

3 maart 2021



WINDPARK  
DOETINCHEM

# Windpark Doetinchem

Slagschaduw & geluid

# Onderwerpen die aan bod komen

- Slagschaduw
- Geluid
- Laag frequent geluid



WINDPARK  
DOETINCHEM

# Slagschaduw

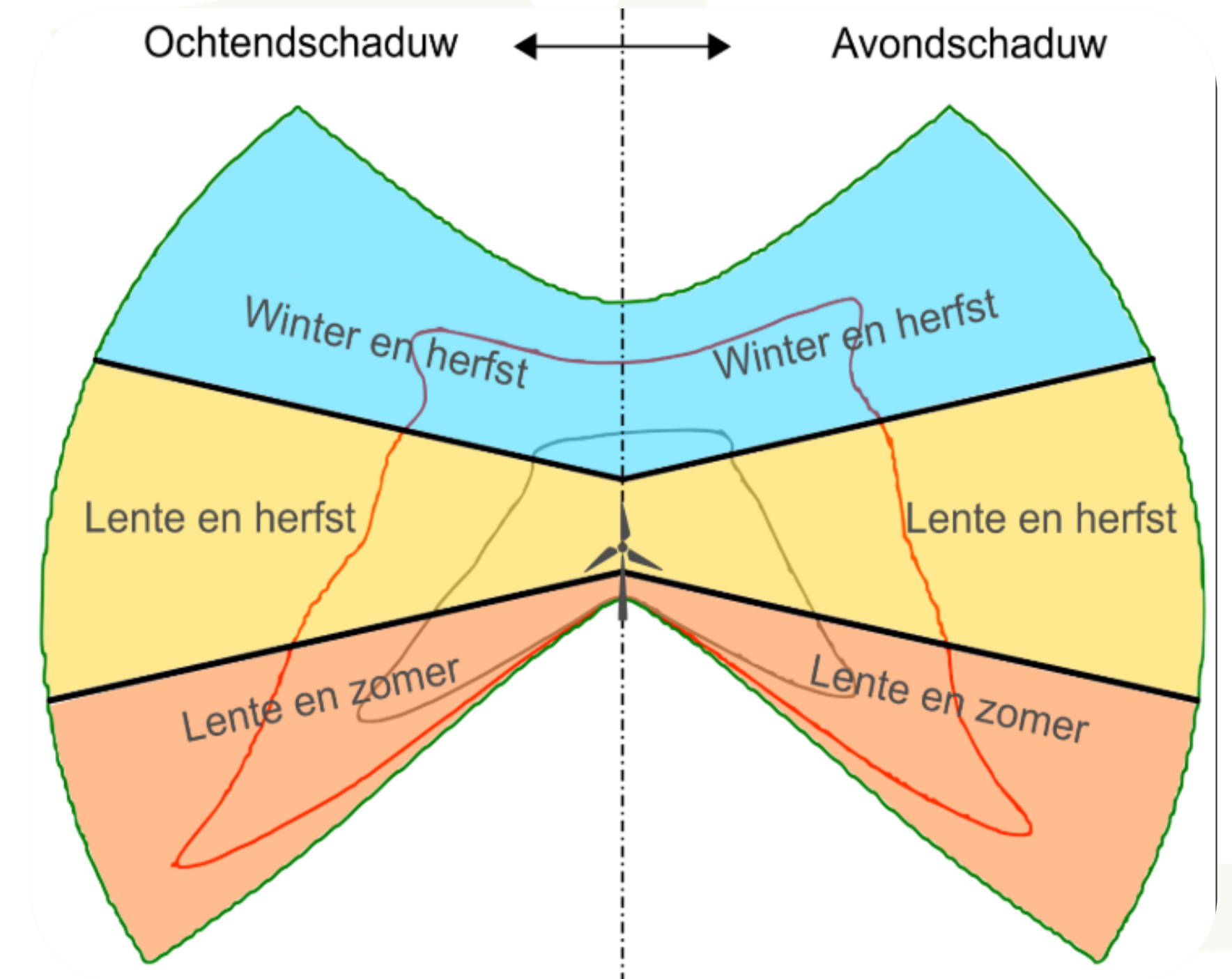
Slagschaduw is de bewegende schaduw veroorzaakt door de turbine bladen die rond draaien. Als deze schaduw op het raam van een woning valt is er sprake van slagschaduw. De rotatiesnelheid van de rotor varieert per turbine fabrikant en type maar valt binnen een bandbreedte van tussen de 10 en 20 rotaties per minuut. Omdat de meeste turbines 3 rotorbladen hebben is de slagschaduw frequentie minder dan 1 Hz.



# Slagschaduw

Slagschaduw wordt bepaald door de stand van de zon, de locatie van de turbine en de gevoelige objecten, de rotor diameter, de ashoogte en meteorologische statistiek. De stand van de zon en hoeveelheid zonne-uren varieert met de seizoenen waardoor een gevoelig object nooit het hele jaar door slagschaduw kan ontvangen van 1 turbine.

Bij het berekenen van de hoeveelheid slagschaduw op een woning wordt de hoeveelheid slagschaduw per jaar uitgerekend voor het hele gevel oppervlak van alle wind turbines samen.



