



BOSCH & VAN RIJN

Experts in duurzame energie en ruimte

Windpark Hattemerbroek

Akoestisch onderzoek t.b.v. omgevingsvergunning

Windpark Hattemerbroek

Akoestisch onderzoek

31 oktober 2016

VERSIE 2.0

Auteur

Steven Velthuisen MSc.

Bosch & Van Rijn
Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht

Tel: 030-677 6466
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2016

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Inleiding en situatiebeschrijving.....	3
1.1 Inleiding	3
1.2 Voornemen	3
1.3 Te onderzoeken windturbinetypes	4
1.4 Wettelijke norm	5
1.5 Cumulatie	6
1.6 Leeswijzer	6
2 Berekening.....	7
2.1 Bodemabsorptie en –reflectie	7
2.2 Schermwerking	8
2.3 Spectrale verdeling	8
2.4 Windaanbod	8
2.5 Rekenmethode	9
2.6 Mitigatie	9
3 Resultaten.....	10
3.1 Geluidscontouren	10
3.2 Woningen binnen de contour	11
3.3 Geluidsniveau bij omliggende woningen	12
3.4 Laagfrequent geluid	12
3.5 Mitigatie	13
4 Cumulatie	14
4.1 Inleiding	14
4.2 Beschouwde geluidsbronnen	14
4.3 Berekening	16
4.4 Opmerkingen en conclusie	17
5 Conclusie.....	18
Bijlagen	19
Bijlage A. Windturbinegegevens	20
A.1 Algemene kenmerken	20
A.2 Emissiegegevens	21
Bijlage B. Geluidscontouren	23
Bijlage C. Resultaten per woning	26
C.1 Ondervariant	26
C.2 Bovenvariant	28
Bijlage D. Cumulatie	30
Bijlage E. Invoergegevens GeoMilieu	31



1 Inleiding en situatiebeschrijving

1.1 Inleiding

Voorliggend akoestisch rapport is opgesteld om de geluidsimmissie bij woningen rondom nieuw te plaatsen windturbines in de gemeente Oldebroek inzichtelijk te maken ten behoeve van de vergunningverlening.

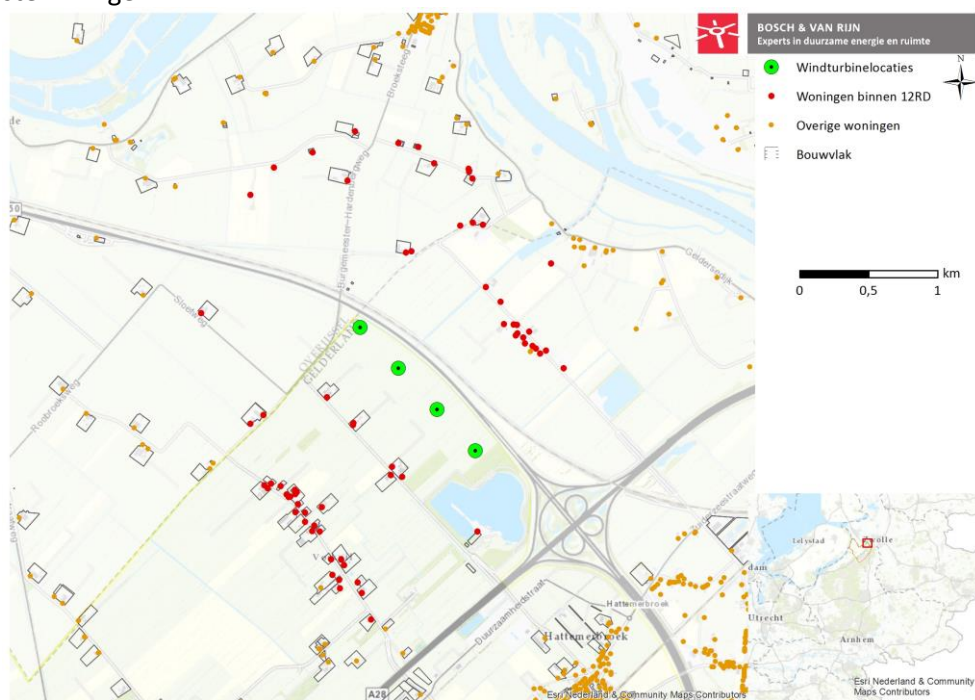
Deze studie toetst de geluidsimmissie vanwege de windturbines ter plaatse van nabijgelegen geluidsgevoelige bestemmingen aan de norm zoals beschreven in het Activiteitenbesluit.

Hierbij zijn twee typen windturbines doorgerekend, die als onder- en bovengrens gelden van een bandbreedte. De bovenkant van de bandbreedte wordt gevormd door een windturbine die in het MER¹ is onderzocht (basialternatief 2).

In dit rapport worden beide windturbintypes volledig beschreven, zodat dit rapport zelfstandig kan worden gelezen en zo een goede onderbouwing geeft voor het aspect geluid.

1.2 Voornemen

Figuur 1 toont de locatie van de windturbines en nabijgelegen geluidsgevoelige bestemmingen.



Figuur 1 – Ligging van het beoogde nieuwe windpark en geluidsgevoelige objecten in de omgeving.

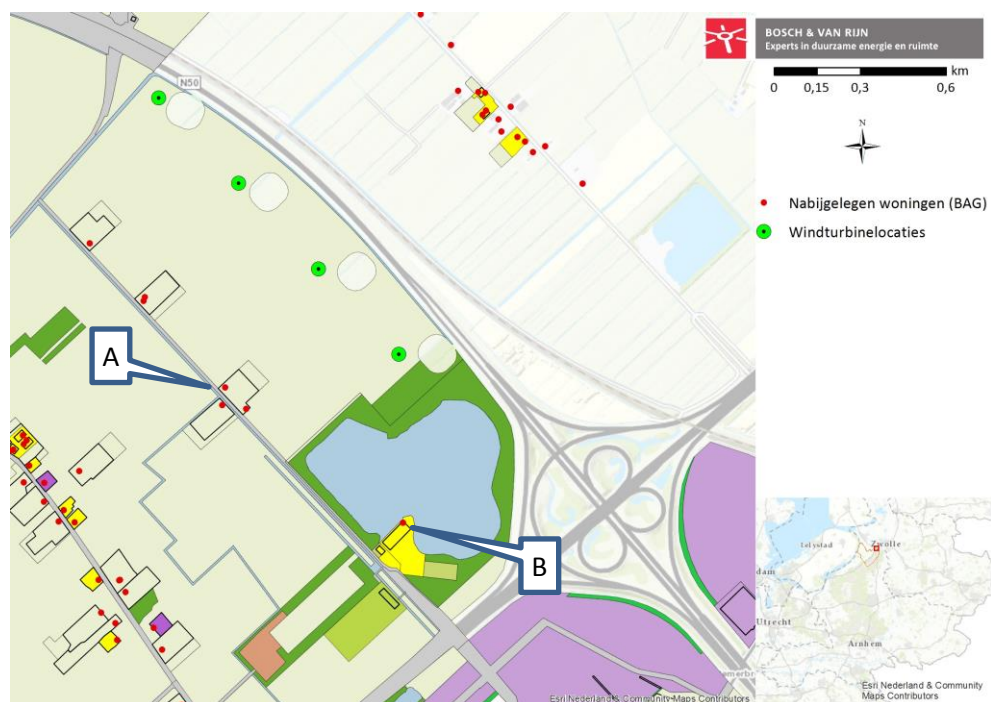
¹ MER Windmolenpark Hattermerbroek, Royal HaskoningDHV, rapport BC5518, 9 mei 2014.



Nabijgelegen woningen (waarbij voor 'nabijgelegen' een afstand van 12 x de rotor-diameter van de bovenvariant is aangehouden) zijn apart gemarkeerd in bovenstaande figuur.²

De bron voor deze gegevens is de Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG), van juli 2016, met twee kleine aanvullingen, aangedragen door de gemeente Oldebroek.

- ❖ In het BAG staat geen woning ter plaatse van adres Middeldijk 27. Omdat bekend is dat hier wel een woning bestemd is, is op deze locatie een toetspunt ingevoerd en wordt hier aan de geluidsnorm getoetst (zie onder). Dit op verzoek van de gemeente Oldebroek.
- ❖ In de westelijk oksel van het knooppunt Hattemerbroek ligt een gepland 'Landgoed Noorderhoek' (bestemmingsplan vastgesteld op 4 juli 2013), waar in totaal 3 woningen worden mogelijk gemaakt. Om te zorgen dat ook hier aan de geluidsnorm wordt voldaan is op het punt van het bouwvlak voor deze woningen dat het dichtstbij de windturbines ligt eveneens een toetspunt toegevoegd.



Figuur 2 - Detail van de omgeving met de twee handmatig toegevoegde toetspunten A (Middeldijk 27) en B (dat deel van het voor wonen bestemde bouwvlak dat het dichtstbij de windturbines ligt).

1.3

Te onderzoeken windturbintypes

De vergunningaanvraag betreft een bandbreedte. Voor wat betreft de afmetingen is deze bandbreedte als volgt:

- ❖ Ashoogte: minimaal 90 meter, maximaal 100 meter.
- ❖ Rotordiameter: minimaal 100 meter, maximaal 120 meter.
- ❖ Tiphoogte: maximaal 150m.

² 12 x rotordiameter is genoemd in de Activiteitenregeling milieubeheer als afstand waarbinnen woningen moeten worden getoetst op slagschaduw. In het akoestisch onderzoek houden wij dezelfde grensafstand aan.



