ECOFYS

sustainable energy for everyone

Technische ondersteuning PlanMER Gemeente Emmen

Technische ondersteuning PlanMER Gemeente Emmen

Door: Anna Ritzen, Valentijn van Gastel
Datum: 19 April 2013

Projectnummer: WIENL12445

Prepared:	Valentijn van Gastel	03/04/2013
Reviewed:	Client	
Approved:	Anna Ritzen	19/04/2013
Filename	20130419 12445 planMER Gemeente Emmen V4	
Pages	35	
Status	Final version	

Version	Author	Date	Remarks/Change
1.0	ARN/ VGA	05/12/2012	Draft for client review
2.0	ARN/VGA	03/04/2013	Final version after client review
4.0	ARN	19/04/2013	Final version after client and municipality review

© Ecofys 2013 in opdracht van: Tauw

ECOFYS Netherlands B.V. | Kanaalweg 15G | 3526 KL Utrecht| **T** +31 (0)30 662-3300 | **F** +31 (0)30 662-3301 | **E** info@ecofys.com | **I** www.ecofys.com
Chamber of Commerce 30161191

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1

1.1 Aanleiding 1

1.2 Opdracht 1

2 Quick scan binnen de gemeentegrens 2

2.1 Stap 1: Wet en regelgeving 2

2.2 Stap 2: Geluidsgevoelige objecten in kaart gebracht 3

2.3 Stap 3: Kwetsbare objecten en externe veiligheid in kaart gebracht 5

2.4 Stap 4: Beperkt kwetsbare objecten en externe veiligheid in kaart gebracht 7

2.5 Stap 5: Externe veiligheid en infrastructuur in kaart gebracht 9

2.6 Stap 5: Luchtvaartbelemmeringen en LOFAR in kaart gebracht 11

2.7 Stap 5: Zoekgebieden 12

2.8 Stap 5: Zoekgebieden 14

3 Opstellingen windturbines in beschikbare locaties 15

4 Geluidscontouren per opstelling en aantal woningen binnen geluidscontour 16

5 Cumulatie van geluid 18

6 Schaduwcontour per opstelling en aantal woningen binnen schaduwcontour 19

7 Opbrengstberekening per opstelling 20

8 Vermeden CO_2 en andere stoffen per opstelling 23

9 Financiële haalbaarheid per locatie 25

Bijlage 1: Opstellingen windturbines in beschikbare locaties. 26

Bijlage 2: Geluidcontour per opstelling 27

Bijlage 3: Schaduwcontour per opstelling 28

Bijlage 4: Bepaling windaanbod en opbrengst windlocaties Emmen 29

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gemeente Emmen heeft Tauw de opdracht gegeven voor het opstellen van een Structuurvisie Windenergie en het bijbehorende planMER.
In het kader hiervan ondersteunt Ecofys Tauw door het uitvoeren van technische analyses waarvan de resultaten in het planMER verwerkt kunnen worden.

1.2 Opdracht

De technische ondersteuning voor het planMER is onderverdeeld in vijf taken:

1. Quick scan binnen de gemeentegrens
2. Opstelling windturbines in beschikbare locaties
3. Geluid- en schaduwcontour per opstelling en daarbij het aantal woningen binnen deze contouren
4. Opbrengstberekening en CO_2 besparing per beschikbare locatie
5. Financiële haalbaarheid per locatie

In de volgende paragrafen worden de resultaten van deze taken getoond. Deze kunnen gebruikt worden als input voor het planMER

2 Quick scan binnen de gemeentegrens

In dit hoofdstuk zal stap voor stap aangegeven worden welke elementen in kaart gebracht zijn om een duidelijk beeld van de aanwezige belemmeringen te krijgen. De belemmeringen zijn voor een typische 3 MW windturbine en 5 MW windturbine in kaart gebracht. Hiervoor zijn windturbine types gekozen die voor vergelijkbare locaties veel verkocht worden, de Vestas V112 3MW en de Repower 5M 5MW.

Door de gebieden met belemmeringen weg te strepen wordt vervolgens duidelijk welke delen van de gemeente beschikbaar zijn voor het plaatsen van windenergie. Deze kaart is weergegeven onder paragraaf 3.7 Zoekgebieden. Waarbij de zoekgebieden in groen zijn aangegeven.

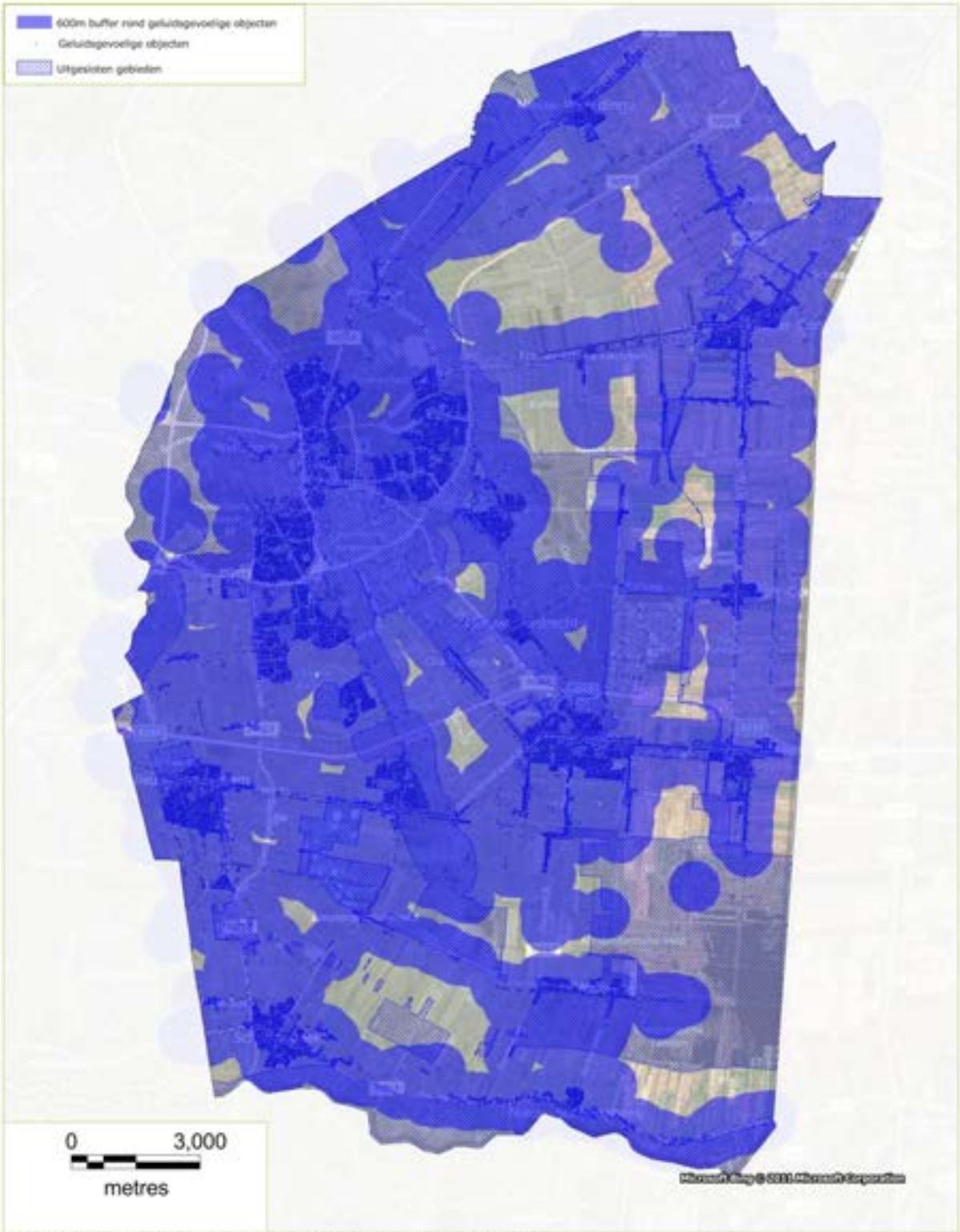
2.1 Stap 1: Wet en regelgeving

De belemmeringen worden naar aanleiding van bestaande wet- en regelgeving ingetekend. In onderstaande tabel is kort aangegeven welke wet- en regelgeving aangehouden is. Daarbij is per windturbine type aangegeven welke geluids- en veiligheidsafstanden daarvoor aangehouden zijn.

