



**BOSCH & VAN RIJN**

Experts in duurzame energie en ruimte

# Windenergie in Lingewaard

Actualisatie van de plaatsingsmogelijkheden  
voor windturbines

Opdrachtgever



# Windenergie in Lingewaard

## Actualisatie van de plaatsingsmogelijkheden voor windturbines

Augustus 2016

### **Auteurs**

Drs. Geert Bosch

Hans Kerkvliet MSc.

Steven Velthuisen MSc.

Bosch & Van Rijn  
Groenmarktstraat 56  
3521 AV Utrecht

Tel: 030-677 6466  
Mail: [info@boschenvanrijn.nl](mailto:info@boschenvanrijn.nl)  
Web: [www.boschenvanrijn.nl](http://www.boschenvanrijn.nl)

© Bosch & Van Rijn 2016

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.



# Inhoudsopgave

---

<b>Inhoudsopgave .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding .....</b>	<b>3</b>
1.1 Achtergrond	3
1.2 Vraag en leeswijzer	3
<b>2 Actualisatie belemmeringenkaart .....</b>	<b>5</b>
2.1 Inleiding	5
2.2 Belemmeringen	5
2.3 Toekomstige ontwikkelingen	7
2.4 Belemmeringenkaart	9
2.5 Conclusie	9
<b>3 Ruimtelijke analyse locaties .....</b>	<b>10</b>
3.1 Inleiding	10
3.2 Beoordeling locatie en opstellingen	10
3.3 Locatie glastuinbouwgebied Bergerden	13
3.4 Locatie 't Veld / Verlenging A15	20
3.5 Locatie Knooppunt Ressen	21
3.6 Samenvatting ruimtelijke beoordeling opstellingen	22
<b>4 Financiële analyse .....</b>	<b>23</b>
4.1 Windaanbod	23
4.2 Windturbines	24
4.3 Kosten	26
4.4 Kasstroom en rendement	27
4.5 Effect van ashoogte en rotordiameter	28
<b>5 Conclusie.....</b>	<b>29</b>
<b>6 Bijlagen .....</b>	<b>31</b>
<b>Bijlage A. Belemmeringenkaart.....</b>	<b>32</b>
<b>Bijlage B. Provinciaal beleid.....</b>	<b>34</b>
<b>Bijlage C. Opstellingen locatie Bergerden.....</b>	<b>35</b>
<b>Bijlage D. Opstelling Locatie 't Veld.....</b>	<b>41</b>
<b>Bijlage E. Opstelling Locatie Knooppunt Ressen .....</b>	<b>43</b>
<b>Bijlage F. Aannames business case .....</b>	<b>45</b>
F.1 Invoergegevens windturbines	45
F.2 CAPEX	45
F.3 Operationele kosten	45

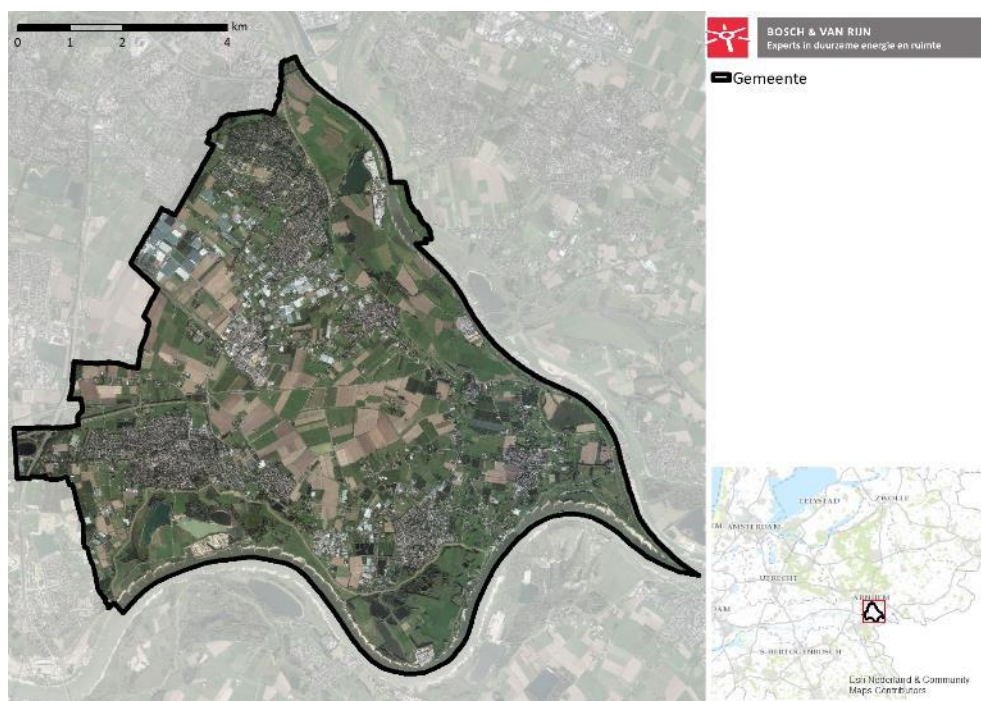


# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De provincie Gelderland en gemeente Lingewaard hebben in 2012 door Bosch & Van Rijn een onderzoek laten uitvoeren naar plaatsingsmogelijkheden voor windturbines. In december 2015 heeft de gemeente Lingewaard nieuw duurzaamheidsbeleid vastgesteld. Hierin zijn ook uitspraken gedaan over windenergie, waarbij Lingewaard op twee locaties nader onderzoek wilt laten uitvoeren (Bergerden en knooppunt Ressen). In overleg tussen de gemeente Lingewaard en de provincie Gelderland heeft de provincie Gelderland besloten opdrachtgever te willen zijn en aan het (actualiserend) onderzoek ook de locatie aan de door te trekken A15 toe te voegen.

In onderstaande figuur is het onderzoeksgebied (de gehele gemeente Lingewaard) weergegeven.



Figuur 1 – Onderzoeksgebied (de gehele gemeente Lingewaard)

## 1.2 Vraag en leeswijzer

Het doel van dit document is om te onderzoeken in welke gebieden mogelijkheden zijn om duurzame energieopwekking door windturbines mogelijk te maken. Om hier een antwoord op te kunnen geven zal eerst de studie uit 2012 geactualiseerd worden. Hierbij zal rekening worden gehouden met ruimtelijke ontwikkelingen die de afgelopen jaren mogelijk in het gebied hebben plaatsgevonden, veranderde regelgeving en beschikbare windturbintypes. Dit wordt gepresenteerd in hoofdstuk 2. Nadat de mogelijke locaties zijn aangewezen eveneens in hoofdstuk 2, zal op verzoek van de provincie en gemeente in hoofdstuk 3 worden ingegaan op de locaties Bergerden, Locatie 't Veld / verlenging langs de A15 en knooppunt Ressen. Voor



deze locaties zullen mogelijke opstellingen worden gepresenteerd en worden belemmeringen en aandachtspunten beschreven. In hoofdstuk 4 zal worden ingegaan op SDE subsidies en financiële aspecten van de windturbines. Het rapport zal worden afgesloten met een conclusie in hoofdstuk 5. Hierbij zal een tabel worden gepresenteerd waarbij alle locaties en varianten met elkaar worden vergeleken.



## 2 Actualisatie belemmeringenkaart

---

### 2.1 Inleiding

In 2012 maakten wij een belemmeringenkaart voor het onderzoeksgebied. Echter, zoals eerder vermeld is het mogelijk dat in de afgelopen jaren ruimtelijke ontwikkelingen in het gebied hebben plaatsgevonden en/of dat de regelgeving met betrekking tot windturbines is veranderd. Daarom zal de belemmeringenkaart uit 2012 worden geactualiseerd.

Deze actualisatie vindt plaats met behulp van GIS (geografisch informatiesysteem) en alle relevante belemmeringen worden in kaart gebracht. De belemmeringen en afstanden die gebruikt zijn zullen kort worden uitgelegd in onderstaande paragraaf.

### 2.2 Belemmeringen

#### 2.2.1 *Geluid*

Windturbines produceren geluid, dat meestal wordt omschreven als suizend of zoevend. Er is veel onderzoek gedaan naar windturbinegeluid en de effecten van blootstelling aan dit geluid. Op basis van deze onderzoeken zijn relaties bepaald tussen de hinderbeleving en de blootstelling aan geluidsniveaus. Dit zijn dosiseffectrelaties waarbij met de mate van blootstelling een bepaalde mate van effect gepaard gaat. Deze relaties vormen de basis voor de geluidwetgeving in Nederland. Windturbines vallen onder het Activiteitenbesluit milieubeheer. Volgens dit besluit is de maximaal toegestane waarde van jaargemiddelde geluidsbelasting als gevolg van windturbines ter plaatse van geluidsgevoelige objecten 47 dB  $L_{den}$  en 41 dB  $L_{night}$ . De  $L_{den}$  (Engels: Level day-evening-night) is een maat om de geluidsbelasting door omgevingslawaaï uit te drukken. Hierbij wordt geluidsbelasting die optreedt gedurende de nacht en de avond zwaarder meegewogen dan geluid overdag.

In praktijk komt de 47 dB  $L_{den}$  norm bij een windpark neer op een afstand tot woningen van circa 400 à 500 meter, afhankelijk van het windturbintype. In dit onderzoek wordt een afstand van 500 meter aangehouden tot aaneengesloten woningen. Om zo min mogelijk gebieden in deze fase uit te sluiten is voor losliggende woningen een afstand van 300 meter aangehouden. Dit is gedaan vanwege het feit dat deze woningen mogelijk tot de inrichting kunnen gaan behoren. In een later stadium, nadat bijvoorbeeld een locatie is gekozen, dient door middel van een akoestisch onderzoek getoetst te worden aan de 47 dB  $L_{den}$  en 41 dB  $L_{night}$ -norm.

#### 2.2.2 *Slagschaduw*

Slagschaduw van een windturbine is de schaduw van de draaiende wieken. Als slagschaduw op het raam van een woning of kantoor valt, kan dat als hinderlijk worden ervaren. De Activiteitenregeling milieubeheer (RARIM, 2007) meldt in artikel 3.12 dat een windturbine voorzien moet zijn van een automatische stilstandvoorziening indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de objecten en de gevoelige objecten minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden. Dit is omgezet in een hanteerbare norm voor toetsing van de totale slagschaduwduur. Deze norm bedraagt 5 uur en



40 minuten (dit is de som van 17 dagen maal 20 minuten). Een windturbine moet zijn voorzien van een stilstandvoorziening indien niet aan de norm kan worden voldaan waarbij de schaduwduur minimaal moet worden teruggebracht tot 5 uur en 40 minuten.

In praktijk geldt dat wanneer er voldoende afstand gehouden wordt tot woningen vanwege de geluidsnorm slagschaduw over het algemeen geen onoverkomelijk probleem meer is. Wellicht moet ten behoeve van bepaalde woningen de stilstandvoorziening een aantal uur per jaar ingesteld worden, maar dit staat een rendabele exploitatie over het algemeen niet in de weg. In een later stadium, nadat een locatie is gekozen, dient door middel van een slagschaduwonderzoek getoetst te worden aan het Activiteitenbesluit.

*N.B. In paragraaf 3.3.2.4 wordt ingegaan op het effect van slagschaduw op glas-tuinbouw.*

### 2.2.3 *Infrastructuur*

In de analyse zijn gebieden direct langs auto- en spoorwegen uitgesloten. Hiervoor is uitgegaan van de beleidsregels voor plaatsing van windturbines langs auto- en spoorwegen.

Voor rijkswegen is de beleidsregel dat er een afstand van een halve rotordiameter (ook wel wiek lengte) wordt aangehouden tot deze wegen. In dit onderzoek is een afstand van 50 meter gehanteerd. Voor overige wegen is een afstand van 20 meter aangehouden in dit onderzoek.

Voor spoorwegen is een afstand van 60 meter in de belemmeringenkaart gehanteerd. Dit is op basis van het plaatsingsadvies van ProRail. Dit advies luidt: De afstand tussen windturbines en het dichtst bij gelegen spoor dient minimaal 7,85 meter + halve rotordiameter te zijn, gemeten vanuit het hart van het dichtstbijzijnde spoor, met een minimum van 30 meter.

### 2.2.4 *Buisleidingen*

Vanwege externe veiligheid en transportzekerheid dient er rond gasleidingen een afstand gehandhaafd worden. Voor gasleidingen adviseert Gasunie een afstand aan te houden waarbuiten geen significant additioneel risico van een windturbine te verwachten is. In praktijk komt dit overeen met de maximale werpafstand bij nominaal toerental. Voor windturbines komt dit ongeveer overeen met een afstand van 150 meter. Daarom wordt deze afstand in dit onderzoek gehanteerd. Wel moet er vermeld worden dat dit niet per definitie een harde belemmering is. In overleg met Gasunie en afhankelijk van een locatie specifieke risicoanalyse zijn mogelijk kleinere afstanden vergunbaar.

### 2.2.5 *Hoogspanningsinfrastructuur*

TenneT hanteert ten aanzien van hoogspanningslijnen respectievelijk een afstand van werpafstand bij nominaal toerental. Buiten deze afstand verwacht TenneT geen negatieve invloed van een windturbine (Handboek Risicozonering Windturbines, 2014). Voor de huidige generatie windturbines komt deze afstand ongeveer overeen met een afstand van 150 meter. Daarom wordt deze afstand in dit onderzoek ook gehanteerd tot hoogspanningsinfrastructuur. Net zoals voor buisleidingen geldt voor hoogspanningsinfrastructuur dat het niet per definitie een harde belem-



mering is. In overleg met TenneT en afhankelijk van een locatie specifieke risicoanalyse is in sommige gevallen kleinere afstanden tot hoogspanningsinfrastructuur vergunbaar.

#### 2.2.6 *Straalpaden*

Voor de minimale afstand tot een straalpad geldt dat de afstand tussen de hartlijn van een windturbine en die van het straalpad groter dient te zijn dan de rotorstraal, met een minimum van 35 meter. In het onderzoek is een minimale afstand van 50 meter gehanteerd.

#### 2.2.7 *Ecologie*

Plaatsing van windturbines in gebieden die onderdeel uitmaken van het Gelders NatuurNetwerk (GNN) of Natura-2000 gebieden is in beginsel niet wenselijk, maar het is niet volledig uitgesloten. Plaatsing is mogelijk volgens het “Nee. Tenzij...” principe.

Wanneer een locatie verder ontwikkeld wordt dient er een ecologisch onderzoek plaats te vinden. Een onderzoek toetst de effecten van het bouwen en in werking hebben van de windturbines aan de Natuurbeschermingswet en de Flora- en Faunawet.

Hoewel windturbines in natuurgebieden niet per definitie zijn uitgesloten is er in dit onderzoek vanuit gegaan dat natuurgebieden een harde belemmering vormen.