# Slagschaduw norm



Normstelling:

- Er moet een stilstandsvoorziening worden toegepast wanneer er gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden
- Dit geldt voor gevoelige objecten binnen een straal van 12x de rotordiameter

Dit wordt in slagschaduw onderzoeken vaak vertaald in een maximale slagschaduwduur van 6 uur per jaar. Deze versimpeling maakt de analyse een stuk makkelijker en is ook een worst-case benadering aangezien ook alle dagen met minder dan 20 minuten slagschaduw toch worden meegerekend bij de 6 uur slagschaduwduur.



MAXIMAAL 17 DAGEN PER JAAR,  
MEER DAN 20 MINUTEN



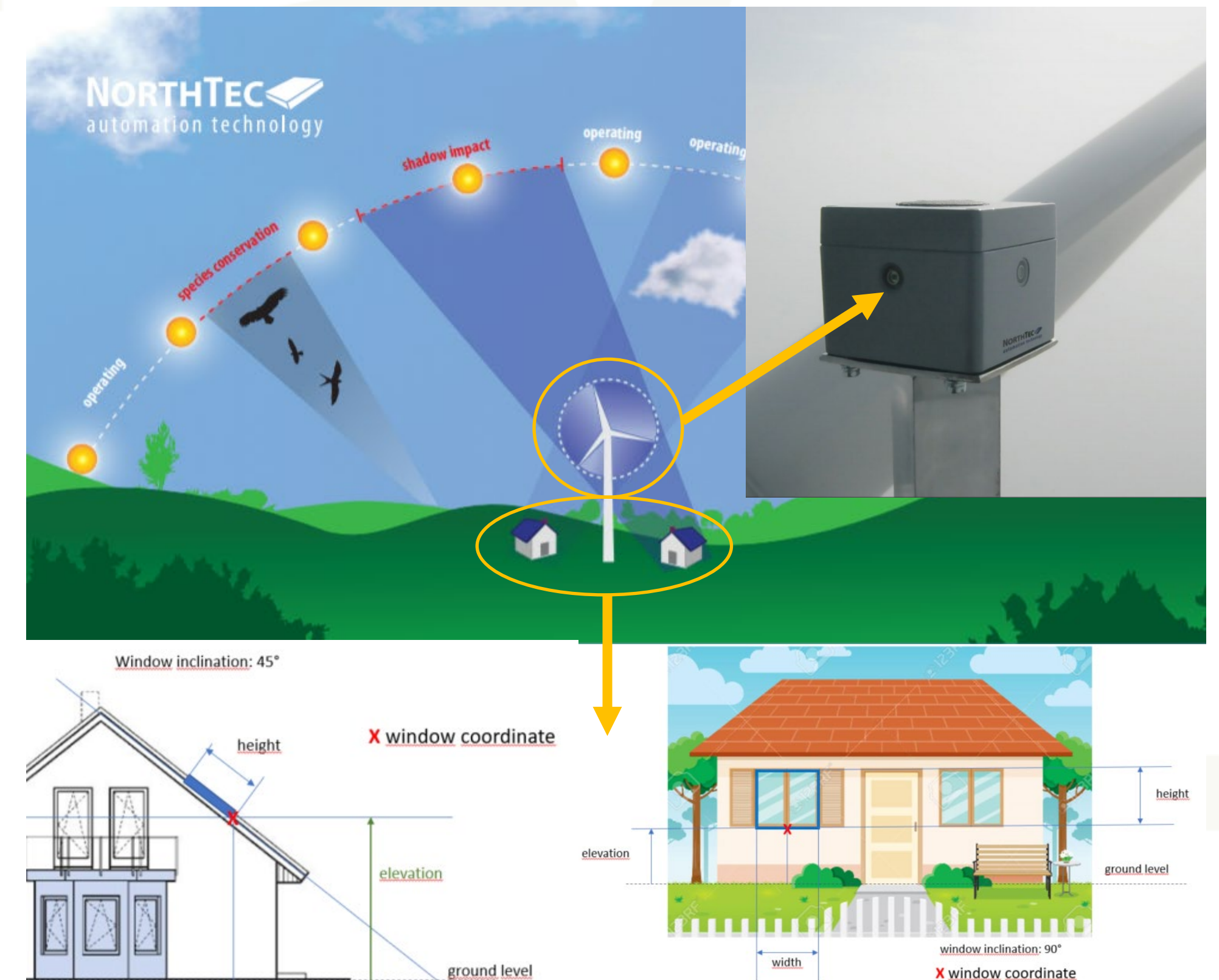
Dit wordt vaak vertaald in:  
maximaal 6 uur per jaar

# Stilstandsvoorziening voor slagschaduw

Als uit het slagschaduw onderzoek blijkt dat er stilstandsvoorzieningen getroffen moeten worden dan ziet dat er als volgt uit:

- Er wordt een lichtsensor op de gondel van de turbine geplaatst
- Alle informatie van het object waarvoor de voorziening getroffen moet worden wordt in de computer geprogrammeerd.

De computer zal dan de wind turbine uitzetten als er slagschaduw optreedt. Dit gaat wel ten koste van stroomproductie maar dat is slechts een beperkte hoeveelheid.