Te beoordelen object	Toetsingsnorm	Bron	Afstand 3MW	Afstand 5MW
Kwetsbaar object (geluid)	Indicatieve afstand	Activiteitenbesluit	500m	600m
Kwetsbaar object (veiligheid)	PR=10^{-6} per jaar	Activiteitenbesluit[1]	162m	180m
Beperkt kwetsbaar object (veiligheid)	PR=10^{-5} per jaar	Activiteitenbesluit	56m	63m
Wegen, fietspaden	Rotorstraal	Beleidsregel RWS[2]	56m	63m
Vaarwegen	Rotorstraal	Beleidsregel RWS	56m	63m
Spoorwegen	Rotorstraal plus 7,85 meter	Handboek[3]	63.85m	70.85m
Wegen	Rotorstraal	Beleidsregel RWS	56m	63m
Hoogspanningslijn	Rotorstraal plus 5 meter	Handboek	61m	68m
Ondergrondse installatie en leidingen	Masthoogte plus 1/3 rotorbladlengte	Handboek	124m	148m
Bovengrondse installatie	Maximale werpafstand	Handboek	307m	302m
Vervoer gevaarlijke stoffen	Maximale werpafstand	Handboek	Indirect risico	Indirect risico

[1] Besluit van 19 oktober 2007, houdende algemene regels voor inrichtingen (Besluit algemene regels voor inrichtingen en milieubeheer).
[2] Ministerie van Verkeer en Waterstaat – Directoraat-generaal Rijkswaterstaat, "Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatwerken, Staatscourant 2 juli 2002, nr. 123.
[3] Handboek Risicozonering Windturbines - 2e, geactualiseerde versie januari 2005, opgesteld door ECN i.s.m. KEMA

2.2 Stap 2: Geluidsgevoelige objecten in kaart gebracht



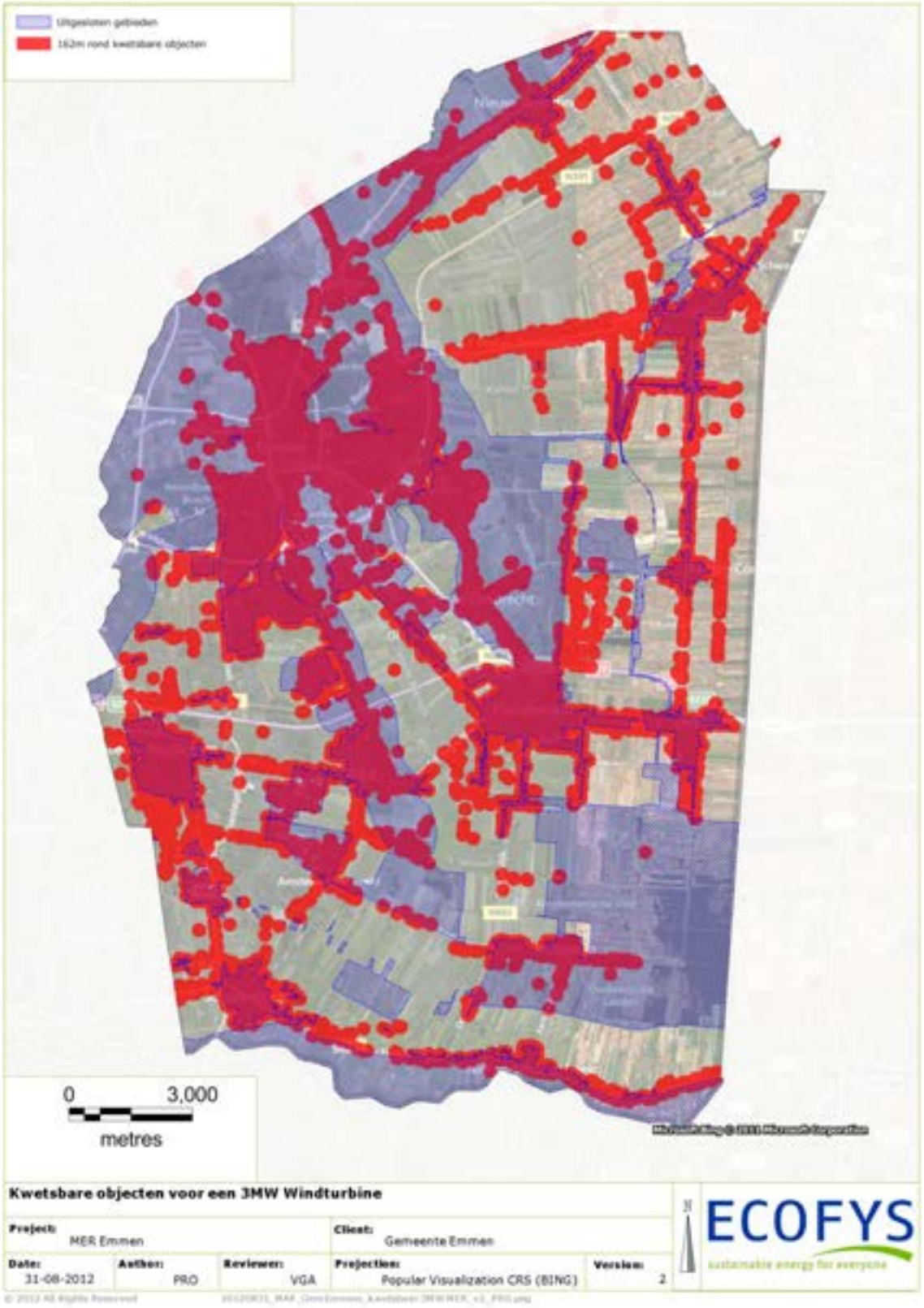
Geluidsgevoelige objecten met buffer voor een 5MW Windturbine

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 28/08/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** PRO	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

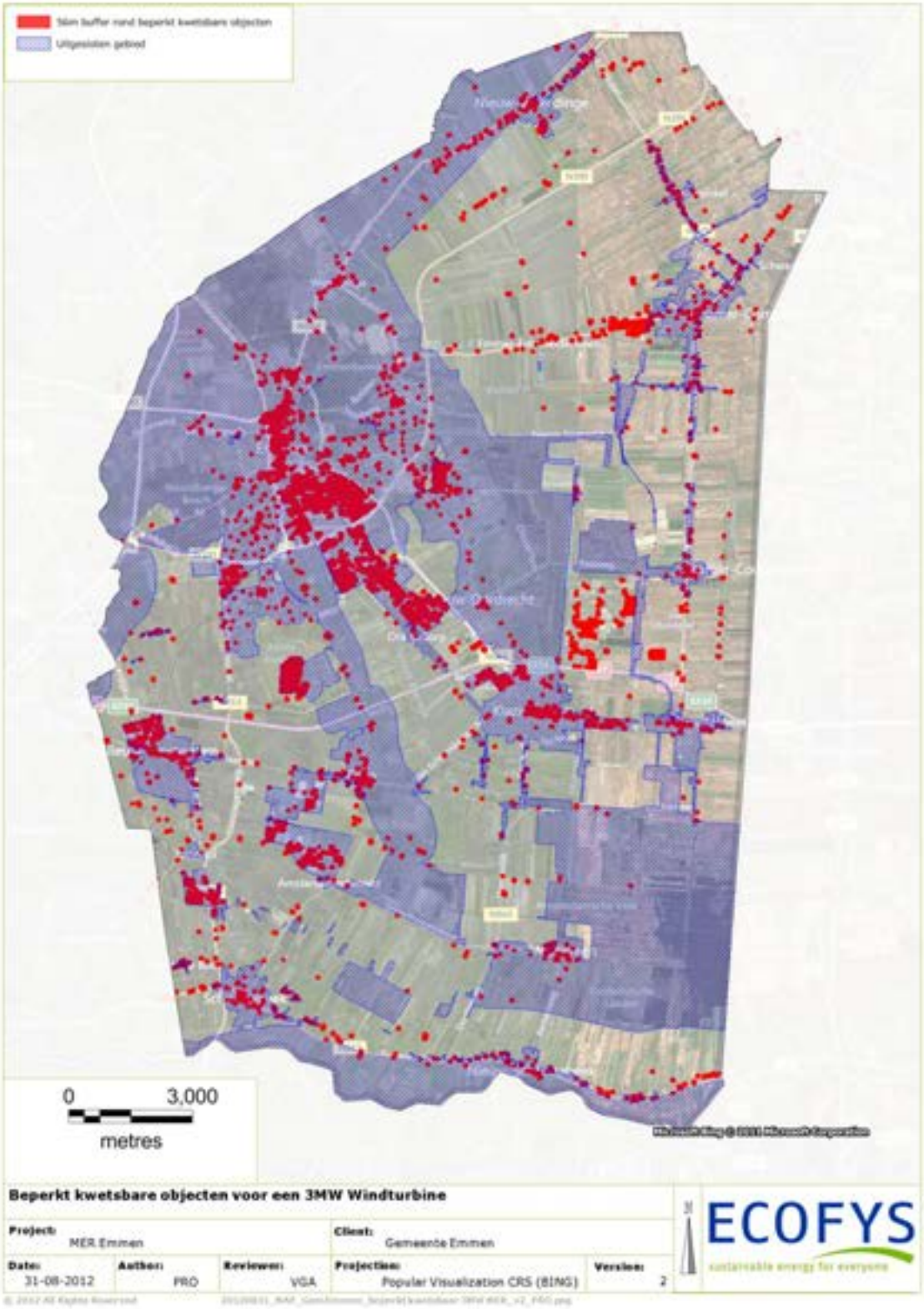
2.3 Stap 3: Kwetsbare objecten en externe veiligheid in kaart gebracht



Kwetsbare objecten voor een 5MW Windturbine

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 20.08.2012	**Author:** HLS	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 1