#### 2.2.8 *Vliegvelden en laagvliegroutes*

Vliegvelden en laagvliegroutes zijn onderwerp die ook belemmerend zijn voor de plaatsing van windturbines. Dit vanwege de bouwhoogtebeperking die geldt in deze gebieden. De afstand van het zoekgebied tot deze gebieden zijn zodanig dat het zoekgebied niet belemmerd wordt

### 2.3 **Toekomstige ontwikkelingen**

#### 2.3.1 *Ontwikkelingen A15*

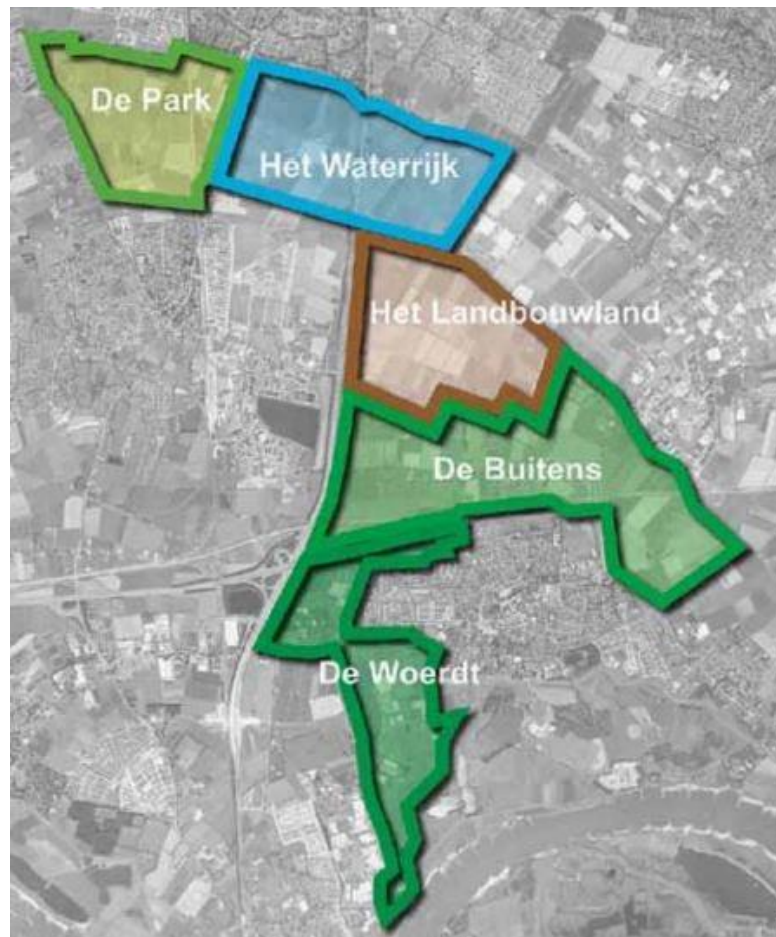
De A15 wordt als autosnelweg bij knooppunt Ressen doorgetrokken langs de zuidkant van de Betuweroute. Vlak voor Boerenhoek kruist de snelweg de Betuweroute bovenlangs naar een noordligging om vervolgens met een brug het Pannerdensch Kanaal over te gaan. Bij Groessen gaat de A15 (half)verdiept met een bocht om de wijk Diesfeldt heen waarna de snelweg via een halfverdiepte ligging uitkomt op de A12 bij een nieuw knooppunt tussen Duiven en Zevenaar. Volgens de actuele plannen is de doortrekking tussen 2021 en 2023 gereed.

Het nieuwe tracé van de A15 krijgt een aansluiting op het onderliggend wegennet bij Bemmelen en bij de N810 tussen Duiven en Zevenaar.

#### 2.3.2 *Park Lingezege*

Een gedeelte van het onderzoeksgebied behoort tot Park Lingezege. Dit is een groot nieuw landschapspark in aanleg. Binnen het onderzoeksgebied gaat het om de gebieden ‘Het Landbouwland’, ‘De Buitens’ en ‘De Woerd’ zoals in onderstaande kaart is weergegeven.





Figuur 2: Indeling Park Lingezegen ([www.parklingezegen.nl](http://www.parklingezegen.nl)).

#### *Het Landbouwland*

In Het Landbouwland houden boeren blijvend een plek. Het gebied is door zijn weidsheid aantrekkelijk om in te recreëren. In dit gebied wordt een netwerk van fiets- en wandelpaden aangelegd, en mogelijk ook rutterroutes. Deels vallen deze paden samen met twee natuurverbindingszones ([www.parklingezegen.nl](http://www.parklingezegen.nl)).

#### *De Buitens*

Gelegen op de hoge oeverwal, is dit al een van oudsher dichter bewoond gebied. Dit is dan ook het enige gebied waar nog nieuwe bebouwing mogelijk is, in de vorm van nieuwe landgoederen of nieuwe erven. Uiteraard onder de voorwaarde dat het bijdraagt aan een mooi en typerend landschap, dat het bijdraagt aan het park. Deelgebied De Buitens krijgt fiets-, ruiters- en wandelpaden die aansluiten op de andere deelgebieden ([www.parklingezegen.nl](http://www.parklingezegen.nl)).

#### *De Woerdt*

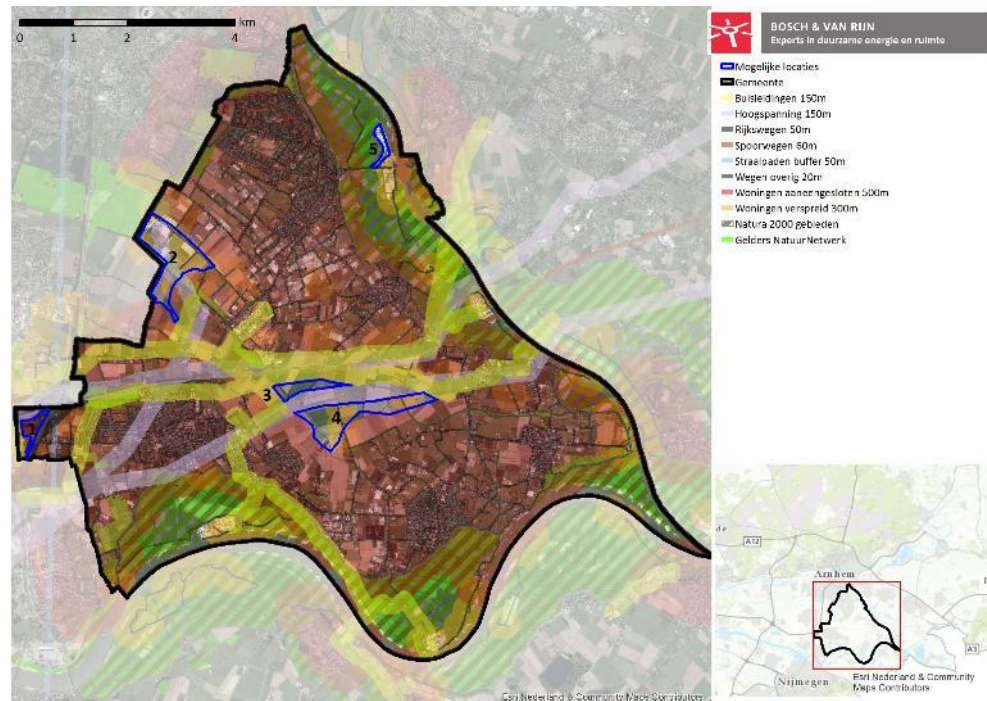
Het gebied 'De Woerdt' markeert de overgang van stad naar platteland. Het is een gebied waarin kan worden gerecreëerd en waarin tevens streekproducten gekocht kunnen worden. In het gebied is een fijnmazig netwerk van fiets- en wandelpaden aangelegd met typerende rijkbloeiende hagen en houtwallen er langs. Dit netwerk sluit goed aan op de landschapszone in de Waalsprong ([www.parklingezegen.nl](http://www.parklingezegen.nl)).



## 2.4 Belemmeringenkaart

Indien bovenstaande belemmeringen en afstanden worden toegepast, leidt dit tot de volgende mogelijkhedenkaart. Gebieden waar omheen een blauwe lijn is gevisualiseerd, zijn gebieden waar mogelijk windturbines geplaatst kunnen worden (op basis van belemmeringen). Hierbij moet worden vermeld dat de lijnen geen begrenzing vormen voor een plangebied, maar dat het een lijn is ter indicatie.

In Bijlage A staat de afbeelding in een groter formaat.



Figuur 3 – Belemmeringenkaart gemeente Lingewaard inclusief mogelijke locaties gemarkeerd met een blauwe lijn.

## 2.5 Conclusie

Op basis van de belemmeringenkaart zijn vijf gebieden in het onderzoeksgebied aanwezig waar mogelijk windturbines gesitueerd kunnen worden.

De vijf locaties zijn:

1. Knooppunt Ressen
2. Tuinbouwgebied Bergerden
3. Locatie 't Veld (gebied waar de A15 mogelijk verlengd wordt)
4. Locatie Heerelanden (Gebied ten zuiden van locatie 't Veld)
5. Locatie Looveer (gebied in het noorden van Lingewaard)

Op verzoek van de provincie zullen in de onderstaande hoofdstukken drie van de vijf gebieden verder worden onderzocht. Het gaat hierbij om locatie Knooppunt Ressen, Tuinbouwgebied Bergerden en Locatie 't Veld.



## 3 Ruimtelijke analyse locaties

---

### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de drie gebieden (Locatie Knooppunt Ressen, Locatie 't Veld en Tuinbouwgebied Bergerden) verder geanalyseerd op mogelijkheden voor windturbineopstellingen.

Voor alle gebieden zullen mogelijke opstellingen worden weergegeven waarbij de bijbehorende aandachtspunten worden vermeld. Indien mogelijk zal gevarieerd worden met de grootte van de windturbines. We gaan uit van opstellingen in een rechte lijn of in de vorm van een cluster.

In de ingetekende opstellingen wordt een minimale onderlinge afstand van 4x de rotordiameter aangehouden. De reden dat de windturbines niet dichtbij elkaar worden geplaatst is dat een kleinere onderlinge afstand tot gevolg heeft dat de turbines niet optimaal profiteren van de wind: de windturbines staan dan in sommige windrichtingen in elkaars luwte, waardoor de opbrengst van de turbines lager wordt en de turbulentie hoger.

### 3.2 Beoordeling locatie en opstellingen

De gevonden locaties en opstellingen zijn op quick-scanwijze beoordeeld op een aantal aspecten te weten energieopbrengst, ecologie, leefomgeving (o.a. geluid en slagschaduw), provinciaal beleid en externe veiligheid.

#### 3.2.1 *Energieopbrengst*

Een windpark wekt duurzame elektriciteit op. Hoeveel elektriciteit wordt opgewerkt hangt af van een aantal factoren: het aantal, de afmetingen, het vermogen van de windturbines en het plaatselijke windaanbod.

Doordat windenergie overal in Nederland in basis rendabel is te exploiteren (mits voorzien van subsidie in de vorm van SDE+ regeling) is bij de ruimtelijke beoordeling van locaties alleen gekeken naar het aantal windturbines dat mogelijk is.

Beoordeling	Toelichting
0	1 windturbine
+	2-3 windturbines
++	4 windturbines of meer

#### 3.2.2 *Ecologie*

Een opstelling wordt ook beoordeeld op basis van de nabijheid tot enkele typen natuurgebieden, te weten GNN/GO<sup>1</sup> en Natura 2000-gebieden.

Hiervoor wordt de volgende beoordeling gehanteerd.

---

<sup>1</sup> GNN/GO: Gelders Natuurnetwerk / Groene ontwikkelingszone



Beoordeling	Toelichting
--	In het betreffende natuurgebied.
-	Nabij het betreffende natuurgebied.
+	Niet nabij het betreffende natuurgebied.

N.B. Ecologisch onderzoek naar beschermde soorten valt buiten de scope van deze ruimtelijke quick scan en zal in een volgende fase aan de orde moeten komen.

### 3.2.3 *Leefomgeving*

In de GIS-analyse is een vaste afstand aangehouden tot aaneengesloten woonbouw (500m). Wanneer een dergelijke afstand wordt aangehouden is het mogelijk om aan de normen voor geluid en slagschaduw te voldoen. Verspreide woonbouw wordt in deze ruimtelijke scan niet gezien als een harde belemmering, omdat een woning bij de inrichting van de windturbines kan worden betrokken (bijvoorbeeld als de bewoner tevens grondeigenaar is van het land waarop de windturbine(s) wordt gebouwd). Wanneer het aantal verspreid liggende woningen te groot is wordt deze methode onmogelijk. Daarom wordt de volgende beoordeling aangehouden:

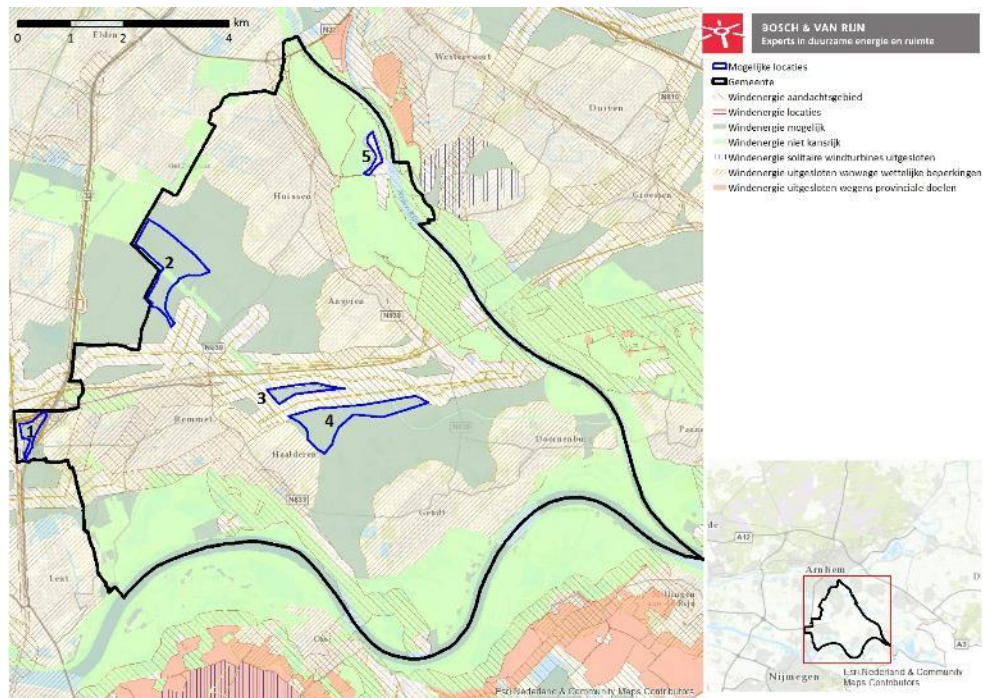
Beoordeling	Toelichting
--	Meer dan 5 woningen binnen 500 meter.
-	Tussen 1 en 5 woningen binnen 500 meter.
+	Geen woningen binnen 500 meter.
++	Geen woningen binnen 1000 meter.

### 3.2.4 *Provinciaal beleid*

Provincies zijn verantwoordelijk voor de ruimtelijke inrichting van hun grondgebied. Elke provincie heeft daarom beleid voor de plaatsing van windturbines. In dit beleid staat bijvoorbeeld op een kaart waar windenergie wel of niet mag.

De provincie Gelderland heeft een Omgevingsvisie, waarin het provinciale beleid ten aanzien van windenergie is uiteengezet. Figuur 4 toont de verschillende aanduidingen uit de Omgevingsvisie ter plaatse van de gevonden locaties.

Voor de volledigheid is in Bijlage B de kaart van de volledige provincie ook opgenomen.



**Figuur 4 – Mogelijke windlocaties en beleid zoals vastgelegd in de Omgevingsvisie van Gelderland**

Beoordeling	Toelichting
--	Locatie niet mogelijk volgens vigerend provinciaal beleid
-	Locatie niet kansrijk.
+	Locatie mogelijk.

### 3.2.5 Externe veiligheid

Vanwege de kans op falen kunnen windturbines een risico opleveren voor de omgeving. Om in deze ruimtelijke scan rekening te houden met het aspect Externe veiligheid wordt gekeken of er in de nabijheid buisleidingen, hoogspanningsleidingen of risicovolle installaties aanwezig zijn.

