

VAN
GRINSVEN
ADVIES

De Bendels 9
5391 GD Nuland
tel: (073) 534 10 53
fax: (073) 534 10 28
info@vangrinsvenadvies.nl
www.vangrinsvenadvies.nl
Rabobank 13.75.30.447
BTW nr: NL0933.40.692.B01
Kamer van Koophandel: 16064749

milieuadvies
akoestisch onderzoek
onderzoek slagschaduw
fotovisualisaties
vergunningaanvragen
Wet milieubeheer

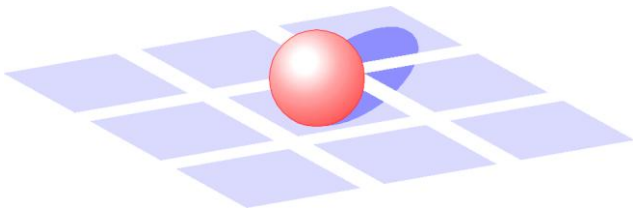
Opdrachtgever: Delta Windpark B.V.
Postbus 311
3240 AH Middelharnis

Kenmerk: DW-Battennoert.TSV2.docx

Betreft: Akoestisch onderzoek en onderzoek naar slagschaduwhinder
voor het op te schalen windpark Battennoert nabij Nieuwe Tonge.
Fotovisualisatie van het windpark.

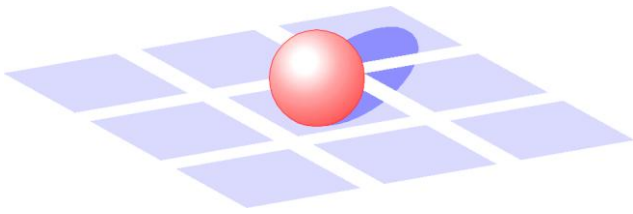
Contactpersoon opdrachtgever:
de heer Gijs van Hout,
tel: 0187-47 05 44.

Behandeld door:
L. van Grinsven,
december 2010.



Inhoud

1.	Inleiding	1
1.1	Beschrijving van de locatie	1
1.2	Omgeving	1
1.3	Regelgeving	2
1.4	Wijziging Besluit algemene regels voor inrichtingen	2
1.5	Enercon E-101	2
1.6	Siemens SWT 3.0-101	3
2.	Akoestisch onderzoek	4
2.1	Geluidbron Enercon E-101	4
2.2	Geluidbron Siemens SWT 3.0-101	4
2.3	Invoer rekenmodel	4
2.4	Windaanbod	5
2.5	Rekenresultaten	7
3.	Onderzoek slagschaduw	8
3.1	Normstelling	8
3.2	Schaduwgebied	8
3.3	Potentiële schaduw	9
3.4	Rekenresultaten	10
3.5	Hinderduur bij woningen	10
3.6	Hinderbeperkende maatregelen	11
4.	Fotovisualisaties	12
4.1	Perspectief	12
4.2	Kijkafstand	12
5.	Bespreking	13
5.1	Geluid	13
5.2	Slagschaduw	13
5.3	Visualisaties	13

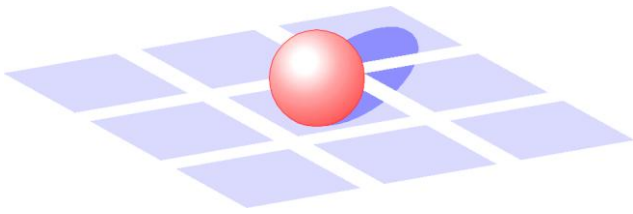


Bijlagen

bijlage 1 : objecten rekenmodel	14
bijlage 2 : rekenresultaten geluid	16

Figuren

figuur 1 : situatie objecten rekenmodel.....	17
figuur 2 : toetspunten en geluidcontouren Lden Enercon E-101	18
figuur 3 : geluidcontouren L_{den} Siemens SWT 3.0-101	19
figuur 4 : rekenpunten en schaduwcontouren.....	20
figuur 5 : fotopunten	21
figuur 6 : foto A; Clinckerlant	22
figuur 7 : foto B; Maranatha.....	23
figuur 8 : foto C; Nieuwe Tonge.....	24
figuur 9 : foto D; Tonisseweg N215	25
figuur 10 : foto E; Viaduct N59.....	26



1. Inleiding

In opdracht van Delta Windpark B.V. is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar mogelijke slagschaduwhinder uitgevoerd. Het betreft het op te schalen windpark Battenoord nabij Nieuwe Tonge in de gemeente Middelharnis.

De bestaande opstelling met zeven kleinere turbines wordt vervangen door vier nieuwe turbines. Onderzocht zijn twee varianten met de volgende turbines:

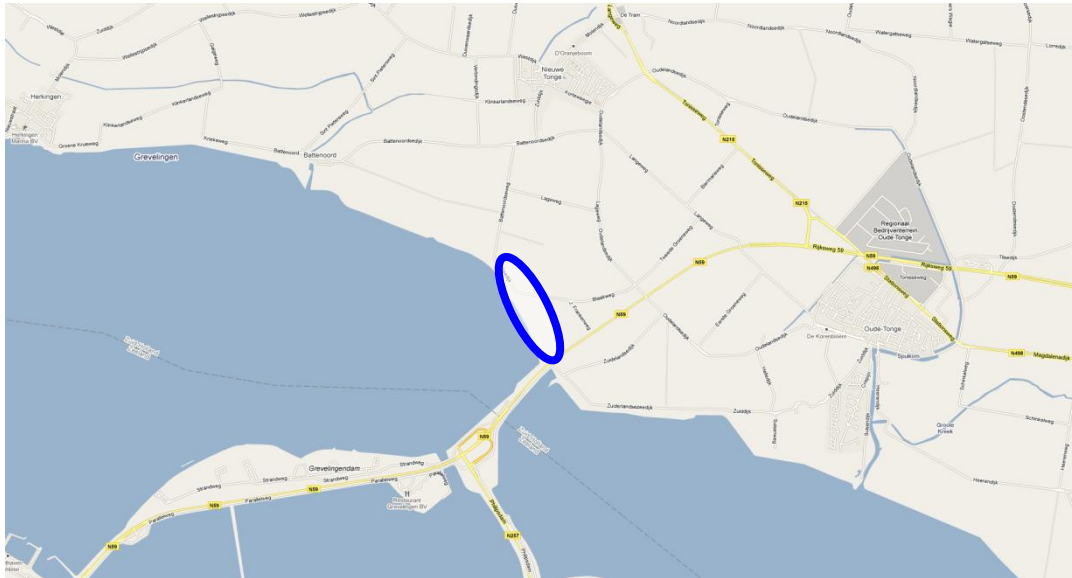
- Enercon E-101 met een ashoogte van 99,5 m;
- Siemens SWT 3.0-101 met een ashoogte van 99,5 m.

Daarnaast is van de opstelling een fotovisualisatie vervaardigd.

1.1 Beschrijving van de locatie

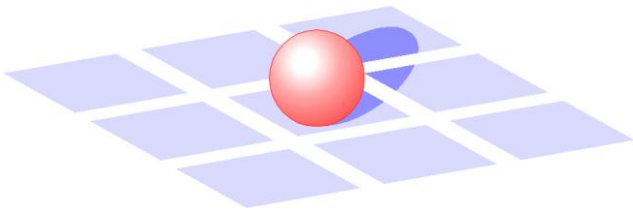
Het windpark staat ten zuiden van Nieuwe Tonge op circa 125 m uit de kustlijn van de Grevelingen (zie ook figuur 1). Ten zuiden loopt de N59 naar de Grevelingendam.

Afbeelding 1-1: locatie.



1.2 Omgeving

De inrichting is gelegen in een poldergebied met verspreid gelegen boerderijen. De woningen zijn veelal bedrijfs- en/of grondgebonden. Op een afstand vanaf circa 1,5 km ten noorden van turbine 4 begint de bebouwde kom van Nieuwe Tonge. De meest nabij gelegen geluidgevoelige bestemming van derden bevindt zich op een afstand van circa 435 m ten noorden van turbine 4. Op een afstand van circa 125 m ten zuidwesten van de turbinelij ligt de Grevelingen (zie ook de figuren 1-4).



1.3 Regelgeving

De kortste afstand tussen een woning van derden en een turbine bedraagt meer dan viermaal de ashoogte (maximaal 4x99,5 m). Het opgestelde vermogen bedraagt 12 MW. De inrichting is daarom niet vergunningplichtig inzake de Wet milieubeheer. De inrichting valt onder artikel 3.13 van het Activiteitenbesluit¹. De dichtstbijzijnde woning van derden ligt verder weg dan 300 m zodat het overleggen van een rapport van een akoestisch onderzoek formeel niet is vereist. Ter informatie is een dergelijk onderzoek toch uitgevoerd.

Binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter (12x101 m) bevinden zich woningen van derden zodat ook een onderzoek naar slagschaduw is uitgevoerd.

Deze rapportage wordt gebruikt bij de planologische procedure en wordt gevoegd bij de melding in het kader van het Activiteitenbesluit.

Omdat het park bestaat uit minder dan 10 turbines en het opgestelde vermogen minder is dan 15 MW valt het windpark niet onder onderdeel D (beoordelingsplicht) van het Besluit MER (MilieuEffectRapportage).