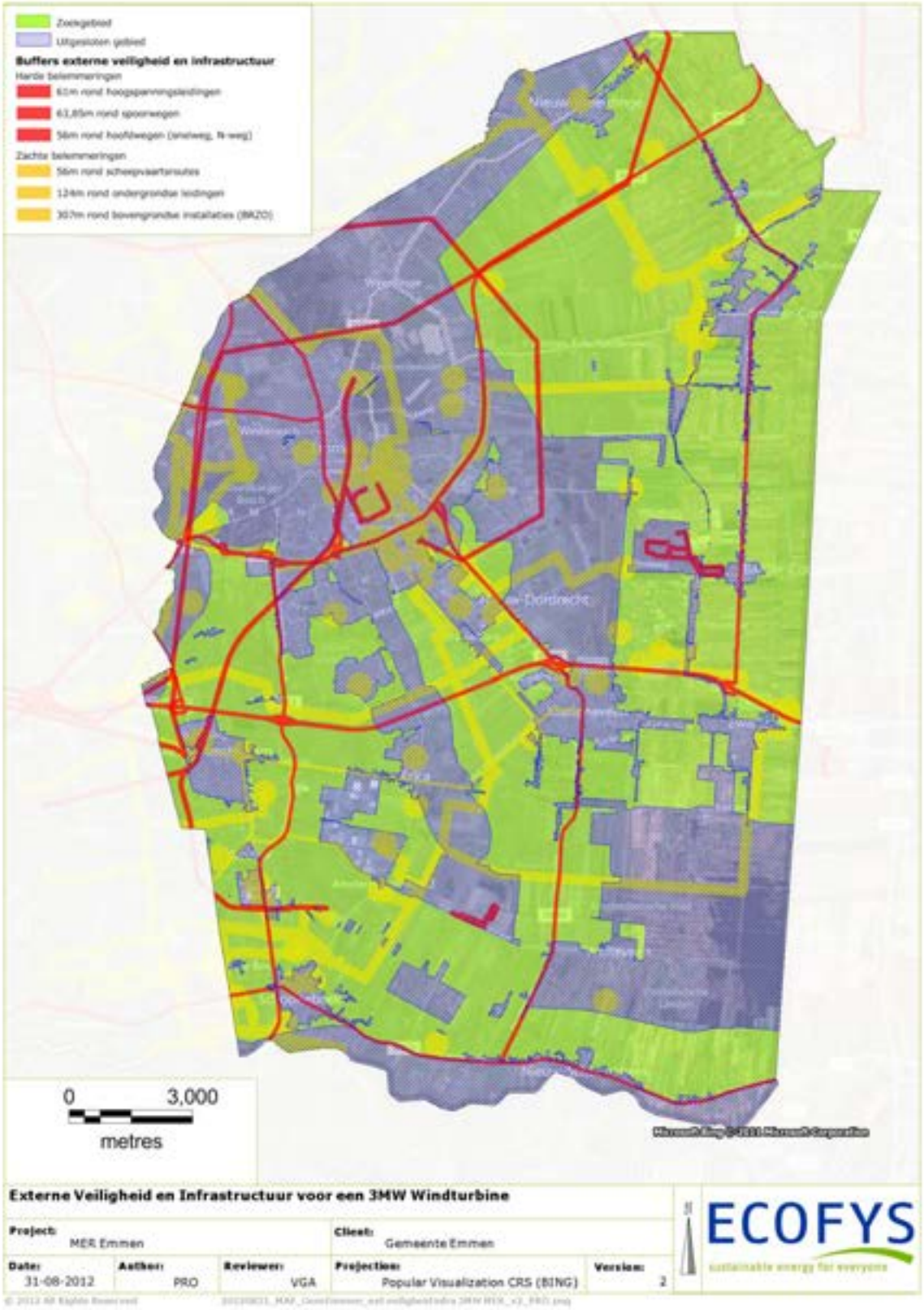
2.4 Stap 4: Beperkt kwetsbare objecten en externe veiligheid in kaart gebracht

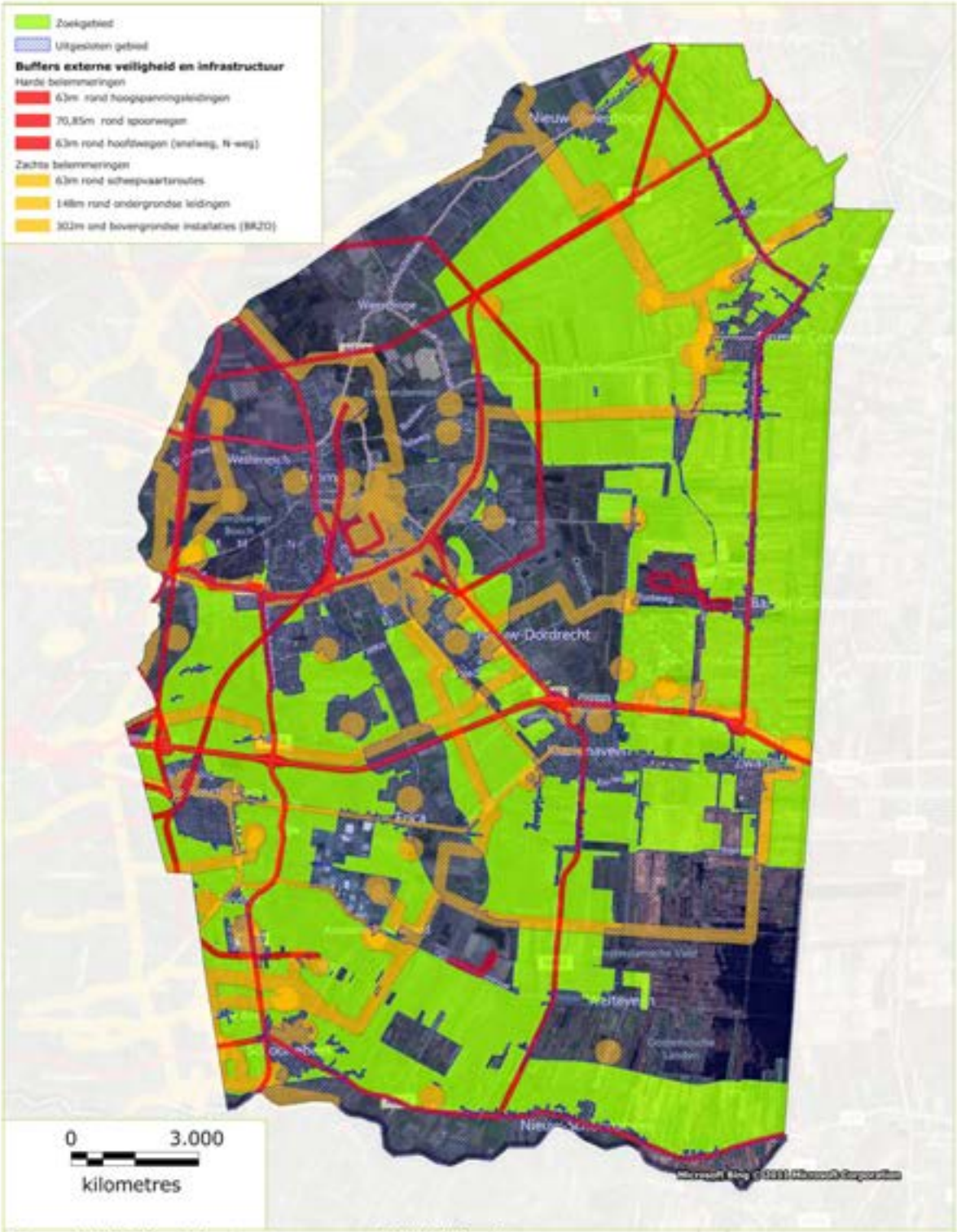


Beperkt kwetsbare objecten voor een 5MW Windturbine

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 20.08.2012	**Author:** HLS	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 1

