Bosch & van Rijn
Franz-Lisztplantsoen 220
3533 JG Utrecht
030 – 677 6466

Auteurs
Harm Ligtenberg
Wouter Verweij

Opdrachtgever
Gemeente Lingewaard
Postbus 15
6680 AA Bemmel



Motivering lokale normen

Windpark A15-Lingewaard

Motivering lokale normen

Windpark A15-Lingewaard

Datum	14-05-2025
Versie	1.0
Auteur	Harm Ligtenberg Wouter Verweij
Tweede lezer	Steven Velthuijsen

Bosch & Van Rijn
Franz-Lisztplantsoen 220
3533 JG Utrecht

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

© Bosch & van Rijn 2025
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

HOOFDSTUK 1 INLEIDING 3
1.1 Samenvatting 3
1.2 Aanleiding 3
1.3 Relatie met de m.e.r.-beoordeling en aanmeldnotitie 4
1.4 Methode en onderzochte normen 5
1.5 Leeswijzer 6

HOOFDSTUK 2 GEBIEDSANALYSE 7
2.1 Gebiedstypen 7
2.2 Milieu-indicatoren en beschrijving huidige milieukwaliteit 8

HOOFDSTUK 3 GELUID 11
3.1 Aandachtspunten o.b.v. gebiedsanalyse 11
3.2 Geluidsdosismaat L_{den} en L_{night} 11
3.3 Geen apart toetsingskader voor laagfrequent geluid onderzocht 13
3.4 Aantallen (ernstig) gehinderden 14
3.5 Toename cumulatief geluidsniveau 15
3.6 Meten en rekenen 17
3.7 Normstelling 17
3.8 Benodigde mitigatie 18
3.9 Aanvullende normen; milieunormen en handhavingsnormen 20

HOOFDSTUK 4 SLAGSCHADUW 23
4.1 Aandachtspunten o.b.v. gebiedsanalyse 23
4.2 Wanneer is sprake van slagschaduw? 23
4.3 Wanneer is een object of terrein 'slagschaduwgevoelig'? 23
4.4 Hinderlijkheid van slagschaduw 24
4.5 Normstelling 26
4.6 Mitigatie 29

HOOFDSTUK 5 EXTERNE VEILIGHEID 30
5.1 Aandachtspunten o.b.v. gebiedsanalyse 30
5.2 Plaatsgebonden risico 30
5.3 Normstelling 30

HOOFDSTUK 6 LICHTSCHITTERING 32
HOOFDSTUK 7 BIJLAGEN 33

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Samenvatting

Tabel 1 **Overzicht van de normen en waar in het document deze onderbouwd worden.**

Norm	Paragraaf
Geluid	
45 dB L_{den} jaargemiddeld op de gevels van geluidgevoelige objecten	3.8
39 dB L_{night} jaargemiddeld op de gevels van geluidgevoelige objecten	3.8
Slagschaduw	
0,5 uur slagschaduw per slagschaduwgevoelig object per jaar	4.5
Externe Veiligheid	
PR 10^{-5} voor beperkt kwetsbare gebouwen en locaties	5.3
PR 10^{-6} voor (zeer) kwetsbare gebouwen (en locaties)	5.3
Handhavingsnormen	
Bronsterktemeting	3.10.2
Maximaal equivalent geluidniveau $L_{Aeq,10min}$	3.10.2
Tonaal (laagfrequent) geluid; meetmethode en straftoeslag van 5 dB	3.10.2

1.2 Aanleiding

Windpark A15-Lingewaard is een plan voor de realisatie van 3 windturbines ten oosten van Bemmel langs de door te trekken rijksweg A15 in de gemeente Lingewaard. Voor het meewegen van het milieubelang in de besluiten over windpark A15-Lingewaard is het van belang goed te onderbouwen in welke mate de leefomgeving beschermd wordt tegen mogelijk overlast als gevolg van de komst van windturbines.

Normaliter moet ieder windpark voldoen aan een set normen uit landelijke wet- en regelgeving en wordt de leefomgeving door die normen beschermd. Deze windturbinebepalingen waren voorheen opgenomen in het Activiteitenbesluit milieubeheer. Er is nu een bijzondere situatie ontstaan als gevolg van de uitspraak van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State (hierna: Afdeling) van 30 juni 2021[1] op grond waarvan de windturbinebepalingen uit het Activiteitenbesluit milieubeheer[2] niet langer geldig zijn voor windparken vanaf 3 windturbines, totdat de nieuwe windturbinebepalingen zijn vastgesteld.

1.2.1 *Concept windturbinebepalingen*

De Staatssecretaris van I&W heeft nieuwe landelijke normen in voorbereiding. Het plan-MER dat nodig is om nieuwe windturbinebepalingen te onderbouwen is inmiddels uitge-

1 Uitspraak Windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding, ECLI:NL:RVS:2021:1395

2 De geluidsnormen van 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} zijn bij de invoering van de Omgevingswet opgenomen in artikel 5.74 van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en artikel 4.430c van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal). Slagschaduw is opgenomen in artikel 5.89 Bkl en de artikels 4.430f-k Bal, Externe Veiligheid vanaf artikel 5.7 Bkl.

voerd en op 11 oktober 2023 zijn de resultaten van het planMER en de ontwerpwindturbinebepalingen in de Staatscourant gepubliceerd[3], waarna op 12 oktober 2023 de Staatssecretaris van I en W het Besluit windturbines leefomgeving in ontwerp ter visie heeft gelegd[4]. Dat ontwerpbesluit bevat het voorstel van de Staatssecretaris voor de nieuwe windturbinebepalingen voor geluid, slagschaduw en externe veiligheid. In voorliggende motivering is deels rekening gehouden met de inhoud van het ontwerpbesluit. Het ontwerpbesluit heeft van 12 oktober tot en met 22 november 2023 ter inzage gelegen en kan onder invloed van zienswijzen en politieke besluitvorming nog wijzigen. De wetenschappelijke onderzoeken over de samenhang tussen geluidniveaus en ervaren hinder die de Staatssecretaris als basis heeft gebruikt voor het planMER vormen de basis voor de motivering van de lokale normen voor windpark A15-Lingewaard.

In het verlengde van de nu geldende Tijdelijke overbruggingsregeling windturbines (in werking getreden op 3 mei 2022) is in het Besluit windturbines leefomgeving overgangsrecht opgenomen. Op grond van dat overgangsrecht moeten plannen en besluiten voor windparken met 3 windturbines of meer in elke geval tot 1 juli 2025 of tot het moment dat het Besluit windturbines leefomgeving in werking treedt worden voorzien van lokale normen. Dit is een taak van het bevoegd gezag. Deze plannen moeten worden voorzien van een actuele, deugdelijke, op zichzelf staande en op de aan de orde zijnde situatie toegesneden motivering. Lokale normen blijven gelden in het geval de omgevingsvergunning wordt verleend voordat de nieuwe landelijke windturbinebepalingen in werking treden.

Deze normen zijn opgenomen in de voorschriften van de Omgevingsvergunning voor afwijken en worden in dit document gemotiveerd.

1.2.2 *Energievisie*

Op 30 Januari 2025 heeft de gemeente Lingewaard de Energievisie A15-Betuweroute vastgesteld[5]. In dit document zijn normen opgenomen voor geluid, slagschaduw en externe veiligheid. De Raad van State[6] stelt dat de onderbouwing van lokale normen actueel, deugdelijke, op zichzelf staand en op de lokale situatie toegesneden moet zijn. De normen die zijn opgenomen in de Energievisie staan niet los van de context waarin dat document is opgesteld. Daarom is het noodzakelijk om de normen uitgebreid en afzonderlijk te motiveren, in plaats van enkel te verwijzen naar de Energievisie. Dit document dient als de zelfstandige motivering.

1.3 Relatie met de m.e.r.-beoordeling en aanmeldnotitie

In de aanmeldnotitie m.e.r.-beoordeling en de (onderzoeken bij de) omgevingsvergunningaanvraag zijn de eigenschappen van windturbines van Windpark A15-Lingewaard weergegeven. De aanvraag bevat een bandbreedte voor afmetingen van windturbines. Deze bandbreedte is weergegeven in Tabel 2.

3 https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2023-27607.html
4 https://www.platformparticipatie.nl/windturbinesleefomgeving/ontwerpbesluit-windturbines-leefomgeving/default.aspx
5 Energievisie A15-Betuweroute
6 https://www.raadvanstate.nl/actueel/nieuws/april/windparken-regionale-normen/

Tabel 2 **Bandbreedte vergunningaanvraag en kenmerken referentiewindturbines van windpark A15-Lingewaard.**

Parameters	Eigenschappen windturbines Lingewaard (m)
Ashoogte t.o.v. fundering	Minimaal 115 Maximaal 150
Rotordiameter	Minimaal 150 Maximaal 185
Tiphoogte t.o.v. maaiveld	Maximaal 225
Referentieturbine akoestisch onderzoek	V172-7.2MW STE (uilenveren) op 139 m ashoogte
Referentieturbine slagschaduw	Fictief windturbinetype met ashoogte 132,5 m en rotordiameter 185 m
Referentieturbine externe veiligheid	N163/6.X met ashoogte 135 m en rotordiameter 163 m

Voor de onderbouwing van de lokale normen wordt mede gebruik gemaakt van de milieuonderzoeken die in het kader van de aanmeldnotitie voor de m.e.r.-beoordeling en de omgevingsvergunningaanvraag zijn uitgevoerd aan de hand van de in de tabel genoemde referentietypen.
Met betrekking tot geluid geldt dat het referentietype V172-7.2MW meer geluid maakt in vergelijking met andere windturbines binnen de beschouwde bandbreedte[7]. Er wordt daarom gerekend met een relatief luide turbine waarmee de geluidssituatie worstcase wordt weergegeven.
Voor slagschaduw zijn de afmetingen van het referentietype (maximale tiphoogte en maximale rotordiameter) worst case, aangezien bij gelijke tiphoogte een grotere rotordiameter leidt tot de meeste slagschaduw.
Voor de beoordeling van externe veiligheidsrisico's heeft initiatiefnemer een referentiewindturbine gebruikt waarmee effecten van windturbinetypen binnen de bandbreedte voor afmetingen worst case worden weergegeven, dit betreft het type N163/6.X.

1.4 Methode en onderzochte normen

Om een goed beeld te krijgen van statistisch te verwachten aantallen gehinderden en opbrengstverliezen bij mitigatie de normengrenzen, worden verschillende normwaardes beschouwd. In de afweging tussen de verschillende normgrenzen spelen zowel de bescherming van de omgeving als de ruimte voor lokale opwek van duurzame energie en de impact op de economische uitvoerbaarheid een rol. Hieronder volgt een samenvatting van de verschillende onderzochte normgrenzen per milieuthema.

Geluid
- 47 dB L_{den} en 41 dB L_{night} (grenswaarde in Ontwerpbesluit windturbines leefomgeving[8])
- 45 dB L_{den} en 39 dB L_{night} (standaardwaarde uit Ontwerpbesluit windturbines leefomgeving, tevens adviesnorm van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO))
- 44 dB L_{den}
- 43 dB L_{den}

Slagschaduw
- Nagenoeg 0 uur slagschaduw per slagschaduwhindergevoelig object per jaar.
- Maximaal 0,5 uur slagschaduw per slagschaduwhindergevoelig object per jaar.
- Maximaal 6 uur slagschaduw per slagschaduwhindergevoelig object per jaar.

7 Zie pagina 41 van de 'Ruimtelijke Onderbouwing tevens aanmeldnotitie m.e.r.-beoordeling' van Pondera

8 https://www.platformparticipatie.nl/windturbinesleefomgeving/ontwerpbesluit-windturbines-leefomgeving/default.aspx

Externe veiligheid
Voor externe veiligheid is slechts één set van grenswaarden als toetsingskader te onderscheiden:

- Plaatsgebonden risico van 10^{-5} voor beperkt kwetsbare objecten.
- Plaatsgebonden risico van 10^{-6} voor kwetsbare objecten.

Waar mogelijk is voor deze motivering van lokale normen gebruik gemaakt van milieuinformatie uit de onderzoeken bij de vergunningaanvraag, opgesteld door adviesbureau Pondera. Voor geluid en slagschaduw enkele aanvullende berekeningen uitgevoerd in opdracht van gemeente Lingewaard, onder meer om inzicht te krijgen in de effecten bij enkele nog niet onderzochte normgrenzen en om inzicht te verkrijgen in het statistisch te verwachten aantal ernstig gehinderden. De berekeningen zijn uitgevoerd met hetzelfde rekenmodel en met dezelfde invoergegevens. De gehanteerde in- en uitvoergegevens zijn opgenomen in de bijlagen.

