Bosch & van Rijn
experts in duurzame energie

Titel	**Aanvullende berekeningen en overwegingen n.a.v. beroepsgronden tegen bestemmingsplan windpark Beuningen**
Datum	30 november 2022
Auteurs	Laurens Kik MSc., Loes Derikx MSc., Steven Velthuijsen MSc., met bijdrage van ir. Mike Dijktra (LBP|Sight).

1 Inleiding

Voorliggend memo presenteert de resultaten voor enkele geluids- en slagschaduwberekeningen uitgevoerd naar aanleiding van de aangevoerde beroepsgronden en ter nadere ondersteuning van het verweerschrift van de gemeente Beuningen betreffende het Bestemmingsplan Windpark Beuningen en ter bevestiging van het bestreden bestemmingsplan 'Windpark Beuningen'.

Voor sommige onderwerpen heeft akoestisch adviesbureau LBP|Sight werkzaamheden verricht. Hun rapport is als bijlage bij dit memo gevoegd; de resultaten zijn in de tekst van het memo verwerkt.

In het memo zijn de slagschaduweffecten van de windturbines op de nabijgelegen kippenrondeel aan de Elsenpas 2a (Rondeel Ewijk B.V.) nader in kaart gebracht. Ook voor (cumulatief) geluid is dit gedaan (in samenwerking met LBP Sight) voor de kippenrondeel.
Verder geeft het memo nader inzicht op het effect van een 'harde bodem' bij de nabijgelegen zandwinning (oostplas) en de piekbelasting- en laagfrequentie immissie als gevolg van de windturbines.

Daarnaast heeft LBP Sight verder onderzoek gedaan naar de geluidseffecten van de nabijgelegen helikopterhaven en airco- en muziekinstallaties op winkels en bedrijfspanden en muziekgeluid van sportscholen en horeca en in de buurt.

2 Geluid

Aangepaste bodem zandwinning

In reactie op de beroepsgrond van de Stichting Tegenwind wat betreft de geluidsreflectie door wateroppervlakten (zie verweerschrift 4.10) is ter bevestiging van het akoestisch onderzoek hierna een nog meer worst case scenario van de situatie bij de zandwinningslocatie Geertjesgolf in beeld gebracht.

In de omgeving van de kernen Deest en Winssen wordt de komende jaren het zandwin- en herinrichtingsproject Geertjesgolf gerealiseerd. Gedurende een periode van 15 jaar wordt in dit gebied zand en grind gewonnen voor de bouwgrondstoffenvoorziening. Deze autonome ontwikkeling is in eerdere onderzoeken van Bosch & van Rijn deels meegenomen, in de vorm van de Westplas[1].

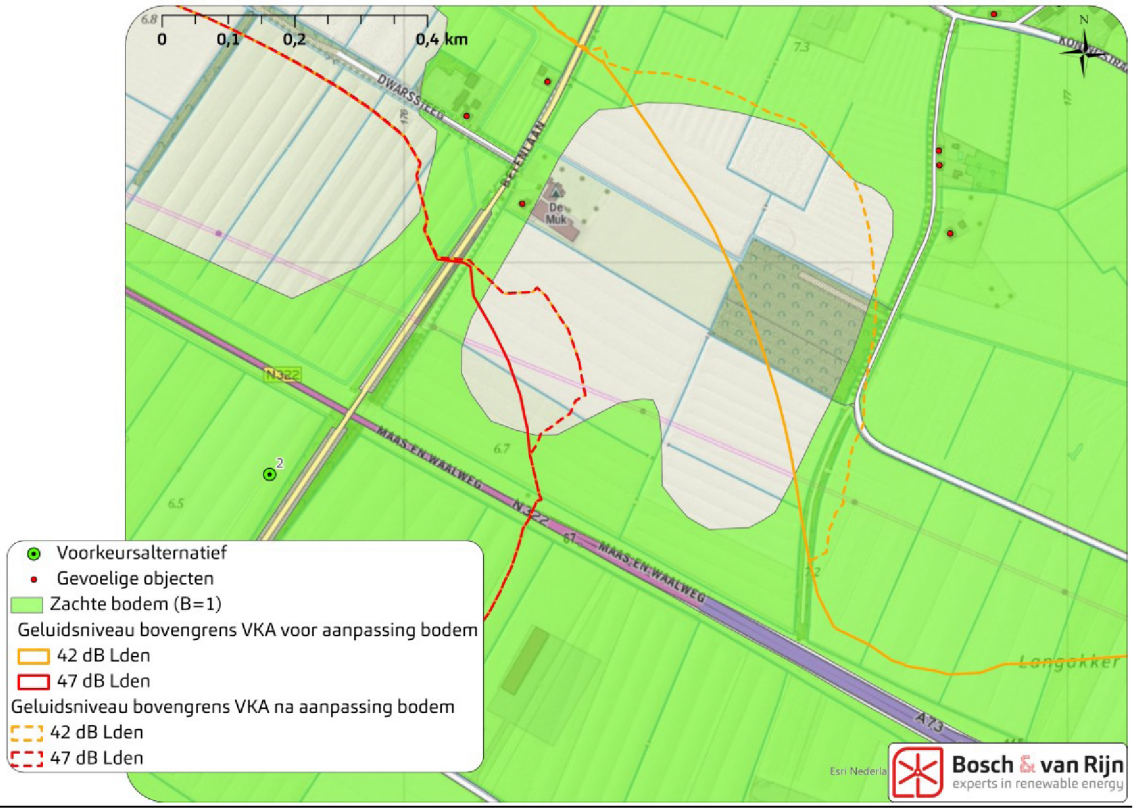
Figuur 1 **Eindplan H1 locatie. Bron: geertjesgolf.nl. Het de westelijke plas was als harde bodem meegenomen in het akoestisch onderzoek. Het oostelijke deel was als zachte bodem beschouwd.**



De oostplas is ook in het akoestisch onderzoek - als zachte bodem (figuur 4 van het akoestisch onderzoek) - meegenomen. Op basis van bovenstaand eindplan is namelijk beoogd dat de oostplas deels uit water en deels uit gras zal bestaan. Om niettemin aanvullend de maximale effecten inzichtelijk te maken is een berekening uitgevoerd die (worst-case) uitgaat van de situatie waarin de gehele oostplas als hardereflecterende bodem wordt beschouwd. De onderstaande afbeelding laat de nieuwe bodem in de omgeving van de plas zien. Ook zijn de 42 en 47 dB contouren van de bovengrens van het VKA ingetekend. Deze contouren illustreren het reflecterende effect van de plas.

[1] Zie www.geertjesgolf.nl voor meer informatie over het project.

Figuur 2 **Aangepaste bodemlaag en het effect op geluidscontouren van de bovengrens.**



Uitgaan van een harde bodem resulteert in meer reflectie van het windturbinegeluid. Hierdoor kunnen woningen in het verlengde van het windpark en de plas een hoger gemiddeld geluidsniveau ontvangen. Voor de ondergrens en de bovengrens van het VKA zijn de woningen met de meeste toename in geluid door de bodemaanpassing hieronder weergegeven. Alle gevoelige objecten met een toename van 0,1 dB L_{den} of meer zijn weergegeven.

Tabel 1 **Geluidsniveaus bij gevoelige objecten voor en na aanpassing bodemvlakken, ondergrens VKA**

Adres	Geluidsniveau in Lden voor bodem-aanpassing	Geluidsniveau in Lden na bo-demaanpassing	toename in dB
Begijnenstraat 2 Winssen	37,23	37,81	0,58
Begijnenstraat 2a Winssen	36,85	37,39	0,54
Begijnenstraat 4 Winssen	36,76	37,17	0,41
Koningstraat 30 Winssen	35,60	35,80	0,20
Koningstraat 32 Winssen	35,75	35,93	0,18
Plakstraat 25 Winssen	35,20	35,37	0,17
Koningstraat 34 Winssen	35,91	36,07	0,16
Koningstraat 49 Winssen	36,12	36,27	0,15
Plakstraat 23 Winssen	34,74	34,89	0,15
Plakstraat 14 Winssen	34,96	35,11	0,15
Plakstraat 21 Winssen	34,26	34,39	0,13
Plakstraat 19 Winssen	33,72	33,84	0,12
Plakstraat 17 Winssen	33,47	33,58	0,11
Betenlaan 3 Winssen	41,92	42,03	0,11
Poelsestraat 9 Winssen	33,30	33,40	0,10
Poelsestraat 7 Winssen	33,29	33,39	0,10

Tabel 2 **Geluidsniveaus bij gevoelige objecten voor en na aanpassing bodemvlakken, bovengrens VKA**

Adres	Geluidsniveau in Lden voor bodem-aanpassing	Geluidsniveau in Lden na bo-demaanpassing	toename in dB
Begijnenstraat 2 Winssen	36,9	37,54	0,62
Begijnenstraat 2a Winssen	36,6	37,17	0,58
Begijnenstraat 4 Winssen	36,5	36,95	0,44
Koningstraat 30 Winssen	35,4	35,61	0,21
Plakstraat 25 Winssen	35,0	35,20	0,19
Koningstraat 32 Winssen	35,5	35,72	0,19
Koningstraat 34 Winssen	35,7	35,86	0,18
Plakstraat 23 Winssen	34,5	34,71	0,18
Koningstraat 49 Winssen	35,9	36,03	0,17
Plakstraat 14 Winssen	34,8	34,92	0,17
Plakstraat 21 Winssen	34,1	34,24	0,15
Plakstraat 19 Winssen	33,6	33,70	0,13
Plakstraat 17 Winssen	33,3	33,46	0,13
Poelsestraat 9 Winssen	33,2	33,28	0,12
Poelsestraat 7 Winssen	33,2	33,27	0,12
Poelsestraat 10 Winssen	33,0	33,12	0,11
Betenlaan 3 Winssen	42,0	42,05	0,10
Plakstraat 12 Winssen	32,9	32,98	0,10

Uit deze (worst-case) benadering blijkt dat de toename van het windturbinegeluid als gevolg van de hardere bodem bij alle woningen minder is dan 1 dB. De daadwerkelijke geluidsbelasting zal lager liggen dan hier berekend, doordat een groot deel van de oostplas een zachte bodem zal krijgen (gras) en geen harde bodem zoals hier berekend. Overigens volgt hieruit dat de geluidbelasting bij alle genoemde geluidgevoelige objecten (woningen) ruimschoots onder de geluidnormen van het plan blijven.