Beoordeling	Toelichting
--	Risicovolle installaties of buisleidingen of hoogspanningsleidingen binnen 150m
-	Risicovolle installaties of buisleidingen of hoogspanningsleidingen binnen 450m
0	Geen risicovolle installaties, buisleidingen of hoogspanningsleidingen binnen 450m
+	Geen risicovolle installaties, buisleidingen of hoogspanningsleidingen binnen 1000m
++	Geen risicovolle installaties, buisleidingen of hoogspanningsleidingen binnen 2000m

N.B. Het berekenen van faalkansverhogingen valt buiten de scope van een ruimtelijke scan. Dit zal in een volgende fase aan de orde moeten komen.

### 3.2.6 Afstand tot kassen

Vanwege de kans op falen kunnen windturbines ook een risico opleveren voor de glastuinbouw (paragraaf 3.3.2). Omdat er in het onderzoeksgebied veel glastuinbouw aanwezig is wordt er in deze ruimtelijke scan rekening mee gehouden. Hierbij wordt er gekeken of er in nabijheid glastuinbouw aanwezig is.



Beoordeling	Toelichting
--	Glastuinbouw aanwezig binnen 10m
-	Glastuinbouw aanwezig binnen 50m
0	Geen glastuinbouw aanwezig binnen 50m
+	Geen glastuinbouw aanwezig binnen 150m
++	Geen glastuinbouw aanwezig binnen 450m

### 3.3 Locatie glastuinbouwgebied Bergerden

#### 3.3.1 Inleiding

Bergerden is een kassengebied met verspreid liggende woningen. Deze locatie heeft de voorkeur van de gemeente Lingewaard. De voorkeur gaat hier naar uit, omdat het glastuinbouwgebied zich focust op innovatie en duurzaamheid. Ook is het mogelijk dat zittende en nieuwe tuinders financieel kunnen profiteren van windturbines op deze locatie.

Vanwege het glastuinbouw gebied zal er bijzonder aandacht worden besteed aan de mogelijke risico's van windturbines in de buurt van glastuinbouw. Hierbij gaat het om het gevaar dat kassen worden beschadigd door windturbines (b.v. afbrekende onderdelen) of afvallend ijs en mogelijk productieverlies door het optreden van slagschaduw. Op deze zorgen zal worden ingegaan in paragraaf 3.3.2.

Wanneer er wordt gekeken naar de belemmeringenkaart lijkt er in eerste instantie weinig ruimte voor windturbines vanwege de verspreid liggende woningen. Echter, de normen omtrent geluid en slagschaduw gelden voor 'woningen van derden'. Wanneer bewoners participeren in het windproject (bijv. Door middel van eigendom, organisatorische taken, energieafname etc.) gelden deze woningen niet als 'van een derde'. Vooral in een gebied als Bergerden met relatief weinig woningen is het interessant deze mogelijkheden verder te onderzoeken.

In de komende paragrafen wordt een aantal mogelijke opstellingen weergegeven. Hierbij moet worden vermeld dat de weergegeven opstellingen niet limitatief zijn. Indien bewoners bereid zijn om te participeren in het project kunnen de mogelijkheden variëren. In deze fase is een grens getrokken waarbij maximaal tien woningen van derden zich binnen 500 meter van windturbines bevinden.

#### 3.3.2 Risico Glastuinbouw

Zoals reeds vermeld zal er bijzonder aandacht worden besteed aan de mogelijke schade aan kassen als gevolg van plaatsing van windturbines in de directe nabijheid van glastuinbouw. Hieronder zal worden ingegaan in hoeverre de risico's kunnen worden voorkomen en hoe vaak de risico's voor komen.

##### 3.3.2.1 Ijsafwerping

Een bekend voorbeeld is ijsafzetting op de bladen en hierdoor mogelijk als gevolg ijsafworp. Het Handboek Risicozonering Windturbines zegt hierover het volgende:

*“Uit ervaring is bekend dat in Nederland ijsafzetting op de bladen meestal ontstaat tijdens stilstand van de turbine. Observaties van dit fenomeen hebben laten zien dat bij een kleine beweging of doorbuiging van het blad, hetgeen al optreedt bij zeer geringe windsnelheid, het ijs in grote brokken naar beneden valt en dat langwerpige platen ijs in een strook onder het rotorvlak terecht komen. De brokken hebben een oppervlak dat kleiner is dan het blad zelf en een dikte van enkele millimeters tot een*



centimeter. Door het “dwarrelen” van de brokken ijs kunnen deze, afhankelijk van de hoogte van de windturbine in een strook van enkel tientallen meters breed terecht komen. Bij een turbine met een masthoogte van circa 65 m is waargenomen dat stukken ijs op 10 – 15m van het rotorvlak terecht kwamen.

*Indien het gebied onder de rotor vrij toegankelijk is zal het aspect van de afvallend ijs in de risicobeoordeling meegenomen moeten worden. De impact op een object is vergelijkbaar met die van brokken ijs die b.v. van een vrachtwagen afwaaien en een achteropkomende auto treffen; meestal is de achteropkomende auto niet beschadigd. Onbeschermde personen kunnen mogelijk gewond raken. Indien nodig of gewenst kan dit risico worden vermeden door bij ijsafzetting de turbine zodanig te kruien dat de strook onder het rotorvlak niet meer toegankelijk is voor onbeschermde personen. Het aantal keren per jaar dat ijs aangroeit aan een blad is sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden. Volgens schattingen van de opstellers van het handboek komt de situatie in Nederland maximaal twee keer per jaar voor.*

*In het Activiteitenbesluit is opgenomen dat indien een windturbine als gevolg van het in werking treden van een beveiliging buiten bedrijf is gesteld, deze pas weer in werking wordt gesteld nadat de oorzaak van het buiten werking stellen is opgeheven. Mocht dit toch gebeuren dan zijn de risico's voor de omgeving minimaal, omdat het om kleine brokstukken gaat die relatief ver weg geslingerd kunnen worden. het PR hiervan is verwaarloosbaar klein.”*

Tevens kan als voorwaarde worden opgenomen dat de windturbine wordt voorzien van een ijsdetectiesysteem. Een ijsdetectiesysteem detecteert de aanwezigheid van ijs op de bladen en kan dan de turbine automatisch uitschakelen. Pas wanneer het ijs niet meer aanwezig is op de bladen, zal de windturbine weer worden ingeschakeld. Bij dit soort systemen bestaat ook de optie, dat wanneer ijs wordt gedetecteerd op een wiek, dat het systeem automatisch de rotor parkeert in een positie waarbij de afstand van de bladen tot de kas het grootst is. Wanneer een windturbine is uitgerust met een ijsdetectiesysteem is de kans op schade door ijsafzetting nihil.

Op basis van bovenstaande tekst adviseren wij om een minimale afstand tussen de windturbine en de kassen van een wiek lengte te hanteren en een ijsdetectiesysteem te verplichten.

### 3.3.2.2 *Kleine onderdelen van rotor of gondel*

Over het risico van kleine onderdelen die kunnen vallen uit de gondel of rotor zegt het Handboek Risicozonering Windturbines het volgende:

*“Kleine onderdelen zoals bouten, een anemometer, of een beschermingskap van de gondel of de naaf vallen meestal rechtstandig naar beneden. Hun omvang en gewicht is meestal beperkt. Ze zullen amper schade aanrichten wanneer ze b.v. een gebouw of een object treffen. Wanneer echter een onbeschermde persoon wordt getroffen door een naar beneden vallende bout kan dit dodelijk zijn.”*

Uit de tekst van het Handboek Risicozonering Windturbines valt af te leiden dat schade op de kas door kleine onderdelen nihil is. Dit vanwege het feit dat de onderdelen meestal recht naar beneden vallen. Dit houdt in dat indien een wiek lengte afstand wordt aangehouden tussen de windturbine en de kas, de risico's nihil zijn.



### 3.3.2.3

#### **Bladbreek, gondel en omvallen mast**

Naast het afvallen van kleinere onderdelen zijn er ook nog andere scenario's die schade aan kassen kunnen veroorzaken. Deze scenario's zijn:

- Het afbreken van (een gedeelte van) een windturbineblad
- Het omvallen van een windturbine door mastbreek.

Op basis van faalstatistieken zijn faalfrequenties (de kans dat een scenario zich voordoet) bepaald voor beide scenario's. De kans dat een windturbineblad afbreekt is  $8.4 \cdot 10^{-4}$  per jaar. Met andere woorden: de kans dat een windturbine blad afbreekt komt ongeveer 1 keer per 1200 jaar voor.

Voor mastbreek is de faalfrequentie bepaald op  $1,3 \cdot 10^{-4}$  per jaar. Dit houdt in dat de kans dat het scenario mastbreek zich voordoet 1 keer per 8000 jaar is. Hierbij moet worden vermeld dat indien het scenario zich voordoet er nog niet per definitie sprake is van schade aan de kas. Dit is afhankelijk van de richting waarin de mast of wijk valt. Dit kan in een later stadium kwantitatief beschreven worden.

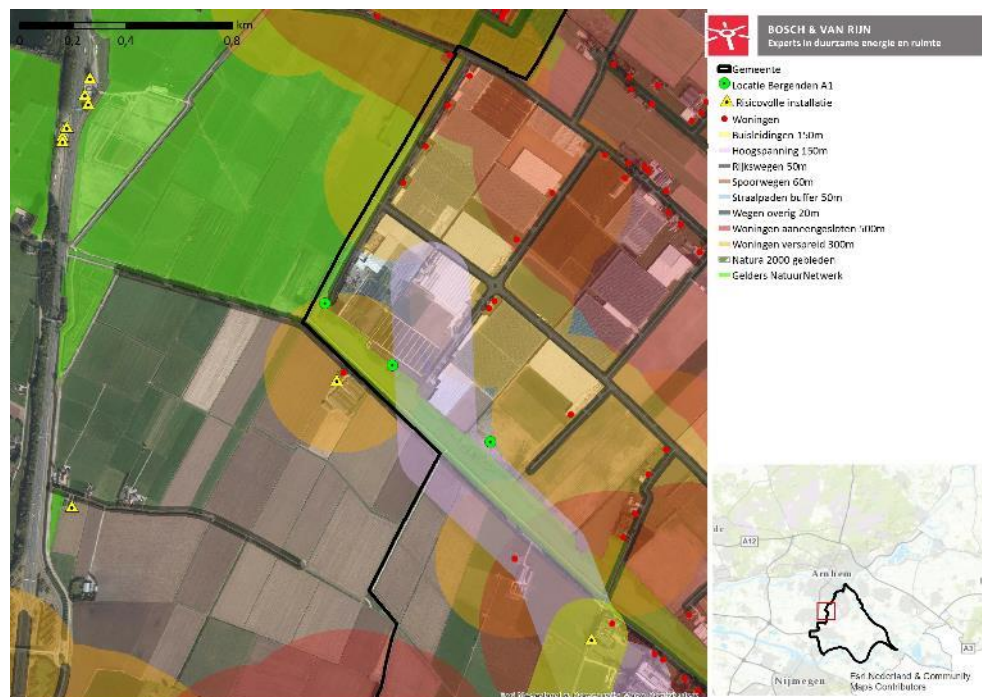
### 3.3.2.4

#### **Slaschaduw**

Als laatste kan de schaduw van de windturbines een effect hebben op de productie van de gewassen. Een kwantitatief antwoord hierop geven is in dit stadium niet mogelijk. Echter, het productieverlies zal dusdanig klein zijn dat dit mogelijk niet te traceren is doordat het wegvalt tegen de jaarlijkse variatie van het aantal zonnuren.

### 3.3.3

#### **Opstelling De Broekackers**



**Figuur 5 – Locatie Bergerden – Opstelling De Broekackers**

Uit bovenstaande figuur is op te maken dat deze opstelling bestaat uit een opstelling van drie windturbines met een rotordiameter van 100m. Voor deze opstelling zijn wel enige knel- en/of aandachtspunten aanwezig.

Ten eerste bevinden zich vijf woningen binnen 500 meter. Bij deze woningen kan mogelijk niet aan de geluid- en/of slagschaduwnorm worden voldaan en daarom





moeten deze woningen mogelijk participeren in het project (of er moeten mitigerende maatregelen getroffen worden). Om hier uitsluitend over te geven moet in de toekomst een akoestisch en slagschaduwonderzoek worden uitgevoerd. Tevens bevindt zich een propaantank op ongeveer 210 meter van een windturbine. Voordat een project gerealiseerd kan worden op deze locatie moet een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) worden uitgevoerd om te toetsen of er wordt voldaan aan de externe veiligheidsnorm.

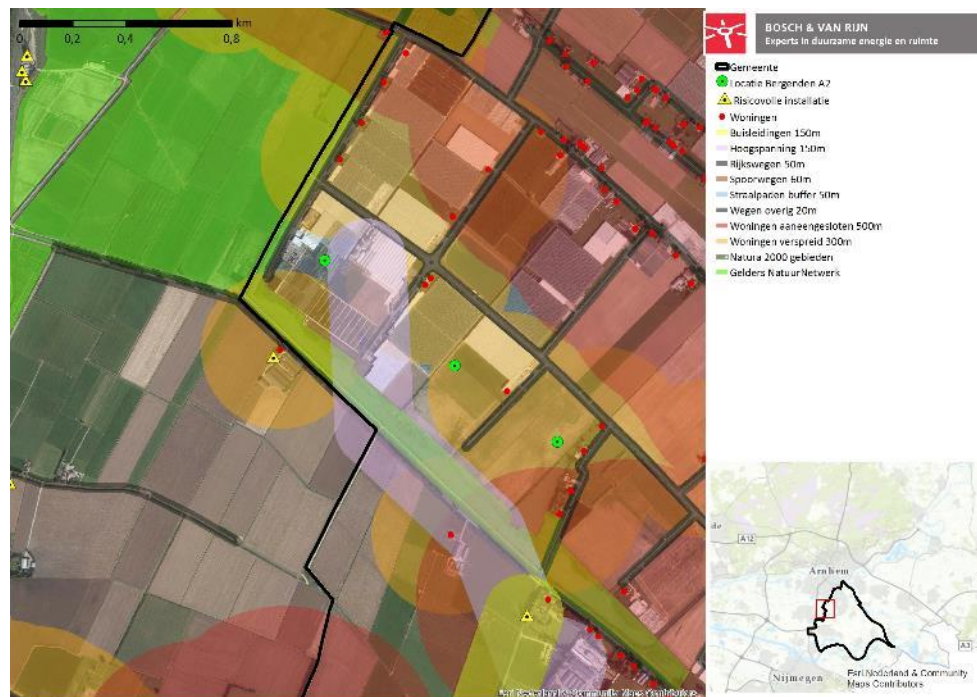
Verder staan twee windturbines gesitueerd in de buurt van een ondergrondse hoogspanningsleiding. Geadviseerd wordt om een afstand tot de hoogspanningsleiding aan te houden van werpafstand bij nominaal toerental. Indien een windturbine dichterbij staat moet er met de netbeheerder in overleg worden getreden en moet er een QRA worden uitgevoerd.

Op basis van de bovengenoemde aspecten en het vigerend provinciaal beleid wordt de locatie als volgt beoordeeld:

**Tabel 1 – Beoordelingstabel Locatie Broekakkers**

	Locatie	Broekakkers
Energieopbrengst		+
Ecologie		-
Leefomgeving		-
Provinciaal beleid		+
Externe veiligheid		-
Kassen		0

### 3.3.4 Opstelling Glastuinbouwgebied



**Figuur 6 – Locatie Bergerden – glastuinbouwgebied**

Deze opstelling bestaat uit drie windturbines met een rotordiameter van 120 meter. Indien deze opstelling wordt gerealiseerd bevinden zich negen woningen binnen 500 meter van één van de windturbines. Hierdoor zou mogelijk, indien er geen mitigerende maatregelen voor geluid of slagschaduw worden genomen, niet kunnen worden voldaan aan de geluid- en slagschaduwnormen en zouden de woningen



mogelijk moeten gaan behoren tot de sfeer van de inrichting. Verder is een aandachtspunt voor deze opstelling dat de windturbines mogelijk conflicteren met mogelijke uitbreiding van de glastuinbouw in de toekomst. Een andere aandachtspunt is de ondergrondse hoogspanningsleiding die zich bevindt in de buurt van meest westelijke windturbine. Geadviseerd wordt om een afstand aan te houden van werpafstand bij nominaal toerental. Indien een windturbine dichterbij staat moet er in overleg worden getreden met de netbeheerder.

