

# Ruimtelijke effecten van een strengere geluidsnorm voor windturbines

Rapportage

## **Over deze rapportage**

Opstellers  
Machiel Bakx, Jaap Witte  
Generation.Energy

Opdrachtgever  
Johannes van Steenis  
RVO

Den Haag, 10 februari 2021



# Inhoudsopgave

1. Over deze rapportage.....	3
2. Vraagstelling en aanpak .....	3
3. Onderzoeksmethode.....	4
4. Conclusies.....	5
Bijlage 1 – Cijfers per regio .....	9
Bijlage 2 – Uitgangspunten.....	12
Bijlage 3 – Natura 2000 en radarinvloedsgebieden.....	15

# 1. Over deze rapportage

RVO heeft Generation.Energy gevraagd om te berekenen wat het effect is op de plaatsingsmogelijkheden voor windturbines, wanneer de geluidsnorm zou worden aangescherpt. Het gaat daarbij om een landelijk beeld. Wat is het effect op de totale theoretische opwekpotentie? Zijn er van regio tot regio verschillen en hoe zijn die te verklaren? Deze rapportage bevat de uitkomsten van dit onderzoek.

## 2. Vraagstelling en aanpak

Aanleiding voor het onderzoek is de aanbeveling door de WHO uit 2018<sup>1</sup> om te overwegen voor de geluidsnorm van windturbines een norm van Lden 45 dB te hanteren. Dit is lager dan de huidige Nederlandse norm van Lden 47 dB. Onderzoek door bureau M+P heeft aangetoond dat dit leidt tot een grotere geluidscontour van gemiddeld ca. 30 tot 35%.

Aanscherping van deze norm heeft een impact op plaatsingsmogelijkheden voor windturbines. Generation.Energy heeft een GIS-model ontwikkeld waarmee berekend kan worden waar, rekening houdende met o.a. geluidscontouren, theoretische plaatsingsmogelijkheden zijn voor windturbines. Voor deze ruimtes kunnen we berekenen wat het maximale potentieel is voor windenergie, op basis van een optimale plaatsing van turbines. Vervolgens kunnen we de geschatte energieproductie in GWh uitdrukken, rekening houdende met lokale windsnelheden. Dit rekenmodel is ontwikkeld voor het maken van de thematische kaarten voor windenergie in de Analysekaarten van het Nationaal Programma Regionale Energiestrategieën (NPRES).

De potentieelberekening voor het NPRES is gedaan op basis van een referentieturbine van 5,6 MW (Vestas V150). In de huidige opzet van het model wordt gerekend met een geluidscontour van 300 m ten opzichte van woningen buiten woonkernen en 500 m ten opzichte van woningen binnen woonkernen. Deze afstanden gelden als vuistregels die in het kader van de analysekaarten van NPRES in overleg met NWEA zijn aangenomen. Gevraagd is om dit GIS-rekenmodel in te zetten om de ruimtelijke effecten te berekenen met een verruimde geluidscontour van 400 m ten opzichte van woningen buiten woonkernen en 650 m ten opzichte van woningen binnen woonkernen. Deze nieuwe afstanden refereren aan een norm Lden 45db.

### **Landelijk beeld en regionale verschillen**

Door de uitkomsten van de nieuwe en oude berekening naast elkaar te zetten wordt duidelijk hoe groot het ruimtelijke effect is van een nieuwe norm, en ook waar deze effecten optreden. Zo kunnen we zowel voor Nederland als geheel, als ook voor elk van de 30 RES-regio's de uitkomsten vergelijken. Waar nodig hebben we kaartuitsneden opgenomen om de uitleg over methode en uitkomsten te ondersteunen.

---

<sup>1</sup> Environmental noise guidelines for the European region, WHO 2018

Om de verschillen te verklaren is het soms nodig om in te zoomen op de ruimtelijke context. Zo is het bijvoorbeeld relevant wat de ruimtelijke structuur is van het landelijk gebied in een regio; is er sprake van veel verspreide bebouwing, of van uitgestrekte 'lege' natuurgebieden? In de analyse maken we onderscheid tussen de effecten in verschillende type landschappen. Zo kijken we zowel naar de effecten voor wind op land als voor wind op grote wateren zoals Eems, de Zeeuwse wateren en het IJsselmeer en Markermeer. Ook kijken we naar gebieden waar in de praktijk de plaatsingsmogelijkheden onderhevig kunnen zijn aan beperkingen. Zo beschouwen we de effecten op de opwekpotentie voor wind op land als geheel, maar daarbinnen ook voor specifiek dat deel van het landschap dat buiten Natura 2000 gebieden en radarinvloedsgebieden rondom militaire luchthavens ligt. De uitkomsten uit het model geven naast de potentiële opbrengst inzicht in de theoretisch benutbare oppervlakten, aantallen turbines en vermogens.

### 3. Onderzoeksmethode

#### **Methodologie GIS-rekenmodel**

Hieronder volgt een beknopte uitleg over de methodiek en welke stappen doorlopen worden in de berekeningen. Een uitgebreide uitleg van de methodiek achter de berekeningen is terug te vinden in het verantwoordingsdocument dat is opgesteld voor de Analysekaarten van het Nationaal Programma Regionale Energiestrategieën (december 2020). Deze is te downloaden via [www.regionale-energiestrategie.nl](http://www.regionale-energiestrategie.nl). Via deze website is het ook mogelijk toegang te krijgen tot de online-viewer van de Analysekaarten. In deze viewer zijn de resultaten van de berekening van de huidige norm inzichtelijk gemaakt in landelijke kaarten. De viewer fungeert als een atlas waarin individuele informatielagen zijn te raadplegen, zoals beperkingenkaarten voor windturbines.