1.4 Wijziging Besluit algemene regels voor inrichtingen

Het besluit wijziging milieuregels windturbines² is op 14 oktober 2010 gepubliceerd. Verwacht wordt dat dit besluit op 1 januari 2011 of kort hier na van kracht wordt. Voor de normstelling geluid is in dit onderzoek aansluiting gezocht bij deze nieuwe regelgeving die gebaseerd is op een toetsing bij woningen van derden aan de waarde $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB.

1.5 Enercon E-101



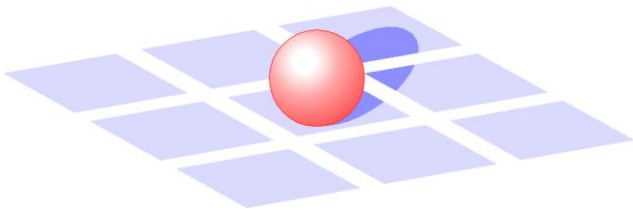
De Enercon E-101 heeft een rotordiameter van 101 m met drie rotorbladen. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 6 en 15 tpm. Het nominale generatorvermogen is 3 MW. De turbine wordt hier geplaatst op een conische mast waardoor de rotoras circa 99,5 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 150 m hoog.

De mast heeft een diameter van circa 7 m aan de voet en circa 3 m aan de top.

De rotorbladen zijn semi-mat. De grootste breedte van het blad is circa 4,4 m; aan de tip zijn de bladen circa 0,75 m breed.

¹ Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, 19 oktober 2007, nr.07.00113, Staatsblad 2007/415.

² Besluit van 14 oktober 2010 tot wijziging van het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer en het Besluit omgevingsrecht (wijziging milieuregels windturbines).

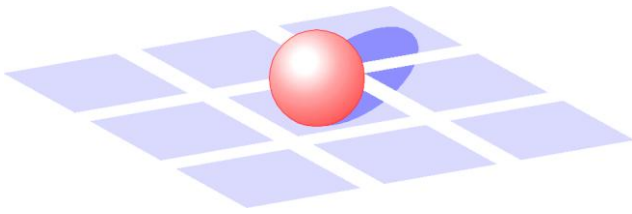


1.6 Siemens SWT 3.0-101

De direct-drive Siemens SWT 3.0-101 heeft een rotordiameter van 101 m en drie rotorbladen B49. Het nominale elektrische vermogen is 3 MW. Het toeren-tal van de rotor is continu variabel tussen circa 6 en 16 tpm. De turbine wordt hier geplaatst op een conische stalen mast waardoor de rotoras circa 99,5 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 150 m hoog.

De mast heeft een diameter van circa 4,2 m aan de voet en circa 2,5 m aan de top. De rotorbladen zijn semi-mat. De grootste breedte van het blad is circa 3,4 m, aan de tip zijn de bladen circa 0,8 m breed.





2. Akoestisch onderzoek

2.1 Geluidbron Enercon E-101

Van de Enercon E-101 zijn nog geen gedetailleerde geluidmeetgegevens bekend. Op basis van berekeningen verwacht de leverancier echter een bronsterkte van 99 dB(A) bij een windsnelheid van $V_{10}=5$ m/s en 106 dB(A) als de turbine werkt op 95% van het nominale vermogen³. Dit nominale vermogen wordt opgewekt bij een windsnelheid vanaf circa $V_{10}=9$ m/s. Bij een windsnelheid van $V_{10}=7$ m/s is de bronsterkte 105,4 dB(A).

2.2 Geluidbron Siemens SWT 3.0-101

Door Siemens is de bronsterkte van de SWT 3.0-101 gepubliceerd⁴. Bij een rotorashoogte van 99,5 m bedraagt de bronsterkte 107,4 dB(A) bij een windsnelheid van $V_{10}=7$ m/s en een ruwheidslengte van $Z_0=0,05$ m. De relatie tussen de bronsterkte en de windsnelheid op 10 m hoogte is circa 1,6 dB(A)/m/s.

2.3 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgebouwd met behulp van het programma *Geomilieu*[®] versie 1.71 van DGMR. Hiermee zijn de jaargemiddelde geluidniveaus berekend. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines⁵.

De geometrie van de omgeving is vastgesteld aan de hand van kaartmateriaal, luchtfoto's en telefonisch verkregen informatie. De bodem is als akoestisch absorberend ($B=1$) ingevoerd. De A31 en de Rijksweg zijn ingevoerd als akoestische reflecterend ($B=0$). De windturbines zijn akoestisch gemodelleerd met elk drie rondom uitstralende puntbronnen ter hoogte van de rotoras ($h_b=99,5$).

In het akoestische model zijn toetspunten gedefinieerd ter plaatse van nabijgelegen geluidgevoelige bestemmingen van derden:

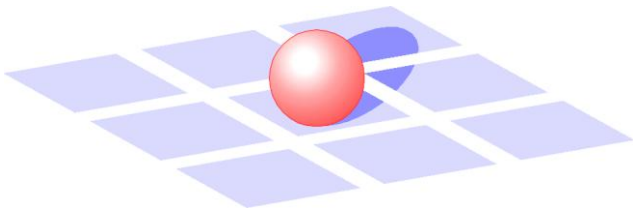
- Toetspunt 1 ligt bij de woning Maranatha aan de Battenoordseweg 8, circa 435 m ten noorden van turbine 4.
- Toetspunt 2 ligt bij een woning aan de Blaakweg 5, circa 900 m ten noordoosten van het windpark.

De toetspunten hebben twee beoordelingshoogten boven het plaatselijke maaiveld. Beoordeeld worden de geluidniveaus op plaatsen waar personen kunnen verblijven. Voor de dagperiode is dit de begane grond (+1,5 m). Voor de avond en nachtperiode is dit ter hoogte van verblijfruimten in de woning (+5 m voor een woning met twee woonlagen). Op de toetspunten is het langtijdgemiddelde geluidniveau berekend. Het rekenresultaat is het niveau van het invallende geluid (dus exclusief een eventuele bijdrage door reflectie tegen de achterliggende gevel).

³ SIAS-04-SPL 101 OM I 3MW Est, Enercon, June 2010

⁴ Acoustic Emission SWT-3.0-101 DD, Hub Height 99.5 m, Siemens, 2010.04.26

⁵ Reken- en meetvoorschrift windturbines, 23 december 2010, een uitgave van het ministerie van VROM.



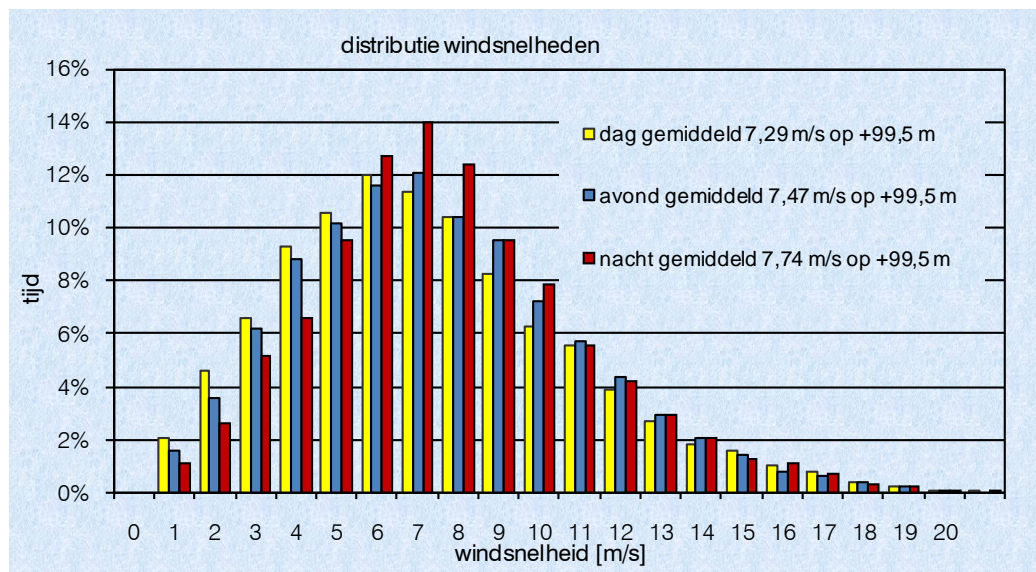
Gedetailleerde akoestische informatie over de in het rekenmodel ingevoerde objecten vindt u in de bijlage en de ligging blijkt ook uit de figuren 1-5.

2.4 Windaanbod

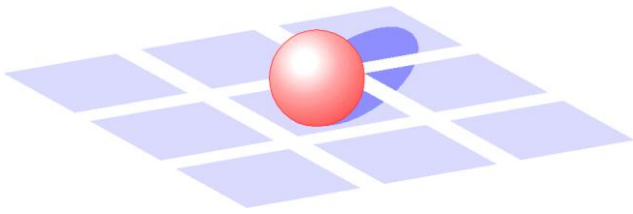
De jaargemiddelde bronsterkte L_E van een windturbine is afhankelijk van de optredende windsnelheden op ashoogte. Door het KNMI zijn gegevens gepubliceerd over de distributie van voorkomende windsnelheden op 80 tot 120 m hoogten. Deze distributies zijn gespecificeerd voor de dag, de avond en de nachtperiode. De data zijn gebaseerd op het meteo-model van het KNMI en beschikbaar op rasterpunten over geheel Nederland.