2.5 Stap 5: Externe veiligheid en infrastructuur in kaart gebracht





Externe Veiligheid en Infrastructuur voor een 5MW Windturbine

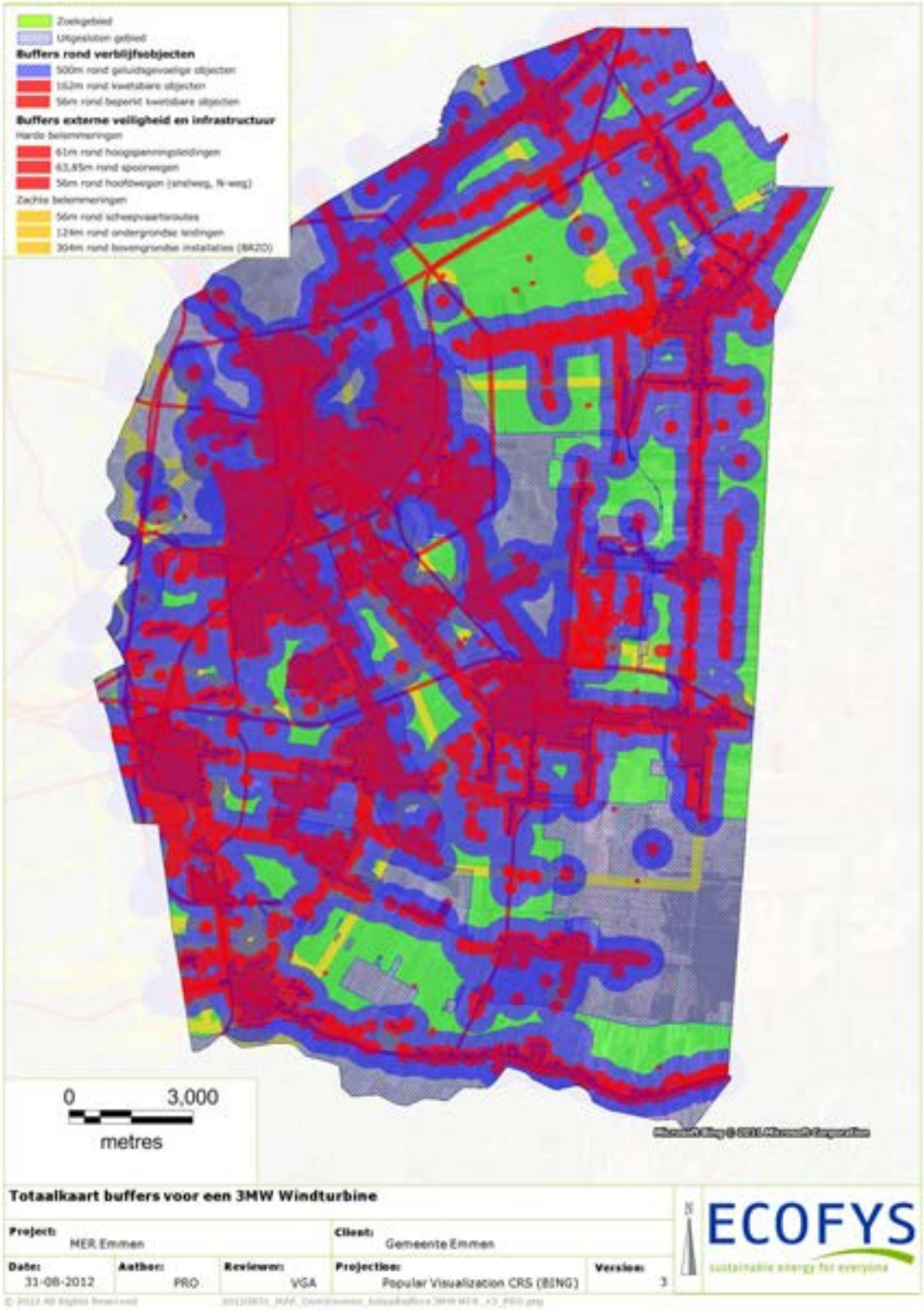
Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 20.08.2012	Author: HLS	Reviewer: ARN	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 1

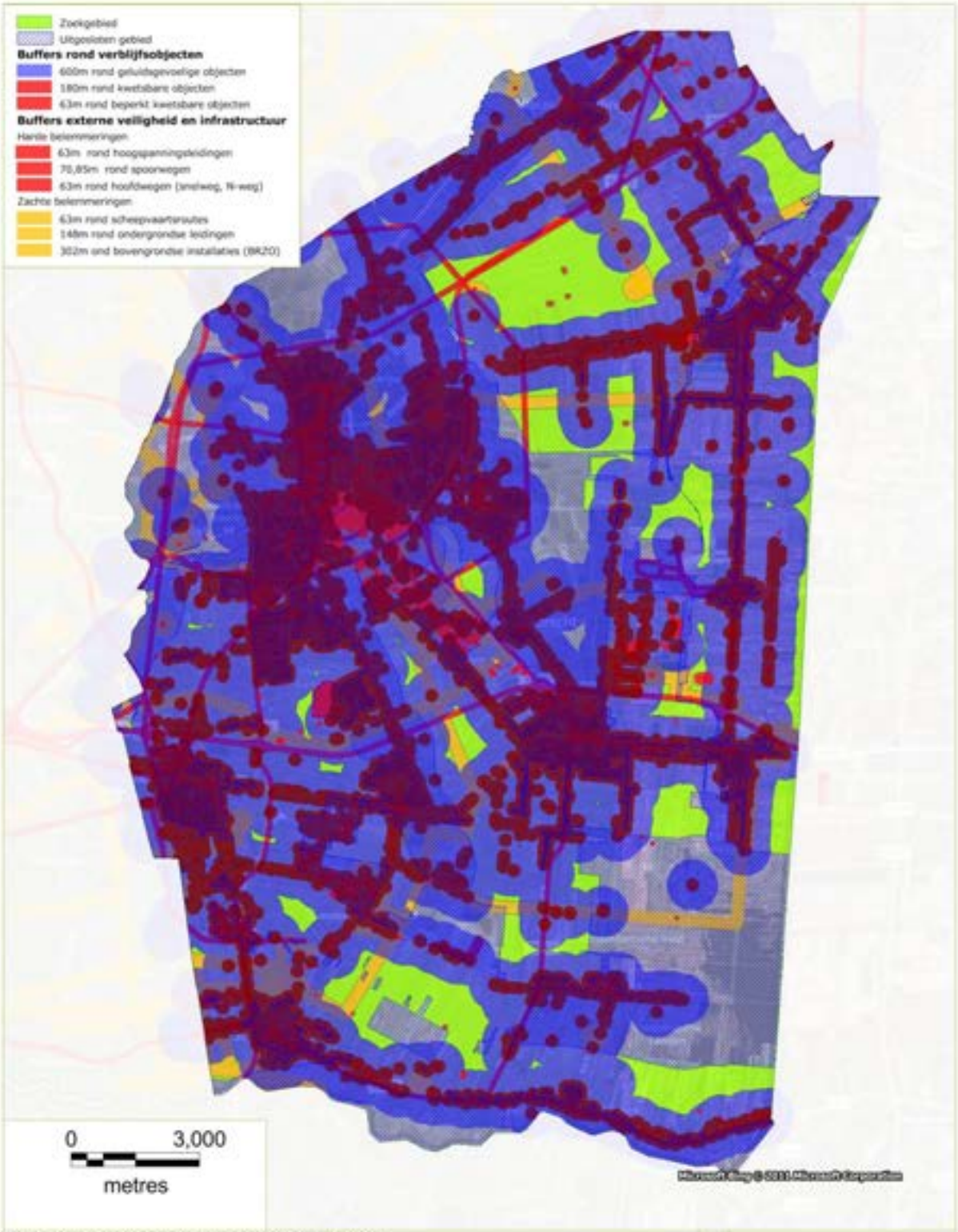
ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

2.6 Stap 5: Luchtvaartbelemmeringen en LOFAR in kaart gebracht

2.7 Stap 5: Zoekgebieden





Totaalkaart buffers voor een 5MW Windturbine

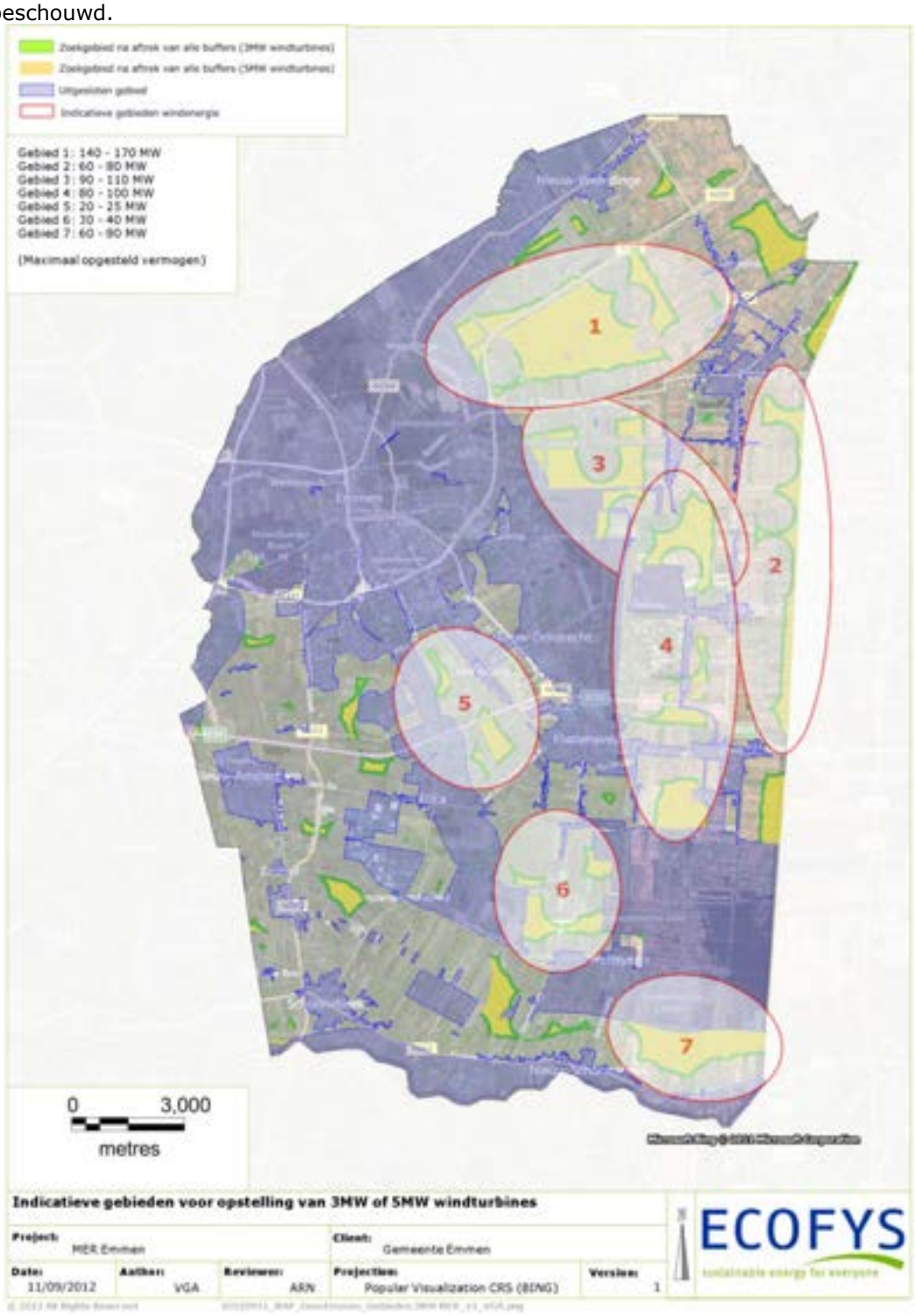
Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 28/08/2012	Author: VGA	Reviewer: PRO	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

2.8 Stap 5: Zoekgebieden

Door de gemeente is aangegeven dat de locaties ten minste ruimte moeten bieden voor een windpark met een totaal vermogen van 60 MW. Onderstaande gebieden zijn geïdentificeerd en worden in dit onderzoek verder uitgewerkt. Gebied twee is afgevallen vanwege het Verdrag van Meppen. Gebied 5 en 6 hebben geen plek voor 60MW. Gezien de nabije ligging worden deze gebieden samen beschouwd.