Kippenrondeel Elzenpas 2a, Ewijk

Windturbinegeluid

In reactie op de beroepsgronden van Rondeel Ewijk B.V. zijn in aanvulling op het akoestisch onderzoek zekerheidshalve de effecten van geluidbelasting van het windpark op de “niet-geluidgevoelige” kippenrondeel (zie verweerschrift 3.1 – 3.4) nader in beeld gebracht.

Ter plaatse van de kippenrondeel is berekend wat het geluidsniveau is als gevolg van de windturbines. De kippenrondeel ligt ca. 140 meter van de meest dichtbijgelegen windturbine: windturbine 3.
De onderstaande tabel laat het geluidsniveau voor de onder- en bovengrens van het VKA zien. Daarbij is zowel het gemiddelde geluidsniveau in de nacht (L_{night}) als de L_{den}-waarde gegeven.

Tabel 3 **Windturbinegeluidsniveau L_{WT} ter plaatse van de kippenrondeel.**

	Immissie Rondeelstal	
	L_{night} (dB)	L_{den} (dB)
Elsenpas 2a Ewijk (inclusief mitigatie)	42,1- 45,0	49,9 - 51,2

Een waarde van 51 dB Lden komt overeen met een jaargemiddelde geluidsbelasting van ca. 45 dB(A). De maximale momentane geluidsbelasting is in zo’n situatie ca. 48

dB(A). Dergelijke geluidsbelastingen zijn te laag om geluidsoverlast te geven bij dieren in stallen. Zie ook hoofdstuk 3 van de bijlage van LBP|Sight, en de conclusie van het artikel 'Inschatting van het effect van de aanwezigheid van windmolens op pluimvee' dat integraal als bijlage bij het LBP|Sight-rapport is opgenomen.

Cumulatief geluid

LBP|Sight heeft de geluidsbelasting op de Kippenrondeel berekend als gevolg van industrielawaai, verkeerslawaai en de zandwinning. Hieruit blijkt dat de hoogste geluidsbelasting optreedt op de noordgevel. Daarom wordt de berekening verder, worst case, uitgevoerd met de waarden voor de noordgevel. Zie de bijlage voor de immissie op de andere gevels. Voor windturbinegeluid zijn geen aparte punten op de gevel gemodelleerd, maar is uitgegaan van 1 toetspunt, gelegen aan die kant van de rondeelstal met de kortste afstand tot de dichtstbijgelegen windturbine.

Tabel 4 **Rekenresultaten andere geluidsbronnen (dB(A) en dB).**

	Immissie Rondeelstal
Industrielawaai etmaalwaarde	37,2
Verkeerslawaai Lden-waarde	61,1
Zandwinning etmaalwaarde	36,3
Totale cumulatieve geluidsbelasting zonder windturbines $Lcum_{,oud}$	61,1

Toename cumulatief geluid door windturbines

Energetische sommatie van de huidige geluidsbronnen leidt tot het huidige cumulatieve geluidsniveau ($Lcum_{,oud}$). Door daar de geluidsbelasting als gevolg van de windturbines bij op te tellen vinden we het nieuwe cumulatieve geluidsniveau ($Lcum_{,nieuw}$) voor zowel de onder- als de bovengrens van het VKA.
De toename van het cumulatieve geluidsniveau is het verschil tussen $Lcum_{,nieuw}$ en $Lcum_{,oud}$.

Tabel 5 **Cumulatieve geluidsbelasting met en zonder windturbinegeluid, in dB Lden. De bandbreedte in de cumulatieve waarden *met* windturbines komt doordat er een stil en een luid type zijn doorgerekend t.b.v. het bestemmingsplan en de vergunningaanvraag.**

	Immissie Rondeelstal
$Lcum_{,oud}$	61,13
L_{WT} (inclusief mitigatie a.g.v. Elsenpas 2)	49,9 - 51,2
$Lcum_{,nieuw}$	61,5 – 61,6
Toename	0,32 – 0,42

N.B. Deze berekening geeft inzicht in de geluidsbelasting op de gevel van de Rondeelstal en houdt geen rekening met de geluidsbelasting die vanuit de Rondeelstal zelf optreedt.

De berekening laat zien dat de geluidsbelasting als gevolg van de windturbines aanzienlijk kleiner is dan de huidige geluidsbelasting als gevolg van het wegverkeer, waardoor de toename beperkt blijft tot ruim minder dan 1 dB.

Welzijn pluimvee

Zie hoofdstuk 3 van het memo van LBP|Sight (bijlage bij dit document) voor een uiteenzetting op het gebied van welzijn van pluimvee in relatie tot geluid. Samengvat volgt daaruit dat – zoals al in het verweerschrift beschreven – weinig kennis beschikbaar is over de effecten van windturbines op pluimvee. Op basis van de wel beschikbare kennis is de conclusie dat niet aannemelijk is dat pluimvee meer

gehinderd zou zijn door windturbinegeluid mede omdat kleinere dieren zoals pluimvee minder goed laagfrequent geluid kunnen waarnemen dan de mens en omdat in Nederland geen gevallen bekend zijn van invloed van windturbines op vee.

Laagfrequent geluid

In reactie op de beroepsgronden Boekhorst e.a. (zie verweerschrift 2.4.2) over laagfrequent geluid volgt ter bevestiging van het akoestisch onderzoek en de planregeling (artikel 4.4.4, onder b, van de planregels) hierover nog een nadere beschouwing.

Deze paragraaf geeft dus een (meer technische en kwantitatieve) beschouwing van laagfrequent geluid (LFG) bij de onder- en bovengrens van het VKA. Met deze informatie is gerekend om inzichtelijk te maken hoeveel laagfrequent geluid bij de gevoelige objecten optreedt.

Om laagfrequent geluid in kaart te brengen is het geluidsniveau per frequentie als input voor de berekeningen nodig. Deze informatie is opgevraagd bij Vestas en Nordex voor respectievelijk de ondergrens en bovengrens van het VKA.

Voor de gevoelige objecten is voor de onder- en bovengrens van het VKA in GeoMilieu berekend wat het aandeel laagfrequent geluid is. De output van het model is een tabel met een aantal dB dat per octaafband voorkomt bij de geselecteerde woningen. De onderstaande tabellen laten, in 3 banden, zien hoe veel laagfrequent geluid op de gevel van acht gevoelige objecten voorkomt. De acht geselecteerde woningen liggen op verschillende afstanden, zo wordt duidelijk dat het aandeel van laagfrequent groeit naarmate het gevoelige object verder van het windpark ligt. De afstand tot de meest nabije windturbine is ook aangegeven.

Tabel 6 **Immissie per octaafband bij de geselecteerde woningen, ondergrens VKA (in dB)**

Adres	Afstand tot windpark (in m)	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	LFG totaal	Gehele immissie	Aandeel LFG
Kooistraat 7 Winssen	258	24,7	29,3	27,6	**32,4**	41,2	**13%**
Elsenpas 2 Ewijk	299	17,6	28,6	27,0	**31,1**	40,3	**12%**
Elsenpas 3 Ewijk	400	16,0	27,2	25,9	**29,8**	38,8	**12%**
Betenlaan 3 Winssen	558	19,3	24,1	22,9	**27,3**	35,6	**15%**
Steeg 3b Ewijk	889	11,3	22,1	23,8	**26,2**	34,1	**16%**
Wijksestraat 45 Bergharen	1248	13,7	18,8	17,5	**21,9**	29,2	**19%**
Den Elt 17d Ewijk	1741	7,1	16,7	16,0	**19,6**	26,6	**20%**
Wezelsedijk 29 Wijchen	2066	3,3	13,2	10,7	**15,4**	22,0	**22%**
Ringvaart 14 Beuningen	2703	1,4	10,8	13,3	**15,4**	20,7	**30%**

Tabel 7 **Immissie per octaafband bij de geselecteerde woningen, bovengrens VKA (in dB)**

Adres	Afstand tot windpark (in m)	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	LFG totaal	Gehele immissie	Aandeel LFG
Kooistraat 7 Winssen	258	21,7	31,5	29,0	**33,7**	43,3	**11%**
Elsenpas 2 Ewijk	299	20,2	30,2	27,5	**32,3**	41,6	**12%**
Elsenpas 3 Ewijk	400	19,4	29,3	27,1	**31,6**	40,7	**12%**
Betenlaan 3 Winssen	558	16,4	26,3	24,3	**28,7**	37,5	**13%**
Steeg 3b Ewijk	889	14,5	24,5	25,1	**28,0**	35,9	**16%**
Wijksestraat 45 Bergharen	1248	11,3	21,2	18,9	**23,5**	30,9	**18%**
Den Elt 17d Ewijk	1741	9,7	19,6	17,8	**22,0**	28,6	**22%**
Wezelsedijk 29 Wijchen	2066	6,7	16,5	13,1	**18,4**	24,5	**25%**
Ringvaart 14 Beuningen	2703	3,8	13,6	15,1	**17,6**	22,5	**32%**

Om tot een binnenwaarde te komen dient een waarde in mindering te worden gebracht op de laagfrequente waarde, die de dempende werking van de gevel representeert. De standaard Nederlandse waarde kan daar voor worden gebruikt. Echter is deze informatie in tertsvorm (drie banden die samen één octaafband vormen) gepresenteerd. Om deze geveldemping toe te kunnen passen moet de informatie uit de voorgaande tabellen worden omgezet van octaaf- tot tertsvorm.

Dit kan gedaan worden door de drie dezelfde tertswaarden te vinden die samen de waarde uit de bijhorende octaafband creëren. Omdat er een logaritmisch verband is bij het optellen van geluid is dit niet de waarde van de octaafband gedeeld door 3, maar het logaritmische equivalent hiervan. Hieronder is weergegeven hoe dit is gedaan voor de waarden in tertsbanden 25, 31,5 en 40 Hz, die samen de octaafband 31,5 Hz maken.