De windsnelheden op de betreffende locatie zijn verkregen door een interpolatie van de gegevens die gelden voor een hoogte van 99,5 m van de nabijgelegen rasterpunten. De verschillen tussen de dag, de avond en de nacht zijn beperkt. De verschillen in windsnelheid bij de afzonderlijke turbines zijn ook minimaal. Grafiek 2-1 geeft de verdeling van de jaargemiddelde windsnelheden op +99,5 m.

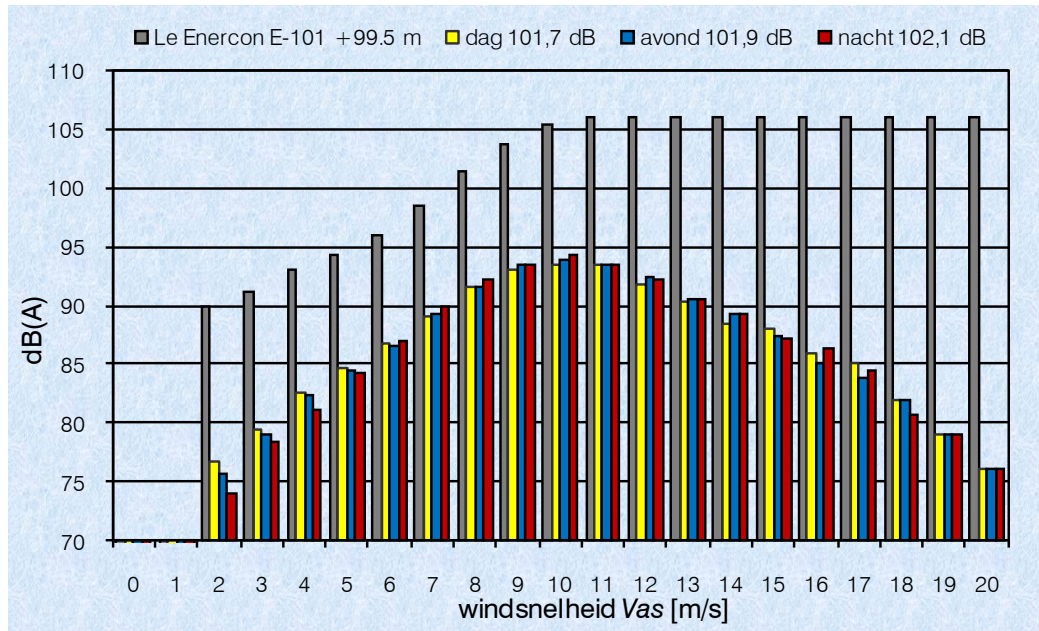
Grafiek 2-1: voorkomende windsnelheden op ashoogte 99,5 m.



De gerapporteerde bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op 10 m hoogte zijn omgerekend naar bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op ashoogte. Dit leverde de waarden op die zijn weergegeven met grijze staven in Grafiek 2-2.

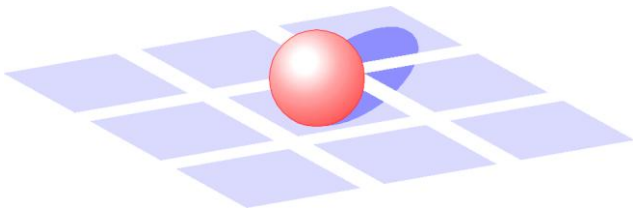


Grafiek 2-2: verdeling bronsterkten Enercon E-101 +99,5 m.

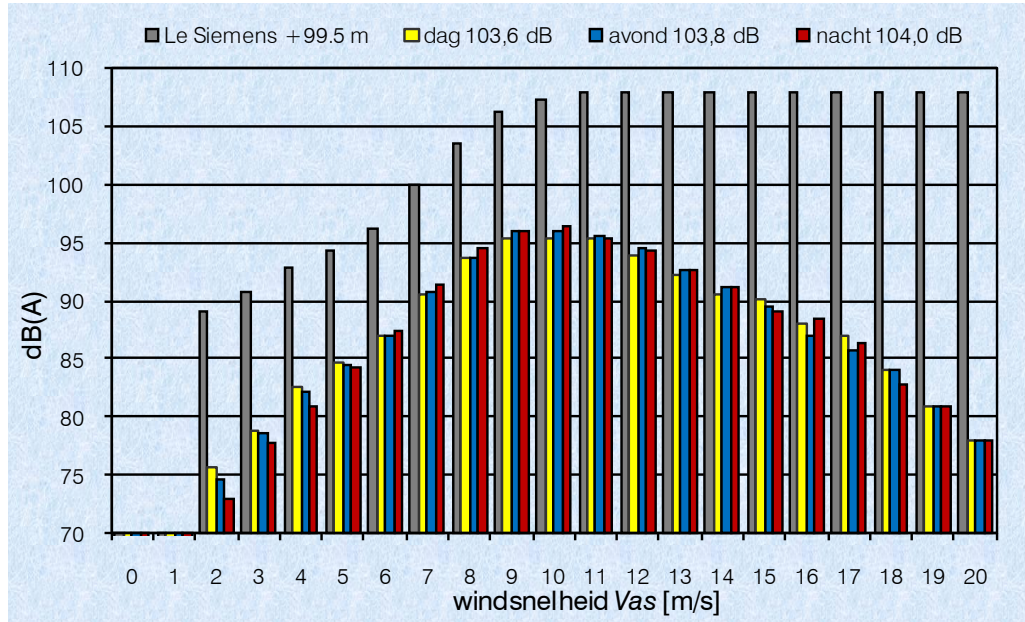


Ter informatie zijn in bovenstaande grafiek ook de gecorrigeerde bronsterkten van de Enercon E-101 weergegeven per windsnelheidsklasse voor de dag, de avond en de nacht. De gele, blauwe en rode staven representeren de bronsterkten gecorrigeerd voor het percentage van de tijd dat de betreffende windsnelheidsklasse optreedt. Hieruit valt op te maken dat het geluid bij windsnelheden van $V_{as}=7$ tot 11 m/s de hoogste bijdrage levert aan het jaargemiddelde. Het geluid bij windsnelheden tot $V_{as}=5$ m/s en vanaf 15 m/s heeft een lage bijdrage. Cumulatie van deze bronsterkten over alle windsnelheidsklassen levert de jaargemiddelde bronsterkten op.

In Grafiek 2-3 staan de bronsterkten van de Siemens SWT 3.0-101 met een ashoogte van 99,5 m. Voor de overdrachtsberekeningen is het octaafspectrum gebruikt wat gemeten is bij een windsnelheid van $V_{10}=6$ m/s en wat overeenkomt met $V_{as}=8,7$ m/s.



Grafiek 2-3: verdeling bronsterkten Siemens SWT 3.0-101 +99,5 m.



2.5 Rekenresultaten

In Tabel 2-1 zijn voor variant 1 per toetspunt vermeld: een volgnummer en de jaargemiddelde geluidniveaus L_{day} , L_{even} en L_{night} die daar optreden. L_{den} is het tijd-gewogen gemiddelde van:

- Het jaargemiddelde geluidniveau op +1,5 m in de dag L_{day} ;
- Het jaargemiddelde geluidniveau in de avond L_{even} vermeerderd met 5 dB;
- Het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht L_{night} vermeerderd met 10 dB.

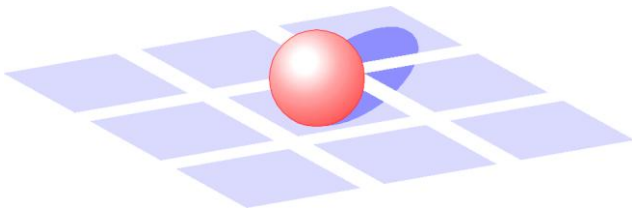
Tabel 2-1: rekenresultaten Enercon E-101 +99,5 m.

punt nr.	omschrijving	L_{day} +1,5 m dB	L_{even} +5 m dB	L_{night} +5 m dB	L_{den} dB
1	woning Battenoordseweg 8	37	39	39	45
2	woning Blaakweg 5	33	35	35	42

Tabel 2-2: rekenresultaten Siemens SWT 3.0-101 +99,5 m.

punt nr.	omschrijving	L_{day} +1,5 m dB	L_{even} +5 m dB	L_{night} +5 m dB	L_{den} dB
1	woning Battenoordseweg 8	38	40	40	46
2	woning Blaakweg 5	34	36	37	43

De rekenresultaten zijn ook gedetailleerd weergegeven in bijlage 2. In figuur 2 en figuur 3 zijn de bijbehorende $L_{den} = 42$ dB en 47 dB contouren weergegeven zoals die optreden op een waarneemhoogte van +5 m.



3. Onderzoek slagschaduw

3.1 Normstelling

Schaduweffecten van een draaiende windturbine kunnen hinder veroorzaken bij mensen. De flikkerfrequentie, het contrast en de tijdsduur van blootstelling zijn van invloed op de mate van hinder die ondervonden kan worden. Bekend is dat flikkerfrequenties tussen 2,5 en 14 Hz als erg storend worden ervaren en schadelijk kunnen zijn. Een groter verschil tussen licht en donker (meer contrast) wordt als hinderlijker ervaren. Verder speelt de blootstellingsduur een grote rol bij de beleving.