Lichtschittering
Aangezien hinder als gevolg van lichtschittering eenvoudig kan worden voorkomen door toepassing van niet-reflecterende materialen of coatinglagen is er geen noodzaak tot het afwegen van een normgrens, de toepassing ervan wordt voorgeschreven in de omgevingsvergunning waarbij wordt gesteld dat het meten van reflectiewaarden plaatsvindt overeenkomstig NEN-EN-ISO 2813 of een gelijkwaardige meetmethode.

1.5 Leeswijzer

Ten behoeve van de motivering van lokale milieunormen heeft eerste een analyse plaatsgevonden van de gebiedskenmerken en huidige milieukwaliteiten van het projectgebied Windpark A15-Lingewaard en directe omgeving (zie figuur 1), vanwege het feit dat lokale normen op de lokale situatie toegesneden dienen te zijn.
In de navolgende hoofdtukken wordt achtereenvolgens ingegaan op de thema's geluid (Hoofdstuk 3), slagschaduw (Hoofdstuk 4), externe veiligheid (Hoofdstuk 5) en lichtschittering (Hoofdstuk 6). Per thema is de afweging van een lokale norm beschreven en is een normgrens gemotiveerd.

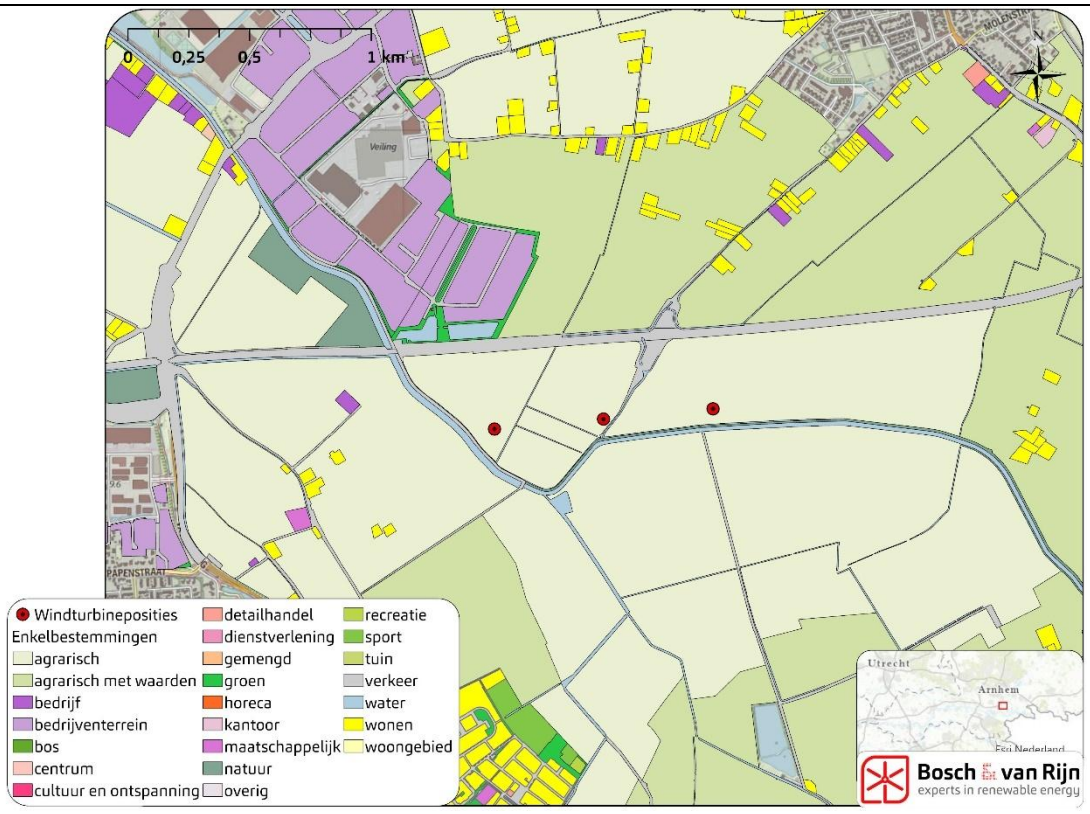
Hoofdstuk 2 Gebiedsanalyse

Dit hoofdstuk bevat een analyse van de gebiedstypen en bijbehorende milieukwaliteiten en referentiewaarden die op de omgeving van het beoogde windpark van toepassing zijn.

2.1 Gebiedstypen

Het gebied waarin het windpark is geprojecteerd kan worden getypeerd aan de hand van voorkomende functies en potenties. De omgeving van windpark A15-Lingewaard kan worden beschreven als een laag-dynamisch gebied met overwegend agrarische activiteiten. Ten noordwesten van de windturbineposities aan de noordzijde van het spoor bevindt zich een bedrijventerrein. Naarmate de afstand tot de windturbines toeneemt, neemt de dichtheid van woningen en bedrijfslocaties toe, waarbij agrarisch gebruik nog steeds de overhand heeft. Zie Figuur 1.

Figuur 1 **Gebiedstypen rondom WP Lingewaard.**



Het gebied ter plaatse van de windturbines heeft gebiedstype ‘Agrarisch’. Ten noorden van het spoor en op grotere afstand van de turbines, kan het gebied worden getypeerd als ‘agrarisch met waarden’. In onderstaande tabel licht zijn de aanwezige gebiedstypen nader toegelicht.

Tabel 3 **Gebiedstypen en ruimtelijk functionele kenmerken**

Gebiedstype*	Agrarisch met waarden	Agrarisch	Bedrijventerrein
Hoofdfunctie	Landbouw	Grondgebonden Landbouw en intensieve veehouderij	Bedrijvigheid
Nevenfuncties	Wonen, Waterberging, Water-winning, natuur	Wonen, Bedrijvigheid, Water-berging, Waterwinning, Natuur	-
Functiemenging	Zeer matig	Matig	Matig
Bebouwingsdichtheid	Incidenteel	Laag/Matig	Hoog
Gebruiksintensiteit	Zeer laag	Laag	Hoog
Opmerkingen	Kansen voor natte landnatuur. Deels geldt ontwikkelingsdoel als Groene Ontwikkelzone	Kansen voor agrarisch gebied met nevenfuncties	Bedrijvigheid bevindt zich ten noorden van het spoor en toe-komstige infrabundel Betuwe-route/ doortrekking A15.

* Typologie is afkomstig uit Handreiking Milieukwaliteit in de Leefomgeving (MILO) van IPO en VNG

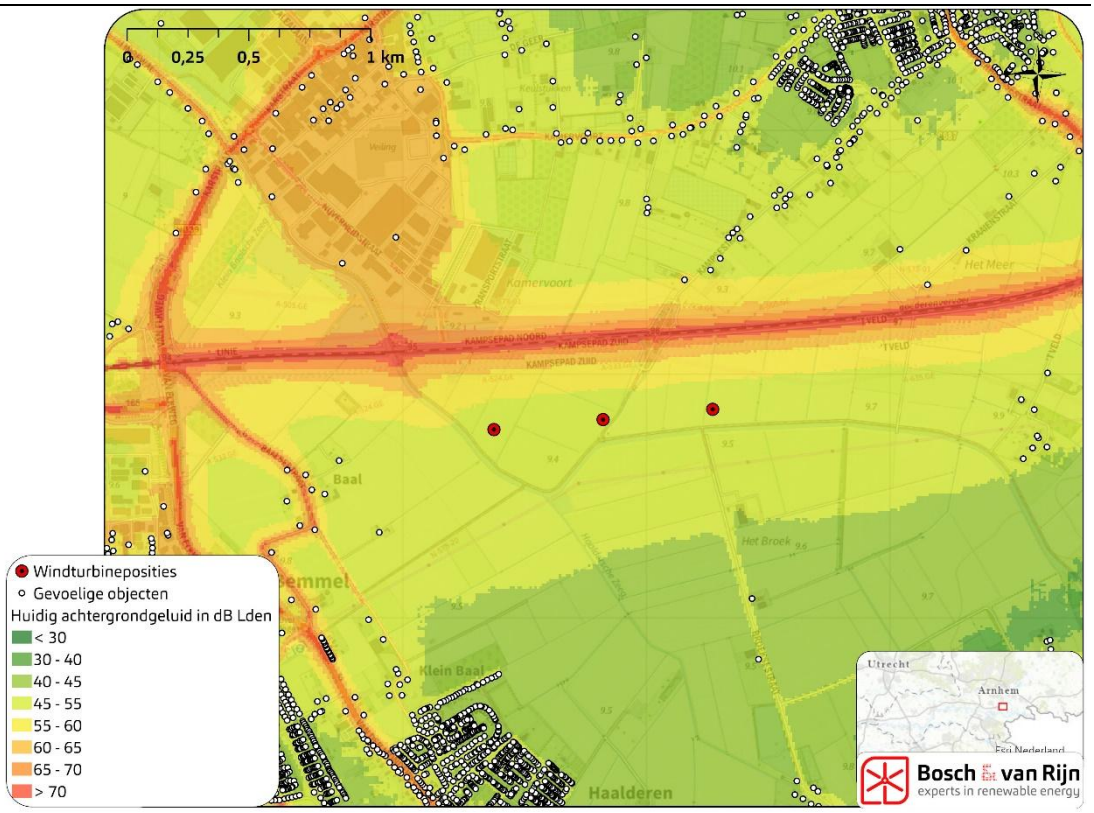
2.2 Milieu-indicatoren en beschrijving huidige milieukwaliteit

De kwaliteit van de leefomgeving wordt bepaald door verschillende aspecten. Het gaat om sectorale, milieugerelateerde aspecten maar ook om ecologische, sociale en economische kwaliteitsaspecten. Voorliggende gebiedsanalyse is opgesteld ter voorbereiding op de afweging van lokale normgrenzen voor geluid, slagschaduw en externe veiligheid.

2.2.1 *Geluid*

In het projectgebied is een belangrijke geluidbron aanwezig; het spoor. De geluiduitstraling van overige wegen en van agrarische bedrijven in de huidige situatie is relatief gering en effecten treden alleen zeer lokaal op. In Figuur 2 is de cumulatieve geluidbelasting in het studiegebied weergegeven (exclusief windpark A15-Lingewaard). Uit Figuur 2 blijkt dat de spoorweg de dominante geluidbron is rond de windturbineposities. Verder is te zien dat langs de drukkere wegen (bijvoorbeeld de Baalsestraat en de Van Elkweg) eveneens sprake is van een verhoogde geluidbelasting. Deze effecten treden echter alleen op korte afstand van de weg op.

Figuur 2 **Cumulatief geluidniveau bronnen omgevingslawaai (Atlas leefomgeving, 2020).**



Er zijn weinig gevoelige objecten aanwezig dicht bij het spoor. Wel zijn er meerdere woningen die nu al veel geluid ontvangen vanuit de omgeving, bijvoorbeeld de woningen op het bedrijventerrein en de woningen aan de Baalsestraat. Met behulp van cumulatieberekeningen is inzichtelijk gemaakt hoe groot de te verwachten toename van het cumulatieve geluidniveau als gevolg van de windturbines is[9].

In verband met de beoogde doortrekking van de A15 is bij de beoordeling van de cumulatieve geluidsituatie zowel het scenario met als zonder wegverkeerslawaai als gevolg van de doorgetrokken A15 beschouwd. De beoogde A15 is nog niet weergegeven in Figuur 2.

2.2.2 *Slagschaduw*

(Bewegende) slagschaduw is een milieueffect dat enkel door windturbines veroorzaakt wordt. Omdat in de huidige situatie geen windturbines in of nabij het plangebied voorkomen, is in de huidige situatie geen sprake van slagschaduw.

Er is sprake van een laagdynamisch gebied met matige tot zeer matige functiemenging. Er is op basis van de aanwezige gebiedstypen geen aanleiding om af te wijken van de algemeen toegepaste wetenschappelijke uitgangspunten op het gebied van hinderlijkheid van slagschaduw, zoals deze in het slagschaduwonderzoek t.b.v. de 'Ruimtelijke Onderbouwing tevens aanmeldnotitie m.e.r.-beoordeling' zijn benoemd.

