

De keuze van de windturbines

Windparken

Er is gekeken naar grote, moderne windturbines in windparken. Kleine windturbines produceren meestal minder geluid en worden minder beïnvloed door veranderingen in de atmosfeer dan grote, moderne windturbines (zie voor meer informatie de [pagina over windmolengeluid](#)). In technische termen hebben kleine windturbines minder dan 500 kW elektrisch vermogen; omwonenden van deze windturbines zijn niet geselecteerd voor dit onderzoek.

We hebben ook geen adressen geselecteerd rond windturbines die zich op meer dan 500 meter van de dichtstbijzijnde andere windturbine bevonden.

Bij nieuwe windparken kunnen omwonenden tijd nodig hebben om aan deze parken te wennen. Dit kan hun algemene beleving ten aanzien van het windturbinepark beïnvloeden, en daarmee dus ook de resultaten van dit onderzoek. Daarom zijn alle windturbines uitgesloten die minder dan een jaar oud waren bij aanvang van het onderzoek in maart 2007.

De keuze van woonadressen

Voor iedere windturbine in Nederland die in het onderzoek meegenomen werd zijn de postcodegebieden opgezocht die zich binnen 2.5 kilometer van deze windturbines bevonden. Voorbij 2.5 kilometer hoor je een windturbine nauwelijks nog, vanwege het achtergrondgeluid dat door de natuur (wind) of door verkeer geproduceerd wordt.

Omdat we geïnteresseerd zijn in de beleving van windturbines door omwonenden, zijn voor het onderzoek alleen woonadressen in de geselecteerde postcodegebieden gebruikt, dus geen bedrijven of andere organisaties. Dichtbij de windturbines zijn alle adressen gebruikt, op grotere afstand –waar veel meer mensen wonen- is een door toeval bepaalde selectie gebruikt zoals dat in steekproeven gebruikelijk is.

In totaal voldeden 1948 adressen aan de onderzoeksvoorwaarden. Voor deze adressen is het geluidsniveau bij de woning tengevolge van alle omringende windturbines (ook de kleintjes) en hun gezichtsgrootte precies berekend. Naar deze adressen is tevens een enquête verstuurd.

Het geluid van windturbines

Windturbines lijken op het eerste 'gezicht' weinig geluid te produceren. Overdag hoor je dichtbij het suizen van de wieken en een zacht woesh-woesh, steeds wanneer een blad van de rotor naar beneden gaat (op je afkomt).

Overdag waait het laag bij de grond relatief hard. We noemen de atmosfeer instabiel. Ook zijn er overdag allerlei andere geluiden aanwezig die het windturbinegeluid maskeren.

Bij het vallen van de nacht verandert de atmosfeer, deze wordt stabiel. Bij de grond 'gaat de wind liggen', waardoor je verwacht dat een windturbine langzaam draait. Bij een moderne, grote turbine zitten de wieken echter op grotere hoogte. Hier blijft het doorwaaien of gaat het zelfs harder waaien. Daardoor is er meer turbinegeluid en juist minder omgevingsgeluid om het turbinegeluid te maskeren.

Daarbij veranderen ook de karakteristieken van het windturbinegeluid. Omwonenden zeggen dat de wieken beginnen te 'zoeven' of 'zwiepen'. Het geluid wordt dan sterker en zwakker in het ritme van de rondgaande wieken. Mogelijk is het dit kenmerk waardoor windturbinegeluid irritant wordt gevonden. Ook maakt dit kenmerk dat windturbinegeluid moeilijker te maskeren is.

Geluidssterkte in decibel

In dit onderzoek is het geluidssterkte van de windturbines berekend. Deze berekening geldt wanneer alle windturbines in de omgeving van de woning van elke respondent op hoog, maar niet op maximum vermogen draaien.

Voor de berekening wordt uitgegaan van de windsnelheid van 8 m/s op 10 meter hoogte, bij een neutrale atmosfeer. Een neutrale atmosfeer bevindt zich tussen stabiel en instabiel. Dit komt voor als het erg hard waait en/of bij zware bewolking.

