

Energielandschap Rijnenburg en Reijerscop

Geluids- en slagschaduwonderzoek voor
scenario's Energielandschap n.a.v.
raadvraag gemeente Utrecht

Status	definitief
Versie	004
Rapport	M.2018.0207.04.R001
Datum	2 oktober 2018

Colofon

Opdrachtgever	Gemeente Utrecht Postbus 16200 3500 CE Utrecht
Contactpersoon opdrachtgever	de heer J. van Elsberg
Project Betreft Uw kenmerk	Energielandschap Rijnenburg en Reijerscop Rapportage geluid en slagschaduw -
Rapport Datum Versie Status	M.2018.0207.04.R001 2 oktober 2018 004 definitief
Uitgevoerd door	DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V. Van Pallandtstraat 9-11 6814 GM Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Contactpersoon	ing. J.D. (Jasper) Pondman 088 346 78 17 jpo@dgmr.nl
Auteur	ing. J.D. (Jasper) Pondman 088 346 78 17 jpo@dgmr.nl
Projectadviseur	ing. A.G. (Gerard) van Kempen 088 346 78 05 gke@dgmr.nl
2e lezer/secr.	GKE MHK

Inhoud

Samenvatting	4
1. Inleiding	6
2. Kaders	9
2.1 Wettelijke kaders	9
2.2 Kader beleving	10
3. Uitgangspunten	12
3.1 Geluid	12
3.2 Slagschaduw	16
4. Resultaten	17
4.1 Energie Voorop	17
4.2 Ring	20
4.3 Kreek	24
4.4 Nieuw Rijnenburg	27
4.5 Polderscenario	30
4.6 Gevoelighedsanalyse	32
5. Aanbevelingen	36
5.1 Onderzoek laagfrequent geluid	36
5.2 Onderzoek maatwerkvoorschriften bij wenselijkheid lagere niveaus	36
6. Afsluitend	38
Bijlagen	
Bijlage 1	Hoorbaarheid windmolens

Samenvatting

De gemeenteraad van Utrecht heeft initiatiefnemers uitgenodigd om samen met belangstellenden te onderzoeken op welke wijze grootschalige duurzame energie in het gebied Rijnenburg en Reijerscop opgewekt kan worden. Met onder meer deze duurzame energieopwekking wil de gemeente Utrecht zo snel mogelijk klimaatneutraal zijn.

De gemeenteraad heeft daarom opdracht gegeven om tenminste vier scenario's te ontwerpen voor een samenhangend energielandschap. Dit betreft in ieder geval:

- 1 Eén scenario dat geen windenergie bevat (wel zon en andere energiebronnen).
- 2 Eén scenario, waarbij op basis van berekeningen, geen slagschaduw op de gevel van woningen plaatsvindt en bij woningen geen geluidstoename ten opzichte van het aanwezige wegverkeersgeluid als gevolg van windmolens, voor de omliggende woonwijken.
- 3 Eén scenario dat een combinatie kent van zo hoog mogelijke energieopwekking en rendement voor omwonenden, met slechts een beperkte vorm van hinder.
- 4 Eén scenario dat alleen de wettelijke normen als beperking kent.

Het ontwerp van deze scenario's vindt plaats in het kader van de onderzoeksvraag van de gemeenteraad van de gemeente Utrecht. Voordat daadwerkelijk overgegaan kan worden tot plaatsing van windmolens in dit gebied is het achtereenvolgens nog nodig een milieueffectrapportage (m.e.r.) uit te voeren, een bestemmingsplan op te stellen en omgevingsvergunningen voor de bouw te verstrekken. Het nu uitgevoerde onderzoek is daarmee een inventariserend onderzoek naar de verschillende mogelijkheden om grootschalige duurzame energieopwekking in de polder Rijnenburg en Reijerscop in te passen.

Om tot een samenhangend energielandschap te komen heeft de raadvraag geleid tot het in een aantal ontwerpateliers en werkbijeenkomsten opstellen van zes scenario's: Energie Voorop, Ring, Kreek, Nieuw Rijnenburg, Polderscenario en Zon voorop.

Eén van de scenario's bevat geen windenergie. Dit scenario, Zon voorop, is om die reden niet verder opgenomen in deze rapportage. Dit scenario geeft namelijk geen effecten voor geluid en slagschaduw als gevolg van windmolens.

Voor het berekenen van de effecten van geluid en slagschaduw is het nodig een bepaald type windmolen en een locatie te kiezen. Daarom zijn voorbeelduitwerkingen van de scenario's gemaakt. De hierin opgenomen locaties zijn niet de definitieve locaties van de windmolens. De definitieve locaties zullen na het raadbesluit over de scenario's tijdens de m.e.r. worden bepaald. Vanaf hier geldt dat als we spreken over scenario, we de voorbeelduitwerking bedoelen.

De effecten van de verschillende scenario's zijn weergegeven in hoofdstuk 4 van deze rapportage. Alle scenario's voldoen aan de wettelijke kaders voor de effecten van slagschaduw en geluid. Hierin geldt dat de blauwe lijn de juridische grenswaarde voor geluid vanwege de windmolens weergeeft. De donkerpaarse contour geeft de juridische grenswaarde voor slagschaduw. Bij woningen binnen deze contour is het noodzakelijk om met een stilstandvoorziening de slagschaduwduur terug te regelen. Dit is de methode die de Activiteitenregeling voorschrijft om binnen de grenswaarden voor slagschaduwduur te blijven. Een stilstandvoorziening is een standaard voorziening op windmolens. De lichtpaarse contour geeft het gebied waarbinnen slagschaduw kan optreden aan.

Het scenario Zon Voorop betreft het raadsscenario 1. De scenario's Ring, Kreek en Nieuw Rijnenburg zijn een invulling van raadsscenario 3. Het scenario Energie Voorop is een invulling van raadsscenario 4. De scenario's zijn nader beschreven in de rapportage van Bosch Slabbers.

Om invulling te geven aan raadsscenario 2 (geen geluidstoename in omliggende woonwijken) is op een aantal representatieve punten in de omliggende wijken inzichtelijk gemaakt of het geluid van de windmolens hoorbaar is ten opzichte van het overige omgevingsgeluid. Daarbij is uitgegaan van de meest hoorbare variant windmolens in de meest hoorbare situaties. Voor het onderlinge vergelijk van de scenario's en voor de bestuurlijke afweging is dit voor alle scenario's gedaan. Daarbij is voor het overige omgevingsgeluid enkel het geluid als gevolg van verkeer op de rijkswegen meegenomen, aangezien dit geluid continu in de wijken aanwezig is. Overige discontinue geluiden zijn niet meegenomen. Dit betreft bijvoorbeeld geluid van verkeer op het onderliggende wegennet, geruis van bomen en beplanting, geluid van bedrijven en overige buurtgeluiden.

In deze analyse is uitgegaan van een maximale geluidsemissie van de windmolens met een ashoogte van 160 meter. Deze treedt op vanaf windsnelheden van circa 8 m/s op ashoogte (dit komt overeen met windkracht 5). Deze windkracht treedt circa 22% van de tijd op (31% in de winter, 14% in het voorjaar, 12% in de zomer en 28% in het najaar). Vervolgens is er vanuit gegaan dat de wind waait van de windmolen naar de omliggende woonwijk (meewind). Hiermee is de meest hoorbare situatie in beeld gebracht. Ook is rekening gehouden met het verschil in dosis-effectrelatie (beleving van hinderlijkheid) tussen wegverkeer en windmolengeluid. Het windmolengeluid in de woonwijk dient aanzienlijk minder te bedragen dan het wegverkeersgeluid wil er geen sprake zijn van een toename van het geluid in de woonwijk.

Op deze manier is invulling gegeven aan de wens van betrokken belangstellenden in het ontwerpproces om de maximale mogelijke impact op de omgeving van de windmolens inzichtelijk te maken. Vanwege de hoeveelheid figuren zijn deze niet in deze samenvatting opgenomen. We verwijzen hiervoor naar hoofdstuk 4 van deze rapportage.

Met aanvullende maatregelen kunnen de effecten voor ieder scenario verder beperkt worden. Met name de toepassing van stillere draaiprogramma's of een geluidsarmere windmolens biedt mogelijkheden om de hoorbaarheid in de omgeving te beperken of weg te nemen. Nieuwe windmolens zijn daarnaast vaak stiller dan oudere types. Met aanvullende stilstandvoorzieningen ten opzichte van de wettelijk vereiste voorzieningen is de hinder als gevolg van slagschaduw verder te reduceren door de initiatiefnemers.

1. Inleiding

De gemeenteraad van Utrecht heeft initiatiefnemers uitgenodigd om samen met belangstellenden te onderzoeken op welke wijze grootschalige duurzame energie in het gebied Rijnenburg en Reijerscop opgewerkt kan worden. Met onder meer deze duurzame energieopwekking wil de gemeente Utrecht zo snel mogelijk klimaatneutraal zijn.

De gemeenteraad heeft daarom opdracht gegeven om tenminste vier scenario's te ontwerpen voor een samenhangend energielandschap. Dit betreft in ieder geval:

- 1 Eén scenario dat geen windenergie bevat (wel zon en andere energiebronnen).
- 2 Eén scenario, waarbij op basis van berekeningen, geen slagschaduw op de gevel van woningen plaatsvindt en bij woningen geen geluidstoename ten opzichte van het aanwezige wegverkeersgeluid als gevolg van windmolens, voor de omliggende woonwijken.
- 3 Eén scenario dat een combinatie kent van zo hoog mogelijke energieopwekking en rendement voor omwonenden, met slechts een beperkte vorm van hinder.
- 4 Eén scenario dat alleen de wettelijke normen als beperking kent.

Het ontwerp van deze scenario's vindt plaats in het kader van de onderzoeksvraag van de gemeenteraad van de gemeente Utrecht. Voordat daadwerkelijk overgegaan kan worden tot plaatsing van windmolens in dit gebied is het vervolgens nog nodig achtereenvolgens een milieueffectrapportage (m.e.r.) uit te voeren, een bestemmingsplan op te stellen en omgevingsvergunningen voor de bouw te verstrekken. Het nu uitgevoerde onderzoek is daarmee een inventariserend onderzoek naar de verschillende mogelijkheden om grootschalige duurzame energieopwekking in de polder Rijnenburg en Reijerscop in te passen.

Dit rapport beschrijft voor de effecten van geluid en slagschaduw het resultaat van ontwerpdeliberies en werkbijeenkomsten met belangstellenden waarin de scenario's tot stand zijn gekomen. De scenario's zijn gebaseerd op de raadvraag.

Voor het berekenen van de effecten van geluid en slagschaduw is het nodig een bepaald type windmolen en een locatie te kiezen. Daarom zijn voorbeelduitwerkingen van de scenario's gemaakt. Die hierin opgenomen locaties zijn niet de definitieve locaties van de windmolens. De definitieve locaties zullen na het raadsbesluit over de scenario's tijdens de m.e.r. worden bepaald. Vanaf hier geldt dat als we spreken over scenario, we de voorbeelduitwerking bedoelen.

De effecten zijn volgens de wettelijk voorgeschreven bepalingsmethodes vastgesteld (met de jaargemiddelde situatie als basis). Daarnaast is op advies van belangstellenden bepaald welke mate van hinder op kan treden (op basis van de maximale impact op de omgeving) in de verschillende scenario's en hoe deze is terug te brengen.

De raadvraag om te komen tot een samenhangend energielandschap heeft geleid tot het opstellen van zes scenario's. Deze scenario's zijn aangeduid als:

- 1 Energie Voorop
- 2 Ring
- 3 Kreek
- 4 Nieuw Rijnenburg
- 5 Polderscenario
- 6 Zon Voorop

Alle ontwikkelde scenario's voldoen aan de wettelijke eisen, zoals gevraagd voor het vierde scenario. Het is niet toegestaan een windmolen in gebruik te hebben die niet aan de wettelijke eisen voldoet. Daarom zijn uitwerkingen die niet aan de wettelijke eisen voldoen niet verder onderzocht.

Eén van de scenario's (Zon Voorop) bevat geen windenergie. Dit scenario is om die reden niet verder opgenomen in deze rapportage. Dit scenario geeft namelijk geen effecten voor geluid en slagschaduw als gevolg van windmolens.

Door de hoorbaarheid van het geluid in de omliggende wijken in beeld te brengen is invulling gegeven aan de raadvraag om een scenario te ontwikkelen waarbij geen geluidstoename in de omliggende wijken optreedt. Dit is voor alle scenario's in beeld gebracht om ook onderlinge vergelijkingen mogelijk te maken. Deze methode is ontwikkeld in overleg met betrokken belangstellenden. Deze spraken als wens uit om bij maximale geluidsuitstraling van de windmolens inzichtelijk te hebben of deze molens hoorbaar zijn in de woonwijken, ook in de nachtperiode wanneer minder verkeer over de snelwegen A2 en A12 rijdt. Door dit voor alle scenario's inzichtelijk te maken is het mogelijk de verschillende scenario's tegen elkaar af te wegen in het kader van de beperking van de hinder in de omgeving.

De gehanteerde methode om hoorbaarheid van het geluid in de omliggende woonwijken in beeld te brengen komt niet overeen met de wettelijke cumulatiemethode zoals weergegeven in bijlage 4 van de Activiteitenregeling milieubeheer, dat uitgaat van jaargemiddelde geluidbelasting van zowel windmolens als verkeer. Deze cumulatiemethode wordt toegepast bij blootstelling aan meer dan één geluidsbron (bijvoorbeeld weg, industrie, windmolen etc.) en wordt gebruikt bij planologische afwegingen. Deze methode geeft geen informatie over de hoorbaarheid van geluid van een windmolen op een bepaalde plaats op een bepaald moment.

Uit jurisprudentie blijkt dat de methode uit bijlage 4 van de Activiteitenregeling milieubeheer wel toegepast moet worden bij of ter voorbereiding op de formele besluitvorming, bijvoorbeeld in een m.e.r. of bij vaststelling van een bestemmingsplan.

In alle ontworpen scenario's is het mogelijk de slagschaduw voor de omliggende wijken terug te regelen met een automatische stilstandvoorziening. De stilstandvoorziening is in hoofdstuk 2 verder toegelicht. Tot de norm uit het Activiteitenbesluit terugregelen is verplicht, verder terugregelen is mogelijk.

De onderzoeken zijn uitgevoerd als voorstudie naar aanleiding van de raadvraag. Door de raad is gekozen niet eerst een milieueffectrapportage uit te voeren, maar vooraf uitvoeringsvarianten te onderzoeken in een participatietraject. Dit rapport is het resultaat van een proces waarin de scenario's tot stand zijn gekomen en beschrijft de effecten van het geluids- en slagschaduw van de scenario's.

Aangezien het een nieuwe situatie betreft is voor het onderzoek uitgegaan van prognoseberekeningen. Metingen maken geen onderdeel uit van deze studie. De uitgangspunten, zoals bronvermogens van windmolens en verkeersgegevens, zijn gebaseerd op door derden aangeleverde gegevens en uitgevoerde metingen (onder andere leveranciers van windmolens en Rijkswaterstaat).

Dit rapport bevat achtereenvolgens de kaders, de uitgangspunten, de resultaten, een aantal aanbevelingen en een conclusie. Aangezien onze onderzoeksopdracht bestaat uit het in beeld brengen van de effecten trekken we geen conclusies over de wenselijkheid of de aanvaardbaarheid

van de scenario's op basis van de geluids- en slagschaduweffecten. Deze taak is aan de raad van de gemeente Utrecht.

2. Kaders

In dit hoofdstuk zijn de voor geluid en slagschaduw gehanteerde toetsingskaders beschreven. In eerste instantie zijn dit de wettelijke kaders. Een nieuw windmolenpark dient aan deze regels te voldoen. Daarna is vanwege de vraag om een scenario waarin geen geluidtoename is in de omliggende woonwijken de methode beschreven op welke wijze wij de hoorbaarheid in de omliggende woonwijken in beeld hebben gebracht. Dit betreft geen wettelijke systematiek en is gebaseerd op de overleggen met de uitwerkingsgroep, de werkbijeenkomsten en onze bureauervaring.

Uit vaste jurisprudentie van de Afdeling Bestuursrechtspraak Raad van State¹ blijkt dat het invloedsgebied van windmolens waarin gevolgen van enige mate kunnen optreden, zich uitstrekt tot tienmaal de tiphoogte. Omwonenden buiten dit invloedsgebied worden niet aangemerkt als belanghebbende. In het kader van de beantwoording van de raadsvragen en dit onderzoek hebben wij geen rekening gehouden met deze lijn in de jurisprudentie.

2.1 Wettelijke kaders

2.1.1 Geluid

Windmolens en windmolenparken vallen onder de algemene regels uit het Activiteitenbesluit milieubeheer. In artikel 3.14 van dit besluit is opgenomen dat een windmolen of een combinatie van windmolens moet voldoen aan de norm van ten hoogste 47 dB L_{den} en aan de norm van ten hoogste 41 dB L_{night} op de gevel van gevoelige gebouwen.

