



Inhoud

1.	Inleiding	1
1.1	Beschrijving van de locatie.....	1
1.2	De windturbines.....	1
2.	Uitgangspunten.....	2
2.1	Regelgeving	2
2.2	Omgeving.....	2
3.	Akoestisch onderzoek.....	3
3.1	Geluidbronnen.....	3
3.2	Representatieve bedrijfsomstandigheden	3
3.3	Normstelling	3
3.4	Invoer rekenmodel.....	3
3.5	Rekenresultaten.....	5
3.6	Beoordeling	5
4.	Onderzoek slagschaduw	6
4.1	Normstelling	6
4.2	Selectie objecten.....	6
4.3	Globaal schaduwonderzoek.....	7
4.4	Nader onderzoek.....	8
4.5	Rekenresultaten.....	9
5.	Bespreking	12

Bijlagen

bijlage 1	: objecten rekenmodel.....	13
-----------	----------------------------	----

Figuren

figuur 1	: situatie objecten rekenmodel	14
figuur 2	: rekenpunten en contouren	15
figuur 3	: views schaduw	16
figuur 4	: detailviews schaduw.....	17





1. Inleiding

In opdracht van Groenraedt B.V. te Enschede is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar mogelijke slagschaduwhinder uitgevoerd. Het betreft het op te richten windpark "Scholtensloot" met vier windturbines Vestas V90 te Scheerwolde in de gemeente Steenwijkerland.

1.1 Beschrijving van de locatie

Het windpark komt circa 2,5 km ten noordoosten van de plaats Scheerwolde en circa 50 m ten noordoosten van de Scholtensloot (zie ook figuur 1).

Abbeelding 1-1: locatie.



1.2 De windturbines



De Vestas V90 heeft een rotordiameter van 90 m met drie rotorbladen. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 8,6 en 18,4 tpm. De turbines worden hier geplaatst op conische stalen buismasten waardoor de rotoras circa 105 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor komt op een hoogte van circa 150 m. De stalen mast heeft een diameter van 4,15 m aan de voet en 2,3 m aan de top. De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 3 m/s. Bij windsnelheden boven 25 m/s wordt de rotor gestopt uit veiligheidsoverwegingen.

De kleur van de rotorbladen, de mast en het generatorhuis is lichtgrijs. De rotorbladen zijn semi-matt. De grootste breedte van het blad is circa 3,5 m, aan de tip zijn de bladen circa 0,4 m breed.



2. Uitgangspunten

2.1 Regelgeving

Het windpark is niet vergunningplichtig inzake de Wet milieubeheer. De kortste afstand tussen een woning van derden en een turbine bedraagt meer dan viermaal de ashoogte (4×105 m). Het opgestelde vermogen bedraagt minder dan 15 MW. De inrichting valt onder artikel 2 lid 1 sub e. van de AMvB voorzieningen en installaties¹. 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 (12×90 m) bevinden zich woningen van derden zodat ook een onderzoek naar slagschaduw is uitgevoerd. Deze rapportage wordt gevoegd bij de melding in het kader van de AMvB.

Het windpark valt niet onder onderdeel D (beoordelingsplicht) van het Besluit MER (MilieuEffectRapportage).

2.2 Omgeving

De inrichting is gelegen in een poldergebied met verspreid gelegen boerderijen. De woningen zijn veelal bedrijfs- en/of grondgebonden. In de nabije omgeving is geen zware industrie en er lopen geen drukke verkeerswegen. De meest nabij gelegen geluidgevoelige bestemming van derden bevindt zich op een afstand van circa 465 m ten zuidoosten van het windpark.

¹ Besluit voorzieningen en installaties milieubeheer, 30 oktober 2001, Staatsblad 2001-487



3. Akoestisch onderzoek

3.1 Geluidbronnen

Door Delta A&V zijn geluidmetingen verricht aan de Vestas V90 windturbine². De bronsterkte bedraagt 109,2 dB(A) bij een windsnelheid van 8 m/s boven een vlak landbouwgebied. De rotorashoogte bedroeg 80 m. Op een afstand van 140 m waren er geen hoorbare tonen aanwezig en het geluid was niet impulsachtig. De relatie tussen het toerental en de windsnelheid is instelbaar in de computerbesturing van de turbine. Hierdoor kan de bronsterkte van de turbine tot circa 6 dB(A) verlaagd worden bij windsnelheden van 6 tot 10 m/s. Bij lagere windsnelheden is de bronsterkte al laag en bij hogere windsnelheden zijn hogere geluidniveaus toelaatbaar. De windsnelheid waarbij het geluidniveau het meest kritisch is ten opzichte van de normstelling is circa 7 m/s.

3.2 Representatieve bedrijfsomstandigheden

Bij een windsnelheid van circa 3 m/s komt de turbine in bedrijf. Bij toenemende windsnelheid neemt de geluidproductie toe terwijl het referentieniveau ook toeneemt als gevolg van het door de wind opgewekte geluid (turbulentie rond obstakels). Hoewel de turbines dus niet altijd in werking zijn, wordt er voor de beoordeling toch van uitgegaan dat deze de gehele nacht in bedrijf zijn. Deze situatie wordt representatief geacht voor de bedrijfsvoering.

