



# ODMH

Omgevingsdienst Midden-Holland



## Onderzoek potentie wind- en zonne-energie regio Midden-Holland 2020

Versie: 2020  
Datum: 18-08-2020



# ODMH

Omgevingsdienst Midden-Holland

|                |   |
|----------------|---|
| Productnummer  | 2020DZ.05   |
| Omschrijving   | Onderzoek potentie wind- en zonne-energie regio Midden-Holland 2020 |
| Status         | Versie 2020   |
| Datum          | 18-08-2020  |
| Opdrachtgever  | Kernteam RES  |
| Opgesteld door | Sven Ruigrok & Anja van de Kruijs                                   |
|                |   |

## Inhoudsopgave

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 0     | Samenvatting .....                                      | 5  |
| 1     | Inleiding .....   | 6  |
| 1.1   | Aanpassingen ten opzichte van versie 2.0 (2019) .....   | 6  |
| 1.2   | Doel .....  | 7  |
| 1.3   | Onderzoeksvragen .....                                  | 7  |
| 1.4   | Definitie richtlijnen en voorkeuren .....               | 7  |
| 2     | Windenergie .....                                       | 8  |
| 2.1   | Richtlijnen .....                                       | 8  |
| 2.1.1 | Veiligheid .....  | 8  |
| 2.1.2 | Geluid .....  | 12 |
| 2.1.3 | Slagschaduw .....                                       | 12 |
| 2.1.4 | Conclusie richtlijnen windenergie .....                 | 14 |
| 2.2   | Voorkeuren .....  | 15 |
| 2.2.1 | Natura 2000 en Natuur Netwerk Nederland (NNN) .....     | 15 |
| 2.2.2 | Soortenbescherming .....                                | 15 |
| 2.2.3 | Kroonjuwelen .....                                      | 16 |
| 2.2.4 | Stiltegebieden .....                                    | 16 |
| 2.2.5 | Recreatiegebieden .....                                 | 16 |
| 2.2.6 | Grondwaterbeschermingsgebieden .....                    | 17 |
| 2.2.7 | Luchtvaart .....  | 17 |
| 2.2.8 | Conclusie voorkeuren windenergie .....                  | 18 |
| 2.3   | Mogelijke capaciteit en opbrengst windturbines .....    | 21 |
| 2.3.1 | Windturbines exploitabel en rendabel .....              | 22 |
| 3     | Zonne-energie .....                                     | 23 |
| 3.1   | Richtlijnen .....                                       | 23 |
| 3.2   | Voorkeuren .....  | 24 |
| 3.2.1 | Natura 2000 en Natuurnetwerk Nederland (NNN) .....      | 24 |
| 3.2.2 | Soortenbescherming .....                                | 24 |
| 3.2.3 | Kroonjuwelen .....                                      | 24 |
| 3.2.4 | Stiltegebieden .....                                    | 24 |
| 3.2.5 | Recreatiegebieden .....                                 | 24 |
| 3.2.6 | Grondwaterbeschermingsgebieden .....                    | 24 |
| 3.2.7 | Conclusie richtlijnen en voorkeuren zonne-energie ..... | 25 |
| 3.3   | Mogelijke capaciteit en opbrengst zonne-energie .....   | 25 |
| 3.3.1 | Zonneparken exploitabel en rendabel .....               | 26 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 4   | Conclusie potentie wind- en zonne-energie Midden-Holland..... | 26 |
| 5   | Vergelijking met NP RES Analysekaarten.....                   | 29 |
| 5.1 | Windenergie .....   | 29 |
| 5.2 | Zonne-energie .....   | 30 |
| 6   | Suggesties voor vervolgonderzoek.....                         | 31 |
|     | Bijlage 1: Windturbines en veiligheid; locatieafweging .....  | 33 |
|     | Bijlage 2: Overzicht van aannames .....                       | 34 |
|     | Bijlage 3: Overzicht aantal windturbines per hectare.....     | 35 |
|     | Bijlage 4: Technische Specificaties .....                     | 35 |
|     | Bronnen.....  | 36 |

## 0 Samenvatting

Het onderzoeksrapport 'Potentie wind- en zonne-energie regio Midden-Holland 2020' is opgeteld ter ondersteuning van de Concept Regionale Energiestrategie (RES). In dit rapport is geografisch geanalyseerd waar in de RES-regio Midden-Holland ruimte is voor duurzame opwekmogelijkheden, zoals wind- en zonne-energie. Hierbij is enkel gekeken naar grondgebonden mogelijkheden. Politieke keuzes en invalshoeken zijn buiten beschouwing gelaten. Het onderzoek is dynamisch en ontwikkelt mee met de fase van het RES-traject en de veranderingen in de leefomgeving.

Voor het plaatsen van windturbines gelden strenge richtlijnen voor veiligheid, geluid en slagschaduw. Voor de meeste objecten (boven- en ondergronds) bestaan standaard afstanden om de veiligheid te borgen en de overlast van geluid en schaduw te minimaliseren. Daarnaast zijn er maatregelen die getroffen kunnen worden om de overlast te verminderen, waardoor de afstanden in sommige gevallen iets kleiner kunnen zijn. Dit maatwerk moet per ontwikkelproject onderzocht worden. In de kaart 'Belemmeringen windenergie bij 3 MW windmolens' is de standaard afstand tot objecten in beeld gebracht. Hieruit blijkt dat er 7.792 hectare beschikbare ruimte is in de regio Midden-Holland, hier kunnen 256 windturbines van 3 MW worden geplaatst die samen 1,69 TWh opwekken.

Naast de richtlijnen zijn er voorkeuren, waar windturbines alleen onder bepaalde voorwaarden gerealiseerd kunnen worden. Hiervoor is maatwerk nodig. Dit zijn gebieden gekenmerkt als Natura 2000, Natuur Netwerk Nederland (NNN), nieuwe natuurgebieden, weidevogelgebied, recreatiegebieden, Kroonjuwelen, grondwaterbeschermingsgebieden en stiltegebieden. Wanneer er door de regio besloten wordt dat er in deze gebieden geen windturbines geplaatst mogen worden dan blijft er 1416 hectare beschikbare ruimte over. Hier kunnen 49 windturbines van 3 MW worden geplaatst die samen 0,19 TWh opwekken.

Voor zonne-energie zijn er minder richtlijnen dan voor windenergie. De gebouwde omgeving en de objecten in de fysieke leefomgeving vormen de voornaamste restricties voor grondgebonden zonneparken. In de kaart 'Belemmeringen voor zonne-energie' is de beschikbare ruimte voor zonne-energie in beeld gebracht. Dit is 21.346 hectare, waar potentieel 23,83 TWh opgewekt kan worden. Alle voorkeuren die voor windturbines beschreven zijn gelden ook voor zonneparken, behalve de stiltegebieden. Wanneer er door de regio besloten wordt dat er in deze gebieden geen zonneparken geplaatst mogen worden dan blijft er 8.339 hectare beschikbare ruimte over, hier kan potentieel 7,92 TWh opgewekt worden.

Dit onderzoek geeft inzicht in de theoretische potentie van grondgebonden energieopwekking in de regio Midden-Holland. In het traject naar de RES 1.0 en RES 2.0 zullen vervolgonderzoeken nodig zijn om vanuit de theoretische potentie te komen tot een realistisch en uitvoerbaar plan.

# 1 Inleiding

De gemeenten Bodegraven-Reeuwijk, Gouda, Krimpenerwaard, Waddinxveen en Zuidplas onderzoeken gezamenlijk de ruimtelijke potentie voor wind- en zonne-energie. De gemeenten werken samen aan de Regionale Energiestrategie (RES). Deze strategie beschrijft o.a. hoeveel duurzame energie in de regio opgewekt gaat worden in 2030. Er worden afspraken gemaakt over grootschalige opwek met wind en zon, waarbij de ruimtelijke inpassing en de afweging voornamelijk lokaal plaatsvindt, waarna vervolgens regionale afstemming wordt gezocht.

Het onderzoeksrapport 'Potentie wind- en zonne-energie regio Midden-Holland 2020' is opgesteld door de Omgevingsdienst Midden-Holland (ODMH) in opdracht van de RES Midden-Holland.

Ter voorbereiding en onderbouwing van de Concept RES is in dit rapport geografisch geanalyseerd waar in de RES-regio Midden-Holland ruimte is voor duurzame opwekmogelijkheden, zoals wind- en zonne-energie. Hierbij is enkel gekeken naar grondgebonden mogelijkheden. De potentie van zonnepanelen met dubbel ruimtegebruik zoals op daken is in dit onderzoek niet meegenomen.

Het onderzoek is dynamisch en ontwikkelt mee met de fase van het Regionale Energiestrategie (RES)-traject en de veranderingen in de leefomgeving. Dit kunnen ontwikkelingen zijn zoals nieuwbouwwijken, nieuwe natuur of de grootte van de gekozen windturbines. Hierdoor zal er voor de RES 1.0 waarschijnlijk een herziening komen van dit onderzoek in lijn met de ontwikkelingen in de regio en de ontwikkelingen op het gebied van wind en zonne-energie. Dit ondersteunt de afwegingen in de huidige en toekomstige versies van de RES MH. De inhoud van de 2020 versie is gebruikt bij het opstellen van de voorlopige concept RES (01-06-2020). Dit rapport laat enkel feitelijke informatie zien. Dit betekent dat politieke keuzes en invalshoeken buiten beschouwing zijn gelaten en alleen naar de ruimtelijke en geografische inpassing is gekeken.

## 1.1 Aanpassingen ten opzichte van versie 2.0 (2019)

### Algemeen

- Alleen 3 MW windturbines beschreven zoals opgenomen in de concept RES. Tegenwoordig worden windturbines met meer vermogen geplaatst, deze ontwikkeling worden gevolgd in de RES werkgroep. In dit document zijn deze niet berekend maar wel beschreven.
- Harde en zachte restricties zijn hernoemd naar respectievelijk richtlijnen en voorkeuren zoals gebruikt in de concept RES.
- Nieuwe eisen SDE+ opgenomen.
- Aanpassingen in paragraaf 2.3.1 en 3.3.1 over exploitabel en rendabel.
- Vergelijking NP RES is beschrijving van methode geworden.
- Suggestie voor een mogelijk onderzoek, welke plaatsvindt binnen de RES naar voorkeurslocaties.

### Kaarten

- Grondwaterbeschermingsgebieden toegevoegd als voorkeur voor zowel wind als zon.
- Recreatiegebieden toegevoegd als voorkeursrestrictie voor zowel wind als zon.
- Kaartlagen aangepast naar nieuw inzichten/updates:
  - Nieuwbouwwijk versus nieuwe natuur.
  - Aanpassingen in natuurgebieden doorgevoerd.
  - Recreatie-kaartlaag toegevoegd.
  - 't Weegje in Waddinxveen als recreatiegebied toegevoegd.

- Nieuwe versies van gebouwde omgeving, natuurgebieden en industriepanden.
- Bij zon is er minder ruimte genomen rondom wegen, spoor en vaarwegen. Van 20 meter terug naar 2,5 meter.
- Voor vaarweg is bij zowel wind als zon de buffer weggehaald. Het wordt wel meegenomen als belemmering, maar dan alleen voor de vaarweg zelf.
- Een contour gebruikt rondom wegen met hoge geluidswaarden waardoor er potentieel meer ruimte is voor windturbines.

## 1.2 Doel

Het doel van dit rapport is om in kaart te brengen waar er ruimtelijk gezien in de regio Midden-Holland mogelijk nog grootschalige grondgebonden windturbines en/of zonneparken geplaatst kunnen worden.

## 1.3 Onderzoeksvragen

In dit rapport worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord;

1. Waar zijn mogelijk zoeklocaties voor grootschalige grondgebonden windenergie in regio Midden-Holland?
  - Wat zijn richtlijnen en voorkeuren?
  - Wanneer zijn windturbines rendabel?
2. Waar zijn mogelijk zoeklocaties voor grondgebonden zonneparken in regio Midden-Holland?
  - Wat zijn richtlijnen en voorkeuren?
  - Wanneer is een zonnepark rendabel?
3. Wat zijn overeenkomsten en/of verschillen met de potentie aangegeven in de NP RES Analysekaarten?

## 1.4 Definitie richtlijnen en voorkeuren

- Het onderscheid tussen richtlijnen en voorkeuren is niet zwart-wit: in dit rapport is bij de **richtlijnen** uitgegaan van de veiligheidsafstanden van RVO (2014) en wettelijke kaders met betrekking tot slagschaduw en geluidsoverlast. Hierbij speelt echter dat wanneer windturbines binnen die afstanden liggen maatwerk mogelijk kan zijn. In paragraaf 2.1.1 en 2.1.2 wordt dit nader toegelicht. Als **voorkeuren** zijn de beperkingen beschouwd waarbinnen windturbines gerealiseerd kunnen worden, onder bepaalde voorwaarden. Lokaal of regionaal kan er, met de betrokken partijen, overeenstemming worden gevonden om hier een wind en/of zonnepark te realiseren. In deze analyse zijn dat gebieden gekenmerkt als Natura 2000, Natuur Netwerk Nederland (NNN), nieuw aan te wijzen natuurgebieden, weidevogelgebied, recreatiegebieden, Kroonjuwelen, grondwaterbeschermingsgebieden en stiltegebieden. Per type (wind of zon) is dit nader bepaald.

## 2 Windenergie

*Waar zijn mogelijk zoeklocaties voor grondgebonden grootschalige windenergie in regio Midden-Holland?*

Voor windturbines gelden strenge eisen. Het is hierbij belangrijk onderscheid te maken tussen eisen die zijn opgelegd door wetgeving, en eisen en wensen van beheerders. Een windturbine moet voldoen aan de eisen gebaseerd op wetten, maar hoeft niet te voldoen aan de wensen vanuit beheerders (RVO, 2014). Gemeenten zijn bevoegd gezag voor windparken met een vermogen tot 5 Megawatt (MW), vanaf 5 MW is de Provincie bevoegd (RVO, z.d.).

