



716087
7 september 2016

ONDERZOEK AKOESTIEK EN
SLAGSCHADUW
WINDPARK APELDOORN

De Wolff Nederland
Windenergie

Definitief V1



Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

Postbus 579
7550 AN Hengelo
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	Onderzoek akoestiek en slagschaduw Windpark Apeldoorn
Soort document	Definitief V1
Datum	7 september 2016
Projectnummer	716087
Opdrachtgever	De Wolff Nederland Windenergie
Auteur	D.F. Oude Lansink
Vrijgave	A.U.G. Beltau

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	1
1.1	Beschrijving van de locatie	1
1.2	Regelgeving	2
1.3	Gegevens turbine Nordex N131/3000	2
2	Akoestisch onderzoek	3
2.1	Beoordeling	3
2.2	Invoer rekenmodel	4
2.3	Windaanbod	5
2.4	Geluidbron Nordex N131/3000	6
2.5	Rekenresultaten	7
2.6	Beoordeling geluid	8
2.7	Voorzieningen geluid	8
3	Onderzoek slagschaduw	10
3.1	Normstelling	10
3.2	Schaduwgebied	10
3.3	Potentiële schaduw	11
3.4	Rekenresultaten	12
3.5	Hinderduur bij woningen	13
3.6	Maatregelen	14
4	Cumulatieve effecten	15
4.1	Cumulatie geluid en slagschaduw met nabijgelegen windturbines	15
4.2	Cumulatieve effecten met andere geluidbronnen	15
5	Beoordeling	18
bijlage 1	Verklarende begrippenlijst	19
bijlage 2	Objecten rekenmodel akoestiek	21
bijlage 3	Rekenresultaten akoestiek	23
bijlage 4	Geluidcontour $L_{den} = 47$ dB	27
bijlage 5	Geluidcontour $L_{night} = 41$ dB	28

bijlage 6	Geluidcontour na mitigatie - $L_{den} = 47$ dB	29
bijlage 7	Geluidcontour na mitigatie - $L_{night} = 41$ dB	30
bijlage 8	Rekenmodel en resultaten slagschaduw	31
bijlage 9	Slagschaduwcontouren	33

1 INLEIDING

In opdracht van De Wolff Nederland Windenergie is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduw uitgevoerd voor een op te richten windpark ten zuiden van Apeldoorn in de Beekbergsebroek, hierna ook wel aangeduid als 'het windpark'.

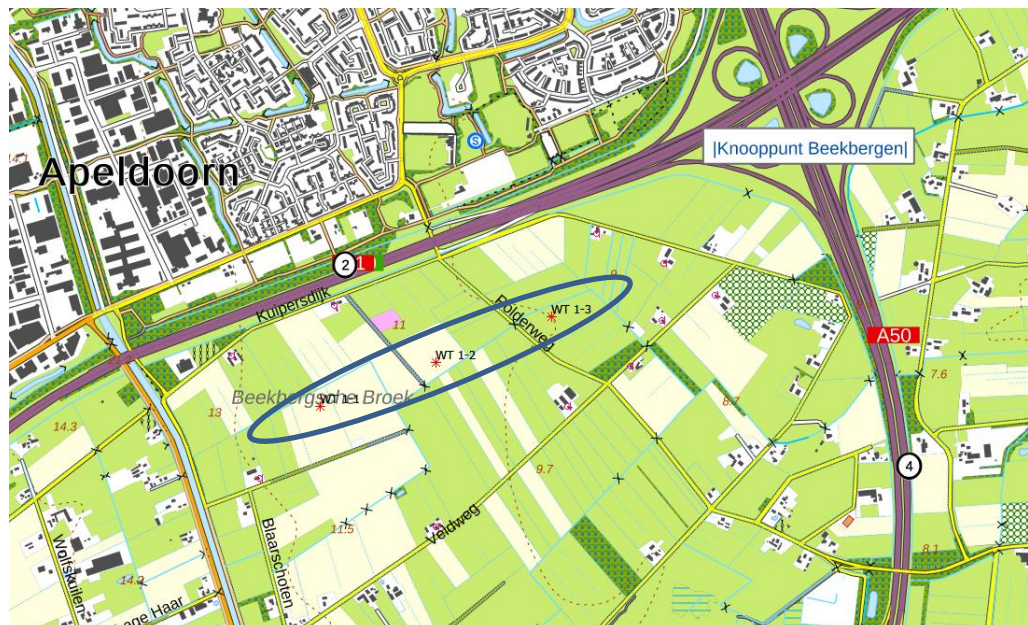
Het windpark bestaat uit drie windturbines van het type Nordex N131/3000 op een ashoogte van 134 meter.

Voor een vergunningsaanvraag dient enkel te worden getoetst aan de normen uit het Activiteitenbesluit (zie paragraaf 2.1.1). Voor de onderbouwing van de afwijking van het bestemmingsplan wordt daarnaast ook aandacht besteed aan laagfrequent geluid en de cumulatie met andere geluidbronnen zoals nabijgelegen windturbines, de hoofdwegen en relevante industrieterreinen (zie paragraaf 2.1.2).

1.1 Beschrijving van de locatie

Het windpark zal worden gerealiseerd in het buitengebied ten zuiden van Apeldoorn in de Beekbergsebroek, zie Figuur 1.1. Ten noorden van het windpark loopt de snelweg A1 en daarboven liggen bedrijventerreinen en woonwijken van Apeldoorn. Ten oosten bevindt zich de snelweg A50. Voor het overige wordt het windpark omgeven door landbouwgebied met verspreide woningen en boerenbedrijven. Er bevinden zich geen andere windturbines in de directe omgeving van het windpark.

Figuur 1.1 Locatie



1.2 Regelgeving

De inrichting valt onder paragraaf 3.2.3 van het Activiteitenbesluit¹. Volgens artikel 1.11 derde lid moet bij de melding een rapport van een akoestisch onderzoek worden overlegd. Het akoestisch onderzoek wordt uitgevoerd overeenkomstig de ministeriele regeling².

Binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter vanaf de locatie van de turbine bevinden zich meerdere gevoelige bestemmingen, zodat ook een onderzoek naar slagschaduwhinder uitgevoerd is.

Hetzelfde normstelsel is van toepassing voor een aanvraag voor een omgevingsvergunning.

1.3 Gegevens turbine Nordex N131/3000



De Nordex N131/3000 heeft een rotordiameter van 131 m met drie rotorbladen. Het nominale elektrische vermogen is 3.000 kW. Het toerental van de rotor is continu variabel tussen circa 6,5 en 11,6 tpm. De turbines worden hier geplaatst op conische stalen buismasten waardoor de rotoras circa 134 m boven het maaiveld komt. Het hoogste punt van de rotor wordt circa 199,5 m hoog. De turbine begint te draaien bij een windsnelheid van circa 3 m/s. Bij windsnelheden boven 25 m/s wordt de rotor gestopt uit veiligheidsoverwegingen. De kleur van de rotorbladen en de mast is lichtgrijs. De rotorbladen zijn semi-mat.

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

² Reken- en meetvoorschrift windturbines, Staatscourant nr 19592, 23 december 2010.

2 AKOESTISCH ONDERZOEK

2.1 Beoordeling

2.1.1 Normstelling

Volgens artikel 3.14a eerste lid van het Activiteitenbesluit wordt het geluidniveau vanwege een windturbine of een combinatie van windturbines dat optreedt op de gevels van gevoelige bestemmingen en geluidgevoelige terreinen getoetst aan de waarden $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB.

Bij de toepassing van artikel 3.14a, tweede lid van het Activiteitenbesluit, wordt geen rekening gehouden met een windturbine of een combinatie van windturbines die behoort tot een andere inrichting waarvoor onmiddellijk voorafgaand aan het tijdstip van inwerkingtreding van dat artikel een vergunning in werking en onherroepelijk was. Dit overgangsrecht (Activiteitenbesluit paragraaf 6.10a, artikel 6.21a, lid 2) geldt voor windturbines met een vergunning van voor 1 januari 2011. Dit betekent dat geen rekening hoeft te worden gehouden met reeds bestaande windturbines vergund voor 2011.

2.1.2 Overige beoordeling

Cumulatie met andere geluidbronnen

Cumulatie met andere bronnen is beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4). Hier is de industrie, het wegverkeer en het railverkeer significant. De methode berekent de gecumuleerde geluidbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidbronnen.

Laagfrequent geluid

Er is geen algemeen geaccepteerd normstelsel voorhanden waarmee laagfrequente geluidhinder kan worden geobjectiveerd. Laagfrequent geluid (LFG) is geluid in het voor mensen laagst hoorbare frequentiegebied, onder 200 Hz. Windturbines stralen, net als de meeste geluidbronnen, ook laagfrequent geluid uit.

Het RIVM heeft op verzoek van de GGD-en de invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden door windturbines onderzocht³. Hierin wordt gesteld dat windturbines weliswaar laagfrequent geluid produceren maar dat er geen bewijs bestaat dat dit een factor van belang is. Er is geen aparte beoordeling nodig bovenop de bescherming die de A-gewogen normstelling op basis van dosis-effectrelatie reeds biedt. De mate van bescherming en de normering worden eveneens beschouwd in een literatuuronderzoek⁴ naar laagfrequent geluid van windturbines van Agentschap NL. Ook hier zijn geen aanwijzingen dat het aandeel laagfrequent geluid een bijzondere dan wel belangrijke rol speelt.

³ Windturbines: invloed op de beleving en gezondheid van omwonenden, GGD Informatieblad medische milieukunde Update 2013; RIVM rapport 200000001/2013.

⁴ Literatuuronderzoek laagfrequent geluid windturbines, LBP Sight in opdracht van Agentschap NL, projectnummer DENB 138006 september 2013.