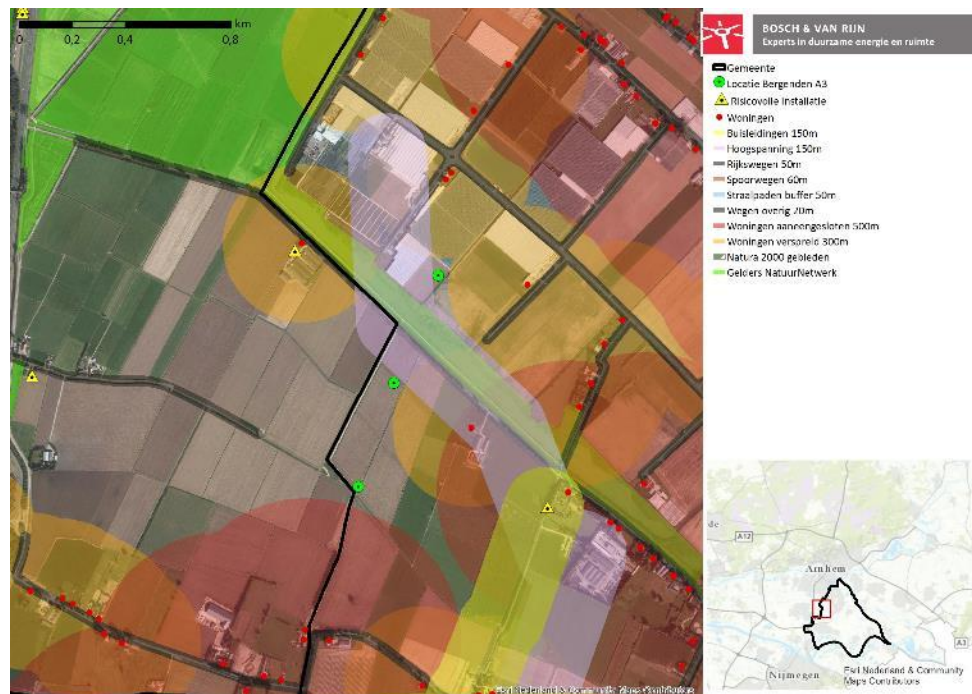
Deze locatie wordt als volgt beoordeeld:

**Tabel 2 – Beoordelingstabel Locatie Bergerden - Glastuinbouwgebied**

	Locatie Glastuinbouwgebied
Energieopbrengst	+
Ecologie	-
Leefomgeving	--
Provinciaal beleid	+
Externe veiligheid	-
Kassen	0

### 3.3.5

#### Opstelling Lingewal



**Figuur 7 – Locatie Bergerden – Lingewal**

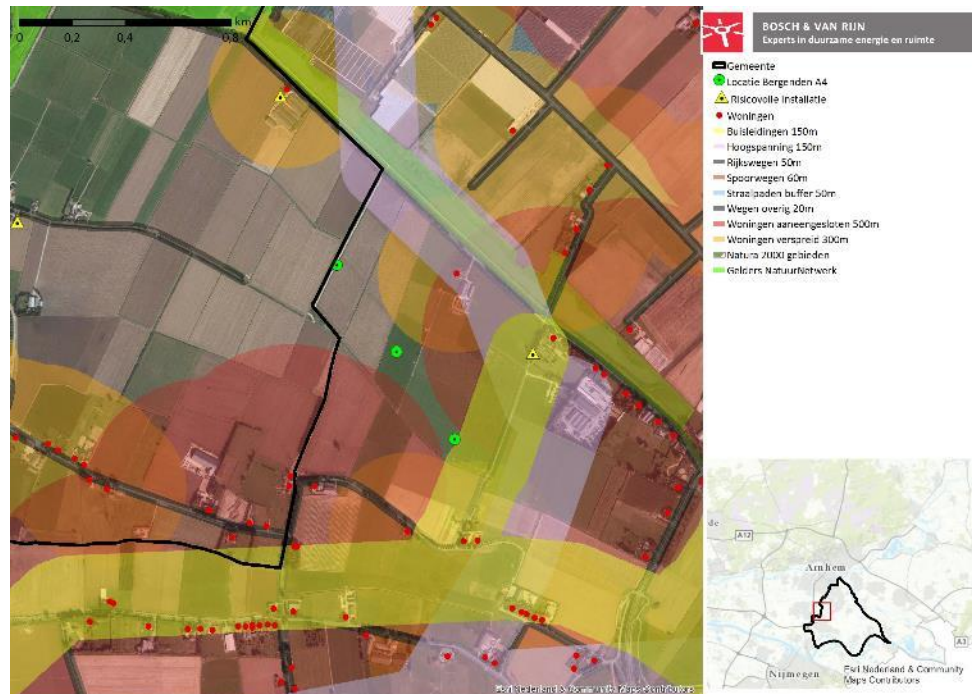
Op deze locatie is ruimte voor drie windturbines met een rotordiameter van 100 meter. Indien de turbines worden gesitueerd op de posities zoals deze in de figuur zijn weergegeven, liggen er vier woningen binnen 500 meter van de windturbines. Een andere aandachtspunt is de ondergrondse hoogspanningsleiding. Geadviseerd wordt om een afstand aan te houden van werpafstand bij nominaal toerental. Indien een windturbine dichterbij staat moet er in overleg worden getreden met de netbeheerder.



**Tabel 3 – Beoordelingstabel Locatie Bergerden - Lingewal**

	Locatie Lingewal
Energieopbrengst	+
Ecologie	-
Leefomgeving	-
Provinciaal beleid	+
Externe veiligheid	-
Kassen	0

### 3.3.6 Opstelling Karburgsche veld



**Figuur 8 – Locatie Bergerden - Karburgsche veld**

De opstelling bestaat uit drie windturbines met een rotordiameter van 100 meter. Eén windturbine is gesitueerd in de buurt van een gasleiding. Hiermee moet, indien een project wordt gerealiseerd op deze locatie, rekening gehouden worden. Geadviseerd wordt om een afstand tot de buisleiding te hanteren van werpafstand bij nominaal toerental. Indien een windturbine dichterbij staat moet er met Gasunie in overleg worden getreden en moet er een QRA worden uitgevoerd. Ook staat een risicovolle installatie op ongeveer 430 meter van de meest zuidelijke windturbine. Om te toetsen of er wordt voldaan aan de externe veiligheidsnorm moet er in de toekomst een QRA worden uitgevoerd. Verder liggen er vier woningen binnen 500 meter van de windturbines.

De locatie Karburgsche veld scoort als volgt:

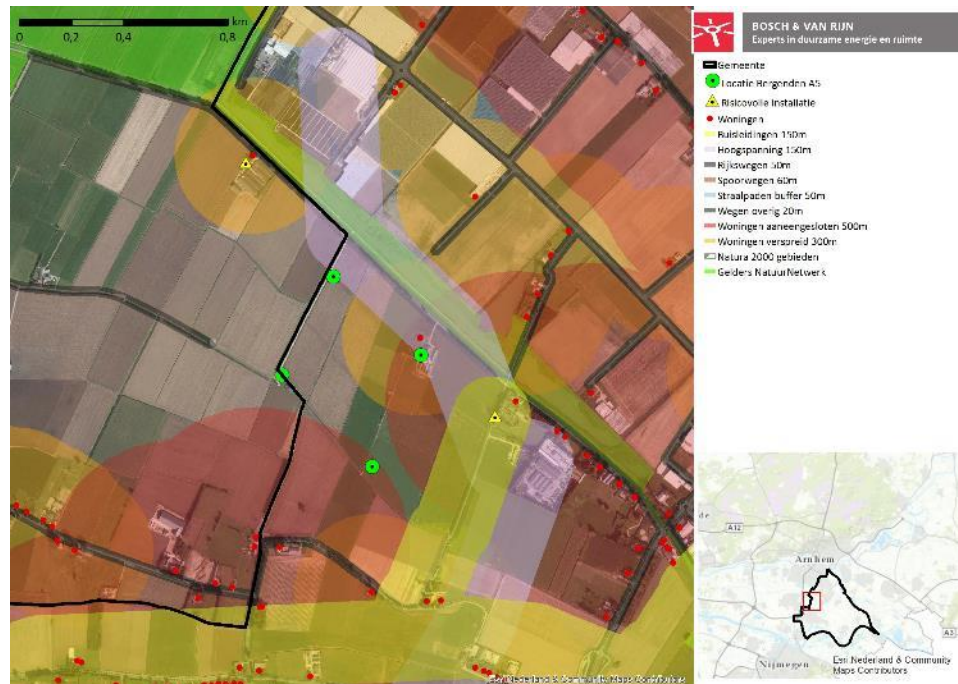
**Tabel 4 – Beoordelingstabel Bergerden – Karburgsche veld**

	Locatie Karburgsche veld
Energieopbrengst	+
Ecologie	+
Leefomgeving	-
Provinciaal beleid	+
Externe veiligheid	-
Kassen	++



### 3.3.7

### Opstelling Heuvelsestraat / Lingewal



**Figuur 9 – Locatie Bergerden - Heuvelsestraat / Lingewal**

Op de locatie Heuvelsestraat / Lingewal is het mogelijk om vier windturbines te situeren met een rotordiameter van 120 meter. Een aandachtspunt voor deze locatie zijn de vijf woningen die zich binnen 500 meter van de turbines bevinden. Hierbij moet worden gekeken of bij de woningen wordt voldaan aan de norm en indien dat niet het geval is moeten de woningen tot de sfeer van de inrichting gaan behoren of moeten er mitigerende maatregelen worden getroffen zodat er aan de norm wordt voldaan. Een ander aandachtspunt is de risicovolle installatie die zich op ongeveer 375 meter bevindt van de noordoostelijke windturbine. Indien er plannen komen om windturbines te realiseren op deze locatie moet een QRA worden uitgevoerd om te kijken of er wordt voldaan aan de externe veiligheidsnorm. De laatste aandachtspunt is de hoogspanningsleiding. Geadviseerd wordt om een afstand aan te houden van werpafstand bij nominaal toerental. Indien een windturbine dichterbij staat moet er in overleg worden getreden met de netbeheerder.

Deze locatie wordt verder als volgt beoordeeld:

**Tabel 5 – Beoordelingstabel Bergerden – Heuvelsestraat / Lingewal.**

	Locatie Heuvelsestraat / Lingewal
Energieopbrengst	++
Ecologie	-
Leefomgeving	-
Provinciaal beleid	+
Externe veiligheid	-
Kassen	++



### 3.4 Locatie 't Veld / Verlenging A15

#### 3.4.1 Inleiding

Na het analyseren van de belemmeringenkaart is te zien dat aan weerszijden van de te realiseren A15 gasleidingen en hoogspanningsleidingen liggen. Ten noordoosten van Bemmelen blijkt uit de belemmeringenkaart dat er mogelijk ruimte is voor windturbines. Een belangrijk aspect in dit gebied is wel dat er voldoende afstand wordt gehouden tot gasleidingen en hoogspanningsleidingen. Ten noorden van de gehele te realiseren doortrekking van de A15 is geen ruimte vanwege gasleidingen, hoogspanningsleidingen en woonbebouwing.

#### 3.4.2 Locatie 't Veld / Verlenging A15



Figuur 10 – Locatie 't Veld / Verlenging A15

Op deze locatie (Bijlage D) kunnen maximaal vier windturbines met een rotordiameter van 110 meter. De reden dat deze opstelling is weergegeven en wordt beoordeeld is dat de aanname is gemaakt dat deze opstelling het grootst opgesteld vermogen kan hebben.

Er zijn wel een aantal zaken waarmee rekening moet worden gehouden indien windturbines op deze locatie worden gerealiseerd. Ten eerste moet voldoende afstand (werpafstand bij nominaal toerental) worden aangehouden tot de gas- en hoogspanningsleidingen. Indien deze afstand niet wordt aangehouden moet er in de toekomst een QRA worden uitgevoerd.

Tevens bevinden zich vier woningen binnen 500 meter van de windturbines. Hierbij moet worden gekeken of bij de woningen wordt voldaan aan de norm en indien dat niet het geval is moeten de woningen tot de sfeer van de inrichting gaan behoren of moeten er mitigerende maatregelen worden getroffen zodat er aan de norm wordt voldaan.



Locatie 't Veld / Verlenging A15 wordt verder als volgt beoordeeld:

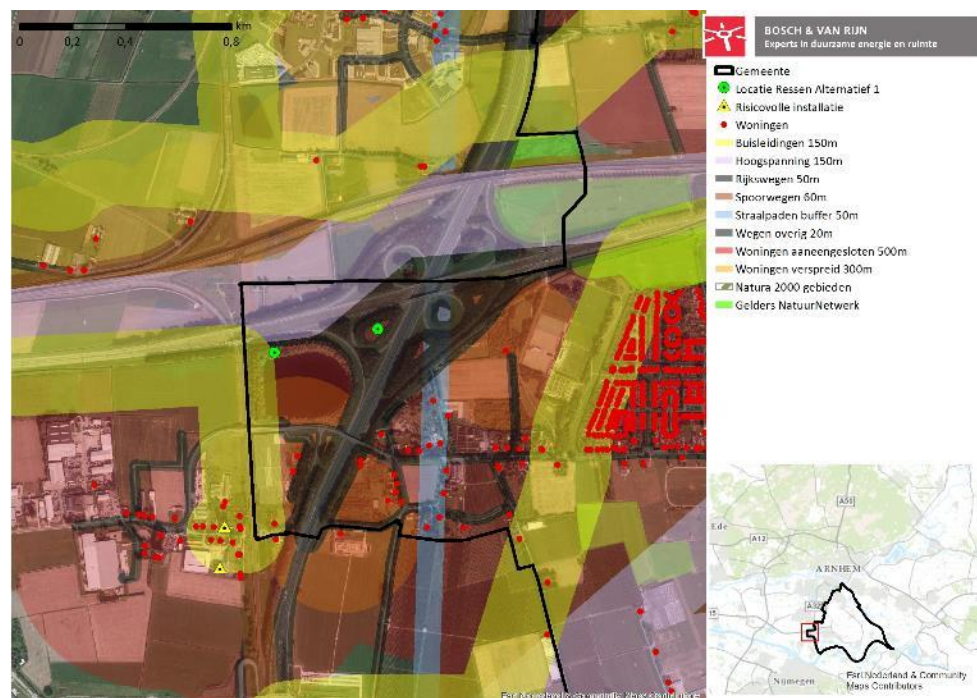
**Tabel 6 – Beoordelingstabel locatie 't Veld / Verlenging A15**

	Locatie 't Veld
Energieopbrengst	++
Ecologie	-
Leefomgeving	-
Provinciaal beleid	+
Externe veiligheid	-
Kassen	++

### 3.5 Locatie Knooppunt Ressen

Net over de grens bij de gemeente Lingewaard langs de A15 is windpark Nijmegen Betuwe vergund en worden er vier windturbines op dit moment gebouwd. Mogelijk is er ruimte voor windturbines in de gemeente Lingewaard bij knooppunt Ressen. Deze windturbines sluiten mogelijk aan bij de structuur van de windturbines van windpark Nijmegen Betuwe.