#### **Analysemethode**

Het berekenen van de ruimtelijke potentie voor windenergie gebeurt aan de hand van opeenvolgende stappen. Eerst worden restrictieve zones berekend die betrekking hebben op veiligheidsafstanden ten opzichte van kwetsbare gebouwen en objecten, hoogtebeperkingen rondom luchtvaart en geluidsimpact ten opzichte van woningen.

Wat betreft geluid is onderscheid gemaakt tussen woonkernen enerzijds en woningen in het buitengebied (buiten woonkernen) anderzijds. Het rekenmodel maakt hier onderscheid in: standaard wordt gerekend met een geluidscontour van 500m om woonkernen en 300m om woningen buiten woonkernen. Dit onderscheid vindt zijn oorsprong niet in de normering (die is voor beide situaties gelijk) maar in de praktijk. In het kader van het opstellen van de eerste versie van de Analysekaarten voor het NPRES hebben we overlegd met NWEA en windenergie-experts om te komen tot uitgangspunten voor de potentieberekening. Zowel voor wat betreft het referentietype (de 5.6MW turbine) als het aantal vollasturen en de vertaling van de geluidsnormering naar geluidscontouren. Voor woonkernen (aaneengesloten bebouwing) is uitgegaan van een afstand van 500m als reële vuistregel. Voor woningen buiten woonkernen geldt in beginsel dezelfde afstand, maar uit ervaring is gebleken dat er in de praktijk meer mogelijkheden zijn bij individuele woningen om die afstand te verkorten tot (vuistregel) 300m. In het geval dat de norm zou worden aangescherpt, zouden die geluidscontouren worden vergroot tot respectievelijk 650m en 400m.

De potentie op de Noordzee, Waddenzee en Westerschelde namen we niet mee in de berekeningen omdat dit voor de vergelijking niet relevant is. De uitgangspunten voor het

GIS-rekenmodel zijn gebaseerd op het Handboek risicozonering windenergie uit 2014. In mei 2020 is er een vernieuwde versie (HRW2020) van de risicozonering gepubliceerd op Infomil. Het rekenmodel is niet aangepast aan deze vernieuwde informatie.

Na aftrek van de alle ruimte waarop deze restricties liggen, blijft de ruimte over waar een theoretisch potentieel ligt voor windenergie. Daarnaast kunnen ook andere restricties gelden in deze ‘overgebleven’ ruimte. We hebben voor deze analyse de berekening uitgebreid met zones rond militaire radarinstallaties en in Natura 2000 gebieden, zodat de vergelijking bestaand versus aangescherpt mét en zónder deze gebieden gemaakt kan worden. De ruimtelijke effecten van mogelijke aanvullende beperkingen als gevolg van provinciaal en gemeentelijk beleid zijn niet meegenomen in de voorliggende analyse.

Binnen de theoretisch potentiële ruimte wordt in het model berekend hoeveel turbines er maximaal geplaatst kunnen worden bij een optimale onderlinge afstand van 4x de rotordiameter. Daarbij wordt gekeken naar een optimum binnen elk afzonderlijk potentiegebied, en ook naar de afstand naar nabijgelegen potentiegebieden. Ook is rekening gehouden met voldoende afstand tot bestaande windturbines.

Een deel van de theoretische plaatsbare windturbines staat in open water, een deel op land. Voor die laatste categorie is een correctiefactor van -50% toegepast op het aantal plaatsbare turbines, omdat op land de wind ruimte nodig heeft om te kunnen regenereren. Dit geldt ook voor kleinere wateren.

Zodanig ontstaat een configuratie voor Nederland als geheel, met een maximale benutting van de theoretisch beschikbare ruimte als vertrekpunt. Het aantal theoretisch plaatsbare turbines wordt per RES-regio en voor Nederland als geheel opgeteld. Aan de hand het aantal vollasturen per gemeente wordt vervolgens berekend hoeveel energie in potentie kan worden opgewekt.

## 4. Conclusies

### Landelijk beeld

- Het totale opwekpotentieel neemt met 20% af voor wind op land en op water samen, als uitgegaan wordt van een geluidsnorm Lden 45dB in plaats van de huidige norm Lden 47 dB. In absolute zin neemt het totale potentieel dan af met circa 95.000 GWh.
- Op land is de afname verreweg het grootst (-30%). Het potentieel op water neemt nauwelijks af (-2%); enkel in gebieden waar bebouwing in kustzones te vinden is, en waar de geluidsnorm dus enige impact heeft.

Opwekpotentieel (GWh)									
Totaal				Waarvan op land			Waarvan op water		
Bestaand	Strenger	Vershil	Vershil	Bestaand	Strenger	Vershil	Bestaand	Strenger	Vershil
472.449	377.021	-95.427	-20%	305.512	212.850	-30%	166.936	164.172	-2%
100,0%	100,0%			100,0%	100,0%		100,0%	100,0%	

Tabel 1: vergelijking potentieel bestaande versus nieuwe norm, voor Nederland als geheel

## Landelijk beeld exclusief Natura 2000 gebieden en radarinvloedsgebieden

Een deel van de theoretische potentie ligt in Natura 2000 gebieden en radarinvloedsgebieden. Omdat hier restricties gelden voor windturbines, hebben we ook het potentieel vergeleken *exclusief* deze gebieden.