3 Opstellingen windturbines in beschikbare locaties

Tauw heeft in overleg met de gemeente bepaald hoe de zoekgebieden, zoals in paragraaf 2.8 gedestilleerd, verder ingevuld worden met windturbines. . Deze invulling is gecommuniceerd door Tauw en de gemeente. Er zijn per locatie 4 opstellingen bepaald:

1. Een optimale opstelling van 60 MW met 3MW windturbines
2. Een optimale opstelling van 60 MW met 5MW windturbines
3. Een maximale opstelling met 3 MW windturbines
4. Een maximale opstelling met 5 MW windturbines

De windturbines zijn geplaatst volgens de uitgangspunten zoals gecommuniceerd door Tauw en gemeente, waarbij rekening is gehouden met de gedefinieerde belemmeringen in hoofdstuk 2. Daarbij is gestreefd naar een onderlinge afstand tussen de windturbines van minimaal vier maal de rotordiameter.
Voor opstellingen met 3MW windturbines resulteert dit in 4x112m=448m en voor opstellingen met 5MW windturbines in 4x126=504m. Hierbij is als typische 3MW turbine een Vestas V112 3MW aangenomen en als typische 5MW turbine een Repower 5MW 126m. Verder is bij het maken van de opstellingen zoveel mogelijk gebruik gemaakt van lijnen en een rechthoekig grid vanwege landschappelijke inpassing.
Zoekgebied twee is hierbij afgevallen vanwege het verdrag van Meppen. Dit verdrag dateert van 1824, welke is opgenomen in het Nederlands-Duitse Grensverdrag, en is geldig verklaard ten aanzien van windturbines in de grensstreek. Dit heeft als gevolg dat er geen windturbines geplaatst mogen worden binnen een zone van 376 meter van de grens. Vanwege deze additionele belemmering blijft er te weinig ruimte over in zoekgebied twee om 60 MW of meer te plaatsen.

Vanwege de hanteerbaarheid van dit document zijn de kaarten van de verschillende opstellingen in een losse bijlage toegevoegd:

Bijlage 1: Opstellingen windturbines in beschikbare locaties.

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van het aantal windturbines per locatie.

Aantal wind turbines	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Optimale opstelling Vestas V112 3MW	20	20	20	14	20
Optimale opstelling Repower 5MW	12	12	12	9	12
Maximale opstelling Vestas V112 3MW	33	20	28	20	20
Maximale opstelling Repower 5MW	21	14	22	15	14

4 Geluidscontouren per opstelling en aantal woningen binnen geluidscontour

Windturbines kunnen geluidsoverlast veroorzaken. Om geluidsgevoelige bestemmingen, zoals woningen, ziekenhuizen en onderwijsgebouwen[5], te beschermen zijn voor geluidsgevoelige objecten in de Wet Geluidhinder grenzen gesteld aan de maximale geluidsimmissie die door windturbines geproduceerd mag worden. Oftewel, er is een limiet gesteld aan de hoeveelheid geluid die per jaar op de gevel van het geluidsgevoelige object ontvangen mag worden. Deze limiet is op 47 L_{den} gesteld; hetgeen een tijdgewogen jaargemiddeld geluidniveau (in dB(A)) is gemeten over de dag, avond en nacht (Day, Evening and Night). Daarbij wordt er in de berekening van L_{den} een strafwaarde van 5 dB toegekend aan het geluid in de avond en 10 dB aan het geluid in de nacht.

Voor de verschillende gebieden is de geluidsimmissie in het betreffende gebied per opstellingsvariant berekend. De varianten zijn apart berekend in Geomilieu waarbij het omliggende terrein generiek is gemodelleerd als grasland. Er zijn per variant drie geluidscontouren in een kaart weergegeven, de L_{den} 47 naar het Activiteitenbesluit, de L_{den} 45 en de L_{den} 35 contour naar wens van de Commissie voor de m.e.r.

Aangezien er buiten de L_{den} nog hinder door het geluid van windturbines ervaren kan worden zijn de L_{den} 45 en L_{den} 35 contouren aangegeven. Dit alleen, als extra informatie voor de gemeente, om de locaties ten opzichte van elkaar te vergelijken. De wetgeving geeft immers de L_{den} 47 als wettelijke waarde aan. De waarden van L_{den} 45 en L_{den} 35 zijn gebaseerd op het TNO rapport "Hinder door geluid van windturbines"[6]. Bij een L_{den} van 45 zijn er nog 5% gehinderden vanwege de geluidsproductie en bij een L_{den} 35 is dat 0%.

Vanwege de hanteerbaarheid van dit document zijn de kaarten in een losse bijlage toegevoegd:

Bijlage 2: Geluidcontour per opstelling

Per opstellingsvariant is het aantal woningen, dat binnen de geluidscontouren valt, geteld. De registratie van woningen komt uit de beschikbare BAG data[7]. Uit de BAG dataset zijn de verblijfsobjecten geselecteerde met de volgende status:

   a. Verblijfsobject gevormd
   b. Verblijfsobject in gebruik (niet ingemeten)
   c. Verblijfsobject in gebruik

2. Van deze verblijfsobjecten zijn de objecten met de volgende gebruiksdoelen geselecteerd:
   a. Woonfunctie
   b. Celfunctie
   c. Gezondheidszorgfunctie
   d. Onderwijsfunctie

[5] Artikel 1 Wet Geluidhinder
[6] Hinder door geluid van windturbines [2008-D-R1051/B] Oktober 2008, TNO Bouw en Ondergrond
[7] Basisregistratie Adressen en Gebouwen

Bij de quick scan is al rekening gehouden met windturbine geluid. Daarbij is een buffer van 500 meter toegepast op de geluidsgevoelige objecten voor een opstelling met 3 MW windturbines en een buffer van 600 meter voor een opstelling met 5 MW windturbines.

Doordat er veel windturbines in een gebied bij elkaar worden gezet stapelt het geluid op en kan de contour door accumulatie van het geluid en de dominante windrichting toch over de geselecteerde geluidsgevoelige objecten komen te liggen. Het cumulatieve geluid hangt af van de ashoogte, het windturbine type, het landschapstype en de onderlinge afstand tussen de windturbines. De definitieve geluidscontouren kunnen dan ook pas berekend worden nadat de opstelling, het windturbinetype en bijbehorende ashoogte definitief bepaald zijn.

Omdat geluidsgevoelige objecten vaak dicht bij elkaar liggen, bijvoorbeeld langs een straat, vallen er gelijk veel objecten binnen de contour. Dit is in veel gevallen op te lossen door bijvoorbeeld:

1. Het verder optimaliseren van de opstelling van de windturbines,
2. De keuze van het windturbine type
3. De modus waarin de windturbine draait gedurende de dag, avond en nacht.

Deze variabelen maken het in de projectMER mogelijk om de geluidscontour, indien nodig, mogelijk verder in te schikken.

In onderstaande tabel is het aantal woningen dat binnen de verschillende L_{den} contouren valt aangegeven. De registratie van woningen komt uit de beschikbare BAG data[8].