In artikel 3.14 onder 4. Van het Activiteitenbesluit wordt verwezen naar de bij de ministeriële regeling te stellen maatregelen. In deze regeling⁶ is in artikel 3.12 voorgeschieden dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandsvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voorzover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan twaalf maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden⁷. In het kader van dit onderzoek wordt dit artikel als volgt geïnterpreteerd:

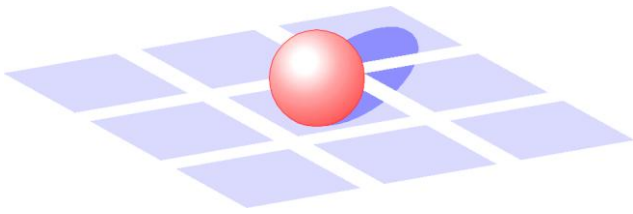
- Bij de beoordeling worden alleen woningen van derden betrokken.
- De eventuele schaduw van turbines op een grotere afstand dan twaalf maal de rotordiameter wordt verwaarloosd.
- Schaduw bij een zonnestand lager dan vijf graden wordt als niet-hinderlijk beoordeeld. Bij zonsopkomst en zonsondergang is het licht vrij diffuus en wordt de turbine vaak aan het zicht onttrokken door gebouwen en begroeiing.
- Bij een windpark worden de schaduwduren en schaduwdagen van afzonderlijke turbines opgeteld voor zover de schaduwen elkaar niet overlappen.
- Er is geen stilstandsvoorziening nodig als de gemiddelde duur van hinderlijke schaduw minder is dan zes uur per jaar. Dit is een strengere beoordeling dan volgens het Activiteitenbesluit omdat ook nog slagschaduw gedurende minder dan 20 minuten aanvaardbaar wordt geacht buiten de 17 dagen met meer dan 20 minuten slagschaduwhinder en bovendien de hinderduur gedurende die 17 dagen per jaar meer mag bedragen dan 20 minuten.

3.2 Schaduwgebied

Bij de opkomst en de ondergang van de zon kan de schaduw van een turbine aan de westkant en aan de oostkant ver reiken. Op afstanden groter dan twaalf maal de rotordiameter (1.212 m) wordt de slagschaduw echter niet meer als hinderlijk beoordeeld. Aan de noordzijde wordt het schaduwgebied begrensd omdat de zon in het zuiden altijd hoog staat. Aan de zuidzijde treedt nooit schaduw op omdat de zon nooit in het noorden staat.

⁶ Regeling van de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007 nr. DJZ 2007104180 houdende regels voor inrichtingen (Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer).

⁷ Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar de regeling.



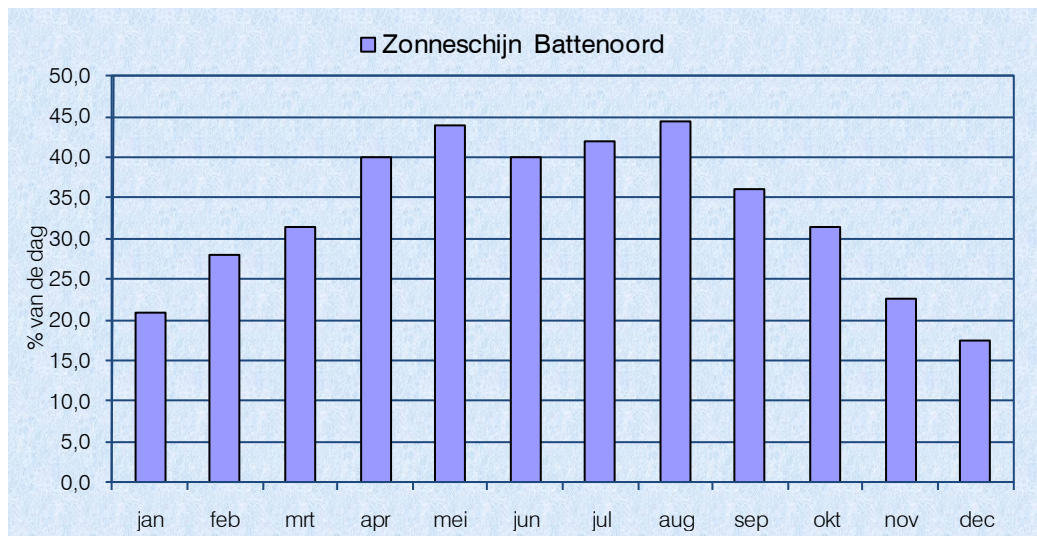
3.3 Potentiële schaduw

Op basis van de turbineafmetingen, de gang van de zon op deze locatie en een minimale zonshoogte van vijf graden, zijn de dagen en tijden berekend waarop slagschaduw kan optreden. De gang van de zon is voor alle dagen van het jaar bepaald met een astronomisch rekenmodel waarbij rekening is gehouden met de betreffende locatie (noorderbreedte en oosterlengte) op de aarde. De potentiële hinderduur is een theoretisch maximum. Hieruit is de verwachte hinderduur berekend door het toepassen van correcties. Als gevolg van deze correcties is de verwachte hinderduur aanmerkelijk korter dan de potentiële hinderduur.

3.3.1 Zonneschijn

Schaduw is er alleen als de zon schijnt. Deze correctie is gebaseerd op het percentage van de daglengte dat de zon gemiddeld schijnt in dit gebied en in de betreffende maand. De percentages worden ontleend aan meerjarige data van nabijgelegen meteostations.

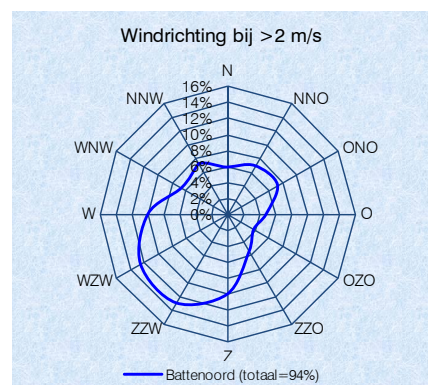
Grafiek 3-1: percentage zonneschijn.

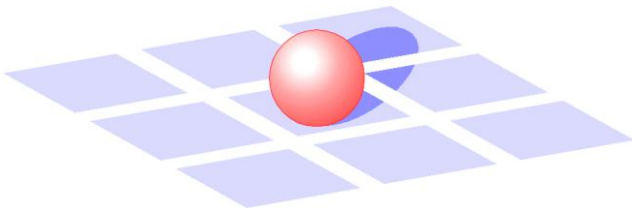


3.3.2 Oriëntatie

Het rotorvlak staat niet altijd haaks op de schaduwrichting waardoor de hinderduur wordt beperkt. Als het rotorvlak evenwijdig staat aan de schaduwrichting treedt er geen of nauwelijks lichtflikkering op. Deze correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windrichtingen. De percentages worden ontleend aan meerjarige data van meteostations waarbij alleen de windsnelheden boven 2 m/s zijn betrokken. Afhankelijk van de richting van waaruit de turbine wordt gezien ligt de deze correctie tussen circa 55% en 75%.

Grafiek 3-2: Distributie windrichtingen.





3.3.3 Bedrijfstijd

Slagschaduw hinder treedt alleen op als de rotor draait. De correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windsnelheden. Windturbines zijn veelal 80% tot 95% van de tijd in bedrijf.

3.4 Rekenresultaten

Van de turbines zijn de cumulatieve schaduwduren in het omliggende gebied berekend. In figuur 4 is met een groene, blauwe en een rode isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur 0, 5 of 15 uur bedraagt. De rotordiameter van alle turbines is 101 m. De berekening is uitgevoerd voor een raster met punten, waarbij geen rekening is gehouden met de afmetingen van gevels met ramen. De blauwe 5 uur contour is gebruikt om de woningen te selecteren waar de norm voor de jaarlijkse hinderduur mogelijk wordt overschreden.

3.5 Hinderduur bij woningen

De verwachte jaarlijkse hinderduur bij twee woningen van derden (zie figuur 4) is berekend. Bij de beoordeling van slagschaduw hinder wordt niet uitgegaan van een bepaalde positie maar van een gevelvlak dat alle ramen omvat. Vanwege de afmetingen van dat vlak duurt de schaduwpassage langs het vlak wat langer dan de passage langs een punt. Bij de berekening van de hinderduur bij de woningen is daar rekening mee gehouden. Voor de gevelhoogte is uitgegaan van 5 m en voor de geprojecteerde breedte van het gevelvlak is 8 m aangehouden.

De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabellen. In Tabel 3-1 is per woning aangegeven: de potentiële jaarlijkse hinderduur, het aantal dagen waarop hinder kan optreden, de maximale passageduur van de schaduw langs de gevel en de verwachte hinderduur per jaar (tijden in uu:mm).

Tabel 3-1: jaarlijkse schaduwduren bij woningen

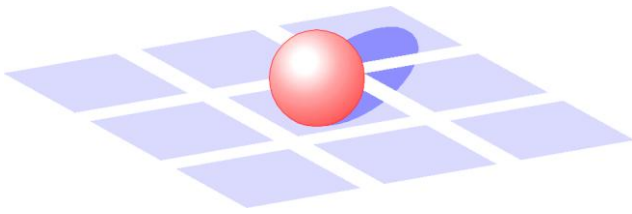
woning	potentiële schaduwduur	potentiële schaduw dagen	maximale passageduur	verwachte hinderduur
1 Battenoordseweg 8	54:30	68	0:58	6:24
2 Blaakweg 5	48:15	147	0:30	8:45

De norm voor de jaarlijkse hinderduur wordt bij twee woningen overschreden. Bij alle andere woningen van derden is de jaarlijkse hinderduur minder en wordt voldaan aan de norm.