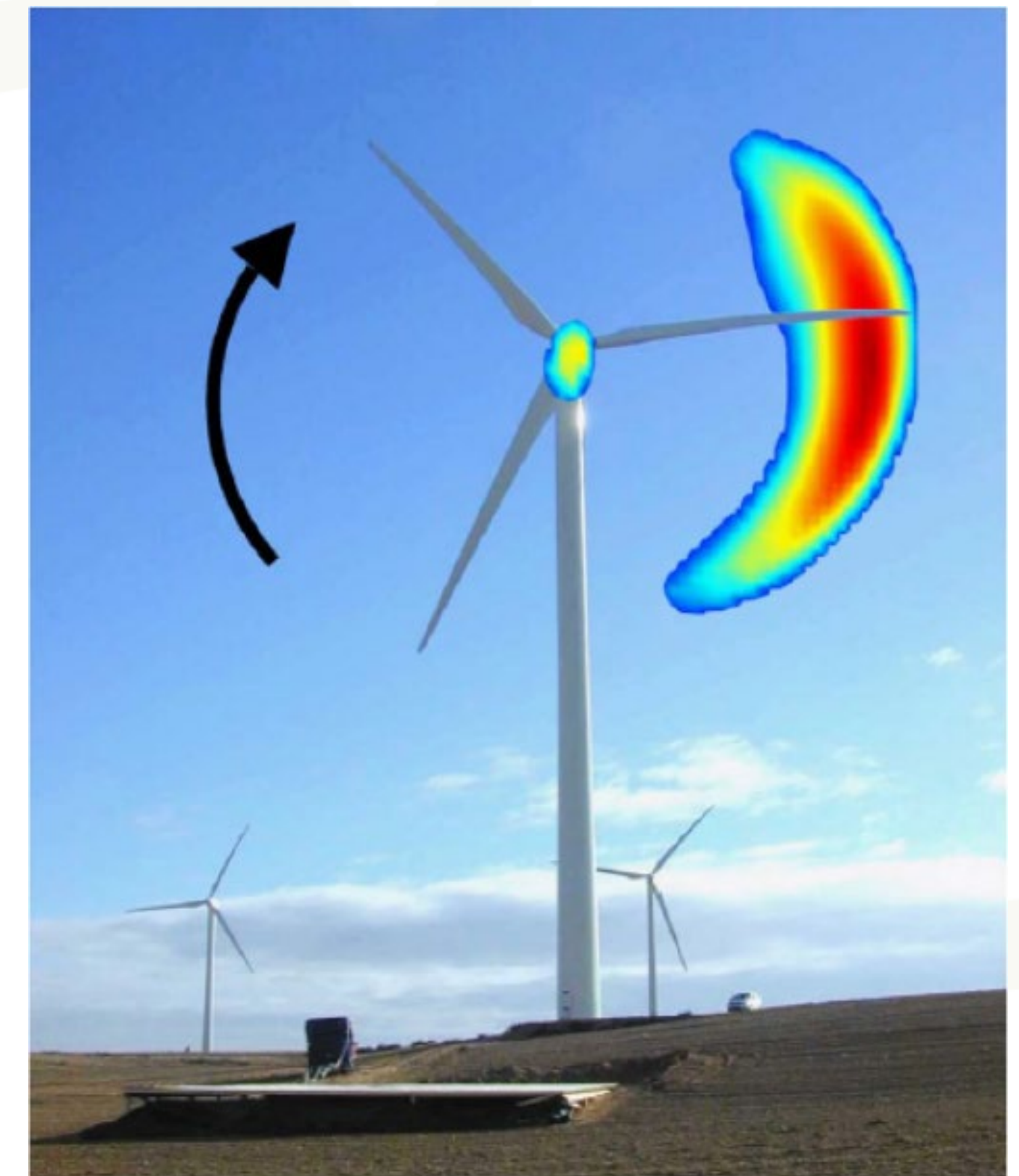
# Geluid van windturbines

Windturbines produceren naast duurzame energie ook geluid.

Elk windturbine type heeft zijn eigen geluid curve waarin staat aangegeven hoeveel geluid de turbine bij elke windsnelheid produceert.

Een windturbine begint geluid te produceren bij 3 m/s op ashoogte en het geluidniveau neemt toe naarmate de windsnelheid toeneemt. Zodra de windturbine zijn maximale generatorvermogen heeft bereikt blijft het geluidniveau constant.

