Bijlage 1

De berekeningen van het aantal aanvaringsslachtoffers in windparken

In eerdere projecten zijn door Bureau Waardenburg twee berekeningswijzen gebruikt, om de aantallen aanvaringsslachtoffers van windparken in te kunnen schatten. De eerste berekeningswijze (route 1) maakt gebruik van het aantal aanvaringsslachtoffers per windturbine per dag. Deze methode geeft relatief goede uitkomsten maar is een totaal voor alle soorten samen. De tweede berekeningswijze (route 2) maakt gebruik van de aanvaringskans voor vogels die een windpark kruisen.

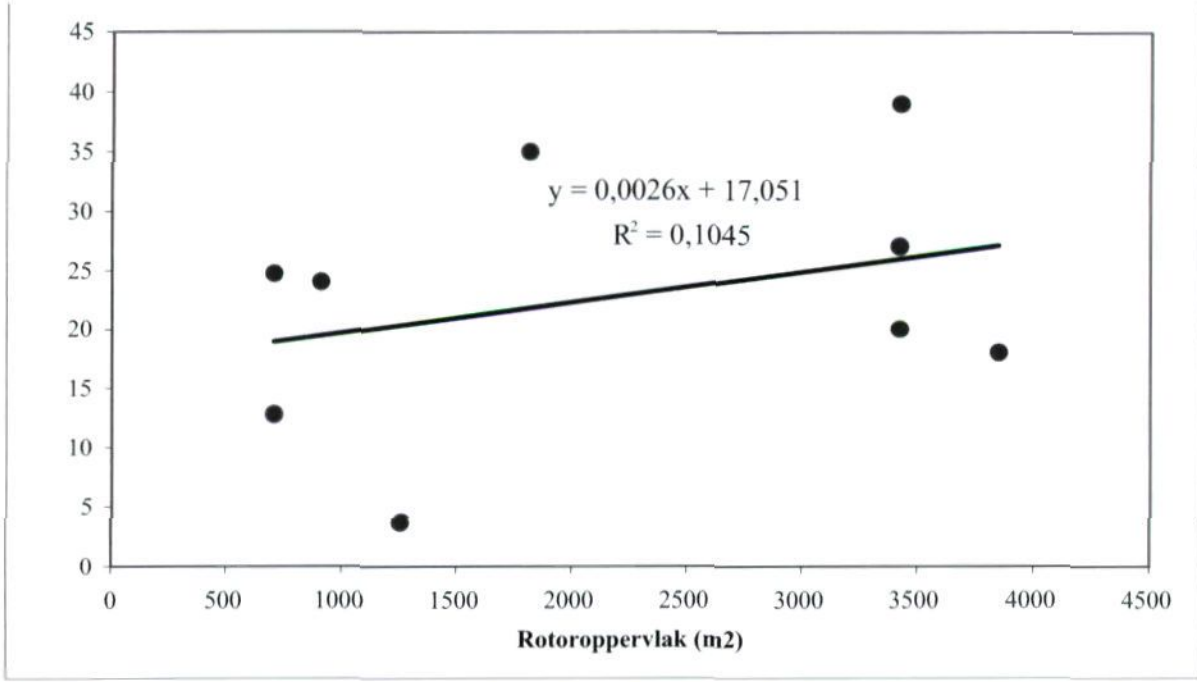
Route 1 Berekening op basis totaal aantal slachtoffers per turbine
Winkelman (1992a) vond 0,09 slachtoffer per dag per turbine in Oosterbierum. De turbines hadden een ashoogte van 35 m, een rotordiameter van 30 m en een rotoroppervlak van 707 m^2. Het windpark had 18 turbines van dit type. Inmiddels 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:

$Ns = 0{,}0026*Or + 17{,}051$

waarin:
Ns aantal vogelslachtoffers per jaar per turbine
Or het rotoroppervlak van de te gebruiken turbine (volgens πr^2)

De achtergrond van de gebruikte regressie is te vinden in figuur B1.1.



Figuur B1.1 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 einddocument voor informatie over flux in Oosterbierum en Wieringermeer/Almere);
- informatie over vogelsamenstelling 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 Ns 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 voorzorgprincipe 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.

$$Orc = (0{,}0001\ Or + 0{,}9026) * 706{,}9$$

waarin:
Orc 'gecorrigeerd' (effectief) rotoroppervlak
Or het rotoroppervlak van de te gebruiken turbine (volgens πr^2)
706,9 het rotoroppervlak van de turbines in Oosterbierum tijdens het onderzoek van Winkelman (1992a)

De complete berekening is dan als volgt:

$$Nswp = A * Cr * Ceff * Nd * Nv$$

waarin:
Nswp aantal slachtoffers in het park (per periode zie Nd, per soortgroep zie A)
A aanvaringskans (uit Winkelman 1992a, zie boven)
Cr correctie voor het verschil in totaal rotoroppervlak in verhouding tot het verticale vlak van het windpark (lengte * hoogte) ten opzichte van Oosterbierum

Ceff = Orc / Or
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
Nd aantal dagen met betreffende vliegbewegingen

Nv aantal passages van vogels per dag door het windpark
Nd*Nv= het totale aantal vogels per periode (jaar, seizoen)

Toelichting
Nd*Nv is de totale flux over een periode. Deze wordt geschat of gemeten in de nulsituate. Bij gebruik van die gegevens zijn de 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 Cr 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 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 (Cf) 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 Cf > 1 zijn.

Om een indruk te krijgen van de aantallen vliegbewegingen door Windpark Oosterbierum is het oorspronkelijke rapport van Winkelman (1992) 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 1.386 vogelvliegbewegingen door het park per nacht
periode half sep - half nov 13.107 vogelvliegbewegingen door het park per etmaal
Deze getallen kunnen als indicatie gebruikt worden bij het bepalen van Cf. Een exacte correctie voor fluxen is hier niet van toepassing, als je een goed fluxgetal hebt pas je route 2 (zie verder) toe. Cf 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 windfarms 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 windfarms 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 windfarm area, the majority passed well above the turbines (figure 4). Of those birds passing the windfarms 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.

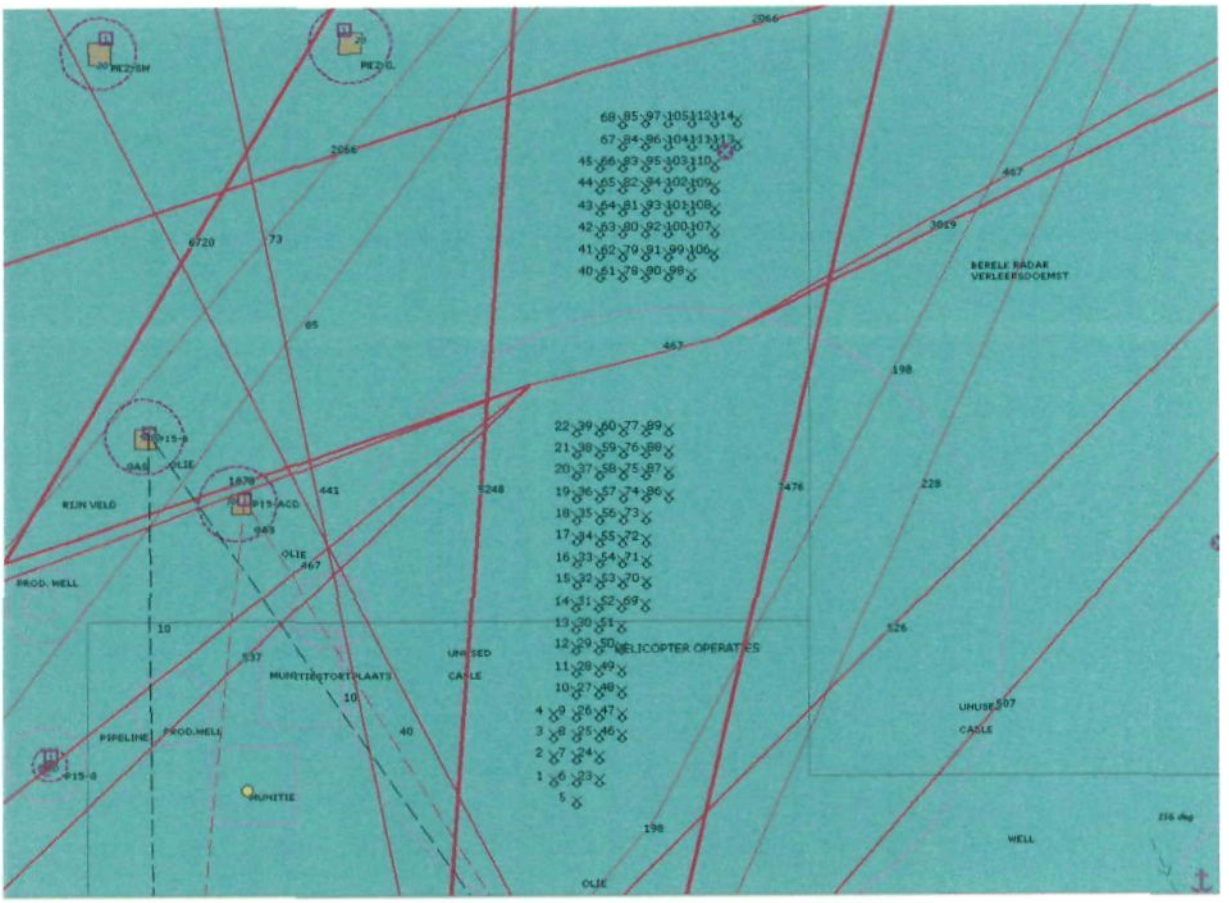
De uiteindelijke aanvaringskans voor alle vogels samen is in dezelfde orde van grootte als gevonden in Oosterbierum (zie tabel in Route 2).

Bijlage 2

Scheepvaartveiligheid A1

Bijlage A1:

Resultaten windpark Katwijk; basisvariant met 114 windturbines van 3 MW.



Figuur A1-1 Windpark Katwijk, basisvariant met 114 windturbines van 3 MW

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.KATW_3.0_B	5213,1	356,6	0,000527	0,000085	0,000617	0,000045	0,001274	785
002.KATW_3.0_B	5213,4	356,6	0,000500	0,000085	0,000610	0,000045	0,001240	807
003.KATW_3.0_B	5213,7	356,6	0,000481	0,000085	0,000601	0,000045	0,001212	825
004.KATW_3.0_B	5214,1	356,6	0,000466	0,000085	0,000595	0,000045	0,001191	840
005.KATW_3.0_B	*5212,7*	*357,1*	*0,000510*	*0,000085*	*0,000611*	*0,000045*	*0,001251*	*799*
006.KATW_3.0_B	5213,1	357,1	0,000312	0,000040	0,000585	0,000044	0,000981	1019
007.KATW_3.0_B	5213,4	357,1	0,000252	0,000029	0,000569	0,000043	0,000893	1120
008.KATW_3.0_B	5213,7	357,1	0,000237	0,000029	0,000560	0,000043	0,000869	1151
009.KATW_3.0_B	5214,1	357,1	0,000227	0,000029	0,000554	0,000043	0,000854	1170
010.KATW_3.0_B	5214,4	357,1	0,000228	0,000032	0,000549	0,000043	0,000851	1175
011.KATW_3.0_B	5214,8	357,1	0,000229	0,000035	0,000546	0,000044	0,000854	1170
012.KATW_3.0_B	5215,1	357,1	0,000231	0,000040	0,000542	0,000044	0,000858	1165
013.KATW_3.0_B	5215,4	357,1	0,000237	0,000048	0,000536	0,000045	0,000866	1154
014.KATW_3.0_B	5215,8	357,1	0,000243	0,000061	0,000533	0,000047	0,000884	1132
015.KATW_3.0_B	5216,1	357,1	0,000248	0,000081	0,000533	0,000048	0,000910	1099
016.KATW_3.0_B	5216,5	357,1	0,000257	0,000098	0,000527	0,000050	0,000932	1073
017.KATW_3.0_B	5216,8	357,1	0,000269	0,000114	0,000532	0,000051	0,000966	1035
018.KATW_3.0_B	5217,1	357,1	0,000277	0,000126	0,000534	0,000052	0,000990	1011
019.KATW_3.0_B	5217,5	357,1	0,000289	0,000138	0,000534	0,000053	0,001014	986
020.KATW_3.0_B	5217,8	357,1	0,000306	0,000148	0,000538	0,000053	0,001045	957
021.KATW_3.0_B	5218,1	357,1	0,000334	0,000159	0,000539	0,000053	0,001084	922
022.KATW_3.0_B	5218,5	357,1	0,000369	0,000171	0,000545	0,000053	0,001139	878
023.KATW_3.0_B	5213,1	357,7	0,000494	0,000086	0,000604	0,000045	0,001230	813
024.KATW_3.0_B	5213,4	357,7	0,000339	0,000053	0,000580	0,000044	0,001017	983
025.KATW_3.0_B	5213,7	357,7	0,000249	0,000034	0,000564	0,000044	0,000891	1123
026.KATW_3.0_B	5214,1	357,7	0,000206	0,000026	0,000551	0,000043	0,000826	1210
027.KATW_3.0_B	5214,4	357,7	0,000178	0,000022	0,000538	0,000043	0,000781	1281
028.KATW_3.0_B	5214,8	357,7	0,000155	0,000018	0,000527	0,000043	0,000743	1345
029.KATW_3.0_B	5215,1	357,7	0,000137	0,000016	0,000520	0,000043	0,000716	1397
030.KATW_3.0_B	5215,4	357,7	0,000133	0,000017	0,000514	0,000043	0,000707	1415
031.KATW_3.0_B	5215,8	357,7	0,000134	0,000021	0,000509	0,000044	0,000707	1414
032.KATW_3.0_B	5216,1	357,7	0,000134	0,000027	0,000506	0,000044	0,000712	1405
033.KATW_3.0_B	5216,5	357,7	0,000135	0,000034	0,000503	0,000046	0,000717	1395
034.KATW_3.0_B	5216,8	357,7	0,000137	0,000039	0,000504	0,000047	0,000727	1376
035.KATW_3.0_B	5217,1	357,7	0,000139	0,000043	0,000503	0,000048	0,000734	1363
036.KATW_3.0_B	5217,5	357,7	0,000142	0,000047	0,000506	0,000048	0,000743	1345
037.KATW_3.0_B	5217,8	357,7	0,000147	0,000052	0,000508	0,000049	0,000757	1321
038.KATW_3.0_B	5218,1	357,7	0,000160	0,000061	0,000512	0,000049	0,000782	1279
039.KATW_3.0_B	5218,5	357,7	0,000297	0,000170	0,000533	0,000054	0,001053	949
040.KATW_3.0_B	5220,9	357,7	0,000455	0,000176	0,000572	0,000053	0,001255	797
041.KATW_3.0_B	5221,2	357,7	0,000476	0,000176	0,000580	0,000052	0,001284	779
042.KATW_3.0_B	5221,5	357,7	0,000506	0,000176	0,000587	0,000052	0,001321	757
043.KATW_3.0_B	5221,9	357,7	0,000543	0,000175	0,000595	0,000052	0,001366	732
044.KATW_3.0_B	5222,2	357,7	0,000578	0,000175	0,000602	0,000052	0,001408	710

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
045.KATW_3.0_B	5222,6	357,7	0,000558	0,000175	0,000597	0,000052	0,001383	723
046.KATW_3.0_B	5213,7	358,2	0,000495	0,000091	0,000582	0,000046	0,001213	824
047.KATW_3.0_B	5214,1	358,2	0,000413	0,000075	0,000562	0,000045	0,001096	913
048.KATW_3.0_B	5214,4	358,2	0,000345	0,000063	0,000551	0,000045	0,001004	996
049.KATW_3.0_B	5214,8	358,2	0,000291	0,000053	0,000541	0,000045	0,000930	1076
050.KATW_3.0_B	5215,1	358,2	0,000249	0,000046	0,000533	0,000044	0,000873	1145
051.KATW_3.0_B	5215,4	358,2	0,000214	0,000042	0,000523	0,000045	0,000823	1214
052.KATW_3.0_B	5215,8	358,2	0,000186	0,000039	0,000517	0,000045	0,000787	1271
053.KATW_3.0_B	5216,1	358,2	0,000162	0,000037	0,000507	0,000045	0,000752	1331
054.KATW_3.0_B	5216,5	358,2	0,000142	0,000035	0,000500	0,000045	0,000722	1386
055.KATW_3.0_B	5216,8	358,2	0,000124	0,000030	0,000492	0,000045	0,000692	1446
056.KATW_3.0_B	5217,1	358,2	0,000110	0,000025	0,000488	0,000045	0,000668	1496
057.KATW_3.0_B	5217,5	358,3	0,000099	0,000020	0,000485	0,000046	0,000650	1537
058.KATW_3.0_B	5217,8	358,3	0,000098	0,000019	0,000486	0,000045	0,000648	1543
059.KATW_3.0_B	5218,1	358,3	0,000153	0,000058	0,000501	0,000049	0,000761	1314
060.KATW_3.0_B	5218,5	358,3	0,000256	0,000169	0,000518	0,000053	0,000997	1003
061.KATW_3.0_B	5220,9	358,3	0,000381	0,000177	0,000556	0,000053	0,001167	857
062.KATW_3.0_B	5221,2	358,3	0,000188	0,000061	0,000538	0,000050	0,000838	1194
063.KATW_3.0_B	5221,5	358,3	0,000197	0,000061	0,000545	0,000050	0,000853	1172
064.KATW_3.0_B	5221,9	358,3	0,000208	0,000061	0,000548	0,000050	0,000868	1152
065.KATW_3.0_B	5222,2	358,3	0,000219	0,000061	0,000552	0,000050	0,000882	1133
066.KATW_3.0_B	5222,6	358,3	0,000239	0,000069	0,000557	0,000050	0,000916	1092
067.KATW_3.0_B	5222,9	358,3	0,000313	0,000113	0,000557	0,000052	0,001035	966
068.KATW_3.0_B	5223,2	358,3	0,000417	0,000177	0,000565	0,000052	0,001212	825
069.KATW_3.0_B	5215,8	358,8	0,000405	0,000108	0,000532	0,000048	0,001093	915
070.KATW_3.0_B	5216,1	358,8	0,000339	0,000110	0,000523	0,000048	0,001020	981
071.KATW_3.0_B	5216,5	358,8	0,000287	0,000096	0,000515	0,000049	0,000947	1056
072.KATW_3.0_B	5216,8	358,8	0,000242	0,000079	0,000507	0,000048	0,000876	1142
073.KATW_3.0_B	5217,1	358,8	0,000205	0,000066	0,000497	0,000048	0,000816	1226
074.KATW_3.0_B	5217,5	358,8	0,000177	0,000055	0,000494	0,000048	0,000773	1293
075.KATW_3.0_B	5217,8	358,8	0,000170	0,000054	0,000493	0,000048	0,000764	1309
076.KATW_3.0_B	5218,1	358,8	0,000164	0,000053	0,000493	0,000048	0,000759	1318
077.KATW_3.0_B	5218,5	358,8	0,000266	0,000160	0,000506	0,000052	0,000984	1016
078.KATW_3.0_B	5220,9	358,8	0,000347	0,000177	0,000541	0,000054	0,001119	894
079.KATW_3.0_B	5221,2	358,8	0,000174	0,000066	0,000521	0,000051	0,000812	1232
080.KATW_3.0_B	5221,5	358,8	0,000102	0,000023	0,000495	0,000048	0,000668	1497
081.KATW_3.0_B	5221,9	358,8	0,000105	0,000023	0,000498	0,000048	0,000674	1484
082.KATW_3.0_B	5222,2	358,8	0,000104	0,000023	0,000496	0,000048	0,000670	1492
083.KATW_3.0_B	5222,6	358,8	0,000116	0,000029	0,000500	0,000049	0,000694	1440
084.KATW_3.0_B	5222,9	358,8	0,000197	0,000068	0,000538	0,000051	0,000854	1172
085.KATW_3.0_B	5223,2	358,8	0,000360	0,000179	0,000551	0,000053	0,001142	876
086.KATW_3.0_B	5217,5	359,3	0,000412	0,000136	0,000520	0,000051	0,001120	893
087.KATW_3.0_B	5217,8	359,3	0,000391	0,000136	0,000517	0,000051	0,001095	913
088.KATW_3.0_B	5218,1	359,3	0,000371	0,000142	0,000484	0,000049	0,001046	956

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
089.KATW_3.0_B	5218,5	359,3	0,000339	0,000153	0,000480	0,000049	0,001021	979
090.KATW_3.0_B	5220,9	359,3	0,000368	0,000206	0,000509	0,000053	0,001136	881
091.KATW_3.0_B	5221,2	359,3	0,000181	0,000065	0,000485	0,000049	0,000780	1282
092.KATW_3.0_B	5221,5	359,3	0,000105	0,000023	0,000464	0,000045	0,000638	1568
093.KATW_3.0_B	5221,9	359,3	0,000090	0,000012	0,000461	0,000043	0,000607	1649
094.KATW_3.0_B	5222,2	359,3	0,000079	0,000009	0,000454	0,000042	0,000585	1710
095.KATW_3.0_B	5222,6	359,3	0,000106	0,000022	0,000465	0,000045	0,000638	1567
096.KATW_3.0_B	5222,9	359,3	0,000199	0,000069	0,000504	0,000049	0,000821	1217
097.KATW_3.0_B	5223,2	359,3	0,000353	0,000210	0,000516	0,000053	0,001132	883
098.KATW_3.0_B	5220,9	359,9	0,000428	0,000227	0,000510	0,000054	0,001218	821
099.KATW_3.0_B	5221,2	359,9	0,000242	0,000101	0,000489	0,000051	0,000883	1132
100.KATW_3.0_B	5221,5	359,9	0,000179	0,000061	0,000476	0,000049	0,000765	1307
101.KATW_3.0_B	5221,9	359,9	0,000162	0,000048	0,000474	0,000048	0,000731	1368
102.KATW_3.0_B	5222,2	359,9	0,000146	0,000038	0,000471	0,000047	0,000702	1425
103.KATW_3.0_B	5222,6	359,9	0,000126	0,000029	0,000465	0,000046	0,000665	1504
104.KATW_3.0_B	5222,9	359,9	0,000205	0,000076	0,000491	0,000049	0,000822	1217
105.KATW_3.0_B	5223,2	359,9	0,000375	0,000242	0,000508	0,000055	0,001180	847
106.KATW_3.0_B	5221,2	400,5	0,000511	0,000245	0,000515	0,000055	0,001327	754
107.KATW_3.0_B	5221,5	400,5	0,000417	0,000201	0,000503	0,000055	0,001176	850
108.KATW_3.0_B	5221,9	400,5	0,000355	0,000172	0,000494	0,000055	0,001077	929
109.KATW_3.0_B	5222,2	400,5	0,000309	0,000141	0,000492	0,000054	0,000996	1004
110.KATW_3.0_B	5222,6	400,5	0,000274	0,000110	0,000490	0,000052	0,000926	1080
111.KATW_3.0_B	5222,9	400,5	0,000230	0,000081	0,000481	0,000050	0,000842	1187
112.KATW_3.0_B	5223,2	400,5	0,000446	0,000249	0,000509	0,000056	0,001260	794
113.KATW_3.0_B	5222,9	401,0	0,000608	0,000280	0,000529	0,000059	0,001476	678
114.KATW_3.0_B	5223,2	401,0	0,000551	0,000278	0,000519	0,000059	0,001408	710
Totaal			0,031282	0,010338	0,059985	0,005535	0,107140	9
eens in .. jaar			32	97	17	181	9	

Tabel A1-1 Locatie met aanvaar/aandrijfkans per turbine

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar
Routegebonden	0,031276	32	0,059987	17	0,091263	11
Niet-routegebonden	0,010339	97	0,005536	181	0,015875	63
Totaal	0,041615	24	0,065523	15	0,107138	9

Tabel A1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Katwijk basisvariant 3 MW,

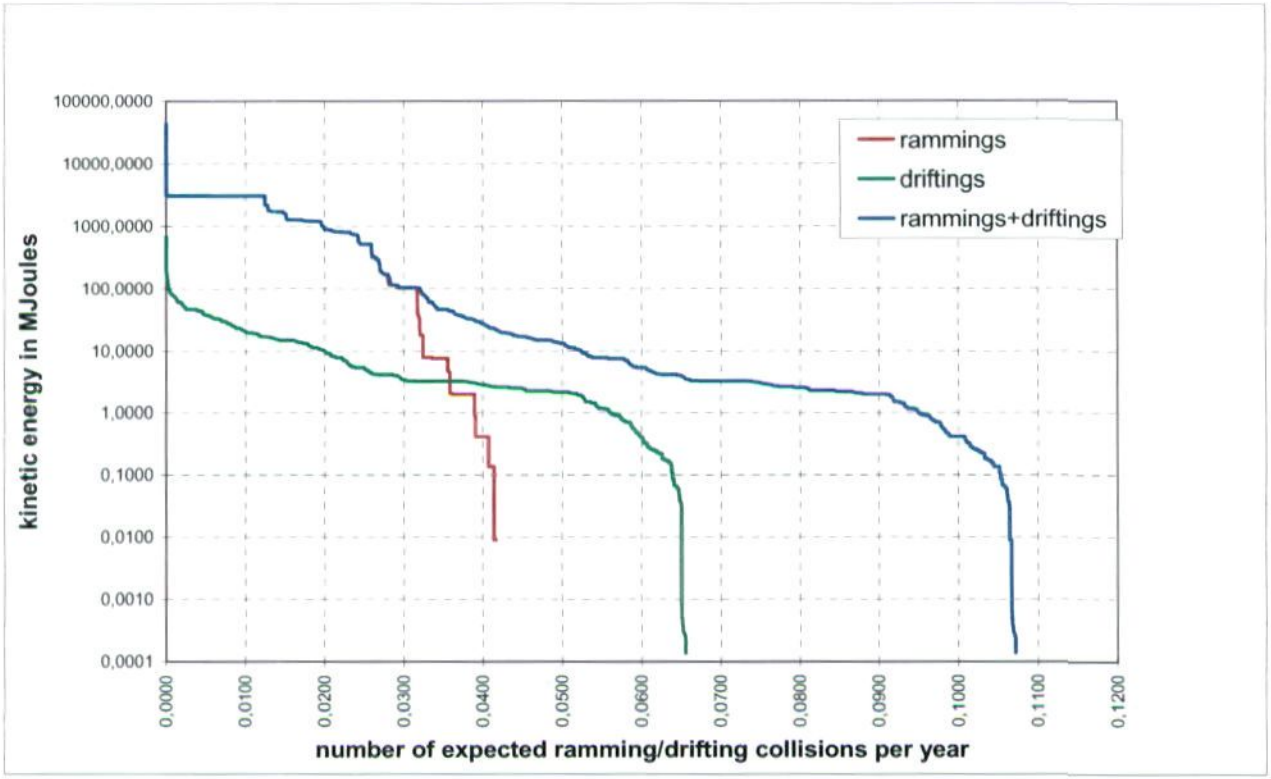
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[12]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0,000147	0,004518	0,002158	0,006823
Chemicalientanker	0,000120	0,006646	0,001734	0,008500
Gastanker	0,000010	0,001008	0,000143	0,001161
Containerschip	0,001846	0,013051	0,016931	0,031828
Ferry	0,000031	0,000573	0,000290	0,000894
Overige R-schepen	0,000718	0,026812	0,014527	0,042057
N-schepen	0,000041	0,000043	0,015791	0,015875
Totaal	0,002914	0,052651	0,051573	0,107138

Tabel A1-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen voor Katwijk basisvariant 3 MW.

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de … jaar
	frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0,000000	0,000895	0,000050	0,008502	0,007379	0,005493	0,007429	0,014891	0,022319	45
Scheef	0,000005	0,000049	0,000213	0,000137	0,031181	0,000043	0,031400	0,000229	0,031629	32
Omvallen	0,002812	0,000081	0,025329	0,000633	0,021424	0,000000	0,049565	0,000714	0,050279	20
GosMos[1]	0,000311	0,000008	0,002562	0,000033	0,000000	0,000000	0,002873	0,000041	0,002914	343
Totaal	0,003128	0,001034	0,028154	0,009305	0,059984	0,005536	0,091266	0,015875	0,107141	9

Tabel A1-4 Schade aan het totale windpark voor Katwijk basisvariant 3 MW.

[12] Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A1-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer); 3 MW basisvariant.

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0,0%	2,5%	2,5%	3,7%	5,1%	8,9%	3,7%	7,6%	11,4%
1-3	0,0%	2,9%	2,9%	15,2%	0,0%	15,3%	15,2%	3,0%	18,2%
3-5	0,0%	0,2%	0,2%	13,3%	0,0%	13,3%	13,3%	0,2%	13,5%
5-10	0,0%	2,9%	2,9%	5,1%	0,0%	5,1%	5,1%	2,9%	8,0%
10-15	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	3,7%	3,7%	0,0%	3,7%
15-50	0,3%	0,4%	0,6%	12,7%	0,0%	12,7%	13,0%	0,4%	13,4%
50-100	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%	0,0%	1,9%	2,0%	0,0%	2,0%
100-200	3,7%	0,7%	4,4%	0,3%	0,0%	0,3%	4,0%	0,7%	4,7%
>200	25,2%	0,0%	25,2%	0,0%	0,0%	0,0%	25,2%	0,0%	25,2%
Totaal	29,2%	9,7%	38,8%	56,0%	5,2%	61,2%	85,2%	14,8%	100,0%

Tabel A1-5 Verdeling aanvaar en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines; 3 MW basisvariant.

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windpark Katwijk; inrichtingvariant 3 MW basis		
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0,01-20	0,000025	40356	0,000
20-150	0,001097	911	0,085
150-750	0,001496	668	0,515
750-3000	0,000464	2154	0,737
3000-10000	0,000006	163275	0,023
Totaal	0,003088	324	1,360

Tabel A1-6 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Katwijk; inrichtingvariant 3 MW basis		
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0,000000		0,000
150-750	0,000226	4416	0,108
750-3000	0,000155	6459	0,358
3000-10000	0,000384	2603	2,016
10000-30000	0,000058	17319	0,899
30000-100000	0,000001	695735	0,045
Totaal	0,000825	1213	3,427

Tabel A1-7 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Windpark Katwijk; inrichting-variant 3 MW basis	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de … jaar
Verkeer 2000	0,003088	324	1,360	0,000825	1213	3,427	256

Tabel A1-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine.

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2000
Zeer hoog ecologisch risico	0,000113
Hoog ecologisch risico	0,000050
Gemiddeld ecologische risico	0,000034
Gering ecologisch risico	0,000148
Verwaarloosbaar ecologische risico	0,000170
Totaal	0,000514
Eens in de … jaar	1944

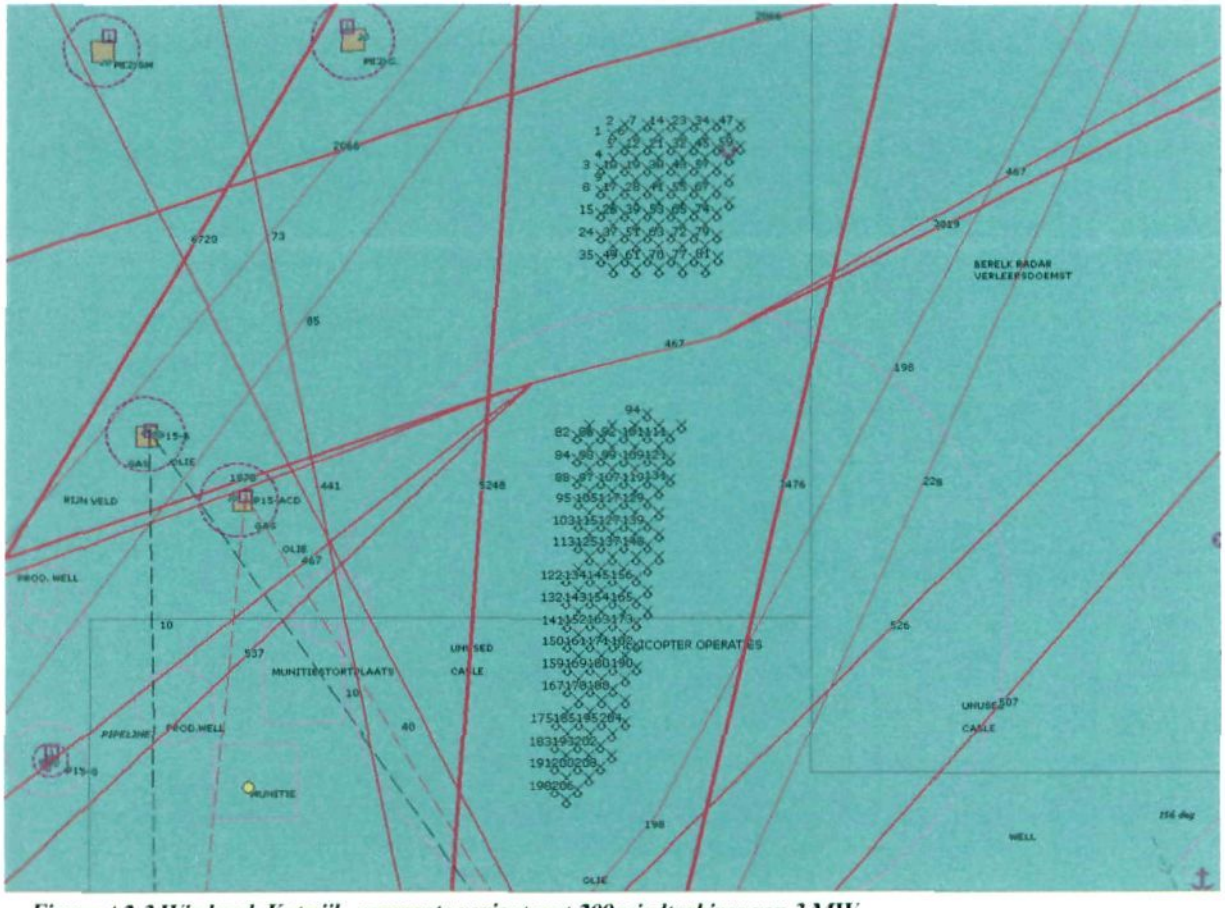
Tabel A1-9 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine; 3 MW basisvariant.

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de …jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de … jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0,000016	0,000131	6785	0,82	0,000121	
Chemicaliën tanker	0,000015	0,000105	8318	0,97	0,000117	8318
Gastanker	0,000002	0,000008	101112	1,06	0,000011	101112
Containerschip	0,000188	0,001658	542	2,65	0,004890	
Ferry	0,000003	0,000028	31934	25,49	0,000798	31934
Overige R-schepen	0,000087	0,000631	1393	0,89	0,000641	
N-schepen	0,000008	0,000033		0,00	0,000006	
Totaal	0,000319	0,002595	343	2,26	0,006583	6195

Tabel A1-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt; 3 MW basisvariant.

Bijlage A2:

Resultaten windpark Katwijk; compacte variant met 209 windturbines van 3 MW



Figuur A2-3 Windpark Katwijk, compacte variant met 209 windturbines van 3 MW

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.KATW_3.0_C	5223,0	358,0	0,000362	0,000174	0,000551	0,000053	0,001140	877
002.KATW_3.0_C	5223,1	358,2	0,000348	0,000177	0,000543	0,000052	0,001121	892
003.KATW_3.0_C	5222,5	357,7	0,000353	0,000175	0,000550	0,000053	0,001130	885
004.KATW_3.0_C	5222,6	358,0	0,000257	0,000127	0,000538	0,000052	0,000974	1027
005.KATW_3.0_C	5222,8	358,2	0,000194	0,000090	0,000539	0,000051	0,000874	1144
006.KATW_3.0_C	5223,0	358,5	0,000201	0,000105	0,000536	0,000052	0,000895	1118
007.KATW_3.0_C	5223,1	358,8	0,000261	0,000178	0,000522	0,000053	0,001015	985
008.KATW_3.0_C	5222,1	357,7	0,000325	0,000175	0,000546	0,000052	0,001099	910
009.KATW_3.0_C	5222,3	358,0	0,000212	0,000102	0,000540	0,000051	0,000906	1104
010.KATW_3.0_C	5222,5	358,2	0,000150	0,000064	0,000527	0,000050	0,000792	1263
011.KATW_3.0_C	5222,6	358,5	0,000120	0,000047	0,000501	0,000050	0,000719	1391
012.KATW_3.0_C	5222,8	358,8	0,000131	0,000065	0,000513	0,000051	0,000760	1316
013.KATW_3.0_C	5223,0	359,0	0,000162	0,000113	0,000522	0,000053	0,000849	1177
014.KATW_3.0_C	5223,1	359,3	0,000214	0,000195	0,000509	0,000055	0,000973	1028
015.KATW_3.0_C	5221,8	357,7	0,000315	0,000175	0,000546	0,000052	0,001089	919
016.KATW_3.0_C	5221,9	358,0	0,000203	0,000102	0,000531	0,000051	0,000887	1128
017.KATW_3.0_C	5222,1	358,2	0,000142	0,000060	0,000526	0,000050	0,000778	1285
018.KATW_3.0_C	5222,3	358,5	0,000106	0,000037	0,000499	0,000049	0,000691	1446
019.KATW_3.0_C	5222,5	358,8	0,000087	0,000025	0,000488	0,000048	0,000648	1543
020.KATW_3.0_C	5222,6	359,0	0,000098	0,000040	0,000488	0,000050	0,000676	1479
021.KATW_3.0_C	5222,8	359,3	0,000119	0,000071	0,000502	0,000052	0,000744	1344
022.KATW_3.0_C	5223,0	359,6	0,000150	0,000124	0,000508	0,000054	0,000836	1196
023.KATW_3.0_C	5223,1	359,9	0,000205	0,000222	0,000496	0,000057	0,000981	1020
024.KATW_3.0_C	5221,4	357,7	0,000332	0,000176	0,000553	0,000052	0,001112	899
025.KATW_3.0_C	5221,6	358,0	0,000203	0,000103	0,000535	0,000052	0,000892	1121
026.KATW_3.0_C	5221,8	358,2	0,000145	0,000061	0,000529	0,000050	0,000784	1275
027.KATW_3.0_C	5221,9	358,5	0,000108	0,000037	0,000501	0,000050	0,000695	1438
028.KATW_3.0_C	5222,1	358,8	0,000085	0,000023	0,000490	0,000048	0,000646	1549
029.KATW_3.0_C	5222,3	359,0	0,000068	0,000013	0,000481	0,000047	0,000610	1640
030.KATW_3.0_C	5222,5	359,3	0,000082	0,000024	0,000483	0,000049	0,000637	1569
031.KATW_3.0_C	5222,6	359,6	0,000098	0,000042	0,000483	0,000051	0,000673	1485
032.KATW_3.0_C	5222,8	359,9	0,000123	0,000074	0,000489	0,000053	0,000739	1354
033.KATW_3.0_C	5223,0	400,2	0,000164	0,000133	0,000490	0,000055	0,000841	1189
034.KATW_3.0_C	5223,2	400,5	0,000243	0,000241	0,000491	0,000059	0,001034	967
035.KATW_3.0_C	5221,1	357,7	0,000373	0,000176	0,000562	0,000053	0,001163	860
036.KATW_3.0_C	5221,3	358,0	0,000234	0,000103	0,000538	0,000052	0,000926	1080
037.KATW_3.0_C	5221,4	358,2	0,000156	0,000060	0,000536	0,000050	0,000803	1246
038.KATW_3.0_C	5221,6	358,5	0,000114	0,000037	0,000507	0,000049	0,000707	1414
039.KATW_3.0_C	5221,8	358,8	0,000088	0,000023	0,000494	0,000048	0,000652	1534
040.KATW_3.0_C	5221,9	359,0	0,000071	0,000013	0,000485	0,000047	0,000617	1622
041.KATW_3.0_C	5222,1	359,3	0,000069	0,000013	0,000480	0,000048	0,000610	1639
042.KATW_3.0_C	5222,3	359,6	0,000080	0,000021	0,000482	0,000049	0,000631	1585
043.KATW_3.0_C	5222,5	359,9	0,000094	0,000032	0,000479	0,000050	0,000656	1525