Aangezien het geluid dat windturbines produceren niet 1-op-1 schaal met de afmetingen is voor het milieuaspect geluid een tweetal windturbintypes bepaald die

- ❖ voldoen aan de bandbreedte-eisen v.w.b. afmetingen
- ❖ een zo groot mogelijke bandbreedte voor geluid opspannen.

De windturbines die hiervoor zijn gekozen staan in Tabel 1. Van deze types is de jaargemiddelde geluidsproductie op de locatie van WP Hattemerbroek bepaald.

Tabel 1 – Onder- en bovengrens van de bandbreedte geluid.

Fabrikant	Type	Ashoogte	Rotordiameter	Lw,max	LE-den
		m	m	dB	dB
Enercon	E-101 3MW	99	101	105,5	106,6
Nordex	N117-3MW	91	117	106,0	109,0

In bovenstaande tabel is $L_{w,max}$ de maximale bronsterkte van een windturbine, zoals opgegeven door de fabrikant. $L_{E,den}$ is de jaargemiddelde bronsterkte, berekend volgens de L_{DEN} -methodiek. Ook de geluidsnorm voor (onder andere) windturbines is uitgedrukt in L_{DEN} . DEN staat hierbij voor Day-Evening-Night. Dit is een jaargemiddelde bronsterkte, waarbij de avond- en nachtperiode zwaarder meetellen door een straffactor van respectievelijk 5 en 10 dB.

De jaargemiddelde bronsterkte hangt af van de 'geluidscurve' van de windturbine (hoeveel geluid de windturbine produceert bij elke windsnelheid) en het lokale windaanbod en is berekend met het softwarepakket GeoMilieu³. De geluidscurve verschilt van type tot type en is voor deze varianten gegeven in Bijlage A.

N.B. Het vreemd ogende feit dat de gemiddelde bronsterkte hoger ligt dan de maximale bronsterkte komt door de straffactoren die in de L_{den} -methode worden gehanteerd. Wanneer deze niet zouden worden meegenomen varieert de jaargemiddelde bronsterkte van de hierboven onderzochte windturbines tussen de 100 en 103 dB.

In het verdere rapport wordt de E-101 aangeduid met 'ondervariant' en de N117 met 'bovenvariant'.

1.4 Wettelijke norm

De windturbines vallen onder het Activiteitenbesluit milieubeheer. Artikel 3.14a, lid 1:

Een windturbine of een combinatie van windturbines voldoet ten behoeve van het voorkomen of beperken van geluidhinder aan de norm van ten hoogste 47 dB L_{den} en aan de norm van ten hoogste 41 dB L_{night} op de gevel van gevoelige gebouwen, tenzij deze zijn gelegen op een gezondeerd industrieterrein en bij gevoelige terreinen op de grens van het terrein.⁴

Voor woningen in de sfeer van de inrichting geldt geen maximale geluidsdruk. Dit zijn woningen die deel uitmaken van de inrichting van het windpark. Ze hebben een toezichthoudende functie en zijn met het windpark verbonden.

³ Zie Bijlage A voor de berekening van de gemiddelde geluidsemissie van de onder- en bovenvariant.

⁴ Onder geluidsgevoelige objecten worden verstaan: woningen, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen, verpleeghuizen, verzorgingstehuizen, psychiatrische inrichtingen, kinderdagverblijven, woonwagendplaatsen en ligplaatsen voor woonschepen. Bron: Wet geluidhinder. Vanaf 1 januari 2016 geldt deze norm niet voor geluidsgevoelige objecten op gezondeerd industrieterrein. Er is op de locatie geen sprake van gezondeerd industrieterrein.



Voor windpark Hattemerbroek zijn er geen woningen aangeduid die behoren tot de sfeer van de inrichting.

1.5 Cumulatie

Volgens het Activiteitenbesluit wordt cumulatie met andere windturbines en andere geluidsbronnen niet beschouwd bij toetsing aan de norm. In het kader van een goede ruimtelijke ordening is een dergelijke beschouwing toch opgenomen in dit akoestische rapport.

1.6 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt uitgelegd hoe de berekeningen uitgevoerd zijn. Hoofdstuk 3 presenteert de resultaten van deze berekeningen. In hoofdstuk 4 komt cumulatie aan bod. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies.



2 Berekening

Het geluidsniveau bij omliggende woningen is berekend met een rekenmodel waarin de windturbines als puntbronnen zijn opgenomen. Bij de woningen is een ontvangerhoogte van 5 meter aangehouden. Het gebruikte rekenmodel is GeoMilieu 3.11. Zie de Bijlagen voor de invoergegevens. De berekening is uitgevoerd conform het 'Reken- en meetvoorschrift windturbines' (Activiteitenregeling milieubeheer, bijlage 4).

2.1 Bodemabsorptie en -reflectie

De volgende bodemtypen worden onderscheiden met behulp van de bodemfactor B.

- a. Harde bodems: $B = 0$ Dit zijn alle bodems die bestaan uit asfalt, bestrating, water, beton en alle bodems waarop veel reflecterende en geluidsverstrooiende objecten staan zoals open procesinstallaties e.d. Vele industrieterreinen zijn als hard aan te merken.
- b. Absorberende bodems: $B = 1$ Absorberende bodems zijn alle bodems waarop vegetatie voor kan komen met weinig of geen geluidsverstrooiende objecten. Voorbeelden zijn grasland, akkerland met en zonder gewas, bossen, heide, tuinen.
- c. Gedeeltelijk absorberende bodems: een mengeling van harde en zachte gronden. De bodem van de onderzochte locatie is te kenmerken als overwegend akkerland ($B=1$) met enkele wateren en wegen ($B=0$). Onderstaande afbeelding toont de bodemfactor rondom het beoogde windpark.



Figuur 3 - Bodemabsorptie en -reflectie rondom het windpark.
Bron: Bestand Bodemgebruik 2010

De absorptie/reflectie van de bodems is meegenomen in de berekening. De shapefile is beschikbaar bij de auteurs, of te genereren uit het 'Bestand Bodemgebruik Nederland'.



2.2 Schermwerking

Door de grote bronhoogte is er weinig sprake van afscherming door tussenliggende gebouwen. Dergelijke afscherming is niet meegenomen in de berekening.

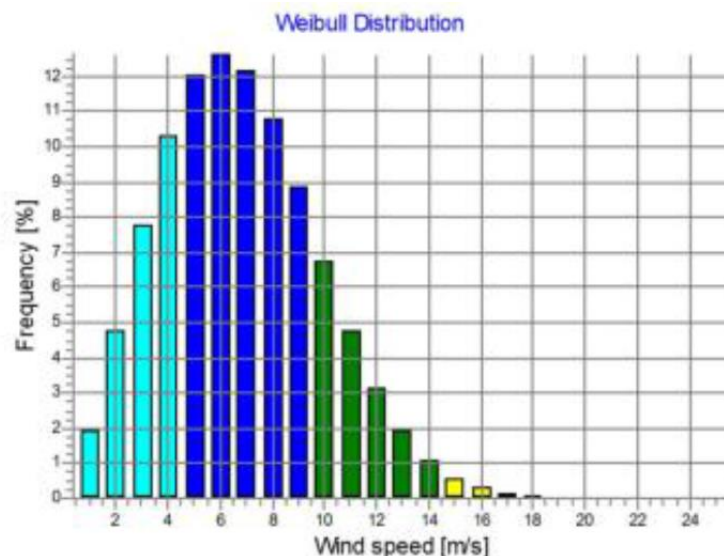
2.3 Spectrale verdeling

Voor de windturbinentypen en geluidsreducerende modi is een karakteristieke spectraalverdeling aangehouden, die aantoont hoe het geluid is verdeeld over hoge en lage tonen. Zie voor de waarden de bijlage. Voor alle windturbinentypes geldt dat er over een breed spectrum wordt uitgezonden, en dat hoge en lage tonen een kleiner aandeel hebben in de totale geluidsemissie dan gemiddelde frequenties (ca. 250-2500 Hz).

2.4 Windaanbod

Wanneer er geen gedetailleerde informatie voorhanden is kan het softwarepakket GeoMilieu voor elke windturbine het windsnelheidsaanbod op basis van langjarige gemiddelden van het KNMI berekenen voor zowel dag, avond en nacht.

In december 2015 is voor de locatie Hattermerbroek echter een 'windstudie' uitgevoerd door Ecofys, waarin het jaargemiddelde windaanbod op 100m hoogte met grotere betrouwbaarheid is bepaald. Daarom maken wij in deze geluidsstudie gebruik van de windsnelheidsverdeling zoals Ecofys deze heeft berekend.



Figuur 4 - Windsnelheidsverdeling op 100m hoogte. Bron: Ecofys, energieopbrengstvoorspelling voor windmolenpark Hattermerbroek, december 2015.

Het feit dat deze schatting van de windsnelheid geen onderverdeling kent tussen dag, avond en nacht is van ondergeschikt belang ten opzichte van de hogere betrouwbaarheid door validatie a.d.h.v. nabijgelegen windparken.

Deze windsnelheidsverdeling op 100m is gebruikt voor beide varianten. Dit resulteert voor de bovenvariant (ashoogte 91m) in overschatting van het windaanbod, en daarmee van de geluidsproductie. Dit is dus enigszins een 'worst case' benadering, wat uit milieuhygiënisch oogpunt acceptabel is.