Tenslotte is door de Staatsecretaris van Infrastructuur en Milieu, mede namens de minister van Economische Zaken en de minister van Infrastructuur en Milieu over het onderwerp laagfrequent geluid van windturbines een brief aan de Tweede kamer gestuurd⁵. Deze brief baseert zich onder andere op bovengenoemd onderzoek van het RIVM waarin wordt gesteld dat:

- laagfrequent geluid bij windturbines in samenhang met hogere frequenties wordt gehoord en niet afzonderlijk hiervan;
- dit impliceert tevens dat de effecten van laagfrequent geluid op mensen niet anders zullen zijn dan effecten van geluid met hogere frequenties zoals hinder, slaapverstoring, moeheid, concentratieproblemen en dergelijke;
- voor beweringen dat laagfrequent geluid van windturbines allerlei klinische ziekten bij mensen kan veroorzaken is geen betrouwbare bewijsvoering aangetroffen, hetgeen in lijn is met de voorgaande inzichten;
- het feitelijke aandeel laagfrequent geluid in het brongeluid van een windturbine gering is. Daarom is ook het aandeel in de geluidbelasting op een woninggevel gering;
- bij het groter worden van turbines (tot 5 of 7,5 MW) zal dit aandeel met hooguit 1 à 2 dB toenemen. Het bij de Nederlandse norm voor windturbinegeluid voorgeschreven reken- en meetvoorschrift is goed in staat om hiermee rekening te houden zodat een correcte toetsing aan de norm mogelijk is;
- de Deense norm voor laagfrequent windturbinegeluid in het binnenmilieu van een woning geen extra bescherming biedt ten opzichte van de Nederlandse norm voor de gevelbelasting in geval van een standaard geïsoleerde woning.

Op grond van de brief van de Staatssecretaris kan worden gesteld dat toetsing aan de standaard Nederlandse geluidnormen (zoals in dit rapport gebeurt) tevens voldoende bescherming biedt tegen laagfrequent geluid. Het is dan ook niet noodzakelijk onderzoek uit te voeren naar laagfrequent geluid voor het windpark.

2.2 Invoer rekenmodel

Van de situatie is een akoestisch rekenmodel opgesteld met behulp van het programma *Geomilieu*[®] versie V4.00. Hiermee zijn de jaargemiddelde geluidniveaus berekend. De modellering en de overdrachtsberekening zijn uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift windturbines.

De geometrie van de omgeving is vastgesteld aan de hand van kaartmateriaal, luchtfoto's, aangeleverde documentatie en telefonisch verkregen informatie. In het gebied zijn bodemgebieden aangeduid als akoestisch absorberend ($B=0,9$), met uitzondering van relevante wegen, wateroppervlakken en terreinen met een verhard oppervlak welke zijn aangeduid als akoestisch reflecterend ($B=0$) en deels bebouwde oppervlakken zoals woonwijken als grotendeels reflecterend ($B=0,3$).

Een windturbine is akoestisch gemodelleerd met drie rondom uitstralende puntbronnen (dag, avond en nachtemissie) ter hoogte van de rotoras.

⁵ Brief d.d. 31 maart 2014, betreft laagfrequent geluid van windturbines, kenmerk IenM/bsk-2014/44564, staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu Wilma J. Mansveld.

In het akoestische model zijn 13 referentietoetspunten gedefinieerd, met name ter plaatse van de gevoelige bestemmingen in het gebied rondom de locatie. De positie van de woningen zijn gebaseerd op het BAG bestand (Basisregistratie Adressen en Gebouwen).

De referentietoetspunten worden representatief geacht voor de situatie en zijn in Tabel 2-1 gegeven.

Tabel 2.1 Toetspunten

Toetspunt	Omschrijving	afstand tot turbine circa [m]	Windrichting t.o.v. windpark
1	Kuipersdijk 24	330	N
2	Kuipersdijk 12	325	NW
3	Blaarschoten 20	290	W
4	Veldweg 25	535	Z
5	Veldweg 35	290	Z
6	Veldweg 40	295	Z
7	Veldweg 43	350	O
8	Veldweg 50	530	O
9	Kuipersmaat 21	390	O
10	Kuipersmaat 29	300	NO
11	Landdrostlaan 40	535	N
12	Zwaardvegersveld 12	560	N
13	Boswachtersveld 329	585	N

De toetspunten hebben een beoordelingshoogte van +5 m boven het plaatselijke maaiveld en zijn weergegeven in bijlage 2. Op elk toetspunt is het jaargemiddelde geluidniveau berekend. Het rekenresultaat is conform de wettelijke norm het invallende geluidniveau (dat wil zeggen zonder reflectie van de achterliggende eigen gevel).

Details van de invoergegevens van het rekenmodel zijn gegeven in bijlage 2 achter in deze rapportage.

2.3 Windaanbod

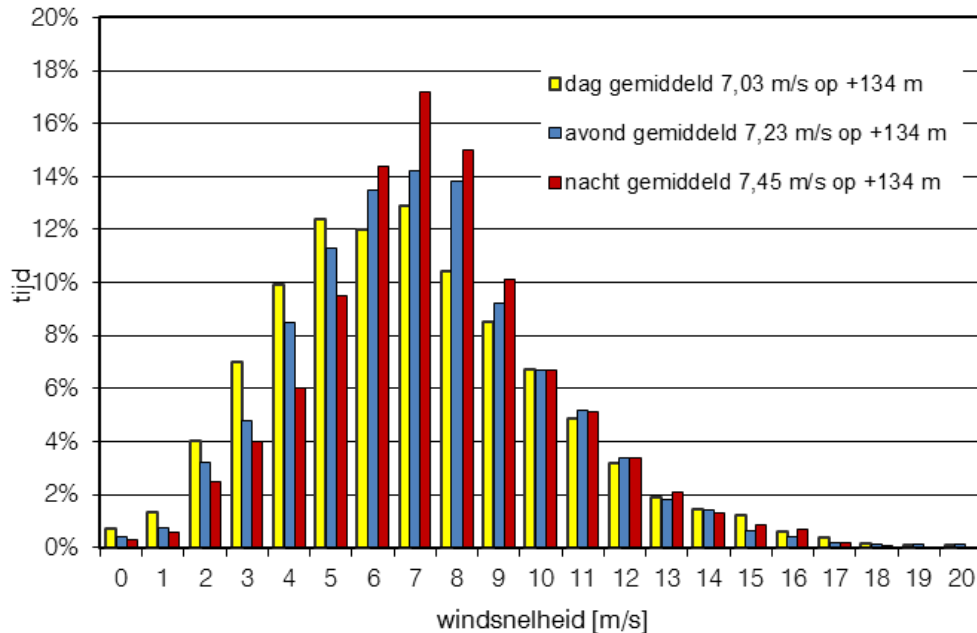
De jaargemiddelde bronsterkte L_E van een windturbine is afhankelijk van de optredende windsnelheden op ashoogte. Door het KNMI zijn gegevens gepubliceerd over de distributie van voorkomende windsnelheden op 80 tot 120 m hoogte. Deze KNMI-gegevens zijn gebaseerd op langjarige windstatistiek. Deze distributies zijn gespecificeerd voor de dag-, de avond- en de nachtperiode. De data zijn gebaseerd op het meteo-model van het KNMI en beschikbaar op raster-punten over geheel Nederland⁶.

Voor hoogtes onder de 80 m en boven de 120 m worden de waarden geëxtrapoleerd met een ruwheidslengte van de bodem van $z_0=0,1$.

⁶ Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4, Reken- en meetvoorschrift windturbines, §3.4.3 bepaling windsnelheidsverdeling.

De verschillen tussen de dag, de avond en de nacht zijn beperkt. Onderstaande Figuur 2.1, geeft de verdeling van de jaargemiddelde windsnelheden op +134 m voor de dag, avond en nacht. Windsnelheden boven 20 m/s zijn hier niet weergegeven omdat de kans dat deze voorkomen erg laag is, echter de berekening houdt er wel rekening mee.

Figuur 2.1 Voorkomende windsnelheden op ashoogte +134 m.



2.4 Geluidbron Nordex N131/3000

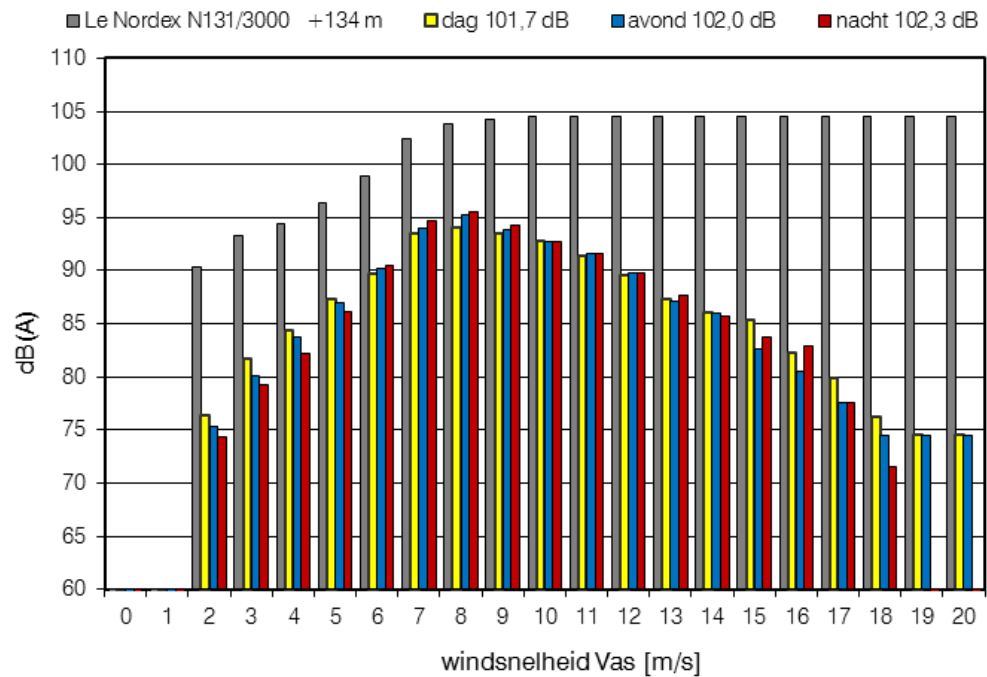
Door Nordex zijn geluidgegevens beschikbaar gesteld voor de Nordex N131/3000 windturbine⁷. De bronsterkte bedraagt 103,8 dB(A) bij een windsnelheid V_{as} van 8 m/s. De bronsterkten zijn gerapporteerd bij windsnelheden V_{10} van circa 3 tot 12 m/s. Voor de overdrachtsberekeningen is het octaafspectrum gebruikt wat is gegeven⁸ bij een windsnelheid van $V_{10}=8$ m/s en wat overeenkomt met $V_{as(120m)}=11,8$ m/s.