9 Zie subparagraaf 2.10 van Bijlage 9 van de 'Ruimtelijke Onderbouwing tevens aanmeldnotitie m.e.r.-beoordeling' van Pondera (pagina 182).

2.2.3 *Externe Veiligheid*

Voor het derde onderdeel van de windturbinebepalingen die met het Nevele arrest buiten werking zijn gesteld, het Plaatsgebonden Risico (in het kader van Externe Veiligheid), speelt een gebiedsanalyse een ondergeschikte rol. De kleinste afstand tussen één van de windturbineposities en een omliggende woning bedraagt ruim 540 meter. Omdat in de huidige situatie geen sprake is van relevante risico's als gevolg van overige bronnen (vervoer gevaarlijke stoffen, installaties) is er ook geen aanleiding voor een cumulatieve beschouwing van risico's[10].

[10] Zie subparagraaf 1.5 van Bijlage 8 van de 'Ruimtelijke Onderbouwing tevens aanmeldnotitie m.e.r.-beoordeling' van Pondera (pagina 155).

Hoofdstuk 3 Geluid

In dit hoofdstuk wordt allereerst aangegeven op welke manier rekening wordt gehouden met de gebiedskenmerken. Daarna volgen uiteenzettingen over relevante geluidsaspecten met betrekking tot de voor te stellen geluidsnormen. Tot slot worden er handhavingsnormen voorgesteld.

3.1 Aandachtspunten o.b.v. gebiedsanalyse

De directe omgeving van windpark A15-Lingewaard is relatief dunbevolkt en kent een relatief lage achtergrondgeluidsbelasting. Wonen is een nevenfunctie van het gebied: de hoofdfuncties zijn landbouw, veehouderij en bedrijvigheid.

Bij het bepalen van een passende geluidsnorm is het van belang om aan te sluiten bij de huidige lokale situatie en autonome ontwikkelingen. Er is sprake van woningen die relatief veel geluid ontvangen van de spoorweg, het bedrijventerrein of de toekomstige doortrekking van de A15 ontvangen, die bescherming mogen verwachten tegen een ontoelaatbare cumulatieve geluidsbelasting. Voor overige woningen komt uit de gebiedsanalyse geen factoren naar voren die aanleiding geven voor het bieden van extra bescherming te bieden vanwege cumulatie; het betreft een relatief standaard buitengebied bijbehorende geluidklimaat.

3.2 Geluidsdosismaat L_{den} en L_{night}

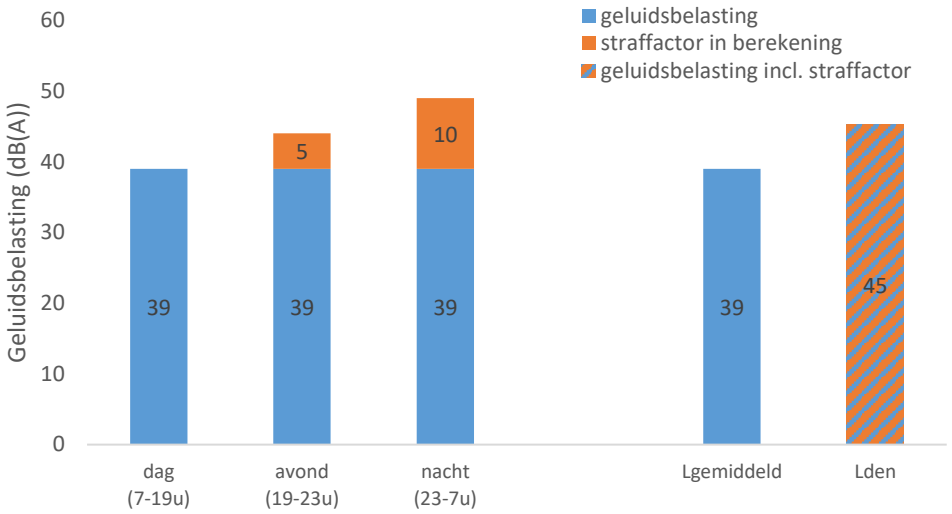
Volgens richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement dient omgevingsgeluid in alle lidstaten op dezelfde wijze behandeld te worden. De geluidbelasting dient daarbij in decibel (dB) L_{den} of dB L_{night} te worden uitgedrukt. De geluidbelasting in dB L_{den} wordt ook wel de dag-avond-nacht geluidsbelastingsindicator genoemd. L_{den} is een berekend gewogen jaargemiddelde van de geluidsbelasting tijdens de dag-, de avond- en de nachtperiode. De avond- en nachtperiode krijgen in de berekening een toeslag van respectievelijk +5 en +10 dB, omdat in deze periodes geluid als hinderlijker wordt ervaren. Daarom worden deze zwaarder meegewogen. De geluidbelasting in dB L_{night} wordt de nachtgeluidsbelastingsindicator genoemd.

De L_{den}-systematiek is lastig te doorgronden, omdat een L_{den}-waarde niet correspondeert met de jaargemiddelde geluidbelasting die daadwerkelijk optreedt op een ontvangerpunt in de omgeving van het windpark. Dat is het gevolg van de straftoeslagen in de avond- en nachtperiode die worden gehanteerd in de berekening bij toetsing aan de norm. In Figuur 3 wordt inzichtelijk gemaakt hoe een 45 dB L_{den}-waarde wordt berekend.

L_{night} waarden betreffen waarden zonder toeslag en komen daarom van pas bij het duiden van de geluidsituatie. Uit de L_{den} methode vloeit voort dat er een 1-op-1 relatie bestaat tussen een L_{den} en een L_{night} waarde: Een L_{den} waarde heeft altijd een corresponderende L_{night} waarde die 6 dB lager ligt. Met andere woorden: als er aan een dB L_{den} norm wordt voldaan, wordt in nagenoeg alle gevallen ook aan de corresponderende L_{night} waarde voldaan.

Aangezien er geen dosis-effectrelatie bestaat voor L_{night} waarden, kunnen er ook geen concrete berekeningen gemaakt worden voor de te verwachten hinder in de nachtperiode. Een strengere L_{night} norm van bijvoorbeeld 38 dB L_{night} zou daarom alleen logisch te onderbouwen zijn door middel van een strengere L_{den} norm van 44 dB L_{den}.

Figuur 3 **Grafische weergave L_{den}**



Voor bijzondere situaties zijn aanvullende indicatoren mogelijk, bijvoorbeeld bij:

- Combinatie van geluid uit verschillende bronnen;
- Relatief stille zones in het buitengebied

Windturbinegeluid is, ten opzichte van andere geluidbronnen, relatief constant van karakter. De maximale optredende geluidniveaus die door een windturbine worden veroorzaakt op een ontvangerpunt waar jaargemiddeld aan een waarde tussen 45 en 47 dB Lden wordt voldaan, zijn circa 2-4 dB(A) hoger dan het optredende jaargemiddelde geluidniveau van een windturbine[11]. Bij een geluidbelasting van 45 dB L_{den} op een ontvangerpunt bedraagt het daadwerkelijke jaargemiddelde geluidniveau[12] op de gevel ca. 39 dB(A) en het maximale geluidsniveau (wanneer de windturbines op maximaal bronvermogen geluid produceren) ca. 43 dB(A).
De hoeveelheid geluid die een windturbine produceert is afhankelijk van het geluidsbronvermogen van de windturbine. Het geluid van een windturbine kan desgewenst worden beperkt door toepassing van een voorziening op de bladen of door het aantal omwentelingen bij hogere windsnelheden te reduceren. Dit leidt tot verlies van energieproductie. De hoeveelheid geluid heeft een rechtstreeks verband heeft met de optredende windsnelheid. Tot een bepaalde windsnelheid neemt de geluidsproductie toe, vanaf deze specifieke windsnelheid blijft de geluidsproductie gelijk. De windsnelheid is door het KNMI voor geheel Nederland op ashoogtes tussen 10 en 260 meter boven het maaiveld de windverdelingen beschikbaar gesteld[13].

---

11 Nederlandse geluidsnormen in internationaal perspectief, E. Koppen, Arcadis, Windnieuws nr. 4, 2015.

12 De daadwerkelijke geluidsniveaus zijn lager dan het gewogen L_{den} gemiddelde omdat de L_{den}-waarde straffactoren bevat voor geluid in de avond en de nacht.

13 Https://rekentool.mp.nl/

Met deze verdelingen kan een goede voorspelling per beoordelingsperiode worden gegeven van de te verwachten geluidbelasting op de omgeving.
Gezien het constante karakter van windturbinegeluid (de verschillen tussen dag-, avond- en nachtperiode zijn beperkt) is er op zichzelf geen aanleiding een L_{night}-normering te stellen aanvullend op een L_{den}-normering. Bij constante geluidniveaus bedraagt het verschil tussen de geluidbelasting in dB L_{den} en dB L_{night} circa 6 dB en biedt een aparte norm voor L_{night} geen extra bescherming. Van belang is dat op basis van onderzoeken geen conclusie kan worden getrokken over de samenhang tussen geluid van windturbines en slaapverstoring[14]. De WHO geeft in haar rapport van 2018 dan ook geen advies over een L_{night}-norm voor windturbines.

3.3 Geen apart toetsingskader voor laagfrequent geluid onderzocht

Wegverkeer, spoorwegverkeer en windturbines vormen allen een bron van laagfrequent geluid, net als overige bronnen van omgevingslawaai. Voor al deze geluidbronnen geldt dat geluid in hogere frequenties op korte afstand van de bron wordt gedempt door de bodem en de lucht. Geluid in lagere frequenties wordt in mindere mate gedempt door lucht en bodem en reikt tot op grotere afstand. Op grotere afstand van de bron neemt het aandeel laagfrequent geluid in het berekende geluidniveau toe. Dat heeft tot gevolg dat het geluid dat op grotere afstand van de bron resteert, geluid in lagere frequenties betreft. Het geluid in lagere frequenties maakt deel uit van het totale geluidspectrum dat wordt genormeerd.

De Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat heeft ter voorbereiding op nieuwe landelijke milieunormen voor windturbines een planMER laten uitvoeren met de titel planMER Windturbinebepalingen leefomgeving. In het kader van dat planMER heeft de Staatssecretaris onderzoek laten uitvoeren naar laagfrequent geluid ten gevolge van windturbines. Dat onderzoek[15] is uitgevoerd door ingenieurs en adviesbureau Peutz. Peutz heeft onderzoek gedaan naar laagfrequente geluidniveaus bij divers normgrenzen voor L_{den} en L_{night}. Er zijn drie (internationale) kaders waaraan laagfrequent geluid kan worden getoetst: de NSG referentiecurve, de Vercammencurve en de Deense norm. Voor toetsing aan de Vercammencurve en NSG referentiecurve geldt dat aannames zijn gedaan over de geluidisolatie van gevels, aangezien dit een norm is die binnenshuis geldt. Uitgaande van een gemiddelde laagfrequente geluidisolatie komt Peutz tot de conclusie dat geen overschrijding van de Deense norm en de Vercammencurve plaatsvindt bij geluidwaarden ter plaatse van woningen tot en met 47 dB Lden (en 41 dB Lnight). Bij geluidwaarden tot en met 47 dB Lden is niet uitgesloten dat laagfrequent geluid binnenshuis hoorbaar is voor personen die gevoelig zijn voor laagfrequent geluid. Gelet op de verhouding tot de referentiecurve mag worden verwacht dat bij immissiewaarden op de gevel tot en met 47 dB Lden in het algemeen binnenshuis geen relevante hinder ten gevolge van laagfrequent geluid zal optreden.
Omdat alle normgrenzen die ten behoeve van Windpark A15 Lingewaard worden onderzocht niet ruimer zijn dan 47 dB Lden geldt deze conclusie ook voor Windpark A15. Er is daarom geen aanleiding voor het uitvoeren van aparte geluidberekeningen specifiek voor laagfrequent geluid van windturbines, spoorweg- en wegverkeer.