2.5 Rekenmethode

Met het softwarepakket GeoMilieu is voor de alternatieven een contour getekend van de norm van 47 dB L_{DEN} jaargemiddelde geluidsbelasting. Zie Bijlage D voor de invoergegevens van het rekenmodel.

Voor de woningen rondom de windturbines (zie 3.2) is zowel de L_{den} als de L_{night} waarde berekend en getoetst aan de norm (respectievelijk 47 en 41 dB).

2.6 Mitigatie

Om normoverschrijding te voorkomen kunnen geluidreducerende maatregelen worden getroffen. De windturbines kunnen bijvoorbeeld in een geluidreducerende modus draaien⁵ of zelfs worden stilgezet op bepaalde momenten van de dag.

De financiële gevolgen van dergelijke maatregelen vallen buiten de scope van een akoestisch onderzoek en worden dan ook niet meegenomen.

De geluidsbelasting in dB is afgerond op gehele getallen, conform artikel 1 van de Wet geluidhinder.

⁵ Geluidsreductie wordt door veel fabrikanten aangeboden: het zijn instellingen van de windturbine, waarbij de geluidsemisatie wordt gereduceerd ten koste van energieopbrengst. Op basis van gegevens van fabrikanten blijkt dat de diverse geluidsmodi een reductie tot ca. 5 dB kunnen realiseren.



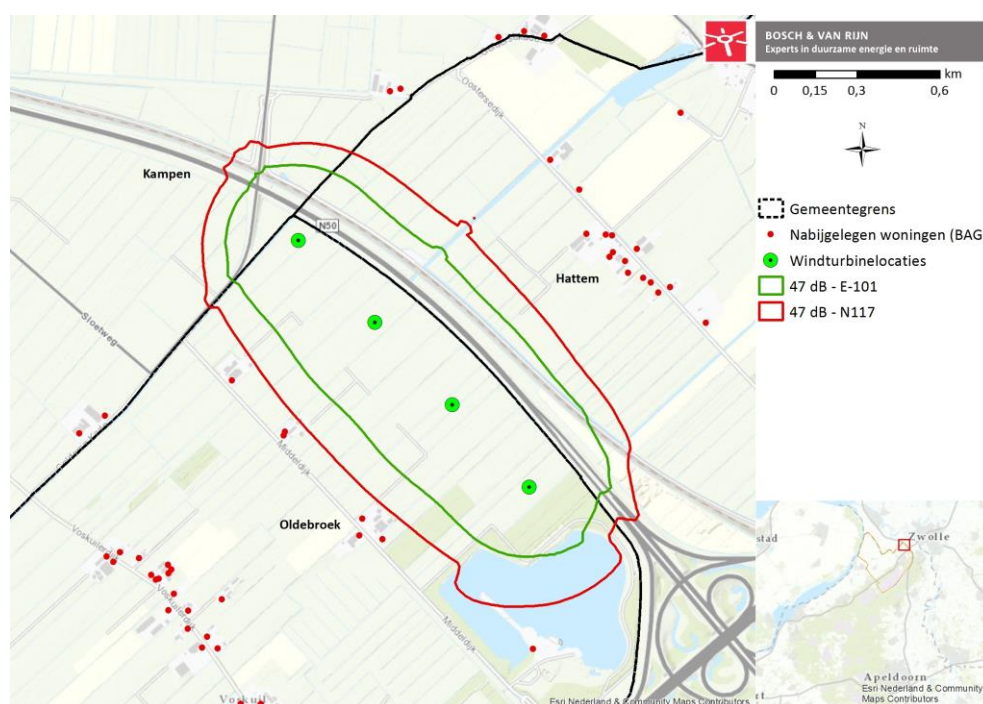
3 Resultaten

3.1 Geluidscontouren

Onderstaande afbeeldingen tonen de 47 dB L_{den} contouren van de onder- en boven-variant. Een 47 dB- L_{den} contour wil zeggen dat de jaargemiddelde geluidsbelasting binnen de contour hoger is dan 47 dB L_{den} en erbuiten lager.

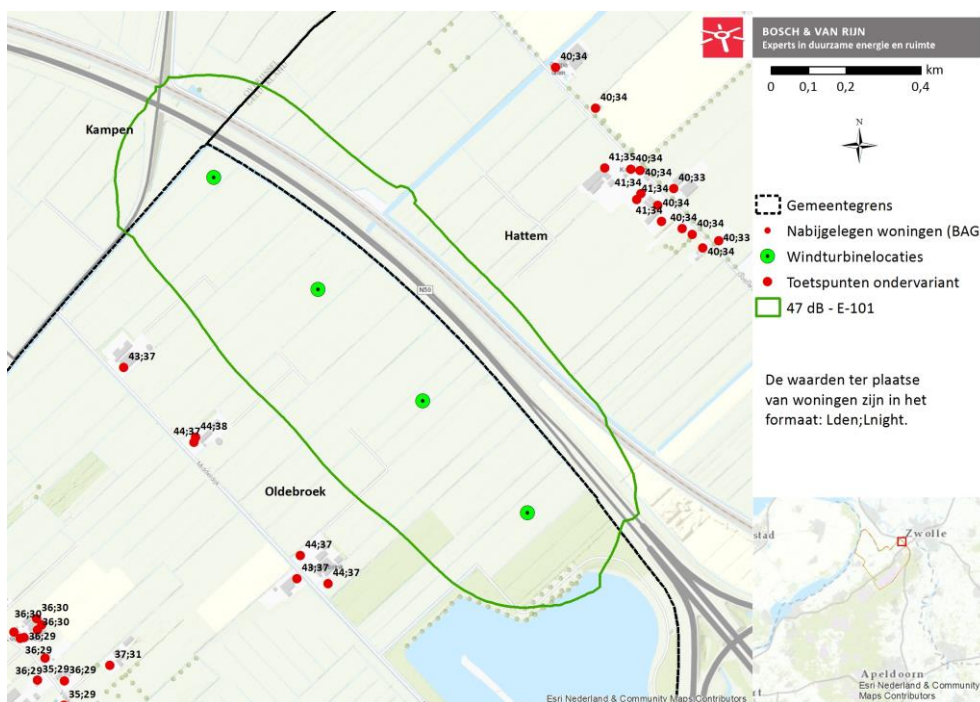
De wettelijke norm beoordeelt naast het jaargemiddelde geluidsniveau (L_{DEN}) ook het jaargemiddelde nachtelijke geluidsniveau (L_{night}). Hiervan zijn geen aparte contouren getekend; wel is deze waarde voor elke woning berekend en in de bijlage weergegeven.

In de praktijk geldt voor woningen buiten de 47 dB L_{den} -contour meestal dat hier ook aan de 41 dB L_{night} -voorwaarde wordt voldaan. Uit de berekening volgt dit inderdaad.



Figuur 5 - 47 dB L_{den} contouren van de beide varianten.

De afbeeldingen hieronder tonen detailkaarten van de beide varianten, waarbij per variant bij elke woning de L_{den} - L_{night} waarde is gegeven. Deze zijn voor alle nabijgelegen woningen in tabelvorm opgenomen in Bijlage C. De figuren staan in groot formaat in Bijlage B.



BOSCH & VAN RIJN
Experts in duurzame energie en ruimte

0 0,1 0,2 0,4 km

N

Legend:

- Gemeentegrens
- Nabijelegen woningen (BAG)
- Windturbinelocaties
- Toetspunten bovenvariant
- 47 dB - N117

De waarden ter plaatse van woningen zijn in het formaat: Lden;Lnight.

stad Zwolle

Apeldoorn
Esri Nederland & Community Maps Contributors



De woning van derden met de hoogste geluidsimmissie (Middeldijk 35, Hattemerbroek) ligt op ca. 60m van de geluidscontour van de bovenvariant. Dit betekent dat een geringe verschuiving van de windturbines (van enkele meters) tijdens de definitieve parkinrichting met zekerheid niet zal leiden tot normoverschrijding.

3.3 Geluidsniveau bij omliggende woningen

Onderstaande tabel toont het invallende geluidsniveau bij de 5 woningen waar dit geluidsniveau het hoogst is:

Tabel 2 - Berekend jaargemiddeld invallend geluidsniveau bij enkele omliggende woningen. Een verhoging van de geluidsimmissie ten opzichte van de referentiesituatie is rood aangeduid.

	Bovenvariant		Ondervariant	
	Lnight	Lden	Lnight	Lden
Middeldijk 35 8094PS Hattemerbroek	40	46	38	44
Middeldijk 33 8094PS Hattemerbroek	40	46	38	44
Middeldijk 27 (niet gebouwd, wel bestemd)	40	46	37	44
Middeldijk 25 8094PS Hattemerbroek	39	46	37	44
Middeldijk 37 8094PS Hattemerbroek	39	46	37	44

Uit bovenstaande kunnen we concluderen dat de gehele bandbreedte van windturbines met een jaargemiddelde bronsterkte van tenminste 106,6 dB Lden en maximaal 109,0 dB Lden kan voldoen aan de wettelijke norm zoals gesteld in het Activiteitenbesluit milieubeheer t.a.v. geluid zonder dat hiervoor mitigerende maatregelen vereist zijn.

3.4 Laagfrequent geluid

Een gedeelte van het geluid dat windturbines produceren heeft een frequentie van 4-100 Hz en wordt daarom geclassificeerd als laagfrequent geluid.