Om te kijken of er ruimte is voor windturbines op deze locatie is de belemmeringenkaart geanalyseerd.



**Figuur 11 – Locatie Knooppunt Ressen**

Zoals blijkt uit de belemmeringenkaart zijn er eigenlijk geen mogelijkheden waarbij geen aandachtspunten naar voren komen. Het is echter wel mogelijk om een opstelling van twee windturbines te realiseren. Hierbij vallen tien woningen binnen 500 meter van de windturbines. Nader onderzoek moet ingaan of de wettelijke grens bij de woningen wordt overschreden. Een belangrijk aandachtspunt bij deze opstelling is geluid. Doordat de windturbines aansluiten bij windpark Nijmegen Betuwe kan er mogelijk een cumulatie van geluid plaatsvinden waardoor het geluidsniveau bij de woningen hoger is. Hoewel dit geen wettelijke norm is waaraan moet worden getoetst, kan het bevoegd gezag besluiten dat de cumulatie van het geluid mee moet worden genomen.



Een andere aandachtspunt is dat de windturbines genoeg afstand (halve rotordiameter) moeten hebben tot rijkswegen. Mogelijk moeten ook het Individueel pas-santenrisico (IPR) en maatschappelijk risico (MR) in een QRA worden berekend. Verder moet op deze locatie ook voldoende afstand (werpafstand bij nominaal toe-mental) worden gehouden tot de hoogspanningsleiding en gasleiding in de omge-ving. Indien deze afstand tot de buisleiding en hoogspanningsleiding niet wordt aangehouden moet er in overleg worden getreden met TenneT en Gasunie. Tevens moet de trefkans op de leidingen worden berekend in een QRA. Door de harde ruimtelijke belemmeringen passen er twee windturbines met een rotordiameter van 100m.

Locatie Ressen wordt als volgt beoordeeld:

**Tabel 7 – Beoordelingstabel Locatie Ressen**

	Locatie Ressen
Energieopbrengst	+
Ecologie	+
Leefomgeving	--
Provinciaal beleid	+
Externe veiligheid	-
Kassen	++

### 3.6 Samenvatting ruimtelijke beoordeling opstellingen

Het gehanteerde beoordelingskader resulteert voor de zeven opstellingen in de vol-gende beoordeling:

**Tabel 8 – Beoordelingstabel van de verschillende opstellingen**

	Energie-op-brengst	Ecologie	Leef-omgeving	Provinci-aal Beleid	Externe veiligheid	Kassen
<b>Locatie Bergerden</b>						
<i>Opstelling De Broekackers</i>	+	-	-	+	-	0
<i>Opstelling Glastuinbouwge-bied</i>	+	-	--	+	-	0
<i>Opstelling Lingewal</i>	+	-	-	+	-	0
<i>Opstelling Karbrugsche veld</i>	+	+	-	+	-	++
<i>Opstelling Heuvelsestraat</i>	++	-	-	+	-	++
<b>Locatie `t Veld</b>						
<i>Opstelling `t Veld</i>	++	-	-	+	-	++
<b>Locatie Knooppunt Ressen</b>						
<i>Opstelling knooppunt Res-sen</i>	+	+	--	+	-	++

N.B. Indien voor criterium leefomgeving 400 meter in plaats van 500 meter wordt aangehouden tot woningen verandert de beoordeling van opstellingen Bergerden – De Broekackers (-- naar -), Opstelling `t Veld (- naar +) en Knooppunt Ressen (-- naar -).



## 4 Financiële analyse

---

In dit hoofdstuk beschrijven wij de financiële haalbaarheid van windparken in de gemeente Lingewaard. Daarbij staan we stil bij de belangrijkste kosten- en batenposten, de verwachte jaarlijkse winst en het rendement.

De belangrijkste batenposten zijn de verkoop van elektriciteit, de stimuleringsregeling duurzame energie (SDE+) en de verkoop van Garanties van Oorsprong (GvO's).

De belangrijkste kostenposten zijn de financieringskosten (rente en aflossing) en de operationele kosten (onderhoud, verzekeringen, grondvergoeding etc.)

Bij het bepalen van de rentabiliteit houden we ons bij gemiddelden en geschatte economische kerngetallen, zoals ook gehanteerd door Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) bij het vaststellen van de jaarlijkse basisbedragen voor de SDE+.

### 4.1 Windaanbod

Windturbines genereren elektriciteit uit windenergie. Hoe harder het waait, hoe meer stroom er wordt geproduceerd. Daarom is het erg belangrijk om goed te weten wat precies het windaanbod is op de hoogte van de windturbines. Op grotere hoogte waait het gemiddeld harder, met meer productie tot gevolg, maar een hogere mast brengt ook hogere investeringskosten met zich mee.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) heeft een tool ontwikkeld waarmee de gemiddelde windsnelheid op elke locatie in Nederland en elke hoogte te bepalen is<sup>2</sup>.

**Tabel 9 - Gemiddelde windsnelheid op drie hoogtes, volgens de RVO Windviewer.**

Ashoogte	Bergerden	't Veld	Ressen
100m	6,8	6,9	6,8
110m	7,0	7,0	7,0
120m	7,1	7,1	7,1

Zoals blijkt varieert de gemiddelde windsnelheid nauwelijks van locatie tot locatie. Daarom gaan we in het verdere rapport uit van de windsnelheid in Bergerden.

Voor enkele windturbintypes is vervolgens berekend hoeveel elektriciteit zij naar verwachting produceren op basis van deze windsnelheden.

---

<sup>2</sup> <http://windviewer.rvo.nl/>





## 4.2

## Windturbines

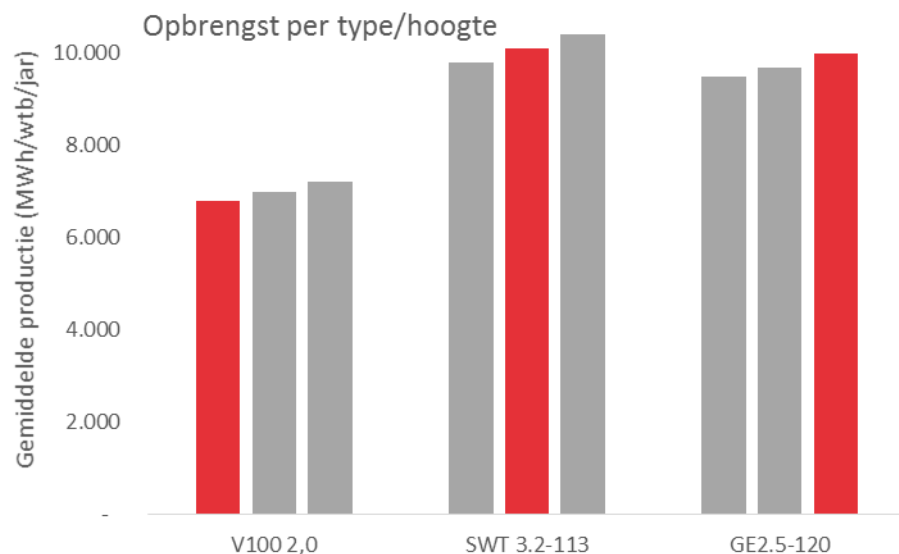
De onderzochte types zijn samengevat in Tabel 10.

**Tabel 10 - Samenvatting van de onderzochte opstellingen.**

Beschrijving	Vermogen	Ashoogte	Klasse	Rekenvoorbeeld
100m rotor	2 MW	100 meter	klein	Vestas V100 2MW
110m rotor	3 MW	110 meter	middel	Siemens SWT3.2-113
120m rotor	2,5 MW	120 meter	groot	GE2.5-120

Hierbij hebben we expres de verhouding tussen afmetingen en vermogen laten variëren. Op deze manier proberen we ook te laten zien wat voor effect op de business case bepaalde eigenschappen, zoals vermogen en rotordiameter, hebben.

Door de 'power curve' van de windturbine en het lokale windaanbod te combineren is het mogelijk om een schatting te maken van de jaargemiddelde energieproductie van de windturbintypes. Zie Figuur 3.



**Figuur 12 - Verwachte jaarproductie per windturbine van drie onderzochte types, bij drie verschillende ashoogtes. De ashoogte waarmee verder is gerekend is rood gearceerd.**

Een belangrijke parameter is het aantal *vollasturen* dat een windturbine produceert. Dit is de energieproductie (in MWh/jaar), gedeeld door het vermogen van de windturbine (in MW). Het resultaat is dus een getal (in uren per jaar), dat een maat is voor hoe geschikt een bepaalde windturbine op een bepaalde locatie is. Aangezien de investeringskosten van een windturbine vooral schalen met het vermogen, is het aantal vollasturen ook een goede indicator van de rentabiliteit van een project.

Voor de drie types uit Tabel 10 zijn de vollasturen hieronder berekend.

**Tabel 11 - Vollasturen**

Klasse	Vermogen	Verwachte productie	Vollasturen
Klein	2 MW	6.500 MWh/jaar	3.250 uur/jaar
Middel	3 MW	9.500 MWh/jaar	3.167 uur/jaar
Groot	2,5 MW	9.500 MWh/jaar	3.800 uur/jaar



Op basis van deze eerste gegevens kunnen we al stellen dat van de hier onderzochte windturbines, de windturbine met rotordiameter 120m en 2,5MW vermogen het meest rendabel is. De andere twee types ontlopen elkaar nauwelijks.

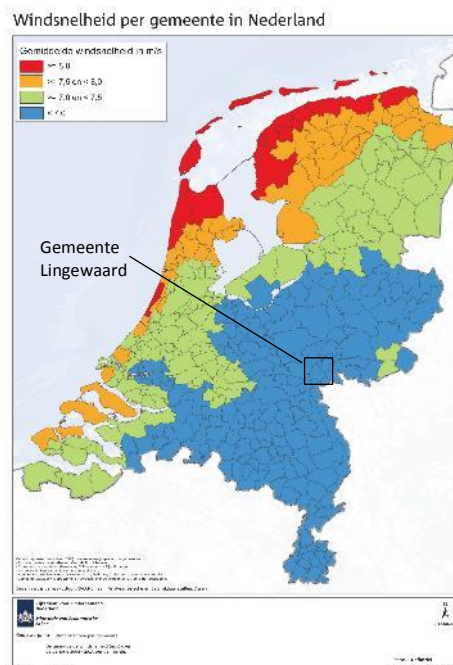
#### 4.2.1 *Inkomsten - Stimuleringsregeling duurzame energieproductie (SDE+)*

De SDE+ is een regeling waarmee producenten van duurzame energie van de overheid een bedrag ontvangen per opgewekte kWh. Voor windenergie is dit basisbedrag afhankelijk van het windaanbod. Per gemeente is vastgesteld wat het gemiddelde windaanbod is, en het bijbehorende basisbedrag (zie Figuur 13). Gemeente Lingewaard valt in de laagste windklasse, met een basisbedrag in 2017 gelijk aan 9,0 €ct/kWh.

De SDE+-bijdrage komt neer op het verschil tussen het basisbedrag en het correctiebedrag (de 'grijzestroomprijs').

Op deze manier worden producenten van windstroom gecompenseerd voor het feit dat de productiekosten van windenergie hoger zijn dan de productiekosten van grijze stroom.

Projecten met een lager basisbedrag worden eerst gehonoreerd. Een windproject in gemeente Lingewaard mag ook bij een ander basisbedrag wind-op-land inschrijven. Het project ontvangt dan per geproduceerde kWh minder subsidie, maar loopt minder risico dat het SDE+-budget uitgeput is.



Basisbedragen wind-op-land, SDE+ 2016

Windsnelheidsklasse	Basisbedrag
≥8,0 m/s	6,7 €ct/kWh
≥ 7,5 en < 8,0 m/s	7,3 €ct/kWh
≥ 7,0 en < 7,5 m/s	7,8 €ct/kWh
< 7,0 m/s	9,0 €ct/kWh

Figuur 13 - Windsnelheidsklasse per gemeente, en bijbehorend basisbedrag in de SDE+ 2017. Gemeente Lingewaard valt in de laagste windklasse, met een basisbedrag in 2016 gelijk aan 9,0 €ct/kWh.

Door de verwachte productie per windturbine te vermenigvuldigen met het aantal windturbines in een opstelling en met het basisbedrag vinden we een schatting van de jaarlijkse inkomsten uit de productie van de elektriciteit.



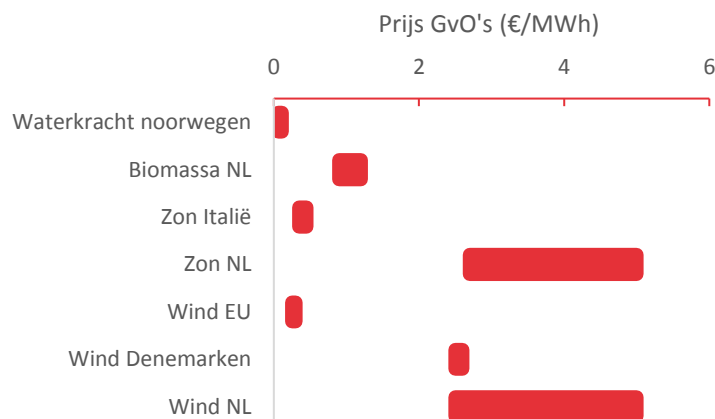
**Tabel 12 - Productie groene stroom en inkomsten daaruit, per locatie. Productie o.b.v. gegevens KNMI; inkomsten berekend door de productie te vermenigvuldigen met het basisbedrag uit de SDE+ 2017.**

Locatie	Opstelling	Productie	Inkomsten
		MWh/jaar	€/jaar
Bergerden	Broekakkers	30.000	€ 2.700.000
	Glastuinbouwgebied	30.000	€ 2.700.000
	Lingewal	20.400	€ 1.836.000
	Karbrugsche veld	20.400	€ 1.836.000
	Heuvelsestraat/Lingewal	40.000	€ 3.600.000
t Veld	t Veld	40.400	€ 3.636.000
Ressen	Ressen	13.600	€ 1.224.000

#### 4.2.2 Garanties van Oorsprong (GvO's)

Per opgewekte MWh aan duurzame energie ontstaat 1 garantie van oorsprong. Deze kan worden losgekoppeld van de bijbehorende elektriciteit en apart worden verhandeld. De elektriciteit is dan niet langer 'groen'.

De markt voor GvO's is erg ondoorzichtig. De prijzen voor GvO's verschillen per opwekkingsvorm en land van herkomst. Adviesbureau Wise publiceert regelmatig prijzen van GvO's op [www.wisenederland.nl](http://www.wisenederland.nl) (Figuur 14).



**Figuur 14 - Prijzen van GvO's van verschillende afkomst. De breedte van de balken correspondeert met de gepubliceerde bandbreedte in de prijzen.**

Door de grote onzekerheid van GvO's nemen wij deze vooralsnog niet mee in de eerste beschouwing. De waarde is onzeker, en de mogelijkheid bestaat dat deze zal stijgen. Hier sorteren wij echter niet op voor. Een al te grote stijging wordt niet verwacht, omdat in dat geval met terugwerkende kracht de basisbedragen uit de SDE+ kunnen worden verlaagd. (De Regeling SDE+ biedt deze mogelijkheid, hoewel de minister heeft aangegeven hiertoe alleen over te gaan voor nieuwe beschikkingen).

### 4.3 Kosten

#### 4.3.1 Investerings- en financieringskosten

Een windpark vergt een grote investering. Deze wordt doorgaans niet geheel door de ontwikkelaar uit eigen zak betaald: een deel (bijvoorbeeld 80%) wordt geleend van een kredietverstrekker, zoals een bank. Deze lening wordt in ca. 14 jaar terugbetaald. Over het openstaande bedrag wordt jaarlijks rente betaald. Momenteel is de rente ca. 3%.