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
044.KATW_3.0_C	5222,6	400,2	0,000114	0,000051	0,000476	0,000051	0,000692	1445
045.KATW_3.0_C	5222,8	400,5	0,000146	0,000080	0,000481	0,000054	0,000762	1313
046.KATW_3.0_C	5223,0	400,7	0,000207	0,000142	0,000489	0,000057	0,000895	1117
047.KATW_3.0_C	5223,2	401,0	0,000325	0,000262	0,000499	0,000061	0,001147	872
048.KATW_3.0_C	5220,9	358,0	0,000385	0,000174	0,000564	0,000053	0,001176	850
049.KATW_3.0_C	5221,1	358,2	0,000213	0,000104	0,000542	0,000051	0,000910	1099
050.KATW_3.0_C	5221,3	358,5	0,000163	0,000062	0,000530	0,000051	0,000806	1241
051.KATW_3.0_C	5221,4	358,8	0,000122	0,000038	0,000507	0,000049	0,000715	1398
052.KATW_3.0_C	5221,6	359,0	0,000093	0,000023	0,000495	0,000048	0,000659	1518
053.KATW_3.0_C	5221,8	359,3	0,000080	0,000016	0,000488	0,000048	0,000632	1583
054.KATW_3.0_C	5221,9	359,6	0,000094	0,000025	0,000489	0,000049	0,000657	1523
055.KATW_3.0_C	5222,1	359,9	0,000108	0,000040	0,000487	0,000051	0,000687	1456
056.KATW_3.0_C	5222,3	400,2	0,000131	0,000064	0,000486	0,000052	0,000733	1363
057.KATW_3.0_C	5222,5	400,5	0,000166	0,000102	0,000487	0,000055	0,000811	1234
058.KATW_3.0_C	5222,6	400,7	0,000224	0,000162	0,000491	0,000058	0,000936	1068
059.KATW_3.0_C	5222,8	401,0	0,000329	0,000262	0,000502	0,000061	0,001153	867
060.KATW_3.0_C	5220,9	358,5	0,000345	0,000178	0,000550	0,000054	0,001127	887
061.KATW_3.0_C	5221,1	358,8	0,000226	0,000106	0,000531	0,000052	0,000915	1093
062.KATW_3.0_C	5221,3	359,0	0,000143	0,000066	0,000518	0,000051	0,000779	1284
063.KATW_3.0_C	5221,4	359,3	0,000124	0,000040	0,000504	0,000050	0,000718	1393
064.KATW_3.0_C	5221,6	359,6	0,000110	0,000031	0,000496	0,000049	0,000687	1456
065.KATW_3.0_C	5221,8	359,9	0,000131	0,000049	0,000496	0,000052	0,000727	1375
066.KATW_3.0_C	5221,9	400,2	0,000160	0,000079	0,000500	0,000053	0,000793	1261
067.KATW_3.0_C	5222,1	400,5	0,000205	0,000127	0,000497	0,000056	0,000885	1131
068.KATW_3.0_C	5222,3	400,7	0,000278	0,000206	0,000504	0,000059	0,001048	954
069.KATW_3.0_C	5220,9	359,0	0,000352	0,000184	0,000547	0,000054	0,001137	879
070.KATW_3.0_C	5221,1	359,3	0,000244	0,000114	0,000528	0,000054	0,000939	1065
071.KATW_3.0_C	5221,3	359,6	0,000180	0,000070	0,000514	0,000052	0,000816	1226
072.KATW_3.0_C	5221,4	359,9	0,000162	0,000061	0,000508	0,000052	0,000783	1276
073.KATW_3.0_C	5221,6	400,2	0,000206	0,000096	0,000512	0,000053	0,000867	1154
074.KATW_3.0_C	5221,8	400,5	0,000267	0,000154	0,000508	0,000056	0,000986	1014
075.KATW_3.0_C	5221,9	400,7	0,000373	0,000250	0,000518	0,000060	0,001201	833
076.KATW_3.0_C	5220,9	359,6	0,000403	0,000203	0,000550	0,000055	0,001212	825
077.KATW_3.0_C	5221,1	359,9	0,000285	0,000123	0,000533	0,000054	0,000996	1004
078.KATW_3.0_C	5221,3	400,2	0,000276	0,000118	0,000529	0,000054	0,000976	1024
079.KATW_3.0_C	5221,4	400,5	0,000344	0,000190	0,000534	0,000057	0,001125	889
080.KATW_3.0_C	5220,9	400,2	0,000486	0,000220	0,000558	0,000056	0,001320	758
081.KATW_3.0_C	5221,1	400,5	0,000515	0,000233	0,000555	0,000057	0,001360	735
082.KATW_3.0_C	5218,3	357,1	0,000537	0,000171	0,000595	0,000054	0,001358	737
083.KATW_3.0_C	5218,5	357,4	0,000509	0,000168	0,000593	0,000054	0,001324	756
084.KATW_3.0_C	5218,0	357,1	0,000431	0,000159	0,000579	0,000054	0,001222	818
085.KATW_3.0_C	5218,2	357,4	0,000305	0,000098	0,000562	0,000052	0,001018	982
086.KATW_3.0_C	5218,3	357,7	0,000288	0,000094	0,000554	0,000051	0,000987	1013
087.KATW_3.0_C	*5218,5*	*358,0*	*0,000380*	*0,000140*	*0,000566*	*0,000053*	*0,001139*	*878*

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
088.KATW_3.0_C	5217,7	357,1	0,000362	0,000148	0,000536	0,000051	0,001097	912
089.KATW_3.0_C	5217,8	357,4	0,000263	0,000090	0,000520	0,000048	0,000920	1087
090.KATW_3.0_C	5218,0	357,7	0,000197	0,000054	0,000509	0,000045	0,000805	1242
091.KATW_3.0_C	5218,2	358,0	0,000188	0,000047	0,000500	0,000046	0,000781	1281
092.KATW_3.0_C	5218,3	358,2	0,000238	0,000072	0,000504	0,000047	0,000862	1161
093.KATW_3.0_C	5218,5	358,5	0,000319	0,000109	0,000512	0,000049	0,000990	1010
094.KATW_3.0_C	5218,7	358,8	0,000466	0,000161	0,000522	0,000050	0,001200	833
095.KATW_3.0_C	5217,3	357,1	0,000308	0,000134	0,000522	0,000050	0,001015	985
096.KATW_3.0_C	5217,5	357,4	0,000225	0,000083	0,000510	0,000048	0,000865	1156
097.KATW_3.0_C	5217,7	357,7	0,000173	0,000049	0,000498	0,000045	0,000765	1308
098.KATW_3.0_C	5217,8	358,0	0,000140	0,000028	0,000485	0,000045	0,000699	1431
099.KATW_3.0_C	5218,0	358,2	0,000131	0,000022	0,000480	0,000043	0,000677	1478
100.KATW_3.0_C	5218,2	358,5	0,000164	0,000036	0,000485	0,000046	0,000731	1369
101.KATW_3.0_C	5218,3	358,8	0,000215	0,000058	0,000494	0,000046	0,000813	1230
102.KATW_3.0_C	5218,5	359,0	0,000352	0,000113	0,000510	0,000049	0,001024	976
103.KATW_3.0_C	5217,0	357,1	0,000273	0,000124	0,000514	0,000049	0,000959	1042
104.KATW_3.0_C	5217,1	357,4	0,000199	0,000075	0,000500	0,000047	0,000821	1218
105.KATW_3.0_C	5217,3	357,7	0,000155	0,000045	0,000490	0,000045	0,000735	1361
106.KATW_3.0_C	5217,5	358,0	0,000127	0,000025	0,000479	0,000044	0,000675	1482
107.KATW_3.0_C	5217,7	358,2	0,000109	0,000016	0,000471	0,000042	0,000638	1567
108.KATW_3.0_C	5217,8	358,5	0,000136	0,000026	0,000476	0,000044	0,000682	1466
109.KATW_3.0_C	5218,0	358,8	0,000174	0,000040	0,000482	0,000044	0,000740	1352
110.KATW_3.0_C	5218,2	359,0	0,000238	0,000062	0,000491	0,000046	0,000836	1196
111.KATW_3.0_C	5218,3	359,3	0,000335	0,000093	0,000504	0,000047	0,000979	1021
112.KATW_3.0_C	5218,5	359,6	0,000525	0,000128	0,000518	0,000048	0,001219	821
113.KATW_3.0_C	5216,6	357,1	0,000253	0,000107	0,000506	0,000048	0,000914	1094
114.KATW_3.0_C	5216,8	357,4	0,000184	0,000066	0,000494	0,000046	0,000790	1265
115.KATW_3.0_C	5217,0	357,7	0,000143	0,000040	0,000481	0,000045	0,000708	1412
116.KATW_3.0_C	5217,1	358,0	0,000118	0,000024	0,000472	0,000044	0,000658	1520
117.KATW_3.0_C	5217,3	358,2	0,000113	0,000020	0,000469	0,000043	0,000645	1550
118.KATW_3.0_C	5217,5	358,5	0,000141	0,000033	0,000473	0,000044	0,000691	1447
119.KATW_3.0_C	5217,7	358,8	0,000180	0,000052	0,000479	0,000045	0,000756	1323
120.KATW_3.0_C	5217,8	359,0	0,000242	0,000075	0,000484	0,000045	0,000846	1182
121.KATW_3.0_C	5218,0	359,3	0,000357	0,000113	0,000496	0,000047	0,001013	987
122.KATW_3.0_C	5216,1	356,8	0,000348	0,000135	0,000522	0,000047	0,001052	951
123.KATW_3.0_C	5216,3	357,1	0,000238	0,000087	0,000503	0,000046	0,000875	1143
124.KATW_3.0_C	5216,5	357,4	0,000174	0,000056	0,000490	0,000045	0,000765	1308
125.KATW_3.0_C	5216,6	357,7	0,000136	0,000034	0,000476	0,000044	0,000690	1450
126.KATW_3.0_C	5216,8	358,0	0,000111	0,000021	0,000469	0,000043	0,000644	1552
127.KATW_3.0_C	5217,0	358,2	0,000118	0,000025	0,000467	0,000044	0,000654	1530
128.KATW_3.0_C	5217,1	358,5	0,000147	0,000040	0,000470	0,000045	0,000702	1425
129.KATW_3.0_C	5217,3	358,8	0,000188	0,000061	0,000474	0,000046	0,000769	1300
130.KATW_3.0_C	5217,5	359,0	0,000256	0,000093	0,000483	0,000047	0,000879	1138
131.KATW_3.0_C	5217,7	359,3	0,000371	0,000131	0,000491	0,000048	0,001042	960

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
132.KATW_3.0_C	5215,8	356,8	0,000334	0,000108	0,000522	0,000046	0,001010	990
133.KATW_3.0_C	5215,9	357,1	0,000229	0,000072	0,000501	0,000045	0,000847	1180
134.KATW_3.0_C	5216,1	357,4	0,000169	0,000046	0,000484	0,000044	0,000743	1346
135.KATW_3.0_C	5216,3	357,7	0,000131	0,000030	0,000475	0,000043	0,000679	1472
136.KATW_3.0_C	5216,5	358,0	0,000107	0,000019	0,000466	0,000043	0,000634	1578
137.KATW_3.0_C	5216,6	358,2	0,000127	0,000028	0,000468	0,000044	0,000666	1501
138.KATW_3.0_C	5216,8	358,5	0,000158	0,000045	0,000470	0,000045	0,000717	1394
139.KATW_3.0_C	5217,0	358,8	0,000206	0,000071	0,000473	0,000045	0,000796	1257
140.KATW_3.0_C	5217,1	359,0	0,000284	0,000108	0,000482	0,000048	0,000922	1085
141.KATW_3.0_C	5215,4	356,8	0,000325	0,000083	0,000524	0,000045	0,000976	1024
142.KATW_3.0_C	5215,6	357,1	0,000227	0,000057	0,000500	0,000044	0,000829	1207
143.KATW_3.0_C	5215,8	357,4	0,000168	0,000038	0,000486	0,000044	0,000734	1362
144.KATW_3.0_C	5215,9	357,7	0,000131	0,000025	0,000475	0,000043	0,000674	1484
145.KATW_3.0_C	5216,1	358,0	0,000118	0,000021	0,000466	0,000042	0,000648	1544
146.KATW_3.0_C	5216,3	358,2	0,000143	0,000033	0,000470	0,000043	0,000690	1448
147.KATW_3.0_C	5216,5	358,5	0,000179	0,000052	0,000473	0,000045	0,000748	1336
148.KATW_3.0_C	5216,6	358,8	0,000237	0,000082	0,000478	0,000046	0,000843	1186
149.KATW_3.0_C	5216,8	359,0	0,000333	0,000127	0,000485	0,000047	0,000992	1008
150.KATW_3.0_C	5215,1	356,8	0,000317	0,000068	0,000524	0,000044	0,000953	1049
151.KATW_3.0_C	5215,3	357,1	0,000222	0,000045	0,000502	0,000043	0,000813	1230
152.KATW_3.0_C	5215,4	357,4	0,000166	0,000030	0,000488	0,000043	0,000726	1377
153.KATW_3.0_C	5215,6	357,7	0,000130	0,000021	0,000477	0,000043	0,000670	1493
154.KATW_3.0_C	5215,8	358,0	0,000134	0,000024	0,000473	0,000042	0,000673	1486
155.KATW_3.0_C	5215,9	358,2	0,000164	0,000037	0,000476	0,000043	0,000722	1386
156.KATW_3.0_C	5216,1	358,5	0,000210	0,000060	0,000479	0,000044	0,000792	1262
157.KATW_3.0_C	5216,3	358,8	0,000281	0,000098	0,000482	0,000046	0,000907	1102
158.KATW_3.0_C	5216,5	359,0	0,000395	0,000150	0,000487	0,000047	0,001079	927
159.KATW_3.0_C	5214,7	356,8	0,000313	0,000062	0,000524	0,000043	0,000942	1061
160.KATW_3.0_C	5214,9	357,1	0,000222	0,000038	0,000509	0,000043	0,000812	1232
161.KATW_3.0_C	5215,1	357,4	0,000166	0,000024	0,000492	0,000042	0,000724	1381
162.KATW_3.0_C	5215,3	357,7	0,000130	0,000017	0,000480	0,000042	0,000669	1494
163.KATW_3.0_C	5215,4	358,0	0,000155	0,000027	0,000480	0,000042	0,000705	1419
164.KATW_3.0_C	5215,6	358,2	0,000193	0,000044	0,000481	0,000044	0,000761	1313
165.KATW_3.0_C	5215,8	358,5	0,000251	0,000069	0,000484	0,000044	0,000849	1178
166.KATW_3.0_C	5215,9	358,8	0,000346	0,000110	0,000489	0,000046	0,000991	1010
167.KATW_3.0_C	5214,4	356,8	0,000315	0,000057	0,000529	0,000043	0,000944	1060
168.KATW_3.0_C	5214,6	357,1	0,000226	0,000034	0,000512	0,000042	0,000815	1227
169.KATW_3.0_C	5214,7	357,4	0,000168	0,000022	0,000498	0,000041	0,000729	1372
170.KATW_3.0_C	5214,9	357,7	0,000151	0,000019	0,000486	0,000042	0,000698	1433
171.KATW_3.0_C	5215,1	358,0	0,000183	0,000030	0,000486	0,000043	0,000742	1348
172.KATW_3.0_C	5215,3	358,2	0,000231	0,000048	0,000489	0,000044	0,000812	1232
173.KATW_3.0_C	5215,4	358,5	0,000308	0,000076	0,000492	0,000045	0,000921	1086
174.KATW_3.0_C	5215,6	358,8	0,000415	0,000118	0,000494	0,000045	0,001073	932
175.KATW_3.0_C	5213,9	356,6	0,000461	0,000087	0,000561	0,000044	0,001153	867

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
176.KATW_3.0_C	5214,1	356,8	0,000313	0,000052	0,000532	0,000042	0,000939	1065
177.KATW_3.0_C	5214,2	357,1	0,000225	0,000031	0,000517	0,000041	0,000814	1228
178.KATW_3.0_C	5214,4	357,4	0,000168	0,000019	0,000503	0,000041	0,000731	1369
179.KATW_3.0_C	5214,6	357,7	0,000176	0,000023	0,000494	0,000042	0,000735	1360
180.KATW_3.0_C	5214,7	358,0	0,000215	0,000037	0,000492	0,000043	0,000787	1271
181.KATW_3.0_C	5214,9	358,2	0,000278	0,000058	0,000494	0,000044	0,000874	1144
182.KATW_3.0_C	5215,1	358,5	0,000381	0,000089	0,000500	0,000044	0,001013	987
183.KATW_3.0_C	5213,5	356,6	0,000484	0,000087	0,000572	0,000044	0,001186	843
184.KATW_3.0_C	5213,7	356,8	0,000320	0,000049	0,000542	0,000042	0,000953	1050
185.KATW_3.0_C	5213,9	357,1	0,000227	0,000028	0,000521	0,000041	0,000818	1223
186.KATW_3.0_C	5214,1	357,4	0,000174	0,000018	0,000509	0,000042	0,000743	1346
187.KATW_3.0_C	5214,2	357,7	0,000208	0,000030	0,000506	0,000042	0,000786	1272
188.KATW_3.0_C	5214,4	358,0	0,000258	0,000045	0,000504	0,000042	0,000849	1178
189.KATW_3.0_C	5214,6	358,3	0,000340	0,000067	0,000504	0,000044	0,000956	1046
190.KATW_3.0_C	5214,7	358,5	0,000441	0,000094	0,000511	0,000044	0,001090	917
191.KATW_3.0_C	5213,2	356,6	0,000518	0,000086	0,000580	0,000044	0,001228	814
192.KATW_3.0_C	5213,4	356,8	0,000342	0,000049	0,000551	0,000042	0,000984	1016
193.KATW_3.0_C	5213,5	357,1	0,000243	0,000028	0,000530	0,000041	0,000842	1188
194.KATW_3.0_C	5213,7	357,4	0,000206	0,000022	0,000519	0,000040	0,000787	1271
195.KATW_3.0_C	5213,9	357,7	0,000251	0,000036	0,000518	0,000042	0,000846	1182
196.KATW_3.0_C	5214,1	358,0	0,000317	0,000056	0,000515	0,000043	0,000931	1074
197.KATW_3.0_C	5214,2	358,3	0,000426	0,000088	0,000516	0,000044	0,001073	932
198.KATW_3.0_C	5212,9	356,6	0,000540	0,000086	0,000586	0,000044	0,001256	796
199.KATW_3.0_C	5213,0	356,8	0,000361	0,000049	0,000558	0,000043	0,001012	988
200.KATW_3.0_C	5213,2	357,1	0,000302	0,000040	0,000545	0,000043	0,000930	1076
201.KATW_3.0_C	5213,4	357,4	0,000288	0,000040	0,000536	0,000042	0,000907	1103
202.KATW_3.0_C	5213,5	357,7	0,000302	0,000046	0,000531	0,000042	0,000922	1085
203.KATW_3.0_C	5213,7	358,0	0,000392	0,000073	0,000532	0,000044	0,001041	961
204.KATW_3.0_C	5213,9	358,3	0,000479	0,000093	0,000532	0,000044	0,001148	871
205.KATW_3.0_C	5212,7	356,8	0,000530	0,000084	0,000585	0,000045	0,001244	804
206.KATW_3.0_C	5212,9	357,1	0,000507	0,000087	0,000572	0,000044	0,001210	827
207.KATW_3.0_C	5213,0	357,4	0,000490	0,000087	0,000564	0,000044	0,001186	843
208.KATW_3.0_C	5213,2	357,7	0,000488	0,000087	0,000555	0,000044	0,001174	852
209.KATW_3.0_C	5213,4	358,0	0,000489	0,000092	0,000549	0,000044	0,001174	852
Totaal per jaar			0,050176	0,016859	0,106415	0,009977	0,183427	5
Dit is eens in .. jaar			20	59	9	100	5	

Tabel A2-11 Locatie met aanvaar/aandrijfkans per turbine

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar
Routegebonden	0,050177	20	0,106411	9	0,156588	6
Niet-routegebonden	0,016859	59	0,009977	100	0,026836	37
Totaal	0,067036	15	0,116388	9	0,183424	5

Tabel A2-12 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Katwijk compacte variant 3 MW.

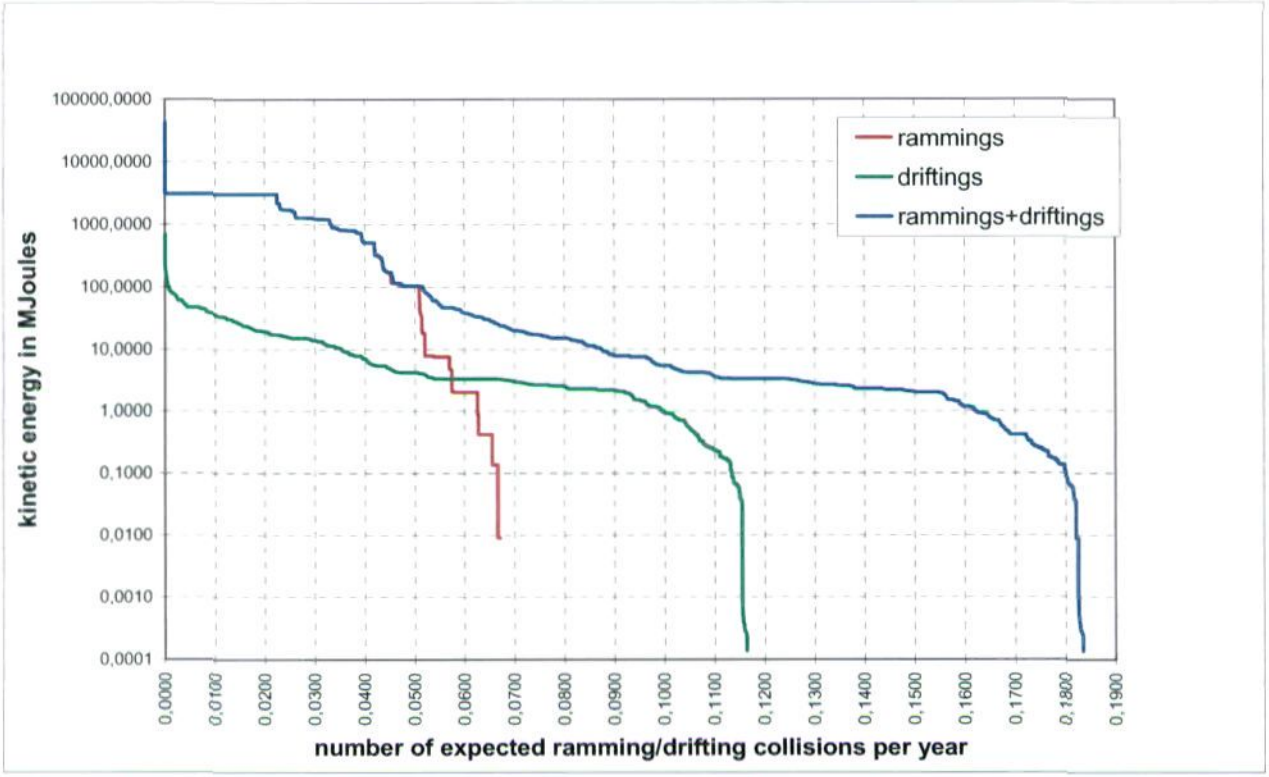
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[13]	schade aan *scheepshuid*	geen schade	
Olietanker	0,000213	0,007970	0,003362	0,011545
Chemicalientanker	0,000160	0,011755	0,002536	0,014451
Gastanker	0,000015	0,001805	0,000233	0,002053
Containerschip	0,003208	0,023297	0,029423	0,055928
Ferry	0,000033	0,001019	0,000309	0,001361
Overige R-schepen	0,000998	0,047531	0,022721	0,071250
N-schepen	0,000070	0,000078	0,026688	0,026836
Totaal	0,004697	0,093455	0,085272	0,183424

Tabel A2-13 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen.

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de … jaar
	frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0,000000	0,001457	0,000065	0,013820	0,013038	0,009899	0,013103	0,025175	0,038278	26
Scheef	0,000007	0,000079	0,000308	0,000229	0,055452	0,000078	0,055767	0,000385	0,056152	18
Omvallen	0,004511	0,000137	0,040657	0,001069	0,037926	0,000000	0,083094	0,001205	0,084299	12
GosMos[1]	0,000499	0,000014	0,004128	0,000056	0,000000	0,000000	0,004627	0,000070	0,004697	213
Totaal	0,005018	0,001686	0,045158	0,015173	0,106416	0,009977	0,156591	0,026836	0,183427	5

Tabel A2-14 Schade aan het totale windpark voor Katwijk compacte variant 3 MW.

[13] Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A2-4 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer); 3 MW compacte variant

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0,0%	2,5%	2,5%	3,8%	5,4%	9,2%	3,8%	7,8%	11,7%
1-3	0,0%	2,8%	2,8%	15,8%	0,0%	15,9%	15,8%	2,9%	18,7%
3-5	0,0%	0,2%	0,2%	13,8%	0,0%	13,8%	13,8%	0,2%	14,0%
5-10	0,0%	2,7%	2,7%	5,3%	0,0%	5,3%	5,3%	2,7%	8,0%
10-15	0,0%	0,0%	0,0%	3,8%	0,0%	3,8%	3,8%	0,0%	3,8%
15-50	0,2%	0,3%	0,6%	13,2%	0,0%	13,2%	13,4%	0,3%	13,7%
50-100	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%	2,0%	2,0%	0,0%	2,0%
100-200	3,3%	0,7%	4,0%	0,3%	0,0%	0,3%	3,7%	0,7%	4,3%
>200	23,8%	0,0%	23,8%	0,0%	0,0%	0,0%	23,8%	0,0%	23,8%
Totaal	27,4%	9,2%	36,5%	58,0%	5,4%	63,5%	85,4%	14,6%	100,0%

Tabel A2-15 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines; 3 MW compacte variant.

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windpark Katwijk; inrichtingvariant 3 MW compact		
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0,01-20	0,000044	22684	0,000
20-150	0,001951	512	0,151
150-750	0,002654	377	0,914
750-3000	0,000824	1213	1,311
3000-10000	0,000011	91827	0,040
Totaal	0,005485	182	2,416

Tabel A2-16 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Katwijk; inrichtingvariant 3 MW compact		
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0,000000		0,000
150-750	0,000403	2483	0,192
750-3000	0,000269	3723	0,621
3000-10000	0,000679	1474	3,568
10000-30000	0,000103	9740	1,599
30000-100000	0,000003	391283	0,081
Totaal	0,001455	687	6,061

Tabel A2-17 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Windpark Katwijk; inrichting-variant 3 MW compact	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de … jaar
Verkeer 2000	0,005485	182	2,416	0,001455	687	6,061	144

Tabel A2-18 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine.

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2000
Zeer hoog ecologisch risico	0,000198
Hoog ecologisch risico	0,000089
Gemiddeld ecologische risico	0,000061
Gering ecologisch risico	0,000261
Verwaarloosbaar ecologische risico	0,000302
Totaal	0,000910
Eens in de … jaar	1098

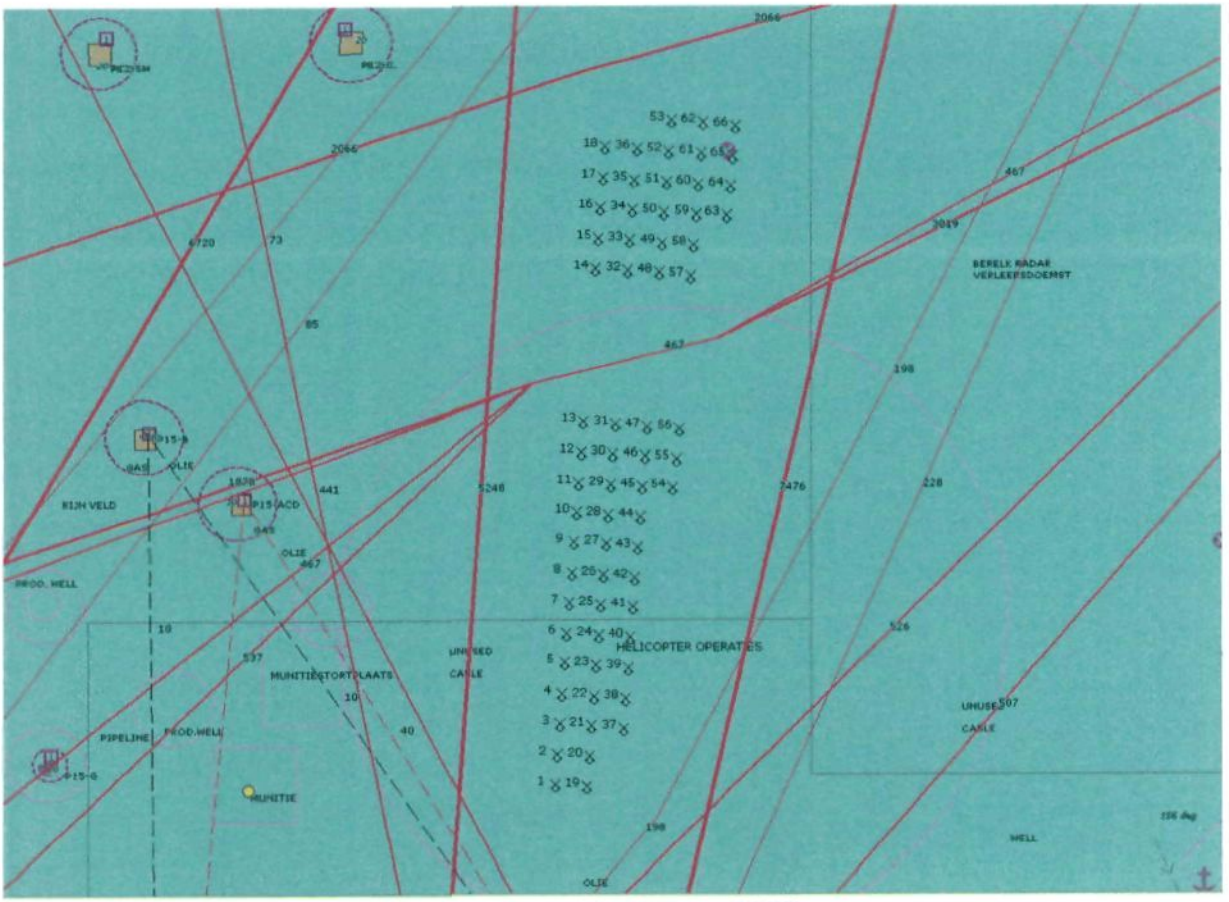
Tabel A2-19 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine;3 MW compacte variant.

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de …jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de … jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0,000023	0,000190	4697	0,81	0,000172	
Chemicaliën tanker	0,000021	0,000138	6263	0,98	0,000157	6263
Gastanker	0,000002	0,000013	65041	1,07	0,000016	65041
Containerschip	0,000326	0,002882	312	2,40	0,007688	
Ferry	0,000003	0,000030	30107	25,53	0,000848	30107
Overige R-schepen	0,000123	0,000875	1002	0,91	0,000903	
N-schepen	0,000014	0,000056		0,00	0,000010	
Totaal	0,000513	0,004184	213	2,09	0,009794	4802

Tabel A2-20 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt;3 MW compacte variant.

Bijlage A3:

Resultaten windpark Katwijk; basisvariant met 66 windturbines van 5 MW



Figuur A3-5 Windpark Katwijk, basisvariant met 66 windturbines van 5 MW.

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de.., jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.KATW_5.0_B	5212.9	356.6	0.000544	0.000099	0.000617	0.000047	0.001308	765
002.KATW_5.0_B	5213.4	356.6	0.000499	0.000100	0.000604	0.000047	0.001250	800
003.KATW_5.0_B	5213.9	356.7	0.000456	0.000100	0.000589	0.000047	0.001192	839
004.KATW_5.0_B	5214.4	356.8	0.000422	0.000100	0.000576	0.000047	0.001145	874
005.KATW_5.0_B	5214.8	356.8	0.000392	0.000101	0.000563	0.000048	0.001104	906
006.KATW_5.0_B	5215.3	356.9	0.000370	0.000106	0.000557	0.000048	0.001081	925
007.KATW_5.0_B	5215.8	356.9	0.000349	0.000128	0.000549	0.000050	0.001076	929
008.KATW_5.0_B	5216.2	356.9	0.000336	0.000170	0.000547	0.000052	0.001106	904
009.KATW_5.0_B	5216.7	357.0	0.000333	0.000191	0.000551	0.000055	0.001129	885
010.KATW_5.0_B	5217.2	357.1	0.000351	0.000195	0.000556	0.000055	0.001157	864
011.KATW_5.0_B	5217.7	357.1	0.000398	0.000196	0.000571	0.000056	0.001222	818
012.KATW_5.0_B	5218.1	357.2	0.000486	0.000197	0.000591	0.000056	0.001330	752
013.KATW_5.0_B	5218.6	357.2	0.000560	0.000197	0.000600	0.000056	0.001413	708
014.KATW_5.0_B	5220.9	357.5	0.000414	0.000206	0.000576	0.000055	0.001250	800
015.KATW_5.0_B	5221.4	357.6	0.000356	0.000205	0.000563	0.000055	0.001178	849
016.KATW_5.0_B	5221.9	357.7	0.000326	0.000204	0.000553	0.000055	0.001138	879
017.KATW_5.0_B	5222.4	357.7	0.000337	0.000205	0.000551	0.000055	0.001149	870
018.KATW_5.0_B	5222.8	357.8	0.000385	0.000204	0.000559	0.000054	0.001202	832
019.KATW_5.0_B	5212.9	357.3	0.000506	0.000100	0.000604	0.000047	0.001256	796
020.KATW_5.0_B	5213.4	357.4	0.000312	0.000053	0.000578	0.000046	0.000989	1011
021.KATW_5.0_B	5213.9	357.4	0.000200	0.000027	0.000553	0.000045	0.000825	1213
022.KATW_5.0_B	5214.3	357.5	0.000175	0.000023	0.000542	0.000045	0.000786	1273
023.KATW_5.0_B	5214.8	357.5	0.000164	0.000024	0.000531	0.000045	0.000763	1311
024.KATW_5.0_B	5215.3	357.6	0.000155	0.000026	0.000521	0.000045	0.000748	1338
025.KATW_5.0_B	5215.7	357.7	0.000147	0.000030	0.000516	0.000046	0.000739	1353
026.KATW_5.0_B	5216.2	357.7	0.000140	0.000039	0.000512	0.000047	0.000738	1355
027.KATW_5.0_B	5216.7	357.8	0.000137	0.000043	0.000511	0.000048	0.000739	1353
028.KATW_5.0_B	5217.1	357.8	0.000142	0.000045	0.000517	0.000049	0.000753	1328
029.KATW_5.0_B	5217.6	357.9	0.000155	0.000045	0.000524	0.000050	0.000773	1293
030.KATW_5.0_B	5218.1	358.0	0.000170	0.000045	0.000531	0.000050	0.000797	1255
031.KATW_5.0_B	5218.6	358.0	0.000472	0.000195	0.000578	0.000056	0.001300	769
032.KATW_5.0_B	5220.9	358.3	0.000365	0.000203	0.000562	0.000055	0.001185	844
033.KATW_5.0_B	5221.4	358.4	0.000138	0.000048	0.000521	0.000051	0.000758	1319
034.KATW_5.0_B	5221.9	358.4	0.000120	0.000048	0.000512	0.000052	0.000732	1366
035.KATW_5.0_B	5222.3	358.5	0.000116	0.000049	0.000506	0.000052	0.000723	1382
036.KATW_5.0_B	5222.8	358.6	0.000179	0.000111	0.000540	0.000054	0.000884	1131
037.KATW_5.0_B	5213.8	358.2	0.000491	0.000106	0.000579	0.000048	0.001225	817
038.KATW_5.0_B	5214.3	358.3	0.000407	0.000091	0.000555	0.000047	0.001100	909
039.KATW_5.0_B	5214.8	358.3	0.000336	0.000079	0.000540	0.000047	0.001003	997
040.KATW_5.0_B	5215.2	358.4	0.000281	0.000070	0.000530	0.000048	0.000929	1076
041.KATW_5.0_B	5215.7	358.4	0.000239	0.000067	0.000520	0.000048	0.000874	1144
042.KATW_5.0_B	5216.2	358.5	0.000206	0.000072	0.000512	0.000049	0.000839	1193
043.KATW_5.0_B	5216.6	358.6	0.000182	0.000064	0.000505	0.000049	0.000800	1251

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
044.KATW_5.0_B	5217.1	358.6	0.000167	0.000054	0.000504	0.000050	0.000775	1291
045.KATW_5.0_B	5217.6	358.7	0.000161	0.000044	0.000508	0.000049	0.000762	1312
046.KATW_5.0_B	5218.1	358.7	0.000169	0.000041	0.000514	0.000049	0.000773	1293
047.KATW_5.0_B	5218.5	358.8	0.000454	0.000183	0.000553	0.000054	0.001244	804
048.KATW_5.0_B	5220.9	359.1	0.000375	0.000214	0.000554	0.000057	0.001200	834
049.KATW_5.0_B	5221.3	359.2	0.000139	0.000053	0.000513	0.000052	0.000757	1322
050.KATW_5.0_B	5221.8	359.2	0.000079	0.000017	0.000493	0.000050	0.000639	1564
051.KATW_5.0_B	5222.3	359.3	0.000073	0.000016	0.000486	0.000049	0.000624	1601
052.KATW_5.0_B	5222.8	359.3	0.000113	0.000063	0.000494	0.000054	0.000725	1380
053.KATW_5.0_B	5223.2	359.4	0.000229	0.000232	0.000514	0.000058	0.001033	968
054.KATW_5.0_B	5217.6	359.4	0.000409	0.000152	0.000528	0.000053	0.001141	877
055.KATW_5.0_B	5218.0	359.5	0.000447	0.000146	0.000537	0.000052	0.001182	846
056.KATW_5.0_B	5218.5	359.6	0.000525	0.000143	0.000552	0.000053	0.001273	786
057.KATW_5.0_B	5220.8	359.9	0.000480	0.000242	0.000563	0.000058	0.001343	744
058.KATW_5.0_B	5221.3	359.9	0.000253	0.000136	0.000534	0.000057	0.000980	1021
059.KATW_5.0_B	5221.8	400.0	0.000150	0.000072	0.000505	0.000055	0.000782	1279
060.KATW_5.0_B	5222.3	400.1	0.000123	0.000062	0.000492	0.000054	0.000731	1368
061.KATW_5.0_B	5222.7	400.1	0.000116	0.000061	0.000483	0.000054	0.000713	1402
062.KATW_5.0_B	5223.2	400.2	0.000233	0.000265	0.000498	0.000060	0.001055	948
063.KATW_5.0_B	5221.8	400.7	0.000427	0.000289	0.000533	0.000063	0.001313	762
064.KATW_5.0_B	5222.2	400.8	0.000349	0.000299	0.000517	0.000063	0.001229	813
065.KATW_5.0_B	5222.7	400.8	0.000313	0.000302	0.000503	0.000063	0.001181	847
066.KATW_5.0_B	5223.2	400.9	0.000325	0.000303	0.000503	0.000064	0.001195	837
Totaal			0,019359	0,007995	0,035556	0,003429	0,066338	15
eens in .. jaar			52	125	28	292	15	

Tabel A3-21 Locatie met aanvaar/aandrijfkans per turbine

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar
Routegebonden	0,019357	52	0,035555	28	0,054912	18
Niet-routegebonden	0,007995	125	0,003428	292	0,011423	88
Totaal	0,027352	37	0,038983	26	0,066335	15

Tabel A3-22 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Katwijk basisvariant 5 MW.

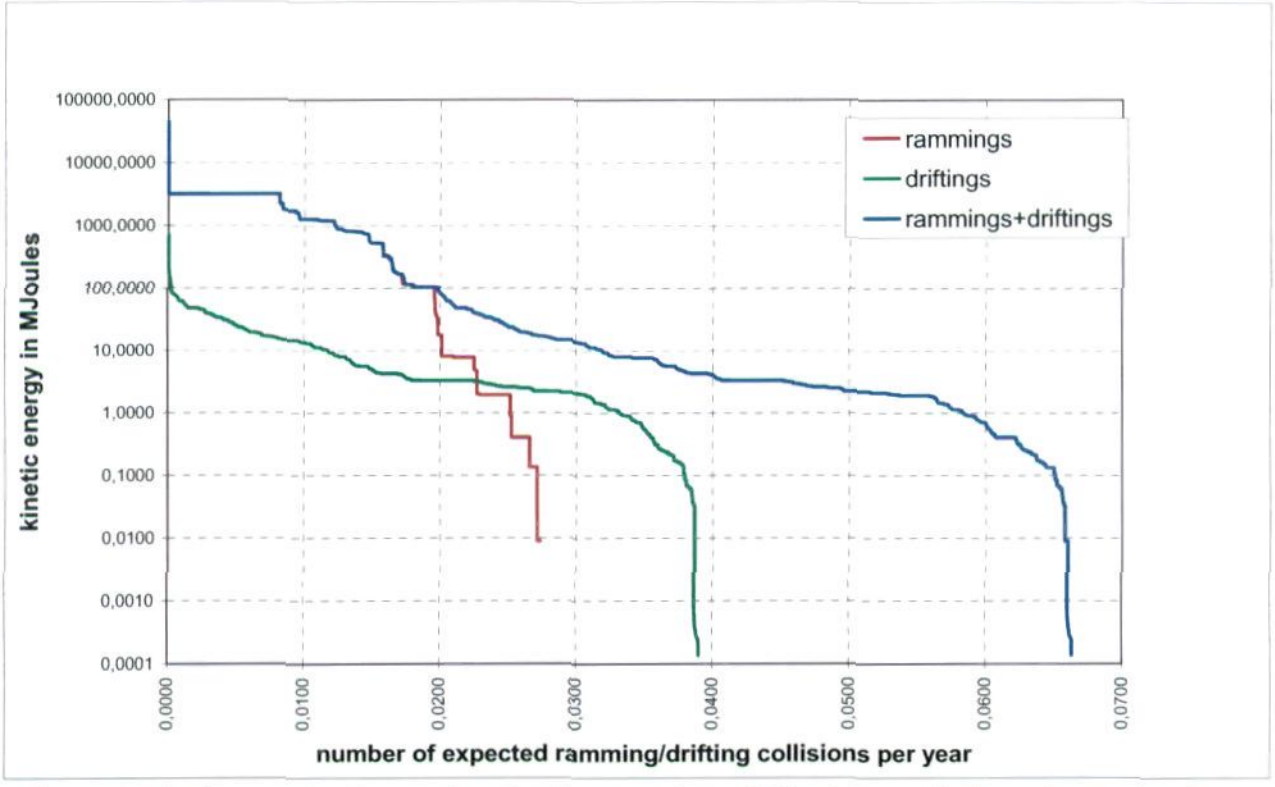
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[14]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0,000083	0,002675	0,001260	0,004018
Chemicalientanker	0,000067	0,003949	0,001024	0,005040
Gastanker	0,000007	0,000602	0,000103	0,000712
Containerschip	0,001190	0,007746	0,010936	0,019872
Ferry	0,000015	0,000337	0,000135	0,000487
Overige R-schepen	0,000403	0,015867	0,008513	0,024783
N-schepen	0,000028	0,000026	0,011369	0,011423
Totaal	0,001792	0,031202	0,033341	0,066335

Tabel A3-23 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen.