De gerapporteerde bronsterkten van de Nordex N131/3000 - turbine zijn omgerekend naar bronsterkten in relatie tot de windsnelheid op een ashoogte van 134 m. Dit levert de waarden op die zijn weergegeven met grijze staven in Figuur 2.2.

⁷ Noise level, Power curves, Thrust curves Nordex N131/3000 operational modes revision 00, doc nr F008_246_A13_EN, Nordex 20-02-2014.

⁸ Technical Report third octave band levels N117/3000, Doc no: F008_244_A08_EN Rev 01, Nordex 11-3-2014.

Figuur 2.2 Verdeling bronsterkten Nordex N131/3000, ashoogte 134 m.



Ter informatie: in de grafiek zijn ook de gecorrigeerde bronsterkten 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 $V_{as}=6$ tot 12 m/s de hoogste bijdrage levert aan het jaargemiddelde. Het geluid bij windsnelheden tot $V_{as}=3$ m/s en boven 17 m/s heeft een lage bijdrage. Cumulatie van deze bronsterkten over alle windsnelheidsklassen levert de jaargemiddelde bronsterkten op. Deze waarden $L_{W,j}$ variëren en bedragen voor een ashoogte van 134 meter 101,7, 102,0 en 102,3 dB(A) voor respectievelijk de dag, de avond en de nacht.

2.5 Rekenresultaten

In Tabel 2.2 zijn per referentie(toets)punt de jaargemiddelde geluidniveaus L_{night} en L_{den} gegeven die optreden op +5 m hoogte. De L_{den} is het tijdgewogen gemiddelde van:

- Het jaargemiddelde geluidniveau 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 2.2 Rekenresultaten: jaargemiddeld geluidniveau [dB(A)]

Toetspunt	Omschrijving	L_{day} [dB]	L_{even} [dB]	L_{night} [dB]	L_{den} [dB]
1	Kuipersdijk 24	41	42	42	48
2	Kuipersdijk 12	40	40	40	46
3	Blaarschoten 20	40	40	41	47
4	Veldweg 25	38	38	38	45
5	Veldweg 35	42	42	42	49
6	Veldweg 40	40	41	41	47
7	Veldweg 43	39	39	40	46
8	Veldweg 50	35	36	36	42
9	Kuipersmaat 21	38	38	38	45
10	Kuipersmaat 29	40	40	41	47
11	Landdrostlaan 40	38	38	38	44
12	Zwaardvegersveld 12	37	37	37	44
13	Boswachtersveld 329	36	37	37	43

De rekenresultaten zijn tevens gegeven in bijlage 3.

In bijlage 4 tot en bijlage 5 zijn de berekende geluidscontouren op een waarneemhoogte van +5 m weergegeven voor $L_{den}=47$ dB alsmede voor $L_{night}=41$ dB.

2.6 Beoordeling geluid

Bij twee woningen van derden wordt niet voldaan aan de geluidnorm $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB. Buiten de referentiewoningen wordt op alle overige woningen in de omgeving overigens wel voldaan. De **vetgedrukte** waarden in Tabel 2.2 laten de overschrijdingen zien. Om te voldoen aan de normstelling zijn mitigerende voorzieningen aan de orde.

2.7 Voorzieningen geluid

Om te voldoen aan de normstelling kan er voor worden gekozen om een andere windturbine met een lagere geluidemissie en of lagere ashoogte te nemen. Ook kan er voor worden gekozen om voor specifieke perioden de instellingen van specifieke turbines te wijzigen. Met deze instellingen worden de bronsterkten van de turbines gereduceerd door bijvoorbeeld het toerental te verlagen en/of de bladhoek te verdraaien. Dit gaat enigszins ten koste van de productie.

In Tabel 2.3 zijn de instellingen voor geluidvoorzieningen gepresenteerd waarmee op alle toetspunten (naast de referentie toetspunten eveneens voor alle andere omliggende woningen) wordt voldaan aan de norm $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB. Het betreft standaardinstellingen welke door de turbinefabrikant mogelijk zijn gemaakt. De benamingen verwijzen naar de benamingen van deze standaardinstellingen.

Tabel 2.3 Bedrijfsinstelling turbines

turbine	Type	dag	avond	nacht
		07:00 – 19:00 uur	19:00 – 23:00 uur	23:00 – 07:00 uur
WT 1-1	N131/3000	--	--	mode 3
WT 1-2	N131/3000	--	--	mode 4
WT 1-3	N131/3000	--	--	mode 6

--: turbine in werking in standaard uitvoering.

In Tabel 2.4 zijn per toetspunt de jaargemiddelde geluidniveaus met geluidvoorzieningen gegeven. In bijlage 2 en bijlage 3 zijn respectievelijk de akoestische gegevens en de rekenresultaten gegeven. In bijlage 6 en bijlage 7 zijn de berekende geluidcontouren voor L_{night} en L_{den} gegeven. Aangezien de contouren gebaseerd zijn op rasterberekeningen en de isolijnen een beeld geven van de ligging er van in de omgeving, kan het zijn als of een toetspunt zich binnen een contour bevindt. Echter alleen de berekeningen ter plaatse van de gevel van toetspunten zijn nauwkeurig genoeg en zijn leidend voor toetsing aan de normstelling. De berekening ter plaatse geven, na toepassen van de geluidvoorzieningen, geen overschrijding van de norm.

Tabel 2.4 Rekenresultaten: jaargemiddeld geluidniveau met geluidvoorzieningen[dB(A)].

Toetspunt	Omschrijving	L_{day} [dB]	L_{even} [dB]	L_{night} [dB]	L_{den} [dB]
1	Kuipersdijk 24	41	42	40	47
2	Kuipersdijk 12	40	40	39	45
3	Blaarschoten 20	40	40	39	46
4	Veldweg 25	38	38	37	43
5	Veldweg 35	42	42	39	47
6	Veldweg 40	40	41	38	45
7	Veldweg 43	39	39	36	44
8	Veldweg 50	35	36	33	40
9	Kuipersmaat 21	38	38	35	42
10	Kuipersmaat 29	40	40	37	45
11	Landdrostlaan 40	38	38	36	43
12	Zwaardvegersveld 12	37	37	35	42
13	Boswachtersveld 329	36	37	35	42

3 ONDERZOEK SLAGSCHADUW

3.1 Normstelling

Schaduweffecten van een draaiende windturbine kunnen hinder veroorzaken bij mensen. De maximale flikkerfrequentie, het contrast en de tijdsduur van blootstelling zijn van invloed op de mate van hinder die ondervonden kan worden. Bekend is dat flikkerfrequenties onder 2,5 Hz niet schadelijk zijn (veroorzaken niet potentieel epileptische aanvallen bij daarvoor gevoelige personen). Flikkerfrequenties tussen 2,5 Hz en 14 Hz kunnen als erg storend worden ervaren. Deze frequenties worden in de praktijk door gangbare windturbines niet bereikt. 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 regeling⁹ is in artikel 3.12 voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandsvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten 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 slagschaduw kan optreden¹⁰. 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 op een turbine nodig als de gemiddelde duur van hinderlijke schaduw minder is dan 6 uur per jaar. Dit is een strengere beoordeling dan volgens het volgens het Activiteitenbesluit omdat volgens deze op 17 dagen per jaar de hinderduur van zonsopgang tot zonsondergang meer dan 20 minuten mag bedragen en op alle overige dagen in het jaar de hinderduur door slagschaduw minder dan 20 minuten mag bedragen. Opgeteld kan de norm uit het Activiteitenbesluit dus een langere slagschaduwduur opleveren dan 6 uur per jaar.

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 wordt de slagschaduw echter niet meer als hinderlijk beoordeeld. Aan de noordzijde wordt het

⁹ 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).

¹⁰ Voor de letterlijke tekst wordt verwezen naar de regeling.

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.