3.3 Normstelling

Het langtijdgemiddelde geluidniveau $L_{Ae,LT}$ vanwege de turbine mag de waarden van de WNC40 curve uit bijlage 3 van de AMvB niet overschrijden. De hoogte van deze norm is afhankelijk van de windsnelheid en bedraagt 41 dB(A) bij lage windsnelheden, loopt op via 43 dB(A) bij een windsnelheid van 7 m/s tot 50 dB(A) bij een windsnelheid van 12 m/s. De rode lijn in Grafiek 3-1 op pagina 5 geeft deze normcurve weer.

3.4 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgebouwd met behulp van het programma Geonoise³ versie 5.05 van DGMR. Hiermee zijn de langtijdgemiddelde geluidniveaus $L_{Ae,LT}$ berekend die optreden bij een windsnelheid V_{10} van 7 m/s. Geluidniveaus bij andere windsnelheden worden afgeleid uit de relatie tussen bronsterkte en windsnelheid waarbij rekening wordt gehouden met het variëren van het toerental en de instelling van de besturing. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform de *Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai 1999*³ (HMRI) volgens methode II.8.

De geometrie van de omgeving is vastgesteld aan de hand van kaartmateriaal, telefonisch verkregen informatie en luchtfoto's. De bodem is als akoestisch absorberend ($B=1$) ingevoerd terwijl relevante verhardingen en wateroppervlakken als akoestisch reflecterend ($B=0$) zijn gemodelleerd. De bij de boerderijen behorende erven zijn als deels absorberend ($B=0,5$) ingevoerd. De windturbines zijn

² Measurement of Noise Emission from a Vestas V90-3 MW Wind Turbine, DANAK 2312 rev.2, project no: A100835-01, Delta Acoustics and Vibrations, 9 November 2004.

³ Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai, 1999, een uitgave van het ministerie van VROM, ISBN 90-422-02327.



akoestisch gemodelleerd als rondom uitstralende puntbronnen ter hoogte van de rotoras ($h_b = 105$ m). In de dag en in de avond zijn de bronnen 1-4 in bedrijf en in de nachtperiode de bronnen 1n- 4n.

- De bronsterkten L_{wr} zijn opnieuw berekend conform methode II.2 uit de HMRI. Deze Nederlandse methode houdt —in tegenstelling tot de IEA-methode⁴— wel rekening met luchtdemping. Rekening is gehouden met een bodemeffect van 6 dB(A) volgens de IEA-methode.
- De bronsterkten zijn gecorrigeerd voor een windsnelheid $V_{10} = 7$ m/s boven een terrein met een ruwheidslengte van 0,1 m. Hierbij is rekening gehouden met het variëren van het toerental en met de instelling in de besturing.
- De bronsterkten zijn gecorrigeerd voor een ashoogte van 105 m. Op deze hoogte waait het wat harder dan op de ashoogte waarbij de bronsterktemetingen zijn uitgevoerd.

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

- Ontvangerpunt 1 ligt bij een boerderij aan de Woldlakeweg, circa 865 m ten zuidwesten van turbine 4.
- Ontvangerpunt 2 ligt bij een boerderij aan de Woldlakeweg, circa 850 m ten zuidwesten van turbine 3.
- Ontvangerpunt 3 ligt bij een boerderij aan de Woldlakeweg, circa 860 m ten zuidwesten van turbine 1.
- Ontvangerpunt 4 ligt bij een boerderij aan de A.F. Stroinkweg, circa 680 m ten noordoosten van turbine 1.
- Ontvangerpunt 5 ligt bij een boerderij aan de Hesselingendijk, circa 580 m ten noordoosten van turbine 3.
- Ontvangerpunt 6 ligt bij een boerderij aan de weg Steenwijkerdiep Noord, circa 510 m ten zuidoosten van turbine 4.
- Ontvangerpunt 7 ligt bij een boerderij aan de weg Steenwijkerdiep Noord, circa 465 m ten zuidoosten van turbine 4.

De ontvangerpunten zijn aangegeven in figuur 2 en hebben twee ontvangerhoogten 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 ontvangerpunten 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).

Gedetailleerde akoestische informatie over de in het rekenmodel ingevoerde objecten vindt u in de bijlage. In figuur 1 zijn de eigen woningen van de deelnemers in het project aangegeven met letters.

⁴ Acoustics, measurement of noise from wind turbines, International Energy Agency.
(IP-Schotensloot.TS).doc | maart 2006



3.5 Rekenresultaten

In Tabel 3-1 zijn per ontvangerpunt vermeldt: een volgnummer en de langtijdgemiddelde geluidniveaus $L_{A,T}$ die daar optreden bij een windsnelheid $V_{10}=7$ m/s in de dag-, avond- en nachtperiode. De etmaalwaarde L_{etmaal} is hier het geluidniveau in de nachtperiode vermeerderd met 10 dB(A). Een etmaalwaarde van 53 dB(A) komt overeen met de WNC40 normcurve bij $V_{10}=7$ m/s.