In het artikel is daarnaast opgenomen dat het bevoegd gezag maatwerkvoorschriften met een andere waarde kan vaststellen dan de 47 of 41 dB in verband met bijzondere lokale omstandigheden. Dit kan dan gaan om een lagere of een hogere waarde. Uit de toelichting op het Activiteitenbesluit is als voorbeeld enkel opgenomen dat een stiltegebied een bijzondere omstandigheid is.

Uit vaste jurisprudentie van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State blijkt dat in ruimtelijke processen (bestemmingsplanprocedures, inpassingsplannen) van de maatregelen uit artikel 3.14 en de normen uit artikel 3.14a van het Activiteitenbesluit milieubeheer uitgegaan mag worden, om te beoordelen of de windmolens leiden tot een aanvaardbaar woon- en leefklimaat bij omliggende geluidsgevoelige bestemmingen.

2.1.2 Slagschaduw

In artikel 3.14 lid 4 van het Activiteitenbesluit is opgenomen dat ten behoeve van het voorkomen of beperken van slagschaduw bij ministeriële regeling te stellen maatregelen worden toegepast. In artikel 3.12 lid 1 van de Activiteitenregeling milieubeheer is de te treffen maatregel beschreven:

Ten behoeve van het voorkomen of beperken van slagschaduw en lichtschildering is de windturbine voorzien van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voorzover de afstand tussen de windturbine en de gevoelige objecten minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden en voorzover zich in de door de slagschaduw

¹ Uitspraak ABRvS 201608423/1/R6 en 201703826/1/R6 van 21 februari 2018

getroffen uitwendige scheidingsconstructie van gevoelige gebouwen of woonwagens ramen bevinden. De afstand geldt van een punt op ashoogte van de windturbine tot de gevel van het gevoelige object.

In de praktijk blijkt deze norm niet werkbaar. Daarom is deze vertaald naar een norm van 5 uur en 40 minuten slagschaduw per jaar. Dit is 17 maal 20 minuten. Daarmee is dit de strengst mogelijke interpretatie van de in het artikel genoemde norm. De norm van 5 uur en 40 minuten geldt voor een windmolenpark en niet per windmolen.

Een stilstandvoorziening is een automatische regeling die een windmolen automatisch uit kan schakelen bij slagschaduw.

Enkel als de zon schijnt kan slagschaduw optreden. Sensoren aan de windmolen registreren of zon op de sensor valt. Registreren sensoren aan verschillende kanten van de molen een verschillende waarde, dan schijnt de zon. Eén sensor ziet dan het directe zonlicht. De andere sensor is aan de zijde met schaduw. Is het bewolkt, dan registreren de beide sensoren ongeveer dezelfde waarde. De conclusie die de computer trekt is binair, of er is zon, of er is geen zon.

In de computer van de windmolen zijn de tijden geprogrammeerd waarop slagschaduw kan optreden op een gevel van een woning met daarin ramen als de zon schijnt. Deze tijden zijn vooraf te berekenen op basis van zonnestand en technische specificaties van de windmolens. In deze voorspelling is ook rekening gehouden met invloed van verschillende windmolens uit een windmolenpark op een woning.

Indien de computer aangeeft dat uit de tabel blijkt dat slagschaduw kan optreden en de sensoren aangeven dat de zon schijnt, schakelt de windmolen uit. Het is mogelijk daarbij in de computer aan te geven hoeveel slagschaduw wordt geaccepteerd. Dit is maximaal de wettelijke norm, maar ook minder is te programmeren.

Als de zon door de bewolking breekt kan slagschaduw gaan optreden. De automatische regeling schakelt op dat moment de windmolen uit. Het remmen van de wieken kost enige tijd. Daardoor is het met een dergelijke regeling in de praktijk niet mogelijk de slagschaduwduur tot 0 minuten per jaar terug te brengen. In de praktijk is maximaal 30 minuten slagschaduw per jaar haalbaar.

In artikel 3.12 lid 2 van de Activiteitenregeling is opgenomen dat het bevoegd gezag ten opzichte van deze regeling aanvullend maatwerk mag stellen ten behoeve van het voorkomen of beperken van slagschaduw, indien de standaard regeling niet toereikend is.

2.2 Kader beleving

Voor het in beeld brengen van beleving zijn voor deze situatie geen wettelijke methodes of andere systematieken beschikbaar. Uit overleg met de betrokken belangstellenden is gebleken dat zij beleving met name invullen als hoorbaarheid van het geluid van de windmolens boven de andere omgevingsgeluiden uit. In het kader van beleving is daarom onderzocht of de windmolens, als zij maximaal geluid produceren, ten opzichte van het geluid van het wegverkeer hoorbaar zijn. Daarbij is op verzoek van de uitwerkingsgroep uitgegaan van de hoge windmolens. Voor slagschaduw gaven omwonenden aan vooral inzichtelijk te willen hebben of het mogelijk is de jaarlijkse slagschaduwduur volledig tot nihil (0 minuten) te reduceren.

2.2.1 Geluid

De hoorbaarheid van de windmolens bij woningen in de wijken rond de polder Rijnenburg en Reijerscop is onderzocht. Om dit in beeld te brengen, is de sterkte van het verkeersgeluid per uur over een etmaal bepaald. Dit is vergeleken met de geluidsterkte van de windmolens terwijl deze de maximale geluidsproductie hebben. Hierbij kan het voorkomen, dat door het karakter van het windmolengeluid, bij een lager optredend geluidniveau vanwege windmolens deze toch herkenbaar zijn ten opzichte van het ter plaatse optredende geluidsniveau vanwege wegverkeer. Ons gehoororgaan kan hierin een onderscheid maken. Ook is rekening gehouden met het verschil in dosis-effectrelatie (beleving van hinderlijkheid) tussen wegverkeer en windmolengeluid. Om deze reden is het verschil tussen deze twee als volgt gewaardeerd:

- Hoorbaar: geluid windmolens tot 5 dB lager dan wegverkeersgeluid. Daarmee is het geluid te onderscheiden.
- Beperkt hoorbaar: geluid windmolens 5 tot 10 dB lager dan wegverkeersgeluid. Daarmee is het geluid enigszins tot niet te onderscheiden.
- Zeer beperkt hoorbaar: geluid windmolens meer dan 10 dB lager dan wegverkeersgeluid. Daarmee is het geluid niet meer te onderscheiden en te beschouwen als niet meer hoorbaar.

2.2.2 Slagschaduw

Naast de wettelijke norm is in beeld gebracht tot welke afstand slagschaduw kan voorkomen. Dit is bepaald door de 0-minuut slagschaduw-contour te bepalen. Binnen dit gebied kunnen mensen slagschaduw waarnemen. Door middel van aanvullende stilstandvoorziening ten opzichte van de wettelijk toegestane norm, kan slagschaduw binnen dit gebied verder worden teruggebracht.

Vanwege de tijd die nodig is om een draaiende windmolen af te remmen tot stilstand is het praktisch niet mogelijk om 0 minuten slagschaduw te realiseren. Met aanvullende stilstandvoorzieningen is het praktisch mogelijk ten hoogste 30 minuten slagschaduw per jaar te realiseren.

3. Uitgangspunten

Het geluids- en slagschaduwonderzoek is uitgevoerd op basis van de scenario's zoals die na verschillende ontwerpdelers en werkbijeenkomsten zijn opgesteld onder leiding van landschapsarchitecten van Bosch Slabbers. De integrale afweging van de posities van de zoekgebieden voor windenergie is in hun rapportage opgenomen. De effecten van de uiteindelijk opgestelde scenario's voor geluid en slagschaduw zijn door DGMR in beeld gebracht.

3.1 Geluid

Gevraagd is om voor het aspect geluid de effecten van de meest geluidproducerende windmolen in beeld te brengen. Hiermee is invulling gegeven aan de wens van belangstellenden om de maximale invloed van de windmolens te onderzoeken.

Ten behoeve van de keuze van deze windmolen is een analyse gemaakt van in aanmerkingkomende turbinetypes. Daarnaast is bij Nordex, SiemensGamesa en Vestas gevraagd om het meest geluidproducerende type voor de gewenste windmolens binnen dit onderzoek. Deze informatie is onder geheimhouding aan ons verstrekt, aangezien dit concurrentiegevoelige informatie betreft. Daarom zijn in dit rapport enkel de essentiële gegevens uit de aangeleverde informatie overgenomen.

In onderstaande tabel zijn de resultaten van dit onderzoek samengevat. De dikgedrukte types gebruiken wij binnen ons onderzoek. Van windmolens met een ashoogte van circa 160 meter en een rotordiameter van 150 meter zijn nog maar beperkt gegevens beschikbaar, aangezien dit de nieuwste types betreft. De bij ons beschikbare en voor dit onderzoek opgevraagde en aangeleverde gegevens zijn hieronder weergegeven.

tabel 1: analyse windmolens

Fabrikant	Type	Ashoogte [m]	Rotordiameter [m]	tijphoogte [m]	Lw [dB]
Vestas	V112-3.0MW	119	112	175	106,5
	V117-3.45MW	119	117	177,5	106,8
	V117-3.6MW	116,5	117	175	109,6
	V117-3.6MW - uilenveren	116,5	117	175	107,0
	V150-4.0MW	155	150	230	108,0
	V150-4.0MW - uilenveren	155	150	230	104,9
Senvion	3.4M122	86 tot 139	122	147 tot 200	104,5
SiemensGamesa	SWT-DD-120	75 tot 155	120	135 tot 215	109,5
	4.2 155	122 tot 165	155	299,5 tot 242,5	105,9
Enercon	E115 E2 3.2 MW	122	116	180	108,2
GE Wind	2.75-120	120	120	180	106,0

Uit dit overzicht hanteren wij als windmolen voor het onderzoek:

1. Vestas V117-3.6MW met een ashoogte van 116,5 meter, een rotordiameter van 117 meter en een geluidsproductie van 109,6 dB(A). Deze windmolen hanteren we in het onderzoek met een ashoogte van 120 meter voor het Polderscenario.
2. Vestas V150-4.0MW met een ashoogte van 155 meter, een rotordiameter van 150 meter en een geluidsproductie van 108,0 dB(A). Deze windmolen hanteren we in het onderzoek met een ashoogte van 160 meter voor alle andere scenario's.

De geluidsuitstraling van deze windmolens is hieronder weergegeven. In modus 0 betreft dit een situatie zonder maatregelen om het geluid te reduceren. In de andere modi zijn stillere draaiprogramma's toegepast. De keuze voor een dergelijke stillere modus heeft negatieve gevolgen voor het energieopwekkend vermogen van de molen.

tabel 2: bronvermogen per modus*

modus	bronvermogen V150 ² [dB(A)]	bronvermogen V117 ³ [dB(A)]
0	108,0	109,3
1	104,9	105,2
2	103,4	103,7
3	102,0	102,4
4	99,5	
5	99,2	

*weergegeven is het maximale bronvermogen. Afhankelijk van de modus treedt dit op vanaf een windsnelheid van circa 8 m/s.

Voor de modellering maken wij gebruik van het door DGMR ontwikkelde software programma Geomilieu, versie 4.30, module industrielaawaai - windturbine. De berekeningen zijn daarmee uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Bijlage 4 bij de Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer - Activiteitenregeling milieubeheer).

In het model hebben wij de bodemgebieden, rijkswegen A12 en A2, gebouwen, hoogteverschillen door de taluds en de afscherming door geluidschermen langs wegen opgenomen. De invoerdata over wegen, hoogtes en afscherming zijn afkomstig uit het Geluidregister. De overige data is verkregen door inventarisatie op basis van luchtfoto's en het Actueel Hoogtebestand Nederland.

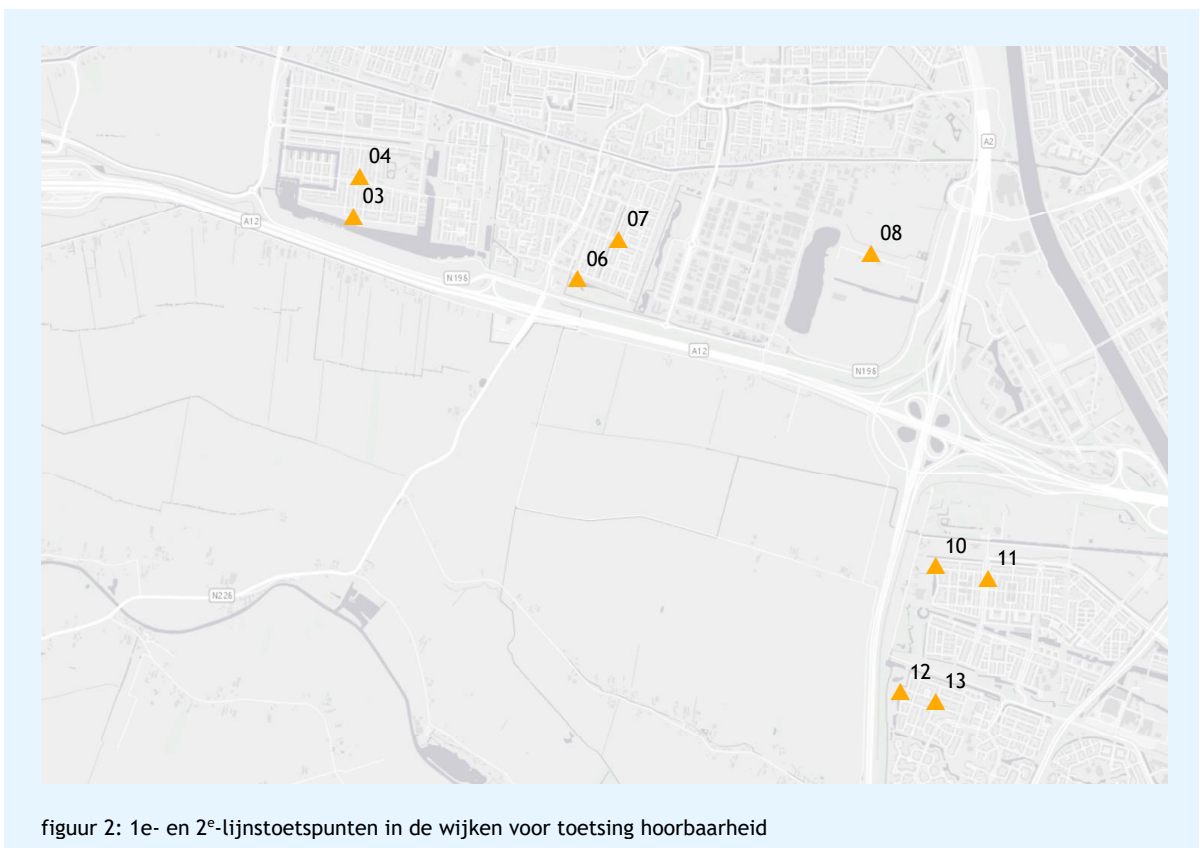
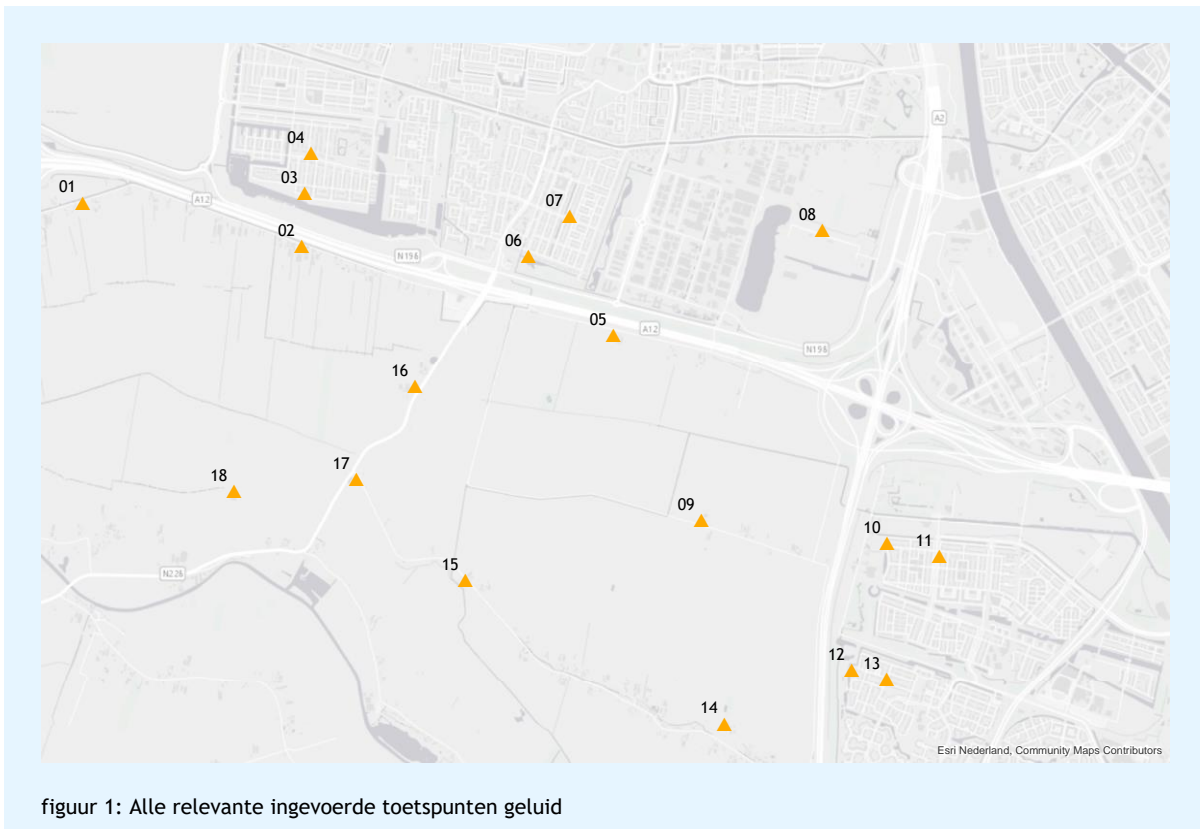
tabel 3: Uitgangspunten/bronnen

Bodemgebieden/wegen	Enkel A2 en A12, niet gespecificeerd binnen plangebied Rijnenburg absorberend (0,8) Stedelijke omgeving half zacht, half hard (0,5)
Woningen en gebouwen	Op basis van BAG en 3d hoogtedata
Schermen	Enkel afscherming geluidsschermen rond rijkswegen, afkomstig uit Geluidregister
Hoogte-informatie	Taluds conform Geluidregister, overige op basis van AHN.
Beoordelingspunten	grid op 5 meter hoogte en beoordelingspunten bij relevante woningen

Om de ligging van geluidscontouren te kunnen bepalen is gebruik gemaakt van een raster met rekenpunten voor de berekeningen. Het raster ligt op een hoogte van 5 meter boven het maaiveld. In de directe omgeving liggen met name woningen. Alle woningen in de polder Rijnenburg en Reijerscop zijn in het rekenmodel als toetspunt ingevoerd, deze zijn weergegeven in figuur 1. Daarnaast zijn in overleg met de gemeente Utrecht en naar aanleiding van vragen in de eerste werkbijeenkomst representatieve woningen in de wijken rondom de polder als toetspunt geselecteerd om daar de hoorbaarheid in beeld te brengen, deze zijn weergegeven in figuur 2. De rekenhoogte betreft steeds 5 meter, conform het Reken- en meetvoorschrift.