### 2.1 Richtlijnen

#### 2.1.1 Veiligheid

De veilige afstand van windturbines tot objecten is vastgelegd in een complex aantal wetten, besluiten, beleidsregels, etc. Dit is samengevat in onderstaande tabel, op basis van het Handboek Risicozonering Windturbines van RVO (2014). In de RES-regio Midden-Holland wordt momenteel (datum: april 2020) gekeken naar de inzet van 3 MW windturbines. In dit rapport ligt de focus op deze turbines en de potentie daarvan in de regio. De reden hiervoor is dat de wettelijke kaders en veiligheidsafstanden hiervoor duidelijk gedocumenteerd zijn. In het vervolg is het ook wenselijk het effect van grotere windturbines, met verifieerbare kaders, in te tekenen en door te rekenen. In de tabel is ook weergegeven wat de desbetreffende afstanden zijn bij een windturbine van 3 MW met een tiphoogte van 180 meter. De tiphoogte is de hoogte van de mast plus de lengte van een wiek. In bijlage 1 is een schema te vinden waarin wordt toegelicht hoe de afstanden van invloed kunnen zijn op een locatieafweging. De keuze van windmolen (het vermogen, maar ook type (tiphoogte, rotordiameter etc.)) hebben invloed op wat mogelijk is. Bij elk van dit soort afwegingen kan een andere kaart worden gemaakt en conclusie worden getrokken. Speling kan worden opgezocht in de keuze voor lagere windmolens of in afstemming met betrokken partijen.



|   | Afstandscriterium  | Generieke afstanden 3MW windturbine (in meter) volgens het HRW | Ligt het object binnen deze afstand?  |
|---|--|--|---|
| Kwetsbare objecten                                | Op basis van PR= 10-6 vuistregel: masthoogte + ½ rotordiameter of de maximale werpafstand bij nominaal toerental   | 198  | Dan is maatwerk mogelijk. Zie onder 'maatwerk'  |
| Beperkt kwetsbare objecten                        | Op basis van PR= 10-5 vuistregel: ½ rotordiameter  | 45 tot 60  | Dan is maatwerk mogelijk. Zie onder 'maatwerk'  |
| Rijkswegen  | ½ rotordiameter uit de rand van de verharding met een minimum van 30 meter. Ook moet voor alle wegen binnen het invloedgebied van de windturbine het IPR en MR ten gevolge van de plaatsing van windturbines berekend worden | 45 tot 60  | Afstemmen met Rijkswaterstaat en aantonen dat er geen onaanvaardbaar verhoogd (verkeers)veiligheidsrisico bestaat |
| Hoogspanningslijnen                               | Hoogste waarde van: maximale werpafstand bij nominaal toerental en ashoogte+ ½ rotordiameter   | 198  | Afstemmen met netbeheerder (TenneT)   |
| Buisleiding met gevaarlijke stoffen (ondergronds) | Hoogste waarde van: maximale werpafstand bij nominaal toerental en ashoogte+ ½ rotordiameter   | 198  | Afstemming tussen de ontwikkelaar en de eigenaar van de leiding, (bijv. Gasunie)                                  |
| (bovengronds)                                     | Maximale werpafstand bij overtoeren  | 588  |   |
| Industrie   | Maximale werpafstand bij overtoeren  | 588  | Afhankelijk van type industrie. Trefkans bepalen en afstemming met de eigenaar van de industrie                   |

Tabel 1: Generieke afstanden tussen windturbine en veel voorkomende objecten (RVO, 2016a).

1

De wettelijke afstand tot objecten is dus afhankelijk van de hoogte van de windturbine. De hoogste windturbine ter wereld wordt de komende vijf jaar getest op de Maasvlakte en heeft een hoogte van 260 meter met een vermogen van 12 MW (TNO, 2019). Op land worden momenteel windturbines van 200 tot 250 meter gebouwd, die meer dan 5,5 MW elektriciteit kunnen leveren (Vestas 2020, Siemens 2020; RVO expert (2020)). Ook kleinere windmolens zijn mogelijk en kunnen in specifieke omstandigheden interessant zijn, bijvoorbeeld bij een (boeren)bedrijf of een dorpsturbine in samenwerking met een energiecoöperatie.

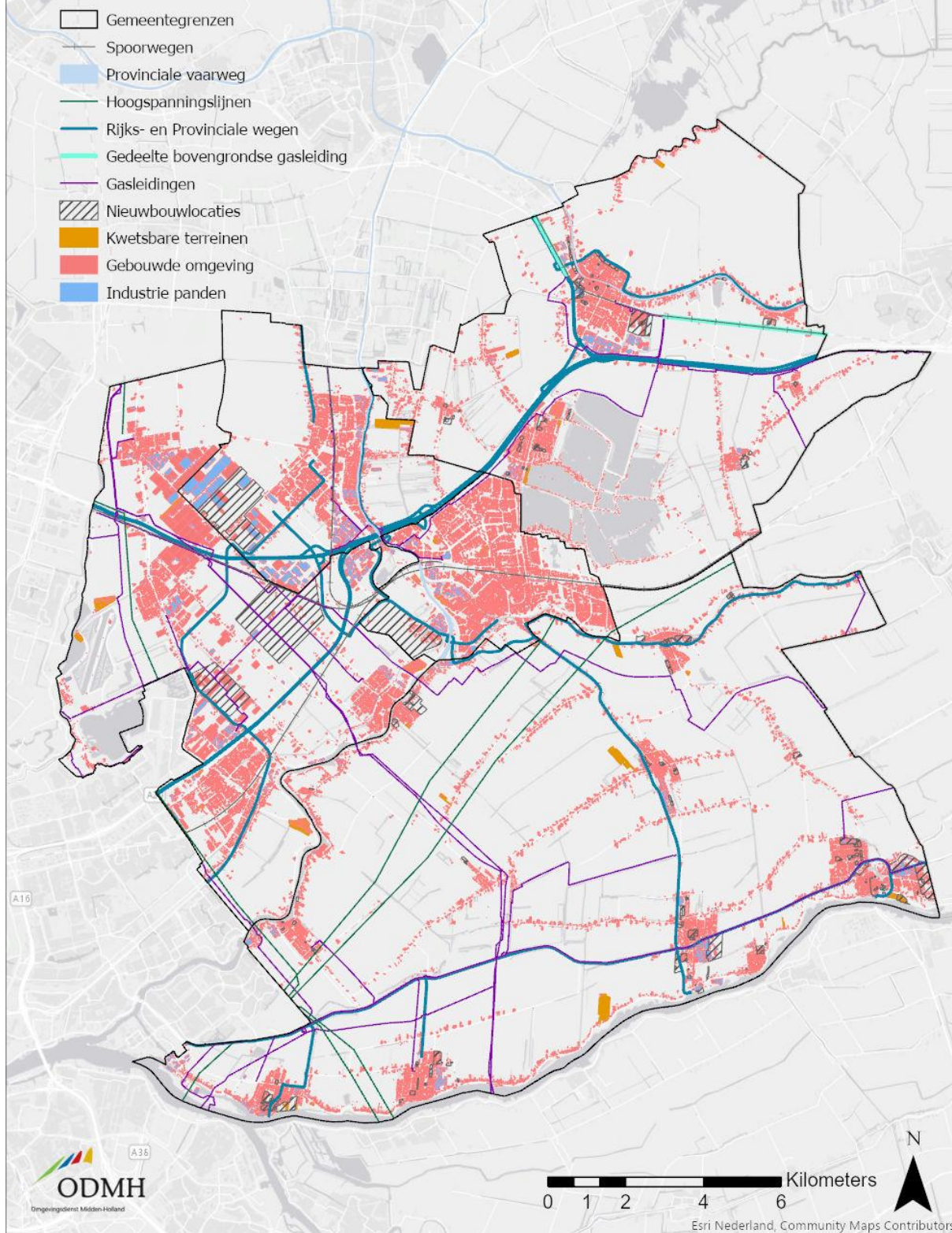
Uit tabel 1 blijkt dat het belemmerd oppervlak door richtlijnen omtrent veelvoorkomende objecten voor windturbines afhankelijk is van het type en daarmee de hoogte van de windturbine. Echter, wanneer objecten binnen het afstandscriterium liggen is er maatwerk mogelijk, om de windturbines eventueel toch te kunnen realiseren. De projectontwikkelaar dient dan een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uit te voeren. Dit betekent o.a. dat in plaats van de generieke afstanden uit tabel 1 ook specifieke afstanden berekend kunnen worden voor andere typen windturbines. Ook kan er bijvoorbeeld sprake zijn van maatregelen om risico's te beperken, zoals het versterken of verlagen van de mast, het verlagen van de rotatiesnelheid of het stilzetten van de turbine bij bepaalde windrichtingen. Ten slotte bestaat er de mogelijkheid om af te wijken van de berekeningsmethoden, maar dan wordt overleg met het RIVM aangeraden. Desalniettemin is het plaatsen van windturbines niet toegestaan wanneer een (beperkt) kwetsbaar object binnen de PR-contour blijft liggen na de kwantitatieve risicoanalyse (RVO,

<sup>1</sup> PR staat voor het plaatsgebonden risico voor de externe veiligheid. Een PR  $10^{-6}$  contour is de begrensde risicoruimte waarbij de kans 1:1.000.000 is dat iemand overlijdt door het desbetreffende object of de activiteit (Rijkswaterstaat, z.d.).

2016a).

In figuur 1 op de volgende pagina is weergegeven waar bovengenoemde veelvoorkomende objecten zijn gelokaliseerd in de RES-regio Midden-Holland. De kwetsbare locaties, die niet onder de gebouwde omgeving vallen, zijn apart weergegeven. Dit zijn onder andere campings, bungalowparken, zwembaden en jachthavens.

## Gebouwde omgeving en objecten in de fysieke leefomgeving



## 2.1.2 Geluid

Draaiende windturbines produceren geluid. Voor het beperken van geluid en overlast gelden wettelijke normen. Het niveau van het geluid dat een windturbine produceert is van twee factoren afhankelijk:

- De windsnelheid;
- Het ontwerp van de turbine.

Alleen 'geluidsgevoelige' gebouwen en terreinen zijn beschermd tegen geluidhinder. Dit zijn o.a. woningen, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen en verpleeghuizen, verzorgingstehuizen, psychiatrische inrichtingen, kinderdagverblijven, woonwagendplaatsen en ligplaatsen van woonboten. Een projectontwikkelaar is wettelijk verplicht om met akoestisch onderzoek aan te tonen dat de geluidsnormen niet worden overschreven.

Wettelijk is bepaald dat het gewogen gemiddelde<sup>2</sup> geluid van de turbine niet hoger mag zijn dan 47 dB, gemeten op de gevel van een woning. In de nacht mag dit niet hoger zijn dan 41 dB. Dit betekent dat windturbines niet binnen een straal van 300 meter om woningen worden geplaatst (RVO, 2016b). Deze norm in acht nemend voor panden geregistreerd als woongebouw, gezondheidszorggebouw of onderwijsgebouw volgens de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG), wordt het benodigd oppervlak voor alle veiligheids- en geluidseisen bij windturbines groter.

Als er sprake is van specifieke lokale omstandigheden is het mogelijk om maatwerk toe te passen, bijvoorbeeld wanneer een ander windpark in de directe omgeving staat, of er een snelweg in de buurt loopt is die eveneens geluid produceert. Als een akoestisch rapport aantoont dat een gepland windpark tot te veel geluid bij geluidsgevoelige gebouwen leidt zijn er mogelijkheden tot aanpassingen (RVO, 2016b):

- Het aanpassen van de locatie van enkele windturbines;
- Een ander type windturbine toepassen;
- Het verminderen van het vermogen van de turbine;
- Terugbrengen van het maximum toerental via een regeling in de windturbine.

Daarnaast is het wenselijk direct omwonenden te betrekken bij en mee te laten profiteren van de plaatsing van een windturbine. Op die manier wordt er gewerkt vanuit de baten en niet de lasten voor de omwonenden.

Deze regels en mogelijkheden daarbinnen zijn zo goed mogelijk vertaald naar de analyse in de regio. In principe hebben alle gebouwen een buffer van 300 meter waarbinnen geen windturbines worden toegelaten. Voor de gebouwen die binnen de geluidscontour van snelwegen van meer dan 53 dB liggen is alleen de restrictie van externe veiligheid meegenomen (bijvoorbeeld 198 meter bij een 3 MW turbine). De contour van 53 dB is genomen om een marge te houden tot de wettelijke 47 dB. In elk geval zal er door de projectontwikkelaar een geluidsonderzoek gedaan moeten worden.

## 2.1.3 Slagschaduw

Slagschaduw vindt plaats wanneer de ronddraaiende wieken van een windturbine schaduw werpen op de omgeving, hierdoor kan hinder worden ondervonden. De mate hiervan wordt bepaald door de frequentie, de intensiteit en de duur van de slagschaduw. In het Activiteitenbesluit Milieubeheer is

---

<sup>2</sup> Het gewogen gemiddelde betekent hier dat geluid van windturbines gedurende de avond en nacht, de stillere periodes, zwaarder meetelt dan overdag (RVO, 2016b).