De geluidssterkte wordt gemeten in decibel (dB). Dit is een zogenaamde logaritmische eenheid. Wanneer de hoeveelheid geluid verdubbelt, bijvoorbeeld wanneer naast een windturbine een tweede staat, neemt het aantal decibel met drie toe. Om dit te verduidelijken staat hieronder een voorbeeld:

Een windturbine veroorzaakt bij een woning 40 decibel aan geluid. Komt er op even grote afstand van de woning een tweede windturbine bij dan verdubbelt de hoeveelheid geluid. Het aantal decibel wordt dan 43. Voor 46 dB moet het geluid weer verdubbelen en zijn dus 4 turbines nodig en voor 49 dB 8 turbines.

De methode om de geluidsniveaus en de visuele grootte van windturbines te berekenen is geschikt gemaakt voor externe gebruikers en is op deze site [gratis te downloaden](#).

A-weging van geluid

De gevoeligheid van het oor is niet voor alle frequenties gelijk. De grootste gevoeligheid bezit ons gehoor voor frequenties van ongeveer 1000 tot 6000 Hz. Lagere en hogere tonen worden minder goed waargenomen. Ook als de geluiden dezelfde energie hebben, klinken toch de lage en heel hoge tonen minder luid.

Een geluidsmeter meet geluid met lage toonhoogte (bijvoorbeeld 100 Hz) even hard als geluid met hoge toonhoogte (bijvoorbeeld 1000 Hz) van dezelfde energie. Daarom wordt bij geluidsmetingen een elektronisch filter gebruikt dat ongeveer even sterk verzwakt als het menselijk gehoor. Bij 1000 Hz wordt geen correctie uitgevoerd, bij veel hogere en lagere frequenties wel. Deze correctie wordt de A-weging genoemd (er is ook een B- en C-weging, enzovoorts, maar die worden zelden gebruikt).

Om aan te geven dat het geluid gecorrigeerd is voor de gevoeligheid van het oor wordt de sterkte in decibel aangegeven met dBA of dB(A).

Enquête onder bewoners

De basis van deze enquête werd geleverd door Eja Pedersen van de Universiteit van Göteborg. Aan deze enquête zijn vragen toegevoegd over de relatie tussen gezondheid en omgevingsfactoren, zoals de vraag of iemand een langdurige ziekte of chronische aandoening heeft, of dat de slaap door geluid verstoord wordt.

Deze enquête was gericht op de beleving van de woonomgeving. Zo werd bijvoorbeeld de vraag gesteld of iemand op een plek woont waar je tot rust komt en op krachten kan komen, of dat men vond dat de omgeving –ten goede of ten slechte- veranderd was.

Twee onderwerpen kregen extra aandacht: wegverkeer en windturbines. Bijvoorbeeld in hoeverre iemand beïnvloed wordt door windturbines in zijn woonomgeving. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen slagschaduw binnen en buitenshuis, het geluid en de beweging van rotorbladen, trillingen en veranderd uitzicht.

Door de opzet van de enquête kunnen uit de antwoorden allerlei relaties afgeleid worden. Echter binnen deze relaties kan geen oorzaak en gevolg aangewezen worden.

Het WINDFARMperception project

Welkom op de website van het WINDFARMperception project. In dit project is onderzocht hoe mensen windturbines in hun woonomgeving ervaren.

De ministeries van VROM, EZ en LNV hebben zich in het Nationaal plan van aanpak Windenergie als doel gesteld voor 2020 de hoeveelheid windenergie te verdrievoudigen. Om dit te bereiken wil het kabinet tot 2000 windturbines op zee hebben. Daarnaast zullen er ruim 400 nieuwe grote windturbines op land bijkomen.

Hoewel omwonenden van bestaande windparken windenergie overwegend positief waarderen geven veel van hen aan dat ze het geluid van windparken een belangrijk nadeel vinden. Het geluid wordt al bij tamelijk lage geluidsniveaus opgemerkt. Geluidsniveaus boven de 45 dB blijken zelfs met verstoring van de slaap samen te hangen. Ook blijkt dat druk autoverkeer het windturbinegeluid niet makkelijk kan verhullen.