Uit zienswijzen op eerdere windprojecten is gebleken dat de vrees bestaat dat laagfrequent geluid mensen ziek maakt en dat de Nederlandse geluidsnorm onvoldoende bescherming biedt, omdat bij de vaststelling van de voor windturbinegeluid geldende norm van 47 dB op basis van Lden met deze informatie geen rekening zou zijn gehouden.

Om deze reden heeft de Staatssecretaris van I&M enige tijd geleden een brief aan de Tweede Kamer gestuurd⁶ met twee onderzoeken van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en een literatuurstudie naar laagfrequent geluid door Bureau LBP/Sight.

Op grond van inzichten uit deze onderzoeken concludeert de Staatssecretaris dat de huidige norm voor geluidhinder van windturbines (47 dB-Lden en 41 dB-Lnight) en het bijbehorende reken- en meetvoorschrift voldoen en geen wijzigingen behoeven.

Laagfrequent geluid draagt inderdaad voor een klein deel bij in de hinderervaring van windturbinegeluid. Echter, deze hinder is op een verantwoorde manier voldoende beperkt door de huidige norm. De Staatssecretaris erkent dat gemiddeld 9

⁶ kenmerk brief: IENM/BSK-2014/44564



procent van de bewoners van woningen die op de normgrens belast zijn met windturbinegeluid zal zijn gehinderd. Dat is ook in lijn met de toelichting in 2009 van de toenmalige minister van VROM op de ontwerp-norm voor windturbinegeluid. Zoals al eerder is betoogd, is dat een beleidskeuze geweest waarbij de verschillende belangen zijn afgewogen.

3.5 Mitigatie

Aangezien er geen geluidsgevoelige objecten zijn waar als gevolg van (de bandbreedte van) het voornemen meer dan 47 dB L_{den} en/of 41 dB L_{night} optreedt zijn er geen mitigerende maatregelen nodig.



4 Cumulatie

4.1 Inleiding

Naast het beoogde windpark zijn er nog andere geluidsbronnen in de omgeving aanwezig.

De belangrijkste zijn

- Rijksweg A28
- Rijksweg A50/N50
- Spoorverbinding Zwolle-Lelystad

Onder cumulatie verstaan we het optellen van geluidsbelastingen van verschillende bronnen. Hiervoor is rekenmethode ontwikkeld waarmee de gecumuleerde geluidsbelasting wordt berekend, rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidsbronnen. Met andere woorden: geluid dat als hinderlijker wordt beschouwd telt zwaarder mee in de optelling. Zie Bijlage D voor een nadere toelichting.

Hierbij is het ook van belang op te merken dat het optellen van geluidswaarden een energetische sommatie betreft. Dat betekent dat grotere waarden een veel groter aandeel in het totaal hebben.

Rekenvoorbeeld: Wanneer twee bronnen met waarde 50 en 65 dB energetisch worden opgeteld is de het resultaat: $10 \ln(10^{50/10} + 10^{65/10}) = 65,1$.

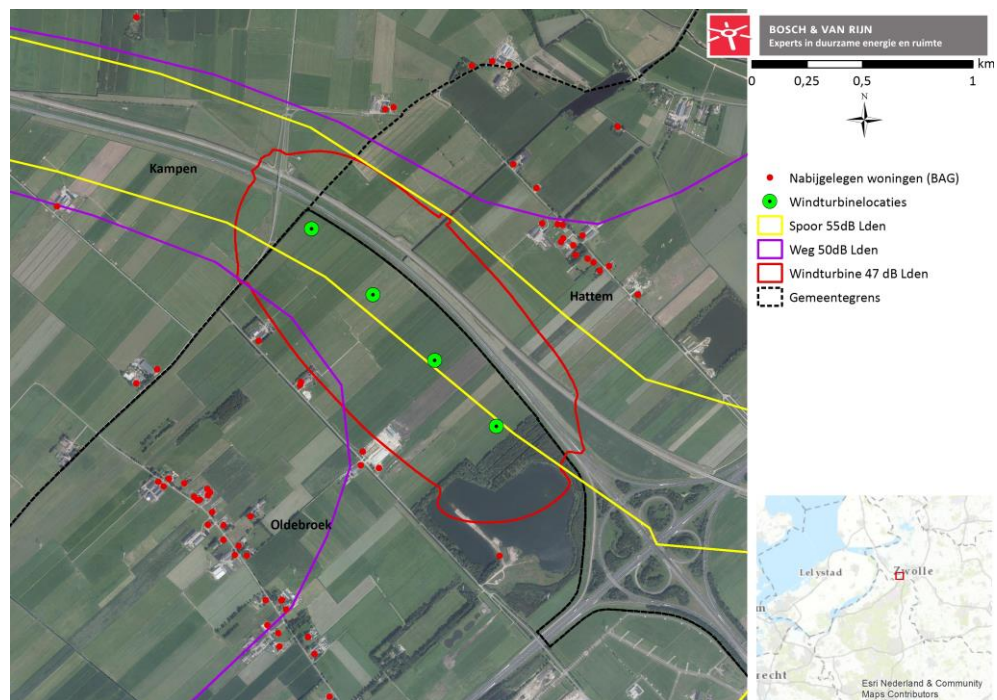
Cumulatie met andere geluidsbronnen maakt geen deel uit van de normstelling voor geluid van windturbines. In het kader van een goede ruimtelijke ordening is evenwel voor het voornemen berekend wat de toename in totale (gecumuleerde) geluidsbelasting is voor enkele nabijgelegen woningen.

4.2 Beschouwde geluidsbronnen

Onderstaande figuur toont drie geluidscontouren:

- Paarse lijn: 50 dB Lden-contour voor wegverkeer;
- Gele lijn: 55 dB Lden-contour voor spoorwegverkeer;
- Rode lijn: 47 dB Lden-contour voor windturbines.

Deze bronnen worden hieronder toegelicht.



Figuur 8 - Geluidscontouren van drie geluidsbronnen: windturbines, wegverkeer en spoorwegverkeer.

4.2.1 Windturbinegeluid: L_{WT}

Voor de woningen rondom het beoogde windpark is in dit rapport inzicht gegeven in de geluidsbelasting ter plaatse. Deze gegevens per woning staan in Bijlage C.

In de cumulatieberekening hanteren we de immissiegegevens van de bovenvariant, om zo een worst-caseresultaat te verkrijgen.

Ter illustratie zijn in Tabel 3 van een aantal woningen met hoge geluidsbelasting de immissiewaarden gegeven.

4.2.2 Wegverkeergeluid: L_{VL}

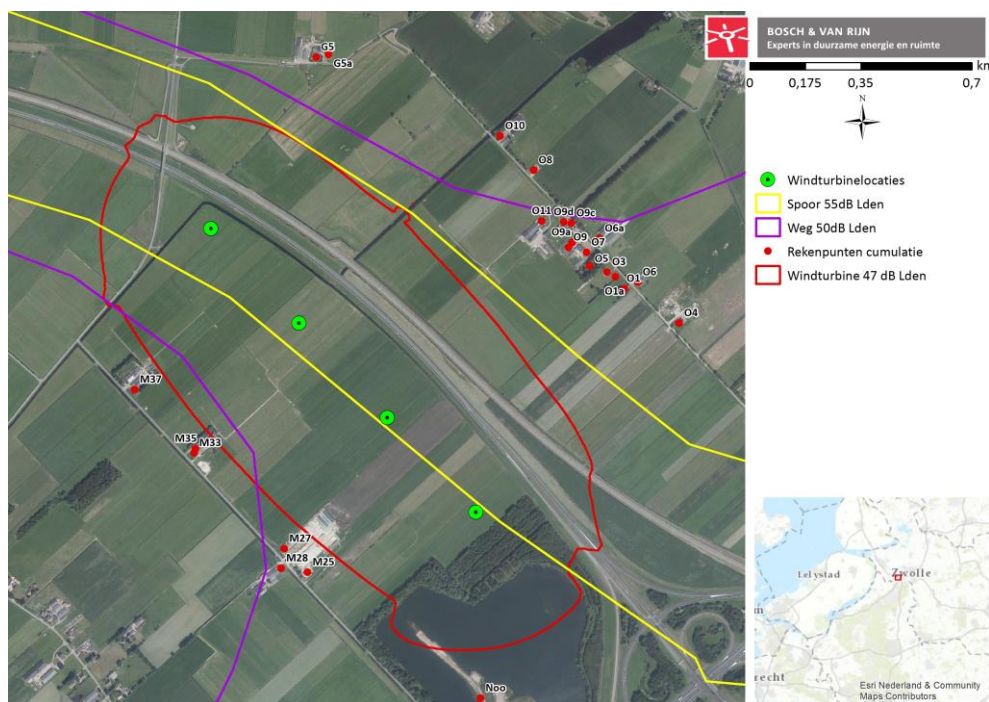
Op basis van de geluidscontour (Figuur 8) maken wij een schatting van de jaargemiddelde geluidsbelasting bij een aantal (nabijgelegen) woningen.

Het resultaat is opgenomen in Tabel 3.

4.2.3 Spoorwegverkeer: L_{RL}

Voor spoorwegverkeer is ook een geluidscontour bekend (Figuur 8). Op basis van de kaart maken wij een schatting van de immissiewaarden.

De beschouwde rekenpunten zijn in onderstaand detailoverzicht getoond, waarbij elke woning een code heeft die bestaat uit de eerste letter van de straatnaam en het huisnummer.



Figuur 9 - Rekenpunten cumulatieve.