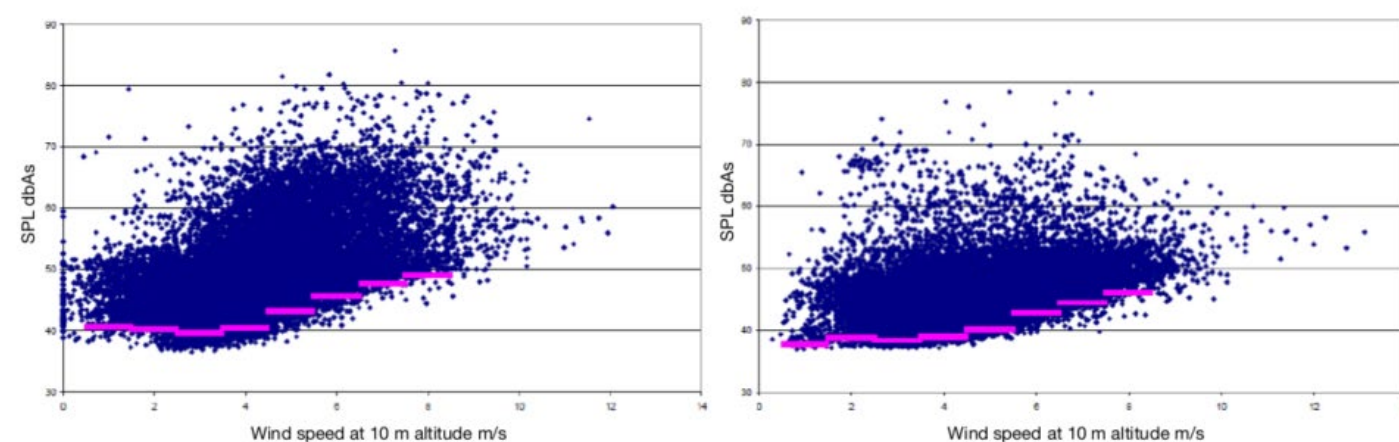
Het geluid van een windturbine wordt als een puntbron op ashoogte beschouwd. Dit betekent dat ervanuit wordt gegaan dat al het geluid vanaf 1 punt vertrekt richting de omgeving.



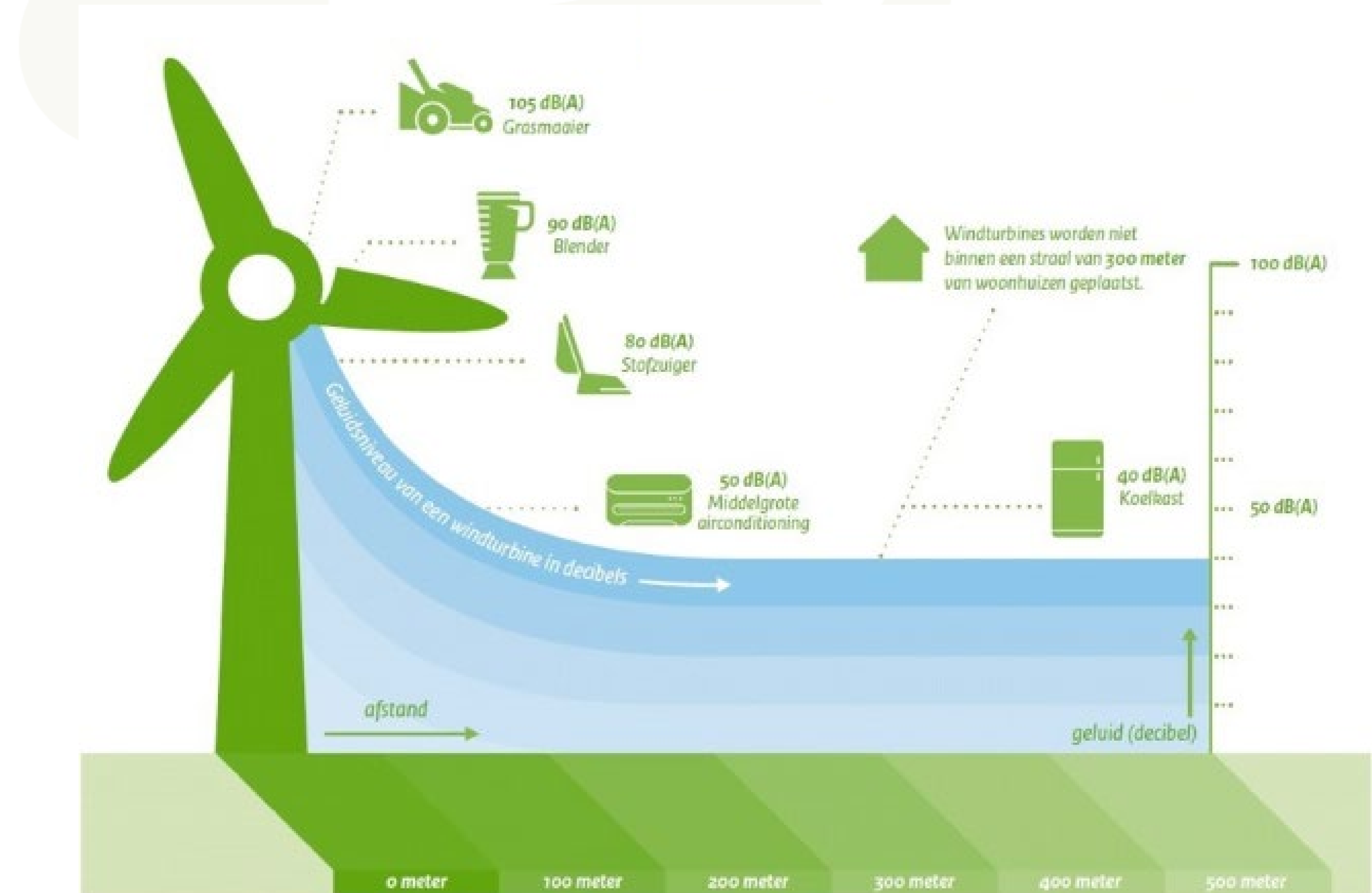
# Geluid overdracht

Geluid neemt af met afstand doordat de energie wordt verdeeld over een steeds groter gebied en doordat de lucht energie absorbeert. Het geluidniveau bij de bron op vol vermogen is vergelijkbaar met een grasmaaier maar op de wettelijke afstand blijft daar nog een koelkast van over.