² Bron: Performance Specification V150-4.0-4.2 MW 50/60 Hz Restricted Document no.: 0067-7067 V08 2017-12-21, opgesteld door Vestas.

³ Bron: Performance Specification V117-3.6 MW 50/60 Hz Restricted Document no.: 0056-4781 V01 2016-10-07, opgesteld door Vestas.



3.1.1 Wettelijke inpasbaarheid

Voor alle scenario's is bepaald in welke modi (draaiprogramma's) de windmolens moeten draaien om te voldoen aan de wettelijke eisen. Dit kan per windmolen per tijdsperiode verschillen. Daarbij is een opsplitsing gemaakt tussen dag-, avond- en nachtperiode. Het is mogelijk dat een windmolen overdag geen stillere modus nodig heeft, maar in de avond- en nachtperiode wel. Dit kan bij de molens ook zo ingesteld worden in de besturingscomputer.

Uitgangspunt bij de berekeningen voor de wettelijke inpasbaarheid zijn de voorschriften zoals opgenomen in het Reken- en meetvoorschrift windturbines. Daarbij is onder meer uitgegaan van de windverdeling per jaar en toepassing van een meteorologische correctieterm.

3.1.2 Beleving

Of de windmolens hoorbaar zijn in de omliggende wijken hangt af van het overige geluid in die omgeving. Veel geluiden zijn locatiespecifiek en discontinue, zoals wijkgeluiden, het geluid van buitenspelende kinderen, geruis van bladeren aan bomen en struiken of geluid van bedrijven. Het geluid van de rijkswegen is in deze omgeving een dominante geluidsbron en vrijwel continue aanwezig. Daarom is ervoor gekozen om de hoorbaarheid enkel te vergelijken met het geluid van het verkeer op de rijkswegen. De aanwezigheid van andere geluidsbronnen kan er dus voor zorgen dat we met deze methode de hoorbaarheid van de windmolens op dat moment overschatten.

Om de geluidbelasting als gevolg van wegverkeer te bepalen is gebruik gemaakt van de verkeersgegevens uit het Geluidregister⁴. De verkeersgegevens zijn ingevoerd in een rekenmodel in Geomilieu, module RMW 2012. Deze module rekent volgens het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2012, Bijlage III uit 2012.

De verkeersgegevens zijn enkel per etmaalperiode (dag, avond of nacht) beschikbaar. Via de Nationale Databank Wegverkeersgegevens⁵ is de verdeling per uur verkregen. Hiermee is het kleinst mogelijke interval dat beschikbaar is voor voertuigaantallen gebruikt. De berekende geluidbelasting is hiermee omgerekend naar de geluidbelasting per uur.

De geluidbelasting als gevolg van de windmolens is berekend met Geomilieu, module industrielaawaai - windturbine. Hiermee is in dit geval gesimuleerd dat de windsnelheid altijd zo hoog is dat de windmolens maximaal geluid produceren. Dit is een situatie die zich circa 22% van de tijd voordoet (31% in de winter, 14% in het voorjaar, 12% in de zomer en 28% in het najaar). Door geen meteocorrectieterm toe te passen is gesimuleerd dat de wind vanaf de molens richting het ontvangerpunt waait. De berekende geluidsniveaus zijn dus met de maximale geluidsuitstraling onder meewindcondities richting ontvangerpunt bepaald. Op deze manier geven we invulling aan het verzoek van betrokken belangstellenden om inzicht te hebben in de meest luidruchtige situatie in een zo klein mogelijk tijdsinterval.

Windmolengeluid heeft een ander karakter dan geluid als gevolg van verkeer. Om deze twee geluidsoorten met elkaar te kunnen vergelijken is in het Reken- en meetvoorschrift windturbines een methode opgenomen waarmee op basis van de dosis-effectrelatie geluidbelastingen vergelijkbaar zijn te maken. Daarbij vindt een correctie plaats van het windmolengeluid naar een geluidbelasting voor wegverkeer waarbij evenveel gehinderden zijn. Op deze manier zijn de waarden één op één met elkaar te vergelijken..

⁴ Te raadplegen via <https://www.rijkswaterstaat.nl/kaarten/geluidregister.aspx>

⁵ Te raadplegen via www.ndw.nu

In grafieken is weergegeven wat de geluidsniveaus zijn als gevolg van windmolens (L_{WT}), daarnaast is het geluidsniveau van de windmolens weergegeven met de omrekening voor hinderlijkheid (L^*_{WT}). In de grafieken is daarnaast per uur het wegverkeer (L_{VL}) weergegeven. Tenslotte is het gecumuleerde niveau weergegeven (L_{CUM}). In de achtergrondkleur van de grafieken is aangegeven in hoeverre het windmolengeluid hoorbaar is in dat uur.

3.2 Slagschaduw

De berekeningen zijn uitgevoerd met de slagschaduwmodule van Windpro. In het model zijn de windmolens ingevoerd. Daarbij is uitgegaan van windmolens met een ashoogte van 160 meter en een rotordiameter van 150 meter. Dit komt neer op een tiphoogte van 235 meter. Een uitzondering hierop zijn de windmolens voor het Polderscenario. Hierbij is uitgegaan van een ashoogte van 130 meter en een rotordiameter van 120 meter. Dit komt neer op een tiphoogte van 190 meter.

Enkel grote afscherpende objecten zijn in het model meegenomen. Dit betreft de geluidswallen en geluidsschermen langs de rijkswegen. Afscherming van gebouwen, bosschages, etc. is in het model niet meegenomen. In de praktijk kunnen dit soort lokale omstandigheden zorgen voor minder slagschaduw dan berekend.

De slagschaduw bij een zonnestand lager dan 5 graden is als niet-hinderlijk beoordeeld. Op deze momenten, bij zonsopkomst en zonsondergang, is het licht diffuus. Ook onttrekken gebouwen en begroeiing de zon bij deze stand veelal aan het zicht.

De cumulatieve slagschaduw van het gehele windmolenpark is bepaald. De contouren geven daarmee de totale optredende slagschaduw weer. Waar de slagschaduwcontouren van twee windmolens overlappen is de tijdsduur bij elkaar opgeteld.

In het model is de gang van de zon voor iedere dag van het jaar bepaald. Slagschaduw treedt echter enkel op wanneer de zon schijnt. Daarom zijn in het model correcties bepaald voor de duur van de zonneschijn per dag in het gebied. Deze percentages zijn afgeleid uit de meerjarige data van de nabijgelegen weerstations.

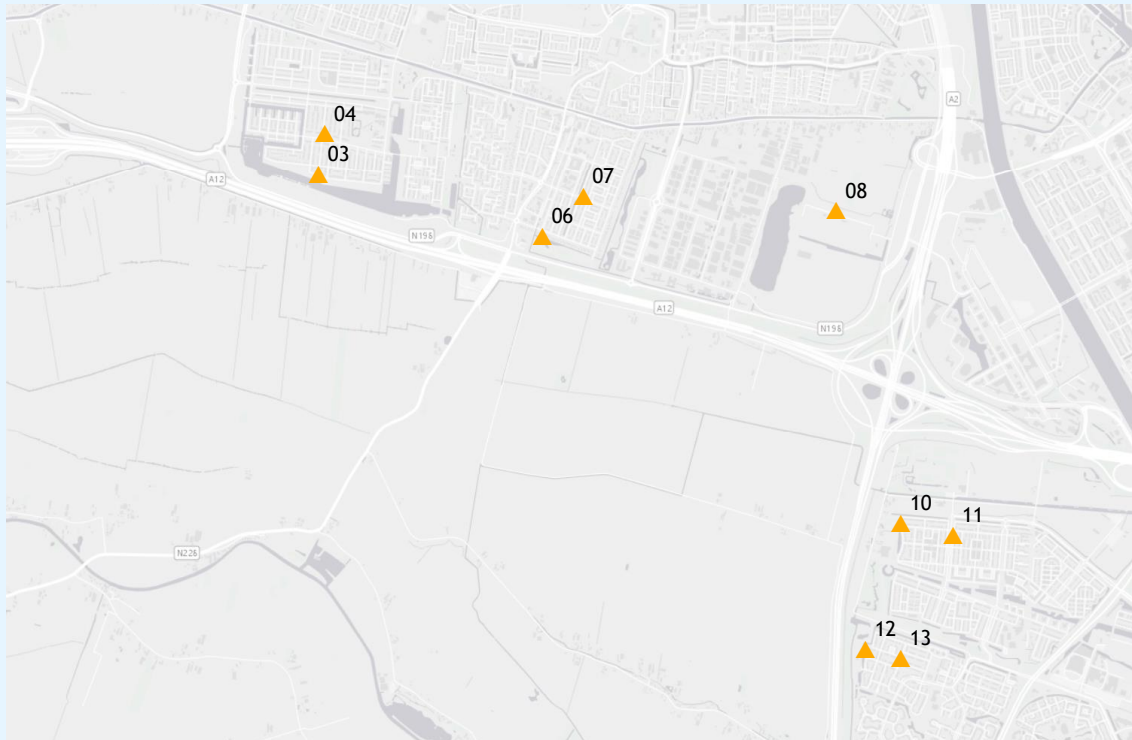
De slagschaduw is maximaal als het rotorvlak haaks op de zon staat. Dit is echter niet altijd het geval. De stand van de rotor is afhankelijk van de windrichting. In het model zijn daarom de distributie van de voorkomende windrichtingen opgenomen. Deze zijn eveneens afgeleid uit de meerjarige data van de nabijgelegen weerstations.

De gang van de zon, met de correcties voor aantal zonuren en windrichting bepalen de slagschaduwduur in de omgeving. Hiermee zijn de 5 uur en 40 minuten slagschaduwcontouren en de 0 minuut slagschaduwcontouren berekend. Daarnaast zijn de woningen in de omgeving ingevoerd om de benodigde stilstand te bepalen om te voldoen aan de wettelijke eis.

Uit de Activiteitenregeling blijkt dat de normen enkel gelden bij gevels van woningen voor zover die zijn voorzien van een raam (artikel 3.12 lid 1). In dit vooronderzoek is geen inventarisatie gedaan naar de gevels die dit betreft. Voor iedere volgens het bestemmingsplan toegestane woning is de slagschaduwduur bepaald.

4. Resultaten

Hieronder zijn per scenario de resultaten weergegeven. Dit betreft de contouren waarbuiten aan de wettelijke grenswaarden voor geluid en slagschaduw wordt voldaan. Daarnaast is de 0 minuten slagschaduw weergegeven om inzichtelijk te maken tot waar slagschaduw kan reiken. De hoorbaarheid is daarbij in beeld gebracht voor onderstaande punten (zie ook figuur 2).

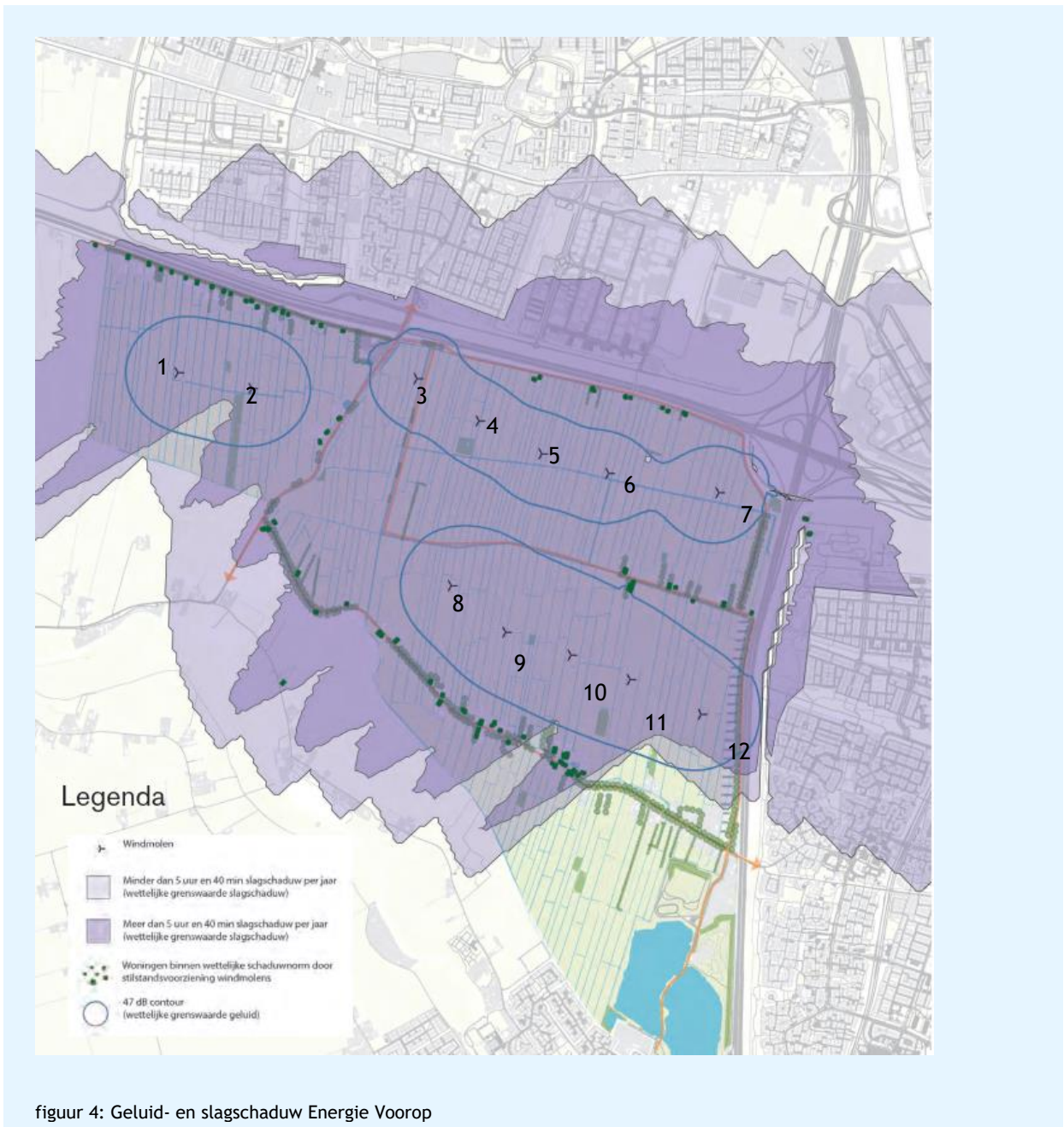


figuur 3: 1e- en 2^e-lijnstoetspunten in de wijken voor toetsing hoorbaarheid

4.1 Energie Voorop

4.1.1 Wettelijke normen

In onderstaande figuur zijn de geluid- en slagschaduwcontouren weergegeven voor het scenario Energie voorop.



figuur 4: Geluid- en slagschaduw Energie Voorop

Energie voorop bevat 12 windmolens. Uitgegaan van de voor geluid meest geluidproducerende windmolen, de Vestas V150 4.0MW, zijn de onderstaande draaiprogramma's (modi) nodig om aan de wettelijke eisen te voldoen voor slagschaduw en geluid.

tabel 4: instellingen om te voldoen aan wettelijke eisen

windmolen	modus dag voor geluid	modus avond voor geluid	modus nacht voor geluid	percentage stilstand voor slagschaduw
1	0	0	1	1,3%
2	0	0	1	1,4%
3	0	0	4	1,8%
4	1	1	5	1,2%
5	1	1	5	1,1%
6	1	1	4	1,5%
7	0	0	3	1,0%
8	0	0	3	0,5%
9	0	0	3	0,5%
10	0	0	2	1,1%
11	0	0	2	1,4%
12	0	0	1	1,7%

In de dag-, avond en nachtperiode zijn met deze windmolen stillere modi nodig. Met de voorzieningen uit bovenstaande tabel voldoet dit scenario bij alle woningen aan de wettelijke eisen voor slagschaduw en geluid. Afhankelijk van de modus is de afstand van de windmolen tot het punt waar het geluid aan de wettelijke grenswaardes voldoet 270 tot 470 meter.

