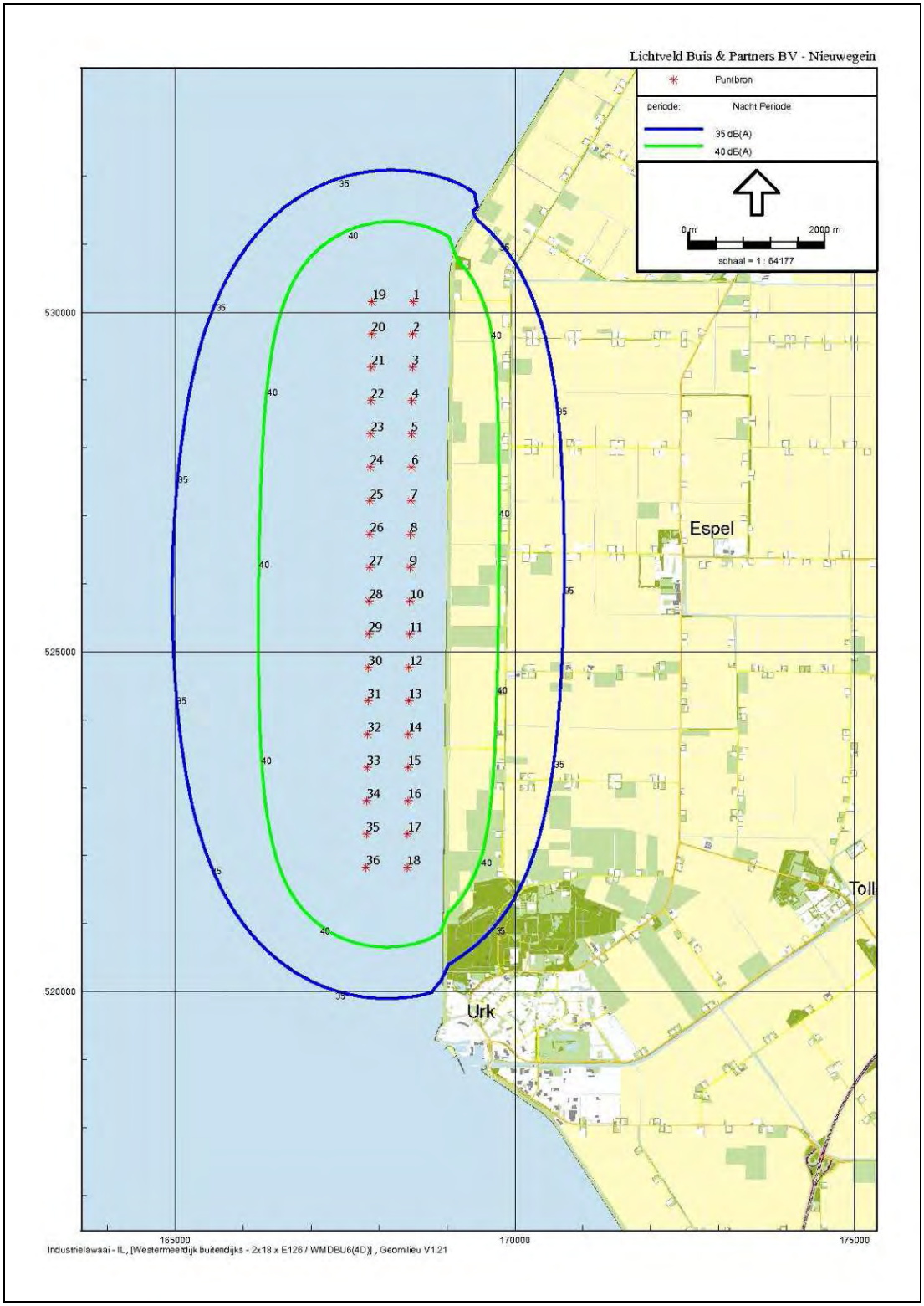
Variant	Hoogste [dB(A)]	Aantal woningen binnen 35 dB(A) contour	Aantal woningen binnen 40 dB(A) contour	Aantal woningen binnen 45 dB(A) contour
WMDBu3/4(4D)	36	29	0	0
WMDBu6(4D) (max)	40	91	0	0
WMDBu3/4(5D) (min)	35	0	0	0
WMDBu6(5D)	38	74	0	0
NMDBu3/4(4D)	31	0	0	0
NMDBu6(4D) (max)	35	0	0	0
NMDBu3/4(5D) (min)	30	0	0	0
NMDBu6(5D)	34	0	0	0

Variant	Hoogste [dB(A)]	Aantal woningen binnen 35 dB(A) contour	Aantal woningen binnen 40 dB(A) contour	Aantal woningen binnen 45 dB(A) contour
WMDBi2/3(4D)	41	89	32	0
WMDBi6(4D) (max)	43	115	57	0
WMDBiV90(4D)	44	96	56	0
WMDBi2/3(5D) (min)	40	77	0	0
WMDBi6(5D)	42	98	44	0
NMDBi2/3(4D)	41	66	8	0
NMDBi6(4D) (max)	43	87	44	0
NMDBiV90(4D)	43	82	47	0
NMDBi2/3(5D) (min) (min)	39	59	0	0
NMDBi6(5D)	42	80	42	0
ZMD2(4D)	39	20	0	0
ZMDV90(4D)	43	38	20	0
ZMD2/3(4D)	41	25	1	0
ZMD6(4D) (max)	43	42	20	0
ZMD2(5D)	39	20	0	0
ZMD2/3(5D) (min)	39	20	0	0
ZMD6(5D)	41	39	8	0

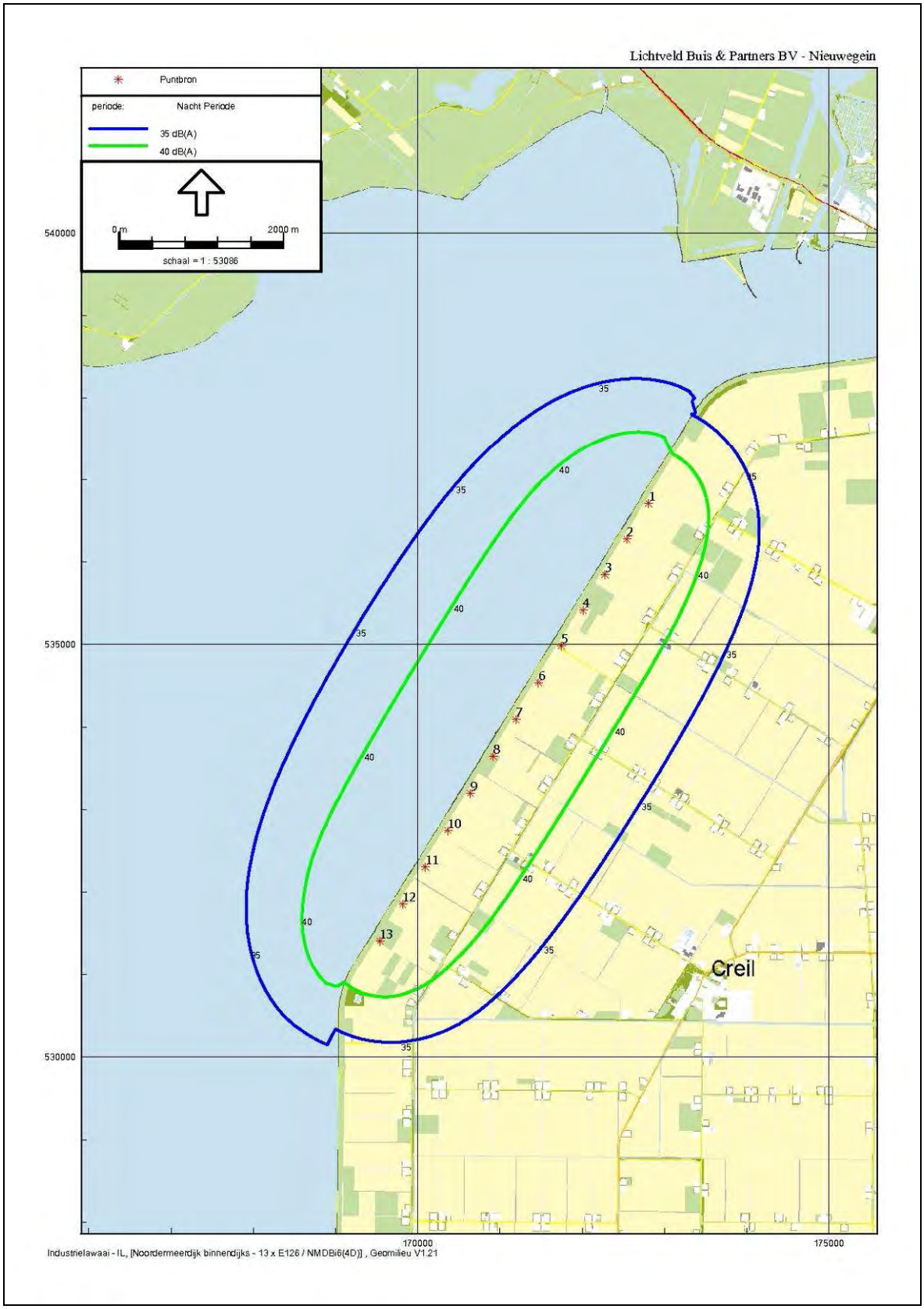
Tabel VII.3

Maximale geluidbelasting ter plaatse van de grens van het beschermingsgebied in de maximale en minimale WNC gewogen variant (5 m hoogte)..

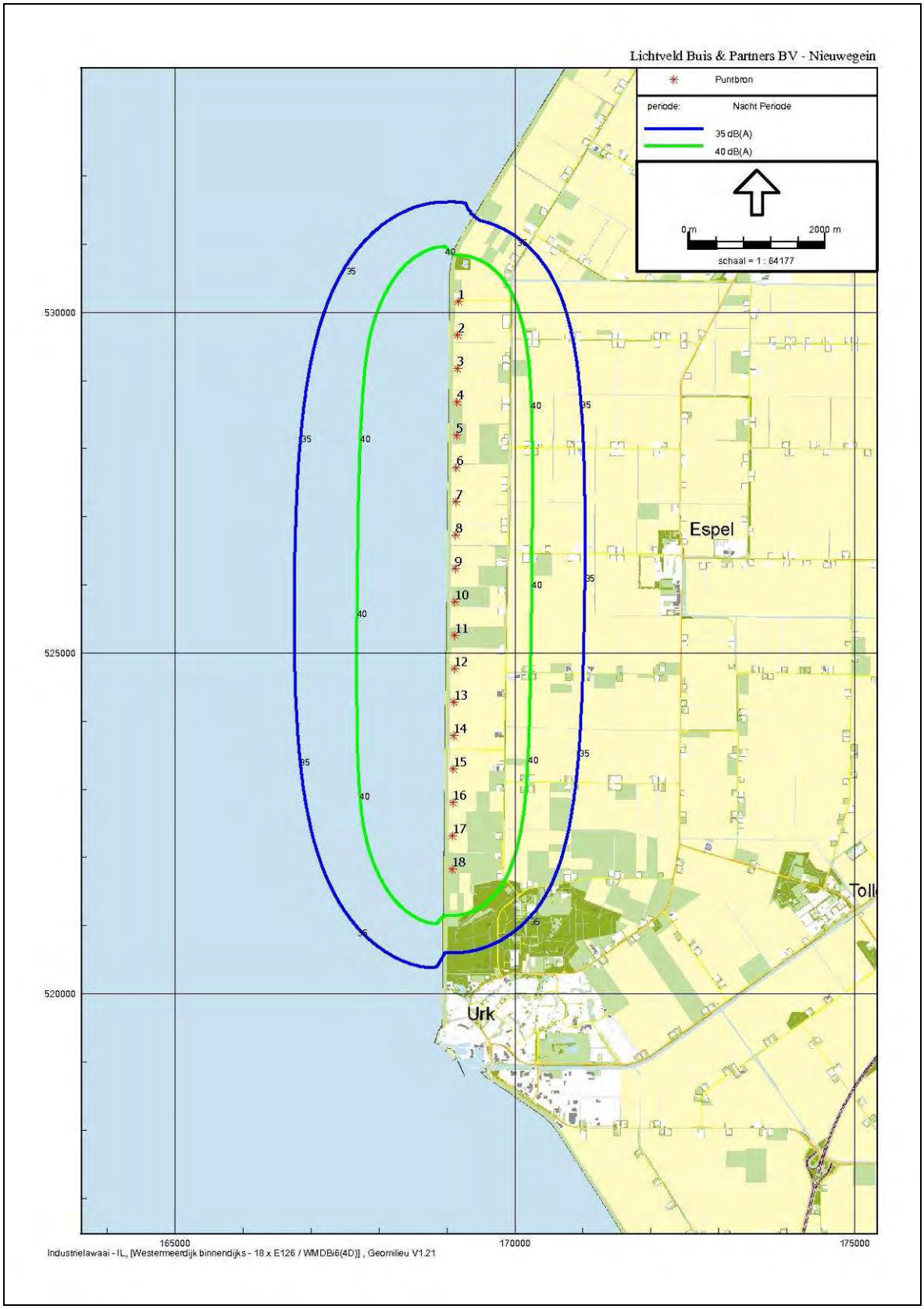
Variant	$L_{Ar,LT}$ [dB(A)]
Cumulatie maximale varianten (E-126)	36
Cumulatie minimale varianten (SWT 3,6 buitendijks en E-82 binnendijks)	32



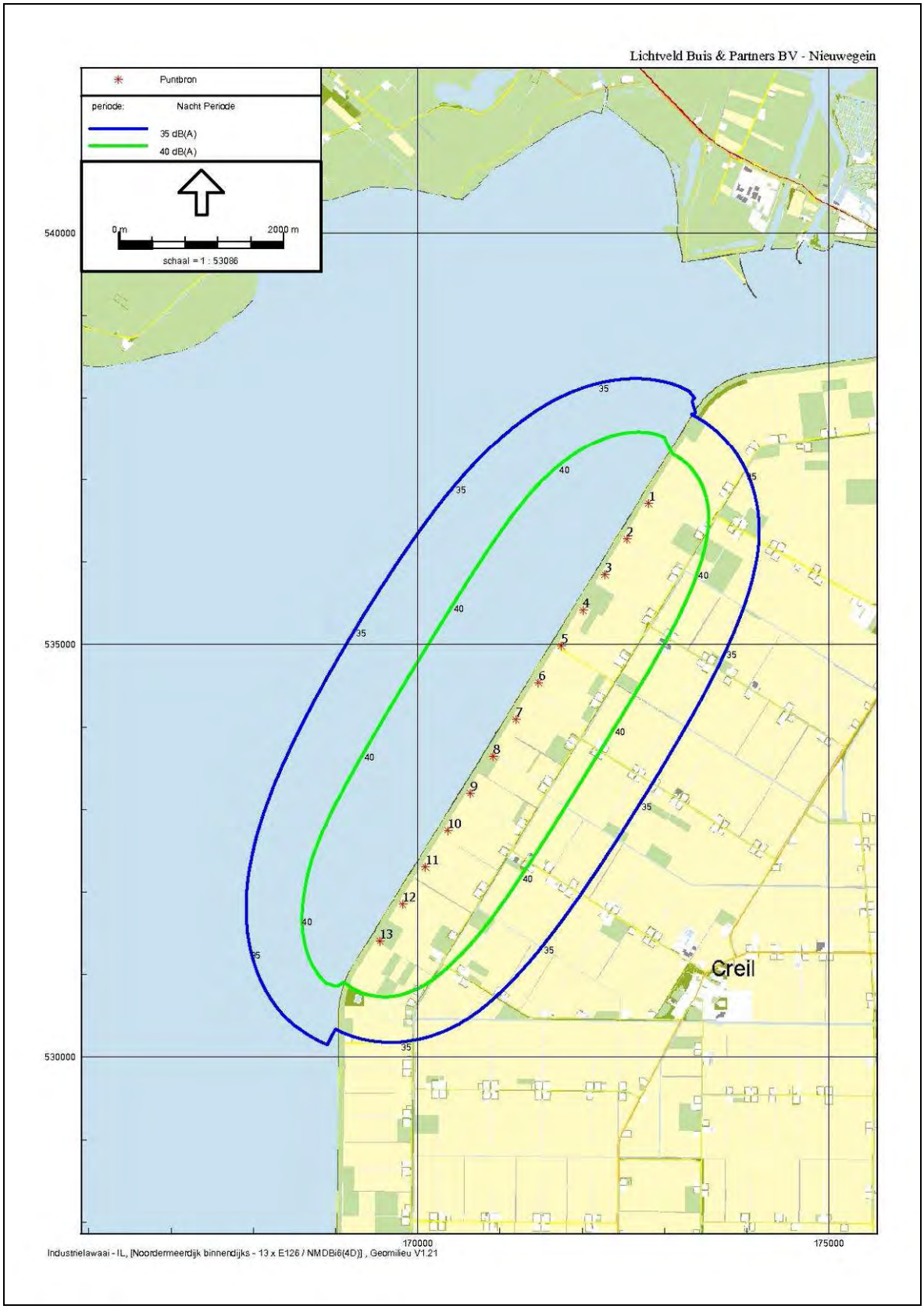
Figuur VII.1
WMDbu6(4D) – Westermeerdijk buitendijks maximale variant E-126



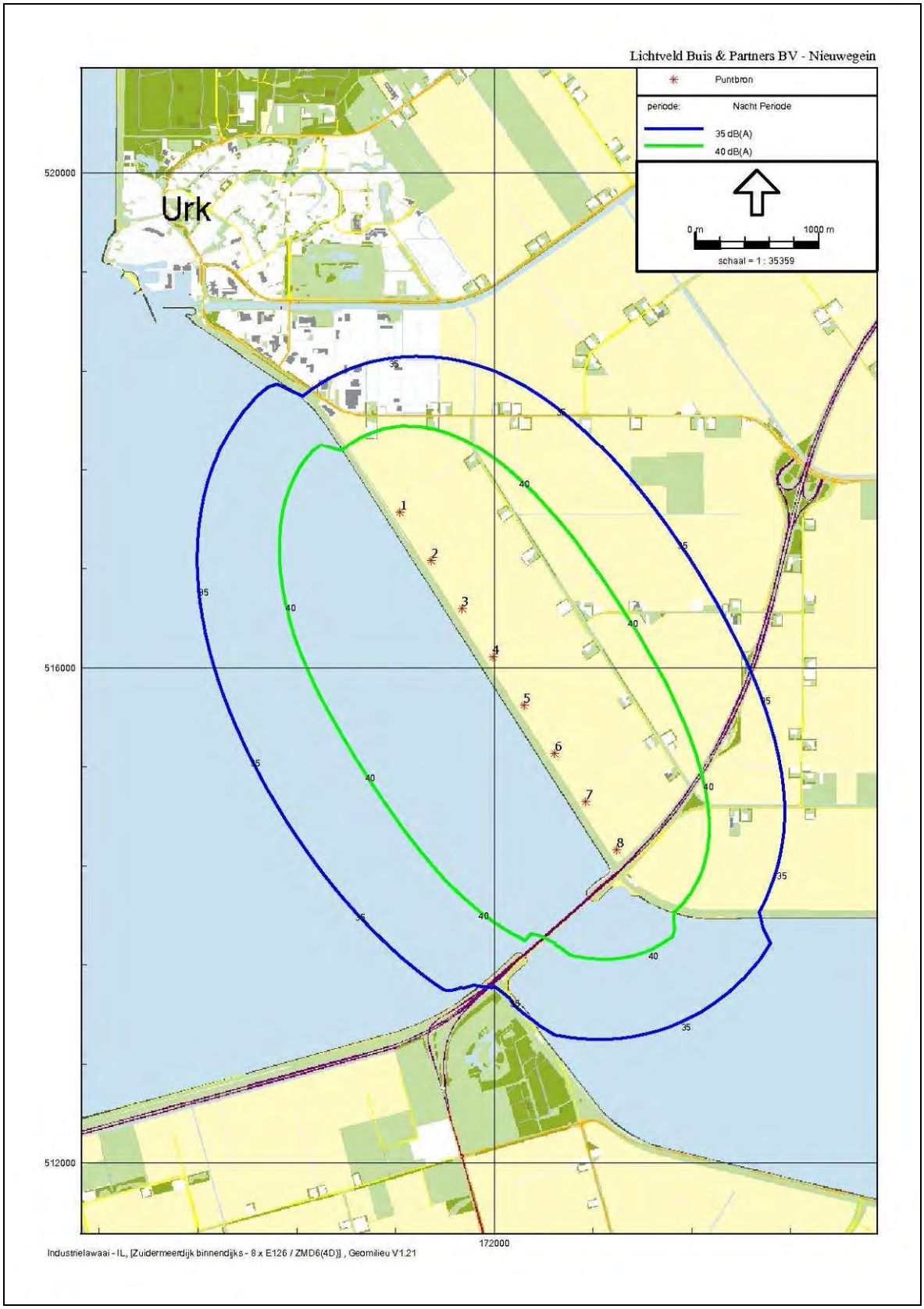
Figuur VII.2
NMDbi6(4D) – Noordermeerdijk buitendijks maximale variant E-126



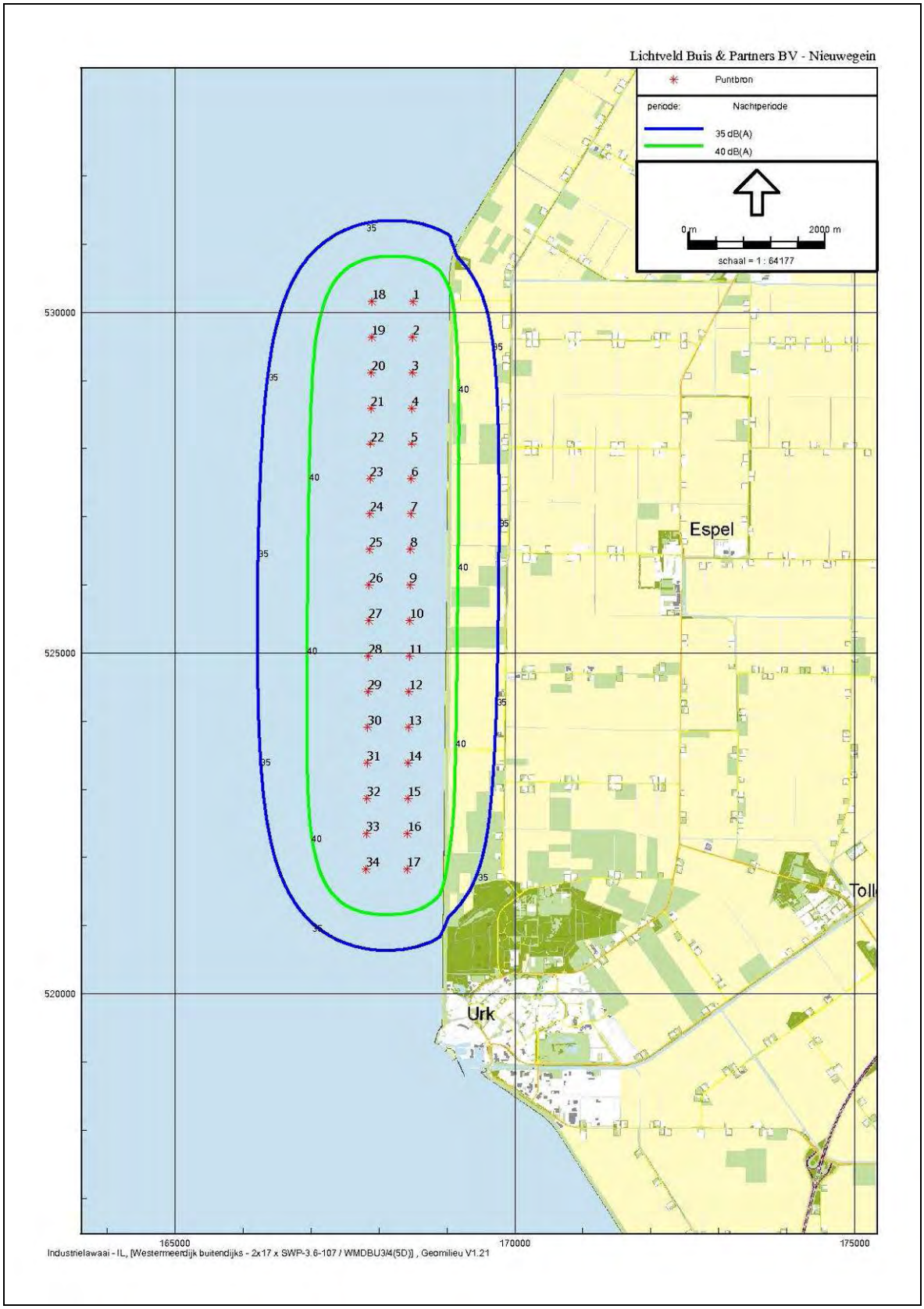
Figuur VII.3
WMDbi6(4D) - Westermeerdijk binnendijks maximale variant E-126



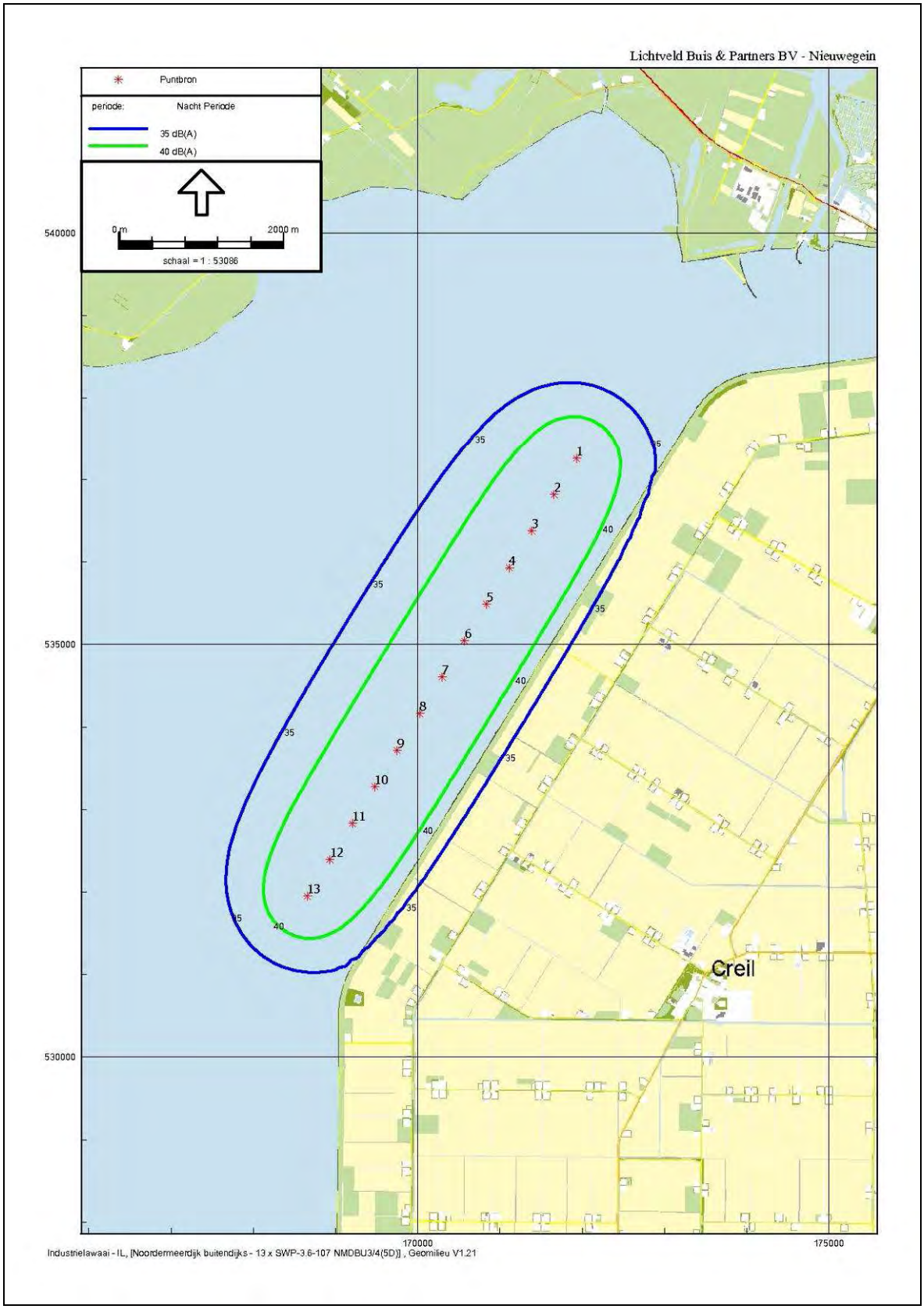
Figuur VII.4
NMDbi6(4D) – Noordermeerdijk binnendijks maximale variant E-126



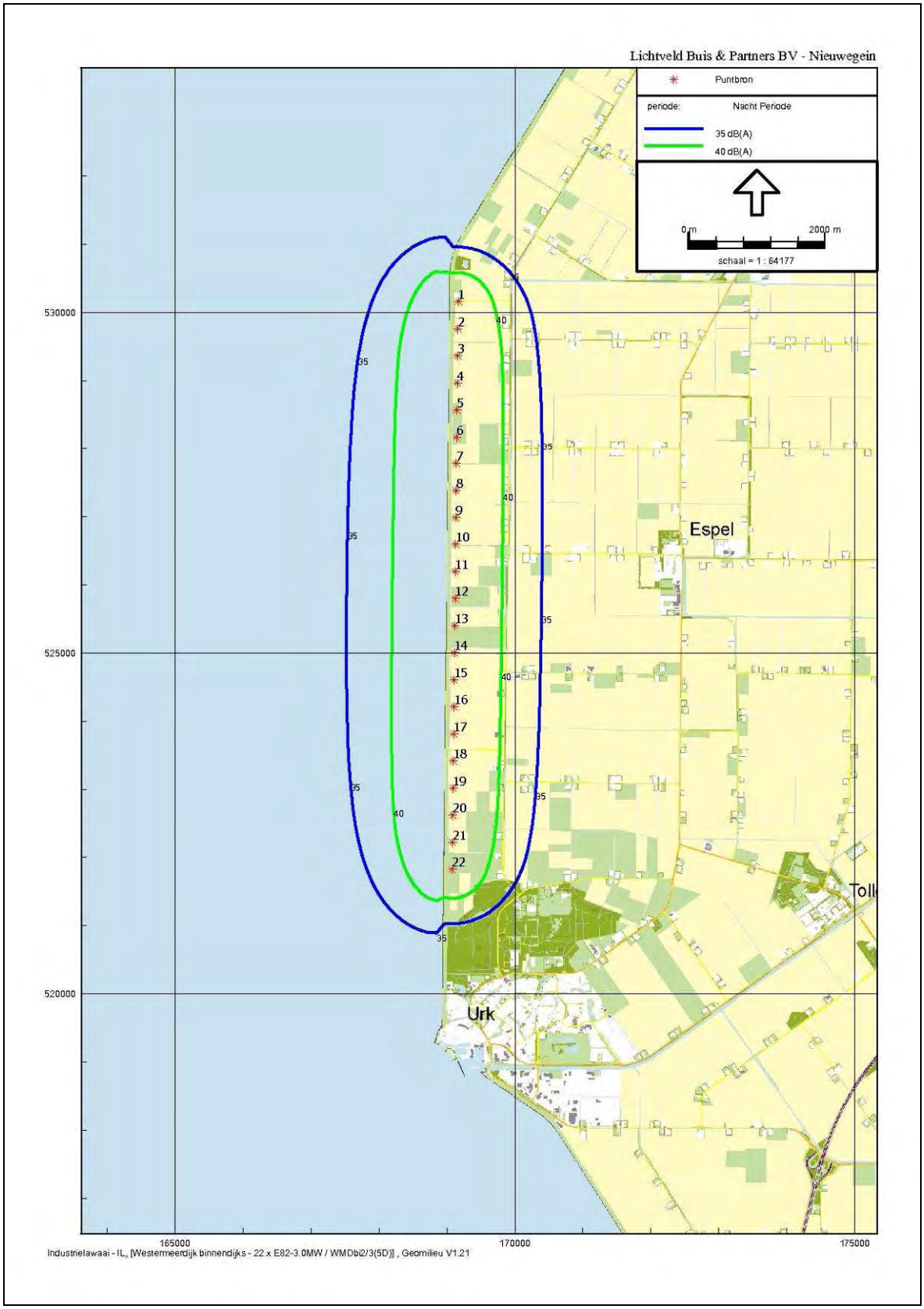
Figuur VII.5
ZMD6(4D) – Zuidermeerdijk maximale variant E-126



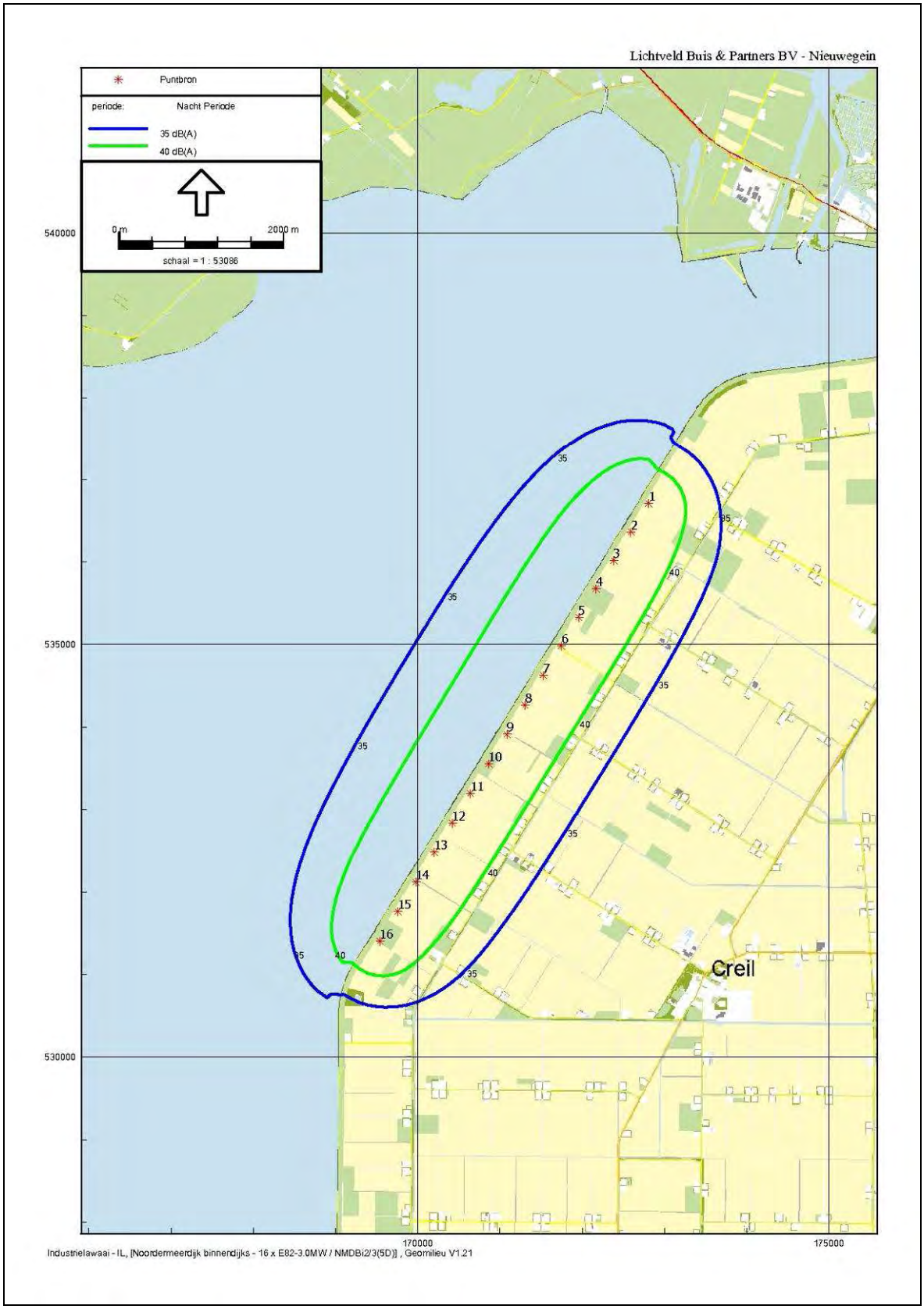
Figuur VII.6
WMDbu3/4(5D) – Westermeerdijk buitendijks minimale variant (SWT 3,6)



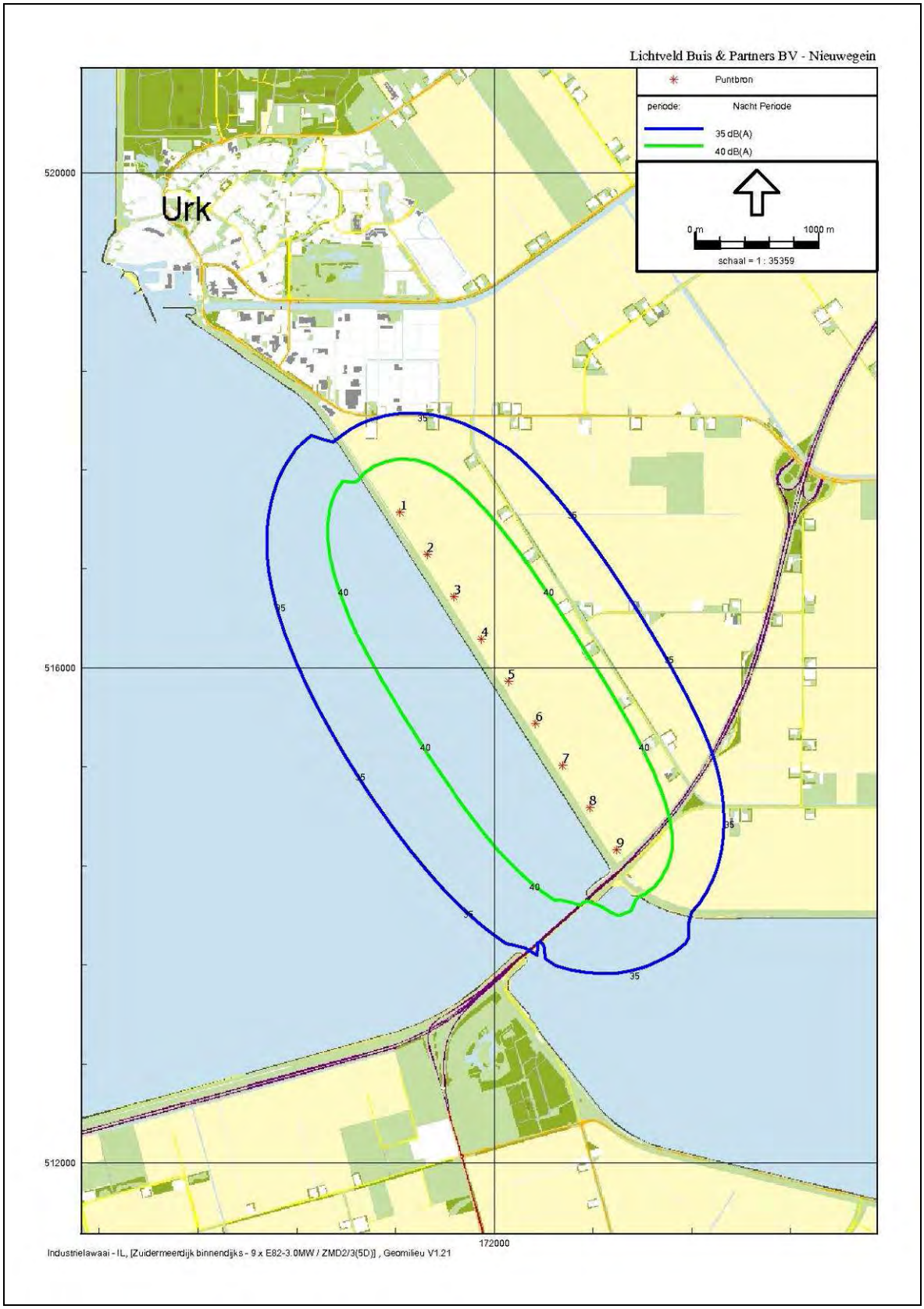
Figuur VII.7
NMDbu3/4(5D) - Noordermeerdijk buitendijks minimale variant (SWT 3,6)



Figuur VII.8
WMDbi2/3(5D) – Westermeerdijk binnendijks minimale variant (E-82)



Figuur VII.9
NMDbi2/3(5D) - Noordermeerdijk binnendijks minimale variant (E-82)



Figuur VII.10
ZMD2/3(5D) – Zuidermeerdijk minimale variant (E-82)

Veiligheid scheepvaart op de hoofdvaarroute Amsterdam - Lemmer

Definitief

In opdracht van:
Windpark Westermeerwind

Grontmij Nederland B.V.
Infrastructuur & Milieu
De Bilt, 18 september 2009

Grontmij

I&M-1009548-JS/lk, revisie D0

Verantwoording

Titel	:	Veiligheid scheepvaart op de hoofdvaarroute Amsterdam - Lemmer
Subtitel	:	-
Projectnummer	:	279885
Referentienummer	:	I&M-1009548-JS/lk
Revisie	:	D0
Datum	:	18 september 2009

Auteur(s)	:	ir. W. Leeuwestein, ing. M.R. Schaap
E-mail adres	:	waterbouw@grontmij.nl
Gecontroleerd door	:	ir. J. Steenbergen-Kajabová
Goedgekeurd door	:	ir. J. Steenbergen-Kajabová
Contact	:	De Holle Bilt 22 3732 HM De Bilt Postbus 203 3730 AE De Bilt T +31 30 220 74 44 F +31 30 220 02 94 infraenmilieu@grontmij.nl www.grontmij.nl

Grontmij

Inhoudsopgave

1 Aanleiding 4

2 Veilige vaart 5
2.1 Aandacht zone 1- Rotterdamse hoek 5
2.2 Aandacht zone 2- Friese hoek 7
2.3 Verbeteren nautische veiligheid Rotterdamse hoek 7

3 Beknopte beschouwing van de constructie 11
3.1 Voordelen en kansen van de constructie 11
3.2 Nadelen en bedreigingen 11
3.3 Conclusie 12

4 Referenties 13

Bijlage 1: Huidige en toekomstige nautische situatie

Bijlage 2: Technische uitgangspunten

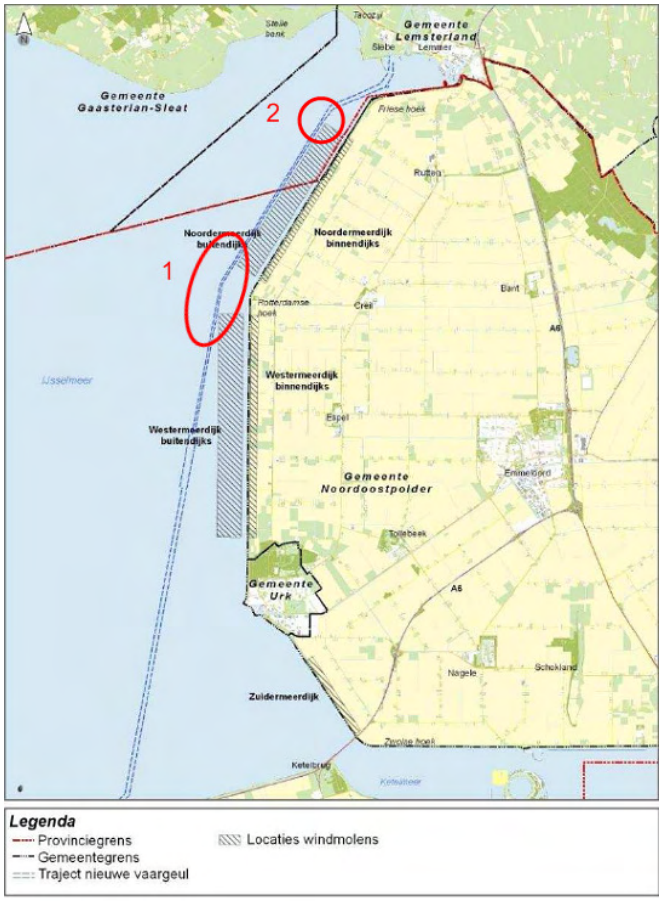
Bijlage 3: Hydraulische onderbouwing locatie keuze maatregel

Bijlage 4: Quick scan haalbaarheid alternatieven

Bijlage 5: Ontwerp oploopvoorziening en dam/golfbreker

1 Aanleiding

De Koepel Windenergie Noordoostpolder (kortweg: De Koepel) onderzoekt de realisatiemogelijkheid van een grootschalig windpark langs de IJsselmeerkust van de Noordoostpolder. Het betreft drie buitendijkse lijnopstellingen langs de Noordermeer- en Westermeerdijk en drie binnendijkse lijnopstellingen langs de Noordermeer-, Westermeer- en Zuidermeerdijk. De beoogde locaties zijn weergegeven in figuur 1.



