

Energietransitie en geluid

Uitruil van (geluid-)vermogens van energie-opwekkers leidt naar verwachting tot grotere akoestische 'footprints'

De energietransitie gaat gepaard met de vermindering van verbruik van fossiele brandstoffen in "traditionele" energiecentrales.

Alternatieve energiebronnen met akoestische relevantie voor de woonomgeving zijn met name windturbines op het vasteland. Daarnaast heeft de energietransitie gevolgen voor de distributie van energie door de zwaardere belasting van het elektriciteitsnet. De beoogde uitruil van energiebronnen heeft wezenlijke geluidconsequenties.

Door: Eugène de Beer, Leon Eilders, Jan Granneman, Gert Lassche

Over de auteurs:

E.H.A. de Beer, L.M. Eilders, J.H. Granneman, G.W. Lassche werken bij Peutz bv, afdeling industrie.

1. INLEIDING

Gebruik van fossiele brandstoffen voor elektriciteitsopwekking wordt afgebouwd. Kolencentrales worden in de ban gedaan, gasgestookte centrales staan onder druk vanwege het beoogde "Nederland van het gas af". Deze energietransitie vereist alternatieve energie-opwekkers, zoals zonnepanelen en windturbines, en een zwaardere belasting van het "net". Dit artikel bespreekt de gevolgen voor omgevingsgeluid.

2. RUIMTELIJK BESLAG

Met een vergelijking van de "akoestische footprint" van energie-opwekkers kunnen voornoemde geluidconsequenties in beeld gebracht worden. Een mogelijke definitie daarvan is het ruimtelijk beslag van de geluidbron - in m^2 of de straal vanaf het akoestisch zwaartepunt - tot de 50 dB(A)-etmaalwaardecontour bij de conventionele energiecentrales, en tot de 47 L_{den} contour bij windturbines. Beide grenswaarden zijn de voorkeursgrenswaarden voor die specifieke geluidbronsorten.

Bij de opwekkers van elektriciteit speelt echter niet alleen het karakteristieke geluidvermogen een rol (die bepalend is voor deze parameters) maar ook de situering van deze geluidbronnen ten opzichte van woningen. Conventionele opwekkers liggen vaak op industrieterreinen. Windturbines zijn geografisch meer verspreid, dus zijn ook op kortere afstand van woningen aanwezig. Ook die geografische "spreidingsgraad" zou voor de onderlinge vergelijking toegepast kunnen worden.

Het volgende geeft een meer kwalitatieve beschouwing. Waar een kwantitatieve benadering wordt gegeven, is dat ter indicatie bedoeld.

3. SOORTEN ENERGIE-OPWEKKERS

De opgewekte vermogens van **conventionele elektriciteitscentrales** variëren van enkele MW's voor de kleinere, decentrale

eenheden tot 700 à 800 MW per eenheid. Grote elektriciteitscentrales omvatten meerdere eenheden waardoor het totale vermogen ruim boven de 1 GW uitkomt. De grootste centrale in Nederland bezit een vermogen van circa 1,6 GW. Dergelijke centrales zijn aangemerkt als grote lawaaimakers (inrichtingen die relatief veel lawaai maken zoals aangewezen in het "Besluit omgevingsrecht") en zijn conform de Wet geluidhinder (Wgh) gesitueerd op gezoneerde industrieterreinen. Daarmee bestaat gepaste afstand tot woningen en andere geluidgevoelige bestemmingen, die is geborgd via het systeem van zoning, en ook met de systeemwijziging in de komende Omgevingswet. Het akoestisch ontwerp is dusdanig dat aan die zoningseisen wordt voldaan. Meestal vergde dat zodanige geluidreducerende voorzieningen dat het nog stiller maken van dergelijke installaties, als al technisch haalbaar of realistisch, vanuit ALARA- of BBT-overwegingen niet verplicht was.

Kleinere centrales (waaronder kleinschalige biomassa-centrales) worden niet aangemerkt als grote lawaaimakers en kunnen op kortere afstand van woningen zijn gelegen.