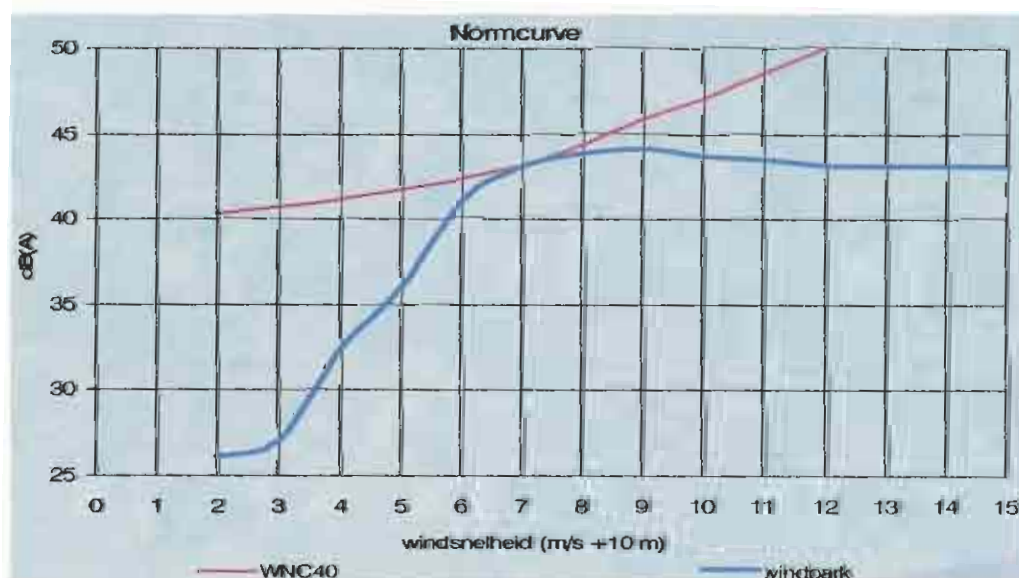
De woningen waar de hoogste beoordelingsniveaus optreden zijn die bij de ontvangerpunten 5, 6 en 7. Deze niveaus zijn daarom maatgevend voor de beoordeling van het aspect geluidhinder. In figuur 2 zijn de bijbehorende 48 en 53 dB(A) etmaalwaardecontouren weergegeven zoals die optreden bij een windsnelheid $V_{10}=7$ m/s en op een waarneemhoogte van +5 m.

Tabel 3-1: rekenresultaten.

punt nr.	dag +1,5 m dB(A)	avond +5 m dB(A)	nacht+5 m dB(A)	etmaal dB(A)
1	40,8	42,0	39,6	50
2	41,2	42,5	39,9	50
3	39,1	40,4	38,4	48
4	41,2	42,3	40,3	50
5	44,9	45,9	43,1	53
6	43,1	44,1	42,5	53
7	43,0	44,5	43,0	53

3.6 Beoordeling

Grafiek 3-1: normcurve.



In Grafiek 3-1 wordt het optredende nachtelijke beoordelingsniveau, ter plaatse van de hoogstbelaste woningen vergeleken met de WNC40. Het blijkt dat de optredende geluidniveaus vanwege het windpark bij alle windsnelheden voldoen aan de in de AMvB gestelde eisen.



4. Onderzoek slagschaduw

4.1 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 blootsteldingsduur een grote rol bij de beleving.

In de AMvB is in bijlage 1 onder 5.1.4 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandsvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt voor zover 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 per dag slagschaduw kan optreden⁵. In het kader van dit onderzoek wordt dit AMvB-voorschrift 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.
- Bij een windpark worden de schaduwduren en schaduw dagen van afzonderlijke turbines opgeteld voor zover de schaduwen elkaar niet overlappen.
- Het gemiddelde aantal schaduw dagen is het gemiddelde van het potentiële aantal hinder dagen (extreem maximum) en het theoretische aantal dagen per jaar waarop de schaduwduur, gecorrigeerd voor zonneshijn en wind, zich kan concentreren (extreem minimum).
- De schaduwduur per dag is gelijk aan de verwachte schaduwduur per jaar gedeeld door het gemiddelde aantal schaduw dagen.
- Er is geen stilstandsvoorziening nodig als de gemiddelde duur van hinderlijke schaduw minder is dan 5:40 uur per jaar.

4.2 Selectie objecten

In de omgeving staan woningen waar mogelijk slagschaduw kan optreden. Uit praktische overwegingen is een selectie gemaakt van woningen van derden die representatief zijn voor de beoordeling. In eerste instantie worden de woningen binnen een afstand van circa 1080 m geselecteerd (twaalf maal de rotordiameter). Binnen deze afstand worden de rekenpunten 1-7 (dezelfde als in het akoestisch onderzoek) representatief geacht voor de beoordeling (zie figuur 2).

⁵ Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar het besluit



4.3 Globaal schaduwonderzoek

In figuur 2 zijn met grijze contouren een indicatie van de schaduwgebieden van de afzonderlijke turbines aangegeven. Deze contouren zijn berekend op basis van de turbineafmetingen, de duur van de zonschijn in de diverse jaargetijden en een distributie van de optredende windrichtingen. Binnen de buitenste contouren van de grijze vlakken kan de turbine schaduwhinder geven, binnen het vlindervormige heldere gebied is een overschrijding van de hierboven genoemde norm voor de hinderduur te verwachten. Aan de oost en de westzijde kunnen de schaduwen oneindig ver reiken, op afstanden groter dan twaalf maal de rotordiameter wordt de slagschaduw echter niet meer als hinderlijk beoordeeld. Bovenstaande leidt tot de volgende globale beoordeling:

- Bij rekenpunt 1 is er slagschaduwhinder door turbine 4. De andere turbines staan vanuit hier gezien noordelijk waar de zon nooit komt. De jaarlijkse norm voor de hinderduur wordt niet overschreden.
- Op rekenpunt 2 geven de turbines 3 en 4 schaduwhinder. De andere turbines staan vanuit hier gezien noordelijk waar de zon nooit komt. De slagschaduwduur door turbine 3 overschrijdt de norm. De slagschaduwduur van turbine 4 is beperkt van omvang.
- Bij rekenpunt 3 geven alleen de turbines 1 en 2 schaduwhinder. De andere turbines staan verder weg dan twaalf maal de rotordiameter waardoor de schaduw als niet meer hinderlijk wordt beoordeeld. Door cumulatie wordt hier de norm voor de jaarlijkse hinderduur overschreden.
- Bij rekenpunt 4 geeft alleen turbine 1 schaduwhinder. De andere turbines staan zuidelijk waar de zon nooit laag genoeg staat om hier schaduw te veroorzaken. De norm voor de jaarlijkse hinderduur wordt overschreden.
- Bij rekenpunt 5 geven de turbines 1, 2 en 3 schaduw. Turbine 4 staat zuidelijk waar de zon nooit laag genoeg staat om hier schaduw mogelijk te maken. De schaduwduur vanwege turbine 3 overschrijdt de norm. De schaduwduur van turbine 1 voldoet aan de norm en de schaduwduur van turbine 1 en 2 samen overschrijdt de norm voor de jaarlijkse hinderduur.
- Ter plaatse van rekenpunt 6 geeft alleen turbine 4 slagschaduwhinder waarbij de norm voor de jaarlijkse hinderduur wordt overschreden. De andere turbines staan te noordelijk om hier schaduw te geven.
- Ter plaatse van rekenpunt 7 treedt geen slagschaduw op.

Bij circa 16 andere woningen van derden treedt enige slagschaduwhinder op waarbij wordt voldaan aan de norm voor de jaarlijkse hinderduur. De meeste slagschaduwhinder wordt verwacht bij de rekenpunten 2, 3, 4, 5 en 6.





4.4 Nader onderzoek

Van de schaduwduren bij de rekenpunten 2, 3 en 6 is een nadere analyse uitgevoerd. Van de situatie is een driedimensionaal rekenmodel opgesteld. Met dit model zijn de horizontale en verticale zichthoeken vanaf de beschouwde gevels naar de turbinerotoren berekend. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in visualisaties (zie figuur 3). De view geeft een beeld op het windpark vanaf de betreffende woningen. Op de horizontale as is de kijkrichting weergegeven. Het midden geeft een blik op het zuiden (180 graden), meer naar links op het oosten (90 graden) en verder rechts naar het westen (270 graden). De onderste horizontale lijn stelt de horizon voor. De verticale as geeft de verticale kijkhoek.

In deze figuren zijn ook de zonnebanen getekend met rode lijnen voor deze locatie op circa 53° noorderbreedte en tevens de tijden in MET (Midden Europese Tijd) met blauwe lijnen. De blauwe streeplijnen gelden voor de periode van 22 december tot 22 juni en de ononderbroken lijnen gelden voor de periode van 22 juni tot 22 december. Voor de zomertijd moet er bij de tijden nog een uur worden opgeteld. Elke rode lijn stelt een zonnebaan voor op bepaalde dagen in het jaar. Op 22 juni (zomerpunt, langste dag) volgt de zon de bovenste zonnebaan (baan A) en op 22 december (winterpunt, kortste dag) de onderste baan (baan M). Op 11 februari volgt de zon baan J. De zon komt dan om 8:10 uur op. Om 9 uur is zij geklommen tot een hoogte van 6 graden en vanaf het oosten gedraaid naar 123 graden. Zo is de positie van de zon uit de view af te lezen voor alle dagen in het jaar en voor elk moment van de dag. Ook is af te lezen of een rotorvlak dan voor de zon zit of niet.

Bij de beoordeling van slagschaduwhinder wordt niet uitgegaan van een bepaalde positie maar van een gevelvlak dat alle ramen omvat. Vanwege de afmetingen van dat vlak duurt de volledige schaduwpassage langs het vlak wat langer dan de passage langs een punt. Dit is in de views af te lezen aan de getekende rotor. Kijkend vanaf het maaiveld (hoogte=0 m) ziet u de top van de rotor onder een iets hogere hoek en vanaf goothoogte ziet u de onderkant van de rotor onder een lagere hoek. Zo bepaalt de hoogte van het gevelvlak mede de boven- en onderkant van de afgebeelde rotor. Voor de gevelhoogte is uitgegaan van 5 m. De linkerkant van de rotor heeft de horizontale hoek zoals die gezien wordt vanaf de rechterzijde van de gevel, de rechterzijde van de rotor correspondeert met de linkerzijde van de gevel. Zo bepaalt de geprojecteerde breedte van het gevelvlak mede de breedte van de getekende rotor. Voor de geprojecteerde gevelbreedte is uitgegaan van 12 m.

Door deze wijze van weergave wordt het perspectief wat versterkt en wordt het rotorvlak nog wat meer ovaal. Als de zon de rotor juist raakt, raakt de schaduw ook juist de rand van het beschouwde gevelvlak. Bevindt (een deel van) de zon zich binnen het rotorvlak dan is er dus een schaduw op de beschouwde gevel.





4.5 Rekenresultaten

In de detailviews zijn bij de rotoren vier zonposities weergegeven met rode ballen. De diameter ervan komt overeen met de gemiddelde hoek waaronder de zondiameter wordt gezien. Zo kan uit de views ook afgelezen worden in welke mate het rotorblad de zon afdekt. Twee ballen markeren de begin- en eindtijd van de schaduwpassage langs de betreffende woning op de dag dat deze het langst duurt. De twee andere ballen markeren de begin- en einddata van de twee schaduwperiodes in het jaar. Op deze begin- en einddata is de duur van de schaduwpassage minimaal.