Tabel 8 **Voorbeeld (Elsenpas 3 Ewijk) van het converteren van octaafwaarden naar tertswaarden voor de octaafband 31,5 Hz. Voor de andere octaafbanden is de berekening identiek.**

Octaafband (Hz)	Tertsband (Hz)	Octaafwaarde in dB		Tertswaarden in dB
31,5	25	23,72	→	18,95
	31,5			18,95
	40			18,95

Bij elke woning is deze exercitie uitgevoerd. Van de tertswaarden kan vervolgens de gevelwaarde (zie Tabel 9) worden afgetrokken. Daarbij moet worden opgemerkt dat deze uitsplitsing een worst-case benadering is, omdat het geluidsniveau van windturbines doorgaans afneemt bij afnemende frequentie, en in deze uitsplitsing het geluid gelijkelijk over de tertsbanden is verdeeld.

Tabel 9 **Nederlandse geveldempingwaarden per tertsband**

Tertsband LFG	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
Geveldemping (in dB)	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-15	-15

Hieronder is voor onder- en bovengrens de laagfrequente geluidswaarde op de gevel en binnenshuis weergegeven.

Tabel 10 **Laagfrequente geluidsniveaus (in dB) op gevels en binnenhuis, per woning, per onderzoeksvariant.**

		VKA onder		VKA boven	
Adres	Afstand in m	dB gevel	dB binnen	dB gevel	dB binnen
Kooistraat 7 Winssen	258	**32**	20	**34**	20
Elsenpas 2 Ewijk	299	**31**	18	**32**	19
Elsenpas 3 Ewijk	400	**30**	16	**32**	18
Betenlaan 3 Winssen	558	**27**	14	**29**	15
Steeg 3b Ewijk	889	**26**	12	**28**	14
Wijksestraat 45 Bergharen	1248	**22**	9	**24**	10
Den Elt 17d Ewijk	1741	**20**	6	**22**	9
Wezelsedijk 29 Wijchen	2066	**15**	2	**18**	5
Ringvaart 14 Beuningen	2703	**15**	2	**18**	4

Uit de berekening blijkt dat de laagfrequente geluidsbelasting binnenshuis (bij voldoen aan de norm) bij geen van de onderzochte woningen hoger is dan 20 dB. Deze waarde kan worden vergeleken met de Deense norm waar Boekhorst e.a. naar verwijzen: de veroorzaakte laagfrequente geluidsbelasting zou onder de Deense wetgeving niet tot een overschrijding leiden.
Deze berekening onderschrijft kwantitatief de stelling uit het Akoestisch Onderzoek dat een geluidsnorm van 47 dB Lden voldoende bescherming biedt tegen laagfrequente geluidsbelasting.

Helikopterhaven

In reactie op de beroepsgrond van de Stichting Tegenwind over de geluidbelasting vanwege de helihaven (zie verweerschrift 4.11) heeft LBP|Sight een berekening uitgevoerd van het helikoptergeluid op omliggende woningen. Hieronder is deze geluidsbelasting opgenomen voor de 5 woningen met de hoogste helikoptergeluidsbelasting en de 5 woningen met de hoogste belasting als gevolg van het windpark. De rekenresultaten zijn in tabelvorm als bijlage bij dit memo gevoegd.

Tabel 11 **De toename van het cumulatieve geluidniveau (met en zonder windturbines) wanneer ook het helikoptergeluid wordt meegenomen. Het geluid van de helikopter wordt in de tabel aangeduid met L_{LL} (luchtverkeerslawaai). Bij het berekenen van de cumulatieve geluidsbelasting is de rekenregel voor luchtverkeerslawaai uit hoofdstuk 4 van het Reken- en Meetvoorschrift windturbines toegepast.**

Adres	L_{LL} (heli)	Lcum,oud		Lcum,nieuw		Effect heli op Lcum,nieuw
		Zonder heli	Met heli	Zonder heli	Met heli	
Woningen met de hoogste geluidsbelasting van het windpark						
Kooistraat 7 Winssen	29,2	49	49	59	59	0,0
Elsenpas 2 Ewijk	24,3	56	56	60	60	0,0
Elsenpas 3 Ewijk	21,2	56	56	59	59	0,0
Elsenpas 1 Ewijk	23,6	57	57	59	59	0,0
Kooistraat 6 Winssen	30,7	51	51	54	54	0,1
Woningen met de hoogste geluidsbelasting van de helihaven.						
Betenlaan 4 Winssen	43,8	58	59	59	59	0,6
Betenlaan 3 Winssen	41,1	63	63	63	64	0,1
Koningstraat 57 Winssen	41,1	54	54	54	55	0,9
Koningstraat 55a Winssen	40,4	52	53	53	54	1,0
Dwarssteeg 2 Winssen	40,3	56	57	57	57	0,4

In de omgeving van het windpark heeft het geluid van de helihaven vrijwel geen effect op de cumulatieve geluidssituatie (bovenste vijf adressen in bovenstaande tabel).
Zelfs in de directe omgeving van de helihaven (de onderste vijf adressen uit bovenstaande tabel) is de bijdrage van het helikoptergeluid aan de cumulatieve geluidsbelasting beperkt tot 1 dB.

Airco- en muziekgeluid

In reactie op de beroepsgrond van Boekhorst e.a. over de geluidbelasting vanwege airco- en muziekgeluid van winkels, horeca en sportscholen (zie verweerschrift 2.4.1 en 2.4.5) volgt ter bevestiging van het akoestisch onderzoek dat dit airco- en muziekgeluid niet hoeft te worden betrokken bij het onderzoek naar de cumulatieve geluidbelasting bij het bestemmingsplan voor het windpark Beuningen. Wij verwijzen naar het memo van LBP|Sight.

3 Slagschaduw

Kippenrondeel Elzenpas 2a, Ewijk

In reactie op de beroepsgronden van Rondeel Ewijk B.V. zijn in aanvulling op het slagschaduwonderzoek bij het plan zekerheidshalve de effecten van slagschaduw van het windpark op de kippenrondeel (zie verweerschrift 3.1 – 3.4) nader in beeld gebracht.

Voor de kippenrondeel aan de Elzenpas 2a in Ewijk is berekend hoeveel slagschaduw er gemiddeld jaarlijks ter plaatse wordt verwacht. Voor deze berekening is de rondeel gemodelleerd als vlak op een hoogte van 10m (de rondeel loopt namelijk naar het midden toe op tot ca. 10m hoogte boven het maaiveld). Uit de berekening, uitgevoerd met WindPRO, volgt dat er jaarlijks **25:48** uur slagschaduw wordt verwacht als gevolg van de bovengrens van het VKA, indien er geen stilstandregeling zou worden toegepast. Een deel van deze slagschaduw wordt echter reeds voorkomen doordat de windturbines moeten worden stilgezet indien slagschaduw optreedt op nabijgelegen gevoelige objecten.

Onderstaande tabel toont hoeveel stilstand is benodigd om te voldoen aan de norm voor gevoelige objecten (0 uur) als de kippenrondeel als gevoelig object wordt beschouwd; ter vergelijking toont de tabel ook de stilstand exclusief de kippenrondeel.

Tabel 12 **Jaarlijkse stilstand en opbrengstderving om te voldoen aan slagschaduwnorm van 0 uur per jaar. Bovengrens VKA**

Berekening	Stilstand per jaar (uu:mm)	Derving (% draaiuren)
Gevoelige objecten excl. Kippenrondeel	530:13	1,28%
Gevoelige objecten incl. kippenrondeel[2]	546:29	1,32%
Toename benodigde stilstand	16:16	0,04%

Zoals uit de berekening blijkt treedt er jaarlijks ca. 16 uur slagschaduw op ter plaatse van de rondeelstal.

[2] NB. De benodigde stilstand excl. kippenrondeel wijkt iets af van het onderzoek ter onderbouwing van de vergunningsaanvraag en het bestemmingsplan (Bovengrens: 533:06). Dit is te wijten aan licht gewijzigde reken-aannames in de nieuwste versie van het rekenprogramma WindPRO. Voor de vergelijking is bovenstaande berekening voor de bovengrens excl. kippenrondeel opnieuw uitgevoerd met dezelfde input als de berekeningen met kippenrondeel, zodat de toename berekend kan worden op basis van twee berekeningen die dezelfde aannames hanteren.

Bijlagen

- A: Memo LBP|Sight
- B: Immissiewaarden helihaven
- C: Slagschaduwberekeningen
    - Alleen Rondeelstal
    - Alle gevoelige objecten, zonder Rondeelstal
    - Alle gevoelige objecten, met Rondeelstal

Bosch & Van Rijn
Franz-Lisztplantsoen 220
3533 JG Utrecht

Tel: 030 - 677 64 66
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2022
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.

LBP|SIGHT

Windpark Beuningen

Nader onderzoek diverse geluidaspecten

Opdrachtgever
Gemeente Beuningen
Contactpersoon
de heer G. Jansen
Kenmerk
R068517ac.22CJ9P4.md
Versie
03_001
Datum
25 november 2022
Auteur
ir. M.T. (Mike) Dijkstra

Kelvinbaan 40 2e verd., 3439 MT Nieuwegein | Postbus 1475, 3430 BL Nieuwegein | T (030) 231 13 77 | F (030) 234 17 54
E info@lbpsight.nl | www.lbpsight.nl | IBAN: NL62 RABO 036 42 36 558 | KvK 30073990 | BTW NL007076083B01

LBP|SIGHT

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Elsenpas 2a Ewijk industrielawaai en verkeerslawaai 4

3 Welzijn pluimvee 6

4 Cumulatie bedrijfsgeluid 7

5 Helihaven 8

Bijlage

Bijlage I Artikel Wageningen Universiteit

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Beuningen hebben wij diverse geluidaspecten onderzocht voor het bestemmingsplan en de omgevingsvergunning Windpark Beuningen.

Het bestemmingsplan Windpark Beuningen betreft een bestemmingsplan ten zuiden van Beuningen waarin parallel aan de Rijksweg A27 een windpark van vijf windturbines wordt bestemd. Voor dit bestemmingsplan heeft Bosch & Van Rijn akoestisch onderzoek uitgevoerd en gerapporteerd in:

- Akoestisch onderzoek t.b.v. CombiMER van 20 mei 2021.
- Oplegnotitie geluid van 1 oktober 2021.