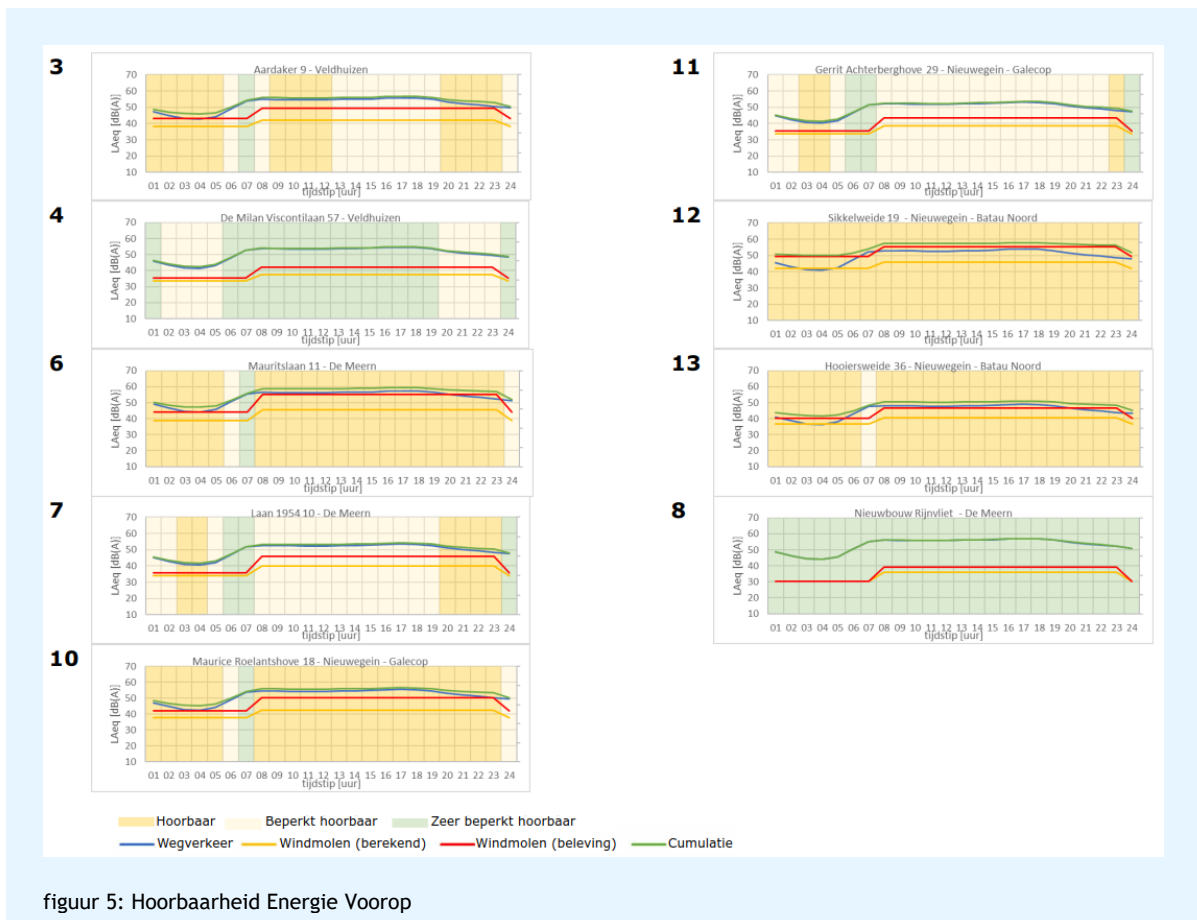
In dit ontwerpproces is nog geen keuze voor een hoogte of type windmolen gemaakt. Aangezien voor geluid is uitgegaan van de meest geluidproducerendewindmolen kan de uiteindelijke draaimodus anders zijn of de geluidbelasting lager zijn dan hier weergegeven.

Stilstandvoorzieningen zijn nodig om de woningen binnen de polder aan de wettelijke grenswaarden voor slagschaduw te laten voldoen. Ook voor de woningen aan de zuidrand van Veldhuizen en De Meern geldt dat stilstand noodzakelijk is om bij deze woningen aan de grenswaarden te voldoen. Ook voor woningen in Nieuwegein zijn stilstandvoorzieningen noodzakelijk om binnen de wettelijke grenzen te blijven. Slagschaduw binnen de wettelijke norm reikt tot in de woongebieden Veldhuizen, De Meern, Nieuwegein, Montfoort en IJsselstein (omgeving Noord IJsseldijk). In de tabel is het benodigde percentage stilstand opgenomen om aan de wettelijke eisen te voldoen.

Een keuze voor ashoogte en rotordiameter is op dit moment nog niet gemaakt. Met een kleinere windmolen neemt de afstand waarop slagschaduw kan optreden af, zie figuur 15.

4.1.2 Beleving

In onderstaande figuur is de hoorbaarheid van het geluid van de windmolens weergegeven. In bijlage 1 zijn deze figuren op een grotere schaal weergegeven. De locaties van de punten zijn weergegeven in figuur 1.



figuur 5: Hoorbaarheid Energie Voorop

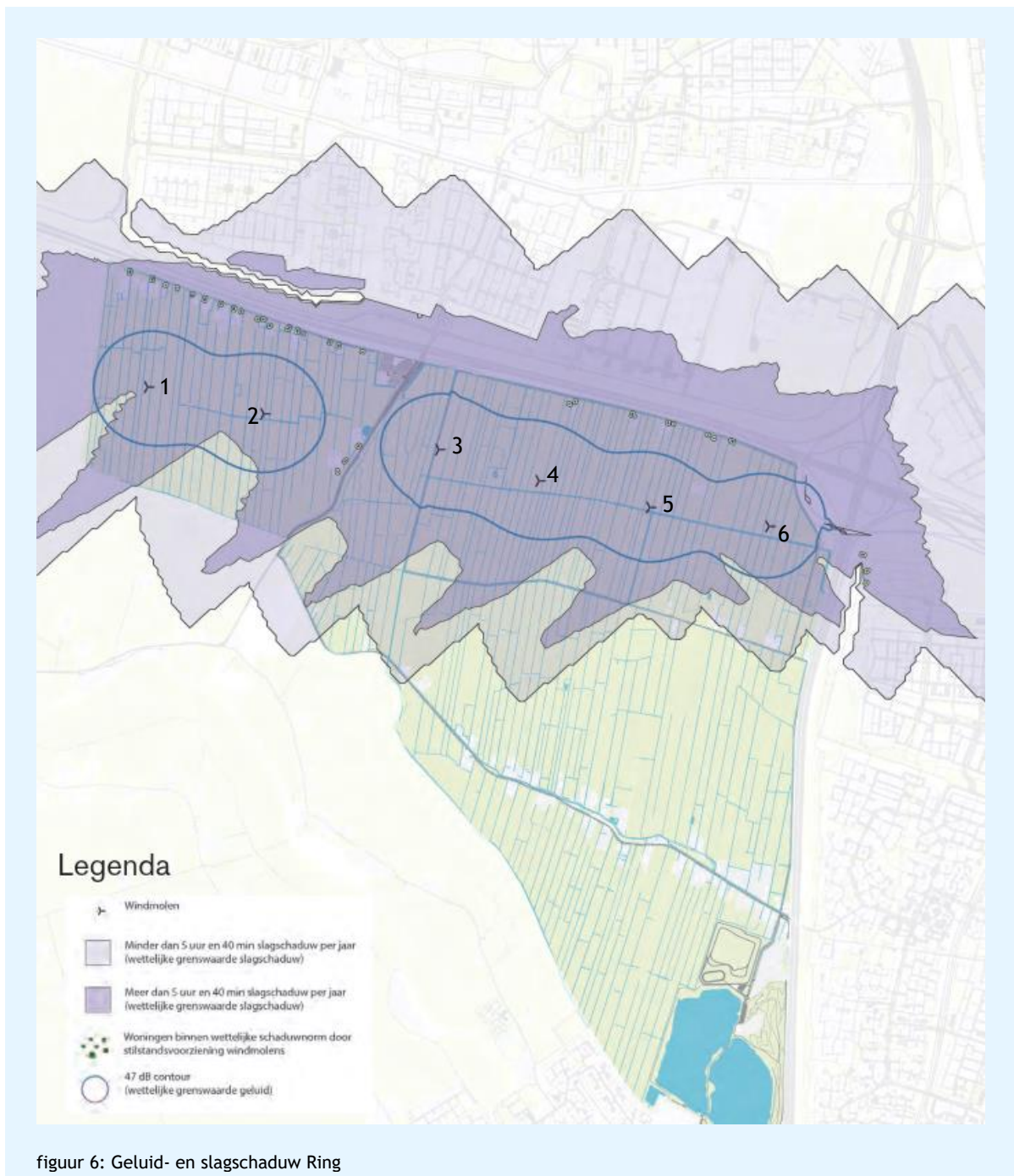
Uit bovenstaande figuur blijkt dat dit scenario zorgt voor een geluidtoename door de windmolens in de omliggende wijken bij hoge windsnelheden op vrijwel alle rekenpunten.

Bij het optreden van slagschaduw wordt vaak direct hinder ervaren. Door de tijdsduur dat slagschaduw optreedt terug te regelen met een stilstandvoorziening kan de hinderduur verminderd worden. Dit heeft enigszins negatieve gevolgen voor het energieopwekkend vermogen.

4.2 Ring

4.2.1 Wettelijke normen

In onderstaande figuur zijn de geluid- en slagschaduwcontouren weergegeven voor het scenario Ring.



figuur 6: Geluid- en slagschaduw Ring

De Ring bevat 6 windmolens. Uitgegaan van de voor geluid meest geluidproducerende windmolen, de Vestas V150 4.0MW, zijn de onderstaande modi nodig om aan de wettelijke eisen te voldoen voor slagschaduw en geluid. De windmolens zijn van west naar oost genummerd.

tabel 5: instellingen om te voldoen aan wettelijke eisen

windmolen	modus dag voor geluid	modus avond voor geluid	modus nacht voor geluid	percentage stilstand voor slagschaduw
1	0	0	1	1,2%
2	0	0	1	1,4%
3	0	0	2	1,4%
4	0	0	2	1,0%
5	0	0	3	1,4%
6	0	0	2	1,0%

In de nachtperiode zijn met deze windmolen stillere modi nodig. Met de voorzieningen uit bovenstaande tabel voldoet dit scenario bij alle woningen aan de wettelijke eisen voor slagschaduw en geluid. Afhankelijk van de modus is de afstand van de windmolen tot het punt waar het geluid aan de wettelijke grenswaardes voldoet 300 tot 380 meter.

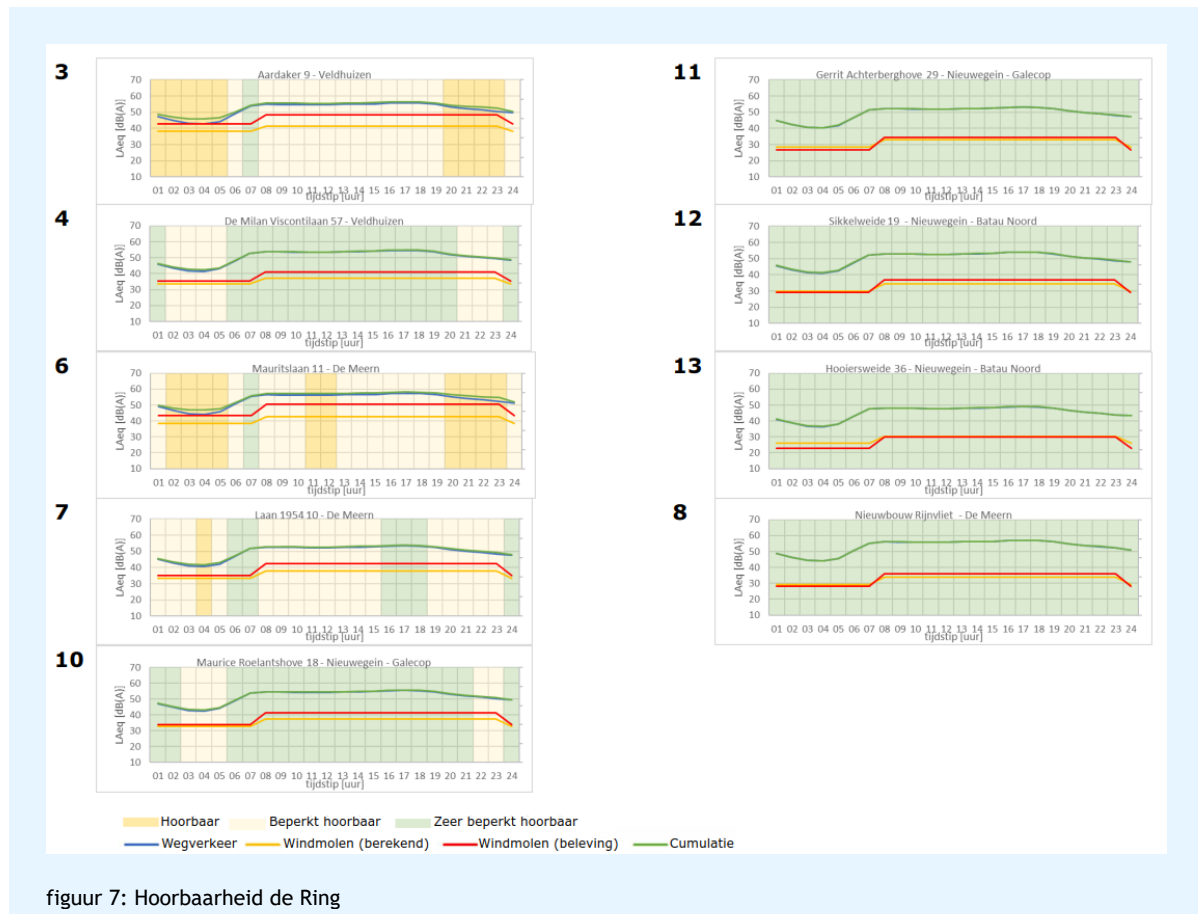
Een keuze voor een hoogte of type windmolen is op dit moment nog niet gemaakt. Aangezien voor geluid is uitgegaan van de meest geluidproducerende windmolen kan de uiteindelijke draaimodus anders zijn of geluidbelasting lager zijn dan hier weergegeven.

Stilstandvoorzieningen zijn nodig om de woningen binnen de polder aan de wettelijke grenswaarden voor slagschaduw te laten voldoen. Ook voor de woningen aan de zuidrand van Veldhuizen en De Meern geldt dat stilstand noodzakelijk is om bij deze woningen aan de grenswaarden te voldoen. Slagschaduw binnen de wettelijke norm reikt tot in de woongebieden Veldhuizen, De Meern en Nieuwegein. In de tabel is het benodigde percentage stilstand opgenomen om aan de wettelijke eisen te voldoen.

Een keuze voor ashoogte en rotordiameter is op dit moment niet gemaakt. Met een kleinere windmolen neemt de afstand waarop slagschaduw kan optreden af, zie figuur 15.