---

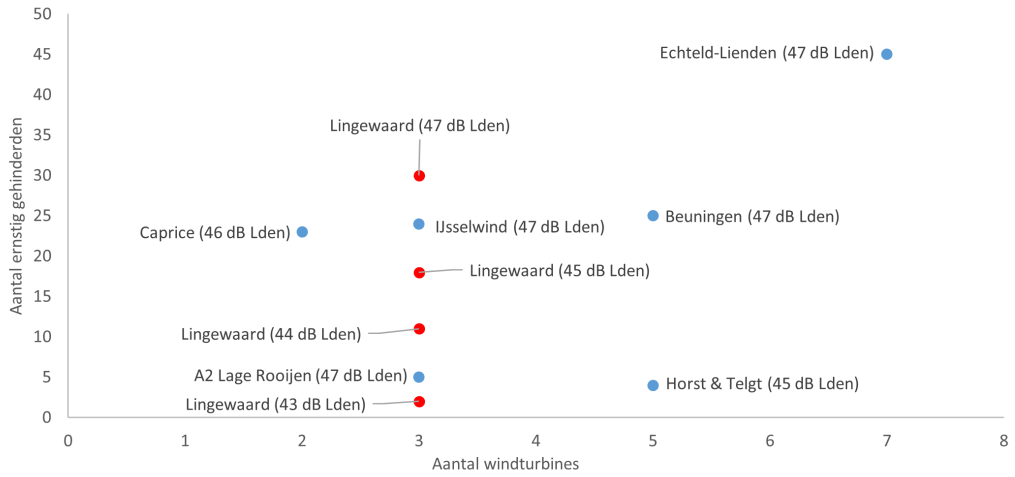
14 Factsheet gezondheidseffecten van windturbinegeluid, RIVM, augustus 2021.

15 Peutz, Onderzoek naar laagfrequent geluid ten gevolge van windturbines, Onderzoek in het kader van het planMER Windturbinebepalingen Leefomgeving, Rapportnummer F 22656-2-RA-001, 20 januari 2023.

3.4 Aantallen (ernstig) gehinderden

Normering van geluid hangt samen met het verwacht aantal (ernstig) gehinderden aan de hand van een dosis-effectrelatie. Dit thema is verder uitgewerkt in subparagraaf 2.9 van Bijlage 9 in de 'Ruimtelijke Onderbouwing tevens aanmeldnotitie m.e.r.-beoordeling' van Pondera[16].
Voor de motivering lokale normen is voor de berekening van het aantal ernstig gehinderden een geluidbelasting van 37 dB L_{den} als ondergrens gehanteerd. Woningen vanaf een geluidbelasting van 37 dB zijn meegenomen in de berekeningen. Bij jaargemiddelde geluidniveaus van 36 dB L_{den} of minder treedt afgerond namelijk volgens de dosis-effectrelatie geen ernstige hinder op, het percentage ernstig gehinderden is lager dan 0,5% en daarmee afgerond 0 [17].
Op grond van de beschikbare dosis-effectrelatie voor windturbinegeluid worden in de omgeving van het windpark 30 ernstig gehinderden verwacht bij een jaargemiddelde waarde van 47 dB L_{den}. Dat komt min of meer overeen met recente Gelderse windprojecten (zie Figuur 4). Bij toepassing van de 45 dB L_{den} normwaarde neemt het statistisch te verwachten aantal ernstig gehinderden af en komt het aantal naar verwachting lager uit dan voor de recent vergunde Windparken Caprice, Windpark Beuningen, Windpark Echteld-Lienden en Windpark IJsselwind.

Figuur 4 **Verwacht aantal ernstig gehinderden als gevolg van windturbinegeluid van enkele recent vergunde en/of bestemde windparken in Gelderland. Indien er sprake is van een bandbreedte, dan is de bovengrens van het betreffende windpark weergegeven.**



In Tabel 4 wordt het statistisch verwachte aantal ernstig gehinderden van alle onderzochte scenario's weergegeven.

Tabel 4 **Te verwachten ernstig gehinderden bij verschillende normgrenzen**

Geen mit. (47 dB L_{den})	45 dB L_{den}	44 dB L_{den}	43 dB L_{den}
30	18	11	2

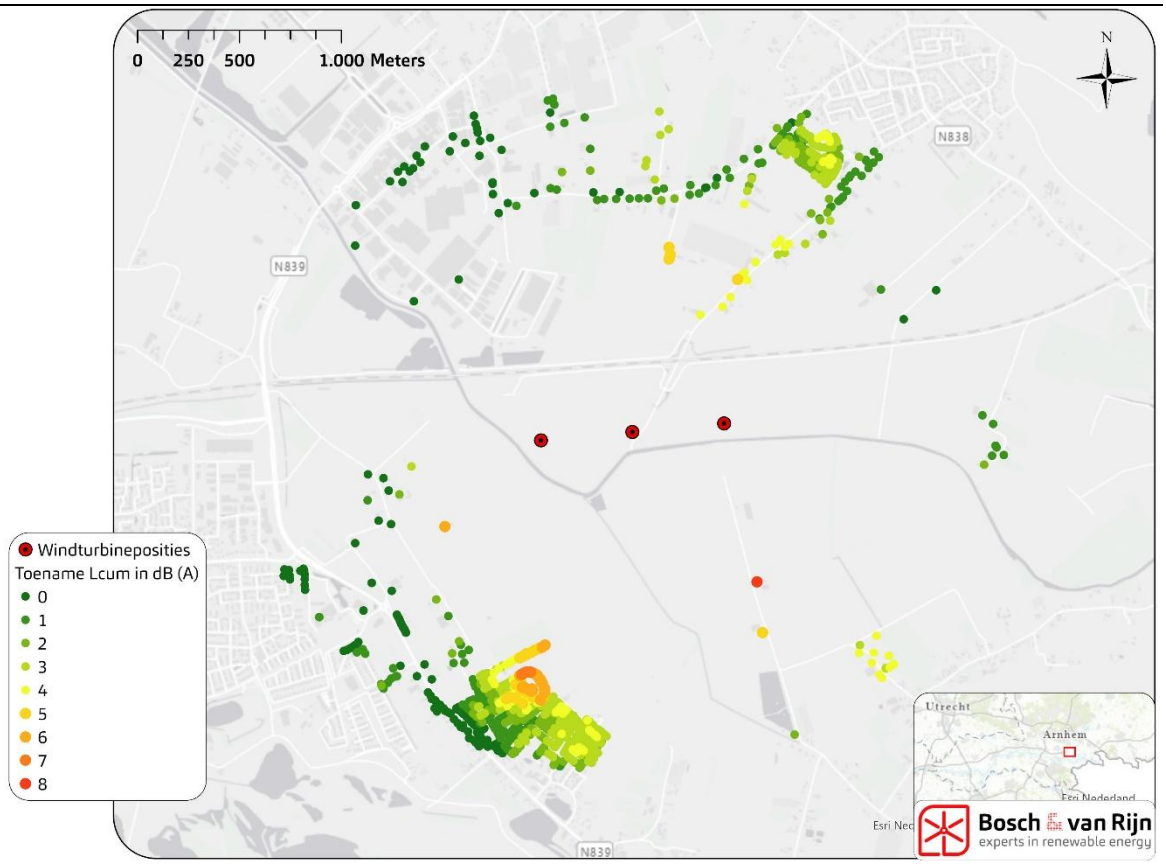
[16] In tegenstelling tot het akoestisch onderzoek in bijlage 9 bij de Ruimtelijke onderbouwing, worden in deze onderbouwing van de lokale normen alle woningen met een geluidsbelasting van méér dan 37 dB Lden meegenomen bij de beoordeling van het aantal te verwachten ernstig gehinderden. Dit is een kleinere set woningen dan in het akoestisch onderzoek van initiatiefnemer is meegenomen waardoor afwijkende aantallen worden berekend.

[17] TNO, Hinder door geluid van windturbines, 2008-D-R1051/B

3.5 Toename cumulatief geluidsniveau

In Figuur 5 wordt de toename in het cumulatieve geluid weergeven voor alle woningen die zijn gelegen binnen de 37 dB L_{den}-contour van het windpark (berekeningen zijn uitgevoerd voor het referentietype Vestas V172-7.2, ashoogte 139 meter, zonder toepassing van mitigatie). Uit de figuur is op te maken dat toename van cumulatieve geluidsbelasting vooral optreedt in het buurtschap Klein Baal ten zuidwesten van het windpark en bij de woning aan de Broeksestraat 30 en in iets mindere mate bij een aantal woningen in het uiterste zuidwesten van Angeren, ten noordoosten van het windpark.
De toename van cumulatieve geluidsbelasting is het grootst op locaties waar relatief weinig achtergrondgeluid aanwezig is, waardoor een extra geluidsbron direct bijdraagt aan een significante toename. Daarom is er géén sprake van een eenduidige relatie tussen de afstand ten opzichte van de windturbines en de toename in L_{cum}.

Figuur 5 **Toename in cumulatief geluid in het 'worst-case' scenario (V172-7.2MW, ash. 139m) zonder toepassing van mitigatie.**



Aan de Van der Mondeweg, ten zuidwesten van het windpark, zijn enkele woningen aanwezig die in de huidige situatie al een relatief hoge geluidsbelasting ondervinden. De ontwikkeling van Windpark A15-Lingewaard levert geen toename op in de geluidsbelasting op de gevel van deze woningen (Tabel 5).

Tabel 5 **Woningen met de hoogste geluidsbelasting (in dB(A)) zonder windpark A15 Lingewaard**

Adres	Lcum, oud	Miedema klasse	Toename
Van der Mondeweg 102	67	Slecht	0
Van der Mondeweg 100	67	Slecht	0
Van der Mondeweg 96	67	Slecht	0
Van der Mondeweg 90	67	Slecht	0

Van der Mondeweg 57	67	Slecht	0
Lage Zandsestraat 11	66	Slecht	0
Van der Mondeweg 108	66	Slecht	0
Van der Mondeweg 112	66	Slecht	0
Van der Mondeweg 114	66	Slecht	0
Van der Mondeweg 104	66	Slecht	0

Bij lagere normgrenzen dan 47 dB Lden voor het windturbinegeluid blijkt logischerwijs dat de toename van de cumulatieve geluidsbelasting lager uitvalt. Tabel 6 geeft een overzicht van de te verwachten toename voor alle onderzochte scenario's.

Tabel 6 **Toename in cumulatief geluid (in dB's) ter plaatse van de woningen met de hoogste toename van de cumulatieve geluidsbelasting.**

Adres	Geen mit (47 dB L_{den})	45 dB L_{den}	44 dB L_{den}	43 dB L_{den}
Windturbinetype		**V172-7.2MW (ash. 139m)**		
Broeksestraat 30	8	6	5	4
De Halden 66a	7	5	5	3
De Halden 66	7	5	5	3
De Halden 68	7	5	5	3
De Halden 68a	7	5	5	3
De Halden 70	7	5	5	3
De Halden 70a	7	5	5	3
De Halden 62a	6	5	5	3
De Halden 62	6	5	5	3
Klein Baal 3	6	5	4	3

Op basis van de te verwachten toename van het cumulatieve geluid op de gevel van omliggende woningen, is ook de toename van het aantal ernstig gehinderden als gevolg van Windpark A15 te berekenen. Tabel 7 geeft de absolute en relatieve toename weer van het aantal ernstig gehinderden als gevolg van het cumulatieve geluidniveau voor verschillende normgrenzen (exclusief doortrekking A15). NB: de dosis-effectrelatie voor cumulatieve geluidniveaus verschilt van de dosis-effectrelatie voor windturbines.

Tabel 7 **Toename in het aantal ernstig gehinderden als gevolg van de hogere cumulatieve geluidsbelasting.**

	Geen mit (47 dB L_{den})	45 dB L_{den}	44 dB L_{den}	43 dB L_{den}
Windturbinetype		**V172-7.2MW (ash. 139m)**		
Absolute toename	20	14	11	6
% van de populatie	0,80%	0,56%	0,43%	0,24%

Aan het advies van de Meedenkgroep dat voor alle woningen minimaal een cumulatief geluidniveau wordt behaald dat met de methode Miedema wordt getypeerd als 'redelijk' (zie Energievisie A15 Betuweroute) kan niet worden voldaan omdat in de huidige situatie sprake is van hogere cumulatieve geluidniveaus met een typering 'matig' tot 'tamelijk slecht'. Voor de situatie na doortrekking van de A15 zijn aanvullende cumulatie berekeningen uitgevoerd door initiatiefnemer, voor wel 9 verschillende windturbinetypen binnen de bandbreedte[18]. Daaruit blijkt dat het volgende:

- In de huidige situatie is sprake van een classificering van de kwaliteit van de akoestische omgeving volgens de methode Miedema variërend van 'goed' tot 'tamelijk slecht'
- De toevoeging van windturbinelawaai leidt weliswaar tot een toename van het verwachte aantal ernstig gehinderden (zie tabel 7) maar leidt slechts voor een beperkt

18 Pondera, akoestisch onderzoek en onderzoek naar slagschaduw drie windturbines -Aanvulling, 723229, v2.0, 18-09-2024.

aantal ontvangerpunten tot een verslechtering in de classificering volgens de methode Miedema
- Het geluidbronvermogen van de windturbine heeft nauwelijks tot geen invloed op de classificering volgens de methode Miedema (situatie inclusief windpark).

