

LAAGFREQUENT GELUID WINDPARK DE VEENWIEKEN

Datum	2 juli 2015
Van	D.F. Oude Lansink, Pondera Consult
Betreft	Analyse Laagfrequent geluid windpark De Veenwieken
Projectnummer	714068 M1

Inleiding

In opdracht van De Wieken B.V. en Raedthuys Windenergie B.V. is eerder een akoestisch onderzoek uitgevoerd naar het voorgenomen windpark De Veenwieken ten zuiden van Dedemsvaart. Het onderzoek is uitgevoerd ten behoeve van het Milieu Effect Rapport (MER) en betreft kenmerk "Onderzoek akoestiek en slagschaduw windpark De Veenwieken", projectnummer 714068 d.d. 16 juni 2015, hierna genoemd het "akoestisch onderzoek". Onderhavige memo gaat in op laagfrequent geluid voor het voorkeursalternatief (VKA) en sluit aan bij de uitgangspunten en berekeningen uit het akoestisch onderzoek.

In het akoestisch onderzoek is met onderbouwing aangegeven dat de vigerende geluidnormering uit het Activiteitenbesluit voldoende bescherming biedt tegen laagfrequent geluid. Ter aanvullende informatie is in onderhavige memo voor enkele relevante toetspunten in detail naar de laagfrequente geluidbelasting gekeken.

Laagfrequent geluid – toetsing aan Deense norm

Naast de bovengenoemde toetsingscurven is er de mogelijkheid om laagfrequent geluid van windturbines te beoordelen aan de Deense norm en methodiek welke op 1 januari 2012 in Denemarken van kracht is geworden¹.

De gestelde norm is hierbij 20 dB(A) voor het geluidniveau in woningen (L_p) over het frequentiegebied van 10 tot en met 160 Hz (tertsbanden). Het Deense besluit is van toepassing verklaard op windturbines bij windsnelheden van 6 en 8 m/s. Dit is goed vergelijkbaar met optredende windsnelheden in Nederland.

Het geluidniveau L_p wordt berekend door van het geluidbronvermogen (L_{wRA} bij 6 en 8 m/s) van de windturbine te verminderen met demping vanwege geometrische uitbreiding (D_{geo}), bodemcorrectie (D_{bodem}), luchtabsorptie (D_{lucht}) en (woning)isolatie (R). Voor de (woning)isolatie zijn over de tertsbanden vastgestelde waarden gegeven die zijn gebaseerd op metingen in 26 Deense woningen. Voor de bodemcorrectie en luchtabsorptie zijn eveneens vaste waarden gehanteerd.

¹ Bekendtgørelse om støj fra vindmøller, BEK nr. 1284 van 15 december 2011.

Onderstaand is stapsgewijs de werkwijze beschreven voor het windpark De Veenwieken om te komen tot toepassing van de Deense methodiek:

1. In het kader van het akoestisch onderzoek is voor elk turbinetype berekend de geluidemissie (L_E) voor de jaargemiddelde nacht (o.b.v. de distributieve windverdeling op een locatie) op ashoogte. Het geluidbronvermogen (L_{wRA}) bij 6 en 8 m/s van deze turbine is ook bekend;
2. Van de turbinetypen zijn gegevens beschikbaar in octaaf- en tertsbanden (niet in alle gevallen van 10 tot en met 160 Hz, waar nodig zijn lagere octaafbandwaarden geëxtrapoleerd op basis van bekende gegevens van andere turbines, uitgaand van de laagste octaafbandwaarden welke wel bekend zijn);
3. Het rekenmodel Geomilieu® module IL-WT versie V2.62, specifiek bedoeld voor overdrachtsberekeningen van windturbinegeluid, wordt gebruikt om het immissieniveau ter plaatse van de ontvanger (de buitengevel) te berekenen (dit is reeds gedaan in het kader van het akoestisch onderzoek);
4. Het rekenprogramma bepaalt het verschil in geluidniveau tussen bron en ontvanger (overdracht) en houdt rekening met D_{geo} , D_{bodem} en D_{lucht} en (eventuele) extra lokale demping door reflectie, afscherming en meteo. Zie hiervoor het Nederlandse Reken- en meetvoorschrift geluid windturbines ;
5. De resultaten van het rekenmodel over de octaafbanden 31,5 tot en met 125 Hz worden bewerkt om te kunnen komen tot immissieniveaus per tertsband van 10 tot en met 160 Hz;
6. De resultaten van het rekenmodel worden bewerkt;
7. Alle parameters zijn nu bekend en kan berekening van het laagfrequente geluid volgens de Deense methodiek plaatsvinden:
 - a. Stap a: het verschil bepalen van L_E en L_{wRA} (zie punt 1);
 - b. Stap b: het rekenresultaat $L_{i,night}$ per tertsband volgt uit de rekenmodelresultaten (zie punt 6);
 - c. Stap c: rekening houden met de (woning)isolatie (R) uit de methodiek;
 - d. Stap d: het geluidniveau L_{pA} is de uitkomst van stap b verminderd met stap a en c;
 - e. Stap e: energetische sommatie L_{pA} voor de tertsbanden 10 tot en met 160 Hz voor de windsnelheden 6 en 8 m/s