3.3 Potentiële schaduw

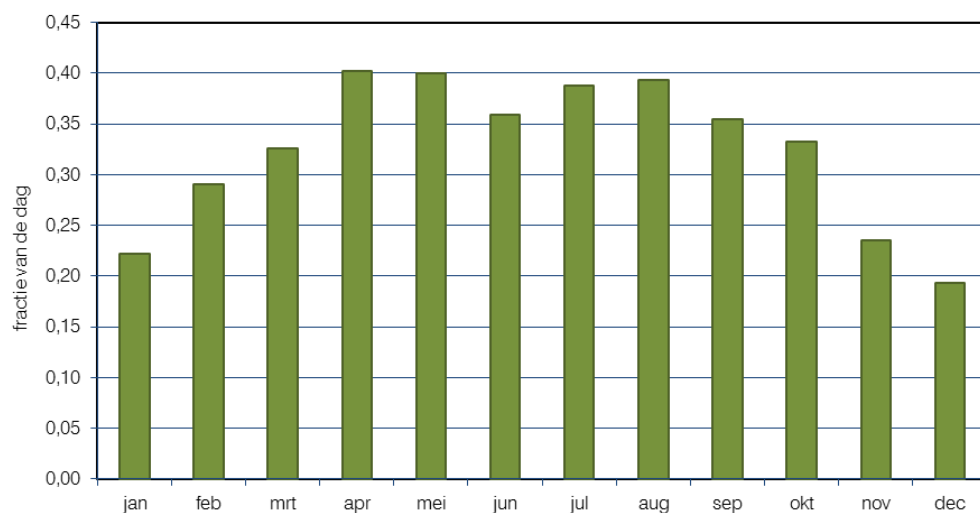
Op basis van de turbineafmetingen, de gang van de zon op deze locatie en een minimale zonshoogte van vijf graden, zijn de dagen en tijden berekend waarop slagschaduw kan optreden. De gang van de zon is voor alle dagen van het jaar bepaald met een astronomisch rekenmodel waarbij rekening is gehouden met de betreffende locatie (noorderbreedte en oosterlengte) op de aarde. De potentiële schaduwduur 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 schaduwduur.

De potentiële schaduwduur is nauwkeurig te berekenen, afhankelijk van de nauwkeurigheid van de invoer van de geometrie (positie en afmeting van de turbine en positie van de woningen) 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 hier niet in belangrijke mate van af zullen wijken.

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.

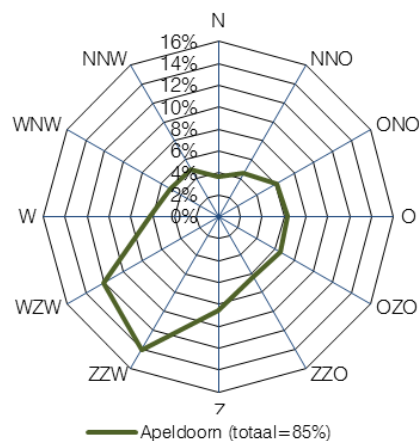
Figuur 3.1 Percentage zonneschijn Apeldoorn.



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 (op 10 meter hoogte, overeenkomend met circa 3 m/s op ashoogte) zijn betrokken. Afhankelijk van de richting waar de windturbine staat ten opzichte van woning ligt de deze correctie tussen circa 55% en 75%.

Figuur 3.2 Distributie windrichtingen bij windsnelheid > 2 m/s



3.4 Rekenresultaten

Bij de beoordeling van slagschaduw is geen rekening gehouden met obstakels in de omgeving die zich kunnen bevinden tussen de windturbines en de toetsobjecten. In de praktijk kunnen er zich daarnaast nog locatie specifieke beplanting en gebouwen bevinden die de slagschaduw beperken. Een dergelijk detailniveau is hier niet meegenomen. De hoeveelheid slagschaduw is daarmee 'worst case' bepaald.

Bij de beoordeling van slagschaduw hinder wordt uitgegaan van de worst-case aanname dat de gehele gevel van een woning boven een hoogte van 50 cm uit raam bestaat. Daarbij is aangenomen dat de gevelhoogte bij woningen 5 m bedraagt en voor de geprojecteerde breedte van het gevelvlak is 8 m aangehouden.

Voor de weergave van contouren op kaart wordt door het rekenprogramma automatisch uitgegaan van een rekenraster waarop per rasterpunt de schaduwduur wordt berekend op een oppervlak van 1 m². Daardoor kan het voorkomen dat een woning welke op of net buiten de 6 uurscontour is gelegen meer dan de 6 uur aan slagschaduw ondervindt. Immers, voor de berekeningen op de toetspunten wordt uitgegaan van een veel groter beschreven verticaal oppervlak van 8,0 x 4,5 meter. Daarom wordt op kaart de 5 uurscontour gebruikt om met zekerheid te kunnen zeggen dat woningen binnen deze contour niet meer dan 6 uur slagschaduw ontvangen. Er wordt tevens gekeken naar de 15-uurscontour om informatie te geven over de optredende slagschaduwduren binnen de zes uurscontour voor zowel toetspunten als op locaties waar geen toetspunt aanwezig is.

De kaart is dus nadrukkelijk niet geschikt voor het toetsen aan normen, maar voor de woningen die buiten de 5-uur contour liggen kan met zekerheid gesteld dat aan de normen uit het Activiteitenbesluit wordt voldaan. Voor woningen die binnen deze contour liggen kan met een toetspuntberekening worden aangetoond of de hinder voldoet aan de norm.

Voor de windturbines zijn de schaduwduren in het omliggende gebied berekend. In bijlage 9 zijn met een groene, rode en grijze isolijn aangegeven waar de totale jaarlijkse verwachte hinderduur respectievelijk 0, 5 of 15 uur bedraagt.

3.5 Hinderduur bij woningen

De rekenresultaten van de berekeningen op de referentietoetspunten zijn weergegeven in Tabel 3.1. Hierin is voor het rekenpunt de potentiële jaarlijkse hinderduur, het aantal dagen per jaar waarop hinder kan optreden en de maximale passageduur van de schaduw langs de gevel en de verwachte hinderduur per jaar gegeven (tijden in uren en minuten; uu:mm).

Tabel 3.1 Schaduw windpark te Apeldoorn (uu:mm, uren en minuten)

Toetspunt	Omschrijving	Potentiële schaduwduur [uu:mm]	Potentiële Schaduw dagen	Maximale passage duur [uu:mm]	Verwachte hinderduur [uu:mm]
1	Kuipersdijk 24	337:38	241	2:05	52:50
2	Kuipersdijk 12	186:10	132	2:03	33:05
3	Blaarschoten 20	29:44	72	0:33	6:24
4	Veldweg 25	--	--	--	--
5	Veldweg 35	127:43	151	1:15	24:01
6	Veldweg 40	60:18	104	0:51	11:48
7	Veldweg 43	219:09	218	1:28	43:04
8	Veldweg 50	72:32	112	0:59	14:06
9	Kuipersmaat 21	108:49	107	1:20	20:41
10	Kuipersmaat 29	231:30	141	2:50	39:40
11	Landdrostlaan 40	186:26	175	1:41	24:02
12	Zwaardvegersveld 12	133:39	139	1:38	16:26
13	Boswachtersveld 329	132:39	183	1:01	17:19

--: geen slagschaduw van toepassing

Bij de woningen waarvan de verwachte hinderduur **vetgedrukt** is, treedt jaarlijks meer dan de voorgestelde 6 uur slagschaduw hinder op. Naast deze 12 referentiewoningen treedt ook op circa 680 andere woningen in de omgeving meer slagschaduw dan de voorgestelde 6 uur. Bij de bepaling van de schaduwduren is geen rekening gehouden met eventuele beplanting, gebouwen en kunstwerken in de omgeving die het zicht kunnen belemmeren. Hierdoor kan de hinder worden beperkt. De overschrijdingen worden weggenomen door een stilstandsregeling tot het niveau waarop wordt voldaan aan de normstelling uit het Activiteitenbesluit (zie paragraaf 3.6).

Binnen een afstand van 365 m vanaf de turbine (op basis van een maximale bladbreedte van 3,5 meter) kan de zon volledig bedekt worden door een 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 zijn maximaal 0,6 Hz en liggen daarmee onder de 2,5 Hz dat als erg storend wordt ervaren en schadelijk kan zijn.

3.6 Maatregelen

De windturbines zullen worden uitgerust met een stilstandsvoorziening om te voldoen aan de wettelijke norm, zowel op de referentiewoningen als op andere woningen waarop de norm wordt overschreden. In de turbinebesturing worden hiervoor blokken van dagen en tijden geprogrammeerd waarop de rotor wordt gestopt indien de zon schijnt en de turbine draait omdat er op die momenten slagschaduw valt op woningen waar de betreffende turbine bijdraagt aan een overschrijding van de norm. Een dergelijke voorziening leidt tot enig productieverlies. De totale stilstandsduur kan met een zonnescijnsensor beperkt worden door de turbine alleen te stoppen op geprogrammeerde tijden indien ook tegelijkertijd de zon schijnt. Wanneer de zon niet schijnt zal er ook geen sprake zijn van slagschaduw en kan de turbine door blijven draaien. Wanneer de definitieve keuze van het turbinetype bekend is zal er een stilstandskalender worden bepaald waarmee de stilstandsvoorziening van de turbines kan worden geprogrammeerd.

4 CUMULATIEVE EFFECTEN

4.1 Cumulatie geluid en slagschaduw met nabijgelegen windturbines

In en rond het plangebied bevinden zich geen bestaande windturbines. Cumulatie met nabijgelegen turbines is daarom niet relevant.

4.2 Cumulatieve effecten met andere geluidbronnen

Cumulatie met andere bronnen wordt beschouwd als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidbron conform de rekenregels uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (Activiteitenregeling milieubeheer Bijlage 4).

Hier zijn dit naast de windturbines de relevante rijkswegen A1 en A50 en de bedrijventerreinen Kuipersveld en Malkenschoten. De spoorlijn Apeldoorn/Dieren is slechts sporadisch in gebruik als toeristische stoomlijn. De overige spoorlijnen in de omgeving zijn ook als niet relevant beschouwd gezien de afstand naar de representatieve toetspunten.