Binnen een afstand van circa 450 m vanaf een turbine kan de zon volledig bedekt worden door het rotorblad. De rotor moet dan haaks staan op de richting van de zon. De schaduw is dan maximaal en wordt als meer hinderlijk ervaren. Op grotere afstanden is de schaduw nooit volledig.

De frequenties van de lichtflikkeringen ligt tussen 0,3 en 0,8 Hz. Deze frequenties zijn niet extra hinderlijk.

Bij de bepaling van de schaduwduren is geen rekening gehouden met eventuele beplanting en gebouwen die het zicht kunnen belemmeren. Hierdoor kan de hinder worden beperkt.



De nauwkeurigheid waarmee de potentiële hinderduur is berekend is relatief hoog. Deze nauwkeurigheid is afhankelijk van de invoer van de geometrie en van de nauwkeurigheid waarmee de zonnestand wordt bepaald. De correcties om te komen tot de verwachte hinderduur zijn echter een voorspelling op basis van de geschiedenis. De meteogegevens zijn bepaald op basis van gemiddelde gemeten data over twintig jaar. De verwachting is dat in de toekomst deze gemiddelden over langere perioden niet veel zullen veranderen maar dit blijft onzeker. In het weer treden grote dagelijkse verschillen op en ook variëren de jaargemiddelde gegevens nog behoorlijk.

In Tabel 3-2 zijn de verwachte gemiddelde jaarlijkse hinderduren per turbine weergegeven en in de meest rechtse kolom staat het totaal van het windpark. Het totaal kan lager zijn dan de som van de afzonderlijke turbines als er overlap optreedt. De **vetgedrukte** tijden worden geëlimineerd door een stilstandsregeling. De eventueel resterende hinderduur van de andere turbines is dan minder dan de norm.

Tabel 3-2: verwachte jaarlijkse hinderduur in uren per turbine en totaal.

woning	turbine 1	turbine 2	turbine 3	turbine 4	totaal
1 Battenoordseweg 8	--	--	--	6:24	6:24
2 Blaakweg 5	2:50	2:21	1:56	1:38	8:45

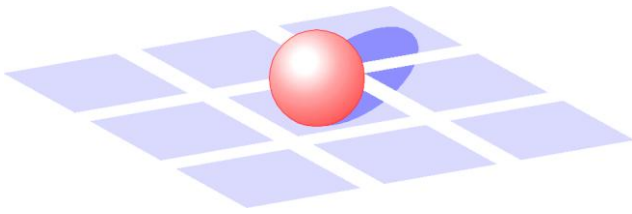
3.6 Hinderbeperkende maatregelen

Om de hinderduur te beperken worden turbine 1 en turbine 4 voorzien van een automatische stilstandsregeling die de rotor stopt als er slagschaduw optreedt bij een aantal woningen. In de turbinebesturing worden hiervoor blokken van dagen en tijden met potentiële schaduw geprogrammeerd. De totale stilstandsduur kan met een zonnenschijnsensor beperkt worden. Bij de berekening van de verwachte stilstand is daar rekening mee gehouden. De verwachte stilstand is meer dan de totale verwachte hinderduur omdat de stilstandsregeling geen rekening houdt met de oriëntatie van de rotor en omdat de geprogrammeerde tijden alle begin- en eindtijden binnen het blok van dagen omvat. De tijden zijn aangegeven in MET (Midden Europese Tijd, wintertijd). Voor de zomertijd moet er een uur bij worden opgeteld.

Bij de bepaling van het productieverlies is ook rekening gehouden met het per maand variërende windaanbod volgens de meerjarig landelijk gemiddelde maandelijks windindex.

Tabel 3-3: stilstandstijden turbines.

woning	van	tot	stop	start
	turbine 1: verwachte stilstand 6 uur 0,08% verlies			
2	20-jan	13-feb	16:24	16:54
	29-okt	22-nov	15:54	16:24
	turbine 4: verwachte stilstand 14 uur 0,21% verlies			
1	1-jan	24-jan	11:31	12:28
	18-nov	31-dec	11:19	12:26



4. Fotovisualisaties

Van de toekomstige situatie zijn fotovisualisaties vervaardigd (zie de figuren 6-10). Voor de opnamen zijn standpunten gekozen van waaruit er zicht is op het windpark. Opnamen zijn gemaakt vanuit vijf zichtpunten (zie figuur 5). In de digitale opnamen zijn met fotobewerkingssoftware de windturbines gemonteerd. De horizontale beeldhoek van de opnamen is steeds circa 60 graden wat redelijk overeenstemt met het menselijke gezichtsveld. Met gelijke beeldhoek zijn de beelden beter vergelijkbaar.

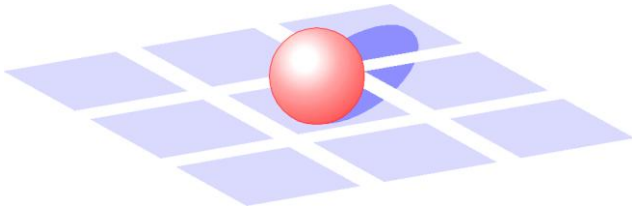
Het contrast tussen de turbines en de lucht is sterk afhankelijk van het weertype en van de kijkrichting ten opzichte van de zonnestand. Met de zon in de rug steken de turbines wit af tegen de lucht, bij tegenlicht zijn ze donker tegen een lichte lucht. Bij grijs weer is er ook weinig contrast en is de zichtbaarheid minder. Bij de fotomontages is bewust gekozen voor een relatief hoog contrast tussen de turbines en de achtergrond.

4.1 Perspectief

Bij een foto wordt de bolvormige wereld geprojecteerd op een plat vlak (het negatief). De beeldhoek is hierbij altijd kleiner dan 180 graden. Bij deze projectie ontstaat beeldvervalsing die toeneemt met de beeldhoek. Bij projectie op de binnenzijde van een bol is er geen beeldvervalsing en de beeldhoek kan dan compleet zijn. Om de beeldvervalsing te beperken zijn alle beeldpixels van de digitale opnamen herberekend tot een projectie van de bolvormige wereld op de binnenzijde van een cilinder. Bij deze wijze van projectie blijven de verticale lijnen (de masten) onvervalsmd. Ook een horizontale lijn in het midden (de horizon) blijft dan een rechte lijn. Horizontale lijnen boven en onder de horizon krijgen bij deze wijze van projectie een kromming. Bij de gehanteerde horizontale beeldhoek van circa 60 graden blijft deze vervalsing overigens beperkt. Het bekende Mesdagpanorama is ook een projectie van de bolvormige wereld op de binnenzijde van een cilinder.

4.2 Kijkafstand

Om de afbeeldingen te zien in het juiste perspectief zou de foto horizontaal gebogen moeten worden zodat een boogsegment ontstaat van 60 graden, gelijk aan de horizontale beeldhoek. Als de foto dan bekeken wordt vanuit het middelpunt van het cirkelsegment komt het perspectief overeen met de werkelijkheid. Bij het bekijken van de foto in het platte vlak is de afwijking overigens beperkt bij een horizontale beeldhoek van 60 graden. Bij deze beeldhoek en een afdruk van 30 cm breed is de juiste kijkafstand 28 cm. Deze korte afstand is niet zo comfortabel zodat grotere afdrukken prettiger zijn te beoordelen.



5. Bespreking

5.1 Geluid

Het jaargemiddelde geluidniveau vanwege het windpark bedraagt maximaal $L_{den} = 46$ dB ter plaatse van nabij gelegen woningen van derden. Het nachtelijke geluidniveau L_{night} bedraagt niet meer dan 40 dB. Aan de geluidnorm volgens de nieuwe regelgeving wordt bij alle woningen van derden voldaan. Dit geldt voor beide varianten. Maatregelen zijn niet vereist.

5.2 Slagschaduw

Uit het slagschaduwonderzoek blijkt dat hinder wordt verwacht bij twee woningen in de nabije omgeving. De norm voor de jaarlijkse hinderduur wordt daar overschreden. Om bij alle woningen te voldoen aan de norm voor de jaarlijkse hinderduur worden twee turbines voorzien van een automatische regeling die de rotor stopt als er slagschaduw optreedt bij deze woningen. Dit gaat gepaard met enig productieverlies, gemiddeld over vier turbines 0,07%. Zeer hinderlijke flikkerfrequenties boven 2,5 Hz komen niet voor.

5.3 Visualisaties

Van de toekomstige situatie met vier turbines zijn fotovisualisaties vervaardigd. De fotomontages van de varianten zijn met een korte beschrijving achter in dit rapport opgenomen.

Van Grinsven Advies,
L.A.M. van Grinsven.



