



Windpark Beuningen

Slagschaduw en geluid



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Voorstellen

Steven Velthuisen

Sinds 2010 bij
Bosch & van Rijn

Achtergrond:

- Natuurkunde
- Energy Science

Werkzaamheden bij Bosch & van Rijn:

- Tientallen geluid- en slagschaduwonderzoeken
- Milieueffectrapportages
- Ruimtelijke procedures
- Beleidsadvies rijk, provincies, gemeenten
- Second opinions
- Projectleiding
- Procesbegeleiding



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Deze presentatie

1) Slagschaduw

- 1) Introductie
- 2) Rekenwijze en norm
- 3) Situatie Beuningen

2) Geluid

- 1) Introductie
- 2) Norm
- 3) Laagfrequent geluid
- 4) Situatie Beuningen

Windpark Beuningen:

Uitgebreide onderzoeken uitgevoerd en ingediend ter ondersteuning van bestemmingsplanwijziging en vergunningaanvraag.

Doel:

- Toetsen of aan landelijke normen kan worden voldaan
- Checken of sprake is van 'goede ruimtelijke ordening'



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Slagschaduw

Slagschaduw windenergie:
schaduw van bewegende wieken

Hinderlijk als deze over ramen beweegt:
steeds wisselende lichtsterkte

Slagschaduw draait mee met de zon



Slagschaduw - norm

Slagschaduw is hinderlijk.

Daarom zeer strenge norm: per woning niet meer dan 5:40 uur slagschaduw per jaar.

Als er teveel slagschaduw dreigt moet de windturbine worden stilgezet.

Geautomatiseerd d.m.v. software.

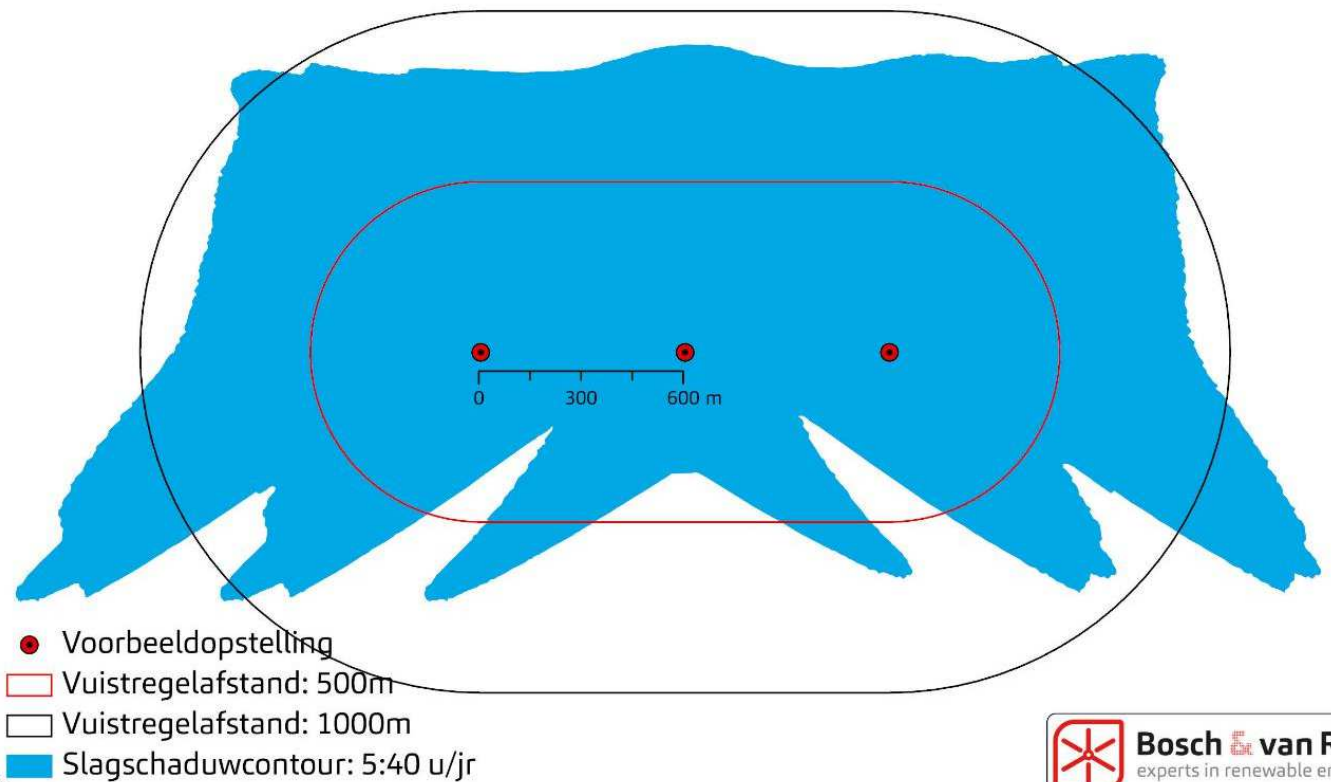


Slagschaduw - berekening

Gekke vorm van schaduw:
Komt door stand van de zon.

Winter: laag in het ZO en ZW
-> schaduw in het NW en NO.

Zomer: laag in het NO en NW
-> schaduw in het ZW en ZO.