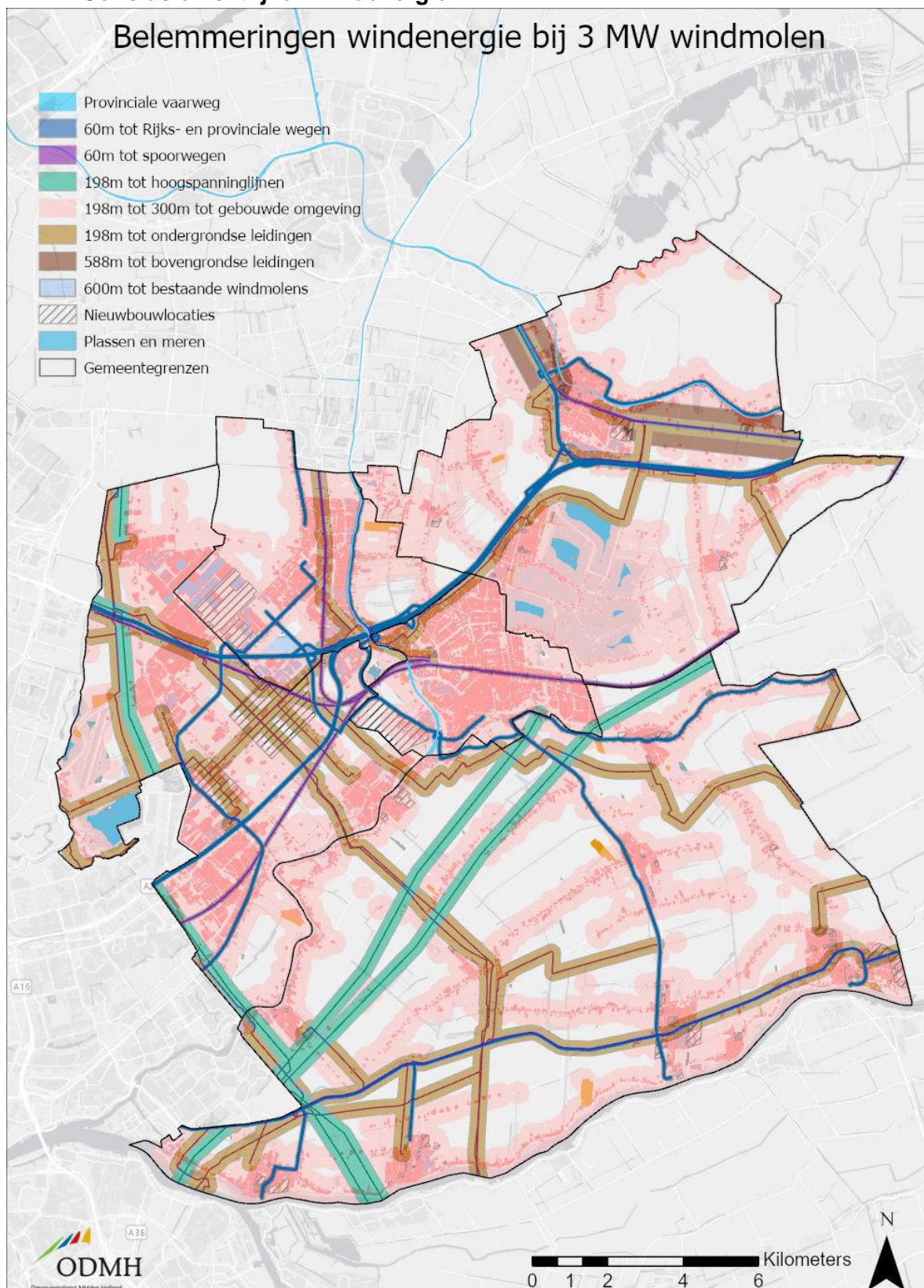
daarom vastgelegd hoeveel slagschaduw mag plaatsvinden op de ramen van gevoelige gebouwen. Slagschaduwgevoelige gebouwen zijn dezelfde gebouwen welke ook tegen geluidshinder worden beschermd en zijn opgenoemd in paragraaf 2.1.2.

Wettelijk is bepaald wanneer een windturbine een automatische stilstandvoorziening moet hebben:

- De afstand tussen windturbine en het gevoelige gebouw is minder dan 12x de rotordiameter;
- Slagschaduw kan gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar, gedurende meer dan 20 minuten per dag optreden. Er wordt vaak een maximale duur van 6 uur per jaar gehanteerd.

Een automatische stilstandvoorziening in een windturbine zorgt dat de hinder binnen de norm blijft. Ook is wettelijk aangegeven dat windturbines zo veel mogelijk moeten worden voorzien van niet-reflecterende materialen of coatings (RVO, 2019a).

## 2.1.4 Conclusie richtlijnen windenergie



Figuur 1: Belemmeringen veiligheid en geluid bij 3 MW windturbines.

Bij het bouwen van windturbines is wettelijk bepaald dat afstanden moeten worden aangehouden tot veelvoorkomende objecten, in verband met veiligheid, geluid en slagschaduw. Deze richtlijnen zijn als voorbeeld weergegeven in de figuur op de vorige pagina voor 3 MW windturbines. In de grijze vlakken binnen de regiogrens is ruimte voor windenergie. Tabel 3 geeft de beschikbare oppervlakte voor grondgebonden windenergie in de RES-regio weer, afhankelijk van het type windmolen en ten opzichte van het totale oppervlakte van 36.151 hectare.

|  | <b>3 MW</b> |
|--|-------------|
| Belemmerd oppervlakte veiligheid en geluid       | 28.359      |
| <b>Beschikbaar oppervlakte voor windturbines</b> | 7792        |

*Tabel 2: Belemmerd en beschikbaar oppervlakte (in hectare) voor windenergie in regio Midden-Holland.*

Naast richtlijnen zijn er ook voorkeuren die van toepassing zijn op de plaatsing van windturbines. Dit zijn zachte ruimtelijke restricties voor gebieden waarbinnen, onder bepaalde voorwaarden, mogelijkheden liggen voor de realisatie van windturbines.

## **2.2 Voorkeuren**

### **2.2.1 Natura 2000 en Natuur Netwerk Nederland (NNN)**

De bescherming van specifieke natuurgebieden is vastgelegd in de Wet ruimtelijke ordening. Voor windenergie zijn Natuur Netwerk Nederland (NNN) gebieden van belang. In de regio Midden-Holland is één Natura 2000 gebied en diverse andere NNN-gebieden gelegen. Voor beide gebieden geldt dat wanneer de wezenlijke waarden en kenmerken niet worden aangetast, windturbines worden toegestaan. Een uitzondering kan ook gemaakt worden wanneer er geen redelijk alternatief is, er een dwingende reden van openbaar belang is en indien compensatie plaatsvindt (RVO, z.d.). Dit betekent dat voor potentiële windturbines binnen NNN gebieden vervolgonderzoek nodig is.

### **2.2.2 Soortenbescherming**

In de Wet natuurbescherming zijn naast specifieke natuurgebieden ook planten- en diersoorten verankerd. De Europese Vogel- en Habitatrichtlijn is opgenomen in de nationale wetgeving. De wet stelt dat 'elke verstoring of doding van individuen van beschermde soorten en het verstoren van rustplaats, nest of eieren is verboden'. Dit geldt voor ongeveer 1000 beschermde diersoorten (RVO, z.d.), welke zijn opgenomen in de Rode Lijsten (LNV, z.d.).

#### *Vogels*

Windturbines veroorzaken maar een klein deel van de vogelslachtoffers die door mensen om het leven komen. Om de effecten van windturbines te onderzoeken op vogels, kan met veldonderzoek in kaart worden gebracht welke vogelsoorten op welke manier gebruikmaken van het gebied en wat de te verwachten aanvaringsaantallen per soort zijn (RVO, z.d.).

Ook hier geldt dat ingrepen zijn toegestaan indien er sprake is van groot openbaar belang, er geen reële alternatieven zijn, negatieve effecten zo veel mogelijk worden beperkt en overblijvende effecten worden gecompenseerd (Provincie Zuid-Holland, 2013). Vogeltellingen en vervolgonderzoek zijn

nodig om aan te tonen of weidevogels in het aangewezen gebied aanwezig zijn, en of deze hinder ervaren door eventuele windturbines.

#### *Vleermuizen*

Vleermuispopulaties zijn kwetsbaarder dan vogelpopulaties, omdat ze in kleinere aantallen voorkomen en minder jongen krijgen. Bij iedere ingreep waarbij effecten op vleermuizen verwacht kunnen worden, moet het vleermuisprotocol worden toegepast. Als het protocol is gevolgd dan bestaat er een grote mate van juridische zekerheid dat voldaan is aan een wettelijke en maatschappelijk verantwoorde inspanning om na te gaan of soorten en functies in het gebied aanwezig zijn (RVO, z.d.).

### **2.2.3 Kroonjuwelen**

In de gemeente Bodegraven-Reeuwijk en Krimpenerwaard liggen elk een Kroonjuwelen-gebied. Kroonjuwelen zijn unieke, zeer karakteristieke en gave erfgoedensembles van de provincie Zuid-Holland. De kroonjuwelen zijn in zeer sterke mate bepalend voor de identiteit en herkenbaarheid van het landschap. Voor kroonjuwelen geldt de richtlijn 'behoud en versterking van cultuurhistorisch waardevolle structuren en ensembles via bescherming én passende ruimtelijke ontwikkeling' (Provincie Zuid-Holland, z.d.). In de Verordening Ruimte van de Provincie Zuid-Holland (2018) is opgenomen dat gebieden met een beschermingscategorie 1, waaronder cultuurhistorische kroonjuwelen vallen, in beginsel alleen mogelijk zijn voor zover ze bijdragen aan het behoud of de ontwikkeling van de specifieke waarden (Provincie Zuid-Holland, 2018). Ruimtelijke ontwikkeling in strijd met die waarden zijn dus uitgesloten, tenzij er sprake is van een groot openbaar en/of maatschappelijk belang (Provincie Zuid-Holland, z.d.). Dit maakt dat kroonjuwelen tot de gebieden met zachte, ruimtelijke restricties behoren.

### **2.2.4 Stiltegebieden**

In de provincie Zuid-Holland zijn ook zestien stiltegebieden aangewezen, waarvan er vijf binnen de RES-regio Midden-Holland liggen. Voor stiltegebieden gelden regels om het gebied zo stil mogelijk te houden. Gebiedseigen geluiden zijn wel toegestaan, maar gemotoriseerd verkeer buiten de openbare weg, grootschalige evenementen of andere bronnen van lawaai zijn verboden (Provincie Zuid-Holland, z.d.). In het Activiteitenbesluit zijn echter mogelijkheden tot maatwerkvoorschriften opgenomen met betrekking tot geluidnormen in specifieke situaties. Een van deze specifieke situaties is bij lokale bijzondere omstandigheden, waarbij de mogelijkheid bestaat om normen met een andere waarde vast te stellen. Naast dat er lokaal draagvlak nodig is zal ook de provincie hier in oordelen. Grote windmolens dragen momenteel nog een aanzienlijk geluidniveau met zich mee. Zo zijn bijvoorbeeld in Zeeland alle huidige windturbines (net) buiten stiltegebieden geplaatst (Atlas van de Leefomgeving, 2020).

### **2.2.5 Recreatiegebieden**

Recreatiegebieden zijn er te vinden in alle gemeentes van de RES-regio Midden-Holland. Voor een plaatsing in dergelijk gebied dient de overheid zich te verantwoorden hoe de belangen van de bewoners afwegen tegen het belang van duurzame energie opwek (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014). Per recreatiegebied kan de impact van een windturbine verschillen en de afweging zal daarbij specifiek voor het gebied zijn. Bewoners zijn vaak bang dat het plaatsen van windturbines



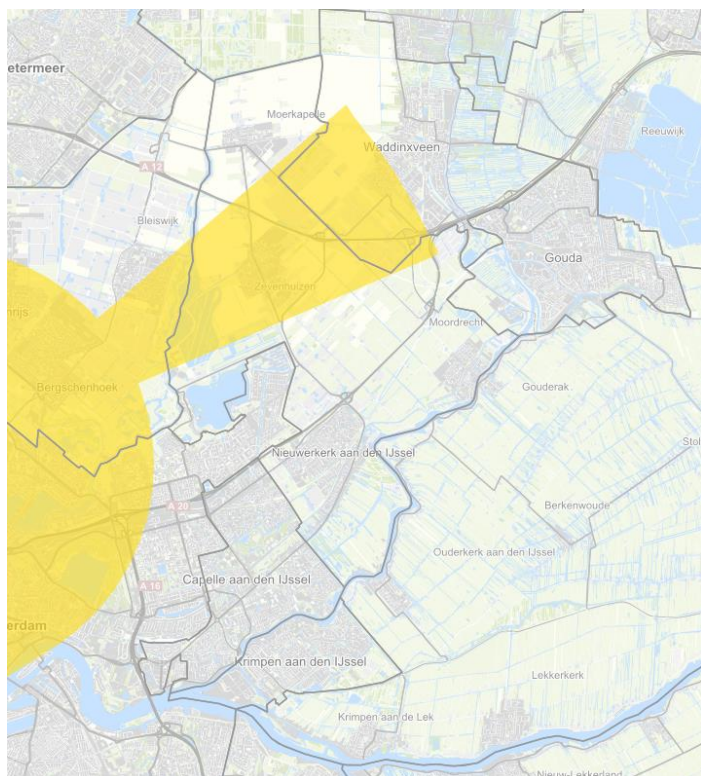
invloed heeft op de aantrekkelijkheid van het gebied. Het Centraal Planbureau (2013) heeft echter geconcludeerd dat er een gering effect is op de recreatie. Onderzoeken op dit gebied zijn onvolledig. Gewinning en marketing spelen een belangrijke rol bij de acceptatie van windmolens (WUR, 2016). Momenteel zijn er enkele (verkennende) plannen voor windturbines in recreatiegebieden in Nederland.