Figuur 1. Locatie nieuwe vaargeul Amsterdam-Lemmer en het windmolenpark

Langs de buitendijkse opstellingen bevindt zich de nieuwe vaargeul ten behoeve van de belangrijkste scheepvaartverbinding voor de beroepsvaart in het IJsselmeer, de hoofdvaarweg Amsterdam – Lemmer.

Het IJsselmeer is zone 2 vaarwater wat betekent dat hier de één na zwaarste maritieme omstandigheden kunnen voorkomen. De locatie van de windturbines in relatie tot de nieuwe vaargeul van de route Amsterdam –Lemmer is aangegeven in figuur B1.1.

Voor de recreatievaart vormt het hele IJsselmeergebied ideaal vaarwater. Via het IJsselmeer zijn er enkele belangrijke doorgaande recreatie verbindingen. Dit zijn de routes uit de Beleidsvisie Recreatie Toervaart Nederland (BRTN) van de Stichting Recreatietoervaart Nederland (SRN). Hiervan is alleen de route van en naar Lemmer voor onderliggende rapportage relevant.

Vanwege een mogelijke impact van een schip op (de fundering van) de windturbine, is de beroepsvaart als maatgevende factor gekozen bij de overwegingen in deze studie. Het maatgevende schip voor deze route is een CEMT klasse Vb schip (6000 ton-tweebaksduwvaart). De maatgevende afmetingen en meer nautische kenmerken van de locatie zijn in bijlage 1 van deze notitie opgenomen.

2 Veilige vaart

De initiatiefnemer wil zorgen dat de scheepvaart veilig kan doorvaren langs de locaties van het windpark. Afgeleid hiervan, wil de initiatiefnemer de kans verkleinen op eventuele beschadigingen van de windturbine door een aanvaring van een schip.

De veiligheid van de vaart van een schip wordt door een aantal factoren beïnvloed. Onder meer de staat van het schip, de ervaring en het gedrag van de schipper en de markering van obstakels en de vaarweg. Daarnaast spelen vanzelfsprekend de meteorologische condities (wind, golven, etc.) een belangrijke rol. Dit gaat op bij daglicht en bij goed zicht, maar vooral bij slecht zicht en in het donker is hiervoor extra aandacht benodigd.

In de globale beschouwing zijn voornamelijk de aspecten van de waterdiepte, golfklimaat en windklimaat, zicht en mogelijk vaargedrag in beschouwing genomen. Voor de windcondities is de winkracht 7à 8 Beaufort als maatgevend genomen voor de beoordeling van de eventuele risico's. Dit omdat uit ervaring is gebleken dat tijdens deze windcondities het nog kan voorkomen dat beroepsschippers doorvaren. Bij de beschouwing van de veiligheidsaspecten wordt er rekening gehouden dat de radar van de schepen in de buurt van de windturbines juist door deze turbines "blinde vlekken" kan vertonen (in geval dat een schip zich "achter" de windturbine bevindt, ten opzichte van het waarnemende schip, kan deze afgeschermd zijn). Tevens kunnen valse echo's ontstaan (dit vooral in het geval dat zich vele windturbines tussen de schepen bevinden). Dit hoeft hier niet noodzakelijkerwijs tot onveilige situaties te leiden, mits hiermee rekening is gehouden bij de vaarwatermarkering. In een aantal situaties kan de windturbine ook zorgen voor een visuele "blinde vlek".

In het voorafgaande figuur 1 zijn twee locaties aangegeven waar de nautische veiligheid in relatie tot het windpark extra aandacht verdient (zie ook bijlage 1, figuur B1.1). Deze twee locaties zijn hier verder beschreven.

2.1 Aandacht zone 1- Rotterdamse hoek

Zone 1 verdient aandacht omdat de vaargeul vanuit het zuiden onder een hoek van 10˚ de windturbine rij langs de Westermeerdijk nadert, waarbij de kleinste afstand van de vaargeul tot de (meest noordelijke) windturbine circa 55 meter bedraagt ter hoogte van de Rotterdamse hoek.
Bij de Rotterdamse hoek bevindt zich ook een knik in de vaargeul, die vervolgens verder loopt richting Lemmer. Vanaf de Rotterdamse Hoek tot de Friese Hoek is de afstand tussen de vaargeul en de windturbines circa 100 a 110 meter, zie figuur 2.

Figuur 2 Lijnopstellingen windturbines Rotterdamse hoek

In de omgeving van de Rotterdamse Hoek is overal (ook buiten de vaargeul) voldoende waterdiepte voor de scheepvaart aanwezig. De vaargeul is hier alleen gemarkeerd door middenvaarwater betonning. Deze midden-vaarwater boeien liggen op aanzienlijke onderlinge afstand, en schepen zullen in de tussenliggende vaargeulvakken vaak tientallen meters van de theoretische vaargeul afwijken[1]. Qua waterbeweging is deze locatie zeer “onrustig”. In deze hoek ontstaan zeer scherpe gradiënten in het golfbeeld, voornamelijk met de wind uit het noordwesten en westen. Zuidwestelijke wind kan zorgen voor de grootste golven maar de gradiënten zijn hier dan minder scherp (zie ook onderbouwing in bijlage 3). Een schipper die vanuit het zuid-zuidwesten de Rotterdamse Hoek nadert om richting Lemmer te varen, ziet dat hij een duidelijk zichtbaar regelmatig patroon van de windturbines nadert. Dit biedt hem een goede oriëntatie. Het is niet te verwachten dat een schip dat onder normale omstandigheden de vaargeul volgt, tegen de meest noordelijke windturbine van de rij langs de Westermeerdijk aan zal varen. Echter, bij harde zuidwestelijke, westelijke of noordwestelijke wind kan het voorkomen dat een schip moeilijk koers kan houden. De manoeuvreerbaarheid en beheersbaarheid van de huidige schepen is goed en wordt steeds beter, waardoor dergelijke afwijkingen door een professionele schipper in het algemeen goed op te vangen zijn. Aanvullend hierop zijn de uitwerkingen van de aanbevelingen van de Raad voor de Transportveiligheid van kracht waar de verzwaarde eisen aan de uitrusting van de schepen en vroege waarschuwingssystemen voor slecht weer bijdragen aan veilig varen in dit gebied.

Indien het schip verder de vaargeul volgt, zal de schipper de rij turbines langs de Noordermeeerdijk in zicht krijgen. De afstand van circa 2 km tussen de beide groepen windturbines (Noordermeerdijk en Westermeerdijk) is groot genoeg, voor de schipper om zich te oriënteren en de koerswijziging richting Lemmer door te voeren. Vooral bij zware golfcondities vanuit noordwestelijke windrichting zal dit essentieel zijn.

Echter in dit traject tussen de beide windturbine groepen bestaat een kans dat de schippers de bocht vanaf de noordelijkste windturbine van Westermeerdijk rij naar de zuidelijkste windturbine van de Noordermeerdijk rij willen afsnijden. Dit is hier vanwege de beschikbare waterdiepte goed mogelijk. In deze situatie kan de rij windturbines het vrije zicht op de vaarwegmarkering van het noordelijke deel van de vaarweg deels belemmeren.

Deze manoeuvre zou in stormcondities tot een onveilige situatie kunnen leiden. In dergelijk geval zal het gaan om een schip die door het maken van het water [2]minder of helemaal niet bestuurbaar zou zijn. In dergelijke situatie is de zuidelijkste windturbine van de Noordermeerdijk het meest kwetsbaar. Voor de verbetering van de nautische veiligheid van deze locatie is het sterk aanbevolen om passende maatregelen te nemen. De mogelijke maatregelen worden verder in dit document behandeld.

In de beschouwing van de vaarroute vanaf de andere vaarrichting: komend vanaf Lemmer volgt een schipper de vaargeul evenwijdig aan het noordelijke deel van het windpark. De lange rij windturbines aan bakboordzijde (polderzijde) draagt belangrijk bij aan zijn oriëntatie. Na het passeren van de meest zuidelijke windturbine van de noordelijke groep windturbines vervalt die oriëntatie en moet hij na de knik in het vaarwater (aangenomen dat die gemarkeerd is door een boei) zich opnieuw oriënteren. Zijn nieuwe koers loopt dan vlak langs de meeste noordelijke windturbine van de zuidelijke groep. Bij slecht zicht en/of harde wind en golven kan het moeilijk blijken voldoende afstand te houden tot de genoemde turbine. Kortom: ook bij deze vaarrichting is er aanleiding tot maatregelen om dit aanvaarrisico te beperken.

[1] Voornomen van de beheerder RWS- IJ
[2] Meest voorkomende soort ongeval voor dit gebied conform de rapportage van de Raad voor Transportveiligheid

2.2 Aandachtzone 2- Friese hoek

Zone 2 verdient aandacht omdat in de vaargeul op een circa 400 m afstand van de meest noordelijke windturbines de scheepvaart hier koers zet naar Lemmer. Deze locatie wordt aangeduid als knooppunt Lemmer en is uitgebreid behandeld als knelpunt binnen het programma “Varen doen we samen”. Karakteristiek van dit knelpunt is:

- onvoldoende vaardiepte buiten de vaargeul,
- een bocht in de vaargeul;
- splitsing van het vaarwater richting sluis en richting Lemmer;
- druk (scheepvaart)verkeer, zowel beroepsvaart als recreatievaart.

De beschrijving van dit knooppunt is opgenomen in bijlage 1. In het gebied waar het buiten de vaargeul niet voldoende diep is, zijn beide zijden van de vaargeul gemarkeerd met rode respectievelijk groene betonning. De golfcondities ter hoogte van de Friese Hoek vertonen geen scherpe gradiënten in het golfbeeld uit diverse windrichtingen. Het bochtig verloop van de vaargeul bij de Friese Hoek, in combinatie met de vaak drukke verkeerssituatie, maakt dat zowel de vaargeul als de windturbines (voor condities met slecht zicht, en bij nacht) zeer goed gemarkeerd moeten zijn. Vanwege de beperkte waterdiepte buiten de vaargeul is de kans gering dat grote schepen buiten de (tweezijdig) betonde geul varen. Het is niet te verwachten dat ook tijdens zeer zware golfcondities onveilige situaties zowel voor scheepvaart als voor de windturbines van de Noordermeerdijk ontstaan. Uit de uitgevoerde studie (zie bijlage 1) is gebleken dat het golfklimaat bij het knooppunt Friese Hoek gematigder is (minder sterke variaties in de golfgradiënten en minder brekende golven) dan bij de Rotterdamse hoek. Gezien de voorgaande overwegingen, en onder voorwaarde van zeer goede markering, er geen aanvullende beschermingsmaatregelen nodig zijn voor de windturbines bij de Friese Hoek.

2.3 Verbeteren nautische veiligheid Rotterdamse hoek

Uit de voorgaande beschouwing volgt dat op de locatie van de Rotterdamse Hoek aanvullende maatregelen genomen moeten worden om de nautische veiligheid te verbeteren. Te meer daar dit punt ook in de huidige situatie berucht is door een relatief groot aantal scheepsongevallen, zoals onder andere is gebleken uit de studie van de Raad van Transportveiligheid.

De verbetering van de nautische veiligheid kan gezocht worden in het volgende:

- Plaatsen van de juist vaargeulmarkering/betonning aan de weerszijden (groen en rood).
- Plaatsen van gele betonning tussen de twee windturbineparken vanaf de noordelijkste turbine van Westermeerdijk naar de zuidelijkste turbine van Noordermeerdijk.
- Plaatsen van een zichtbare constructie tussen de twee windparken die het afsnijden van de bocht bij Rotterdamse hoek ontmoedigen of zelfs beletten.
- Fysieke bescherming windturbine, ter hoogte van de Rotterdamse hoek.
- Combinaties van voorgaande mogelijkheden.

Op basis van een quickscan[3] en op basis van de afspraken met RWS en Schuttevaer wordt het volgende geadviseerd:

- Middenvaarweg betonning met lichtkarakter voor de nacht (slechte zicht) IQ 10 s Deze is standaard voorzien van radar reflectoren.
- Een markeringsplan zoals aangegeven in onderstaande figuur 3. Het betreft hierbij de volgende maatregelen:

  - Noordelijke windturbine van het deel aan de Noordermeerdijk voorzien van bijzondere verlichting: FL.2s

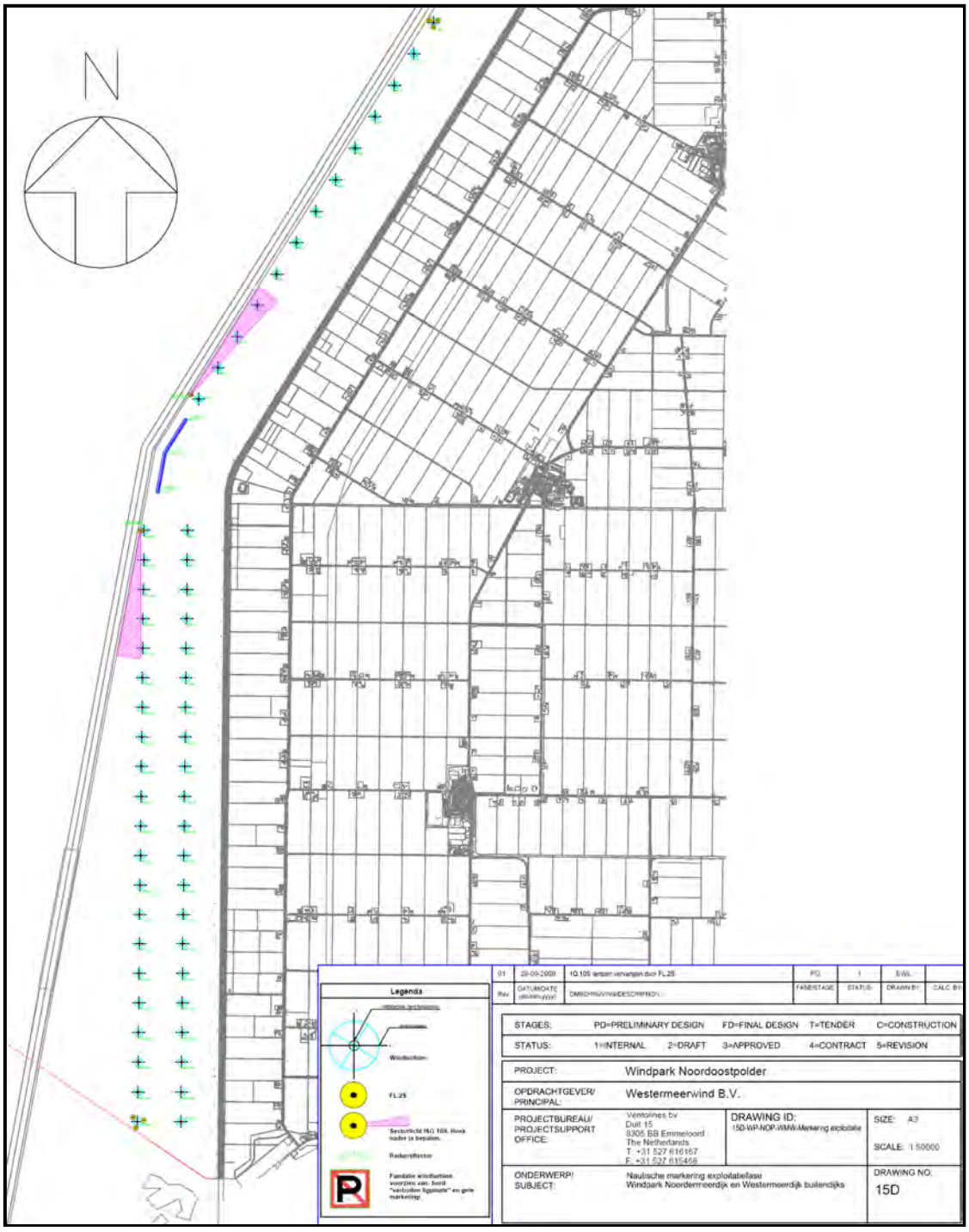
  - Zuidelijke windturbine van het deel aan de Westermeerdijk, van de tweede rij windturbines, voorzien van bijzondere verlichting: FL.2s

  - huidige sectorlicht Rotterdamse hoek wordt verplaatst naar de windturbines. De meest

[3] Quick scan is toegevoegd in bijlage 4.

Noordelijke windtrubine Westermeerdijk zal sector in zuidelijke richting beslaan en de meest zuidelijke windturbine Noordermeerdijk zal de sector in noordelijke richting beslaan.

- Aanleg van een harde zichtbare constructie over een lengte van circa 1100 meter, met als doel van de zichtbare beperking van bevaarbare gedeelte (geen mogelijkheid tot het afsnijden van de bocht. Dit is aangegeven in figuur 3.
  De uiteinden en het midden van de constructie zal gemarkeerd worden met behulp van een radarreflectoren.
- de fundatie van de windturbines zal enkel worden voorzien van bebording “ankeren en meren verboden” en een gele markering.

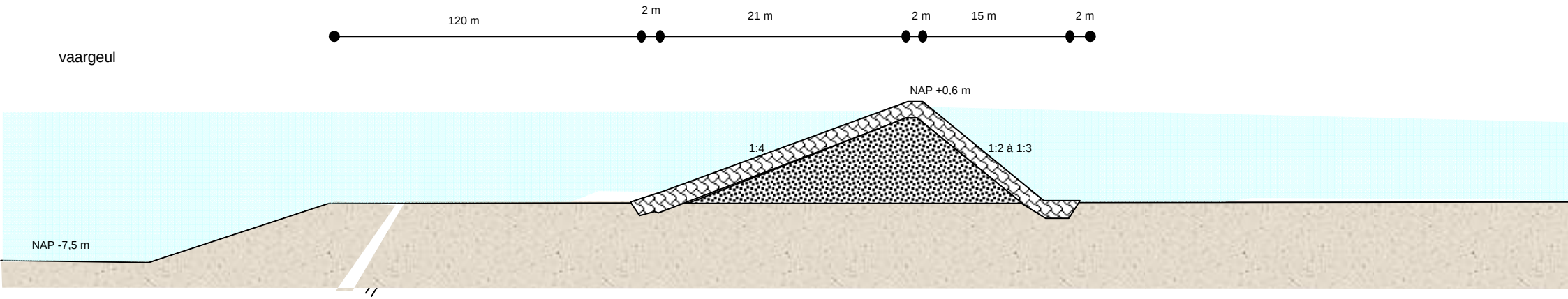


Figuur 3, nautische markeringplan

De harde constructie is zodanig ontworpen dat het materiaal (stortsteen minimale sortering 40 -200 kg) en de taludhelling (1:4) van de bekleding zo veel mogelijk energie van de aankomende golf kan absorberen. Het absorberen van de golven tussen de vaargeul en de dijk kan tot gevolg hebben dat de onverwachte gradiënten die op deze locatie zijn waargenomen vooral bij de windcondities vanuit het noordwesten en westen, rustiger worden. Dit omdat een deel van de golven direct geabsorbeerd wordt door de constructie aan de vaargeulzijde en omdat de golven die wel tot aan de dijk (die met van reflecterende bekleding is voorzien) doordringen, in de nieuwe situatie uitdempen op de constructie tussen de dijk en de vaargeul. Een uitgebreide analyse van de effecten is opgenomen in bijlage 5.

De hoogte van de constructie (NAP +0,6 m) is zodanig gekozen dat deze bij windkracht 7 à 8 Beaufort nog waarneembaar is voor scheepvaart. Een beknopte onderbouwing van het ontwerp is toegevoegd in bijlage 5 van dit document. In de situatie met slecht zicht, zoals nacht of mist moet de zichtbaarheid geborgd worden met behulp van radarreflectoren.

Een karakteristieke doorsnede is aangegeven in de navolgende figuur 4



Figuur 4 Karakteristieke doorsnede van de harde constructie/ stortsteen dam

3 Beknopte beschouwing van de constructie

3.1 Doel

Een van de doelstellingen van de maatregelen rond de Rotterdamse hoek is het 'dempen' van de golven, althans een aantal componenten daarvan, ten einde de condities voor het varen rond de hoek te verbeteren.
Golfdemping moet daarbij worden gerealiseerd door absorptie van golfenergie door de constructie in de aangegeven zone. Andere dan oplossingen dan stortstenen golfbrekers of dammen blijven buiten beschouwing. Overgebleven vrijheidsgraden voor het ontwerp om de golfdemping te maximaliseren zijn dan de geometrie en lay-out van de stenen dammen.
De belangrijkste ontwerpparameters om een en ander te realiseren zijn taludhellingen en kruinhoogte, waarmee de golfreflectie van de dijk (Van der Meer, 2005) en de golftransmissie over de kruin van een dam (Rock Manual, 2007) kunnen worden gecontroleerd. Omdat deze beide golfcomponenten sterk bijdragen aan het golfklimaat bij de Rotterdamse Hoek kunnen via de keuze voor taludhelling en kruinhoogte de lokale scheepvaartcondities in gunstige zin worden beïnvloed.

3.2 Voordelen en kansen van de constructie

1. Visuele en fysieke afscherming van de Rotterdamse Hoek, voorkomen van het afsnijden door scheepvaart.
2. Algemene verbetering van de golfcondities ter hoogte van de Rotterdamse Hoek tijdens storm.
3. Oploopmogelijkheid voor de schepen buiten controle.
4. Door 1. en 2. een aanzienlijke vermindering van de kans op aanvaren voor de zuidelijkste windturbine van de rij langs de Noordermeerdijk; idem voor de noordelijkste windturbine van de buitenste rij langs de Westermeerdijk.
5. Mogelijkheid om achter de constructie een "nood-/ vluchthaven" te creëren voor de recreatievaart.
6. Mogelijkheid tot de ontwikkeling van watergerelateerde natuur;
7. Mogelijkheid voor recreatieve voorzieningen;
8. Mogelijkheid voor de nood oploopvoorziening/ faciliteit voor de reddingsbrigade.

Een situatieschets (op schaal) en een karakteristieke doorsnede van het gebied met meerdere functies is in bijlage 5 toegevoegd.

3.3 Nadelen en bedreigingen

- Obstakel in "vrije vaarwater".
- Kosten (circa € 3.500.000 inclusief btw, winst, risico, eenmalige kosten en onvoorzien ±25%)[4].
- Maatregel vergt beheer en onderhoud.
- Op dit moment nog geen eenduidigheid over de beherende partij voor voorgestelde constructie (vaarweg is en blijft RWS, windpark beheert een private partij).

[4] Dit betreft alleen de golfbrekende constructie met lengte 1100 m exclusief eventuele andere voorzieningen voor scheepvaart, recreatie of natuur.

3.4 Conclusie

Op basis van de studie naar de golfklimaat op de beoogde projectlocatie en naar aanleiding van de ervaringen voortvloeiend van de meldingen van KRM en rapport van de Raad voor de Transportveiligheid is keuze gemaakt om de windturbines te beschermen met een fysieke constructie in de vorm van een dam die zowel de vaarweg accentueert als dat deze zorgt voor een verbetering van de golfklimaat.

In de haalbaarheidsstudie (zie bijlage 4) is de meest geschikte vorm van de voorziening onderzocht.

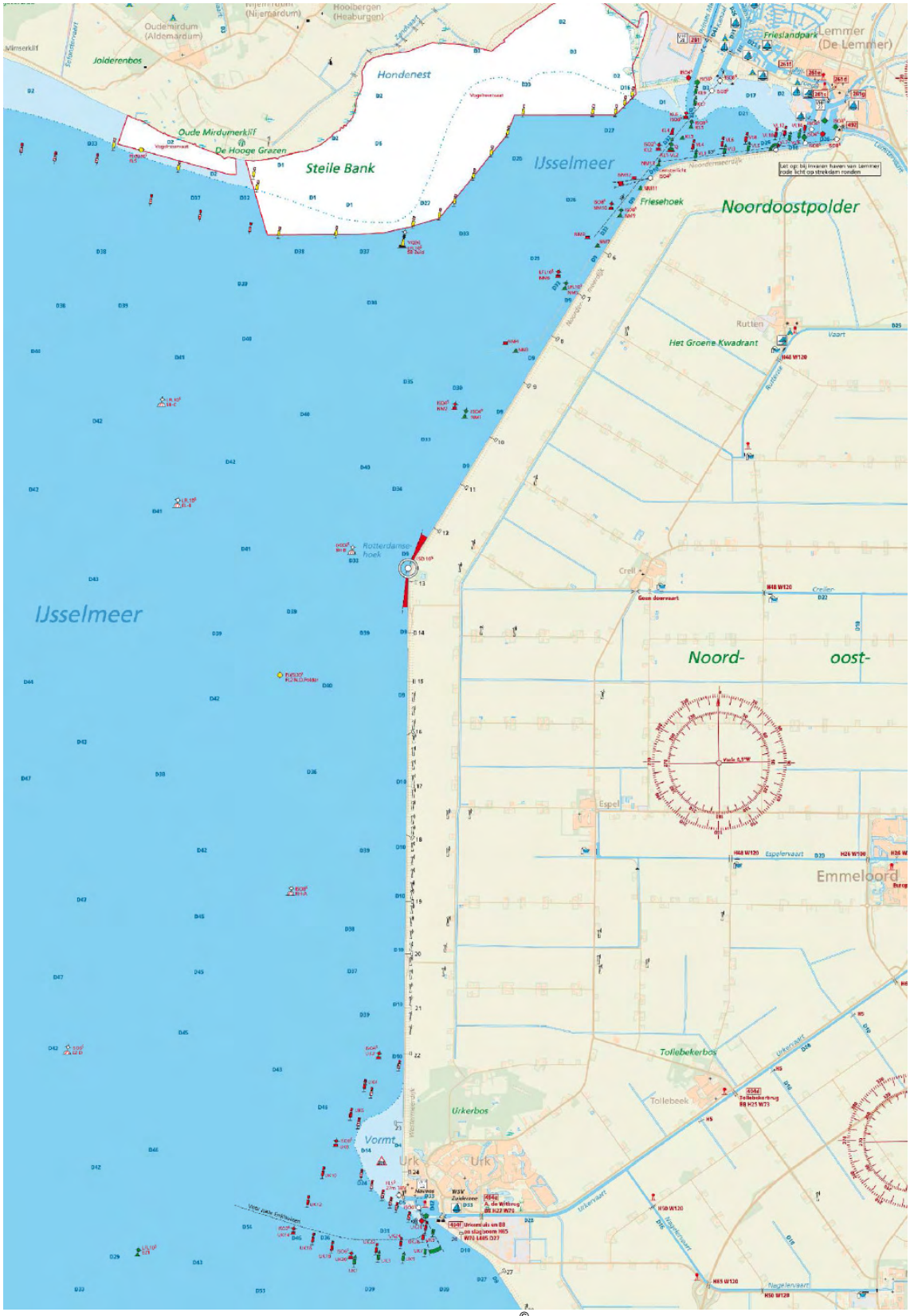
In overleg met de specialist voor de scheepvaartveiligheid is de markering en betonning van de locatie besproken en deze is aangepast naar de wensen van de RWS en Koninklijk Schuttevaer. De in de schets van de figuur 3 opgenomen maatregel levert daardoor een significante bijdrage aan de verbetering van de scheepvaartveiligheid bij de Rotterdamse Hoek.

4 Referenties

[1] Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatwerken, Staatscourant 2 juli 2002, nr. 123 / pag. 13
[2] Lodging data 5 t/m 10 juni 2007, Rijkswaterstaat LV_284 15-10-2008, Vaarweg Lelystad – Lemmer
[3] Measured wind-wave climatology Lake IJssel, main results for the period 1997 – 2006, report RWS RIZA 2007.020
[4] Beleidsvisie Recreatietoervaart Nederland BRTN 2008 – 2013, Nederlandse Recreatievaart
[5] Zonewateren, 28 juli 2004, Rijkswaterstaat
[6] Nederland en de scheepvaart op de binnenwateren, 2002, Ministerie van Verkeer en Waterstaatdirectoraat-Generaal Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer en Centraal Bureau voor de statistiek http://www.verkeerenwaterstaat.nl/kennisplein/page_kennisplein.aspx?id=66281&DossierURI=tcm:195-15296-4
[7] Onderzoek naar een tiental scheepvaartongevallen op het Marker- en IJsselmeer, november 2001, Raad voor de transportveiligheid
[8] Evaluation of Wind Measurements Performed at a Potential Wind Farm Site: Noordoostpolder, 23 maart 2009, report no. PE09 003, Deutsche WindGuard
[9] Vaarwegen in Nederland, editie juni 2009, Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart
[10] Risicoatlas hoofdvaarwegen Nederland, 20 februari 2003, project 02472, Adviesgroep AVIV Enschede
[11] Officiële Zeekaart voor kust- en binnenwater, 1800 serie 2008, Koninklijke Marine Dienst der Hydrografie
[12] Geologische en Bodemkundige Atlas van het IJsselmeer, 1993 RWS-D.LF., Lelystad
[13] IEC 61400-1 Ed.3: Wind turbines – Part 1 Design requirements
[14] Handboek Risicozonering windturbines, 2e geactualiseerde versie januari 2005, Senternovem
[15] Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatwerken, Staatscourant 2 juli 2002, nr. 123 / pag. 13
[16] Technical Report Failure Rates of Enercon wind Turbines, report: DEWI-OCC-SO-0704-37, Rev. 0, 2007-05-02
[17] Collision risk Analysis and collision Friendely Design of Offshore Wind Farms, Gemanischer Lloyd
[18] Collision Safety Analysis of Offshore Wind Turbines, Florian Biehl, Hamburg University of Technology, B-III-27
[19] Offshore Standard DNV-)S-J101, Design of offshore wind turbines structures, October 2007
[20] Presentatie: Veiligheidsonderzoek windmolenpark: Offshore Windpark Egmond aan Zee, Yvonne Kolfdenhof, Marin
[21] Ship Collision Riskfor n Offshore Wind farm, C.F. Christensen & L.W. Andersen Ramboll, P.H. Pedersen SEAS Distribution
[22] Maritime and marine risk assessment of calamitous (oil) spills, NoordzeeWind, report OWEZ_R_280_20_07_2006, july 2006
[23] Presentatie: Probability of Ship Collision with Offshore Wind Farms, Univeristeit en daf 2006, donderdag 1december, TU Eindhoven
[24] Reduction of ship Collision Risk for Offshore Wind Farms – SAFESHIP behalve de ter beschikking gestelde gegevens zoals de golfatlas, inmetingen van de bodemdieptes, monitoring van windklimaat etc. zijn de volgende gegevens gebruikt:
[25] Knooppunten IJsselmeergebied Randmeren en Flevoland, uitgave van Stichting Recreatietoervaart Nederland binnen nationaal programma “Varen doe je samen”, deel 5b, uitgave 2009
[26] CUR reeks natuurvriendelijke oevers: Natuurvriendelijke oevers, Aanpak en toepassing. CUR publicatie 200, CUR, 1999; Natuurvriendelijke oevers. CUR publicatie 168, CUR, 1995.
[27] Recommendations of the Committee for Waterfront Structures Harbour and Waterways EAU 2004.
[28] Lodging data tekening van RWS- DIJ van meet en informatiedienst, d.d. 15 oktober 2008 met kenmerk WSM20080064
[29] C608-The Rock Manual, 2nd edition, CUR, CIRIA 2007

Bijlage 1

Huidige en toekomstige nautische situatie



Figuur B1.1 Waterkaart Ijsselmeergebied, ANWB, 2008©
Markering/ bebakening

De vaarweg is gedeeltelijk betond, bebakend en verlicht en voorzien van radarreflectoren. De betonningsrichting (SIGNI) is tegengesteld aan de beschrijvingsrichting van de vaarweg.

De huidige vaarlijn is gemarkeerd met middenbetonning door middel van meerboeien met licht. Ter hoogte van kilometerpaal 10 aan de Noordermeerdijk gaat de markering over op laterale markeringen door middel van betonning, afwisselend met en zonder verlichting. Op land is ter hoogte van de Rotterdamse Hoek een sectorlicht aanwezig. Zie hiervoor ook figuur B1.1.

De toekomstige situatie voor de nieuwe vaargeul zal volgens de laatst verkregen informatie, betreffende de markering, vergelijkbaar worden. De vaargeul zal worden aangegeven met behulp van verlichte middenbetonning. Vanwege de ondiepte ter hoogte van Lemmer wordt verondersteld dat het laatste stuk, net als de huidige vaarweg, aangegeven wordt met laterale markeringen. Opgemerkt wordt dat schippers op het IJsselmeer niet verplicht zijn om de gemarkeerde vaarlijn te volgen. Verondersteld wordt dat het grosse van de beladen schepen de vaarlijn van de nieuwe vaargeul zullen aanhouden.

Maatgevende scheepsklasse
CEMT klasse Vb schip (6000 ton- tweebaksduwvaart) met de maatgevende afmetingen (LxBxD) 185 mx11,4 mx4,5 m[5].

Maritieme zone
IJsselmeer is ingedeeld in maritieme zone 2. De zwaarste maritieme zone voor binnenwateren.

Beperkingen van maximale toegestane snelheid scheepvaart
Beroepsvaart : 12,0 km/u (Lelystad-Haven)
Recreatievaart: 12,0 km/u (Lelystad-Haven)
Recreatievaart: 20,0 km/u (binnen vaargeul)
Recreatievaart: 9,0 km/u (buiten vaargeul)

Geldige reglementen
Binnenvaartpolitiereglement.
Regeling snelle motorboten Rijkswateren 1995.

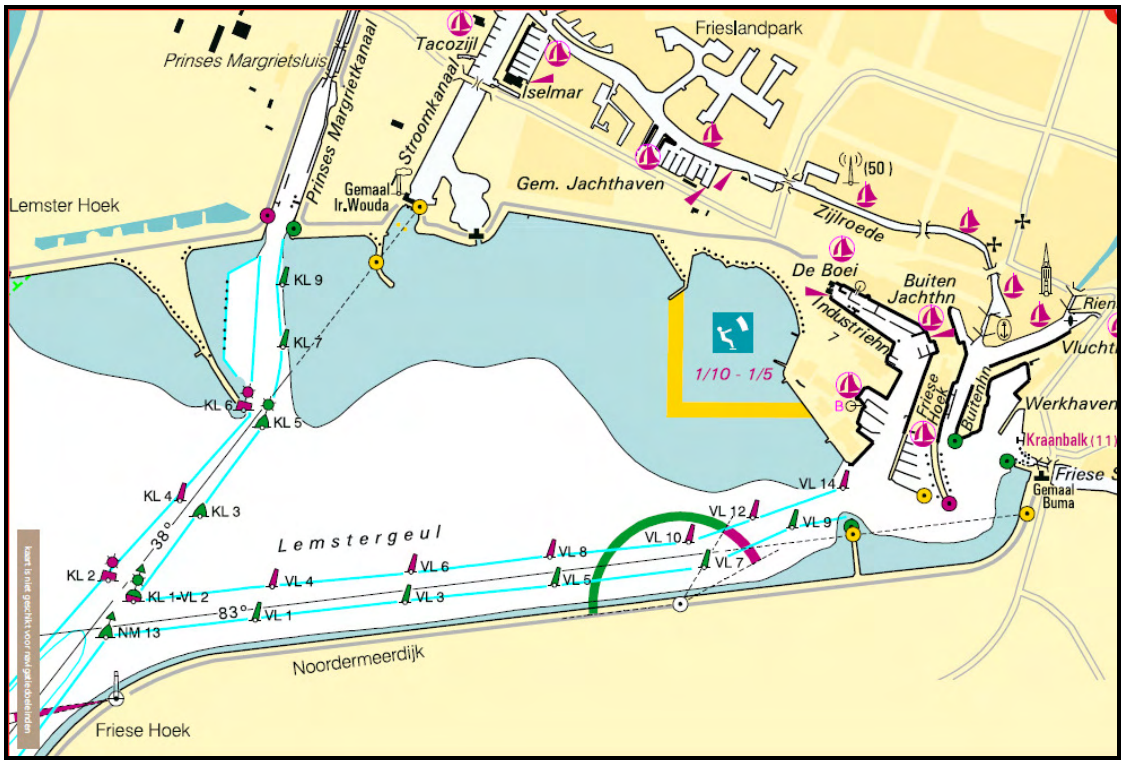
Beheer
Beheerder van de vaarweg is Rijkswaterstaat -Dienst IJsselmeergebied - Waterdistrict IJsselmeergebied.

Knooppunten
Op de vaarweg 230 Amsterdam –Lemmer bevinden zich een tweetal knooppunten: Ter hoogte van de Noordermeerdijk en ter hoogte van Lemmer. Het samenkomen van vaarweg 251 Amsterdam- Krabbegatsluizen -Lemmer en het samenkomen met kustroute 301b Friese Hoek-Makkum- Kornerwerdzand.

Knelpunt Lemmer[6]
De binnenwateren van Friesland en het IJsselmeer, worden bij Lemmer gescheiden door twee sluizen: de Prinses Margrietsluis (ingang Prinses Margrietkanaal, bereikbaar via marifoonkanaal 20) en de Lemstersluis (ingang Lemmer, bereikbaar via kanaal 22). De Prinses Margrietsluis wordt vooral door de beroepsvaart gebruikt, maar ook door de recreatievaart als onderdeel van de staandemastroute. Op werkdagen kunnen wachttijden ontstaan door drukke beroepsvaart. Komende vanaf het IJsselmeer moet u tussen de rode KL6 en de groene KL5 door varen. Buiten de vaargeul is het hier erg ondiep. Let goed op uitgaande beroepsvaart, die vanwege de ondieptes de bocht ruim neemt. De wachtsteiger voor de recreatievaart is aan de bakboordzijde van de voorhaven, aangeduid met ‘SPORT’. Bij overheersende winden uit zuidelijke of zuidwestelijke richting kunt u het beste eerst het achterschip vastmaken. Zo voorkomt u dat het achterschip ’wegwaait’ en uw schip achterstevoren komt te liggen. Vaart u vanaf het IJsselmeer naar de Lemstersluis, dan kunt u het beste de betonde Lemstergeul aanhouden. Let hier op de ondiepte aan de kant van de Industriehaven, (kite)surfers bij het strand en op de in- en uitvarende schepen van de bruine vloot. Langs de IJsselmeerkust varen veel schepen van de bruine vloot.

[5] Conform Vaarwegen in Nederland 2008
[6] De hiervoor beschreven omschrijving van het knelpunt is voornamelijk vanuit perspectief van de recreatievaart [26].

Het zijn veelal gerestaureerde historische vrachtschepen die chartertochten maken. Door hun afmetingen manoeuvreren deze vaartuigen moeilijk.



Figuur B1.2 Knelpunt Lemmer, bron [26]

Maatgevende wind en golfcondities

Er wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende maatgevende windrichtingen uit het zuid-westen, westen en noordwesten. Uit praktijkervaringen is gebleken dat de (noord)westelijke windrichting hierbij de meeste problemen voor de scheepsvaart geeft. Hoewel deze richting niet het meest frequent voorkomt, zijn hier verschillende redenen voor.

Op de eerste plaats is dit te verklaren omdat de golven vanuit het noordwesten haaks op het schip en de Rotterdamse Hoek staan. Hierdoor zijn schepen onderhevig aan zowel de directe golfslag, als de optredende reflectie tegen de kustverdediging. Het golfklimaat is ten gevolge hiervan aanzienlijk onregelmatiger en minder voorspelbaar dan wanneer golven in de lengte-richting van de vaargeul lopen. Daarbij komt dat vanaf deze richtingen de mogelijke strijklengte het grootste is, maar ook het verloop van de geografische kustlijn hier een belangrijk effect op de golfkarakteristieken heeft (zie ook figuur B2.6).

Scheepvaartkarakteristieken
Uitgaande van de beschikbare gegevens van het CBS [6] zijn de volgende kengetallen voor de vaarweg 230 Amsterdam- Lemmer van toepassing.

Item	**Kengetal**
Aantal passages totale scheepvaart (x1.000) 2002	Geschat op: 60 tot 80
Aantal passages door schepen bestemd voor vervoer van lading (x1.000), 2002	Geschat op: 40 tot 60
Aantal passages door schepen niet bestemd voor vervoer van lading (x1.000), 2002	Geschat op: 30 tot 40
Aantal passages door schepen met gevaarlijke stoffen, incl. lege niet ontgaste schepen, 2002	Geschat op: 3.500 tot 5.000
Ontwikkeling in het totaal aantal scheepvaartpassages, in 2002 t.o.v. 2001	0% tot 5%
Ontwikkeling in het totaal aantal scheepvaartpassages, in 1994-2002	0% tot 15%
Ontwikkeling in de passages door schepen bestemd voor vervoer van ladingen in 2002 t.o.v. 2001	0% tot 15%
Ontwikkeling in de passages door schepen bestemd voor vervoer van ladingen in 1994-2002	0% tot 5%
Ontwikkeling in de passages door schepen niet bestemd voor vervoer van ladingen 2002 t.o.v. 2001	5% tot 10%
Ontwikkeling in de passages door schepen bestemd voor vervoer van ladingen in 1994-2002	0% tot 15

Windparkconfiguratie
De lay-out van de buitendijkse windparken van het project Noordoostpolder zijn zogenaamde lijnopstellingen. Noordermeerdijk opstelling zal bestaan uit één rij van 13 windturbines, met een onderlinge afstand tussen de windturbine van circa 520 meter. Westermeerdijk zal bestaan uit twee rijen elk met 21 windturbines, met een onderlinge afstand tussen de windturbines van circa 416 meter De onderlinge afstand tussen de beide lijnopstellingen is circa 602 meter. De eerste rij is gelegen op een afstand van circa 550 meter ten opzichte van de waterlijn en de tweede rij is gelegen op een afstand van circa 1150 meter ten opzichte van de waterlijn. De eerste windturbine van de tweede rij is gelegen op een afstand van circa 55$_1$ meter ten opzichte van de rand van de nieuwe vaargeul.