Het resterende bedrag betaalt de ontwikkelaar zelf, of wordt (deels) van andere investeerders betrokken. Ook is het mogelijk obligaties uit te geven waarmee inwoners van de gemeente mee kunnen participeren.

Moderne windturbines kosten grofweg 1 miljoen euro per MW. Daarbij komt een bedrag voor de bouw en ontwikkeling van het windpark. De totale kosten voor een windpark liggen in Nederland rond de 1,3 miljoen euro per MW. Sommige kosten, zoals die voor aansluiting op het elektriciteitsnet, moeten sowieso gemaakt worden, of er nu 1 of 3 windturbines worden geplaatst. Daarom zijn grotere opstellingen rendabeler dan kleine.

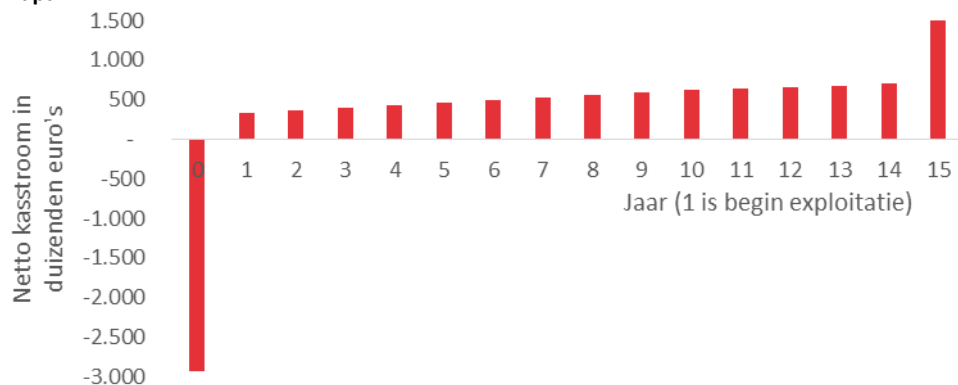
#### 4.3.2 Operationele kosten

Een windturbine heeft, in tegenstelling tot de meeste productievormen, geen brandstof nodig om elektriciteit te produceren. Er zijn jaarlijks wel andere operationele kosten, zoals garantie- en onderhoudscontracten, grondkosten, diverse verzekeringen, netinstandhoudingskosten, eigenverbruik, OZB, beheer en land- en wegenonderhoud. Wij rekenen met de getallen die ECN gebruikt bij het vaststellen van de basisbedragen voor de SDE.<sup>3</sup>

### 4.4 Kasstroom en rendement

De hierboven beschreven kosten en baten zorgen elk jaar van de exploitatie van het windpark voor een nettowinst of –verlies voor de ontwikkelaar/exploitant. Onderstaande figuur toont een indicatief verloop van de kasstromen.

**Figuur 15 - Kasstroom eigen vermogen.** Deze grafiek toont de gegevens van een denkbeeldig windpark.



In jaar 0 wordt met 'eigen vermogen' 20% van de investering gedaan (de rest, het 'vreemd vermogen', wordt bij de bank geleend). In de jaren 1 t/m 14 wordt er winst gemaakt (de inkomsten uit de productie van groene stroom zijn hoger dan de kosten voor onderhoud en financiering van het vreemd vermogen). De winst in de daaropvolgende jaren neemt toe, omdat de te betalen rente steeds lager wordt (door het aflossen). In dit geval loopt de lening 14 jaar. In jaar 15 wordt nog wel SDE+ uitgekeerd maar zijn er geen financieringskosten meer.

Er zijn in deze fase teveel onzekerheden om projectrendementen uit te rekenen. Wel kunnen we, op basis van het aantal vollasturen en het aantal windturbines op elke locatie, een kwalitatieve beoordeling van het rendement geven.

<sup>3</sup> ECN, Conceptadvies basisbedragen SDE+ 2017 voor marktconsultatie, mei 2016.



Tabel 13 - Kwalitatieve beoordeling rendement o.b.v. vollasturen en aantal windturbines.

Locatie	Opstelling	Vollasturen	Aantal
Bergerden	Broekakkers	3.800	3
	Glastuinbouwgebied	3.800	3
	Lingewal	3.250	3
	Karbrugsche veld	3.250	3
	Heuvelsestraat/Lingewal	3.800	4
t Veld	't Veld	3.167	4
Ressen	Ressen	3.250	2

#### 4.5 Effect van ashoogte en rotordiameter

##### Over de ashoogte:

Ashoogte (= masthoogte) is een belangrijke parameter in de business case, omdat het op grotere hoogte harder waait, en de elektriciteitsproductie sterk afhangt van de windsnelheid. Hogere masten zijn evenwel duurder in aanschaf. Hoe deze twee effecten tegen elkaar opwegen is afhankelijk van de fabrikant enerzijds (hoeveel duurder/goedkoper is een hogere/lagere mast) en het verschil in windaanbod anderzijds. Algemeen kunnen we zeggen dat de landelijke trend is om zo hoog mogelijk te bouwen. Een ashoogte van 120m is niet langer de bovenkant van de bandbreedte, nu fabrikanten modellen met masten van 130-160m aanbieden.

##### Over rotordiameter:

De grootte van de rotor bepaalt voor een groot deel de elektriciteitsopbrengst. Hoe groter de rotor, hoe meer wind er gevangen wordt. In tegenstelling tot de mast, zijn langere bladen relatief goedkoop. Een grotere rotor heeft bijeffecten:

- Windturbines moeten verder uit elkaar geplaatst worden als de rotor groter wordt. Vuistregel: windturbines moeten 4x de rotordiameter uit elkaar staan, anders wordt er wind afgevangen en dat verlaagt het rendement en er treedt tevens turbulentie op, wat minder goed is voor de bladen.
- Visueel aspect: grotere windturbines zijn van verder weg te zien dan kleine. Binnen een straal van een paar kilometer zal het verschil moeilijk te zien zijn; de grotere windturbine lijkt eerder dichterbij te staan dan groter te zijn.



## 5 Conclusie

---

Op verzoek van de provincie Gelderland is de studie 'Windenergie in Lingewaard' uit 2012 geactualiseerd. Uit de actualisatie van de belemmeringenkaart is gebleken dat er in het onderzoeksgebied vijf locaties zijn die mogelijkheden bieden voor energieopwekking door windturbines waarvan vervolgens drie locaties verder zijn geanalyseerd. Deze locaties zijn:

- Locatie glastuinbouwgebied Bergerden
- Locatie 't Veld / Verlenging van de A15
- Locatie Knooppunt Ressen

Uit deze analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

### **Glastuinbouwgebied Bergerden**

Op locatie Bergerden kunnen verschillende opstellingen van drie of vier windturbines worden gerealiseerd. Hierbij moet worden vermeld dat er zich bij alle opstellingen woningen van derden (het aantal varieert tussen vier en negen woningen) binnen 500 meter van een turbine bevinden.

### **'t Veld / Verlenging A15**

In de zone langs de te realiseren A15 blijkt in het gebied ten oosten van Bemmelen en ten zuiden van de snelweg ruimte te zijn voor de plaatsing van windturbines. Hierbij kunnen verschillende opstellingen worden gerealiseerd, waarbij in dit onderzoek is uitgegaan van vier windturbines met een rotordiameter van 110 meter. Dit, omdat deze afmetingen waarschijnlijk zorgen voor een opstelling met het grootst opgesteld vermogen. Bij deze locatie is het wel belangrijk dat er aandacht wordt besteed aan de gas- en hoogspanningsleidingen die de locatie omringen.

### **Knooppunt Ressen**

In de omgeving van Knooppunt Ressen wordt op dit moment windpark Nijmegen Betuwe gerealiseerd. Mogelijk kunnen windturbines bij Knooppunt Ressen op het grondgebied van de gemeente Lingewaard landschappelijk aansluiten bij windpark Nijmegen Betuwe. Uit de analyse is gebleken dat er ruimte is voor twee windturbines met een rotordiameter van 100 meter.

Er zijn verschillende aandachtspunten voor deze locatie. Eén van de aandachtspunten is het aantal woningen (tien) binnen 500 meter van een windturbine. Verder moet er op deze locatie rekening worden gehouden met afstand tot de A15, afstand tot hoogspanningsleidingen en afstand tot buisleidingen.

Om de verschillende locaties met elkaar te kunnen vergelijken is een methode ontwikkeld om de verschillende locaties en opstellingen te beoordelen (3.2) waarbij naast de ruimtelijke beoordeling ook het aantal vollasturen van een project wordt meegenomen. De resultaten van de beoordeling zijn te vinden in onderstaande tabel.



	Energie-opbrengst	Ecologie	Leefomgeving	Provinciaal Beleid	Externe veiligheid	Kassen	Vollasturen
<b>Locatie Bergerden</b>							
Opstelling De Broekakkers	+	-	-	+	-	0	3800
Opstelling Glastuinbouwgebied	+	-	--	+	-	0	3800
Opstelling Lingewal	+	-	-	+	-	0	3250
Opstelling Karbrugsche veld	+	+	-	+	-	++	3250
Opstelling Heuvelsestraat	++	-	-	+	-	++	3800
<b>Locatie 't Veld</b>							
Opstelling 't Veld	++	-	-	+	-	++	3167
<b>Locatie Knooppunt Ressen</b>							
Opstelling Knooppunt Ressen	+	+	--	+	-	++	3250



## 6 Bijlagen

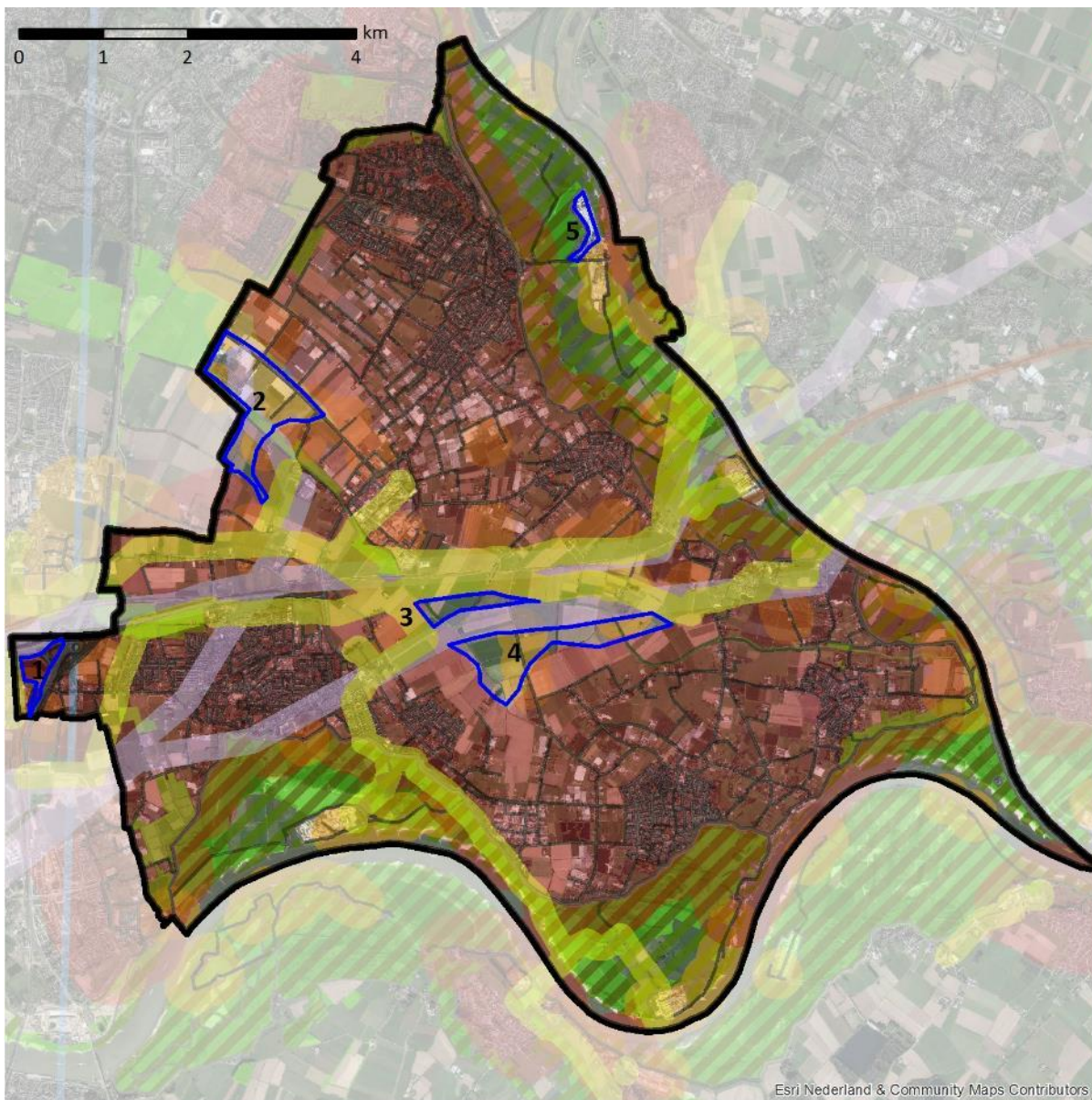
---





## Bijlage A. Belemmeringenkaart

---



**BOSCH & VAN RIJN**  
Experts in duurzame energie en ruimte

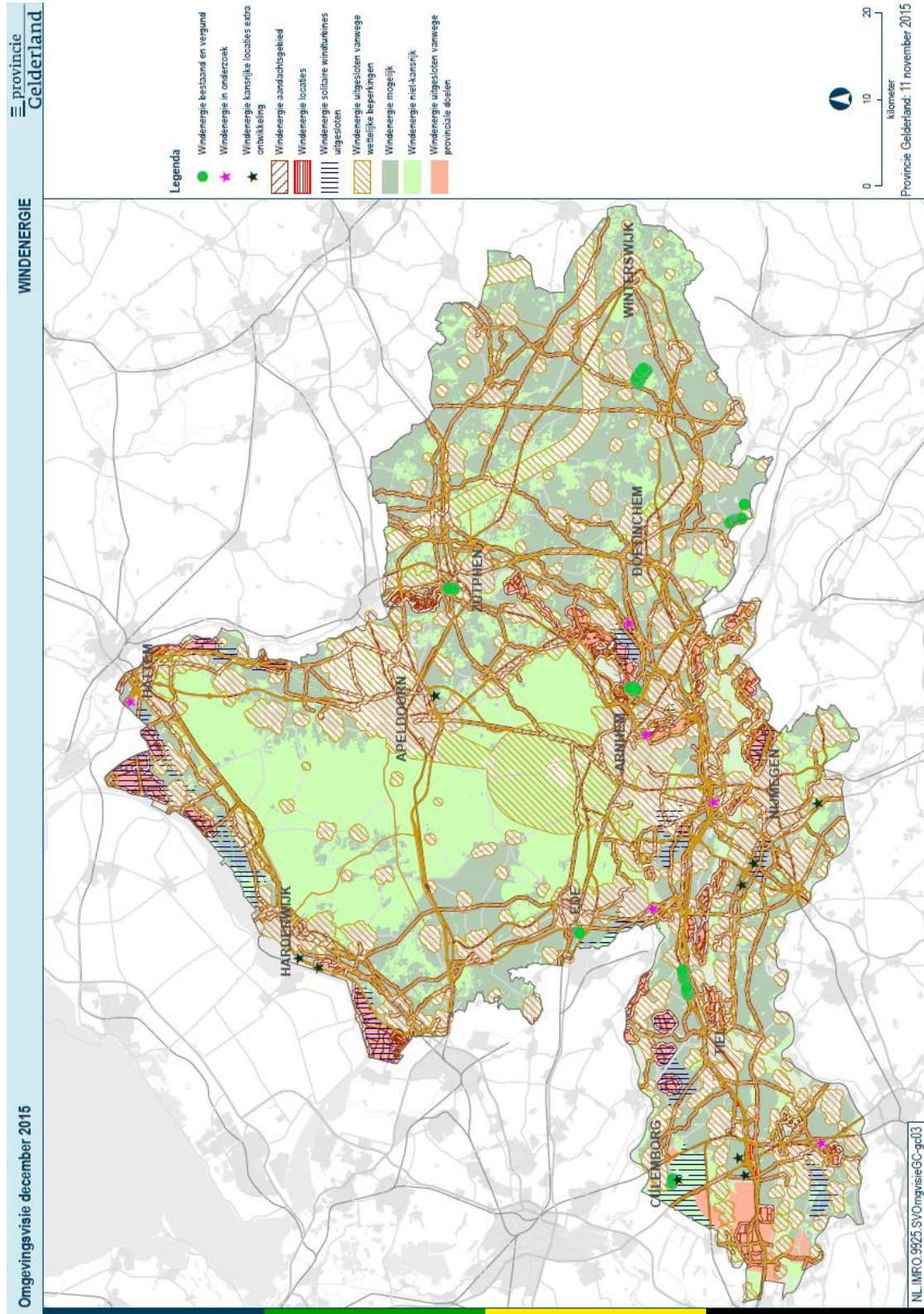
- Mogelijke locaties
- Gemeente
- Buisleidingen 150m
- Hoogspanning 150m
- Rijkswegen 50m
- Spoorwegen 60m
- Straalpaden buffer 50m
- Wegen overig 20m
- Woningen aaneengesloten 500m
- Woningen verspreid 300m
- Natura 2000 gebieden
- Gelders NatuurNetwerk