## **2.2.6 Grondwaterbeschermingsgebieden**

In de regio liggen in de gemeente Krimpenerwaard twee grondwaterbeschermingsgebieden. Activiteiten in dit gebied mogen geen invloed hebben op de kwaliteit van het water in de grond. Dat kenmerkt zich bijvoorbeeld in restricties op het boren in en verplaatsen van bodem. Bij de aanleg van een windpark zal er sprake zijn van enige vorm van verstoring van de bodem. De windturbine moet worden verankerd in/op de grond. Concreet beleid is hiervoor nog niet geformuleerd. Het vereist extra inspanning om hier een windturbine te realiseren. De gemeente en het waterbedrijf kunnen hier door middel van beleid invulling en duidelijkheid aan geven. Voor nu wordt het gebied meegenomen als categorie voorkeur, waar onder bepaalde voorwaarden, mogelijkheden liggen voor de realisatie van windturbines

## **2.2.7 Luchtvaart**

Binnen de RES-regio Midden-Holland valt ook een contour met hoogtebeperkingen door luchtvaart en laagvliegroutes. In laagvlieggebieden gelden geen formele beperkingen voor windenergie, maar overleg vooraf wordt noodzakelijk geacht om het gebruik als laagvlieggebied te kunnen blijven garanderen (Kuijers et al., 2019). Echter, wegens het ontbreken van data is dit niet meegenomen als voorkeur in deze analyse. Vervolg onderzoek naar de hoogtebeperkingen door laagvliegroutes is dus noodzakelijk. Het gebied waarvoor dit eventueel geldt is beperkt tot een deel van Zuidplas en een klein deel van Waddinxveen (figuur 3 en in deze viewer van RvO).



Figuur 2: Hoogtebeperkingen door luchtvaart en laagvliegroutes (NP RES, 2019b).

## 2.2.8 Conclusie voorkeuren windenergie

Als voorkeuren bij de locatiekeuze voor grondgebonden windturbines zijn de diverse aspecten van belang voor de RES-regio Midden-Holland. Onderstaande gebieden zijn geografisch weergegeven in de figuur op de volgende pagina.

- Natura 2000
- Natuurnetwerk Nederland
- Weidevogelgebied
- Kroonjuwelen
- Stiltegebieden
- Recreatiegebieden
- Grondwaterbeschermingsgebieden

Voor bovengenoemde aspecten geldt dat met behulp van maatwerk het realiseren van windturbines in desbetreffende gebieden mogelijk is, wanneer aan een aantal voorwaarden wordt voldaan. Nader onderzoek per locatie blijft dus altijd noodzakelijk, ook in verband met bestemmingsplannen en geplande projecten.

Het samenvoegen van deze criteria in een kaart geeft weer welke ruimtelijke invulling deze voorkeuren hebben. Er zit overlap tussen de verschillende voorkeuren, en het kan dus zo zijn dat er op een locatie meerdere (zachte) restricties zijn. Mocht zo'n locatie toch onderzocht worden zijn er

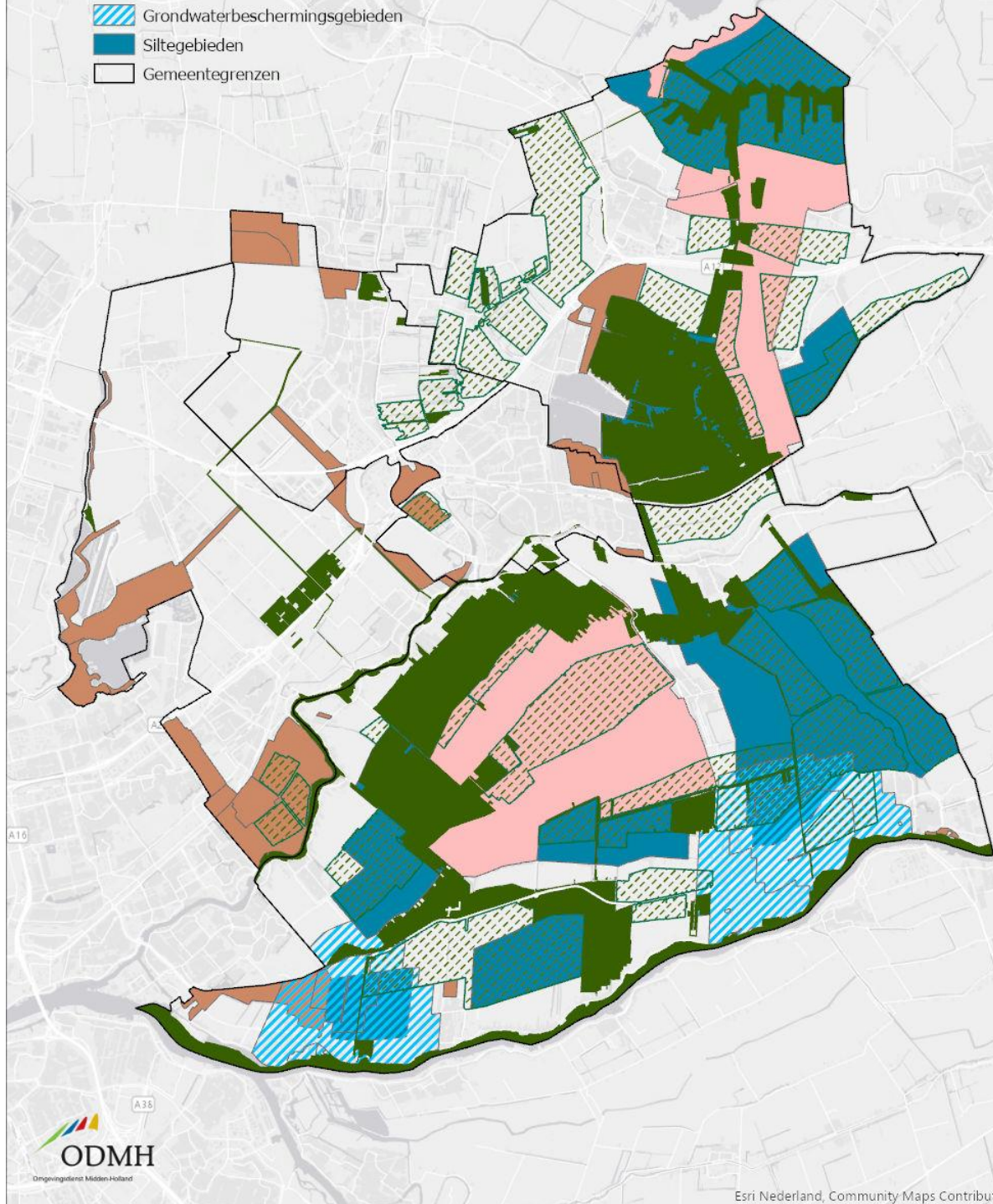
dus meerdere belangen en partijen die invloed op de haalbaarheid hebben. In de stelregel is het zo dat:

- Recreatiegebieden niet overlappen met andere voorkeuren;
- Weidevogelgebieden altijd agrarische gronden zijn en kunnen overlappen met alle voorkeuren behalve natuur.
- Stiltegebieden kunnen overlappen met alle voorkeuren behalve recreatiegebieden.

In de kaart hieronder ligt natuur als kaartlaag bovenop kroonjuwelen en stiltegebieden.

## Gebieden met landschappelijke waarde in de RES-regio Midden-Holland

- Natuur Netwerk Nederland
- Weidevogelgebied
- Recreatiegebied
- Kroonjuwelen
- Grondwaterbeschermingsgebieden
- Siltegebieden
- Gemeentegrenzen



Onderstaande tabel laat zien wat het beschikbaar oppervlak is, wanneer de bovengenoemde gebieden naast de richtlijnen worden meegenomen.

| <b>3 MW</b>  |       |
|--|-------|
| Belemmerd oppervlakte veiligheid en geluid   | 27709 |
| <b>Beschikbaar oppervlakte voor windturbines bij alleen richtlijnen</b>              | 8442  |
| Belemmerd oppervlakte bij beperking richtlijnen en voorkeuren                        | 34735 |
| <b>Beschikbaar oppervlakte voor windturbines bij zowel richtlijnen en voorkeuren</b> | 1416  |

*Tabel 3: Belemmerd en beschikbaar oppervlak (in hectare) voor windenergie in RES-regio Midden-Holland, met zowel richtlijnen en voorkeuren als beperking.*

### 2.3 Mogelijke capaciteit en opbrengst windturbines

Naast de richtlijnen en voorkeuren moet bij het plaatsen van windturbines rekening worden gehouden met de onderlinge afstand tussen twee windturbines. Als vuistregel wordt vaak vijf keer de rotordiameter aangehouden. Een kleinere onderlinge afstand reduceert de opbrengst van de windturbines, omdat ze bij sommige windrichtingen in elkaars luwte staan (NEN, z.d.). Voor de windturbines van 3 MW betekent dit een onderlinge afstand van 600 meter.

| <b>3 MW</b>  |     |
|--|-----|
| Mogelijk aantal windturbines, alleen richtlijnen meegenomen        | 256 |
| Mogelijk aantal windturbines, richtlijnen en voorkeuren meegenomen | 49  |

*Tabel 4: Mogelijk aantal windturbines RES-regio Midden-Holland.*

Tabel 5 laat zien hoeveel windturbines ongeveer potentieel geplaatst kunnen worden in het beschikbare oppervlakte. In Bijlage 3 is een uitwerking van de berekening van het aantal windturbines en benodigde hectares weergegeven. De waarde bij het aantal hectares (naar beneden afgerond) is overgenomen. Deze analyse is beperkt tot een berekening van het beschikbaar oppervlakte, in combinatie met de theoretische potentie voor windturbines op dat aantal hectare. Voor de exacte plaatsing en mogelijkheden voor realisatie van windturbines is altijd vervolgonderzoek nodig en wordt het ruimtegebruik nog kritischer. De daadwerkelijk locatie in het landschap dient voor optimaal ruimtegebruik heel nauwkeurig bepaald te worden (RVO expert, 2020).

De opbrengst van windturbines is afhankelijk van het vermogen van een turbine, in combinatie met de hoeveelheid wind die de turbine opvangt. Deze opbrengst wordt uitgedrukt in vollasturen. Eén vollastuur staat voor één uur dat de windturbine op vol vermogen heeft gedraaid (De Windcentrale, 2016). Het aantal vollasturen wordt berekend door de jaaropbrengst te delen door het vermogen van de windturbine. Windturbines draaien gemiddeld 2.000 tot 2.500 vollasturen (HIER opgewekt, z.d.). Nieuwe generatie windturbines met hogere vermogens dan 3 MW halen hogere vollasturen en daardoor relatief meer opbrengst.

Momenteel wordt er in Zuid-Holland een aantal van gemiddeld 2.100 gehaald (CBS, 2019). In het Klimaatakkoord wordt er gerekend met een gemiddeld te verwachte aantal vollasturen van 3.237 bij wind. Aantallen die momenteel bij lange na niet worden gehaald door de windturbines in heel Zuid-Holland (en Nederland in het algemeen (CBS, 2019)). De verwachting is wel dat nieuwe generatie windturbines hogere vollasturen gaan behalen. Wanneer deze bij grootschalige plaatsing percentueel veel voorkomen in de regio zal het gemiddeld aantal vollasturen toenemen. Voor nu wordt er met een licht hoger aantal van 2.200 vollasturen gerekend. Als de ontwikkelingen plaatsvinden als in het klimaatakkoord wordt gesteld zal dat betekenen dat er minder windturbines nodig zijn voor eenzelfde productie en is er dus ook meer potentie in de regio. Noodzaak is dan wel om ook naar turbines te kijken met een groter vermogen dan 3 MW of in het algemeen naar turbines met een hogere tiphoogte die meer “hoge wind” vangen (RVO expert, 2020).

Met 2.200 vollasturen levert de opstelling genoemd in tabel 5 een maximale capaciteit, die is weergegeven in tabel 6. De mogelijke opbrengst is omgerekend naar TWh, waarbij 1 TWh gelijk staat aan 1.000.000 MWh.

| <b>3 MW</b>  |      |
|--|------|
| <b>Alleen richtlijnen meegenomen</b>               |      |
| Aantal windturbines                                | 256  |
| Mogelijke opbrengst windturbines (MW)              | 768  |
| Mogelijke opbrengst windturbines (TWh)             | 1,69 |
| Mogelijke opbrengst windturbines (TJ)              | 6083 |
| <b>Zowel richtlijnen als voorkeuren meegenomen</b> |      |
| Aantal windturbines                                | 49   |
| Mogelijke opbrengst windturbines (MW)              | 147  |
| Mogelijke opbrengst windturbines (TWh)             | 0,19 |
| Mogelijke opbrengst windturbines (TJ)              | 689  |

Tabel 5: Mogelijke potentiële opbrengst windenergie in RES-regio Midden-Holland.

Er is gekozen om te rekenen met 3 MW windturbines, in specifieke situaties kan het interessant zijn om te kijken naar kleinere windturbines die op die locatie, door optimaal ruimtegebruik, een hogere productie kunnen halen. Deze zijn wel in een versie 2.0 van dit rapport meegenomen.

### 2.3.1 Windturbines exploitabel en rendabel

Wanneer windturbines rendabel zijn is afhankelijk van meerdere factoren: of er subsidie beschikbaar is, hoe het project gefinancierd wordt, wie de projectontwikkelaar is, etc.

Uit onderzoek van ECN en CE Delft blijkt dat de kosten per eenheid opgewekte elektriciteit nauwelijks verschillen tussen kleinschalige en grootschalige windparken. Voordelen bij een grootschalig windpark zijn slechts marginaal (ECN, 2017a). In lijn hiermee weet energiecoöperatie de Windvogel al windturbines te realiseren vanaf 1 stuk (Windvogel, z.d.). Dit impliceert dat windturbines vanaf 1 stuk al rendabel en exploitabel zijn en schaalvoordelen nauwelijks optreden.