De analyseresultaten zijn hieronder weergegeven in tabellen. Per turbine zijn voor de potentiële hinder weergegeven: de optredende perioden en het tijdstip van de schaduwpassage in MET, het aantal dagen, de maximale duur van de schaduwpassage langs de woning en de duur van de potentiële beschaduwing per jaar (tijden in uu:mm). De potentiële schaduwduur is een theoretisch maximum. Op basis van de potentiële schaduwduur is de verwachte hinderduur geschat. Hierbij is de potentiële schaduwduur gecorrigeerd voor:

- Het percentage van het rotorvlak wat zich meer dan vijf graden boven de horizon bevindt. De hinder van het lagere deel wordt verwaarloosbaar geacht omdat dit deel meestal aan het zicht wordt onttrokken door begroeiing en dergelijke en omdat de lichtintensiteit bij deze lage zonnestand gering is.
- De oriëntatie van het rotorvlak. 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. De correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windrichtingen.
- Bedrijfstijd. Slagschaduw hinder treedt alleen op als de rotor draait. De correctie is gebaseerd op de distributie van de voorkomende windsnelheden op ashoogte.
- Het deel van de tijd dat de zon werkelijk schijnt. De correctie is gebaseerd op het percentage van de tijd dat de zon gemiddeld schijnt in dit gebied en in het betreffende jaargetijde.

Als gevolg van bovenstaande correcties is de waarschijnlijke hinderduur aanmerkelijk korter dan de potentiële hinderduur.

In de tabel is onder verwachte hinderduur vermeld hoeveel uur per jaar slagschaduw wordt verwacht, het gemiddelde aantal schaduw dagen per jaar en de gemiddelde slagschaduwduur op een dag. Daarnaast is zowel de frequentie van de lichtwisselingen vermeld als de bedekkingsgraad van de zon door de rotorbladen. Een hoger bedekkingspercentage geeft grotere verschillen in lichtintensiteit (modulatiediepte) en wordt als meer hinderlijk ervaren.

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.



Tabel 4-1: rekenresultaten schaduw woning 2.

Potentiële hinderduur punt 2					
turbine	1	2	3	4	totaal
van dag	nvt	nvt	10-mei	28-mrt	
tot dag			22-jun	12-apr	
tijd passage			5:29	6:52	
van dag			22-jun	1-sep	
tot dag			4-aug	16-sep	
tijd passage			5:38	6:45	
dagen per jaar			86	30	116
max. duur			0:29	0:23	
tijd/jaar			31:35	9:05	40:40
Correctie					
hoge stand			87%	68%	
oriëntatie			68%	64%	
bedrijfstijd			92%	92%	
zonneshijn			41%	38%	
Totaal			22%	15%	
Verwachte hinderduur					
duur/jaar			7:02	1:22	8:25
dagen per jaar			55	19	73
gemiddeld/dag			0:08	0:04	0:07
frequentie			0,4-0,9	0,4-0,9	
modulatie			56%	48%	

Uit de nadere analyse blijkt dat er slagschaduw hinder wordt verwacht bij de woning bij rekenpunt 2 gedurende circa acht en een half uur per jaar als gevolg van turbine 3 en 4 samen. Volledige zonbedekking door een rotorblad treedt niet op waardoor de lichtintensiteit verschillen beperkt zijn. Zeer hinderlijke frequenties van lichtwisselingen komen niet voor. Door turbine 3 te voorzien van een automatische regeling die de rotor stopt als er slagschaduw optreedt bij woning 2 wordt hier de jaarlijkse hinderduur teruggebracht tot minder dan 5:40 uur per jaar.

Ter plaatse van woning 3 wordt circa zes en een half uur slagschaduw hinder per jaar verwacht als gevolg van turbine 1 en 2 samen. Volledige zonbedekking door een rotorblad treedt niet op. Door turbine 1 te voorzien van een automatische regeling die de rotor stopt als er slagschaduw optreedt bij woning 3 wordt hier de jaarlijkse hinderduur teruggebracht tot minder dan 5:40 uur per jaar.

Ter plaatse van woning 6 wordt circa zeven uur slagschaduw hinder per jaar verwacht als gevolg van turbine 4. Volledige zonbedekking door een rotorblad treedt niet op. Door turbine 4 te voorzien van een automatische regeling die de rotor stopt als er slagschaduw optreedt bij woning 6 wordt de hinderduur weggenomen.



Tabel 4-2: rekenresultaten schaduw woning 3.

Potentiële hinderduur punt 3					
turbine	1	2	3	4	totaal
van dag	2-mei	24-mrt	nvt	nvt	
tot dag	1-jun	7-apr			
tijd passage	5:41	7:01			
van dag	12-jul	6-sep			
tot dag	12-aug	20-sep			
tijd passage	5:51	6:52			
dagen per jaar	61	28			89
max. duur	0:29	0:23			
tijd/jaar	23:17	8:28			31:46
Correctie					
hoge stand	87%	64%			
oriëntatie	67%	63%			
bedrijfstijd	92%	92%			
zonneshijn	42%	37%			
Totaal	23%	14%			
Verwachte hinderduur					
duur/jaar	5:14	1:09			6:24
dagen per jaar	39	18			56
gemiddeld/dag	0:08	0:04			0:07
frequentie	0,4-0,9	0,4-0,9			
modulatie	56%	48%			

Tabel 4-3: rekenresultaten schaduw woning 6.