4.2.2 Beleving

In onderstaande figuur is de hoorbaarheid van het geluid van de windmolens weergegeven. In bijlage 1 zijn deze figuren groter weergegeven. De locaties van de punten zijn weergegeven in figuur 1.



figuur 7: Hoorbaarheid de Ring

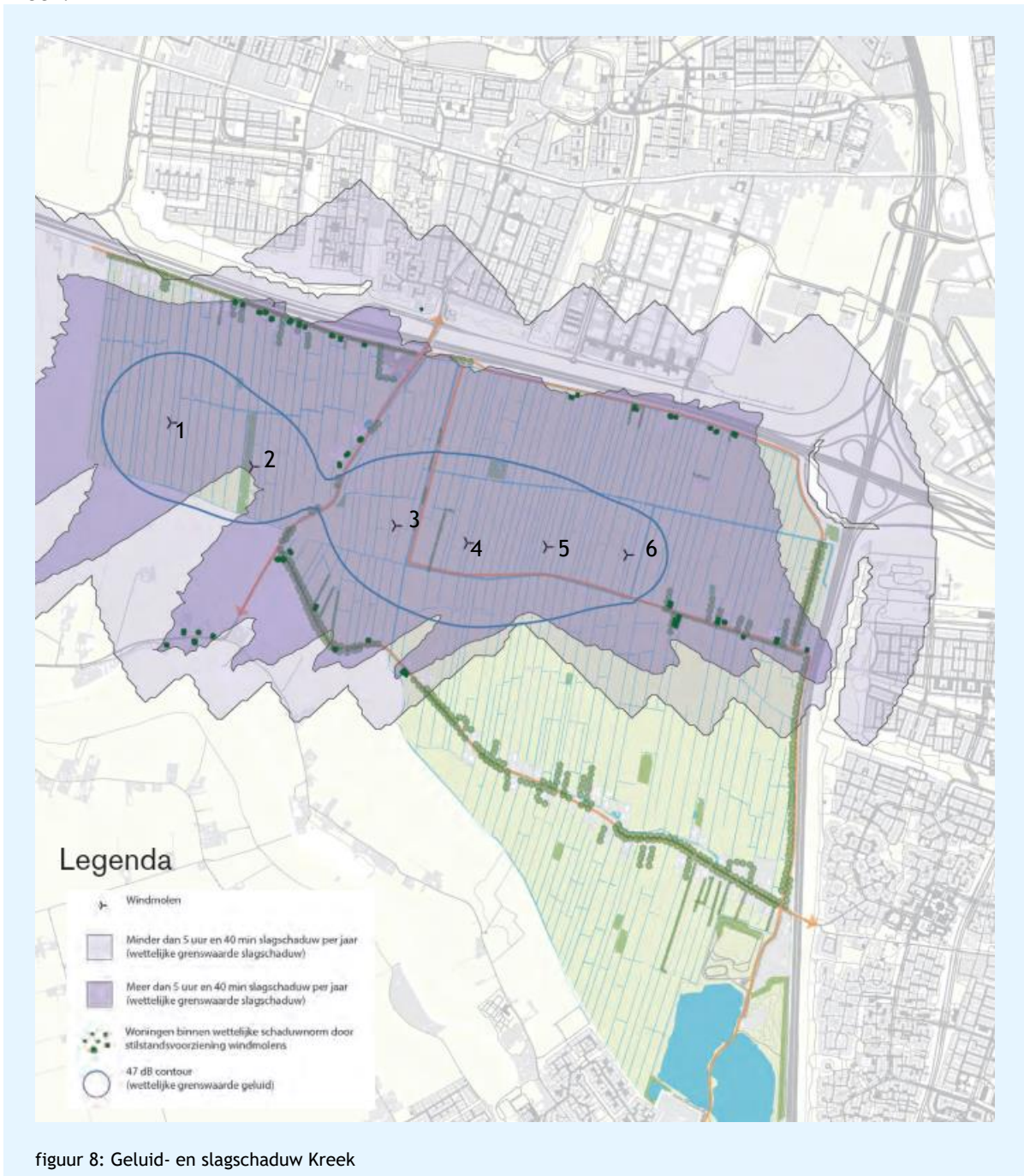
Uit bovenstaande figuur blijkt dat dit scenario zorgt voor geluidtoename van de windmolens in Veldhuizen en De Meern bij hoge windsnelheden. In Nieuwegein zijn de windmolens beperkt tot zeer beperkt hoorbaar.

Bij het optreden van slagschaduw wordt vaak direct hinder ervaren. Door het aantal uur dat slagschaduw optreedt terug te regelen met een stilstandvoorziening kan de hinderduur verminderd worden. Dit heeft enigszins negatieve gevolgen voor het energieopwekkend vermogen.

4.3 Kreek

4.3.1 Wettelijke normen

In onderstaande figuur zijn de geluid- en slagschaduwcontouren weergegeven voor het scenario Kreek.



figuur 8: Geluid- en slagschaduw Kreek

De Kreek bevat 6 windmolens. Uitgegaan van de voor geluid meest geluidproducerende windmolen, de Vestas V150 4.0MW, zijn de onderstaande modi nodig om aan de wettelijke eisen te voldoen voor slagschaduw en geluid. De windmolens zijn van west naar oost genummerd.

tabel 6: instellingen om te voldoen aan wettelijke eisen

windmolen	modus dag voor geluid	modus avond voor geluid	modus nacht voor geluid	percentage stilstand voor slagschaduw
1	0	0	0	0,7%
2	0	1	2	0,7%
3	0	1	1	0,9%
4	0	0	0	0,6%
5	0	0	1	0,7%
6	0	1	4	0,6%

In de avond- en nachtperiode zijn met deze windmolen stillere modi nodig. Met de voorzieningen uit bovenstaande tabel voldoet dit scenario bij alle woningen aan de wettelijke eisen voor slagschaduw en geluid. Afhankelijk van de modus is de afstand van de windmolen tot het punt waar het geluid aan de wettelijke grenswaardes voldoet 260 tot 550 meter.

Een keuze voor een hoogte of type windmolen is op dit moment nog niet gemaakt. Aangezien voor geluid is uitgegaan van de meest geluidproducerende windmolen kan de uiteindelijke draaimodus anders zijn of lager zijn dan hier weergegeven.

Stilstandvoorzieningen zijn nodig om de woningen binnen de polder aan de wettelijke grenswaarden voor slagschaduw te laten voldoen. Slagschaduw binnen de wettelijke norm reikt tot binnen Veldhuizen, De Meern en Nieuwegein. In de tabel is het benodigde percentage stilstand opgenomen om aan de wettelijke eisen te voldoen.

Een keuze voor ashoogte en rotordiameter is op dit moment niet gemaakt. Met een kleinere windmolen neemt de afstand waarop slagschaduw kan optreden af, zie figuur 15.

4.3.2 Beleving

In onderstaande figuur is de hoorbaarheid van het geluid van de windmolens weergegeven. In bijlage 1 zijn deze figuren groter weergegeven. De locaties van de punten zijn weergegeven in figuur 1.



figuur 9: Hoorbaarheid de Kreek

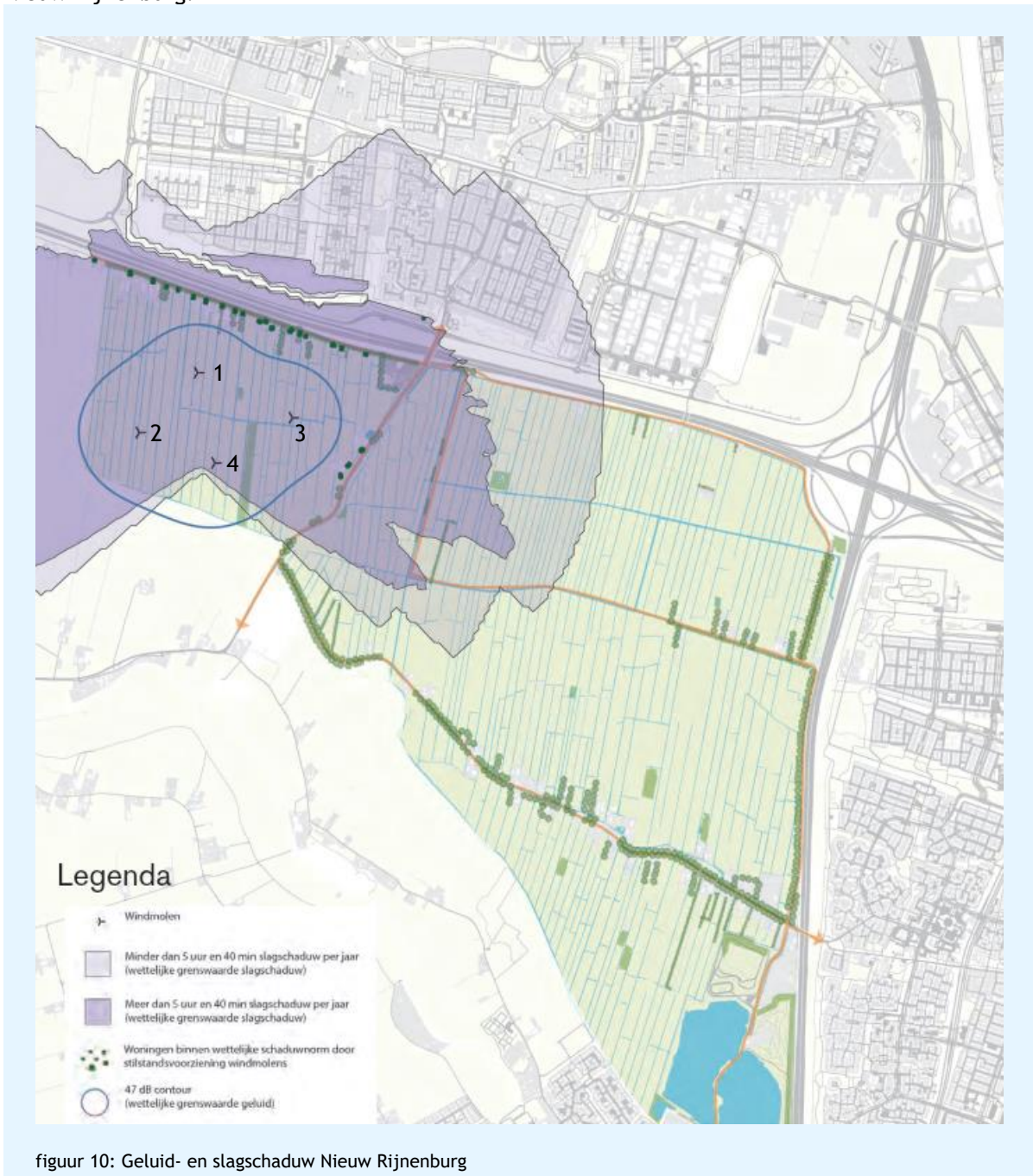
Uit bovenstaande figuur blijkt dat dit scenario zorgt voor geluidtoename van de windmolens in een deel van Veldhuizen en De Meern bij hoge windsnelheden. In Nieuwegein zijn de windmolens beperkt tot zeer beperkt hoorbaar.

Bij het optreden van slagschaduw wordt vaak direct hinder ervaren. Door het aantal uur dat slagschaduw optreedt terug te regelen met een stilstandvoorziening kan de hinderduur verminderd worden. Dit heeft enigszins negatieve gevolgen voor het energieopwekkend vermogen.

4.4 Nieuw Rijnenburg

4.4.1 Wettelijke normen

In onderstaande figuur zijn de geluid- en slagschaduwcontouren weergegeven voor het scenario Nieuw Rijnenburg.



figuur 10: Geluid- en slagschaduw Nieuw Rijnenburg

Nieuw Rijnenburg bevat 4 windmolens. Uitgegaan van de voor geluid meest geluidproducerende windmolen, de Vestas V150 4.0MW, zijn de onderstaande modi nodig om aan de wettelijke eisen te voldoen voor slagschaduw en geluid.

tabel 7: instellingen om te voldoen aan wettelijke eisen

windmolen	modus dag voor geluid	modus avond voor geluid	modus nacht voor geluid	percentage stilstand voor slagschaduw
1	0	1	4	1,9%
2	0	1	3	1,4%
3	0	0	1	0,6%
4	0	0	1	0,6%

In de avond- en nachtperiode zijn met deze windmolen stillere modi nodig. Met de voorzieningen uit bovenstaande tabel voldoet dit scenario bij alle woningen aan de wettelijke eisen voor slagschaduw en geluid. Afhankelijk van de modus is de afstand van de windmolen tot het punt waar het geluid aan de wettelijke grenswaardes voldoet 290 tot 400 meter.

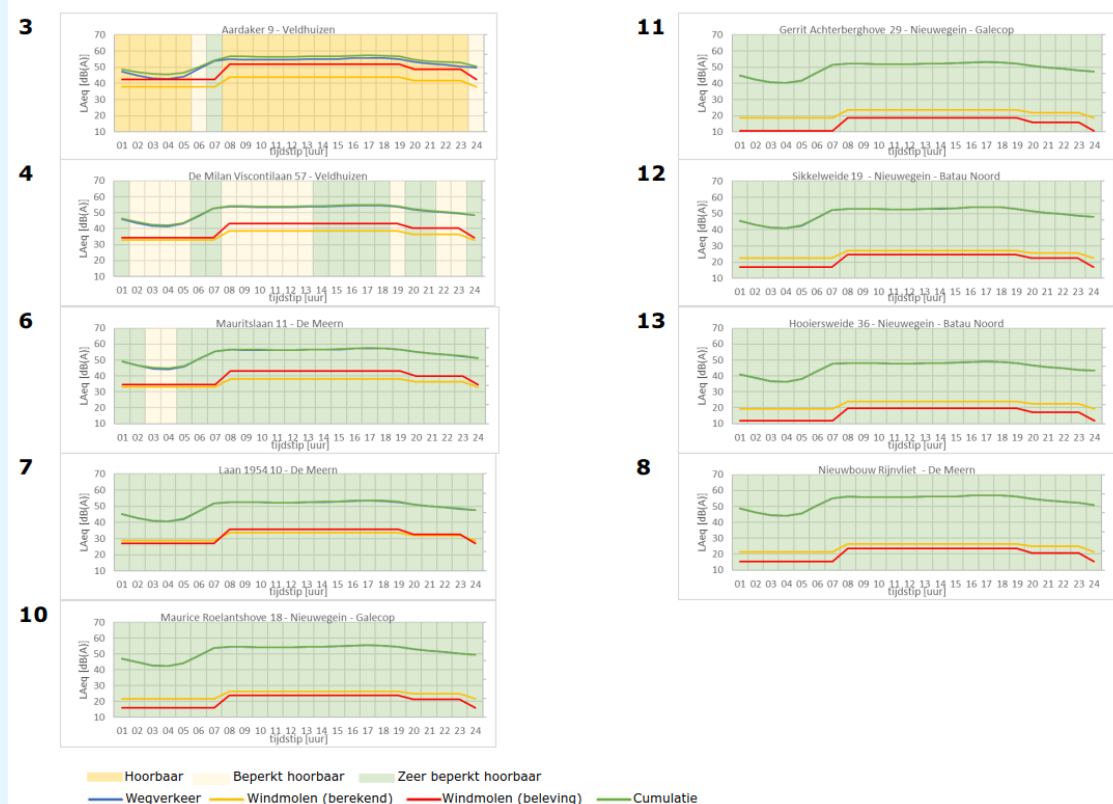
Een keuze voor een hoogte of type windmolen is op dit moment niet gemaakt. Aangezien voor geluid is uitgegaan van de meest geluidproducerende windmolen kan de uiteindelijke draaimodus anders zijn of lager zijn dan hier weergegeven.

Stilstandvoorzieningen zijn nodig om de woningen binnen de polder aan de wettelijke grenswaarden voor slagschaduw te laten voldoen. Ook voor de woningen aan de zuidrand van Veldhuizen en De Meern geldt dat stilstand noodzakelijk is om bij deze woningen aan de grenswaarden te voldoen. Slagschaduw binnen de wettelijke norm reikt tot in de woongebieden Veldhuizen en De Meern. In de tabel is het benodigde percentage stilstand opgenomen om aan de wettelijke eisen te voldoen.

Een keuze voor ashoogte en rotordiameter is op dit moment nog niet gemaakt. Met een kleinere windmolen neemt de afstand waarop slagschaduw kan optreden af, zie figuur 15.