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de … jaar
	frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0,000000	0,000702	0,000033	0,006646	0,004382	0,003402	0,004415	0,010749	0,015165	66
Scheef	0,000004	0,000037	0,000147	0,000101	0,018545	0,000026	0,018695	0,000164	0,018859	53
Omvallen	0,001740	0,000056	0,015671	0,000427	0,012629	0,000000	0,030040	0,000482	0,030522	33
GosMos[1]	0,000192	0,000006	0,001571	0,000022	0,000000	0,000000	0,001764	0,000028	0,001792	558
Totaal	0,001936	0,000800	0,017422	0,007196	0,035556	0,003428	0,054914	0,011423	0,066337	15

Tabel A3-24 Schade aan het totale windpark.

[14] Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A3-6 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energie niveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0,0%	3,3%	3,3%	3,6%	5,1%	8,7%	3,6%	8,4%	12,0%
1-3	0,0%	3,7%	3,7%	14,7%	0,0%	14,7%	14,7%	3,7%	18,4%
3-5	0,0%	0,3%	0,3%	12,7%	0,0%	12,7%	12,7%	0,3%	13,0%
5-10	0,0%	3,6%	3,6%	4,9%	0,0%	4,9%	4,9%	3,6%	8,5%
10-15	0,0%	0,0%	0,0%	3,5%	0,0%	3,5%	3,5%	0,0%	3,5%
15-50	0,3%	0,4%	0,7%	12,1%	0,0%	12,1%	12,4%	0,4%	12,8%
50-100	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	0,0%	1,8%	1,9%	0,0%	1,9%
100-200	4,1%	0,8%	4,8%	0,3%	0,0%	0,3%	4,4%	0,8%	5,1%
>200	24,8%	0,0%	24,8%	0,0%	0,0%	0,0%	24,8%	0,0%	24,8%
Totaal	29,2%	12,1%	41,2%	53,6%	5,2%	58,8%	82,8%	17,2%	100,0%

Tabel A3-25 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines.

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windpark Katwijk; inrichtingvariant 5 MW basis		
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0,01-20	0,000015	67595	0,000
20-150	0,000653	1531	0,051
150-750	0,000885	1130	0,304
750-3000	0,000274	3643	0,436
3000-10000	0,000004	272695	0,013
Totaal	0,001831	546	0,805

Tabel A3-26 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Katwijk; inrichtingvariant 5 MW basis		
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0,000000		0,000
150-750	0,000135	7408	0,064
750-3000	0,000090	11067	0,209
3000-10000	0,000227	4403	1,195
10000-30000	0,000035	28936	0,538
30000-100000	0,000001	1161983	0,027
Totaal	0,000488	2050	2,033

Tabel A3-27 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Windpark Katwijk; inrichting-variant 5 MW basis	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de … jaar
Verkeer 2000	0,001831	546	0,805	0,000488	2050	2,033	431

Tabel A3-28 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine.

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2000
Zeer hoog ecologisch risico	0,000066
Hoog ecologisch risico	0,000030
Gemiddeld ecologische risico	0,000020
Gering ecologisch risico	*0,000087*
Verwaarloosbaar ecologische risico	0,000101
Totaal	0,000305
Eens in de … jaar	3274

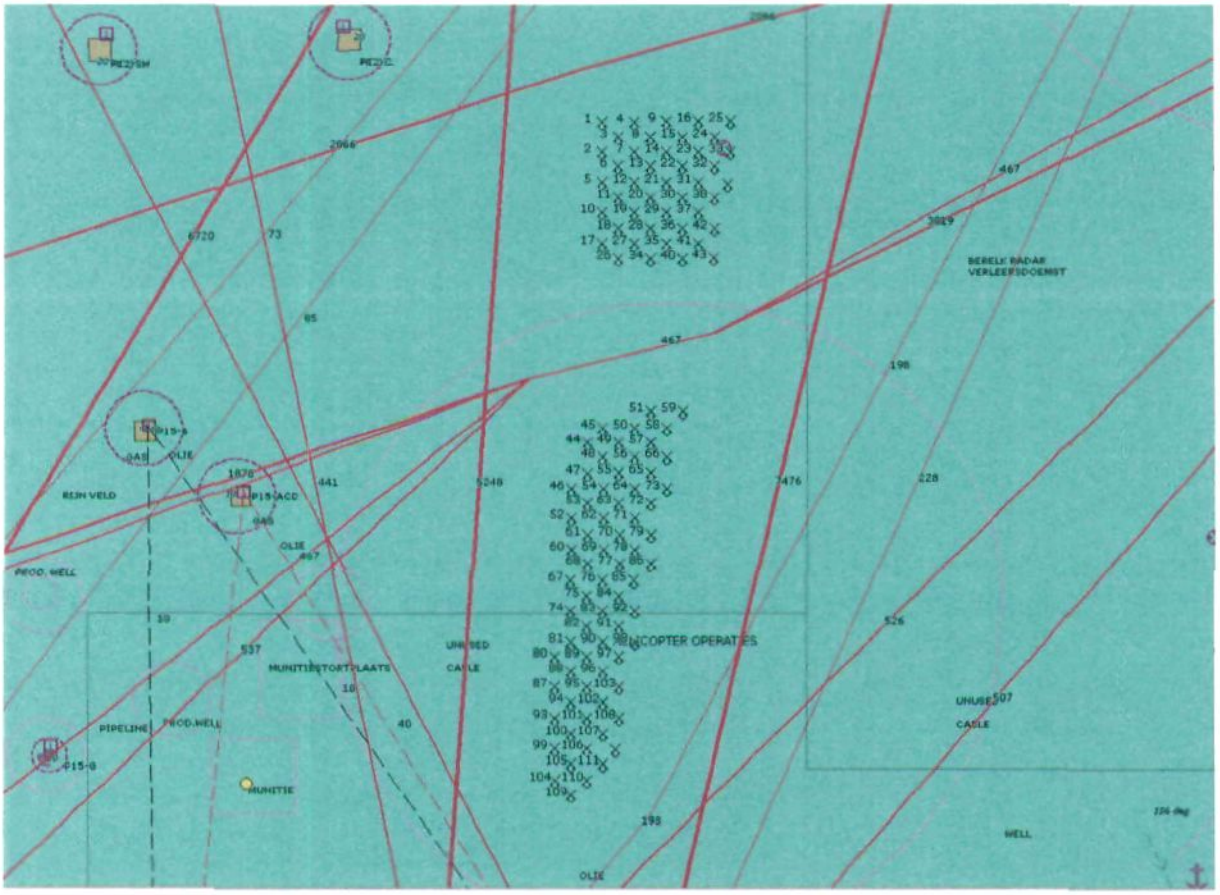
Tabel A3-29 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de …jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de … jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0,000009	0,000074	12037	1,09	0,000090	
Chemicaliën tanker	0,000009	0,000058	14996	1,25	0,000083	14996
Gastanker	0,000001	0,000006	147929	1,25	0,000008	147929
Containerschip	0,000121	0,001069	840	3,46	0,004119	
Ferry	0,000001	0,000013	68353	34,84	0,000510	68353
Overige R-schepen	0,000050	0,000352	2483	1,16	0,000468	
N-schepen	0,000006	0,000022		0,00	0,000005	
Totaal	0,000198	0,001594	558	2,95	0,005284	11354

Tabel A3-30 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt.

Bijlage 2 A4:

Resultaten windpark Katwijk; compacte variant met 112 windturbines van 5 MW



Figuur A4-7 Windpark Katwijk, compacte variant met 112 windturbines van 5 MW.

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.KATW_5.0_C	5223,2	357,8	0,000438	0,000205	0,000568	0,000054	0,001264	791
002.KATW_5.0_C	5222,7	357,8	0,000366	0,000205	0,000555	0,000055	0,001180	848
003.KATW_5.0_C	5222,9	358,2	0,000209	0,000099	0,000545	0,000053	0,000906	1104
004.KATW_5.0_C	*5223,2*	*358,6*	*0,000304*	*0,000207*	*0,000539*	*0,000056*	*0,001106*	*904*
005.KATW_5.0_C	5222,2	357,8	0,000313	0,000205	0,000549	0,000055	0,001121	892
006.KATW_5.0_C	5222,5	358,2	0,000181	0,000099	0,000543	0,000053	0,000876	1142
007.KATW_5.0_C	5222,7	358,6	0,000118	0,000049	0,000504	0,000052	0,000723	1383
008.KATW_5.0_C	5222,9	358,9	0,000156	0,000106	0,000526	0,000055	0,000842	1187
009.KATW_5.0_C	5223,2	359,3	0,000226	0,000227	0,000516	0,000058	0,001027	974
010.KATW_5.0_C	5221,7	357,8	0,000307	0,000205	0,000554	0,000054	0,001119	893
011.KATW_5.0_C	5222,0	358,2	0,000167	0,000099	0,000544	0,000053	0,000864	1158
012.KATW_5.0_C	*5222,2*	*358,6*	*0,000113*	*0,000049*	*0,000505*	*0,000052*	*0,000719*	*1391*
013.KATW_5.0_C	5222,5	359,0	0,000082	0,000024	0,000491	0,000050	0,000647	1545
014.KATW_5.0_C	5222,7	359,3	0,000105	0,000053	0,000493	0,000053	0,000704	1421
015.KATW_5.0_C	5222,9	359,7	0,000146	0,000117	0,000507	0,000056	0,000826	1211
016.KATW_5.0_C	5223,2	400,1	0,000228	0,000266	0,000494	0,000060	0,001047	955
017.KATW_5.0_C	5221,3	357,8	0,000348	0,000205	0,000560	0,000055	0,001168	856
018.KATW_5.0_C	5221,5	358,2	0,000188	0,000099	0,000552	0,000053	0,000892	1121
019.KATW_5.0_C	5221,7	358,6	0,000120	0,000049	0,000511	0,000052	0,000732	1366
020.KATW_5.0_C	*5222,0*	*359,0*	*0,000087*	*0,000024*	*0,000496*	*0,000050*	*0,000657*	*1522*
021.KATW_5.0_C	5222,2	359,3	0,000069	0,000014	0,000484	0,000049	0,000617	1622
022.KATW_5.0_C	5222,5	359,7	0,000088	0,000028	0,000486	0,000052	0,000654	1529
023.KATW_5.0_C	5222,7	400,1	0,000117	0,000061	0,000483	0,000054	0,000715	1399
024.KATW_5.0_C	5222,9	400,5	0,000177	0,000136	0,000491	0,000058	0,000862	1160
025.KATW_5.0_C	5223,2	400,9	0,000322	0,000302	0,000502	0,000064	0,001191	840
026.KATW_5.0_C	5221,0	358,2	0,000348	0,000206	0,000559	0,000055	0,001169	856
027.KATW_5.0_C	5221,3	358,6	0,000176	0,000103	0,000545	0,000054	0,000878	1139
028.KATW_5.0_C	5221,5	359,0	0,000129	0,000051	0,000511	0,000052	0,000744	1344
029.KATW_5.0_C	5221,7	359,3	0,000094	0,000025	0,000499	0,000051	0,000669	1494
030.KATW_5.0_C	5222,0	359,8	0,000104	0,000034	0,000494	0,000052	0,000684	1462
031.KATW_5.0_C	5222,2	400,1	0,000131	0,000066	0,000493	0,000054	0,000744	1344
032.KATW_5.0_C	5222,5	400,5	0,000191	0,000144	0,000496	0,000059	0,000889	1125
033.KATW_5.0_C	5222,7	400,9	0,000319	0,000302	0,000506	0,000063	0,001191	840
034.KATW_5.0_C	5221,0	359,0	0,000336	0,000214	0,000551	0,000057	0,001158	863
035.KATW_5.0_C	5221,3	359,3	0,000206	0,000112	0,000533	0,000055	0,000906	1103
036.KATW_5.0_C	5221,5	359,8	0,000143	0,000056	0,000507	0,000053	0,000759	1318
037.KATW_5.0_C	5221,7	400,1	0,000175	0,000086	0,000510	0,000055	0,000827	1210
038.KATW_5.0_C	5222,0	400,5	0,000245	0,000168	0,000508	0,000059	0,000980	1020
039.KATW_5.0_C	5222,2	400,8	0,000363	0,000302	0,000519	0,000064	0,001247	802
040.KATW_5.0_C	5221,0	359,8	0,000411	0,000240	0,000551	0,000058	0,001260	794
041.KATW_5.0_C	5221,3	400,1	0,000266	0,000127	0,000533	0,000056	0,000981	1019
042.KATW_5.0_C	5221,5	400,5	0,000354	0,000219	0,000536	0,000059	0,001169	856
043.KATW_5.0_C	5221,0	400,5	0,000559	0,000273	0,000566	0,000060	0,001458	686

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
044.KATW_5.0_C	5218,2	357,4	0,000453	0,000192	0,000588	0,000055	0,001289	776
045.KATW_5.0_C	5218,4	357,8	0,000447	0,000194	0,000580	0,000056	0,001277	783
046.KATW_5.0_C	5217,5	357,0	0,000393	0,000196	0,000569	0,000056	0,001215	823
047.KATW_5.0_C	5217,7	357,4	0,000280	0,000124	0,000556	0,000054	0,001014	986
048.KATW_5.0_C	5217,9	357,8	0,000212	0,000078	0,000545	0,000052	0,000887	1128
049.KATW_5.0_C	5218,2	358,2	0,000220	0,000076	0,000538	0,000051	0,000885	1130
050.KATW_5.0_C	5218,4	358,6	0,000304	0,000117	0,000543	0,000053	0,001018	983
051.KATW_5.0_C	5218,6	359,0	0,000472	0,000182	0,000556	0,000055	0,001265	791
052.KATW_5.0_C	5217,0	357,0	0,000318	0,000172	0,000554	0,000055	0,001098	910
053.KATW_5.0_C	5217,2	357,4	0,000206	0,000089	0,000535	0,000052	0,000882	1134
054.KATW_5.0_C	5217,5	357,8	0,000153	0,000048	0,000525	0,000050	0,000777	1288
055.KATW_5.0_C	5217,7	358,2	0,000129	0,000029	0,000512	0,000048	0,000718	1393
056.KATW_5.0_C	5217,9	358,6	0,000140	0,000030	0,000509	0,000048	0,000728	1374
057.KATW_5.0_C	5218,2	359,0	0,000199	0,000050	0,000519	0,000050	0,000818	1222
058.KATW_5.0_C	5218,4	359,3	0,000315	0,000083	0,000537	0,000051	0,000986	1014
059.KATW_5.0_C	5218,6	359,8	0,000566	0,000130	0,000559	0,000052	0,001306	766
060.KATW_5.0_C	5216,5	357,0	0,000281	0,000147	0,000543	0,000054	0,001025	976
061.KATW_5.0_C	5216,7	357,4	0,000182	0,000075	0,000527	0,000051	0,000835	1198
062.KATW_5.0_C	5217,0	357,8	0,000131	0,000039	0,000514	0,000048	0,000732	1366
063.KATW_5.0_C	5217,2	358,2	0,000112	0,000023	0,000503	0,000047	0,000684	1463
064.KATW_5.0_C	5217,5	358,6	0,000149	0,000041	0,000504	0,000049	0,000742	1347
065.KATW_5.0_C	5217,7	359,0	0,000213	0,000068	0,000514	0,000050	0,000845	1183
066.KATW_5.0_C	5217,9	359,3	0,000344	0,000114	0,000529	0,000052	0,001040	962
067.KATW_5.0_C	5216,0	357,0	0,000262	0,000104	0,000535	0,000050	0,000951	1052
068.KATW_5.0_C	5216,3	357,4	0,000169	0,000058	0,000519	0,000048	0,000793	1260
069.KATW_5.0_C	5216,5	357,8	0,000123	0,000031	0,000509	0,000047	0,000710	1409
070.KATW_5.0_C	5216,7	358,2	0,000121	0,000031	0,000502	0,000047	0,000701	1427
071.KATW_5.0_C	5217,0	358,6	0,000164	0,000053	0,000504	0,000049	0,000770	1298
072.KATW_5.0_C	5217,2	359,0	0,000239	0,000093	0,000512	0,000051	0,000896	1116
073.KATW_5.0_C	5217,5	359,3	0,000392	0,000151	0,000525	0,000053	0,001121	892
074.KATW_5.0_C	5215,5	357,0	0,000250	0,000068	0,000537	0,000048	0,000903	1108
075.KATW_5.0_C	5215,8	357,4	0,000165	0,000040	0,000519	0,000047	0,000771	1297
076.KATW_5.0_C	5216,0	357,8	0,000118	0,000023	0,000506	0,000045	0,000693	1443
077.KATW_5.0_C	5216,3	358,2	0,000140	0,000038	0,000507	0,000047	0,000732	1366
078.KATW_5.0_C	5216,5	358,6	0,000194	0,000071	0,000506	0,000049	0,000820	1219
079.KATW_5.0_C	5216,7	359,0	0,000295	0,000125	0,000516	0,000052	0,000988	1012
080.KATW_5.0_C	5214,8	356,6	0,000408	0,000101	0,000571	0,000048	0,001128	886
081.KATW_5.0_C	5215,1	357,0	0,000243	0,000053	0,000542	0,000047	0,000885	1130
082.KATW_5.0_C	5215,3	357,4	0,000161	0,000029	0,000521	0,000046	0,000757	1321
083.KATW_5.0_C	5215,5	357,8	0,000127	0,000019	0,000514	0,000045	0,000706	1417
084.KATW_5.0_C	5215,8	358,2	0,000168	0,000040	0,000515	0,000047	0,000770	1299
085.KATW_5.0_C	5216,0	358,6	0,000241	0,000084	0,000516	0,000049	0,000890	1123
086.KATW_5.0_C	5216,3	359,0	0,000385	0,000156	0,000523	0,000051	0,001116	896
087.KATW_5.0_C	5214,4	356,6	0,000432	0,000100	0,000580	0,000047	0,001158	863

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de... jaar
	x	y	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
088.KATW_5.0_C	5214,6	357,0	0,000257	0,000049	0,000525	0,000045	0,000876	1142
089.KATW_5.0_C	5214,8	357,4	0,000168	0,000025	0,000503	0,000044	0,000739	1352
090.KATW_5.0_C	5215,1	357,8	0,000156	0,000025	0,000491	0,000045	0,000717	1396
091.KATW_5.0_C	5215,3	358,2	0,000213	0,000048	0,000491	0,000046	0,000799	1252
092.KATW_5.0_C	5215,5	358,6	0,000321	0,000095	0,000498	0,000048	0,000962	1040
093.KATW_5.0_C	5213,9	356,6	0,000478	0,000105	0,000568	0,000046	0,001197	835
094.KATW_5.0_C	5214,1	357,0	0,000279	0,000049	0,000531	0,000045	0,000904	1107
095.KATW_5.0_C	5214,4	357,4	0,000176	0,000023	0,000511	0,000043	0,000754	1327
096.KATW_5.0_C	5214,6	357,8	0,000192	0,000030	0,000499	0,000045	0,000766	1306
097.KATW_5.0_C	5214,8	358,2	0,000270	0,000059	0,000502	0,000046	0,000876	1141
098.KATW_5.0_C	5215,1	358,6	0,000419	0,000110	0,000507	0,000047	0,001083	923
099.KATW_5.0_C	5213,4	356,6	0,000514	0,000105	0,000580	0,000047	0,001245	803
100.KATW_5.0_C	5213,6	357,0	0,000301	0,000049	0,000544	0,000044	0,000937	1067
101.KATW_5.0_C	5213,9	357,4	0,000191	0,000022	0,000521	0,000043	0,000777	1287
102.KATW_5.0_C	5214,1	357,8	0,000239	0,000040	0,000518	0,000045	0,000841	1188
103.KATW_5.0_C	5214,4	358,2	0,000348	0,000071	0,000515	0,000046	0,000979	1021
104.KATW_5.0_C	5212,9	356,6	0,000549	0,000102	0,000590	0,000047	0,001289	776
105.KATW_5.0_C	5213,2	357,0	0,000326	0,000049	0,000557	0,000045	0,000977	1023
106.KATW_5.0_C	5213,4	357,4	0,000265	0,000037	0,000540	0,000044	0,000886	1129
107.KATW_5.0_C	5213,6	357,8	0,000304	0,000051	0,000536	0,000045	0,000936	1068
108.KATW_5.0_C	5213,9	358,2	0,000463	0,000097	0,000538	0,000046	0,001145	874
109.KATW_5.0_C	5212,7	357,0	0,000566	0,000102	0,000589	0,000047	0,001304	767
110.KATW_5.0_C	5212,9	357,4	0,000537	0,000103	0,000576	0,000047	0,001263	792
111.KATW_5.0_C	5213,2	357,8	0,000520	0,000110	0,000565	0,000046	0,001241	806
112.KATW_5.0_C	5213,4	358,1	0,000548	0,000110	0,000561	0,000046	0,001266	790
Totaal			0,029143	0,011288	0,059111	0,005711	0,105252	10
eens in .. jaar			34	89	17	175	10	

Tabel A4-31 Locatie met aanvaar/aandrijfkans per turbine

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar
Routegebonden	0,029136	34	0,059105	17	0,088241	11
Niet-routegebonden	0,011287	89	0,005711	175	0,016998	59
Totaal	0,040423	25	0,064816	15	0,105239	10

Tabel A4-32 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Katwijk compacte variant 5 MW.

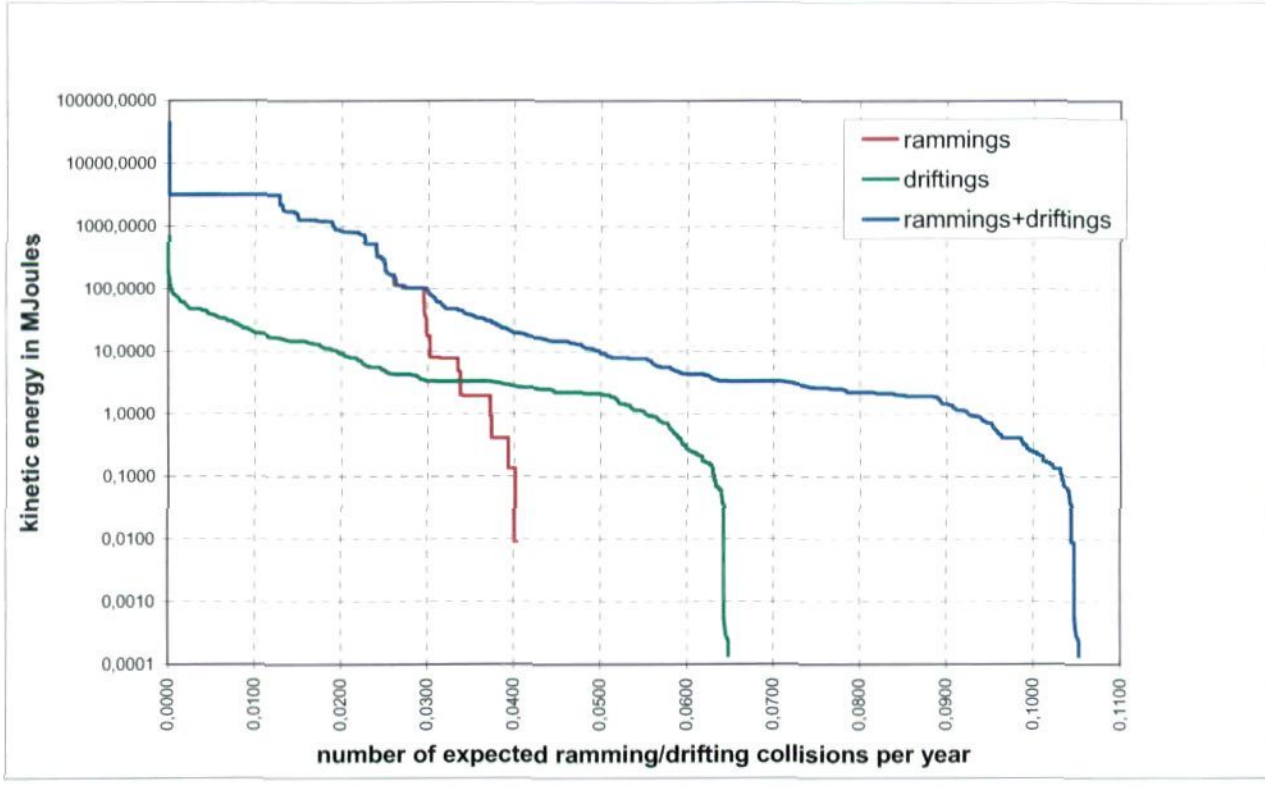
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[15]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0,000128	0,004438	0,001975	0,006541
Chemicalientanker	0,000096	0,006550	0,001509	0,008155
Gastanker	0,000009	0,000999	0,000141	0,001149
Containerschip	0,001839	0,012923	0,016876	0,031638
Ferry	0,000018	0,000560	0,000172	0,000750
Overige R-schepen	0,000584	0,026342	0,013082	0,040008
N-schepen	0,000042	0,000044	0,016912	0,016998
Totaal	0,002717	0,051856	0,050666	0,105239

Tabel A4-33 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen.

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de … jaar
	frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0,000000	0,000986	0,000042	0,009335	0,007294	0,005667	0,007336	0,015988	0,023324	43
Scheef	0,000005	0,000051	0,000196	0,000147	0,030798	0,000044	0,030999	0,000242	0,031241	32
Omvallen	0,002620	0,000083	0,023605	0,000643	0,021018	0,000000	0,047242	0,000726	0,047968	21
GosMos[1]	0,000290	0,000008	0,002386	0,000034	0,000000	0,000000	0,002675	0,000042	0,002718	368
Totaal	0,002914	0,001129	0,026229	0,010158	0,059110	0,005711	0,088253	0,016998	0,105251	10

Tabel A4-34 Schade aan het totale windpark.

[15] Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming



Figuur A4-8 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energie niveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0,0%	3,0%	3,0%	3,7%	5,4%	9,1%	3,7%	8,4%	12,1%
1-3	0,0%	3,3%	3,3%	15,4%	0,0%	15,4%	15,4%	3,3%	18,7%
3-5	0,0%	0,3%	0,3%	13,3%	0,0%	13,3%	13,3%	0,3%	13,6%
5-10	0,0%	3,1%	3,1%	5,1%	0,0%	5,1%	5,1%	3,1%	8,2%
10-15	0,0%	0,0%	0,0%	3,6%	0,0%	3,6%	3,6%	0,0%	3,6%
15-50	0,2%	0,4%	0,6%	12,7%	0,0%	12,7%	12,9%	0,4%	13,3%
50-100	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%	0,0%	1,9%	2,0%	0,0%	2,0%
100-200	3,5%	0,7%	4,3%	0,3%	0,0%	0,3%	3,9%	0,7%	4,6%
>200	23,9%	0,0%	23,9%	0,0%	0,0%	0,0%	23,9%	0,0%	23,9%
Totaal	27,7%	10,7%	38,4%	56,2%	5,4%	61,6%	83,8%	16,2%	100,0%

Tabel A4-35 Verdeling aanvaar en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines.

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Windpark Katwijk; inrichtingvariant 5 MW compact		
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0,01-20	0,000025	40661	0,000
20-150	0,001085	922	0,084
150-750	0,001473	679	0,507
750-3000	0,000456	2192	0,726
3000-10000	0,000006	162697	0,023
Totaal	0,003045	328	1,339

Tabel A4-36 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Katwijk; inrichtingvariant 5 MW compact		
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0,000000		0,000
150-750	0,000223	4476	0,107
750-3000	0,000150	6681	0,346
3000-10000	0,000378	2645	1,991
10000-30000	0,000058	17267	0,902
30000-100000	0,000001	693253	0,046
Totaal	0,000811	1234	3,391

Tabel A4-37 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Windpark Katwijk; inrichting-variant 5 MW compact	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de … jaar
Verkeer 2000	0,003045	328	1,339	0,000811	1234	3,391	259

Tabel A4-38 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine.

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2000
Zeer hoog ecologisch risico	0,000110
Hoog ecologisch risico	0,000050
Gemiddeld ecologische risico	0,000034
Gering ecologisch risico	0,000145
Verwaarloosbaar ecologische risico	0,000168
Totaal	0,000507
Eens in de … jaar	1974

Tabel A4-39 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine.

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de …jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de … jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0,000014	0,000114	7803	1,08	0,000139	
Chemicaliën tanker	0,000013	0,000083	10396	1,25	0,000120	10396
Gastanker	0,000001	0,000008	107817	1,25	0,000012	107817
Containerschip	0,000187	0,001651	544	3,28	0,006023	
Ferry	0,000002	0,000017	54230	34,85	0,000643	54230
Overige R-schepen	0,000072	0,000512	1711	1,16	0,000679	
N-schepen	0,000008	0,000034		0,00	0,000008	
Totaal	0,000298	0,002419	368	2,81	0,007623	8071

Tabel A4-40 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt.

Bijlage 3

Uitleg soortspecifieke windturbinegevoeligheidsindex (SWGI) en gehanteerde onderzoekgegevens

Windturbines zullen een relatief grote invloed hebben op zeer verstoringsgevoelige soorten en een veel kleinere invloed op soorten die zich minder makkelijk laten verstoren. Hierbij is het belangrijk om op te merken, dat de daadwerkelijke verstoringsgevoeligheid niet bekend is voor de diverse soorten zeevogels. Om deze te kunnen vaststellen zullen eerst (meer) windparken gebouwd moeten worden, waarin dan het benodigde onderzoek gedaan kan worden. Voor deze studie is daarom uitgegaan van een recente publicatie van Garthe & Hüppop (2004), waarin voor de meest relevante soorten een relatieve windturbinegevoeligheidsindex is gegeven. Garthe & Hüppop hebben deze indices gebruikt om voor het Duitse deel van de Noordzee, de windmolengevoeligheid uit te rekenen, op grond van het voorkomen van alle belangrijke soorten zeevogels. Daartoe vermenigvuldigden zij de Ln (gemiddelde dichtheid) van iedere soort met de betreffende gevoeligheidsindex en vervolgens telde men de uitkomsten voor alle soorten op. Er werd een gridgrootte van 10 minuten Oosterlengte bij 6 minuten Noorderbreedte gebruikt (op de hoogte van de Duitse Bocht zijn dat bijna vierkanten, van circa 11x11 km groot), waarbinnen de gemiddelde vogeldichtheden per soort werd berekend en vermenigvuldigd met de soortspecifieke gevoeligheden, waarna door optelling de totale gevoeligheden werden bepaald. De vogeldichtheden waren bepaald met behulp van scheepstellingen, waarbij (licht) gecorrigeerd werd voor vogels die tijdens de tellingen op grotere afstand van de schepen werden gemist.

De soortspecifieke windturbinegevoeligheidsindex (SWGI) is opgebouwd uit negen verschillende factoren, die geacht worden de gevoeligheid van een bepaalde soort voor windturbines op zee mede te bepalen. Deze zijn:

A Wendbaarheid in de lucht.
B Hoogte waarop de soort zich meestal voortbeweegt in de lucht.
C De hoeveelheid tijd die de soort vliegend doorbrengt.
D De mate waarin de soort 's nachts vliegend actief is.
E De gevoeligheid voor verstoring door schepen.
F De mate waarin de soort flexibel is in zijn habitat/gebiedskeuze.
G De totale, biogeografische populatiegrootte.
H De normale overlevingskans van volwassen vogels.
I De 'European Threat and Conservation Status' (BirdLife International 2004).

Deze factoren zijn per vogelsoort door Garthe & Hüppop, in nauw overleg met een aantal andere internationale zeevogeldeskundigen, geschaald van 1 (zeer laag) tot 5 (zeer hoog). De SWGI werd vervolgens op grond van de waarden voor A tot en met I bepaald als:

SWGI = ((A3+B3+C3+D3)/4)*((E3+F3)/2)*((G3+H3+I3)/3)

Vervolgens is de Windturbinegevoeligheidsindex (WGI) van een bepaalde locatie berekend, op grond van de dichtheden van alle verschillende soorten zeevogels ter plaatse, gecorrigeerd voor hun SWGI, volgens:

WSI = Σspecies (ln (dichtheid + 1) × SWGI), ofwel:

De (natuurlijke logaritme van) de gesommeerde dichtheden van alle ter plaatse voorkomende zeevogels, elk vermenigvuldigd met hun soortspecifieke windturbinegevoeligheidsindex (SWGI). De dichtheden van zeevogels in een bepaald zeegebied worden bepaald middels strip-transecttellingen. Hierbij worden transecten over de zee per schip of per vliegtuig afgelegd, terwijl de vogels in strips met een bekende breedte langszij dit platform worden geteld [Tasker et al., 1984; Baptist, 1991]. De vogeldichtheid is dan het aantal vogels binnen de getelde strip, gedeeld door het oppervlakte van die getelde strip. Als vogeldichtheden worden de gemiddelde vogeldichtheden gebruikt voor alle telstrips die binnen een bepaald oppervlak vallen (gridcel of polygoon, bijvoorbeeld van een windpark). In tabel B3.1 is de soortspecifieke windturbinegevoeligheidsindex voor de meest relevante zeevogelsoorten die op het NCP voorkomen, weergegeven, inclusief de onderliggende factoren.

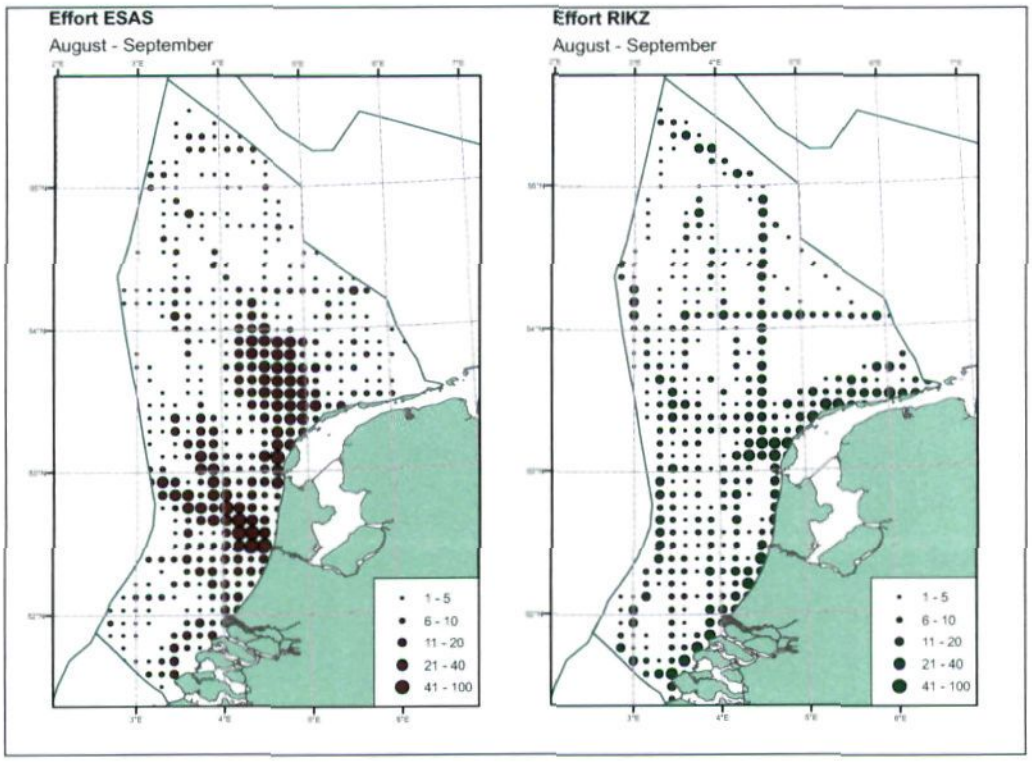
Tabel B3.1 De soortspecifieke windturbinegevoeligheidsindex (SWGI) van de meest talrijke zeevogelsoorten op het NCP. Voor de factoren A-I, en voor de berekening van SWGI: zie tekst

Soort	A	B	C	D	E	F	G	H	I	SWGI
Roodkeelduiker	5	2	2	1	5	4	5	3	5	48.8
Parelduiker	5	2	3	1	5	4	4	3	5	49.5
Fuut	4	2	3	2	3	4	4	1	1	19.3
Roodhalsfuut	4	2	1	1	4	5	5	1	1	21.0
Noordse Stormvogel	3	1	2	4	1	1	1	5	1	5.8
Jan van Gent	3	3	3	2	1	1	4	5	3	11.0
Aalscholver	4	1	4	1	3	3	4	3	1	20.0
Brilduiker	3	1	2	3	4	4	4	2	1	21.0
Toppereend	3	1	2	3	4	4	5	2	5	36.0
IJseend	3	1	2	3	4	4	2	2	1	15.0
Eidereend	4	1	2	3	4	4	2	4	1	23.3
Middelste Zaagbek	4	1	2	3	4	4	4	2	1	23.3
Zwarte Zee-eend	3	1	2	3	5	4	2	2	1	16.9
Grote Zee-eend	3	1	2	3	5	4	3	2	3	27.0
Zilvermeeuw	2	4	2	3	1	1	2	5	1	7.3
Kleine Mantelmeeuw	1	4	2	3	1	1	4	5	2	9.2
Kleine Jager	1	3	5	1	2	2	4	3	1	13.3
Grote Jager	1	3	4	1	2	2	5	4	2	16.5
Dwergmeeuw	1	1	3	2	2	3	5	2	4	16.0
Kokmeeuw	1	5	1	2	1	2	1	3	1	5.6
Zwartkopmeeuw	1	3	2	3	1	2	5	2	1	9.0
Stormmeeuw	1	3	2	3	1	2	2	2	4	9.0
Grote Mantelmeeuw	2	3	2	3	1	2	4	5	2	13.8
Drieteenmeeuw	1	2	3	3	1	2	1	3	1	5.6
Dwergstern	1	1	4	1	2	3	4	4	4	17.5
Grote Stern	1	3	5	1	1	3	4	4	4	20.0

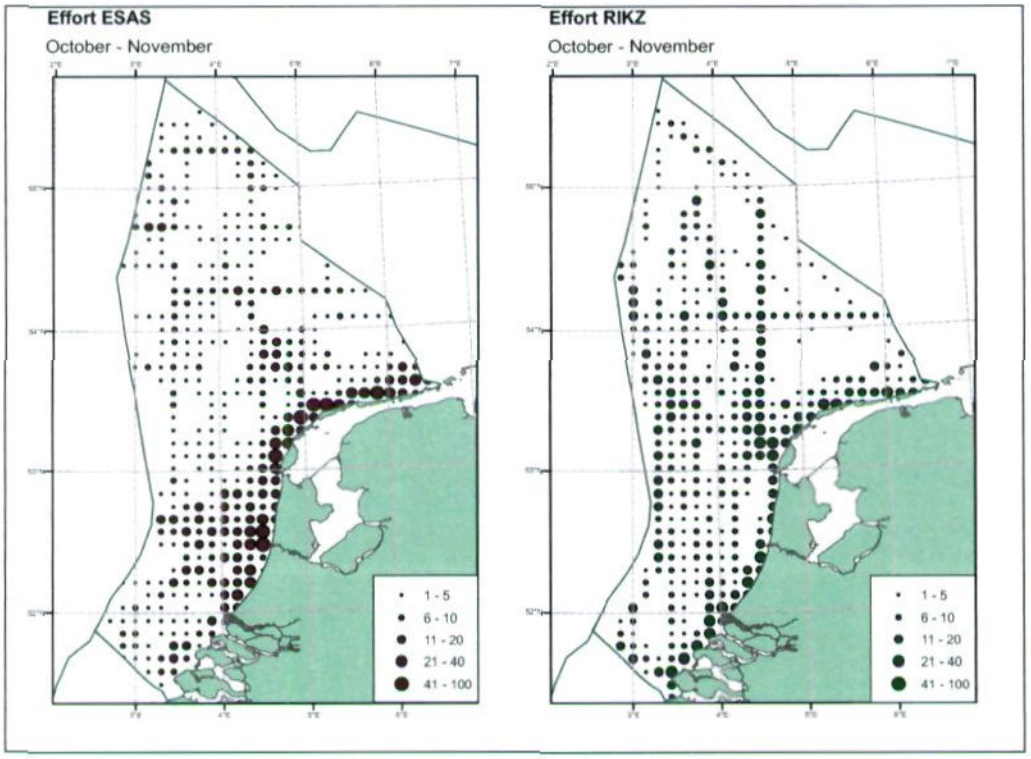
Visdief	1	2	5	1	1	3	3	4	1	12.0
Noordse Stern	1	1	5	1	1	3	3	4	1	10.7
Zwarte Stern	1	1	4	1	2	3	4	4	4	17.5
Alk	4	1	1	1	2	3	2	5	2	13.1
Zeekoet	4	1	1	2	2	3	1	4	1	10.0
Papegaaiduiker	3	1	1	1	3	3	2	5	5	18.0
Kleine Alk	3	1	1	3	2	4	2	5	1	16.0

Op het Nederlandse Continentale Plat zijn zowel scheepstellingen als tellingen per vliegtuig gedaan om zeevogeldichtheden vast te stellen. De resultaten zijn respectievelijk samengebracht in de European Seabirds At Sea Database (ESAS) en in een database die beheerd wordt door Rijkswaterstaat (RIKZ). Wij hebben de methode van Garthe & Hüppop (2004) toegepast op de verzamelde gegevens voor het NCP, waarbij een gridgrootte van 10x10 km werd gebruikt. De methode werd toegepast voor de beide databases (ESAS en RIKZ) afzonderlijk, waarna de uitkomsten met een geo-statistische methode (Ordinary Kriging, met een richtingscomponent van 45 graden om tegemoet te komen aan de gemiddelde oriëntatie van de Nederlandse kustlijn) werden "uitgesmeerd" over het hele NCP. Op grond van deze bewerking werd de geschatte totale gevoeligheid van ieder 10x10 blok (nu dus op grond van alle waarnemingen op het NCP) van ESAS en RIKZ gemiddeld, zodat voor ieder 10x10 km blok van het NCP een relatieve gevoeligheidswaarde berekend kon worden, gebaseerd op alle beschikbare data. Hiervoor zijn in eerste instantie de 6 seizoenen van het RIKZ monitoringsprogramma gehanteerd (augustus/september, oktober/november, december/januari, februari/maart, april/mei en juni/juli), deze zijn vervolgens ook nog gemiddeld tot een jaarkaart (de windturbines zullen immers het hele jaar aanwezig zijn). De gebruikte datasets en seizoensindeling zijn gelijk aan die welke eerder gebruikt werden in het onderliggende zeevogelrapport [Leopold et al., in druk] voor het eerder genoemde rapport over de gebieden op het NCP met bijzondere natuurwaarden [Lindeboom et al., 2005]. De contour van de locatie Katwijk is over de 6 seizoens- en jaarkaart van relatieve windturbinegevoeligheid van de zeevogelgemeenschap gelegd (in GIS) en vervolgens is de gevoeligheid ter plaatse vergeleken met de gevoeligheid in een ruim gebied rond de locatie. In de cartografie is dezelfde schaal aangehouden die ook door Garthe & Hüppop (2004) voor het Duitse deel is gebruikt. De achterliggende cijfers worden ook in tabelvorm gepresenteerd.