Potentiële hinderduur punt 6					
turbine	1	2	3	4	totaal
van dag	nvt	nvt	nvt	25-mei	
tot dag				22-jun	
tijd passage				19:49	
van dag				22-jun	
tot dag				19-jul	
tijd passage				19:49	
dagen per jaar				55	55
max. duur				0:42	
tijd/jaar				30:24	30:24
Correctie					
hoge stand				100%	
oriëntatie				60%	
bedrijfstijd				92%	
zonneshijn				41%	
Totaal				23%	
Verwachte hinderduur					
duur/jaar				6:53	6:53
dagen per jaar				34	34
gemiddeld/dag				0:12	0:12
frequentie				0,4-0,9	
modulatie				88%	



5. Bespreking

Het nachtelijke langtijdgemiddelde beoordelingsniveau $L_{A,LT}$ vanwege het windpark bedraagt maximaal 43 dB(A) ter plaatse van woningen van derden (rekenpunt 5, 6 en 7). Dit niveau treedt op bij een windsnelheid $V_{10}=7$ m/s en op een waarneemhoogte van 5 m boven maaiveld. In de avondperiode zijn de geluidniveaus maximaal 3 dB(A) hoger. In de dag en in de avond worden echter hogere geluidniveaus toelaatbaar geacht. Aan de nachtelijke geluidnorm WNC40 uit de AMvB Voorzieningen en Installaties milieubeheer wordt bij alle woningen van derden voldaan. Hiervoor zijn de turbines 1-4 in de nachtperiode ingesteld op een met 1, 4, 4 en 1 dB verlaagde bronsterkte wat gepaard gaat met enig opbrengstverlies.

Uit het slagschaduwonderzoek blijkt dat hinder wordt verwacht bij circa 22 woningen van derden in de nabije omgeving. Om bij alle woningen te voldoen aan de norm voor de jaarlijkse hinderduur zijn de turbines voorzien van een automatische regeling die de rotor stopt als er slagschaduw optreedt vanwege

- turbine 1 bij de rekenpunten 3 en 4;
- turbine 2 bij rekenpunt 5;
- turbine 3 bij de rekenpunten 2 en 5;
- turbine 4 bij rekenpunt 6.



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



Bodemgebieden

Id	Omschr.	X-1	Y-1	Bf
1	Scholtensloot	199394,01	531737,29	0,00
2	Woldlakeweg	196887,01	533711,76	0,00
3	Ir. Luteijweg	197848,34	532376,59	0,00
4	Hesselingendijk	199318,43	533689,27	0,00
5	erf	198486,41	531561,44	0,50
6	erf	198281,21	531865,02	0,50
7	erf	197719,03	532626,76	0,50
8	erf	198908,04	533540,29	0,50
9	erf	199352,16	532806,66	0,50
10	erf	199768,17	531685,12	0,50
11	erf	199506,76	531505,22	0,50

Ontvangerpunten

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte A	Hoogte B	Reflectield
1	woning Woldlakeweg	198497,79	531614,90	1,50	5,00	--
2	woning Woldlakeweg	198267,76	531918,48	1,50	5,00	--
3	woning Woldlakeweg	197729,46	532645,55	1,50	5,00	--
4	woning Stroinkweg	198930,70	533512,69	1,50	5,00	--
5	woning Hesselingendijk	199360,46	532768,75	1,50	5,00	--
6	woning Steenwijkerdiep	199741,55	531705,01	1,50	5,00	--
7	woning Steenwijkerdiep	199589,04	531590,39	1,50	5,00	--

Rekenraster

Id	Omschr.	Hoogte	Maasveld	HDef.	DeltaX	DeltaY	X-aantal	Y-aantal
1	grid	5,00	0,00	Relatief	50	50	94	94