Voor de beschouwing van het “zicht” met de windturbine als obstakel, zal uitgaande van een monopaal als fundatieconcept, de maximale doorsnede van de windturbineconstructie het transitiestuk zijn met een doorsnede van circa 5 meter. Het transitiestuk vormt het overgangsstuk tussen de monopaal en de toren van de windturbine en zal liggen op het niveau van circa 5 à 8 meter boven gemiddeld waterpeil. Zichtbelemmering hierdoor zal bij een enkele windturbine, afhankelijk van de afstand, beperkt zijn tot kleine vaartuigen. Bij een rij, afhankelijk van de kijkrichting. Visualisatie van het windmolenpark voor de beoordeling van mogelijk visueel hinder voor scheepvaart, is afkomstig van de visualisatie van de voorlopige opstelling op de site van de stuurgroep windpark Noordoostpolder:
www.windparknoordoostpolder.nl/?page_id=541

Volgens de nautisch geldende richtlijnen voor offshore windparken wordt het transitiestuk voorzien van de karakteristieke gele kleur (zie onderstaande foto in figuur B1.3).

Figuur B1.3 Karakteristieke markering transitiestuk bij windmolenparken

Figuur B1.4 Opstelling Windturbines

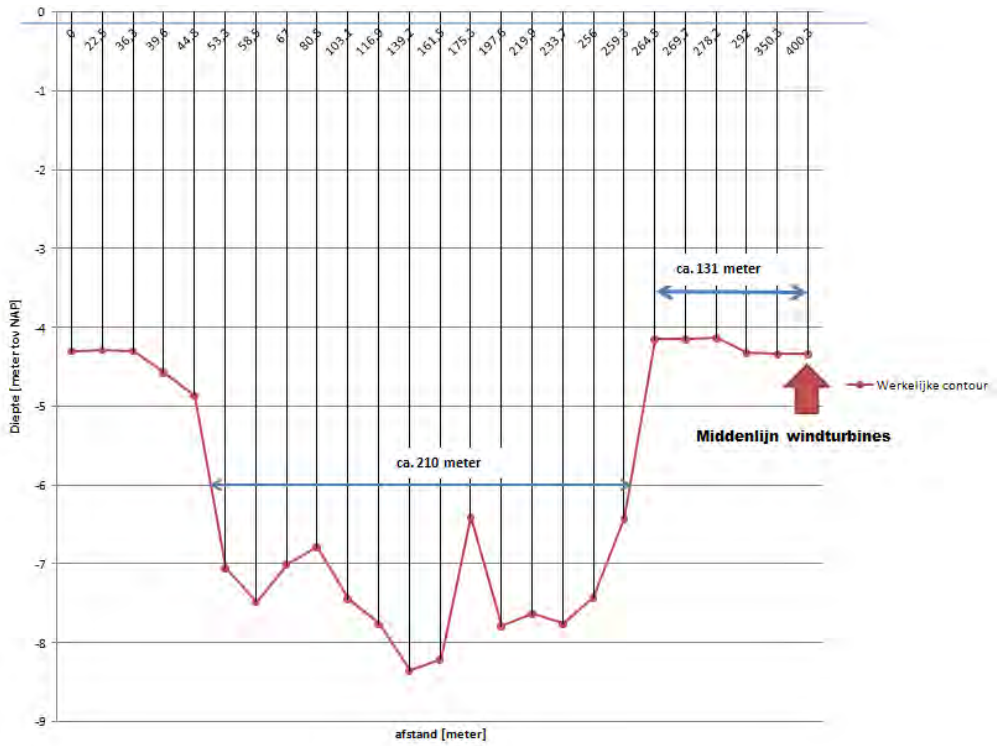
Bijlage 2

Technische uitgangspunten

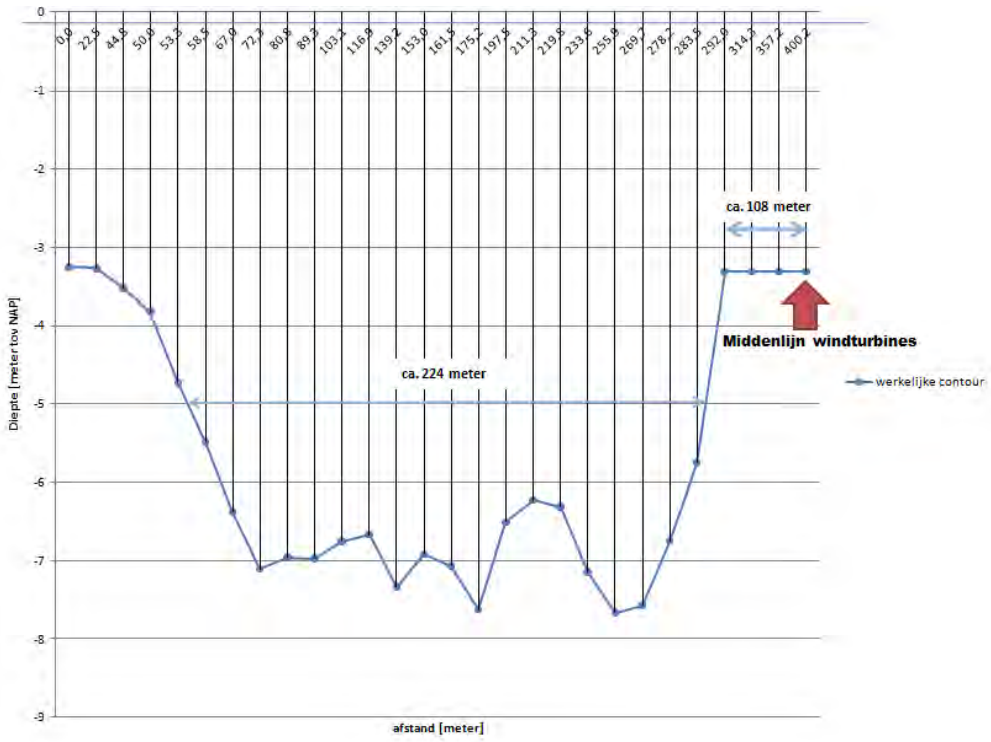
Bodemligging
Volgens de door Rijkswaterstaat verstrekte gegevens is de vaargeul ter hoogte van de windparken reeds volgens de van toepassing zijnde vaargeulprofiel uitgebaggerd (maart 2009). Enkel dient er nog een stuk nabij Lemmer te worden uitgebaggerd. Vanwege het zandwinprofiel is de theoretische bodembreedte 200 meter en zal de vaargeul een diepte van circa NAP -8 meter dienen te hebben.

De waterdiepte (bodemligging) ter hoogte van Rotterdamse Hoek is circa 3,5 à 4,5 meter ten opzichte van gemiddeld waterpeil. Zie hiervoor ook figuur 2.3.

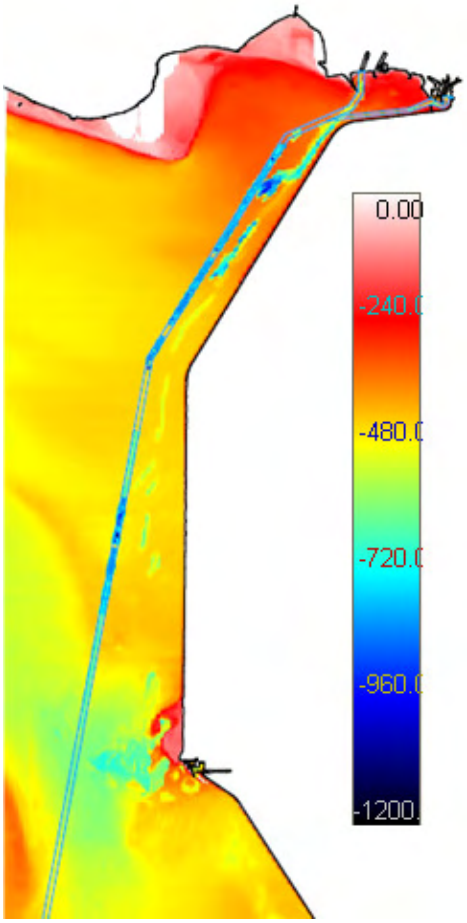
Aan de hand van de door Rijkswaterstaat beschikbare lodging [2] data zijn de dwarsprofielen ter hoogte van het begin en einde van de lijnopstelling Noordermeerdijk samengesteld.



Figuur B2.1 Noordelijke punt Noordermeerdijkopstelling



Figuur B2.2 Zuidelijke punt Noordermeerdijk opstelling

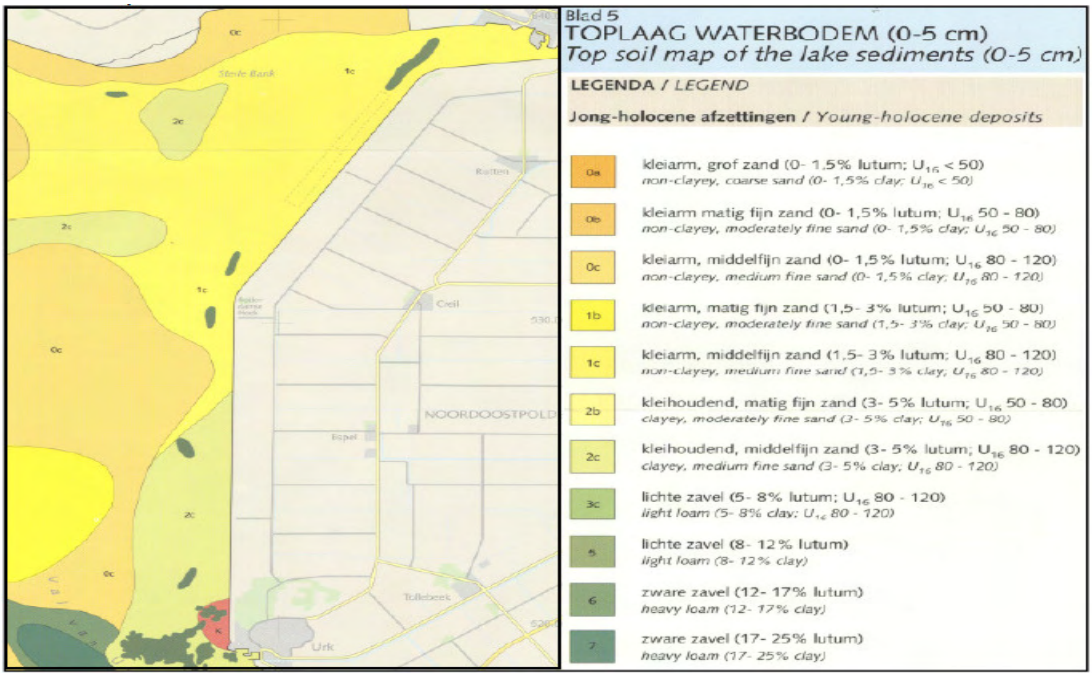


Figuur B2.3 Waterdiepte in het IJsselmeer[7]

[7] Volgens [28]

Meerbodemopbouw

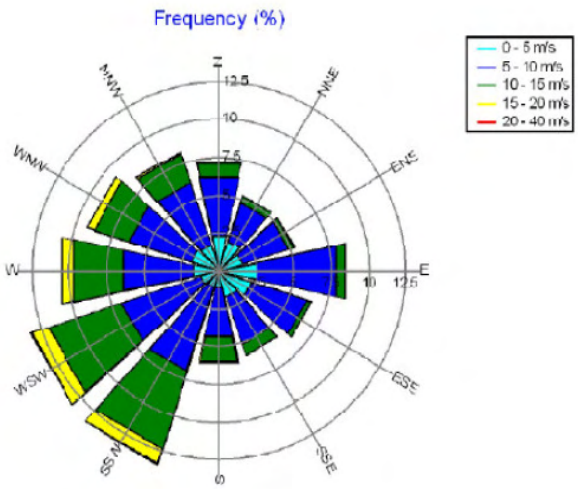
Volgens de beschrijving van de Geologische- en Bodemkundige Atlas van het IJsselmeer, bestaat de meerbodem van het IJsselmeer vrijwel uit jong-holocene afzetting, die na de erosie van het noordelijke veengebied ongeveer vanaf jaar nul zijn afgezet. De bodemgesteldheid van de eerste 80cm beneden het oppervlakte van de meerbodem in het oostelijke deel van het IJsselmeer ter hoogte van de Noordoostpolder is kleihoudend fijn zand en licht zavel. Karakteristiek voor dit gebied zijn de kleihoudende, fijnzandige, gelaagde Almere Afzettingen die hoog in het profiel voorkomen en meestal de eerste en tweede ondergrondlaag vormen.



Figuur B2.4 Bodemopbouw IJsselmeer ter plaatse van de Noordoostpolder

Wind

Het project Windpark Noordoostpolder beschikt over een eigen windmeetmast (gelegen binnendijks, nabij de Rotterdamse Hoek), waarbij op verschillende niveaus wordt gemeten. Aan de hand van de windmeetgegevens van de windmeetmast en gegevens van nabij gelegen weerstations (Stavoren is als meest representatief beschouwd) is door de windconsultant Deutsche WindGuard een winddata-analyse gemaakt. Op basis hiervan en conform het RWS RIZA 2007.020 rapport [9] en winddata FL2 is gehanteerd 50-jaarlijks wind op 10 meter hoogte V_{10m} = 27 m/s.

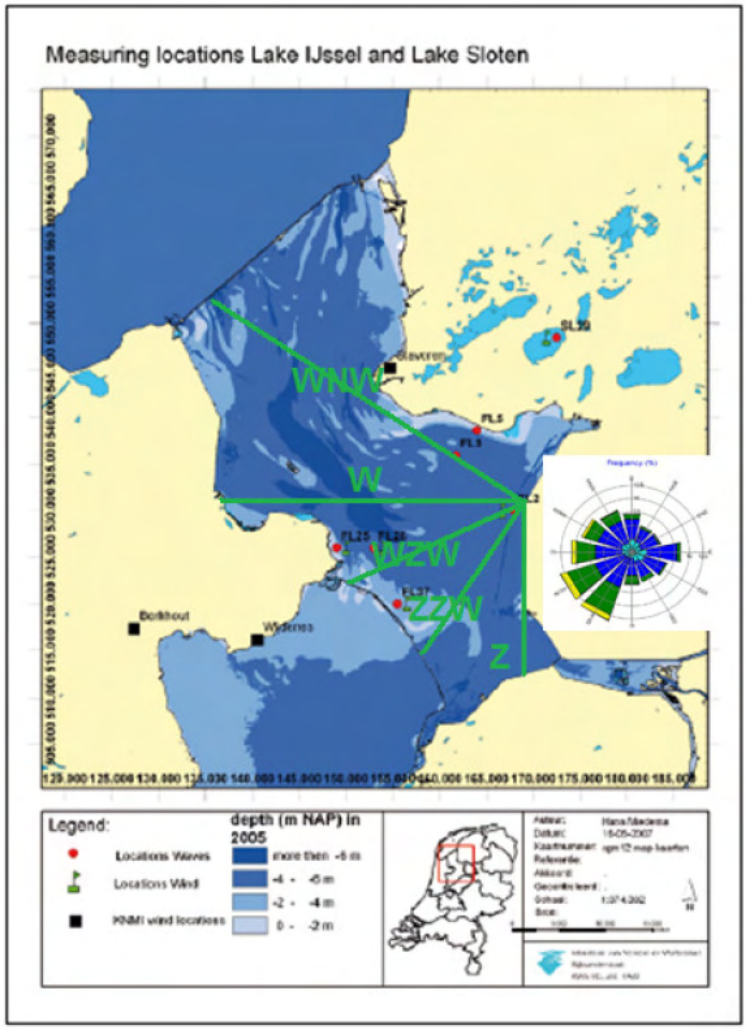


De windkracht 4 tot en met 9 (schaal van beaufort):

- Windkracht 4 (U_{10} = 7,9 m/s)
- Windkracht 5 (U_{10} = 10,7 m/s)
- Windkracht 6 (U_{10} = 13,8 m/s)
- Windkracht 7 (U_{10} = 17,1 m/s)
- Windkracht 8 (U_{10} = 20,7 m/s)
- Windkracht 9 (U_{10} = 24,4 m/s)

Figuur B2.5 Windroos met maatgevend windklimaat voor de projectlocatie

Golfklimaat
Er wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende maatgevende windrichtingen uit het zuidwesten, westen en noordwesten. De golfbelastingen zijn afgewogen voor een aantal windrichtingen omdat niet alleen de windsnelheid maar ook de op de locatie aanwezige striklengte zijn bepalende factoren voor het bepalen van de hydraulische condities.



Figuur B2.6 Windrichtingen in combinatie met strijklengtes

Maatgevende golf voor het ontwerp van de (bescherming van de) golfbreker/ oploopconstructie is gehanteerd voor een levensduur van de constructie van 50 jaar en heeft herhalingsfrequentie van 1/50 jaar. Deze heeft volgens RWS RIZA 2007.020 rapport [3] de volgende karakteristieken:

Waterpeilen
Voor IJsselmeer zijn de volgende waterpeilen gehanteerd:
- Winterpeil NAP -0,40 meter.
- Zomerpeil NAP -0,20 meter.

Voor het ontwerp zal op dit “basispeil” een toeslag respectievelijk reductie ten gevolge van opwaaiing / afwaaiing gehanteerd worden. Bij strijklengtes van circa 30 km uit de richtsector WNW tot NW, zijn waarden berekend voor opwaaiing van circa 0,8 meter.

Aangezien windcondities van Bf 8 voornamelijk optreden in het winterhalfjaar resulteert, voor het ontwerp van de steenconstructies uit genoemde opwaaiing opgeteld bij het winterpeil, een maatgevende waterstand van NAP +0,4 m. Voor het functioneel ontwerp van de dam/ golfbreker zal van deze waarde uitgegaan worden.

Er wordt onderscheidt gemaakt tussen drie ontwerpomstandigheden. Op de eerste plaats de laagwater situatie, waarbij normale golven optreden. Vervolgens zijn de meest negatieve omstandigheden beschouwd, waarbij een schipper mogelijk nog gaat varen. Tot slot zijn de sterkte parameters vermeld, waarop de oploopvoorziening ontworpen wordt.

	Normale omstandigheden	**Windkracht 8****	**Ontwerpcondities (1/50 jaar)*****
Waterstand	- 0,40 m NAP	+ 0,4 m	+ 0,8 m NAP
Windsnelheid	> 7,9 m/s*	20,7 m/s	27 m/s
Golfhoogte	0,6 m*	1,50 m	1,80 m
Golflengte	6 m*	12 m	*28 m*
Golfperiode	*2 sec*	*2,8 sec*	4,75 s

* *tot windkracht 4 (Alkyon golfatlas)*

** *Alkyon Golfatlas*

*** *RWS rapport [3]*

Aantal golven N = 7000 (-)

Stroming

In het IJsselmeer is geen getijdenwerking. De enige vorm van stroming is de waterbeweging, opgewekt door wind en daardoor ontstane waterstandsverschillen. Voor het ontwerp van steenconstructies zijn de bijbehorende stroomsnelheden verwaarloosbaar. Door aanleg van de in dit kader beschouwde voorzieningen zullen bestaande stroomsnelheden niet veranderen en dus ook niet de (mogelijke) effecten op de scheepvaart.

IJsbelasting

Belasting ten gevolge van kruiend ijs is voor deze locatie berekend volgens GL richtlijn en bedraagt $\sigma_c = 2{,}5$ MN/m^2 met k = 1.128. Echter voor ontwerp van de oploopvoorziening/ golfbreker zal met deze belasting geen rekening gehouden worden in verband met economisch ontwerp.

Scheepsbelastingen

De belastingen van schepen zijn de scheepsgolven en belastingen ten gevolge van de scheepsschroeven. De belastingen door scheepsgolven en scheepsschroeven zijn vele malen lager dan de belastingen door wingolven, waardoor deze niet maatgevend zijn voor het ontwerp van de oploopvoorziening/ dam/ golfbreker.

De aanvaarbelasting is beschouwd in alleen de relatie tot de korte onderwaterdam, die als oploopbescherming dienen rond de turbines (par. 6.3). De scheepsgolven zijn, qua hoogte en lengte en daarmee ook qua impact op de constructies, gering in vergelijking met de ontwerpwindgolf.

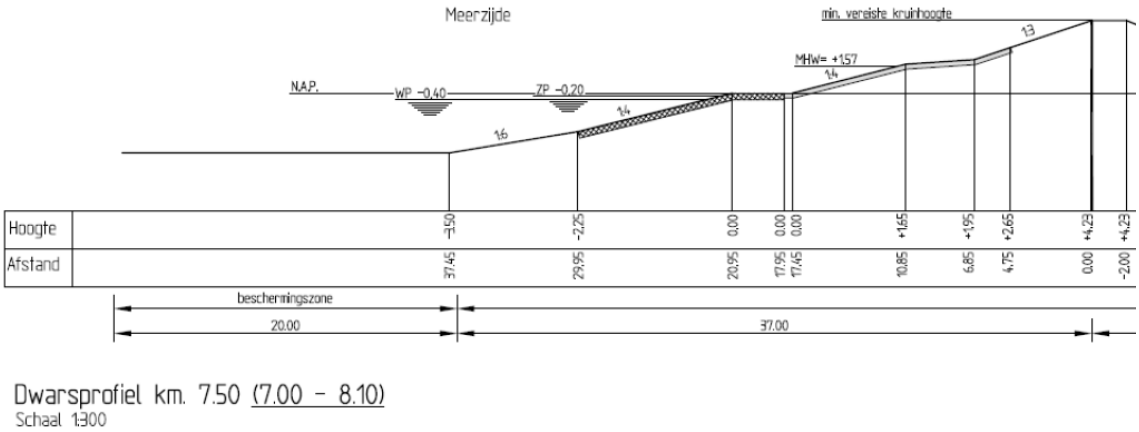
Hydraulische parameters voor ontwerp van de constructie

De steendiameters zijn berekend met de methode Van der Meer.
Daarbij zijn de volgende waarden gehanteerd voor de ontwerpparameters:

Porositeitsfactor P =0,5 (-)
Schadegetal S = 3 (-)
Dichtheid $\Delta = 1{,}65$ (-)
Taludhelling 1:4 (-)

Hiermee wordt de stabiliteitsgetal ($H_s/\Delta D_{n50}$) berekend, waaruit volgt een benodigde steendiameter D_{50}.

Waterkering Noordoostpolder
In figuur B 2.7 is een dwarsdoorsnede weergeven van de waterkering van de Noordoostpolder. De opbouw van de waterkering zorgt voor de oploop van golven en de golfreflectie (harde, dichte en gladde structuur).



Dwarsprofiel km. 7.50 (7.00 - 8.10)
Schaal 1:300

Figuur B2.7 Dwarsdoorsnede waterkering Noordoostpolder (Bron: Waterschap Zuiderzeeland)

Vanaf de teen af gezien, is het talud (met een helling van 1:4) eerst voorzien van stortsteen. Na de eerste berm, is op het volgende talud zetsteen aanwezig, dat overgaat naar bestrating op de tweede berm. Tot slot is het laatste talud (met helling van 1:3), tot aan de kruin voorzien van graszoden.

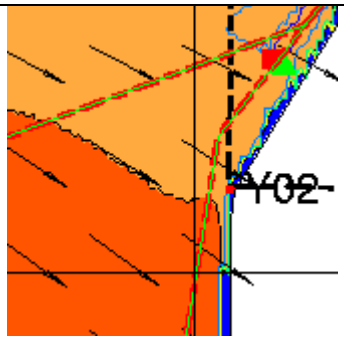
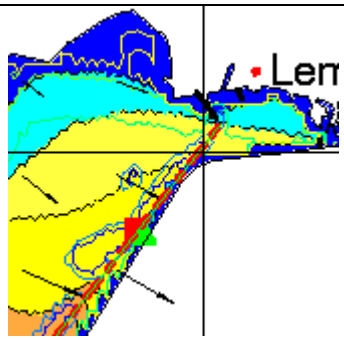
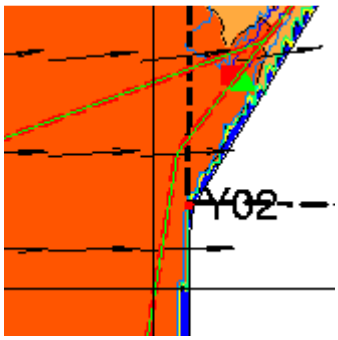
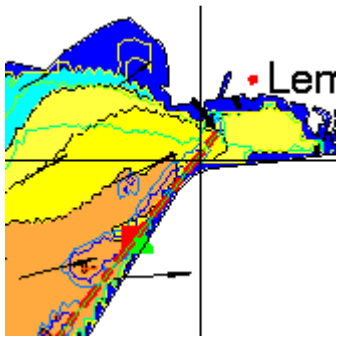
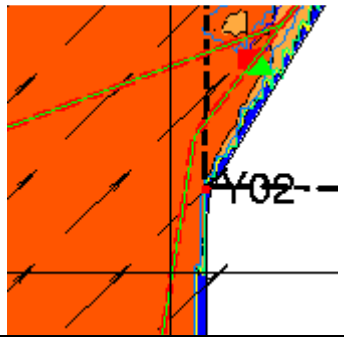
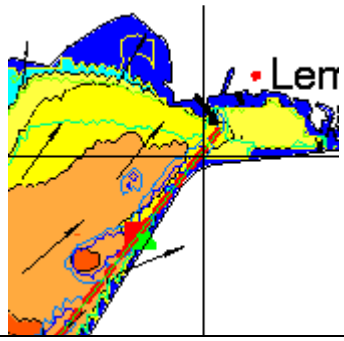
Bijlage 3

Hydraulische onderbouwing locatie keuze maatregel

Vergelijking golfklimaat

In Nederland is de overheersende en maatgevende windrichting westelijk, wat zich uiteraard vertaalt in het golfklimaat. Dit golfklimaat is beschreven in de een zogenaamde golfatlas en wordt hieronder beschouwd vanuit het golfklimaat voor het Noordelijke IJsselmeer. Inzoomend op de locaties van de Rotterdamse en Friese Hoek valt het volgende op. De door de vaargeul passerende schepen varen haaks op de maatgevende westelijke windrichtingen. In figuur B3.4 tot en met B3.9 is echter te zien dat locatie van Friese Hoek aanzienlijk meer beschut is, dan de Rotterdamse hoek. Door de aanwezigheid van de Friese kust, wordt de strijklengte hier dan ook minder en is er een milder golfklimaat te verwachten.

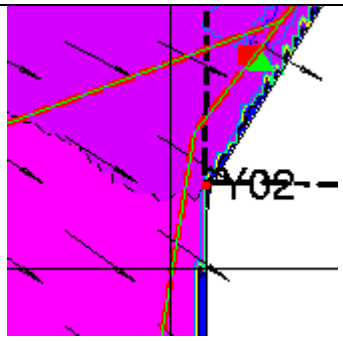
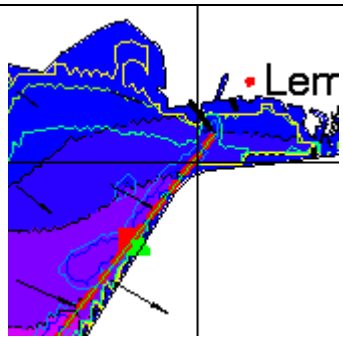
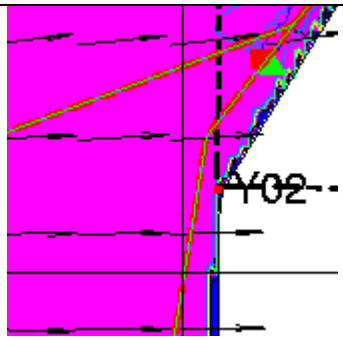
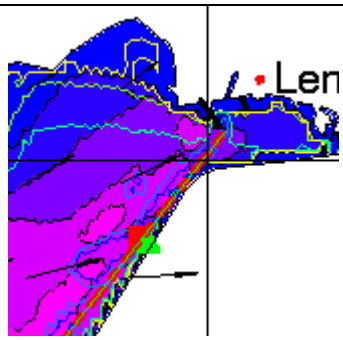
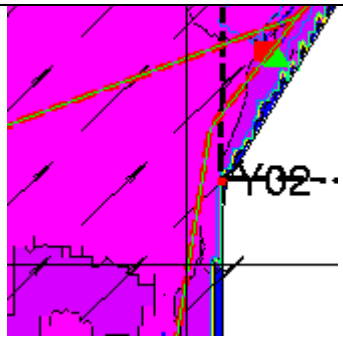
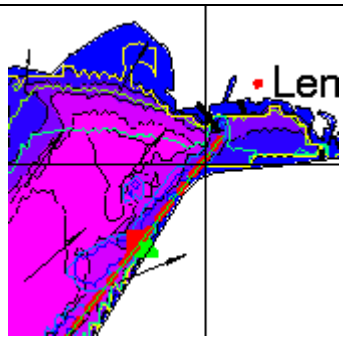
Onderstaand worden de twee locaties (Friese en Rotterdamse Hoek) aan de hand van de verschillende gegevens betreffende het golfklimaat vergeleken. Deze gegevens zijn bepaald met de aangehouden maximale windsnelheid waarbij er nog net wel of niet meer gevaren wordt, namelijk windkracht 8.

		Locatie	
		Rotterdamse Hoek	**Friese Hoek**
Significante golfhoogte	Noord-West		
	West		
	Zuid-West		

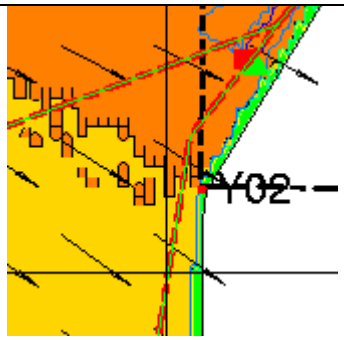
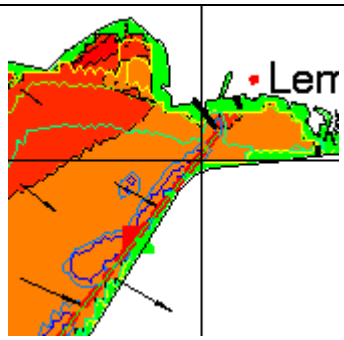
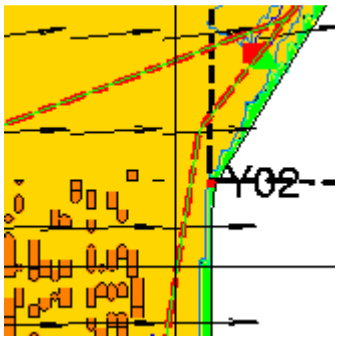
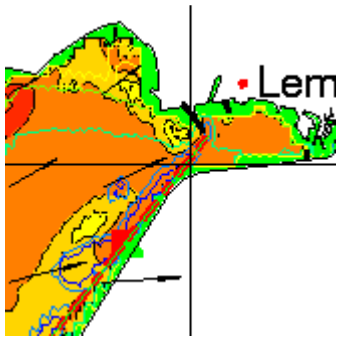
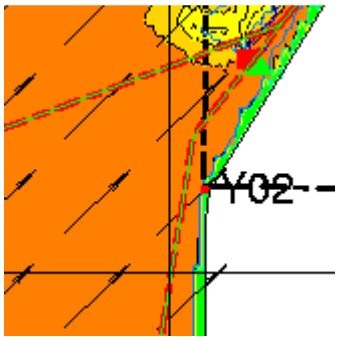
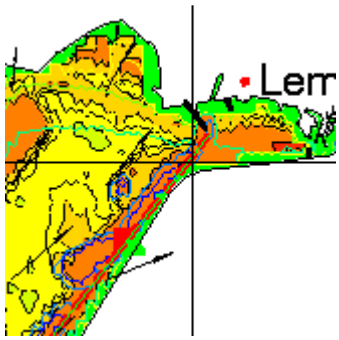
Figuur B3.1

Duidelijk is te zien is dat Rotterdamse Hoek vanaf alle maatgevende windrichtingen onderhevig is aan grotere (hoogte en lengte) golven. Deze nemen af in de richting van Lemmer, in de eerste plaats door de beperktere strijklengtes en verder door shoaling en refractie.

Een combinatie van golfhoogte en –lengte is de zogenaamde golfsteilheid, welke voor de scheepvaart (echter sterk afhankelijk van het type schip) vooral van belang is voor zaken als golfklappen en overslag.

		Locatie	
		Rotterdamse Hoek	**Friese Hoek**
Gemiddelde golflengte	Noord-West		
	West		
	Zuid-West		

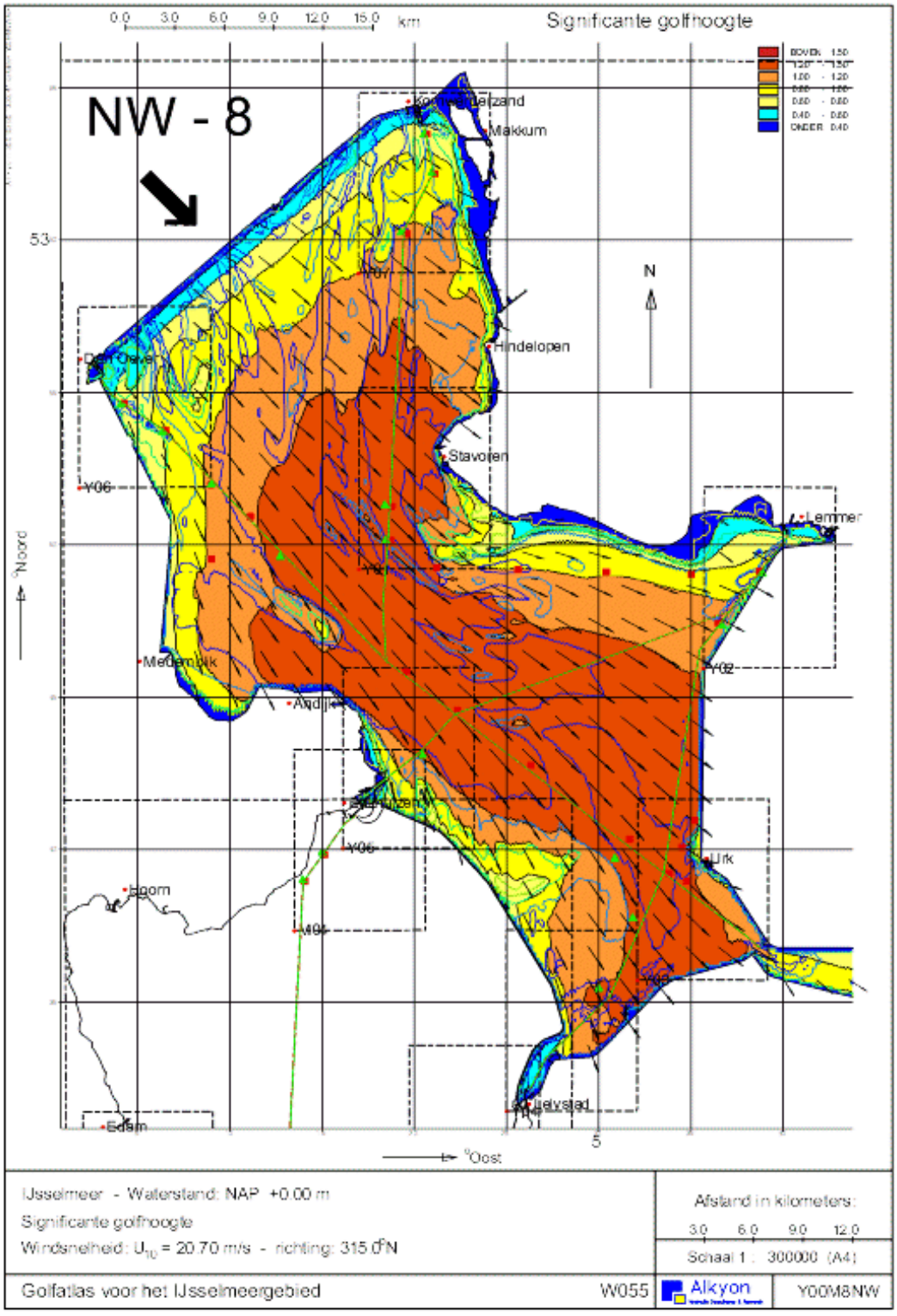
Figuur B3.2

		Locatie	
		Rotterdamse Hoek	**Friese Hoek**
Gemiddelde golfsteilheid	Noord-West		
	West		
	Zuid-West		

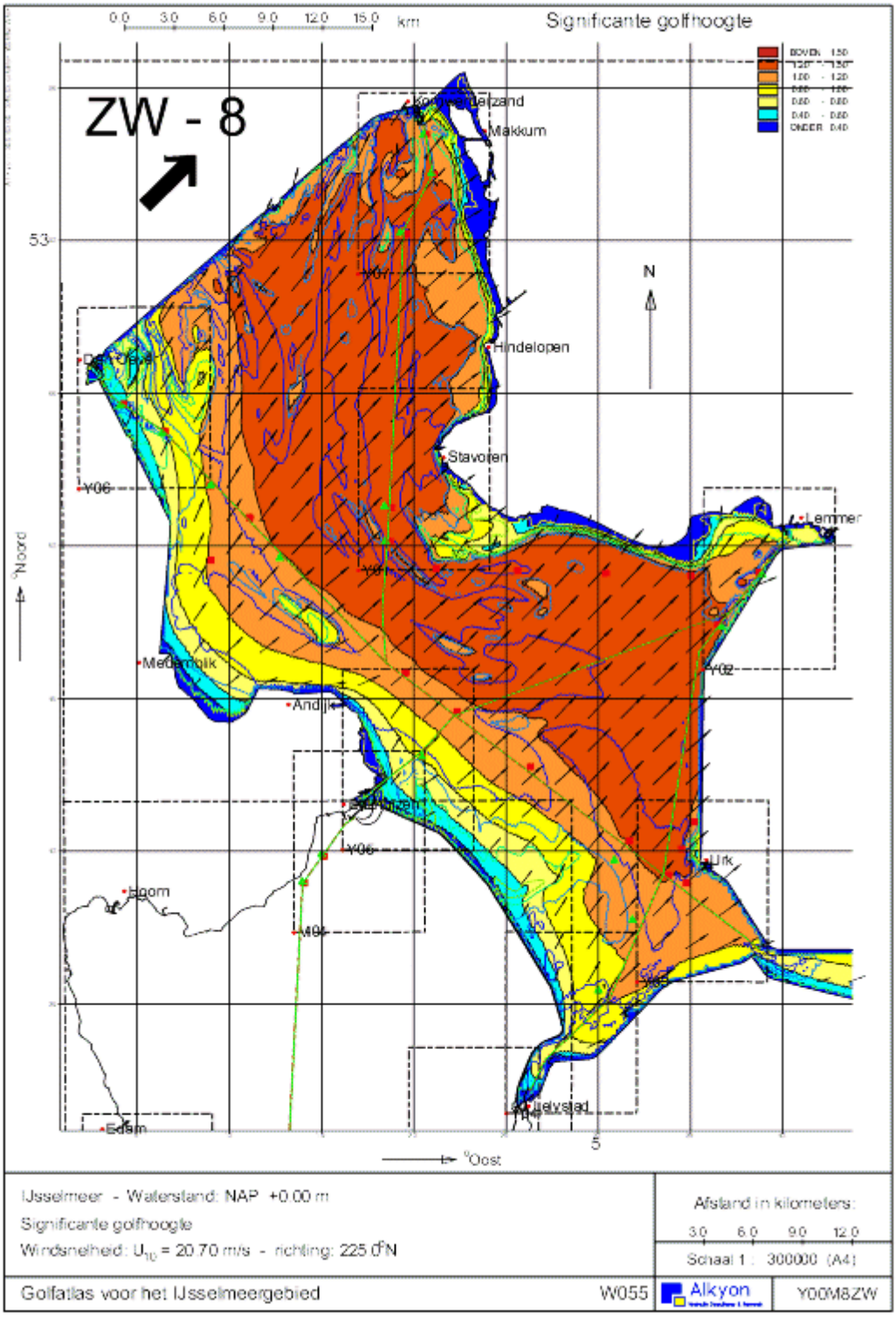
Figuur B3.3

Zowel bij de golflengte als bij de golfsteilheid zijn er veranderingen in grootte te zien rond de aangegeven knelpunten bij Rotterdamse en Friese Hoek. Deze veranderingen kunnen een onvoorspelbaar golfklimaat tot gevolg hebben, wat een mogelijke reden kan zijn voor nautische problemen voor de scheepvaart bij de passage van de Rotterdamse hoek, bijvoorbeeld het 'water maken' (golfoverslag) door de passerende schepen.

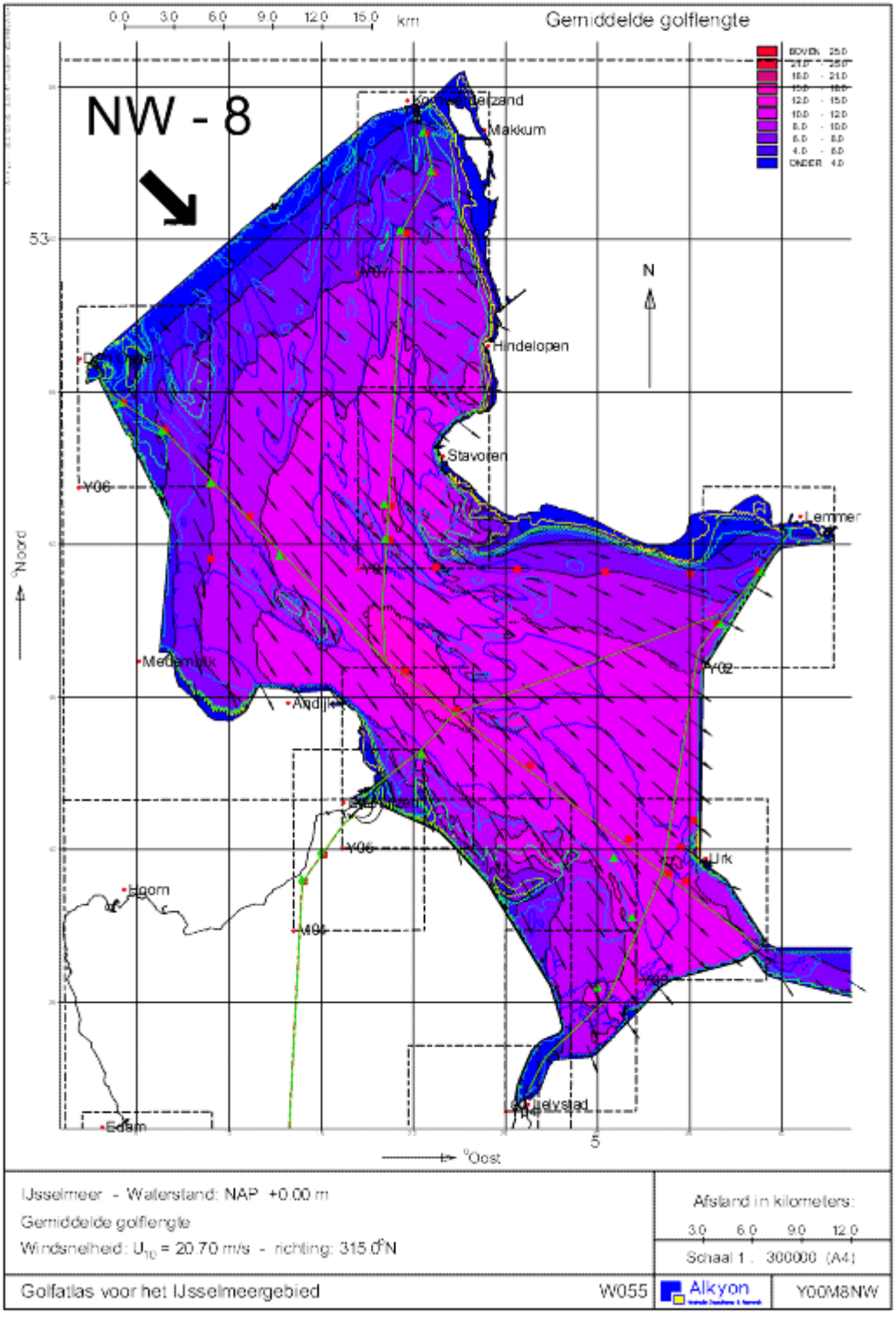
Na het ronden van de Rotterdamse Hoek in noordelijke richting komen schepen haaks op de noordwestelijke wind te liggen. Dit vergroot de kans dat een schip steeds heviger gaat 'rollen' (dit is dwarsscheeps slingeren), maar ook dat het schip dwarsscheeps wordt weggezet, en dus uit de vaargeul kan raken. Te zien is dat **juist hier, in vergelijking met de golfhoogte, een kleinere golflengte te verwachten is, resulterend in een grotere golfsteilheid**. De ruimtelijke gradiënten in het golfbeeld zorgen daarmee voor een sterk variërend golfbeeld en zwaardere golfklappen op het passerende schip. Deze effecten zijn in mindere mate aanwezig bij de Friese Hoek, waardoor dit dus minder urgent lijkt.