Het resultaat is het niveau is van het laagfrequent geluid binnenshuis. Hiervoor wordt in Denemarken een norm gesteld van 20 dB(A).

Laagfrequent geluid – toetsing met referentiecurves

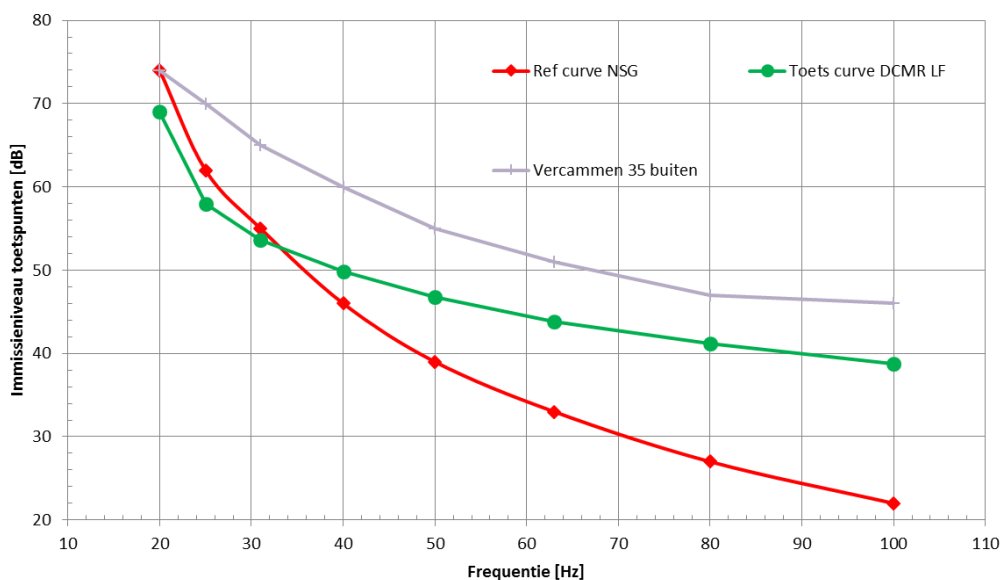
Naast de Deense methode zijn er diverse andere beoordelingsmethodieken beschikbaar. Het betreft toetsing aan de NSG-referentiecurve (gebaseerd op waarneembaarheid), de DCMR LF toetscurve (gebaseerd op hinderlijkheid) en de Vercammen-curve (eveneens gebaseerd op hinderlijkheid). In Tabel A zijn de toetsingscurven voor laagfrequent geluid gegeven, in figuur 2 zijn deze curven tevens grafisch weergegeven.

Tabel A - numerieke weergave van de toetsingscurven.

toetsingscurve*	frequentie van de tertsbanden [Hz]						
	20	25	32	40	50	63	80
NSG referentiecurve gebaseerd op waarneembaarheid	74	62	55	46	39	33	27
DCMR LF toetscurve gebaseerd op hinderlijkheid	69	58	53,6	49,8	46,8	43,8	41,2
Vercammen curve gebaseerd op hinderlijkheid	74	70	65	60	55	51	47

*: geluidrukniveau toetsingscurve [dB] (lineair), binnen in de woning.

Figuur 1 – grafische weergave van de toetsingscurven.