- Circa de helft van de opwekpotentie wordt behaald in Natura 2000 gebieden. Een belangrijke factor hierin is wind op water: het grootste deel van de grote wateren liggen in Natura 2000 gebied (zie bijlage 3). Op land is het aandeel in de opwekpotentie rond de 20%. De radarinvloedsgebieden zijn een stuk kleiner; ongeveer 5% van de potentie valt in gebieden met een 500 voet restrictie. Voor de 300 voet zones is dit minder dan 1% (zie bijlage 3 voor de ligging).
- *Binnen* de Natura 2000 gebieden neemt de potentie nauwelijks af als gevolg van de nieuwe norm. Dit is logisch; op open water is er niet of nauwelijks impact wegens het ontbreken van bebouwing, en dit geldt ook voor grote aaneengesloten natuurgebieden op land.
- Indien sec wordt gekeken naar de impact van de nieuwe geluidsnorm *buiten* deze gebieden, zien we dat de potentie op land met 34% afneemt (tabel 2). In absolute zin neemt de potentie af met circa 80.000 GWh (van de eerder genoemde 95.000).

Opwekpotentieel met aftrek van Natura 2000 en radarinvloedsgebieden 300 & 500 voet (GWh)										
Totaal				Waarvan op land			Waarvan op water			
Bestaand	Strenger	Vershil	Vershil	Bestaand	Strenger	Vershil	Bestaand	Strenger	Vershil	
237.312	157.359	-79.953	-34%	231.074	151.806	-34%	6.238	5.552	-12%	
50,2%	41,7%			75,6%	71,3%		3,7%	3,4%		

Tabel 2: vergelijking potentieel bestaande versus nieuwe norm, na aftrek van Natura 2000 gebieden en radarinvloedsgebieden 300ft en 500ft. De percentages geven het aandeel aan van de totale potentiegetallen in tabel 1 voor resp. totaal, land, water.

## Regionale verschillen

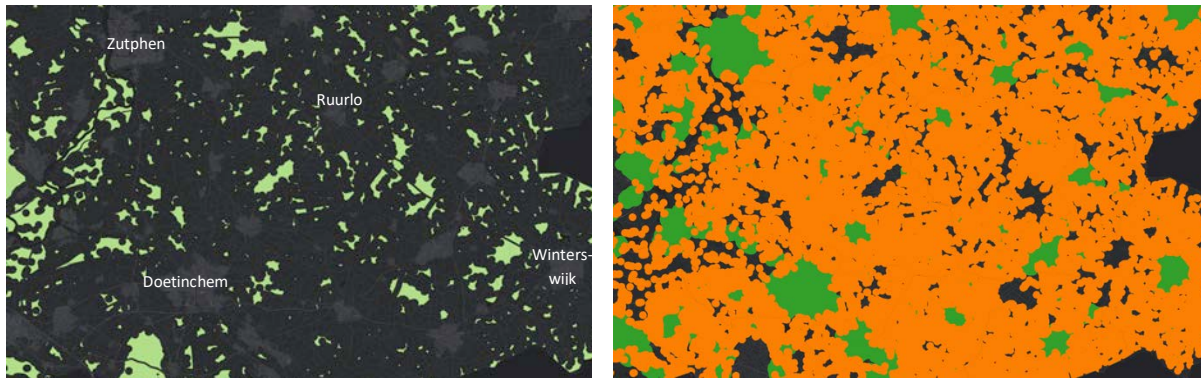
Bijlage 1 bevat twee tabellen: de totale potentie opgesplitst per regio (A), en de potentie exclusief Natura 2000 en radarinvloedsgebieden opgesplitst per regio (B). In rood is aangegeven welke 5 regio's de grootste relatieve afname in opwekpotentie kennen. In groen de 5 regio's waar de relatieve afname het kleinst is.

- De spreiding is zeer groot: in de algemene vergelijking van potenties (wind + water) varieert de afname van de opwekpotentie van -4% in Flevoland tot meer dan 40% in Twente (-43%) en de Achterhoek (-56%).
- In tabel A valt op dat de top 5 van regio's met een procentueel lage afname wordt gevormd door regio's die een groot aandeel open water hebben.
- In absolute zin is de afname van de theoretische opwekpotentie het grootst in de noordelijke provincies, met uitschieter Friesland (-12.439 GWh), en daarnaast in Zeeland (-6.890 GWh) en West-Overijssel (-6.107 GWh).