Het geluidniveau dat een object bereikt is vergelijkbaar met normaal achtergrond geluid.



Location	Wind Speed m/s	1	2	3	4	5	6	7	8
Location 1	-	39	38	39	40	43	44	46	
Location 2	-	40	40	40	43	46	48	49	





# Geluid norm

Wettelijke norm is verdeeld in een jaarlijkse Lden waarde van 47 dB(A) en een jaarlijkse Lnacht van 41 dB(A).

Deze getallen gelden op de gevel van een geluidgevoelige ruimte volgens de definitie uit artikel 1 van de Wet Geluidhinder

De jaarlijks gemiddelde bronsterkte wordt bepaald met de windsnelheidsverdeling op ashoogte van de wind turbine en de geluidemissie per windsnelheidsinterval van de wind turbine.

Voor de Lden berekening worden er penalties toegekend aan de avond en de nacht periode.

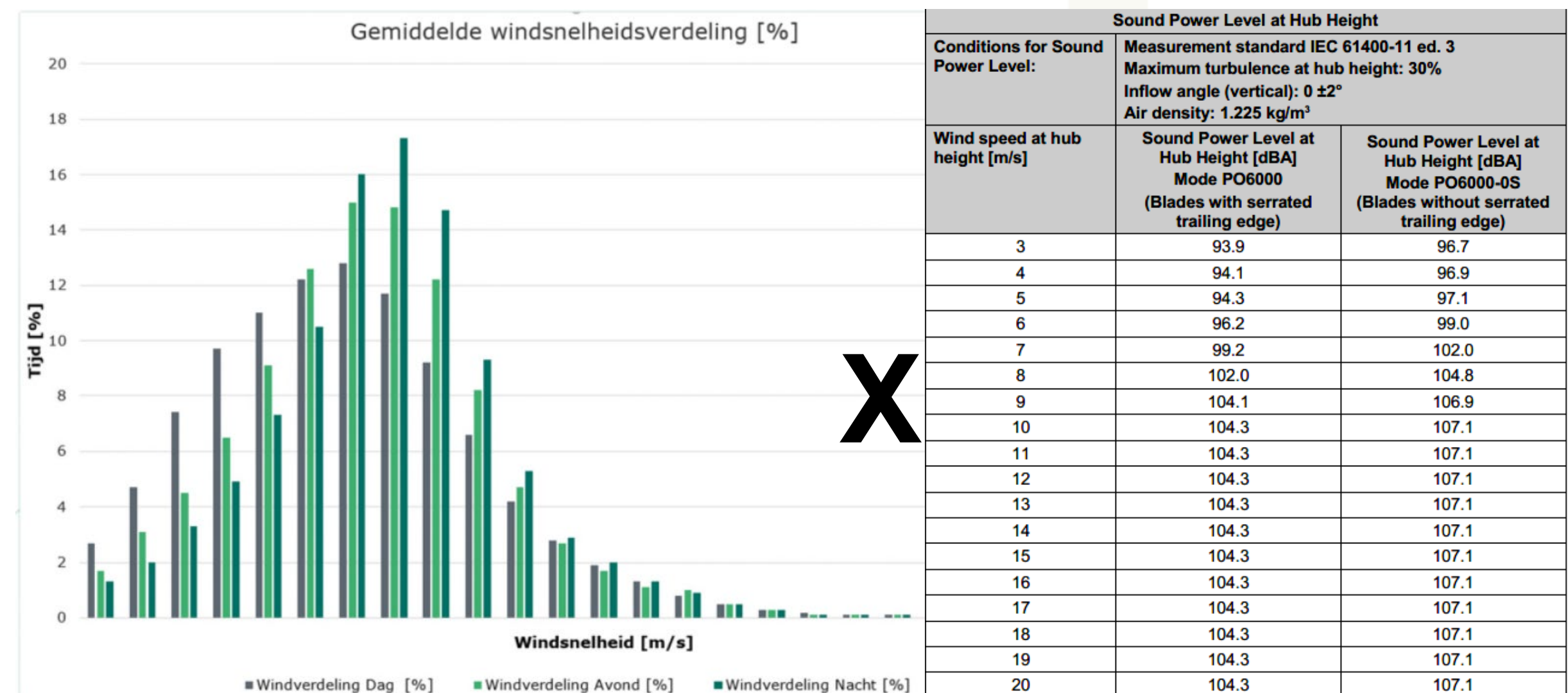
$$L_{den} = 10 \lg \left( \frac{12}{24} 10^{\frac{L_{dag}}{10}} + \frac{4}{24} 10^{\frac{L_{avond}+5}{10}} + \frac{8}{24} 10^{\frac{L_{nacht}+10}{10}} \right)$$

3.1)

$$L_{night} = L_{nacht}$$

Hierbij representeren  $L_{dag}$ ,  $L_{avond}$  en  $L_{nacht}$  de equivalente A-gewogen geluidsniveaus  $L_{eq}$  per dag-, avond- en nachtperiode. De beoordelingsperioden zijn als volgt gedefinieerd:

dag                    07:00–19:00 uur;  
 avond                19:00–23:00 uur;  
 nacht                 23:00–07:00 uur.