In dit rapport worden enkele aanvullende vraagstukken over geluid behandeld.

2 Elsenpas 2a Ewijk industrielawaai en verkeerslawaai

Voor het adres Elsenpas 2a in Ewijk hebben wij de geluidbelasting van industrielawaai en verkeerslawaai berekend. Dit adres betreft de schuur achter nummer 2. Op deze locatie zijn bedrijfsgebouwen toegestaan. Het betreffende gebouw wordt gebruikt als kippenstal.



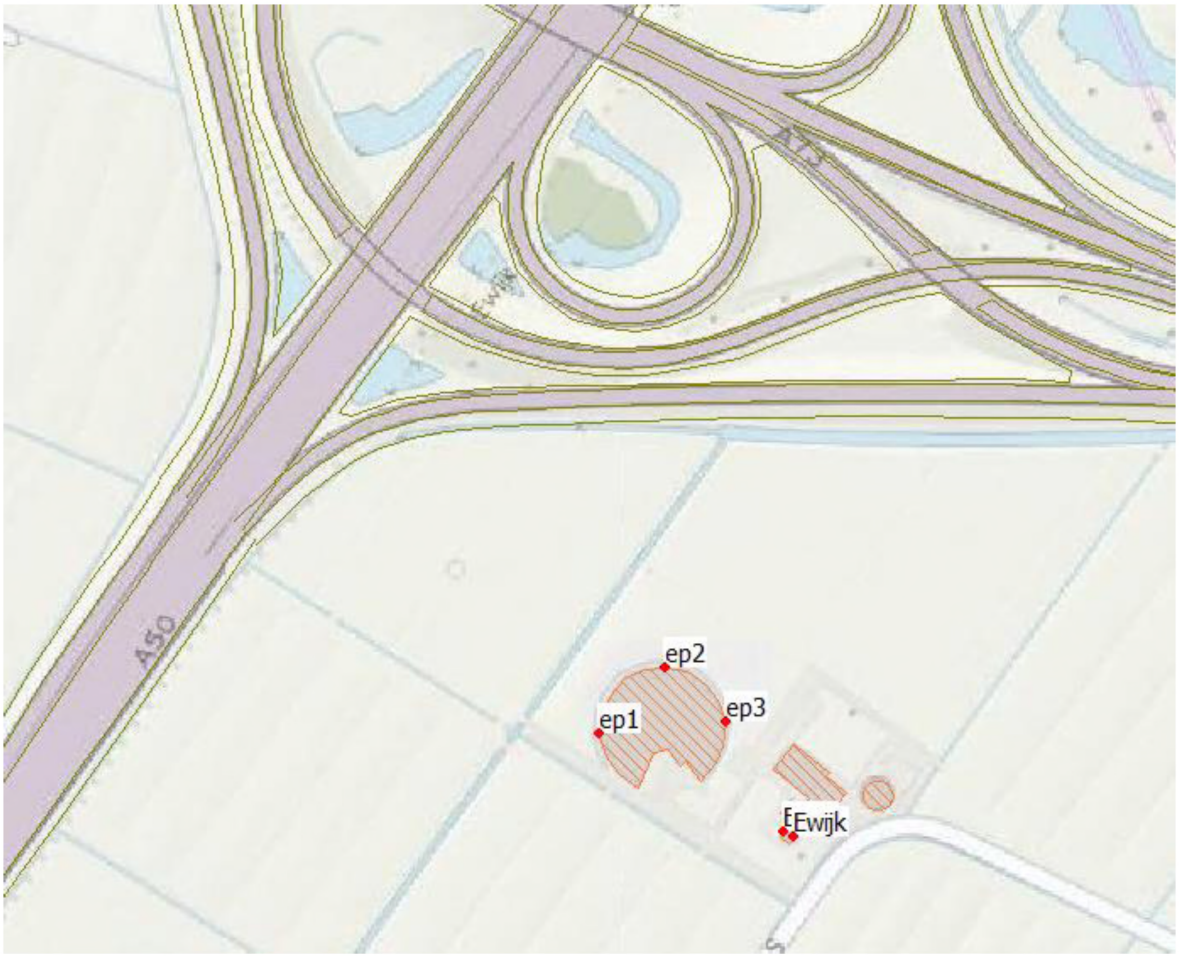
Figuur 2.1
Kippenstal en woning Elsenpas 2

De berekening is uitgevoerd met het rekenmodel behorende bij onze notitie V068517aa.206T9YN van 14 mei 2020 en onze notitie V068517aa.20DYIME van 29 september 2020. Hierin is een rekenpunt opgenomen ter plaatse van het gebouw van Elsenpas 2a. In tabel 2.1 zijn de resultaten weergegeven. In figuur 2.2 is de ligging van de waarneempunten gegeven.

Tabel 2.1

Rekenresultaten [dB(A) en dB]

Geluidbron	westgevel	noordgevel	oostgevel
Industrielawaai etmaalwaarde	19,3	37,2	36,1
Verkeerslawaai L_{den}-waarde	59,5	61,1	58,3
Zandwinning etmaalwaarde	36,0	36,3	33,4



Figuur 2.2

Rekenpunten bij kippenstal

3 Welzijn pluimvee

Een kippenstal is geen geluidgevoelig object waardoor hier niet de gebruikelijke geluidnormen van toepassing zijn. Voor het effect van de geluidbelasting van windturbines op pluimvee is weinig kennis beschikbaar. Literatuur betreffende wilde vogels is in deze situatie niet goed toepasbaar. Voor wilde vogels worden waarden genoemd van 42 tot 49 dB(A) als gevolg van treingeluid waarbij een effect in dichtheid waarneembaar is (Effect van treinverkeer op dichtheden van weidvogels – Waardenburg 2002). Maar dit is voor pluimvee in een stal onvergelijkbaar. Wel wordt opgemerkt dat deze niveaus maar betrekkelijk weinig lager zijn dan de geluidbelasting door het windpark. Daarnaast worden niveaus genoemd van 80 tot 100 dB (bijvoorbeeld van vliegtuigen) waarbij verschillende soorten wilde vogels ander gedrag gaan vertonen (Effect van geluid op wilde soorten – Alterra 2008). Deze niveaus zijn bijzonder veel hoger dan de niveaus die bij windturbines kunnen optreden.

Voor het effect van geluid op pluimvee wordt gesteld dat hoge niveaus van invloed kunnen zijn op het (eet)gedrag van pluimvee (www.poultryworld.net/health-nutrition/chicken-productivity-sensitive-to-light-and-sound/). Dit betreft dan echter niveaus van meer dan 85 dB. Dit is bij een windturbine niet van toepassing. De hoge niveaus die van invloed kunnen zijn, zijn meestal afkomstig van activiteiten en installaties van het pluimveebedrijf zelf (voedingsmachines, schoonmaken) of van verkeer (vliegtuig, helikopter) (Effect of noise on performance, stress, and behaviour of animals – Broucek, Researsch Institue for Animal Production, 2014). In dit artikel wordt ook een onderzoek van McFarlane en Curtis uit 1989 geciteerd waarin een geluidniveau van 80 of 95 dB voor zeven dag lang geen effect had op de plasma corticosterone concentratie van kippen.

De genoemde niveaus waarbij verstoring kan optreden zijn veel hoger dan die kunnen optreden bij een windturbine (in deze situatie L_{den} tot 52 dB – dus momentane niveaus tot circa 48 dB(A)). Ook geldt in deze situatie dat de niveaus van wegverkeer hoger zijn. Het is aannemelijk dat het wegverkeerlawaai daarom ook meer invloed heeft dan het windturbinelawaai. Vooral ook omdat windturbinegeluid weinig tot geen plotselinge verhogingen kent (zoals bij wegverkeer van een passerende vrachtwagen). In de notitie 'Inschatting van het effect van de aanwezigheid van windmolens op pluimvee', november 2018 van Universiteit Wageningen (zie bijlage) wordt eveneens geconcludeerd dat het hoorbare geluid van windmolens te laag is om geluidoverlast te geven bij dieren in stallen.

Ook is het niet aannemelijk dat pluimvee gehinderd zou zijn door het karakter van windturbinegeluid. Daarbij speelt ook dat kleinere dieren dan de mens minder goed laagfrequent geluid kunnen waarnemen. In het algemeen is een dier het meest gevoelig voor een frequentie van het geluid dat overeenkomt met de klank die het dier zelf maakt.

Tot slot zijn in Nederland geen gevallen bekend van invloed van windturbines op vee.

4 Cumulatie bedrijfsgeluid

Het geluid van het windpark is beoordeeld in cumulatie met wegverkeersgeluid en geluid van het gezoneerde industrieterrein. Daarnaast is ook het geluid van de zandwinningsactiviteiten Geertjesgolf meegenomen in de beoordeling. Gevraagd is om te overwegen om ook ander geluid mee te nemen in de beoordeling zoals bijvoorbeeld het geluid van installaties (bijvoorbeeld airco-units) van bedrijven en muziekgeluid van sportscholen en horeca. Dit geluid is niet meegenomen in de beoordeling. Reden hiervoor is het feit dat dit geen gezoneerde geluidbronnen zijn en dat de invloed van dit soort bronnen zeer lokaal is. De geluidemissie van deze activiteiten wordt begrensd door de geluidnormen die gelden conform het Activiteitenbesluit milieubeheer. Om hiermee rekening te houden zou voor elke bestemming waar een activiteit toelaatbaar is rekening moeten worden gehouden met een maximale geluidbelasting volgens de wettelijke geluidnormen. Omdat een bestemmingsplan in het algemeen diverse activiteiten toestaat (zowel bij agrarische bestemmingen als maatschappelijk, centrum, bedrijf en gemengde bestemmingen) zou deze beoordelingswijze leiden tot een 'deken' aan toegestaan geluid. Dit zou het doel van de cumulatie-berekening voorbijschieten aangezien dan een hypothetische situatie wordt beoordeeld.