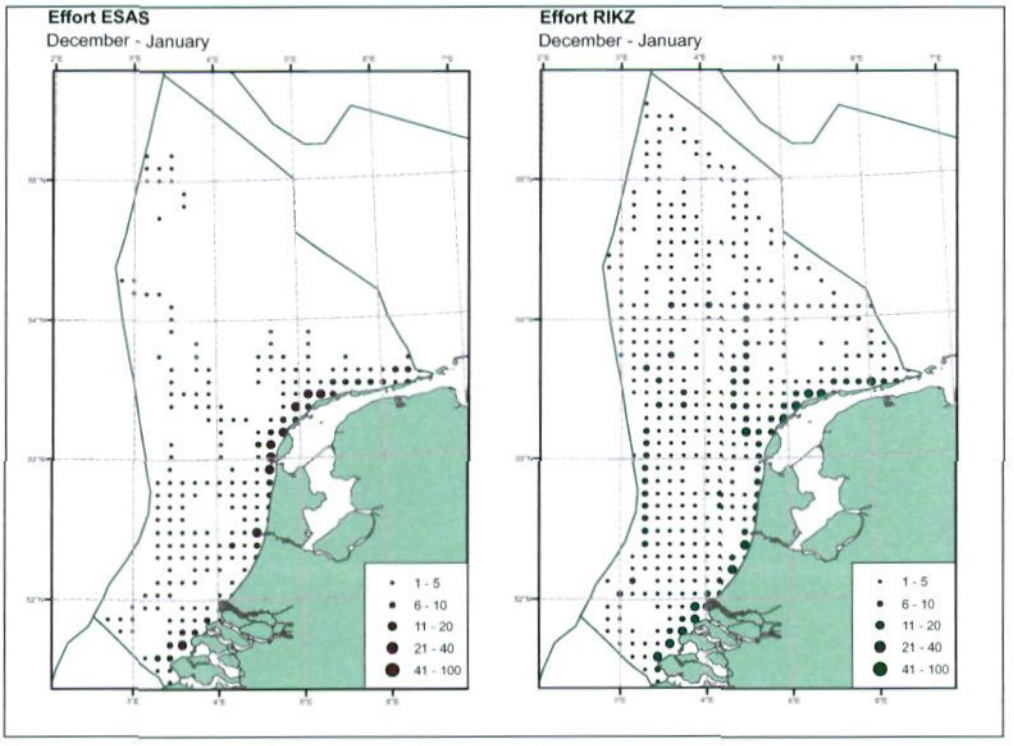
Er is geen onderzoek, speciaal gericht op de locatie Katwijk gedaan. Er is daarom gebruik gemaakt van survey-gegevens, die om andere redenen zijn verzameld, voor andere onderzoeksdoelen. Door de gegevens van twee grootschalige surveys samen te nemen, over twee lange reeksen van jaren (ESAS: 1987-2002 en RIKZ: 1991-2002; zie verder Leopold et al. in druk voor besprekingen op soortsniveau), werden de meeste 10x10 km hokken in het zeegebied waar windparken zijn gepland wel bezocht, maar met aanzienlijke verschillen in intensiteit. Leemtes in de dekking konden voor een groot deel worden opgevuld door de dichtheden voor het hele NCP te schatten, na toepassing van de intrapolatietechniek Ordinary Kriging en door gebruik te maken zowel de scheeps- als de vliegtuigtellingen, en van alle seizoenen. De daadwerkelijke gegevensdichtheid die ten grondslag ligt aan de uiteindelijke wegingen, is gegeven in de figuren B3.1 t/m B3.6. In deze figuren is de totale survey inspanning ("Effort") weergegeven per 10x10 km blok op het NCP, per boot (steeds links, in rood) en vliegtuig (rechts, in groen), voor achtereenvolgens: aug/sep, okt/nov, dec/jan, feb/mar, apr/mei, jun/jul, in afgezochte km² per 100 km².



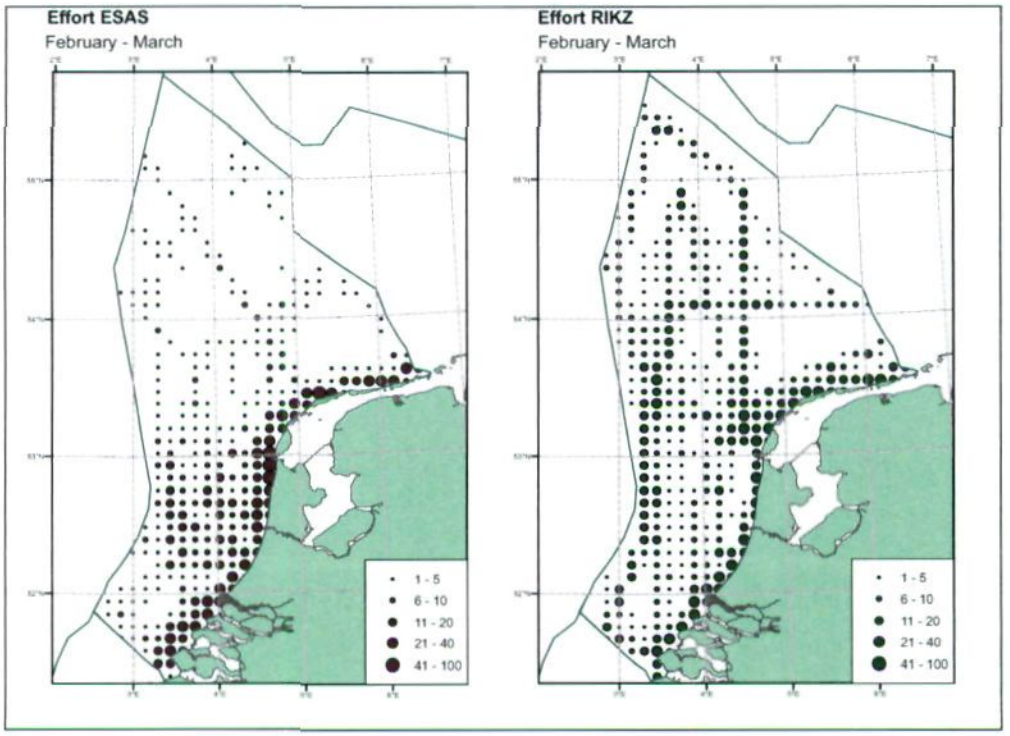
Figuur B3.1 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor aug/sep, in afgezochte km² per 100 km²



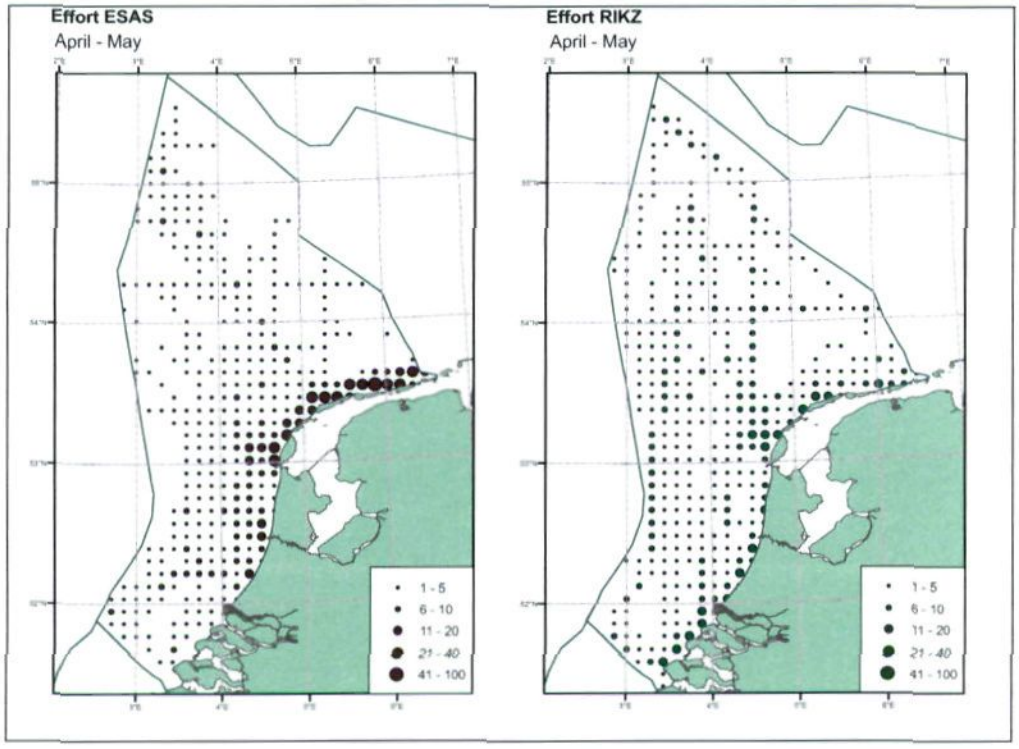
Figuur B3.2 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor okt/nov, in afgezochte km² per 100 km²



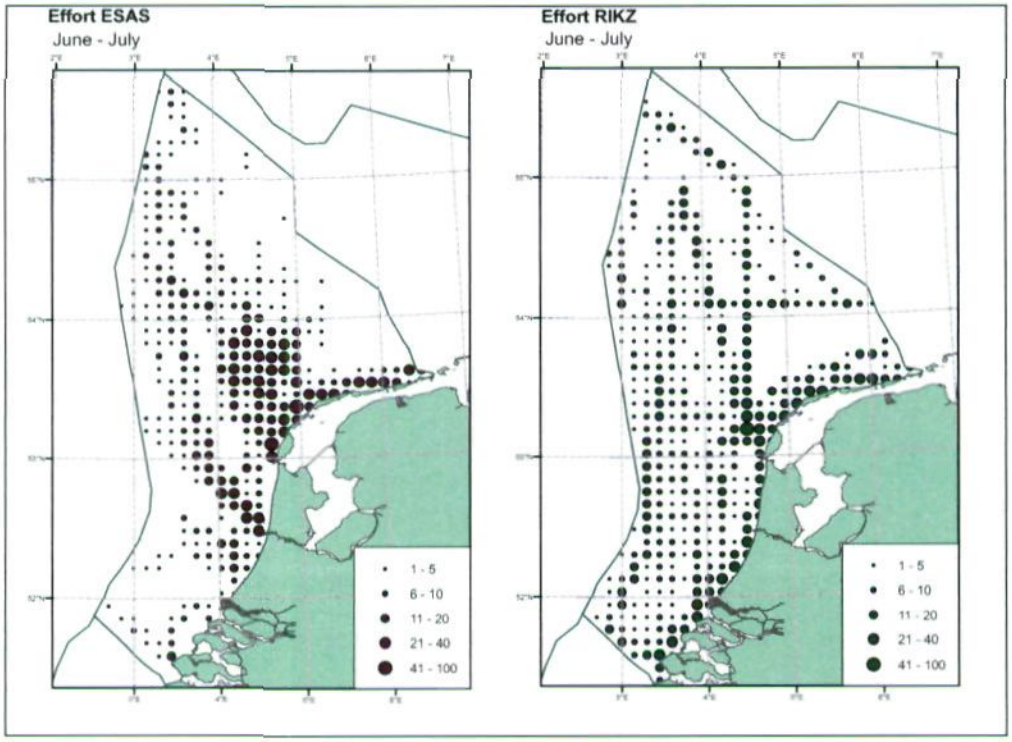
Figuur B3.3 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor dec/jan, in afgezochte km² per 100 km²



Figuur B3.4 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor feb/mrt, in afgezochte km² per 100 km²



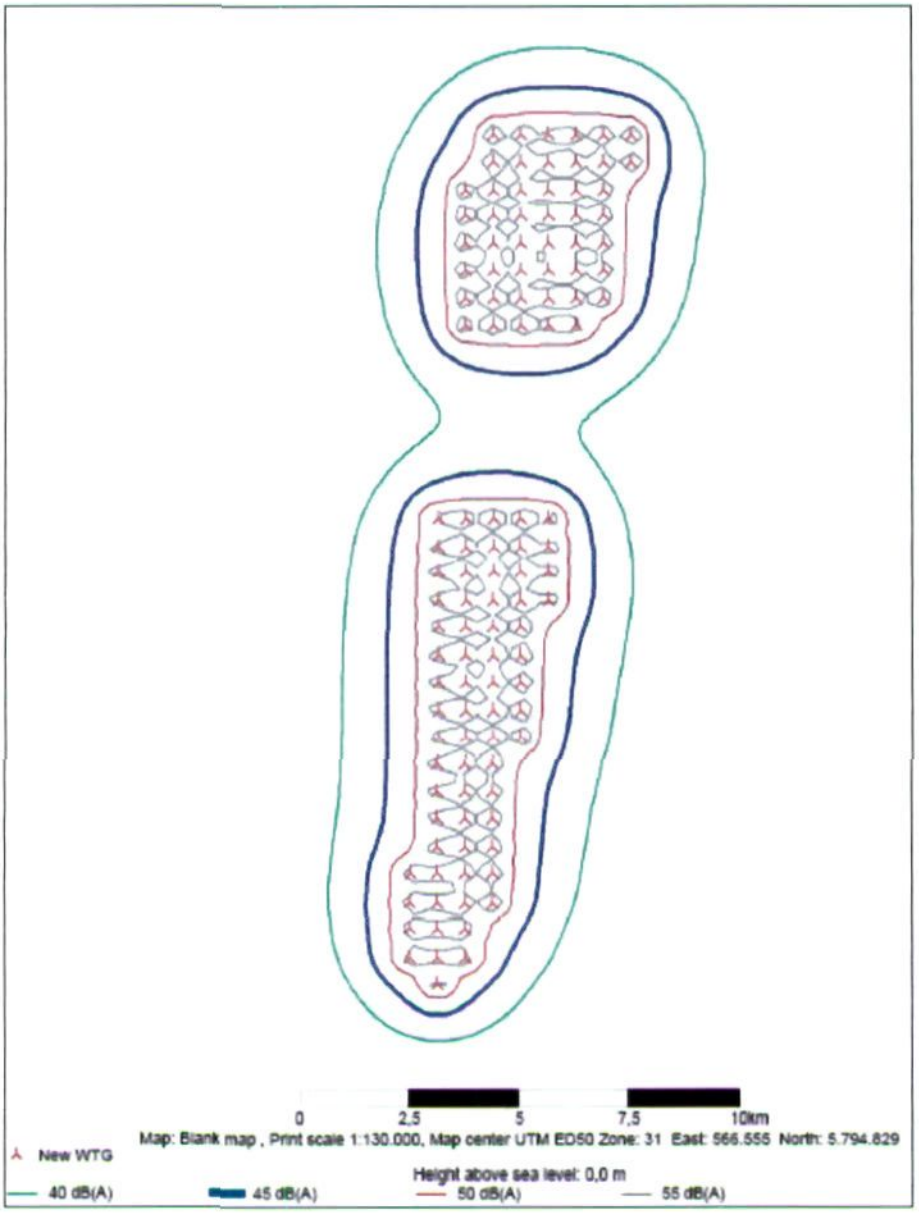
Figuur B3.5 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor apr/mei, in afgezochte km² per 100 km²



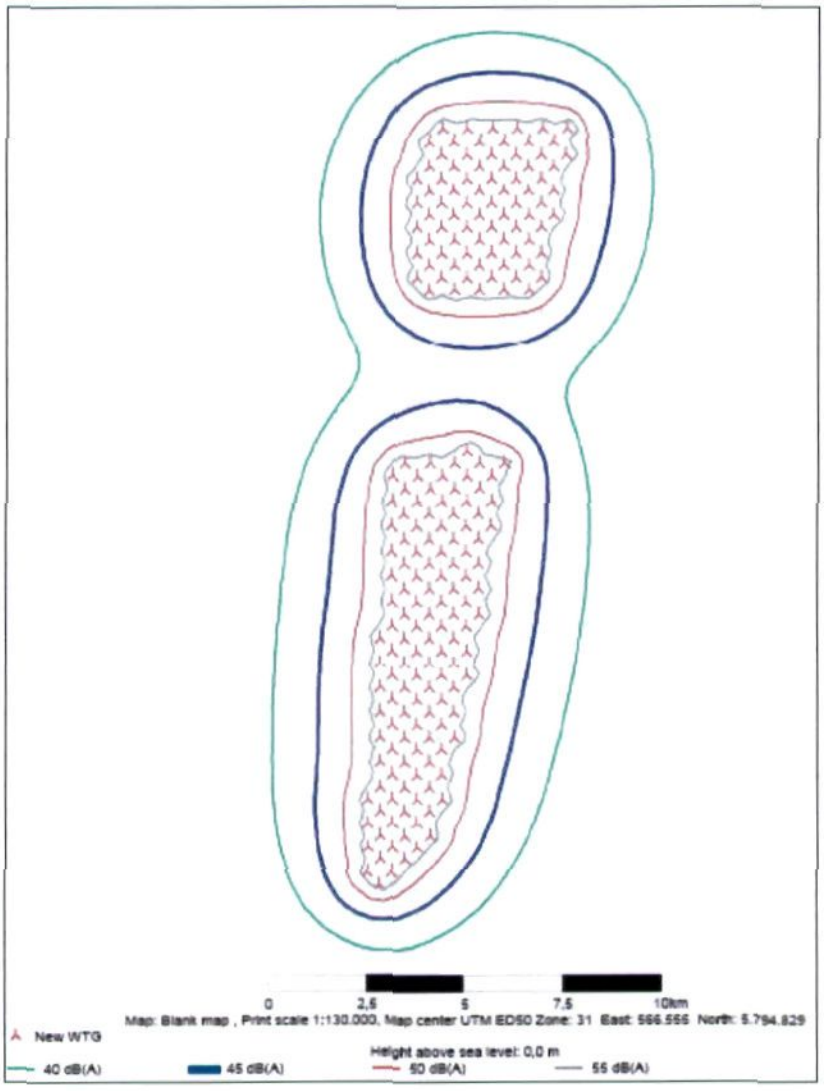
Figuur B3.6 Totale survey inspanning per 10x10 km blok op het NCP, per boot (links) en vliegtuig (rechts), voor jun/jul, in afgezochte km² per 100 km²

Bijlage 4

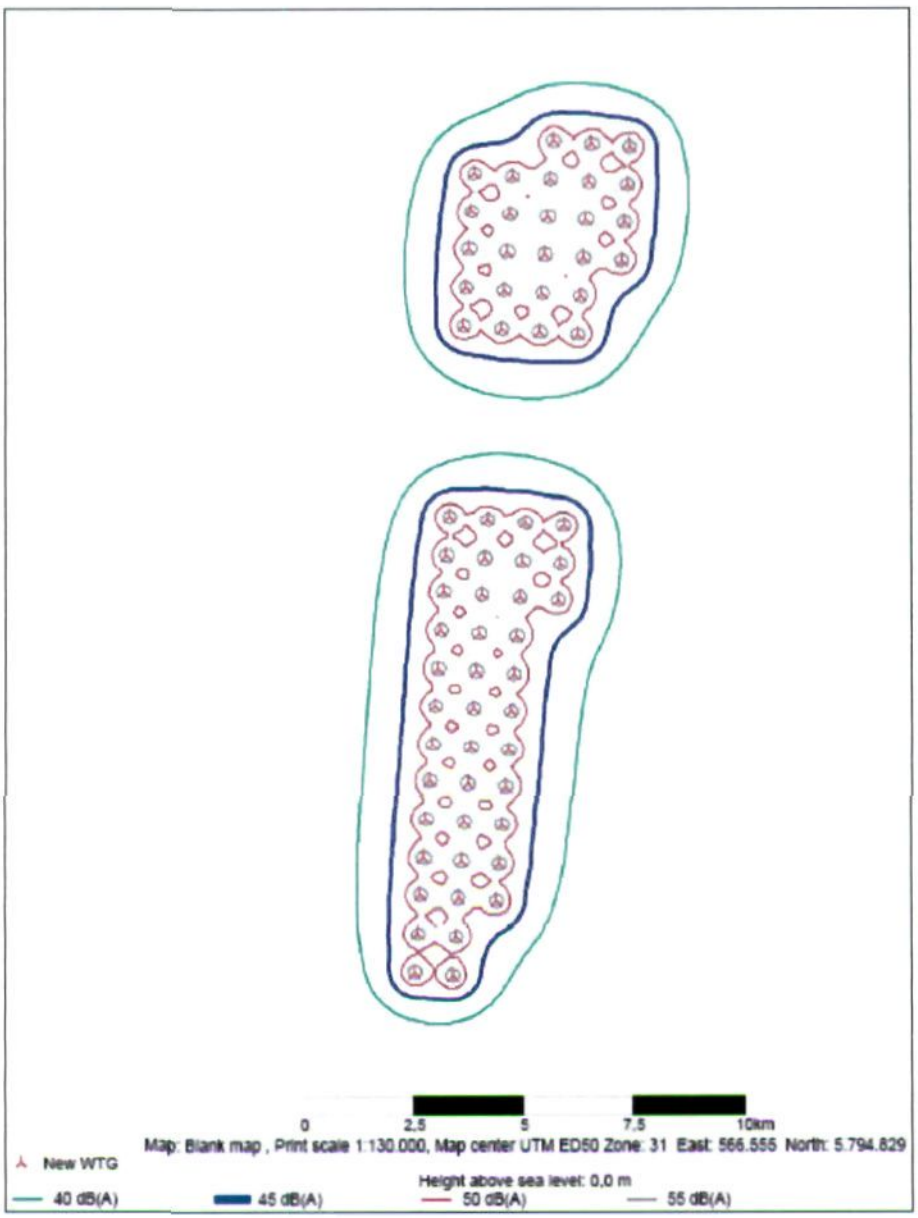
Geluidscontouren rond operationeel windpark



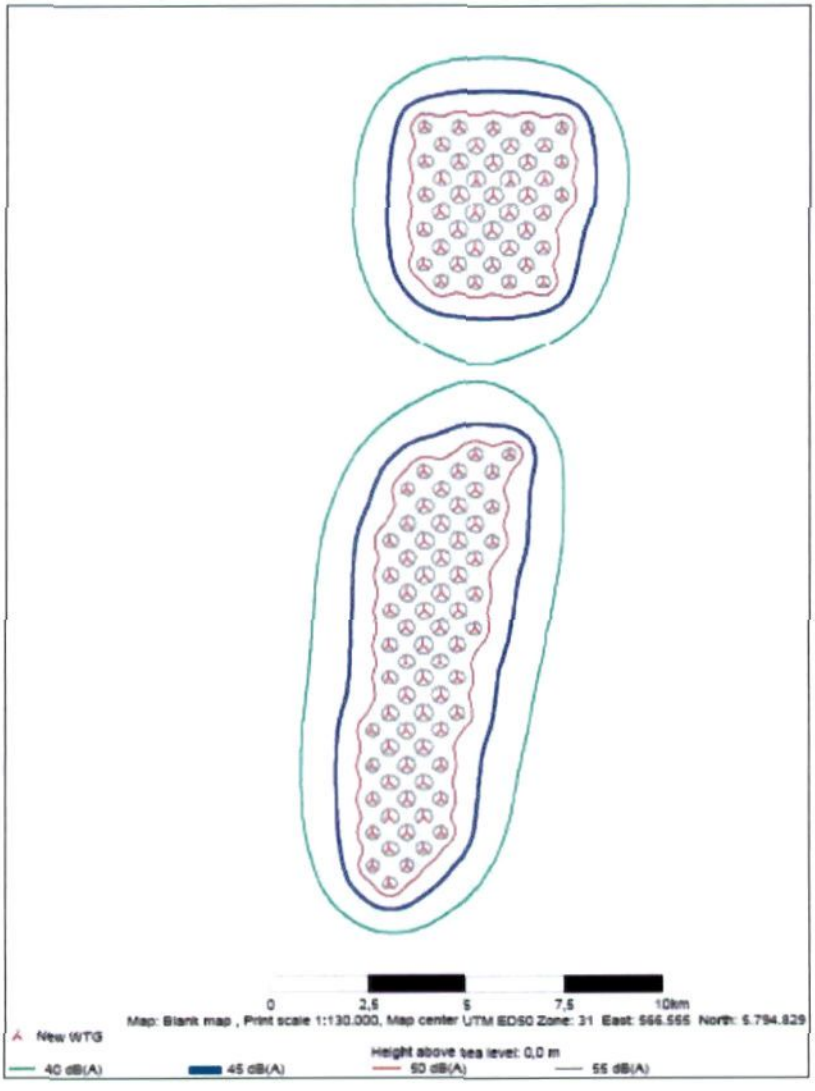
Geluidscontour rond 3 MW basisvariant



Geluidscontour rond 3 MW compacte variant



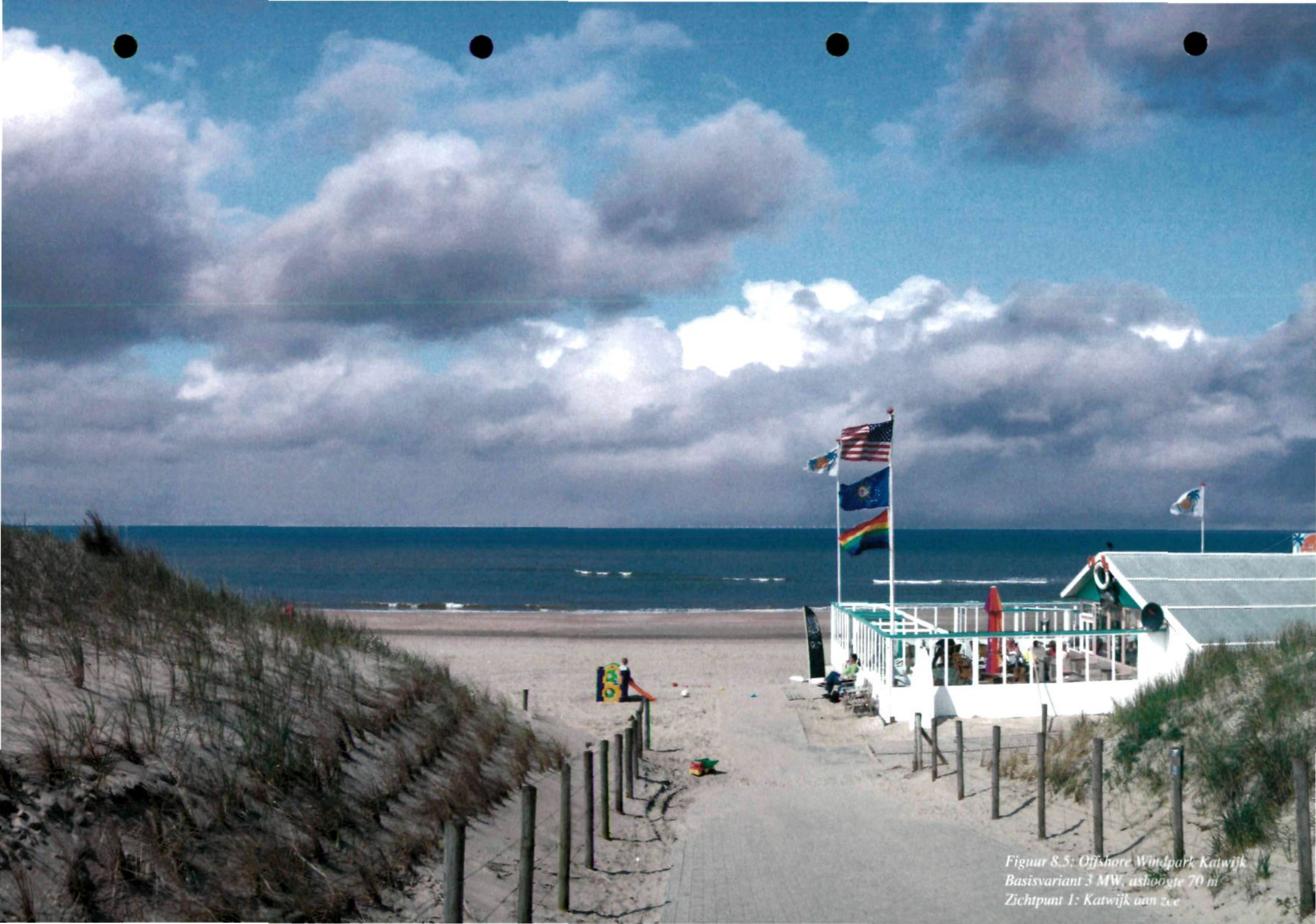
Geluidscontour rond 5 MW basisvariant



Geluidscontour rond 5 MW compacte variant

Bijlage 5

Visualisaties Windpark Katwijk



Figuur 8.5: Offshore Windpark Katwijk
Basisvariant 3 MW, ashoogte 70 m
Zichtpunt 1: Katwijk aan zee

Figuur 8.6: Offshore Windpark Katwijk
Compacte Variant 5 MW, ashoogte 110 m
Zichtpunt 1: Katwijk aan Zee

Figuur 8.7: Offshore Windpark Katwijk
Basisvariant 3 MW, askoogte 70m
Zichtpunt 2: Zandvoort

Figuur 8.8: Offshore Windpark Katwijk
Compacte variant 5MW, ashoogte 110m
Zichtpunt 2: Zandvoort

Bijlage 6

Geo-archeologisch vooronderzoek

TNO Bouw en Ondergrond

Netherlands Geological Survey
Schoemakerstraat 97
Postbus 6011
2600 JA Delft

www.tno.nl

T 015 269 69 00
F 015 269 73 21
info-beno@tno.nl

TNO-rapport

Geo-archeologisch vooronderzoek ten behoeve van de milieueffectrapporten voor de offshore windturbineparken Den Haag I, Den Haag II, Katwijk en IJmuiden, inclusief bijbehorende kabeltracé's

Datum	23 maart 2006
Auteur(s)	P.C. Vos, J Hettelaar, P. Frantsen, S. van Heteren (TNO BenO); C. Sueur, W.A.M. Hessing (Vestigia)
Exemplaarnummer	<copy no>
Oplage	<no.of copies>
Aantal pagina's	
Aantal Bijlagen	10
Opdrachtgever	WEOM
Projectnaam	Geo-archeologisch vooronderzoek windturbineparken Noordzee
Projectnummer	034.69170

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2006 TNO

Inhoudsopgave

1	**Inleiding**	**3**
2	**Werkwijze**	**5**
3	**Resultaten**	**6**
3.1	Lithologische laageenheden	6
3.2	Archeologische inventarisatie	6
3.3	Archeologische verwachting per laageenheid en deelgebied	8
3.3.1	Bligh Bank Laagpakket (Bijlage 6)	8
3.3.2	Buitenbanken Laagpakket (Bijlage 7)	10
3.3.3	Formatie van Naaldwijk (Bijlage 8)	10
3.3.4	Top van het Pleistocene oppervlak en verbreiding van de Laag van Velsen (Bijlage 9)	12
4	**Conclusies en aanbevelingen**	**15**
4.1	Bestaande verwachtingskaart van de Noordzee	15
4.2	Archeologisch kansrijke gebieden binnen de deelgebieden en kabeltracé's	15
4.3	Onzekerheden bij de gebruikte kaartbestanden	16
4.4	Antwoord op de vragen gesteld in het kader van de MER	17
4.5	Aanbevelingen voor archeologisch vervolgonderzoek	21
5	**Referenties**	**23**

1 Inleiding

WEOM heeft TNO BenO gevraagd om een geo-archeologisch vooronderzoek uit te voeren voor de gebieden in de Noordzee waar de offshore windturbineparken Den Haag I, Den Haag II, Katwijk en IJmuiden (inclusief bijbehorende kabeltracé's) zijn gepland (zie Bijlage 1). Deze gebieden en tracé's worden ingepast in een deel van de Noordzee dat al intensief wordt verstoord i.v.m. diverse gebruiksfuncties (zie Bijlage 2).

Volgens de door het Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat opgestelde richtlijnen inzake de inhoud van de milieu-effectrapporten (MER) met betrekking tot deze offshore windturbineparken dient onder 'Overige effecten' een beeld te worden gegeven van de aspecten cultuurhistorie en archeologie.

In de richtlijnen voor de MER is dit als volgt verwoord:

- Geef op basis van bestaande kennis (archeologische database van de Rijksdienst Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB), wrakkenregister, sonardata) aan waar zich in het plangebied, inclusief elektriciteitskabels en aanlandingspunt, historische scheepswrakken bevinden en objecten/obstakels die mogelijk een historische betekenis hebben.
- Geef op basis van bestaande kennis (Indicatieve Kaart Archeologische Waarden Noordzee, geogenetische en hydrografische kennis) aan waar een lage, middelhoge en hoge verwachting aanwezig is op goed geconserveerde scheepswrakken. Hierbij wordt met name gevraagd om aandacht voor oude (subatlantische) geulafzettingen. Ga ook in op sporen van prehistorisch gebruik van het landschap.
- Geef aan welke effecten kunnen worden verwacht, met nadruk op de effecten van de aanleg (inclusief het leggen van kabels, leidingen en aanlanding) op de historische scheepswrakken, het prehistorisch landschap in het plangebied en de archeologische verwachtingszones.
- Maak inzichtelijk wat de cumulatieve effecten kunnen zijn.

De archeologische waarden die potentieel bedreigd worden zijn historische objecten zoals oude scheepswrakken en prehistorische vindplaatsen. De scheepswrakken zullen vooral aanwezig zijn in de Subatlantische zandlagen, waaronder geulafzettingen, terwijl de grootste trefkans op prehistorisch materiaal aanwezig is op de top van het (oude en niet geërodeerde) Pleistocene oppervlak in de ondiepe ondergrond van het te analyseren gebied.

De archeologische waarden zijn onderverdeeld in drie categorieën:

- Categorie I: Prehistorische archeologische resten en paleo-ecologische antropogene indicatoren in de oudere Holocene en Pleistocene afzettingen;
- Categorie II: Historische scheepswrakken met een grote mate van integriteit (intactheid) en daardoor van hoge archeologische waarde;
- Categorie III: Subrecente historische objecten zoals scheepswrakken uit de 19^{e} en 20^{e} eeuw, en vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog. De archeologische waarde van deze categorie is wisselend.

Om te achterhalen of er in het onderzoeksgebied al waardevolle archeologische erfgoedzaken gevonden zijn, zullen de beschikbare archeologische databestanden door Vestigia worden geraadpleegd.

De in de richtlijnen genoemde Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, vervaardigd door de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek; zie Bijlage 3) geeft voor de onderwaterbodem van de betreffende windturbineparken en de bijbehorende kabeltracé's een verwachting die varieert tussen een lage trefkans en een hoge trefkans. Probleem bij het gebruik van deze IKAW is dat in het Noordzeegebied het verwachtingsmodel gebaseerd is op verouderde geologische gegevens en dat op de IKAW niet aangegeven wordt op welk niveau (diepte-interval) de trefkans hoog of laag is. Om die reden is aanvullend geo-archeologisch waarderend vooronderzoek uitgevoerd op basis van het kaartmateriaal dat in het kader van ONL (Onderzoek Nationale Luchthaven) is vervaardigd door TNO BenO (destijds TNO-NITG). Dit materiaal betreft kaarten van de stratigrafische laageenheden in het kustnabije deel van de Noordzee op schaal 1:250.000.

De archeologische waardering, gebaseerd op de laagsamenstelling en diepte-informatie van deze kaarten, is belangrijk in het licht van de variërende, door plaatsing van monopiles en kabelaanleg veroorzaakte, verstoringsdiepte. Bij plaatsing van een monopile wordt de ondergrond ter plaatse tot een diepte van meer dan 10 m onder de zeebodem verstoord. Bij de aanleg van een kabeltracé wordt de ondergrond langs het tracé tot een diepte van enkele meters onder de zeebodem verstoord. Dieper liggende archeologische waarden worden niet bedreigd.

In dit rapport worden de werkwijze en de resultaten van het geo-archeologische verwachtingsonderzoek met betrekking tot de MER-plichtige turbineparken en kabeltracé's besproken. Vervolgens is bepaald of de verwachte archeologische waarden in de deelgebieden daadwerkelijk worden bedreigd door de ingrepen bij de aanleg van de windturbineparken. Tot slot worden aanbevelingen gedaan over het eventueel uit te voeren geo-archeologisch vervolgonderzoek.

Het project stond onder leiding van dr. S. van Heteren van TNO BenO. Het geo-archeologisch onderzoek is uitgevoerd door drs. P.C. Vos (specialist geo-archeologie), J. Hettelaar (GIS specialist) en P. Frantsen (assistent geoloog) van TNO BenO. De archeologische data-inventarisatie is verricht door drs. C. Sueur (archeoloog), en de archeologische analyse en het bijbehorende advies zijn opgesteld door drs. W.A.M. Hessing, allebei van het archeologische onderzoek- en adviesbureau Vestigia BV *Archeologie & Cultuurhistorie* te Amersfoort.

2 Werkwijze

De onderstaande werkzaamheden zijn in het kader van het geo-archeologische vooronderzoek uitgevoerd.

Geogenetische aanpak
De archeologische verwachting is gebaseerd op de bestaande geologische en paleolandschappelijke kennis in de deelgebieden ('geogenetische aanpak'; Groenendijk & Vos, 2002; Vos & Bazelmans, 2002). Aan de hand van de geogenetische kennis (ligging, ouderdom en afzettingscondities) wordt per geologische laageenheid / laagniveau en per deelgebied aangegeven welke archeologische waarden (categorieën I t/m III) potentieel in de Noordzeebodem kunnen voorkomen. De hiervoor gebruikte geologische data bestaan uit de in het kader van ONL (Onderzoek Nationale Luchthaven) geproduceerde kaarten en grids van stratigrafische eenheden in het kustnabije deel van de Noordzee, op schaal 1:250.000 (verbreiding, dikte en diepteligging t.o.v LLWS[1], in 5-m intervallen). De meest recente geologische gegevens (voornamelijk zeer kustnabije detailstudies uitgevoerd na 2003) zijn niet opgenomen in het bestaande 1:250.000 kaartbestand en vallen daarbij buiten dit onderzoek.

Voor de lithologische laageenheden die binnen de windturbineparken en langs bijbehorende kabeltracés tot een diepte van 25 m onder NAP voorkomen is een beknopte beschrijving gegeven van de sedimentkenmerken, de globale verticale positie (diepte-interval), de ouderdom en het milieu van afzetting. Op basis van de bestaande grids zijn naast de standaardkaarten (met diepteligging t.o.v LLWS) nieuwe kaarten gegenereerd van diepteligging t.o.v. de zeebodem, welke een indicatie gegeven van de archeologische verwachtingszones binnen het door de ingrepen te verstoren dieptebereik. Naast geologische gegevens is daarbij ook de huidige morfologie van de zeebodem in beschouwing genomen zoals die uit de bathymetrische kaart van het Nederlands Continentaal Plat naar voren komt (Bijlage 1). Er zijn geen dwarsprofielen gemaakt.