Windturbines komen verspreid door Nederland voor, ook op niet specifieke industrieterreinen. De opgewekte vermogens zijn sterk afhankelijk van de omvang van de installatie en variëren van 0,3 tot 7,5 MW. Er is een trend naar steeds grotere windturbines, zowel qua dimensies als qua opgewekt elektrisch vermogen. Het geluidvermogen van windturbines per MW is de laatste decennia sterk afgenomen door akoestische optimalisatie van het ontwerp. Desondanks bestaat er een ondergrens aan wat aan geluidreductie technisch haalbaar is. Het voldoen aan gangbare geluidgrenswaarden bij naburige woningen betekent dan ook voldoende afstand bewaren (dat is principieel verschillend van conventionele energiecentrales die - technisch gezien, dus los van wezenlijke meerkosten - stiller gemaakt kunnen worden).

Over het effect van **zonnepanelen**, met name zonneparken, wordt in volgende ingegaan.

Andere energiebronnen, bijvoorbeeld gebruik makend van getijdestroming, zijn enerzijds relatief "stil" en anderzijds zo gering in aantal dat deze in dit kader geen aandacht behoeven.



FIGUUR 1: HEMWEGCENTRALE

4. CONVENTIONELE ELEKTRICITEITSCENTRALES

Onderscheid wordt gemaakt tussen kolen- en gasgestookte centrales. Kolencentrales staan op de nominatie gesloten te worden. Een voorbeeld daarvan is de aangekondigde sluiting van de Hemwegcentrale op het gezoneerde industrieterrein Westpoort-Amsterdam (zie figuur 1).

De geluidzone van Westpoort geeft figuur 2. De open gevallen plaats na sluiting zal, gezien de behoefte aan geluidruimte, naar verwachting door andere geluidbronnen worden ingenomen.

Het geluidvermogen van conventionele centrales is niet eenduidig aan te geven. Belangrijke geluidbronnen zijn bijvoorbeeld koeltorens of andere omvangrijke koeltechnische installaties, ketelhuisen, rookgasreinigingsinstallaties, schoorstenen, turbines, pompen en geluidafstralend leidingwerk. Bij kolencentrales vormt de "handling" van kolen, zoals aanvoer/transport, een extra geluidbron. Deze aanvoer kan per vrachtwagen of schip plaatsvinden geconcentreerd in de dag- en eventueel de avondperiode. Ook is sprake van afvoer van restproducten en aanvoer van hulpstoffen.

De geluidemissie naar de (woon)omgeving wordt mede bepaald door geluidafschermende (en -reflecterende) objecten op en buiten het terrein van de centrale. Een algemene "akoestische footprint" van dergelijke inrichtingen is dan ook niet te geven. Wel is duidelijk dat door de binnen-opstelling van belangrijke geluidbronnen met adequate akoestische "bouwkundige omhullingen", en andere geluidreducerende voorzieningen (dempers, omkastingen, schermen) technisch het nodige mogelijk is qua geluidreductie.

Een aantal conventionele centrales wordt omgeschakeld naar andere brandstoffen (zoals biomassa). Dit heeft relatief geringe gevolgen voor de geluidemissie van de centrale zelf. Wel kan de rookgasreiniging en dergelijke ingrijpend wijzigen, alsook de aan- en afvoer van brandstof, hulp- en reststoffen.