Significante golfhoogte
NW - 8
km
Makkum
Hindelopen
Stavoren
Lemmer
Medemblik
Andijk
Urk
Hoorn
Edam
Lelystad
N
°Noord
°Oost
IJsselmeer - Waterstand: NAP +0.00 m
Significante golfhoogte
Windsnelheid: U10 = 20.70 m/s - richting: 315.0°N
Afstand in kilometers:
Schaal 1 : 300000 (A4)
Golfatlas voor het IJsselmeergebied
W055
Alkyon
Y00M8NW

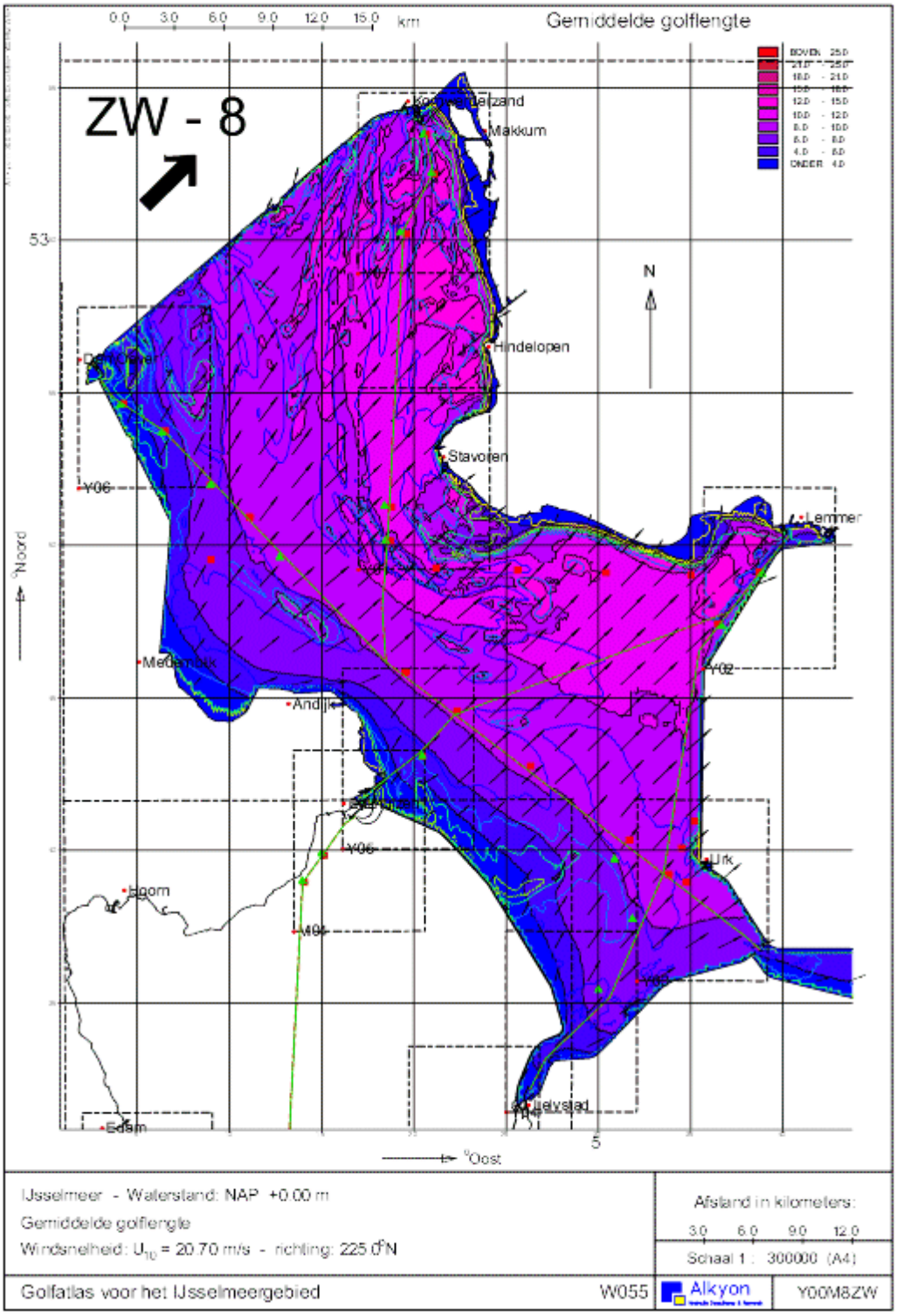
Figuur B3.4


Significante golfhoogte
ZW - 8
km
Makkum
Hindelopen
Stavoren
Lemmer
Medemblik
Andijk
Hoorn
Urk
Edam
Lelystad
N
°Noord
°Oost
IJsselmeer - Waterstand: NAP +0.00 m
Significante golfhoogte
Windsnelheid: U10 = 20.70 m/s - richting: 225.0°N
Afstand in kilometers:
Schaal 1 : 300000 (A4)
Golfatlas voor het IJsselmeergebied
W055
Alkyon
Y00M8ZW

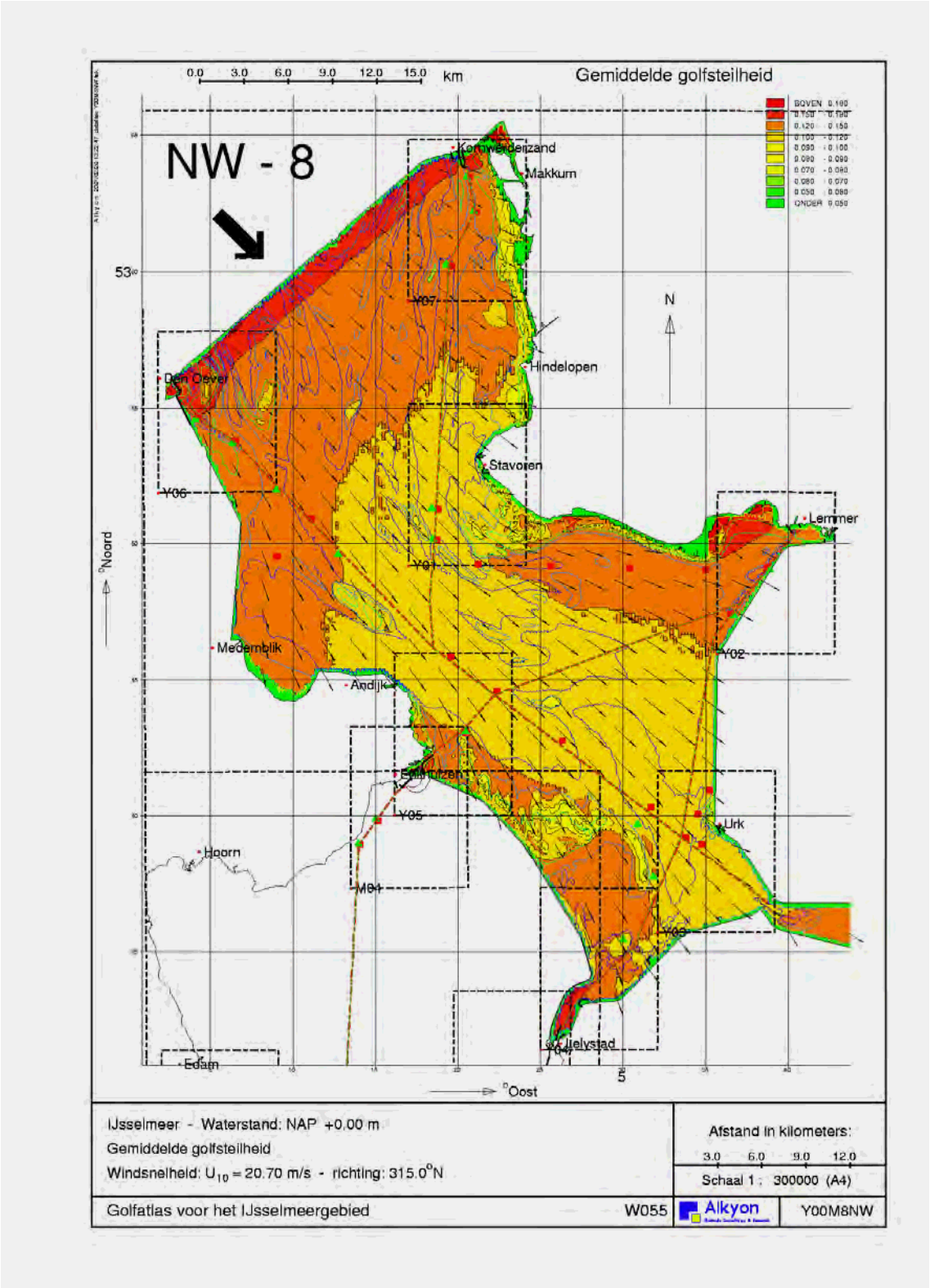
Figuur B3.5


Gemiddelde golflengte
0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 km
NW - 8
N
Makkum
Hindeloopen
Stavoren
Lemmer
Medemblik
Enkhuizen
Urk
Edam
Noord
Oost
IJsselmeer - Waterstand: NAP +0.00 m
Gemiddelde golflengte
Windsnelheid: U_{10} = 20.70 m/s - richting: 315.0°N
Afstand in kilometers:
3.0 6.0 9.0 12.0
Schaal 1 : 300000 (A4)
Golfatlas voor het IJsselmeergebied
W055
Alkyon
Y00M8NW

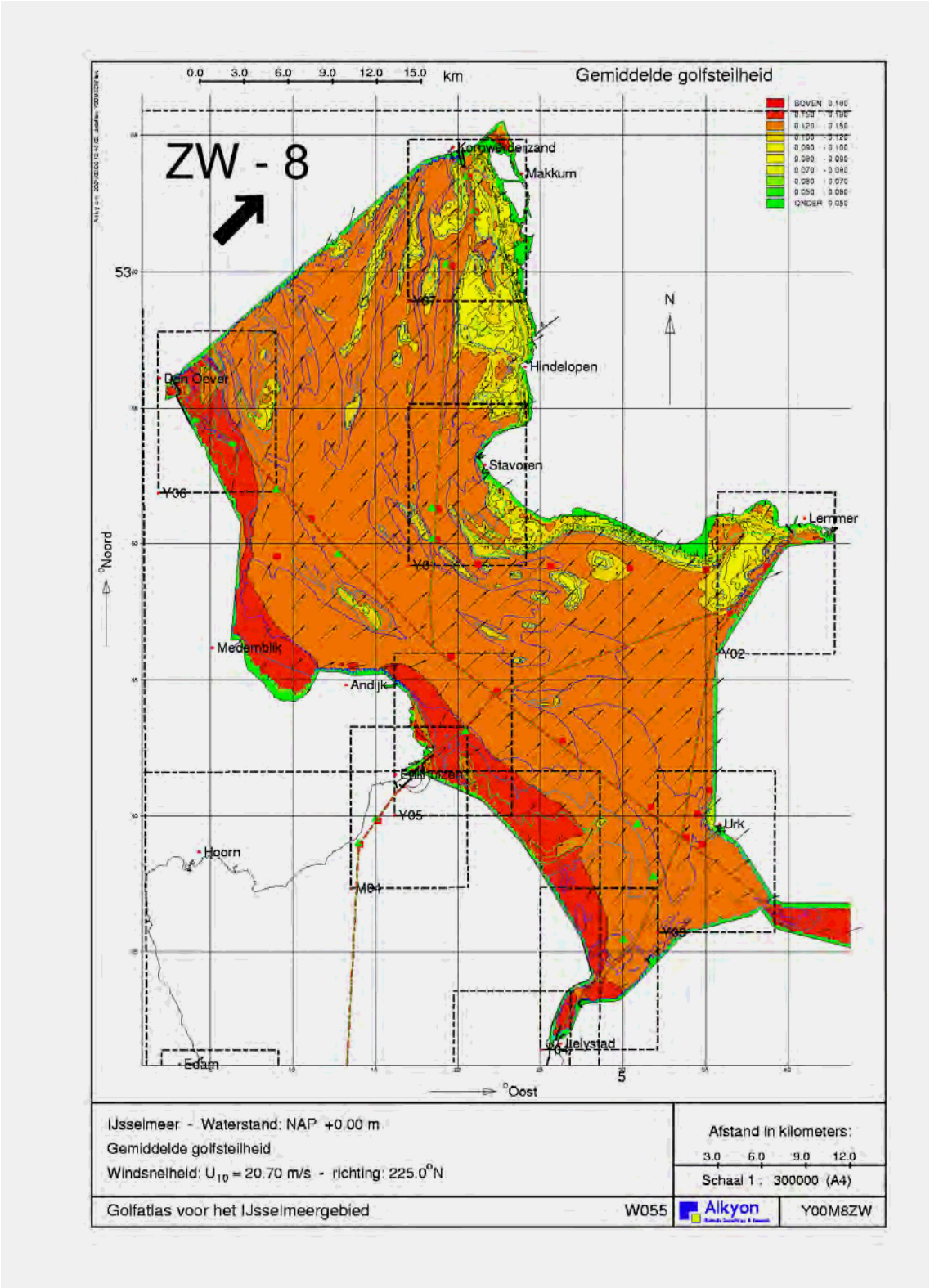
Figuur B3.6


Gemiddelde golflengte
ZW - 8
km
Makkum
Hindelopen
Stavoren
Lemmer
Andijk
Urk
Hoorn
Edam
Lelystad
N
°Noord
°Oost
IJsselmeer - Waterstand: NAP +0.00 m
Gemiddelde golflengte
Windsnelheid: U10 = 20.70 m/s - richting: 225.0°N
Afstand in kilometers:
Schaal 1 : 300000 (A4)
Golfatlas voor het IJsselmeergebied
W055
Alkyon
Y00M8ZW

Figuur B3.7


Gemiddelde golfsteilheid
0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 km
NW - 8
Kornwerderzand
Makkum
Hindelopen
Den Oever
Stavoren
Lemmer
Medemblik
Andijk
Enkhuizen
Urk
Hoorn
Lelystad
Edam
Y01
Y02
Y03
Y04
Y05
Y06
Y07
M01
N
°Noord
°Oost
IJsselmeer - Waterstand: NAP +0.00 m
Gemiddelde golfsteilheid
Windsnelheid: U_{10} = 20.70 m/s - richting: 315.0°N
Afstand in kilometers:
3.0 6.0 9.0 12.0
Schaal 1 : 300000 (A4)
Golfatlas voor het IJsselmeergebied
W055
Alkyon
Y00M8NW

Figuur B3.8


Gemiddelde golfsteilheid
0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 km
ZW - 8
N
Kornwerderzand
Makkum
Hindelopen
Den Oever
Stavoren
Lemmer
Medemblik
Andijk
Enkhuizen
Hoorn
Urk
Lelystad
Edam
Y06
Y01
Y02
Y05
Y03
Y04
M01
°Noord
°Oost
IJsselmeer - Waterstand: NAP +0.00 m
Gemiddelde golfsteilheid
Windsnelheid: U_{10} = 20.70 m/s - richting: 225.0°N
Afstand in kilometers:
3.0 6.0 9.0 12.0
Schaal 1 : 300000 (A4)
Golfatlas voor het IJsselmeergebied
W055
Alkyon
Y00M8ZW

Figuur B3.9

Om een inschatting te maken van de meest ongunstige situatielocatie worden verschillende aspecten bekeken. Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen schepen die bewust de aangegeven hoeken willen afsnijden, of schepen die door de weersomstandigheden van koers raken.

Bewust afsnijden
Ter besparing van tijd en kosten is het mogelijk dat schippers besluiten een gedeelte van de vaargeul af te steken. Dit is vooral van toepassing voor de scheepvaart in de noordelijke richting, omdat het minder aannemelijk is dat schepen in zuidelijke richting de vaargeul willen kruisen, met het risico van verwarring met tegemoetkomende noordgaande vaart.

Van de twee aangegeven locaties is de locatie van Rotterdamse Hoek de meest kritieke locatie met het oog op de mogelijkheid voor aanvaring van windturbines. Omdat er voldoende waterdiepte in de omgeving aanwezig is, is het voor schippers namelijk mogelijk om opzij van de nieuwe vaargeul uit te wijken en te gaan varen op de lijn van de noordelijke windturbines.

Hierbij wordt opgemerkt dat ook gebrekkige oriëntatie (knik in de geul, flauwe hoeken tussen diverse lange ‘zichtlijnen’, slecht zicht, foutieve interpretatie van lichten bij nacht) oorzaak kan zijn van foutief sturen, met als gevolg dat een schip dat de vaargeul (weer) zoekt, te dicht bij de turbines komt.

Uit koers raken
Er wordt van uitgegaan dat een schip door toedoen van slechte weersomstandigheden, geen problemen zal ondervinden om op koers te blijven in de vaargeul. Hiervoor zijn de volgende overwegingen gemaakt: golven en wind maken sowieso het sturen moeilijker, en daarom wordt de koers ook onnauwkeuriger. Bij zwaar weer zijn er echter minder schepen op het water, dus dan is dat ‘slingerend’ varen meestal geen bezwaar. Het is wel zo dat de lange rij turbines een goed oriëntatiemiddel zijn, dat wellicht meer houvast biedt dan de vaarweg markering.

Golfklimaat Rotterdamse Hoek
Vanwege de kritische situatie op knelpunt 1 is, op basis van het golfklimaat, zoals dat is vastgelegd in de zogenaamde Golfatlas (Alkyon, 2001), nader nagegaan wat voor Bf 7 á 8 de golfcondities zijn bij de Rotterdamse Hoek. Deze golfcondities interfereren namelijk met op de dijk gereflecteerde golfcomponenten, resulterend in een golfbeeld, dat dus kennelijk in de praktijk als ‘onvaarbaar’ wordt beschouwd. Vervolgens wordt nagegaan of, en zo ja hoe, dit resulterende golfbeeld kan worden beïnvloed door reductie van de reflectiecomponent.
Een overzicht voor het gehele Noordelijke IJsselmeer van de golfklimaten bij ZW-8 en NW-8 staan in de bijlage.

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van een drietal karakteristieken van de inkomende golven:
- Significante golfhoogte (H_s)
- (Gemiddelde) golflengte (L)
- Golfsteilheid (H/L)
- ‘Breekindex’ (0 = weinig brekende golven tot > 10 = groot deel brekende golven)

Conditie	**H_s**	**L**	**H/L**	**breken**
	(m)	(m)	(%)	(-)
ZW – 8	1,2-1,5	10-12	10-15	> 10
NW – 8	1,0-1,5	8-12	8-19	5-10

Vergeleken met andere condities (richting, Bf 7) zijn de golven bij Bf 8 aanzienlijk hoger en langer. Daarbij levert conditie ZW-8 sowieso de grootste en voor een groot deel brekende golven. De golfsteilheidswaarden, resulterend uit de berekende golfhoogtes en lengtes, zijn erg hoog, wat ook al wijst op brekende golven. Daarnaast zal bij waterdieptes van minder dan ongeveer 3 m ook de dieptebeperking tot breken aanleiding geven.

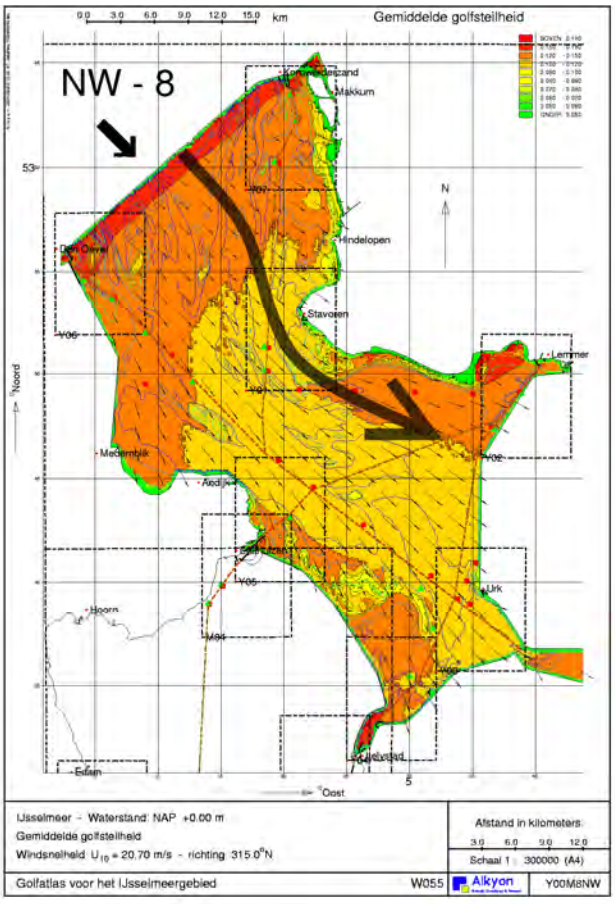
Bij NW-8 zijn de maximale golven weliswaar iets minder hoog en lang, maar de variaties zijn juist nabij de knik in de vaargeul relatief groot. Daardoor kan de schipper bij wijziging koers ook tegelijkertijd worden geconfronteerd met een verandering in golf (hoogte, steilheid, breken).

De invloed van waterbouwkundige constructies (talud van de bestaande dijk, en eventueel nieuwe constructies in verband met de windmolens) is nabij de hoek maximaal. Dat komt doordat daar ook de dijk een knik maakt, zodat bovenop bovengenoemde variaties ook de reflectie-eigenschappen variëren. Daardoor is, met name bij conditie NW-8, de ruimtelijke variatie van golven (inkomend + reflecties) juist tijdens de koerswijziging van de schepen maximaal.

De mogelijkheden om het lokale golfklimaat te verbeteren met constructies (tussen de vaargeul en de dijk) zijn beperkt, aangezien deze alléén de reflectie-component van de golf (in beperkte mate) kunnen reduceren. Een gedetailleerde analyse, gecombineerd met specifieke ervaringen van schippers (wat betreft het ronden van de Rotterdamse Hoek bij NW-8), moet uitwijzen of door een speciaal geometrisch ontwerp van (steen-)constructies de meest hinderlijke interacties van inkomende en reflecterende golven kunnen worden gereduceerd.

Direct golfklimaat
Ten tijde van een noordwester storm heeft de hoek in de omgeving van Stavoren een grootte invloed op het ontstaan van het golfklimaat in de buurt van de Rotterdamse Hoek. Aan de ene kant veroorzaakt deze een luwte tussen het onderzoeksgebied en Lemmer. Aan de andere kant refracteren de golven om de hoek van Stavoren heen, waardoor de verschillen in golfbeeld relatief groot zijn.

Deze effecten op het golfklimaat, maken de omstandigheden onvoorspelbaar wat mogelijk nautische problemen voor de scheepvaart tot gevolg kan hebben. Hierbij wordt bijvoorbeeld het ‘water maken’ door de passerende schepen als problematisch aangegeven.



Figuur B3.10 Golfsteilheid IJsselmeer

Een oploopvoorziening in de omgeving van de Rotterdamse hoek zal dan ook nauwelijks effect hebben op het inkomende golfklimaat dat veroorzaakt is aan de IJsselmeerzijde van de dam.

Golfklimaat door reflectie
De invloeden van waterbouwkundige constructies op de golfreflectie zijn maximaal nabij de knik van de waterkering. Golven die al met verschillende variaties invallen worden hierdoor nog eens extra verspreid. Daardoor is, met name bij conditie NW-8, de ruimtelijke variatie van golven (inkomend + reflecties) juist tijdens de koerswijziging zeer ongunstig.

De mogelijkheden om het lokale golfklimaat te verbeteren met constructies tussen de vaargeul en de dijk kunnen hierdoor positief bijdragen aan de nautische veiligheid.

Scheepvaart
Voor het inschatten van de risico's van aanvaring wordt hier een praktische benadering gemaakt. Een uitgebreidere analyse vergt zoveel extra gegevens en aannamen, dat de beperkte beschikbaarheid van gegevens en geldigheid van de benodigde aannamen, dat de meerwaarde ten opzichte van een praktische benadering discutabel is.
De praktische benadering komt in essentie erop neer, dat de diverse toeslagen, volgens de Richtlijn Vaarwegen, voor de vaarwegbreedte worden gebruikt als maat voor kans, dat een schip van de ideale vaarlijn afwijkt. Bij de Rotterdamse Hoek is de breedte van de vaarweg circa 224 m. Volgens de Richtlijn Vaarwegen gelden voor de 'kuststrook' toeslagen voor:

- (zij)wind: tot maximaal 46 m;
- golven: 20 m;
- visuele oriëntatie: 20 m;
- onnauwkeurigheid van betonning: 30 m.

Aannemende dat beide laatstgenoemde in feite grotendeels overlappen, wordt hier een totale toeslag van (afgerond) 85 m gebruikt, als maat voor de maximale afwijking ten opzichte van de as van de vaarbaan. Dit is circa 30% van de gehele en circa 120% van een kwart van de breedte (= de helft van de noordwaartse vaarbaan) van de vaarweg. Bij een normale verdeling valt 1% van alle afwijkingen binnen 2,3 maal de standaardafwijking ( ). Nog kleinere kansen van 0,5 % en 0,1 % komen dan overeen met 2,6 resp. 3,1 maal . Als de nu genoemde 85 m representatief is voor het praktische maximum van 2,3 maal , horen bij de kansen van 0,5 % en 0,1 % afstanden van (afgerond) 95 resp. 115 m uit de 'geplande' koers. Bij een geplande koers volgens de as van de noordwaartse vaarbaan betekent dit voor 1%, 0,5% en 0,1% koersafwijking respectievelijke 10, 20 en 40 m buiten de rand van de geul.

Drifthoek
Ten behoeve van het ontwerp van de lay-out van maatregelen ter bescherming van de windmolens is de drifthoek van belang. Bij genoemde toeslagen (koersafwijkingen dwars op de geul as) is de maximale drifthoek te bepalen uit deze koersafwijking gerekend over een zekere minimale afgelegde vaarafstand. Volgens nautische experts bestaan er geen consistente benaderingenvoor de waarde van de drifthoek. Genoemde toeslagen gelden dus onafhankelijk van de positie van het schip langs de vaarweg en dus van de afstand in langgsrichting tot eventuele constructies

Verbetering nautische veiligheid
Maatregelen ter verbetering van de zichtbaarheid van de vaargeul en het golfklimaat zullen, volgens bovenstaande benadering en in principe, leiden tot reductie van genoemde 85 meter aan toeslagen.

Betonning:

- Plaatsen van de vaargeulmarkering/ betonning aan de weerszijden (groen en rood).
- Plaatsen van de gele betonning tussen de twee windmolenparken vanaf de noordelijkste turbine van Westermeerdijk naar de zuidelijkste turbine van Noordermeerdijk.

Stenen dammen

- Plaatsen van de zichtbare constructie tussen de twee windmolenparken die ontmoedigt het afsnijden van de bocht bij Rotterdamse hoek.
- Fysieke zware bescherming van de noordelijkste turbine van de Noordermeerdijk rij.
- combinaties van de voorgaande.

Daarnaast kan er verbetering worden gezocht in het volgende punt:

- Aanpassingen talud dijk Noordoostpolder

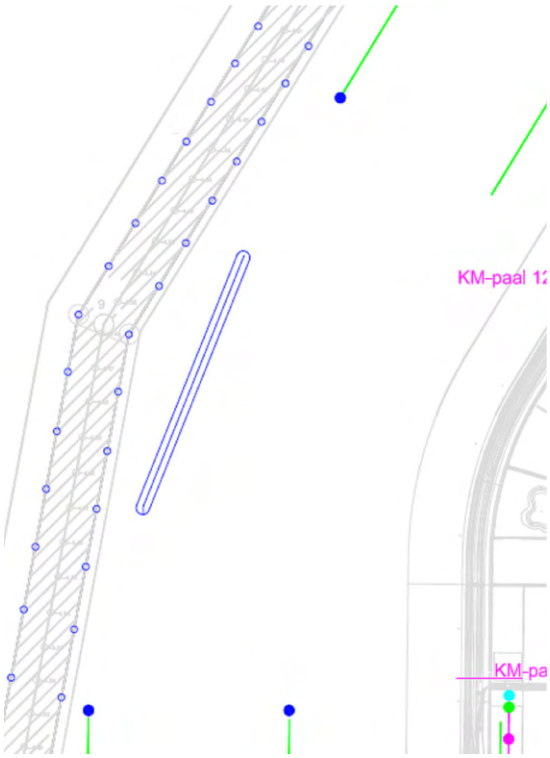
Bijlage 4

Quick scan haalbaarheid alternatieven

Beoordelingscriteria voor de quick scan van de keuze voor oploopvoorziening
Voor de beschreven probleemstelling zijn vier verschillende basis alternatieven opgesteld. Hierbij zijn de volgende beoordelingscriteria gehanteerd:

1. Bescherming windturbines (rammen, driften)
2. Nautische veiligheid (vergroten zichtbaarheid, verkleining aanvaringshoek)
3. Golfklimaat (verminderen reflectie, verkleinen wisselingen golfklimaat)
4. Effect op waterkering (reduceren golfhoogte)
5. Effecten op het milieu (natuur, waterkwaliteit)
6. Morfologische effecten
6. Kosten

In alle gevallen wordt er een betonning aan weerszijde van de vaargeul geadviseerd voor het gehele traject van de windturbines.



Basis alternatief 1: geleiding- economische alternatief

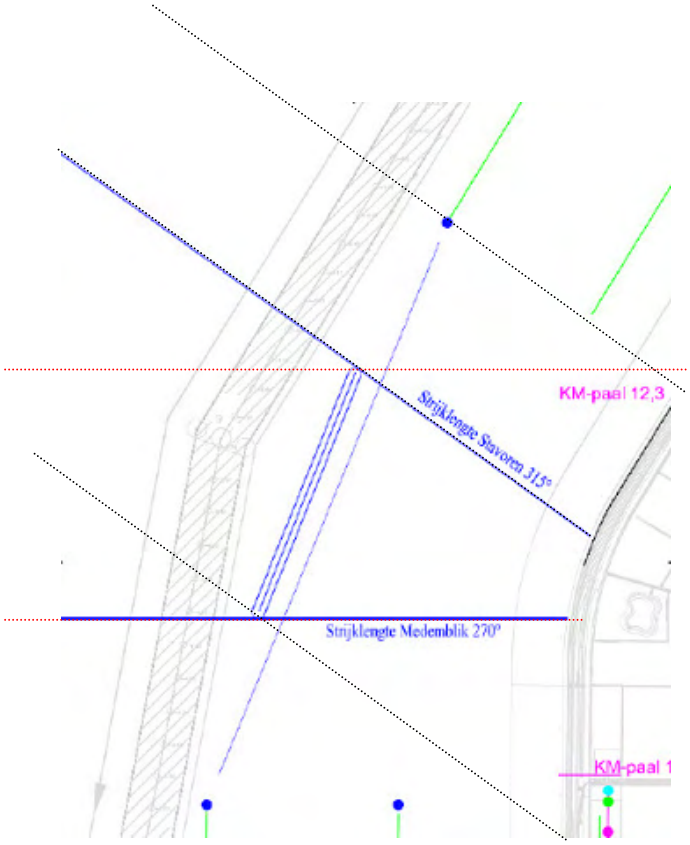
In dit ontwerp is voorlopig uitgegaan van een dam met een lengte van 850 m en een taludhelling van 1:4. Een golfbreker/ dam met steenbestorting en een lage kruinhoogte maakt het mogelijk om in combinatie met een flauw talud en een poreuze bekleding de golfenergie te reduceren. Deze constructie is zichtbaar als “obstakel” voor voorbijvarende scheepvaart (ook ’s nachts door de aanvullende markering en lichtflitsen) waardoor deze instinctief strikter de vaargeulmarkering gaat volgen. Dit is vooral belangrijk op de plek waar de visuele “geleiding” van een rij windturbines ontbreekt. In alternatief 1 is gekozen voor een (economisch) ontwerp in een rechte lijn tegenover de “knik”van Rotterdamse hoek en tevens ook in de “knik”van de nieuwe vaarweg. Op basis van de gerapporteerde bekende gevallen van in nood verkerende vaartuigen hebben deze water gemaakt tijdens deze stormen vanuit Noordwestelijke richting [7]. Dit pleitte voor de positionering zodanig dat de “knik” van de nieuwe vaarweg in een luwer golfklimaat tijdens de storm zal komen. De aankomende golven (en dan voornamelijk vanuit noordwestelijke richting) kunnen niet meer in volledige sterkte doorrollen naar de dijk toe. De nog gereflecteerde golven van deze dam hebben tot gevolg een veel rustiger golfklimaat dan het golfklimaat die ontstaat ten gevolge van de gereflecteerde golven van de dijk er achter.

De reductie van de golven door de dam, zorgt er voor dat de golfbelasting op de primaire kering/ dijk van de Rotterdamse Hoek significant vermindert. Hierdoor vermindert ook kans op de in het verleden vaak voorkomende schade aan de bekleding van de dijk.

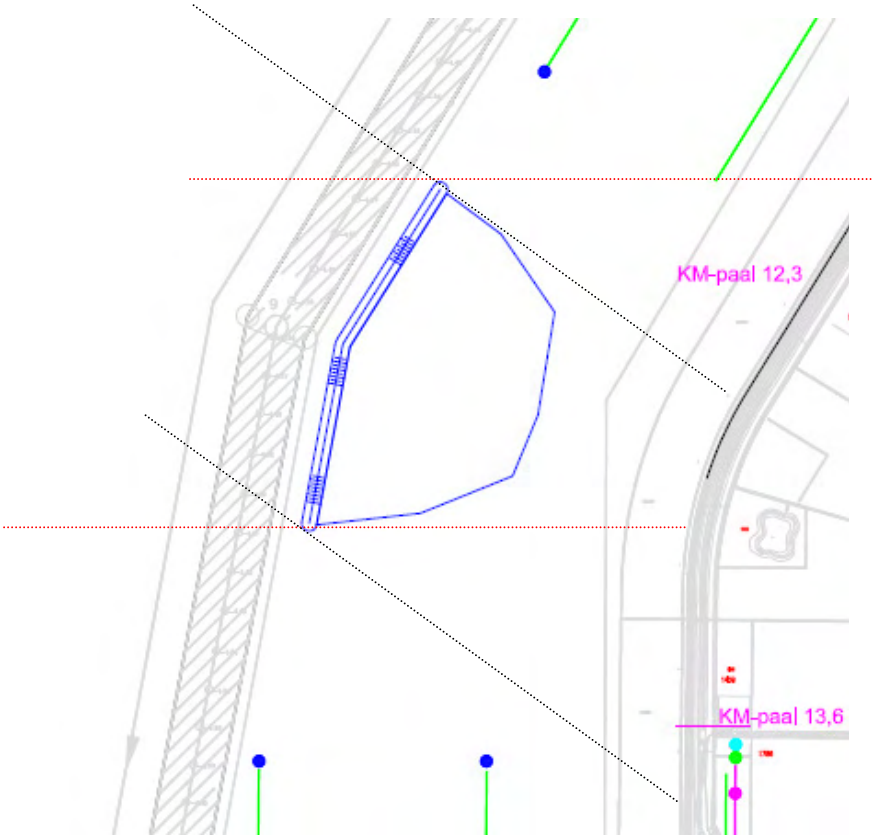
Een bijkomend praktisch voordeel van deze rechte dam is het gebruik van uniforme steensortering op gehele lengte van de dam.

Door de reductie van de golven achter de dam ontstaan kansen voor het ontstaan van nieuwe natuur. Eventueel kan direct achter (een deel van) de dam een natuurontwikkeling laten plaatsvinden ook kan hier (met enige aanpassing) een schuil haven (aanlegplaats) voor pleziervaart in nood (storm) gecreëerd worden.

In de figuur hieronder is met de lijnen aangegeven welk gebied (tussen de lijnen, tevens maatgevende strijklengtes voor de golven vanuit die richtingen) door de aanleg van de constructie een luwer golfklimaat krijgt .



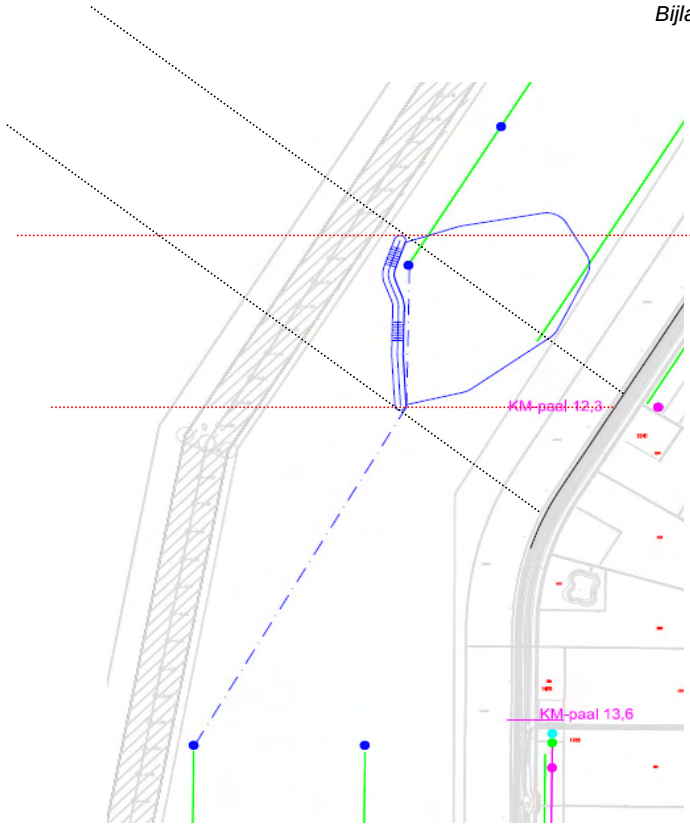
In bovenstaande tekening is met een dunnen lijn aangegeven de zichtlijn van de schipper die opvarend voorbij de laatste turbine vaart. Op dat moment kan het zicht op de noordelijke rij nog belemmerd zijn ook tijdens de goede weersomstandigheden.



Basis alternatief 2: geleiding – hydraulische (en nautische) optimalisatie

In dit ontwerp is voorlopig uitgegaan van een dam met een lengte van circa 850 m à 900 en een taludhelling van 1:4. De golfbreker/ dam met steenbestorting en een lage kruinhoogte zorgt er voor, in combinatie met een flauw talud en een poreuze bekleding, dat de golfenergie gereduceerd kan worden.
Deze constructie flankeert de nieuwe vaargeul en is zichtbaar als “obstakel” voor voorbijvarend scheepvaart (ook ’s nachts door de aanvullende markering en lichtflitsen) waardoor deze instinctief strikter de vaargeulmarkering gaat volgen. Dit is vooral belangrijk op de plek waar de visuele “geleiding” van een rij windturbines ontbreekt. Het visueel effect van deze constructie is hier sterker dan bij alternatief 1.
In alternatief 2 is gekozen voor een ontwerp die tegenover de “knik”van Rotterdamse Hoek en tevens in de “knik”van de nieuwe vaarweg is geplaatst. Vergelijkbaar met alternatief 1 zorgt de constructie hier voor rustiger golfklimaat voor de constructie en luwer golfklimaat er achter. Door “geknikte” constructie is getracht om hier zowel tijdens de gevaarlijkere noordwestelijke- maar ook maatgevende en vaker voorkomende zuidwestelijke stormcondities, verbeterd golfklimaat te creëren.

Deze constructie heeft, net zoals die van alternatief 1, gunstig effect op de vermindering van de golfbelasting op de dijk van de Rotterdamse Hoek. De kansen met betrekking tot eventueel ontstaan van water gerelateerd natuur en natuurontwikkeling als ook de mogelijkheid voor het creëren van een vlucht aanlegplaats zijn hier nog kansrijker dan bij alternatief 1 (bescherming vanuit twee windrichtingen).