Inventarisatie bestaande archeologische gegevens
De bestaande archeologische gegevens (scheepswrakken en overige archeologische vondsten) zijn verzameld aan de hand van de beschikbare datasets op dit gebied, zoals ARCHIS, en de wrakkenregisters van Rijkswaterstaat en de Hydrografische Dienst van de Koninklijke Marine. De aanwezige archeologische relicten op de locaties van de windturbineparken en langs de kabeltracé's zijn gewaardeerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA). De aanwezige archeologische en historische scheepswrakken en archeologische vindplaatsen, tot op een afstand van 500 m aan weerszijden van de kabeltracélijnen, zijn op kaart gezet. Deze breedte is minimaal nodig voor het geo-archeologische verwachtingsmodel.

Opstellen archeologische verwachting
Aan de hand van de archeologische data-inventarisatie en het geogenetische verwachtingsmodel is per lithologische laageenheid / laagniveau een archeologische verwachting uitgesproken. Daarna is bepaald welke waardevolle archeologische lagen en niveaus daadwerkelijk worden bedreigd, en is bekeken of deze potentiële waarden verstoord worden bij de aanleg van de turbineparken en kabeltracé's.

[1] LLWS = Laaglaagwaterspring. LLWS ligt ruwweg 1 meter lager dan het NAP-niveau.

3 Resultaten

3.1 Lithologische laageenheden

De lithologisch gedefinieerde laageenheden / laagniveaus die in de ondiepe zeebodem van de studiegebieden voorkomen, en waarvoor de archeologische verwachting wordt *vastgesteld, zijn:*

- Bligh Bank Laagpakket ('actieve laag', Southern Bight Formatie)
- Buitenbanken Laagpakket (Southern Bight Formatie)
- Formatie van Naaldwijk
- Top van het Pleistocene oppervlak (inclusief Basisveen Laag (Formatie van Nieuwkoop) en Laag van Velsen (Formatie van Naaldwijk))

De laageenheden zijn ingedeeld volgens de nieuwe lithostratigrafische classificatie van Nederland (Bijlage 4a; De Mulder, 2003). Ter vergelijking is in deze bijlage ook de oude classificatie (Zagwijn & Van Staalduinen, 1975) weergegeven, waarmee de aanpassingen in naamgeving eenvoudig kunnen worden afgeleid. In Bijlage 4b zijn in tabelvorm de lithologische samenstelling van de eenheden, de seismische karakteristieken, de dikte en de tijdperiode van afzetting kort samengevat.

De verschillende Pleistocene afzettingseenheden (Eem Formatie, Formatie van Kreftenheye en Formatie van Boxtel) worden in dit archeologische vooronderzoek niet nader uitgelicht omdat in deze eenheden de trefkans op archeologisch materiaal zeer klein is. Het is niet uit te sluiten dat zich in deze afzettingen wel waardevolle paleo-zoölogische resten bevinden. In boringen zullen deze resten vrijwel nooit aanwezig zijn, maar in gezeefd baggermateriaal afkomstig uit deze afzettingen kunnen resten van grote zoogdieren wel aangetroffen worden.

Voor wat betreft de Pleistocene afzettingen concentreert dit archeologische vooronderzoek zich op de top van het betreffende sedimentpakket omdat dit oppervlak aan het eind van het Laat Glaciaal / eerste deel van het Holoceen gedurende een lange periode heeft drooggelegen, en omdat de mens daar tijdens het Paleo- en Mesolithicum gejaagd en gevist heeft. De top van het oorspronkelijke Pleistoceen oppervlak in de Noordzee, waar in het begin van het Holoceen gewoond en gewerkt is door de mens, is tijdens de Holocene verdrinkingsgeschiedenis van West Nederland sterk geërodeerd. Alleen waar het Basisveen en/of de Laag van Velsen op het Pleistocene oppervlak wordt aangetroffen, is het oude Pleistocene oppervlak nog intact. Daarom wordt in deze archeologische voorstudie de top van het Pleistocene oppervlak en het voorkomen van het Basisveen / Laag van Velsen in één paragraaf (3.3.4) behandeld.

3.2 Archeologische inventarisatie

De archeologische inventarisatie richt zich op het vaststellen van bekende vondsten en vondstlocaties en verwachtingsgebieden.

Op de grootschalige indicatieve kaart van archeologische waarden voor het Noordzeegebied van de ROB liggen de deelgebieden Den Haag 1 en 2 en Katwijk in de *zone met een middelhoge archeologische verwachting, en het deelgebied IJmuiden in*

de zone met een lage verwachting. Een klein deel van het veronderstelde kabeltracé naar de gebieden Den Haag 1 en 2 gaat ter hoogte van Maasvlakte 2 door een gebied met een hoge archeologische verwachting[2]. De overige delen van dit tracé en de andere kabeltracé's liggen nabij de kust in de zone met een lage verwachting en meer zeewaarts in het gebied van middelhoge verwachting.

De verwachtingszones in de IKAW zijn gebaseerd op enerzijds de verwachting omtrent prehistorische vondsten in de top van het Pleistoceen en de Laag van Velsen (zie onder), anderzijds de verhoogde trefkans op intacte historische scheepswrakken in de Subatlantische geulsystemen onder de actieve laag. De Subatlantische geulsystemen komen immers deels overeen met vaarroutes langs de kust. Belangrijker is echter dat wrakken in deze geulen zijn afgedekt met sedimenten die een positieve werking op de eventuele conservering hebben gehad. Met andere woorden: ze zijn gewoonlijk niet uiteengeslagen en maken daardoor meer kans historisch waardevol te zijn.

Het verwachtingsbeeld voor archeologie op de Noordzee is uiterst grofmazig en op detailniveau vaak onjuist. Dit komt omdat vrijwel nergens systematisch onderzoek heeft plaatsgevonden. Hoewel de verwachtingscategorieën hoog, middelhoog en laag iets zeggen over onderlinge gradaties in trefkans, zeggen deze categorieën weinig over de trefkans zelf. Over het algemeen dient gesteld te worden dat de trefkans op behoudenswaardige historische wrakken, en zeker voor prehistorische vondsten, zelfs in gebieden met een hoge verwachting relatief laag is ten opzichte van gebieden op het land.

Onze opmerkingen over de algemene verwachtingswaarden op basis van de IKAW maar dan uitgewerkt naar de werkelijk aanwezige relevante lithologische lagen in de vier deelgebieden worden hieronder per laageenheid en deelgebied besproken.
Wat betreft de werkelijk bekende, vastgestelde vondsten kan op basis van de vier geraadpleegde databestanden het volgende gesteld worden (Bijlage 5):

1. ARCHIS (zie Bijlage 5a)

Uit vier gebieden en kabeltracé's komen in totaal vijf meldingen. Hieronder bevinden zich geen prehistorische vondsten. Het betreft 1 vondstmelding in de bufferzone rond deelgebied Den Haag I en 1 losse vondst en drie wrakmeldingen in het kabeltracé nabij de monding van het Noordzeekanaal.

De vondstmelding in de bufferzone rond Den Haag I (archis nummer 48.747) betreft een 17e-eeuws bronzen kanon. De bijbehorende positie is slechts bij benadering juist. Het betreft een netvondst van een visser. De vondst kan in theorie duiden op een historisch scheepswrak. Vaker betreft het overboord gezette of afgevallen stukken geschut. Omdat niet bekend is uit welke lithologische laag deze vondst afkomstig is, kan hierover geen conclusie worden getrokken.

De losse vondst (archis nummer 50.782) betreft een ijzeren bijl uit de periode 1700-1950 nabij waarneming 46.658 en kan afkomstig zijn van één van de nabijgelegen wrakken. Deze vondst heeft geen bijzondere waarde. De wraknummers 46.657 en 48.205 hebben beide betrekking op hetzelfde wrak, de Louise Gerdina, een houten zeilschip dat is gezonken in 1879. De waarde hiervan is niet bekend, maar wordt op dit moment niet hoog ingeschat[3]. Het wrak met archis nummer 46.658 heeft de werknaam

[2] Zie Hessing, Sueur, Vos & Webster, 2005.
[3] Hierover kan eventueel contact worden gezocht met de ROB.

Baloeran gekregen. Ook dit betreft een houten schip, dat overigens niet met zekerheid is geïdentificeerd. Mogelijk betreft het een schip dat tijdens de Tweede Wereldoorlog is vergaan. Ook dit schip is waarschijnlijk niet van zeer grote waarde.

2. Rijkswaterstaat (zie Bijlage 5b)

Het wrakkenregister van Rijkswaterstaat geeft de volgende meldingen:
Deelgebieden IJmuiden, Katwijk en Den Haag II geen meldingen. In deelgebied Katwijk ligt wel een locatie aangemerkt als "vuile grond". De betekenis hiervan is niet bekend, maar is waarschijnlijk niet archeologisch.

In deelgebied Den Haag I en bijbehorende bufferzone worden drie wrakken gemeld. Het betreft scheepswrakken waarvan op dit moment geen nadere gegevens bekend zijn. Het kunnen historische wrakken betreffen, maar waarschijnlijker is dat het om recente scheepsresten gaat.

Langs de kabeltracé's zijn geen vondsten geregistreerd.

3. Hydrografische Dienst van de Marine (zie Bijlage 5c)

Dit bestand bevat over het algemeen meer detailinformatie dan dat van Rijkswaterstaat. Op 7 april was van de Koninklijke Marine echter nog steeds geen reactie ontvangen op de ons gestelde aanvraag voor data. Zo gauw deze data beschikbaar zijn, zullen ze worden toegevoegd aan dit rapport.

3.3 Archeologische verwachting per laageenheid en deelgebied

3.3.1 Bligh Bank Laagpakket (Bijlage 6)

Het Bligh Bank Laagpakket, ook wel de 'actieve laag' genoemd, maakt deel uit van de Southern Bight Formatie en komt in het hele zoekgebied voor. Het Laagpakket bestaat uit bruingeel zand (matig grof tot uiterst grof, 210 tot 1000 μm). Dit zand is grotendeels matig tot slecht gesorteerd en de spreiding ervan varieert tussen 2.2 en 3.7. Het is kalkhoudend en bevat een spoor schelpgruis tot veel schelpen (0 - <20%), vooral bestaand uit open zee fauna. Zeer sporadisch bevat het enkele kleilaminae en sliblaagjes. De zanden vertonen vaak een steile scheve gelaagdheid. Landwaarts van het zandgolvengebied vormt het Bligh Bank Laagpakket een deken van < 1 m dikte; binnen het zandgolvengebied is de eenheid dikker en wordt hij gekenmerkt door een golvend oppervlak (zandbanken (kilometers brede en tientallen kilometers lange bodemvormen), zandgolven (regelmatige, enkele meters hoge bodemvormen met een golflengte van enkele honderden meters) en megaribbels (regelmatige, enkele decimeters hoge bodemvormen met een maximale golflengte van enkele tientallen meters)) en een erosief vlak aan de basis. Dit erosieve vlak is goed te karteren met behulp van akoestische apparatuur. Op seismische data is het Bligh Bank Laagpakket herkenbaar als een transparante laag die direct onder de zeebodem ligt. Bij de kust en in het onderwateroeverbereik ligt hij op de Formaties van Naaldwijk en Nieuwkoop. De betreffende overgang is daar zichtbaar als een reflectie met een vaak grote amplitude. Elders ligt het Bligh Bank Laagpakket op het Buitenbanken Laagpakket, of op oudere Pleistocene afzettingen. Deze overgang is normaliter niet herkenbaar op seismische profielen.

Het Bligh Bank Laagpakket is een open-mariene afzetting gevormd door migrerende klein- en grootschalige bodemvormen. Op waterdieptes groter dan 20 m wordt de actieve laag vooral beïnvloed door getijstromen; waar het minder diep is in toenemende mate door golfwerking.

De dikte van het Bligh Bank Laagpakket varieert tussen 0 en 25 m (Bijlage 6a). Op de diktekaart zijn de zandbanken en zandgolven van deze eenheid goed te herkennen; ditzelfde is ook het geval voor de bathymetriekaart en de kaart van de basis van de Bligh Bank eenheid t.o.v. zeebodem (Bijlage 6c). De actieve laag, en vooral de zandgolven, worden tot op de dag van vandaag omgewerkt door getijstromingen en golfwerking, tot een diepte van maximaal enkele meters beneden de zeebodem. Volgens de laatste inzichten, daterend van na het ONL onderzoek, wordt het Bligh Bank Laagpakket nabij de kust niet steeds dikker, zoals aangegeven op de kaarten, maar ligt ook daar een betrekkelijk dunne laag op een wig gevormd door de Formatie van Naaldwijk. Ook op de locatie van zandbanken is het Bligh Bank Laagpakket waarschijnlijk dun; de kern van deze grootschalige bodemvormen, welke zich buiten de vier windturbineparken en bijbehorende kabeltracés bevinden, wordt gevormd door oudere afzettingen.

In de actieve laag kunnen recente, subrecente (categorie III) en oudere (categorie II) wrakken voorkomen. Belangrijk voor de detectie en de preservatie van de wrakken is de natuurlijke dynamiek van de zeebodem. De migratie van zandgolven wordt geschat tussen de 0 en 10 m per jaar, en is per locatie verschillend. Momenteel doet TNO onderzoek naar de morfodynamiek van de Noordzeebodem. De kennis die in dit project wordt gegenereerd over de dynamiek van de zeebodem is relevant voor het wrakkenonderzoek omdat in morfologisch dynamische gebieden wrakken sneller bloot komen te liggen, maar ook na verloop van tijd weer bedekt kunnen worden met de actieve laag. Categorie I waarden kunnen alleen in verspoelde context in de actieve laag voorkomen, en daarom is deze laag voor deze categorie minder relevant.

Deelgebied Den Haag II
De dikte van het Bligh Bank Laagpakket in deelgebied Den Haag II is in het algemeen tussen de 5 en 10 m. Lokaal is het zandpakket wat dunner of dikker. Dit hangt samen met de zandgolven die in dit gebied actief migreren. In dit gebied kunnen scheepswrakken met categorie II en III waarden in het hele laagpakket voorkomen.

Deelgebied Den Haag I
In het gebied Den Haag I zijn de dikteverschillen van het Bligh Bank Laagpakket vrij groot. De dikte ligt in het algemeen tussen de 5 en 15 m, maar lokaal in troggen van zandgolven kunnen lagere waarden voorkomen. In dit gebied kunnen scheepswrakken met een categorie II en III waarden in het hele laagpakket voorkomen.

Deelgebied Katwijk
De dikte van het Bligh Bank Laagpakket in deelgebied Katwijk is relatief gering, en ligt in het algemeen tussen de 0 en 10 m. Ook in dit gebied komen zandgolven voor. Door sediment afgedekte scheepswrakken met een categorie II en III waarden zijn mogelijk waar het zandpakket dikker is dan 2 meter.

Deelgebied IJmuiden
De dikte van het Bligh Bank Laagpakket in deelgebied IJmuiden is relatief gering, en ligt in het algemeen tussen de 0 en 10 m. Ook in dit gebied komen zandgolven voor. In dit gebied kunnen scheepswrakken met categorie II en III waarden voorkomen.

3.3.2 *Buitenbanken Laagpakket (Bijlage 7)*

Het Buitenbanken Laagpakket maakt eveneens deel uit van de Southern Bight Formatie, en omvat grijsbruine, schelphoudende,voornamelijk grove zanden met omgewerkte Pleistocene elementen, hetzij mollusken hetzij grind. De zanden zijn kalkhoudend, variëren van matig fijn tot uiterst grof (180-600 µm) en zijn veelal grindhoudend. Zij kunnen omgewerkte veen- en kleiklasten bevatten, en ook houtresten. De zanden vertonen meestal horizontale gelaagdheid. Akoestisch is de eenheid transparant. De eenheid ligt veelal aan de basis van het eveneens transparante Bligh Bank Laagpakket. De betreffende overgang is daarom vaak seismisch niet te herkennen.

Het Laagpakket is grotendeels gevormd als residuaire uitspoelingslaag tijdens de Holocene trangressie. Door golfwerking in de brandingszone en op de onderwateroever in een laat stadium van verdrinking werd het substraat voor een groot deel omgewerkt, wat leidde tot de uitspoeling van fijnere deeltjes en de aanrijking van grof zand, grind en schelpen uit oudere, onderliggende formaties. De fossiele molluskeninhoud van de formatie is afhankelijk van de ouderdom en aard van het onderliggende substraat en varieert van Vroeg-Pleistocene zoutwatersoorten en Laat-Pleistocene zoet- en zoutwatersoorten tot Vroeg-Holocene wadfauna's. De formatie heeft zich ook gevormd aan de basis van getijgeulen die actief waren tot in het Laat Holoceen.

Omdat het Buitenbanken Laagpakket grotendeels gevormd is in het Vroeg Holoceen – en verder (basis van getijgeulen) in het Subboreaal, kunnen alleen prehistorische vondsten in deze laag voorkomen (Categorie I). Waardevolle archeologische objecten zijn echter in deze laageenheid niet te verwachten omdat het een erosieve laag betreft, waarin archeologische resten alleen in secundaire positie voorkomen.

Deelgebieden Den Haag I, Den Haag II, Katwijk en IJmuiden
Het Buitenbanken Laagpakket komt in de deelgebieden vrijwel niet voor. Alleen in het deelgebied Katwijk komt een klein restant van deze eenheid voor. Het kabeltracé Den Haag I – Maasvlakte bevindt zich deels in een groter verspreidingsgebied van deze eenheid. In dit verspreidingsgebied ligt de basis van de eenheid tussen de 0 en 10 m onder zeebodem. De afzettingen hebben een heel lage verwachtingswaarde voor wat betreft de categorie I waarden. Categorie II en II waarden komen in deze laag niet voor.

3.3.3 *Formatie van Naaldwijk (Bijlage 8)*

De getij-afzettingen van de Formatie van Naaldwijk bestaan uit schelphoudende fijne tot matig grove zanden (63-300 µm) en uit kleien die veelal zandig gelaagd zijn. De mollusken bestaan in hoofdzaak uit mariene tot brakke soorten die oorspronkelijk geleefd hebben in waddenmilieus. Kenmerkend zijn 'flaser' (discontinue kleilaagjes in zand) en 'linsen' (discontinue zandlaagjes in klei) laminaties.

Seismisch is deze eenheid gekarakteriseerd door de aanwezigheid van geïsoleerde grootschalige, hellende reflecties en van geulopvullingen die veel interne reflecties bevatten. De hellende reflectoren kunnen tot 500 m lang en tot 10 m diep zijn, de geulopvullingen kunnen variëren van 100 tot 2500 m in breedte, met een bijbehorende diepte tot 15 m. Migratietrajecten (gebieden waar hellende reflecties voorkomen) kunnen tot meer dan een kilometer breed zijn. Akoestisch is het contrast met onder- en bovenliggende eenheden in het algemeen groot.

De Formatie van Naaldwijk is voor het grootste deel gevormd door processen die samenhangen met de uitwisseling van water en sediment tussen getijbekkens en de zee. Deze processen vonden plaats vanaf de eerste stadia van verdrinking van de Nederlandse kust onder invloed van de post-glaciale zeespiegelstijging. Gedacht moet vooral worden aan de verplaatsing en opvulling van getijgeulsystemen en zeegaten. Daarnaast is een deel van de afzettingen gevormd ten gevolge van verdrinking en overname van voormalige riviergeulen. Tenslotte bestaat een deel van de Formatie uit estuariene afzettingen van riviermondingen die nu deels zijn verlaten maar lokaal nog steeds actief zijn.

De oudere lagunaire afzettingen van de Laag van Velsen, welke ook tot de Formatie van Naaldwijk behoort, worden apart behandeld samen met de top van het Pleistocene oppervlak.

De getij-afzettingen van de Formatie van Naaldwijk binnen het studiegebied zijn hoofdzakelijk gevormd tijdens het Atlanticum tot Subboreaal, ongeveer 8000 tot 3000 jaar geleden. De diktste voorkomens van deze eenheid liggen aan de kust, en vooral daar waar het oude Pleistocene oppervlak laag ligt (dieper 20 m –LLWS). Het betreft hier voornamelijk Vroeg- en Midden-Holocene getijbekken- en getijgeulopvullingen, en onderwateroeverafzettingen behorend bij een uitbouwende kust. Jonge, Subatlantische afzettingen (gevormd na 3000 voor heden) komen weinig voor binnen het studiegebied. Alleen voor de kust bij Katwijk worden relatief dikke Subatlantische buitendelta-afzettingen van het Oude Rijn systeem aangetroffen (5-10 m).

De archeologische verwachting van de Atlantische getij-afzettingen van de Formatie van Naaldwijk is laag omdat de afzettingen in hoofdzaak gevormd zijn onder subgetijde condities. Verlandingsniveaus binnen supragetijde condities (kwelders) komen in het Noordzeegebied niet voor. Niet uit te sluiten is dat er prehistorische kano's (categorie I) in de getij-afzettingen voorkomen, maar de kans om deze te vinden is klein.
In de jongere Subatlantische geulafzettingen kunnen oudere scheepswrakken voorkomen (categorie II); echter, de verbreiding van deze geulen is beperkt binnen het studiegebied.

Deelgebieden Den Haag I, Den Haag II, Katwijk en IJmuiden
De Formatie van Naaldwijk komt alleen in het deelgebied IJmuiden voor, en heeft daar een beperkte dikte (0- 5 m). De kabeltracé's gaan wel allemaal door deze Formatie heen, vooral in het landwaartse bereik. De dikte van deze formatie varieert daar tussen de 0 en 15 m. Grotere diktes worden bereikt daar waar de oude Pleistocene dalsystemen van Rijn/Maas (Maasvlakte gebied) en Overijsselse Vecht (gebied noordwestelijk van IJmuiden) in de ondergrond voorkomen. Het overgrote deel van deze eenheid bestaat uit oudere Holocene getijde afzettingen (Atlanticum / Subboreaal). Jonge Subatlantische geulsystemen komen alleen voor nabij de kust van Voorne (zuidelijk deel van de Maasvlakte), daar waar kabeltracé Den Haag I/II – Maasvlakte aan land komt.

De afzettingen van de Formatie van Naaldwijk hebben een lage verwachtingswaarde voor wat betreft de categorie I waarden. Categorie II en III waarden binnen deze Formatie in de deelgebieden en kabeltracé's zijn alleen mogelijk voor de Subatlantische geulen die voorkomen voor de kust bij Voorne. Het betreft hier de geulsystemen van de buitendelta van het Haringvliet. Deze zijn op de kaarten van de Formatie van Naaldwijk niet apart gekarteerd (Bijlage 8).

3.3.4 *Top van het Pleistocene oppervlak en verbreiding van de Laag van Velsen (Bijlage 9)*

De top van de Pleistocene afzettingen ligt aan de kust tussen IJmuiden en Scheveningen veelal rond de 10-15 m –LLWS. In de Maasmond en noordelijk van Castricum ligt het Pleistoceen lager (dieper 20 m –LLWS) omdat daar oude Pleistocene dalsystemen in de ondergrond voorkomen. Het diepst ligt het Pleistoceen in het westelijk deel van het op de bijlage getoonde gebied; daar kan de top van het Pleistocene oppervlak dieper liggen dan 40 m –LLWS.

Het overgrote deel van het Pleistocene oppervlak is geërodeerd tijdens de Holocene verdrinking van de Noordzee en West-Nederland. Alleen op een aantal plaatsen in de kustzone zijn relatief grote delen van het Pleistocene oppervlak bewaard gebleven. Dat betreft het Maasmondgebied (waar het Pleistocene Rijn-Maasdal in de ondergrond voorkomt) en het gebied ten westen van het Noordzeekanaal (aan de zuidflank van het dalsysteem van de Overijsselse Vecht). In deze gebieden worden op het Pleistocene oppervlak Vroeg-Holocene afzettingen gevonden: de Basisveen Laag (Formatie van Nieuwkoop) en/of de Laag van Velsen (Formatie van Naaldwijk). Deze Vroeg-Holocene afzettingen zijn over het algemeen maximaal 2 m dik. Blauwgrijze schelploze en schelphoudende klei en zandig klei gaan aan de basis vaak over in veen. De kleien zijn kalkhoudend en bevatten veelal een autochtone wadfauna gedomineerd door wadslakjes.

Seismisch zijn de Basisveen Laag en de Laag van Velsen zeer goed herkenbaar als een sterke tot zeer sterke lateraal vervolgbare subhorizontale reflectie. Deze reflectie is in het kustnabije gebied vaak continue tussen erosieve geulen en vormt soms de top van geulopvullingen. Zeewaarts komt zij voor op geïsoleerde locaties, soms slechts over enige honderden meters vervolgbaar. Lokaal treedt 'blanking' van reflecties op ten gevolge van gasontwikkeling uit organische componenten.

De Basisveen Laag en de Laag van Velsen zijn afgezet gedurende het Preboreaal en het Boreaal (ongeveer 10000 tot 8000 jaar geleden), tijdens de periode dat de zee dit voormalige landgedeelte overstroomde. Samenhangend met de landwaartse migratie van de kustlijn steeg de grondwaterspiegel. Hierdoor werd de veengroei bevorderd, wat resulteerde in de vorming van het 'Basisveen'. De verdrinking resulteerde in een typische opeenvolging van milieus: meren (zoetwaterfase) onderhevig aan verzilting (brakwaterfase), lagunes, estuaria, en uiteindelijk waddenmilieus (zoutwaterfase). Deze opeenvolging van milieus is goed te herkennen aan de hand van de microfauna-assemblages aanwezig in de kleien, zoals diatomeeën, foraminiferen en pollen.

Een groot probleem bij het samenstellen van verbreidings- en dieptekaarten van de *Laag van Velsen is dat deze laag op zee van oudsher niet gekarteerd is als 'Velsen'*, maar als Elbow Formatie (Bijlage 4a). De (voormalige) Elbow Formatie is vooral een seismo-stratigrafische eenheid die naast de lagunaire kleien (Laag van Velsen) ook

fijnkorrelige mariene zanden kan bevatten. Deze fijne, vaak kleihoudende, zanden worden tegenwoordig tot het Laagpakket van Wormer (voorheen Afzettingen van Calais) gerekend. Naast fijne 'Calais-zanden' omvat de Elbow formatie ook de onderliggende Basisveen Laag. In het Maasmondgebied komen aan de top van de Pleistocene afzettingen andere kleihoudende sedimenten voor (Laag van Wijchen aan de top van de Formatie van Kreftenheye), welke bij de seismische kartering (interpretaties) vaak ook tot de Elbow gerekend zijn omdat deze verschillende Lagen seismisch moeilijk van elkaar te scheiden zijn en omdat onderscheid voor het karteerdoel (aanwezigheid van storende lagen) niet noodzakelijk was. In dit vooronderzoek wordt uitgegaan van bestaand kaartmateriaal. Omdat de Elbow niet synoniem is aan de Laag van Velsen moeten de in dit rapport gepresenteerde kaarten met betrekking de verbreiding van de Laag van Velsen met voorzichtigheid betracht worden.

Die locaties waar het Pleistocene oppervlak niet is geërodeerd, zijn archeologish kansrijk voor vondsten uit het Paleolithicum en Mesolithicum (Categorie I). Daar waar de top van het Pleistocene oppervlak wel is geërodeerd, is de archeologische verwachting van dit laagniveau laag. Het laagniveau en de afdekkende Laag van Velsen en de Basisveen Laag zijn te oud voor het voorkomen van Categorie II en III waarden.

Deelgebied Den Haag II
De top van het Pleistocene oppervlak ligt in deelgebied Den Haag II tussen de 40 en 45 m –LLWS en in het algemeen tussen de 5 en 10 m onder de zeebodem. De top van de Pleistocene afzettingen is geërodeerd, en dit geldt ook voor het kabeltracé tussen deelgebieden Den Haag I en II. Categorie I waarden zijn daarom op dit niveau niet te verwachten.

Deelgebied Den Haag I
De top van het Pleistocene oppervlak ligt in deelgebied Den Haag I tussen de 35 en 45 m –LLWS en tussen de 5 en 15 m onder de zeebodem. De top van de Pleistocene afzettingen is geërodeerd, maar dit geldt niet voor het kabeltracé tussen deelgebied Den Haag I en de Maasvlakte. In het kustnabije deel waar langs het kabeltracé Basisveen Laag / Laag van Velsen in de ondergrond voorkomen, zijn categorie I waarden op dit niveau te verwachten. Vrijwel overal liggen deze Lagen echter dieper dan de verwachte verstoringsdiepte.

Deelgebied Katwijk
De top van het Pleistocene oppervlak ligt in deelgebied Katwijk voor het overgrote deel tussen de 25 en 35 m –LLWS en tussen de 1 en 10 m onder de zeebodem. De top van de Pleistocene afzettingen in het deelgebied Katwijk is geërodeerd. Het kabeltracé tussen deelgebied Katwijk en IJmuiden is aan de landwaartse zijde niet geërodeerd. In dat deel van het kabeltracé ligt het Pleistocene oppervlak tussen de 15 en 25 m –LLWS en tussen de 0 en 10 m onder zeebodem, en bij de kustlijn zelfs dieper: tot 15 m onder de zeebodem. Categorie I waarden zijn in het deelgebied Katwijk niet te verwachten, maar wel binnen het kabeltracé deelgebied Katwijk – IJmuiden, daar waar de Basisveen Laag / Laag van Velsen op het Pleistocene oppervlak voorkomt (landwaartse zijde). Op enkele kilometers buiten de kust liggen deze Lagen daar over een aanzienlijke afstand minder dan 5 m onder de zeebodem.

Deelgebied IJmuiden

Deelgebied IJmuiden is het enige deelgebied waar het Pleistocene oppervlak niet volledig is opgeruimd door Holocene mariene erosie. In circa 35 tot 40% van het deelgebied komt de Laag van Velsen in de ondergrond voor. Kanttekening die hierbij geplaatst moet worden is dat deze afzettingen oorspronkelijk gekarteerd zijn als 'Elbow Formatie' (zie Bijlage 4a) en dat het hier mogelijk niet de 'echte' Laag van Velsen betreft, maar afzettingen behorende tot het Laagpakket van Wormer dat veelal erosief op het Pleistocene oppervlak ligt. Het kabeltracé deelgebied IJmuiden – kust van IJmuiden gaat aan de landwaartse zijde zeker door een gebied waar de Laag van Velsen op het Pleistoceen ligt en waar dus het oorspronkelijke Pleistocene oppervlak bewaard is gebleven. In dit gebied ligt het Pleistocene oppervlak op circa 10 – 15 m –LLWS en op 0 tot 20 m onder zeebodem. De hoogste waarden onder de zeebodem liggen bij de kustlijn, maar met uitzondering van een deeltraject nabij het windturbinepark, waar de Laag van velsen (of het Laagpakket van Wormer) nabij de zeebodem ligt, zal de verstoring niet reiken tot deze archeologisch relevante eenheden.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Bestaande verwachtingskaart van de Noordzee

De huidige IKAW kaart geeft voor het studiegebied alleen hoge waarden aan voor het gebied direct zeewaarts van de Maasvlakte en het gebied voor de kust voor Hoek van Holland. Verder worden middelhoge waarden aangegeven voor het centrale en westelijke deel van het studiegebied waar de deelgebieden Den Haag I, Den Haag II en Katwijk in liggen.

In het geval van de hoge verwachte waarden in het Maasvlaktegebied en voor de kust van Hoek van Holland gaat het vooral om de Mesolithische waarden op en boven het Pleistocene oppervlak. Opvallend is dat het gebied voor de kust van IJmuiden gekarteerd is als een gebied met lage waarden; dit ondanks het gegeven dat ook daar een groot gebied voorkomt met een ongestoord (niet geërodeerd) Pleistoceen oppervlak. Voor wat betreft de middelhoge waarden in het centrale en westelijke deel van het kaartgebied betreffen de waarden eigenlijk alleen de kans op scheepswrakken. Dit gebied komt ruwweg overeen met het gebied waar het Bligh Bank Laagpakket dikker is *dan 5 m en waar de zeebodem dieper ligt dan 20 m –LLWS.*

Probleem met de IKAW is dat niet aangegeven wordt in welke laageenheid en op welke diepte het archeologische erfgoed verwacht wordt. De laageenheid in combinatie met diepteligging is een essentieel gegeven voor deze bureaustudie omdat nagegaan moet worden of de ingrepen in de Noordzeebodem (diepte van de verstoring) daadwerkelijk de archeologisch relevante lagen / niveaus bedreigen. Een tweede probleem met de kaart is dat deze vrij grof is, en niet alle potentieel archeologisch waardevolle gebieden gekarteerd zijn (niet geërodeerde top van het Pleistoceen). Om deze redenen is de kaart niet verder gebruikt bij dit onderzoek naar de verstoring van de archeologisch relevante lagen bij de aanleg van de windturbineparken en bijbehorende kabeltracé's in de Noordzee.

4.2 Archeologisch kansrijke gebieden binnen de deelgebieden en kabeltracé's

Categorie I waarden zijn te verwachten aan de top van de niet-geërodeerde Pleistocene afzettingen en aan de basis van de Laag van Velsen / Basisveen Laag. In alle andere afzettingen en laagniveaus is de kans om prehistorische archeologische resten *in situ* aan te treffen uiterst klein.

Niet-geërodeerde Pleistocene afzettingen met een afdekking van de Laag van Velsen komen voor in de kustzone voor de Maasvlakte en voor de kust van IJmuiden. Top van het Pleistocene oppervlak afgedekt met de Laag van Velsen / Basisveen Laag is alleen gekarteerd in het windturbinepark IJmuiden. In alle andere parken is de top van het oorspronkelijke Pleistocene oppervlak geërodeerd. In het deelgebied IJmuiden ligt de top van het Pleistocene oppervlak tussen de 0 en 10 m onder zeebodem. Bij ingrepen tijdens de aanleg van het windturbinepark, met plaatsing van monopiles tot meer dan 10 m diep, wordt dit mogelijk archeologisch waardevolle laagniveau verstoord. Kanttekening die hierbij geplaatst moet worden, is of de op de kaart aangegeven verbreiding van de Laag van Velsen daadwerkelijk deze laag betreft. Zoals hierboven is vermeld (discussie over de Elbow Formatie), kan het zijn dat in het deelgebied

IJmuiden de aangegeven Laag van Velsen in werkelijkheid het Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk) is. Dit probleem kan op basis van herinterpretatie van de beschikbare geologische gegevens (boringen en seismiek) worden opgelost.

De landwaartse delen van de kabeltracé's Den Haag I – Maasvlakte, Katwijk – IJmuiden en IJmuiden – IJmuiden gaan ook door het gebied waar het Pleistoceen niet geërodeerd is. In deze gebieden is het vrijwel zeker dat het Pleistocene oppervlak daadwerkelijk afgedekt is door de Basisveen Laag / Laag van Velsen.

De verstoring veroorzaakt door aanleg van de kabels reikt tot 3 m onder de zeebodem. De kaart geeft aan dat het Pleistocene oppervlak in deze tracédelen tussen de 0 en 10 m onder de zeebodem ligt. Het is waarschijnlijk dat de kabels de potentieel waardevolle archeologische top van het Pleistocene oppervlak lokaal zullen verstoren, maar langs grote delen van de tracé's zal de verstoring slechts tot (net) boven de top van het Pleistocene oppervlak reiken.

Categorie II en III waarden kunnen in principe overal in en op het Bligh Bank Laagpakket verwacht worden. Het Bligh Bank Laagpakket komt overal in de deelgebieden en langs de kabeltracés voor. De dikte varieert in deze gebieden tussen de 0 en 15 m. Ingrepen in de windturbineparken zelf, naar verwachting tot meer dan 15 m diep, verstoren de gehele Bligh Bank eenheid. Dit is niet het geval voor de kabeltracés waar de dikte van de aan zeebodem voorkomende actieve laag groter is dan 3 m. Daar wordt de onderkant van het Laagpakket niet verstoord door de kabelaanleg. De beschikbare diktekaart van het Bligh Bank Laagpakket heeft een dikte-interval van 5 m en daaruit kan de 3 m dikte lijn niet direct afgeleid worden. Hiervoor zijn aanvullende queries aan de hand van bestaande geologische gegevens noodzakelijk.

4.3 Onzekerheden bij de gebruikte kaartbestanden

De geo-archeologische verwachting op laagniveau in deze studie is gebaseerd op bestaand kaartmateriaal dat in het kader van ONL (Onderzoek Nationale Luchthaven) en de regionale kartering van TNO op schaal 1:250.000 vervaardigd is. Deze kaarten zijn samengesteld vóór 2003. Nieuwe seismische- en boorgegevens die sindsdien in het gebied verzameld zijn (voornamelijk als onderdeel van lopend sedimentologisch detailonderzoek aan Vroeg- en Midden-Holocene getij-afzettingen), zijn niet verwerkt in de hier gebruikte kaartgegevens. Voor de parklocaties zijn de aanvullende gegevens sinds 2003 in het kaartblad gebied beperkt en zullen zij de bestaande kaartbeelden van de laageenheden niet wezenlijk veranderen. Voor de meest landwaartse delen van de kabeltracé's zijn in recente jaren aanvullende seismische gegevens beschikbaar gekomen, welke vooral informatie geven over kleinschalige fenomenen zoals geulopvullingen en lokale veen- en kleilagen.

Een tweede probleem vormt de onzekerheid over de kartering van de Laag van Velsen / Elbow Formatie. In de oude kartering waren de kleiige lagunaire afzettingen van de Laag van Velsen en de getij-afzettingen van Calais (tegenwoordig Laagpakket van Wormer; De Mulder. e.a., 2003) samengevoegd in één eenheid: de Elbow Formatie. De Elbow Formatie en de Laag van Velsen zijn dus niet synoniem. Voor de verbreiding van de Laag van Velsen op de top Pleistoceenkaart (Bijlage 9) is de verbreiding van de Elbow Formatie gebruikt omdat er geen andere bestaande kaartgegevens voorhanden zijn. Voor het geo-archeologische verwachtingsonderzoek betekent dit dat waar de Laag

van Velsen gekarteerd is, mogelijk jongere Wormer (Calais) afzettingen liggen en daarvan is niet geheel uit te sluiten dat tijdens de afzetting de top van het oude Pleistocene oppervlak (met eventuele vroeg prehistorische archeologische resten) geërodeerd is. De Velsen / Elbow problematiek kan opgelost worden door de geologische basisgegevens in de studiegebieden (seismiek en boringen) opnieuw uit te werken.

Oude historische scheepswrakken (categorie II) en recentere historische objecten (categorie III) kunnen verwacht worden in het Bligh Bank Laagpakket. De dikte van dit laagpakket varieert in de deelgebieden en kabeltracé's tussen de 0 en 15 m. Op die plaatsen waar de dikte van het Bligh Bank Laagpakket rond de 1 m ligt, zijn de archeologische objecten niet of nauwelijks afgedekt en zijn ze 'zichtbaar' met behulp van sonar apparatuur. Op die plaatsen waar de Bligh Bank Laagpakket dikker is dan 2,5 m kunnen de historische objecten en wrakken volledig afgedekt zijn met zand, en daardoor aan het directe 'zicht' onttrokken zijn. Deze objecten zijn alleen met seismische apparatuur op te sporen, en slechts in ideale gevallen. De beschikbare kaartgegevens over de dikte van het Bligh Bank Laagpakket geven geen hogere resolutie dan 5 meter. Het is dus niet mogelijk op basis van deze gegevens gebieden met een dunne actieve laag (Bligh Bank Laagpakket dunner dan 2,5 m) van gebieden met een dikkere actieve laag (Bligh Bank Laagpakket dikker dan 2,5 m) te scheiden. Voor het bij implementatie van de plannen te verrichten archeologische veldwerk (gebruik van opsporingstechnieken) in de deelgebieden en bijbehorende kabeltracé's is het nuttig om een meer gedetailleerd inzicht te verkrijgen in de dikte van het Bligh Bank Laagpakket.

4.4 Antwoord op de vragen gesteld in het kader van de MER

Het Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat heeft in het kader van de MER met betrekking tot de offshore windturbineparken (deel 'Overige effecten') een viertal richtlijnen / vragen opgesteld voor de aspecten cultuurhistorie en archeologie, waar dit rapport inzicht in moet geven. Op basis van de kennis beschreven in dit rapport zullen per richtlijn de vragen beantwoord worden.

Richtlijn / vraag 1: *Geef op basis van bestaande kennis (archeologische database van de Rijksdienst Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB), wrakkenregister, sonardata) aan waar zich in het plangebied, inclusief elektriciteitskabels en aanlandingspunt, historische scheepswrakken bevinden en objecten/obstakels die mogelijk een historische betekenis hebben.*

Voor de vier gebieden en kabeltracé's staan in totaal vijf meldingen in het archis bestand en drie meldingen in het RWS bestand. Hieronder bevinden zich geen prehistorische vondsten.

Deelgebied Den Haag II en bijbehorend kabeltracé
Geen meldingen.

Deelgebied Den Haag I en bijbehorend kabeltracé
In de bufferzone rond Den Haag I is een 17e-eeuws bronzen kanon gevonden (archis nummer 48.747). De vondst kan in theorie duiden op een historisch scheepswrak. Vaker betreft het overboord gezette of afgevallen stukken geschut. Omdat niet bekend is uit

welke lithologische laag deze vondst afkomstig is, kan hierover geen conclusie worden getrokken. In deelgebied Den Haag I en bijbehorende bufferzone worden drie wrakken gemeld. Het betreft scheepswrakken waarvan op dit moment geen nadere gegevens bekend zijn. Het kunnen historische wrakken betreffen, maar waarschijnlijker is dat het om recente scheepsresten gaat.