4.4.2 Beleving

In onderstaande figuur is de hoorbaarheid van het geluid van de windmolens weergegeven. In bijlage 1 zijn deze figuren groter weergegeven. De locaties van de punten zijn weergegeven in figuur 1.



figuur 11: Hoorbaarheid Nieuw Rijnenburg

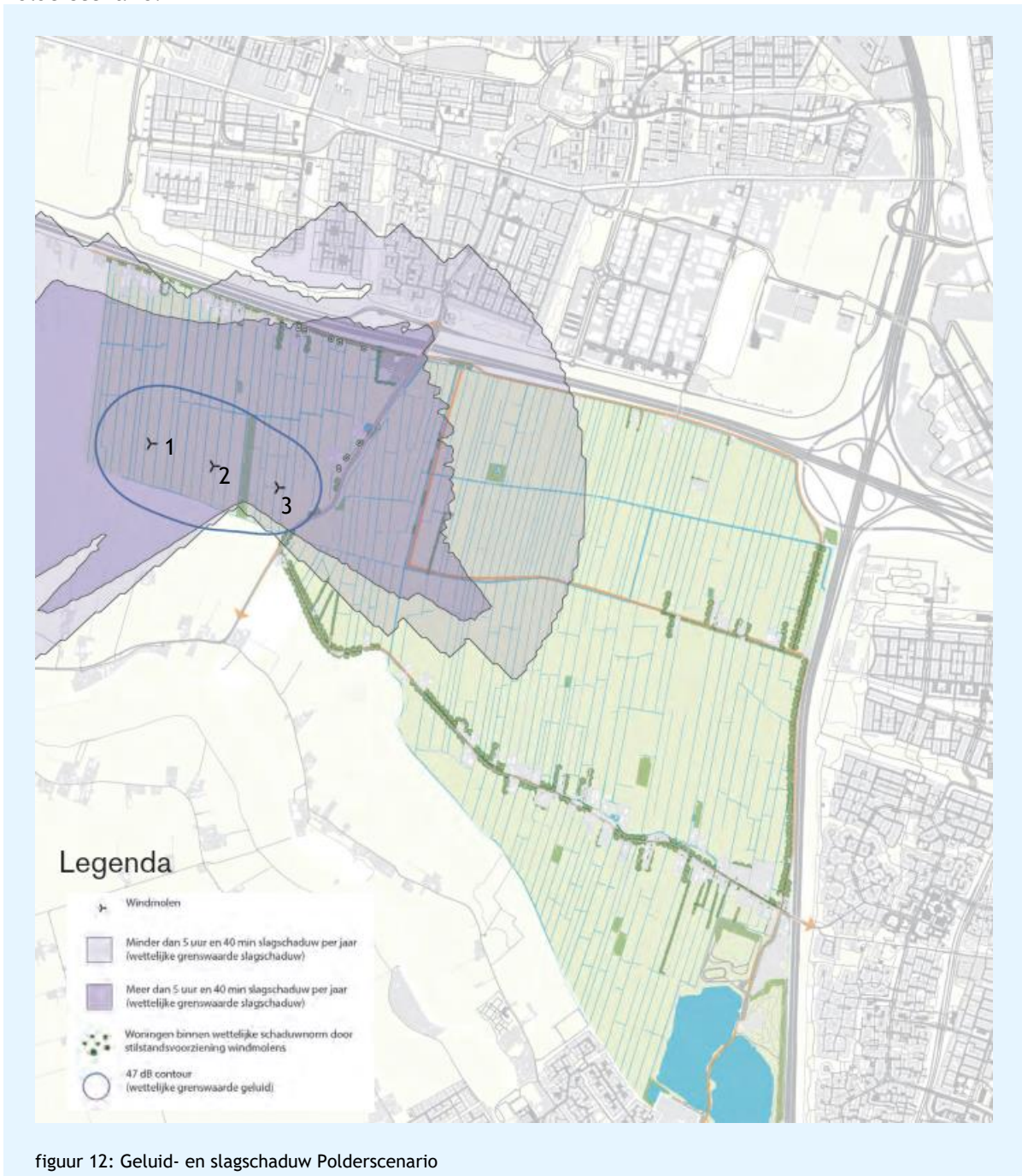
Uit bovenstaande figuur blijkt dat dit scenario zorgt voor geluidtoename van de windmolens in een deel van Veldhuizen bij hoge windsnelheden. In De Meern zijn de windmolens met name zeer beperkt hoorbaar. In Nieuwegein zijn de windmolens zeer beperkt hoorbaar.

Bij het optreden van slagschaduw wordt vaak direct hinder ervaren. Door het aantal uur dat slagschaduw optreedt terug te regelen met een stilstandvoorziening kan de hinderduur verminderd worden. Dit heeft enigszins negatieve gevolgen voor het energieopwekkend vermogen.

4.5 Polderscenario

4.5.1 Wettelijke normen

In onderstaande figuur zijn de geluid- en slagschaduwcontouren weergegeven voor het Polderscenario.



figuur 12: Geluid- en slagschaduw Polderscenario

Het Polderscenario bevat 3 windmolens. Uitgangspunt in de berekeningen is een kleinere windmolen met een lagere ashoogte dan de overige scenario's. Uitgegaan van de voor geluid

meest geluidproducerende windmolen, de Vestas V117 3.6MW, zijn de onderstaande modi nodig om aan de wettelijke eisen te voldoen voor slagschaduw en geluid. De windmolens zijn van west naar oost genummerd

tabel 8: instellingen om te voldoen aan wettelijke eisen

windmolen	modus dag voor geluid	modus avond voor geluid	modus nacht voor geluid	percentage stilstand voor slagschaduw
1	0	0	1	0,6%
2	0	0	2	0,4%
3	1	1	3	0,4%

In de dag, avond- en nachtperiode zijn met deze windmolen stillere modi nodig. Met de voorzieningen uit bovenstaande tabel voldoet dit scenario bij alle woningen aan de wettelijke eisen voor slagschaduw en geluid. Afhankelijk van de modus is de afstand van de windmolen tot het punt waar het geluid aan de wettelijke grenswaarden voldoet 290 tot 400 meter.

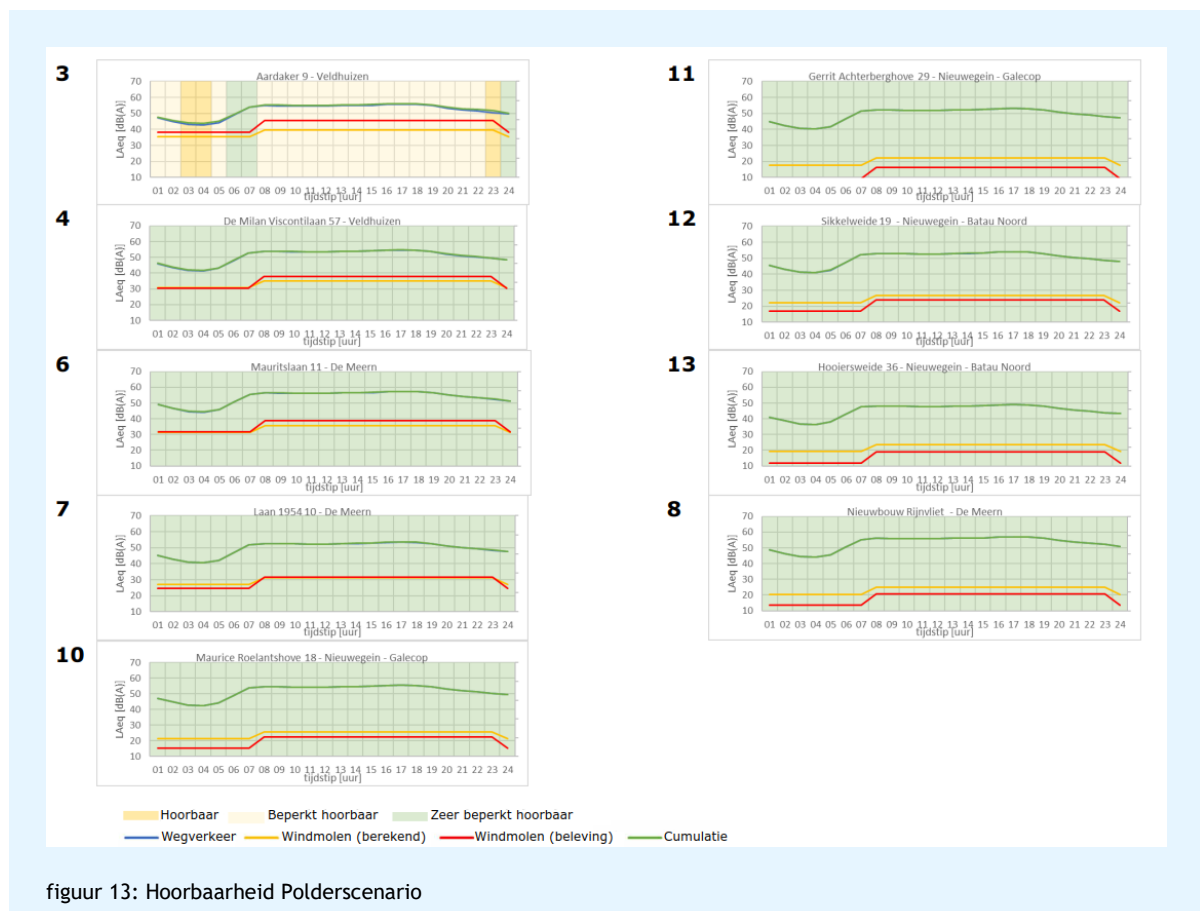
Een keuze voor een hoogte of type windmolen is op dit moment nog niet gemaakt. Aangezien voor geluid is uitgegaan van de meest geluidproducerende windmolen kan de uiteindelijke draaimodus anders zijn of lager zijn dan hier weergegeven.

Stilstandvoorzieningen zijn nodig om de woningen binnen de polder aan de wettelijke grenswaarden voor slagschaduw te laten voldoen. Slagschaduw binnen de wettelijke norm reikt tot in de woongebieden Veldhuizen en De Meern. In de tabel is het benodigde percentage stilstand opgenomen om aan de wettelijke eisen te voldoen.

Een keuze voor ashoogte en rotordiameter is op dit moment nog niet gemaakt. Met een kleinere windmolen neemt de afstand waarop slagschaduw kan optreden af, zie figuur 15.

4.5.2 Beleving

In onderstaande figuur is de hoorbaarheid van het geluid van de windmolens weergegeven. In bijlage 1 zijn deze figuren groter weergegeven. De locaties van de punten zijn weergegeven in figuur 1.



Uit bovenstaande figuur blijkt dat dit scenario zorgt voor geluidtoename van de windmolens in een deel van Veldhuizen bij hoge windsnelheden. In de rest van Veldhuizen, De Meern en Nieuwegein zijn de windmolens zeer beperkt hoorbaar.

Bij het optreden van slagschaduw wordt vaak direct hinder ervaren. Door het aantal uur dat slagschaduw optreedt terug te regelen met een stilstandvoorziening kan de hinderduur verminderd worden. Dit heeft gevolgen voor het energieopwekkend vermogen.

4.6 Gevoeligheidsanalyse

In dit onderzoek is uitgegaan van windmolens met de meeste impact op de omgeving. Dit betekent dat is uitgegaan van de grootste molens met hoogste ashoogte binnen het spectrum dat nu beschikbaar is voor windenergie op land. Daarnaast is uitgegaan van de meest geluidproducerende windmolens die beschikbaar zijn. In deze alinea beschrijven we de gevolgen van het toepassen van lagere windmolens en de gevolgen van het toepassen van andere (stillere) windmolens.

4.6.1 Hoogte van de windmolens

Onderzocht is wat het effect is van het toepassen van een lagere windmolen dan waar in dit onderzoek standaard van is uitgegaan. Daarvoor zijn de contouren voor geluid en slagschaduw van de beide meest geluidproducerende windmolens van de twee onderzochte hoogtes (190 en 230 meter tiphoogte) over elkaar gelegd.



Uit deze figuur, waarin de jaargemiddelde geluidscontouren zijn weergegeven, blijkt dat de contouren bij benadering even groot zijn. Het verschil tussen deze twee windmolens in effect op de omgeving voor wat betreft geluid is zeer beperkt. De oorzaak daarvan is dat het hogere type een nieuwer type is. De windmolenleveranciers hebben veel aandacht voor geluid, waardoor nieuwere types vaak stiller zijn. Daarnaast is de windverdeling verschillend op de verschillende hoogtes, zodat de contouren verschuiven ten opzichte van elkaar. Het toepassen van een andere hoogte heeft daarmee maar beperkt effect op de afstand waarop de wettelijke contouren liggen voor de bepaling van de maximale invloed.



figuur 15: contourvergelijking van slagschaduw van verschillende hoogtes windmolens

Uit de figuur blijkt dat een kleinere windmolen slechts enigszins kleinere slagschaduwcontouren geeft. Doordat op verschillende hoogtes verschillende windverdelingen zijn overlappen de contouren elkaar deels. Een kleinere windmolen heeft effect op de afstand waarop slagschaduw wordt ervaren. Dit effect is met name midden op de dag duidelijk (zon in het zuiden, slagschaduwcontour ten noorden van de windmolen). Bij zonsopkomst en zonsondergang wijken de afstanden slechts beperkt af.

4.6.2 Andere types windmolens

In het onderzoek is uitgegaan van de meest geluidproducerende windmolen voor geluid. Uit tabel 1 blijkt dat een ruime spreiding in bronvermogens bestaat. In deze tabel zijn bronvermogens tussen 104,5 en 109,6 dB opgenomen. Dit is een spreiding van ruim 5 dB. De mediaan ligt 3 dB onder het bronvermogen van de door ons toegepaste windmolen.

De door ons beschouwde windmolen heeft een bronvermogen van 108,0 dB. Dit is zonder toepassing van zogeheten uilenveren aan de wieken. Uilenveren zijn een soort kam die aan de wieken wordt bevestigd om de luchtstroom te leiden. Dit leidt tot lagere geluidsniveaus. Standaard levert Vestas deze windmolen met uilenveren. Het bronvermogen bedraagt dan 104,9 dB. Dit is 3,1 dB lager dan het door ons toegepaste bronvermogen.

Bij een 5 dB stillere windmolen gaat de hoorbaarheid voor de scenario's Ring, Kreek en Nieuw Rijnenburg naar enkel nog beperkt hoorbaar en zeer beperkt hoorbaar in de omliggende wijken. Voor het Polderscenario gaat de hoorbaarheid naar enkel nog zeer beperkt hoorbaar in de omliggende wijken. Voor Energie voorop blijft het geluid van de windmolens in de omliggende wijken hoorbaar. Let wel, dit geldt enkel bij windsnelheden waarop het geluid van de windmolens maximaal is.

Voor de slagschaduw heeft enkel het formaat van de windmolen effect op de slagschaduw. Het effect van hoogte is in paragraaf 4.6.1 toegelicht.

5. Aanbevelingen

5.1 Onderzoek laagfrequent geluid

Dit onderzoek betreft een voorstudie in het afwegings- en keuzetraject. Het is een bekend gegeven dat het geluid van windmolens laagfrequente component kan bevatten.

In de inleiding van Bijlage 4 van de Activiteitenregeling milieubeheer staat vermeld dat de regeling geen verdere mogelijkheden biedt om een toeslag toe te kennen voor tonaal of impulsachtig geluid. Het karakteristieke geluid van windmolens is immers meegenomen bij de normstelling. Volgens vaste jurisprudentie (bijvoorbeeld ABRvS 201608423/1/R6 en 201703826/1/R6) hoeft laagfrequent geluid niet separaat beoordeeld te worden. Volgens deze uitspraken maakt de beoordeling van het laagfrequente geluid bij windmolens onderdeel uit van de beoordeling van het totale geluid in het kader van het Activiteitenbesluit. In de formele besluitvorming is het daarom niet verplicht om separaat onderzoek uit te voeren naar laagfrequent geluid.

Voor een compleet inzicht in de effecten van geluid van de windmolens adviseren wij in het vervolgproces in het kader van de m.e.r. onderzoek te doen naar laagfrequent geluid.

Laagfrequent geluid is voor een belangrijk deel afhankelijk van de turbinekeuze. Bij de m.e.r. zijn de kaders waarbinnen de windmolens gekozen kan worden beperkter, zodat dit onderzoek in dat stadium gericht kan worden uitgevoerd dan tijdens deze studie in het kader van de raadvraag.

5.2 Onderzoek maatwerkvoorschriften bij wenselijkheid lagere niveaus

Bij onderzoek naar de plaatsing van windmolens doet zich regelmatig de vraag voor of het mogelijk is om in de zoektocht naar een optimum tussen opbrengst, beleving en milieubelasting andere geluidbelastingen of slagschaduwduur toe te staan dan standaard voorgeschreven in het Activiteitenbesluit.

Het Activiteitenbesluit biedt de mogelijkheid maatwerk te stellen voor geluid. De mogelijkheden daarvoor zijn beperkt tot de situaties die in artikel 3.14a lid 2 en 3 genoemd zijn.

De eerste mogelijkheid (lid 2) is gebaseerd op de mogelijkheid van cumulatie met andere windmolens of clusters daarvan. Andere windmolens staan op dermate grote afstand dat geen sprake is van cumulatie. Daarmee zijn geen maatwerkvoorschriften te stellen op basis van lid 2.

Lid 3 geeft het bevoegd gezag de mogelijkheid andere waarden voor geluid vast te stellen in verband met bijzondere lokale omstandigheden. Uit de toelichting op het Activiteitenbesluit blijkt dat de wetgever hier in ieder geval stiltegebieden mee heeft bedoeld. Uit jurisprudentie blijkt dat tot nu toe enkel de aanwezigheid van stiltegebieden voldoende is om maatwerkvoorschriften te stellen. De toelichting op het Activiteitenbesluit stelt dat het nodig is een gedegen motivering, waarin de afwijking van de norm wordt gerechtvaardigd, vereist is.