4.3

Berekening

Nadat voor elke beschouwde woning een immisie voor windturbine, weg- en spoorweggeluid is verkregen, worden deze waarden omgerekend naar equivalente waarden, die kunnen worden opgeteld. Hiervoor zijn rekenregels opgesteld (zie Bijlage D).

Tabel 3 – Geluid op woningen rondom windpark Hattemerbroek. De kolommen met * (equivalente waarden) zijn berekend conform de formules zoals beschreven in Bijlage D.

DESC	Afkorting	L _{WT}	L _{VL}	L _{RL}	L* _{WT}	L* _{VL}	L* _{RL}
Middeldijk 35 8094PS Hattemerbroek	M35	46	49	50	56	49	46
Middeldijk 33 8094PS Hattemerbroek	M33	46	49	50	56	49	46
Middeldijk 27 (niet gebouwd, wel bestemd)	M27	46	51	50	56	51	46
Middeldijk 25 8094PS Hattemerbroek	M25	46	51	50	56	51	46
Middeldijk 37 8094PS Hattemerbroek	M37	46	49	50	56	49	46
Middeldijk 28 8094PS Hattemerbroek	M28	45	50	50	54	50	46
Landgoed Noorderhoek (maatgevend punt)	Noo	45	58	50	54	58	46
Oostersedijk 11 8051ST Hattem	O11	43	50	52	51	50	48
Gelderse Kade 5 8276AZ Zalk	G5	43	48	52	51	48	48
Oostersedijk 9 B 8051ST Hattem	O9b	43	50	52	51	50	48
Gelderse Kade 5 A 8276AZ Zalk	G5a	43	48	52	51	48	48
Oostersedijk 9 A 8051ST Hattem	O9a	43	51	52	51	51	48
Oostersedijk 5 8051ST Hattem	O5	43	51	52	51	51	48
Oostersedijk 7 8051ST Hattem	O7	43	50	52	51	50	48
Oostersedijk 9 D 8051ST Hattem	O9d	43	50	52	51	50	48
Oostersedijk 9 C 8051ST Hattem	O9c	43	50	52	51	50	48
Oostersedijk 3 8051ST Hattem	O3	42	52	52	49	52	48
Oostersedijk 10 8051ST Hattem	O10	42	48	52	49	48	48
Oostersedijk 8 8051ST Hattem	O8	42	49	52	49	49	48
Oostersedijk 1 A 8051ST Hattem	O1a	42	53	52	49	53	48
Oostersedijk 1 8051ST Hattem	O1	42	52	52	49	52	48
Oostersedijk 6 A 8051ST Hattem	O6a	42	50	52	49	50	48
Oostersedijk 6 8051ST Hattem	O6	42	51	52	49	51	48
Oostersedijk 4 8051ST Hattem	O4	41	54	52	48	54	48



Om het effect van de beoogde windturbines goed te kunnen vergelijken met de huidige situatie is ook per woning de cumulatie van alleen weg- en spoorwegverkeer berekend ($L_{CUM,oud}$).

Uit de berekening blijkt dat het windpark leidt tot een toename van de jaargemiddelde gecumuleerde geluidsbelasting bij woningen van derden van ca. 1-6 dB.

Tabel 4 – Cumulatieberekeningen. De arcering volgt de ‘methode Miedema’⁷.

Adres	afk.	Lcum		toename (dB)
		oud	nieuw	
Middeldijk 35 8094PS Hattemerbroek	M35	51	57	6
Middeldijk 33 8094PS Hattemerbroek	M33	51	57	6
Middeldijk 27 (niet gebouwd, wel bestemd)	M27	52	57	5
Middeldijk 25 8094PS Hattemerbroek	M25	52	57	5
Middeldijk 37 8094PS Hattemerbroek	M37	51	57	6
Middeldijk 28 8094PS Hattemerbroek	M28	51	56	5
Landgoed Noorderhoek (maatgevend punt)	Noo	58	60	1
Oostersedijk 11 8051ST Hattem	O11	52	55	2
Gelderse Kade 5 8276AZ Zalk	G5	51	54	3
Oostersedijk 9 B 8051ST Hattem	O9b	52	55	2
Gelderse Kade 5 A 8276AZ Zalk	G5a	51	54	3
Oostersedijk 9 A 8051ST Hattem	O9a	53	55	2
Oostersedijk 5 8051ST Hattem	O5	53	55	2
Oostersedijk 7 8051ST Hattem	O7	52	55	2
Oostersedijk 9 D 8051ST Hattem	O9d	52	55	2
Oostersedijk 9 C 8051ST Hattem	O9c	52	55	2
Oostersedijk 3 8051ST Hattem	O3	53	55	1
Oostersedijk 10 8051ST Hattem	O10	51	53	2
Oostersedijk 8 8051ST Hattem	O8	52	54	2
Oostersedijk 1 A 8051ST Hattem	O1a	54	55	1
Oostersedijk 1 8051ST Hattem	O1	53	55	1
Oostersedijk 6 A 8051ST Hattem	O6a	52	54	2
Oostersedijk 6 8051ST Hattem	O6	53	54	2
Oostersedijk 4 8051ST Hattem	O4	55	56	1

4.4 Opmerkingen en conclusie

Er zit een vrij grote onzekerheid in de immissiewaarden per woning, omdat deze zijn ingeschat op basis van een kaart met 1 contour.

Evenwel geeft de conclusie (een toename van het totale geluidsniveau bij omliggende woningen van ca. 1-6 dB) een redelijk beeld van de situatie: er heerst op de locatie een hoog achtergrondgeluidsniveau, waaraan de windturbines in beperkte mate bijdragen. De woningen aan de Middeldijk liggen het dichtbij het windpark en verder weg van snel- en spoorweg, waardoor hier het geluidsniveau het meest toeneemt.

Overigens betreft dit woningen van grondeigenaren van het windpark.

⁷ <50 dB: goed, 50-55 dB: redelijk, 55-60 dB: matig, 60-65 dB: tamelijk slecht, 65-70 dB: slecht, >70 dB: zeer slecht.



5 Conclusie

In dit onderzoek is een opstelling van vier windturbines onderzocht op akoestische effecten, waarbij een bandbreedte in de jaargemiddelde bronsterkte is beschouwd van 106,6-109,0 dB. Hiertoe zijn berekeningen uitgevoerd met de Enercon E-101 3MW (ondervariant) en de Nordex N117 3MW (bovenvariant).

Uit de berekening blijkt dat het voornemen geen normoverschrijding veroorzaakt.

Er kan worden voldaan aan de normen uit het Activiteitenbesluit. Door de grote afstand tot de dichtsbijgelegen woning van derden leidt ook een verschuiving van de windturbines met enkele meters met zekerheid niet tot normoverschrijding.

Door toevoeging van de windturbines verhoogt de gecumuleerde geluidsbelasting ter plaatse van omliggende woningen met ca. 1-6 dB Lden. Voor woningen die niet van grondeigenaren zijn bedraagt deze toename 1-3 dB Lden.



Bijlagen

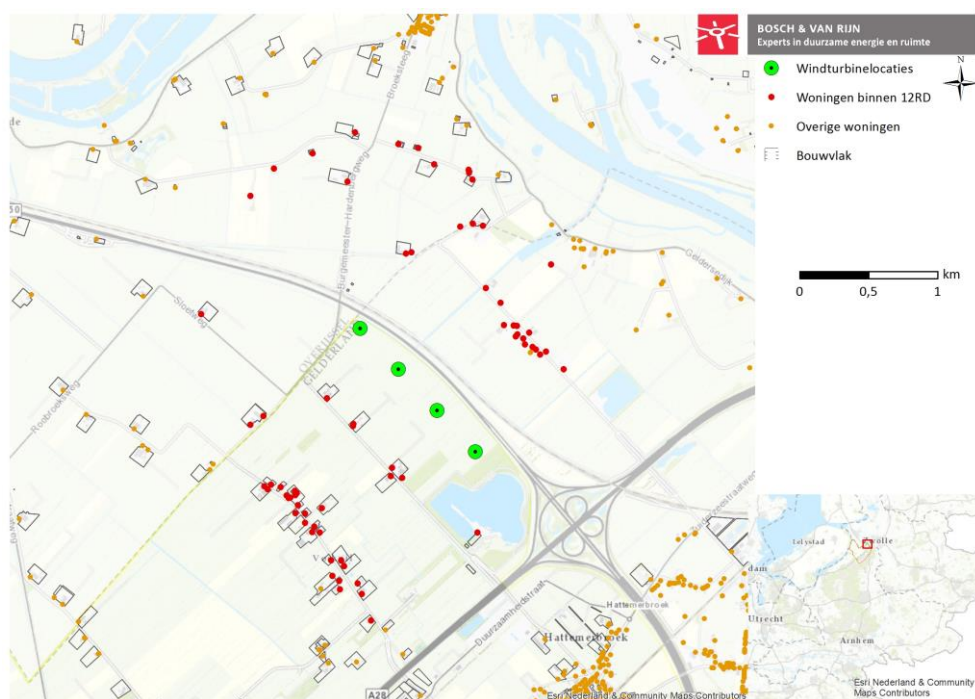


Bijlage A. Windturbinegegevens

A.1

Algemene kenmerken

Variant	Aantal	Type	Masthoogte (m)	Vermogen (MW)	Tiphoogte (m)
Ondervariant	4	Enercon E-101 3MW	99	3	149,5
Bovenvariant	4	Nordex N117 3MW	91	3	149,5



Figuur 10 - Locatie van de windturbines en woningen in de omgeving.