	3 MW (V112)		5MW (RE5)	
	Optimaal	Maximaal	Optimaal	Maximaal
Zoekgebied 1 L_{den} 47	**0**	**6**	**0**	**6**
Zoekgebied 1 L_{den} 45	*228*	*54*	*155*	*36*
Zoekgebied 1 L_{den} 35	*1416*	*4944*	*1084*	*4286*
Zoekgebied 3 L_{den} 47	**19**	**19**	**8**	**11**
Zoekgebied 3 L_{den} 45	*172*	*172*	*102*	*124*
Zoekgebied 3 L_{den} 35	*5996*	*5996*	*4542*	*5653*
Zoekgebied 4 L_{den} 47	**9**	**9**	**4**	**9**
Zoekgebied 4 L_{den} 45	*78*	*195*	*96*	*420*
Zoekgebied 4 L_{den} 35	*3186*	*5668*	*2381*	*6367*
Zoekgebied 5&6 L_{den} 47	**2**	**4**	**1**	**3**
Zoekgebied 5&6 L_{den} 45	*13*	*29*	*26*	*56*
Zoekgebied 5&6 L_{den} 35	*3631*	*8516*	*4421*	*9635*
Zoekgebied 7 L_{den} 47	**10**	**10**	**3**	**3**
Zoekgebied 7 L_{den} 45	*84*	*84*	*26*	*26*
Zoekgebied 7 L_{den} 35	*804*	*804*	*756*	*756*

[8] Basisregistratie Adressen en Gebouwen

5 Cumulatie van geluid

Artikel 3.14a van het Activiteitenbesluit geeft aan dat een windturbine of windturbines voldoet ten behoeve van het voorkomen of beperken van geluidhinder aan de norm van ten hoogste 47 dB Lden en aan de norm van ten hoogste 41 dB Lnight op de gevel van gevoelige gebouwen en bij gevoelige terreinen op de grens van het terrein.
Het bevoegd gezag (de gemeente Emmen in dit geval) kan onder bijzondere lokale omstandigheden de geluidsnorm van het activiteitenbesluit aanpassen (maatwerkvoorschrift).
Dit kan in het geval van[9]:

1. Cumulatie van geluid als gevolg van een andere windturbine of een andere combinatie van windturbines, kan aanleiding geven om normen met een lagere waarde vast te stellen ten aanzien een van de windturbines of een combinatie van windturbines.
2. Bijzondere lokale omstandigheden. Waarbij uit de nota van toelichting[10] blijkt dat landelijke, stille gebieden geen bijzondere lokale omstandigheid zijn. Een wettelijk aangewezen stiltegebied zou, volgens de nota van toelichting, bijvoorbeeld wel in aanmerking kunnen komen voor maatwerk ten aanzien van windturbines.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat het vanuit wettelijk perspectief onnodig is om naar het cumulatieve effect van geluid te kijken, anders dan de cumulatie van geluid van andere windturbines. Vanuit de rol van de gemeente is het echter begrijpelijk dat er naar het mogelijk effect van cumulatie van omgevingsgeluid en het geluid van de windturbines wordt gekeken. De gemeente heeft immers de verantwoordelijkheid om te zorgen voor een goed woon- en leefklimaat voor haar burgers. Indien er woningen of groepen van woningen al langdurig blootgesteld worden aan geluid moet de toevoeging van het geluid van windturbines niet leiden tot overlast.
Door de gemeente Emmen loopt de geluidsproducerende A37 maar kan verder gezien worden als een landelijk en rustig gebied. De A37 veroorzaakt naar verwachting ook weinig geluid in de avond en nacht terwijl dat nu juist de perioden zijn waarin geluidoverlast het eerst te verwachten is. Naast de snelweg zijn er geen andere grote geluidsproducerende terreinen of gebieden die constant geluid produceren in de buurt van de onderzochte windlocaties.
Aangezien het achtergrondgeluid, geproduceerd in de gemeente door verkeer en bedrijvigheid, relatief laag is, verwachten we dat er geen cumulatie van enige betekenis zal zijn met de geluidsproductie van de windturbines. Met name in de meest gevoelige perioden (de avond en nacht) zijn er geen andere continue geluidbronnen. Het is daarom afdoende om naar de geluidproductie van de windturbines alleen te kijken.
Andersom kan ook geconcludeerd worden dat er geen sprake zal zijn van camouflerende werking van andere geluidsbronnen (het geluid van de windturbines zal niet gemaskeerd worden door bijvoorbeeld het al aanwezige en sterkere geluid van een snelweg). Ook om die reden is het afdoende om naar de geluidsproductie van de windturbines alleen te kijken zonder rekening te houden met andere geluidbronnen.

[9] Op grond van artikel 3.14a lid 2 en lid 3
[10] Besluit van 14 oktober 2010 tot wijziging van het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer en het Besluit omgevingsrecht (wijziging milieuregels windturbines)

6 Schaduwcontour per opstelling en aantal woningen binnen schaduwcontour

Als de zon schijnt en de windturbines draaien dan kunnen ze slagschaduw veroorzaken.
Om gevoelige objecten, dezelfde als geluidsgevoelige objecten, hiertegen te beschermen is in het Activiteitenbesluit opgenomen dat de windturbine van een automatische stilstandvoorziening voorzien moet zijn, indien er gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag (bewegende) slagschaduw kan optreden. Deze contour is per opstellingsvariant in kaartvorm weergegeven.

Vanwege de hanteerbaarheid van dit document zijn de kaarten in een losse bijlage toegevoegd:

Bijlage 3: Schaduwcontour per opstelling

Slagschaduw kan als zeer hinderlijk ervaren worden en het is een van de belangrijkste zorgen voor omwonenden. Hinder door slagschaduw kan echter veelal gemakkelijk voorkomen worden door de windturbines altijd stil te zetten als er sprake is van slagschaduw op een van de omliggende woningen. Dat gaat ten koste van de opbrengst van het windpark maar is meestal niet meer dan enkele tienden procenten van de jaaropbrengst. De meeste projecteigenaren kiezen er daarom voor om hinder door slagschaduw helemaal te voorkomen.

In onderstaande tabel is per opstellingsvariant het aantal woningen dat binnen de schaduwcontour valt aangegeven. De registratie van woningen komt uit de beschikbare BAG data[11].

	3MW Optimaal (V112)	3MW Maximaal (V112)	5MW Optimaal (RE5)	5MW Maximaal (RE5)
Zoekgebied 1	3	51	2	34
Zoekgebied 3	209	209	201	201
Zoekgebied 4	174	388	190	539
Zoekgebied 5&6	100	599	148	643
Zoekgebied 7	150	150	105	105

[11] Basisregistratie Adressen en Gebouwen

7 Opbrengstberekening per opstelling

Ter ondersteuning van het planMER voor de gemeente Emmen is een indicatieve schatting van het windaanbod gemaakt. Het windaanbod kan per locatie variëren, zowel in hoogte (hoe hoger, hoe meer wind) als in plaats (meer wind in open ruimte, minder wind als gevolg van hoge gebouwen in de omgeving).

De verschillende opstellingsvarianten bestaan uit 9-28 windturbines, afhankelijk van het zoekgebied en het scenario. De zoeklocaties zijn in open en vlak agrarisch gebied met hier en daar een bomenrij, kassen of bebouwing.

Voor dit planMER zijn voor de berekeningen van de elektriciteitsopbrengst twee windturbinetypes gebruikt:

- een windturbine die veel wordt verkocht en geschikt is voor deze locatie, de Vestas V112-3.0MW
- een windturbine in de categorie van 5MW: de Repower 5M

Voor de Vestas V112-3.0MW is een ashoogte van 94 meter gekozen waarbij de tiphoogte 150m is. Voor de Repower 5M is een ashoogte van 117 meter gekozen, en een tiphoogte van 180 meter.

Met behulp van beschikbare windsnelheidsdata van KNMI en de EMD software WindPro versie 2.8 is de elektriciteitsopbrengst voor 2 verschillende windturbinetypes, 2 ashoogtes en 4 lay-outs per site berekend. Windsnelheidsdata zijn verkregen van KNMI voor de periode 2000-2009 afkomstig van Hoogeveen en Eelde en gebruikt als input in de WindPro-berekeningen.

De berekeningen houden rekening met de interne zogeffecten en de invloed van oppervlakteruwheid op het windklimaat, zodat de scenario's en zoeklocaties onderling vergelijkbaar zijn qua rendabiliteit per windturbine. Echter, deze resultaten zijn bedoeld als indicatie voor een eerste inschatting zonder enige optimalisatie. Daarom zijn de resultaten niet geschikt als basis voor een definitieve windopbrengstberekening.

Elk scenario is geanalyseerd met betrekking tot het windklimaat en de elektriciteitsopbrengst. Voor een realistische opbrengstberekening moeten opbrengstverliezen en onzekerheden meegenomen worden. De mogelijke opbrengstverliezen kunnen worden onderverdeeld in zeven categorieën: parkverliezen (zogeffect), niet-beschikbaarheid, elektrische verliezen, omgevingsverliezen, windturbineprestatieverliezen, terugregelverliezen (curtailment) en overige verliezen. In dit project zijn de totale opbrengstverliezen ingeschat op 7.5%.

Aangezien het windklimaat, de lay-out en ruwheidskaart niet volledig geoptimaliseerd zijn en het doel locatie*selectie*[12] is, zijn de P_{50} waardes ingedeeld in 3 categorieën zodat ze onderling vergeleken kunnen worden. De resultaten zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Het windklimaat varieert van site tot site in grootte tussen 6.5-7.3 m/s. Dit komt mede door de gekozen ashoogte. Het grootste windaanbod kan gevonden worden bij zoekgebied 5&6 en zoekgebied 7, doordat hier de wind in de dominante zuidwestelijke windrichting niet afgeremd wordt door de verhoogde ruwheid van de stad Emmen. Zoekgebied 1 en 3 daarentegen, bevinden zich gedeeltelijk in de luwte van de stad Emmen.

Naast verschillen in het lokale windklimaat spelen zogeffecten een grote rol in de uiteindelijke efficiëntie van de windturbines. Op sites met veel windturbines dicht opeen als zoekgebied 7 en zoekgebied 1, kunnen zogverliezen de opbrengst tot wel 18% verlagen. Zoekgebied 5&6 heeft zogverliezen van slechts 3-8% doordat de windturbines ver uiteen staan. Dit geeft aan dat een grotere spreiding van de windturbines in een optimale lay-out de efficiëntie van de windturbines significant kan verhogen.