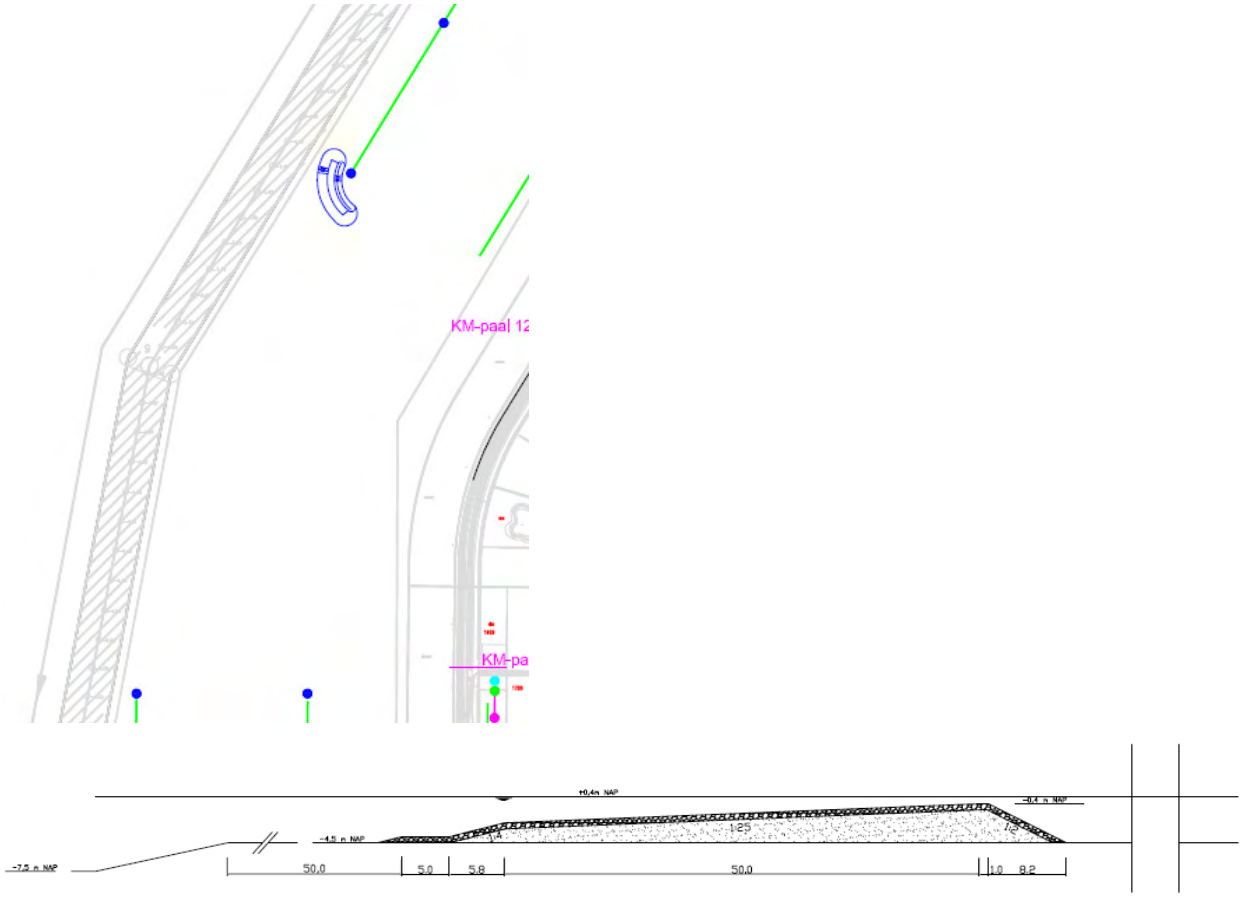


Basis alternatief 3: directe bescherming windturbine en locale verbetering van golfklimaat

Alternatief 3 is zodanig gekozen dat deze directe bescherming biedt op de meest kwetsbare plek van de rij windturbines. De dam heeft hier een lengte van circa 850 m à 900 en een taludhelling van 1:4. De golfbreker/ dam met steenbestorting en een lage kruinhoogte zorgt er voor, in combinatie met een flauw talud en een poreuze bekleding, dat de golfenergie gereduceerd kan worden. Deze constructie is voorgezet voor de windturbine en doorgezet zodanig dat tijdens de storm vanuit het noordwesten de golfreflectie van het noordelijke flank van de Rotterdamse Hoek wordt gereduceerd, waardoor de gereflecteerde golven in het gebied tussen de twee windturbineparken dezelfde richting hebben en daardoor een uniformer golfklimaat tot gevolg hebben.

Deze constructie is wel een zichtbaar “obstakel” (ook ’s nachts door de aanvullende markering en lichtflitsen) maar heeft meer fysiek beschermende dan geleidende functie. Bijkomend voordeel van deze dam kan de fysieke blokkade van de ruimte tussen de twee windmolenrijen zijn waardoor het niet waarschijnlijk is dat recreatie vaart (nog beroepsvaart) daar binnen wil varen.

De constructie in dit alternatief heeft slechts beperkte vermindering van de golfbelasting op de dijk van de Rotterdamse Hoek tot gevolg. Voor de stormen vanuit zuidwesten heeft de dam ook luwtegebied er achter tot gevolg wat beperkte kansen tot eventueel ontstaan van water gerelateerd natuur en natuurontwikkeling met zich meebrengt.



Basis alternatief 4: oploopvoorziening ter bescherming van windturbine

De oploopvoorziening is een constructie met een lengte van circa 200 m halfcirkelvormig geplaatst voor de te beschermen turbine. De bovenkant van de oploopvoorziening dient een dusdanige hoogte te hebben, dat deze minimaal 1,0 meter hoger is dan de diepgang van een beladen maatgevend schip. Hier is uitgegaan van een oploopvoorziening met een totale lengte van circa 50 à 60 m. Het talud dat hiernaartoe oploopt moet flauw worden uitgevoerd, om de schade aan de schepen te beperken. Hier is rekening gehouden met circa 1:25. Ook deze voorziening moet gemarkeerd worden met de in de nacht en slecht zicht waarneembare markering. De oploopconstructie rond de fundering van de turbines dient om in de resterende uitzonderlijke gevallen, dat een schip ver uit de koers raakt, schade aan de turbines te voorkómen. De voorziening is bedoeld als directe fysieke bescherming van de turbine bij een ongeval en heeft geen preventieve werking op de verbetering van de nautische condities.

Beoordeling alternatieven op hoofdlijnen

		Alternatief				
		0[8]	**1**	**2**	**3**	**4**
Bescherming windturbines	Beschrijving	Geen	Geen aanzienlijke verbetering. Driften en afsnijden wordt tegengegaan. Indirect wel een verbetering door gedrag van de schippers. Mogelijke aanvaringshoek wordt verkleind.	Geen aanzienlijke verbetering. Driften en afsnijden wordt tegengegaan. Indirect wel een verbetering door gedrag van de schippers. Mogelijke aanvaringshoek wordt verkleind.	Volledige bescherming van de kwetsbare windturbine. Driften en rammen wordt tegengegaan. Indirect visuele effect op gedrag van de schippers.	Volledige bescherming van de kwetsbare windturbine. Rammen en driften wordt tegengegaan
	Score	0/-	0/+	0/+	++	++
Nautische veiligheid	Beschrijving	Slechts door nautische markering van de vaargeul en west cardinale markering van de windturbines	Visuele (en fysieke) obstakel dwingt scheepvaart in vaargeul, door markering van de dam visuele verlenging van het patroon die verbetert mogelijkheid voor de schipper “in koers” te blijven (ook met slechte zicht door w-cardinale markering). Verbeterde/ luwere golfcondities voor de dam verbetering van manoeuvreerbaarheid	Visuele (en fysieke) obstakel dwingt scheepvaart in vaargeul, door markering van de dam visuele verlenging van het patroon die verbetert mogelijkheid voor de schipper “in koers” te blijven (ook met slechte zicht door w-cardinale markering). Verbeterde/ luwere golfcondities voor de dam verbetering van manoeuvreerbaarheid	Visuele (en fysieke) obstakel heeft beperkte verbetering van golfcondities tot gevolg. Visuele effect ook met slechte zicht door w-cardinale markering).	Slechts door nautische markering van de vaargeul en west cardinale markering van de windturbines en oploopvoorziening
	Score	0	++	+++	+	0/+
Golfklimaat	Beschrijving	Geen effect	Reflectie van voornamelijk NW en W verminderd. Luwte achter de dam, gunstig voor vermindering golfbelasting achterliggende waterkering	Reflectie van NW, W en ZW verminderd Luwte achter de dam, gunstig voor vermindering golfbelasting achterliggende waterkering	Geen aanzienlijke verbetering Beperkt luwte achter de dam, en beperkte vermindering golfbelasting achterliggende waterkering	Nauwelijks tot geen effect
	Score	0	+	++	0/+	0
Effect op waterkering	Beschrijving	Geen	Minder kans op schade op de bekleding. Voor een deel verhoging robuustheid met betrekking tot de eis op kruinhoogte.	Minder kans op schade op de bekleding. voor een deel verhoging robuustheid met betrekking tot de eis op kruinhoogte	Nauwelijks minder kans op schade op de bekleding, voor een beperkte deel verhoging robuustheid met betrekking tot de eis op kruinhoogte	Geen verbetering
	Score	0	++	++	0/+	0
Effecten op het milieu	Beschrijving	Geen	Kans op natuurontwikkeling/ ontstaan watergerelateerde natuur achter de dam en op de taluds van de dam Door aanleg geen noemenswaardige overschrijding geluidsnorm, geen direct effect op waterkwaliteit	Kans op natuurontwikkeling/ ontstaan watergerelateerde natuur achter de dam en op de taluds van de dam Door aanleg geen noemenswaardige overschrijding geluidsnorm, geen direct effect op waterkwaliteit	Zeer beperkte kans op natuurontwikkeling/ ontstaan watergerelateerde natuur achter de dam en op de taluds van de dam. Door aanleg geen noemenswaardige overschrijding geluidsnorm, geen direct effect op waterkwaliteit	Door aanleg geen noemenswaardige overschrijding geluidsnorm, geen direct effect op waterkwaliteit
	Score	0	+	+	++	0
Morfologische effecten	Beschrijving	Geen	Afhankelijk van de dominante windrichting mogelijk locale erosie in de buurt van de dam, respectievelijk sedimentatie achter de dam Hinderlijke sedimentatie van de geul niet verwacht	Afhankelijk van de dominante windrichting mogelijk locale erosie in de buurt van de dam, respectievelijk sedimentatie achter de dam Hinderlijke sedimentatie van de geul niet verwacht	Afhankelijk van de dominante windrichting mogelijk locale erosie in de buurt van de dam, respectievelijk sedimentatie achter de dam Omdat dit in de buurt van de fundering van de turbine is, moet het exact erosie patroon nader onderzocht worden Hinderlijke sedimentatie van de geul niet verwacht	Afhankelijk van de dominante windrichting mogelijk locale erosie in de buurt van de oploopvoorziening respectievelijk beperkte sedimentatie er achter. Omdat dit in de buurt van de fundering van de turbine is, moet het exact erosie patroon nader onderzocht worden Hinderlijke sedimentatie van de geul niet verwacht
	Score	+	0	0	0/-	0/-
Kosten	Score	Geen	Referentie waarde	Meer dan referentie waarde	Meer dan referentie waarde	Minder dan referentie waarde
		0	--	---	---	-
totaal		**0/+**	**++++/+**	**+++++/+**	**++/+**	**+**

[8] Geen voorziening

Bij de keuze tussen de alternatieven is er van uitgegaan dat golfoverslag in de praktijk bepalend is voor de kans, dat een schip uit de koers loopt. Dit gebeurt altijd alleen maar in “ruim water” en na een eventueel incident dat het schip water maakt, neemt vaarsnelheid aanzienlijk af. De schipper zal proberen het schip onder sterk verminderde controle “vrij” te houden. Dit houdt overigens niet noodzakelijkerwijs in, dat de meest geëxposeerde windturbines in deze situatie geramd kunnen worden. De kans hierop neemt wel enigszins toe.

Aanleg van de dam leidt tot een gunstiger golfklimaat bij de Rotterdamse Hoek en draagt bij tot de reductie van de kans op aanvaring van de turbines.

Bij de inschatting van de kosten is vergelijking gemaakt alleen voor de kosten die direct voor de aanleg van de voorziening nodig zijn. Hier zijn niet meegenomen de kosten voor de markering (verondersteld is dat deze voor alle alternatieven identiek is) tevens zijn geen kosten meegenomen voor eventuele inrichtingen van een vluchthaven of aanlegplaatsen, geen natuurontwikkeling of recreatie voorzieningen. Voor de vergelijking in de beoordelingstabel zijn kosten kwalitatief weergegeven. Onderbouwing van de kosteninschatting is gegeven in de uitwerking van de oploopvoorziening.

Aan de hand van de beoordeling lijkt de uitwerking van alternatief 2 het meest kansrijk voor de verbetering van de nautische veiligheid met beschermende effecten van de windturbines.

Bijlage 5

Ontwerp oploopvoorziening en dam/golfbreker

Oploopvoorziening

Locatie voorziening
Deze voorziening kan hoefijzervormig rondom de turbine geplaatst worden, afschermend richtingen zuidwest, west en noordwest om zodanig mogelijke aanvaring met de windturbineconstructie te voorkomen.

Ontwerp hoogte oploopvoorziening
Beschouwing van de nood- oploopconstructie is gebaseerd op de gedachte dat, indien een schip zodanig uit de koers raakt dat het in de buurt komt van een van de geëxposeerde turbines, dit schip op de voorziening zal “oplopen” en daarmee de energie van de aanvaring kan kwijtraken

Met behulp van een energiebeschouwing $E_k = E_p$ kan de hoogte van de oploopvoorziening worden bepaald.

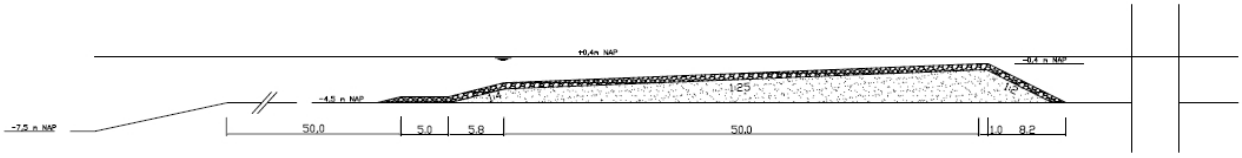
$$C_m \cdot \tfrac{1}{2} mv^2 = mgh$$

Waarin:

C_m	=	*toeslag voor de invloed van hydraulische drukken[9] (C_m = 1,8 [-]);*
v	=	*vaarsnelheid [12 km/h = 3,33 m/s];*
m	=	*massa van het maatgevende schip [kg];*
h	=	*hoogte [m].*

Omdat de massa van een schip aan beide kanten van de vergelijking aanwezig is, valt deze weg en wordt het maatgevende schip de minst diep liggende. De hoogte van de oploopvoorziening komt uit op 1,0 meter ten opzichte van de onderkant van dit schip. Met de maatgevende waterstand van NAP + 0,4 m en een diepgang van een leeg schip van 1,8 meter onder het waterpeil, betekent dit dat de oploopvoorziening een kruinhoogte heeft van NAP -0,4 m.

Minimale lengte oploopvoorziening
De lengte van de voorziening is bepaald zodanig dat over deze het schip de kinetische energie kwijt moet raken. Deze is bepaald op circa 50 m. Een mogelijke doorsnede door een oploopvoorziening is aangegeven in figuur B5.1



Figuur B5.1 Doorsnede oploopvoorziening

Geleidedam/ golfbreker
Voor het ontwerp van de constructie zijn de hier verder beschreven mechanismen, die effect hebben op de golfcomponenten, in oogschouw genomen

Golfdemping geleidedam
Een van de doelstellingen van de maatregelen rond de Rotterdamse Hoek is het ‘dempen’ van de golven, althans een aantal componenten daarvan, ten einde de condities voor het varen rond deze locatie te verbeteren. Omdat de optie van constructies (dammen) ten westen van de vaargeul buiten de scope van het onderzoek vallen blijven de minder effectieve opties over voor de zone aan de oostzijde, tussen de vaargeul en de dijk.

[9] Bron: Recommendations of the Committee for Waterfront Structures Harbour and Waterways EAU 2004 [28]

Golfdemping moet daarbij worden gerealiseerd door absorptie van golfenergie door constructies in de aangegeven zone. Andere oplossingen dan stortstenen golfbrekers of dammen blijven buiten beschouwing. Overgebleven vrijheidsgraden voor het ontwerp om de golfdemping te maximaliseren zijn dan de geometrie en lay-out van de stenen dammen.

Reflectie
Reflectie van golven op stortstenen taluds, uitgedrukt in waarden voor de reflectiecoëfficiënt (K_r), met waarden tussen 0 (geen reflectie) en 1 (volledige reflectie), is bepaald met behulp van de empirische methode van Van der Meer (2005).

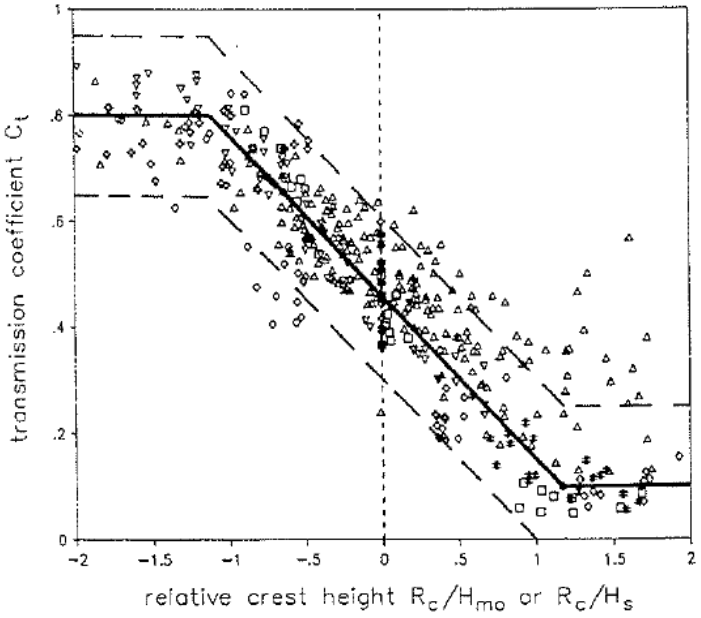
Deze is op de volgende manier aangepast voor constructies met een lage kruin:

$$K_r = \tanh\left(a \quad ^{b}\right)$$

$$K_r' = K_r \cdot \left(0{,}67 + 0{,}37\frac{R_c}{H_s}\right)$$

Voor ondoorlatende rock constructies:
a = 0,14 b = 0,90

Golftransmissie
Ook door golfoverslag over de kruin van een relatief lage dam en/of golfdoordringing door een poreuze stenen dam heen, kunnen aan de lijzijde van de dam golven doordringen. Hier wordt een eenvoudige benadering gebruikt voor overslag volgens de methode uit Rock Manual {29]. Daarbij is de ontwerpparameter de verhouding tussen hoogte van het vrijboord en de golfhoog-



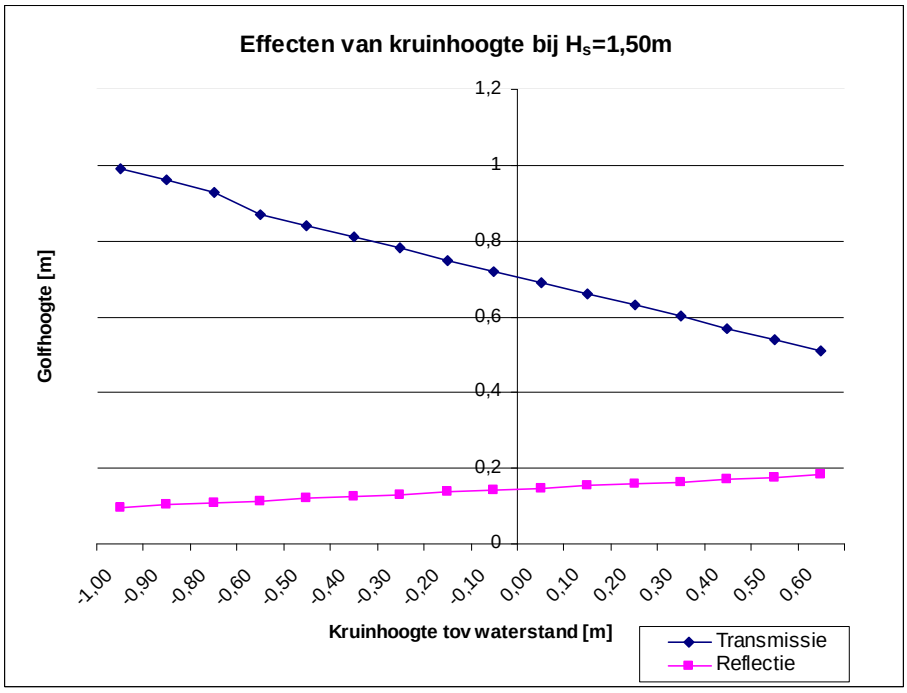
te (R_c/H). Voor de golftransmissie over de dam heen is figuur B5.2 gebruikt.

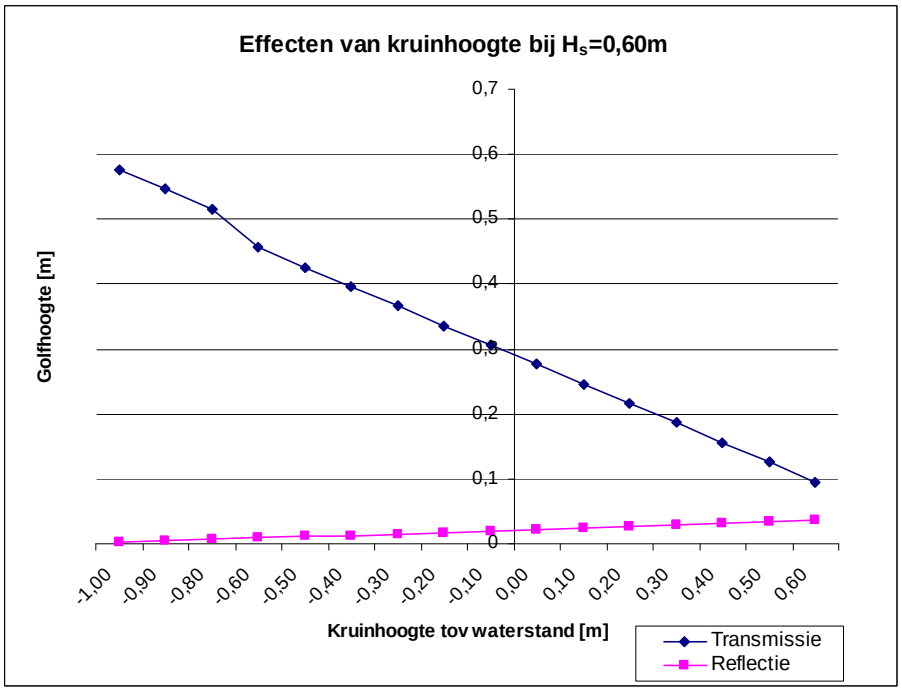
Figuur B5.2 Relatie kruinhoogte en golftransmissie

Voor de van toepassing zijnde lineaire afname van de transmissiecoëfficiënt is de volgende relatie van toepassing:

$$K_t = 0{,}46 - 0{,}3\frac{R_c}{H_s}$$

In de onderstaande grafieken is de invloed van de kruinhoogte weergegeven op de golven die ontstaan achter de dam en de golven die gereflecteerd worden.





Ook de door de waterkering van de Noordoost polder gereflecteerde golf wordt gedept door de dam. En daardoor neemt de gereflecteerde golf in de vaargeul af van 0,25 m naar 0,11 m.

Diffractie
Door diffractie dringen golven ook door tot de zone aan de lijzijde van een dam. Daarbij zijn de golven in het algemeen gedempt (dus kleiner) ten opzichte van de invallende golf.

Ontwerpcondities dam/ golfbreker
De golfcondities met en zonder dam (of 'breakwater') worden bepaald door de inkomende golven, gecombineerd met golfcomponenten door diffractie, reflectie en transmissie. Daarbij verschilt de samenstelling afhankelijk van de specifieke locatie, gemeten ten opzichte van de dijk en de dam(men). Componenten door diffractie en reflectie door (de funderingsconstructies van) de windturbines worden hier verwaarloosd. Een overzicht van de ruimtelijke verdeling van golfcomponenten staat in onderstaande tabel B5.1 (de haken geven aan dat vóórkomen afhangt van de locatie ten opzichte van de dam in combinatie met de golfrichting; in verband met ligging binnen/buiten een schaduwzone).

Tabel B5.1 Schema voor lokaal voorkomende golfcomponenten ivm reflectie en transmissie

golfcomponent	IJsselmeer	vaargeul	dam	lijzijde dam	dijk
inkomend (►)	H_i	H_i	H_i		(H_i)
diffractie dam (►)				$K_d\, H_i$	$K_d\, H_i$
reflectie dijk (◄)	$(K_{rd}\, H_i)$	$(K_{rd}\, H_i)$	$K_{rd}\, H_i$	$K_{rd}\, H_i$	$K_{rd}\, H_i$
reflectie dam (◄)	$(K_{rb}\, H_i)$	$K_{rb}\, H_i$	$K_{rb}\, H_i$		
transmissie dam (►)				$K_t^{\blacktriangleright}\, H_i$	$K_t^{\blacktriangleright}\, H_i$
transmissie dam (◄)	$(K_t^{\blacktriangleright}\, K_{rd}\, K_t^{\blacktriangleleft}\, H_i)$	$K_t^{\blacktriangleright}\, K_{rd}\, K_t^{\blacktriangleleft}\, H_i$	$K_t^{\blacktriangleright}\, K_{rd}\, H_i$	$K_t^{\blacktriangleright}\, K_{rd}\, H_i$	$K_t^{\blacktriangleright}\, K_{rd}\, H_i$

Lengte en oriëntatie van de dam
Verwijzend naar tabel B5.1 geldt, dat afhankelijk van de:
- golfrichting (Θ), gemeten in graden rechtsom, ten opzichte van Noord (=0);
- oriëntatie van de dijk (Θ_d), hier: de richting van de normaal (loodrecht) op de dam;
- oriëntatie van de dam (Θ_b), hier: de richting van de normaal (loodrecht) op de dam;
- lengte van de dam (L_b);
- kruinhoogte (z_{kr}) van de dam;

een schip op een willekeurige locatie te maken krijgt met een serie golfcomponenten, waarbij de aandacht uiteraard voornamelijk uitgaat naar de zone van de vaargeul (de blauwe kolom).
Op enige afstand naast de uiteinden dam (gemeten parallel aan de as van de vaargeul) zal het effect van de dam nihil zijn en heerst wat betreft het golfklimaat de (huidige) nulsituatie.

Voor de dimensionering van met name de dam (Θ_b, L_b, z_{kr}, cotg $_b$) spelen naast overwegingen in verband met beïnvloeding van het golfklimaat ook de aanvaarrisico's voor de windturbines.

De effecten aan de lijzijde van de dam geven aan de mate van de verluwing door de constructie wat verder doorwerkt naar de (gunstige) effecten ter hoogte van de waterkering/ dijk.

Voor andere oriëntatiehoeken dan parallel aan de vaargeul en de dijk is praktisch weinig ruimte. Bovendien zijn de hydraulische effecten van iets afwijkende hoeken (tot zeg, 10 graden) beperkt. Daarom is in de benadering verder uitgegaan van een dam met oriëntaties tussen 275 (Westermeerdijk) en 285 graden (Noordermeerdijk).

Bij de functionele windcondities (Noordwest, 8 Bf) zijn de golfcondities (par. 4.3) als volgt:
- (significante) golfhoogte, H_s = 1,5 (m)
- (gemiddelde) golflengte, L = 12 (m)

Door een dam wordt een gunstiger golfklimaat verkregen over een afstand (parallel aan de vaarweg) die nagenoeg gelijk is aan de lengte van de dam (L_b). Aangezien de voor de scheepvaart hinderlijke gradiënt in de golfcondities vrijwel samenvalt met de knik in de dijk en de vaarweg (zie figuur 1.1) zal de dam over een zekere lengte ($½L_b$) aan weerszijden van de knik moeten uitstrekken. Als mogelijke maat voor deze lengte zijn beschikbaar:

- een aantal malen de golflengte (L);
- een aantal malen de lengte (L_s) van het maatgevende schip;
- de zichtafstanden tot de dichtst bij staande windturbines uit beide rijen.

Daarvan is de zichtafstand, zijnde de grootste van de drie alternatieven, het meest voor de hand liggend. Als indicatie voor de minimale zichtafstand[10] onder windcondities NW Bf8 geldt circa 200 meter. Bij een afstand tussen genoemde turbines, geprojecteerd op de vaarweg, van circa 1300 meter is dus, om redenen van zichtbaarheid van de oostelijke vaarwegbegrenzing, een dam nodig met een *lengte van circa 1100 meter*.

Ontwerp kruin en taluds

Een aantal golfcomponenten in de vaargeul kunnen, in principe, worden beïnvloed door de geometrische en constructieve eigenschappen van de dijk en/of de dam. In dit verband zijn de (praktische) vrijheidsgraden in het ontwerp de:

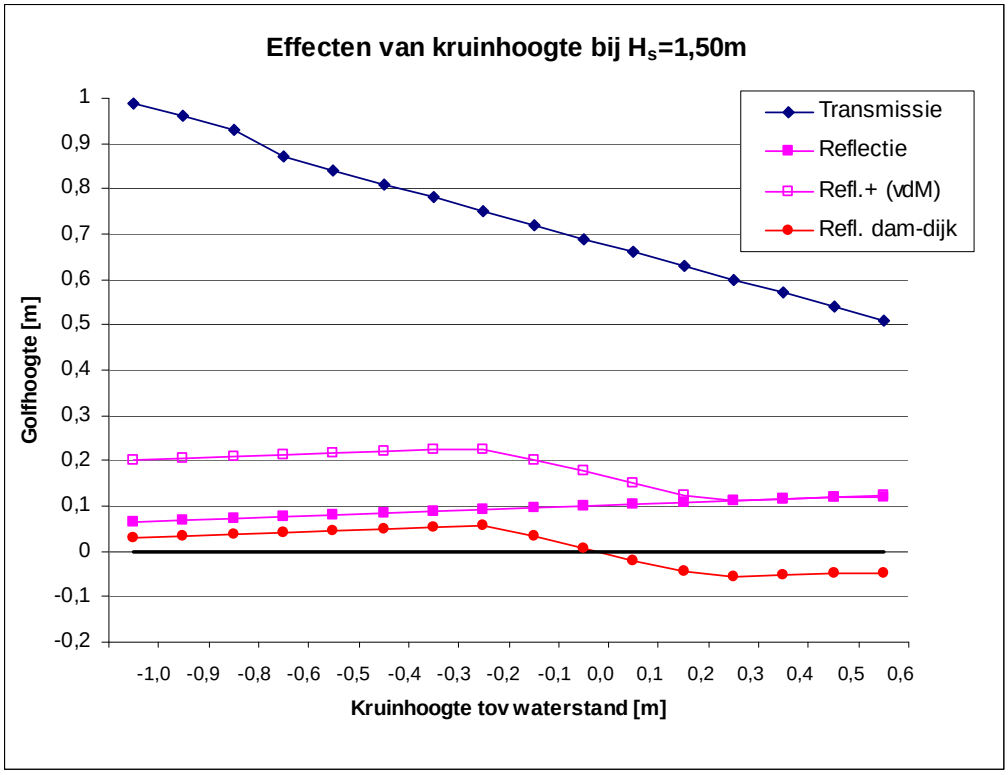
- afstand (D) van de dam uit de dijk;
- kruinhoogte (z_{kr}) van de dam;
- taluds van de dam (cotg $_b$);
- oriëntatie van de dam (Θ_b), hier: de richting van de normaal (loodrecht) op de dam;
- taluds van de dijk (cotg $_d$).

Het ontwerp van de dam is gebaseerd op het principe van het reduceren van op de dijk gereflecteerde en over de dam (terug-) getransmiteerde golfcomponenten, zodanig dat deze reductie niet wordt gecompenseerd door de directe reflectie op de dam naar de vaargeul. In termen van reflectie en transmissiecoëfficiënten:

$$K_t^{\blacktriangleright *} K_{rd} * K_t^{\blacktriangleleft *} H_i < K_{rb} * H_i$$

De resulterende golfreductie van betekenis (minimaal 5%) in de geul voor de dam kan gerealiseerd worden door de toepassing van taludhelling van **1:4** en flauwer en met kruinhoogte die minmaal 0,2 m boven het ontwerp-meerpeil uitsteekt. Bij lagere kruin neemt de transmissie van de reflectie-component van de dijk zodanig toe, dat het gunstige effect van de dam op het lokale golfklimaat in de geul afneemt. Bij een hogere dam neemt de reflectie van de dam zodanig toe, dat de 'winst' van het afvangen van reflectie van de dijk wordt gecompenseerd. Een en ander is geïllustreerd met behulp van de verschillijn 'dam – dijk' in onderstaande grafiek
(NB: daar zijn alléén de secundaire golfcomponenten weergegeven, bovenop de primaire invallende golf met H= 1,5 m).

[10] NB. ter onderscheid: zichtafstand bij dichte mist is 50 m

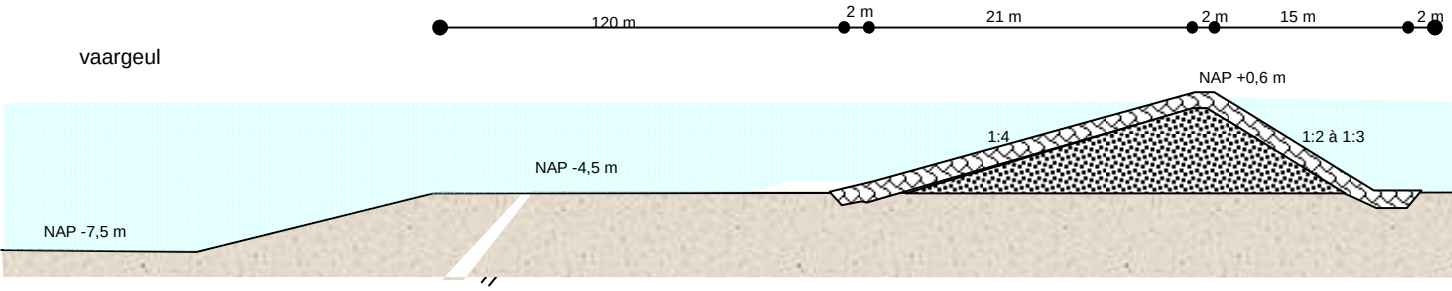


De maximaal haalbare golfreductie is circa 5%. Het te verrekenen meerpeil bij de berekende vrijboord van 0,2 m is het peil inclusief opwaaiing, bij de beschouwde condities van NW 8Bf, waarvoor naar verbetering van de bevaarbaarheid wordt gestreefd. Met een berekende opwaaiing van 0,8 m op een winterpeil van NAP -0,4 m komt de kruinhoogte op NAP +0,6 m. In verband met de (bij het ontwerppeil van NAP +0,4 m) relatief lage kruin dient deze, ten behoeve van voldoende zichtbaarheid, te worden voorzien van adequate bebakening c.q. belichting.

Binnentalud van de dam

Na aanleg van de dam ontstaat tussen de dam en de dijk een zone waar zich, dankzij het gedempte golfklimaat, sediment kan afzetten. Bij de berekende transmissiecoëfficiënten zal bij een dam met kruin op NAP +0,6 m de resterende golfhoogte, bij de ontwerpcondities van de dam circa 0,9 meter bedragen. Op basis van de berekende resterende golfhoogte zal de bescherming van de dam aan de lijzijde tot een diepte van circa NAP-0,9 m doorgezet moeten worden.

Figuur B5.3 Karakteristieke doorsnede



Dimensionering van steenbestorting
Op basis van de formules van Van der Meer is de benodigde diameter berekend D_{n50} = 0,39 meter. Door toepassing van een relatief lage kruin, een vrijboord van 0,2 meter boven de ontwerpwaterstand, geldt een reductiefactor waarmee de benodigde steendiameter D_{n50} wordt gereduceerd tot 0,32 meter. In de praktijk wordt hieraan voldaan door toepassing van een standaard-sortering 40-200 kg.

VAN
GRINSVEN
ADVIES

De Bendels 9
5391 GD Nuland
tel: (073) 534 10 53
fax: (073) 534 10 28
info@vangrinsvenadvies.nl
www.vangrinsvenadvies.nl
Rabobank 13.75.30.447
BTW nr: NL933.40.692.B01
Kamer van Koophandel: 16064749

milieuadvies
akoestisch onderzoek
fotovisualisaties
vergunningaanvragen
Wet milieubeheer

Opdrachtgever: Koepel Windenergie
Postbus 1063
8300 BB Emmeloord

Kenmerk: VG-Noordoostpolder.TS2.pdf.docx

Betreft: Onderzoek naar slagschaduwhinder van vijf windparken in de Noordoostpolder. Indicatie verwachte elektriciteitsproductie en milieuwinst in emissiereductie. Onderzocht zijn varianten met verschillende turbinetypen en verschillende tussenafstanden.

Contactpersoon opdrachtgever:
De heer M. ten Klooster,
Tel: 06-461 11 889.

Behandeld door:
L. van Grinsven,
maart 2009.

Op alle opdrachten, betalingen en transacties zijn van toepassing de Regeling van de Verhouding tussen Opdrachtgever en adviserend Ingenieursbureau RVOI-2001

Inhoud

1. Inleiding 1
   - 1.1 Beschrijving van de locatie 2
   - 1.2 Gegevens Enercon E-82 2
   - 1.3 Nordex N90/2500 3
   - 1.4 Siemens SWT 3.6 3
   - 1.5 Gegevens Enercon E-126 3
   - 1.6 Windklimaat 4
   - 1.7 Regelgeving 4

2. Onderzoek slagschaduw 5
   - 2.1 Normstelling 5
   - 2.2 Schaduwgebied 5
   - 2.3 Potentiële schaduw 6

3. Rekenresultaten 8
   - 3.1 Rekenresultaten Zuidermeerdijk 8
   - 3.2 Rekenresultaten Westermeerdijk binnendijks 9
   - 3.3 Rekenresultaten Westermeerdijk buitendijks 9
   - 3.4 Rekenresultaten Westermeerdijk cumulatief 9
   - 3.5 Rekenresultaten Noordermeerdijk binnendijks 9
   - 3.6 Rekenresultaten Noordermeerdijk buitendijks 9
   - 3.7 Rekenresultaten Noordermeerdijk cumulatief 9

4. Nader onderzoek 10
   - 4.1 Hinderduur bij woningen 10
   - 4.2 Hinderbeperkende maatregelen 11

5. Verwachte productie en emissiereductie 12

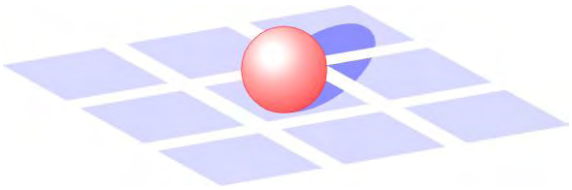
6. Bespreking 14
   - 6.1 Slagschaduwhinder 14
   - 6.2 Elektriciteitsproductie en emissiereductie 14

Bijlagen

bijlage 1 : objecten rekenmodel Zuidermeerdijk 15
bijlage 2 : objecten rekenmodel Westermeerdijk 17
bijlage 3 : objecten rekenmodel Noordermeerdijk 24

Figuren

figuur 1 : schaduwcontouren ZMDL(4D) 27
figuur 2 : schaduwcontouren ZMD2/3(4D) 28
figuur 3 : schaduwcontouren ZMD5/8(4D) 29
figuur 4 : schaduwcontouren WMDBi2/3(4D) 30
figuur 5 : schaduwcontouren WMDBi2/3(5D) 31
figuur 6 : schaduwcontouren WMDBi5/8(4D) 32
figuur 7 : schaduwcontouren WMDBi5/8(5D) 33
figuur 8 : schaduwcontouren WMDBU5/8(4D) 34
figuur 9 : schaduwcontouren WMDBuBi5/8(4D) 35
figuur 10 : schaduwcontouren NMDBi2/3(4D) 36
figuur 11 : schaduwcontouren NMDBi5/8(4D) 37
figuur 12 : schaduwcontouren NMDBi5/8(5D) 38
figuur 13 : schaduwcontouren NMDBU5/8(4D) 39



1. Inleiding

In opdracht van Koepel Windenergie te Emmeloord is onderzoek uitgevoerd voor vijf op te richten windparken in de Noordoostpolder. De mogelijke hinder door slagschaduw is in beeld gebracht en de te verwachten elektriciteitsproductie is indicatief berekend. Het betreft de volgende varianten:

Tabel 1-1: overzicht varianten.

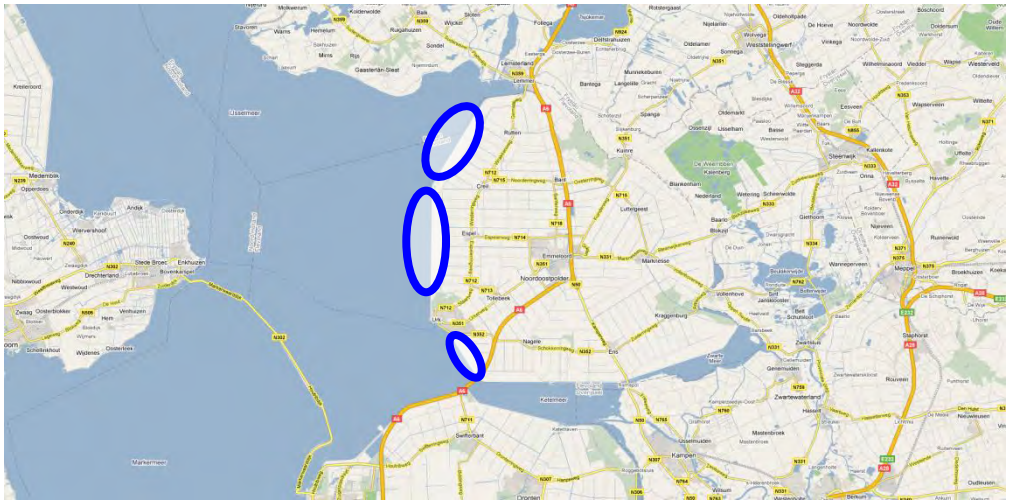
variant	aantal	turbine	P	ashoogte	rotordia	afstand
	turbines	type	kW	m	m	m
	locatie Zuidermeerdijk					
ZMDL(4D)	10	N90	2.500	70	90	360
ZMD2/3(4D)	12	E-82	3.000	100	82	295
ZMD5/8(4D)	8	E-126	6.000	135	126	463
ZMDL(5D)	9	N90	2.500	70	90	406
ZMD2/3(5D)	9	E-82	3.000	100	82	406
ZMD5/8(5D)	6	E-126	6.000	135	126	649
	locatie Westermeerdijk binnendijks					
WMDBi2/3(4D)	28	E-82	3.000	100	82	309
WMDBi5/8(4D)	18	E-126	6.000	135	126	490
WMDBi2/3(5D)	22	E-82	3.000	100	82	197
WMDBi5/8(5D)	14	E-126	6.000	135	126	641
	locatie Westermeerdijk buitendijks					
WMDBU3/4(4D)	42	SWT3.6	3.600	100	107	417
WMDBU5/8(4D)	36	E-126	6.000	110	126	490
WMDBU3/4(5D)	34	SWT3.6	3.600	100	107	521
WMDBU5/8(5D)	28	E-126	6.000	110	126	641
	locatie Noordermeerdijk binnendijks					
NMDBi2/3(4D)	20	E-82	3.000	100	82	div
NMDBi5/8(4D)	13	E-126	6.000	135	126	div
NMDBi2/3(5D)	16	E-82	3.000	100	82	div
NMDBi5/8(5D)	11	E-126	6.000	135	126	623
	locatie Noordermeerdijk buitendijks					
NMDBU3/4(4D)	16	SWT3.6	3.600	100	107	416
NMDBU5/8(4D)	13	E-126	6.000	110	126	520
NMDBU3/4(5D)	13	SWT3.6	3.600	100	107	520
NMDBU5/8(5D)	11	E-126	6.000	110	126	624

De varianten worden aangeduid met ZMD, WMD of NMD voor de locaties Zuidermeerdijk, Westermeerdijk of Noordermeerdijk. De letters Bi of BU duiden op een binnendijkse (Bi) of buitendijkse (BU) opstelling, bij de Zuidermeerdijk is er alleen een binnendijkse opstelling, de L staat hier voor lage masthoogte. De getallen 2/3, 3/4 of 5/8 duiden op het elektrische vermogen van de turbines en de getallen tussen haakjes duiden op een tussenafstand van viermaal (4D) of vijfmaal (5D) de rotordiameter.