Tabel 5 - Coördinaten van de windturbines in het Rijksdriehoeksstelsel.

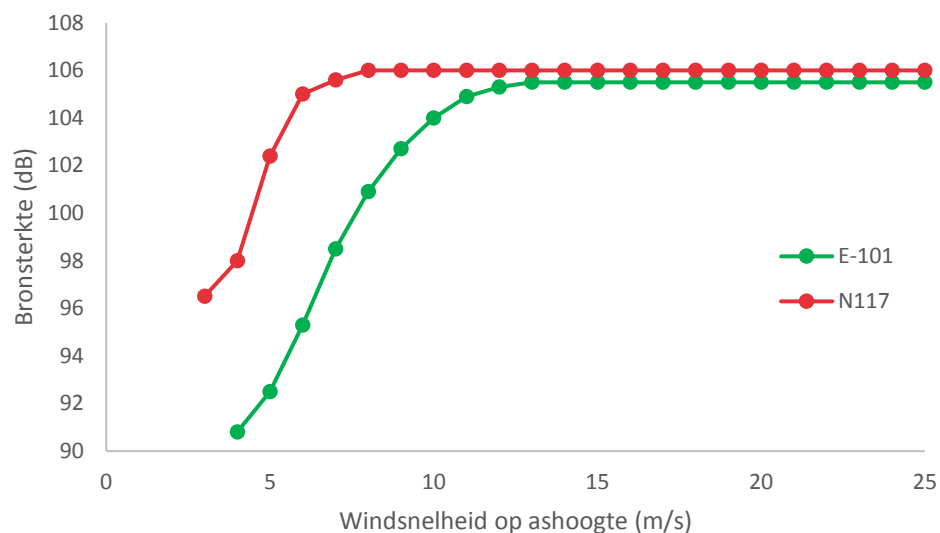
WTB	POINT_X	POINT_Y
1	196.684	501.470
2	196.962	501.172
3	197.241	500.874
4	197.520	500.576

Alle invoergegevens voor de akoestische berekening, inclusief geluidscurve, spectrum, windsnelheidsverdeling etc. zijn te vinden in de aparte bijlage uit GeoMilieu.

De bronnen voor de geluidsgegevens zijn in onderstaande tabel gegeven:

Variant	Fabrikant	Document
Ondervariant	Enercon	D0372846-1_#_ger_#_Betriebsmodi_E-101_3050_kW
Bovenvariant	Nordex	F008_244_A03_R00

Onderstaande grafiek toont de 'geluidscurven'; de bronsterkte van de beide windturbintypes bij elke windsnelheid waarbij de windturbines in bedrijf zijn. De bijbehorende waarden staan ook in Bijlage E.



Figuur 11 - Geluidscurven van de beide varianten.

A.2 Emissiegegevens

De combinatie van geluidscurve van een bepaald windturbinetype en de windsnelheidsverdeling ter plaatse resulteert in een berekening voor de jaargemiddelde geluidsemissie.

Deze emissie is hieronder gegeven, uitgesplitst in octaafbanden.

A.2.1 Ondervariant (Enercon E-101 3MW)

Frequentie	typisch spectrum	dag	avond	nacht
31	70	68,37	68,4	68,4
63	85,2	83,57	83,6	83,6
125	90,6	88,97	89,0	89,0
250	95,5	93,87	93,9	93,9
500	96,5	94,87	94,9	94,9
1000	95,8	94,17	94,2	94,2
2000	92,1	90,47	90,5	90,5
4000	86	84,37	84,4	84,4
8000	76,2	74,57	74,6	74,6
		100,2	100,2	100,2

Emissieterm ondervariant LE,den 106,6

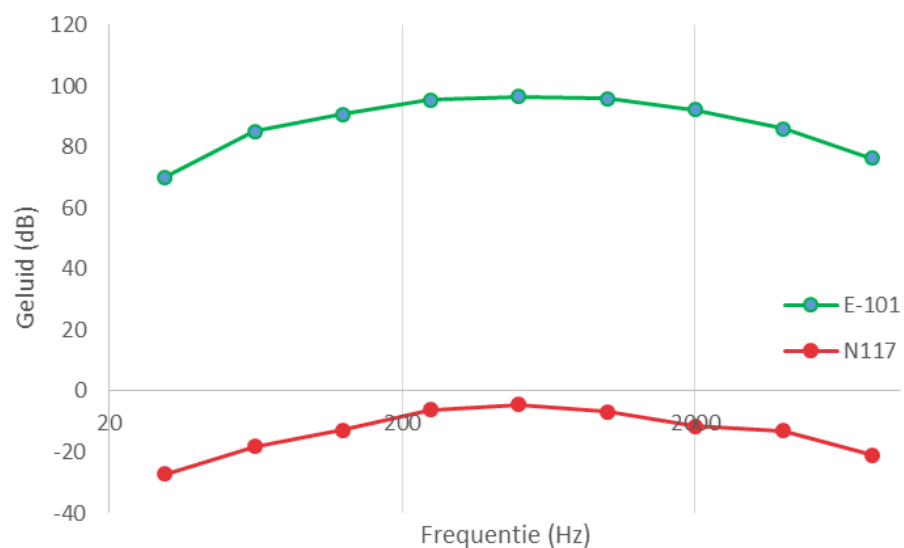
A.2.2 Bovenvariant (Nordex N117 3MW)

Frequentie	typisch spectrum	dag	avond	nacht
31	-27,2	75,4	75,4	75,4
63	-18,3	84,3	84,3	84,3
125	-12,9	89,7	89,7	89,7
250	-6,1	96,5	96,5	96,5
500	-4,5	98,1	98,1	98,1
1000	-6,9	95,7	95,7	95,7
2000	-11,6	91	91,0	91,0
4000	-13	89,6	89,6	89,6
8000	-20,9	81,7	81,7	81,7
		102,6	102,6	102,6

Emissieterm bovenvariant LE,den 109,0



N.B. Het 'typisch spectrum' is bij de twee varianten anders gedefinieerd (in het geval van de E-101 is het de typische emissie, bij de N117 is het een modificatie per octaafband). Het rekenresultaat is evenwel gelijk. Zie ter illustratie ook onderstaande grafiek van de beide typische spectra:

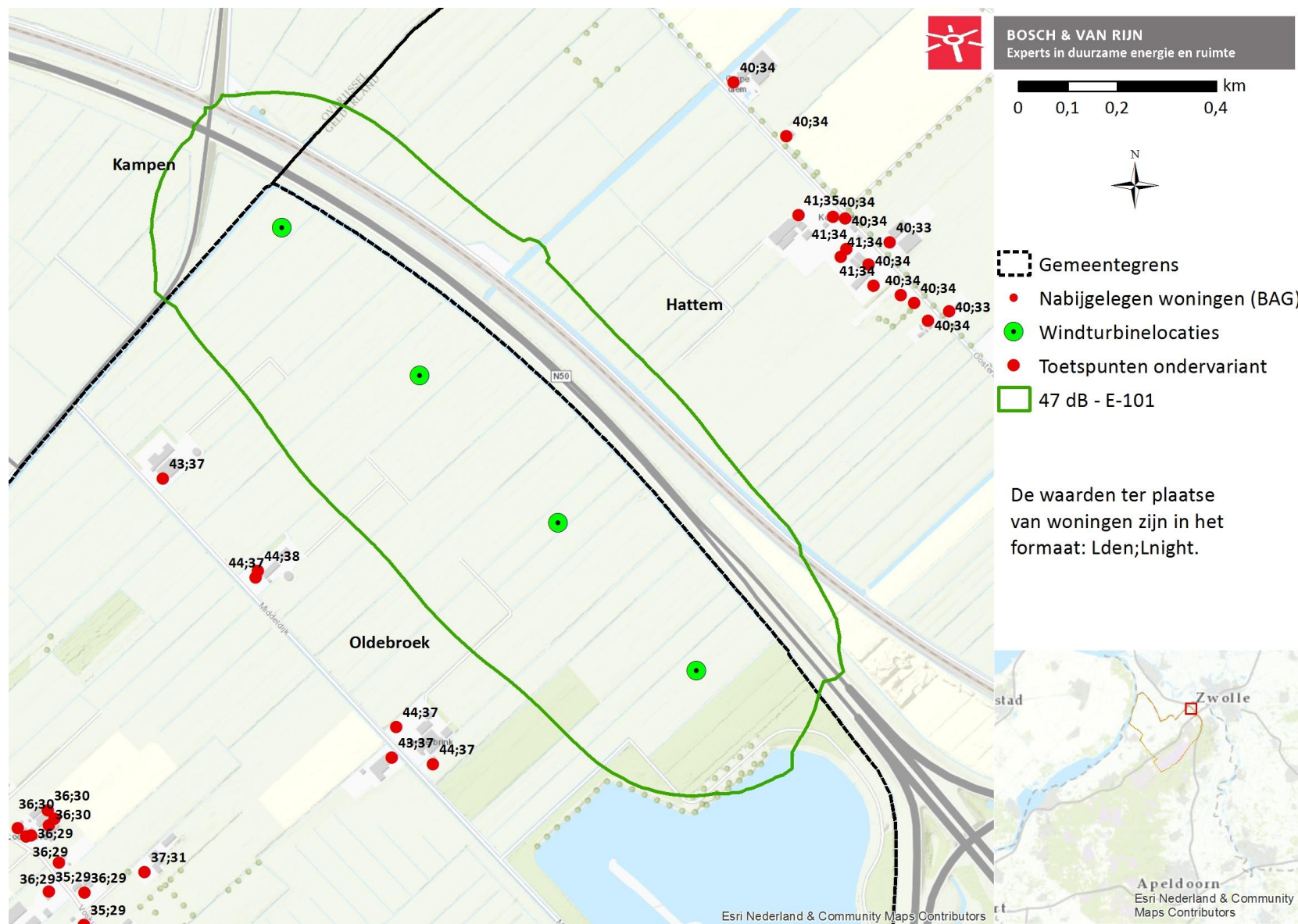


Figuur 12 - Typische spectra voor onder- en bovenvariant. Van belang is niet de waarde op de y-as, maar de relatieve verschillen tussen octaafbanden.