Het WINDFARMperception project is een samenwerkingsverband tussen de Wetenschapsinkels van de Rijksuniversiteit Groningen, het UMCG en de Universiteit van Göteborg. Het onderzoek is mogelijk gemaakt door financiering vanuit de EU.

Resultaten

De geluidssterkte van een windturbine buiten de woning van de respondent hangt samen met de afstand van deze windturbine tot die woning. In het rapport wordt aangenomen dat het geluidsniveau meer invloed heeft op de beleving van windturbines dan de afstand tot de turbine. Daarom zijn de respondenten van de enquête in vijf groepen ingedeeld, op basis van de geluidsberekeningen.

De indeling is als volgt:

groep 1: < 30 dBA

groep 2: 30 - 35 dBA

groep 3: 35 - 40 dBA

groep 4: 40 - 45 dBA

groep 5: > 45 dBA

Aan de hand van eerdere onderzoeken aan omgevingslawaai (en dan met name windturbinelawaai), is nagegaan welke factoren van invloed kunnen zijn op de beleving van windturbines. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld stress, maar ook aan de zichtbaarheid van de windturbine. Deze factoren zijn met behulp van de uitkomsten van de enquête geanalyseerd. De belangrijkste vindingen worden op de volgende pagina's weergegeven.

Aanbevelingen

Bij de planning van nieuwe windparken is het van belang dat meer rekening gehouden wordt met geluid dat de windturbines produceren. Er moeten zo mogelijk meer maatregelen genomen worden om het geluidniveau bij omwonenden te verminderen.

In dit onderzoek komt sterk naar voren dat mensen met economisch belang het geluid van windturbines niet hinderlijk vinden. Naast de beloning die deze mensen ontvangen speelt ook de controle over de situatie een rol. Al bij de planning van een windpark is het daarom verstandig om omwonenden inspraak te geven en hun stem ook echt te laten meetellen.

Een derde aspect is de relatie tussen de zichtbaarheid van de turbine en de geluidsbeleving ervan. Minder zichtbare turbines worden minder vaak gehoord en veroorzaken minder irritatie. Bij de planning van windparken is het aan te bevelen beter rekening te houden met de inpassing van de turbines in het landschap.

Tot slot blijkt uit dit onderzoek dat verkeersgeluid de hinder van windturbinegeluid niet weg neemt. Men moet dus oppassen met de veronderstelling dat windturbines langs snelwegen minder hinder veroorzaken. Voor die stelling is meer onderzoek nodig.

DOWNLOAD REKENPROGRAMMA

Met de WFp applicatie kunt u de akoestische en visuele impact van windparken op omwonenden modelleren. U kunt gegevens invoeren van windturbintypen, windturbinelocaties en ontvangers door middel van comma-separated-value bestanden. Op basis van deze gegevens berekent de applicatie de akoestische en visuele impact op de ontvangers. Dit gebeurt aan de hand van dezelfde rekenmodellen als die gebruikt zijn in het WINDFARMperception onderzoek.

De applicatie maakt gebruik van drie modellen om de akoestische impact te berekenen: het officiële Nederlandse model, het internationale model uit ISO-9613.2 en het eenvoudige model uit de New Zealand Standard. De visuele impact wordt door twee verschillende modellen berekend: een model om de verticale hoeken waaronder de windturbines worden waargenomen te modelleren en een model die de zichtfractie van de windturbines voor ontvangers bepaalt.

Voor elk model levert WFp gedetailleerde resultaten die de bijdrage aangeven van elke windturbine afzonderlijk op de impact voor de ontvanger. Ook geeft WFp algemene resultaten die de totale impact voor elke ontvanger laat zien. Alle modellen kunnen ook gebruikt worden om de contouren te visualiseren van de impact van een windpark op een bovenaanzicht van een gebied. Deze contouren kunnen geëxporteerd worden naar GoogleEarth .

DOWNLOADS

Hieronder kunt u de WFp applicatie downloaden. Download het bestand WFpSetup.exe en voer het uit om WFp te installeren. Lees de sectie 'Beginnen met WFp' in de gebruikershandleiding (menu Help) voor een overzicht van de basiswerking van de applicatie.