FIGUUR 2: GELUIDZONE VAN INDUSTRIETERREIN WESTPOORT-AMSTERDAM

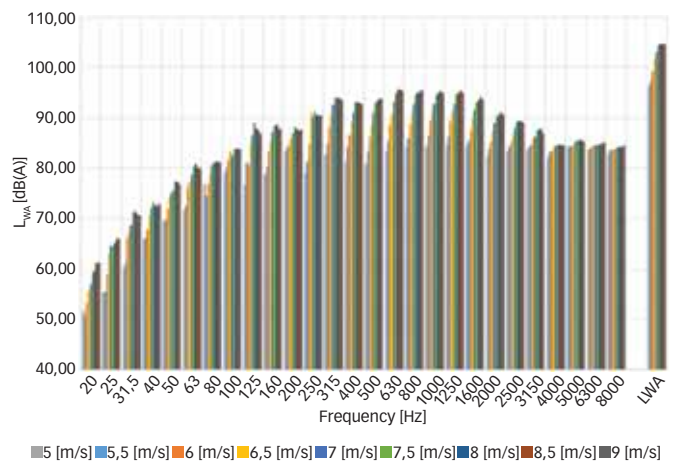
5. HULPCENTRALES/ WARMTEKRACHTCENTRALES

Lokaal komen gasgestookte hulpcentrales voor, veelal bedoeld om pieken in energievraag op te vangen. Het opgewekte vermogen is zeer divers. Deze zijn soms gesitueerd in of nabij woonwijken, en dan akoestisch zodanig ontworpen dat voldaan wordt aan algemeen erkende geluidgrenswaarden. Kleinere installaties zijn in dit kader niet relevant. De grotere hulpcentrales worden aangemerkt als grote lawaaimaker. Indien ingezet als leverancier van stadswarmte kunnen deze ook op korte afstand van woningen in woonwijken zijn gelegen. Een voorbeeld hiervan zijn de hulpwarmtecentrales in Utrecht welke vanwege het opgewekte vermogen (meer dan 50 MWth) als grote lawaaimaker worden aangemerkt.

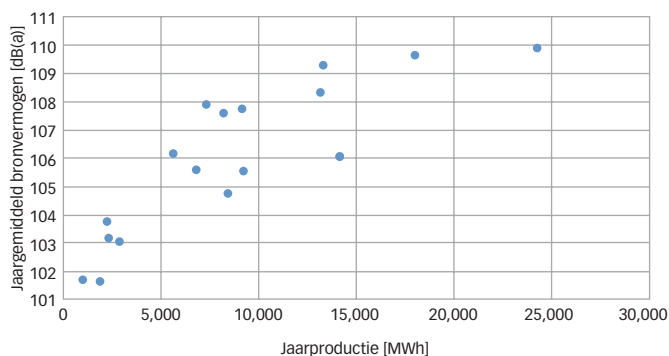
6. WINDTURBINES

Windturbines op het vasteland zijn relevante geluidbronnen en leiden bij de beoogde oprichting ervan niet zelden tot heftige discussies. Windturbines kunnen solitair en in groepen (windturbineparken) worden opgesteld. Indien meerdere windturbines in elkaars nabijheid worden opgesteld, dient de onderlinge afstand tussen de windturbines tenminste vijf maal de rotordiameter (NEN-vuistregel) te bedragen om negatieve onderlinge beïnvloeding van de luchtstroming te beperken. Dit beïnvloedt sterk het fysieke en akoestisch ruimtebeslag van windturbines.

De elektriciteitsproductie en het geluidvermogen van windturbines zijn beide sterk afhankelijk van de windsnelheid. Een voorbeeld van die significant windafhankelijke geluidproductie geeft figuur 3, zowel spectraal als in dB(A)-waarden.



FIGUUR 3: DE GELUIDEMISSIE VAN EEN WINDTURBINE AFHANKELIJK VAN DE WINDSNELHEID¹



FIGUUR 4: JAARGEMIDDELD GELUIDPRODUCTIE VERSUS DE ELEKTRISCHE JAARPRODUCTIE VOOR EEN AANTAL REPRESENTatieve TYPEN WINDTURBINES

Een min of meer standaard windturbine van 3 MW levert, uitgaande van een gemiddeld windklimaat in Nederland, circa 13,5 GWh per jaar, hetgeen overeenkomt met een gemiddeld elektrisch vermogen van 1,5 MW. (Daarnaast zijn windturbines niet het gehele jaar in bedrijf vanwege onderhoud, defecten, keuringen e.d., waardoor het effectieve elektrische vermogen in de praktijk nog enigszins lager kan zijn.) De effectieve elektriciteitsproductie van windturbineparken is derhalve aanzienlijk lager dan de som van de nominaal opgestelde elektrische vermogens van de afzonderlijke windturbines.