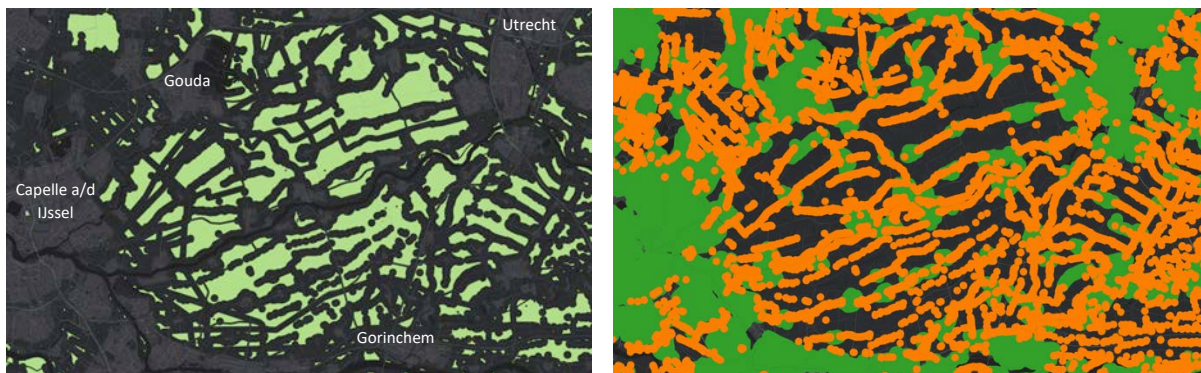
## Regionale verschillen exclusief Natura 2000 gebieden en radarinvloedsgebieden

- De uiteenlopende cijfers in de andere (niet-waterrijke) regio's vragen om een nadere blik. Wanneer sec wordt gekeken naar de gebieden *buiten* Natura 2000 en radarinvloedsgebieden (tabel B), valt op dat de top 5 met de laagste procentuele daling nu geheel anders is. Regio's als Alblasserwaard, Drenthe en Midden-Holland kennen een relatief *kleine* afname van de potentie.
- Gekeken naar absolute cijfers, blijven Groningen, Drenthe, Friesland, Zeeland en West-Overijssel koploper qua verlies van opwekpotentie.
- Bij de regio's met procentueel de *grootste* afname voegen Foodvalley en Stedendriehoek/Cleantech zich bij de top 5.
- We zien enkele mogelijke verklaringen voor de grote verschillen tussen regio's onderling.
  - Eén verklaring kan mogelijk gevonden worden in het feit dat we in het rekenmodel werken met gemiddelde geluidscontouren voor heel Nederland, terwijl in de praktijk de geluidscontour kleiner kan zijn in regio's met lagere windsnelheden. Verondersteld althans dat er geen sprake zou zijn van lokale optimalisatie, bijvoorbeeld met een keuze voor een hogere mast, zou benutbare ruimte door deze benadering onterecht kunnen afvallen. Dit verklaart mogelijk deels waarom enkele regio's met lage windsnelheden een relatief grote potentieafname laten zien. Dit beeld is overigens niet consistent; zo is de potentieafname in zuidoost Nederland niet wezenlijk anders dan in enkele kustregio's. Zie de kaart met relatieve potentieafnames per regio (figuur bij tabel B) en de kaart met windsnelheden in de bijlage.
  - Een andere verklaring kan worden gevonden in de verschillen in de ruimtelijke ordening per regio. De ene regio kent een grotere spreiding van bebouwing in het buitengebied dan de andere. Onderstaande uitsneden uit de Analysekaarten NPRES illustreren dat. De uitsneden zijn op dezelfde schaal weergegeven. In de Achterhoek is, evenals bijvoorbeeld de regio's Foodvalley en Cleantech, sprake van een buitengebied met veel verspreide bebouwing. Dat leidt tot een veelheid aan geluidscontouren (rechterbeeld). De resterende potentiële plaatsingsruimte (linkerbeeld) is daarmee beperkt. Een grotere geluidscontour heeft hier een groter effect dan bijvoorbeeld in Midden-Holland en Alblasserwaard. In deze regio's is sprake van een grotere open gebieden tussen lintbebouwing, zo blijkt uit de onderste kaartjes. Bij een aanscherping van de geluidsnorm zullen in een landschap als dat van de Achterhoek veel van de mogelijk 'snippers' worden opgeslokt door een grotere geluidscontour. Dit effect is kleiner in een landschap met grotere aaneengesloten onbebouwde ruimtes.





*Figuur 1: uitsnedes RES-regio Achterhoek. De linker kaartjes in beide figuren tonen de plaatsingsmogelijkheden voor turbines (lichtgroen). De rechter kaartjes de geluidscontouren van woonkernen (groen) en van woningen buiten woonkernen (oranje).*