In de Activiteitenregeling is in artikel 3.12 lid 2 opgenomen dat het bevoegd gezag ten opzichte van de standaard regeling aanvullend maatwerkvoorschriften mag stellen ten behoeve van het voorkomen of beperken van slagschaduw indien het eerste lid in een specifiek geval niet toereikend is. Geen jurisprudentie⁶ is bekend waaruit blijkt wanneer sprake is van bijzondere omstandigheden.

⁶ Zie *Omgevingsrechtelijke aspecten rond slagschaduw, lichthinder en radarverstoring door windturbines op land. Last but not Least!* Mr. J.R.J.J. Aerts, Nederlands Tijdschrift voor Energierecht, p. 194-202, 5 december 2017.

Indien de raad strengere eisen wil stellen voor geluid en slagschaduw dan de standaard normen uit Activiteitenbesluit en Activiteitenregeling, dan dient zij dit uitgebreid te motiveren. Op basis van de huidige jurisprudentie is het echter de vraag of maatwerkvoorschriften in deze situatie publiekrechtelijk mogelijk zijn. Indien deze aanpak wenselijk wordt geacht door de raad adviseren wij dit uitvoerig juridisch te onderzoeken.

Het stellen van maatwerk is een voor bezwaar en beroep vatbaar besluit, waarop de uitgebreide voorbereidingsprocedure van toepassing is.

Aanvullende wensen van de raad kunnen ook in de planregels van het bestemmingsplan geregeld worden.


6. Afsluitend

In dit rapport zijn de effecten van geluid en slagschaduw opgenomen voor de ontwikkelde scenario's voor het Energielandschap Rijnenburg en Reijerscop. De effecten zijn bepaald voor een windmolen met de grootste impact voor geluid en slagschaduw, om de maximale invloed op de omgeving in beeld te brengen.

De ontwikkelde scenario's en de effecten op de omgeving als gevolg van deze scenario's kan de gemeenteraad van Utrecht gebruiken om de richting voor de verdere ontwikkeling van het gebied te bepalen.

Dit onderzoek is niet uitgevoerd in het kader van een formele procedure. Als de raad besluit grootschalige duurzame-energieopwekking in het gebied in te willen passen, zijn een m.e.r., bestemmingsplan en omgevingsvergunning nog noodzakelijk.

De effecten van de verschillende scenario's voor geluid en slagschaduw zijn weergegeven in hoofdstuk 4 en de separaat beschikbare overzichten van de scenario's. In hoofdstuk 5 zijn een aantal aanbevelingen opgenomen voor verder onderzoek tijdens het eventuele vervolgproces.



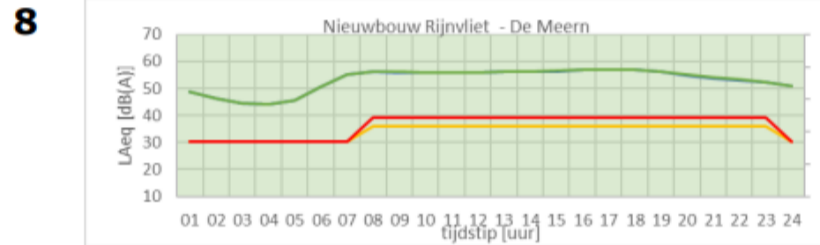
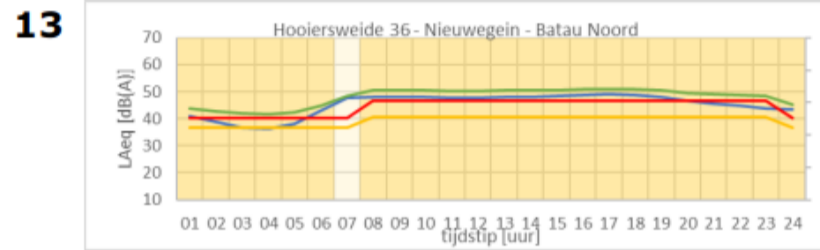
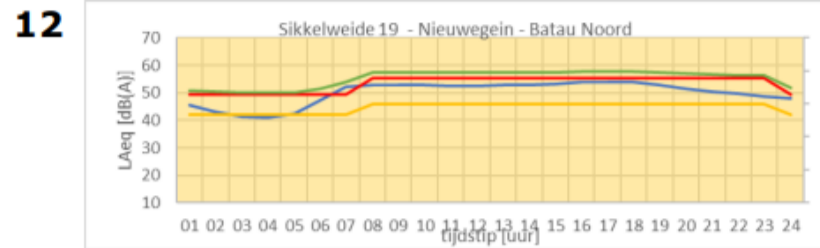
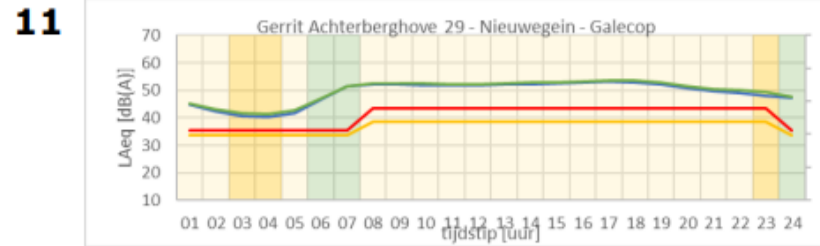
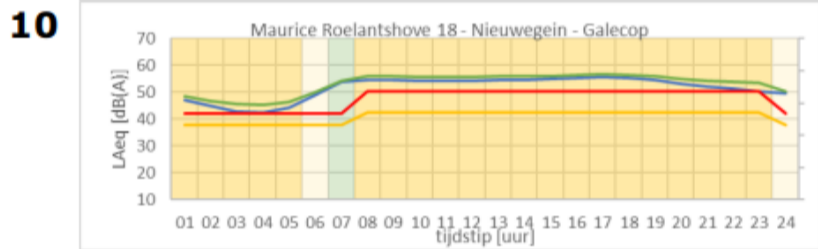
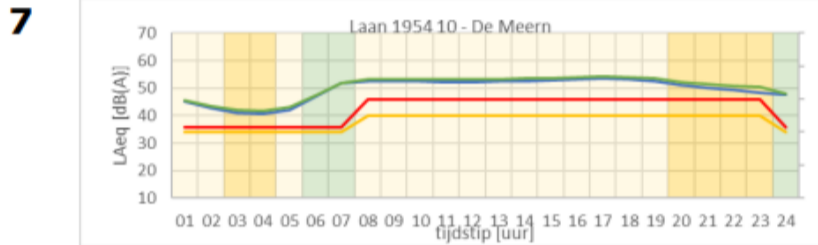
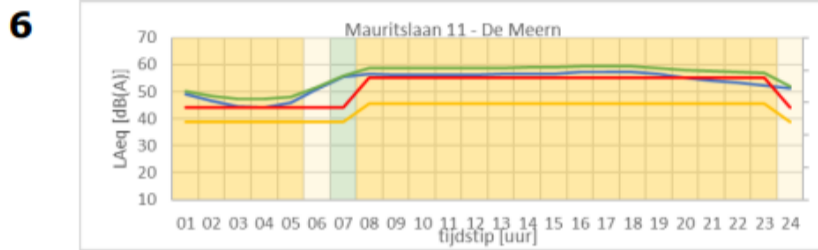
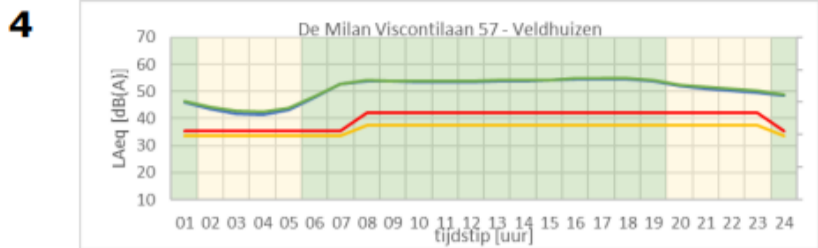
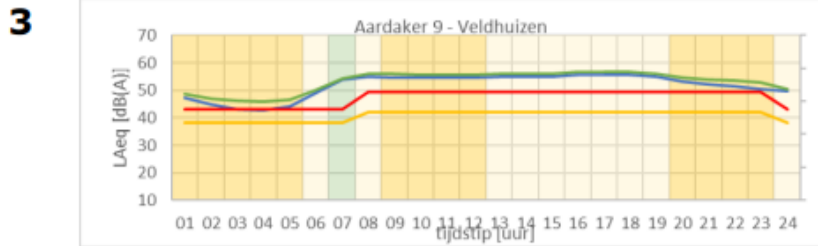
ing. A.G. (Gerard) van Kempen
DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V.

Bijlage 1

Titel

Hoorbaarheid windmolens

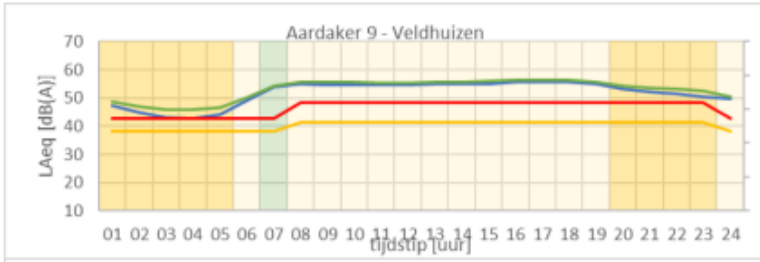
Energie Voorop



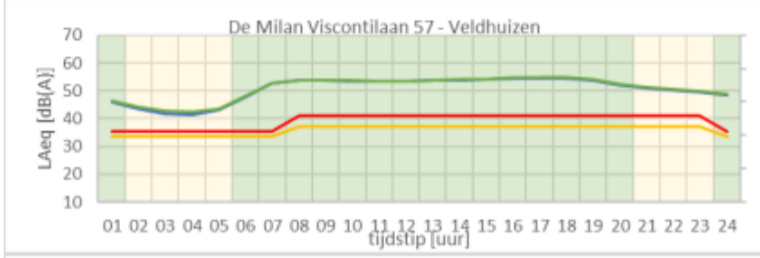
 Hoorbaar
 Beperkt hoorbaar
 Zeer beperkt hoorbaar
— Wegverkeer
 — Windmolen (berekend)
 — Windmolen (beleving)
 — Cumulatie