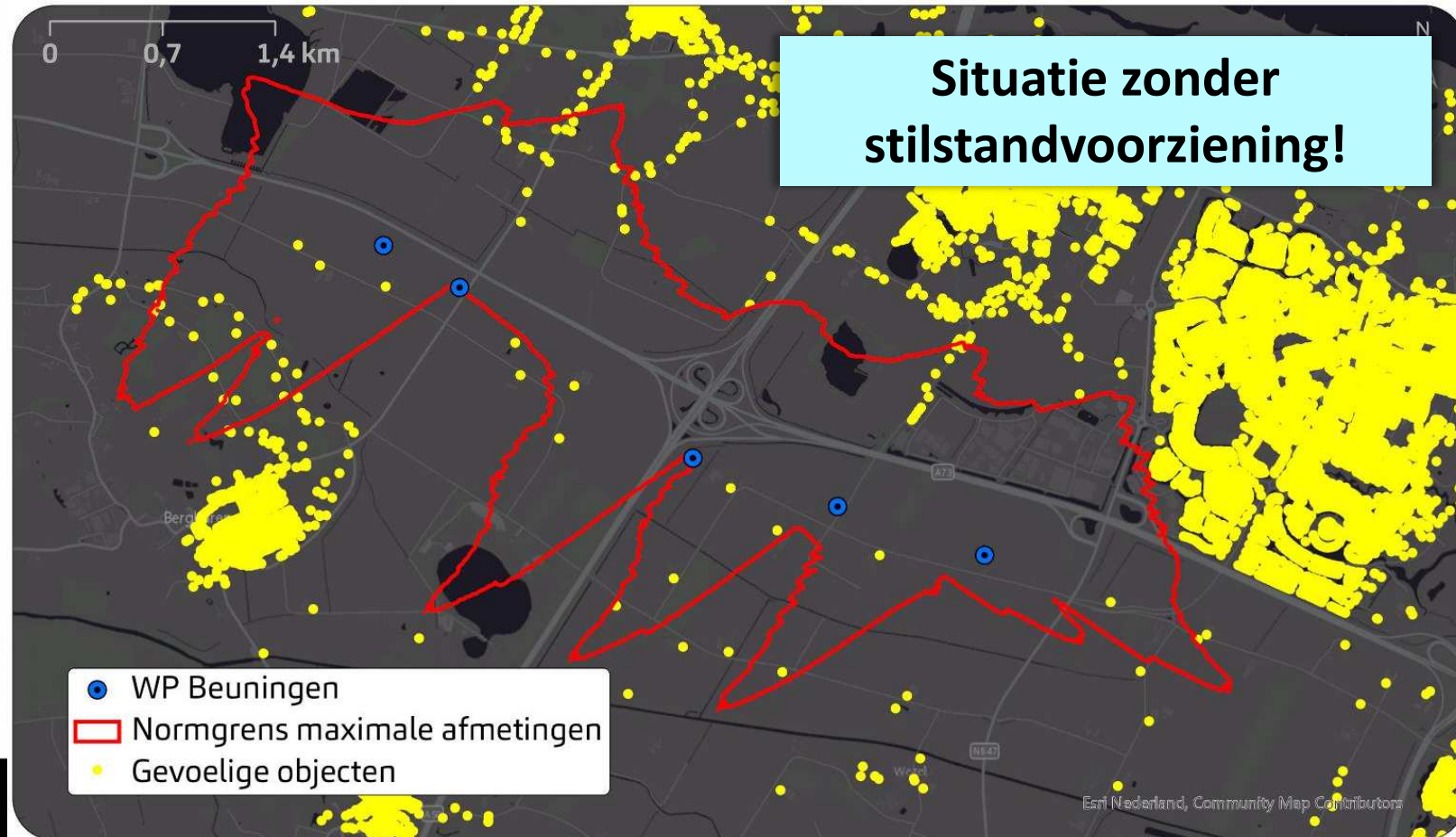
Slagschaduw – situatie Beuningen

Gekke vorm van schaduw:

Komt door stand van de zon.

Winter: laag in het ZO en ZW -> schaduw in het NW en NO.

Zomer: laag in het NO en NW -> schaduw in het ZW en ZO.



Slagschaduw

Voor WP Beuningen: bovenwettelijke stilstand.

Regels in ontwerp-Bestemmingsplan:

“Het in gebruik nemen en houden van een windturbine is slechts toegestaan indien een stilstandsvoorziening is aangebracht in of op de turbine welke de windturbine stilzet zodra er bewegende slagschaduw op woningen binnen een straal van 12 keer de rotordiameter van de windturbine, gerekend vanaf de mast van de windturbine, optreedt.”

12 x rotordiameter = 2.160m in geval van maximale afmetingen



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Geluid

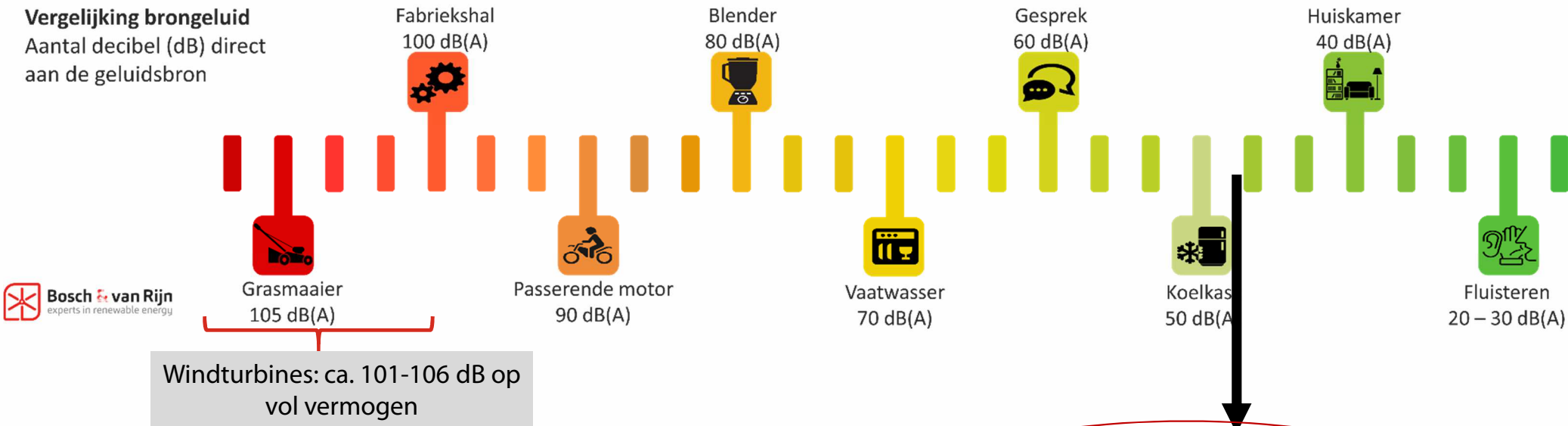


Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Geluid - Introductie

Vergelijking brongeluid

Aantal decibel (dB) direct aan de geluidsbron



De wet:

47 dB Lden & 41 dB Lnight

Day:

Evening: +5 dB

Night: +10 dB

47 dB Lden

De wet in de praktijk:

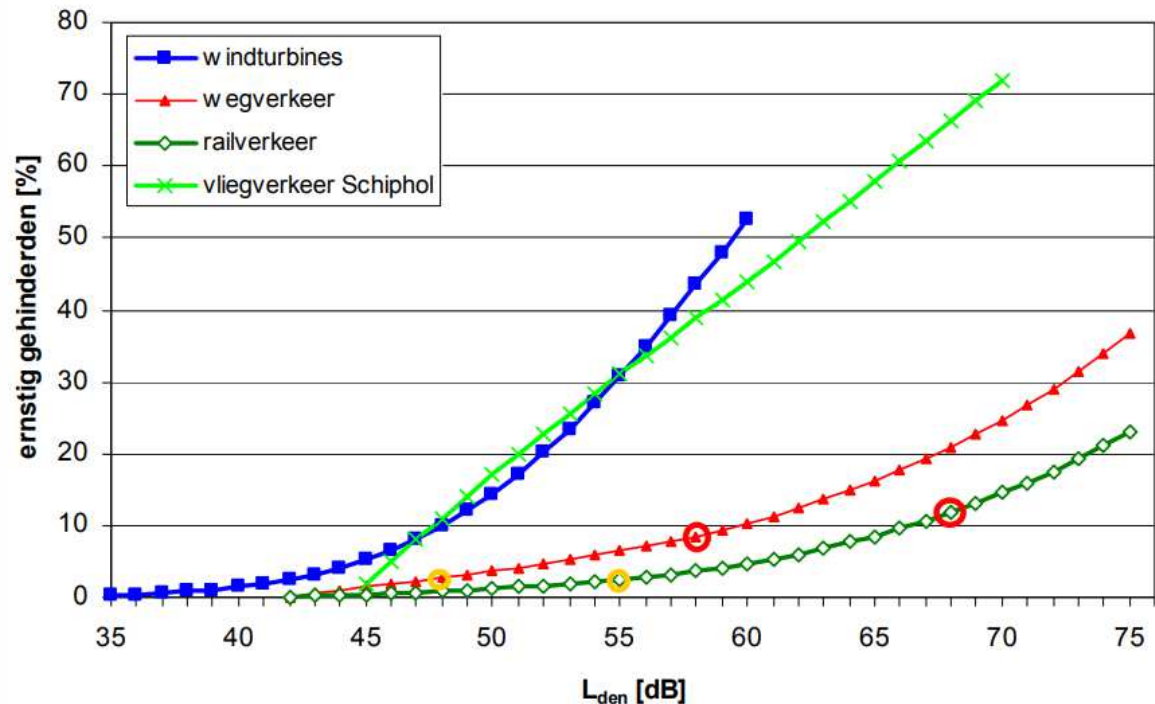
Gemiddelde belasting op gevel: 41 dB

Maximale belasting op gevel: 45 dB

Op de normgrens!

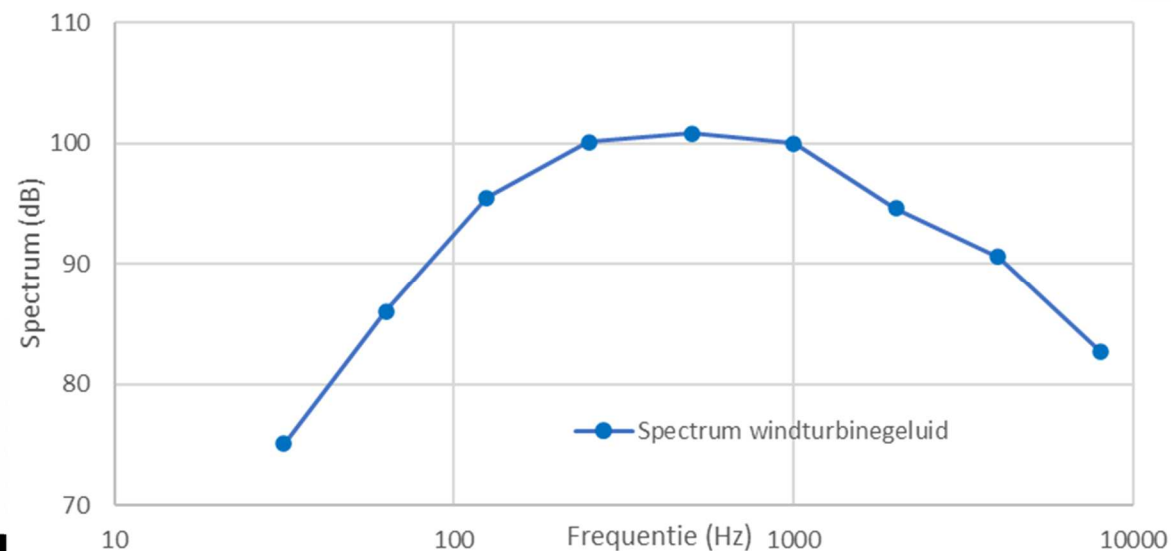
Geluid – Effect van geluidsnorm

- Van woningen op de normgrens belast: 9% ernstig gehinderd
Vergelijkbaar met wegverkeer.
Windturbinegeluid is hinderlijker, daarom is de norm strenger.
- Luidste variant in vergunningaanvraag: 4 woningen op de normgrens belast