1.1 Beschrijving van de locatie

De locaties zijn gelegen in de Noordoostpolder ten zuidoosten van Urk, ten noorden van Urk en ten noordwesten van Creil.

Afbeelding 1: locatie.



Circa 750 m ten noordoosten van de lijnopstelling Zuidermeerdijk staan woningen en boerderijen nabij de Zuidermeerweg. Op circa 700 m ten oosten van de binnendijkse lijnopstelling Westermeerdijk staan woningen nabij de Westermeerweg. Op circa 700 m ten zuidoosten van de binnendijkse lijnopstelling Noordermeerdijk staan woningen nabij de Noordermeerweg (zie ook de figuren achter in dit rapport).

1.2 Gegevens Enercon E-82

De Enercon E-82 heeft een rotordiameter van 82 m met drie rotorbladen. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 5 en 20 tpm. Het nominale generatorvermogen is 3 MW. De turbine wordt hier geplaatst op een conische mast waardoor de rotoras circa 100 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 142 m hoog. De mast heeft een diameter van circa 4,2 m aan de voet en circa 2 m aan de top.
De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 2,5 m/s. Bij windsnelheden boven 28 á 34 m/s wordt de turbine teruggeregeld of gestopt uit veiligheidsoverwegingen. De rotorbladen zijn semi-mat. De grootste breedte van het blad is circa 3,8 m, aan de tip zijn de bladen circa 0,6 m breed.

1.3 Nordex N90/2500

De Nordex N90 heeft een rotordiameter van 90 m met drie rotorbladen LM 43.8P. Het nominale elektrische vermogen is 2,5 MW. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 9,6 en 17 tpm. De turbines worden hier geplaatst op conische stalen buismasten waardoor de rotoras circa 70 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 115 m hoog. De stalen mast heeft een diameter van 4,05 m aan de voet en 2,95 m aan de top.
De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 3 m/s. Bij windsnelheden boven 25 m/s wordt de rotor gestopt uit veiligheidsoverwegingen.

De kleur van de rotorbladen en de mast is lichtgrijs. De rotorbladen zijn semi-mat. De grootste breedte van het blad is 3,17 m; aan de tip zijn de bladen circa 1 m breed.

1.4 Siemens SWT 3.6

De Siemens SWT3.6 heeft een rotordiameter van 107 m met drie rotorbladen B52. Het nominale elektrische vermogen is 3,6 MW. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 5 en 13 tpm. De turbines worden hier geplaatst op conische stalen buismasten waardoor de rotoras circa 100 m boven het wateroppervlak komt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 154 m hoog. De stalen mast heeft een diameter van circa 4,2 m aan de voet en circa 3 m aan de top.
De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 3 m/s. Bij windsnelheden boven 25 m/s wordt de rotor gestopt uit veiligheidsoverwegingen.
De kleur van de rotorbladen en de mast is lichtgrijs. De rotorbladen zijn semi-mat. De grootste breedte van het blad is circa 3,5 m.

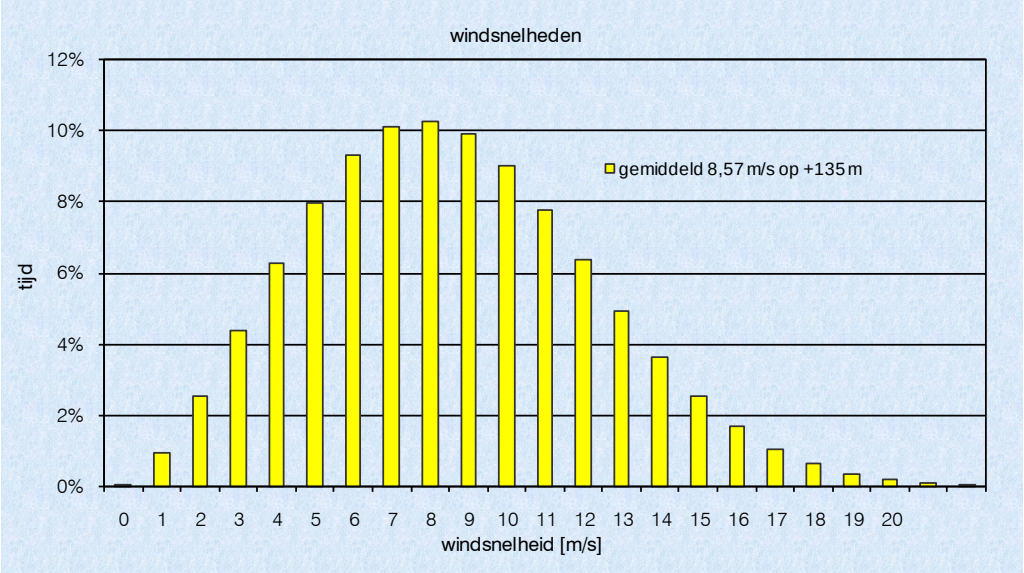
1.5 Gegevens Enercon E-126

De Enercon E-126 heeft een rotordiameter van 127 m en drie rotorbladen. Het toerental van de rotor is continu variabel. De turbine wordt hier geplaatst op een conische mast waardoor de rotoras circa 110 boven het wateroppervlak of 135 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 173 m of 198 m hoog. De mast heeft een diameter van circa 4,4 m aan de top en circa 14 m aan de voet.
De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 2,5 m/s. Bij windsnelheden boven 28 m/s wordt de turbine gestopt uit veiligheidsoverwegingen. De rotorbladen zijn semi-mat. De grootste breedte van het blad is circa 6,3 m, aan de tip zijn de bladen circa 1,8 m breed.

1.6 Windklimaat

Bij de Zuidermeerdijk worden de volgende windsnelheden verwacht.

Afbeelding 1-2: windaanbod.



Bij lagere ashoogten is de windsnelheid lager. Op de meer noordelijk gelegen locaties is de windsnelheid wat hoger. De gemiddelde windsnelheden op de buitendijkse locaties is ook wat hoger door de lagere ruwheid van de omgeving. De verschillende gemiddelde windsnelheden waarmee is gerekend staan vermeld in Tabel 5-1 op pagina 12.

1.7 Regelgeving

De kortste afstand tussen een woning van derden en een turbine bedraagt bij alle varianten meer dan viermaal de ashoogte (maximaal 4x135 m). Een windpark met maximaal negen turbines en een gezamenlijk vermogen kleiner dan 15 MW is niet vergunningplichtig inzake de Wet milieubeheer als de woningen van derden verder weg staan dan viermaal de ashoogte. Vanwege het grote opgestelde vermogen vallen de windparken onder categorie 20.a.1 van bijlage 1 behorende bij het Inrichtingen en Vergunningenbesluit: "Inrichting voor het omzetten van windenergie in elektrische energie, met een rotordiameter van meer dan 2 m".
Als een park bestaat uit meer dan negen turbines en het opgestelde vermogen meer is dan 15 MW valt het windpark ook onder onderdeel D (beoordelingsplicht) van het Besluit MER (MilieuEffectRapportage).

2. Onderzoek slagschaduw

2.1 Normstelling

Schaduweffecten van een draaiende windturbine kunnen hinder veroorzaken bij mensen. De flikkerfrequentie, het contrast en de tijdsduur van blootstelling zijn van invloed op de mate van hinder die ondervonden kan worden. Bekend is dat flikkerfrequenties tussen 2,5 en 14 Hz als erg storend worden ervaren en schadelijk voor de gezondheid kunnen zijn. Een groter verschil tussen licht en donker (meer contrast) wordt als hinderlijker ervaren. Verder speelt de blootstellingsduur een grote rol bij de beleving.

Voor de normstelling is in dit onderzoek aansluiting gezocht bij het Activiteitenbesluit[1]. In artikel 3.14 onder 4. wordt verwezen naar de bij de ministeriële regeling te stellen maatregelen. In deze regeling[2] is in artikel 3.12 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandsvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voorzover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan twaalf maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden[3]. In het kader van dit onderzoek wordt dit artikel als volgt geïnterpreteerd:

- Bij de beoordeling worden alleen woningen van derden betrokken. In dit verkennend onderzoek zijn alle woningen beschouwd als hindergevoelig.
- De eventuele schaduw van turbines op een grotere afstand dan twaalf maal de rotordiameter wordt verwaarloosd.
- Schaduw bij een zonnestand lager dan vijf graden wordt als niet-hinderlijk beoordeeld. Bij zonsopkomst en zonsondergang is het licht vrij diffuus en wordt de turbine vaak aan het zicht onttrokken door gebouwen en begroeiing.
- Bij een windpark worden de schaduwduren en schaduwdagen van afzonderlijke turbines opgeteld voor zover de schaduwen elkaar niet overlappen.
- Er is geen stilstandsvoorziening nodig als de gemiddelde duur van hinderlijke schaduw minder is dan zes uur per jaar. Dit is een strengere beoordeling dan volgens het Activiteitenbesluit omdat ook nog slagschaduw gedurende minder dan 20 minuten aanvaardbaar wordt geacht buiten de 17 dagen met meer dan 20 minuten slagschaduwhinder en bovendien de hinderduur gedurende 17 dagen per jaar meer mag bedragen dan 20 minuten.

2.2 Schaduwgebied

Bij de opkomst en de ondergang van de zon kan de schaduw van een turbine aan de westkant en aan de oostkant ver reiken. Op afstanden groter dan twaalf maal de rotordiameter (maximaal 12x127=1.524 m) wordt de slagschaduw echter niet meer als hinderlijk beoordeeld. Aan de noordzijde wordt het schaduwgebied begrensd omdat de zon in het zuiden altijd hoog staat. Aan de zuidzijde treedt nooit schaduw op omdat de zon nooit in het noorden staat.

---

[1] Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, 19 oktober 2007, nr.07.00113, Staatsblad 2007/415.
[2] Regeling van de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007 nr. DJZ 2007104180 houdende regels voor inrichtingen (Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer).
[3] Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar de regeling.

2.3 Potentiële schaduw

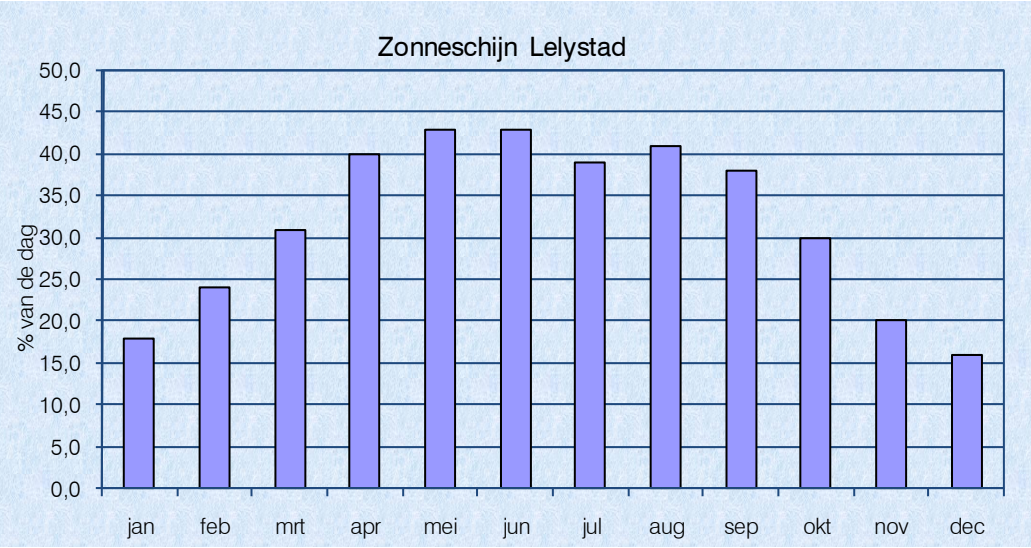
Op basis van de turbineafmetingen, de gang van de zon op deze locaties en een minimale zonshoogte van vijf graden, zijn de dagen en tijden berekend waarop slagschaduw kan optreden. De gang van de zon is voor alle dagen van het jaar bepaald met een astronomisch rekenmodel waarbij rekening is gehouden met de betreffende locatie (noorderbreedte en oosterlengte) op de aarde. De potentiële hinderduur is een theoretisch maximum. Hieruit is de verwachte hinderduur berekend door het toepassen van correcties. Als gevolg van deze correcties is de verwachte hinderduur aanmerkelijk korter dan de potentiële hinderduur.

De nauwkeurigheid waarmee de potentiële hinderduur is berekend is relatief hoog. Deze nauwkeurigheid is afhankelijk van de invoer van de geometrie en van de nauwkeurigheid waarmee de zonnestand wordt bepaald. De correcties om te komen tot de verwachte hinderduur zijn echter een voorspelling op basis van de geschiedenis. De meteogegevens zijn bepaald op basis van gemiddelde gemeten data over twintig jaar. De verwachting is dat in de toekomst deze gemiddelden over langere perioden niet veel zullen veranderen, maar dit blijft onzeker. In het weer treden grote dagelijkse verschillen op en ook variëren de jaargemiddelde gegevens nog behoorlijk.

2.3.1 Zonneschijn

Schaduw is er alleen als de zon schijnt. Deze correctie is gebaseerd op het percentage van de daglengte dat de zon gemiddeld schijnt in dit gebied en in de betreffende maand. De percentages worden ontleend aan meerjarige data van nabijgelegen meteostations.

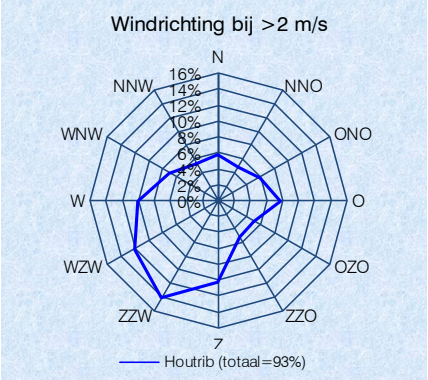
Grafiek 2-1: percentage zonneschijn.



2.3.2 Oriëntatie

Het rotorvlak staat niet altijd haaks op de schaduwrichting waardoor de hinderduur wordt beperkt. Als het rotorvlak evenwijdig staat aan de schaduwrichting treedt er geen of nauwelijks lichtflikkering op. Deze correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windrichtingen. De percentages worden ontleend aan meerjarige data van meteostations waarbij alleen de windsnelheden boven 2 m/s zijn betrokken. Afhankelijk van de richting van waaruit de turbine wordt gezien ligt de deze correctie tussen circa 55% en 75%.

Grafiek 2-2: Distributie windrichtingen.



2.3.3 Bedrijfstijd

Slagschaduwhinder treedt alleen op als de rotor draait. De correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windsnelheden. Windturbines zijn veelal 80% tot 95% van de tijd in bedrijf.

3. Rekenresultaten

Van de verschillende varianten van het windpark zijn de cumulatieve schaduwduren in het omliggende gebied berekend. Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de resultaten.

Tabel 3-1: aantal gehinderde woningen per variant.

variant	turbine type	hinderduur 1-5 uur	hinderduur 5-15 uur	hinderduur >15 uur	contouren
ZMDL(4D)	N90	23	--	--	figuur 1
ZMD2/3(4D)	E-82	16	7	--	figuur 2
ZMD5/8(4D)	E-126	17	22	--	figuur 3
ZMDL(5D)	N90	23	--	--	--
ZMD2/3(5D)	E-82	19	4	--	--
ZMD5/8(5D)	E-126	19	20	--	--
WMDBi2/3(4D)	E-82	10	42	--	figuur 4
WMDBi5/8(4D)	E-126	10	55	24	figuur 6
WMDBi2/3(5D)	E-82	12	40	--	--
WMDBi5/8(5D)	E-126	20	60	9	figuur 7
WMDBU3/4(4D)	SWT3.6	--	--	--	--
WMDBU5/8(4D)	E-126	50	--	--	figuur 8
WMDBU3/4(5D)	SWT3.6	--	--	--	--
WMDBU5/8(5D)	E-126	50	--	--	--
WMDBuBi5/8(4D)	E-126	10	44	35	figuur 9
WMDBuBi5/8(4D)	E-126	21	48	20	--
NMDBi2/3(4D)	E-82	34	16	--	figuur 10
NMDBi5/8(4D)	E-126	18	52	--	figuur 11
NMDBi2/3(5D)	E-82	33	17	--	--
NMDBi5/8(5D)	E-126	30	40	--	figuur 12
NMDBU3/4(4D)	SWT3.6	--	--	--	--
NMDBU5/8(4D)	E-126	--	--	--	figuur 13
NMDBi3/4(5D)	SWT3.6	--	--	--	--
NMDBU5/8(5D)	E-126	--	--	--	

3.1 Rekenresultaten Zuidermeerdijk

In figuur 1 tot en met figuur 3 is met een groene, blauwe en een rode isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur 0, 5 of 15 uur bedraagt. Bij de varianten met de N90 turbine zijn er geen woningen waar de norm voor de jaarlijkse hinderduur wordt overschreden. Bij de (4D) variant met de E-82 turbine wordt de norm overschreden bij zeven woningen. Bij de (4D) variant met de E-126 zijn er circa 22 woningen waar de norm wordt overschreden. Bij de varianten met de grotere onderlinge afstand (en minder turbines) tussen de turbines (5D) treedt er iets minder slagschaduwhinder op.

3.2 Rekenresultaten Westermeerdijk binnendijks

In figuur 4 tot en met figuur 7 is met een groene, blauwe en een rode isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur 0, 5 of 15 uur bedraagt. Bij de (4D) variant met de E-82 turbine wordt de norm overschreden bij circa 42 woningen. Bij de (4D) variant met de E-126 zijn er circa 79 woningen waar de norm wordt overschreden. Bij de varianten met de grotere (5D) onderlinge afstand (en minder turbines) is de slagschaduwhinder iets minder.

3.3 Rekenresultaten Westermeerdijk buitendijks

In figuur 8 is voor de variant WMDBU5/8(4D) met een groene, blauwe en een rode isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur 0, 5 of 15 uur bedraagt. Alleen bij de woningen aan de Westermeerdijk treedt slagschaduw op, de jaarlijkse hinderduur is minder dan de norm. Bij de (5D) variant is de hinder vrijwel hetzelfde. Bij de varianten met de STW3.6 turbine zijn er geen woningen waar hinder optreedt.

3.4 Rekenresultaten Westermeerdijk cumulatief

In de varianten met de E-82 turbines is er geen cumulatief effect omdat de buitendijkse opstellingen geen slagschaduwhinder veroorzaken bij woningen. In figuur 9 is voor de (4D) variant met de E-126 turbines met een groene, blauwe en een rode isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur 0, 5 of 15 uur bedraagt. Bij circa 79 woningen is de verwachte jaarlijkse hinderduur door slagschaduw meer dan de norm. De opstelling met de grotere tussenafstanden (5D) geeft minder slagschaduwhinder.

3.5 Rekenresultaten Noordermeerdijk binnendijks

In figuur 9 tot en met figuur 12 is met een groene, blauwe en een rode isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur 0, 5 of 15 uur bedraagt. Bij de varianten met de E-82 turbine wordt de norm overschreden bij circa 16 woningen. Bij de varianten met de E-126 zijn er circa 52 of 40 woningen waar de norm wordt overschreden.

3.6 Rekenresultaten Noordermeerdijk buitendijks

In figuur 13 is met een groene, blauwe en een rode isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur 0, 5 of 15 uur bedraagt. Door de grote afstand zijn er geen woningen waar slagschaduwhinder optreedt.

3.7 Rekenresultaten Noordermeerdijk cumulatief

In figuur 8 is met een groene, blauwe en een rode isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur 0, 5 of 15 uur bedraagt. Omdat het buitendijkse windpark geen slagschaduwhinder veroorzaakt bij woningen zijn de hinder duren bij de woningen hetzelfde als van het binnendijkse windpark alleen. Er is geen cumulatie van hinder.

4. Nader onderzoek

4.1 Hinderduur bij woningen

Als voorbeeld is de verwachte jaarlijkse hinderduur bij woning 35 nader onderzocht. Dit is de boerderij aan de Westermeerweg bij de afslag Onderduikerspad. De woning ligt nabij de rode 15-uurs schaduwcontour vanwege het binnendijkse windpark Westermeerdijk WMDBi5/8(4D) met de grootste turbines.
Bij de beoordeling van slagschaduwhinder wordt niet uitgegaan van een bepaalde positie maar van een gevelvlak dat alle ramen omvat. Vanwege de afmetingen van dat vlak duurt de schaduwpassage langs het vlak wat langer dan de passage langs een punt. Voor de gevelhoogte is uitgegaan van 5 m en voor de geprojecteerde breedte van het gevelvlak is 8 m aangehouden. In de berekening van de contouren is met deze afmetingen geen rekening gehouden.

De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel. In Tabel 4-1 is aangegeven: de potentiële jaarlijkse schaduwduur, het aantal dagen waarop hinder kan optreden, de maximale passageduur van de schaduw langs de gevel en de verwachte hinderduur per jaar (tijden in uu:mm).

Tabel 4-1: jaarlijkse schaduwduren bij woningen.

woning	potentiële schaduwduur	potentiële schaduwdagen	maximale passageduur	verwachte hinderduur
M35	98:19	225	0:49	17:19

Binnen een afstand van circa 650 m vanaf een turbine kan de zon volledig bedekt worden door het rotorblad. De rotor moet dan haaks staan op de richting van de zon. De schaduw is dan maximaal en wordt als meer hinderlijk ervaren. Op grotere afstanden is de schaduw nooit volledig.
De frequenties van de lichtflikkeringen is lager dan 1 Hz. Deze frequenties zijn niet extra hinderlijk.

In Tabel 4-2 zijn de verwachte jaarlijkse hinderduren per turbine weergegeven en in de meest rechtse kolom staat het totaal van het windpark. Andere turbines geven geen slagschaduwhinder op deze woning. Het totaal kan lager zijn dan de som van de afzonderlijke turbines als er overlap optreedt. De **vetgedrukte** tijden geven een overschrijding van de norm voor de jaarlijkse hinderduur (uitgaande van een norm van zes uur). Deze vetgedrukte schaduwduren worden geëlimineerd door een automatische stilstandsregeling op de turbines 39 en 40. De resterende hinderduur van de andere turbines is dan minder dan de norm.

Tabel 4-2: verwachte jaarlijkse hinderduur in uren per turbine en totaal.

woning	turbine 39	turbine 40	turbine 41	turbine 56	turbine 57	turbine 58	totaal
M35	**7:45**	**4:07**	2:42	1:08	0:59	0:38	17:19

Tabel 4-3: gemiddeld aantal dagen per jaar met meer dan 20 minuten slagschaduw.

woning	turbine 39	turbine 40	turbine 41	turbine 56	turbine 57	turbine 58	totaal
M35	**15**	**11**	7	--	--	--	33

4.2 Hinderbeperkende maatregelen

Om te voldoen aan de norm voor de jaarlijkse hinderduur, moeten twee turbines worden voorzien van een stilstandsregeling die de rotor stopt als er slagschaduw optreedt bij de woning M35. In de turbinebesturing worden hiervoor blokken van dagen en tijden met potentiële schaduw geprogrammeerd. De totale stilstandsduur wordt met een zonneschijnsensor beperkt. Bij de berekening van de verwachte stilstand is daar rekening mee gehouden. De verwachte stilstand is meer dan de verwachte hinderduur omdat de stilstandsregeling geen rekening houdt met de oriëntatie van de rotor en omdat de geprogrammeerde tijden alle begin- en eindtijden binnen het blok van dagen omvat. De tijden zijn aangegeven in MET (Midden Europese Tijd, wintertijd). Voor de zomertijd moet er een uur bij worden opgeteld.

Tabel 4-4: stilstandstijden turbines.

rekenpunt	van	tot	stop	start
	turbine 39: verwachte stilstand 20 uur 0,17% verlies			
M35	14-apr	17-mei	18:22	19:05
	26-jul	29-aug	18:30	19:13
	turbine 40: verwachte stilstand 9 uur 0,13% verlies			
	17-feb	13-mrt	16:47	17:25
	1-okt	25-okt	16:20	16:58

Bij de bepaling van het procentuele productieverlies is ook rekening gehouden met het per maand variërende windaanbod volgens de meerjarig landelijk gemiddelde maandelijkse windex.

Bij de bepaling van de schaduwduren is geen rekening gehouden met eventuele beplanting en gebouwen die het zicht kunnen belemmeren. Hierdoor kan de hinder worden beperkt en kunnen de stilstandstijden uitgebreider zijn dan noodzakelijk. Nadat het windpark in bedrijf is gesteld kan in de betreffende perioden en tijden in de praktijk vastgesteld worden waar en wanneer de stilstandsregeling toch niet noodzakelijk blijkt. Op basis hiervan kan de regeling dan worden geoptimaliseerd en het productieverlies worden beperkt.

Om de jaarlijkse hinderduur bij alle woningen aan de Westermeerdijk te beperken tot maximaal zes uur zullen de turbines allen moeten worden voorzien van een stilstandsregeling. Het productieverlies wordt dan geschat op circa 0,6% van de jaarproductie van de achttien binnendijkse turbines. Voor de turbines van het buitendijkse windpark zijn geen maatregelen noodzakelijk.

5. Verwachte productie en emissiereductie

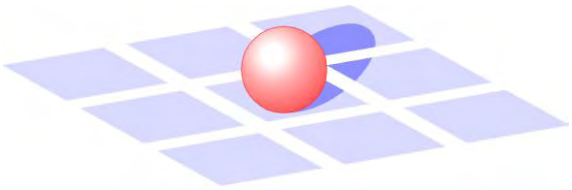
Van de te verwachten elektriciteitsproductie is een indicatieve berekening gemaakt. Voor de bepaling van de verwachte windsnelheden op de locaties is gebruik gemaakt van de Windkaart van Nederland[4], van het Handboek Energie-opbrengsten van Windturbines[5] en door de opdrachtgever beschikbaar gestelde data. De powercurven van de turbines zijn aangeleverd door de fabrikanten. In Tabel 5-2 is als voorbeeld de berekening weergegeven voor een Enercon E-126 turbine van het windpark Zuidermeerdijk. Voor de andere windparken is de berekening op vergelijkbare wijze uitgevoerd.
De jaarlijkse productie van een windpark is geschat door de berekende opbrengst van een turbine te vermenigvuldigen met het aantal turbines in het park en hierop nog een correctie toe te passen. Deze correctie omvat een onzekerheidsmarge, productieverlies door terugregeling om de geluiduitstraling te beperken, stilstand om slagschaduwhinder te beperken en verlies door het zogenaamde parkeffect.

Op basis van de verwachte elektriciteitsproductie zijn de verwachte vermeden emissies berekend. Deze zijn gebaseerd op de emissie die gepaard gaat met eenzelfde elektriciteitsproductie volgens de landelijke energiemix. In onderstaande tabellen staan de resultaten per variant.

Tabel 5-1: productie windparken.

variant	turbine type	P kW	aantal turbines	Vas m/s	productie MWh/a	$C0_2$ kton/a	zuur keq/a	NO_x ton/a	SO_2 ton/a
ZMDL(4D)	N90	2.500	10	7,53	79.175	45	1.305	45	34
ZMD2/3(4D)	E-82	2.000	12	8,08	89.974	51	1.483	13	38
ZMD5/8(4D)	E-126	6.000	8	8,57	170.392	96	2.808	26	72
ZMDL(5D)	N90	2.500	9	7,53	71.621	41	1.180	11	30
ZMD2/3(5D)	E-82	2.000	9	8,08	68.510	39	1.129	10	29
ZMD5/8(5D)	E-126	6.000	6	8,57	129.757	73	2.138	19	55
WMDBi2/3(4D)	E-82	2.000	28	8,15	199.387	113	3.286	30	85
WMDBi5/8(4D)	E-126	6.000	18	8,64	361.677	205	5.960	54	154
WMDBi2/3(5D)	E-82	2.000	22	8,15	158.364	90	2.610	24	67
WMDBi5/8(5D)	E-126	6.000	14	8,64	290.225	164	4.783	44	123
WMDBU3/4(4D)	SWT3.6	3.600	42	8,32	497.367	282	8.197	75	211
WMDBU5/8(4D)	E-126	6.000	36	8,48	728.750	412	12.010	109	310
WMDBU3/4(5D)	SWT3.6	3.600	34	8,32	404.818	229	6.671	61	172
WMDBU5/8(5D)	E-126	6.000	28	8,48	569.886	323	9.392	85	242
NMDBi2/3(4D)	E-82	2.000	20	8,17	145.994	83	2.406	22	62
NMDBi5/8(4D)	E-126	6.000	13	8,67	273.810	155	4.512	41	116
NMDBi2/3(5D)	E-82	2.000	16	8,17	118.037	67	1.945	18	50
NMDBi5/8(5D)	E-126	6.000	11	8,67	236.539	134	3.898	35	101
NMDBU3/4(4D)	SWT3.6	3.600	16	8,30	194.881	110	3.212	29	83
NMDBU5/8(4D)	E-126	6.000	13	8,46	270.823	153	4.463	41	115
NMDBi3/4(5D)	SWT3.6	3.600	13	8,30	160.008	91	2.637	24	68
NMDBU5/8(5D)	E-126	6.000	11	8,46	231.570	131	3.816	35	98

[4] Windkaart van Nederland, Sentenovem, juni 2005.
[5] Handboek Energie-opbrengsten Windturbines, TNO, mei 1991,



Tabel 5-2: E-126 turbineproductie Zuidermeerdijk.

Enercon E-126						
Energieproductie		**Windaanbod**		**Windturbine**		
E [MWh/a]	23821	k_10	1,41	Ashoogte [m]	135	
E_sp [kWh/m²]	1880	k_as	2,46	Rotoropp. [m²]	12668	
C	2,99	A [m/s]	9,66	Diameter [m]	127	
Vollasturen	3970	V_as [m/s]	8,57	Vermogen [kW]	6000	
Luchtdichtheid [kg/m3]	1,225					
Windfrequentieverdeling, vermogenscurve en energieproductie per windklasse						
Vas	tot	P	Kans	Productie		
[m/s]	[m/s]	[kW]	[%]	[MWh]		
0,0	0,5	0	0,1%	0		
0,5	1,5	0	0,9%	0		
1,5	2,5	10	2,5%	2		
2,5	3,5	55	4,4%	21		
3,5	4,5	175	6,3%	96		
4,5	5,5	410	8,0%	286		
5,5	6,5	760	9,3%	618		
6,5	7,5	1275	10,1%	1126		
7,5	8,5	1945	10,3%	1752		
8,5	9,5	2772	9,9%	2401		
9,5	10,5	3841	9,0%	3029		
10,5	11,5	4955	7,8%	3372		
11,5	12,5	5550	6,4%	3091		
12,5	13,5	5940	4,9%	2570		
13,5	14,5	6080	3,6%	1939		
14,5	15,5	6080	2,5%	1355		
15,5	16,5	6080	1,7%	898		
16,5	17,5	6080	1,1%	564		
17,5	18,5	6080	0,6%	335		
18,5	19,5	6080	0,4%	189		
19,5	20,5	6080	0,2%	100		
20,5	21,5	6080	0,1%	50		
21,5	22,5	6080	0,0%	24		
			+	+		
			100,0% turbine:	23.821	MWh/a	

6. Bespreking

De grootste turbines hebben echter ook de grootste impact op de omgeving. De verwachte hinder door slagschaduw is echter relatief eenvoudig door een stilstandsregeling afdoende te verminderen. Dit gaat enigszins gepaard met productieverlies.

6.1 Slagschaduwhinder

Van vijf turbineopstellingen zijn contouren met de jaarlijkse schaduwduren berekend. Dit gedaan voor varianten met verschillende turbinetypen en verschillende tussenafstanden. De binnendijkse opstellingen van turbinetypen met de grootste rotordiameters geven de meeste slagschaduwhinder bij woningen. Om de hinder bij woningen te beperken moeten deze binnendijkse grote turbines worden voorzien van een automatische stilstandsregeling die de rotor stopt als er slagschaduwhinder optreedt bij de meest dichtbijgelegen woningen. Door deze maatregel zal bij al deze woningen de jaarlijkse hinderduur door slagschaduw worden beperkt tot zes uur of minder.
Bij de binnendijkse opstellingen met de kleinere turbinetypen treedt minder slagschaduwhinder op. Mitigerende maatregelen moeten ook hier worden getroffen.
Als gevolg van de buitendijkse opstellingen treedt alleen enige slagschaduwhinder op bij de variant met de grootste turbines langs de Westermeerdijk. Aan de norm voor de jaarlijkse hinderduur wordt bij alle woningen voldaan, maatregelen zijn niet nodig.

De buitendijkse opstellingen nabij de Westermeerdijk met de grootste turbine veroorzaken slagschaduwhinder bij de meest dichtbijgelegen woningen. De jaarlijkse hinderduur is hier echter minder dan de norm. Omdat deze opstellingen slechts weinig slagschaduwhinder veroorzaken is het cumulatieve effect met de binnendijkse opstelling gering van omvang. De buitendijkse opstelling nabij de Noordermeerdijk veroorzaakt geen slagschaduwhinder bij woningen.
De schaduwcontouren van de opstellingen met de grootste turbines aan de Westermeerdijk en aan de Noordermeerdijk overlappen elkaar gedeeltelijk in het tussenliggende gebied, het cumulatieve effect op de hinderduur is echter verwaarloosbaar.

6.2 Elektriciteitsproductie en emissiereductie

De varianten met de grootste turbines, ook al is het aantal turbines minder, leveren de meeste groene stroom en de hoogste emissiereductie. De vijf windparken samen leveren in de grootste variant groen stroom voor circa 500.000 huishoudens en in de kleinste variant voor circa 250.000 huishoudens. De vermeden emissies zijn evenredig aan de productie.

Van Grinsven Advies,
L.A.M. van Grinsven.

Zuidermeerdijk woningen

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
01	boerderij Zuidermeerweg	173445,20	515184,03	2,00
02	vier woningen Zuidermeerweg	173436,82	515369,15	2,00
03	boerderij Zuidermeerweg	173392,87	515406,12	2,00
04	boerderij Zuidermeerweg	173287,16	515435,65	2,00
05	boerderij Zuidermeerweg	173092,86	515735,66	2,00
06	boerderij Zuidermeerweg	172800,68	516196,42	2,00
07	acht woningen Monnikenweg	172833,19	516486,22	2,00
08	boerderij Monnikenweg	172757,99	516446,91	2,00
09	boerderij Zuidermeerweg	172599,05	516513,57	2,00
10	boerderij Zuidermeerweg	172313,63	516957,93	2,00
11	boerderij Zuidermeerweg	172113,66	517263,86	2,00
12	boerderij Zuidermeerweg	171828,68	517664,75	2,00

ZMDL(4D) Zuidermeerdijk turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
1	Nordex N90 2,5 MW	171236,78	517255,17	70,00
2	Nordex N90 2,5 MW	171431,78	516952,17	70,00
3	Nordex N90 2,5 MW	171626,78	516649,17	70,00
4	Nordex N90 2,5 MW	171821,78	516346,17	70,00
5	Nordex N90 2,5 MW	172016,78	516043,17	70,00
6	Nordex N90 2,5 MW	172211,78	515740,17	70,00
7	Nordex N90 2,5 MW	172406,78	515437,17	70,00
8	Nordex N90 2,5 MW	172601,78	515134,17	70,00
9	Nordex N90 2,5 MW	172796,78	514831,17	70,00
10	Nordex N90 2,5 MW	172991,78	514528,17	70,00

ZMDL(5D) Zuidermeerdijk turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
11	Nordex N90 2,5 MW	171236,78	517255,17	70,00
12	Nordex N90 2,5 MW	171456,16	516914,30	70,00
13	Nordex N90 2,5 MW	171675,53	516573,42	70,00
14	Nordex N90 2,5 MW	171894,91	516232,55	70,00
15	Nordex N90 2,5 MW	172114,28	515891,67	70,00
16	Nordex N90 2,5 MW	172333,66	515550,80	70,00
17	Nordex N90 2,5 MW	172553,03	515209,92	70,00
18	Nordex N90 2,5 MW	172772,41	514869,05	70,00
19	Nordex N90 2,5 MW	172991,78	514528,17	70,00

ZMD2/3(4D) Zuidermeerdijk turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
20	Enercon E-82 3 MW	171236,78	517255,17	100,00
21	Enercon E-82 3 MW	171396,33	517007,26	100,00
22	Enercon E-82 3 MW	171555,88	516759,35	100,00
23	Enercon E-82 3 MW	171715,42	516511,44	100,00
24	Enercon E-82 3 MW	171874,97	516263,54	100,00
25	Enercon E-82 3 MW	172034,51	516015,63	100,00
26	Enercon E-82 3 MW	172194,06	515767,72	100,00
27	Enercon E-82 3 MW	172353,60	515519,81	100,00
28	Enercon E-82 3 MW	172513,15	515271,90	100,00
29	Enercon E-82 3 MW	172672,69	515023,99	100,00
30	Enercon E-82 3 MW	172832,24	514776,08	100,00
31	Enercon E-82 3 MW	172991,78	514528,17	100,00

ZMD2/3(5D) Zuidermeerdijk turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
32	Enercon E-82 3 MW	171236,78	517255,17	100,00
33	Enercon E-82 3 MW	171456,16	516914,30	100,00
34	Enercon E-82 3 MW	171675,53	516573,42	100,00
35	Enercon E-82 3 MW	171894,91	516232,55	100,00
36	Enercon E-82 3 MW	172114,28	515891,67	100,00
37	Enercon E-82 3 MW	172333,66	515550,80	100,00
38	Enercon E-82 3 MW	172553,03	515209,92	100,00
39	Enercon E-82 3 MW	172772,41	514869,05	100,00
40	Enercon E-82 3 MW	172991,78	514528,17	100,00

ZMD5/8(4D) Zuidermeerdijk turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
41	Enercon E-126 6 MW	171236,78	517255,17	135,00
42	Enercon E-126 6 MW	171487,50	516865,60	135,00
43	Enercon E-126 6 MW	171738,22	516476,03	135,00
44	Enercon E-126 6 MW	171988,93	516086,46	135,00
45	Enercon E-126 6 MW	172239,64	515696,89	135,00
46	Enercon E-126 6 MW	172490,36	515307,32	135,00
47	Enercon E-126 6 MW	172741,07	514917,74	135,00
48	Enercon E-126 6 MW	172991,78	514528,17	135,00

ZMD5/8(5D) Zuidermeerdijk turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
49	Enercon E-126 6 MW	171236,78	517255,17	135,00
50	Enercon E-126 6 MW	171587,79	516709,77	135,00
51	Enercon E-126 6 MW	171938,79	516164,37	135,00
52	Enercon E-126 6 MW	172289,79	515618,97	135,00
53	Enercon E-126 6 MW	172640,79	515073,57	135,00
54	Enercon E-126 6 MW	172991,78	514528,17	135,00

Westermeerdijk woningen

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
01	boerderij Westermeerweg	169792,96	521732,04	2,00
02	vier woningen Westermeerweg	169770,04	521808,45	2,00
03	vier woningen Steenbankpad	170057,75	523161,72	2,00
04	boerderij Steenbankpad	170126,66	523029,05	2,00
05	boerderij Steenbankpad	170212,81	523042,83	2,00
06	boerderij Steenbankpad	170255,89	523144,49	2,00
07	boerderij Ankerpad	170170,19	524694,76	2,00
08	boerderij Ankerpad	170239,80	524692,88	2,00
09	boerderij Ankerpad	170162,66	524751,20	2,00
10	vier woningen Ankerpad	170072,35	524762,49	2,00
11	boerderij Espelerpad	170149,02	526437,18	2,00
12	boerderij Espelerpad	170241,39	526439,07	2,00
13	boerderij Espelerpad	170188,61	526505,06	2,00
14	boerderij Onderduikerspad	170179,09	527991,53	2,00
15	boerderij Onderduikerspad	170260,23	527991,53	2,00
16	boerderij Onderduikerspad	170205,50	528055,70	2,00
17	boerderij Onderduikerspad	170269,67	528059,47	2,00
18	vier woningen Onderduikerspad	170369,69	528067,02	2,00
19	boerderij Klutenpad	170201,63	529575,82	2,00
20	boerderij Klutenpad	170292,31	529590,93	2,00
21	boerderij Klutenpad	170290,42	529653,27	2,00
22	boerderij Klutenpad	170224,30	529649,49	2,00
23	boerderij Noordermeerweg	169914,38	530544,08	2,00
24	boerderij Noordermeerweg	169897,36	530419,27	2,00
25	vier woningen Westermeerweg	169880,06	529995,35	2,00
26	boerderij Westermeerweg	169895,20	529898,82	2,00
27	boerderij Westermeerweg	169897,09	529838,24	2,00
28	vier woningen Westermeerweg	169880,05	529400,98	2,00
29	boerderij Westermeerweg	169885,73	529298,76	2,00
30	boerderij Westermeerweg	169885,73	529217,36	2,00
31	boerderij Westermeerweg	169870,43	528696,15	2,00
32	boerderij Westermeerweg	169878,00	528612,77	2,00
33	vier woningen Westermeerweg	169872,32	528207,28	2,00
34	boerderij Westermeerweg	169874,21	528139,06	2,00
35	boerderij Westermeerweg	169872,32	528023,48	2,00
36	boerderij Westermeerweg	169862,38	527499,08	2,00
37	boerderij Westermeerweg	169860,48	527419,33	2,00
38	boerderij Westermeerweg	169866,17	526902,89	2,00
39	boerderij Westermeerweg	169860,48	526819,35	2,00
40	boerderij Westermeerweg	169824,28	526378,06	2,00
41	boerderij Westermeerweg	169831,88	526281,13	2,00
42	boerderij Westermeerweg	169826,18	525918,12	2,00
43	boerderij Westermeerweg	169820,48	525615,92	2,00
44	vier woningen Westermeerweg	169793,82	525103,79	2,00
45	boerderij Westermeerweg	169807,13	525016,27	2,00
46	boerderij Westermeerweg	169822,35	524453,12	2,00
47	boerderij Westermeerweg	169822,02	523848,64	2,00
48	vier woningen Westermeerweg	169785,79	523408,27	2,00
49	boerderij Westermeerweg	169799,14	523337,73	2,00
50	boerderij Westermeerweg	169787,47	523020,72	2,00
51	boerderij Westermeerweg	169781,74	522324,19	2,00
52	boerderij Westermeerweg	169779,84	522015,04	2,00