Bodemgebieden

Id	Omschr.	X-1	Y-1	Bf
1	water	68769,19	413195,27	0,00
2	water	69867,50	410326,66	0,00
3	Battenoordseweg/Zeedijk	70021,25	413552,33	0,00
4	Blaakweg	70092,85	412449,78	0,00
5	Blaakweg	70210,64	412423,46	0,00
6	Battenoordseweg	69931,86	413091,25	0,00
7	N59	69825,09	411088,84	0,00

Toetspunten

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte A	Hoogte B
1	woning Battenoordseweg 8	69961,33	413090,53	1,50	5,00
2	woning Blaakweg 5	71204,29	412385,93	1,50	5,00

Fotopunten

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte A
A	foto A	69492,79	410773,18	6,50
B	foto B	69958,22	413078,93	1,50
C	foto C	71138,13	415212,55	1,50
D	foto D	72384,82	413882,93	1,50
E	foto E	71427,44	412373,85	6,50

Rekenraster

Id	Omschr.	X-1	Y-1	Hoogte	Maaiveld	DeltaX	DeltaY	X-aantal	Y-aantal
1	grid	70510,93	414313,88	5,00	0,00	25	25	177	185



Geluidbronnen geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte
1	Enercon E-101	70493,00	411863,00	99,50
2	Enercon E-101	70341,00	412125,00	99,50
3	Enercon E-101	70190,00	412387,00	99,50
4	Enercon E-101	70038,00	412650,00	99,50
1	Siemens SWT 3.0-101	70493,00	411863,00	99,50
2	Siemens SWT 3.0-101	70341,00	412125,00	99,50
3	Siemens SWT 3.0-101	70190,00	412387,00	99,50
4	Siemens SWT 3.0-101	70038,00	412650,00	99,50

Geluidbronnen bronsterkte dag

Id	Omschr.	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Totaal
1	Enercon E-101	--	86,00	91,70	93,10	96,80	97,00	90,10	76,90	76,50	101,71
2	Enercon E-101	--	86,00	91,70	93,10	96,80	97,00	90,10	76,90	76,50	101,71
3	Enercon E-101	--	86,00	91,70	93,10	96,80	97,00	90,10	76,90	76,50	101,71
4	Enercon E-101	--	86,00	91,70	93,10	96,80	97,00	90,10	76,90	76,50	101,71
1	Siemens SWT 3.0-101	--	79,60	90,80	94,90	98,50	98,70	95,30	87,90	83,60	103,64
2	Siemens SWT 3.0-101	--	79,60	90,80	94,90	98,50	98,70	95,30	87,90	83,60	103,64
3	Siemens SWT 3.0-101	--	79,60	90,80	94,90	98,50	98,70	95,30	87,90	83,60	103,64
4	Siemens SWT 3.0-101	--	79,60	90,80	94,90	98,50	98,70	95,30	87,90	83,60	103,64

Geluidbronnen bronsterkte avond

Id	Omschr.	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Totaal
1	Enercon E-101	--	86,20	91,90	93,30	97,00	97,20	90,30	77,10	76,70	101,91
2	Enercon E-101	--	86,20	91,90	93,30	97,00	97,20	90,30	77,10	76,70	101,91
3	Enercon E-101	--	86,20	91,90	93,30	97,00	97,20	90,30	77,10	76,70	101,91
4	Enercon E-101	--	86,20	91,90	93,30	97,00	97,20	90,30	77,10	76,70	101,91
1	Siemens SWT 3.0-101	--	79,60	90,80	94,90	98,50	98,70	95,30	87,90	83,60	103,64
2	Siemens SWT 3.0-101	--	79,60	90,80	94,90	98,50	98,70	95,30	87,90	83,60	103,64
3	Siemens SWT 3.0-101	--	79,60	90,80	94,90	98,50	98,70	95,30	87,90	83,60	103,64
4	Siemens SWT 3.0-101	--	79,60	90,80	94,90	98,50	98,70	95,30	87,90	83,60	103,64

Geluidbronnen bronsterkte nacht

Id	Omschr.	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Totaal
1	Enercon E-101	--	86,40	92,10	93,50	97,20	97,40	90,50	77,30	76,90	102,11
2	Enercon E-101	--	86,40	92,10	93,50	97,20	97,40	90,50	77,30	76,90	102,11
3	Enercon E-101	--	86,40	92,10	93,50	97,20	97,40	90,50	77,30	76,90	102,11
4	Enercon E-101	--	86,40	92,10	93,50	97,20	97,40	90,50	77,30	76,90	102,11
1	Siemens SWT 3.0-101	--	80,00	91,20	95,30	98,90	99,10	95,70	88,30	84,00	104,04
2	Siemens SWT 3.0-101	--	80,00	91,20	95,30	98,90	99,10	95,70	88,30	84,00	104,04
3	Siemens SWT 3.0-101	--	80,00	91,20	95,30	98,90	99,10	95,70	88,30	84,00	104,04
4	Siemens SWT 3.0-101	--	80,00	91,20	95,30	98,90	99,10	95,70	88,30	84,00	104,04



Rekenresultaten Lden Enercon E-101 +99,5 m

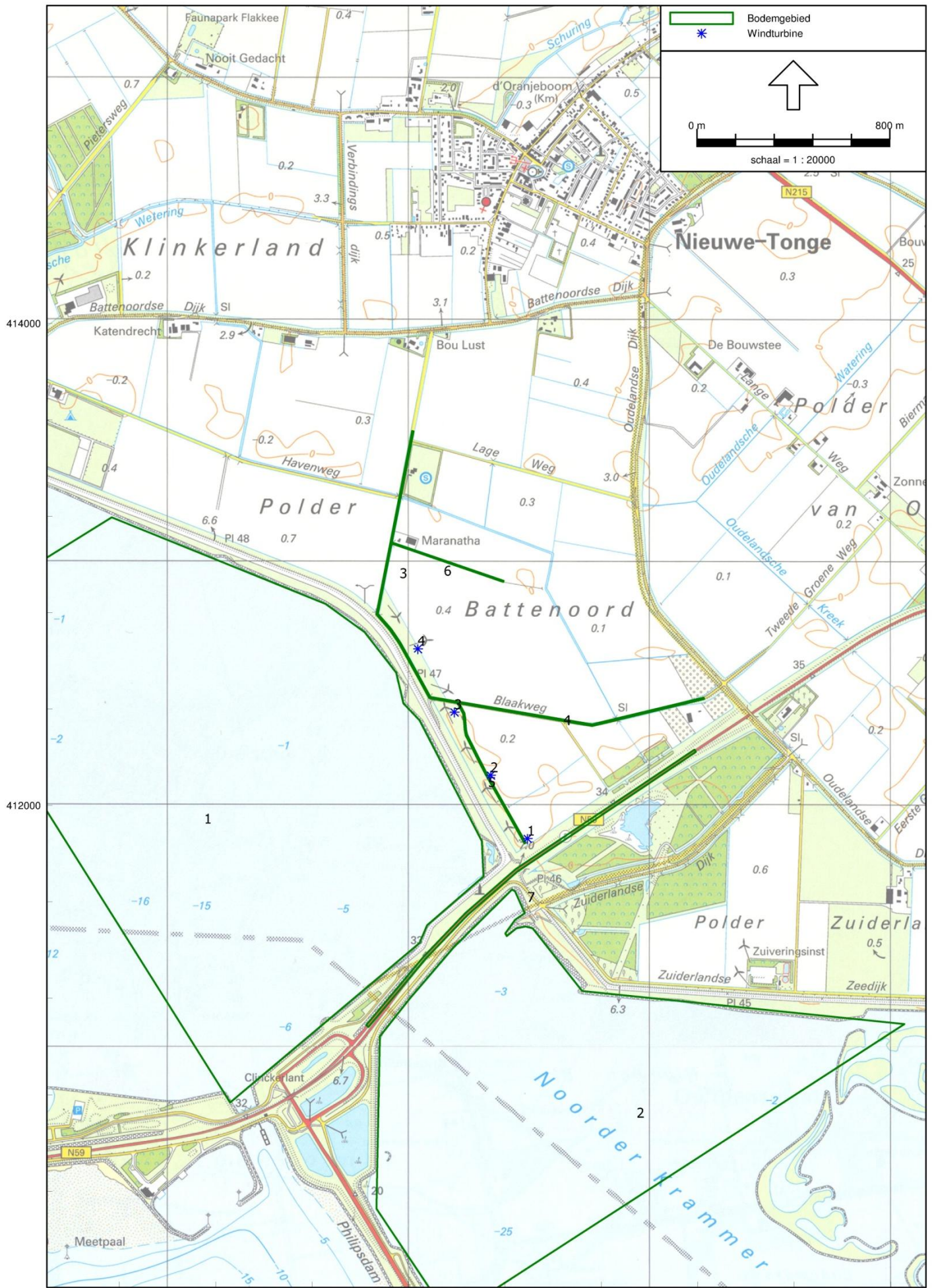
Id	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1_A	woning Battenoordseweg	1,50	36,86	37,06	37,26	43,59
1_B	woning Battenoordseweg	5,00	38,59	38,79	38,99	45,32
2_A	woning Blaakweg	1,50	32,84	33,04	33,24	39,57
2_B	woning Blaakweg	5,00	35,05	35,25	35,45	41,78

Rekenresultaten Lden Siemens SWT 3.0-101 + 99,5 m

Id	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1_A	woning Battenoordseweg	1,50	37,91	38,11	38,31	44,64
1_B	woning Battenoordseweg	5,00	39,88	40,08	40,28	46,61
2_A	woning Blaakweg	1,50	33,57	33,77	33,97	40,30
2_B	woning Blaakweg	5,00	36,17	36,37	36,57	42,90