De Ring

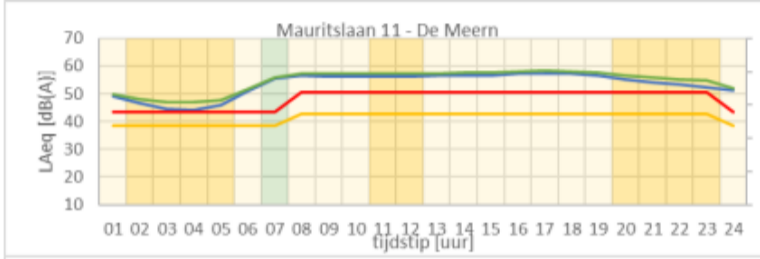
3



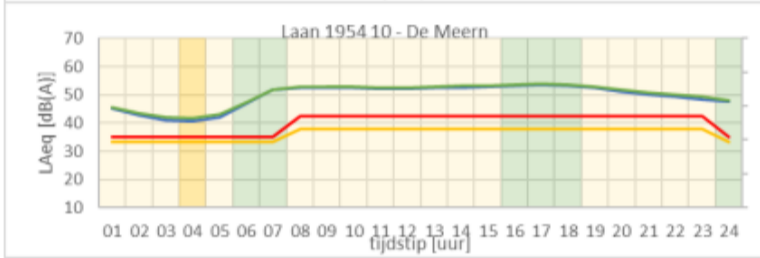
4



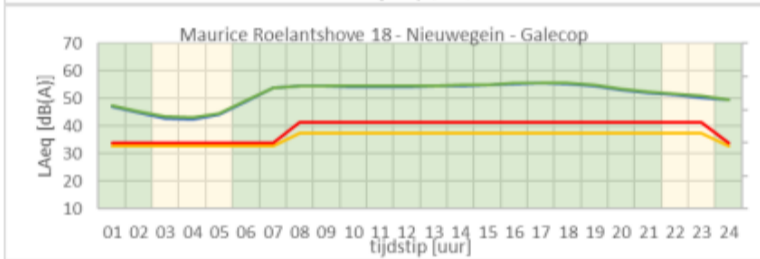
6



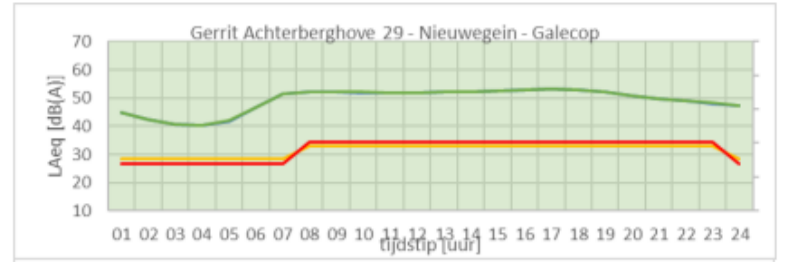
7



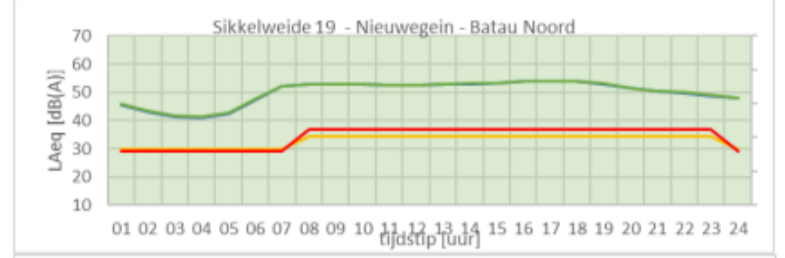
10



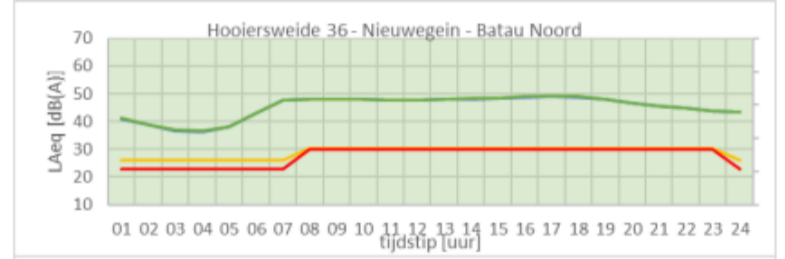
11



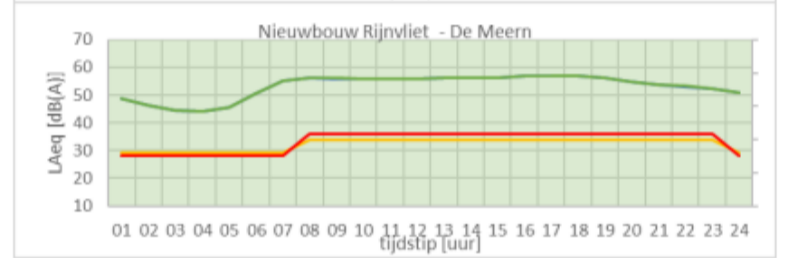
12



13

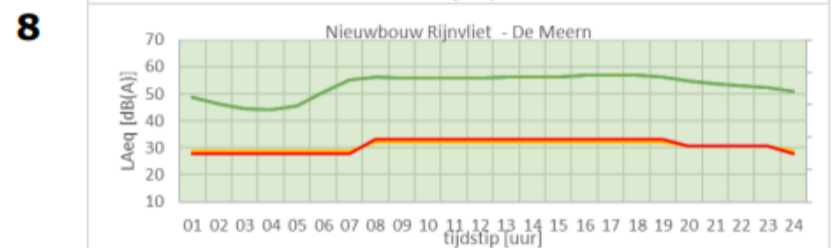
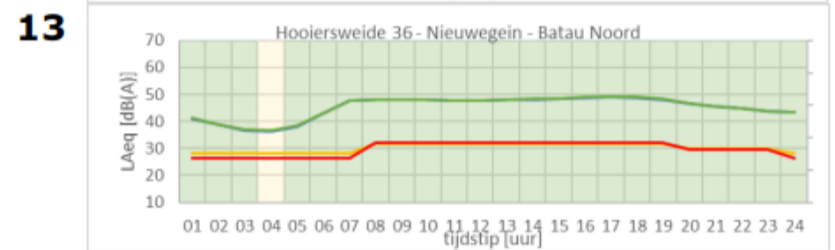
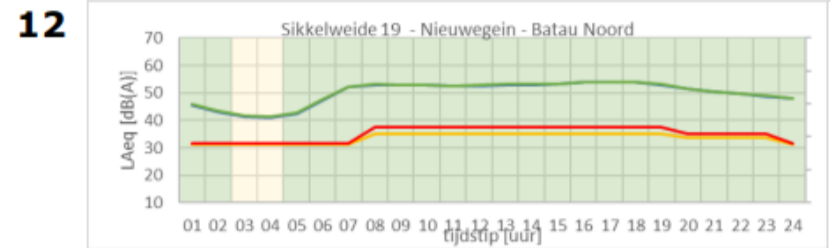
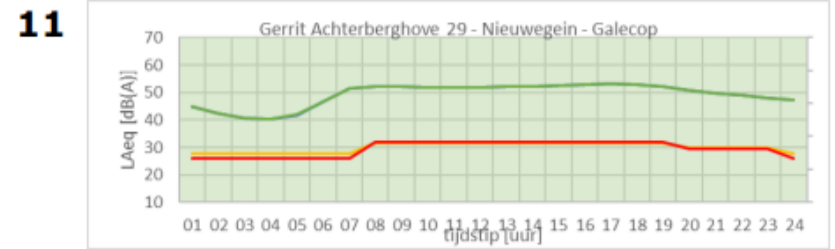
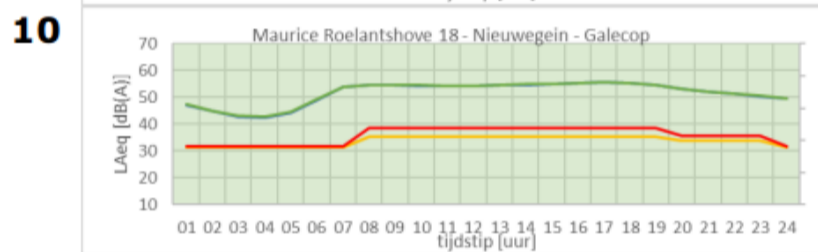
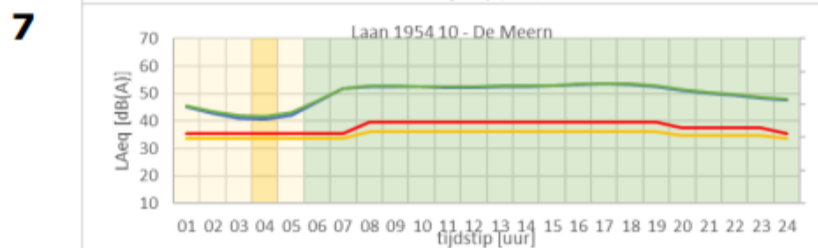
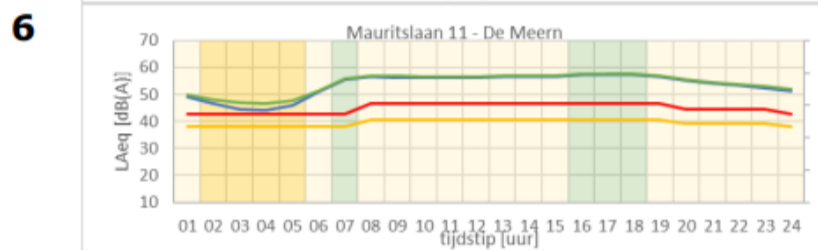
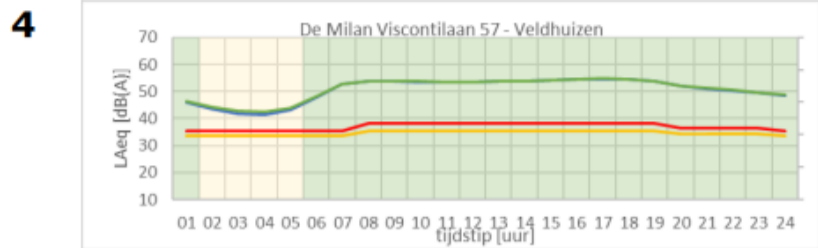
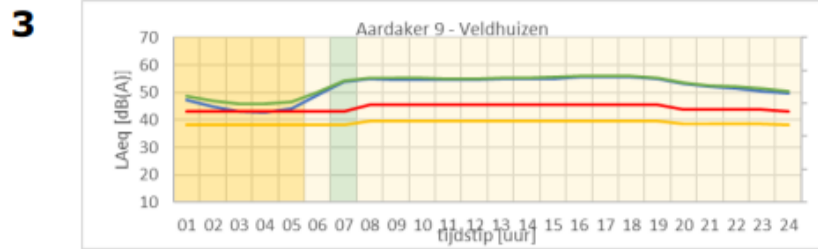


8



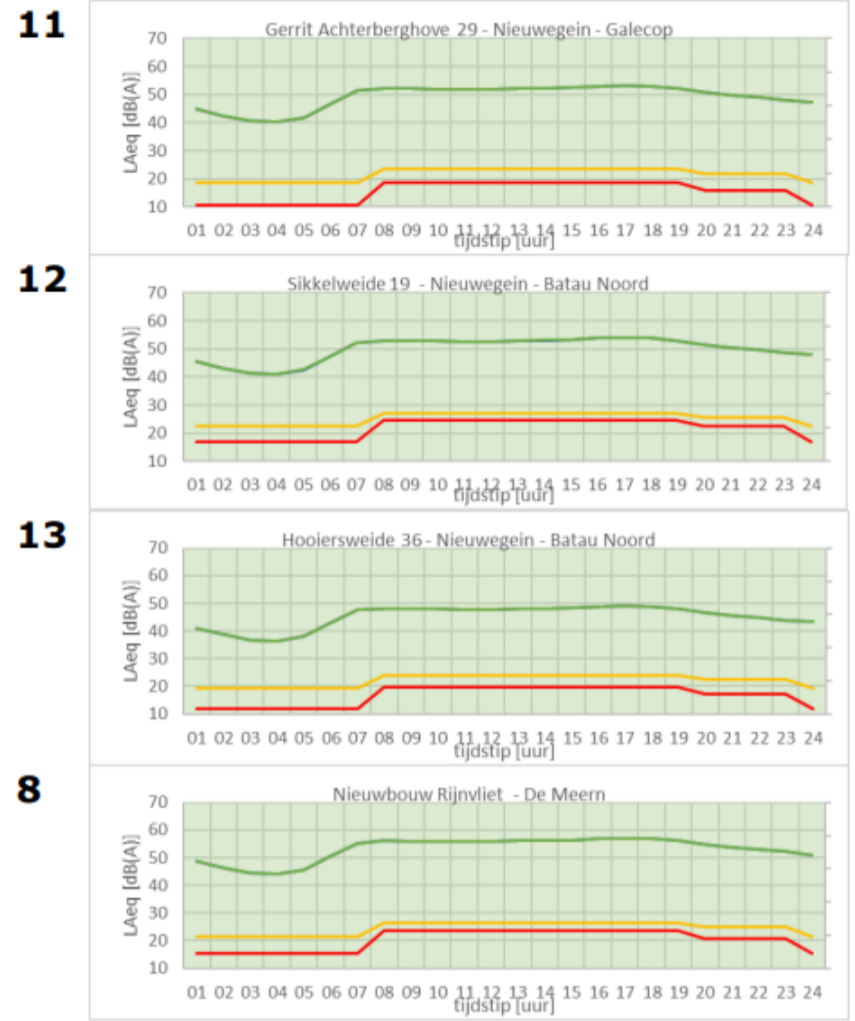
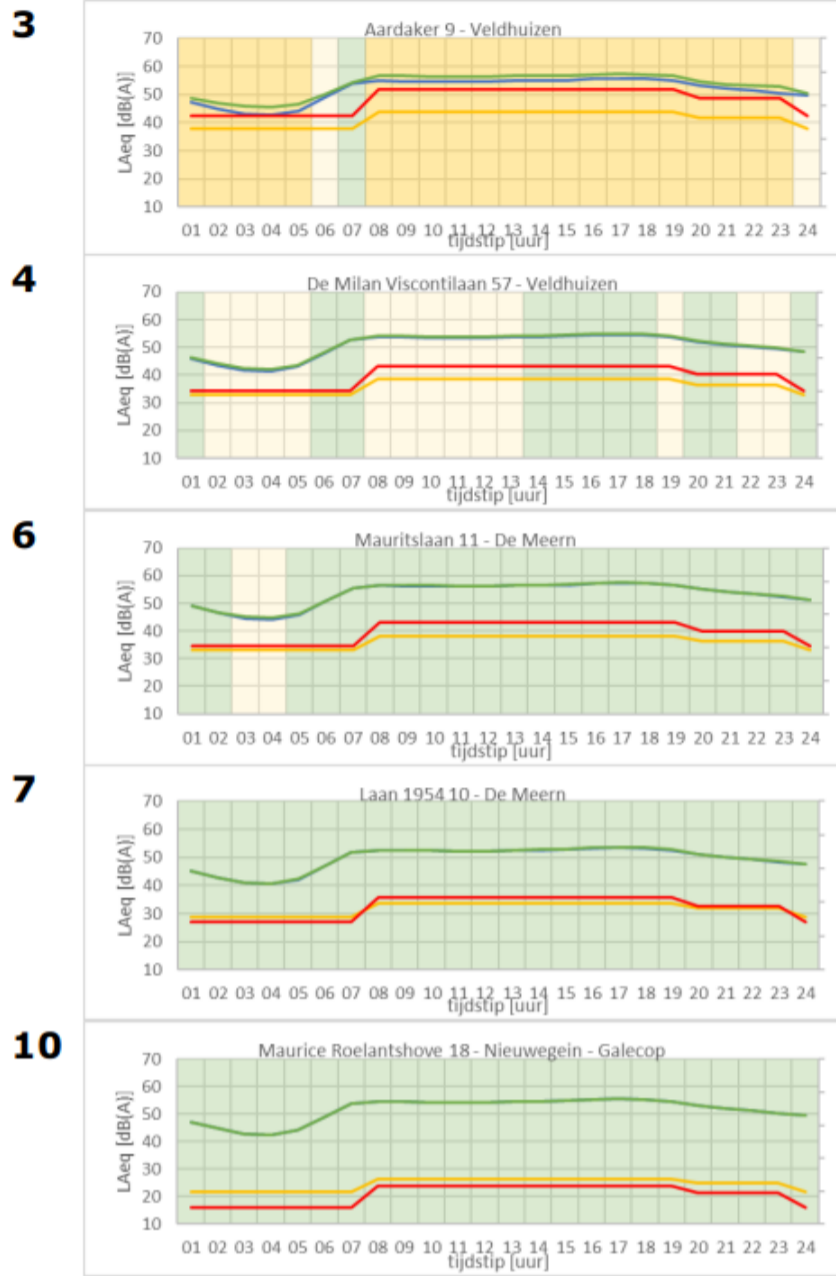
Hoorbaar
 Beperkt hoorbaar
 Zeer beperkt hoorbaar
— Wegverkeer
 — Windmolen (berekend)
 — Windmolen (beleving)
 — Cumulatie

Kreek



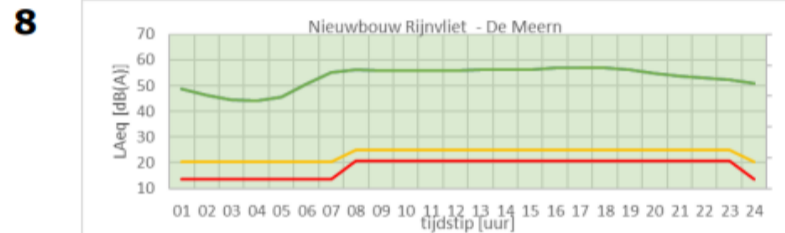
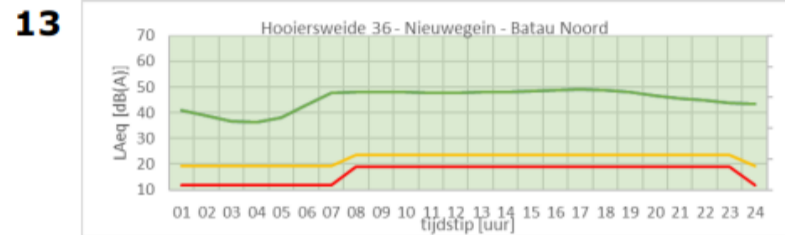
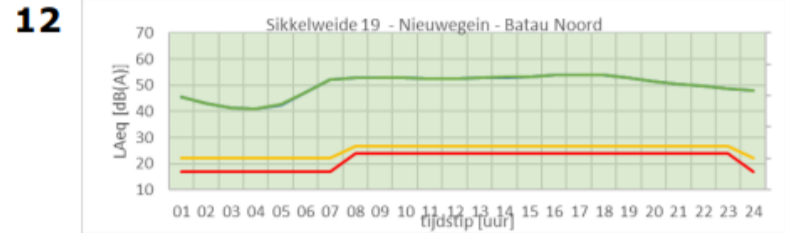
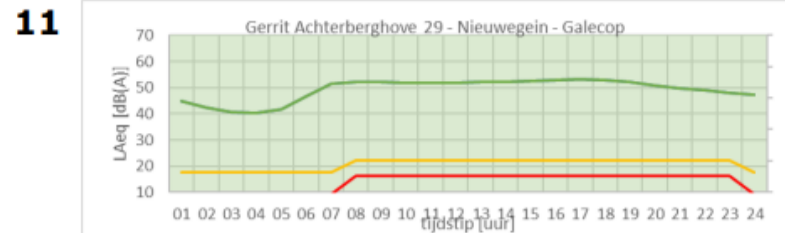
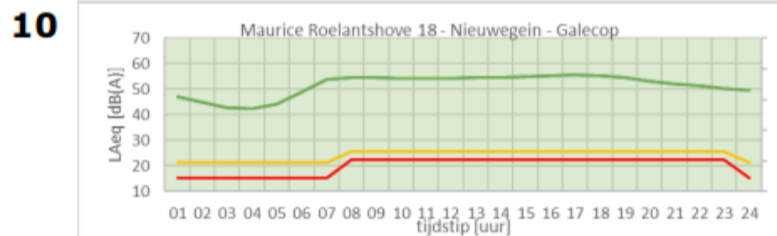
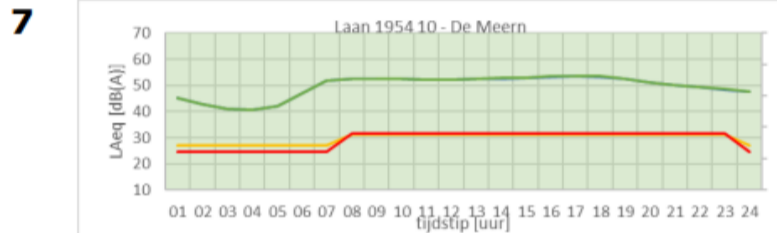
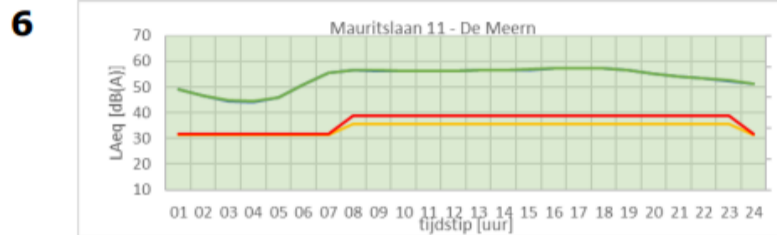
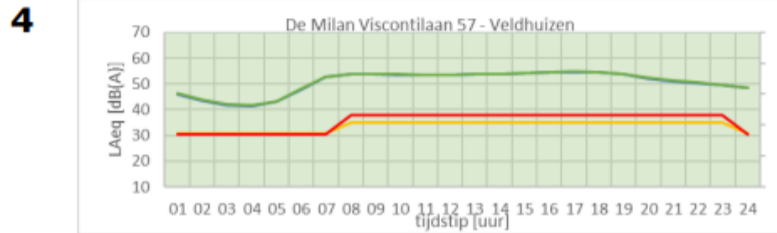
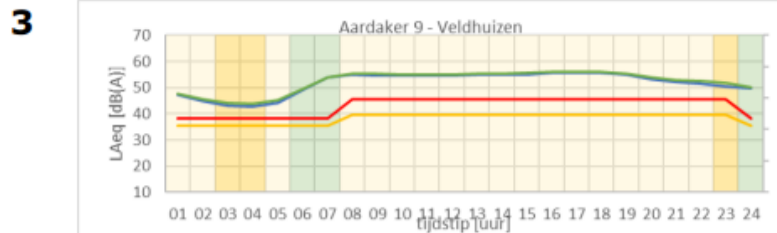
Hoorbaar
 Beperkt hoorbaar
 Zeer beperkt hoorbaar
 Wegverkeer
 Windmolen (berekend)
 Windmolen (beleving)
 Cumulatie

Nieuw Rijnburg



Hoorbaar
 Beperkt hoorbaar
 Zeer beperkt hoorbaar
— Wegverkeer
 — Windmolen (berekend)
 — Windmolen (beleving)
 — Cumulatie

Polderscenario



Hoorbaar
Beperkt hoorbaar
Zeer beperkt hoorbaar
— Wegverkeer
 — Windmolen (berekend)
 — Windmolen (beleving)
 — Cumulatie