Voor de beoordeling van het aspect laagfrequent geluid worden de invallende geluidniveaus per frequentieband berekend, uitgaande van de uitgangspunten en rekenresultaten in het akoestisch onderzoek (voor de wijze van bepaling van de invallende geluidniveaus zie ook de paragraaf over de Deense norm). Hierbij wordt uitgegaan van de geluidbelasting in de nacht, omdat deze wegens de wind vaak net iets hoger is dan de dag- en avondniveaus, en omdat geluid in de nacht vaak als hinderlijker wordt ervaren.

De op deze wijze berekende buitenwaarden (geluidbelasting op de gevel) worden gecorrigeerd met de voorgestelde gevelwerking (theoretische isolatiewaarden) volgens Tabel B. Hiermee zijn de uitkomsten te vergelijken met de binnenniveauwaarden gegeven in Tabel A waarbij wordt uitgegaan van invallende geluidniveaus binnenshuis (dus zonder rekening te houden met effecten van binnenruimte akoestiek).

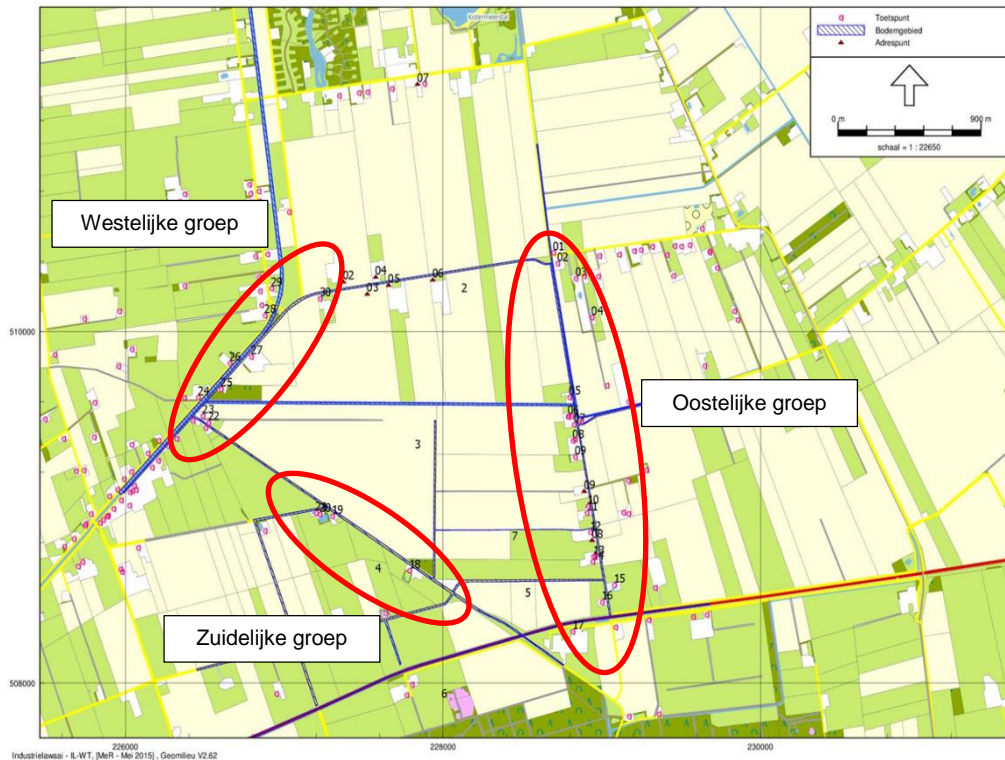
Tabel B - voorgestelde gevelwerking: geluidreductie buiten - binnen.

frequentie [Hz]	20	25	32	40	50	63	80	100
reductie [dB]	9	10	12	13	15	16	18	19

Toetspunten

Voor het VKA worden drie representatieve toetspunten bekeken. Deze worden telkens gekozen uit één van de drie groepen referentietoetspunten zoals weergegeven in de onderstaande figuur 2.

Figuur 2 – groepen referentietoetspunten.



Doel van de huidige toetsing van het laagfrequent geluid is aan te tonen dat indien aan het Activiteitenbesluit wordt voldaan, dat laagfrequent geluid dan ook niet leidt tot extra hinder. Daarom worden in het kader van de toetsing voor het laagfrequent geluid voor het VKA de geluidbelastingen beschouwd na mitigerende maatregelen. Uit elk van de drie groepen aangegeven in figuur 2 zijn die toetspunten geselecteerd die de hoogste geluidbelasting na maatregelen ondervonden. De op deze wijze geselecteerde toetspunten zijn geven in tabel C.