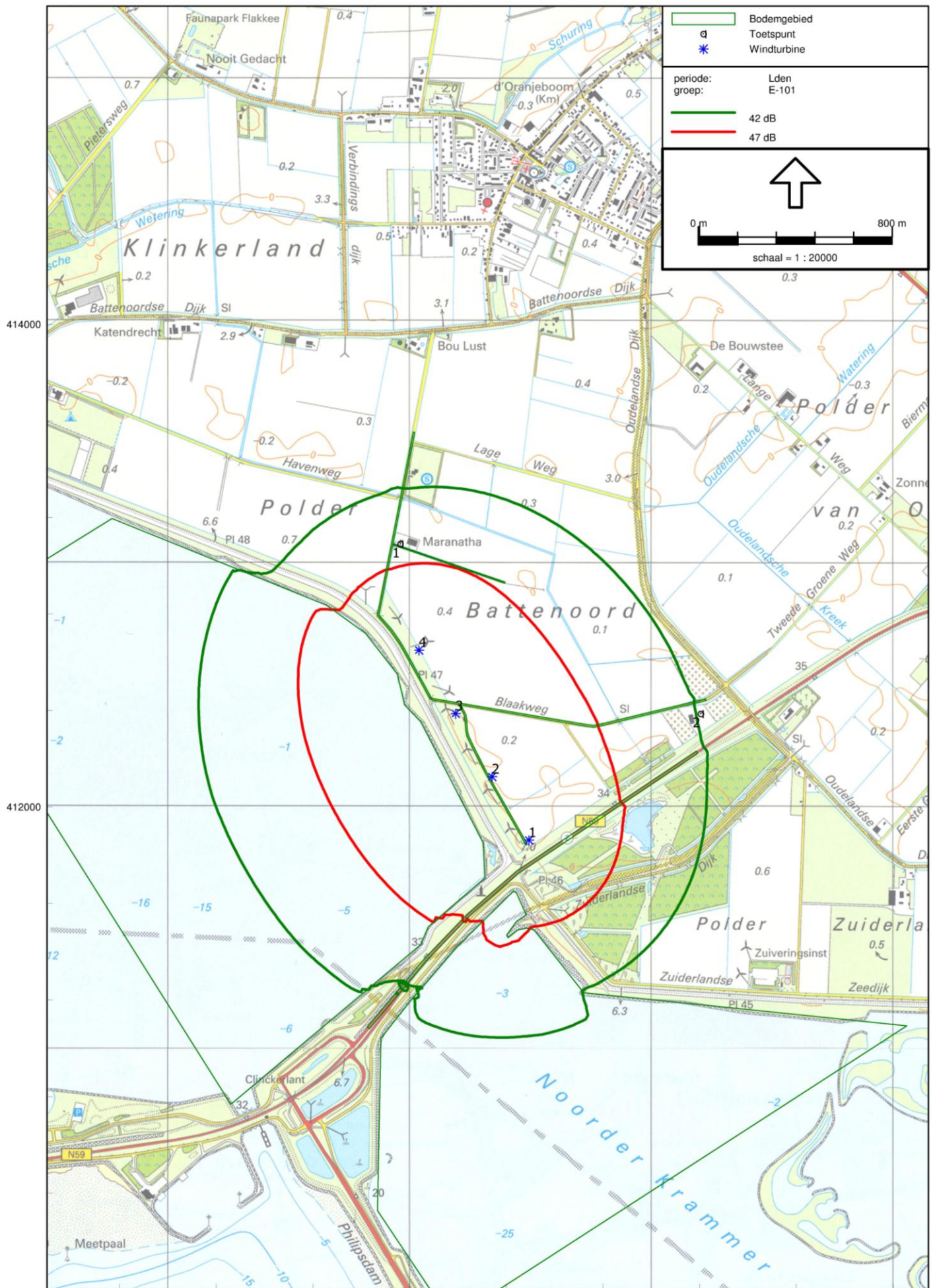


figuur 1 : situatie objecten rekenmodel



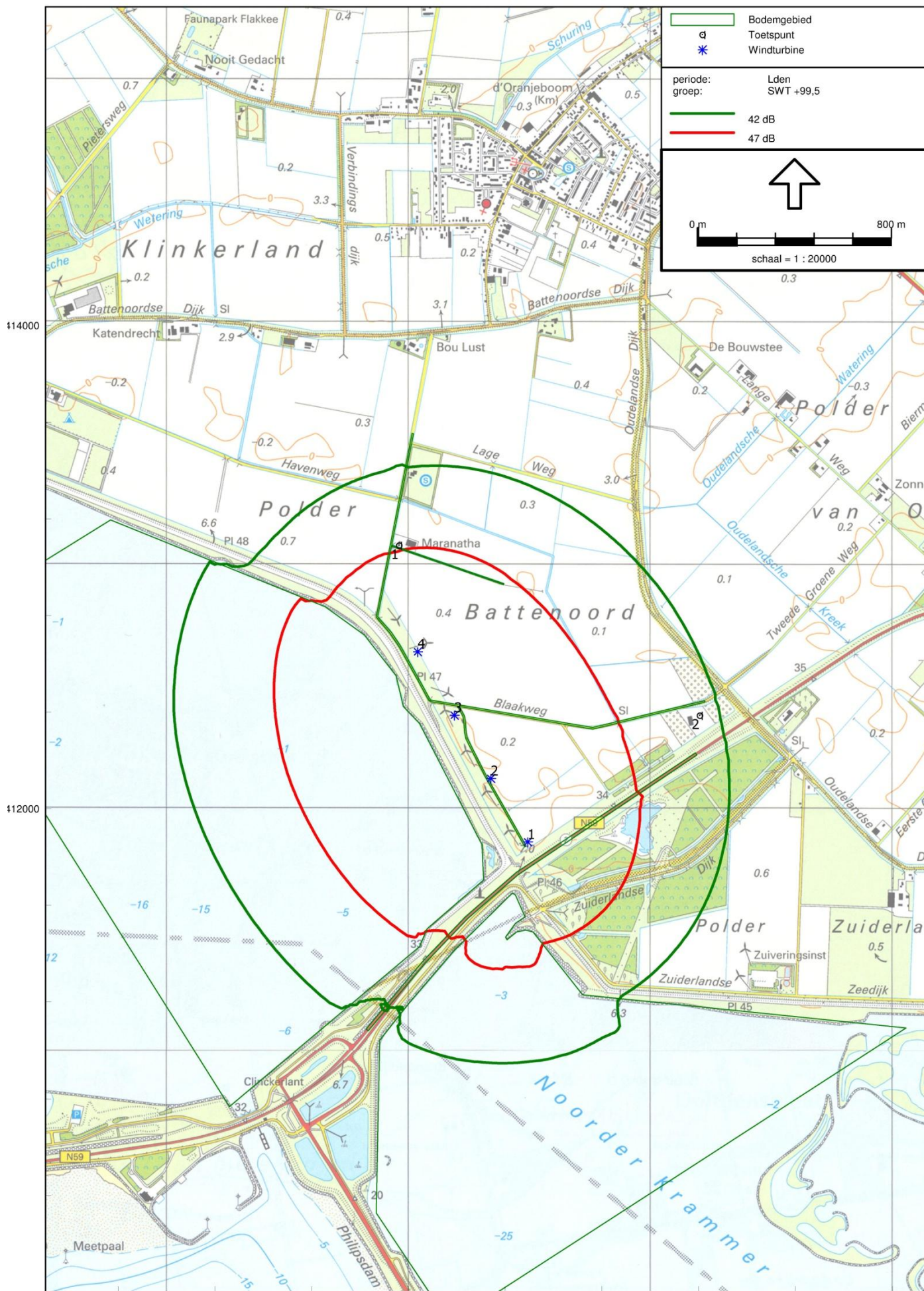


figuur 2 : toetspunten en geluidcontouren Lden Enercon E-101





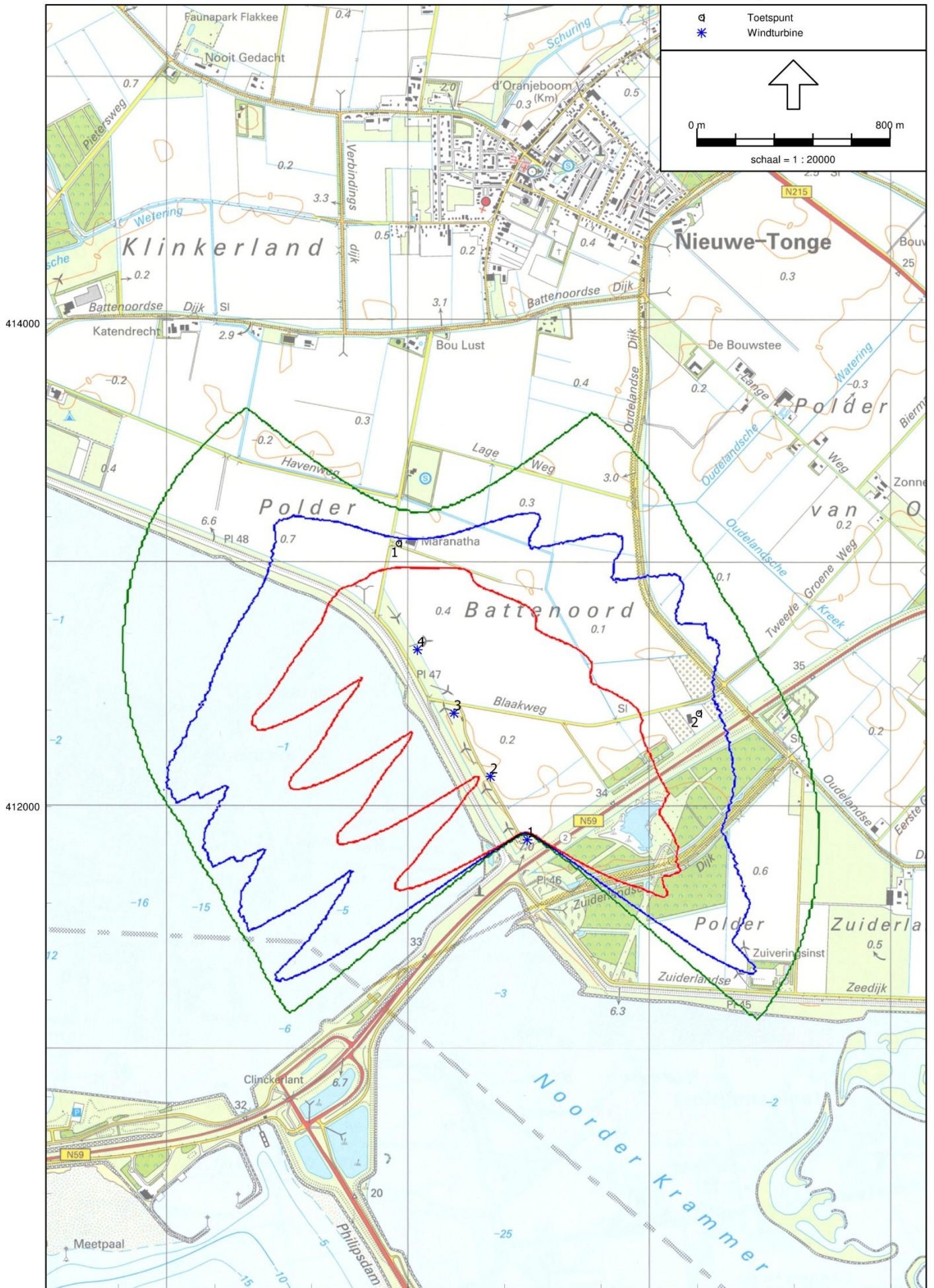
figuur 3 : geluidcontouren L_{den} Siemens SWT 3.0-101