De cumulatieve rekenmethode uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines berekent de gecumuleerde geluidbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidbronnen. Ten behoeve van deze rekenmethode moet de geluidbelasting bekend zijn van ieder van de bronnen, berekend volgens het voorschrift dat voor die bronsoort geldt. Hieruit ontstaat een voor die bronsoort vervangende geluidbelasting die als resultante overeenkomt met de geluidbelasting vanwege wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt:

- Windturbinegeluid = $1,65 * L_{WT} - 20,05$ dB
- Wegverkeerslawaai = $1,00 * L_{VL} + 0,00$ dB
- Industrielawaai = $1,00 * L_{IL} + 1,00$ dB

De cumulatieve geluidbelasting wordt bepaald door de afzonderlijke waarden bij elkaar op te tellen (zogenoemde energetische sommatie). De geluidbelasting (grootheid L) wordt uitgedrukt in L_{den} , met uitzondering van industrielawaai waarvoor de etmaalwaarde geldt.

Ter bepaling van het wegverkeerslawaai zijn de verkeersgegevens (intensiteiten, voertuigverdeling, snelheden, wegdektype en eventuele schermen) van de rijkswegen A1 en A50 beschikbaar gesteld door Rijkswaterstaat via het Geluidsregister.

Met de invoering van deze gegevens in het rekenmodel voor de windturbines is de toekomstige geluidbelasting van het wegverkeer op de toetspunten geschat en gecumuleerd. De invoergegevens en rekenresultaten zijn gegeven in respectievelijk bijlage 2 en bijlage 3.

Om de geluidbelasting te kunnen schatten is een oppervlaktebron ter plaatse van de bedrijventerreinen in het rekenmodel toegevoegd. De geluidemissie is gebaseerd op het standaardspectrum industrielawaai, afkomstig uit de Handleiding meten en rekenen industrielawaai 1999. De hoogte van het geluidbronvermogen is zo gekozen, dat op de gevels van de nabijgelegen gevoelige bestemmingen tenminste wordt voldaan aan de normen voor industrielawaai in het Activiteitenbesluit (maximaal 50 dB(A) etmaalwaarde).

De invoergegevens en de rekenresultaten zijn gegeven in respectievelijk bijlage 2 en bijlage 3.

In Tabel 4.1 zijn per toetspunt de afzonderlijke geluidbelastingen van het industrielawaai, het wegverkeerslawaai en de berekende gecumuleerde jaargemiddelde geluidniveaus L_{CUM} gegeven op de tien referentietoetspunten. Dit is gedaan voor de situatie zonder windturbines en de situatie waarin het windpark is gerealiseerd, rekening houdende met geluidvoorzieningen. In bijlage 3 zijn rekenresultaten per toetspunt samengevat.

Tabel 4.1 Resultaten cumulatieve effecten.

Toetspunt	Omschrijving	jaargemiddeld geluidniveau L_{den} [dB]			
		IL	VL	L_{cum} bestaand*	L_{cum} inclusief windpark**
1	Kuipersdijk 24	40	71	71	71
2	Kuipersdijk 12	43	69	69	69
3	Blaarschoten 20	40	59	59	61
4	Veldweg 25	36	55	55	57
5	Veldweg 35	34	58	58	61
6	Veldweg 40	33	59	59	60
7	Veldweg 43	33	60	60	61
8	Veldweg 50	32	62	62	62
9	Kuipersmaat 21	33	63	63	63
10	Kuipersmaat 29	34	68	68	68
11	Landdrostlaan 40	40	57	57	58
12	Zwaardvegersveld 12	39	55	55	56
13	Boswachtersveld 329	44	58	58	59

*: de bestaande situatie zonder windturbines, dus alleen industrie (IL) en wegverkeer (VL).

** : bestaande situatie + windturbines – uitleg kleurcode zie tekst hieronder.

Aan de hand van de methode Miedema wordt vervolgens de akoestische kwaliteit van de omgeving ten gevolge van de cumulatieve effecten bepaald en kan de leefomgeving objectief worden beoordeeld. De beoordeling van de akoestische kwaliteit vindt dan plaats op basis van het overzicht in Tabel 4.2. De kleurcode is tevens gebruikt in Tabel 4.1.

Tabel 4.2 Classificering van de kwaliteit van de akoestisch omgeving in een milieukwaliteitsmaat volgens de 'methode Miedema'

Kwaliteit van de akoestische omgeving	Geluidbelasting	Toegepast kleurcode
Goed	≤ 50 dB L_{den}	
Redelijk	≤ 55 dB L_{den}	
Matig	≤ 60 dB L_{den}	
Tamelijk slecht	≤ 65 dB L_{den}	
Slecht	≤ 70 dB L_{den}	
Zeer slecht	> 70 dB L_{den}	

In de bestaande situatie, zonder het nieuwe windpark, wordt de akoestische omgeving ter plaatse van de geselecteerde toetspunten bepaald door het wegverkeer. De akoestische kwaliteit van de omgeving varieert van Redelijk (≤ 50 dB Lden) tot zeer slecht (> 70 dB Lden).

In de toekomstige situatie met het windpark wordt de akoestische kwaliteit van de omgeving ter plaatse van de geselecteerde toetspunten nog steeds in hoofdzaak bepaald door wegverkeer.

Op vijf van de referentietoetspunten neemt de cumulatieve geluidbelasting niet toe. De maximale toename bedraagt 3 dB. Op vijf van de acht referentiepunten waar wel een toename plaatsvindt vindt tevens een verslechtering op basis van 'Miedema' plaats, in alle vier gevallen met één stap op de schaal van Miedema. Dit is in drie gevallen een verschuiving van een matige naar een tamelijk slechte akoestische kwaliteit en in twee gevallen een verslechtering van een redelijke naar een matige akoestische kwaliteit.

De beschouwde referentiepunten representeren in alle windrichtingen de meest dichtbij het windpark gelegen woningen. Op deze woningen is de bijdrage van het windpark hoger dan andere woningen in de omgeving.

5 BEOORDELING

In opdracht van De Wolff Nederland Windenergie is een akoestisch onderzoek en een onderzoek naar slagschaduw uitgevoerd voor een op te richten windpark ten zuiden van Apeldoorn, hierna ook wel aangeduid als 'het windpark'. Dit rapport kan worden gebruikt in het kader een ruimtelijke procedure.

Het windpark bestaat uit drie windturbines van het type Nordex N131/3000 op een ashoogte van 134 meter.

Bij alle gevoelige bestemmingen wordt na mitigatie voldaan aan de geluidnorm $L_{den}=47$ dB en $L_{night}=41$ dB.

Bij diverse gevoelige bestemmingen wordt niet voldaan aan de voorgestelde streefwaarde van zes uur slagschaduwinder per jaar. De jaarlijkse slagschaduwinder zal worden teruggebracht tot binnen de norm middels stilstandsvoorzieningen, die de windturbine(s) afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten. Dit gaat gepaard met enig productieverlies.

De cumulatieve effecten van de windturbines met andersoortige geluidbronnen (industrie en wegverkeer) is inzichtelijk gemaakt. Op vijf van de dertien referentietoetspunten neemt de cumulatieve geluidbelasting niet toe. De toename op de overige punten bedraagt maximaal 2 dB. Op vijf van de referentiepunten vindt tevens een verslechtering van de leefomgeving plaats met één stap op de schaal van Miedema.

BIJLAGE 1 VERKLARENDE BEGRIPPENLIJST

Bronsterkte	Het geluid dat de windturbine op ashoogte produceert ter plaatse van de turbine.
Daglengte	De tijd tussen opkomst en ondergang van de zon.
Dosis-effectrelatie	De relatie/ verhouding tussen meer of minder blootstelling aan een bepaalde belasting en het effect hiervan op de hinder/ gezondheid bij een mens.
Flikkerfrequentie	Het aantal passages per seconde van een rotorblad. Flikkerfrequenties boven 2,5 Hz (2,5 passages per seconde) zijn zeer hinderlijk voor mensen maar komen bij grotere windturbines niet voor.
Gevoelige bestemming	Woningen zijn gevoelige bestemmingen, waarbij wettelijk geluidhinder onderzocht moet worden. Onderzoek naar slagschaduw is niet wettelijk verplicht maar wordt geadviseerd indien gevoelige bestemmingen binnen een afstand van twaalf maal de rotordiameter aanwezig zijn. Kantoren en gebouwen op industrieterreinen (geen woningen) zijn geen gevoelige objecten.
Gevelvlak	De slagschaduw wordt niet getoetst op een enkel punt maar op een vlak dat alle ramen van een verblijfsruimte omvat. In dit onderzoek wordt een vlak beoordeeld met een geprojecteerde breedte van acht meter en een hoogte van vijf meter. Dit vlak wordt het gevelvlak genoemd.
Hz, Hertz	Frequentie. 1 Hz is één keer per seconde. 5 Hz is vijf keer per seconde.
Hinderduur	De hinderduur is de verwachte gemiddelde duur per jaar van hinderlijke slagschaduw op de gevel. Hierbij is de potentiële schaduwduur gecorrigeerd voor de maandelijkse kans op zon, de kans op het draaien van de rotor en de richting van het rotorvlak. Als een jaar zonniger is dan gemiddeld kan de hinderduur langer zijn dan de gemiddelde hinderduur.
L_{den}	Het jaargemiddelde geluidniveau.
L_E	Emissieterm, jaargemiddelde bronsterkte.
L_{day}	Het jaargemiddelde geluidniveau in de dag.