Geluid - Laagfrequent

- Windturbines produceren (ook) laagfrequent geluid
- Net als scheepvaart, (spoor)wegen etc.
- Laagfrequent is klein deel van totaal
- Uit eerdere berekeningen blijkt:
 - Bij voldoen aan norm:
 - LFG binnenshuis <20 dB
 - Onder waarnemingsdrempel
 - Geen aanvullende norm nodig



infrageluid

LFG

'normaal geluid'



Geluid - Laagfrequent

- Voor alle geluid geldt: hoe verder weg, hoe zachter
- Laagfrequent geluid draagt verder dan 'normaal' geluid, dus op grote afstand is bijdrage relatief groter
- Door grote afstand tot woonkernen geen hinder verwacht



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Geluid - Laagfrequent

Overzicht van recent onderzoek

- **RIVM (oktober 2020):** groot literatuuronderzoek naar gezondheidseffecten van geluid van windturbines o.b.v. diverse wetenschappelijke artikelen
 - ✓ “Geen eenduidig bewijs voor effecten anders dan hinder”
 - ✓ “Betrokkenheid leidt tot betere acceptatie”
- **LUMC (De Laat) (2021?):** literatuurstudie. Publicatie uitgesteld vanwege kritiek op onderzoeksopzet.
 - ✓ “Lagere norm leidt tot minder hinder”
 - ✓ “Om hinder te verlagen: verlaag de norm of houd 10x afstand aan tot woningen”
- **Metingen DM/OM (maart 2021):** meetcampagne bij windturbine in Drenthe
 - ✓ “Bijdrage laagfrequent geluid van windturbine beperkt”
- **Metingen N33 (jan 2021):** meetcampagne bij windpark N33 (Veendam)
 - ✓ Bij 4 windturbines bromtonen gemeten
 - ✓ Uitzonderlijk; oorzaak wordt onderzocht door Arcadis en Siemens

Geluid – situatie Beuningen

In MER onderzocht:

- Windturbinegeluid van 3 MER alternatieven:
 - Geluidsproductie per windturbinetype
 - Geluidsbelasting op woningen
- Cumulatie met andere geluidsbronnen (incl. zandwinning)

- Windturbinegeluid van definitieve opstelling:
 - Geluidsproductie per windturbinetype (onder- en bovengrens bandbreedte)
 - Geluidsbelasting op woningen
- Cumulatie met andere geluidsbronnen

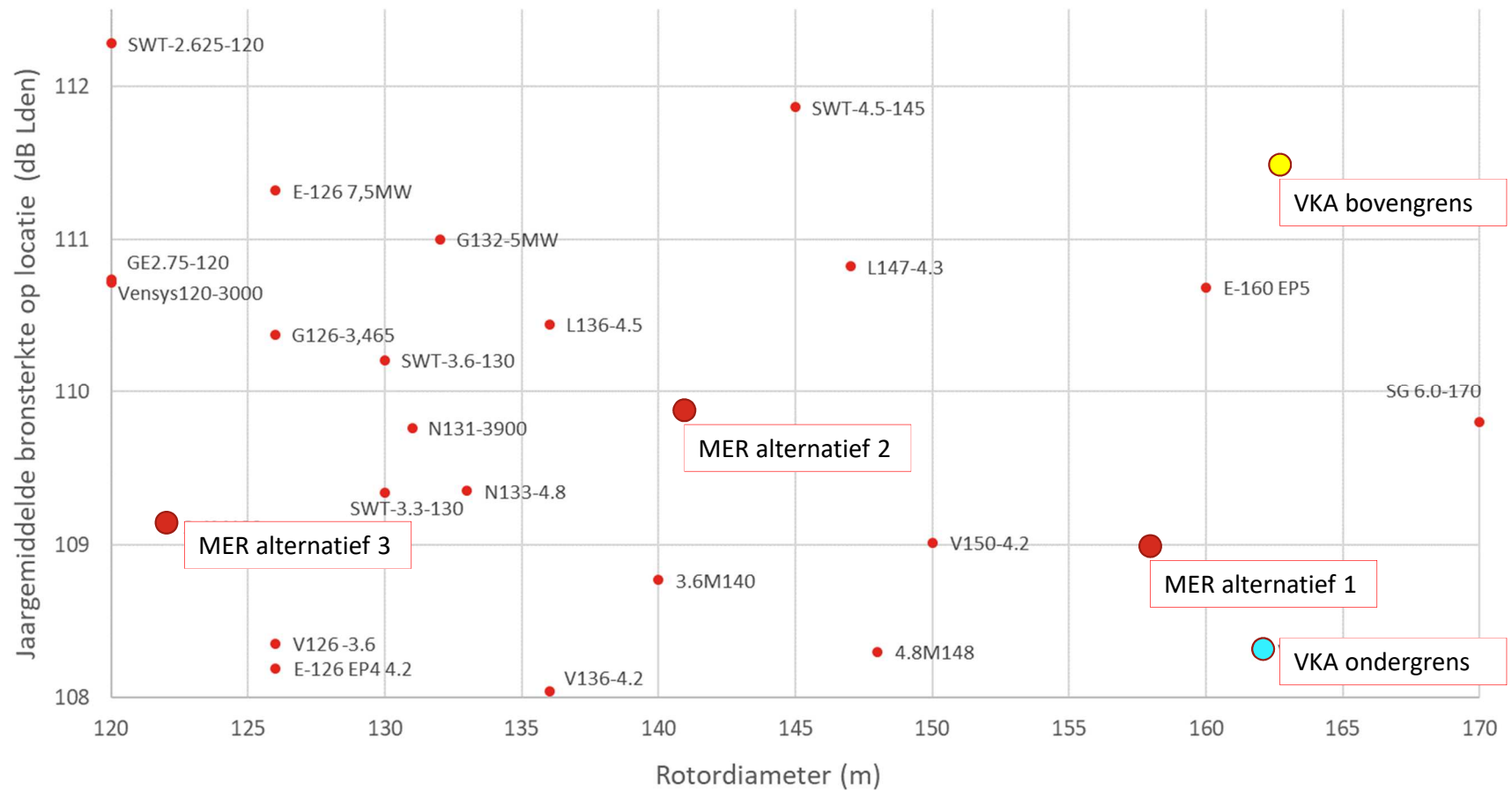


Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Geluid – situatie Beuningen - geluidsproductie