WMDBi2/3(4D) Westermeerdijk binnendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
55	Enercon E-82 3 MW	169165,50	530158,29	100,00
56	Enercon E-82 3 MW	169162,24	529849,77	100,00
57	Enercon E-82 3 MW	169158,99	529541,25	100,00
58	Enercon E-82 3 MW	169155,73	529232,73	100,00
59	Enercon E-82 3 MW	169152,48	528924,21	100,00
60	Enercon E-82 3 MW	169149,22	528615,69	100,00
61	Enercon E-82 3 MW	169145,97	528307,18	100,00
62	Enercon E-82 3 MW	169142,71	527998,66	100,00
63	Enercon E-82 3 MW	169139,46	527690,14	100,00
64	Enercon E-82 3 MW	169136,20	527381,62	100,00
65	Enercon E-82 3 MW	169132,95	527073,10	100,00
66	Enercon E-82 3 MW	169129,69	526764,58	100,00
67	Enercon E-82 3 MW	169126,44	526456,06	100,00
68	Enercon E-82 3 MW	169123,18	526147,55	100,00
69	Enercon E-82 3 MW	169119,93	525839,03	100,00
70	Enercon E-82 3 MW	169116,67	525530,51	100,00
71	Enercon E-82 3 MW	169113,42	525221,99	100,00
72	Enercon E-82 3 MW	169110,16	524913,47	100,00
73	Enercon E-82 3 MW	169106,91	524604,95	100,00
74	Enercon E-82 3 MW	169103,65	524296,44	100,00
75	Enercon E-82 3 MW	169100,40	523987,92	100,00
76	Enercon E-82 3 MW	169097,14	523679,40	100,00
77	Enercon E-82 3 MW	169093,89	523370,88	100,00
78	Enercon E-82 3 MW	169090,63	523062,36	100,00
79	Enercon E-82 3 MW	169087,38	522753,84	100,00
80	Enercon E-82 3 MW	169084,12	522445,32	100,00
81	Enercon E-82 3 MW	169080,87	522136,81	100,00
82	Enercon E-82 3 MW	169077,61	521828,29	100,00

WMDBi2/3(5D) Westermeerdijk binnendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
83	Enercon E-82 3 MW	169165,50	530158,29	100,00
84	Enercon E-82 3 MW	169161,31	529761,62	100,00
85	Enercon E-82 3 MW	169157,12	529364,95	100,00
86	Enercon E-82 3 MW	169152,94	528968,29	100,00
87	Enercon E-82 3 MW	169148,75	528571,62	100,00
88	Enercon E-82 3 MW	169144,57	528174,95	100,00
89	Enercon E-82 3 MW	169140,38	527778,29	100,00
90	Enercon E-82 3 MW	169136,20	527381,62	100,00
91	Enercon E-82 3 MW	169132,01	526984,95	100,00
92	Enercon E-82 3 MW	169127,83	526588,29	100,00
93	Enercon E-82 3 MW	169123,65	526191,62	100,00
94	Enercon E-82 3 MW	169119,46	525794,95	100,00
95	Enercon E-82 3 MW	169115,28	525398,29	100,00
96	Enercon E-82 3 MW	169111,09	525001,62	100,00
97	Enercon E-82 3 MW	169106,91	524604,95	100,00
98	Enercon E-82 3 MW	169102,72	524208,29	100,00
99	Enercon E-82 3 MW	169098,54	523811,62	100,00
100	Enercon E-82 3 MW	169094,35	523414,95	100,00
101	Enercon E-82 3 MW	169090,17	523018,29	100,00
102	Enercon E-82 3 MW	169085,98	522621,62	100,00
103	Enercon E-82 3 MW	169081,80	522224,95	100,00
104	Enercon E-82 3 MW	169077,61	521828,29	100,00

WMDBi5/8(4D) Westermeerdijk binnendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
105	Enercon E-126 6 MW	169165,50	530158,29	135,00
106	Enercon E-126 6 MW	169160,32	529668,29	135,00
107	Enercon E-126 6 MW	169155,15	529178,29	135,00
108	Enercon E-126 6 MW	169149,98	528688,29	135,00
109	Enercon E-126 6 MW	169144,82	528198,29	135,00
110	Enercon E-126 6 MW	169139,65	527708,29	135,00
111	Enercon E-126 6 MW	169134,48	527218,29	135,00
112	Enercon E-126 6 MW	169129,31	526728,29	135,00
113	Enercon E-126 6 MW	169124,14	526238,29	135,00
114	Enercon E-126 6 MW	169118,97	525748,29	135,00
115	Enercon E-126 6 MW	169113,80	525258,29	135,00
116	Enercon E-126 6 MW	169108,63	524768,29	135,00
117	Enercon E-126 6 MW	169103,46	524278,29	135,00
118	Enercon E-126 6 MW	169098,29	523788,29	135,00
119	Enercon E-126 6 MW	169093,12	523298,29	135,00
120	Enercon E-126 6 MW	169087,95	522808,29	135,00
121	Enercon E-126 6 MW	169082,78	522318,29	135,00
122	Enercon E-126 6 MW	169077,61	521828,29	135,00

WMDBi5/8(5D) Westermeerdijk binnendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
123	Enercon E-126 6 MW	169165,50	530158,29	135,00
124	Enercon E-126 6 MW	169158,73	529517,52	135,00
125	Enercon E-126 6 MW	169151,97	528876,75	135,00
126	Enercon E-126 6 MW	169145,21	528235,98	135,00
127	Enercon E-126 6 MW	169138,45	527595,21	135,00
128	Enercon E-126 6 MW	169131,69	526954,44	135,00
129	Enercon E-126 6 MW	169124,93	526313,67	135,00
130	Enercon E-126 6 MW	169118,17	525672,90	135,00
131	Enercon E-126 6 MW	169111,41	525032,13	135,00
132	Enercon E-126 6 MW	169104,65	524391,36	135,00
133	Enercon E-126 6 MW	169097,89	523750,59	135,00
134	Enercon E-126 6 MW	169091,13	523109,83	135,00
135	Enercon E-126 6 MW	169084,37	522469,06	135,00
136	Enercon E-126 6 MW	169077,61	521828,29	135,00

WMDBU3/4(4D) Westermeerdijk buitendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
137	Siemens SWT 3.6	168501,80	530158,29	100,00
138	Siemens SWT 3.6	168497,34	529741,79	100,00
139	Siemens SWT 3.6	168492,89	529325,29	100,00
140	Siemens SWT 3.6	168488,44	528908,79	100,00
141	Siemens SWT 3.6	168483,98	528492,29	100,00
142	Siemens SWT 3.6	168479,53	528075,79	100,00
143	Siemens SWT 3.6	168475,08	527659,29	100,00
144	Siemens SWT 3.6	168470,62	527242,79	100,00
145	Siemens SWT 3.6	168466,17	526826,29	100,00
146	Siemens SWT 3.6	168461,72	526409,79	100,00
147	Siemens SWT 3.6	168457,26	525993,29	100,00
148	Siemens SWT 3.6	168452,81	525576,79	100,00
149	Siemens SWT 3.6	168448,36	525160,29	100,00
150	Siemens SWT 3.6	168443,90	524743,79	100,00
151	Siemens SWT 3.6	168439,45	524327,29	100,00
152	Siemens SWT 3.6	168435,00	523910,79	100,00
153	Siemens SWT 3.6	168430,54	523494,29	100,00
154	Siemens SWT 3.6	168426,09	523077,79	100,00
155	Siemens SWT 3.6	168421,64	522661,29	100,00
156	Siemens SWT 3.6	168417,18	522244,79	100,00
157	Siemens SWT 3.6	168412,73	521828,29	100,00
158	Siemens SWT 3.6	167899,72	530158,29	100,00
159	Siemens SWT 3.6	167895,31	529741,79	100,00
160	Siemens SWT 3.6	167890,89	529325,29	100,00
161	Siemens SWT 3.6	167886,48	528908,79	100,00
162	Siemens SWT 3.6	167882,07	528492,29	100,00
163	Siemens SWT 3.6	167877,65	528075,79	100,00
164	Siemens SWT 3.6	167873,24	527659,29	100,00
165	Siemens SWT 3.6	167868,82	527242,79	100,00
166	Siemens SWT 3.6	167864,41	526826,29	100,00
167	Siemens SWT 3.6	167859,99	526409,79	100,00
168	Siemens SWT 3.6	167855,58	525993,29	100,00
169	Siemens SWT 3.6	167851,16	525576,79	100,00
170	Siemens SWT 3.6	167846,75	525160,29	100,00
171	Siemens SWT 3.6	167842,33	524743,79	100,00
172	Siemens SWT 3.6	167837,92	524327,29	100,00
173	Siemens SWT 3.6	167833,50	523910,79	100,00
174	Siemens SWT 3.6	167829,09	523494,29	100,00
175	Siemens SWT 3.6	167824,67	523077,79	100,00
176	Siemens SWT 3.6	167820,26	522661,29	100,00
177	Siemens SWT 3.6	167815,85	522244,79	100,00
178	Siemens SWT 3.6	167811,43	521828,29	100,00

WMDBU3/4(5D) Westermeerdijk buitendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
179	Siemens SWT 3.7	168501,80	530158,29	100,00
180	Siemens SWT 3.7	168495,55	529637,66	100,00
181	Siemens SWT 3.7	168490,03	529117,04	100,00
182	Siemens SWT 3.7	168484,51	528596,41	100,00
183	Siemens SWT 3.7	168478,99	528075,79	100,00
184	Siemens SWT 3.7	168473,47	527555,16	100,00
185	Siemens SWT 3.7	168467,95	527034,54	100,00
186	Siemens SWT 3.7	168462,42	526513,91	100,00
187	Siemens SWT 3.7	168456,90	525993,29	100,00
188	Siemens SWT 3.7	168451,38	525472,66	100,00
189	Siemens SWT 3.7	168445,86	524952,04	100,00
190	Siemens SWT 3.7	168440,34	524431,41	100,00
191	Siemens SWT 3.7	168434,82	523910,79	100,00
192	Siemens SWT 3.7	168429,30	523390,16	100,00
193	Siemens SWT 3.7	168423,77	522869,54	100,00
194	Siemens SWT 3.7	168418,25	522348,91	100,00
195	Siemens SWT 3.7	168412,73	521828,29	100,00
196	Siemens SWT 3.7	167899,72	530158,29	100,00
197	Siemens SWT 3.7	167894,21	529637,66	100,00
198	Siemens SWT 3.7	167888,69	529117,04	100,00
199	Siemens SWT 3.7	167883,17	528596,41	100,00
200	Siemens SWT 3.7	167877,65	528075,79	100,00
201	Siemens SWT 3.7	167872,13	527555,16	100,00
202	Siemens SWT 3.7	167866,61	527034,54	100,00
203	Siemens SWT 3.7	167861,10	526513,91	100,00
204	Siemens SWT 3.7	167855,58	525993,29	100,00
205	Siemens SWT 3.7	167850,06	525472,66	100,00
206	Siemens SWT 3.7	167844,54	524952,04	100,00
207	Siemens SWT 3.7	167839,02	524431,41	100,00
208	Siemens SWT 3.7	167833,50	523910,79	100,00
209	Siemens SWT 3.7	167827,99	523390,16	100,00
210	Siemens SWT 3.7	167822,47	522869,54	100,00
211	Siemens SWT 3.7	167816,95	522348,91	100,00
212	Siemens SWT 3.7	167811,43	521828,29	100,00

WMDBU5/8(4D) Westermeerdijk buitendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
213	Enercon E-126 6 MW	168501,80	530158,29	110,00
214	Enercon E-126 6 MW	168496,56	529668,29	110,00
215	Enercon E-126 6 MW	168491,32	529178,29	110,00
216	Enercon E-126 6 MW	168486,08	528688,29	110,00
217	Enercon E-126 6 MW	168480,84	528198,29	110,00
218	Enercon E-126 6 MW	168475,60	527708,29	110,00
219	Enercon E-126 6 MW	168470,36	527218,29	110,00
220	Enercon E-126 6 MW	168465,12	526728,29	110,00
221	Enercon E-126 6 MW	168459,88	526238,29	110,00
222	Enercon E-126 6 MW	168454,64	525748,29	110,00
223	Enercon E-126 6 MW	168449,40	525258,29	110,00
224	Enercon E-126 6 MW	168444,17	524768,29	110,00
225	Enercon E-126 6 MW	168438,93	524278,29	110,00
226	Enercon E-126 6 MW	168433,69	523788,29	110,00
227	Enercon E-126 6 MW	168428,45	523298,29	110,00
228	Enercon E-126 6 MW	168423,21	522808,29	110,00
229	Enercon E-126 6 MW	168417,97	522318,29	110,00
230	Enercon E-126 6 MW	168412,73	521828,29	110,00
231	Enercon E-126 6 MW	167899,72	530158,29	110,00
232	Enercon E-126 6 MW	167894,53	529668,29	110,00
233	Enercon E-126 6 MW	167889,34	529178,29	110,00
234	Enercon E-126 6 MW	167884,14	528688,29	110,00
235	Enercon E-126 6 MW	167878,95	528198,29	110,00
236	Enercon E-126 6 MW	167873,76	527708,29	110,00
237	Enercon E-126 6 MW	167868,56	527218,29	110,00
238	Enercon E-126 6 MW	167863,37	526728,29	110,00
239	Enercon E-126 6 MW	167858,17	526238,29	110,00
240	Enercon E-126 6 MW	167852,98	525748,29	110,00
241	Enercon E-126 6 MW	167847,79	525258,29	110,00
242	Enercon E-126 6 MW	167842,59	524768,29	110,00
243	Enercon E-126 6 MW	167837,40	524278,29	110,00
244	Enercon E-126 6 MW	167832,21	523788,29	110,00
245	Enercon E-126 6 MW	167827,01	523298,29	110,00
246	Enercon E-126 6 MW	167821,82	522808,29	110,00
247	Enercon E-126 6 MW	167816,62	522318,29	110,00
248	Enercon E-126 6 MW	167811,43	521828,29	110,00

WMDBU5/8(5D) Westermeerdijk buitendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
249	Enercon E-126 6 MW	168501,80	530158,29	110,00
250	Enercon E-126 6 MW	168494,28	529517,52	110,00
251	Enercon E-126 6 MW	168487,48	528876,75	110,00
252	Enercon E-126 6 MW	168480,69	528235,98	110,00
253	Enercon E-126 6 MW	168473,89	527595,21	110,00
254	Enercon E-126 6 MW	168467,10	526954,44	110,00
255	Enercon E-126 6 MW	168460,30	526313,67	110,00
256	Enercon E-126 6 MW	168453,50	525672,90	110,00
257	Enercon E-126 6 MW	168446,71	525032,13	110,00
258	Enercon E-126 6 MW	168439,91	524391,36	110,00
259	Enercon E-126 6 MW	168433,12	523750,59	110,00
260	Enercon E-126 6 MW	168426,32	523109,83	110,00
261	Enercon E-126 6 MW	168419,53	522469,06	110,00
262	Enercon E-126 6 MW	168412,73	521828,29	110,00
263	Enercon E-126 6 MW	167899,72	530158,29	110,00
264	Enercon E-126 6 MW	167892,93	529517,52	110,00
265	Enercon E-126 6 MW	167886,14	528876,75	110,00
266	Enercon E-126 6 MW	167879,35	528235,98	110,00
267	Enercon E-126 6 MW	167872,56	527595,21	110,00
268	Enercon E-126 6 MW	167865,76	526954,44	110,00
269	Enercon E-126 6 MW	167858,97	526313,67	110,00
270	Enercon E-126 6 MW	167852,18	525672,90	110,00
271	Enercon E-126 6 MW	167845,39	525032,13	110,00
272	Enercon E-126 6 MW	167838,60	524391,36	110,00
273	Enercon E-126 6 MW	167831,81	523750,59	110,00
274	Enercon E-126 6 MW	167825,01	523109,83	110,00
275	Enercon E-126 6 MW	167818,22	522469,06	110,00
276	Enercon E-126 6 MW	167811,43	521828,29	110,00

Noordermeerdijk woningen

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
01	boerderij Vuurpad	170483,17	530978,73	2,00
02	vier woningen Noordermeerweg	170238,85	531173,03	2,00
03	boerderij Noordermeerweg	170292,71	531234,59	2,00
04	boerderij Noordermeerweg	170427,35	531465,85	2,00
05	twee woningen Noordermeerweg	170465,86	531534,71	2,00
06	boerderij Noordermeerweg	170757,83	531998,29	2,00
07	boerderij Noordermeerweg	170787,57	532047,56	2,00
08	boerderij Creilerpad	171303,56	532357,15	2,00
09	boerderij Noordermeerweg	171072,91	532502,51	2,00
10	vier woningen Noordermeerweg	171089,66	532565,79	2,00
11	boerderij Noordermeerweg	171235,77	532761,22	2,00
12	boerderij Noordermeerweg	171260,89	532813,34	2,00
13	boerderij Noordermeerweg	171553,17	533275,83	2,00
14	boerderij Noordermeerweg	171581,15	533322,46	2,00
15	vier woningen Noordermeerweg	171627,77	533426,90	2,00
16	boerderij Noordermeerweg	171871,93	533780,78	2,00
17	boerderij Noordermeerweg	171892,47	533833,05	2,00
18	boerderij Noordermeerweg	172184,52	534293,57	2,00
19	boerderij Noordermeerweg	172206,95	534343,09	2,00
20	boerderij Noordermeerweg	172496,51	534800,41	2,00
21	boerderij Noordermeerweg	172518,02	534850,92	2,00
22	vier woningen Noordermeerweg	172556,37	534939,78	2,00
23	boerderij IJzerpad	172995,93	535071,10	2,00
24	boerderij Noordermeerweg	172805,85	535311,74	2,00
25	boerderij Noordermeerweg	172833,94	535361,36	2,00
26	boerderij Noordermeerweg	173103,19	535801,54	2,00
27	boerderij Noordermeerweg	173140,72	535875,66	2,00
28	vier woningen Noordermeerweg	173190,45	535957,28	2,00
29	boerderij Noordermeerweg	173422,87	536314,20	2,00
30	boerderij Noordermeerweg	173467,01	536381,82	2,00
31	vier woningen Noordermeerweg	173506,46	536468,23	2,00

NMDBi2/3(4D) Noordermeerdijk binnendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
277	Enercon E-82 3 MW	172805,00	536709,82	100,00
278	Enercon E-82 3 MW	172628,03	536422,52	100,00
279	Enercon E-82 3 MW	172451,05	536135,22	100,00
280	Enercon E-82 3 MW	172274,07	535847,92	100,00
281	Enercon E-82 3 MW	172097,10	535560,61	100,00
282	Enercon E-82 3 MW	171920,12	535273,31	100,00
283	Enercon E-82 3 MW	171743,15	534986,01	100,00
284	Enercon E-82 3 MW	171561,31	534690,82	100,00
285	Enercon E-82 3 MW	171392,79	534417,25	100,00
286	Enercon E-82 3 MW	171224,27	534143,68	100,00
287	Enercon E-82 3 MW	171055,76	533870,11	100,00
288	Enercon E-82 3 MW	170887,24	533596,54	100,00
289	Enercon E-82 3 MW	170718,72	533322,97	100,00
290	Enercon E-82 3 MW	170550,21	533049,40	100,00
291	Enercon E-82 3 MW	170381,69	532775,83	100,00
292	Enercon E-82 3 MW	170213,17	532502,27	100,00
293	Enercon E-82 3 MW	170044,66	532228,70	100,00
294	Enercon E-82 3 MW	169876,14	531955,13	100,00
295	Enercon E-82 3 MW	169707,62	531681,56	100,00
296	Enercon E-82 3 MW	169539,11	531407,99	100,00

NMDBi2/3(5D) Noordermeerdijk binnendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
297	Enercon E-82 3 MW	172805,00	536709,82	100,00
298	Enercon E-82 3 MW	172592,63	536365,06	100,00
299	Enercon E-82 3 MW	172380,26	536020,30	100,00
300	Enercon E-82 3 MW	172167,89	535675,53	100,00
301	Enercon E-82 3 MW	171955,52	535330,77	100,00
302	Enercon E-82 3 MW	171743,15	534986,01	100,00
303	Enercon E-82 3 MW	171522,74	534628,21	100,00
304	Enercon E-82 3 MW	171302,34	534270,40	100,00
305	Enercon E-82 3 MW	171081,94	533912,60	100,00
306	Enercon E-82 3 MW	170861,53	533554,80	100,00
307	Enercon E-82 3 MW	170641,13	533197,00	100,00
308	Enercon E-82 3 MW	170420,72	532839,20	100,00
309	Enercon E-82 3 MW	170200,32	532481,40	100,00
310	Enercon E-82 3 MW	169979,91	532123,59	100,00
311	Enercon E-82 3 MW	169759,51	531765,79	100,00
312	Enercon E-82 3 MW	169539,11	531407,99	100,00

NMDBi5/8(4D) Noordermeerdijk binnendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
105	Enercon E-126 6 MW	169165,50	530158,29	135,00
106	Enercon E-126 6 MW	169160,32	529668,29	135,00
107	Enercon E-126 6 MW	169155,15	529178,29	135,00
108	Enercon E-126 6 MW	169149,98	528688,29	135,00
109	Enercon E-126 6 MW	169144,82	528198,29	135,00
110	Enercon E-126 6 MW	169139,65	527708,29	135,00
111	Enercon E-126 6 MW	169134,48	527218,29	135,00
112	Enercon E-126 6 MW	169129,31	526728,29	135,00
113	Enercon E-126 6 MW	169124,14	526238,29	135,00
114	Enercon E-126 6 MW	169118,97	525748,29	135,00
115	Enercon E-126 6 MW	169113,80	525258,29	135,00
116	Enercon E-126 6 MW	169108,63	524768,29	135,00
117	Enercon E-126 6 MW	169103,46	524278,29	135,00
118	Enercon E-126 6 MW	169098,29	523788,29	135,00
119	Enercon E-126 6 MW	169093,12	523298,29	135,00
120	Enercon E-126 6 MW	169087,95	522808,29	135,00
121	Enercon E-126 6 MW	169082,78	522318,29	135,00
122	Enercon E-126 6 MW	169077,61	521828,29	135,00

NMDBi5/8(5D) Noordermeerdijk binnendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
326	Enercon E-126 6 MW	172805,00	536709,82	135,00
327	Enercon E-126 6 MW	172478,41	536179,64	135,00
328	Enercon E-126 6 MW	172151,82	535649,45	135,00
329	Enercon E-126 6 MW	171825,23	535119,27	135,00
330	Enercon E-126 6 MW	171498,64	534589,09	135,00
331	Enercon E-126 6 MW	171172,05	534058,91	135,00
332	Enercon E-126 6 MW	170845,46	533528,72	135,00
333	Enercon E-126 6 MW	170518,87	532998,54	135,00
334	Enercon E-126 6 MW	170192,28	532468,36	135,00
335	Enercon E-126 6 MW	169865,69	531938,17	135,00
336	Enercon E-126 6 MW	169539,11	531407,99	135,00

NMDBU2/3(4D) Noordermeerdijk buitendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
337	Siemens SWT 3.6	171929,54	537260,80	100,00
338	Siemens SWT 3.6	171711,40	536906,85	100,00
339	Siemens SWT 3.6	171493,26	536552,90	100,00
340	Siemens SWT 3.6	171275,12	536198,95	100,00
341	Siemens SWT 3.6	171056,98	535845,01	100,00
342	Siemens SWT 3.6	170838,84	535491,06	100,00
343	Siemens SWT 3.6	170620,70	535137,11	100,00
344	Siemens SWT 3.6	170402,56	534783,16	100,00
345	Siemens SWT 3.6	170184,42	534429,21	100,00
346	Siemens SWT 3.6	169966,28	534075,27	100,00
347	Siemens SWT 3.6	169748,14	533721,32	100,00
348	Siemens SWT 3.6	169530,00	533367,37	100,00
349	Siemens SWT 3.6	169311,86	533013,42	100,00
350	Siemens SWT 3.6	169093,72	532659,47	100,00
351	Siemens SWT 3.6	168875,58	532305,52	100,00
352	Siemens SWT 3.6	168657,44	531951,58	100,00

NMDBU2/3(5D) Noordermeerdijk buitendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
353	Siemens SWT 3.6	171929,54	537260,80	100,00
354	Siemens SWT 3.6	171656,87	536818,36	100,00
355	Siemens SWT 3.6	171384,19	536375,93	100,00
356	Siemens SWT 3.6	171111,51	535933,49	100,00
357	Siemens SWT 3.6	170838,84	535491,06	100,00
358	Siemens SWT 3.6	170566,16	535048,62	100,00
359	Siemens SWT 3.6	170293,49	534606,19	100,00
360	Siemens SWT 3.6	170020,81	534163,75	100,00
361	Siemens SWT 3.6	169748,14	533721,32	100,00
362	Siemens SWT 3.6	169475,46	533278,88	100,00
363	Siemens SWT 3.6	169202,79	532836,45	100,00
364	Siemens SWT 3.6	168930,11	532394,01	100,00
365	Siemens SWT 3.6	168657,44	531951,58	100,00

NMDBU5/8(4D) Noordermeerdijk buitendijks; turbines, geometrie

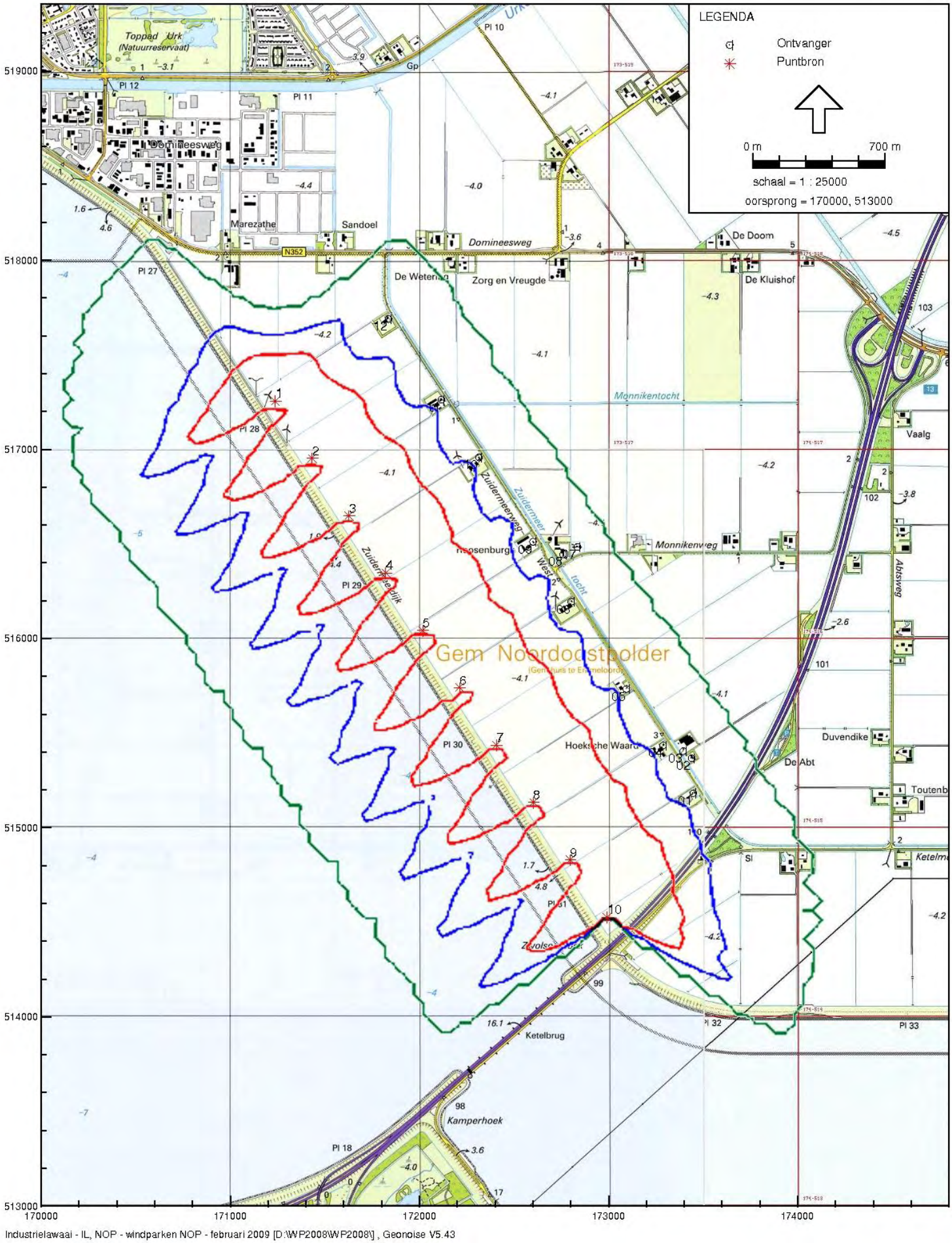
Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
366	Enercon E-126 6 MW	171929,54	537260,80	110,00
367	Enercon E-126 6 MW	171656,87	536818,36	110,00
368	Enercon E-126 6 MW	171384,19	536375,93	110,00
369	Enercon E-126 6 MW	171111,51	535933,49	110,00
370	Enercon E-126 6 MW	170838,84	535491,06	110,00
371	Enercon E-126 6 MW	170566,16	535048,62	110,00
372	Enercon E-126 6 MW	170293,49	534606,19	110,00
373	Enercon E-126 6 MW	170020,81	534163,75	110,00
374	Enercon E-126 6 MW	169748,14	533721,32	110,00
375	Enercon E-126 6 MW	169475,46	533278,88	110,00
376	Enercon E-126 6 MW	169202,79	532836,45	110,00
377	Enercon E-126 6 MW	168930,11	532394,01	110,00
378	Enercon E-126 6 MW	168657,44	531951,58	110,00

NMDBU5/8(5D) Noordermeerdijk buitendijks; turbines, geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
379	Enercon E-126 6 MW	171929,54	537260,80	110,00
380	Enercon E-126 6 MW	171602,33	536729,88	110,00
381	Enercon E-126 6 MW	171275,12	536198,96	110,00
382	Enercon E-126 6 MW	170947,91	535668,03	110,00
383	Enercon E-126 6 MW	170620,70	535137,11	110,00
384	Enercon E-126 6 MW	170293,49	534606,19	110,00
385	Enercon E-126 6 MW	169966,28	534075,27	110,00
386	Enercon E-126 6 MW	169639,07	533544,34	110,00
387	Enercon E-126 6 MW	169311,86	533013,42	110,00
388	Enercon E-126 6 MW	168984,65	532482,50	110,00
389	Enercon E-126 6 MW	168657,44	531951,58	110,00

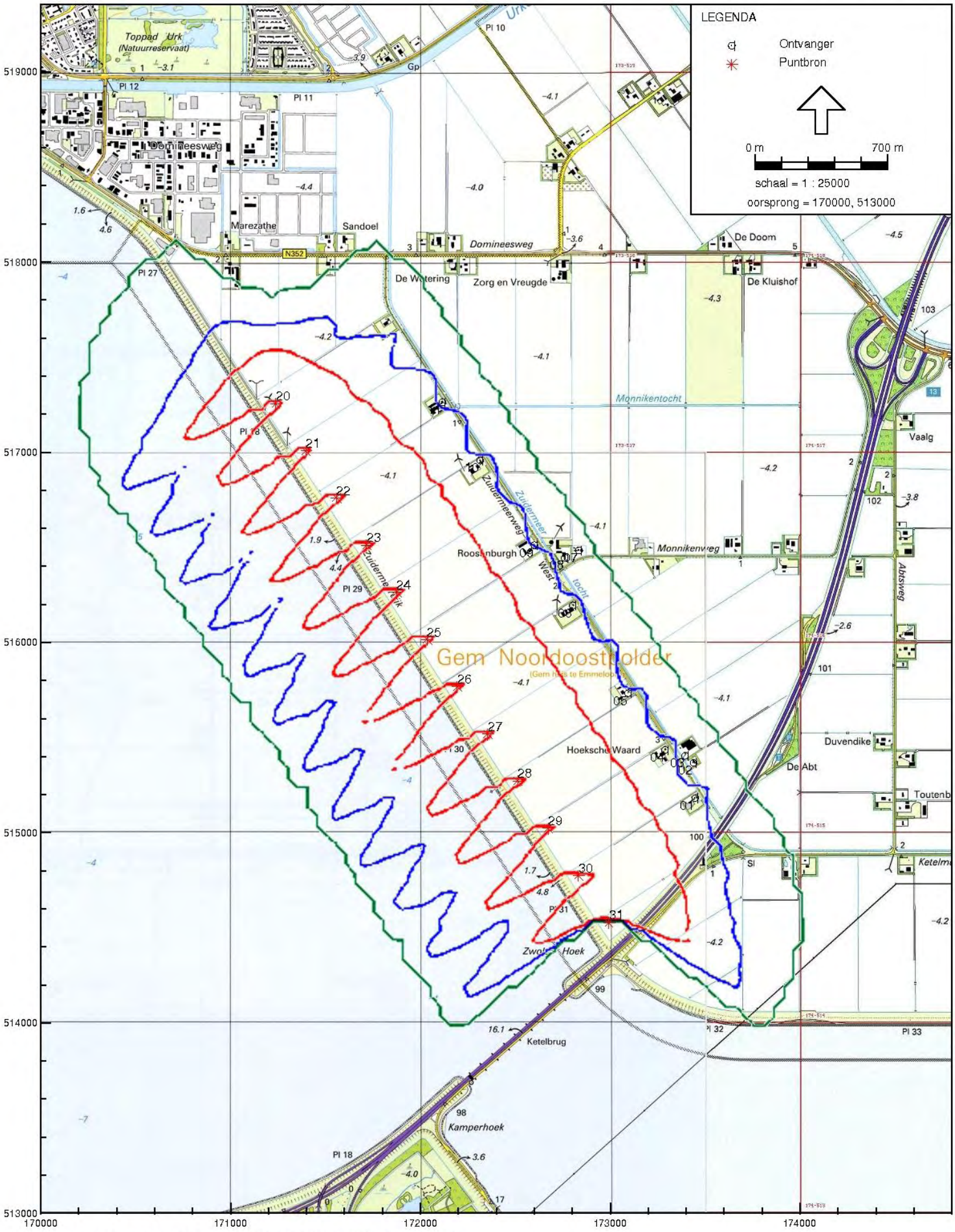
figuur 1 : schaduwcontouren ZMDL(4D)

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

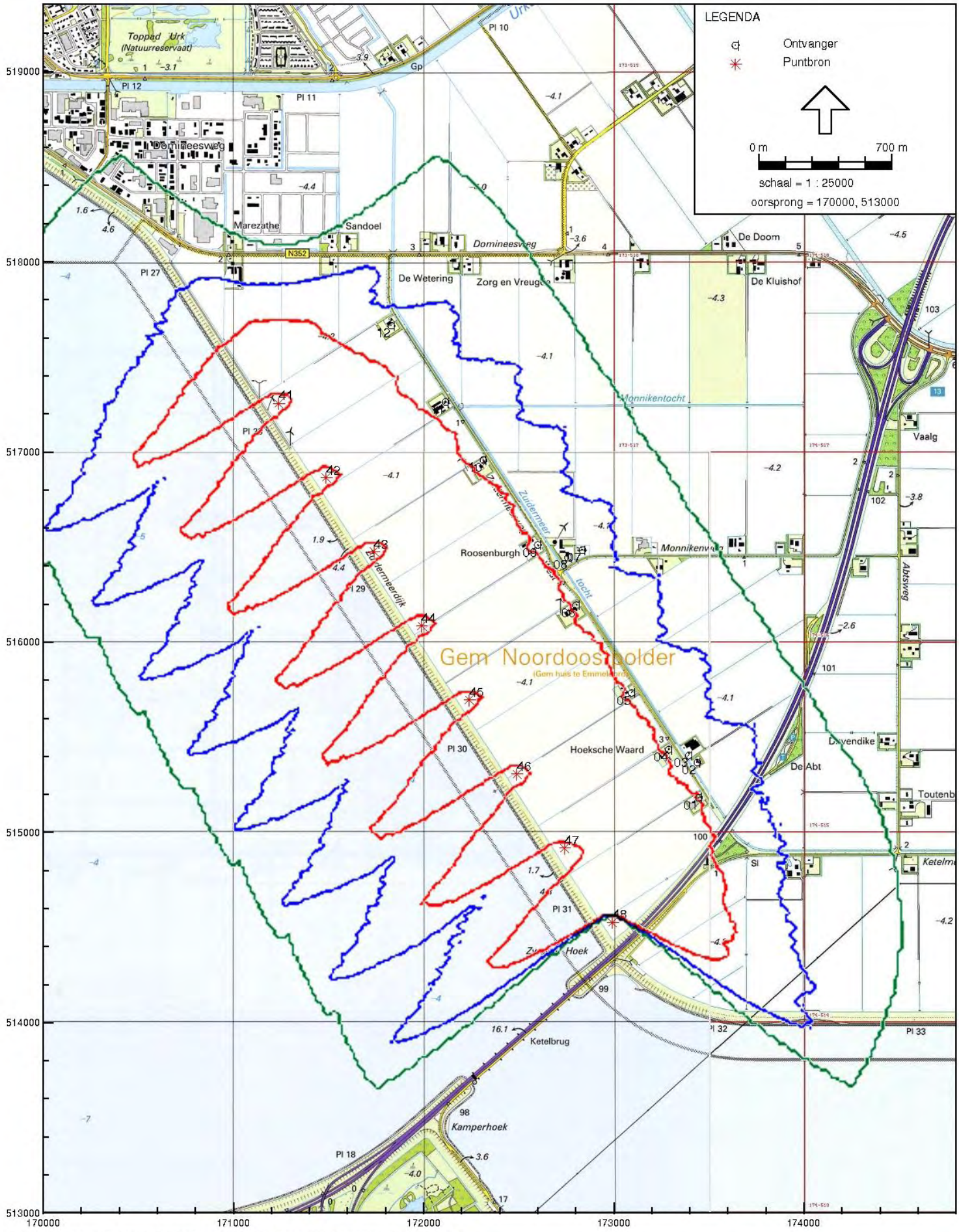
groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

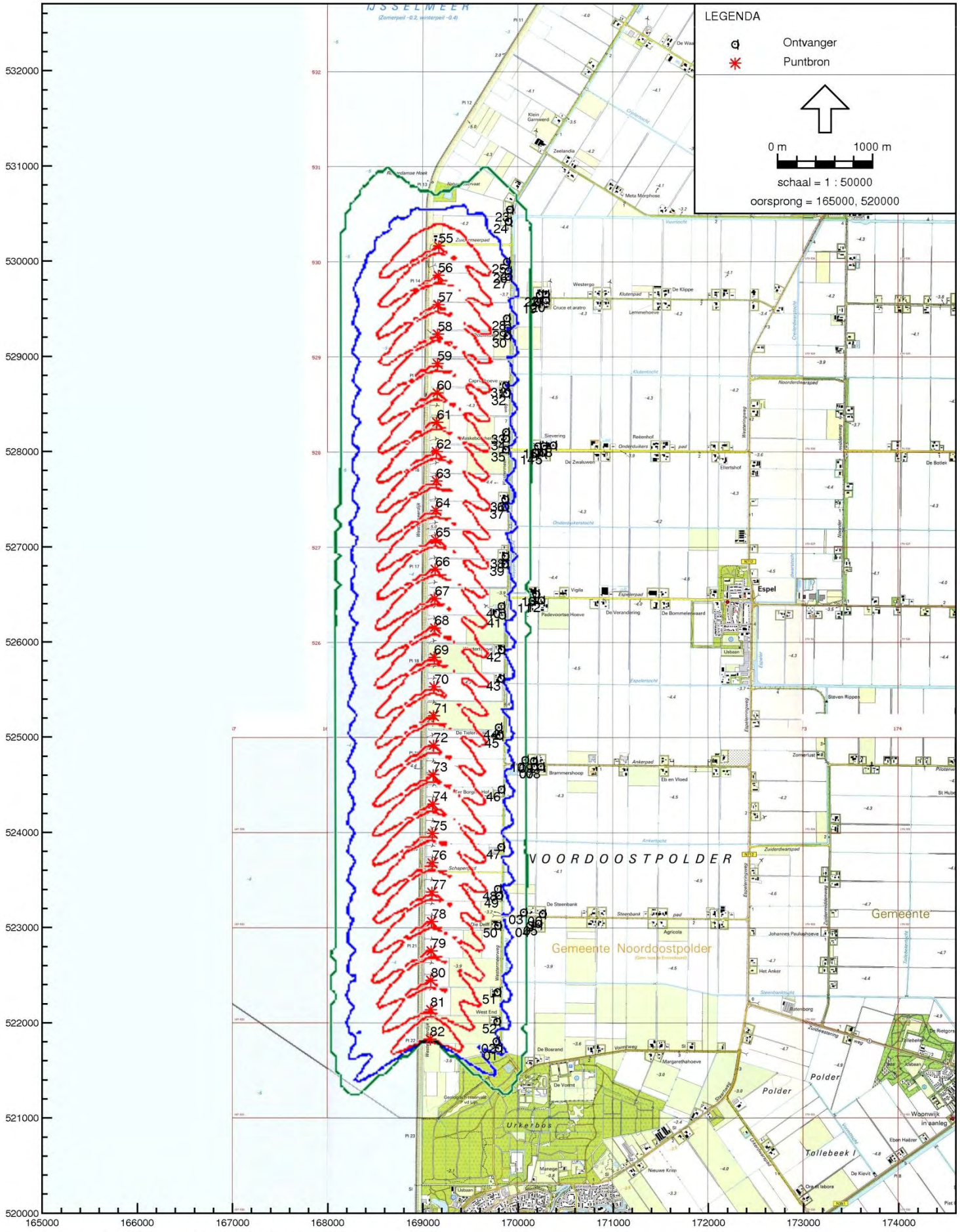
figuur 3 : schaduwcontouren ZMD5/8(4D)

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



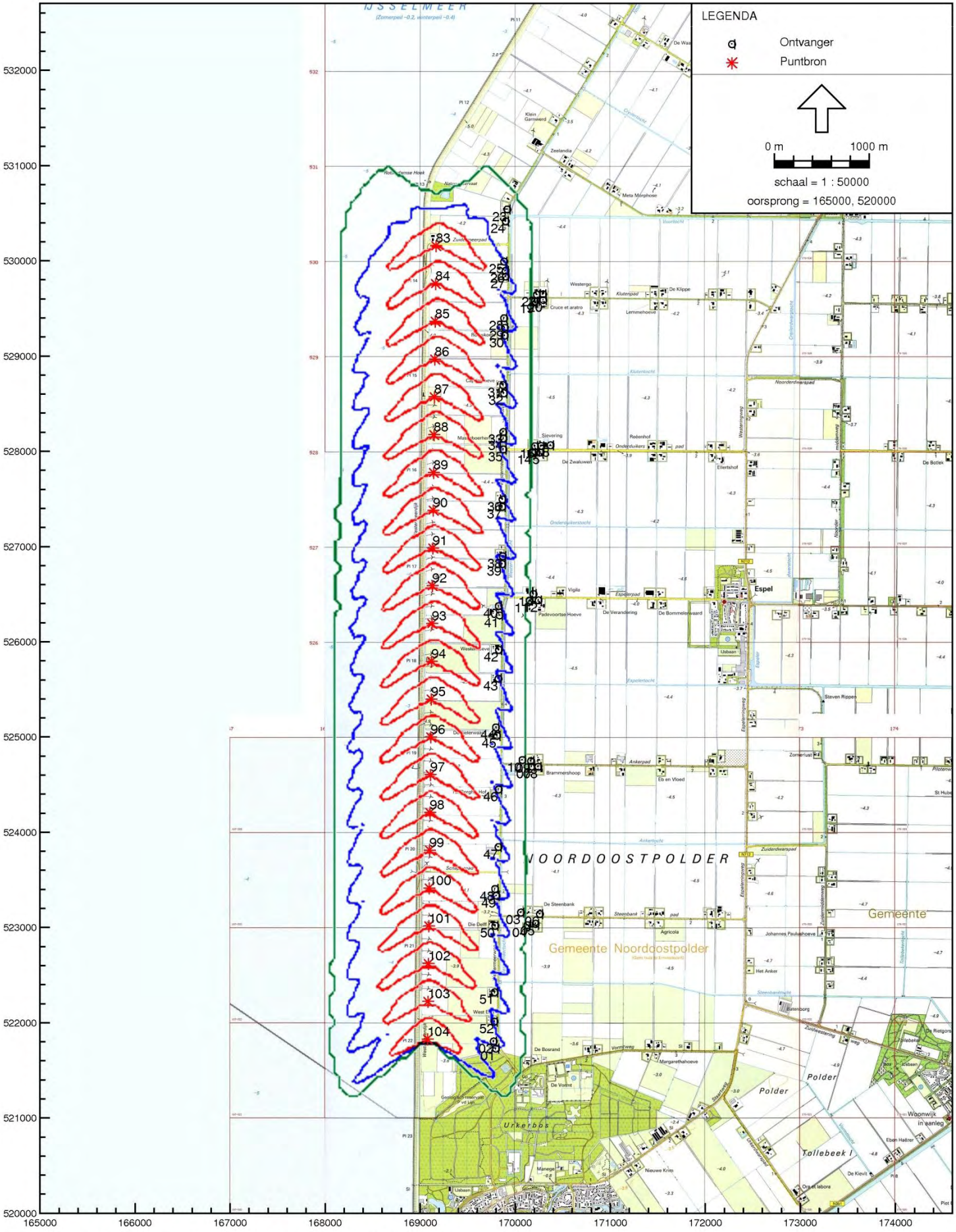
Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