<i>L_{even}</i>	Het jaargemiddelde geluidniveau in de avond.
<i>L_{night}</i>	Het jaargemiddelde geluidniveau in de nacht.
<i>V₁₀</i>	De windsnelheid op 10 meter hoogte boven maaiveld.
Vas	De windsnelheid op ashoogte boven maaiveld.
Lichtflikkeringen	Als de schaduw van een rotorblad over het gevelvlak gaat zal verschil in lichtintensiteit optreden. Het aantal lichtflikkeringen per periode bepaalt de flikkerfrequentie.
Meteogegevens	Statistische gegevens van meetstations in de omgeving van de windturbine. De meteogegevens bevatten de distributies van windsnelheden en windrichtingen en de maandelijkse kans op zonnenschijn.
Passageduur	De maximale duur op een dag van de schaduw op (een deel van) het gevelvlak. Hierbij wordt uitgegaan van continu zonnenschijn en de meest ongunstige richting van het rotorvlak.
Potentiële schaduwduur	De jaarlijkse duur van de schaduw over het gevelvlak indien de zon altijd schijnt, de turbine altijd in werking is en de richting van de rotor altijd dwars staat op de lijn van de turbine naar de woning.
Slagschaduw	Bewegende schaduw van de draaiende rotorbladen. Bij slagschaduw op een raam wordt het afwisselend licht en donker in de verblijfsruimte. Buiten is dit minder hinderlijk omdat het licht dan vanuit meerdere richtingen komt.
Stilstandsvoorziening	Instellingen voor de turbine waardoor deze stilgezet kan worden indien anders de norm voor slagschaduw hinder overschreden zou worden. Een stilstandsvoorziening kan als optie geïnstalleerd worden. De voorziening moet automatisch werken.

BIJLAGE 2 OBJECTEN REKENMODEL AKOESTIEK

Rekenraster

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte	Maaiveld	DeltaX	DeltaY	X-aantal	Y-aantal
1	grid	195354,70	466731,44	5,00	0,00	50,00	50,00	55,00	36,00

Rekenpunten referentie

Naam	Omschr.	X	Y	Maaiveld
1	Kuipersdijk 24	197009,83	466128,38	0,00
2	Kuipersdijk 12	196680,92	465967,97	0,00
3	Blaarschoten 20	196770,43	465576,02	0,00
4	Veldweg 25	197334,31	465420,42	0,00
5	Veldweg 35	197758,17	465804,72	0,00
6	Veldweg 40	197959,41	465935,06	0,00
7	Veldweg 43	198058,83	466081,74	0,00
8	Veldweg 50	198230,84	466162,04	0,00
9	Kuipersmaat 21	198065,12	466261,86	0,00
10	Kuipersmaat 29	197851,01	466358,48	0,00
11	Landdrostlaan 40	197018,32	466375,96	0,00
12	Zwaardvegersveld 12	197178,08	466509,53	0,00
13	Boswachtersveld 329	196774,98	466336,81	0,00

Bodemgebieden

Uit top 10NL zijn alle verharde wegen en wateren overgenomen als akoestisch harde terreinen B=0,0

Daarnaast extra ingevoerd:

Naam	Omschr.	X-1	Y-1	Bf
B01	terreinverharding	197007,97	466148,08	0,00
B02	terreinverharding	196675,66	465995,18	0,00
B03	terreinverharding	196715,95	465592,66	0,00
B04	terreinverharding	197310,26	465414,68	0,00
B05	terreinverharding	197731,04	465869,53	0,00
B06	terreinverharding	197952,32	465935,36	0,00
B07	terreinverharding	197973,12	466080,19	0,00
B08	terreinverharding	198043,05	466063,80	0,00
B09	terreinverharding	198298,46	466134,56	0,00
B10	terreinverharding	198107,58	466314,86	0,00
B11	terreinverharding	197851,43	466387,61	0,00
B12	Woonwijk / Industrierrein	195736,89	465717,35	0,30

Geluidbron geometrie

Id	Omschr.	X	Y	Hoogte	MV
WT 1-1	N131 3MW as 134m	196963,00	465804,00	134,00	0,00
WT 1-2	N131 3MW as 134m	197336,00	465946,00	134,00	0,00
WT 1-3	N131 3MW as 134m	197708,00	466092,00	134,00	0,00

Geluidbron bronsterkte dag

Id	Omschr.	Le 31	Le 63	Le 125	Le 250	Le 500	Le 1k	Le 2k	Le 4k	Le 8k	Le Totaal
WT 1-1	N131 3MW as 134m	70,46	80,17	87,24	92,01	93,58	96,56	95,45	93,05	82,87	101,69
WT 1-2	N131 3MW as 134m	70,46	80,17	87,24	92,01	93,58	96,56	95,45	93,05	82,87	101,69
WT 1-3	N131 3MW as 134m	70,46	80,17	87,24	92,01	93,58	96,56	95,45	93,05	82,87	101,69

Geluidbron bronsterkte avond

Id	Omschr.	Le 31	Le 63	Le 125	Le 250	Le 500	Le 1k	Le 2k	Le 4k	Le 8k	Le Totaal
WT 1-1	N131 3MW as 134m	70,75	80,47	87,54	92,30	93,87	96,85	95,74	93,34	83,16	101,98
WT 1-2	N131 3MW as 134m	70,75	80,47	87,54	92,30	93,87	96,85	95,74	93,34	83,16	101,98
WT 1-3	N131 3MW as 134m	70,75	80,47	87,54	92,30	93,87	96,85	95,74	93,34	83,16	101,98

Geluidbron bronsterkte nacht

Id	Omschr.	Le 31	Le 63	Le 125	Le 250	Le 500	Le 1k	Le 2k	Le 4k	Le 8k	Le Totaal
WT 1-1	N131 3MW as 134m	71,02	80,74	87,81	92,57	94,15	97,12	96,02	93,61	83,44	102,26
WT 1-2	N131 3MW as 134m	71,02	80,74	87,81	92,57	94,15	97,12	96,02	93,61	83,44	102,26
WT 1-3	N131 3MW as 134m	71,02	80,74	87,81	92,57	94,15	97,12	96,02	93,61	83,44	102,26

Geluidbron bronsterkte nacht - mitigatie

Id	Omschr.	Le 31	Le 63	Le 125	Le 250	Le 500	Le 1k	Le 2k	Le 4k	Le 8k	Le Totaal
WT 1-1	N131 3MW as 134m	69,68	79,40	86,47	91,23	92,81	95,78	94,68	92,27	82,10	100,92
WT 1-2	N131 3MW as 134m	69,24	78,96	86,03	90,79	92,37	95,34	94,24	91,83	81,66	100,48
WT 1-3	N131 3MW as 134m	67,38	77,10	84,17	88,94	90,51	93,49	92,38	89,97	79,80	98,62

BIJLAGE 3 REKENRESULTATEN AKOESTIEK

3 x N131 as 134 m

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
01	Kuipersdijk 24	5,00	41,33	41,62	41,89	48,19
02	Kuipersdijk 12	5,00	39,55	39,84	40,12	46,42
03	Blaarschoten 20	5,00	40,12	40,41	40,69	46,99
04	Veldweg 25	5,00	37,81	38,10	38,38	44,68
05	Veldweg 35	5,00	41,74	42,03	42,30	48,60
06	Veldweg 40	5,00	40,33	40,62	40,90	47,20
07	Veldweg 43	5,00	39,03	39,32	39,59	45,89
08	Veldweg 50	5,00	35,43	35,72	35,99	42,29
09	Kuipersmaat 21	5,00	37,74	38,03	38,30	44,60
10	Kuipersmaat 29	5,00	39,99	40,28	40,55	46,85
11	Landdrostlaan 40	5,00	37,63	37,92	38,19	44,49
12	Zwaardvegersveld 12	5,00	36,78	37,07	37,34	43,64
13	Boswachtersveld 329	5,00	36,37	36,66	36,94	43,24

3 x N131 as 134 m - MITIGATIE

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
01	Kuipersdijk 24	5,00	41,33	41,62	40,20	46,93
02	Kuipersdijk 12	5,00	39,55	39,84	38,60	45,28
03	Blaarschoten 20	5,00	40,12	40,41	39,21	45,88
04	Veldweg 25	5,00	37,81	38,10	36,52	43,30
05	Veldweg 35	5,00	41,74	42,03	39,39	46,52
06	Veldweg 40	5,00	40,33	40,62	37,76	44,97
07	Veldweg 43	5,00	39,03	39,32	36,46	43,67
08	Veldweg 50	5,00	35,43	35,72	33,00	40,16
09	Kuipersmaat 21	5,00	37,74	38,03	35,18	42,38
10	Kuipersmaat 29	5,00	39,99	40,28	37,38	44,60
11	Landdrostlaan 40	5,00	37,63	37,92	36,28	43,08
12	Zwaardvegersveld 12	5,00	36,78	37,07	35,19	42,06
13	Boswachtersveld 329	5,00	36,37	36,66	35,18	41,93

Wegverkeer

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
1	Kuipersdijk 24	5,00	69,23	66,37	62,58	70,97
2	Kuipersdijk 12	5,00	67,32	64,44	60,72	69,08
3	Blaarschoten 20	5,00	56,99	54,11	50,61	58,86
4	Veldweg 25	5,00	53,24	50,42	47,13	55,26
5	Veldweg 35	5,00	56,40	53,56	50,26	58,40
6	Veldweg 40	5,00	57,13	54,30	51,01	59,14
7	Veldweg 43	5,00	58,45	55,62	52,30	60,45
8	Veldweg 50	5,00	59,90	57,05	53,77	61,90
9	Kuipersmaat 21	5,00	61,08	58,26	54,88	63,05
10	Kuipersmaat 29	5,00	65,71	62,94	59,36	67,62
11	Landdrostlaan 40	5,00	54,58	51,69	48,38	56,54
12	Zwaardvegersveld 12	5,00	53,39	50,53	47,19	55,36
13	Boswachtersveld 329	5,00	55,97	53,07	49,67	57,88