*Figuur 2: uitsnedes RES-regio's Midden-Holland en Alblasserwaard.*

# Bijlage 1 – Cijfers per regio

Vergelijking bestaande versus strengere norm	Code Regio	Opwekpotentieel (GWh)		Verschil	Verschil	Waaraan op land			Waaraan op water				
		Bestaand	Strenger			Bestaand	Strenger	Verschil	Bestaand	Strenger	Verschil		
Regio's													
			Totaal										
Regio Achterhoek	RES001	7.078	3.100	-3.977	-56%	7.078	3.100	-3.977	-56%	0	0	0	0%
Regio Twente	RES025	8.433	4.786	-3.647	-43%	8.433	4.786	-3.647	-43%	0	0	0	0%
Regio Rivierland (Fruittdelta)	RES022	6.090	3.679	-2.411	-40%	6.090	3.679	-2.411	-40%	0	0	0	0%
Regio Noord-oost Brabant	RES020	7.507	4.597	-2.910	-39%	7.507	4.597	-2.910	-39%	0	0	0	0%
Regio Zuid-Limburg	RES030	2.581	1.624	-957	-37%	2.581	1.624	-957	-37%	0	0	0	0%
Regio West-Overijssel	RES028	17.530	11.423	-6.107	-35%	17.530	11.423	-6.107	-35%	0	0	0	0%
Regio UI6/UI10	RES026	10.769	7.242	-3.527	-33%	10.769	7.242	-3.527	-33%	0	0	0	0%
Regio Noord- en Midden Limburg	RES019	11.474	7.793	-3.681	-32%	11.474	7.793	-3.681	-32%	0	0	0	0%
Regio Holland Rijnland	RES013	3.894	2.655	-1.240	-32%	3.894	2.655	-1.240	-32%	0	0	0	0%
Regio Arnhem-Nijmegen	RES003	6.058	4.210	-1.847	-30%	6.058	4.210	-1.847	-30%	0	0	0	0%
Regio West-Brabant	RES027	14.102	9.809	-4.293	-30%	14.102	9.809	-4.293	-30%	0	0	0	0%
Regio Rotterdam-Den Haag	RES023	4.879	3.418	-1.461	-30%	4.879	3.418	-1.461	-30%	0	0	0	0%
Metropoolregio Eindhoven	RES017	9.639	6.767	-2.872	-30%	9.639	6.767	-2.872	-30%	0	0	0	0%
Regio FoodValley	RES008	4.598	3.303	-1.295	-28%	4.598	3.303	-1.295	-28%	0	0	0	0%
Regio Amersfoort	RES004	2.470	1.810	-659	-27%	2.470	1.810	-659	-27%	0	0	0	0%
Regio Stedendriehoek/Cleantech	RES024	7.947	5.899	-2.048	-26%	7.947	5.899	-2.048	-26%	0	0	0	0%
Regio Hoeksche Waard	RES014	3.337	2.491	-846	-25%	3.337	2.491	-846	-25%	0	0	0	0%
Regio Hart van Brabant	RES011	3.819	2.858	-961	-25%	3.819	2.858	-961	-25%	0	0	0	0%
Regio Midden-Holland	RES015	3.648	2.731	-917	-25%	3.648	2.731	-917	-25%	0	0	0	0%
Regio Alblaswaard	RES002	2.550	1.913	-637	-25%	2.550	1.913	-637	-25%	0	0	0	0%
Regio Drenthe	RES006	30.090	22.788	-7.302	-24%	30.090	22.788	-7.302	-24%	0	0	0	0%
Regio Drechtsteden	RES005	1.216	951	-265	-22%	1.216	951	-265	-22%	0	0	0	0%
Regio Groningen	RES012	41.856	33.229	-8.627	-21%	25.762	17.466	-8.296	-32%	16.093	15.763	-330	-2%
Regio Noord-Holland Zuid	RES016	16.528	13.606	-2.921	-18%	7.429	5.241	-2.188	-29%	9.098	8.366	-732	-9%
Regio Friesland	RES009	71.134	58.694	-12.439	-17%	38.356	26.319	-12.037	-31%	32.778	32.376	-402	-1%
Regio Zeeland	RES029	42.841	35.951	-6.890	-16%	20.438	13.690	-6.748	-33%	22.403	22.261	-142	-1%
Regio Noord-Veluwe	RES021	5.708	4.830	-878	-15%	5.708	4.830	-878	-15%	0	0	0	0%
Regio Noord-Holland Noord	RES018	40.622	35.017	-5.605	-14%	15.998	10.747	-5.251	-33%	24.625	24.270	-355	-1%
Regio Goerree-Overflakke	RES010	8.287	7.236	-1.051	-13%	4.057	3.195	-862	-21%	4.230	4.041	-189	-5%
Regio Flevoland	RES007	75.767	72.612	-3.155	-4%	18.057	15.517	-2.540	-14%	57.709	57.095	-614	-1%
<b>Totale alle regio's opgeteld</b>		<b>472.449</b>	<b>377.021</b>	<b>-95.427</b>	<b>-20%</b>	<b>305.512</b>	<b>212.850</b>	<b>-93.662</b>	<b>-30%</b>	<b>166.936</b>	<b>164.172</b>	<b>-2.764</b>	<b>-2%</b>
<i>Aandeel van potentieel op land</i>		<i>100,0%</i>	<i>100,0%</i>			<i>100,0%</i>	<i>100,0%</i>			<i>100,0%</i>	<i>100,0%</i>		
<i>Aandeel van potentieel op water</i>													