Het geluid van windturbines wordt beoordeeld met een jaargemiddelde L_{den} -waarde. Voor de berekening van de geluidemissie van windturbines wordt daarom de jaargemiddelde geluidemissie (L_E) bepaald. Voor een aantal representatieve typen windturbines is zowel de elektrische jaarproductie (op basis van een jaargemiddelde windklimaat) alsook de jaargemiddelde geluidemissie (L_E) bepaald; dit is in figuur 4 weergegeven.

Op basis van de jaargemiddelde geluidemissie kan de afstand worden berekend tot de 47 L_{den} -contour. In figuur 5 is de afstand tussen de bron en 47 L_{den} -contour uitgezet tegen de elektrische jaarproductie voor de beschouwde windturbines. Uit deze figuur blijkt dat grotere windturbines leiden tot een relatief kleinere akoestische footprint in relatie tot hun jaarproductie.

Bij een lijn- of matrix-opstelling van windturbines zal de oppervlakte van de cumulatieve 47 L_{den} -contour kleiner zijn dan de sommatie van de oppervlakten van de afzonderlijke windturbines door deels overlappende contouren. Bij een lijnopstelling zal de oppervlakte van de cumulatieve 47 L_{den} -contour circa 10% lager bedragen dan de gesommeerde oppervlakten van afzonderlijke windturbines. Bij een matrixopstelling kan dit wel tot een 50% kleinere contour leiden.

7. WINDTURBINEPARKEN OP ZEE

Windturbineparken op zee zijn op zichzelf qua geluidemissie naar de (woon-)omgeving niet relevant.

Windparken op zee hebben wel tot gevolg dat meer transformatoren moeten worden bijgeplaatst. De opgewekte elektriciteit moet in het landelijke net worden ingevoerd. Reeds op enkele plaatsen (Borssele, Eemshaven en de Noord-Hollandse kust bij Wijk aan Zee) worden transformatorstations met opgestelde vermogens ruim boven 200 MVA gerealiseerd. De totale geluidemissie van dergelijke transformatorstations zal, door dit bijplaatsen van nieuwe transformatoren en een grotere belasting van bestaande, toenemen (zie ook het volgende). De offshore-parken hebben derhalve indirect ook gevolgen voor de geluidniveaus op land.

N.B. Bij de aanleg van windturbineparken op zee is daarnaast van belang het heigeluid onderwater en de invloed daarvan op

zeefauna. Daarover is veel te zeggen, maar dit valt buiten het kader van dit artikel.

8. ZONNEPANELEN

Zonnepanelen op zich zijn akoestisch niet relevant. Wel kunnen omvangrijke zonneparken op (voorheen) weilanden de bodemfactor van “zacht” (geluidabsorberend) naar overwegend “hard” (geluidreflecterend) veranderen. Dit heeft effect op de geluidoverdracht en kan relevant zijn indien deze zonneparken zijn gelegen tussen belangrijke geluidbronnen en geluidgevoelige bestemmingen. Dit is dus locatie-specifiek en bovendien sterk afhankelijk van de omvang van die “parken” en de oriëntatie van de zonnepanelen ten opzichte van het geluidpad (waaronder de opstellingshoek van panelen ten opzichte van het maaiveld). Daarmee is er in algemene woorden niet veel over te zeggen. Gepaste aandacht voor dit aspect is echter wel gewenst: nu beslaat het grootste zonnepark ruim 30 hectare, maar er zijn al plannen voor parken van circa 100 hectare of meer.

9. DIVERSEN

De op- en overslag van kolen bij toeleveranciers kent ook diverse relevante geluidbronnen, zoals uitgebreide havenkranen, transportbanden en transport door schepen, goederentreinen e.d. De mate waarin de omvang daarvan zal veranderen is sterk afhankelijk van de wijziging van de bevoorrading van het achterland (zoals Duitsland). Anderzijds bevinden dit soort inrichtingen zich vaak op gezoneerde industrieterreinen, zodat vermindering van de geluidproductie als geluidruimte beschikbaar komt voor bestaande of nieuwe bedrijven en dus weer wordt gecompenseerd. Het positieve daarvan is wel dat voor dergelijke geluidbronnen niet andere bedrijventerreinen uitgebreid behoeven te worden.