In praktijk is de mogelijke geluidbelasting door kleine bedrijvigheid veel beperkter. Ook is nauwelijks sprake van feitelijke cumulatie als wordt gekeken naar het tegelijkertijd optreden van waarneembaar geluid. Voor de windturbines is dit in de meeste gevallen de latere avondperiode en de nachtperiode. Voor veel kleinschalige bedrijvigheid is dit de dagperiode.

Daarnaast is de geluidbelasting van dit soort activiteiten niet hoger (vaak in ruime mate lager) dan de geluidnorm van 50 dB(A) etmaalwaarde. Dit wijkt af van de gezoneerde geluidbronnen die conform de Wet geluidhinder een hogere geluidbelasting kunnen hebben ter plaatse van woningen dan de voorkeursgrenswaarde. Ook hierdoor is cumulatie met kleinschalige bedrijvigheid niet relevant (in tegenstelling tot gezoneerde geluidbronnen).

5 Helihaven

Aan de Betenlaan 3 in Winssen bevindt zich een helihaven waar in het verleden een luchthaven-regeling door middel van een provinciale verordening van toepassing is vastgesteld. Hierbij is voorgeschreven dat:

- Per week maximaal zes vliegbewegingen mogen plaatsvinden.
- De gebruikte helikopter moet van het type Robinson 44, Schweizer 300c of gelijkwaardig zijn.



Figuur 5.1
De helihaven (vierkant rechtsboven in weiland). Linksonder de dichtstbijzijnde woning van derden

De geluidemissie van de helihaven is indicatief berekend op basis van de geluidcontour van een vergelijkbare helihaven:

- Voor de helihaven Coolen in Heythuizen ligt de L_{den} contour 56 dB op maximaal 100 meter van de landingsplaats (rapport Adecs 4 oktober 2016, kenmerk pl161001.not/pH/kd).
- Deze helihaven kent gelijke typen heli's met 530 bewegingen per jaar.
- Bij 6*52 bewegingen zal op 100 meter dan 2 dB minder resulteren. Op 100 meter afstand ligt dan de 54 dB contour.
- De dichtstbijzijnde woning bij de helihaven is de Betenlaan 4 op bijna 300 meter. Het geluidniveau hier zal door de grotere afstand circa 10 dB lager liggen en dus 44 dB bedragen.

Bovenstaande is in een rekenmodel opgenomen om de geluidbelasting bij andere woningen te berekenen. Hierbij is voor het geluidvermogenniveau van een helikopter 126 dB(A) gehanteerd.

Naam	Omschrijving	Lden
001_A	controlepunt	55,8
Winssen_A	Betenlaan 4 Winssen	43,8
Winssen_A	Betenlaan 3 Winssen	41,1
Winssen_A	Koningstraat 57 Winssen	41,1
Winssen_A	Koningstraat 55a Winssen	40,4
Winssen_A	Koningstraat 53 Winssen	40,3
Winssen_A	Dwarssteeg 2 Winssen	40,3
Winssen_A	Koningstraat 36 Winssen	40,1
Winssen_A	Betenlaan 2 Winssen	39,7
Winssen_A	Betenlaan 1 Winssen	39,5
Winssen_A	Koningstraat 38 Winssen	39,1
Winssen_A	Leegstraat 22 Winssen	37,8
Winssen_A	Begijnenstraat 2 Winssen	37,7
Winssen_A	Geerstraat 29 Winssen	37,2
Winssen_A	Begijnenstraat 2a Winssen	36,6
Winssen_A	Koningstraat 34a Winssen	36,6
Winssen_A	Begijnenstraat 4 Winssen	36,4
Winssen_A	Koningstraat 49 Winssen	35,8
Winssen_A	Koningstraat 34 Winssen	35,7
Winssen_A	Koningstraat 32 Winssen	35,2
Winssen_A	Geerstraat 27 Winssen	34,2

Deze waarden kunnen bij een cumulatieberekening worden meegenomen als luchtvaartlawaai. Echter, conform het Besluit burgerluchthavens wordt een eis verbonden aan een geluidcontour van 56 dB L_{den}. Deze waarde wordt ruimschoots onderschreden waardoor cumulatie met luchtvaartlawaai in deze situatie niet nodig wordt geacht.

LBP|SIGHT BV



ir. M.T. (Mike) Dijkstra

LBP|SIGHT

Bijlage I

Artikel Wageningen Universiteit

Notitie

Inschatting van het effect van de aanwezigheid van windmolens op pluimvee

Dr. Ing. R.A. (Rick) van Emous en A. Steentjes DVM
Wageningen Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen
Veterinair Centrum Someren, Slievenstraat 16, 5711 PK Someren
rick.vanemous@wur.nl
November 2018

Achtergrond

Bij een pluimveehouder met vleeskuikenouderdieren (vermeerderingsbedrijf) worden op een afstand van 300 tot 350 meter windmolens geplaatst.

Vraag

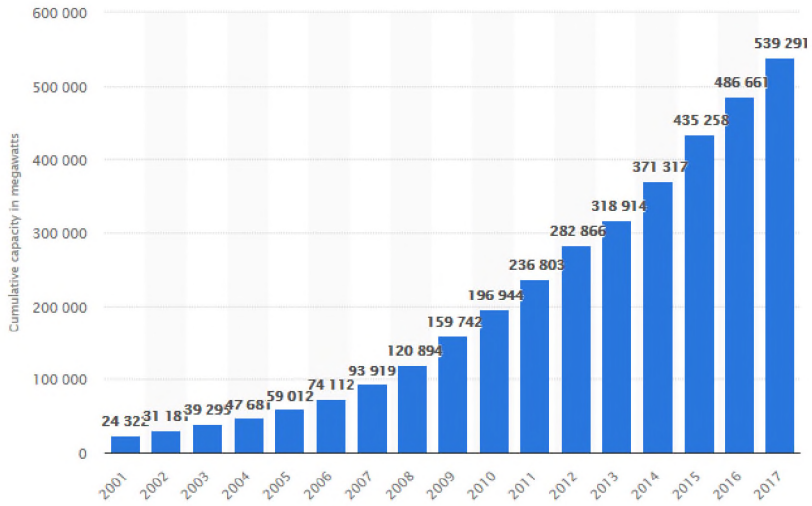
Kunnen ouderdieren last ondervinden van de aanwezigheid van windmolens met mogelijk gevolgen op de (re)productie van de dieren en/of hun nakomelingen?

Ondervinden ouderdieren gevolgen van windmolens?

Er is relatief weinig onderzoek gedaan naar eventuele effecten van windmolens op binnen gehouden (professioneel) pluimvee, en zeker niet met ouderdieren. Meer onderzoek is gedaan naar het effect van windmolens op mortaliteit en gedrag bij wilde vogels. Hieronder worden kort de meest relevante studies samengevat.

Windenergie

Windenergie is gratis, ruim voorhanden en wereldwijd beschikbaar. Het is een groene energiebron en daarom een voor de hand liggende keuze uit alle energiebronnen voor opwekking van elektriciteit (Goudarzi and Zhu, 2013).
Windenergie wordt opgewekt via windmolens, heeft een groen karakter, is overvloedig beschikbaar en heeft wereldwijd een enorme ontwikkeling doorgemaakt. In de afgelopen decennia, zijn windmolens met verschillende generatoren ontwikkeld om de maximale energieoutput te vergroten en de kosten te minimaliseren. Windmolens worden zowel in onshore (op land) als offshore (op zee) toegepast (Goudarzi and Zhu, 2013).
De gemiddelde jaarlijkse groei van de totaal geïnstalleerde windenergiecapaciteit tussen 2003 en 2013 was 25% per jaar (Global Wind Energy Reports, 2013). Op dat moment was de verwachting dat het cumulatief geïnstalleerd vermogen aan windenergie in 2015 de 400 GW zou passeren. Er werd ook verwacht dat 12% van het wereldwijde elektriciteitsverbruik in 2020 wordt geleverd door windenergie (Global Wind Energy Reports, 2013).
Figuur 1 toont het totaal cumulatief geïnstalleerd vermogen aan windenenergie in de wereld tussen 2001 en 2017 (www.statista.com). Hieruit blijkt dat de verwachting in 2013 klopte en dat wereldwijd in 2015 meer dan 400 GW aan geïnstalleerd vermogen aanwezig was. Verder blijkt uit de figuur dat vanaf 2015 het geïnstalleerd vermogen windenergie met 25% is gestegen naar circa 540 GW in 2017.

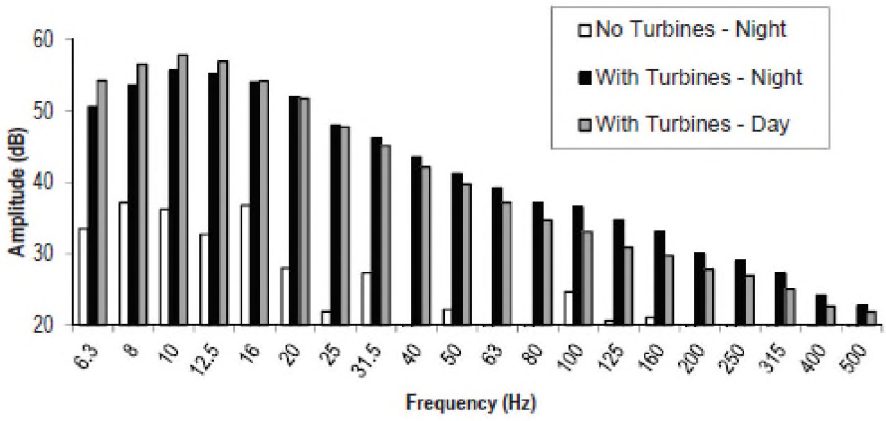


Figuur 1 Ontwikkeling cumulatief geïnstalleerd vermogen aan windenenergie in de wereld tussen 2001 en 2017 (www.statista.com, 2018).