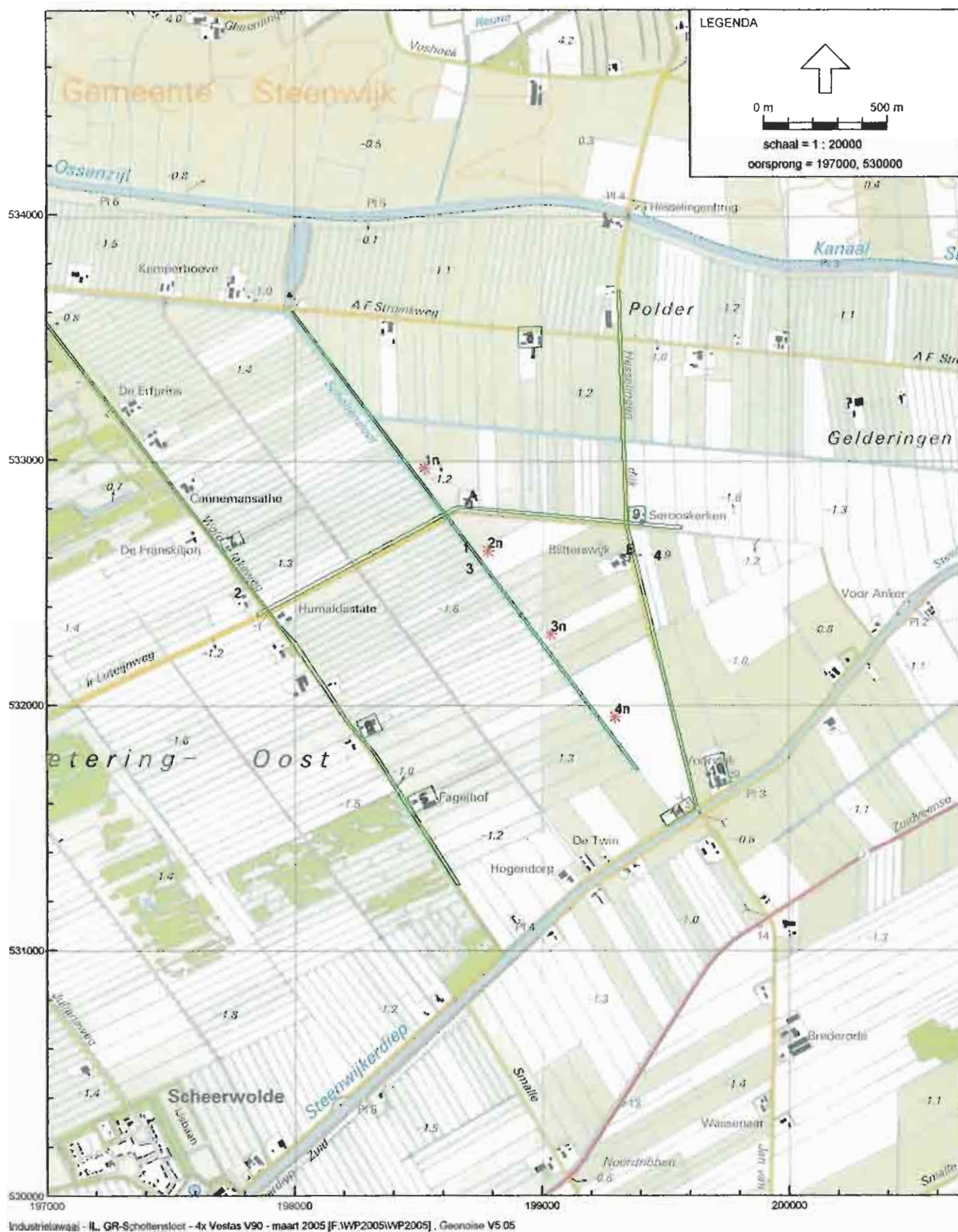
Geluidbronnen geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)	Type	Reflectield
1n	Vestas V90 7 m/s nacht	198525,00	532966,00	105,00	--	--	0,00	Normaal	--
2n	Vestas V90 7 m/s nacht	198782,00	532627,00	105,00	--	--	0,00	Normaal	--
3n	Vestas V90 7 m/s nacht	199038,00	532288,00	105,00	--	--	0,00	Normaal	--
4n	Vestas V90 7 m/s dag, avond	199296,00	531951,00	105,00	--	--	0,00	Normaal	--
1	Vestas V90 7 m/s dag, avond	198525,00	532966,00	105,00	0,00	0,00	--	Normaal	--
2	Vestas V90 7 m/s dag, avond	198782,00	532627,00	105,00	0,00	0,00	--	Normaal	--
3	Vestas V90 7 m/s dag, avond	199038,00	532288,00	105,00	0,00	0,00	--	Normaal	--
4	Vestas V90 7 m/s dag, avond	199296,00	531951,00	105,00	0,00	0,00	--	Normaal	--