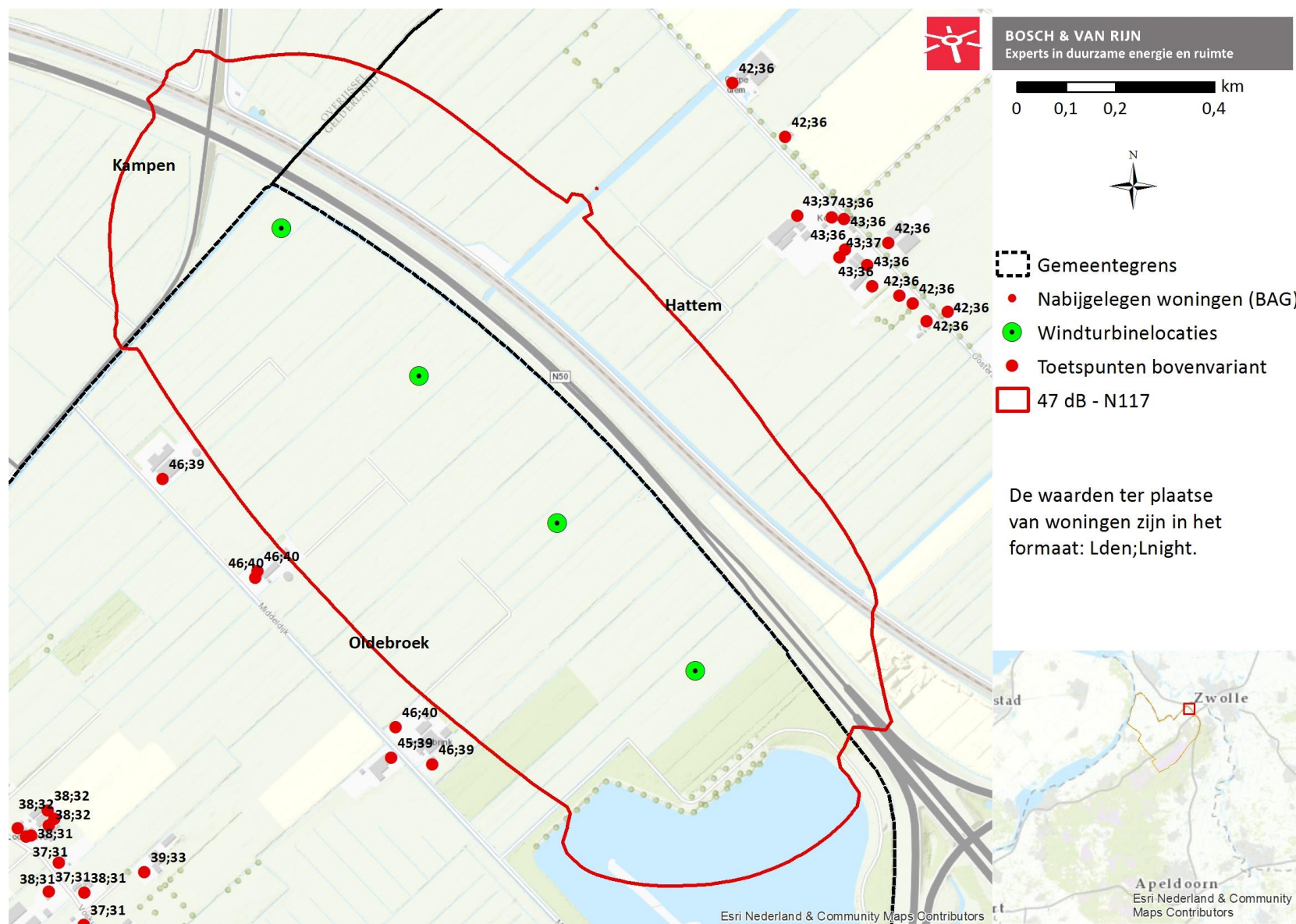


Bijlage B. Geluidscontouren

Onderstaande pagina's tonen de afbeeldingen met de ligging van de geluidscontouren in groter formaat.



Figuur 13 – Geluidscontour ondervariant.



Figuur 14 - Geluidscontour bovenvariant.

Bijlage C. Resultaten per woning

De tabellen hieronder tonen de geluidsimmissieresultaten van nabijgelegen woningen

C.1 Ondervariant

Omschrijving	Dag	Avond	Nacht	Lden
Burgemeester Hardenbergweg 1 8276AT Zalk	29	29	29	36
Burgemeester Hardenbergweg 3 8276AT Zalk	30	30	30	37
Burgemeester Hardenbergweg 3 A 8276AT Zalk	32	32	32	38
de Belten 1 8276AV Zalk	26	26	26	32
de Belten 2 8276AV Zalk	26	26	26	33
de Belten 4 8276AV Zalk	26	26	26	32
de Belten 6 8276AV Zalk	27	27	27	33
Gelderse Kade 1 8276AZ Zalk	30	30	30	37
Gelderse Kade 1 A 8276AZ Zalk	30	30	30	37
Gelderse Kade 3 8276AZ Zalk	31	31	31	38
Gelderse Kade 5 8276AZ Zalk	35	35	35	41
Gelderse Kade 5 A 8276AZ Zalk	34	34	34	41
Geldersedijk 105 8051SE Hattem	29	29	29	36
Landgoed Noorderhoek (maatgevend punt)	36	36	36	42
Middeldijk 25 8094PS Hattemerbroek	37	37	37	44
Middeldijk 27 (niet gebouwd, wel bestemd)	37	37	37	44
Middeldijk 28 8094PS Hattemerbroek	37	37	37	43
Middeldijk 33 8094PS Hattemerbroek	38	38	38	44
Middeldijk 35 8094PS Hattemerbroek	38	38	38	44
Middeldijk 37 8094PS Hattemerbroek	37	37	37	44
Oostersedijk 1 8051ST Hattem	34	34	34	40
Oostersedijk 1 A 8051ST Hattem	34	34	34	40
Oostersedijk 10 8051ST Hattem	34	34	34	40
Oostersedijk 11 8051ST Hattem	35	35	35	41
Oostersedijk 3 8051ST Hattem	34	34	34	40
Oostersedijk 4 8051ST Hattem	33	33	33	39
Oostersedijk 5 8051ST Hattem	34	34	34	41
Oostersedijk 6 8051ST Hattem	33	33	33	40
Oostersedijk 6 A 8051ST Hattem	33	33	33	40
Oostersedijk 7 8051ST Hattem	34	34	34	40
Oostersedijk 8 8051ST Hattem	34	34	34	40
Oostersedijk 9 A 8051ST Hattem	34	34	34	41
Oostersedijk 9 B 8051ST Hattem	34	34	34	41
Oostersedijk 9 C 8051ST Hattem	34	34	34	40
Oostersedijk 9 D 8051ST Hattem	34	34	34	40
Sloetweg 2 8276BC Zalk	27	27	27	34
Vinkensteeg 1 8276AS Zalk	28	28	28	34
Vinkensteeg 2 8276AS Zalk	27	27	27	33
Vinkensteeg 3 8276AS Zalk	28	28	28	34
Vinkensteeg 4 8276AS Zalk	27	27	27	33
Vinkensteeg 6 8276AS Zalk	27	27	27	34
Vinkensteeg 6 A 8276AS Zalk	27	27	27	34
Voskuilerdijk 29 8094PT Hattemerbroek	27	27	27	33
Voskuilerdijk 31 8094PT Hattemerbroek	27	27	27	34
Voskuilerdijk 35 8094PT Hattemerbroek	28	28	28	34
Voskuilerdijk 37 8094PV Hattemerbroek	28	28	28	35
Voskuilerdijk 37 A 8094PV Hattemerbroek	28	28	28	35
Voskuilerdijk 41 8094PV Hattemerbroek	29	29	29	35