$L_{dag}$   
 $L_{avond}$   
 $L_{nacht}$

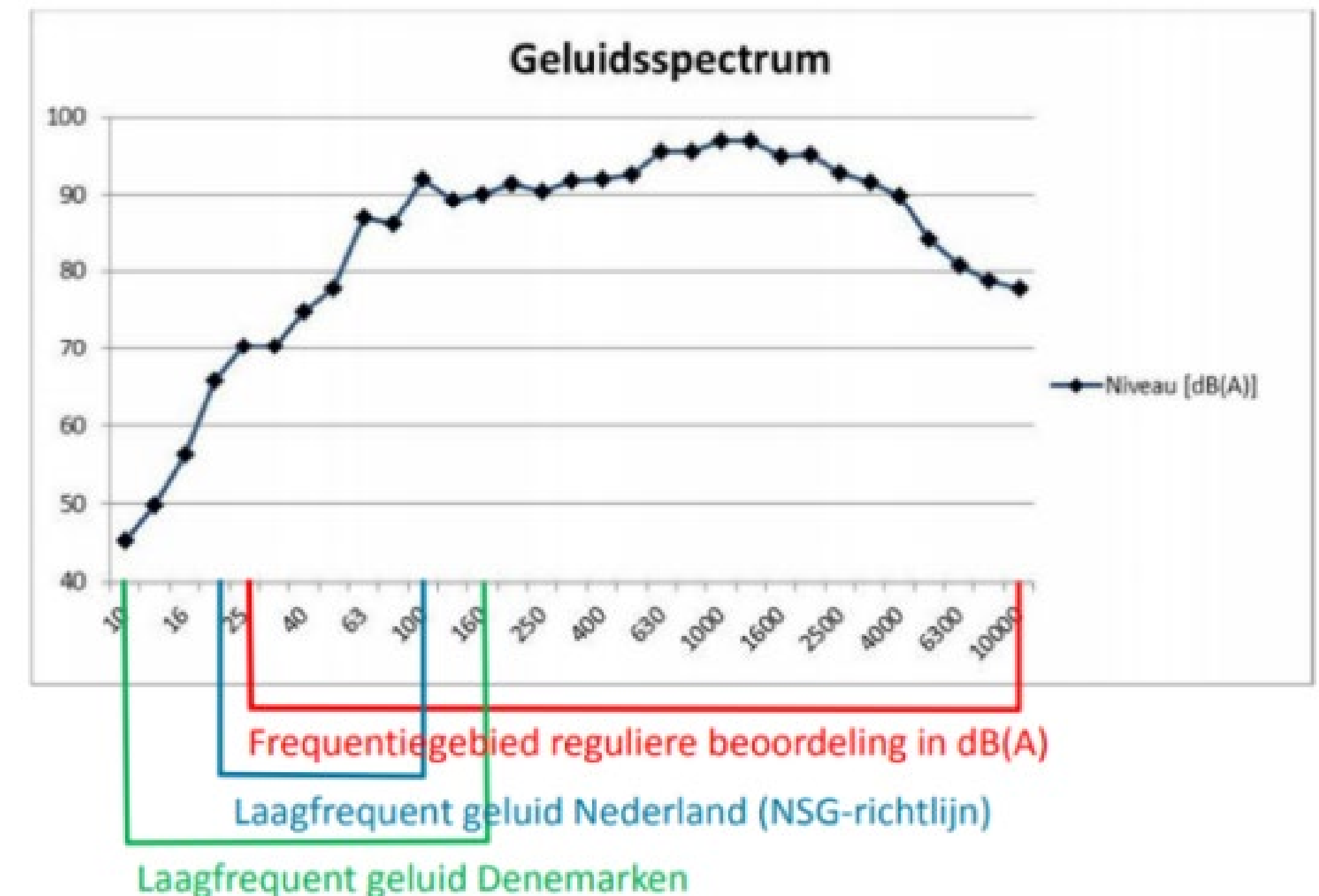
# Laag Frequent Geluid

Laag frequent geluid (LFG) is geluid in het frequentiebereik van 10 tot 160 Hz als je het ruim neemt maar de wetenschap gaat uit van 20 tot 100 Hz.

Uit onderzoek van de Nederlandse Stichting Geluidhinder (NSG) blijkt dat geluid onder 20 Hz niet waarneembaar is. Bij lagere frequenties wordt over infra(soon)-geluid gesproken.

In Nederland zijn geen normen voor LFG. Door onderzoeksbureaus wordt het overschrijden van de Vercammen-curve vaak als toets gehanteerd om te bepalen of er sprake is van hinder door LFG.