Om snel te beginnen met WFp, kunt u gebruik maken van het voorbeeldproject. Download het bestand WFpVoorbeeld.zip en pak het uit. Open vervolgens het bestand WFpVoorbeeld.wtp in WFp om met het voorbeeldproject te werken.

De gebruikershandleiding voor de applicatie kan vanuit WFp worden geopend, maar u kunt haar ook hier downloaden.

- [Download de WFp applicatie.](#)
- [Download het voorbeeldproject. \[ZIP\]](#)
- [Download de gebruikershandleiding. \[PDF\]](#)

Gezondheid

Mensen die blootstaan aan het geluid van windturbines melden vaker slaapproblemen. Hierbij onderscheiden wij twee typen. Ten eerste werd in de enquête gevraagd hoe vaak mensen problemen hadden om in slaap te komen. Een tweede vraag was hoe vaak de slaap verstoord werd door geluid. Geluidsoverlast door windturbines lijkt er niet toe te leiden dat mensen moeilijker in slaap komen. Wel wordt hun slaap vaker verstoord. Jonge mensen werden daarbij vaker in hun slaap verstoord dan ouderen. Ook hier geldt dat bij economisch voordeel mensen minder vaak in hun slaap verstoord worden door geluid.

Mensen die aangaven dat ze hinder ervaren van windturbine geluid gaven ook vaak aan last te hebben van stress. Oorzaak en gevolg zijn hier lastig aan te geven. Het kan zijn dat hinder ondervinden van windturbinegeluid stress oplevert, maar het kan evengoed zo zijn dat iemand die al last heeft van stress eerder geneigd is negatief op het geluid van de windturbine te reageren. Om dit uit te zoeken zou extra studie nodig zijn.

Een schijnbaar merkwaardige bevinding uit dit onderzoek is dat er een sterk verband gevonden is tussen het wonen in de buurt van een windturbine en het hebben van diabetes. Of dit verband er altijd is weten we niet zeker. Er zijn in dit onderzoek veel data getoetst. In een enkel geval kan er dan een verband gevonden

worden dat op toeval berust. Mogelijk is dat het geval bij deze bevinding.

Maskering

Er wordt wel geopperd dat windturbines naast snelwegen geplaatst moeten worden om het geluid van de turbines te maskeren. Uit dit onderzoek blijkt echter dat luider wegverkeer de hinder van windturbinegeluid niet duidelijk vermindert.

Misschien komt dit doordat verkeerslawaai andere geluidskarakteristieken heeft dan windturbinelawaai. Om te beginnen heeft een auto twee geluidsniveaus. De eerste, het motorgeluid, is laag en heeft een frequentie van 60 tot 80 Hz. De tweede, het geluid van de banden, is hoog en heeft frequenties die boven de 1000 Hz liggen. Windturbinegeluid heeft frequenties tussen de 400 en 1000 Hz. Dat ligt dus precies tussen de frequenties van het wegverkeer in.

Daarnaast 'pulseert' het geluid van windturbines, terwijl het geluid van een snelweg op grotere afstand tamelijk constant is. Pulseren geeft aan dat het geluid niet constant is maar steeds in sterkte varieert. Bij windturbines gebeurt dit in het tempo van het draaien van de rotorbladen. Van alle respondenten gaf 75% aan dat de termen zoevend of zwiepend het windturbinegeluid het beste beschreven.

Tenslotte is wegverkeer 's nachts minder aanwezig, terwijl grote windturbines 's nachts evenveel of zelfs meer lawaai maken dan overdag.

Wat is onderzocht?

In het WINDFARMperception project is in 2007 en 2008 onderzoek gedaan naar de beleving (Engels: perception) van windparken in Nederland. De focus van het onderzoek lag op de geluidshinder en visuele hinder van windturbines.

Het onderzoek is gebaseerd op een enquête bij omwonenden van windparken en op gedetailleerde berekeningen aan geluidsniveaus en de zichtbare grootte van windparken bij die omwonenden.

In 2005 en 2007 zijn in Zweden twee vergelijkbare studies uitgevoerd, waaruit bleek dat de grootte en het geluid van windturbines effect hebben op omwonenden. Ook werd gevonden dat mensen windturbinegeluid hinderlijker vinden dan even sterk verkeersgeluid.