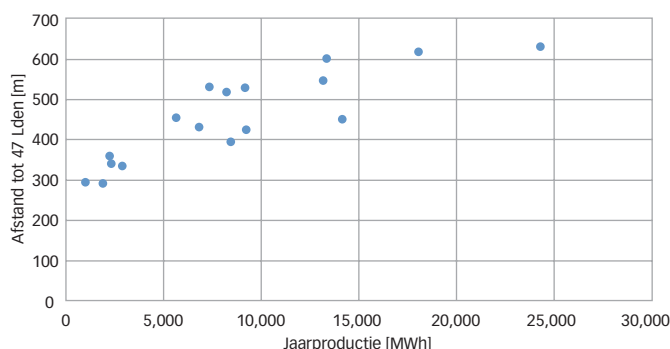
Drukverhogingsstations van aardgas zijn ook wezenlijke geluidbronnen. De invloed van een verminderd aardgasgebruik op de geluidproductie van dergelijke stations is nu moeilijk te voorspellen. Daarbij speelt ook een rol dat een verandering in “werkgebied” van compressoren niet altijd tot een lagere geluidproductie leidt.

10. “UITRUIL” VAN ENERGIE-OPWEKKERS

Het opgewekte elektrisch vermogen van installaties is uiteraard afhankelijk van de grootte van de installatie.

Conventionele centrales wekken – zeer globaal – gemiddeld circa 600 MW per eenheid op.

Een typisch voorbeeld van de huidige generatie windturbines met een ashoogte van 100 m levert een nominaal vermogen van circa 3 MW op. Uitgaande van een jaargemiddeld effectief opgewekt vermogen van 1,5 MW per windturbine (zie het voorgaande) zijn voor het sluiten van elke conventionele centrale van 600 MW aldus circa 400 windturbines vereist.



FIGUUR 5: AFSTAND TUSSEN WINDTURBINES EN DE 47 L_{DEN} -CONTOUR VERSUS DE ELEKTRISCHE JAARPRODUCTIE

Indicatief kan voor 400 windturbines een akoestisch footprint (oppervlakte van de L_{den} -contour) worden berekend van circa 450 km^2 uitgaande van solitaire windturbines met een richtafstand tussen bron en de L_{den} -contour van circa 600 m. Indien van een matrix-opstelling van windturbines wordt uitgegaan, kan de akoestisch footprint circa 50% kleiner zijn. De akoestisch footprint van windturbines van het equivalent van één conventionele centrale van 600 MW bedraagt aldus circa 225 km^2 bij een matrixopstelling, hetgeen ongeveer overeenkomt met de oppervlakte van de gehele stad Amsterdam (= 219 km^2). De akoestische footprint van een conventionele centrale van 600 MW is niet eenduidig te bepalen, maar is wel wezenlijk kleiner dan de oppervlakte van Amsterdam.

N.B. In dit kader is treffend de “cartoon” van Geenstijl betreffende windturbines in Amsterdam; zie figuur 6.

Discussie is gaande of gasgestookte centrales geheel vervangen kunnen worden, mede door de afhankelijkheid van windturbines van de windomstandigheden, en nog meer de afhankelijkheid van zonnepanelen van zonlicht die dus sowieso in de donkere nachtelijke uren geen bijdrage leveren.

11. TRANSFORMATORSTATIONS

De energietransitie heeft grote gevolgen voor het elektriciteitsnet. Voor de netbeheerders geldt een verplichting tot het leveren van voldoende elektriciteit én het aankoppelen van de nieuwe energiebronnen. De door zonnepanelen en windturbines opgewekte elektriciteit moet worden ingevoerd in het bestaande net.

Door de transitie naar elektriciteit als belangrijkste energiebron zal de vraag naar elektriciteit ook (explosief) groeien.

Reeds nu loopt het bestaande elektriciteitsnet tegen haar grenzen aan en moet in versneld tempo extra capaciteit aan transformatoren worden bijgeplaatst en moet het elektriciteitsnetwerk worden opgewaardeerd. Dit geldt zowel voor het landelijke hoofdnetwerk (in beheer bij TenneT) als de regionale netten van de regionale netbeheerders.