**Kleiner
is niet
stiller!**

Jaargemiddelde
bronsterkte $L_{E,den}$
houdt rekening
met het lokale
windaanbod.

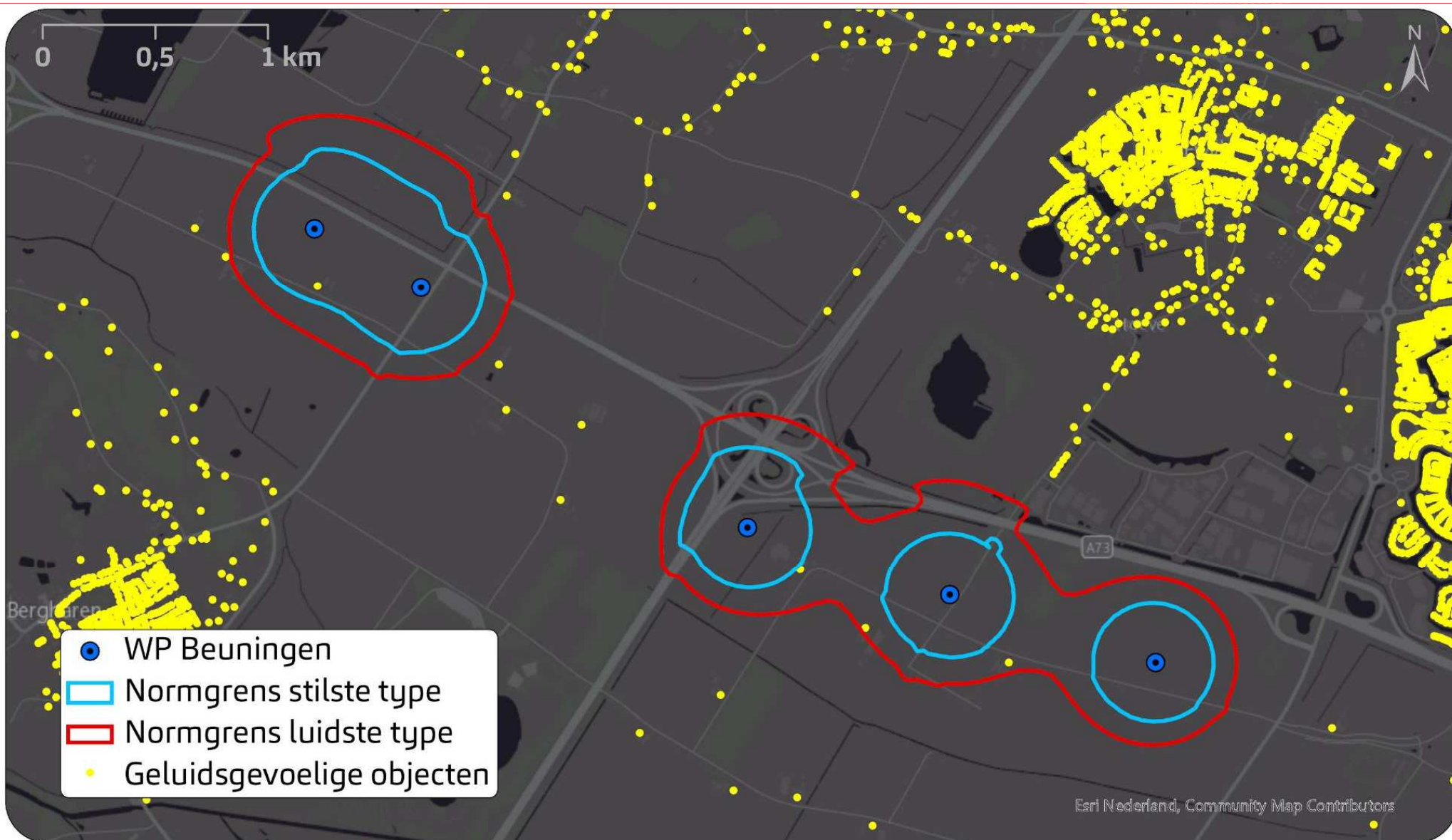


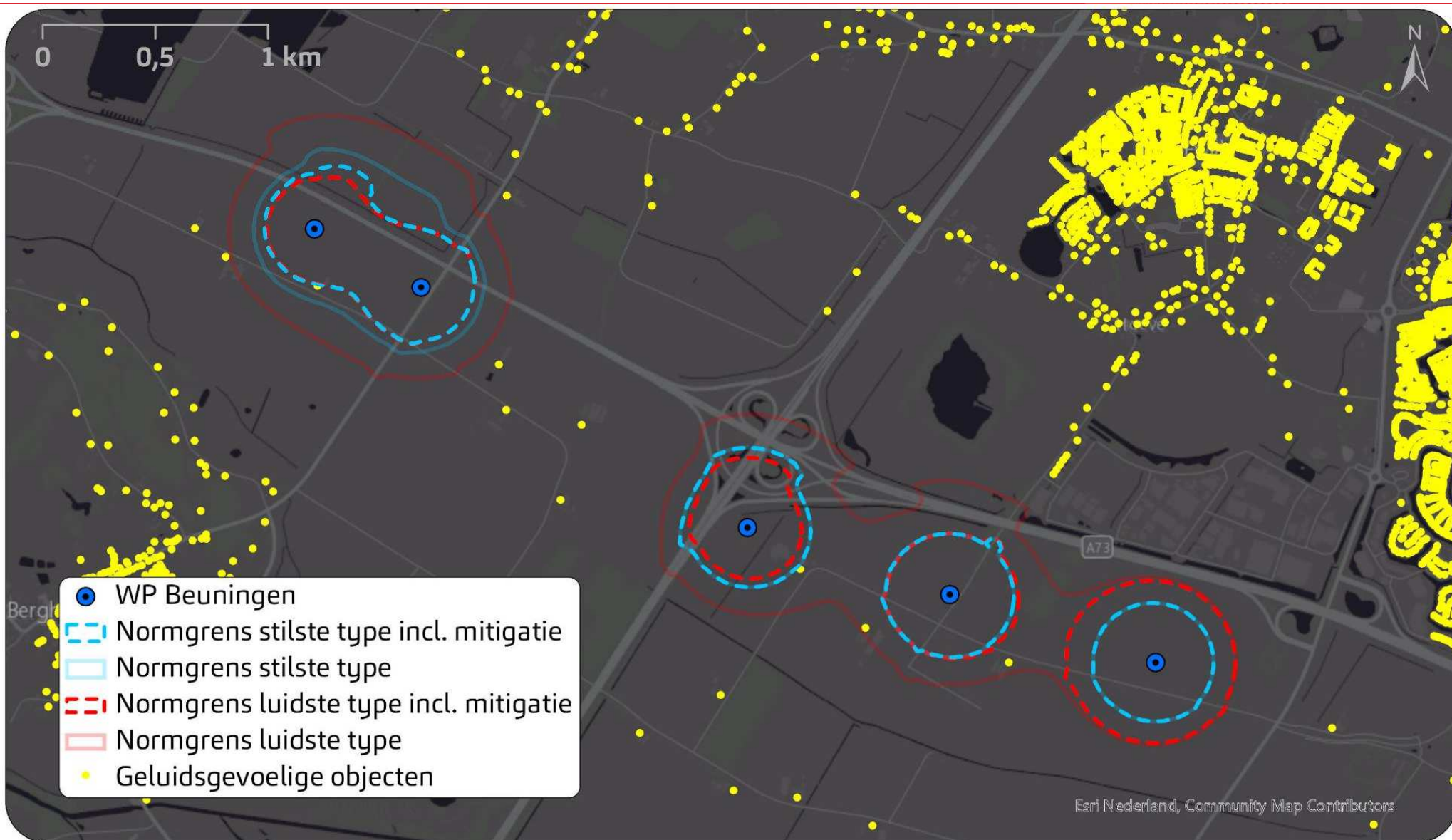
Geluid – situatie Beuningen

- Conclusies MER geluid:
 - Een kleiner aantal grotere windturbines scoort beter dan een groter aantal kleinere windturbines.
 - Afstand tot woonkernen is zodanig groot dat geen significante effecten te verwachten zijn.
 - Cumulatie met andere geluidsbronnen speelt geen grote rol.
- Vergunningaanvraag: bandbreedte
 - Door nabijgelegen woningen effectief weinig verschil: er moet sowieso teruggeregeld worden.
 - Verschil wordt dan een kwestie van rendement (meer terugregelen = minder energieopbrengst)



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy





Geluid – situatie Beuningen - Cumulatie

Geluid van windturbines komt bovenop bestaande belasting.

Daarom onderzocht wat toename van cumulatieve geluidsbelasting is.

Maatgevende toetspunten (ca. 140).