Schaalvoordelen zijn wel merkbaar bij grotere windturbines. Over het algemeen kan gezegd worden dat hoe groter de windmolen hoe haalbaarder de ontwikkeling. De mogelijkheden en standaarden op dit gebied veranderen snel wat leidt tot een beweging naar grotere windturbines. Het is zaak daar in het RES-traject aandacht voor te (blijven) hebben.

Brancheorganisatie NWEA schrijft in een persbericht (maart 2020): “Regio’s die uitgaan van 3 MW (MegaWatt) windturbines verkijken zich op deze keuze. Want het is onmogelijk om met deze turbines

een rendabele businesscase te bouwen [...]. Dat is op dit moment de meest voorkomende windturbine in Nederland. Maar die turbines worden niet meer gebouwd. Tegenwoordig wordt er afhankelijk van de locatie gekozen voor een 4 of 6 MW windturbine. Deze is groter en levert naar verhouding veel meer én goedkopere energie op” (NWEA, 2020).

Pure Energie (2020), een groene energieleverancier, die projecten begeleid en uitvoert van groene lokale energie-opwek schetst een vergelijkbaar beeld: “[...] Het tarief van de SDE wordt ieder jaar afgestemd op de kostprijs van de op dat moment geldende state of the art technologie. Dat betekent voor windturbines dat ze groot moeten zijn om een haalbare businesscase te realiseren. Met groot bedoel ik dan een tiphoogte tussen 200 en 260 m en een rotordiameter tussen 140 en 170 m. Als wij een nieuw initiatief starten sturen we op de ruimtelijke mogelijkheden voor zulke afmetingen [...]. Het aantal geïnstalleerd vermogen is voor de energie-opbrengst van een windturbine niet zo relevant. De afmetingen des te meer.

Zoals in de quotes wordt aangegeven, is het gebruik van en de focus op 3 MW turbines niet in lijn met de nieuwste windprojecten. Dit is ook terug te zien in de standpunten van de RVO (2020; RVO expert, 2020) en de NP RES (2020). RVO geeft in de SDE+ subsidie regeling richting aan grotere windturbines vanaf 4 MW. In de NPRES ‘factsheet elektriciteit’ wordt nog wel vanuit vermogen gekeken, maar is dat ook omhoog gesteld naar 5 MW (NP RES, 2020)

Richting de RES 1.0 wordt er meer informatie ingewonnen over grotere windturbines zodat de afweging daarvan juist genomen kan worden.

### 3 Zonne-energie

Waar zijn mogelijk nog zoeklocaties voor grondgebonden zonneparken in de regio Midden-Holland?

#### 3.1 Richtlijnen

Voor zonne-energie zijn er minder harde restricties dan voor windenergie. Voor grondgebonden zonne-energiesystemen is vrijwel altijd een Omgevingsvergunning nodig. Gemeenten zijn bevoegd gezag voor de verlening van een Omgevingsvergunning. Wanneer de omvang van een zonnepark groter is dan 50 MW kan deze vallen onder de Rijkscoördinatieregeling (RVO, 2015).

De gebouwde omgeving en de objecten in de fysieke leefomgeving vormen de voornaamste restricties voor grondgebonden zonneparken. Het totale oppervlakte van de regio Midden-Holland is 36.151 hectare. Het beschikbare oppervlakte is weergegeven in onderstaande tabel.

|  | Hectare       |
|--|---------------|
| Totaal oppervlakte RES-regio Midden-Holland  | 36.151        |
| Totaal belemmerd oppervlakte richtlijnen     | 14.805        |
| <b>Beschikbaar oppervlakte zonne-energie</b> | <b>21.346</b> |

Tabel 6: Belemmerd en beschikbaar oppervlakte (in hectare) voor zonne-energie door harde restricties.

Voor de gebouwde omgeving is rekening gehouden met een afstand van 50 meter en geplande nieuwbouwprojecten zijn hierin meegenomen. Op deze manier worden te kleine ruimten uitgesloten en wordt een reële afstand tot woningen in acht genomen. Een afstand van 2,5 meter is aangehouden tot wegen, wateren en spoorwegen. Deze is genomen om te voorkomen dat ook de weg, het spoor of de vaarweg zelf meegerekend wordt. Plassen en meren zijn wel meegenomen als potentiële locatie voor zonnepanelen. Zo wordt er bijvoorbeeld gebouwd aan een 20 hectare groot drijvend zonnepark nabij Zwolle (Duurzaam Bedrijfsleven, 2020).

## **3.2 Voorkeuren**

### **3.2.1 Natura 2000 en Natuurnetwerk Nederland (NNN)**

Ook voor zonne-energie is de bescherming van Natura 2000 en NNN in de Wet Milieubeheer van belang. Op eenzelfde wijze als beschreven in sub-paragraaf 2.2.1 geldt dat wanneer een project de natuurlijke kenmerken van het gebied niet aantast, een vergunning verleend kan worden (Overheid.nl, 2019). Dit betekent dat het aanwezige Natura 2000 gebied en het NNN in de RES-regio Midden-Holland beschouwd kunnen worden als voorkeur in de ruimtelijke beschikbaarheid voor grondgebonden zonneparken.

### **3.2.2 Soortenbescherming**

Voor zonne-energie gelden qua soortenbescherming dezelfde algemene regels afkomstig uit de Wet natuurbescherming als voor windenergie, welke zijn benoemd in sub-paragraaf 2.2.2. Dit betekent dat beschermde planten- en diersoorten geen hinder mogen ervaren en ingrepen in weidevogelgebied mogelijk zijn onder bepaalde voorwaarden. Voor nu wordt het meegenomen als voorkeur.

### **3.2.3 Kroonjuwelen**

In kroonjuwelen is de uitgangspositie dat wijzigingen alleen mogelijk zijn voor zover ze bijdragen aan het behoud of de ontwikkeling van de specifieke waarden, tenzij er sprake is van groot openbaar en/of maatschappelijk belang. Voor nu wordt het meegenomen als voorkeur.

### **3.2.4 Stiltegebieden**

Stiltegebieden vormen geen belemmering voor de plaatsing van grondgebonden zonnepanelen. Maatschappelijk kan het wel als ongewenst worden gezien omdat de waarde van stiltegebieden niet uitsluitend in de stilte zit. Voor nu wordt het niet meegenomen als voorkeur.

### **3.2.5 Recreatiegebieden**

Ook voor zonne-energie lopen ondertussen meerdere initiatieven in Nederland in recreatiegebieden. Het gaat dan meestal om een dubbelfunctie van het landgebruik of een ruimtelijke inpassing van het landschap. Drijvende zonneparken, zoals eerder genoemd, zijn mogelijk op (recreatie-)plassen. Ook hierbij geldt dat het draagvlak onder de bewoners kan zorgen voor de grootste belemmering. De ontwikkeling van een zonnepark kan ook worden gecombineerd met een transformatie tot recreatiegebied. Zo krijgt een gebied een nieuwe dubbelfunctie. De provincie Zuid-Holland streeft bij de aanleg van zonneparken naar meervoudig ruimtegebruik en ziet daarin ook mogelijkheden voor recreatie en beleving (PZH, z.d.). Voor nu wordt het meegenomen als voorkeur.

### **3.2.6 Grondwaterbeschermingsgebieden**

Zoals eerder aangegeven in 2.2.6 liggen in de gemeente Krimpenerwaard twee grondwaterbeschermingsgebieden. Activiteiten hier mogen geen invloed hebben op de kwaliteit van het water in de grond. Dat kenmerkt zich bijvoorbeeld in restricties op het boren in en verplaatsen van bodem. Bij de aanleg van een zonnepark is er minder sprake van verstoring van de bodem. Echter is dit niet uit te sluiten. Concreet beleid is hiervoor nog niet geformuleerd. De gemeente en het waterbedrijf kunnen hier door middel van beleid invulling en duidelijkheid aan geven. Voor nu wordt het meegenomen als voorkeur.



### 3.2.7 Conclusie richtlijnen en voorkeuren zonne-energie

De richtlijnen voor grondgebonden zonne-energie zijn de gebouwde objecten in de fysieke leefomgeving. Gebieden met een landschappelijke waarde binnen de RES-regio Midden-Holland zijn:

- Natura 2000
- Natuurnetwerk Nederland
- Bescherming van (beschermde) planten- en diersoorten
- Weidevogelgebied
- Kroonjuwelen
- Grondwaterbeschermingsgebieden
- Recreatiegebieden

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de oppervlakte van belemmeringen en potentie oppervlakte voor grondgebonden zonneparken.

|   | Hectare       |
|---|---------------|
| Totaal oppervlakte RES-regio Midden-Holland                                       | 36.151        |
| Totaal belemmerd oppervlakte richtlijnen  | 11.064        |
| <b>Beschikbaar oppervlakte zonne-energie bij alleen richtlijnen</b>               | <b>25.087</b> |
| Totaal belemmerd oppervlakte richtlijnen en voorkeuren                            | 27.812        |
| <b>Beschikbaar oppervlakte zonne-energie bij zowel richtlijnen als voorkeuren</b> | <b>8.339</b>  |

Tabel 7: Belemmeringen en beschikbaar oppervlakte (in hectare) voor grondgebonden zonneparken in de RES-regio Midden-Holland.

### 3.3 Mogelijke capaciteit en opbrengst zonne-energie

Per hectare kan 1 MWp aan zonnepanelen geplaatst worden (Pure Energie, z.d.; RVO, z.d.). De p in MWp (of kWp) staat voor piek, waarmee het maximale *vermogen* van zonnepanelen onder standaard test-omstandigheden wordt bedoeld. Dit is het theoretische vermogen, en is niet hetzelfde als de daadwerkelijke *opbrengst*. Dit wordt onder andere bepaald door de locatie in Nederland, het type zonnepanelen, de installatie, hellingshoek en oriëntatie. De opbrengst berekent men aan de hand van vollasturen: het aantal uren waarin de zonnepanelen op vol vermogen hebben gedraaid. Zonnepanelen in Nederland draaien gemiddeld 950 vollasturen per jaar, dus 1 MWp \* 950 vollasturen levert 950 MWh groene elektriciteit (ECN, 2017b; PBL, 2018). Zie bijlage 4 voor de verhouding tussen de eenheden in de tabel.

|  | MW     | TWh   | TJ     |
|--|--------|-------|--------|
| Mogelijke opbrengst zonne-energie, alleen richtlijnen meegenomen               | 25.087 | 23,83 | 85.798 |
| Mogelijke opbrengst zonne-energie, zowel richtlijnen als voorkeuren meegenomen | 8.339  | 7,92  | 28.519 |

Tabel 8: Mogelijke opbrengst zonne-energie RES-regio Midden-Holland.

Tabel 10 laat zien wat de potentiële opbrengst is voor de RES-regio Midden-Holland betreffende zonne-energie. Bij het beschikbare oppervlakte is rekening gehouden met een afstand tot de

gebouwde omgeving, om stoepen, straten en pleinen uit te sluiten. Het kan echter voorkomen dat toch kleine gebieden overblijven waar in de realiteit geen grondgebonden zonnepanelen gerealiseerd kunnen worden. Dit zorgt er, samen met het versplinterde karakter van de beschikbare gebieden, voor dat het beschikbaar oppervlakte in de werkelijkheid wellicht niet volledig volgebouwd zou kunnen worden met zonnepanelen. Het potentieel van zon is groot omdat de wettelijke belemmeringen hierop minder zijn dan bij wind.

### 3.3.1 Zonneparken exploitabel en rendabel

Voor zonneparken is momenteel SDE+ subsidie beschikbaar (RVO expert, 2020). Hierdoor zijn de financiële omstandigheden in Nederland gunstig voor het ontwikkelen van grondgebonden zonneparken (Solarfields, z.d.). Als eis hiervoor geldt dat een haalbaarheidsstudie uitgevoerd moet worden bij een opstelling van meer dan 0,5 MW (RVO, 2020). Afhankelijk van de plaatsing en de grootte van het zonnepark dient dus per project te worden bekeken en aangetoond of het haalbaar, rendabel en exploitabel is. Daarnaast is afhankelijk van de locatie, een (Wabo, Wbr of water)-vergunning vereist bij de aanvraag. Een tijdelijk vergunning volstaat niet (RVO, 2020). Sinds het najaar van 2019 is er ook een eis voor een transportindicatie. Hieruit blijkt of er voldoende transportcapaciteit beschikbaar is bij de netbeheerder voor de locatie die men aanvraagt (RVO, 2020). De investeringskosten voor een zonnepark zijn afhankelijk van de grootte van het zonnepark, die weer afhankelijk zijn van de locatie in de regio en type (zon op dak of in open veld).

## 4 Conclusie potentie wind- en zonne-energie Midden-Holland

In dit onderzoek is de geografische en ruimtelijke potentie voor wind- en grondgebonden zonne-energie in de RES-regio Midden-Holland geanalyseerd. Hierbij is zowel gekeken naar de potentie met alleen richtlijnen als belemmeringen, als de potentie wanneer zowel de belemmeringen van de richtlijnen als de voorkeuren zijn meegenomen. De resultaten van deze analyse zijn hieronder samengevat.