3.6 Meten en rekenen

Om de geluidsbelasting te berekenen is een rekenmethodiek vereist die rekening houdt met de specifieke eigenschappen van windturbinegeluid. Omdat op de omgevingsvergunningaanvraag overgangsrecht van toepassing is, is het 'Reken- en meetvoorschrift Windturbines gehanteerd dat specifiek is opgesteld voor het berekenen van windturbinegeluid. De overdrachtsberekeningen van deze rekenmethode zijn integraal overgenomen van de "Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai"(HMRI), uitgave 1999 van het Ministerie van VROM, methode II.8. Het HMRI is op zijn beurt op vele fronten vergelijkbaar met ISO 9613-2, de volgens de EU-richtlijn aanbevolen methode voor overdrachtsberekeningen voor industriegeluid (windturbinegeluid wordt niet genoemd in de EU-richtlijn). Het Reken- en meetvoorschrift windturbines is gebaseerd op het HMRI, maar is aangevuld met onderdelen die specifiek voor windturbines van belang zijn. Zo komt de beschreven methode om geluidbronmetingen uit te voeren grotendeels overeen met de methode die in IEC 61400-11 wordt beschreven. Daarnaast worden, om de jaargemiddelde geluidemissie van een windturbine te bepalen, windsnelheidsverdelingen beschikbaar gesteld op ashoogtes tussen 10 en 260 meter. Het windturbinegeluid is berekend met het rekenprogramma Geomilieu (V2024), module IL-WT. Dit rekenprogramma volgt het Reken- en meetvoorschrift windturbines. Bij de beoordeling van geluid wordt primair gekeken naar de effecten op geluidgevoelige objecten als bedoeld in het Activiteitenbesluit milieubeheer. Overige objecten en terreinen worden niet beschermd tegen andersoortige geluidbronnen en worden daarom voor windturbinegeluid eveneens buiten beschouwing en normering gelaten.
Op basis van bovengenoemde wordt het Reken- en meetvoorschrift windturbines toepasbaar geacht om geluidberekeningen uit te voeren voor windturbinegeluid. De methodiek in het Reken- en meetvoorschrift is de best beschikbare methode waarmee de gevolgen voor het milieu inzichtelijk kunnen worden gemaakt.

3.7 Normstelling

Om de leefomgeving van omwonenden te beschermen en het ontstaan van onaanvaardbare hinder te voorkomen, dient het jaargemiddelde geluidniveau als gevolg van de windturbines van windpark A15 Lingewaard te worden genormeerd. Naast de berekening van het statistisch verwachte aantal ernstig gehinderden op basis van de dosis-effectrelatie[19] is de jaarlijkse energieopbrengst berekend en het opbrengstverlies als gevolg van geluidmitigatie. Omdat echter cijfers voor normgrenzen 44 en 43 dB ontbraken, zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd. Alle resultaten zijn weergegeven in tabel 8.

[19] Zie subaragraaf 2.9 van Bijlage 9 in de 'Ruimtelijke Onderbouwing tevens aanmeldnotitie m.e.r.-beoordeling' van Pondera.

Tabel 8 **Samenvatting geluid en indicatieve opbrengst bij verschillende normgrenzen (V172-7.2MW STE, ash. 139m)**

	47 dB L_{den}	45 dB L_{den}	44 dB L_{den}	43 dB L_{den}
Windturbinegeluid				
Aantal ernstig gehinderden door windturbinegeluid	30	18	11	2
Cumulatief geluid				
Toename ernstig gehinderden door cumulatief geluid	20	14	11	6
% van populatie[20]	0,8	0,6	0,4	0,2
Opbrengst				
Netto energieproductie (GWh/jr)	71	70	68	67
Opbrengstderving %	-	2,2	3,8	5,9

Op basis van de gebiedsanalyse enerzijds en het inzicht in het effect van verschillende normgrenzen anderzijds wordt geconcludeerd dat bij een geluidsnorm van **45 dB L_{den}** gelet op de kenmerken van het gebied een goede balans kent tussen het beperken van het ontstaan van hinder enerzijds en het belang van de lokale opwek van energie met hernieuwbare bronnen anderzijds. Het opbrengstverlies bij toepassing van het referentie windturbinetype is beperkt tot 2,2% terwijl het verwacht aantal ernstig gehinderden afneemt van 20 naar 14 personen. De normgrens komt overeen met de adviesnorm van de WHO en betreft de standaardwaarde uit het ontwerpbesluit windturbines leefomgeving. Een normgrens van 45 dB is tevens de normgrens die in het kader van participatie door de voor het project ingestelde Meedenkgroep is geadviseerd (zie Energievisie A15 Betuweroute).

Bij verdergaande mitigatie neemt uiteraard het aantal ernstig gehinderden verder af, de toename van het opbrengstverlies niet echter evenredig met de vermindering van het aantal ernstig gehinderden. Een verdere toename van het opbrengstverlies zet de economische uitvoerbaarheid van het windpark onder druk.

Uitzondering is dat deze grenswaarde niet geldt voor de woning waarmee initiatiefnemers een molenaarsovereenkomst hebben gesloten. Voor deze woning, met adres Broeksestraat 32, wordt een lokale norm van 47 dB Lden en 41 dB Lnight gesteld. Dat is de jaargemiddelde geluidwaarde die ter plaatse van deze woning optreedt wanneer een normgrens van 45 dB Lden wordt gesteld bij maatgevende woningen in de omgeving van het windpark.

In de Energievisie is ervoor gekozen om een aanvullende L_{night} norm te stellen voor de nachtperiode. De grenswaarde van **39 dB L_{night}** is de corresponderende waarde die behoort bij een geluidnorm van 45 dB L_{den}. Met andere woorden, indien er wordt voldaan aan de jaargemiddelde 45 dB L_{den} norm, dan wordt in nagenoeg alle gevallen ook voldaan aan de 39 dB L_{night}. Dit is het gevolg van het constante karakter van windturbinegeluid: de verschillen tussen de dag-, avond- en nachtperiode zijn beperkt. Desalniettemin heeft een aanvullende L_{night}-norm het voordeel dat op de jaargemiddelde geluidbelasting in de nachtperiode handhaving kan worden uitgeoefend.

3.8 Benodigde mitigatie

Uit het akoestisch onderzoek is naar voren gekomen dat, bij toepassing van het referentieturbinetype, de jaargemiddelde geluidsbelasting op geen enkele woning in de omgeving hoger is dan 47 dB L_{den}. Om aan 45 dB Lden te voldoen is geluidmitigatie nodig.

[20] Populatie bestaat uit 1036 woningen (totaal aantal geluidgevoelige objecten binnen de 37 dB L_{den} contour zonder mitigatie) met 2,37 bewoners per woning: 2451 omwonenden.

3.8.1 *Geluidreducerende modi*

Het feit dat de geluidsbelasting op de gevel van een aantal woningen hoger is dan de voorgestelde normgrens 45 dB Lden en 39 dB Lnight, betekent dat geluidmitigatie moet plaatsvinden. Windturbines kunnen een deel van de tijd in geluid reducerende modus draaien. Hiermee wordt de jaargemiddelde geluidsbelasting lager. Dit gaat ten koste van de elektriciteitsopbrengst. In tabel 8 is deze opbrengstderving inzichtelijk gemaakt.

3.8.2 *Stil type*

Naast het toepassen van geluidsmitigerende modi is het ook een mogelijkheid om, in plaats van de Vestas V172-7.2MW, die in zijn klasse relatief luid is, te kiezen voor een stiller windturbinetype. Om het effect van een dergelijke maatregel te onderzoeken zijn berekeningen uitgevoerd met het windturbinetype Vestas V150-6.0MW op een ashoogte van 115 meter. Dat type heeft een kleiner geluidbronvermogen, zowel in absolute zin (LW, max) als jaargemiddeld op locatie ($L_{E,den}$). Door dit windturbinetype te modelleren op een ashoogte van 115 m wordt een uiterste onderzocht voor wat betreft het reduceren van geluidniveaus (met bijbehorende energieproductie). Zie tabel 9 voor de resultaten.

Tabel 9 **Eigenschappen van de twee onderzochte windturbinetypes.**

Eigenschappen windturbine	V172-7.2MW	V150-6.0MW
Ashoogte (m)	139	115
Rotordiameter (m)	172	150
$L_{w,max}$	106,9	104,9
$L_{E,den}$	111,0	108,4
Netto opbrengst, zonder mitigatie (MWh/jaar)	23.704	16.788

Het windturbinetype V150-6.0 is een windturbinetype met een fors lagere energieproductie dan het type V172-7.2 STE). Dat maakt dat de aantallen ernstig gehinderden als gevolg van berekeningen voor beide windturbinetypen slecht vergelijkbaar zijn. Met de berekeningen voor de het type V150-6.0MW wordt inzichtelijk gemaakt dat het plaatsen van een relatief stiller type, naast de toepassing van het draaien in geluid reducerende modus, een effectieve maatregel is om het aantal ernstig gehinderden te mitigeren (zie Tabel 10).

Tabel 10 **Samenvatting geluid en indicatieve opbrengst van verschillende normgrenzen (V150-6.0MW ash. 115m)**

	47 dB L_{den}	45 dB L_{den}	44 dB L_{den}	43 dB L_{den}
Windturbinegeluid				
Aantal ernstig gehinderden door windturbinegeluid	2	2	2	1
Cumulatief geluid				
Toename ernstig gehinderden door cumulatief geluid	14	14	14	13
% van populatie[21]	0,6	0,6	0,6	0,5
Opbrengst				
Netto energieproductie (GWh/jr)	50	50	50	50
Opbrengstderving %	-	-	-	0,9

[21] Populatie bestaat uit 1036 woningen (totaal aantal geluidgevoelige objecten binnen de oorspronkelijke 37 dB L_{den} contour zonder mitigatie) met 2,37 bewoners per woning: 2451 omwonenden.

3.9 Aanvullende normen; milieunormen en handhavingsnormen

3.9.1 *Inleiding*

In april 2023 heeft de Afdeling uitspraken gedaan in de beroepszaken tegen Windpark Delfzijl Zuid Uitbreiding[22] en Windpark Karolinapolder[23]. In beide uitspraken is de Afdeling ingegaan op onderwerpen uit het deskundigenbericht van de Stichting Advisering Bestuursrechtspraak (hierna: STAB). De uitspraken geven aan op welke wijze het STAB-advies moet worden geïnterpreteerd en geven richting aan de inhoud van motivering van lokale normen. Hoewel de interpretatie van de Raad van State van de door de STAB onderzochte aspecten als bekend mag worden verondersteld, bevat dit hoofdstuk toch een bespreking van de belangrijkste onderwerpen die door de STAB zijn aangehaald, omwille van het criterium dat de motivering op zichzelf staand moet zijn.

3.9.2 *Aanvullende geluidnormen*

Gelet op het advies van de STAB en de bovengenoemde uitspraken van de Afdeling kunnen verscheidene aanvullende normen worden afgewogen. Belangrijk is om bij het voorbereiden en vastleggen van normen onderscheid te maken tussen normen die milieubescherming bieden en aanvullende normen die relevant zijn voor adequate handhaving. Een goede ruimtelijke ordening betekent immers niet alleen het bieden van een aanvaardbaar woon- en leefklimaat, maar ook het bieden van vertrouwen dat handhavend kan worden opgetreden in geval een overtreding van de norm wordt aangetoond.

In Tabel 11 zijn enkele handhavingsnormen voorgesteld. Een tweetal aanvullende normen zijn ook al voorgesteld in de Energievisie. Met een '+' of een '–' is in onderstaande matrix aangegeven waarvoor de mogelijke aanvullende norm relevant is. Vervolgens worden mogelijke aanvullende normen besproken en aanverwante onderwerpen toegelicht.