Geluid van windmolens

Windmolens worden volop gebouwd terwijl er nauwelijks kennis is over de effecten op wilde vogels, andere dieren in het wild die in de buurt leven, productiedieren (kippen, varkens, etc.) in naburige stallen en mensen die in de buurt van windmolens leven (Stewart et al., 2007). Windmolens zenden een laagfrequent geluid uit dat een combinatie is van de turbinemechanica en de bladen die door de lucht bewegen (Hubbard and Shepherd, 1990, Saidur et al., 2011). Laagfrequent geluid (LF geluid of LFg; Engels: low frequency sound) is geluid in het voor mensen laagst hoorbare frequentiegebied. Ligt de frequentie nog lager dan spreekt men van infrageluid. De geluiden met frequenties boven de gehoorgrens heten ultrasoon geluid (www.wikipedia.org). Laagfrequent geluid bevindt zich in het grensgebied tussen normaal hoorbaar en onhoorbaar geluid in de laagste frequenties. Omdat de waarnemingsgrens van persoon tot persoon verschilt, is de definitie van laagfrequent geluid enigszins arbitrair, ook omdat laagfrequent geluid deels wordt gevoeld in plaats van gehoord. Wetenschappers hanteren voor LFg vaak als bovengrens een frequentie van ongeveer 125 Hertz. Het onhoorbare gebied ligt tussen 0 en circa 20 Hertz en wordt aangeduid met de term infrasoon geluid. Laagfrequent geluid plant zich zeer goed voort door de lucht. Het wordt door de atmosfeer veel minder geabsorbeerd dan hogere frequenties en het wordt ook via de bodem goed doorgegeven. Ook ramen en muren van woningen houden het laagfrequent geluid veel minder goed tegen dan de hogere frequenties. Dat betekent dat laagfrequent geluid op zeer grote afstand van de geluidsbron waargenomen kan worden.
Naar schatting kan slechts zo'n 2,5% van de bevolking laagfrequent geluid waarnemen. Wat voor deze personen laagfrequent geluid is, is voor de meeste mensen onhoorbaar geluid, dus infrasoon geluid. Bepaalde diersoorten kunnen gemakkelijk laagfrequent geluid horen.

Door Alves-Pereira en Castelo Branco (2007) is onderzoek gedaan naar het effect van Laag Frequent geluid (door windmolens) op mensen. Zij legden de link tussen de aanwezigheid van een windmolen met de slechte gezondheid van een jong kind. De onderzoekers ondervonden en ondervinden heel veel tegengas vanuit andere wetenschappers maar blijven bij het standpunt (Alves-Pereira en Castelo Branco, 2014). Uit de metingen die zij gedaan hebben (Figuur 2) blijkt dat de windmolens een verhoogde LFg lieten zien in de slaapkamer.



Figuur 2 Data van LFg (dB) gemeten in de betreffende slaapkamer van een huis in de buurt van een windmolen (Alves-Pereira, and Castelo Branco, 2014).

LFg wordt voornamelijk rechtstreeks in het lichaam, buiten de gehoororganen om, waargenomen. Het kan daarom niet worden tegengehouden door oordopjes. Het menselijk gehoor is dan ook niet in staat om van lage tonen te horen uit welke richting en van welke afstand ze komen. LFg kan doorgaans pas waargenomen worden als het geluidsniveau ervan zeer hoog is, vanaf circa 100 dB lineair (dat wil zeggen: zonder de vaak gebruikte A-weging zoals in de dB(A)). De individuele verschillen tussen personen zijn hier echter zeer groot, zodat de ene persoon het geluid in het geheel niet hoort, en een ander het als bijzonder hinderlijk ervaart. Tevens maakt dat het constateren van laagfrequent geluid buitengewoon moeilijk. Veel geluidsmeetinstrumenten kunnen geen geluidsbelastingen meten onder circa 40 Hz. Dat is ook nodig voor een microfoon, omdat anders de meting overstuurd zou worden door langzame drukvariaties in de lucht, bijvoorbeeld door wind. De meeste microfoons hebben om deze reden een speciale drukvereffening.
In tegenstelling tot andere bronnen van geluid, zoals geluid van een weg, kan het geluid van een windmolen constant aanwezig zijn gedurende de dag en nacht.

Mogelijke effecten van windmolens op kippen/wilde vogels

In de eerste plaats wordt kort ingegaan op het onderzoek naar de gevolgen van windmolens op mortaliteit van wilde vogels (t.g.v. botsingen). Verder komt het onderzoek aan bod naar de gevolgen van windmolens op het gedrag van wilde vogels. Als laatste wordt ingegaan op de gevolgen voor productiedieren (slechts 1 experiment gevonden).

Botsingen met windmolens

Botsingen met windmolens zijn een belangrijke bron van sterfte voor specifieke vogelsoorten (Loss et al., 2013, Smallwood, 2013, Zimmerling et al., 2013, Erickson et al., 2014). Loss et al. (2013) schatten dat tussen 140.000 en 328.000 (gemiddeld = 234.000) vogels jaarlijks worden gedood door botsingen met windmolens in de Verenigde Staten. Zij vonden ook een verband tussen de hoogte van de windmolens en verhoogde mortaliteit. Bij hogere windmolens dus meer mortaliteit. Volgens de onderzoekers wordt vaak beweerd dat de modernere windmolens relatief (ten opzichte van de opgewekte energie) minder vogels doden in vergelijking met oudere (kleinere) windmolens. De studie van Loss et al. (2013) suggereert echter dat mortaliteit bij vogels bij nieuwere typen windmolens nog steeds aanzienlijk kan zijn. Het team ontdekte verder dat in de Verenigde Staten tussen de 3 en 8 vogels per windmolen per jaar worden gedood.

Effect van windmolens op gedrag van wilde vogels

Windmolens genereren hoorbare ruis en infrageluiden die van invloed kunnen zijn op het niveau van stress bij dieren, en bijgevolg vleeskwaliteit (Mikołajczak et al., 2013). Voorafgaande studies over de reactie van groeiende ganzen op de nabijheid van windturbines wees op de negatieve invloed van de onmiddellijke nabijheid van windturbines op de voederconsumptie, gewichtstoename en cortisolconcentratie in het bloed (Mikołajczak et al., 2013). Resultaten van hun onderzoek suggereerden een negatief effect van de directe omgeving van een windmolen op de stressparameters van ganzen en hun productiviteit. Veel eerdere onderzoeken (Choi et al., 2012; De Weerth en Buitelaar, 2005) hebben de relatie aangetoond tussen cortisolspiegels en vleeskwaliteit. Cortisolspiegels en vleeskwaliteit worden algemeen beschouwd als primaire biomarkers van stress (Russell et al., 2012).
In een aantal andere studies is gesuggereerd dat het geluid van windmolens wilde dieren verstoort (Leddy et al., 1999, Drewitt and Langston, 2006, Devereux et al., 2008).
Aan de andere kant werden geen verschillen als gevolg van aanwezigheid van windmolens op gedrag (Madsen and Boertmann, 2008, Pearce-Higgins et al., 2012), predatie risico (Pearce-Higgins et al., 2009, Garvin et al., 2011) en resultaat van de broeduitkomst (Gillespie and Dinsmore, 2014, LeBeau et al., 2014, McNew et al., 2014) gevonden.

Effect van afstand windmolens op (productie)dieren
In de literatuur is nauwelijks informatie beschikbaar naar het effect van windmolens op productiedieren.

De uitzondering is een interessante studie met vleesvarkens waarbij een experiment werd uitgevoerd om het effect van drie verschillende afstanden tussen varkens en windmolens te bestuderen (Karwowska et al., 2015). Het experiment werd uitgevoerd met 30 vleesvarkens: Poolse Landrace × Poolse grote witte zeugen gedekt door een Duroc × Pietrain-beer. De dieren werden gehouden op 50, 500 en 1000 meter afstand van een windmolen. Tijdens het experiment werden de dieren gehouden in speciaal aangepaste metalen hokken die bescherming boden aan externe weersomstandigheden zoals regen, wind, direct zonlicht.
Bij de dieren werden fysisch-chemische eigenschappen en vetzuursamenstelling van lendenen en nekspieren onderzocht. Vleeskwaliteit wordt -bij varkens- algemeen beschouwd als een primaire biomarker van stress en dus welzijn (Russell et al., 2012)
Uit de resultaten blijkt dat het gemiddelde geluid (zowel hoorbaar geluid als infrageluid) het hoogste was in het hok op 50 meter van de windmolen (Tabel 1).

Tabel 1 Effect van afstand tot de windmolen op hoorbaar geluid (dB A) en infrageluid (dB G).

Distance from wind turbine (m)	Noise level dB (A)	Noise level dB (G)
50	53.6	71.0
500	52.9	68.5
1000	46.1	56.2

Het hoorbaar geluid op 50 m is niet echt hoog en heeft mogelijk geen effect op de dieren in een stal.
Het houden van varkens op 50 m vanaf een windmolen resulteerde verder in verminderde spier-pH, totaal heem-pigmenten, totaal heem-ijzer en verlaagd gehalte aan C18: 3n-3 vetzuur in de lendenen (Karwowska et al., 2015). Lendenen van varkens op 50 m van een windmolen werden gekenmerkt door een aanzienlijk lager ijzergehalte (6,7 ppm g-1) in vergelijking met de varkenslendenen op 500 en 1000 m van een windmolen (10,0-10,5 ppm g-1). De concentratie van a-linoleenzuur (C18:

3n-3) in lendenen en nekspieren nam af als de afstand tot de windmolen toenam. De onderzoekers (welke?) concludeerden dan ook dat het geluid van de windmolens stress veroorzaakte wat een negatief effect heeft op de vleeskwaliteit maar zeker ook op het dierwelzijn.

Uit onderzoek is gebleken dat hennen sterke geluiden (90-100 dB) aversief vinden en dat als ze de keuze krijgen, ze kiezen om in een omgeving te verblijven waar minder sterke geluiden aanwezig zijn (McAdie et al., 1993; McKenzie et al., 1993). Daarbij is het zo dat het geluid in stallen (door ventilatoren, kippengeluiden en voersysteem (piek)) rond de 65 dB (A) ligt (Campo et al., 2005). Het hoorbaar geluid van buiten van de windmolen wordt hoogstwaarschijnlijk niet opgemerkt door de dieren.