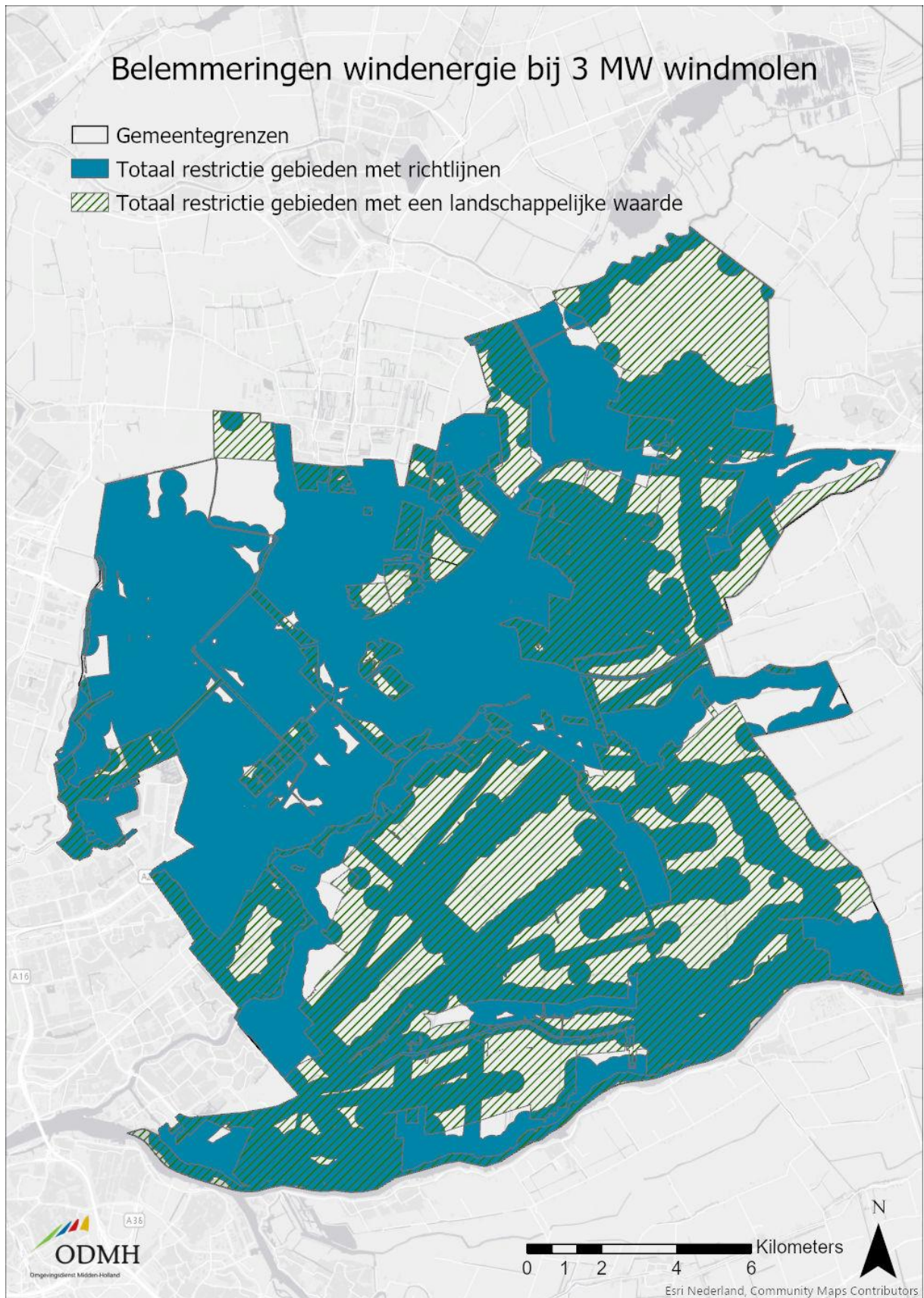
|  | 3 MW<br>windmolen | Zonne-<br>energie |
|--|-------------------|-------------------|
| Mogelijke opbrengst, alleen richtlijnen meegenomen (TWh)               | 1,69              | 23,83             |
| Mogelijke opbrengst, zowel richtlijnen als voorkeuren meegenomen (TWh) | 0,19              | 7,92              |

Tabel 9: Samenvatting mogelijke opbrengst wind- en zonne-energie.

In totaal kan er in totaal maximaal 25,52 TWh opgewekt worden met behulp van wind- en zonne-energie. Als de voorkeuren ook worden meegenomen kan in totaal potentieel 8,11 TWh opgewekt worden. In de kaarten op de volgende pagina's is een overzicht weergegeven van de ruimtelijke beperkingen uitgaande van de richtlijnen en voorkeuren voor 3 MW windmolens en zonne-energie. Er is in dit rapport geen onderzoek uitgevoerd naar de locaties die overblijven (witte vlekken op de kaart). Vervolgonderzoek is nodig om te bepalen of het gewenst is deze gebieden in te zetten voor duurzame energieopwekking.

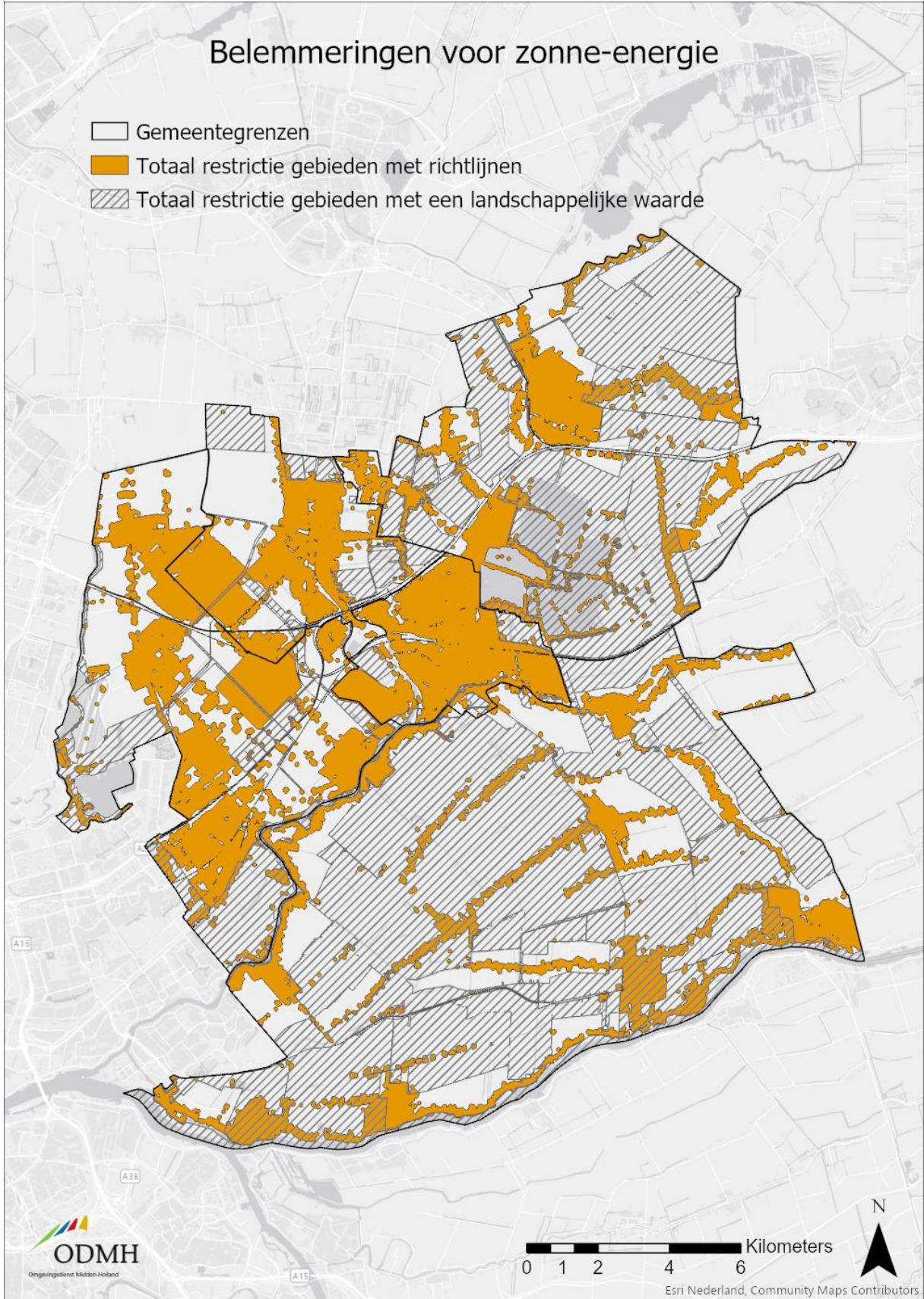
## Belemmeringen windenergie bij 3 MW windmolens

-  Gemeentegrenzen
-  Totaal restrictie gebieden met richtlijnen
-  Totaal restrictie gebieden met een landschappelijke waarde



## Belemmeringen voor zonne-energie

-  Gemeentegrenzen
-  Totaal restrictie gebieden met richtlijnen
-  Totaal restrictie gebieden met een landschappelijke waarde



## 5 Vergelijking met NP RES Analysekaarten.

In de analysekaarten van het Nationaal Programma RES (NP RES) is technische potentie van wind- en zonne-energie opgenomen. De resultaten van het NP RES en de resultaten van dit rapport verschillen van elkaar. De verklaring hiervoor wordt hieronder toegelicht.

### 5.1 Windenergie

De wettelijke beperkingen voor windturbines en richtlijnen over veiligheid en milieu zijn opgenomen in de analysekaarten. Naast deze beperkingen onderscheidt het NP RES ook 'mogelijke' beperkingen, welke voorwaardelijk zijn en niet altijd gelden. Wat overblijft is de technische ruimte voor windenergie (NP RES, 2019a). De uitkomsten van de NP RES analysekaarten (NP RES, 2019b) zijn in onderstaande tabel weergegeven.

|   | Windturbines |
|---|--------------|
| Aantal windmolens van 5,6 MW volgens NP RES in Midden-Holland   | 213          |
| Aantal windmolens van 3 MW alleen richtlijnen meegenomen, volgens deze studie in Midden-Holland         | 256          |
| Aantal windmolens van 3 MW, richtlijnen en voorkeuren meegenomen, volgens deze studie in Midden-Holland | 49           |

Tabel 10: Potentieel aantal windturbines - NP RES, 2019b vs deze studie).

Het NP RES is uitgegaan van een grote windturbine van 5,6 MW en een onderlinge afstand van vier keer de rotordiameter onderlinge afstand (Kuijers et al., 2019). In deze analyse is echter een onderlinge afstand van vijf keer de rotordiameter aangehouden, volgens kaders van het NEN. Bijna alle normen voor windturbines worden in Nederland overgenomen van mondiale normen of Europese richtlijnen (NEN, z.d.). Daarom is er in dit onderzoek hier ook voor gekozen. Dit resulteert echter in een verschil tussen het aantal mogelijke windturbines volgens het NP RES en dit onderzoek, waarbij het NP RES positiever uitvalt qua aantallen.

Daarnaast is in dit onderzoek enkel gekeken naar de potentie voor windenergie op land. Het NP RES heeft ook een inschatting gemaakt van het aantal windmolens wat potentieel gerealiseerd kan worden in meren. Volgens die berekening kunnen potentieel 6 windmolens van 5,6 MW gerealiseerd worden in meren (NP RES, 2019b). De Reeuwijkse Plassen kunnen geschikt zijn voor windenergie en daarom is vervolgonderzoek naar de realistische potentie voor wind in meren nodig. Dit wordt ondertussen nog weinig tot niet gedaan in Nederland. Windturbines in meren zijn alleen te vinden in de grotere wateren (bijv. IJsselmeer en Zeeuwse wateren).

Zoals eerder aangegeven communiceert NP RES nu ook in de 'factsheet elektriciteit' over 5 MW windturbines. Informatie over welke groottes (tiphoogte, ashoogte en rotordiameter) ze hiervoor hanteren ontbreken. Daardoor is nu nog niet doorgerekend, op een zelfde manier als voor 3 MW, wat dat betekent voor de potentie van wind in de RES-regio MH. Er is een uitvraag gedaan bij RVO om meer inzicht te geven in de groottes. Zij geven aan dat het afhankelijk is van de locatie in Nederland en daaraan gekoppelde windsnelheid (in deze regio tussen de 7,19 en 7,17 m/s op 100 meter hoogte

(Windviewer, 2020)) en de fabrikant (RVO Expert, 2020). Uitgaande van gemiddelde afmetingen die fabrikanten hanteren, kunnen windturbines gerealiseerd worden van 5 MW te beginnen bij een tiphoogte van 175 meter tot ongeveer 230 meter (Siemens Gamesa 2020, Vestas 2020, Enercon 2020, Nordex 2020). In de regel geldt dat hoe hoger de mast des te meer wind de turbine vangt en des te meer vollasturen die haalt (zie paragraaf 2.3). Het verschil met de afmetingen die zijn gebruikt voor 3 MW zijn beperkt. Dit verschil heeft echter wel invloed op de potentie. Uitgaande van een gemiddelde 200 meter tiphoogte voor 5 MW en de daaraan gekoppelde wettelijke waardes blijft er een minder potentie-aantal over dan bij de 180 meter van 3 MW. Deze windturbines zullen echter wel significant meer opbrengen (NP RES, 2020) en er zullen dan minder nodig zijn om vergelijkbare opbrengst te halen.

## 5.2 Zonne-energie

In de analysekaarten van het NP RES is de potentie voor zonne-energie als volgt ingedeeld:

- Potentie kansrijke toepassingen zonne-energie, opgebouwd uit
  - Potentie grote daken
  - Potentie 4 procent landbouwgrond
  - Potentie water golfslagcategorie 1<sup>3</sup>
- Potentie redelijk kansrijke toepassingen zonne-energie, opgebouwd uit
  - Potentie op stortplaatsen
  - Potentie op spoorberm
  - Potentie op geluidsschermen
  - Potentie op water golfslagcategorie 2
- Potentie kleine kans toepassingen zonne-energie, opgebouwd uit
  - Potentie op gevels
  - Potentie in asfalt
  - Potentie op water golfslagcategorie 3

Als zowel richtlijnen als voorkeuren worden meegenomen is er een potentie van 7,92 TWh berekend voor zonne-energie in Midden-Holland volgens deze analyse. In tabel 13 is de potentie volgens het NP RES (2019b) per categorie ingevuld en omgerekend naar TWh, waarbij 1 TJ gelijk staat aan 0,00028 TWh.

| NP RES   | TJ      | TWh   |
|--|---------|-------|
| Potentie kansrijke toepassingen zonne-energie          | 2.440,8 | 0,678 |
| Potentie redelijk kansrijke toepassingen zonne-energie | 57,91   | 0,016 |
| Potentie kleine kans toepassingen zonne-energie        | 232,63  | 0,065 |

Tabel 11: Potentie zonne-energie volgens analysekaarten NP RES (NP RES, 2019b).