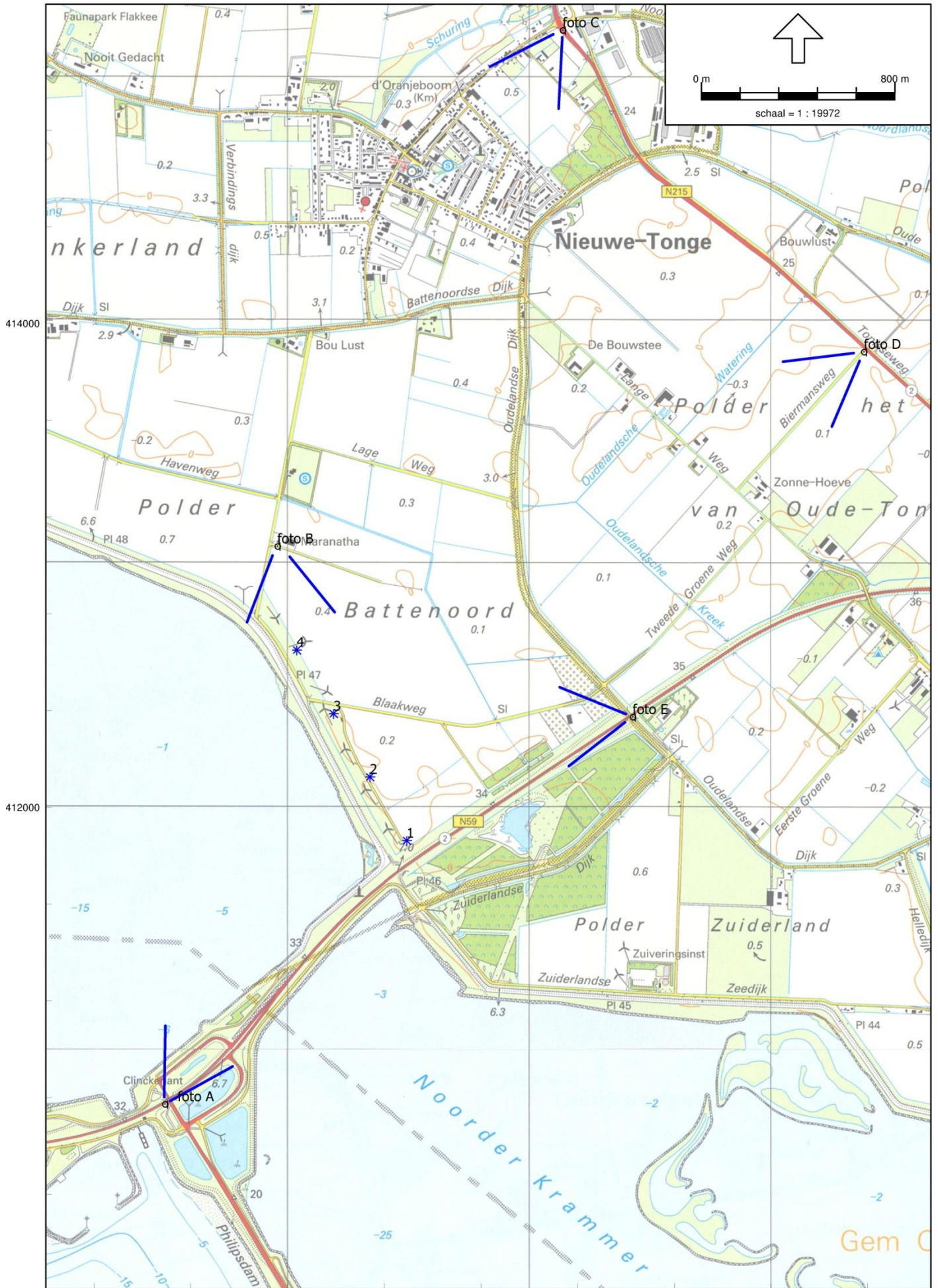
figuur 4 : rekenpunten en schaduwcontouren

groen=0 blauw=5 en rood=15 uur slagschaduw hinder per jaar.





figuur 5 : fotopunten





Deze opname is gemaakt op de Grevelingendam vanaf N59 op het viaduct over de N257 (zie fotopunt A in figuur 5).

De opnamerichting is noordoostelijk. Op de voorgrond het wegdek van de N59 met daarachter de op- en afrit. Op de achtergrond de Grevelingen.

De afstand tot de zuidoostelijke turbine 1 (de meest rechtse en de meest dichtbij gelegen turbine) is circa 1.450 m, de meest ver weg gelegen turbine 4 (de meest linkse op de foto) staat circa 2 km ver.

Op de eerste afdruk de bestaande situatie met zes Bonus turbines en een Lagerwey turbine met een ashoogte van circa 50 m. Op de tweede afdruk vier nieuwe turbines met een ashoogte van 99,5 m.



Deze opname is gemaakt vanaf de Battenoordseweg nabij de boerderij Maranatha (zie fotopunt B in figuur 5).

Op de voorgrond de bermsloot met riet, daarachter een korenveld. Op de achtergrond de dijk.

De afstand tot zuidoostelijke turbine 1 (de linkse) is circa 1.330 m, de meest dichtbij gelegen turbine 4 staat circa 425 m ver.

Op de eerste afdruk de bestaande situatie met zes Bonus turbines en een Lagerwey turbine met een ashoogte van circa 50 m. Op de tweede afdruk vier nieuwe turbines met een ashoogte van 99,5 m.



Deze opname is gemaakt vanaf de Langeweg N215, nabij de afslag Molendijk, ten noorden van de plaats Nieuwe Tonge (zie fotopunt C in figuur 5).

Op de voorgrond de bushalte langs de weg met daarachter bouwland en enkele schuren. Op de achtergrond de woonbebouwing in de bebouwde kom. Rechts op de foto zijn de wieken zichtbaar van de molen aan de Molendijk.

De afstand tot turbine 4 (de meest rechtse) is circa 2,8 km.

Op de eerste afdruk de bestaande situatie met zes Bonus turbines en een Lagerwey turbine met een ashoogte van circa 50 m. Op de tweede afdruk vier nieuwe turbines met een ashoogte van 99,5 m.



Deze opname is gemaakt vanaf de Tonisseweg N215 bij de Biermansweg, ten zuidoosten van de plaats Nieuwe Tonge (zie fotopunt D in figuur 5).

De opnamerichting is zuidwestelijk over de Biermansweg met daarachter korenveld. Op de achtergrond boerderijen aan de Langeweg (de polderweg) en de dijk aan de horizon.

De afstand tot het windpark is circa 2,7 km.

Op de eerste afdruk de bestaande situatie met zes Bonus turbines en een Lagerwey turbine met een ashoogte van circa 50 m. Op de tweede afdruk vier nieuwe turbines met een ashoogte van 99,5 m.



Deze opname is gemaakt vanaf de Oudelandsedijk op het viaduct over de N59 (zie fotopunt E in figuur 5).

De opnamerichting is westelijk over de N59 met daarachter de boerderij aan de Blaakweg. Op de achtergrond de dijk.

De afstand tot de zuidoostelijke turbine 1 (de meest linkse) is circa 1,1 km, de rechtse turbine 4 staat circa 1,4 km ver.

Op de eerste afdruk de bestaande situatie met zes Bonus turbines en een Lagerwey turbine met een ashoogte van circa 50 m. Op de tweede afdruk vier nieuwe turbines met een ashoogte van 99,5 m.