Voskuilerdijk 43 8094PV Hattemerbroek	29	29	29	35
Voskuilerdijk 45 8094PV Hattemerbroek	31	31	31	37
Voskuilerdijk 46 8094PW Hattemerbroek	25	25	25	32
Voskuilerdijk 47 8094PV Hattemerbroek	29	29	29	36
Voskuilerdijk 49 8094PV Hattemerbroek	29	29	29	36
Voskuilerdijk 51 8094PV Hattemerbroek	29	29	29	36
Voskuilerdijk 51 B 8094PV Hattemerbroek	29	29	29	36
Voskuilerdijk 51 C 8094PV Hattemerbroek	29	29	29	36
Voskuilerdijk 51 D 8094PV Hattemerbroek	30	30	30	36
Voskuilerdijk 51 E 8094PV Hattemerbroek	30	30	30	36
Voskuilerdijk 51 F 8094PV Hattemerbroek	30	30	30	36
Voskuilerdijk 53 8094PV Hattemerbroek	29	29	29	36
Voskuilerdijk 54 8094PW Hattemerbroek	26	26	26	33
Voskuilerdijk 55 8094PV Hattemerbroek	29	29	29	35
Voskuilerdijk 55 A 8094PV Hattemerbroek	29	29	29	35
Voskuilerdijk 56 8094PW Hattemerbroek	27	27	27	33
Voskuilerdijk 58 8094PW Hattemerbroek	27	27	27	33
Voskuilerdijk 62 8094PW Hattemerbroek	28	28	28	34
Voskuilerdijk 66 8094PW Hattemerbroek	29	29	29	35
Voskuilerdijk 68 8094PW Hattemerbroek	29	29	29	35
Voskuilerdijk 70 8094PW Hattemerbroek	29	29	29	35
Voskuilerdijk 76 8094PW Hattemerbroek	28	28	28	35
Voskuilerdijk 78 8094PW Hattemerbroek	28	28	28	35

C.2

Bovenvariant

Omschrijving	Dag	Avond	Nacht	Lden
Burgemeester Hardenbergweg 1 8276AT Zalk	31	31	31	38
Burgemeester Hardenbergweg 3 8276AT Zalk	32	32	32	39
Burgemeester Hardenbergweg 3 A 8276AT Zalk	34	34	34	40
de Belten 1 8276AV Zalk	28	28	28	34
de Belten 2 8276AV Zalk	28	28	28	35
de Belten 4 8276AV Zalk	28	28	28	35
de Belten 6 8276AV Zalk	29	29	29	35
Gelderse Kade 1 8276AZ Zalk	32	32	32	39
Gelderse Kade 1 A 8276AZ Zalk	33	33	33	39
Gelderse Kade 3 8276AZ Zalk	33	33	33	40
Gelderse Kade 5 8276AZ Zalk	37	37	37	43
Gelderse Kade 5 A 8276AZ Zalk	37	37	37	43
Geldersedijk 105 8051SE Hattem	31	31	31	38
Landgoed Noorderhoek (maatgevend punt)	38	38	38	45
Middeldijk 25 8094PS Hattemerbroek	39	39	39	46
Middeldijk 27 (niet gebouwd, wel bestemd)	40	40	40	46
Middeldijk 28 8094PS Hattemerbroek	39	39	39	45
Middeldijk 33 8094PS Hattemerbroek	40	40	40	46
Middeldijk 35 8094PS Hattemerbroek	40	40	40	46
Middeldijk 37 8094PS Hattemerbroek	39	39	39	46
Oostersedijk 1 8051ST Hattem	36	36	36	42
Oostersedijk 1 A 8051ST Hattem	36	36	36	42
Oostersedijk 10 8051ST Hattem	36	36	36	43
Oostersedijk 11 8051ST Hattem	37	37	37	43
Oostersedijk 3 8051ST Hattem	36	36	36	43
Oostersedijk 4 8051ST Hattem	35	35	35	41
Oostersedijk 5 8051ST Hattem	37	37	37	43
Oostersedijk 6 8051ST Hattem	36	36	36	42
Oostersedijk 6 A 8051ST Hattem	36	36	36	42
Oostersedijk 7 8051ST Hattem	36	36	36	43
Oostersedijk 8 8051ST Hattem	36	36	36	42
Oostersedijk 9 A 8051ST Hattem	37	37	37	43
Oostersedijk 9 B 8051ST Hattem	37	37	37	43
Oostersedijk 9 C 8051ST Hattem	36	36	36	43
Oostersedijk 9 D 8051ST Hattem	36	36	36	43
Sloetweg 2 8276BC Zalk	29	29	29	36
Vinkensteeg 1 8276AS Zalk	30	30	30	36
Vinkensteeg 2 8276AS Zalk	29	29	29	35
Vinkensteeg 3 8276AS Zalk	30	30	30	36
Vinkensteeg 4 8276AS Zalk	29	29	29	35
Vinkensteeg 6 8276AS Zalk	30	30	30	36
Vinkensteeg 6 A 8276AS Zalk	30	30	30	36
Voskuilerdijk 29 8094PT Hattemerbroek	29	29	29	35
Voskuilerdijk 31 8094PT Hattemerbroek	29	29	29	36
Voskuilerdijk 35 8094PT Hattemerbroek	30	30	30	36
Voskuilerdijk 37 8094PV Hattemerbroek	30	30	30	36
Voskuilerdijk 37 A 8094PV Hattemerbroek	30	30	30	37
Voskuilerdijk 41 8094PV Hattemerbroek	31	31	31	37
Voskuilerdijk 43 8094PV Hattemerbroek	31	31	31	37
Voskuilerdijk 45 8094PV Hattemerbroek	33	33	33	39
Voskuilerdijk 46 8094PW Hattemerbroek	27	27	27	34
Voskuilerdijk 47 8094PV Hattemerbroek	31	31	31	38
Voskuilerdijk 49 8094PV Hattemerbroek	31	31	31	38
Voskuilerdijk 51 8094PV Hattemerbroek	31	31	31	38
Voskuilerdijk 51 B 8094PV Hattemerbroek	31	31	31	37
Voskuilerdijk 51 C 8094PV Hattemerbroek	31	31	31	37
Voskuilerdijk 51 D 8094PV Hattemerbroek	32	32	32	38
Voskuilerdijk 51 E 8094PV Hattemerbroek	32	32	32	38
Voskuilerdijk 51 F 8094PV Hattemerbroek	32	32	32	38
Voskuilerdijk 53 8094PV Hattemerbroek	31	31	31	38

Voskuilerdijk 54 8094PW Hattemerbroek	28	28	28	35
Voskuilerdijk 55 8094PV Hattemerbroek	31	31	31	37
Voskuilerdijk 55 A 8094PV Hattemerbroek	31	31	31	37
Voskuilerdijk 56 8094PW Hattemerbroek	29	29	29	35
Voskuilerdijk 58 8094PW Hattemerbroek	29	29	29	35
Voskuilerdijk 62 8094PW Hattemerbroek	30	30	30	36
Voskuilerdijk 66 8094PW Hattemerbroek	31	31	31	37
Voskuilerdijk 68 8094PW Hattemerbroek	31	31	31	37
Voskuilerdijk 70 8094PW Hattemerbroek	31	31	31	37
Voskuilerdijk 76 8094PW Hattemerbroek	30	30	30	37
Voskuilerdijk 78 8094PW Hattemerbroek	30	30	30	37

Bijlage D. Cumulatie

Onderstaande tekst is overgenomen uit Bijlage 4 van activiteitenregeling (nieuwe bijlage op grond van wijziging windturbines): Reken- en meetvoorschrift windturbines, hoofdstuk 4.

Deze rekenmethode wordt toegepast als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidsbron. Onderstaande is grotendeels overgenomen van het vergelijkbare voorschrift (Rekenvoorschrift wet geluidhinder), met de toevoeging van de omrekeningsformule voor windturbines, en enige aanpassing ten gevolge van de toepassing buiten Wgh kader (zoals bv. MER of WRO).

De methode berekent de gecumuleerde geluidsbelasting rekening houdend met de verschillen in dosis-effectrelaties van de verschillende geluidsbronnen. Ten behoeve van deze rekenmethode dient de geluidsbelasting bekend te zijn van ieder van de bronnen, berekend volgens het voorschrift dat voor die bronsoort geldt. De verschillende geluidsbronnen worden hieronder aangeduid als L_{RL} , L_{LL} , L_{WT} , L_{IL} , L_{VL} waarbij de indices respectievelijk staan voor spoorwegverkeer, luchtvaart, windturbine, industrie en (weg)verkeer. De ingevolge artikel 110g van de wet bij wegverkeerslawaaï toe te passen aftrek wordt bij deze rekenmethode niet toegepast. Al deze grootheden moeten zijn uitgedrukt in L_{den} , met uitzondering van industrielawaai waarbij de geluidsbelasting volgens de geldende wettelijke definitie wordt bepaald.

*L^*_{RL} is de geluidsbelasting vanwege wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt als een geluidsbelasting L_{RL} vanwege spoorwegverkeer. L^*_{RL} wordt als volgt berekend:*

$$L^*_{RL} = 0,95 L_{RL} - 1,40$$

Bovenstaande geldt mutatis mutandis voor de bronnen luchtvaart (index LL), industrie (index IL) windturbines (index WT) en wegverkeer (index VL). De rekenregels hiervoor zijn:

$$L^*_{LL} = 0,98 L_{LL} + 7,03$$

$$L^*_{IL} = 1,00 L_{IL} + 1,00$$

$$L^*_{VL} = 1,00 L_{VL} + 0,00$$

$$L^*_{WT} = 1,65 L_{WT} - 20,05$$

Als alle betrokken bronnen op deze wijze zijn omgerekend in L^ -waarden, dan kan de gecumuleerde waarde worden berekend door middel van de zogenoemde energetische sommatie. De rekenregel hiervoor is*

$$L_{CUM} = 10 \lg \left(\sum_{n=1}^N 10^{\frac{L^*_n}{10}} \right),$$

waarbij gesommeerd wordt over alle N betrokken bronnen en de index n kan staan voor RL, LL, IL, WT en VL.

Bijlage E. Invoergegevens GeoMilieu



Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht

Tel: 030-677 6466
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2016

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.