Deelgebied Katwijk en bijbehorend kabeltracé
In deelgebied Katwijk ligt een locatie aangemerkt in het RWS bestand als "vuile grond". Het gaat hier waarschijnlijk niet om een archeologische verwijzing. Verder is er één losse vondst en zijn er drie wrakmeldingen voor het kabeltracé Katwijk - IJmuiden, nabij de monding van het Noordzeekanaal. De losse vondst (archis nummer 50.782) betreft een ijzeren bijl uit de periode 1700-1950 nabij waarneming 46.658 en kan afkomstig zijn van één van de nabijgelegen wrakken. Deze vondst heeft geen bijzondere waarde. De wraknummers 46.657 en 48.205 hebben beide betrekking op hetzelfde wrak, de Louise Gerdina, een houten zeilschip dat is gezonken in 1879. De waarde hiervan is niet bekend, maar wordt op dit moment niet hoog ingeschat. Het wrak met archis nummer 46.658 betreft een houten schip, dat overigens niet met zekerheid is geïdentificeerd. Mogelijk betreft het een schip dat tijdens de Tweede Wereldoorlog is vergaan. Ook dit schip is waarschijnlijk niet van zeer grote waarde.

Deelgebied IJmuiden en bijbehorend kabeltracé
Voor het deelgebied zelf zijn geen meldingen. Er zijn drie wrakmeldingen in het kabeltracé IJmuiden - IJmuiden, nabij de monding van het Noordzeekanaal. Het gaat om dezelfde meldingen als die voor het kabeltracé Katwijk - IJmuiden.

Richtlijn / vraag 2: *Geef op basis van bestaande kennis (Indicatieve Kaart Archeologische Waarden Noordzee, geogenetische en hydrografische kennis) aan waar een lage, middelhoge en hoge verwachting aanwezig is op goed geconserveerde scheepswrakken. Hierbij wordt met name gevraagd om aandacht voor oude (subatlantische) geulafzettingen. Ga ook in op sporen van prehistorisch gebruik van het landschap.*

De in het gebied aanwezige Subatlantische geulafzettingen behoren tot sedimentpakketten gelieerd aan de grote zeearmen van de Voordelta en aan de riviermondingen. Deze afzettingen zijn in de ONL kartering (basismateriaal van deze studie) niet apart gekarteerd maar meegenomen als deel van de voormalige Banjaard Formatie (nu Formatie van Naaldwijk). Bij het oude zeegat van de Oude Rijn zijn de buitendelta-afzettingen van de Oude Rijn eveneens tot de Formatie van Naaldwijk gerekend (vergelijk Bligh Bank Laagpakket, Bijlage 6 met Formatie van Naaldwijk, Bijlage 8). De dikte en basis van de Formatie van Naaldwijk (Bijlage 8) mag echter niet zonder meer vertaald worden als de basis en dikte van de Subatlantische geulafzettingen. Voor de kust van IJmuiden en in het gebied van de Maasvlakte 2 bestaat de Formatie van Naaldwijk overwegend uit Atlantische getij-afzettingen, welke dateren van vóór de oudste scheepswrakken (categorie II en III).

Mogen de Subatlantische geulen een zeer beperkte verbreiding hebben binnen het door het werk te verstoren gebieden, de actieve laag - waar ook scheepswrakken in kunnen voorkomen, - komt voor in het hele studiegebied en heeft daar een grote verbreiding. Deze Subatlantische actieve laag heeft een middelhoge tot hoge verwachting voor categorie II en III scheepswrakken. Waar dit pakket dikker is dan 1 à 2 meter kunnen de

wrakken volledig afgedekt zijn door zand van het Bligh Bank Laagpakket. Dit is het geval voor alle windturbineparken en voor grote delen van de kabeltracé's.

Het 'prehistorische gebruik' (vondstcategorie I) beperkt zich in hoofdzaak tot het oude ongeërodeerde Pleistocene oppervlak en de direct daarboven liggende Basisveen Laag / Laag van Velsen. Dit laagniveau heeft een middelhoge tot hoge verwachting voor vroeg-prehistorische vondsten. Nooit geheel uit te sluiten is dat in de getij-afzettingen van de Formatie van Naaldwijk prehistorisch materiaal (zoals kano's) aanwezig zijn maar de kans om deze categorie te vinden is uiterst klein en de verwachting is laag.

De Indicatieve Kaart Archeologische Waarden voor de Noordzee levert geen informatie voor dit onderzoek. De kaart is grof en gebaseerd op oudere globale geologische gegevens. Deze kaart is aan een update toe.

Deelgebied Den Haag II en bijbehorend kabeltracé
In het deelgebied bevinden zich waarschijnlijk geen Subatlantische geulafzettingen in de ondergrond. Aan de landwaartse kant van het bijbehorende kabeltracé zijn resten van Subatlantische geulafzettingen, horende bij de Rijn-Maasmonding en het Haringvliet, wel aanwezig. De verbreiding van deze geulafzettingen in de kustzone nabij de Maasvlakte is niet specifiek gekarteerd, maar het kabeltracé tussen deelgebied Den Haag I en de Maasvlakte zal in het Maasvlakte 2 gebied lokaal Subatlantische geulen doorsnijden.

In deelgebied Den Haag II en langs het bijbehorende kabeltracé varieert de dikte van de actieve laag tussen de 5 en 15 meter. In het gehele areaal kunnen derhalve scheepswrakken voorkomen, aan de zeebodem of begraven onder een laag zeezand.

Het ongeërodeerde Pleistocene oppervlak bevindt zich in de kustzone voor de Maasvlakte. Dit gebied betreft met name het landwaartse deel van het kabeltracé, maar het oppervlak ligt daar waarschijnlijk volledig onder de verstoringsgrens.

Deelgebied Den Haag I en bijbehorend kabeltracé
In het deelgebied bevinden zich waarschijnlijk geen Subatlantische geulafzettingen in de ondergrond. Aan de landwaartse kant van het bijbehorende kabeltracé zijn resten van Subatlantische geulafzettingen, horende bij de Rijn-Maasmonding en het Haringvliet, wel aanwezig. De verbreiding van deze geulafzettingen in de kustzone nabij de Maasvlakte is niet specifiek gekarteerd, maar het kabeltracé tussen deelgebied Den Haag I en de Maasvlakte zal in het Maasvlakte 2 gebied lokaal Subatlantische geulen doorsnijden.

In deelgebied Den Haag I en langs het bijbehorende kabeltracé varieert de dikte van de actieve laag tussen de 5 en 15 meter. In het gehele areaal kunnen derhalve scheepswrakken voorkomen, aan de zeebodem of begraven onder een laag zeezand.

Het ongeërodeerde Pleistocene oppervlak bevindt zich in de kustzone voor de Maasvlakte. Dit gebied betreft met name het landwaartse deel van het kabeltracé, maar het oppervlak ligt daar waarschijnlijk volledig onder de verstoringsgrens.

Deelgebied Katwijk en bijbehorend kabeltracé
In het deelgebied bevinden zich waarschijnlijk geen Subatlantische geulafzettingen in de ondergrond. Subatlantische geulafzettingen zijn ook langs het kabeltracé niet te

verwachten omdat een Subatlantisch zeegat nabij IJmuiden ontbreekt (de monding van het oude Oer-IJ zeegat ligt net noordelijk van het studiegebied).

In deelgebied Katwijk en langs het bijbehorende kabeltracé varieert de dikte van de actieve laag tussen de 0 en 10 meter. In het gehele areaal kunnen derhalve *scheepswrakken voorkomen, aan de zeebodem of begraven onder een laag zeezand.*

Het ongeërodeerde Pleistocene oppervlak bevindt zich in de kustzone voor IJmuiden. Op enkele kilometers uit de kust bevindt zich langs het kabeltracé een zone waar de Laag van Velsen / Basisveen Laag waarschijnlijk binnen het verwachte verstoringsbereik bevindt.

Deelgebied IJmuiden en bijbehorend kabeltracé
In het deelgebied bevinden zich waarschijnlijk geen Subatlantische geulafzettingen in de ondergrond. Subatlantische geulafzettingen zijn ook langs het kabeltracé niet te verwachten omdat een Subatlantisch zeegat nabij IJmuiden ontbreekt (de monding van het oude Oer-IJ zeegat ligt net noordelijk van het studiegebied).

In deelgebied IJmuiden en langs het bijbehorende kabeltracé varieert de dikte van de actieve laag tussen de 0 en 10 meter. In het gehele areaal kunnen derhalve scheepswrakken voorkomen, aan de zeebodem of begraven onder een laag zeezand.

In deelgebied IJmuiden zijn ook niet geërodeerde, door klei en veen afgedekte oppervlakken van het Pleistocene zand gekarteerd (zie Bijlage 9). Hierbij moet wel een kanttekening geplaatst worden. Mogelijk zijn hier getij-afzettingen van de Formatie van Naaldwijk gekarteerd als de Laag van Velsen. De archeologische verwachting van deze niet geërodeerde gebieden is dus onzeker. Het niet geërodeerde Pleistocene oppervlak bevindt zich verder langs een groot deel van het kabeltracé. Alleen nabij het windturbinepark ligt de Laag van Velsen / Basisveen Laag waarschijnlijk binnen het verwachte verstoringsbereik.

Richtlijn / vraag 3: *Geef aan welke effecten kunnen worden verwacht, met nadruk op de effecten van de aanleg (inclusief het leggen van kabels, leidingen en aanlanding) op de historische scheepswrakken, het prehistorische landschap in het plangebied en de archeologische verwachtingszones.*

De effecten van het werk op de verwachte archeologische waarden kunnen opgesplitst worden in effecten van het plaatsen van de monopiles in de deelgebieden en het trekken van de sleuven voor de kabeltracé's. De verstoring van de monopiles gaat tot maximaal 25-30 m onder zeebodem en die van de sleuven tot 3 m onder zeebodem.

De monopiles in de deelgebieden Den Haag I en II, Katwijk en IJmuiden verstoren het Bligh Bank Laagpakket; de actieve laag waar mogelijk scheepswrakken (categorieën II en III) in kunnen voorkomen (zie beschrijving bovenstaande richtlijn). De kans op verstoring is echter klein vanwege het geringe oppervlak van de piles. In deelgebied IJmuiden is het mogelijk dat plaatsing van de monopiles de ongestoorde top van het *Pleistocene oppervlak (potentiële, vroege prehistorische waarden) verstoort (zie Bijlage* 9). Kanttekening die hierbij geplaats moet worden, is dat het onzeker is of hier daadwerkelijk het Pleistocene oppervlak ongestoord is (zie beschrijving bovenstaande richtlijn).

De kabeltracé's liggen in / gaan door de actieve laag. Binnen alle kabeltracé's kunnen scheepsresten aan of onder het zeebodemoppervlak (tot 3m) voorkomen.

De kabeltracé's kunnen in de kustzone van IJmuiden en Maasvlakte 2 gebied ook door eenheden met (mogelijk aanwezige) prehistorische waarden gaan: archeologische waarden die liggen in of net boven het ongestoorde Pleistocene oppervlak (Bijlage 9). De kaart van Bijlage 9b geeft alleen het diepte-interval tussen 0 en 5 m onder zeebodem voor de top van het Pleistocene oppervlak. Dit interval is een kleine overschatting van de 3 m lijn onder zeebodem van dit vlak, welke niet uit dit kaartmateriaal is af te leiden.

Richtlijn / vraag 4: *Maak inzichtelijk wat de cumulatieve effecten kunnen zijn.*

Er zijn geen cumulatieve effecten. Een eventuele gelijktijdige aanleg van meerdere windparken heeft niet meer impact op het archeologische erfgoed dan een niet gelijktijdige aanleg.

4.5 Aanbevelingen voor archeologisch vervolgonderzoek

Uitwerking bestaande gegevens

Indien er door het bevoegd gezag besloten wordt de windturbineparken en kabeltracé's aan te leggen, is het verstandig voorafgaande aan het inventariserende archeologische veldonderzoek de bestaande geologische gegevens nader uit te werken. Dit betreft een tweetal probleempunten m.b.t. het huidige gegevensbestanden (kaarten):

- Nagaan of het verbreidingsgebied van de Laag van Velsen in Bijlage 9 wel juist is. Dit gaat vooral om deelgebied IJmuiden, maar ook om het kabeltracé in het Maasvlakte 2 gebied. Aan de hand van de bestaande boringen en seismische gegevens kan worden onderzocht of kleiige afzettingen van het Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk) niet ten onrechte bij de Laag van Velsen zijn gerekend. Dit is mogelijk het geval, vooral in de meest zeewaarts gelegen delen. Als dit het geval blijkt te zijn, is mogelijk een kleiner deel van de top van het Pleistoceen *in situ* bewaard gebleven tijdens het Holoceen; een gegeven dat van belang is voor de archeologische categorie I waarden.
- Het maken van geologische profielen over de lijnen van de kabeltracé's, waarin de verstoringsdiepte en de relevante lagen en laagniveaus (zoals Bligh Bank Laagpakket, top Pleistocene oppervlak, wel of niet afgdekt met de Laag van Velsen / Basisveen Laag) worden aangegeven. Met deze profielen kunnen de archeologisch relevante en bedreigde laageenheden binnen de kabeltracés (categorie II en III waarden in het Bligh Bank Laagpakket) en de niet geërodeerde top van het Pleistocene oppervlak (categorie I waarden) nader gepreciseerd worden.

Inventariserend veldonderzoek

Aanbevolen wordt het archeologische veldonderzoek zoveel mogelijk te laten aansluiten bij het geotechnisch onderzoek ten behoeve van de plaatsing van de windturbineparkwerken. Akoestische opnamen, gebruik makend van multibeam echolood, side-scan sonar en sub-bottom profiling (hoge-resolutie seismiek) (zie Bijlage

10), zijn, mits aangevuld met boorgegevens, zowel voor het geotechnische onderzoek als voor het archeologische onderzoek uiterst waardevol. Voor wat betreft het archeologische deel kunnen de relevante lagen (*Bligh Bank en top Pleistocene* oppervlak) nauwkeuriger op de gewenste schaal in kaart gebracht worden.

Verder is het verstandig dat boringen en sonderingen die voor het geotechnisch onderzoek gezet moeten worden, geo-archeologisch worden bekeken op eventuele archeologische indicatoren. Deze nieuwe boor- en sondeerinformatie is ook nuttig om het bestaande geologische model van het gebied te toetsen op betrouwbaarheid.
Aanvullend inventariserend veldonderzoek naar dieper liggende scheepswrakken (dieper dan 1 m onder zeebodem) kan het beste met een sub-bottom profiler (Bijlage 10) worden uitgevoerd. Deze methode kan succesvol worden toegepast op verwachte locaties van metalen wrakken; in het geval van houten wrakken werkt de methode zelden.

De oude en subrecente historische objecten aan het zeebodemoppervlak (categorie II en III) zijn het best op te sporen met side-scan sonar apparatuur, welke het mogelijk maakt onregelmatigheden op de zeebodem in kaart te brengen. Daarbij wordt aanbevolen om een raster van onderling loodrechte lijnen te varen, waarbij de lijnafstand half zo groot is als het kleinste object wat waargenomen moet worden. Indien er 'verdachte zones' in kaart zijn gebracht kunnen deze onderzocht worden met duikers (ondiepe fenomenen) en door middel van een specifiek boor-sondeeronderzoek met een zeer dicht boorgrid (ca. elke vijf meter een boring voor een adequate trefkans). Dit is kostbaar en tijdrovend onderzoek.

De kans om met booronderzoek willekeurige prehistorische resten op te sporen is klein. Dit geldt ook voor het ongestoorde Pleistocene oppervlak waar in de vroege prehistorie is gewoond en gewerkt door de mens. Omdat de kosten van het booronderzoek op zee niet in verhouding staan met de 'wetenschappelijke opbrengst' wordt geen verder gravend onderzoek voorafgaand aan de aanleg van de windturbineparken aanbevolen. Bij uitvoering is aan te bevelen om het werk archeologisch te laten begeleiden door een archeologisch team. Archeologen volgen de werkzaamheden tijdens de uitvoering, waarbij de grond uit de archeologisch relevante locaties en dieptezones gezeefd kan worden, en eventueel aanwezige archeologische resten geregistreerd kunnen worden.

5 Referenties

W.A.M. Hessing, C. Sueur, P.C. Vos & S. Webster, 2005. Maasvlakte 2: Archeologisch Vooronderzoek Fase 1. Bureauonderzoek, risico-analyse en aanbevelingen voor vervolgstappen. Vestigia, Archeologie & cultuurhistorie, rapportnummer V165, 46 pp.

Mulder, E.F.J., de, M.C. Geluk, I. Ritsema, W.E. Westerhoff, en T.E. Wong, De ondergrond van Nederland, in: Geologie van Nederland, deel 7, Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, Utrecht (2003), 379 pp.

P.C. Vos, E. K Mietes, S. de Vries, S. van Gessel & M. van der Rijst, 2005. Geo-archeologisch vooronderzoek toekomstige gastransportleiding A-653 (IJsselmeertracé tussen Workum en Medemblik). TNO-rapport NITG-05-086-B, 42 pp.

Zagwijn, W.H., en C.J. van Staalduinen, Toelichting bij de geologische overzichtskaarten van Nederland, Rijks Geologische Dienst, Haarlem (1975), 1-134.

Bijlagen

1. Locatie- en bathymetriekaart van de onderzoeksgebieden.

2. Kaart met de locaties van subrecente antropogene verstoringen.

3. Kaart met de locaties van de bekende archeologische objecten (categorie I t/m III) uit de archeologische en maritieme databestanden.

4. Toelichting op de in de deelgebieden voorkomende stratigrafische eenheden:
a. Nieuwe en oude stratigrafische indeling van afzettingen in de ondiepe ondergrond van de Noordzee.
b. Lithologische samenstelling en ouderdom van afzettingen in de ondiepe ondergrond van de Noordzee.

5. Archeologische vondsten:
a. archis bestand,
b. RWS bestand,
c. Hydrografische Dienst bestand,
d. kaart.

6. Bligh Bank Laagpakket:
a. dikte,
b. diepteligging basis eenheid t.o.v LLWS, en
c. diepteligging basis eenheid t.o.v de zeebodem.

7. Buitenbanken Laagpakket:
a. dikte,
b. diepteligging basis eenheid t.o.v LLWS, en
c. diepteligging basis eenheid t.o.v de zeebodem.

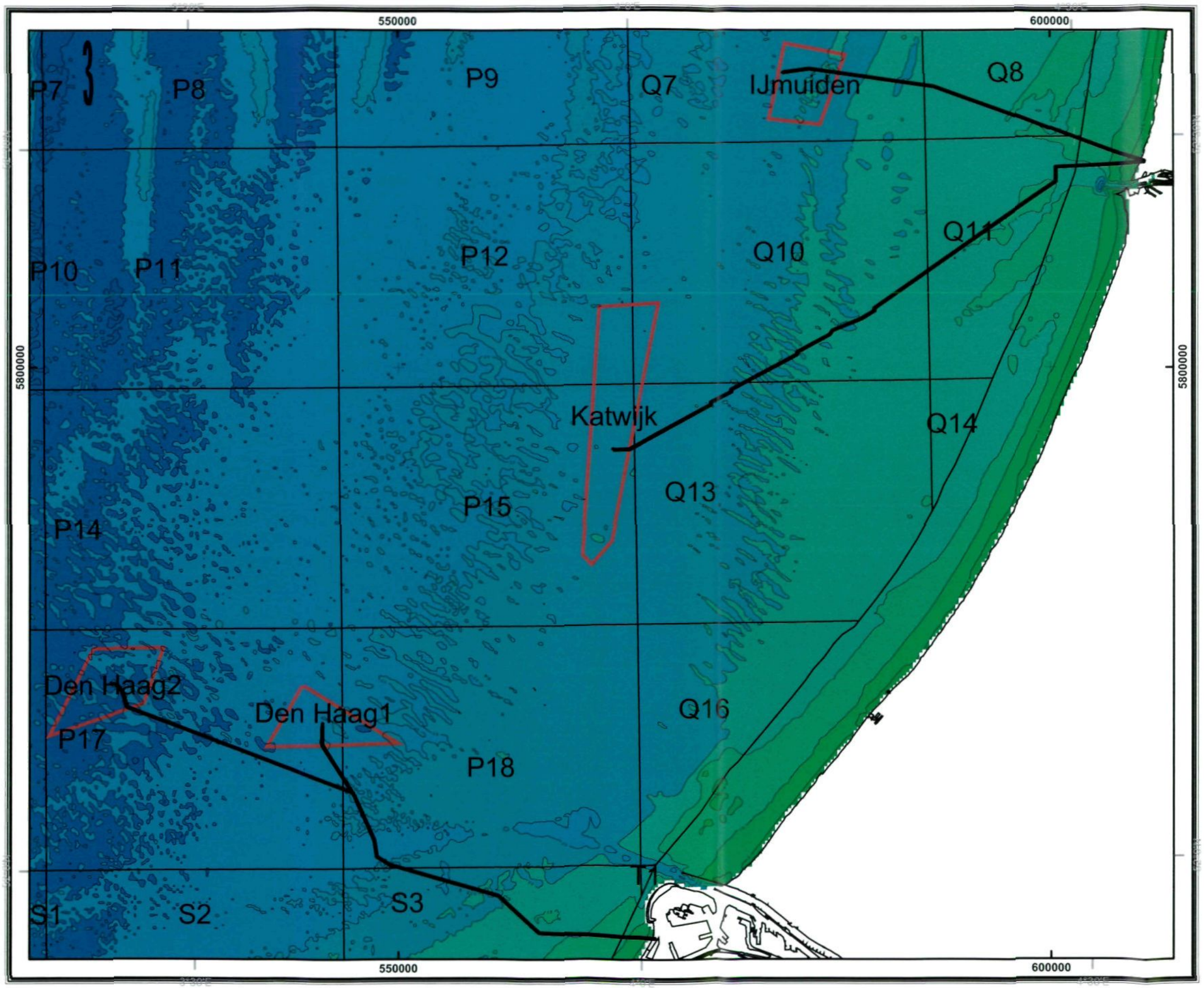
8. Formatie van Naaldwijk:
a. dikte,
b. diepteligging basis eenheid t.o.v LLWS, en
c. diepteligging basis eenheid t.o.v de zeebodem.

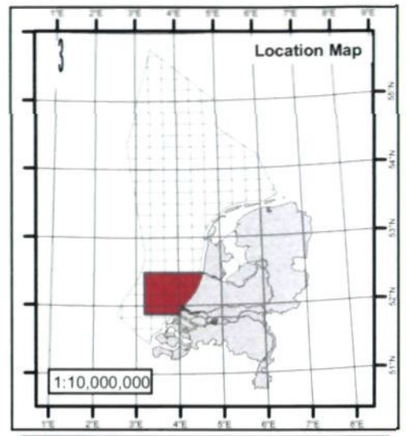
9. Top van het Pleistocene oppervlak en de verbreiding van de Laag van Velsen / Basisveen Laag:
a. diepteligging laagniveau t.o.v LLWS, en
b diepteligging laagniveau t.o.v de zeebodem.

10. Toelichting op de meest gangbare geofysische methoden

Bijlage: 3 Bathymetrie

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

Bathymetrie (meters -LLWS)

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35
- 35 - 40
- 40 - 45

5 m contour

0 2.5 5 7.5 10 km

Universal Transverse Mercator Grid | Geographical coordinates | Approximation of Dutch National Grid (Rijksdriehoek)

TNO Bouw en Ondergrond
Geological Survey of the Netherlands

Project Information:

Map information:

Map number:	Bathymetrie 3
Compilation date:	
Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		Project manager:	
Name	J.M. Hettelaar/P.J. Franbaar	Name	Dr. S. van Heteren
Date	23-03-2006	Date	23-03-2006
Phone	+31-(0)30-2564565	Phone	+31-(0)30-2564565
e-mail	jenny.hettelaar@tno.nl	e-mail	sytze.vanheteren@tno.nl

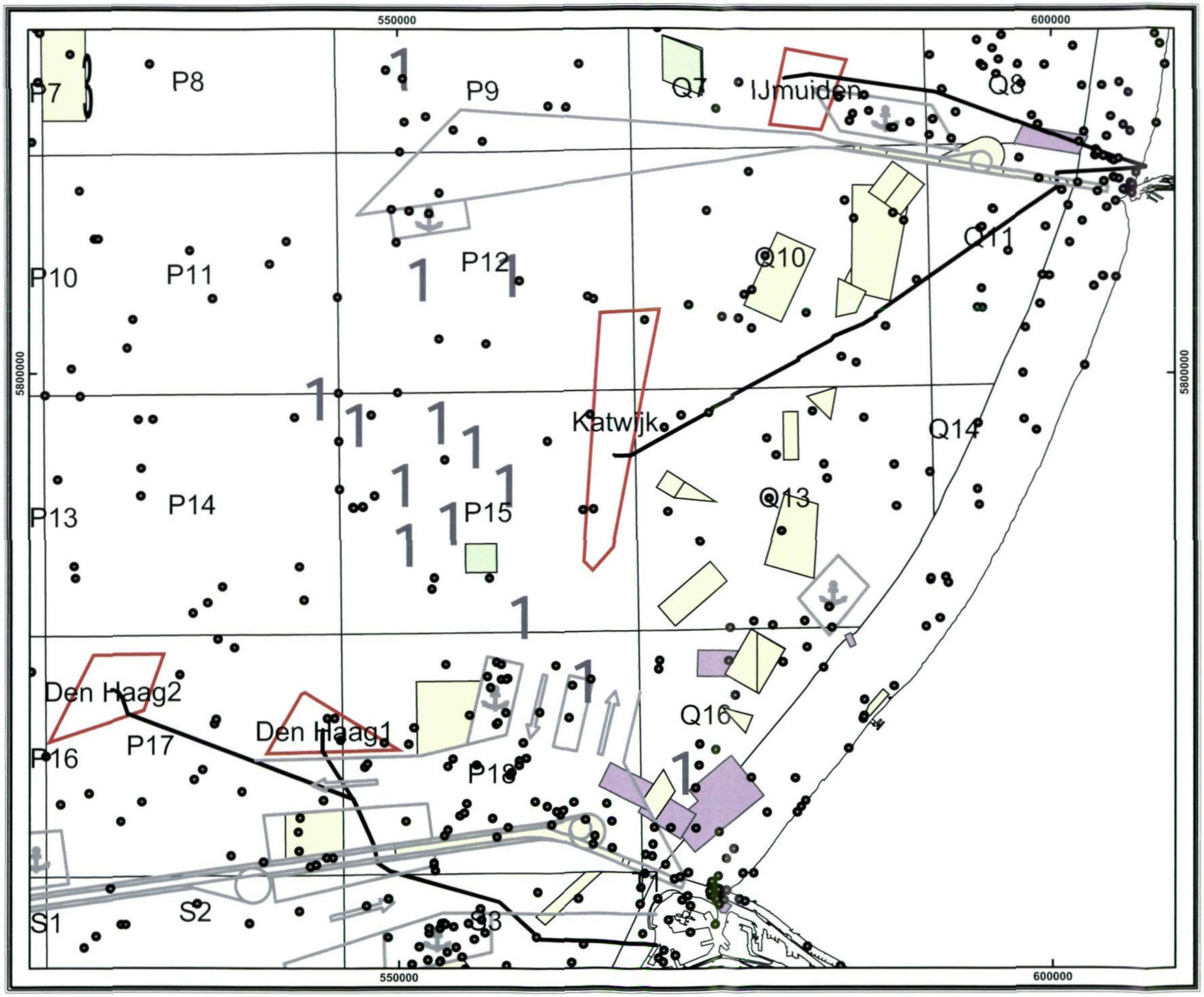
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the given scale on the map. TNO/NITG does not accept liability for improper use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for misinterpretations based upon this map.

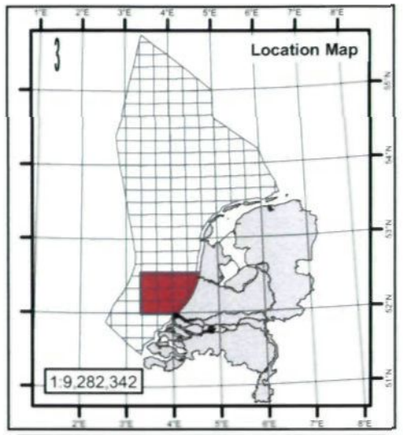
TNO/NITG does neither accept responsibility nor liability for the contents of maps produced by TNO/NITG, for which data were processed by the contractor in case the map was produced on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research Instructions (LTO) or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

©TNO Bouw en Ondergrond
Bu Modern & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564565
fax: +31-(0)30-2564555

Bijlage : 4 Kaart met locaties van subrecente antropogene verstoringen

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines
- zandwingebieden *sand extraction areas*
- BaggerStortGebieden *(dredging disposal (mud)*
- Uitsluitingsgebieden_militair *military exclusion areas*
- Verkeersscheidingstelsel
- 1 platforms *oil and gas platforms*
- wrakken *ship wrecks*

0 2 4 6 8 km

Universal Transverse Mercator Grid — Geographical coordinates — Approximation of Dutch National Grid (Rijksdriehoek)

TNO Bouw en Ondergrond
Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Map information:
Title:

Kaart met locaties van subrecente antropogene verstoringen

Map number: 4

Compilation date:

Geodetic system: ED 50
Projection system: UTM (Zone 31)
Central Meridian: 3° E
Datum: LAT (m)

Author:		Project manager:	
Name:	J.M. Hettelaar/P.J. Franken	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564685	Phone:	+31-(0)30-2564565
e-mail:	jenny.hettelaar@tno.nl	e-mail:	sytze.vanheteren@tno.nl

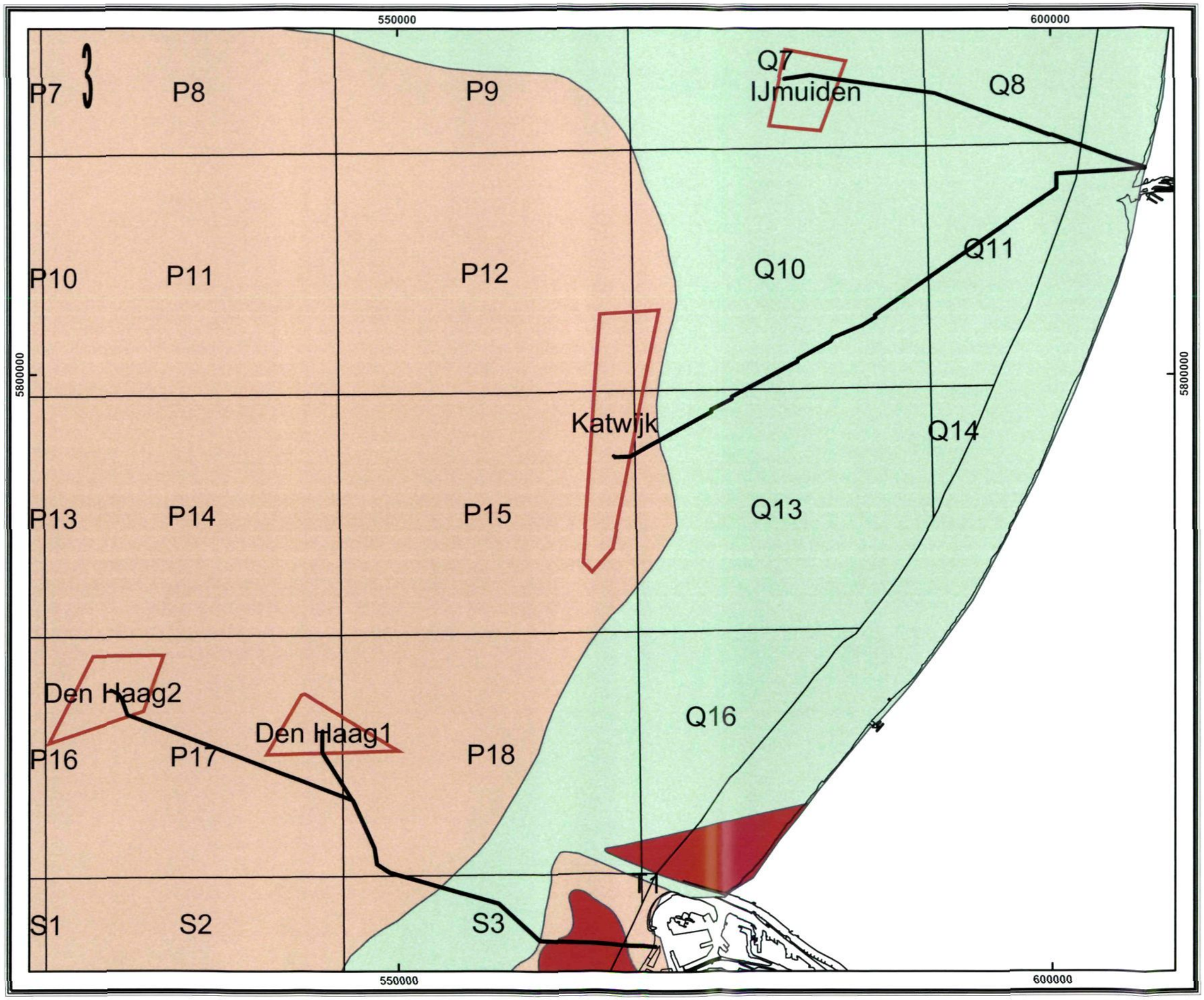
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the given scale on the map. TNO-NITG does not accept liability for improper use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for interpretations rooted upon this map.

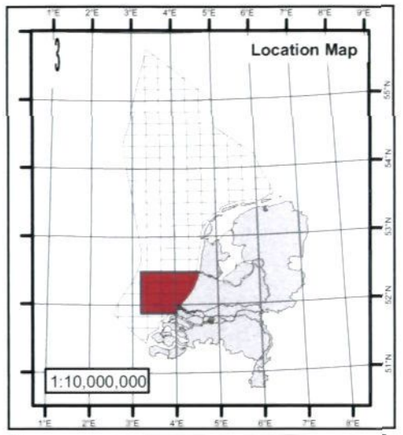
TNO-NITG does neither accept responsibility nor liability for the contents of maps printed by TNO-NITG, for which data were provided by the contractor. In case the map was produced on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research Instructions by TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

©TNO Bouw en Ondergrond
Bu Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564500
fax: +31-(0)30-2564655

Bijlage : 5 Kaart met de locaties van bekende arceheologische objecten (Categorie I t/m III) uit de archeologische en maritieme database

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

IKAW

- Lage waarde (I)
- Middelhoge waarde (II)
- Hoge waarde (III)

0 2 4 6 8 km

Universal Transverse Mercator Grid | Geographical co-ordinates | Approximation of Dutch National Grid (Rijksdriehoek)

TNO Bouw en Ondergrond
Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Map information: Kaart met de locaties van bekende arceheologische objecten (Categorie I t/m III) uit de archeologische en maritieme database

Map number: 5

Compilation date:

Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		Project manager:	
Name:	J.M. Heffelaar/P.J. Frantsen	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564685	Phone	+31-(0)30-2564565
e-mail:	jenny.heffelaar@tno.nl	e-mail:	sytze.vanheteren@tno.nl

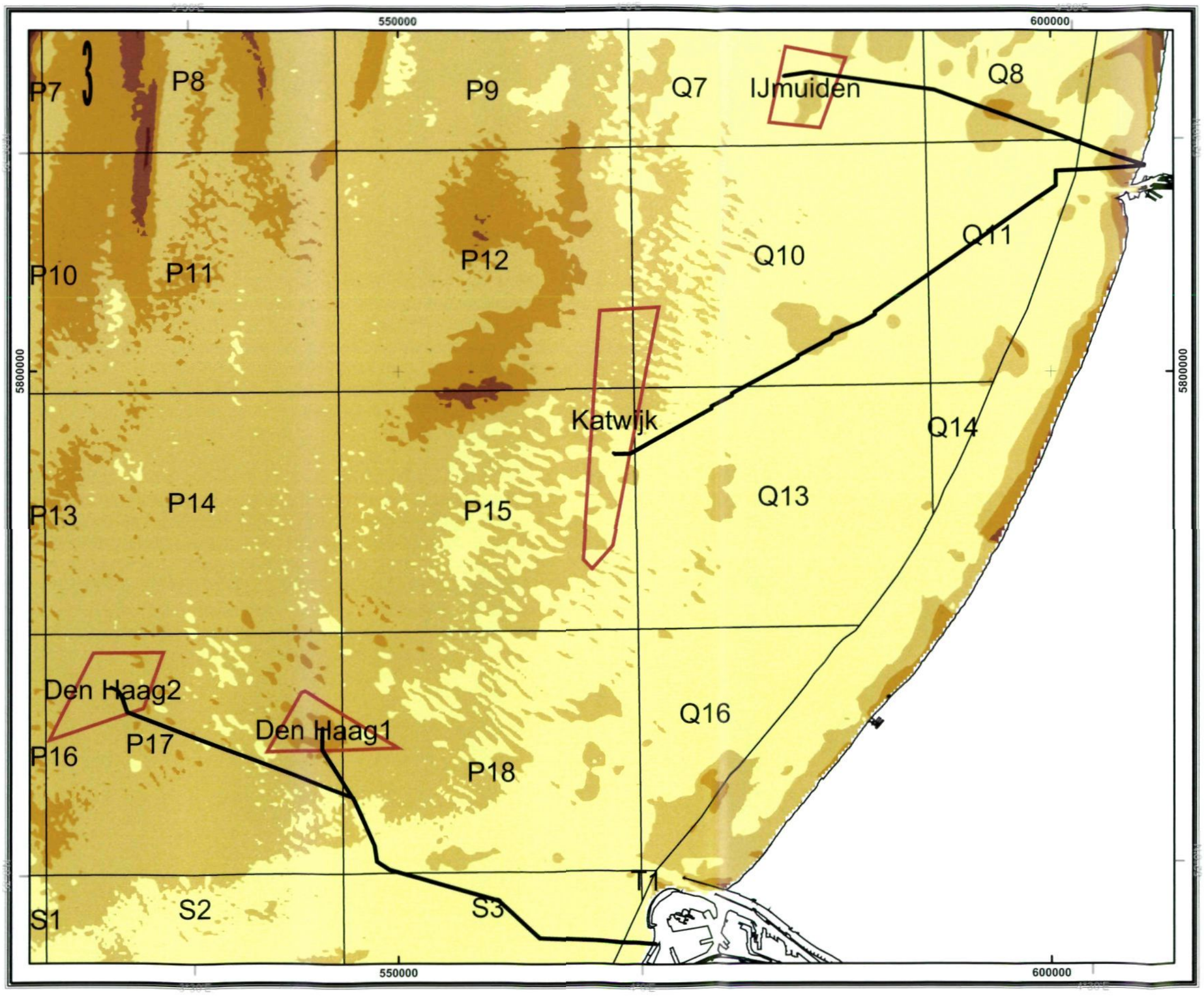
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used at the given scale on the map. TNO-NITG does not accept any liability for improper use of this map or any alteration of the contents or scale of this map, or for interpretations based upon this map.