Tabel 11 **Voorgestelde handhavingsnormen voor geluid van Windpark A15-Lingewaard.**

Norm	Opgenomen in Energievisie	Milieu-bescherming	Hand-having
Bronsterktemeting	Nee		+
Maximaal equivalent geluidniveau $L_{Aeq,1min}$	Ja*	-	+/-
Tonaal (laagfrequent) geluid; meetmethode en straftoeslag van 5 dB	Ja	-	+

* In de Energievisie is gevraagd om een $L_{Aeq,1min}$ dosismaat, de opgenomen handhavingsnorm betreft echter $L_{Aeq,10min}$

3.9.3 *Bronsterktemeting*

In de Omgevingsvergunning wordt voorgeschreven dat de exploitant binnen 6 maanden na ingebruikname van de windturbines een meting uitvoert waarmee wordt gecontroleerd of het bronvermogen (de windsnelheidsafhankelijke bronsterkte) van de turbine overeenkomt met de technische specificaties die zijn aangeleverd door de fabrikant. De meting moet worden uitgevoerd conform de internationale meetmethode uit de IEC 61400-11 of de daarvan afgeleide standaard meetmethode uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines (bijlage 4 bij de Activiteitenregeling milieubeheer).

22 ECLI:NL:RVS:2023:1433, 12 april 2023
23 ECLI:NL:RVS:2023:1446, 12 april 2023

3.9.4 *Maximaal momentaan geluidniveau L_{Aeq}*

De bronsterke van een windturbine hangt samen met de windsnelheid. Vanaf een bepaalde windsnelheid V_{rated} bereikt de windturbine zijn nominale vermogen en maximale bronsterkte. Bij hogere windsnelheden neemt de opbrengst niet verder toe en blijft ook de bronsterkte gelijk (door aanpassing van de pitchhoek van de bladen). Omdat een windturbine een groot deel van de tijd op maximale bronsterkte draait, spelen geluidniveaus die optreden bij de maximale bronsterkte een grote rol bij toetsing van de gemiddelde geluidwaarde aan de L_{den}-norm.

Er is dus een relatie met het maximaal momentaan geluidsniveau en de L_{den}-norm. Een norm voor maximaal momentaan geluid biedt geen extra milieubescherming, behalve wanneer het maximaal toegestane momentane geluidniveau (de norm) lager is dan het maximale geluidniveau bij maximale bronsterkte. Omdat een windturbine een groot deel van de tijd op maximaal vermogen en bij maximale bronsterkte opereert, zou een windturbine in dat geval de helft van de tijd moeten worden terug geregeld. Dat leidt direct tot een onuitvoerbaar windproject. Bovendien ontbreekt een wetenschappelijke onderbouwing waarop een dergelijke norm kan worden gebaseerd. Als het gaat om hinderbeleving in relatie tot geluid van windturbines is alleen een wetenschappelijk onderbouwde dosis-effect relatie voorhanden op basis van langdurige en herhaalde geluidbelasting over langdurige perioden. Er is geen wetenschappelijk onderbouwde dosis-effect relatie voorhanden op basis waarvan een norm voor ‘piekgeluid’ kan worden afgewogen.

Een voordeel van een extra handhavingsnorm voor L_{Aeq} is dat op elk moment van het jaar, onder alle omstandigheden, een controlemeting kan worden uitgevoerd.

Uit het participatieproces kwam naar voren dat er behoefte bestaat aan een extra handhavingsnorm in dB(A), naast de handhavingsnorm in dB L_{den}.
Een dergelijke norm wordt recent steeds vaker opgenomen in vergunningen voor windparken. Omdat voor een dergelijke dosismaat geen meetmethode voorhanden is voor geluid van windturbines, wordt in de vergunning een meet- en rekenmethode voorgeschreven voor de LAeq geluidwaarde. Daarbij is zoveel mogelijk aangesloten bij de standaard meetmethode uit het Reken- en meetvoorschrift windturbines.
Het gaat om een methode voor kortstondige geluidmetingen van het maximaal geluidniveau die op tiphoogteafstand van de windturbine wordt uitgevoerd waarna een overdrachtsberekening plaatsvindt naar woningen in de omgeving. In de vergunning is voorgeschreven dat het maximale geluidniveau dat wordt veroorzaakt door de windturbines, uitgedrukt in $L_{Aeq,10min}$, ter plaatse van woningen op geen enkel moment in het jaar mag worden overschreden. De normgrens voor de $L_{Aeq,10min}$-norm is afgeleid van de jaargemiddelde grenswaarde van 45 dB L_{den} en bedraagt 43 dB(A). Voor een toelichting op de meet- en rekenmethode wordt verwezen naar de bijlagen bij de omgevingsvergunning.

3.9.5 *Tonaal geluid*

Normaal functionerende moderne windturbines produceren een geluid dat omschreven kan worden als breedbandige ruis die in sterkte varieert in het ritme van de draaiende bladen. Met behulp van geluidmetingen en analyses van die metingen is bij enkele bestaande windparken echter aangetoond dat sprake is van tonaal laagfrequent geluid. Bij andere geluidbronnen dan windturbines is tonaliteit een reden om een straffactor toe te passen op het gemeten geluidniveau. Bij de normering van geluid van windturbines is

echter nooit rekening gehouden met de mogelijkheid dat windturbines laagfrequente tonen kunnen produceren. Tonaal geluid mag immers niet voorkomen bij windturbines. Om die reden wordt vooraf geen onderzoek naar gedaan naar tonaal geluid.
De ervaring met enkele bestaande windparken geeft wel aanleiding om voor te schrijven dat een controle moet plaatsvinden op de aanwezigheid van tonen. In enkele gevallen is namelijk door metingen aangetoond dat er wel sprake is van tonaal geluid. Het is deze tonaliteit die aandacht trekt en leidt tot hinder en in enkele gevallen tot slaapverstoring. Tonen zijn immers beter waarneembaar dan breedbandige ruis waaruit geluid van windturbines standaard bestaat. Om handhavend te kunnen optreden in geval van tonaliteit is het wenselijk om in de omgevingsvergunning een aanvullende handhavingsnorm op te nemen. Daarom wordt in de omgevingsvergunning voorgeschreven op welke wijze het meten aan aantonen van tonaliteit dient plaats te vinden, namelijk met behulp van de internationale norm NEN-ISO 1996-2:2017[24] en dat een toeslag van 5 dB op de jaargemiddelde Lden waarde wordt toegepast, overeenkomstig de ISO PAS 20065:2016-07-01, in het geval tonaliteit wordt aangetoond. De maatregel geldt totdat de tonaliteit is weggenomen.

3.9.6 *Amplitudemodulatie*

Het kenmerk van het geluid van windturbines dat wordt waargenomen bij ontvangerpunten op enkele meters boven maaiveld is dat het in sterkte varieert in het ritme (frequentie) van de draaiende bladen. De grootte van het geluidverschil en de snelheid van de herhaling spelen een rol bij de hinderbeleving van windturbines. Dit verschil in geluidniveau wordt het sterkst beleefd bij een neergaand rotorblad omdat de geluiduitstraling richting de ontvanger op de grond plaatsvindt. Bij amplitudemodulatie wordt onderscheid gemaakt in:

- Amplitudemodulatie bij gemiddelde meteorologische omstandigheden, waarneembaar door de geluiduitstraling van het neergaande rotorblad.
- Amplitudemodulatie bij bijzondere meteorologische omstandigheden waarbij sprake is van een meer gelaagde luchtopbouw en contrast in windsnelheden. Hierbij speelt het bovenste deel van de rotoromwenteling de grootste rol.

De eerste vorm van amplitudemodulatie is een kenmerk van windturbinegeluid en maakt deel uit van de dosis-effectrelatie en daarmee van de normering voor geluid van windturbines. De tweede vorm wordt aangeduid als extreme amplitudemodulatie die optreedt bij grote verschillen in windsnelheden in verschillende luchtlagen of wanneer sprake is van meer turbulente wind. Dit kan leiden tot amplitudemodulatie met grotere diepte dan onder normale meteorologische omstandigheden. Uit onderzoek[25] blijkt dat het optreden van extreme amplitudemodulatie niet is te voorspellen. Het is een onregelmatig en atypisch fenomeen, zo blijkt uit het deskundigenbericht van de STAB. Omdat de grotere modulatiediepten zeer beperkt voorkomen en er geen aantoonbare samenhang is met hinder wordt hiervoor geen aanvullende norm gesteld.

---

[24] Er wordt een ongewogen geluidmeting uitgevoerd gevolgd door een smalbandige, spectrale analyse met een zeer groot detailniveau (bingrootte kleiner of gelijk aan 0,2 Hz).

[25] Zie notitie van LBP Sight van 8 november 2022, https://www.raadvanstate.nl/uitspraken/@136741/201909160-1-r2/

Hoofdstuk 4 Slagschaduw

4.1 Aandachtspunten o.b.v. gebiedsanalyse

Hoewel het gebied relatief dunbevolkt en open is, zijn de windturbines groot en werpen zij slagschaduw over een groot gebied. Wel geldt, hoe verder van de windturbines, des te korter de jaarlijkse slagschaduwduur per object.

4.2 Wanneer is sprake van slagschaduw?

Om te kunnen spreken van slagschaduw(hinder) op de omgeving moet aan een paar voorwaarden worden voldaan:

1. Er is sprake van een minimale afdekking van 20% van de zonneschijf. Bij een lager percentage zal zo veel licht langs het blad vallen dat van sterke schaduwwerking geen sprake is. Hoe kleiner de afdekking, hoe 'diffuser' de schaduw.
2. Er moet sprake zijn van een minimale stralingsintensiteit van 120 Watt/m^2 om het voor een hinderervaring benodigde contrast (schaduw) te kunnen laten op treden.[26]
3. De windturbine moet in bedrijf zijn (draaien) om te kunnen spreken van hinderlijke slagschaduw.
4. Er dient sprake te zijn van een verblijfsruimte met ramen die significant kunnen worden afgeschermd door een bewegende slagschaduw. De ervaring van een bewegende schaduw in de buitenlucht wordt niet als zodanig hinderlijk ervaren dat normstelling noodzakelijk is.
5. De schaduw moet daadwerkelijk de gevel van het gevoelige object en verblijfsruimten kunnen bereiken en dus niet afgeschermd worden door obstakels zoals gebouwen of bomen ('line of sight').

4.3 Wanneer is een object of terrein 'slagschaduwgevoelig'?

Niet op alle locaties waar bewegende slagschaduw kan optreden is er sprake van een milieu- of hindereffect. Bewegende slagschaduw kan tot hinder leiden in schaduwgevoelige ruimten van gevoelige objecten waar langdurig personen verblijven. Voor de toetsing en normering van de schaduwduur is aangesloten bij het begrip gevoelig object uit het Activiteitenbesluit milieubeheer. We hanteren de volgende definitie voor een slagschaduwgevoelig object:

- Een object bedoeld voor bewoning of anderszins voor permanent verblijf van personen (woningen, woonboten of woonwagens en zorginstellingen), voor zover de gevel of het dakvlak voorzien is van één of meerdere lichtdoorlatende vlakken in de richting van de windturbine(s).

[26] World Meteorological Organization, 2021; Chapter 8 Measurement of sunshine duration: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3154

4.4 Hinderlijkheid van slagschaduw

4.4.1 *Gevolgen van slagschaduw*

Het menselijk oog is gevoelig voor optredende verschillen tussen licht en donker en voor snelle bewegingen. Dit trekt aandacht en leidt af, waardoor dit als hinderlijk kan worden ervaren door de waarnemer. De mate van hinder van een passerende schaduw wordt onder meer bepaald door de frequentie van het passeren (rotortoerental), door de blootstellingsduur en door de intensiteit van de wisselingen in lichtsterkte. Uit onderzoek dat in 1999 in Duitsland is verricht blijkt dat omwonenden van windturbines die een netto slagschaduwduur van meer dan 15 uur per jaar ervaren een hogere mate van dagelijkse hinder ervaren in hun leefomgeving[27]. Herhaaldelijke of langdurige blootstelling hieraan kan bovendien leiden tot stress en concentratieverlies. Onderzoekers van de Universiteit van Kiel vonden in dezelfde laboratorium studie een duidelijke relatie tussen blootstellingsduur aan slagschaduw en de ervaren hinder voor de testpersonen. Uit het laboratoriumonderzoek komt specifiek naar voren dat in de eerste 20 minuten dat contrastrijke slagschaduw optreedt een fysieke reactie wordt veroorzaakt, die bij langere blootstelling daarna door het lichaam wordt gecompenseerd. De onderzoekers hebben aanbevolen de slagschaduwduur te beperken om effecten op langere termijn te voorkomen vanwege de energie die deze compensatie kost. Bij frequenties hoger dan 2,5 Hz (aantal passeringen per seconde) kan als gevolg daarvan sprake zijn een fysiologisch effect in de vorm van een kans op een epileptische aanval bij personen die gevoelig zijn voor licht[28]. Bij grote moderne windturbines treedt dit niet op aangezien de frequentie veel lager dan 2,5 Hz (veelal beneden de 1 Hz) is, omdat de rotorbladen relatief weinig omwentelingen per minuut maken. Er is geen bewijs gevonden dat directe blootstelling aan slagschaduw bij frequenties beneden de 2,5 Hz gezondheidseffecten veroorzaakt. In de periode sinds dit onderzoek zijn in Europa vele duizenden windturbines gerealiseerd waaruit geen wetenschappelijk vastgestelde gevallen van gezondheidseffecten als gevolg van slagschaduw bekend zijn en er zijn ook geen andere onderzoeken gepubliceerd die een andere conclusie geven op dit punt. Directe gevolgen voor de gezondheid als gevolg van blootstelling aan slagschaduw – mits frequenties beneden 2,5 Hz blijven - zijn daarmee niet aannemelijk. Slagschaduw wordt echter wel als hinderlijk beschouwd en dit is aanleiding de slagschaduw te normeren.