Esri Nederland & Community Maps Contributors



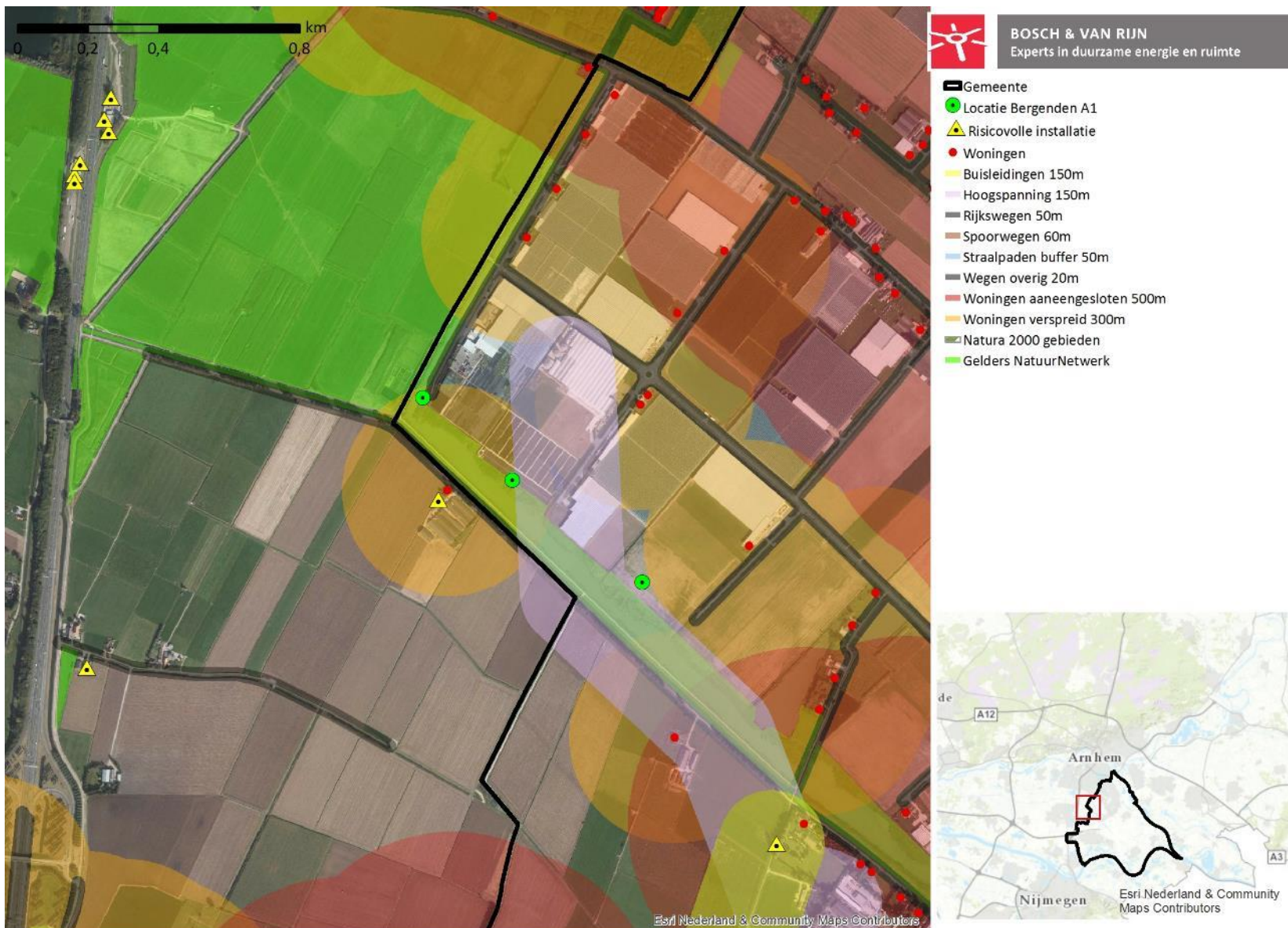
## Bijlage B. Provinciaal beleid



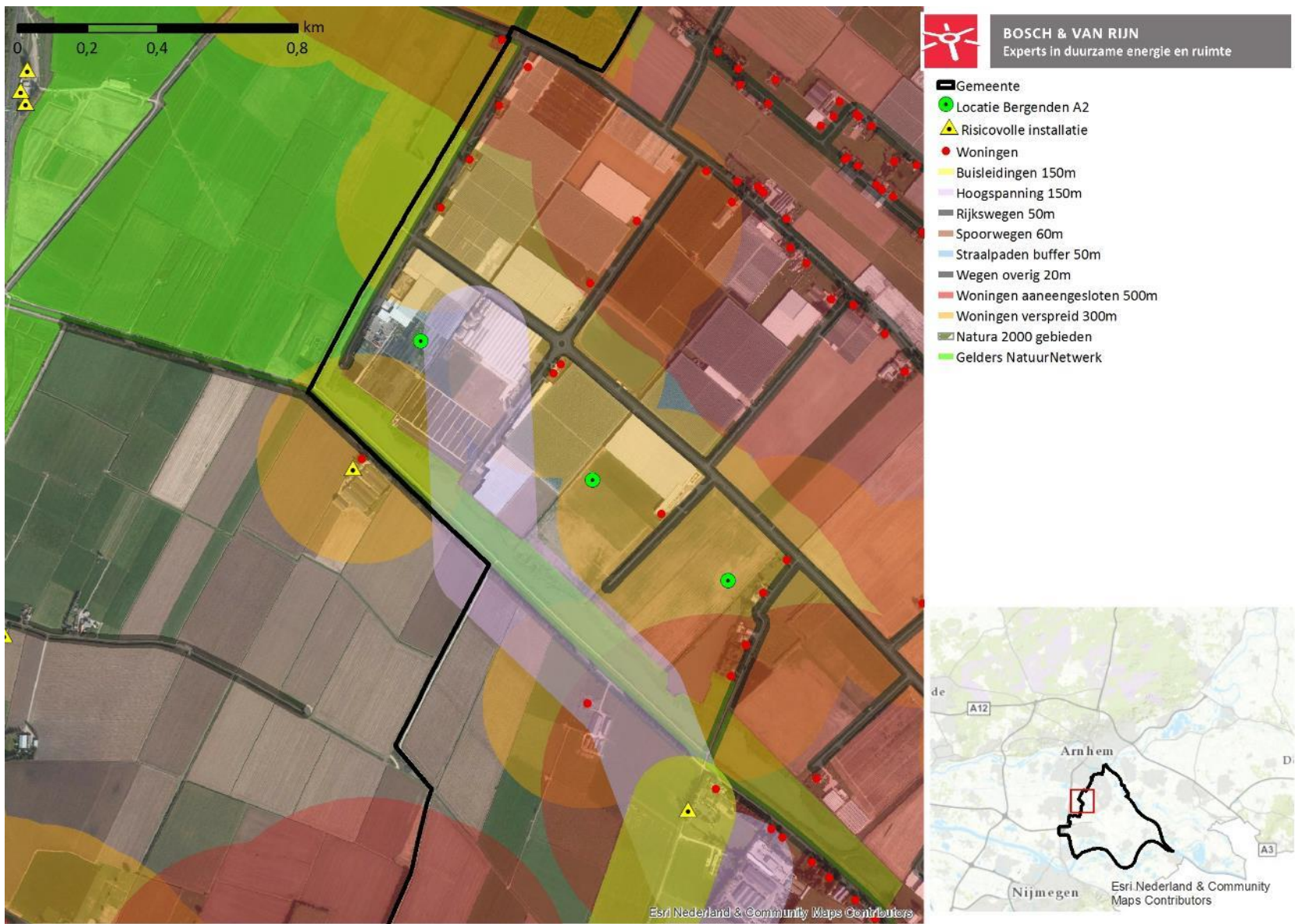


## Bijlage C. Opstellingen locatie Bergerden

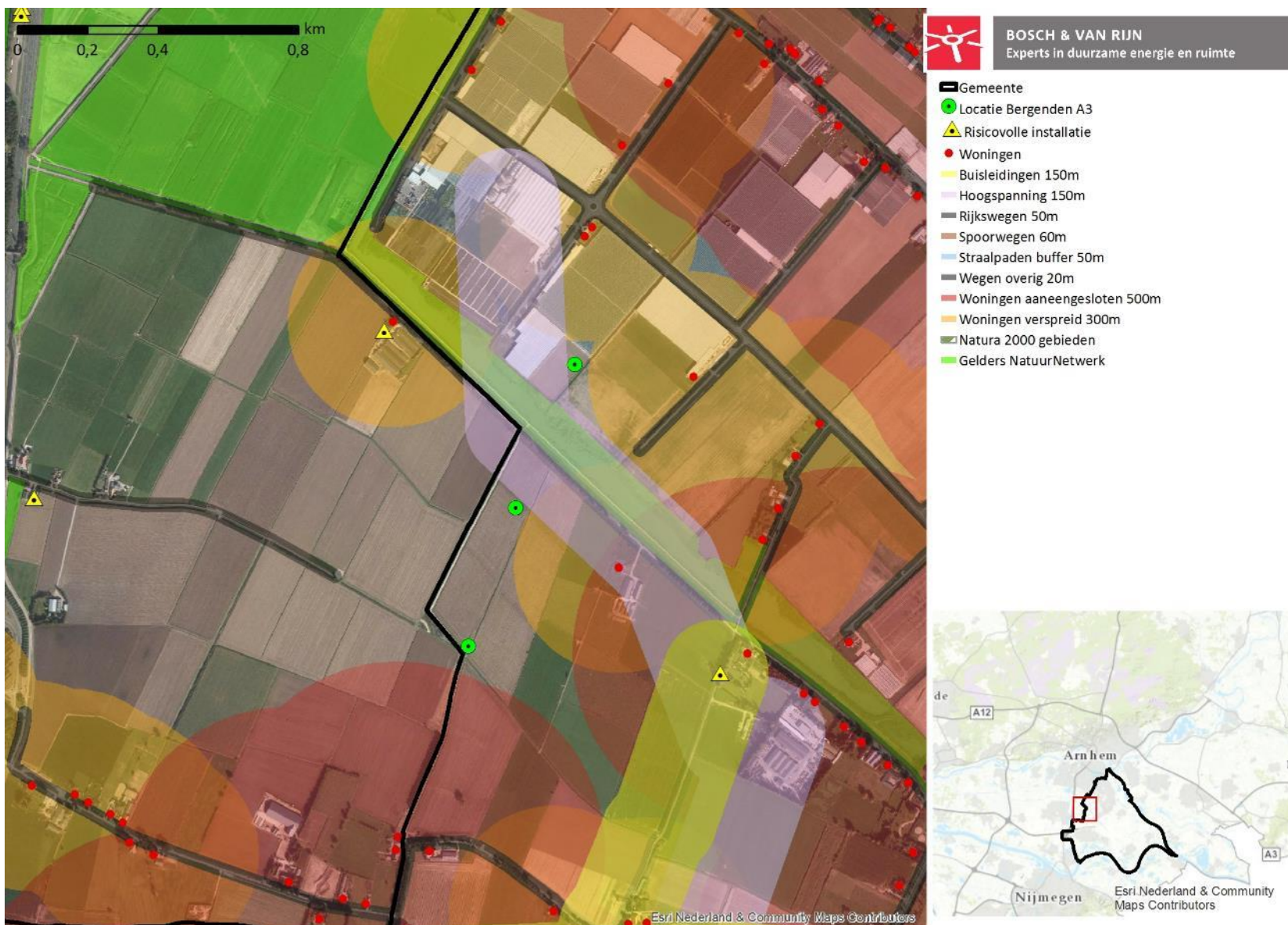
---



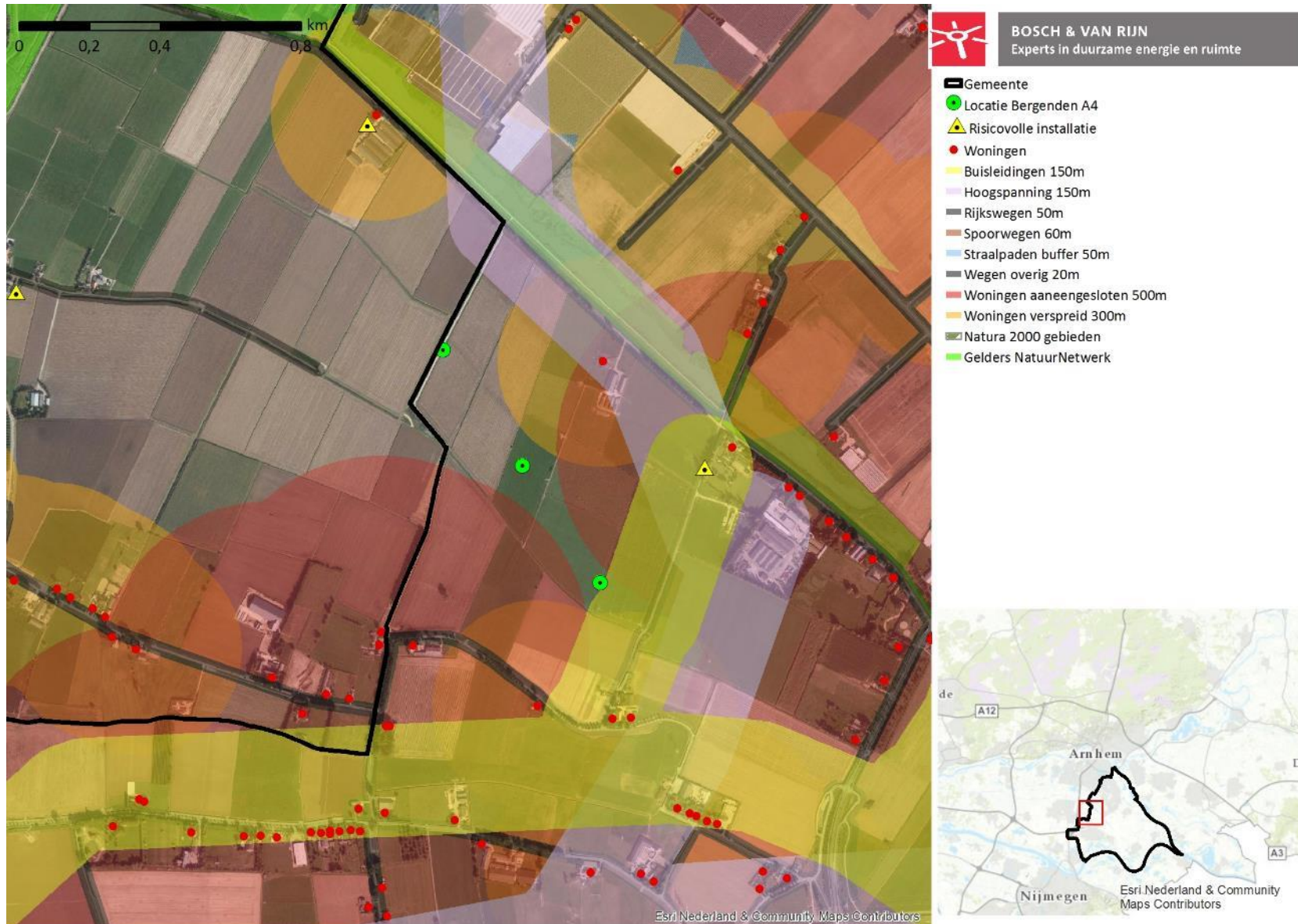
Figuur 16 – Locatie Bergerden – Opstelling De Broekakkers