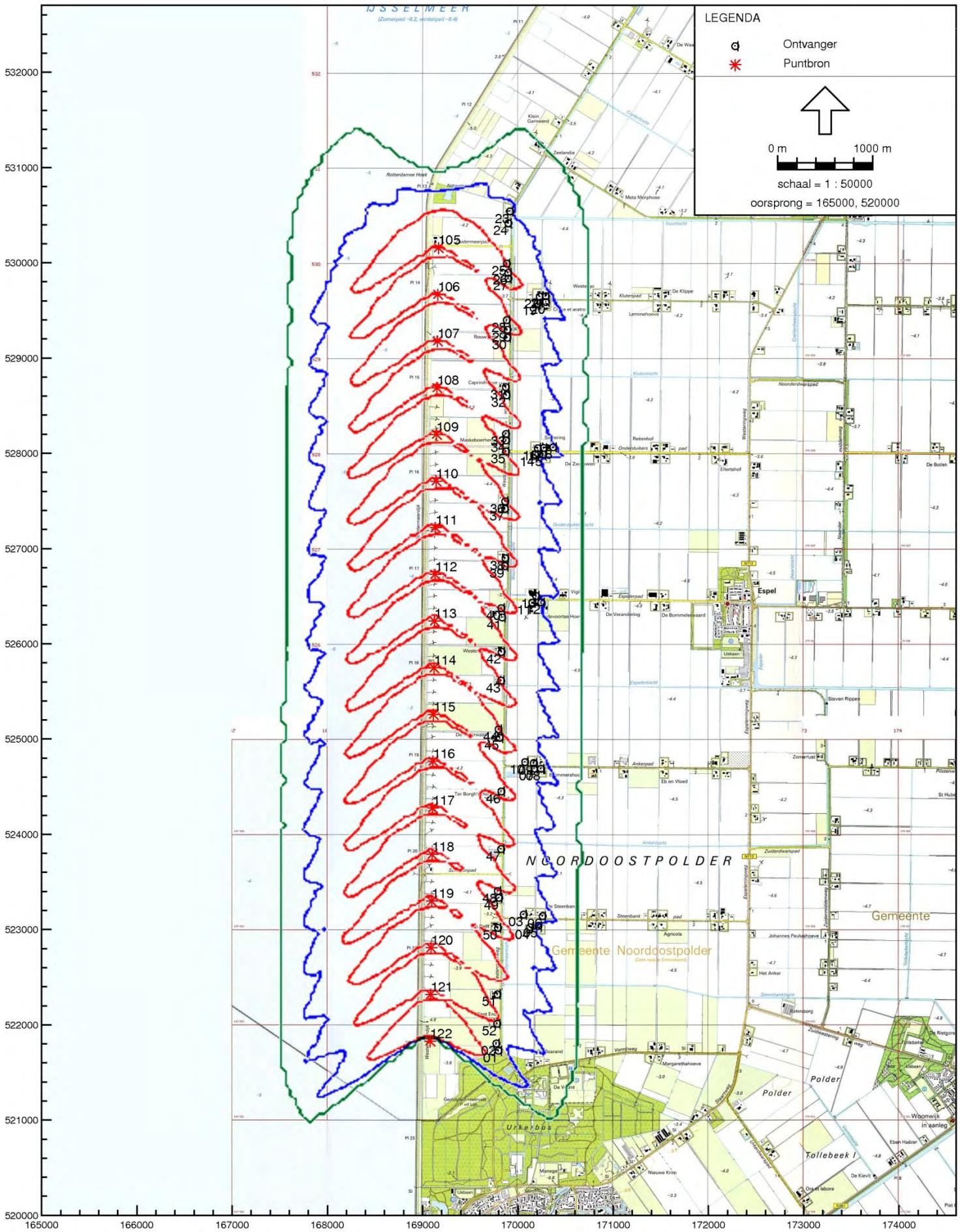
Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



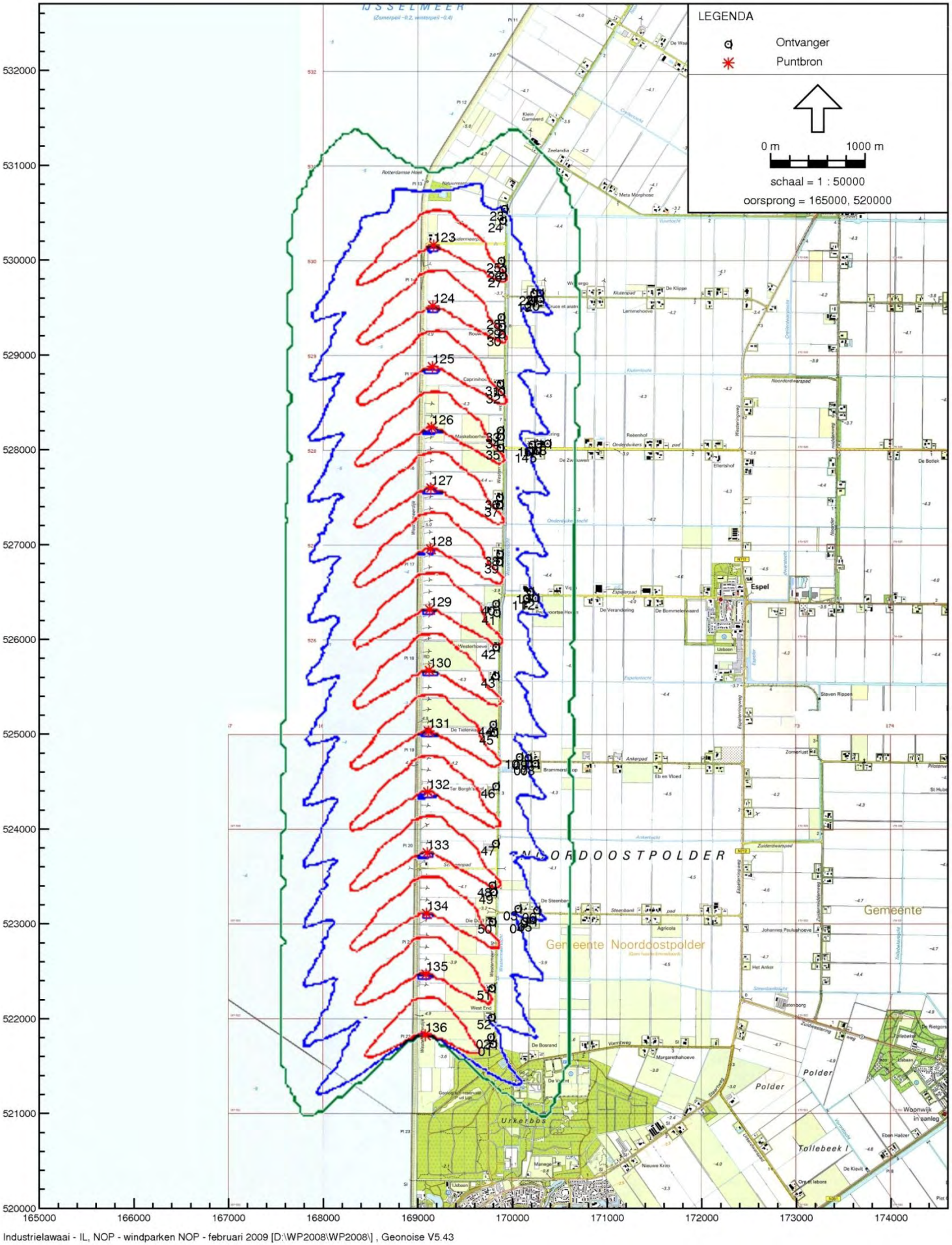
Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



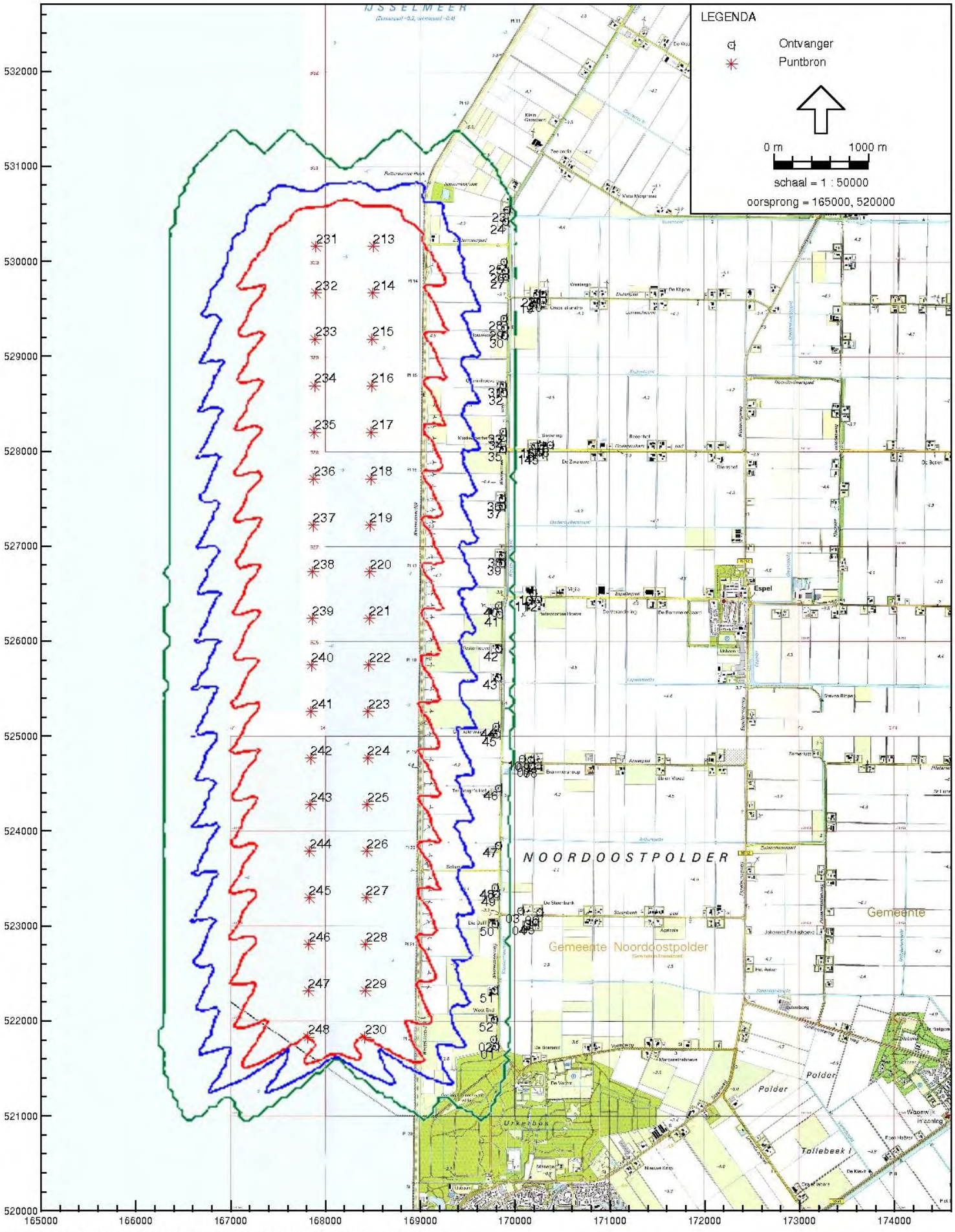
Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



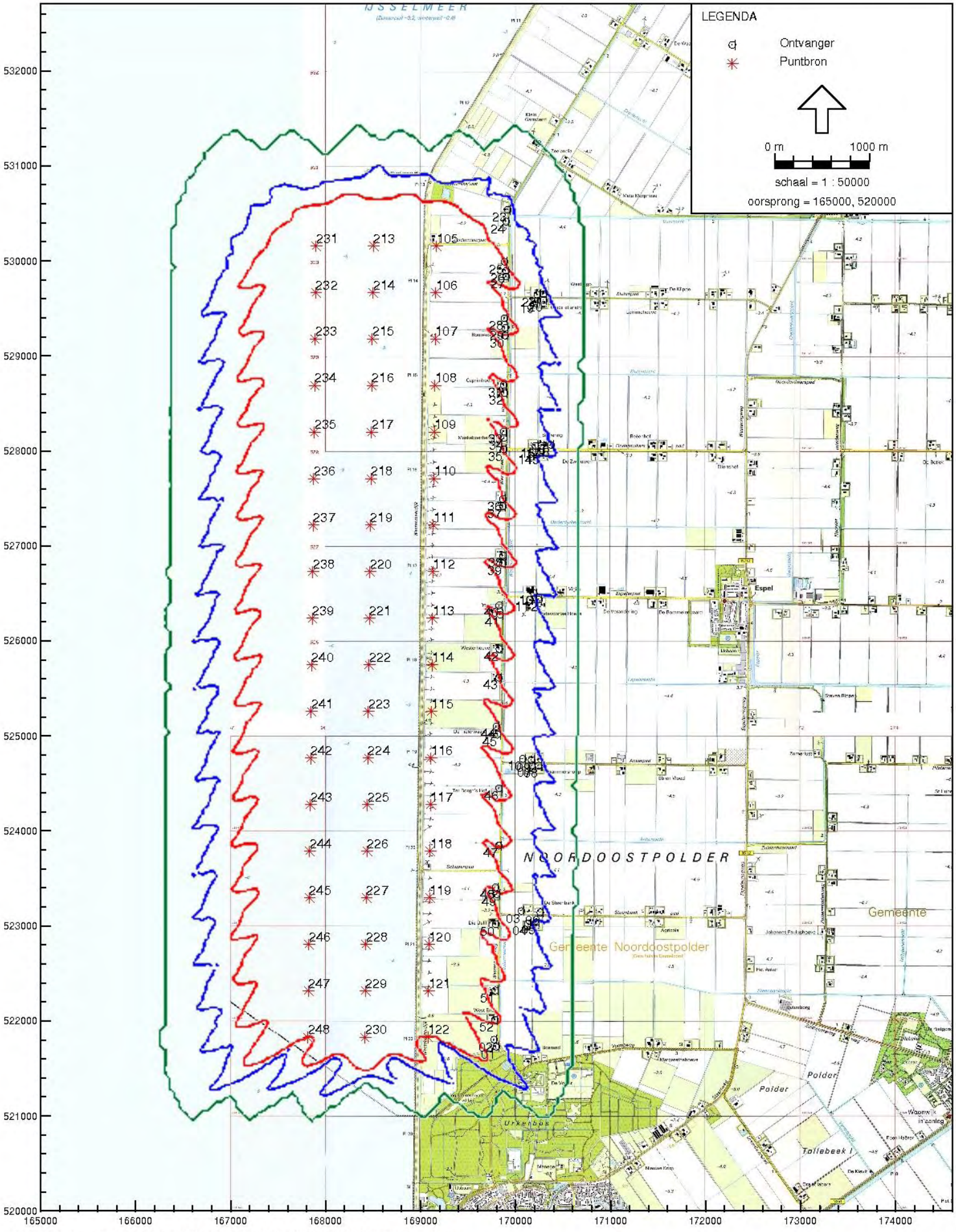
Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



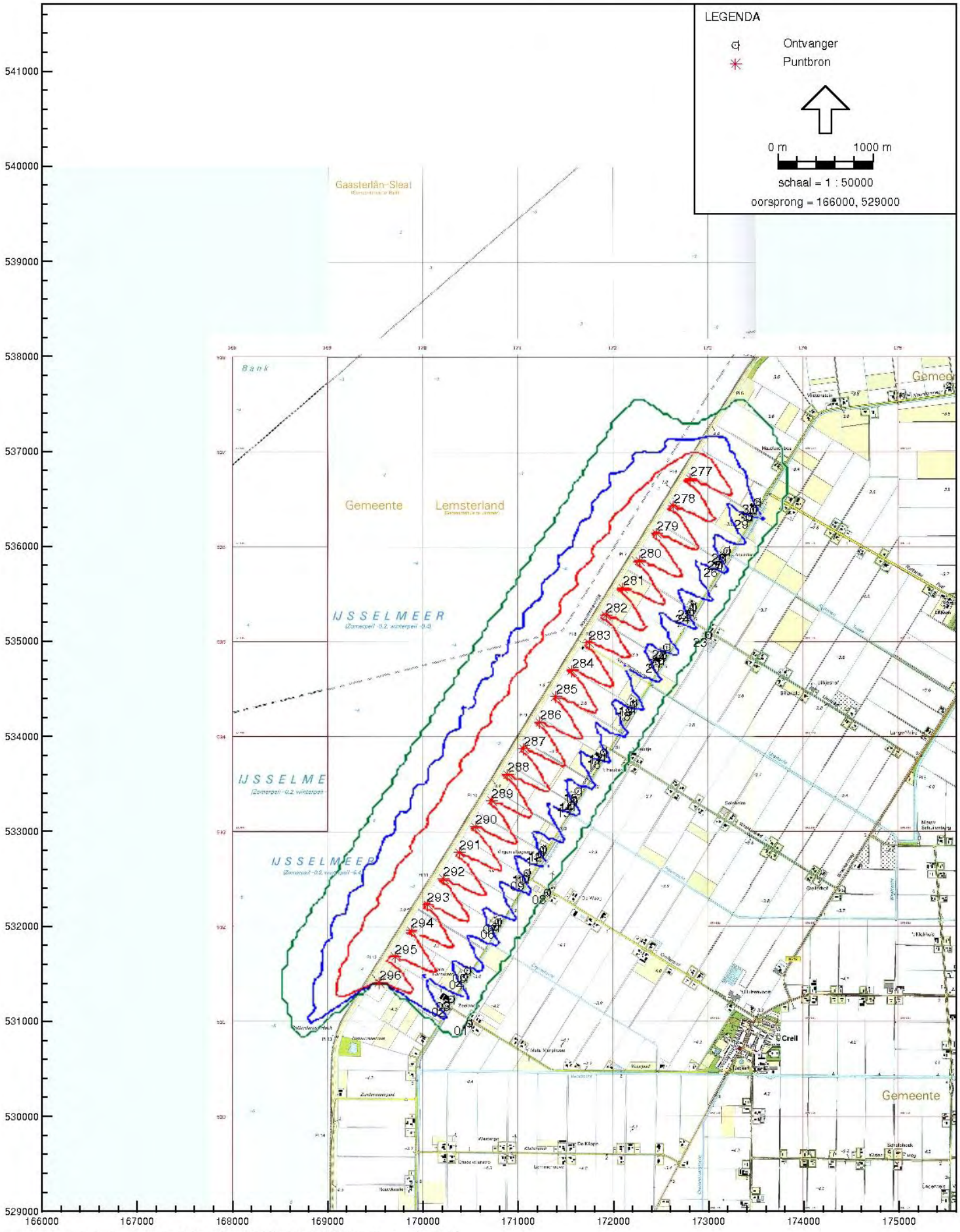
Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

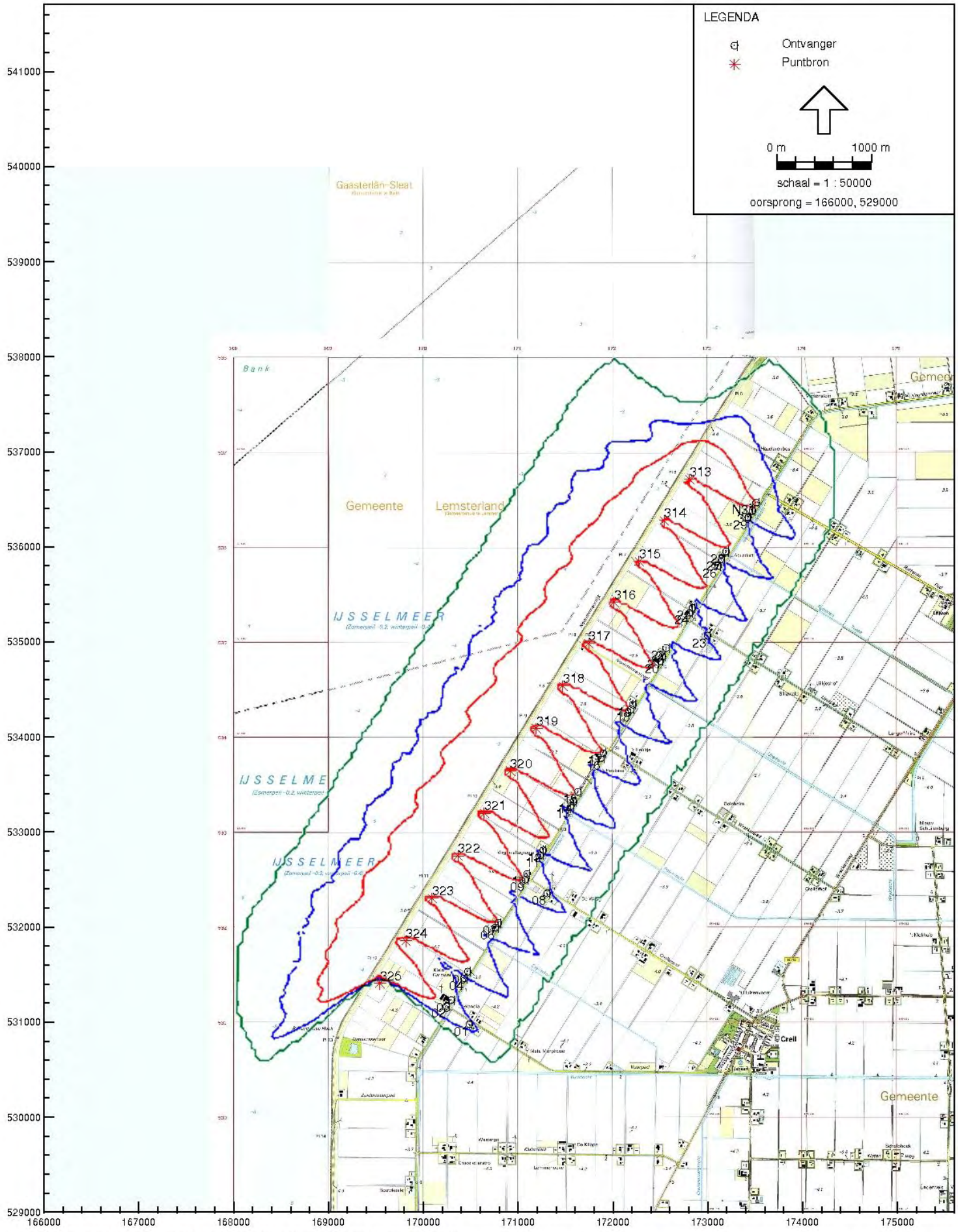
groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

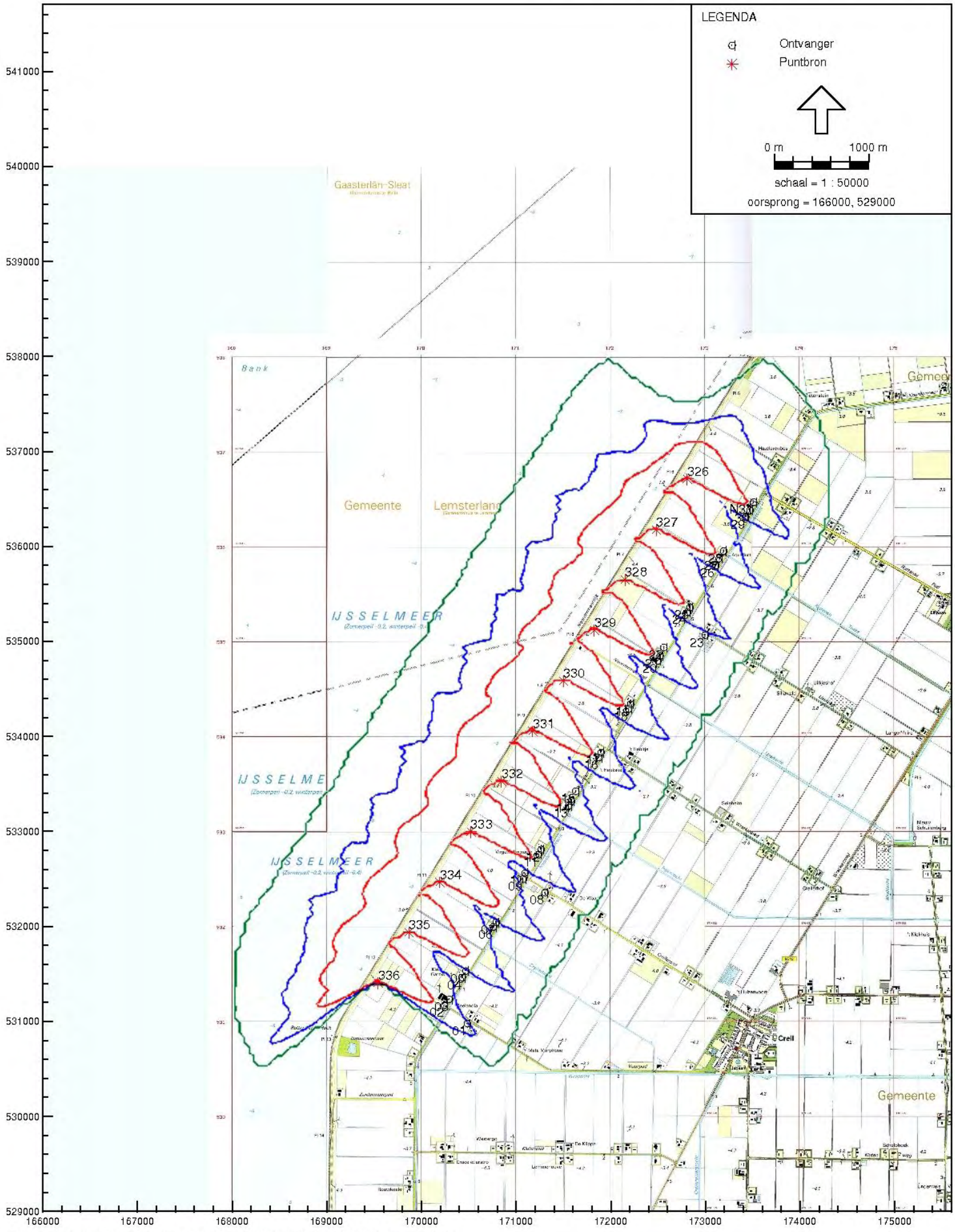
figuur 11 : schaduwcontouren NMDBi5/8(4D)

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



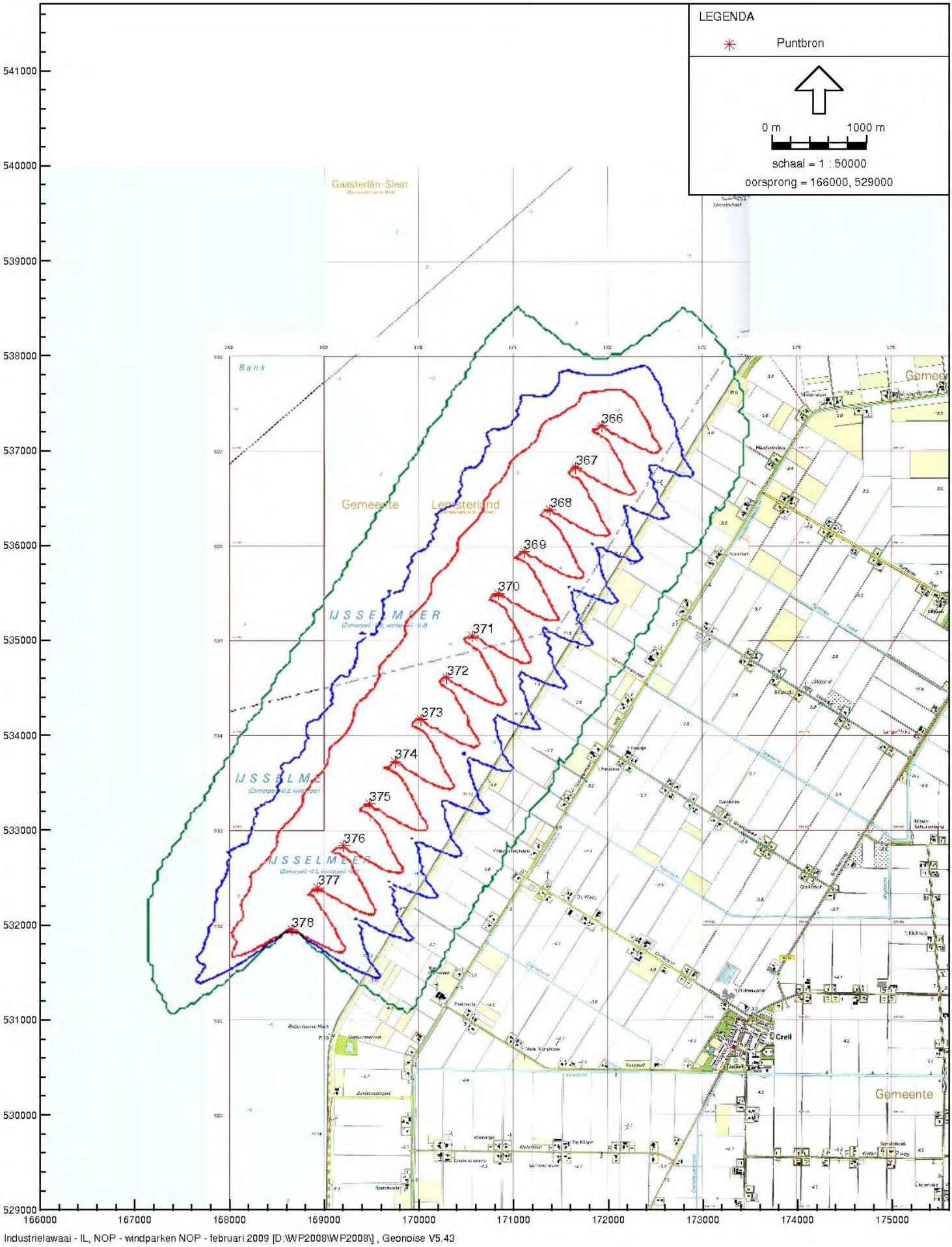
Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduwhinder per jaar



Industrielawaai - IL, NOP - windparken NOP - februari 2009 [D:\WP2008\WP2008\] , Geonoise V5.43

BIJLAGE L

SCHEEPVAART VEILIGHEID BEREKENINGEN

TOELICHTING KANSBEREKENINGEN NAUTISCHE VEILIGHEID

Kansbepaling aanvaring of aandrijving
De kans op het aanvaren van een windturbine door een schip wordt door verschillende factoren bepaald. De totale kans op een aanvaring of aandrijving is samengesteld door kleinere afzonderlijke factoren met ieder hun eigen kans.
De kans dat een mast waarop een windturbine staat wordt geraakt, wordt bepaald door:

- Het aantal passerende schepen;
- De grootte van het schip;
- De kans op aanvaring of aandrijving;
- Weersomstandigheden;
- Kans op het falen van schip.

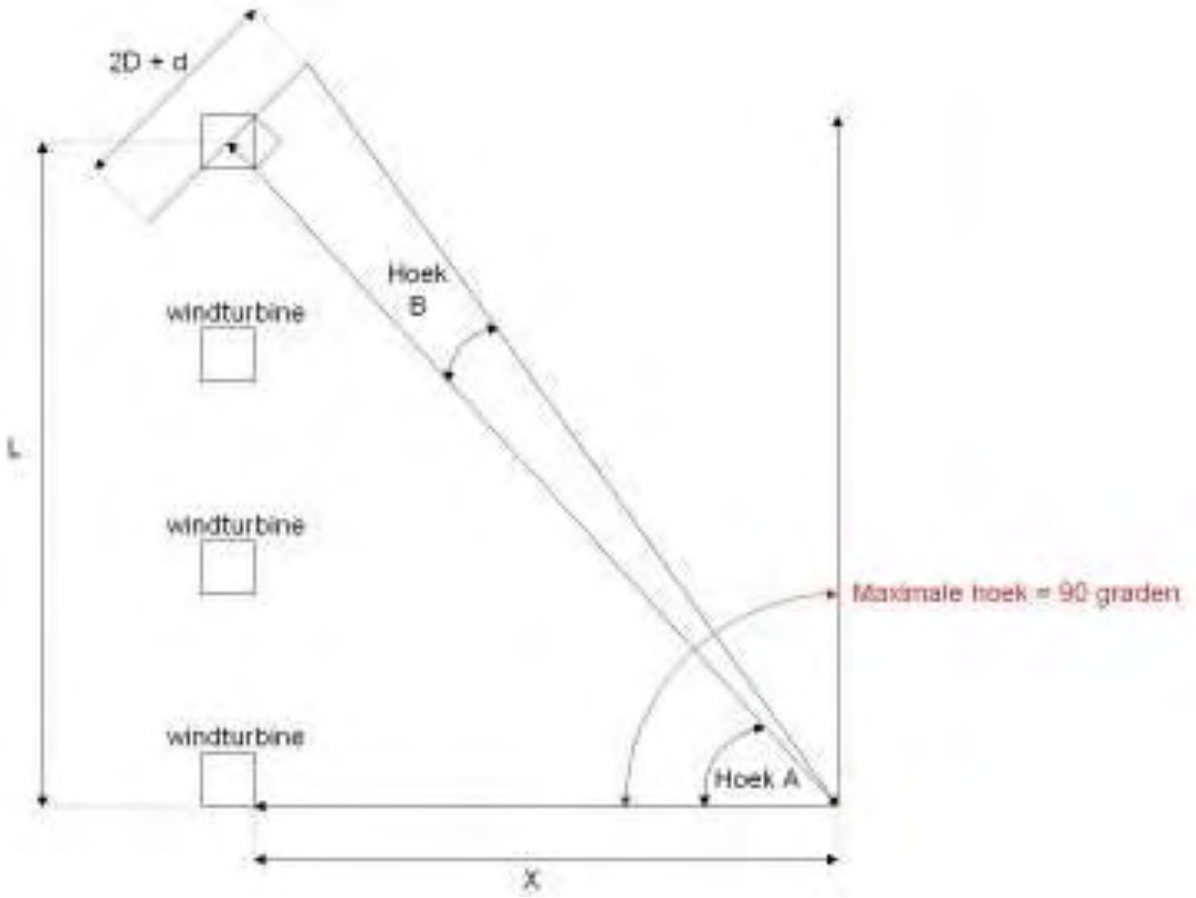
Veel van deze factoren zullen voor de twee varianten die getoetst zullen worden hetzelfde blijven. Deze zijn niet te beïnvloeden en zijn onafhankelijk van de variant. De factor die door de verschillende varianten wordt beïnvloed is de kans op aanvaring of aandrijving. Afhankelijk van de gekozen vermogenvariant is de opstelling van de windturbines afwijkend, waardoor de kans op een aanvaring of aandrijving verschillend is.

Kans op aanvaring of aandrijving
Voor de kansbepaling van aanvaring danwel driften zijn enkele aannames gedaan. Er wordt van uitgegaan dat de 5/8 MW turbines een grotere mast voor ondersteuning hebben dan de 3/4 MW turbines. Niet alleen de afmeting van de pilaren voor ondersteuning maar ook de breedte van de schepen zijn meegenomen. Er wordt tevens van uitgegaan dat de breedte van de schepen die schade kunnen veroorzaken 10 meter breed zullen zijn, daar alleen de grotere schepen genoeg kinetische energie kunnen overdragen om schade te veroorzaken.

De kans op het aanvaren of aandrijven is berekend vanuit het oogpunt dat een schip met een specifieke hoek één van de turbines zal raken. Vanuit dit punt kan met een maximale hoek van 90° alle afzonderlijke turbines geraakt worden. De afzonderlijke hoeken waarin een turbine geraakt kan worden zijn bij elkaar opgeteld en gedeeld door de maximale hoek van 90°.

In het onderstaande figuur is tweemaal hoek β de hoek waarin een turbine geraakt kan worden. In deze hoek β is de breedte van de turbine (d) en van de schepen (2D) meegenomen. Deze hoek is voor elke turbine bepaald. De uitkomsten zijn gesommeerd en gedeeld door de maximale hoek van 90°. Dit geeft de kans van aanvaren aan.

Figuur E.1 Berekening botsfrequentie



Bron: Royal Haskoning, 2007

Kans op uit koers raken

In de veiligheidsbalans 2008 Binnenwateren, opgesteld door de Inspectie Verkeer en Waterstaat, kan een overzicht worden gevonden van het totaal aantal scheepvaartongevallen op de binnenwateren in Nederland in de afgelopen jaren (tabel E1). Voor 2006 is dit 735. Vervolgens is via het CBS het totaal aantal binnenvaartscheepsbewegingen in Nederland opgevraagd (tabel E2).

Tabel E1: Scheepsongevallen binnenwateren

	2002	2003	2004	2005	2006
Aantal scheepsongevallen	615	604	705	714	735

Bron: Inspectie V&W, 2008

Tabel E2: Binnenvaart scheepvaartbewegingen

Jaar	Totaal aantal binnenvaartscheepsbewegingen
2002	369032
2003	386709
2004	365445
2005	342799
2006	327778

Bron: CBS, 2009

Wanneer deze getallen gedeeld worden is de kans op een ongeval op de Nederlandse binnenwateren te bepalen.

Deze kans is per jaar als volgt:

Jaar	Kans op ongeval
2002	$1,6 * 10^{-3}$
2003	$1,5 * 10^{-3}$
2004	$1,9 * 10^{-3}$
2005	$2,1 * 10^{-3}$
2006	$2,2 * 10^{-3}$
Gemiddeld	$1,86 * 10^{-3}$

Het is echter aannemelijk dat de ongevalskans op het IJsselmeer voor de kust van de Noordoostpolder aanzienlijk kleiner is. In de statistieken zijn locaties met vele hogere risico's meegenomen. Onder andere locaties met een hogere scheepvaartintensiteit en een kleiner wateroppervlak, waardoor uitwijken moeilijker is. Ook zijn hier alle schepen meegerekend, ook schepen met een breedte kleiner dan 10 meter. Deze zijn volgens Haskoning echter redelijkerwijs niet in staat dusdanige schade tijdens een aanvaring te veroorzaken dat de turbine kan beschadigen. Persoonlijk letsel is echter natuurlijk niet uitgesloten, maar wel aanzienlijk kleiner. Derhalve kan dus worden gesteld dat de gebruikte cijfers een worstcase benadering weergeven en de werkelijke kans op aanvaring, schade en letsel dus aanzienlijk lager zal liggen.

707016
1 oktober 2009

MER Windpark Noordoostpolder

Bijlagen

Opdrachtgever | Koepel Windenergie Noordoostpolder

Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	Milieu Effect Rapport Windpark Noordoostpolder Bijlagen
Soort document	Definitieve rapportage | 1 oktober 2009
Projectnaam	Windpark Noordoostpolder
Projectnummer	707016
Opdrachtgever	Koepel Windenergie Noordoostpolder
Auteurs	Pondera Consult en anderen (zie kader)

Een eerder concept van dit rapport werd in 2007 opgesteld onder redactie van Royal Haskoning. Aan dit eindrapport hebben onder redactie van Pondera Consult de volgende organisaties bijgedragen: Alterra, Bureau Waardenburg, Grontmij, LBP, Timmermans Juridisch Advies B.V., Stibbe, Royal Haskoning, Van Grinsven Advies, Ventolines, TNO, Heinis Waterbeheer en Ecologie, TU Delft.

INHOUDSOPGAVE

Bijlage A

LITERATUURLIJST

BIJLAGE B:

BEGRIPPENLIJST

BIJLAGE C:

SAMENSTELLING KOEPEL WINDENERGIE NOORDOOSTPOLDER

BIJLAGE D:

OPSTELLING STAPELING AFWEGING
D1: EFFECTEN
D2: VERGELIJKING

BIJLAGE E:

ECOLOGISCHE STUDIES WINDPARKEN NOORDOOSTPOLDER

E1: EFFECTEN OP VOGELS VAN WINDENERGIEONTWIKKELING LANGS DE DIJKEN VAN DE NOORDOOSTPOLDER
E2: VELDONDERZOEK TOPPER EN ENKELE ANDERE EENDENSOORTEN LANGS DE KUST VAN DE NOORDOOSTPOLDER, WINTER 2007/2008
E3: VELDONDERZOEK VLEERMUIZEN
E4: INVENTARISATIE VAN RELEVANTE VISSOORTEN BIJ DE AANLEG VAN WINDPARK NOORDOOSTPOLDER
E5: WINDPARK NOORDOOSTPOLDER: EFFECTEN OP BESCHERMDE SOORTEN
E6: ECOLOGISCHE EFFECTEN SCHEEPVAARTVEILIGHEID VOORZIENING
E7: EFFECTEN VAN ONDERWATERGELUID OP VISSEN
E7.2: MEMO TNO ONDERWATERGELUID

BIJLAGE F:

WATERTOETS
F1: TRILLINGSRISICOANALYSE FUGRO
F2: AANBRENGEN KABELS BIJ DE NOORDOOSTPOLDER

BIJLAGE G:

VERSPREIDING ZOETWATERNEVEL LANGS DE IJSSELMEERDIJK

BIJLAGE H:

H1: VISUALISATIES
H2: TOETSINGSRAPPORT TU DELFT
H3: KUNSTUITINGEN EN WINDTURBINES

H4: VIEWSHEDS

BIJLAGE I

GELUIDSRAPPORTAGE

BIJLAGE J

RAPPORTAGE GRONTMIJ SCHEEPVAARTVEILIGHEIDVOORZIENING

BIJLAGE K

SLAGSCHADUWONDERZOEK VAN GRINSVEN

BIJLAGE L

SCHEEPVAARTVEILIGHEID BEREKENINGEN