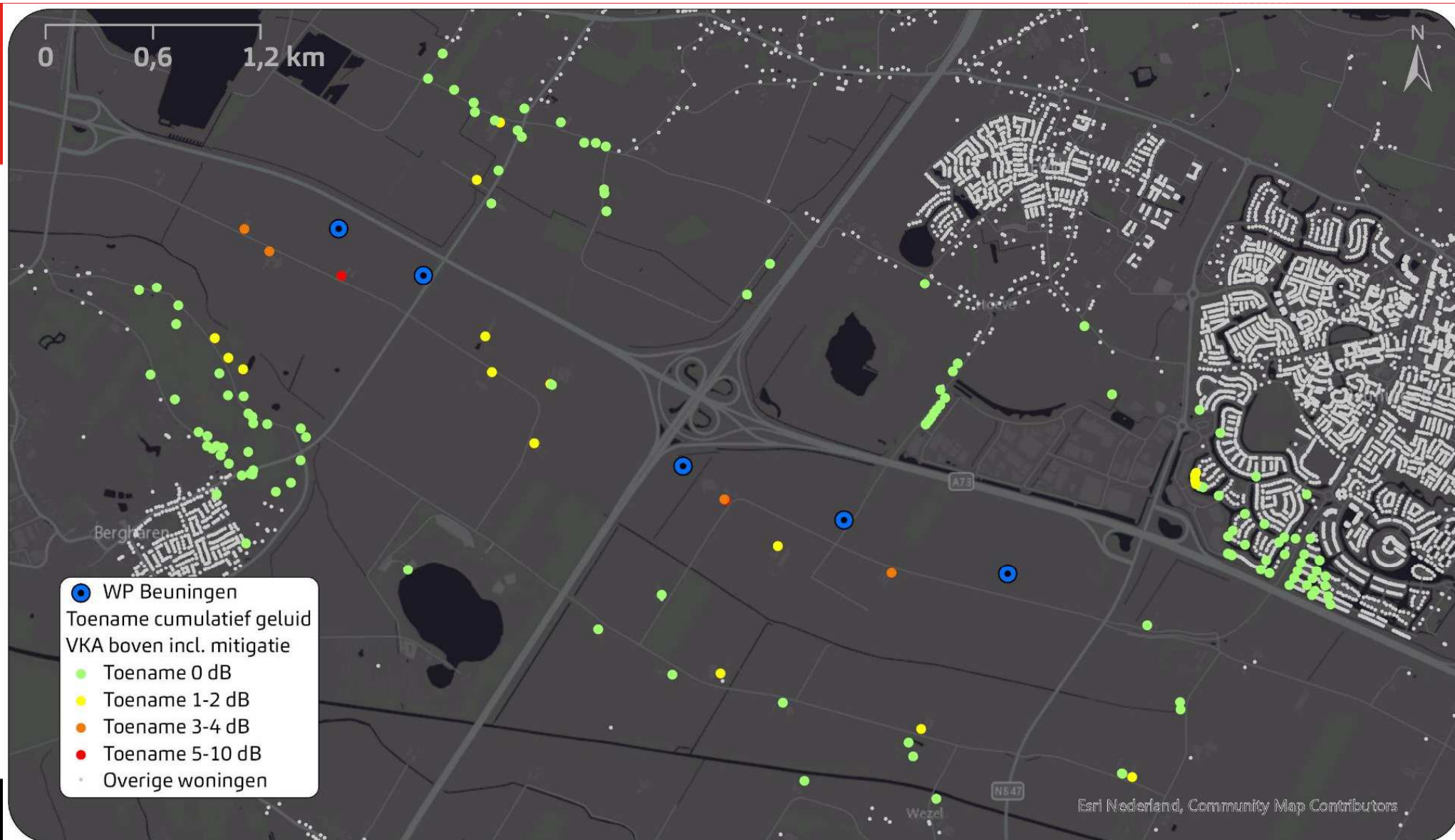
Huidig geluid voornamelijk vanwege wegverkeer, industrielawaai en zandwinning.

Huidige (en toekomstige) geluidsbelasting als gevolg van deze bronnen onderzocht door **LBP | Sight**

Geluidsbelasting van het windpark bij deze waarden opgeteld om de toename vast te stellen.



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy



Einde / Ruimte voor vragen



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Reservesheets



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

VKA

- 5 Windturbines (posities liggen vast)
- Definitieve type pas gekozen na onherroepelijk worden vergunning
- Vergunning op bandbreedte:
 - RD: 150-180m
 - Ashoogte: 140 -170m
 - Tiphoogte: max 245m
 - Opbrengst: 17.000 – 25.000 MWh per jaar per windturbine
- VKA wordt onderzocht op basis van dezelfde criteria en milieueffecten



Geluid

➤ Voor VKA onderzocht

- Hoeveel woningen binnen 47 dB Lden-contour (normgrens)
- Hoeveel woningen binnen 42 dB Lden-contour (aan norm voldoen betekent niet 'geen hinder')
- Cumulatie met ander geluid (m.n. wegverkeer en industrie)
- 'Relatieve beoordeling': aantal woningen t.o.v. hoeveelheid geproduceerde energie.

	Aantal woningen met $L_{den} > 42$ dB	Aantal woningen met $L_{den} > 47$ dB
Ondergrens	13	1
Bovengrens	22	4

Geluid – Wettelijke norm

De wettelijke norm voor windmolengeluid

Voor geluid van windmolens geldt in Nederland een wettelijke norm (zie tekstvak). Bij woningen geldt een maximaal *jaargemiddeld* geluidsniveau.

De L_{den} (Engels: Level day-evening-night) is een maat om de geluidsbelasting door omgevingslawaaï uit te drukken. Het is een jaargemiddelde waarde waarbij de geluidsbelasting die optreedt gedurende de avond en nacht zwaarder meeweegt dan geluid overdag. Met de norm wordt recht gedaan aan het feit dat geluid 's nachts en 's avonds als storender ervaren kan worden dan overdag. De wetgeving voor geluid van windmolens beschouwt windmolengeluid niet in samenhang met andere mogelijke geluidsbronnen.

Artikel 3.14a van het Activiteitenbesluit milieubeheer:

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 gezoneerd industrieterrein, en bij gevoelige terreinen op de grens van het terrein.
2. Onverminderd het eerste lid kan het bevoegd gezag bij maatwerkvoorschrift teneinde rekening te houden met cumulatie van geluid als gevolg van een andere windturbine of een andere combinatie van windturbines, normen met een lagere waarde vaststellen ten aanzien een van de windturbines of een combinatie van windturbines.
3. In afwijking van het eerste lid kan het bevoegd gezag bij maatwerkvoorschrift in verband met bijzondere lokale omstandigheden normen met een andere waarde vaststellen.



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Rekenwijze

Windturbines en woningen in rekenmodel.

Per adres is de geluidsbelasting berekend.

Daarnaast is een 'contour' getekend.

Binnen de contour betekent: er moeten maatregelen getroffen worden om aan de norm te voldoen.

'Maatregelen': wieken iets kantelen: minder geluid, maar ook minder opbrengst.

Omdat het precieze type nog niet bekend is:

Zowel een stil als een luid type doorgerekend.