Als de invloed van oppervlakteruwheid en zogverliezen op het lokale windklimaat worden gecombineerd met de windturbineproductie, kunnen de volgende drie categorieën onderscheiden worden voor de rentabiliteit van de verschillende sites voor een optimale opstelling, maximumopstelling en een windturbine van 3 of 5 MW. De categorieën zijn gebaseerd op het gemiddeld aantal vollasturen[13] per windturbine.

Tabel 1 - Rentabiliteit van de site gebaseerd op 3 categorieën voor gemiddeld aantal vollasturen per windturbine. Zie tekst voor details.

	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Optimale opstelling Vestas V112 3MW	-	-	+/-	+	+/-
Optimale opstelling Repower 5MW	-	-	+/-	+	+
Maximale opstelling Vestas V112 3MW	-	-	+/-	+	+/-
Maximale opstelling Repower 5MW	-	-	+/-	+	+/-

De resultaten voor de Repower 5MW en de Vestas V112 3MW zijn apart van elkaar onderverdeeld in categorieën, omdat de ashoogteverschillen onderling vergelijken bemoeilijken. Voor de Repower 5MW staat ondergemiddeld (-) gelijk aan 2000-2150 vollasturen, gemiddeld (+/-) is 2150-2300 en bovengemiddeld (+) 2300-2450 vollasturen.

[12] In plaats van bijvoorbeeld een investeringsbeslissing
[13] het aantal uur dat de windturbine op vol vermogen zou moeten draaien om de jaaropbrengst te produceren

Voor de Vestas V112 3MW geldt 2200-2350 zoals ondergemiddeld (-), 2350-2500 als gemiddeld (+/-) en 2500-2650 als bovengemiddeld (+) aantal vollasturen.

Bovendien wordt de maximale productie van elk zoekgebied aangegeven naar beneden afgerond in GWh/jaar (zie Tabel 2).

Tabel 2 - Maximaal haalbare productie van elk zoekgebied voor ieder scenario in GWh/jaar

	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Optimale opstelling Vestas V112 3MW	130	130	140	110	140
Optimale opstelling Repower 5MW	120	120	130	110	140
Maximale opstelling Vestas V112 3MW	220	130	200	150	140
Maximale opstelling Repower 5MW	210	140	240	180	160

Als achtergronddocument is het opbrengstrapport toegevoegd in de bijlage:
Bijlage 4: Bepaling windaanbod en opbrengst windlocaties Emmen

8 Vermeden CO_2 en andere stoffen per opstelling

Om mede de milieuwinst te bepalen ten opzichte van conventionele energieopwekking is in onderstaande tabel weergegeven.

Het reductiepotentieel voor de uitstoot van CO_2 is gebaseerd op data van International Energy Agency (2009).
Het reductiepotentieel voor de uitstoot van SO_2 en NOx is gebaseerd op emmisiedata uit het 'Compendium voor de leefomgeving'. Het reductiepotentieel is de gemiddelde jaarlijkse uitstoot van SO2/NOx per KWh door de Nederlandse elektriciteitsproductie. Hiervoor zijn gegevens over de gemiddelde jaarlijkse uitstoot voor de gehele energievoorziening en de nationale bruto elektriciteitsproductie verwerkt over de periode 2006-2010. De uitstoot van beide stoffen laat een dalende trend zien in de laatste tien jaar, zowel absoluut als per KWh.

CO2-besparing [$\times 10^3$ kg]	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Optimale opstelling Vestas V112 3MW	81	79	86	65	87
Optimale opstelling Repower 5MW	131	79	122	91	87
Maximale opstelling Vestas V112 3MW	74	74	80	65	82
Maximale opstelling Repower 5MW	127	85	145	106	94

NOx-besparing [kg]	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Optimale opstelling Vestas V112 3MW	42	41	44	33	45
Optimale opstelling Repower 5MW	68	41	63	47	45
Maximale opstelling Vestas V112 3MW	38	38	41	33	42
Maximale opstelling Repower 5MW	66	44	75	55	49

SO_2-besparing [kg]	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Optimale opstelling Vestas V112 3MW	10	10	10	8	10
Optimale opstelling Repower 5MW	16	10	15	11	10
Maximale opstelling Vestas V112 3MW	9	9	10	8	10
Maximale opstelling Repower 5MW	15	10	17	13	11

9 Financiële haalbaarheid per locatie

Een laatste beoordelingscriterium is de financiële haalbaarheid van een windpark op de mogelijk geschikte locaties.
Hiervoor is met behulp van een financieel model een business case doorgerekend. Hiervoor worden kengetallen gebruikt die gebaseerd zijn op ervaringscijfers van Ecofys. Als resultaat wordt in onderstaande tabel, de verwachte project IRR (internal rate of return) als indicatie van de rentabiliteit per locatie per windturbinetype weergegeven. Er is op dit moment in het proces geen verschil gemaakt in optimale opstelling en maximale opstelling aangezien het doel op dit moment selectie van site is. Als afstand tot het dichtstbijzijnde aansluitpunt op het elektriciteitsnet is nu voor alle parken een afstand van 1km aangehouden

In het model is rekening gehouden met investeringskosten, onderhoudskosten, verzekeringen, subsidies, elektriciteitsprijzen en de opbrengst zoals aangegeven in hoofdstuk 7.
Een aantal relevante aannames zijn als volgt:

- SDE is 90 €/MWh
- Er is rekening gehouden met een te betalen grondvergoeding
- Er wordt gebruik gemaakt van de financiële regeling EnergieInvesteringsAftrek (EIA)
- Jaarlijkse inflatie is 2%

Zoals in de tabel te zien is, is de Vestas V112 3 MW in de verschillende zoekgebieden financieel geschikter dan de Repower 5MW. De project IRR's liggen als we naar de verschillende locaties kijken tussen de 5,3% en 8,7 %. Een project-IRR van 7-8% is voor Nederlandse wind-op-land projecten voldoende voor projectontwikkelaars voor een financieel haalbaar project.

Resultaat	**Zoekgebied 1**		**Zoekgebied 3**		**Zoekgebied 4**		**Zoekgebied 5&6**		**Zoekgebied 7**	
Type windturbine	V112 3MW	Repower 5MW	V112 3MW	Repower 5MW	V112 3MW	Repower 5MW	V112 3MW	Repower 5MW	V112 3MW	Repower 5MW
Project IRR	7,0-7,2%	5,3-5,5%	7,0-7,2%	5,3-5,5%	7,6-7,8%	6,0-6,2%	8,3-8,7	7,0-7,2	7,6-7,8%	6,6-6,8%

Bijlage 1: Opstellingen windturbines in beschikbare locaties.

Bijlage 1: Opstellingen windturbines in beschikbare locaties

Gebied 1: 3 MW Lijn Opstelling (60 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	Author: VGA	Reviewer: PRO	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

Gebied 1: 3 MW Max Opstelling (99 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	Author: VGA	Reviewer: PRO	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 1: 5 MW Lijn Opstelling (60 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	Author: VGA	Reviewer: PRO	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