Tabel C – geselecteerde referentietoetspunten (toetspuntnummers).

omschrijving		oost	zuid	west
VKA	10 x Vestas V110-2.0 MW, as 99-135m	5	19	30

Rekenresultaten

In de bijlage zijn voor alle geselecteerde toetspunten de berekende binnenniveaus grafisch weergegeven in grafieken ten opzichte van de drie voorgenoemde referentiecures.

Daarnaast zijn de in het kader van de Deense norm berekende immissieniveaus in de nacht gegeven (bij windturbinegeluid is dit voor een belangrijk deel de bepalende periode).

In Tabel D zijn per toetspunt de rekenresultaten volgens de Deense methodiek samengevat..

Tabel D - laagfrequent geluidniveau nacht; Deense methodiek.

alternatief	toetspunt nr.	geluidniveau volgens Deense methodiek in dB(A), gesommeerd over tertsbanden van 10 Hz t/m 160 Hz, in woning	
		6 m/s	8 m/s
VKA as 99m	5	11,1	15,4
	19	11,6	15,9
	30	10,9	15,2
VKA as 135m	5	10,7	15,0
	19	11,4	15,7
	30	10,9	15,2

Beoordeling

Uit de grafieken is af te leiden dat door het laagfrequente geluid vanwege het VKA de DCMR License LF curve en de Vercammen curve (beide gebaseerd op hinderlijkheid) niet worden overschreden. De NSG curve (gebaseerd op waarneembaarheid) wordt lokaal wel overschreden.

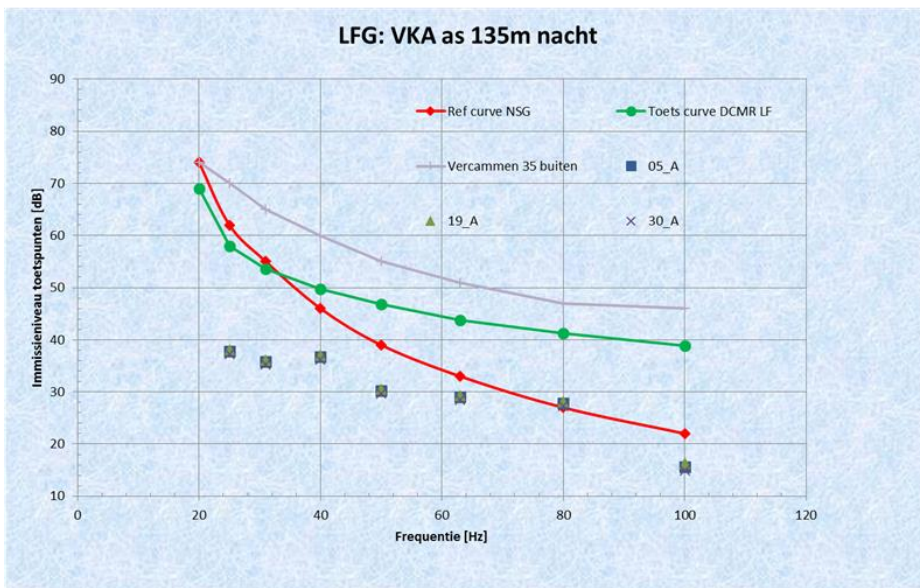
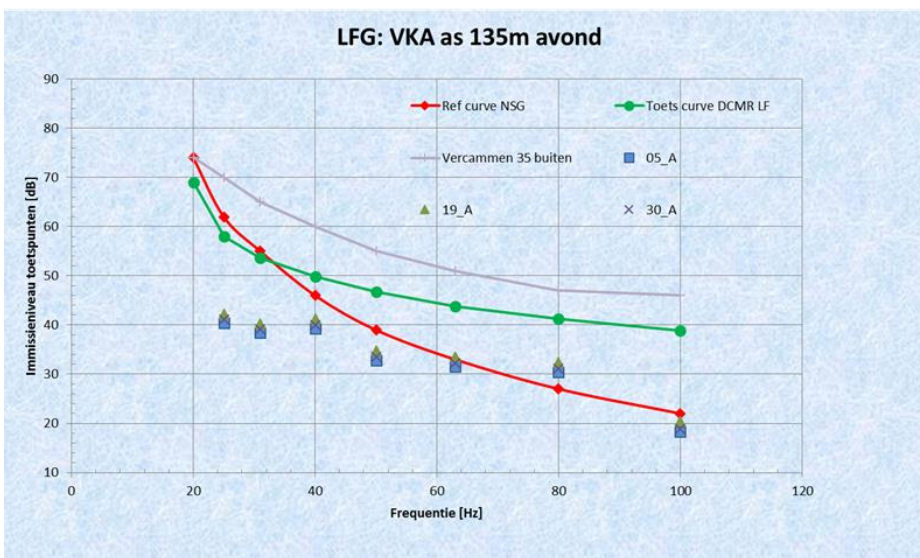
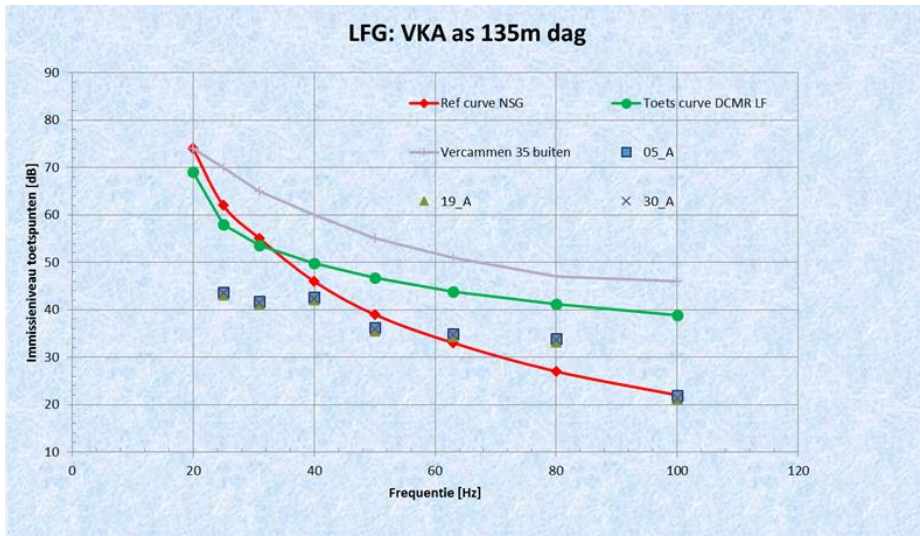
Dit betekent dat het laagfrequente geluid binnen in woningen waar de geluidbelasting net onder de Nederlandse geluidnormen ligt mogelijk waarneembaar is, maar niet als hinderlijk wordt beschouwd volgens de DCMR en Vercammen methodiek. De mogelijke waarneembaarheid blijkt zich tevens te beperken tot een beperkt deel van het laagfrequente frequentiebereik (tussen 60 en 80 Hz).