Geluidbronnen bronsterkte

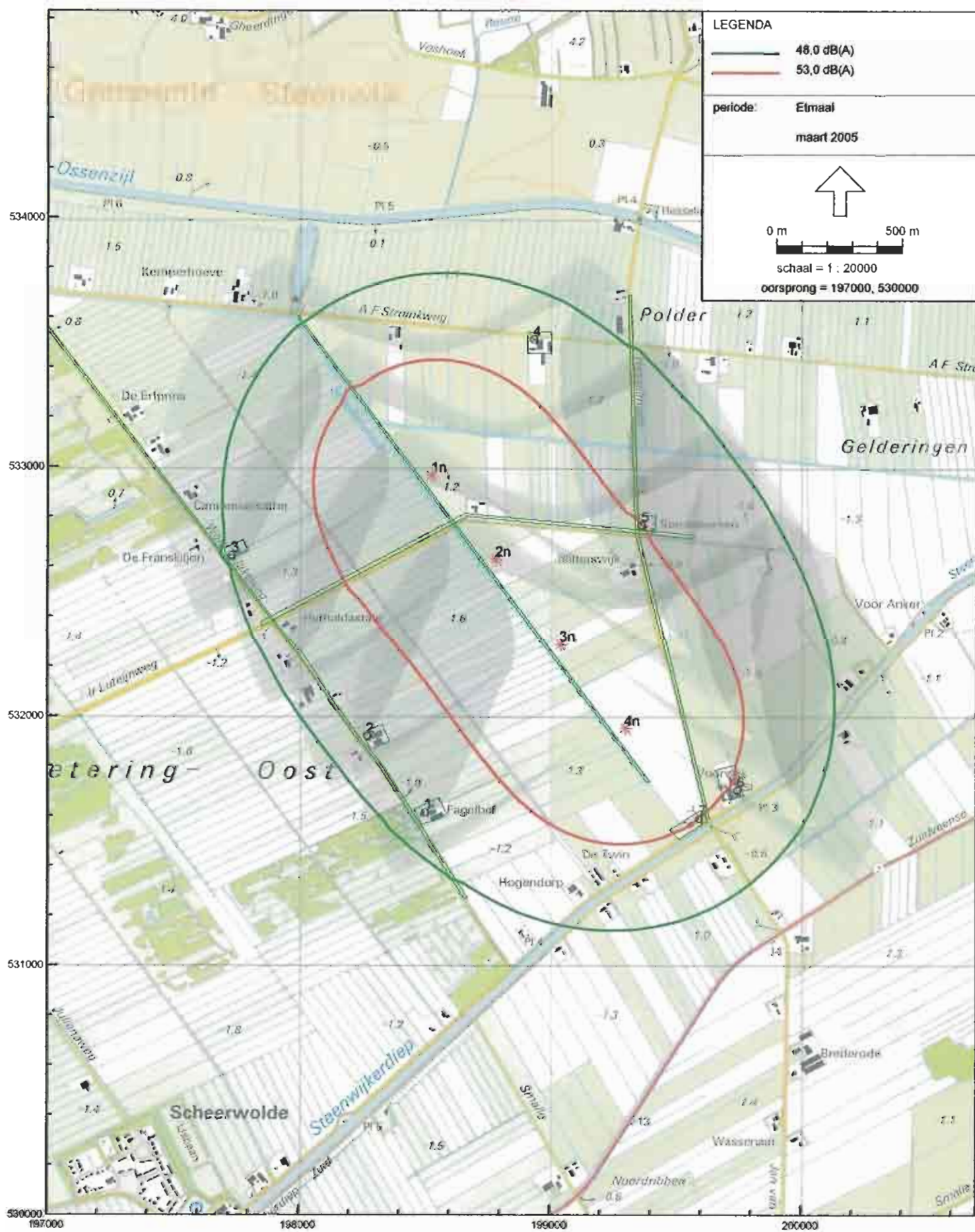
Id	Omschr.	Lwr 31	Lwr 63	Lwr 125	Lwr 250	Lwr 500	Lwr 1k	Lwr 2k	Lwr 4k	Lwr 8k	Lwr Totaal
1n	Vestas V90 7 m/s nacht	83,00	90,70	94,40	99,90	102,70	102,30	98,90	95,10	94,80	108,03
2n	Vestas V90 7 m/s nacht	80,00	87,70	91,40	96,90	99,70	99,30	95,90	92,10	91,80	105,03
3n	Vestas V90 7 m/s nacht	80,00	87,70	91,40	96,90	99,70	99,30	95,90	92,10	91,80	105,03
4n	Vestas V90 7 m/s dag, avond	83,00	90,70	94,40	99,90	102,70	102,30	98,90	95,10	94,80	108,03
1	Vestas V90 7 m/s dag, avond	84,00	91,70	95,40	100,90	103,70	103,30	99,90	96,10	95,80	109,03
2	Vestas V90 7 m/s dag, avond	84,00	91,70	95,40	100,90	103,70	103,30	99,90	96,10	95,80	109,03
3	Vestas V90 7 m/s dag, avond	84,00	91,70	95,40	100,90	103,70	103,30	99,90	96,10	95,80	109,03
4	Vestas V90 7 m/s dag, avond	84,00	91,70	95,40	100,90	103,70	103,30	99,90	96,10	95,80	109,03

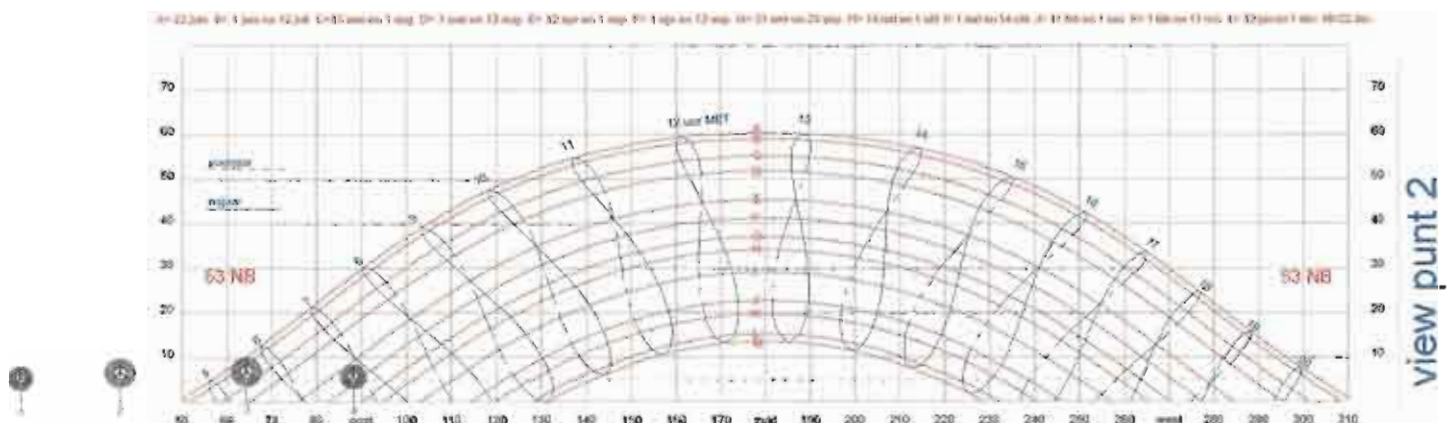
figuur 1 : situatie objecten rekenmodel





figuur 2 : rekenpunten en contouren







figuur 4 : detailviews schaduw