4.4.2 *Toegenomen afmetingen windturbines*

Het uitgevoerde laboratoriumonderzoek uit 1999 gaat in op de effecten van slagschaduw op het menselijke welbevinden. Hoewel windturbines sinds die tijd veel groter zijn geworden heeft dat geen effect op de bruikbaarheid van de resultaten van het onderzoek, omdat de slagschaduw van een kleine windturbine niet anders is dan die van een grote windturbine. Alleen de afstand waarop het fenomeen zich kan voordoen wordt groter met de toenemende afmetingen van de windturbines.

---

27 Pohl, J, Faul, F, & Mausfeld, R; Belästigung durch periodischen schattenwurf von Wind energieanlagen, 1999.

28 Parsons Brinckerhoff, 2006; Update of UK Shadow flicker Evidence Base

4.4.3 *Hinder beperken in de tijd*

Uit een vergelijkende literatuurstudie uit 2017 van Koppen et al[29], blijkt dat in veel landen een maximale slagschaduwduur op een slagschaduwgevoelig object wordt gehanteerd van 8 uur per jaar, in sommige gevallen aangevuld met een maximum per dag van 30 minuten. In Nederland wordt nu veelal een maximale slagschaduwduur van ca. 6 uur op een slagschaduwgevoelig object gehanteerd. Als wordt uitgegaan van maximaal 6 uur slagschaduw per jaar, dan bedraagt dit circa 0,4% van het gehele maximale percentage aan zonuren per jaar. Vervolgens wordt er ook vanuit gegaan dat gedurende deze 6 uur slagschaduw daadwerkelijk iemand zich bevindt in een ruimte waarop de slagschaduw optreedt. In praktijk kan iemand op dat moment niet thuis zijn of zich ergens in huis bevinden waar de slagschaduw niet merkbaar is. Blootstelling aan slagschaduw volgens deze beoordelingssystematiek is op jaarbasis dus zeer beperkt.

4.4.4 *Dosis-effectrelatie*

Er is internationaal beperkt onderzoek beschikbaar naar de relatie tussen blootstellingsduur aan slagschaduw en de effecten hiervan op personen. In 2016 heeft Health Canada[30] aanvullend onderzoek gedaan naar variabelen die de hoogte van de ervaren hinder beïnvloeden. Hieruit is gebleken dat hinder toeneemt naarmate de aaneengesloten blootstellingsduur van slagschaduw toeneemt. Dit is voor zover bekend de enige dosis-effectrelatie studie die beschikbaar is in relatie tot slagschaduw van windturbines. Deze dosis-effectrelatie gaat echter uit van hinder die optreedt per gebeurtenis en houdt geen verband met een jaargemiddelde norm.

Opgemerkt wordt dat verscheidene landen een bruto slagschaduwnorm hanteren[31]. Omdat de dosis-effectrelatie gaat over de daadwerkelijke blootstelling aan slagschaduw wordt een netto blootstellingsduur als een betere beoordelingsmaat gezien. Bij een bruto beoordelingsmaat is namelijk nog steeds onduidelijk welke netto belasting en dus welke effecten op de omgeving dit daadwerkelijk op levert.

4.4.5 *Hinder beperkt tot afstand*

In theorie kan slagschaduw bij een heel lage zonnestand en een vrij blikveld zeer ver reiken. Echter, er is een beperking aan de afstand waarop nog gesproken kan worden van enige mate van invloed. Specifiek voor slagschaduw geldt dat de schaduw minder scherp wordt naarmate de afstand toeneemt, omdat op grotere afstanden de afdekking van de zon door het windturbineblad nog maar beperkt is. Bij moderne windturbines geldt dat een wiek nog slechts minder dan 20% van de zonneschijf bedekt bij een afstand van ca. 1,8 – 2 km, afhankelijk van de afmeting van de windturbine. Voorbij dergelijke afstanden is van hinderlijke slagschaduw geen sprake.

---

29 Koppen, E, et al, 2017; International Legislation and Regulations for Wind Turbine Shadow Flicker Impact

30 https://asa.scitation.org/doi/pdf/10.1121/1.4942403

31 In dit geval wordt de maximale theoretische slagschaduwduur bedoeld, gebaseerd op een situatie dat de zon altijd schijnt gedurende de daglichtperiode, de windturbine altijd draait en de wind vanuit een (on)gunstige richting waait.

4.5 Normstelling

De gemeente Lingewaard vindt het belangrijk om de omgeving van een windpark te beschermen tegen onevenredige slagschaduwhinder en schrijft daarom een maximale schaduwduur voor in de omgevingsvergunning. Beperking van schaduwduur wordt bereikt door middel van stilstand. Stilstand leidt tot verlies aan opbrengst. De milieuwinst en de opbrengstderving als gevolg van stilstand is bepaald voor een drietal mogelijke normen/totaal aantal schaduwuren per jaar op slagschaduwgevoelige objecten: gebouwen die bedoeld zijn voor permanent verblijf van personen (zoals woningen en zorginstellingen. Eventueel kan bij het stellen van een norm rekening worden gehouden met specifieke omstandigheden zoals verblijfstijden waarbuiten in de regel geen personen aanwezig in de deels-slagschaduwgevoelige objecten.

Het project bestaat uit 3 windturbines met een maximale tiphoogte van 225 meter. In Bijlage 9 van de 'Ruimtelijke Onderbouwing tevens aanmeldnotitie m.e.r.-beoordeling' van Pondera is voor objecten in de ruime omgeving van het windpark de verwachte jaarlijkse slagschaduw en de bijbehorende opbrengstderving berekend.
Ten behoeve van de motivering van lokale normen zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd voor de scenario's waarin slechts 30 minuten per jaar totale schaduwduur wordt toegestaan of het optreden van schaduw in zijn geheel moet worden voorkomen. De resultaten van de aanvullende berekeningen (inclusief berekeningen voor een schaduwduur van 6 uur per jaar) zijn weergegeven in Tabel 12. De invoer- en uitvoergegevens voor de berekening van de schaduwduur zijn opgenomen in de bijlagen.

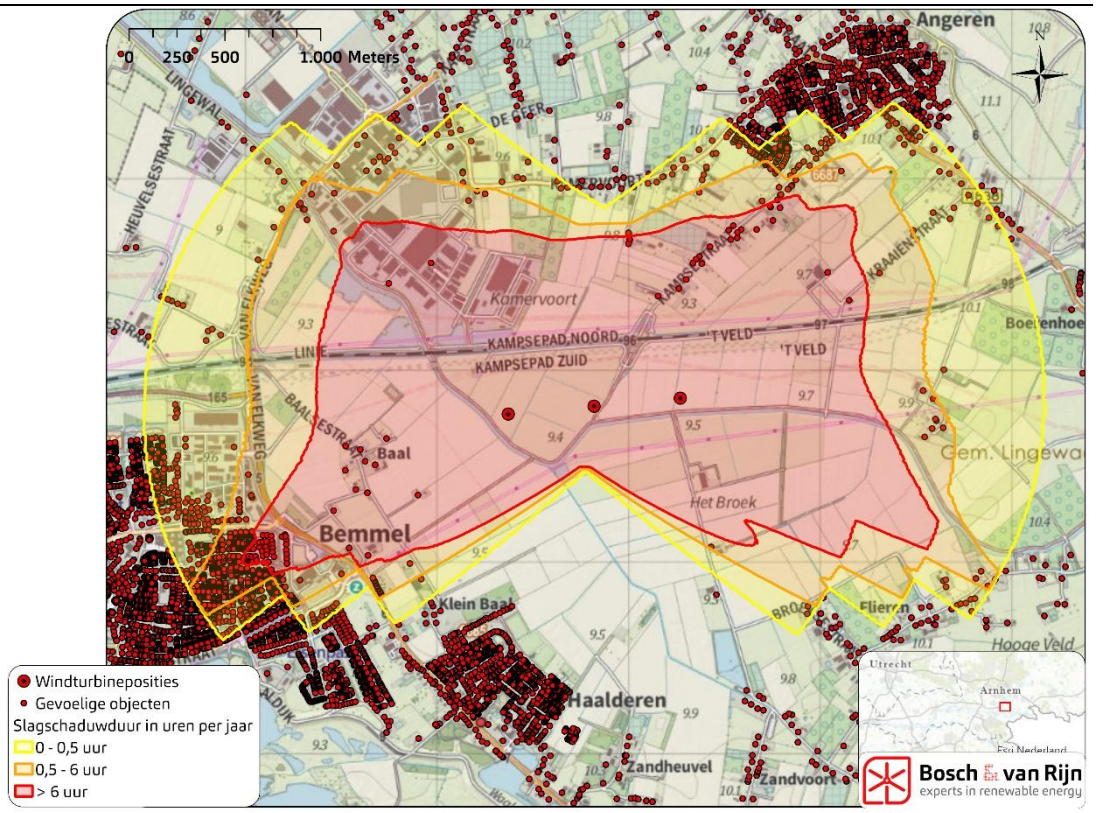
Tabel 12 **Samenvatting slagschaduw en het effect van verschillende normgrenzen**

	6u/jr	0,5u/jr	0u[32]/jr
Aantal objecten waarvoor stilstandregeling in werking treedt	259	1005	1070
Inschatting van jaargemiddelde benodigde stilstand[33] (u/jr)	62	304	341
Dervingspercentage voor 3 windturbines	0,2%	1,2%	1,3%

[32] Onder 0u/jr wordt verstaan: nagenoeg 0 uur per jaar. Dit omdat een windturbine bij plotseling optredende slagschaduw korte tijd nodig heeft om (automatisch) tot stilstand te komen. De slagschaduw die wordt veroorzaakt gedurende de tijd die nodig is voor het afschakelen van de windturbine wordt niet meegerekend bij toetsing aan de norm.

[33] De verwachte gemiddelde stilstand is veel lager dan de maximaal berekende ('bruto') stilstand, omdat de zon niet altijd schijnt, het niet altijd hard genoeg waait om de windturbines te laten draaien, en de wind niet altijd uit zo'n richting komt dat de slagschaduw op zijn breedst is.

Figuur 6 **De 0-, 0,5- en 6 uur slagschaduwcontouren zonder toepassing van stilstandvoorziening.**



4.5.1 *Hinderlijkheid en norm*

Vanwege de hinderlijkheid van binnenshuis optredende slagschaduw is het beperken van de slagschaduwduur van groot belang. Het normeren van de maximale duur van één aaneengesloten slagschaduwduur is geen goede indicator voor het optreden van hinder. Een dergelijk norm houdt immers geen rekening dat met het feit dat slagschaduw op verschillende momenten op de dag en op verschillende momenten in het jaar op kan treden. Daarom wordt de normering uitgedrukt in een maximumaantal uren schaduwduur per jaar.

Op basis van de gebiedsanalyse enerzijds en het inzicht in het effect van verschillende normen en bijbehorende opbrengstderving anderzijds stelt de gemeente zich op het standpunt dat een slagschaduwnorm van **0,5 uur per slagschaduwgevoelig object per jaar** een juiste balans kent tussen de beperking van hinder enerzijds en het belang van de lokale opwek van elektriciteit met behulp van windturbines anderzijds. Daarmee komt de gemeente tegemoet aan de wens van de omgeving (geuit via de Meedenkgroep tijdens de totstandkoming van de Energievisie A15 Betuweroute) om schaduwduur op woningen tot een minimum te beperken.