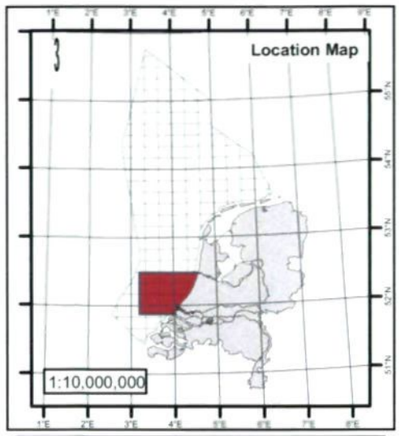
TNO-NITG does neither accept responsibility nor liability for the contents of maps produced by TNO-NITG, for which data were provided by the contractor. In case the map was produced on instructions, the rights and obligations of both parties, including arbitration as in the Standard Conditions for Research instructions to TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

@TNO Bouw en Ondergrond
BU Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564300
fax: +31-(0)30-2564655

Bijlage: 6a Dikte Bligh Bank laagpakket

034.69170



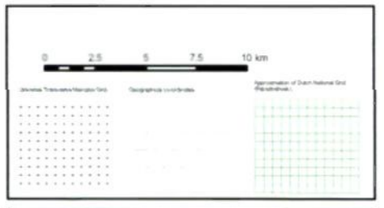


Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

Dikte Bligh Bank
meters

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25



TNO Bouw en Ondergrond
Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Map information:

Map number:	**Dikte Bligh Bank laagpakket 6a**
Compilation date:	
Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		Project manager:	
Name:	J.M. Hellebaart/P.J. Frantsen	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564685	Phone:	+31-(0)30-2564565
e-mail:	jenny.hellebaart@tno.nl	e-mail:	sytze.vanheteren@tno.nl

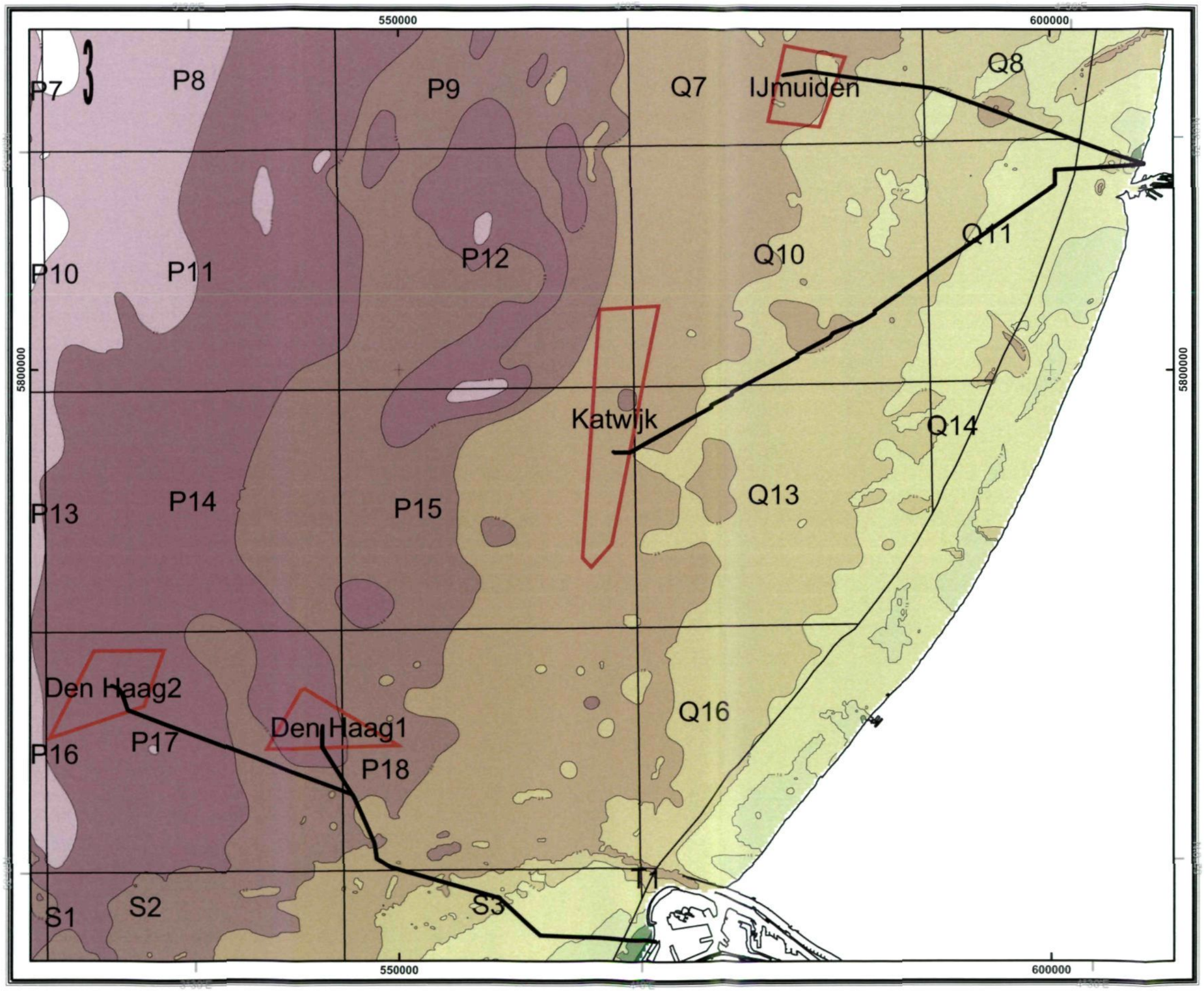
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the given scale of the map. TNO-NITG does not accept liability for improper use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for misinterpretations based upon this map.

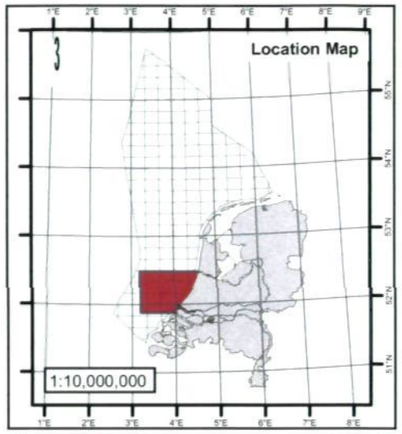
TNO-NITG does neither accept responsibility, nor liability for the contents of maps printed by TNO-NITG for which data were provided by the contractor. In case the map was produced on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the General Conditions for Research Instructions of TNO, or the data-set agreement concluded between the contracting parties.

©TNO Bouw en Ondergrond
BL-Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564500
fax: +31-(0)30-2564655

Bijlage: 6b Basis Bligh Bank laagpakket

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

basis Bligh Bank laagpakket (meters -LLWS)

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35
- 35 - 40
- 40 - 45
- 45 - 50
- 5 m contour

0 2.5 5 7.5 10 km

Universal Transverse Mercator Grid

Geographical co-ordinates

Approximation of Dutch National Grid (Rijksdrehoek)

TNO Bouw en Ondergrond
Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Map information:

Map number:	**Basis Bligh Bank laagpakket**
Compilation date:	**6b**
Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		**Project manager:**	
Name:	J.M. Heftelaar/P.J. Frantsen	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564685	Phone:	+31-(0)30-2564565
e-mail:	jenny.heftelaar@tno.nl	e-mail:	sytze.vanheteren@tno.nl

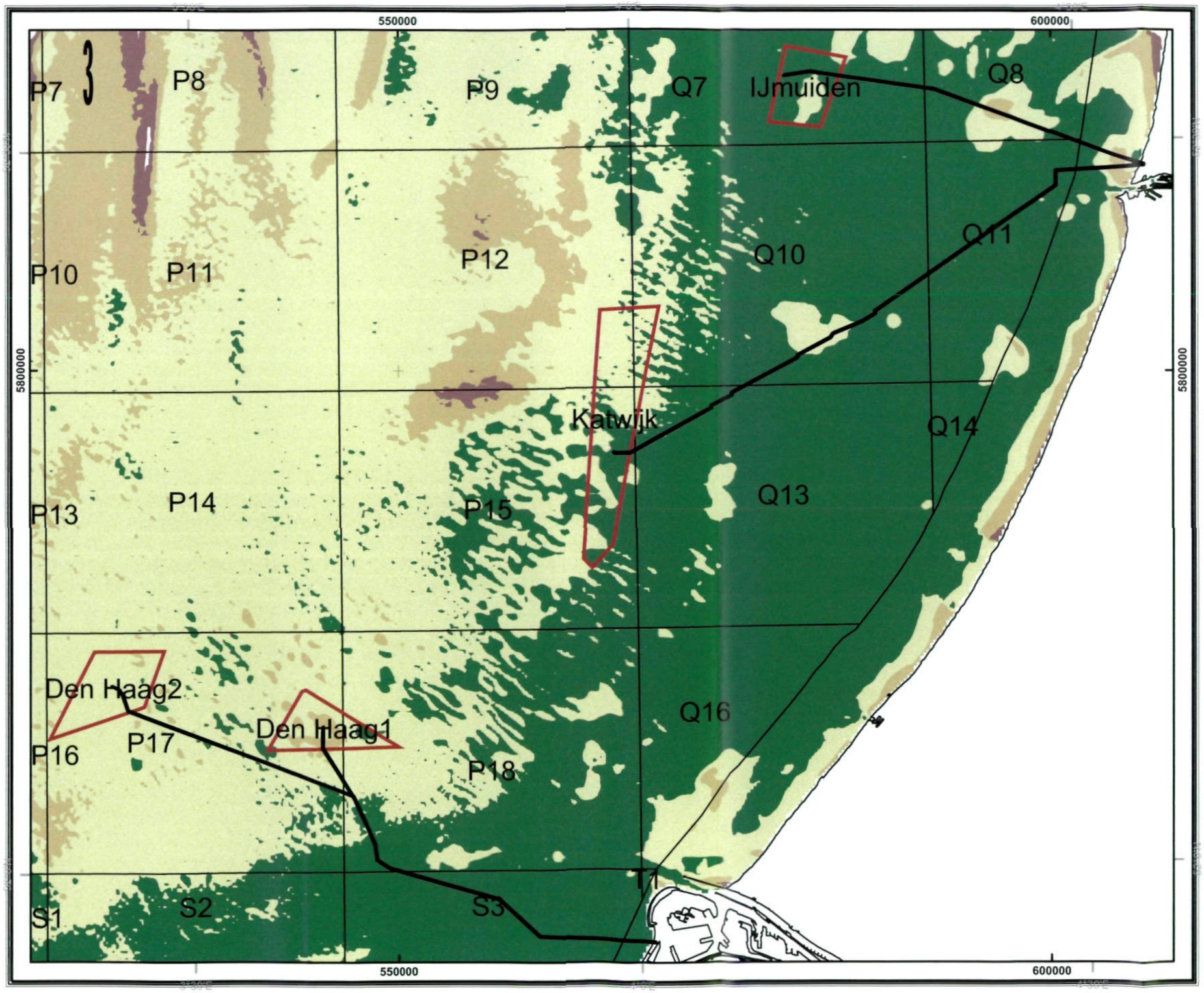
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the given scale on the map. TNO/NITG does not accept liability for manner use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for interpretations based upon this map.

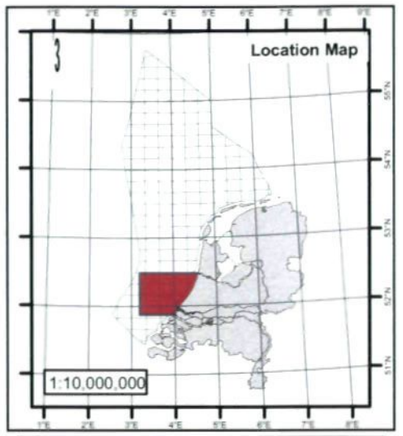
TNO/NITG does neither accept responsibility, nor liability for the contents of maps produced by TNO/NITG, for which data were provided by the contractor in order the map was produced in instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research Instructions is TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

@TNO Bouw en Ondergrond
SU-Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564685
fax: +31-(0)30-2564655

Bijlage: 6c Basis Bligh Bank laagpakket(onder zeebodem)

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

basis Bligh Bank laagpakket (meters onder zeebodem)

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25

0 2.5 5 7.5 10 km

TNO Bouw en Ondergrond

Project information:

Map information:

Map number:	Basis Bligh Bank (onder zeebodem) 6c
Compilation date:	
Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		Project manager:	
Name:	J.M. Hoffebaar/P.J. Frantsen	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564885	Phone:	+31-(0)30-2564565
e-mail:	jenny.hoffebaar@tno.nl	e-mail	sytze.vanheteren@tno.nl

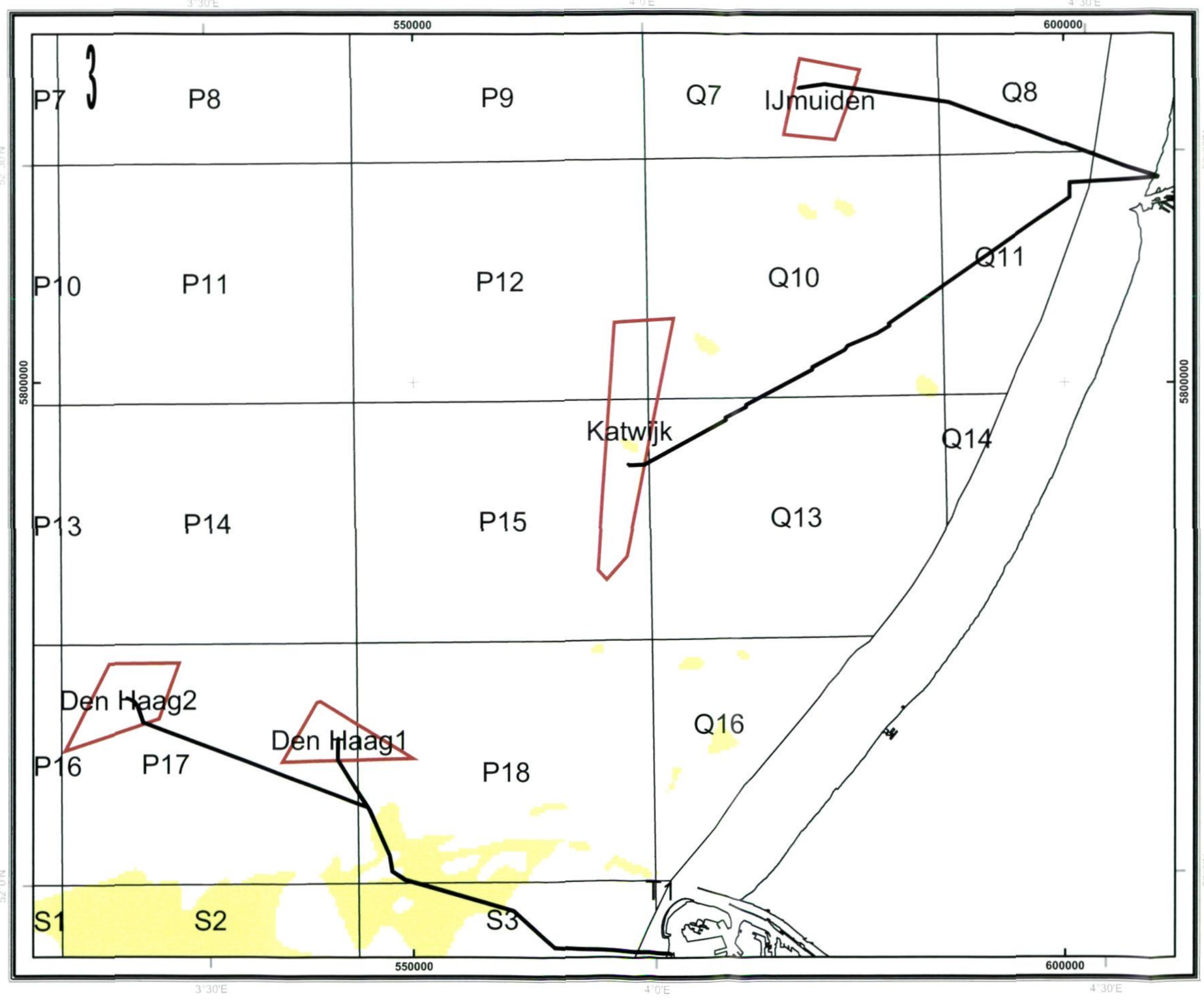
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used for the given scale on the map. TNO/NITG does not accept liability for incorrect or incomplete data. Any publication of this contents or copies of this map, or for investigations based upon this map.

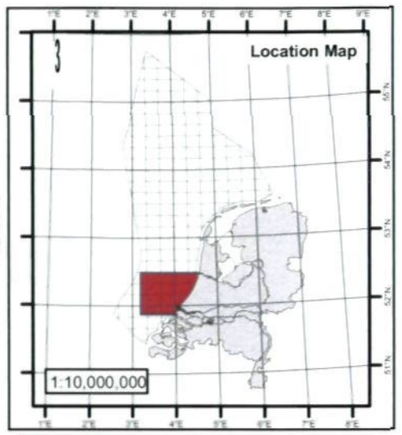
TNO/NITG does neither accept responsibility nor liability for the contents of maps primarily TNO/NITG, for which data were provided by the contractor. In case the map was produced in collaborations, the rights and obligations of the participating companies apply, whether the Standard Conditions for Research Instructions to TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

©TNO Bouw en Ondergrond
Bu. Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564500
fax: +31-(0)30-2564655

Dikte Buitenbanken laagpakket

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

Dikte Buitenbanken Laagpakket

meters

- 0 - 5m

0 2.5 5 7.5 10 km

Universal Transverse Mercator Grid | Geographical coordinates | Approximation of Dutch National Grid (Rijnstelsel)

TNO Bouw en Ondergrond
Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Map information:

Map number:	**Dikte Buitenbanken laagpakket**
	7a
Compilation date:	
Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		**Project manager:**	
Name:	J.M. Heitelaar/P.J. Frantsen	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564685	Phone:	+31-(0)30-2564565
e-mail:	jenny.heitelaar@tno.nl	e-mail:	sytze.vanheteren@tno.nl

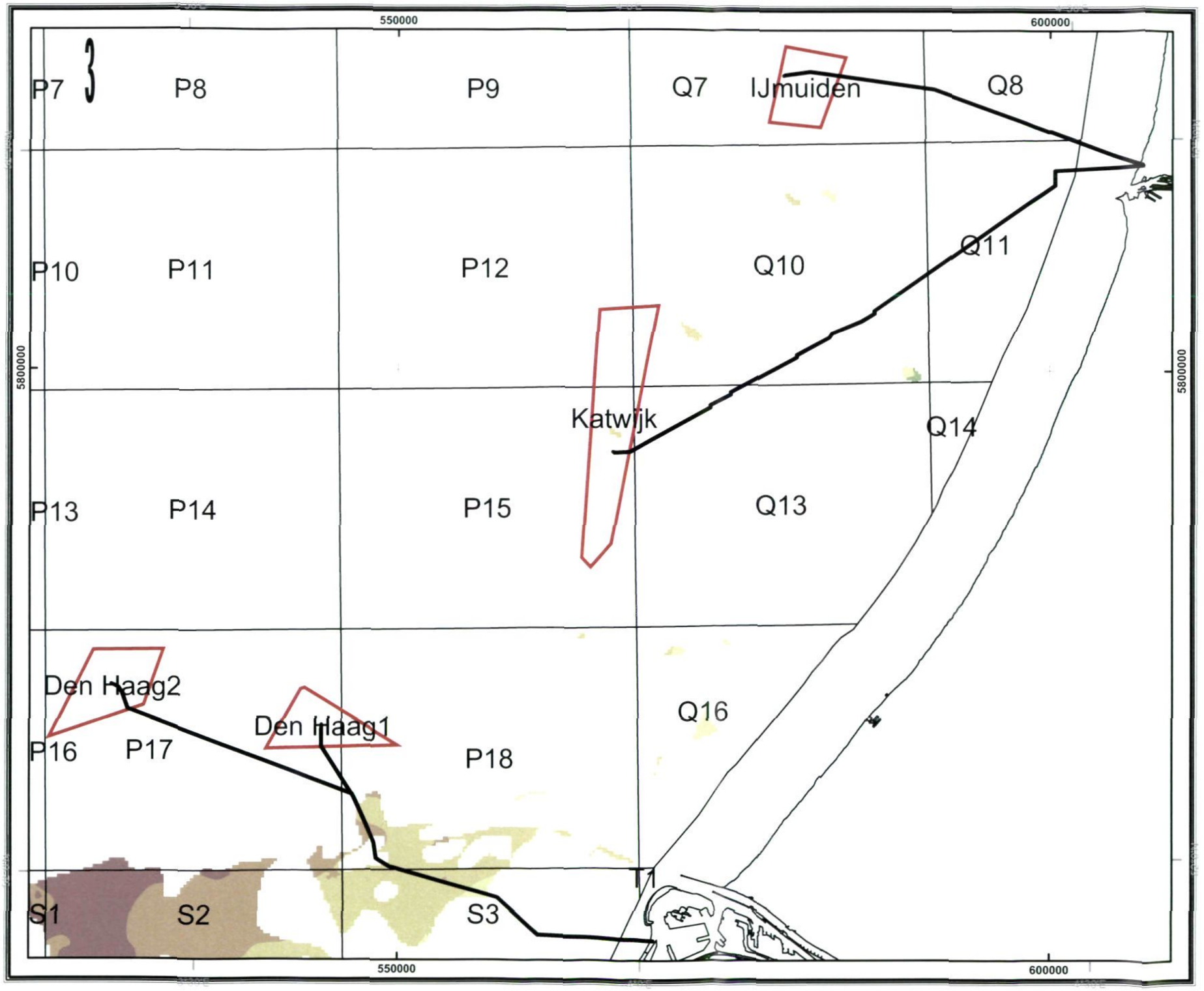
The map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the given scale on the map. TNO/NITG does not accept liability for improper use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for interpretations based upon this map.

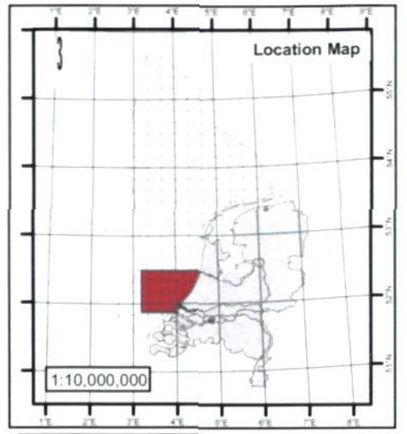
TNO/NITG does neither accept responsibility, nor liability for the contents of maps primarily TNO/NITG, for which data were provided by the contractor. In case the map was produced on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research Instructions to TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

@TNO Bouw en Ondergrond
Bu-Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564685
fax: +31-(0)30-2564565

Bijlage: 7b Basis Buitenbanken laagpakket

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

basis Buitenbanken laagpakket (meters -LLWS)

- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35
- 35 - 40
- 40 - 45
- 45 - 50

0 2.5 5 7.5 10 km

TNO Bouw en Ondergrond
Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Map information:

Map number	**Basis Buitenbanken laagpakket (m-LLWS)**
	7b
Compilation date	
Geodetic system	ED 50
Projection system	UTM (Zone 31)
Central Meridian	3° E
Datum	LLWS (m)

Author:		**Project manager:**	
Name	J.M. Heffelaar/P.J. Frantsen	Name	Dr. S. van Heteren
Date	23-03-2006	Date	23-03-2006
Phone	+31-(0)30-2564685	Phone	+31-(0)30-2564565
e-mail	jenny.heffelaar@tno.nl	e-mail	sybis.vanheteren@tno.nl

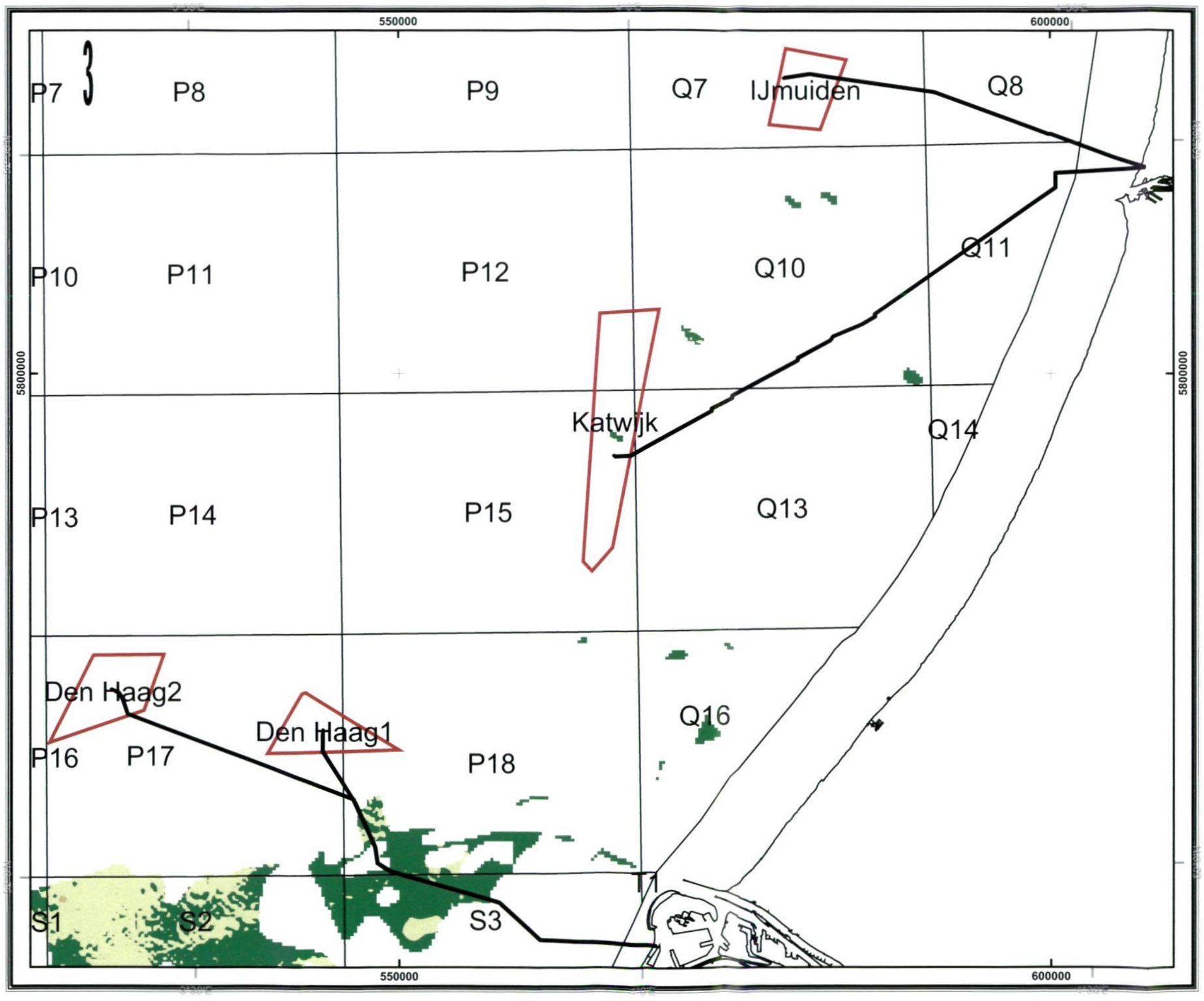
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the grain scale of the map. TNO/NITG does not accept liability for improper use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for interpretations based upon this map.

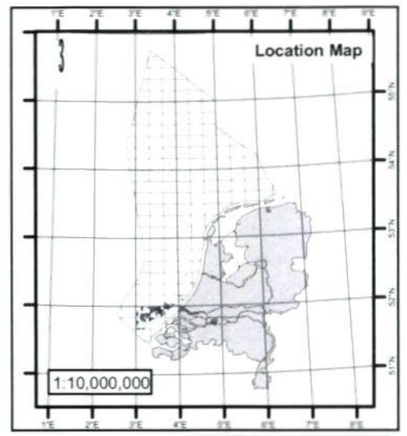
TNO/NITG does neither accept responsibility nor liability for the contents of maps provided by TNO/NITG, for which data were provided by the contractor. In case the map was produced on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research Instructions by TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

©TNO Bouw en Ondergrond
BU Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL 3508 TA Utrecht
phone +31-(0)30-2564685
fax +31-(0)30-2564655

Bijlage: 7c Basis Buitenbanken laagpakket (onder zeebodem)

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

basis Buitenbanken laagpakket (meters onder zeebodem)

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25

0 2.5 5 7.5 10 km

Universal Transverse Mercator Grid | Geographical coordinates | Approximation of Dutch National Grid (Rijksdriehoek)

TNO Bouw en Ondergrond
Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Map information:

Map number:	Basis Buitenbanken laagpakket (onder zeebodem) 7c
Compilation date:	
Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		Project manager:	
Name:	J.M. Hellebaart/F.J. Frantsen	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564685	Phone:	+31-(0)30-2564683
e-mail:	jenny.hellebaart@tno.nl	e-mail:	sytze.vanheteren@tno.nl

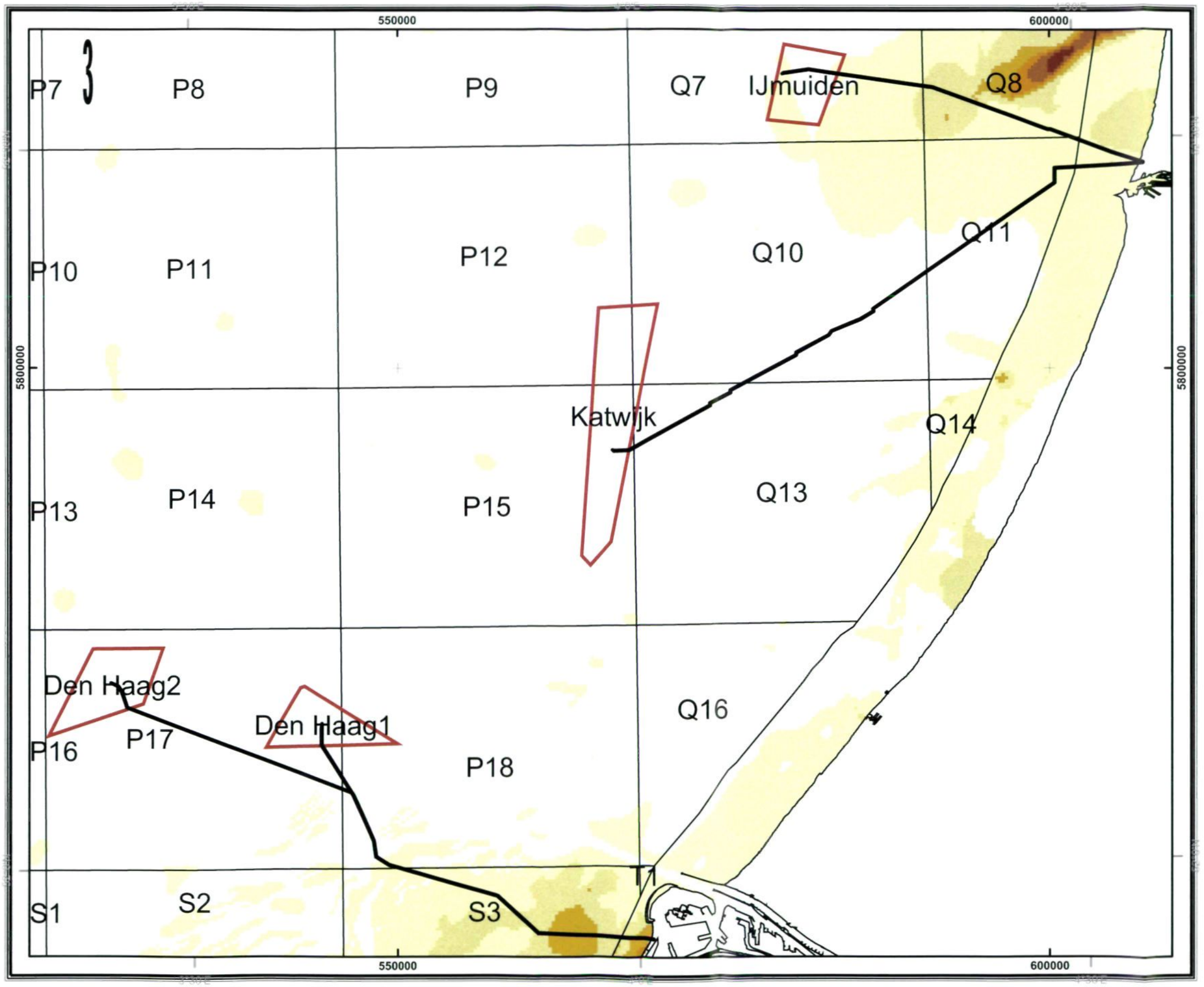
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the given scale on the map. TNO/HTG does not accept liability for improper use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for misinterpretations based upon this map.

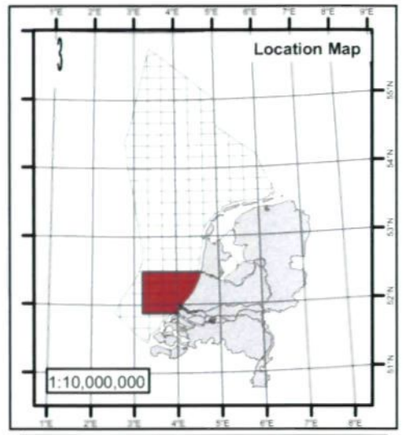
TNO/HTG does neither accept responsibility nor liability for the contents of maps produced by TNO/HTG, for which data were provided by the contractor. In case the map was produced on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research Instructions by TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

(©)TNO Bouw en Ondergrond
BU-Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564550
fax: +31-(0)30-2564551

Bijlage: 8a Dikte Formatie van Naaldwijk

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

Dikte Formatie van Naaldwijk
meters

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35

0 2.5 5 7.5 10 km

Universal Transverse Mercator Grid | Geographical co-ordinates | Approximation of Dutch National Grid (Rijksdriehoek)

TNO Bouw en Ondergrond
-Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Map information:

Map number:	**Dikte Formatie van Naaldwijk 8a**
Compilation date:	
Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		**Project manager:**	
Name:	J.M. Hetelaar/P.J. Frantsen	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564685	Phone:	+31-(0)30-2564565
e-mail:	jenny.hetelaar@tno.nl	e-mail:	sytze.vanheteren@tno.nl

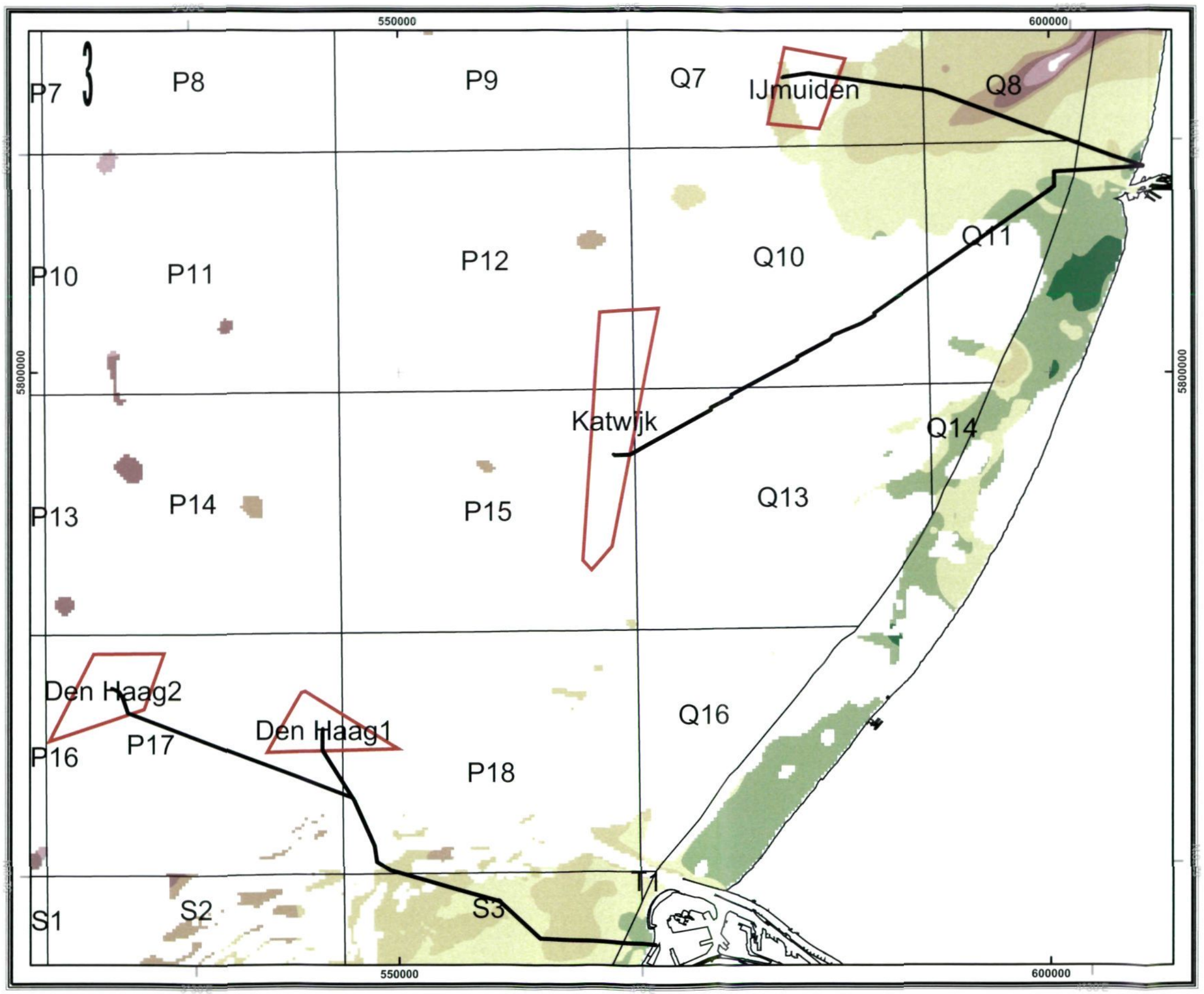
@TNO Bouw en Ondergrond
Bu Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL 3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564500
fax: +31-(0)30-2564555

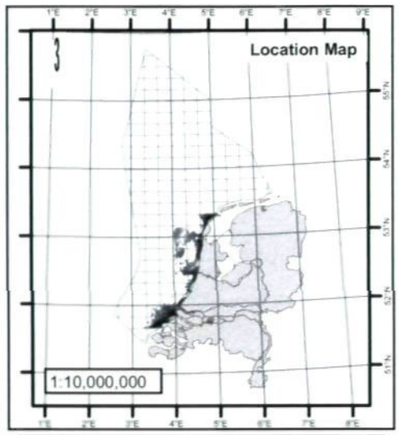
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the given scale on the map. TNO/NITG does not accept liability for improper use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for misinterpretations based upon this map.

TNO/NITG does neither accept responsibility, nor liability for the content of maps produced by TNO/NITG, for which data were provided by the contractor in case the map was produced on instructions. The rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research Instructions by TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

Bijlage: 8b Basis Formatie van Naaldwijk

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

Basis Formatie van Naaldwijk (meters -LLWS)

- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35
- 35 - 40
- 40 - 45
- 45 - 50

0 2.5 5 7.5 10 km

Universal Transverse Mercator Grid

Geographical co-ordinates

Approximation of Dutch National Grid (Rijksdrehoek)

TNO Bouw en Ondergrond
-Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Map information:

Map number:	**Basis Formatie van Naaldwijk 8b**
Compilation date:	
Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		Project manager:	
Name:	J.M. Heffelaar/P.J. Frantsen	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564685	Phone:	+31-(0)30-2564565
e-mail:	jenny.heffelaar@tno.nl	e-mail:	sytze.vanheteren@tno.nl

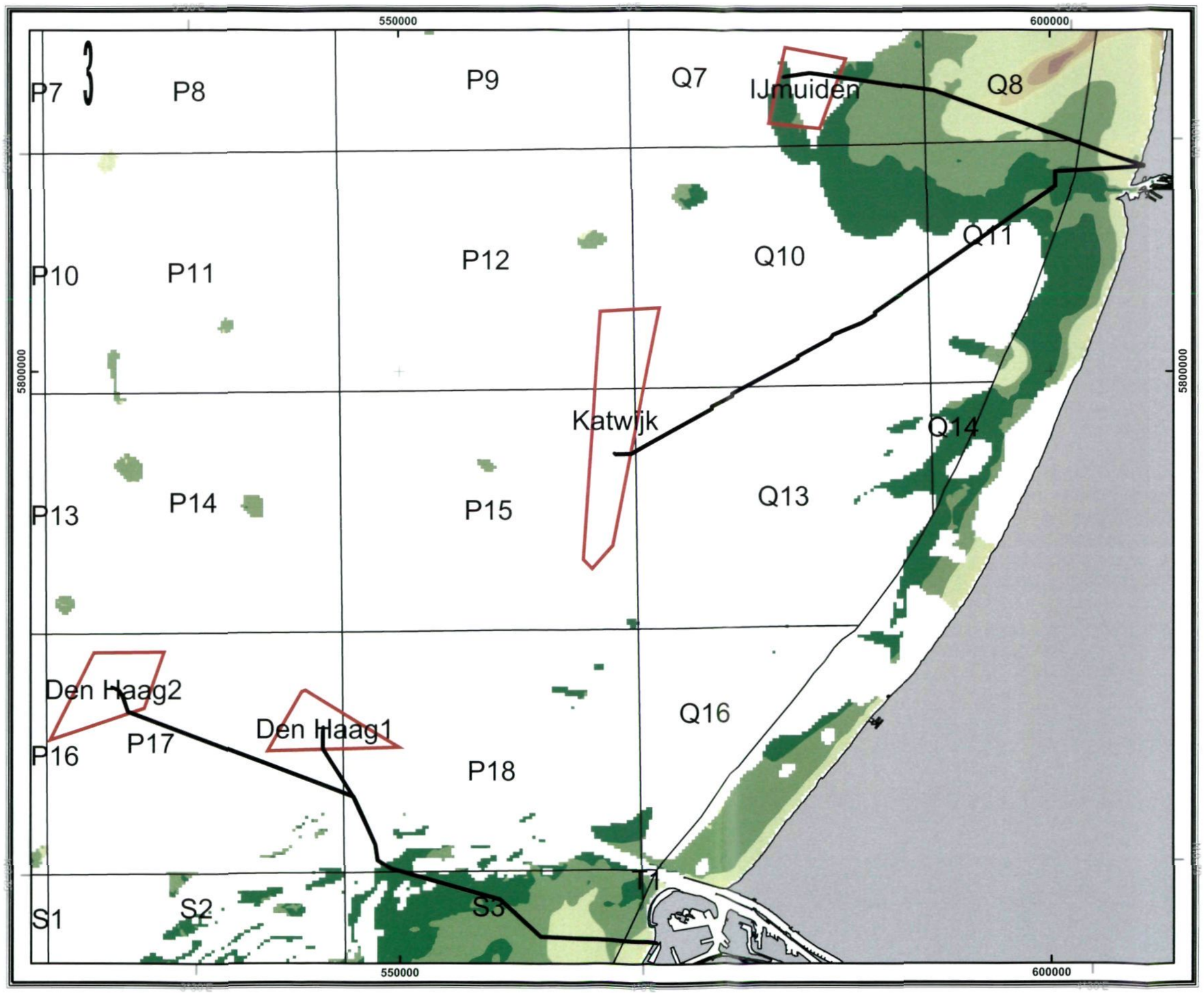
@TNO Bouw en Ondergrond
BU-Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564560
fax: +31-(0)30-2564560

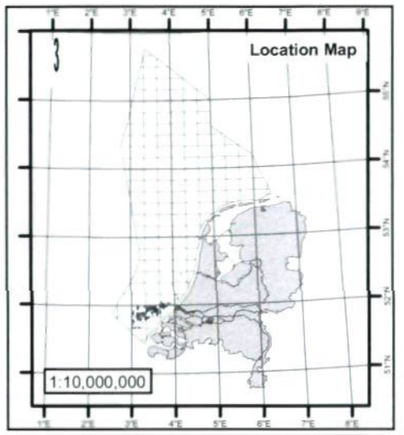
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the given scale of the map. TNO-NITG does not accept liability for improper use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for interpretations based upon this map.