<sup>3</sup> Er zijn drie golfslagklassen. Binnen categorie 1 vallen bassins met een grootte van 0,5 tot 2 km<sup>2</sup> en geringe golfslag, categorie 2 zijn grote plassen met meer dan 2 km<sup>2</sup> oppervlakte en voorbeelden van categorie 3 zijn het IJsselmeer, Markermeer of de Oosterschelde waarbij golfhoogtes tot 2 meter kunnen voorkomen (Kuijers et al., 2019).

| Potentierapport ODMH   | TJ     | TWh   |
|--|--------|-------|
| Mogelijke opbrengst zonne-energie, alleen richtlijnen meegenomen               | 85.798 | 23,83 |
| Mogelijke opbrengst zonne-energie, zowel richtlijnen als voorkeuren meegenomen | 28.519 | 7,92  |

Tabel 15: potentie zonne-energie volgens onderzoek ODMH.

Uit bovenstaand overzicht is goed op te maken dat de potentie voor zonne-energie in de RES-regio Midden-Holland volgens de NP RES methodiek op een andere manier is berekend. In dit onderzoek is enkel de potentie van grondgebonden en watergebonden zonneparken geanalyseerd, waarbij het NP RES ook kijkt naar de potentie op daken. Ook is in deze analyse alle mogelijke grond meegenomen, terwijl de analysekaarten als uitgangspunt slechts vier procent van de landbouwgrond in de berekening meenemen.

Tenslotte komt het gebied dat als weidevogelgebied is bestemd volgens de analysekaarten, en daarmee dus een belemmering kan vormen voor grondgebonden zonneparken, niet overeen met de in deze analyse gebruikte informatie van de Provincie Zuid-Holland (Provincie Zuid-Holland, z.d.). In dit onderzoek is informatie van de Provincie Zuid-Holland aangehouden. Het vergelijken van de potentie voor zonne-energie uit dit onderzoek en dat van het NP RES is dus vanwege verschillende uitgangspunten niet mogelijk. Het cijfer van NP RES geeft een beeld van het te verwachten gebruik van de ruimte voor zonne-energie. Het doet echter onjuist vermoeden dat er slechts een klein gebied in de regio geschikt is.

## 6 Suggesties voor vervolgonderzoek

In dit rapport zijn de geografische mogelijkheden voor wind- en zonne-energie in RES-regio Midden-Holland verkend. Voor een compleet beeld van deze restricties op de mogelijkheden voor grootschalige windturbines of grondgebonden zonneparken dienen echter nog aanvullende zaken te worden uitgezocht. Een aantal van deze onderzoeken zullen de komende tijd opgepakt worden in het kader van de RES 1.0, waarbij de nu beschreven denkrichtingen uitgewerkt worden in scenario's. Suggesties voor de invulling van dit vervolgonderzoek zijn hieronder opgesomd:

### Windenergie

- Onderzoek naar de eventuele aantasting van de kenmerken van Natura 2000 gebied;
- Onderzoek naar de eventuele aantasting van de kenmerken van NNN gebied;
- Vogeltellingen en onderzoek naar de aanwezigheid van weidevogels in het weidevogelgebied;
- Onderzoek naar de hoogtebeperkingen door laagvliegroutes; Vooral bij voor Zuidplas en zuidwestelijk Waddinxveen;
- Onderzoek naar de potentie voor windenergie in meren in Midden-Holland;
- Onderzoek naar mogelijke voorkeurslocaties voor de plaatsing van windturbines;
- Onderzoek naar gewenste grootte van windturbines (draagvlak en businesscase);

### Zonne-energie

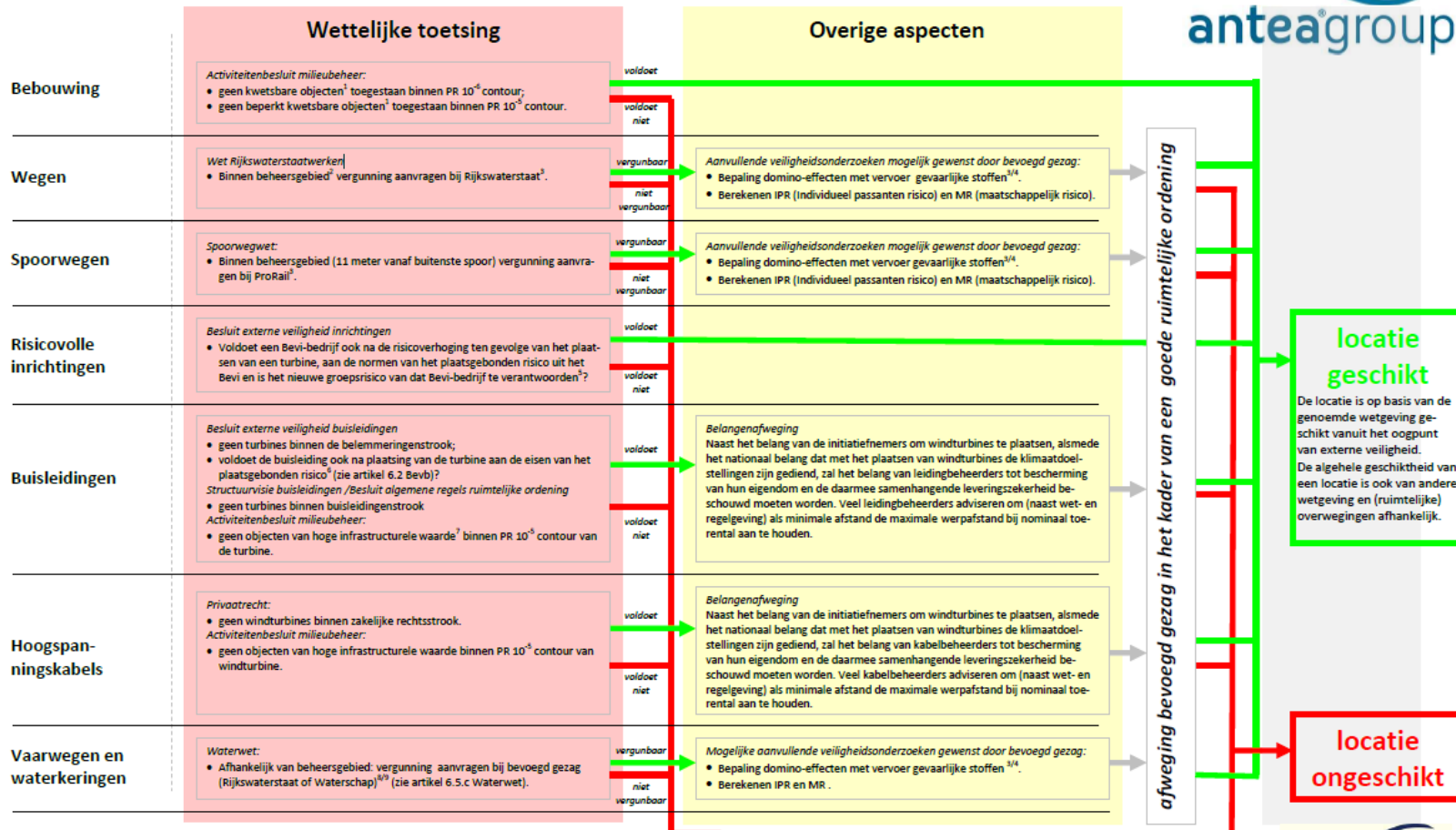
- Onderzoek naar het potentieel voor drijvende zonne-energie op de wateren in Midden-Holland;

- Onderzoek naar de regionale potentie van zonnepanelen met dubbel ruimtegebruik zoals zon op dak. Hiervoor is een specialistisch onderzoek met satellietbeelden nodig.
- Minimale grootte van zonnepark bepalen om een realistische potentie voor zonne-energie te bepalen. Dit kan dan ook worden doorgerekend;
- Onderzoek naar de eventuele aantasting van de kenmerken van het NNN-gebied;
- Onderzoek naar de aanwezige beschermde dier- en plantensoorten en verstoring hiervan;
- Vogeltellingen en -onderzoek naar de aanwezigheid van weidevogels in het weidevogelgebied;
- Bepalen van voorkeurslocaties voor grondgebonden zonneparken, om een realistische potentie voor zonne-energie te bepalen.



## Bijlage 1: Windturbines en veiligheid; locatieafweging

# Windturbines en veiligheid: locatieafweging



1 Voor de definitie van (beperkt) kwetsbaar objecten wordt verwezen naar het Bevi. Deze definitie is echter niet limitatief.  
 2 Ligging beheersgebied kan aangevraagd worden bij Rijkswaterstaat.  
 3 Getoetst wordt of de plaatsing van de windturbines geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersdeelnemers tot gevolg heeft.  
 4 Voorgescreven rekenmethodiek (programma RBMI) geeft echter geen mogelijkheden dit te berekenen, beschouwing moet kwalitatief.  
 5 Toename van de autonome faalfrequentie van minder dan 10% is conform de Handreiking Risicoberekening Bevi verwaarloosbaar.

6 Voor leidingen van de Gasunie zijn berekeningen alleen uit te voeren door een door Gasunie geaccrediteerd bedrijf. Voor veel andere leidingen is geen rekensystematiek beschikbaar. Het PR moet dan kwalitatief inzichtelijk gemaakt worden.  
 7 Zie art. 1, lid 1 onder i van het Bevi (waar het Activiteitenbesluit naar verwijst) inzake objecten met hoge infrastructurele waarde. Zie ook Barro inzake buisleidingen van nationaal belang.  
 8 Getoetst wordt of er geen onaanvaardbare effecten zijn voor de waterkerende functie van de waterkering.  
 9 Getoetst wordt aan er geen onaanvaardbare hinder ontstaat voor wal- en scheepsradar optreedt en zicht voor wal- en scheepspersoneel.



## Bijlage 2: Overzicht van aannames

In deze analyse is van verschillende aannames uitgegaan, welke hieronder zijn opgesomd.

### Windenergie

- Er is uitgegaan van de generieke veiligheidsafstanden voor windturbines 3 MW volgens RVO (2016a).
- Voor de windturbines is uitgegaan van de volgende afmetingen.

| <b>3 MW</b>               |     |
|---------------------------|-----|
| <i>Tiphoogte</i>          | 180 |
| <i>Rotordiameter</i>      | 120 |
| <i>As-hoogte</i>          | 120 |
| <i>Onderlinge afstand</i> | 600 |

*Tabel 12: Afmetingen windturbines.*

- Voor deze versie is de keuze voor 3 MW in de RES leidend geweest. In een volgende versie kan er ook gekeken worden naar grotere en 'modernere' windturbines.
- De veiligheidsafstand tot industrie is buiten beschouwing gelaten in deze analyse, omdat de afstand verschilt per type industrie. Lichte industrie als werkplaatsen en kantoren, of waar kleine hoeveelheden gevaarlijke stoffen worden bewaard, kan worden beschouwd als 'beperkt kwetsbare objecten'. Voor andere typen industrie dienen aparte berekeningen gemaakt te worden (RVO, 2014).
- Een afstand van 300 meter tot kwetsbare gebouwen en locaties is aangehouden met betrekking tot geluidsoverlast en slagschaduw. De kwetsbare gebouwen zijn afkomstig van de Signaleringskaarten Externe Veiligheid (2019).
- Als kwetsbare locaties zijn de locaties geselecteerd waarbij de kwetsbaarheid is gewaardeerd met een + of +- . De minder kwetsbare locaties (-+ of -) zijn in deze analyse buiten beschouwing. Nadere analyse is nodig voor een verdergaande specificatie.
- Plassen en meren zijn uitgesloten van het beschikbaar oppervlakte. Kleinere sloten niet, omdat windturbines naast sloten gerealiseerd kunnen worden en hier met de plaatsing en onderlinge afstand rekening mee gehouden kan worden.
- Als onderlinge afstand voor windturbines is vijf keer de rotordiameter aangehouden (NEN, z.d.).
- Er is gekeken naar het totale beschikbare oppervlak en hoeveel windturbines hierin passen. Maatwerk is nodig voor de potentie op specifieke locaties.
- Er is uitgegaan van 2.200 vollasturen per jaar in de provincie Zuid-Holland.
- De gebieden aangewezen als natuur-, stilte-, recreatie-, weidevogelgebied, en Kroonjuwelen zijn beschouwd als voorkeuren, waarbinnen nog mogelijkheden kunnen liggen.

### Zonne-energie

- Afstand van 50 meter tot de gebouwde omgeving, waarbinnen géén zonneparken gebouwd kunnen worden.
- Een afstand van 2,5 meter is aangehouden tot wegen, wateren en spoorwegen.
- Wateren zijn meegenomen als potentiegebied
- De gebieden aangewezen als natuur-, recreatie-, weidevogelgebied, en Kroonjuwelen zijn beschouwd als voorkeuren, waarbinnen nog mogelijkheden kunnen liggen. Er is uitgegaan van 950 vollasturen per jaar in de provincie Zuid-Holland.