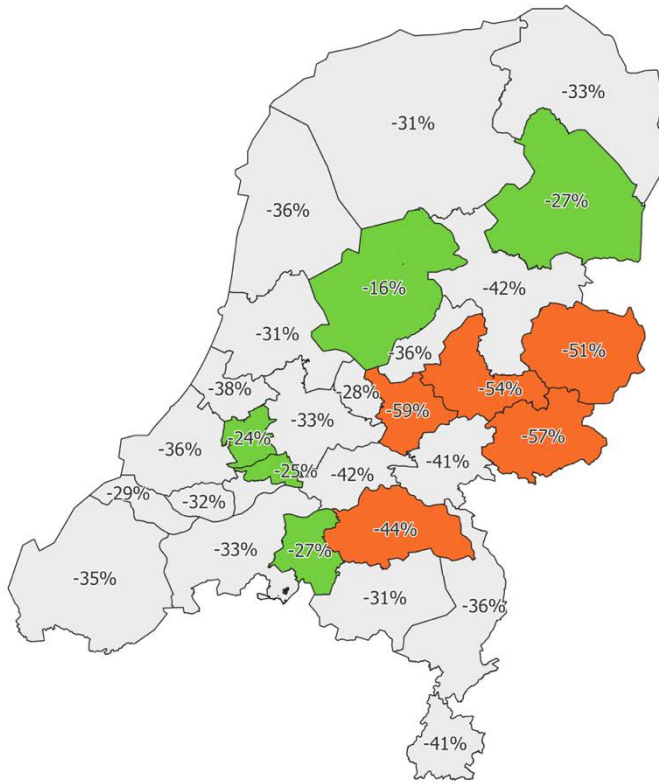
Tabel A – totaal potentieel bestaande en nieuwe norm, uitgesplitst per regio

Vergelijking bestaande versus strengere norm		Opwepotentieel met aftrek van Natura 2000 en radarinvloedsgebieden 300 & 500 voet (GWh)		Waarvan op land		Waarvan op water				
RES regio's	Code Resregio	Totaal Bestand	Strenger	Verschil	Bestaan	Strenger	Verschil	Bestaan	Strenger	Verschil
Regio FoodValley	RES008	1.619	662	-957	1.619	662	-959%	0	0	0%
Regio Achterhoek	RES001	6.917	2.956	-3.961	6.917	2.956	-57%	0	0	0%
Regio Stedendriehoek/Cleantech	RES024	2.738	1.269	-1.469	2.738	1.269	-54%	0	0	0%
Regio Twente	RES025	6.843	3.384	-3.458	6.843	3.384	-51%	0	0	0%
Regio Noord-oost Brabant	RES020	2.914	1.638	-1.276	2.914	1.638	-44%	0	0	0%
Regio West-Overijssel	RES028	13.297	7.677	-5.620	13.297	7.677	-42%	0	0	0%
Regio Rivierland (Fruithedra)	RES022	5.224	3.046	-2.177	5.224	3.046	-42%	0	0	0%
Regio Arnhem-Nijmegen	RES003	2.791	1.640	-1.151	2.791	1.640	-41%	0	0	0%
Regio Zuid-Limburg	RES030	2.050	1.211	-839	2.050	1.211	-41%	0	0	0%
Regio Noord- en Midden-Limburg	RES013	2.997	1.871	-1.126	2.997	1.871	-38%	0	0	0%
Regio Noord-Veluwe	RES019	8.741	5.591	-3.150	8.741	5.591	-36%	0	0	0%
Regio Noord-Holland Noord	RES021	1.452	930	-522	1.452	930	-36%	0	0	0%
Regio Rotterdam-Den Haag	RES018	14.005	8.983	-5.022	13.344	8.369	-37%	662	614	-8%
Regio Drechtsteden	RES005	688	444	-244	688	444	-36%	0	0	0%
Regio Zeeland	RES029	18.586	12.093	-6.493	18.468	11.999	-35%	118	94	-25%
Regio West-Brabant	RES027	9.362	6.229	-3.133	9.362	6.229	-33%	0	0	0%
Regio Groningen	RES012	25.601	17.105	-8.497	24.893	16.609	-33%	709	496	-43%
Regio U16/U10	RES026	10.333	6.942	-3.391	10.333	6.942	-33%	0	0	0%
Regio Hoeksche Waard	RES014	2.468	1.686	-781	2.468	1.686	-32%	0	0	0%
Regio Friesland	RES009	30.009	20.566	-9.442	27.220	17.896	-34%	2.788	2.670	-4%
Metropoolregio Eindhoven	RES017	3.183	2.196	-987	3.183	2.196	-31%	0	0	0%
Regio Noord-Holland Zuid	RES016	5.421	3.744	-1.678	4.311	2.704	-37%	1.111	1.040	-7%
Regio Goeree-Overflakkee	RES010	2.979	2.117	-862	2.979	2.117	-29%	0	0	-16%
Regio Amersfoort	RES004	2.313	1.668	-645	2.313	1.668	-28%	0	0	0%
Regio Hart van Brabant	RES011	1.658	1.206	-452	1.658	1.206	-27%	0	0	0%
Regio Drenthe	RES006	25.563	18.604	-6.959	25.563	18.604	-27%	0	0	0%
Regio Alblasserwaard	RES002	2.497	1.878	-619	2.497	1.878	-25%	0	0	0%
Regio Midden-Holland	RES015	3.524	2.666	-858	3.524	2.666	-24%	0	0	0%
Regio Flevoland	RES007	17.786	14.943	-2.842	16.935	14.306	-16%	850	638	-33%
<b>Totale alle regio's opgeteld</b>		<b>237.312</b>	<b>157.359</b>	<b>-79.953</b>	<b>231.074</b>	<b>151.806</b>	<b>-34%</b>	<b>6.238</b>	<b>5.552</b>	<b>-12%</b>
<i>Aandeel van potentieel op land</i>		<i>50,2%</i>	<i>41,7%</i>		<i>75,6%</i>	<i>71,3%</i>		<i>3,7%</i>	<i>3,4%</i>	
<i>Aandeel van potentieel op water</i>										
					= top 5 kleinste verschillen					
					= top 5 grootste verschillen					