Discussie en conclusie

In het algemeen is er erg weinig literatuur beschikbaar over het effect van windmolens op productiedieren. Wel is er onderzoek beschikbaar naar de directe (mortaliteit) en indirecte (gedrag) effecten van windmolens op wilde vogels die in de nabijheid van windmolens leven. Uit dit onderzoek blijkt dat de windmolens meer mortaliteit geven door tegen de wieken aan te vliegen. Uit het beschikbare gedragsonderzoek blijkt dat het gedrag van wilde vogels in de directe nabijheid van de windmolens beïnvloed kan worden.
Het hoorbare geluid in de buurt van windmolens (circa 55 dB(A) op 50 meter) is te zacht om echt geluidsoverlast te geven bij dieren in stallen. In kippenstallen ligt het hoorbaar geluidsniveau vaak al op 65 dB(A) door ventilatoren, kippengeluiden en voersystemen (piek).
Het is echter wel de vraag wat het effect is van het Laag Frequente geluid (LFg) dat door de windmolens geproduceerd wordt. Dit LFg is niet voor iedereen hoorbaar maar heeft mogelijk wel effect op de fysiologie van een aantal dieren. Er zijn wat suggesties dat dit van invloed kan zijn op dieren maar echt hard bewijs ontbreekt. Dit is met name ingegeven door het onderzoek waarbij verschillen werden gemeten in vleeskwaliteit bij vleesvarkens die dichterbij de windmolens werden gehouden. Al met al is er veel te weinig informatie beschikbaar om harde conclusies te trekken en is er slechts ruimte voor suggesties van denkrichtingen. Voor een definitieve en goed gefundeerde uitspraak zal er echter onderzoek moeten worden uitgevoerd naar de effecten van windmolens op kippen.

Literatuur

Alves-Pereira, M., and N. A. A. Castelo Branco. 2007. Public health and noise exposure: the importance of low frequency noise. Proceedings of the Inter-Noise 2007 Conference, Aug 28-31; Istanbul, Turkey.

Alves-Pereira, M., and N. A. A. Castelo Branco. 2014. Letter to the Editor re: 'How the factoid of wind turbines causing 'vibroacoustic disease' came to be 'irrefutably demonstrated''. Australian and New Zealand Journal of Public Health 38(2):191-192.

Campo, J. L., M. G. Gil, and S. G. Davila. 2005. Effects of specific noise and music stimuli on stress and fear levels of laying hens of several breeds. Applied animal behaviour science 91:75-84.

Choi, Y. M., K. C. Jung, J. H. Choe, and B.C. Kim. 2012. Effects of muscle cortisol concentration on muscle fiber characteristics, pork quality, and sensory quality of cooked pork. Meat Science 91:490-498.

De Weerth, C., J. K. Buitelaar. 2005. Physiological stress reactivity in human pregnancy – A review. Neuroscience Biobehavior Research 29:295-312.

Devereux, C. L., M. J. H. Denny, and M. J. Whittingham. 2008. Minimal effects of wind turbines on the distribution of wintering farmland birds. Journal of Applied Ecology 45:1689-1694.

Drewitt, A. L., and R. H. W. Langston. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis 148:29-42.

Erickson, W. P., M. M. Wolfe, K. J. Bay, D. H. Johnson, and J. L. Gehring. 2014. A comprehensive analysis of small-passerine fatalities from collision with turbines at wind energy facilities. PLoS ONE 9:e107491.

Garvin, J. C., C. S. Jennelle, D. Drake, and S. M. Grodsky. 2011. Response of raptors to a windfarm. Journal of Applied Ecology 48:199-209.

Gillespie, M. K., and S. J. Dinsmore. 2014. Nest survival of Redwinged Blackbirds in agricultural areas developed for wind energy. Agriculture, Ecosystems and Environment 197:53-59.

Global Wind Energy Reports. 2013. Global wind statistics 2012. Global Wind Energy Council (GWEC), Brussels.

Goudarzi, N., and W. D. Zhu. 2013. A review on the development of wind turbine generators across the world. Int. J. Dynam. Control 1:192-202. DOI 10.1007/s40435-013-0016-y.

Hubbard, H. H., and K. P. Shepherd. 1990. Wind turbine acoustics. National Aeronautics and Space Administration. Technical Paper 3057 DOE/NASA/20320-77.

Karwowska, M., J. Mikołajczak, Z. J. Dolatowski, and S. Borowski. 2015. The effect of varying distances from the wind turbine on meat quality of growing-finishing pigs. Ann. Animal Science 15 (4):1043-1054.

LeBeau, C. W., J. L. Beck, G. D. Johnson, and M. J. Holloran. 2014. Short-term impacts of wind energy development on Greater Sage-Grouse fitness. Journal of Wildlife Management 78:522-530.

Leddy, K. L., K. F. Higgins, and D. E. Naugle. 1999. Effects of wind turbines on upland nesting birds in Conservation Reserve Program grasslands. The Wilson Bulletin 111:100-104.

Loss, S. R., T. Will, and P. P. Marra. 2013. Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. Biological Conservation 168:201-209.

Madsen, J., and D. Boertmann. 2008. Animal behavioral adaptation to changing landscapes: Spring-staging geese habituate to wind farms. Landscape Ecology 23:1007-1011.

McAdie, T. M., T. M. Foster, and W. Temple. 1993. A method for measuring the aversiveness of sounds to domestic hens. Applied Animal Behaviour Science 37: 223-238.

MacKenzie, J. G., T. M. Foster, and W. Temple. 1993. Sound avoidance by hens. Behavioural Processes 30:143-156.

McNew, L. B., L. M. Hunt, A. J. Gregory, S. M. Wisely, and B. K. Sandercock. 2014. Effects of wind energy development on nesting ecology of Greater Prairie-Chickens in fragmented grasslands. Conservation Biology 28:1089-1099.

Mikołajczak, J., S. Borowski, J. Marć-Pieńkowska, G. Odrowąż-Sypniewska, Z. Bernacki, J. Siódmiak, and P. Szterk. 2013. Preliminary studies on the reaction of growing geese (Anser anser f. domestica) to the proximity of wind turbines. Polish Journal of Veterinary Science 16: 679-686.

Pearce-Higgins, J. W., L. Stephen, R. H. W. Langston, I. P. Bainbridge, and R. Bullman. 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. Journal of Applied Ecology 46:1323-1331.

Pearce-Higgins, J. W., L. Stephen, A. Douse, and R. H. W. Langston. 2012. Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: Results of a multi-site and multi-species analysis. Journal of Applied Ecology 49:386-394.

Russell, E., G. Koren, M. Rieder, and S. van Uum. 2012. Hair cortisol as a biological marker of chronic stress: current status, future directions and unanswered questions. Psychoneuroendocrinol. 37:589-601.

Saidur, R., N. A. Rahim, M. R. Islam, and K. H. Solangi. 2011. Environmental impact of wind energy. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15:2423-2430.

Smallwood, K. S. 2013. Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind energy projects. Wildlife Society Bulletin 37:19-33.

Stewart, G. B., A. S. Pullin, and C. F. Coles. 2007. Poor evidencebase for assessment of windfarm impacts on birds. Environmental Conservation 34:1-11.

www.statista.com. 2018.https://www.statista.com/statistics/268363/installed-wind-power-capacity-worldwide/

https://nl.wikipedia.org/wiki/Laagfrequent_geluid

Zimmerling, J. R., A. C. Pomeroy, M. V. d'Entremont, and C. M. Francis. 2013. Canadian estimate of bird mortality due to collisions and direct habitat loss associated with wind turbine developments. Avian Conservation and Ecology 8:10.

Bijlage - rekenresultaten helihaven

versie R068517ac.22cj9p4
model 3 heli
Onderstaande waarden zijn Lden waarden. De Lden waarde wordt verkregen door groepsreductie aan te zetten in het model.