Specifieke kenmerken van LFG zijn: weinig absorptie, weinig afscherming, lage geluidsisolatie en het menselijk oor kan geen richting bepalen van LFG.

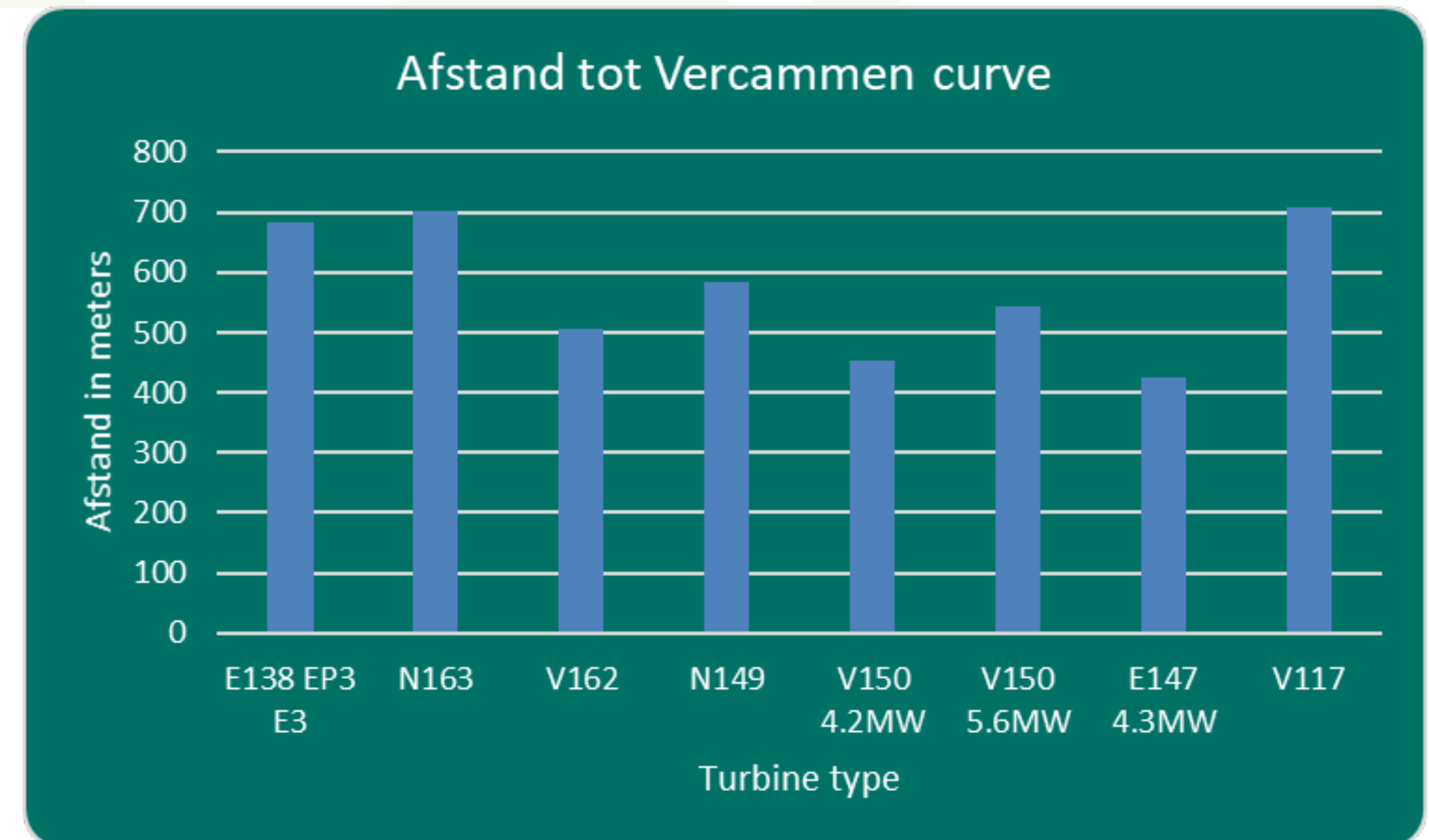


# Laag Frequent Geluid

Als LFG wordt meegenomen in onderzoeken wordt er naar de geluidniveaus binnenshuis gekeken. Het geluid wordt dan nog eens extra gedempt door de gevelisolatie. In Nederland is de afstand tot gevoelige objecten groot genoeg om te kunnen stellen dat er binnenshuis geen hinder zal ontstaan door LFG.

Buiten is er wel kans dat de waarden van de Vercammen curve overschreden worden. In uitzonderlijke gevallen kan dat tot hinder leiden.

Ook LFG is verschillend per turbine type waarbij het belangrijk is om te beseffen dat het geluidniveau niet is gekoppeld aan de dimensies of ashoogte van een windturbine. De grafiek hiernaast geeft van een aantal windturbine typen weer wat de afstand is waarbij de Vercammen curve buiten wordt overschreden.