Tabel B – totaal potentieel bestaande en nieuwe norm, exclusief Natura 2000 en radarinvloedsgebieden 300ft en 500ft, uitgesplitst per regio

Verskil na aftrek van Natura2000 en radar 300 & 500 ft

- grootste afwijking (top 5)
- midengroep
- kleinste afwijking (top 5)



*Figuur bij tabel B – relatieve verandering van de opwekpotentie per RES-regio op kaart, bij een aanscherping van de geluidsnorm*

## Bijlage 2 – Uitgangspunten

### Uitgangspunten voor berekening beperkingen en technische aspecten

Technische aspecten referentieturbine Vestas v-150

- Type turbine: 5,6 MW2
- Masthoogte van de turbine: 166 meter
- Diameter van de rotor: 150 meter

Beperkingen en argumentatie bepaald op basis van het Handboek Risicozonering Windturbines (2014), bouwhoogtebeperkingen luchtvaart (2020) en vuistregels voor geluidszonering in kader van NPRES analysekaarten.

Bronobject	Specificatie bronobject	Impact	Juridische status <sup>3</sup>	Berekende afstand (geluidsnorm Lden 47)	Berekende afstand (geluidsnorm Lden 45)	Herkomst beperking
Kwetsbare bebouwing	Kwetsbare objecten	Veiligheidsnorm	Activiteitenbesluit	241 m vanaf gevel	idem	Handboek risicozonering
Beperkt kwetsbare bebouwing	Beperkt kwetsbare objecten	Veiligheidsnorm	Activiteitenbesluit	75 m vanaf gevel	idem	Handboek risicozonering
Wegen	Rijkswegen (A), Spoorwegen(N), Stadsroutes (S)	Veiligheidsnorm	Noodzakelijk voor vergunning (RWS)	75 m vanaf rand weg	idem	Handboek risicozonering
Spoorwegen	Spoorwegen voor personen of goederenvervoer en lightrailverbindingen	Veiligheidsnorm	Noodzakelijk voor vergunning (Prorail)	83 m vanaf hart spoorbaan	idem	Handboek risicozonering
Waterwegen	Vaarwegen	Radarverstoring	Noodzakelijk voor vergunning (RWS)	50 m vanaf rand vaarweg	idem	Handboek risicozonering
Risico-inrichting (industrie)	Objecten met een hinderzone (10 <sup>-6</sup> )	Veiligheidsnorm	Bij ruimtelijke besluitvorming windturbines	Vastgestelde hinderzone	idem	Handboek risicozonering
Buisleidingen	Buisleidingen met gevaarlijke stoffen	Veiligheidsnorm	Advies	241 m vanaf hartlijn	idem	Handboek risicozonering
Hoogspanningsleidingen	Onder- en bovengrondse hoogspanningsinfrastructuur en geplande hoogspanningstrajecten	Veiligheidsnorm	Advies	241 m vanaf buitenste lijn	idem	Handboek risicozonering
Primaire waterkering	Kernzone primaire waterkering (excl. Voorliggende waterkering)	Veiligheidsnorm	Afhankelijk van beheerder	Kernzone 50 m vanaf hartlijn	idem	Handboek risicozonering
Laagvlieggebieden	Laagvlieggebied 10	Hoogtebeperking	Regeling minimum vlieghoogten	Vastgestelde hinderzone	idem	Viewer hoogtebeperking luchtvaart
Luchthavens	Civiele en militaire luchthavens	Hoogtebeperking	Bij ruimtelijke besluitvorming windturbines	Vastgestelde hinderzone	idem	Viewer hoogtebeperking luchtvaart
Losse woonbebouwing	Woningen buiten woonkernen	Geluidsnorm	Bij ruimtelijke besluitvorming windturbines	300 m vanaf gevel	400 m vanaf gevel	Vuistregel n afstemming met NWEA (Analysekaarten NPRES)
Woonkernen	Aaneengesloten woningen binnen een woonkern	Geluidsnorm	Bij ruimtelijke besluitvorming windturbines	500 m vanaf gevel	650 m vanaf gevel	Vuistregel n afstemming met NWEA (Analysekaarten NPRES)