Figuur 17 – Locatie Bergerden – Opstelling Glastuinbouwgebied

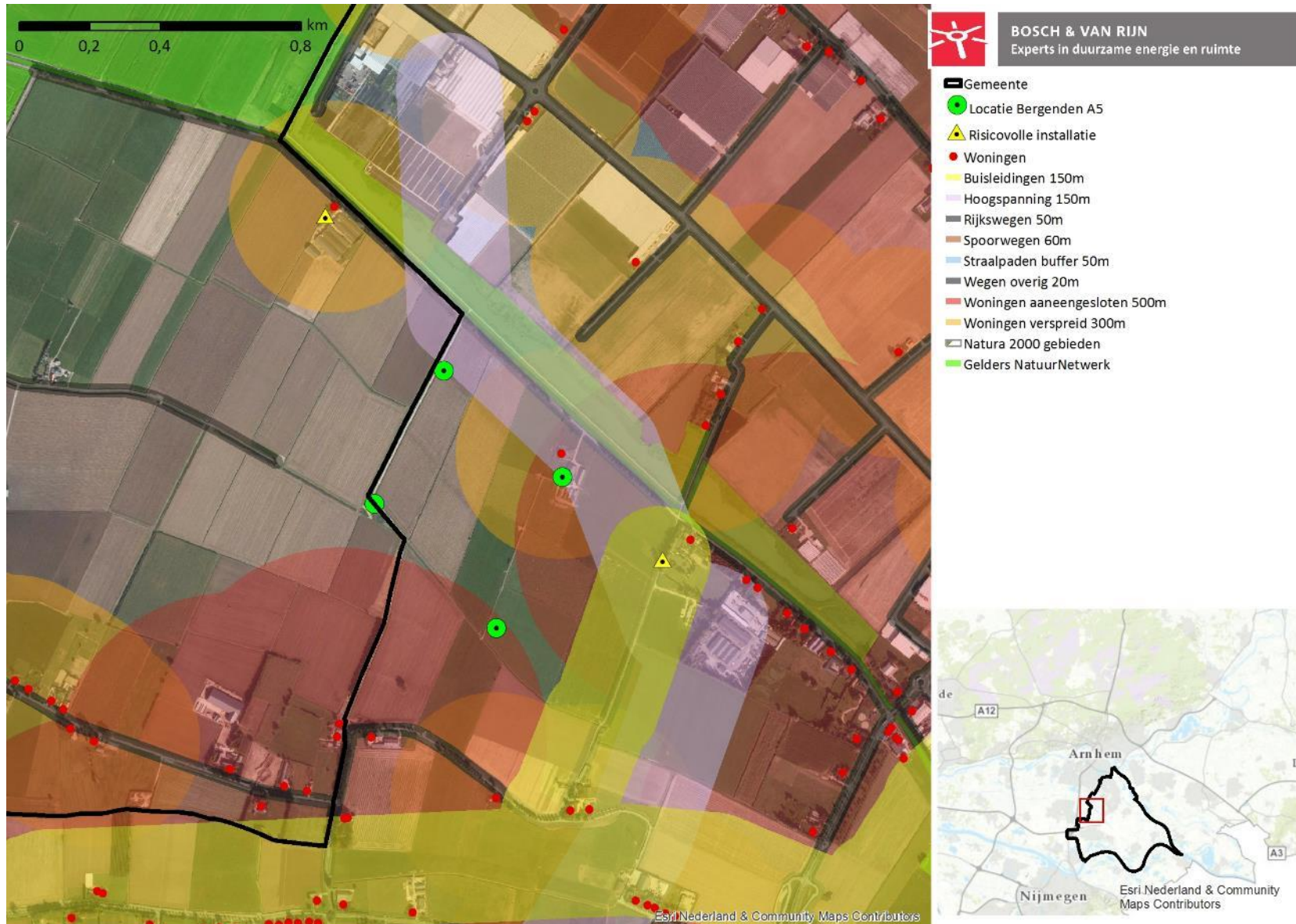


Figuur 18 – Locatie Bergerden – Opstelling Lingewal



Figuur 19 – Locatie Bergerden – Opstelling Karbrugsche Veld



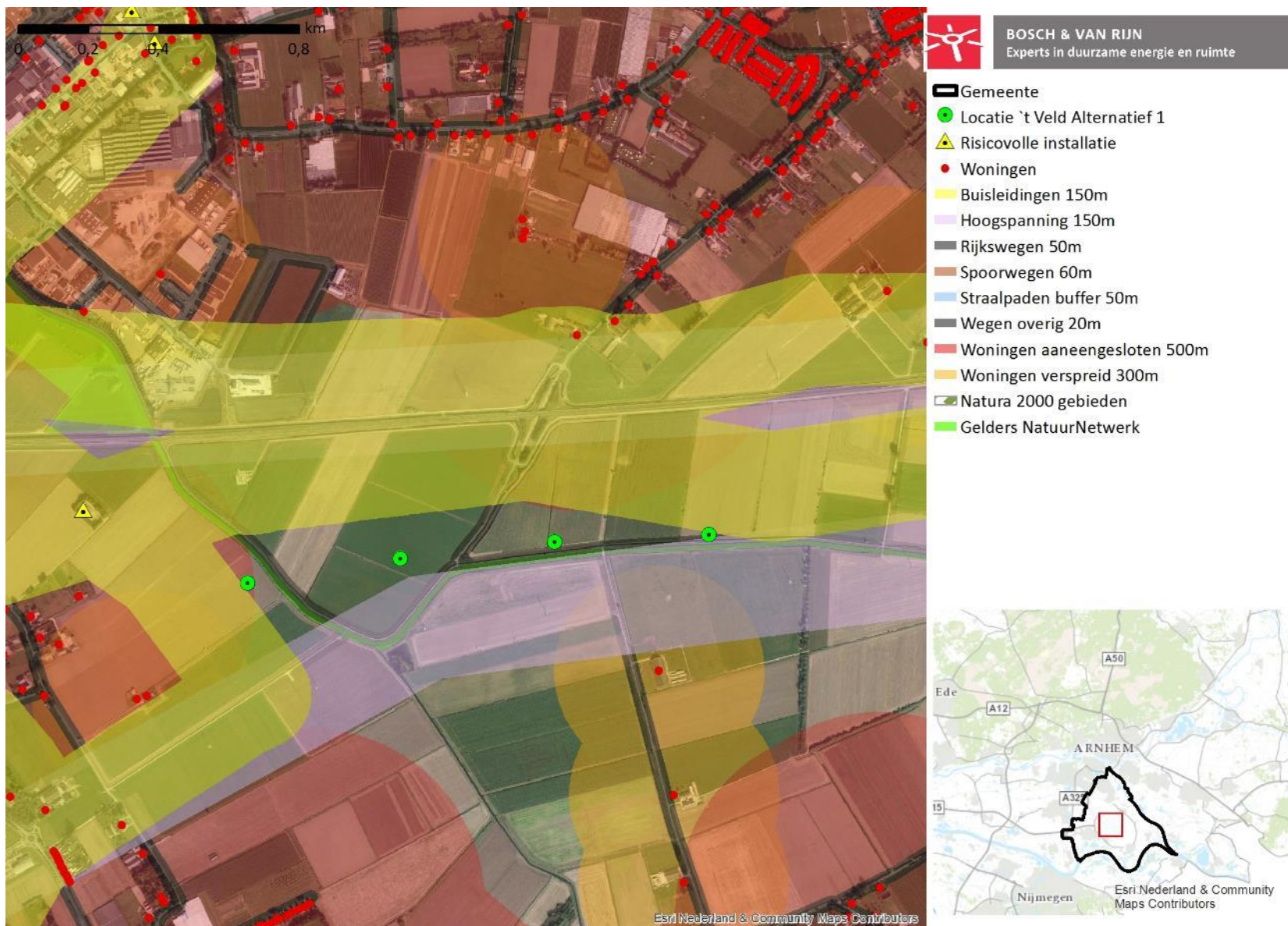


Figuur 20 – Locatie Bergerden – Opstelling Heuvelsestraatweg / Lingewal



## Bijlage D. Opstelling Locatie `t Veld

---

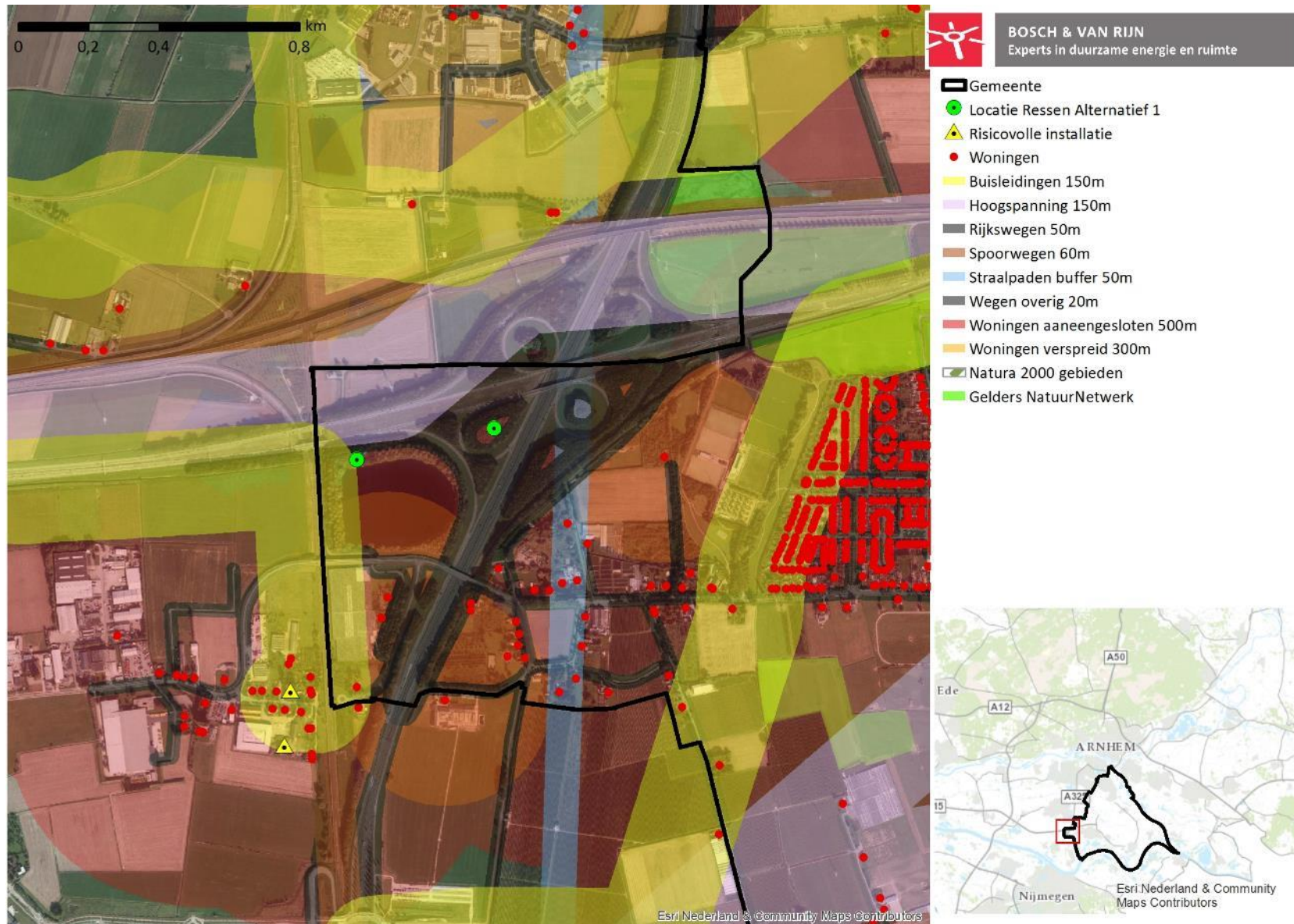


Figuur 21: - Mogelijke opstelling windturbines Locatie 't Veld



## Bijlage E. Opstelling Locatie Knooppunt Ressen

---



Figuur 22 – Mogelijke opstelling Locatie Knooppunt Ressen



## Bijlage F. Aannames business case

### F.1 Invoergegevens windturbines

Klasse	Type	Vermogen	Standaard ashoogte <sup>4</sup>	Tiphoogte	D/H
klein	Vestas V100 2MW	2	95	145m	1,05
middel	Siemens SWT-3.2-113	3,2	100	157m	1,13
groot	GE2.5-120	2,5	110	170m	1,09

### F.2 CAPEX

De CAPital EXPenditures zijn een belangrijk onderdeel van de business case. Wij baseren ons op de aannames van ECN bij het bepalen van de basisbedragen voor de SDE+-regeling. Wanneer wij gedetailleerdere informatie hebben wijken wij daar van af.

CAPEX	Aanname
Windturbinekosten	1000 keuro/MW (zie ook F.1)
Fundering	9% van prijs wtbs
Balance of Plant	12% van prijs wtbs
Bouwleges gemeente Lingewaard	2,69% van wtbs+fundering+BoP
Onvoorzien	5% van prijs wtbs
Ontwikkelingskosten	21 keuro/MW
Kosten voorbereiding en toezicht	2 keuro/MW
Kosten tijdens bouw	3% van prijs wtbs
Indexering CAPEX	0%
<b>CAPEX totaal</b>	<b>1,34 M€/MW</b>

### F.3 Operationele kosten

OPEX	Aanname
Variabele O&M <sup>5</sup> kosten	9,5 €/MWh/jaar
Vaste O&M kosten	12,4 k€/MW/jaar
Management	0,1% van CAPEX
Grondkosten	3,5 €/MWh/jaar
Omgevingskosten (niet in SDE)	0,5 €/MWh/jaar

<sup>4</sup> Hoewel in dit onderzoek ashoogtes gelijk aan de rotordiameter zijn aangehouden worden de standaard ashoogtes mede gebruikt bij het maken van een schatting van de investeringskosten van de windturbintypes. In het bedrag voor de windturbines is een extra factor opgenomen gelijk aan de verhouding tussen de rotordiameter en de ashoogte.

<sup>5</sup> O&M: operation & maintenance.