Industrie

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Lden
Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht	Etmaal
01	Kuipersdijk 24	5,00	30,33	30,33	30,33	40,33
02	Kuipersdijk 12	5,00	33,18	33,18	33,18	43,18
03	Blaarschoten 20	5,00	30,01	30,01	30,01	40,01
04	Veldweg 25	5,00	25,77	25,77	25,77	35,77
05	Veldweg 35	5,00	24,34	24,34	24,34	34,34
06	Veldweg 40	5,00	23,41	23,41	23,41	33,41
07	Veldweg 43	5,00	23,01	23,01	23,01	33,01
08	Veldweg 50	5,00	22,18	22,18	22,18	32,18
09	Kuipersmaat 21	5,00	23,03	23,03	23,03	33,03
10	Kuipersmaat 29	5,00	24,19	24,19	24,19	34,19
11	Landdrostlaan 40	5,00	30,49	30,49	30,49	40,49
12	Zwaardvegersveld 12	5,00	28,83	28,83	28,83	38,83
13	Boswachtersveld 329	5,00	33,99	33,99	33,99	43,99

Cumulatief

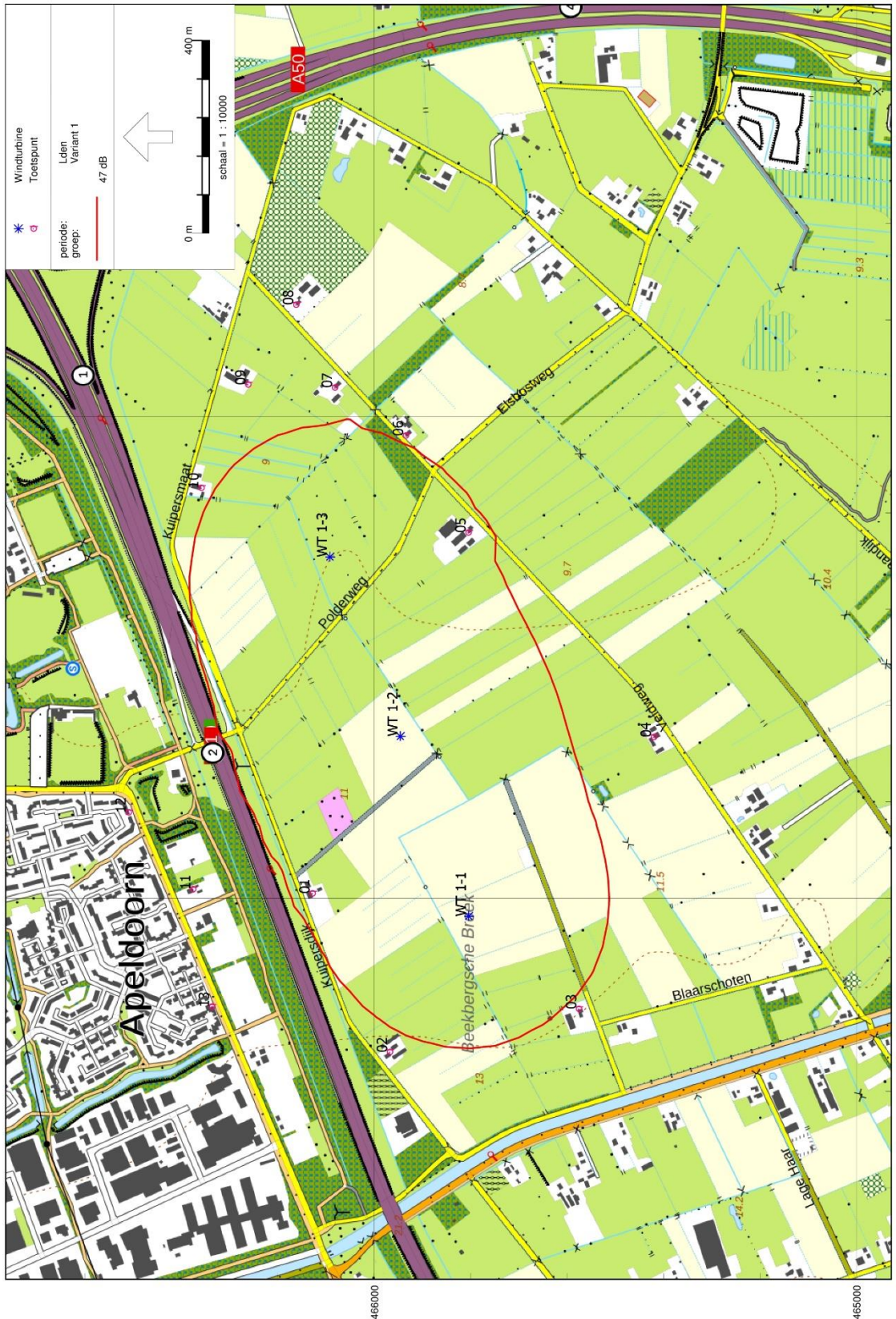
Naam	Omschr.	geluidbelastingen		
		bestaand		toekomst
		IL	VL	windpark Apeldoorn
1	Kuipersdijk 24	40	71	47
2	Kuipersdijk 12	43	69	45
3	Blaarschoten 20	40	59	46
4	Veldweg 25	36	55	43
5	Veldweg 35	34	58	47
6	Veldweg 40	33	59	45
7	Veldweg 43	33	60	44
8	Veldweg 50	32	62	40
9	Kuipersmaat 21	33	63	42
10	Kuipersmaat 29	34	68	45
11	Landdrostlaan 40	40	57	43
12	Zwaardvegersveld 12	39	55	42
13	Boswachtersveld 329	44	58	42

Naam	Omschr.	geluidbelastingen omgerekend naar hinderbeleving verkeerslawaaai		
		bestaand		toekomst incl windpark
		L *IL	L *VL	L *WT variant 1
1	Kuipersdijk 24	41	71	57
2	Kuipersdijk 12	44	69	55
3	Blaarschoten 20	41	59	56
4	Veldweg 25	37	55	51
5	Veldweg 35	35	58	57
6	Veldweg 40	34	59	54
7	Veldweg 43	34	60	52
8	Veldweg 50	33	62	46
9	Kuipersmaat 21	34	63	50
10	Kuipersmaat 29	35	68	54
11	Landdrostlaan 40	41	57	51
12	Zwaardvegersveld 12	40	55	49
13	Boswachtersveld 329	45	58	49

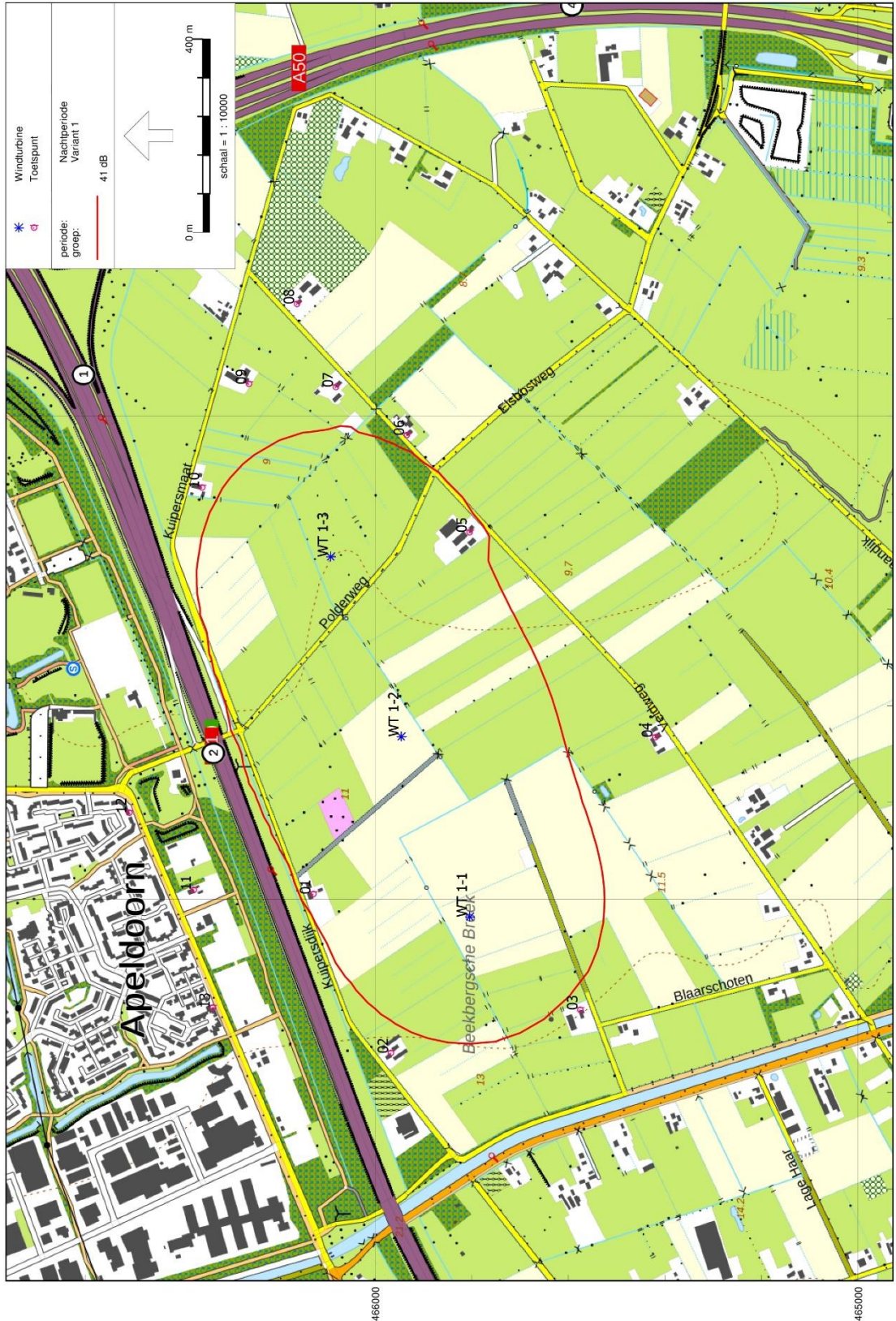
Naam	Omschr.	geluidbelastingen omgerekend naar hinderbeleving verkeerslawaai cumulatief	
		bestaand	toekomst incl. windpark
1	Kuipersdijk 24	71	71
2	Kuipersdijk 12	69	69
3	Blaarschoten 20	59	61
4	Veldweg 25	55	57
5	Veldweg 35	58	61
6	Veldweg 40	59	60
7	Veldweg 43	60	61
8	Veldweg 50	62	62
9	Kuipersmaat 21	63	63
10	Kuipersmaat 29	68	68
11	Landdrostlaan 40	57	58
12	Zwaardvegersveld 12	55	56
13	Boswachtersveld 329	58	59