Adres	X	Y	Hoogte	Lden
Antoniuslaan 96 Beuningen Gld	180132,16	429930,67	5	18,0
Begijnenstraat 1 Ewijk	177732,84	430746,49	5	18,1
Begijnenstraat 2 Winssen	176819,16	431039,35	5	37,7
Begijnenstraat 2a Winssen	176807,97	431139,18	5	36,6
Begijnenstraat 3 Ewijk	177603,95	430571,17	5	19,0
Begijnenstraat 4 Winssen	176806,29	431161,94	5	36,4
Betenlaan 1 Winssen	176346,77	431453,78	5	39,5
Betenlaan 2 Winssen	176323,24	431489,93	5	39,7
Betenlaan 3 Winssen	176176,60	431082,76	5	41,1
Betenlaan 4 Winssen	176216,52	431266,55	5	43,8
Claudiuslaan 109 Beuningen Gld	180312,21	429122,14	5	16,9
Claudiuslaan 111 Beuningen Gld	180307,05	429126,31	5	16,9
Claudiuslaan 113 Beuningen Gld	180289,98	429131,77	5	17,0
Claudiuslaan 51 Beuningen Gld	180605,23	429222,13	5	16,4
Claudiuslaan 53 Beuningen Gld	180575,03	429194,36	5	16,5
Claudiuslaan 73 Beuningen Gld	180502,98	429093,34	5	16,5
Claudiuslaan 77 Beuningen Gld	180473,80	429040,32	5	16,5
Constantiuslaan 1 Beuningen Gld	180238,92	429453,50	5	17,4
Constantiuslaan 25 Beuningen Gld	180150,91	429500,85	5	17,6
Constantiuslaan 27 Beuningen Gld	180133,97	429505,39	5	17,7
Constantiuslaan 29 Beuningen Gld	180111,10	429518,20	5	17,7
Constantiuslaan 31 Beuningen Gld	180105,97	429539,28	5	17,8
Constantiuslaan 33 Beuningen Gld	180105,73	429565,22	5	17,8
Constantiuslaan 35 Beuningen Gld	180111,60	429580,19	5	17,8
controlepunt	176394,50	430965,95	5	55,8
de Werf 5 Bergharen	174642,49	429461,68	5	22,0
Dorsvlegel 6 Bergharen	174806,31	429188,12	5	23,1
Dwarssteeg 2 Winssen	176095,17	431214,23	5	40,3
Elsenpas 1 Ewijk	177776,46	429173,41	5	23,6
Elsenpas 2 Oost Ewijk	177484,40	429429,51	5	16,0
Elsenpas 2 West Ewijk	177477,75	429433,48	5	24,3
elsenpas 2a	177393,63	429549,29	5	26,8
elsenpas 2a	177347,61	429503,05	5	26,7
elsenpas 2a	177436,72	429511,01	5	24,0
Elsenpas 3 Ewijk	178411,54	429021,12	5	21,2
Elsenpas 4 Ewijk	177127,83	428898,20	5	21,4
Elsenpas 6 Beuningen Gld	179839,31	428727,64	5	17,4
Elzendweg 10 Bergharen	174591,07	429784,62	5	23,9
Elzendweg 11 Bergharen	174617,74	429715,10	5	21,6
Elzendweg 12 Bergharen	174541,63	429807,34	5	19,5
Elzendweg 13 Bergharen	174588,84	429729,93	5	23,8
Elzendweg 16 Bergharen	174409,07	429988,69	5	23,6
Elzendweg 21 Bergharen	174272,94	430126,45	5	23,4
Elzendweg 5 Bergharen	174710,49	429631,45	5	24,0
Elzendweg 6 Bergharen	174678,87	429721,06	5	24,2
Elzendweg 7 Bergharen	174664,40	429677,78	5	24,1
Elzendweg 8 Bergharen	174641,39	429729,55	5	23,9
Ficarystraat 1 Ewijk	177804,31	428295,14	5	20,3
Ficarystraat 11 Beuningen Gld	178532,02	427995,34	5	18,4
Ficarystraat 11p Beuningen Gld	178506,56	428072,48	5	18,5
Ficarystraat 1a Ewijk	177187,40	428451,80	5	21,8
Ficarystraat 2 Ewijk	177456,24	428458,54	5	22,4
Ficarystraat 2b Beuningen Gld	179755,35	427879,94	5	12,6
Ficarystraat 4 Beuningen Gld	179701,02	427898,61	5	13,4
Ficarystraat 4a Beuningen Gld	179697,62	427900,31	5	14,6
Ficarystraat 5 Ewijk	176773,26	428705,38	5	23,4
Ficarystraat 6 Beuningen Gld	178576,70	428148,48	5	18,7
Ficarystraat 9 Ewijk	175710,82	429039,43	5	24,4
Forelgracht 19 Beuningen Gld	180801,87	429093,44	5	16,0
Forelgracht 31 Beuningen Gld	180716,18	429126,95	5	16,1
Forelgracht 33 Beuningen Gld	180697,23	429078,60	5	16,1
Forelgracht 47 Beuningen Gld	180785,08	429033,33	5	15,9

Bijlage - rekenresultaten helihaven

Adres	X	Y	Hoogte	Lden
Forelgracht 49 Beuningen Gld	180762,69	428990,14	5	16,0
Forelgracht 63 Beuningen Gld	180679,09	429032,40	5	16,1
Forelgracht 7 Beuningen Gld	180750,74	429215,01	5	16,2
Geerstraat 27 Winssen	175904,64	431917,79	5	34,2
Geerstraat 29 Winssen	175823,15	431778,82	5	37,2
Hoekgraaf 1 Bergharen	174924,84	429851,24	5	25,6
Hoekgraaf 10 Bergharen	174707,82	430219,58	5	25,9
Hoekgraaf 11 Bergharen	174657,53	430133,22	5	25,7
Hoekgraaf 12 Bergharen	174632,10	430329,07	5	25,7
Hoekgraaf 12A Bergharen	174307,64	430612,42	5	24,5
Hoekgraaf 13 Bergharen	174416,40	430407,21	5	24,7
Hoekgraaf 15 Bergharen	174428,29	430511,42	5	24,9
Hoekgraaf 17 Bergharen	174209,13	430597,58	5	24,0
Hoekgraaf 2 Bergharen	175141,33	429779,15	5	26,3
Hoekgraaf 3 Bergharen	174846,96	429855,99	5	25,4
Hoekgraaf 4 Bergharen	175112,49	429827,04	5	26,3
Hoekgraaf 5 Bergharen	174842,10	429892,29	5	25,4
Hoekgraaf 6 Bergharen	174793,19	430005,97	5	25,5
Hoekgraaf 7 Bergharen	174819,21	429910,28	5	25,3
Hoekgraaf 8 Bergharen	174790,10	430155,94	5	26,3
Hoekgraaf 9 Bergharen	174705,84	430010,97	5	25,2
Hoogvonderweg 2 Wijchen	177924,68	427858,65	5	18,9
Koningstraat 1 Ewijk	179642,66	430016,45	5	19,4
Koningstraat 32 Winssen	176816,09	431400,31	5	35,2
Koningstraat 33 Ewijk	178597,02	430633,37	5	23,6
Koningstraat 34 Winssen	176759,88	431419,83	5	35,7
Koningstraat 34a Winssen	176564,55	431535,17	5	36,6
Koningstraat 36 Winssen	176077,83	431644,82	5	40,1
Koningstraat 38 Winssen	175968,61	431716,19	5	39,1
Koningstraat 49 Winssen	176694,92	431421,02	5	35,8
Koningstraat 5 Ewijk	179488,61	430395,70	5	20,2
Koningstraat 53 Winssen	176225,29	431533,67	5	40,3
Koningstraat 55a Winssen	176195,88	431545,44	5	40,4
Koningstraat 57 Winssen	176084,63	431591,62	5	41,1
Kooistraat 5 Winssen	174797,38	430940,23	5	27,3
Kooistraat 6 Winssen	174936,83	430815,98	5	30,7
Kooistraat 7 Winssen	175339,55	430679,78	5	29,2
Leegstraat 22 Winssen	176361,19	431611,78	5	37,8
Molenweg 53 Bergharen	174818,59	429696,73	5	24,5
Molenweg 56 Bergharen	174782,45	429565,76	5	24,1
Molenweg 58 Bergharen	174830,65	429575,02	5	21,5
Molenweg 62 Bergharen	174842,70	429572,12	5	23,3
Molenweg 64 Bergharen	174846,65	429594,83	5	24,6
Molenweg 72 Bergharen	175057,25	429525,74	5	25,1
Nervalaan 1 Beuningen Gld	180447,71	429560,44	5	17,0
Nervalaan 57 Beuningen Gld	180247,69	429802,05	5	17,6
Palinggracht 1 Beuningen Gld	180660,21	428993,02	5	16,1
Palinggracht 13 Beuningen Gld	180730,61	428951,55	5	16,0
Palinggracht 15 Beuningen Gld	180776,05	428919,69	5	15,9
Palinggracht 2 Beuningen Gld	180633,22	428952,20	5	16,2
Palinggracht 25 Beuningen Gld	180850,43	428889,74	5	15,7
Palinggracht 30 Beuningen Gld	180759,66	428896,19	5	15,9
Palinggracht 58 Beuningen Gld	180862,53	428843,38	5	15,7
Snoekgracht 30 Beuningen Gld	180834,75	429000,92	5	15,8
Snoekgracht 42 Beuningen Gld	180833,18	428948,46	5	15,8
Steeg 10 Ewijk	178753,73	430144,56	5	22,5
Steeg 11 Ewijk	178632,72	429887,57	5	22,5
Steeg 12 Ewijk	178683,90	430042,17	5	22,5
Steeg 13 Ewijk	178618,74	429869,38	5	22,5
Steeg 15 Ewijk	178602,39	429850,09	5	25,0
Steeg 3b Ewijk	178710,29	429996,43	5	22,3
Steeg 5 Ewijk	178683,90	429957,98	5	22,4
Steeg 7 Ewijk	178662,34	429931,40	5	22,4
Steeg 8 Ewijk	178780,89	430188,44	5	22,6
Steeg 9 Ewijk	178648,19	429912,41	5	22,4
Tituslaan 11 Beuningen Gld	180494,23	429295,93	5	16,7

Bijlage - rekenresultaten helihaven

Adres	X	Y	Hoogte	Lden
Trajanussingel 1 Beuningen Gld	180729,73	429460,29	5	16,4
Valerianuslaan 17 Beuningen Gld	180385,50	429181,21	5	16,8
Valerianuslaan 27 Beuningen Gld	180290,54	429227,31	5	17,1
Valerianuslaan 29 Beuningen Gld	180317,85	429259,53	5	17,0
Valerianuslaan 41 Beuningen Gld	180385,34	429352,61	5	17,0
Wezelsedijk 58 Wijchen	178661,51	427758,33	5	17,6
Wijksestraat 41A Bergharen	174972,93	429475,82	5	24,5
Wijksestraat 45 Bergharen	175111,12	429649,96	5	25,7
Wilhelminalaan 180 Beuningen Gld	180667,11	429215,05	5	16,3
Wilhelminalaan 186 Beuningen Gld	180607,62	429127,23	5	16,4
Wilhelminalaan 194 Beuningen Gld	180522,07	429020,66	5	16,4
Wilhelminalaan 196 Beuningen Gld	180022,86	428298,32	5	16,4
Wilhelminalaan 198 Beuningen Gld	180025,43	428257,37	5	16,2
Zellerstraat 1 Winssen	176179,65	430140,01	5	32,8
Zellerstraat 2 Winssen	176416,09	429744,88	5	30,9
Zellerstraat 4 oostzijde Winssen	176515,10	430069,52	5	27,0
Zellerstraat 4 westzijde Winssen	176506,15	430074,19	5	33,1

	Slagschaduw excl. kippenrondeel (VKA boven)	Slagschaduw incl. kippenrondeel (VKA boven)	Slagschaduw op kippenrondeel (VKA boven)
WT1	138:10	138:10	00:00
WT2	145:09	146:03	00:54
WT3	56:14	66:45	10:31
WT4	91:01	95:11	04:10
WT5	99:39	100:20	00:41
Totaal	**530:13**	**546:29**	**16:16**
Draaiuren per windturbine	8307:00	8307:00	8307:00
Aantal windturbines	5	5	5
Draaiuren windpark	41535:00	41535:00	41535:00
Stilstand als % van draaiuren	1,28%	1,32%	0,04%