Rekenmodel houdt rekening met:

- Windsnelheid
- Windrichting
- Bodemeffecten

Maar niet met:

- Afscherming
- Reflectie

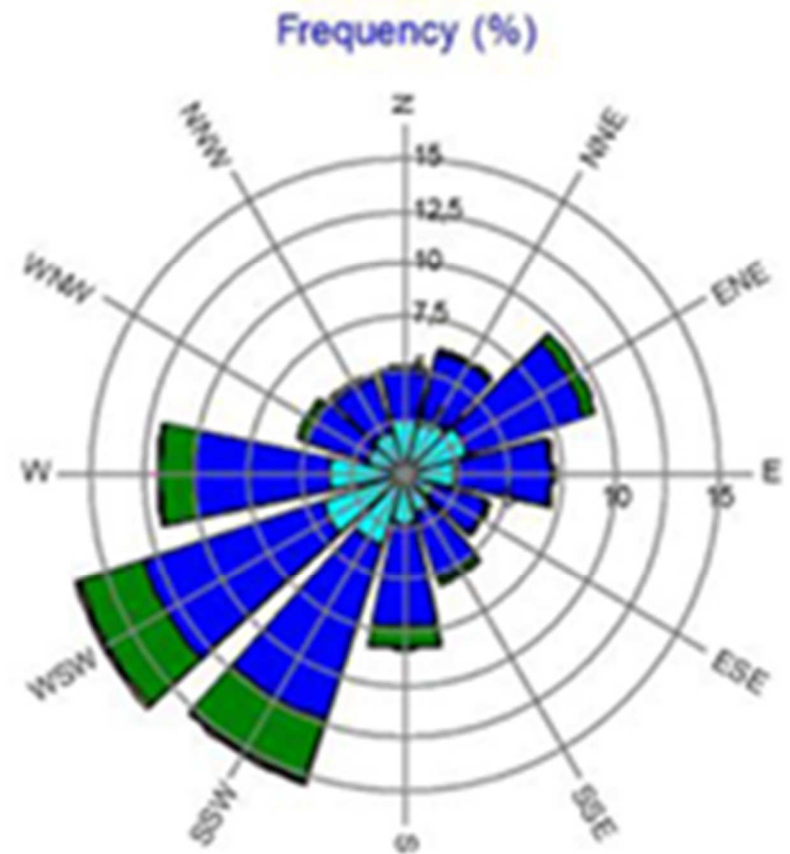


Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Norm - Windroos

Effect wordt wel meegenomen in berekening,
Maar heeft pas effect op grote afstand ($>1\text{km}$), door
middeling over het jaar

Voorbeeld



Slagschaduw – hoe ontstaat het?

Slagschaduw



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Windmolen stopt vanzelf bij teveel slagschaduw

Dankzij de stilstandvoorziening stopt de windmolen automatisch met draaien wanneer de slagschaduw te lang een gevoelig object (bv. een woning) raakt. Deze techniek is nodig als er:

- Meer dan 5 uur en 40 minuten per jaar slagschaduw kán optreden

Zon

Stand van de zon bepaalt positie en lengte slagschaduw: Slagschaduw draait met de zon mee

Slagschaduw
zomer

Schaduwlengte:
relatief kort

Slagschaduw
winter

Schaduwlengte:
Tijdens zonsop- en ondergang het langst

Slagschaduw op gevoelig object

Voldoet aan de wettelijke norm van slagschaduwduur:
• 5u40m/jaar-contour

Slagschaduw – Wettelijke norm

De wettelijke norm voor slagschaduw

Als een windmolen in werking is kan de slagschaduw van de wieken op ramen van een woning vallen. Dit kan als hinderlijk worden ervaren doordat het steeds even donker wordt in de kamer.

Dit effect is buitenshuis minder groot.

De strengst mogelijke interpretatie van de Activiteitenregeling (zie tekstvak) resulteert in een maximale slagschaduwbelasting op gevoelige objecten van 17 x 20 minuten = 5 uur en 40 minuten per jaar. Dit betekent dat woningen niet meer dan 5:40 uur slagschaduw per jaar mogen ontvangen. Als er meer schaduw zou optreden wordt de windmolen automatisch stilgezet.

Artikel 3.12 van de Activiteitenregeling milieubeheer:

- 1. Ten behoeve van het voorkomen of beperken van slagschaduw en lichtschittering is de windturbine voorzien van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voorzover de afstand tussen de windturbine en de gevoelige objecten minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden en voorzover zich in de door de slagschaduw getroffen uitwendige scheidingsconstructie van gevoelige gebouwen of woonwagens ramen bevinden. De afstand geldt van een punt op ashoogte van de windturbine tot de gevel van het gevoelige object.*
- 2. Het bevoegd gezag kan met betrekking tot het in werking hebben van een windturbine aanvullend maatwerkvoorschriften stellen ten behoeve van het voorkomen of beperken van hinder door slagschaduw indien het eerste lid in een specifiek geval niet toereikend is.*



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Gezondheid

- Windturbines veroorzaken geen directe gezondheidsklachten. Wel ervaart men hinder met name door geluid (bron: RIVM)
- Indien aan normen voor geluid en slagschaduw wordt voldaan: belang volksgezondheid voldoende meegenomen. (bron: Raad van State).
- Desondanks: GES uitgevoerd (Gezondheidseffectscreening).
 - O.b.v. cumulatief geluid (dus met wegverkeer en industrie).
- Conclusie: Weinig verschil tussen onder- en bovengrens



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Slagschaduw

➤ Voor VKA onderzocht

- Hoeveel woningen binnen 5:40u-contour (normgrens)
- Hoeveel woningen binnen 0u-contour (aan norm voldoen betekent niet 'geen hinder')
- 'Relatieve beoordeling': aantal woningen t.o.v. hoeveelheid geproduceerde energie.

	Aantal woningen	
	met > 0 u/jr	met > 5:40 u/jr
Ondergrens	3113	38
Bovengrens	3194	69



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Energieproductie

Enige 'positieve' milieueffect; moet opwegen tegen alle negatieve effecten!

Berekend op basis van lokale windsnelheid en productiegegevens van bestaande windturbinetypen.

Alternatief	Productie (MWh/jr)	Productie (TJ/jr)
Ondergrens	81.500	293 TJ
Bovengrens	122.000	440 TJ



Bosch & van Rijn
experts in renewable energy