TNO-NITG does neither accept responsibility nor liability for the contents of maps provided by TNO-NITG, for which data were provided by the contractor. In case the map was produced on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research Instructions to TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

Bijlage: 8c Basis Formatie van Naaldwijk (onder zeebodem)

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

basis Formatie van Naaldwijk (meters onder zeebodem)

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35

0 2.5 5 7.5 10 km

Universal Transverse Mercator Grid

Geographical coordinates

Approximation of Dutch National Grid (Rijksdriehoek)

TNO Bouw en Ondergrond
Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Map information:

Map number:	**Basis Formatie van Naaldwijk (onder zeebodem) 8c**
Compilation date:	
Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		**Project manager:**	
Name:	J.M. Heffelaar/P.J. Frantsen	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564665	Phone:	+31-(0)30-2564565
e-mail:	jenny.heffelaar@tno.nl	e-mail:	sytze.vanheteren@tno.nl

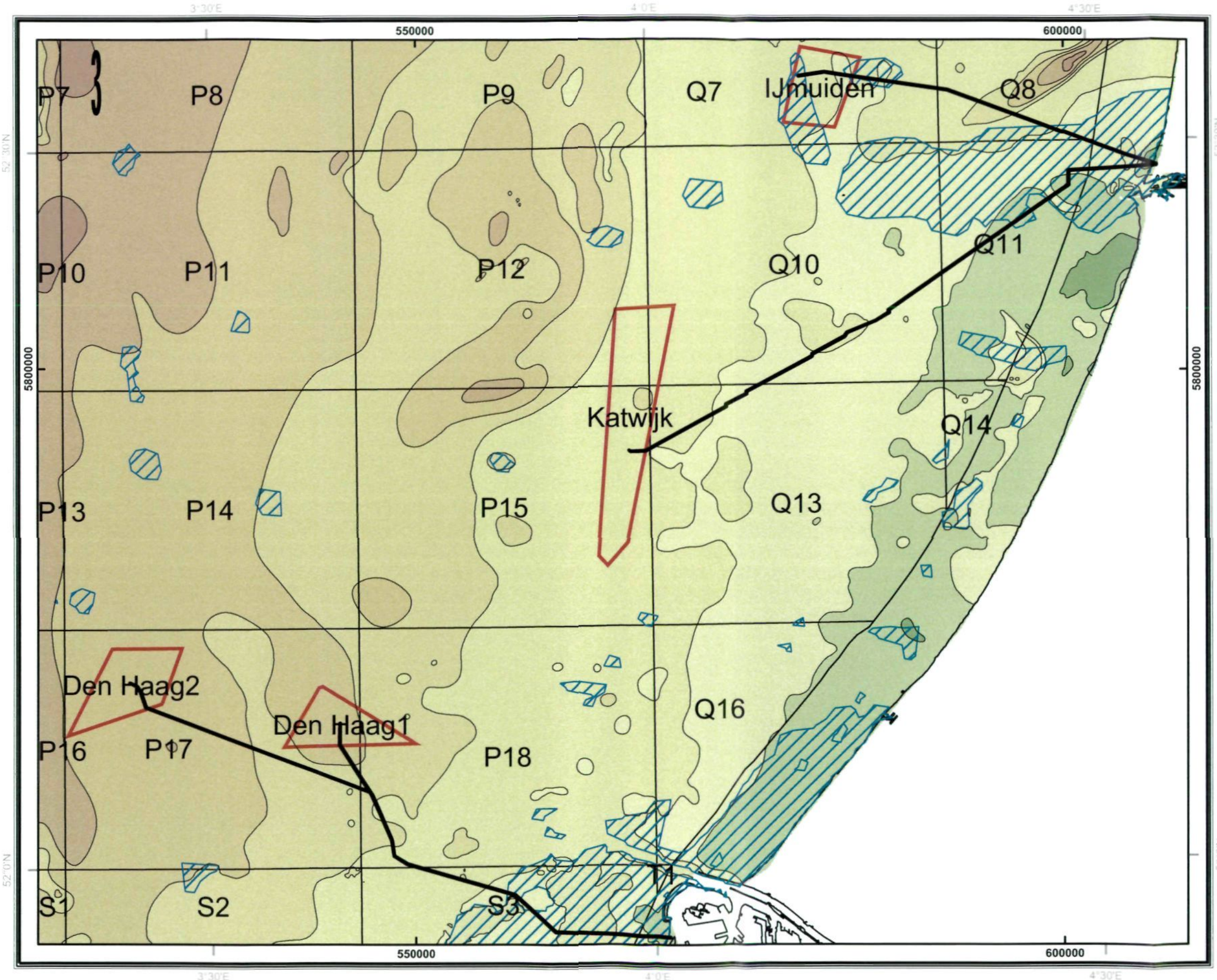
@TNO Bouw en Ondergrond
BU-Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564660
fax: +31-(0)30-2564655

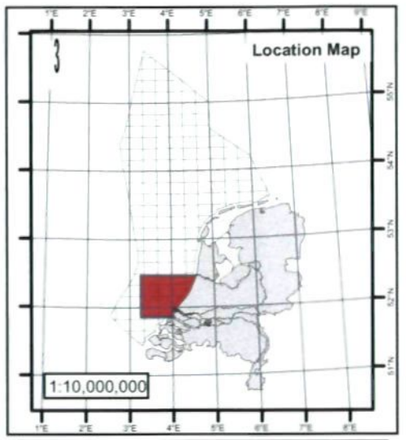
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the given scale on the map. TNO-NITG does not accept liability for improper use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for interpretations based upon this map.

TNO-NITG does neither accept responsibility nor liability for the contents of maps printed by TNO-NITG, for which data were provided by the contractor or case the map was produced on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research Instructions to TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

Bijlage: 9a Top van het Pleistocene oppervlak en de verbreiding van de laag van Velsen

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

Top Pleistocene (meters -LLWS)

- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35
- 35 - 40
- 40 - 45
- 45 - 50
- Verbreiding Velsen
- 5 meter contour

0 2.5 5 7.5 10 km

Universal Transverse Mercator Grid | Geographical co-ordinates | Approximation of Dutch National Grid (Rijksdrehoek)

TNO Bouw en Ondergrond
-Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Title
Map information:

Top van het Pleistocene oppervlak en de verbreiding van de laag van Velsen
9a

Map number:

Compilation date:

Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		Project manager:	
Name:	J.M. Hettelaar/P.J. Franken	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564685	Phone:	+31-(0)30-2564685
e-mail:	jenny.hettelaar@tno.nl	e-mail:	sytze.vanheteren@tno.nl

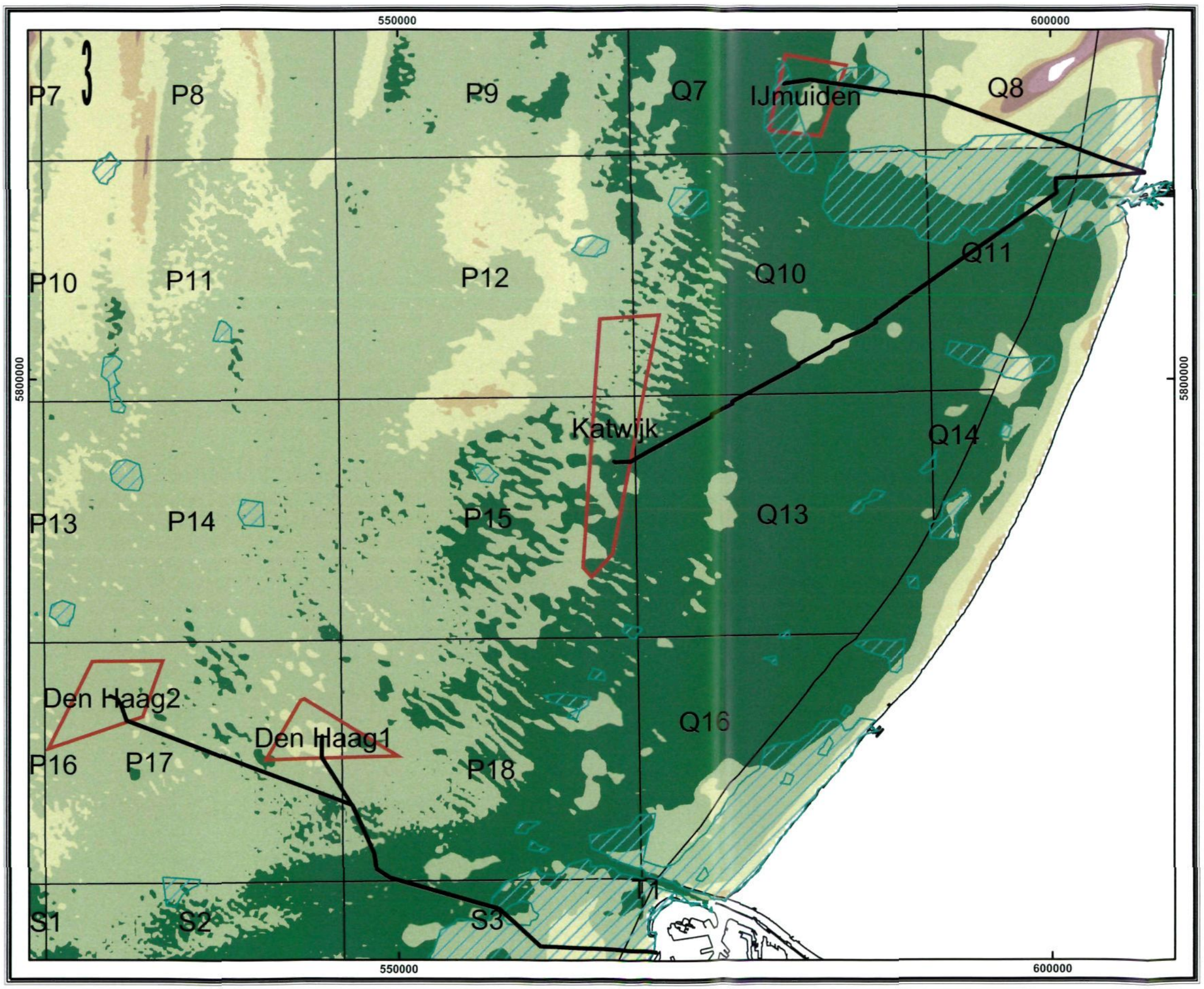
@TNO Bouw en Ondergrond
Bu-Bodem & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564000
fax: +31-(0)30-2564655

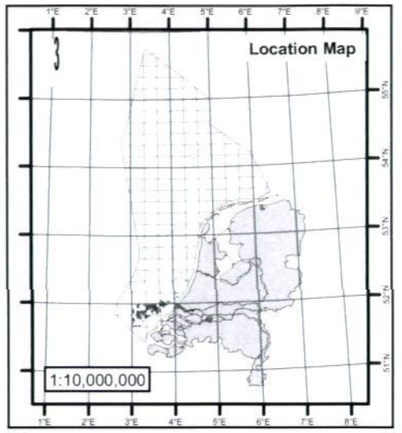
This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the given scale on this map. TNO-NITG does not accept liability for improper use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for interpretations based upon this map.

TNO-NITG does neither accept responsibility nor liability for the contents of maps printed by TNO-NITG, for which data were provided by the contractor in case the map was produced on instructions. The rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research instructions to TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties.

Bijlage: 9b Top van het Pleistocene oppervlak en de verbreiding van de Laag van Velsen (onder zeebodem)

034.69170





Legenda:

- Pijplijntrace DenHaag1-Maasvlakte
- Pijplijntrace DenHaag2-Maasvlakte
- Pijplijntrace Katwijk-Ijmuiden
- Pijplijntrace Ijmuiden-Ijmuiden
- Locatie windturbines

Top Pleistoceen
meters onder zeebodem

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35
- Verbreiding Velsen

0 2 4 6 8 km

Universal Transverse Mercator Grid | Geographical co-ordinates | Approximation of Dutch National Grid (Rijksdriehoek)

TNO Bouw en Ondergrond
Geological Survey of the Netherlands

Project information:

Map information:

	Top van het Pleistocene oppervlak en de verbreiding van de Laag van Velsen (onder zeebodem)
Map number:	**9b**
Compilation date:	
Geodetic system:	ED 50
Projection system:	UTM (Zone 31)
Central Meridian:	3° E
Datum:	LLWS (m)

Author:		Project manager:	
Name:	J.M. Herfkeser/P.J. Frantsen	Name:	Dr. S. van Heteren
Date:	23-03-2006	Date:	23-03-2006
Phone:	+31-(0)30-2564685	Phone:	+31-(0)30-2564565
e-mail:	jenny.herfkeser@tno.nl	e-mail:	sytze.vanheteren@tno.nl

This map is not to be used for navigation. The information on this map is only to be used on the given scales on the map. TNO/NITG does not accept liability for improper use of this map, any alteration of the contents or scale of this map, or for interpretations based upon this map.

TNO/NITG does neither accept responsibility nor liability for the correctness of maps produced by TNO/NITG, for which data were provided by the contractor. In case the map was produced on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the Standard Conditions for Research Contracts (SCO), or the relevant Agreement concluded between the contracting parties.

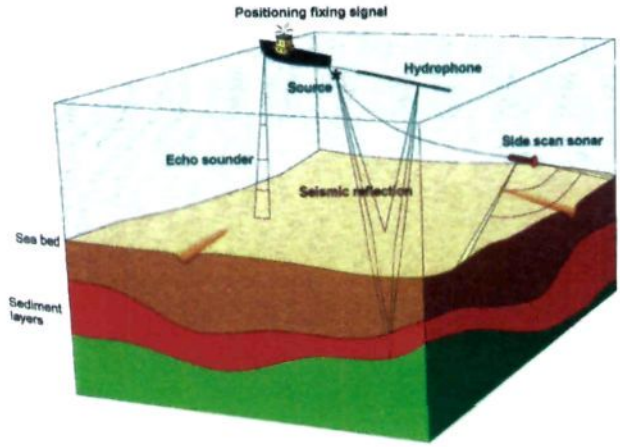
© TNO Bouw en Ondergrond
Bu-Boden & Grondwater
Princetonlaan 6
P.O. Box 80015
NL-3508 TA Utrecht
phone: +31-(0)30-2564560
fax: +31-(0)30-2564555

Bijlage 10: Toelichting op de meest gangbare geofysische methoden

In deze bijlage wordt een overzicht gepresenteerd van bestaande akoestische technieken die worden toegepast bij het onderzoek naar de ondiepe geologie, dat wil zeggen naar de samenstelling en structuur van het sediment in de bovenste tientallen meters onder de Noordzeebodem. De toepasbaarheid van die technieken op archeologisch onderzoek wordt eveneens nader belicht.

Ten behoeve van de bepaling van de geologische opbouw van de ondergrond en/of de samenstelling van het materiaal op en onder de zeebodem tot een diepte van enkele tientallen meters, zijn een aantal akoestische meetmethoden toepasbaar.
Bij akoestische meetmethoden op zee worden een geluidsbron en één of meerdere ontvangers doorgaans achter of naast het schip gesleept. Meestal is de sleepdiepte hooguit 5 meter onder de zeespiegel, maar sommige akoestische systemen worden over de bodem gesleept en andere aan drijvers een paar decimeter onder het wateroppervlak.

Bij sommige systemen met één bron en één ontvanger zijn deze onderdelen in feite één



en hetzelfde apparaat. Deze systemen zijn veelal piëzo-elektrisch en worden pingers genoemd met transducers als bron en ontvanger.

Bij reflectieseismiek wordt met behulp van een bron en één of meerdere ontvangers een akoestisch profiel van de ondergrond verkregen. Afgezien van het multiple probleem (veroorzaakt door de sterke, meervoudige weerkaatsing van geluidgolven door het zeebodemoppervlak), heeft elk akoestisch systeem een dieptebereik waarover het optimaal inzetbaar is en een bijbehorende verticale resolutie. Een systeem dat honderden meters diep penetreert, zal niet goed bruikbaar zijn voor de bovenste paar meter onder de zeebodem. Samen met bodemmonsters en boorgegevens, kan uit reflectieseismiek de geologie van een gebied bepaald worden.

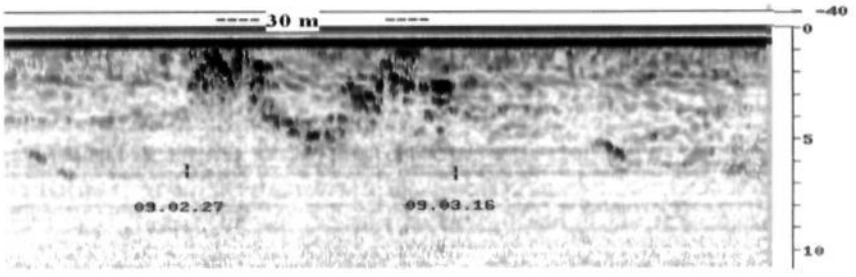
Sommige systemen zijn geschikt voor het opsporen van (begraven) wrakken. Hieronder volgt een opsomming van enige akoestische systemen met de mate van geschiktheid voor wrakdetectie en indicaties van penetratiediepte en oplossend vermogen ten behoeve van geologisch onderzoek (onderzoek van de laagopbouw).

Echolood. Dit is een piëzo-elektrisch systeem, in het water gesleept of ingebouwd in het schip, dat een korte puls van één, meestal instelbare, frequentie (bijvoorbeeld 250

kHz) uitzendt. Ook de pulslengte is meestal instelbaar. Er bestaan ook diverse systemen die met twee frequenties werken (duale systemen). Dit is omdat de reflectiekarakteristiek van de bodem en de grootte van het 'aangestraalde' oppervlak op de bodem afhankelijk van de frequentie zijn. Het hoogfrequente signaal reflecteert aan de zeebodem maar penetreert niet. Sommige van de duale systemen gebruiken naast de hoge ook wel lagere frequenties zoals 12 kHz om een beetje penetratie (maximaal enkele meters) te krijgen. Objecten op of vlak onder de bodem zijn in principe hiermee detecteerbaar maar in de praktijk, vanwege de moeilijk waarneembare diffractiehyperbolen, is deze techniek niet goed inzetbaar. Ook digitale verwerking achteraf biedt onvoldoende mogelijkheden ter verbetering hiervan.

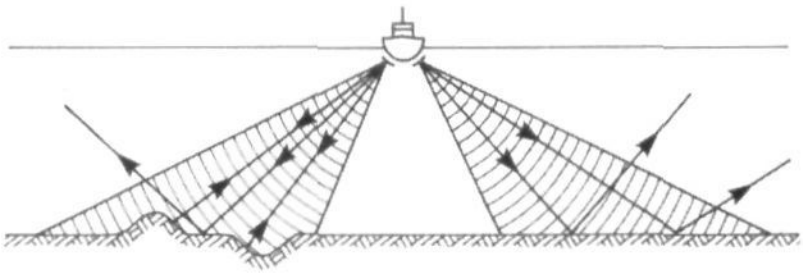
Pinger. Dit is eigenlijk hetzelfde systeem als het hierboven beschreven echolood, behalve dat de frequentie veel lager ligt, namelijk meestal bijvoorbeeld 3.5 kHz. Deze frequentie is vaak ook instelbaar, zoals bijvoorbeeld 3.5, 6, 12, 24 kHz. Een pinger is (voor het werk op de Noordzee) meestal niet in het schip ingebouwd, maar wordt in een sleeplichaam achter of naast het schip gesleept of aan het schip vastgemaakt. De pulslengte is eveneens instelbaar, bijvoorbeeld tussen 0.1 en 10 m per sec. Ook deze systemen kennen een duale frequentie-instelling. Begraven wrakken en objecten zijn herkenbaar aan de diffractiehyperbool waarvan de top de positie markeert. Ook hiervoor geldt dat deze hyperbolen vaak moeilijk zichtbaar zijn op de papierregistraties. Door de lagere frequenties is het 'aangestraalde' oppervlak groter en zijn daardoor de hyperbolen langer dan voor het echolood. Door digitale verwerking van het signaal kan de zichtbaarheid van de hyperbolen verbeterd worden.

Chirp sub-bottom profiler. Dit systeem zendt een signaal uit met een bepaalde tijdsduur (bijvoorbeeld 40 msec) waarbinnen de frequentie lineair toeneemt. In de akoestiek wordt dit signaal een 'sweep' of 'chirp' genoemd. Het signaal wordt opgewekt door piëzo-elektrische transducers en opgevangen door (een) korte in het sleeplichaam verwerkte hydrofoonstreamer(s). Het ontvangen signaal wordt doorgegeven aan een computer die het signaal meteen verwerkt en digitaal op disk of tape opslaat. De computerverwerking komt erop neer dat de lange sweep teruggebracht wordt naar een korte, scherpe puls. Het resultaat is dat nu een bodemprofiel is verkregen alsof er met een zeer goed penetrerend echolood onder ruisarme omstandigheden is gevaren. De best -bereikbare resolutie wordt bepaald door de bandbreedte in Hz. Voor een 40 msec puls met frequenties van 1 tot 6 kHz is de resolutie dus theoretisch ca. 20 cm, maar in de praktijk 30 cm. De penetratie op de Noordzee is meestal 10-20 m (vaak beperkt door de multiple). Deze cijfers gelden voor de X-Star Chirp Sub-bottom Profiler met de SB-408 of SB512i als sleeplichaam. Een voordeel van de X-Star is de door de computer gestuurde golfcompensatie waarvan de mate van succes eenvoudig te beïnvloeden is. Met de X-Star is al wat ervaring met de detectie van begraven wrakken opgedaan. De succesvollere toepassing van de X-Star tegenover de 3.5 kHz pinger ligt aan het feit dat de X-Star, door de chirp-technologie, meer energie in het signaal kan brengen met een hogere verticale en horizontale resolutie. Begraven wrakken zijn dan duidelijker zichtbaar in het sediment. Hieronder is een wrak te zien waarbij de X-Star in een sleeplichaam over de bodem gesleept werd (opname in de Waddenzee).



Boomer. Dit is een geluidsbron waarbij een ronde plaat onder water door middel van een plotseling optredend magnetisch veld wordt afgestoten. Het resultaat is een korte geluidspuls met een dominante frequentie tussen 1 en 7 kHz, een penetratie van enkele meters tot 20 m en een resolutie van 10 cm tot 1 m. De penetratie is optimaal als de dominante frequentie laag is, en wordt veelal beperkt door de waterbodem multiple. Voor detectie van begraven wrakken is de Boomer qua resultaat vergelijkbaar met het 3.5 kHz pingersysteem.

Síde-Scan Sonar. Hierbij wordt een akoestisch signaal van één frequentie (bijvoorbeeld 375 kHz) door een sleepvis schuin naar beneden, naar stuur- en bakboord, uitgezonden. De signalen worden aan de zeebodem gereflecteerd en verstrooid, zodat een (klein) deel ervan terug bij de sleepvis aankomt. De hellingshoek en de ruwheid van de 'aangestraalde' zeebodem zijn hierbij van belang (zie figuur hieronder). De Side-Scan Sonar is zeer geschikt om bodemvormen te detecteren en wordt vaak gebruikt voor geomorfologische doeleinden en om (deels) blootliggende scheepswrakken en andere objecten op de bodem te detecteren. Objecten op de zeebodem zijn vaak goed zichtbaar door de op de registraties aanwezige slagschaduw.



Multibeam echolood. In een dergelijk systeem wordt gebruik gemaakt van een reeks individuele bundels. Evenals bij de single-beam systemen wordt de voortplantingssnelheid van het geluid door het water gebruikt voor het converteren van de looptijd naar afstand (maar hier een snelheidsprofiel). Het resultaat is vaak een digitaal terrein model (DTM-grid) waaruit bathymetrische contouren van de zeebodem kunnen worden berekend. Veel softwarepakketten ondersteunen ook 3D visualisatie.

Magnetometer. Een magnetisch onderzoek met behulp van een magnetometer bestaat uit het meten van het magnetische veld (of één van de componenten) op een reeks van locaties in een gebied waarin men geïnteresseerd is. Het doel is gewoonlijk het lokaliseren van concentraties magnetisch materiaal in de bodem. Afwijkingen van het 'normale' magnetische veld worden dan toegeschreven aan variaties in de verdeling van dergelijk materiaal. IJzerconcentraties in de bodem (waaronder stalen escheepswrakken) zijn hiermee goed op te sporen.

Prospectief archeologisch onderzoek zal zich specifiek richten op het opsporen van wrakken en het detecteren van de archeologisch relevante eenheid Laag van Velsen / Basisveen Laag. Deze archeologisch relevante fenomenen bevinden zich tussen de 0 en 20 m beneden de zeebodem (5-30 m –LLWS).

De akoestische techniek die het beste ingezet kan worden voor het opsporen van deze archeologische fenomenen is de X-Star Chirp Sub-bottom Profiler (met de SB-408 of SB512i als sleeplichaam). Zowel wrakken als klei- en veenlagen zijn goed met deze methoden te karteren. Bij het wrakkenonderzoek moet worden opgemerkt dat verzadigd hout in een zandbodem vaak een slechte reflectie geeft. Het is vaak de lading van het scheepswrak die zich laat detecteren.

In die situaties waar de waterdiepte minder is dan de diepteligging van de te onderzoeken laag onder de zeebodem kan de (zeebodem) multiple bij een drijvend sleeplichaam verstorend werken. Voor die gevallen is het beter het sleeplichaam over de bodem te trekken.

Voor het opsporen van wrakken in de zeebodem is een fijnmazig seismisch meetnet noodzakelijk. Bij een grofmazig meetnet kan veel gemist worden.

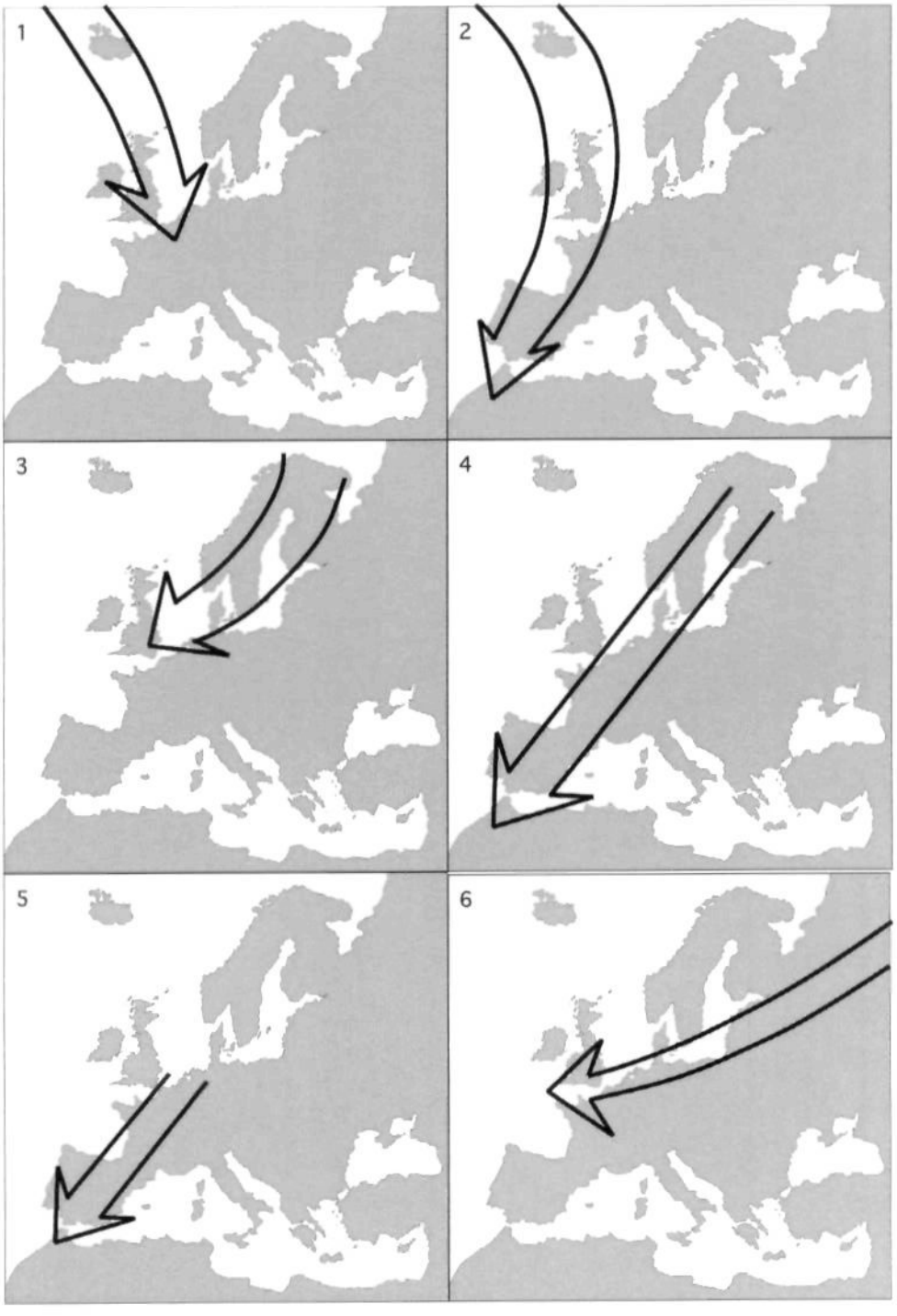
Voor het onderzoek naar scheepswrakken en obstakels die zich aan het oppervlak van de zeebodem bevinden, is de Side-Scan Sonar de meest kostenefficiënte methode. Het Multibeam Echolood is ook geschikt en heeft als voordeel dat ook de bathymetrie van de zeebodem wordt ingemeten. De hoogtegegevens van de zeebodem die uit de Multibeam Echoloodopnamen verkregen worden, zijn echter niet strikt noodzakelijk voor het opsporen van oppervlakte wrakken sec.

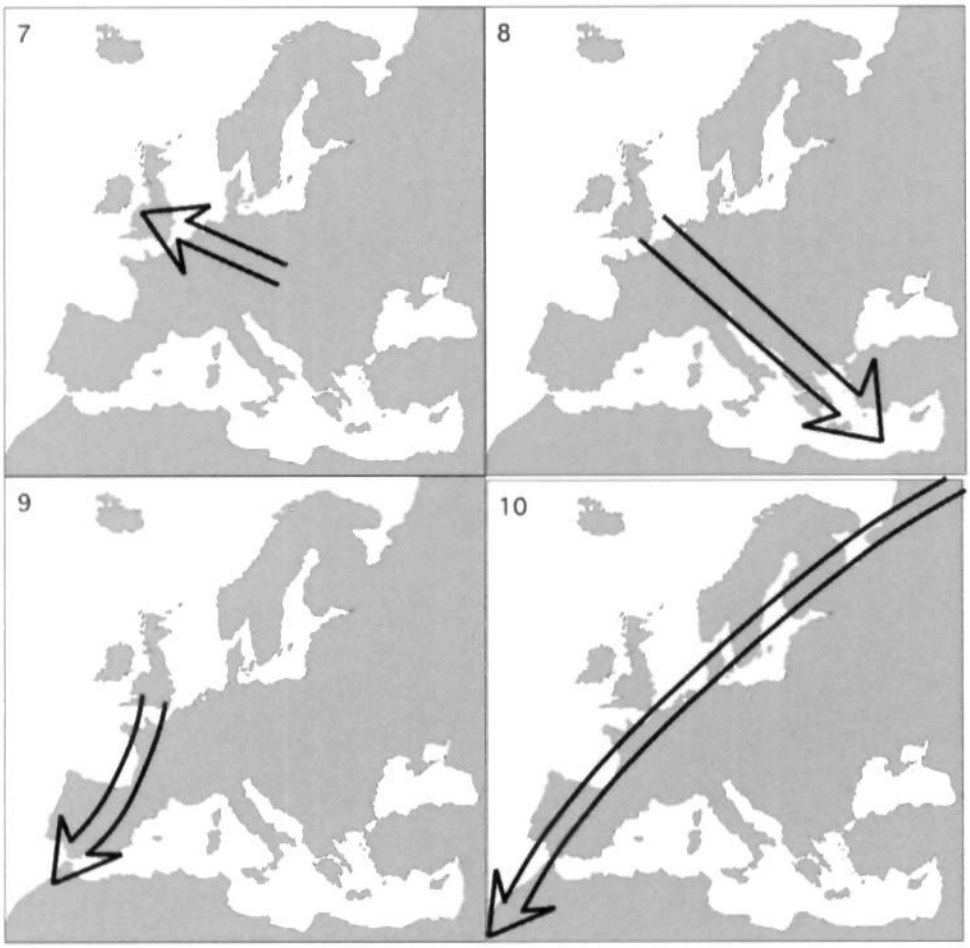
Bijlage 7

Ligging van de belangrijkste vogeltrekroutes langs en over de Noordzee

In deze bijlage wordt de ligging van de 10 belangrijke trekroutes in relatie tot vogeltrek langs en over de Noordzee weergegeven, zoals onderscheiden door Lensink & Van der Winden (1997; figuur 3.3).

1 Groenland/IJsland - West-Europa
2 Groenland/IJsland - Zuidwest-Europa (Afrika)
3 Noord-Europa - West-Europa
4 Noord-Europa - Zuidwest-Europa (Afrika)
5 Continentaal West-Europa - Zuidwest-Europa (Afrika)
6 Noordoost-Europa (Rusland) - West-Europa
7 Midden-Europa - West-Europa
8 West-Europa - Zuidoost-Europa (Afrika)
9 Groot-Brittannië - Zuidwest-Europa (Afrika)
10 Noordoost-Europa - Zuidwest-Europa (Afrika)


1
2
3
4
5
6


7
8
9
10

Bijlage 8

Samenvattende tabel voor vergelijking van alternatieven (tabel 4 uit de Richtlijnen)

In de Richtlijnen is aangegeven dat tabel 4 uit de Richtlijnen in het MER dient te worden gebruikt voor de vergelijking van de varianten voor de aspecten natuur, milieu en geomorfologie). Het gaat daarbij om de effecten op trekvogels, broedvogels, niet-broedende vogels, zeezoogdieren, vissen, benthos en geomorfologie. Op een aantal punten is toelichting op de wijze waarop de tabel is ingevuld noodzakelijk. Deze toelichting volgt hieronder.

Trekvogels, broedvogels en niet-broedende vogels
Gevraagd wordt om de effecten weer te geven voor trekvogels, broedvogels en niet-broedende vogels. Er is voor gekozen de drie typen effecten die in de effectbeschrijving worden gehanteerd (aanvaringsrisico's, verstoring en barrièrewerking) centraal te stellen en deze voor de drie groepen weer te geven.

Gevraagd wordt om uit te gaan van soorten waarop negatieve effecten worden verwacht (A) en de grootte van de populatie die wordt beschouwd aan te geven (B). Zoals in de effectbeschrijving op meerdere plekken is aangegeven, is het bij de huidige stand der kennis niet mogelijk de effecten op soortsniveau te kwantificeren.

Op grond van de effectbeschrijving is een aantal combinaties van type effect (aanvaringsrisico's, verstoring en barrièrewerking) en vogelgroep (trekvogels, broedvogels en niet-broedende vogels) niet op zinvolle wijze in de tabel weer te geven. Het gaat om de volgende effect-vogelgroep combinaties:

- Broedvogels: slechts een klein aantal Kleine Mantelmeeuwen bereikt vanaf kolonies op de kust de locatie Katwijk. Effecten op dit kleine aantal vogels zijn niet te kwantificeren en verschillen tussen de varianten zijn daarmee niet in deze tabelvorm aan te geven.

- Trekvogels: verstoring is geen effect dat optreedt. Barrièrewerking is voor trekvogels gering en niet onderscheidend tussen de varianten.

- Lokale vogels: barrièrewerking is voor lokale vogels gering of afwezig en niet onderscheidend tussen varianten.

Als consequentie van de beschikbare kennis en de wijze van effectbeschrijving zijn de aanvaringsrisico's beschreven voor alle in het gebied vliegende vogels samen, dus alle genoemde groepen (trekvogels, broedvogels en niet-broedende vogels).

Zeezoogdieren en vissen (onderwaterleven)
Ook voor zeezoogdieren en vissen (onderwaterleven) geldt dat effecten in de regel niet gekwantificeerd kunnen worden op soortsniveau omdat hiervoor eenvoudigweg onvoldoende detailin-

formatie beschikbaar is. Dat geldt met name ten aanzien van precieze verspreidingspatronen van de betrokken soorten.

Aanpak voor de invulling van de tabel
Gezien de problemen om effecten goed kwantitatief te beschrijven is gekozen voor een semi-kwantitatieve aanpak. Hierbij worden de verwachte effecten beschreven in relatie tot de populatiegroottes van de betrokken organismen. In die gevallen, waarbij alle effecten nul waren of onmeetbaar klein (en dus te verwaarlozen), is de tabel niet ingevuld. Dit geldt voor de categorieën *vogels/barrièrewerking, benthos en geomorfologie. Barrièrewerking voor vogels treedt niet of* vrijwel niet op en heeft dan ook geen consequenties. De verwachte negatieve effecten op het bodemleven zijn, gezien de gezamenlijke oppervlakte van alle funderingspalen en het bodembeschermende stortsteen, verwaarloosbaar klein ten opzichte van de miljarden bodemdieren op het NCP. Evenzo worden geomorfologische veranderingen als onbeduidend gezien, in relatie tot totaal areaal en natuurlijke dynamiek.

In de Richtlijnen is aangegeven dat gewerkt mag worden met een 5-puntsschaal: '++, +, 0, -, --'. Wij hebben hierbij het probleem ervaren dat hieronder geen categorie valt met een weliswaar meetbaar, maar zeer gering en vrijwel onbetekenend negatief effect ('0/-') in de tabellen in het MER. Om deze reden hebben wij bij de invulling van de tabel de volgende categorieën gebruikt:

0: staat voor onmeetbaar weinig of niet relevant (bijvoorbeeld een permanent effect van een tijdelijke activiteit)

0/-: staat voor een gering (<< 1% op populatieniveau) effect dat wel meetbaar is maar voor de populatieomvang van geen betekenis (bijvoorbeeld af en toe een dode of verstoorde vogel of bruinvis)

-: staat voor een effect dat de 1% van een populatie mogelijk zou kunnen benaderen. Dit geldt alleen voor de aantallen mogelijk verstoorde zeehonden, omdat er daarvan maar relatief weinig zijn. Cumulatief is het voorstelbaar dat 50 (van de 5000) zeehonden verstoord zullen raken.

Effecten	Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	3 MW basisvariant								3 MW compacte variant								5 MW basisvariant								5 MW compacte variant							
			Effect alternatief/ variant 1		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatie ve effecten van 1.000 MW aan parken-gecluster d		Cumulatie ve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipper d		Effect alternatief/ variant 2		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatie ve effecten van 1.000 MW aan parken-gecluster d		Cumulatie ve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipper d		Effect i alternatief/ variant x		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatie ve effecten van 1.000 MW aan parken-gecluster d		Cumulatie ve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipper d		Effect i alternatief/ variant x		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatie ve effecten van 1.000 MW aan parken-gecluster d		Cumulatie ve effecten van 1.000 MW aan parken-versnipper d	
			Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent
Vogels-Aanvaringsrisico	Aanleg	orde 100 miljoen (Noordzee)																																
	Gebruik	orde 100 miljoen (Noordzee)	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-
	Afbraak	orde 100 miljoen (Noordzee)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Locale vogels - verstoring	Aanleg	enkele miljoenen (Noordzee)	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0
	Gebruik	enkele miljoenen (Noordzee)	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-
	Afbraak	enkele miljoenen (Noordzee)	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0
Zeezoog-dieren	Aanleg	duizenden tot enkele honderddui zenden	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0
	Gebruik	duizenden tot enkele honderddui zenden	0	0/-	0	0/-	0	-	0	-	0	0/-	0	0/-	0	-	0	-	0	0/-	0	0/-	0	-	0	-	0	0/-	0	0/-	0	-	0	-
	Afbraak	duizenden tot enkele honderddui zenden	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0
Vissen	Aanleg	miljarden	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0
	Gebruik	miljarden	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-
	Afbraak	miljarden	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0	0/-	0

0: effect niet aanwezig of zeer gering
0/-: effect vast te stellen, maar omvang << 1% van aantal dieren op/over locatie(s)
-: effect vast te stellen en zou 1% van totale populatie kunnen benaderen

www.grontmij.com

www.weom.nl

www.nuon.com

www.shell.com/wind

www.grontmij.com

www.weom.nl

www.nuon.com

www.shell.com/wind