BIJLAGE 4 GELUIDCONTOUR $L_{DEN} = 47$ DB

Pondera Consult

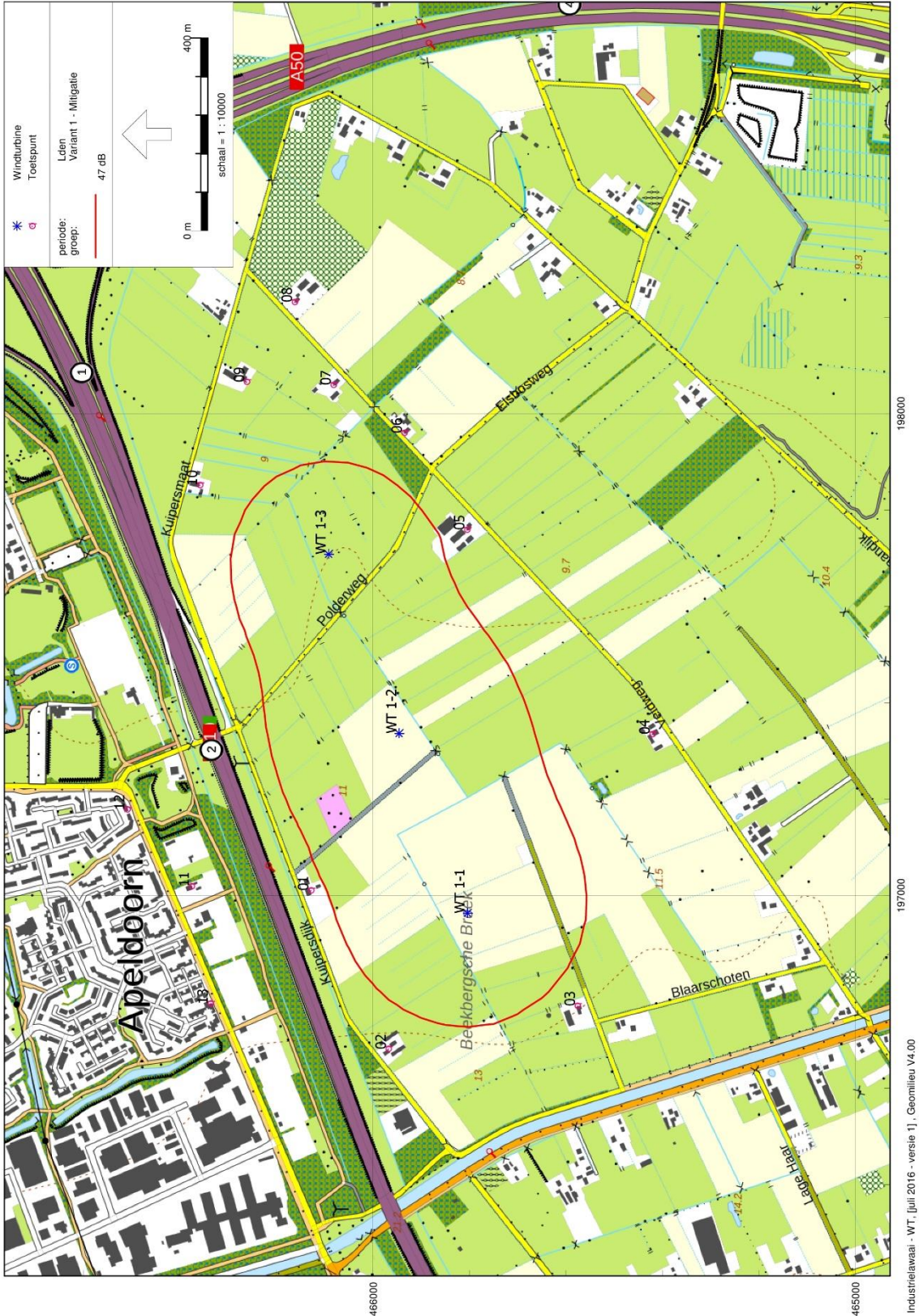


BIJLAGE 5 GELUIDCONTOUR $L_{NIGHT} = 41$ DB



BIJLAGE 6 GELUIDCONTOUR NA MITIGATIE - $L_{DEN} = 47$ DB

Pondera Consult



BIJLAGE 7 GELUIDCONTOUR NA MITIGATIE - $L_{NIGHT} = 41$ DB

Pondera Consult



BIJLAGE 8 REKENMODEL EN RESULTATEN SLAGSCHADUW

Project:
716087

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Dion Oude Lansink / d.oudelansink@ponderaconsult.com
Calculated:
7-9-2016 16:46/3.0.654

SHADOW - Main Result

Calculation: WP Apeldoorn

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence 1. WTG distance circle radius
Minimum sun height over horizon for influence 5 °
Day step for calculation 1 days
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S/50 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,22	0,29	0,33	0,40	0,36	0,39	0,39	0,35	0,33	0,24	0,19	

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
322	406	533	555	574	553	747	1.229	1.059	551	449	438	7.416

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:
Height contours used: Elevation Grid Data Object: 716087_EMDGrid_0.wpg (1)
Obstacles used in calculation
Eye height: 1,5 m
Grid resolution: 10,0 m

All coordinates are in
Dutch Stereo-RD/NAP 2000

WTGs

X (east)	Y (north)	Z [m]	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
				Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM
WT 1	196.963	465.804	10,4 NORDEX N131/3000 3000 131.0 !...	Yes	NORDEX	N131/3000-3.000	3.000	131,0	134,0	1.572	10,3
WT 2	197.336	465.946	10,0 NORDEX N131/3000 3000 131.0 !...	Yes	NORDEX	N131/3000-3.000	3.000	131,0	134,0	1.572	10,3
WT 3	197.708	466.092	10,0 NORDEX N131/3000 3000 131.0 !...	Yes	NORDEX	N131/3000-3.000	3.000	131,0	134,0	1.572	10,3

Shadow receptor-Input

No.	X (east)	Y (north)	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
01 - Kuipersdijk 24	197.010	466.128	12,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
02 - Kuipersdijk 12	196.681	465.968	13,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
03 - Blaarschoten 20	196.770	465.576	11,3	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
04 - Veldweg 25	197.334	465.420	12,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
05 - Veldweg 35	197.758	465.805	9,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
06 - Veldweg 40	197.959	465.935	11,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
07 - Veldweg 43	198.059	466.082	8,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
08 - Veldweg 50	198.231	466.162	9,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
09 - Kuipermaat 21	198.065	466.262	9,8	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
10 - Kuipermaat 29	197.851	466.358	9,7	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
11 - Landdrostlaan 40	197.018	466.376	12,9	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
12 - Zwaardvegersveld 12	197.178	466.510	14,0	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
13 - Boswachtersveld 329	196.775	466.337	12,4	8,0	4,5	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Calculation Results

Shadow receptor

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
01 - Kuipersdijk 24	337:38	241	2:05	52:50	
02 - Kuipersdijk 12	186:10	132	2:03	33:05	
03 - Blaarschoten 20	29:44	72	0:33	6:24	
04 - Veldweg 25	0:00	0	0:00	0:00	
05 - Veldweg 35	127:43	151	1:15	24:01	
06 - Veldweg 40	60:18	104	0:51	11:48	

To be continued on next page...

Project:
716087

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Dion Oude Lansink / d.oudelansink@ponderaconsult.com
Calculated:
7-9-2016 16:46/3.0.654

SHADOW - Main Result

Calculation: WP Apeldoorn

...continued from previous page

No.	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
	Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
07 - Veldweg 43	219:09	218	1:28	43:04	
08 - Veldweg 50	72:32	112	0:59	14:06	
09 - Kuipermaat 21	108:49	107	1:20	20:41	
10 - Kuipermaat 29	231:30	141	2:50	39:40	
11 - Landdrostlaan 40	186:26	175	1:41	24:02	
12 - Zwaardvegersveld 12	133:39	139	1:38	16:26	
13 - Boswachtersveld 329	132:39	183	1:01	17:19	

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
WT 1	NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 134,0 m (TOT: 199,5 m) (1548)	498:54	74:47
WT 2	NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 134,0 m (TOT: 199,5 m) (1549)	594:43	97:44
WT 3	NORDEX N131/3000 3000 131.0 !O! hub: 134,0 m (TOT: 199,5 m) (1550)	656:23	120:35

BIJLAGE 9 SLAGSCHADUWCONTOUREN

Groen = 0 uur, rood = 5 uur, grijs = 15 uur slagschaduw per jaar



466000

196000
196000
200000
Industrielaan - WT, [juli 2016 - Magweg], Geomiflu v4.00