### Bijlage 3: Overzicht aantal windturbines per hectare

| Gebieden                   |                           |                    |                                |             |                   | Rijen                      |                           |                    |                                |             |                   |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------------|-------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------------|-------------|-------------------|
| aantal windmole ns breedte | aantal windmole ns lengte | Totaal windmole ns | Hectare nodig voor windmole ns | vermogen MW | vermogen n per ha | aantal windmole ns breedte | aantal windmole ns lengte | Totaal windmole ns | Hectare nodig voor windmole ns | vermogen MW | vermogen n per ha |
| 1                          | 1                         | 1                  | 0                              | 3           | 0,000             | 1                          | 1                         | 1                  | 0                              | 3           | 0,000             |
| 2                          | 2                         | 4                  | 36                             | 12          | 0,333             | 1                          | 2                         | 2                  | 36                             | 6           | 0,167             |
| 3                          | 3                         | 9                  | 144                            | 27          | 0,188             | 1                          | 3                         | 3                  | 72                             | 9           | 0,125             |
| 4                          | 4                         | 16                 | 324                            | 48          | 0,148             | 1                          | 4                         | 4                  | 108                            | 12          | 0,111             |
| 5                          | 5                         | 25                 | 576                            | 75          | 0,130             | 1                          | 5                         | 5                  | 144                            | 15          | 0,104             |
| 6                          | 6                         | 36                 | 900                            | 108         | 0,120             | 1                          | 6                         | 6                  | 180                            | 18          | 0,100             |
| 7                          | 7                         | 49                 | 1296                           | 147         | 0,113             | 1                          | 7                         | 7                  | 216                            | 21          | 0,097             |
| 8                          | 8                         | 64                 | 1764                           | 192         | 0,109             | 1                          | 8                         | 8                  | 252                            | 24          | 0,095             |
| 9                          | 9                         | 81                 | 2304                           | 243         | 0,105             | 1                          | 9                         | 9                  | 288                            | 27          | 0,094             |
| 10                         | 10                        | 100                | 2916                           | 300         | 0,103             | 1                          | 10                        | 10                 | 324                            | 30          | 0,093             |
| 11                         | 11                        | 121                | 3600                           | 363         | 0,101             | 1                          | 11                        | 11                 | 360                            | 33          | 0,092             |
| 12                         | 12                        | 144                | 4356                           | 432         | 0,099             | 1                          | 12                        | 12                 | 396                            | 36          | 0,091             |
| 13                         | 13                        | 169                | 5184                           | 507         | 0,098             | 1                          | 13                        | 13                 | 432                            | 39          | 0,090             |
| 14                         | 14                        | 196                | 6084                           | 588         | 0,097             | 1                          | 14                        | 14                 | 468                            | 42          | 0,090             |
| 15                         | 15                        | 225                | 7056                           | 675         | 0,096             | 1                          | 15                        | 15                 | 504                            | 45          | 0,089             |
| 16                         | 16                        | 256                | 8100                           | 768         | 0,095             | 1                          | 16                        | 16                 | 540                            | 48          | 0,089             |
| 17                         | 17                        | 289                | 9216                           | 867         | 0,094             | 1                          | 17                        | 17                 | 576                            | 51          | 0,089             |
| 18                         | 18                        | 324                | 10404                          | 972         | 0,093             | 1                          | 18                        | 18                 | 612                            | 54          | 0,088             |
| 19                         | 19                        | 361                | 11664                          | 1083        | 0,093             | 1                          | 19                        | 19                 | 648                            | 57          | 0,088             |
| 20                         | 20                        | 400                | 12996                          | 1200        | 0,092             | 1                          | 20                        | 20                 | 684                            | 60          | 0,088             |
| 21                         | 21                        | 441                | 14400                          | 1323        | 0,092             | 1                          | 21                        | 21                 | 720                            | 63          | 0,088             |
| 22                         | 22                        | 484                | 15876                          | 1452        | 0,091             | 1                          | 22                        | 22                 | 756                            | 66          | 0,087             |
| 23                         | 23                        | 529                | 17424                          | 1587        | 0,091             | 1                          | 23                        | 23                 | 792                            | 69          | 0,087             |
| 24                         | 24                        | 576                | 19044                          | 1728        | 0,091             | 1                          | 24                        | 24                 | 828                            | 72          | 0,087             |
| 25                         | 25                        | 625                | 20736                          | 1875        | 0,090             | 1                          | 25                        | 25                 | 864                            | 75          | 0,087             |

### Bijlage 4: Technische Specificaties

VOLLASTUREN WIND: 2200  
 VOLLASTUREN ZON: 950 (oriëntatie zuid)

Vermogen wordt meestal uitgedrukt in Watt

1000 Watt → 1 kW  
 1000 kW → 1 MW  
 1000 MW → 1 GW  
 1000 GW → 1 TW

Productie in Wattuur = vermogen x aantal (vollast)uren

1 TW → 3600 TJ

Voorbeeld: Productie 3 MW windmolen = 3 (MW) x 2200 (vollasturen) = 6,6 GWh = 0,0066 TWh = 23,76 TJ (0,0063\*3600)

## Bronnen

Atlas van de Leefomgeving (2020). Stiltegebieden en windmolens Provincie Zeeland. Geraadpleegd via: <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten>

CBS (2019). *Windenergie op land; productie en capaciteit per provincie*. Geraadpleegd via <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/70960ned/table?fromstatweb>

Centraal Planbureau (CPB) (2013). KBA Structuurvisie 6000 MW windenergie op land. Geraadpleegd via <https://www.cpb.nl/sites/default/files/publicaties/download/cpb-notitie-14jun2013-kba-structuurvisie-6000-mw-windenergie-op-land.pdf>

De Windcentrale (2016). *Hoeveel energie levert een windmolen op?* Geraadpleegd via <https://www.windcentrale.nl/blog/hoeveel-energie-levert-een-windmolen-op/>

Duurzaam Bedrijfsleven (2020). Drijvend zonnepark in Zwolle grootste in Europa. Geraadpleegd via: <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/energietransitie-business/33269/drijvend-zonnepark-zwolle>

ECN (2017a). *Kostenonderzoek windenergie SDE+ 2018*. Geraadpleegd via <https://publicaties.ecn.nl/PdfFetch.aspx?nr=ECN-N--17-011>

ECN (2017b). *Kostenonderzoek zonne-energie SDE+ 2018 (zon-PV vanaf 15 kWp en zonthermie vanaf 140 kW)*. Geraadpleegd via <https://publicaties.ecn.nl/PdfFetch.aspx?nr=ECN-N--17-012>

Enercon (2020) Enercon E-147 EP5 E2. Geraadpleegd via <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/2063-enercon-e-147-ep5-e2>

HIER opgewekt (z.d.). *Vollastuur*. Geraadpleegd via <https://www.hieropgewekt.nl/begrippenlijst/vollastuur>

Kuijers, T., Hocks, B., Witte, J., Schilling M. Meyer, J, Poll, F. van de, Scholten, T., Tol, E., Veen, R. van & Voulis, N. (2019). *Analysekaarten NP RES. Verantwoording bronnen en methoden*.

Lagerwey (z.d.), *Turbines*. Geraadpleegd via <https://www.lagerweywind.nl/producten/turbine/>

LNV (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit) (z.d.), *Rode Lijsten*. Geraadpleegd via <https://minez.nederlandsesoorten.nl/content/rode-lijsten>

EZK (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat) (2019). *Klimaatakkoord*. Geraadpleegd via [www.klimaatakkoord.nl](http://www.klimaatakkoord.nl)

MIM (Ministerie van Infrastructuur en Milieu) (2014). *Structuurvisie windenergie op land*. Geraadpleegd via <http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/rapporten/2014/03/31/bijlage-1-structuurvisie-windenergie-op-land/structuurvisie-windenergie-op-land.pdf>

NEN (Nederlandse Norm) (z.d.), *Windenergie*. Geraadpleegd via <https://www.nen.nl/NEN-Shop/Windenergie.htm>

Nordex (2020). The N163/5.X. Geraadpleegd via: <https://www.nordex-online.com/en/product/n163-5-x/>

NP RES (2019a), *Analysekaarten NP RES – Introductie/gebruik viewer*. Geraadpleegd via <https://www.regionale-energiestrategie.nl/documenten/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=1311113>

NP RES (2019b), *Analysekaarten NP RES*. Geraadpleegd via <https://regionale-energiestrategie.nl/toolbox/analysekaarten+np+res/default.aspx>

NP RES (2020), Factsheet Elektriciteit. Geraadpleegd via: [https://regionale-energiestrategie.nl/bibliotheek/elektriciteit/downloads\\_getfilem.aspx?id=1167112&forcedownload=true](https://regionale-energiestrategie.nl/bibliotheek/elektriciteit/downloads_getfilem.aspx?id=1167112&forcedownload=true)

NWEA (2020). Regionale energiestrategieën verkijken zich op te kleine windturbines. Geraadpleegd via: <https://nwea.nl/regionale-energie-strategieen-verkijken-zich-op-te-kleine-windturbines/>

Overheid.nl (2019). *Wet natuurbescherming*. Geraadpleegd via <https://wetten.overheid.nl/BWBR0037552/2019-01-01#Hoofdstuk5>

PBL (2018). *Conceptadvies SDE+ 2019. Zonne-energie*. Geraadpleegd via [https://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2018-conceptadvies-zonne-energie-sde-plus-2019-incl-kostenbevindingen\\_3267.pdf](https://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2018-conceptadvies-zonne-energie-sde-plus-2019-incl-kostenbevindingen_3267.pdf)

Provincie Zuid-Holland (z.d.), *Cultuurhistorische kaart*. Geraadpleegd via <https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/landschap/erfgoed-cultuur/cultuurhistorische/>

Provincie Zuid-Holland (2013), *Beleidsregel Compensatie Natuur, Recreatie en Landschap Zuid-Holland 2013*.

Provincie Zuid-Holland (2018), *Visie Ruimte en Mobiliteit. Verordening Ruimte 2014*.

Provincie Zuid-Holland (z.d.), *Stiltegebieden*. Geraadpleegd via <https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/landschap/stiltegebieden/>

Provincie Zuid-Holland (z.d.), *Natuurnetwerk Nederland*. Geraadpleegd via <http://pzh.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=698b578f8bf34f5ab624e1f2ae687199&extent=33428.9852%2C415026.1883%2C131473.1813%2C477053.1124%2C28992>

Provincie Zuid-Holland (z.d.), *Meervoudig ruimtegebruik*. Geraadpleegd via <https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/ruimte/ruimtelijke/handreiking/algemene/meervoudig/>

Pure Energie (2020) Mailwisseling met Directeur Arthur Vermeulen: vermogens van nieuwe windmolens.

Pure Energie (z.d.). *Kunnen zonnepanelen net zoveel groene stroom opwekken als een windmolen?* Geraadpleegd via <https://pure-energie.nl/klantenservice/info/zonnepanelen-vs-windmolens>

Rijkswaterstaat (z.d.), *Externe veiligheid*. Geraadpleegd via <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten-regels-en-vergunningen/scheepvaart/wet-vervoer-gevaarlijke-stoffen/vervoer-gevaarlijke-stoffen/externe-veiligheid.aspx>

RVO (z.d.), *Fase windproject – Voorverkenning*. Geraadpleegd via <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/fases-windprojecten/voorverkenning>

RVO (z.d.), *Maatwerk geluid en windmolens*. Geraadpleegd via <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/milieu-en-omgeving/geluid-en-windmolens/maatwerk-geluid>

RVO (z.d.). *1 MW zonnepanelen TU*. Geraadpleegd via <https://www.rvo.nl/initiatieven/energiezuiniggebouwd/1mw-zonnepanelen-tu>

RVO (2014), *Handboek Risicozonering Windturbines*. Versie 3.1. Geraadpleegd via <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/09/Handboek%20Risicozonering%20Windturbines%20versie%20september%202014.pdf>

RVO (2015). *Grondgebonden zonneparken. Verkenning naar de afwegingskaders rond locatiekeuze en ruimtelijke inpassing in Nederland*.

RVO (2016a), *Veiligheid en Windturbines*. Geraadpleegd via <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/03/Veiligheid%20en%20windturbines.pdf>

RVO (2016b), *Windturbines en Geluid*. Geraadpleegd via <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/05/Factsheet%20Geluid.PDF>

RVO (2019a). *Slagschaduw en windturbines*. Geraadpleegd via <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/03/Slagschaduw%20en%20windturbines.pdf>

RVO (2019b), *Wind SDE+ (land, meer en waterkering)*. Geraadpleegd via <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%C3%ABn/wind-sde>

RVO (2020), *Zon SDE+*. Geraadpleegd via <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%C3%ABn/zon-sde>

RVO expert (2020), *Expertgesprek met Johannis van Steenis*. Mail en telefoon.

Siemens Gamesa (2020). SG 5.0-145. Geraadpleegd via <https://www.siemensgamesa.com/products-and-services/onshore/wind-turbine-sg-5-0-145>

Signaleringskaarten EV (2019), *EV Signaleringskaart*. Geraadpleegd via [https://nl.ev-signaleringskaart.nl/viewer/action/login?name=EV-signaleringskaart\\_NL&version=](https://nl.ev-signaleringskaart.nl/viewer/action/login?name=EV-signaleringskaart_NL&version=)

Solarfields (z.d.), *De businesscase van een zonnepark, wat geeft de doorslag?* Geraadpleegd via <https://www.solarfields.nl/businesscase-zonnepark-geeft-doorslag/>

TNO (2019), *ECN part of TNO werkt aan grootste windturbine ooit*. Geraadpleegd via <https://www.tno.nl/nl/tno-insights/artikelen/ecn-part-of-tno-werkt-aan-grootste-windturbine-ooit/>

Vestas (2020) V162-5.6 MW. Geraadpleegd via [https://www.vestas.com/en/products/enventus\\_platform/v162%205\\_6\\_mw](https://www.vestas.com/en/products/enventus_platform/v162%205_6_mw)

Wageningen University & Research (2016). Verkenning (on)mogelijkheden windenergie in bosgebieden. Geraadpleegd via <https://edepot.wur.nl/370406>

XMEC Darwind (z.d.), *Wind turbines*. Geraadpleegd via <http://www.xemc-darwind.com/Wind-turbines>