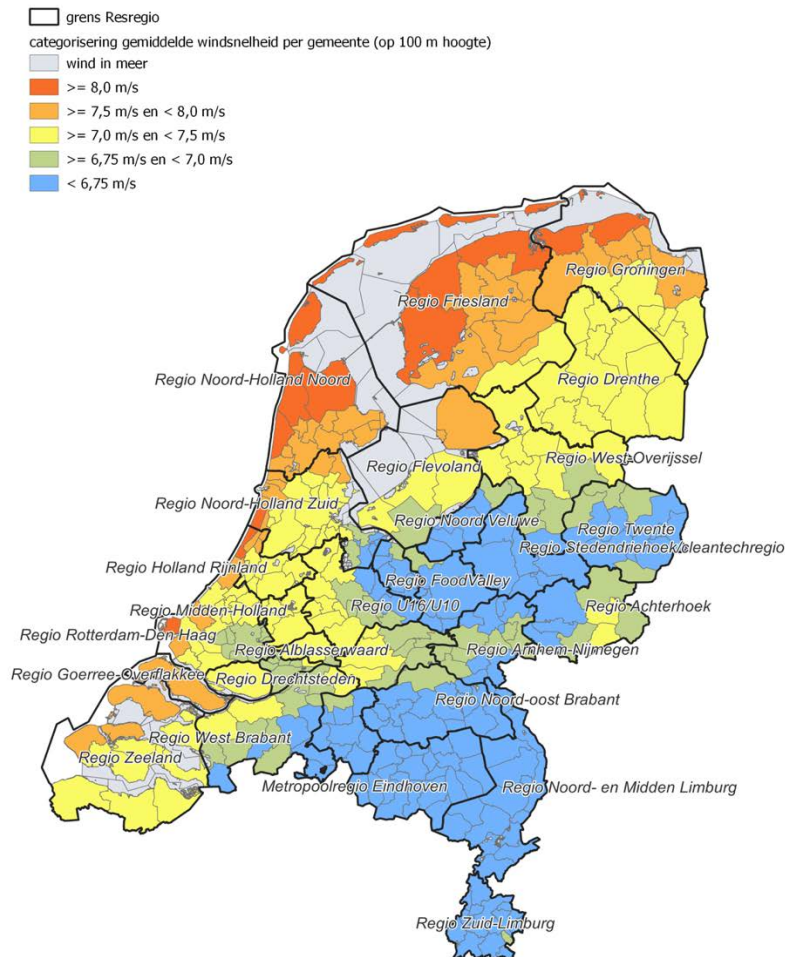
<sup>2</sup> Referentieturbine Vestas v150, na overleg met NWEA.

<sup>3</sup> Handboek Risicozonering Windturbines, RVO 2014.

## Uitgangspunten windsnelheden en vollasturen

### Windsnelheden

De windsnelhedenkaart is gebaseerd op de windsnelhedenkaart van RVO (2019). Deze is omgerekend naar gemiddelden per gemeente conform SDE++.



### Aantal vollasturen per windsnelheidszone

Categorie windsnelheid	Vollasturen (uren/jaar)
Wind op land, $\geq 8,0$ m/s	3.850
Wind op land, $\geq 7,5$ en $< 8,0$ m/s	3.500
Wind op land, $\geq 7,0$ en $< 7,5$ m/s	3.170
Wind op land, $\geq 6,75$ en $< 7,0$ m/s	2.880
Wind op land, $< 6,75$ m/s	2.650
Wind in meer (water $\geq 1\text{km}^2$ )	4.220

### *Correctiefactor wind op land en op kleine wateren*

Het rekenmodel berekent het maximale aantal turbines dat theoretisch kan worden geplaatst, zowel op water als op land. Daarbij wordt uitgegaan van een onderlinge afstand van 4x de rotordiameter. Het maximaal aantal plaatsbare turbines op land zal in de praktijk lager uitvallen, omdat hier -anders dan op open water- de wind ruimte nodig heeft om te kunnen regenereren. Dit gegeven hebben we vertaald in een correctiefactor van -50% voor het aantal plaatsbare turbines op land.

In de voorliggende analyse hanteren we deze correctiefactor ook voor turbines op kleine wateren zoals plassen. Dit is een aanscherping van de rekenmethode die we voor de Analysekaarten NPRES hanteerden. Dat hebben we gedaan om een realistischer beeld te kunnen geven van het effect van een aangescherpte geluidsnorm. In regio's met grote wateren (IJsselmeer, Markermeer, Randmeren, Eems, Zeeuwse Meren en Haringvliet) is het aandeel van de potentie op water > 1.500 GWh. In regio's waar dit aandeel kleiner is dan 1.500 GWh, is gerekend met dezelfde uitgangspunten als voor wind op land, ofwel met de correctiefactor van -50%.

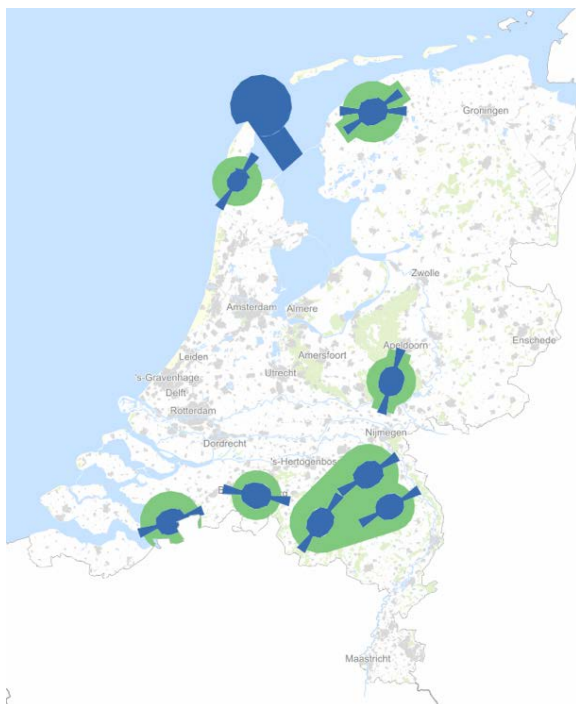
## Bijlage 3 – Natura 2000 en radarinvloedsgebieden

### Natura 2000



De kaart toont de ligging van de Natura 2000 gebieden, waaronder de grote wateren en de Veluwe.

### Radarinvloedsgebieden



De kaart toont de 300 voet zone (blauw) en de 500 voet zone (groen) rond militaire radarinstallaties.