In eerste instantie wordt de verhoogde belasting opgevangen door de huidige transformatoren. Door deze belastingtoename zal het lastgeluid van de transformatoren toenemen. Rekening moet worden gehouden met een toename van meerdere dB's per transformator en in het meest ongunstige geval - waarin de transformator maximaal wordt belast - tot 8 à 9 dB.

Door de toename van de elektrische belasting zal ook eerder geforceerde koeling (met ventilatoren) van de transformatoren noodzakelijk zijn. Dit heeft ook een toename van het geluid tot gevolg.

Door de aankoppeling van de nieuwe energiebronnen treedt ook meer ‘netvervuiling’ op waardoor extra maatregelen getroffen moeten worden om de levering van ‘goede stroom’ te kunnen waarborgen. Op transformatorstation worden hierom compensatiemiddelen ingezet, bijvoorbeeld in de vorm van spoelen en condensatorbanken, die voor extra geluid zorgen.

Door deze toename van aanbod van en vraag naar elektriciteit zullen ook versneld transformatoren worden bijgeplaatst of vervangen. Dit leidt soms tot lagere geluidniveaus als oudere exemplaren (transformatoren van meer dan 50 jaar oud zijn niet ongebruikelijk) worden vervangen door nieuwe, stillere exemplaren.

Door bijplaatsing van extra capaciteit op de transformatorstations kan het opgestelde vermogen meer dan 200 MVA gaan be-



FIGUUR 6: GEENSTIJL-WEERGAVE VAN WINDTURBINES IN AMSTERDAM

dragen. Daardoor wordt een transformatorstation een ‘grote lawaaimaker’ en moet het desbetreffende terrein voorzien worden van een geluidzone ex Wgh (met de bijbehorende bestemmingsplanwijziging).

Voor de grote transformatorstations in het landelijke hoofdnet geldt deze zoneringsplicht vaak al. Dit legt dan weer beperkingen op aan de mogelijkheden voor uitbreiding van de capaciteit en de bijbehorende geluidtoename. Dit zal gecompenseerd moeten worden met extra geluidreducerende maatregelen.

N.B. Bij transformatorstations bestaat de mogelijkheid antigeluid toe te passen². Dit is temeer van belang omdat het reduceren van transformatorgeluid vanwege het laagfrequente karakter (100 Hz en hogere harmonischen) vaak fysiek omvangrijke (en daardoor kostbare) voorzieningen vereist.

12. HOOGSPANNINGSLIJNEN

De toenemende vraag en aanbod van elektriciteit heeft ook tot gevolg dat het elektriciteitsnet zwaarder zal worden belast. Daardoor kan eerder sprake zijn van geluid door kleine deel-ontladingen bij de lijnen (het zogenaamde ‘coronageluid’), met name onder vochtige weersomstandigheden (mist, miezer-regen).

13. CONCLUSIES

Voor elke conventionele energiecentrale met een gemiddelde capaciteit van 600 MW die wordt gesloten zijn 400 windturbines met een gemiddelde nominaal vermogen van 3 MW vereist. De “akoestische footprint” van dit aantal windturbines is aanzienlijk groter dan van conventionele centrales.

De planologische situering van beide soorten energie-opwekkers is ook wezenlijk verschillend. Grote opwekkers zijn gesitueerd op daartoe bestemde industrieterreinen. Voor windturbines op land is een blijvende zoektocht naar geschikte locaties vereist, ook buiten industrieterreinen. Dit betekent een geografische meer verspreide aanwezigheid van dergelijke geluidbronnen, ook al dient elke locatie te voldoen aan de wettelijke geluidgrenswaarden.

De intrinsieke toename van geluid van transformatorstations door de aangepaste belasting moet gecompenseerd worden door aanvullende geluidreducerende voorzieningen.

Deze mogelijke trend naar een grotere geografische spreiding van wezenlijke geluidbronnen door de beoogde energietransitie vereist dus een adequate ruimtelijke planning en inzet van gepaste akoestische maatregelen.

REFERENTIES

1. “Industriële geluidbeheersing in de praktijk”, J.H. Granneman, Peutz-uitgave
2. “Antigeluid werkt!”, Geluid 1, maart 2014, H. Buikema, F.D. van der Ploeg