In de woningen van derden wordt voor de nachtperiode in alle varianten voldaan aan de Deense norm van 20 dB(A).

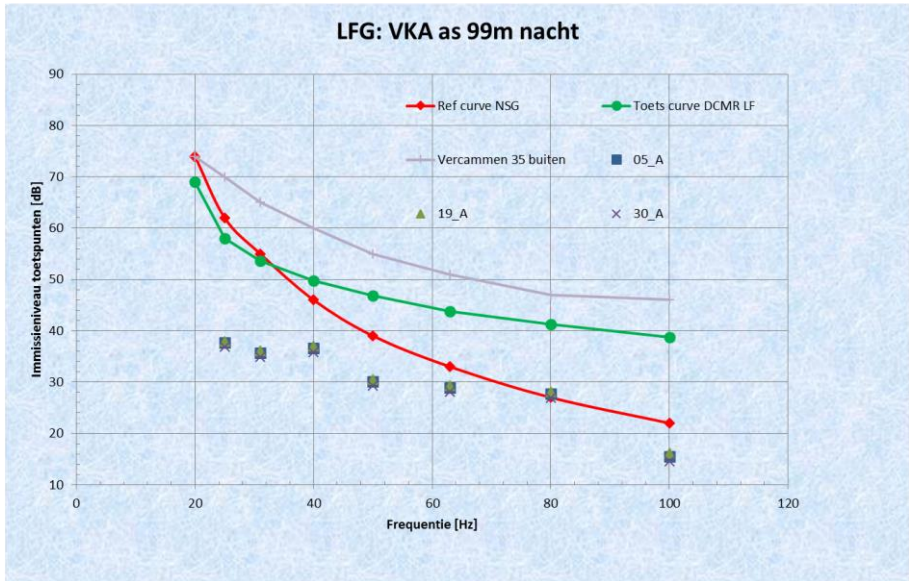
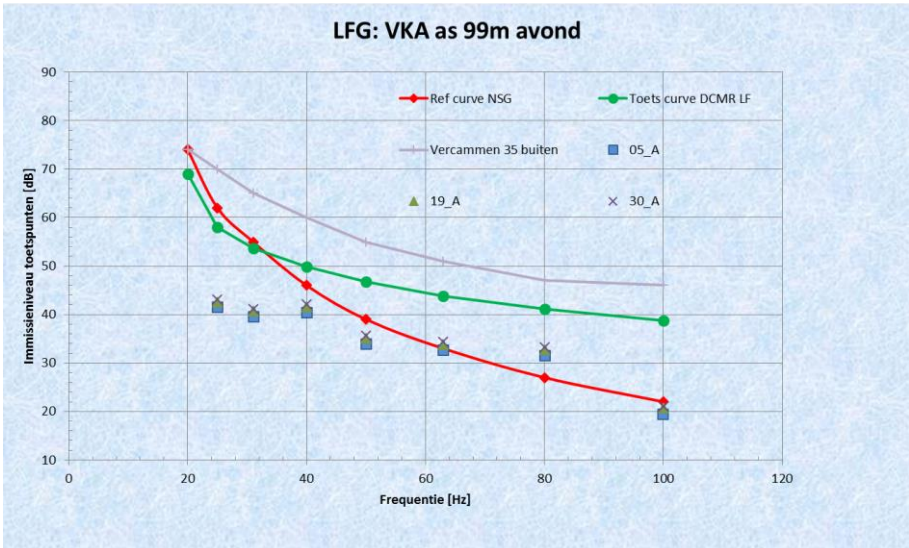
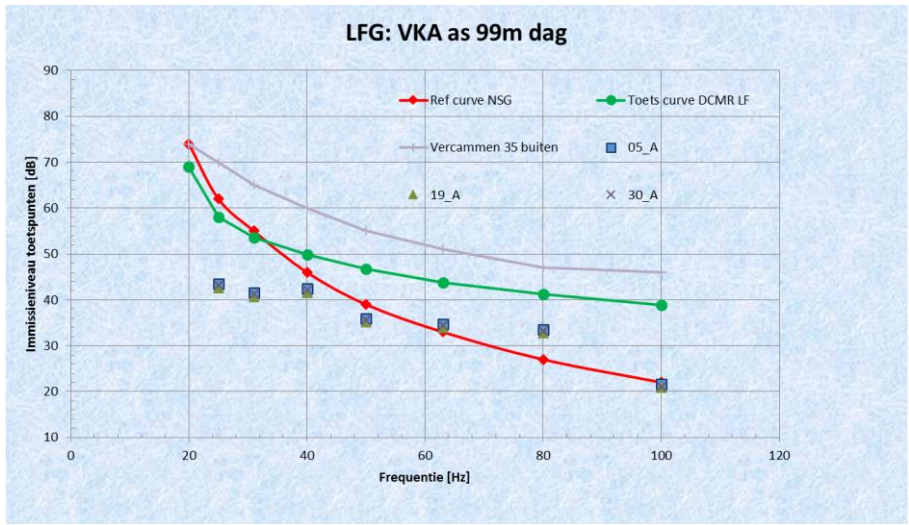
Hinder in de woningen door laagfrequent geluid als gevolg van de windturbines zijn op basis van beoordelingen volgens de verschillende methodieken derhalve niet te verwachten.