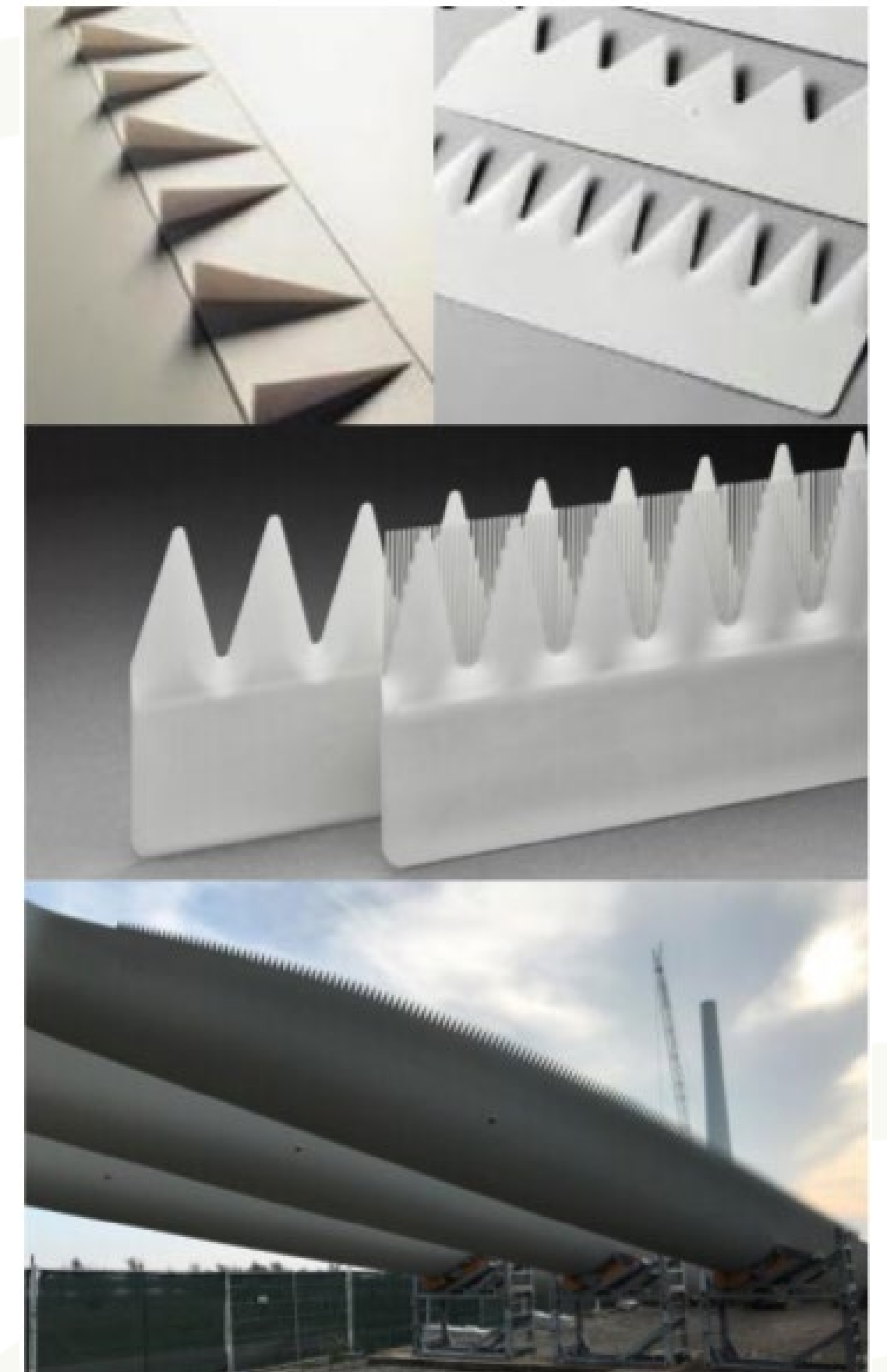
WINDPARK  
DOETINCHEM

# Reduceren van geluid

Het geluid van een windturbine is te reduceren doormiddel van het toepassen van uilenveren op de turbine bladen. Deze kartels aan de rand van het blad zorgen ervoor dat de luchtstromen weer geleidelijk bij elkaar komen in plaats van hard op elkaar botsen. Deze maatregel kost een beetje geld maar gaat niet ten koste van stroom productie

Daarnaast is het geluid nog verder te reduceren door het toerental te verlagen. Hiermee gaat er wel stroom productie verloren.

Het verlagen van het toerental kan gericht gebeuren in bepaalde tijdsvakken of afhankelijk van windsnelheid of windrichting. Hierdoor kunnen de verliezen beperkt worden.



# Gezondheidseffecten



Er is wereldwijd al veel wetenschappelijk onderzoek verricht naar de gezondheidseffecten van wind turbines. Met name slagschaduw, geluid en laag frequent geluid zijn onderzocht doormiddel van enquêtes maar ook met behulp van meetapparatuur voor bloeddruk, stress en slaapverstoring.

Uit geen enkel onderzoek blijkt er een directe relatie te bestaan tussen bekende ziekten of chronische aandoeningen en windturbines. Wat wel is aangetoond is dat een windpark zorgt voor een toename van ergernis. Ergernis kan leiden tot een verhoogd stres niveau en wat dit op de lange termijn doet met mensen is nog niet onderzocht. Hoe lang omwonenden zich blijven ergeren is ook nog niet onderzocht.