4.5.2 *Overige objecten waar personen verblijven*

Naast slagschaduwgevoelige objecten kan sprake zijn van overige gebouwen waar personen gedurende langere tijd aanwezig zijn, zoals scholen, kantoren en recreatiegebouwen. Voor de omgeving van WP A15-Lingewaard geldt dat (bijbehorende) kantoren op bedrijventerrein Pannenhoef vanwege de afstand tot het windpark een aandachtspunt zijn.

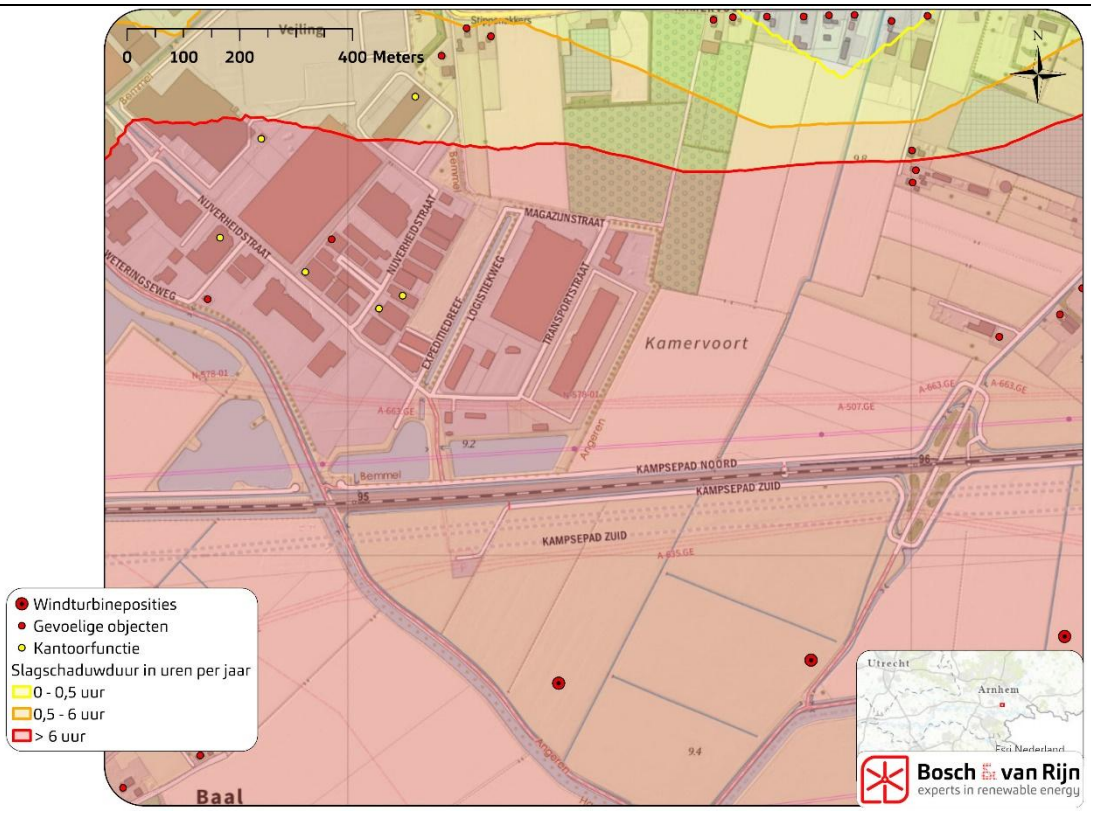
Uit schaduwberekeningen blijkt dat de schaduwduur ter plaatse van deze kantoren op bedrijventerrein Pannenhoef beperkt is (zie tabel 14), zeker wanneer in ogenschouw wordt genomen dat de berekende schaduwduur nog niet is gecorrigeerd voor kantoortijden waarbinnen werknemers daadwerkelijk kunnen aanwezig zijn in de schaduwgevoelige ruimten. De schaduwduur treedt op in de ochtendperiode gedurende de windmaanden.

Tabel 13 **De te verwachten slagschaduwduur op objecten met een kantoorfunctie (gelegen binnen de 6-uur slagschaduwcontour)**

Adressen	Te verwachten slagschaduwduur (in u/j)
Nijverheidstraat 50	21:39
Nijverheidstraat 54b	21:16
Nijverheidstraat 53a	17:07
Nijverheidstraat 32	13:53
Nijverheidstraat 49	9:34

Bij de weergegeven waarden in Tabel 13 is nog geen rekening gehouden met het feit op het bedrijventerrein twee bedrijfswoningen aanwezig zijn waarvoor moet worden gemitigeerd tot 0,5 uur per jaar (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). De kantoren die rond deze twee woningen liggen, hebben daarom deels profijt van de stilstand die voor de woningen gaat gelden. Ook is nog geen rekening gehouden met afscherming, hetgeen voor kantoren op het bedrijventerrein naar verwachting een grotere rol speelt (vanwege de relatief korte afstand tot omliggende bedrijfsbebouwing). De combinatie met het feit dat de werktijden en schaduwtijden niet geheel samenvallen doet de gemeente besluiten dat de schaduwduur ter plaatse van overige objecten waar personen langdurig verblijven zoals kantoren, aanvaardbaar is.

Figuur 7 **Ligging van de kantoorpanden op het bedrijventerrein Pannenhuis.**



4.6 Mitigatie

De windturbines voorzien van een schaduwkalender en een instelling voor toepassing van stiltand waarmee de slagschaduwduur voor schaduwgevoelige objecten wordt teruggebracht tot 0,5 uur per jaar. Het aantal woningen die hierdoor beschermd worden is hoog, terwijl de derving 1,2% bedraagt. De te verwachten hinder is nagenoeg nihil. De slagschaduw die optreedt gedurende de tijd die nodig is voor het tot stilstand komen van de rotor wordt niet meegerekend bij toetsing aan de norm.

Hoofdstuk 5 Externe veiligheid

5.1 Aandachtspunten o.b.v. gebiedsanalyse

Het plangebied is niet uitzonderlijk voor wat betreft de aspecten die voor externe veiligheid van belang zijn:

- Aantallen en dichtheid van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten: laag
- Aantallen en dichtheid van risicovolle installaties: laag
- Nabijheid van transport gevaarlijke stoffen

Voor de laatste twee punten geldt dat de positionering van de windturbines tot stand is gekomen met kennis van aan te houden minimumafstanden, waardoor deze aspecten geen rol van betekenis spelen.

5.2 Plaatsgebonden risico

Het hanteren van PR 10^{-5} en PR 10^{-6} voor een aanvaardbaar risico wordt al lang gedaan: onder andere in het Nationaal milieubeleidsplan 4 (juni 2001) worden ze genoemd maar ook daarvoor werd deze norm als aanvaardbaar gehanteerd. De vuurwerkramp in Enschede (2000) en het daaropvolgende rapport van de commissie Oosting hebben ertoe geleid dat het gehele externe-veiligheidsbeleid in Nederland tegen het licht is gehouden en er uiteindelijk maatschappelijk aanvaardbare normen in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) zijn vastgelegd. Het Bevi is, samen met onder andere het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) en het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt) verwerkt in de Omgevingswet (zowel in het Bkl als het Bal).

Er is geen aanleiding om te twijfelen aan de aanvaardbaarheid van de plaatsgebonden risiconiveaus van 10^{-5} en 10^{-6} die optreden voor andere risicobronnen.
Met een overlijdenskans van 1 op de 100.000 jaar bij continu jaarrond onbeschermd verblijf op de 10^{-5}-contour bij beperkt kwetsbare en 1 op de 1.000.000 jaar bij kwetsbare objecten op de 10^{-6}-contour is daarmee sprake van een risico dat aanmerkelijk lager ligt dan andere algemeen aanvaarde (maatschappelijke) risico's en gelijk is aan andere risicobronnen van externe veiligheid.

5.3 Normstelling

Hoewel het risico zeer klein is, kunnen windturbines omvallen of kunnen er onderdelen afbreken. Het risico van de windturbines op de omgeving wordt beoordeeld aan de hand van een aantal criteria, die zijn afgeleid uit wet- en regelgeving en adviezen voor toetsing van beheerders van infrastructurele werken. Daarbij wordt gewerkt met verschillende faalscenario's voor (onderdelen van) de windturbine: gondelfalen, mastfalen en bladworp. Als gevolg van deze faalscenario's kan er schade of letsel ontstaan in de omgeving van de windturbine waar deze onderdelen terechtkomen.

De gemeente Lingewaard vindt de veiligheid van haar inwoners belangrijk. Ten behoeve van de beoordeling van de externe-veiligheidsrisico's voor (beperkt) kwetsbare objecten

kiest de gemeente er daarom voor om een beschermingsniveau te hanteren dat overeenkomt met de normstelling voor overige risicovolle activiteiten. Omdat in deze besluiten een aanvaardbare kans op overlijden is omschreven die niet afhankelijk is van het type inrichting acht de gemeente het niet nodig voor windturbines afwijkende normen voor te schrijven. Daarom worden de volgende normen gesteld:

- Het plaatsgebonden risico voor een kwetsbaar object, veroorzaakt door een of meer windturbines van WP Lingewaard, is niet hoger dan 10^{-6} per jaar.
- Het plaatsgebonden risico voor een beperkt kwetsbaar object, veroorzaakt door een of meer windturbines van WP Lingewaard, is niet hoger dan 10^{-5} per jaar.

In het Ontwerpbesluit windturbines leefomgeving wordt een standaardwaarde van 10^{-6} per jaar voorgesteld voor het plaatsgebonden risico van een beperkt kwetsbaar gebouw of locatie. Van deze waarde kan gemotiveerd worden afgeweken. Een waarde van 10^{-6} voor beperkt kwetsbare objecten is echter een strengere norm dan hier wordt voorgesteld. Gezien het open karakter van het gebied en de afwezigheid van bebouwing en bouwmogelijkheden kan zowel aan 10^{-5} als 10^{-6} eenvoudig worden voldaan. Dat maakt echter niet dat voor beperkt kwetsbare objecten een strengere norm moet worden opgenomen dan normstellingen voor overige risicovolle activiteiten.

Ten behoeve van het voorkomen of zoveel mogelijk beperken van risico's voor de omgeving en ongewone voorvallen stelt de gemeente daarnaast aanvullende eisen op het gebied van certificering, veiligheid en onderhoud.

Voor de definitie van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten kan worden aangesloten bij de begripsbepaling uit het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi). Voor het berekenen van het plaatsgebonden risico kan gebruik worden gemaakt van de door het RIVM opgestelde en goedgekeurde rekenmodule Save-W[34]. Deze rekenmodule bevat de meest actuele en recente rekenmethoden om het plaatsgebonden risico rondom een windturbine te bepalen.

34 https://www.save-w.nl/#home

Hoofdstuk 6 Lichtschittering

Aangezien hinder als gevolg van lichtschittering eenvoudig kan worden voorkomen door niet-reflecterende materialen of coatinglagen te gebruiken op de onderdelen die hinder veroorzaken is een lokale motivering niet doelmatig.

De tekst uit artikel 3.12 van de Activiteitenregeling milieubeheer kan integraal worden overgenomen in de omgevingsvergunning:

> Lichtschittering wordt bij het opwekken van elektriciteit met een windturbine voorkomen of zoveel mogelijk beperkt door toepassing van niet-reflecterende materialen of coating-lagen op de betrokken onderdelen.

Op het verrichten van een meting van reflectiewaarden is NEN-EN-ISO 2813 van toepassing.

Hoofdstuk 7 Bijlagen

In de bijlagen bij de 'Ruimtelijke Onderbouwing tevens aanmeldnotitie m.e.r.-beoordeling' zijn in- en uitvoergegevens en uitgangspunten van de akoestische berekeningen en berekeningen voor schaduwduur weergegeven.
Ten behoeven van de motivering lokale normen zijn aanvullende berekeningen gemaakt op basis van de uitgangspunten die door aanvrager zijn gehanteerd. De in- en uitvoergegevens van deze aanvullende berekeningen zijn opgenomen in de bijlagen bij deze notitie.
In de bijlagen is tevens een notitie opgenomen van LBP Sight met een

A. LBP Sight voorstel LA,eq norm
B. In- en uitvoergegevens akoestische berekeningen Bosch & van Rijn
C. IN- en uitvoergegevens schaduwduurberekeningen Bosch & van Rijn