Bijlage: Overzicht rekenresultaten

VKA ashoogte 135 meter



VKA ashoogte 99 meter



Deense methodiek – VKA bij ashoogten 99 en 135 meter

VKA 135m MITIGATIE - toetspunt 05													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160 totaal
Δ Lw bron- Lw 6 m/s [dB(A)]	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Δ Lw bron- Lw 8 m/s [dB(A)]	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
Li,night GM model	5,9	0,1	5,2	12,2	9,1	11,8	16,1	19,5	21,3	24,4	15,3	19,4	22,9
Isolatie (niveaoverschil,	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,9	11,4	13,0	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2
Lpa bij 6 m/s [dB(A)]	-2,2	-8,9	-2,5	2,5	-2,5	-2,3	1,5	3,3	1,5	1,5	-9,1	-4,0	-1,5
Lpa bij 8 m/s [dB(A)]	2,1	-4,6	1,8	6,8	1,8	2,0	5,8	7,6	5,8	5,8	-4,8	0,3	2,8
VKA 135m MITIGATIE - toetspunt 19													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160 totaal
Δ Lw bron- Lw 6 m/s [dB(A)]	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Δ Lw bron- Lw 8 m/s [dB(A)]	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
Li,night GM model	6,5	0,7	5,8	12,8	9,7	12,4	16,7	20,1	21,9	25,0	16,1	20,2	23,7
Isolatie (niveaoverschil,	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,9	11,4	13,0	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2
Lpa bij 6 m/s [dB(A)]	-1,6	-8,3	-1,9	3,1	-1,9	-1,7	2,1	3,9	2,1	2,1	-8,2	-3,1	-0,6
Lpa bij 8 m/s [dB(A)]	2,7	-4,0	2,4	7,4	2,4	2,6	6,4	8,2	6,4	6,4	-3,9	1,2	3,7
VKA 135m MITIGATIE - toetspunt 30													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160 totaal
Δ Lw bron- Lw 6 m/s [dB(A)]	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Δ Lw bron- Lw 8 m/s [dB(A)]	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
Li,night GM model	6,1	0,3	5,4	12,4	9,2	11,9	16,2	19,7	21,5	24,6	15,4	19,5	23,0
Isolatie (niveaoverschil,	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,9	11,4	13,0	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2
Lpa bij 6 m/s [dB(A)]	-2,0	-8,8	-2,4	2,6	-2,4	-2,2	1,6	3,5	1,7	1,7	-9,0	-3,9	-1,4
Lpa bij 8 m/s [dB(A)]	2,3	-4,5	1,9	6,9	1,9	2,1	5,9	7,8	6,0	6,0	-4,7	0,4	2,9
VKA 99m MITIGATIE - toetspunt 05													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160 totaal
Δ Lw bron- Lw 6 m/s [dB(A)]	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Δ Lw bron- Lw 8 m/s [dB(A)]	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
Li,night GM model	5,9	0,2	5,3	12,3	9,1	11,8	16,1	19,5	21,3	24,4	15,4	19,5	23,0
Isolatie (niveaoverschil,	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,9	11,4	13,0	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2
Lpa bij 6 m/s [dB(A)]	-1,8	-8,6	-2,2	2,8	-2,1	-1,9	1,9	3,7	1,9	1,9	-8,6	-3,5	-1,0
Lpa bij 8 m/s [dB(A)]	2,5	-4,3	2,1	7,1	2,2	2,4	6,2	8,0	6,2	6,2	-4,3	0,8	3,3
VKA 99m MITIGATIE - toetspunt 19													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160 totaal
Δ Lw bron- Lw 6 m/s [dB(A)]	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Δ Lw bron- Lw 8 m/s [dB(A)]	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
Li,night GM model	6,4	0,6	5,7	12,7	9,5	12,2	16,5	20,0	21,8	24,9	16,0	20,1	23,6
Isolatie (niveaoverschil,	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,9	11,4	13,0	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2
Lpa bij 6 m/s [dB(A)]	-1,3	-8,1	-1,7	3,3	-1,7	-1,5	2,3	4,2	2,4	2,4	-8,0	-2,9	-0,4
Lpa bij 8 m/s [dB(A)]	3,0	-3,8	2,6	7,6	2,6	2,8	6,6	8,5	6,7	6,7	-3,7	1,4	3,9
VKA 99m MITIGATIE - toetspunt 30													
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160 totaal
Δ Lw bron- Lw 6 m/s [dB(A)]	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Δ Lw bron- Lw 8 m/s [dB(A)]	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
Li,night GM model	5,8	0,0	5,1	12,1	8,9	11,6	15,9	19,4	21,2	24,3	15,0	19,1	22,6
Isolatie (niveaoverschil,	4,9	5,9	4,6	6,6	8,4	10,9	11,4	13,0	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2
Lpa bij 6 m/s [dB(A)]	-1,9	-8,7	-2,3	2,7	-2,3	-2,1	1,7	3,6	1,8	1,8	-9,0	-3,9	-1,4
Lpa bij 8 m/s [dB(A)]	2,4	-4,4	2,0	7,0	2,0	2,2	6,0	7,9	6,1	6,1	-4,7	0,4	2,9