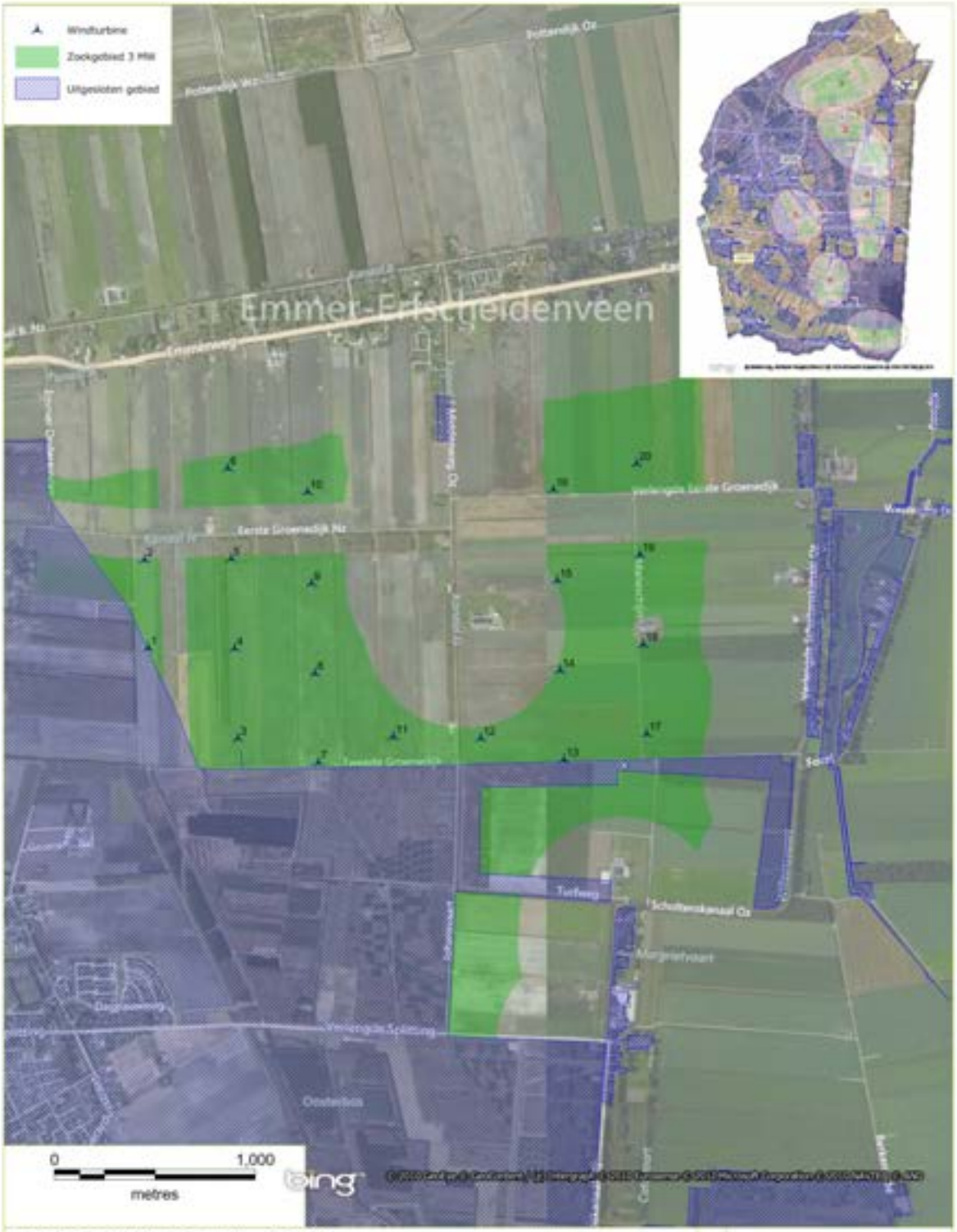
© 2012 All Rights Reserved

Gebied 1: 5 MW Max Opstelling (105 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	Author: VGA	Reviewer: PRO	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

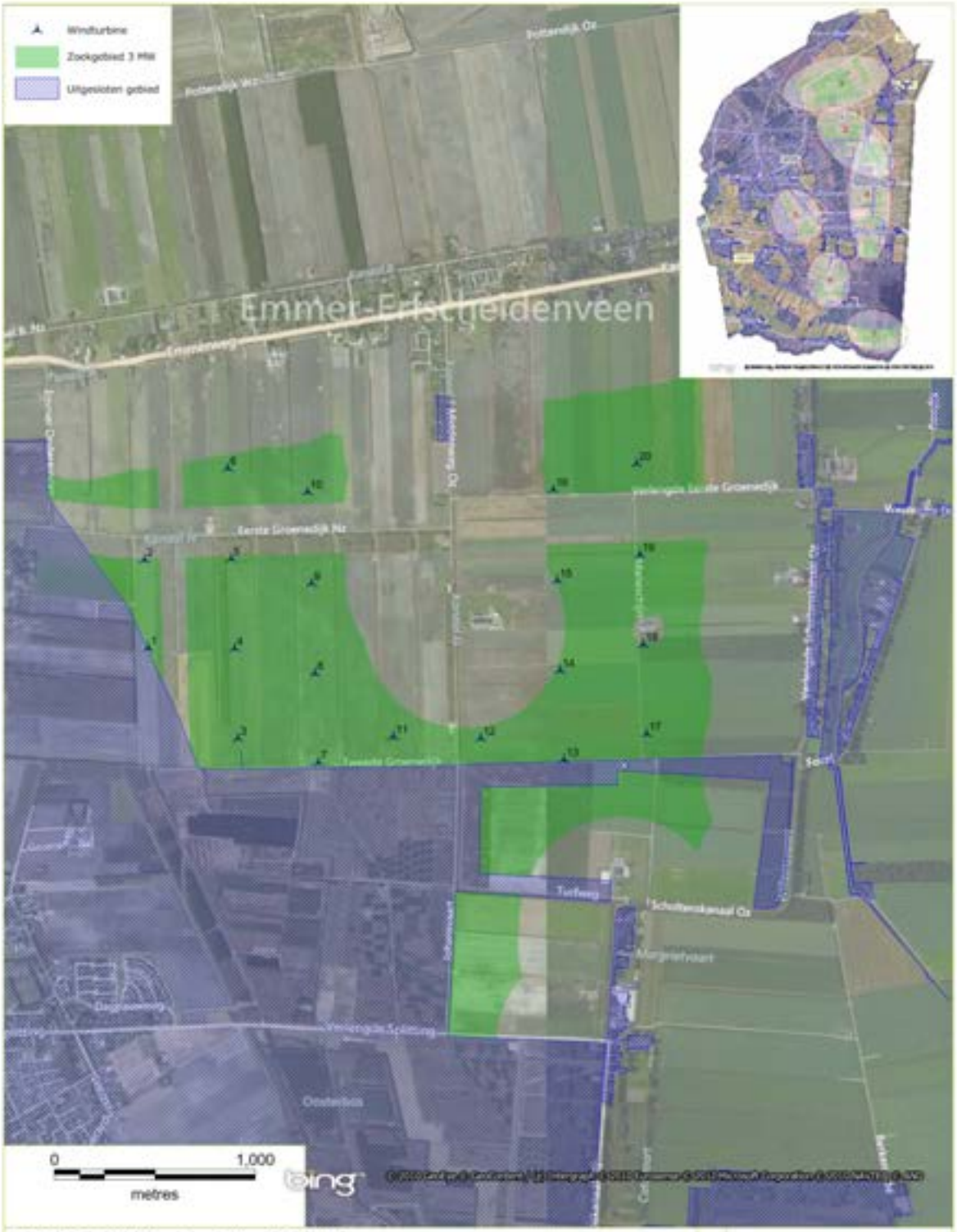


Gebied 3: 3 MW Lijn Opstelling (60 MW)

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 16/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** PRO	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

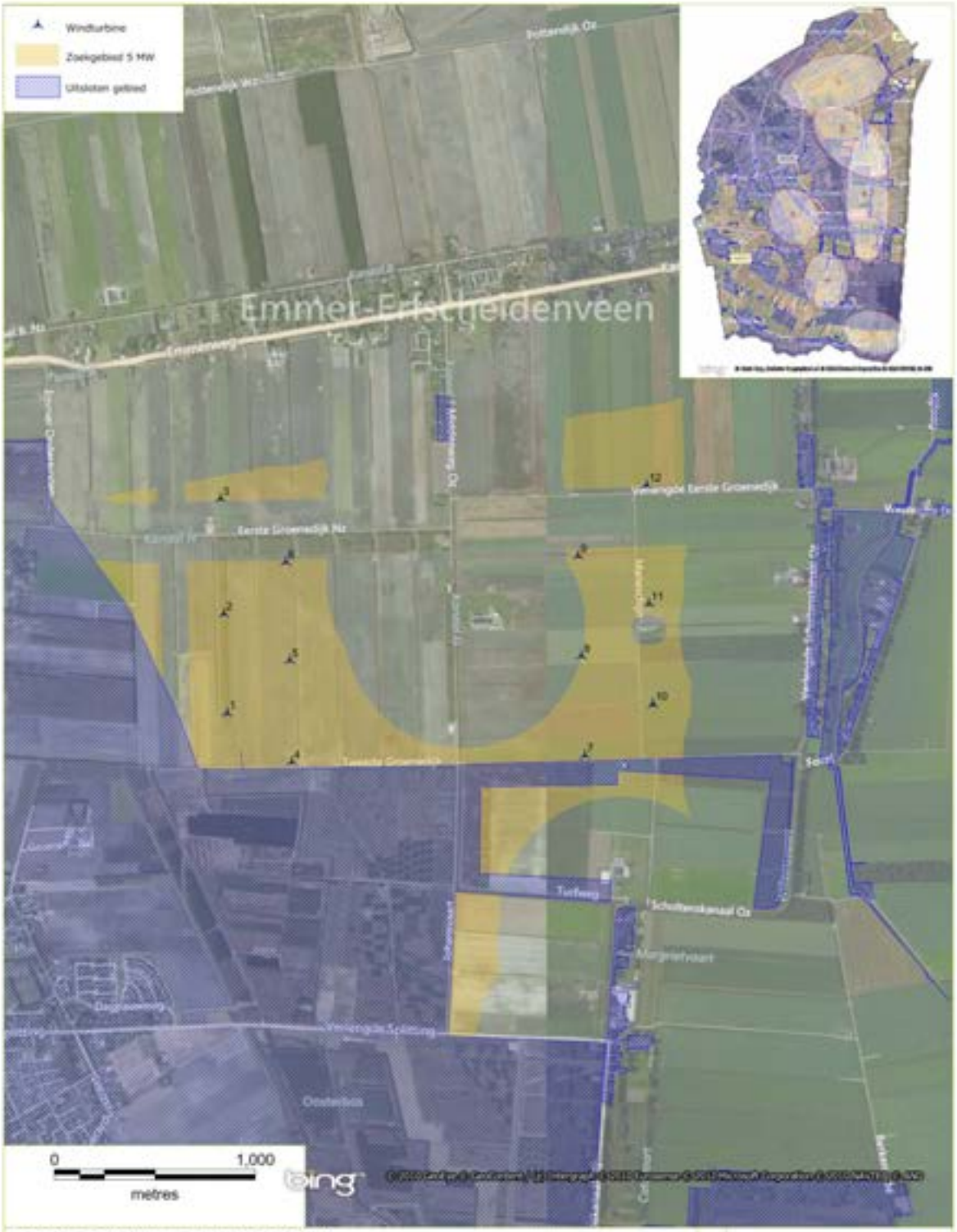


Gebied 3: 3 MW Max Opstelling (60 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** PRO	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

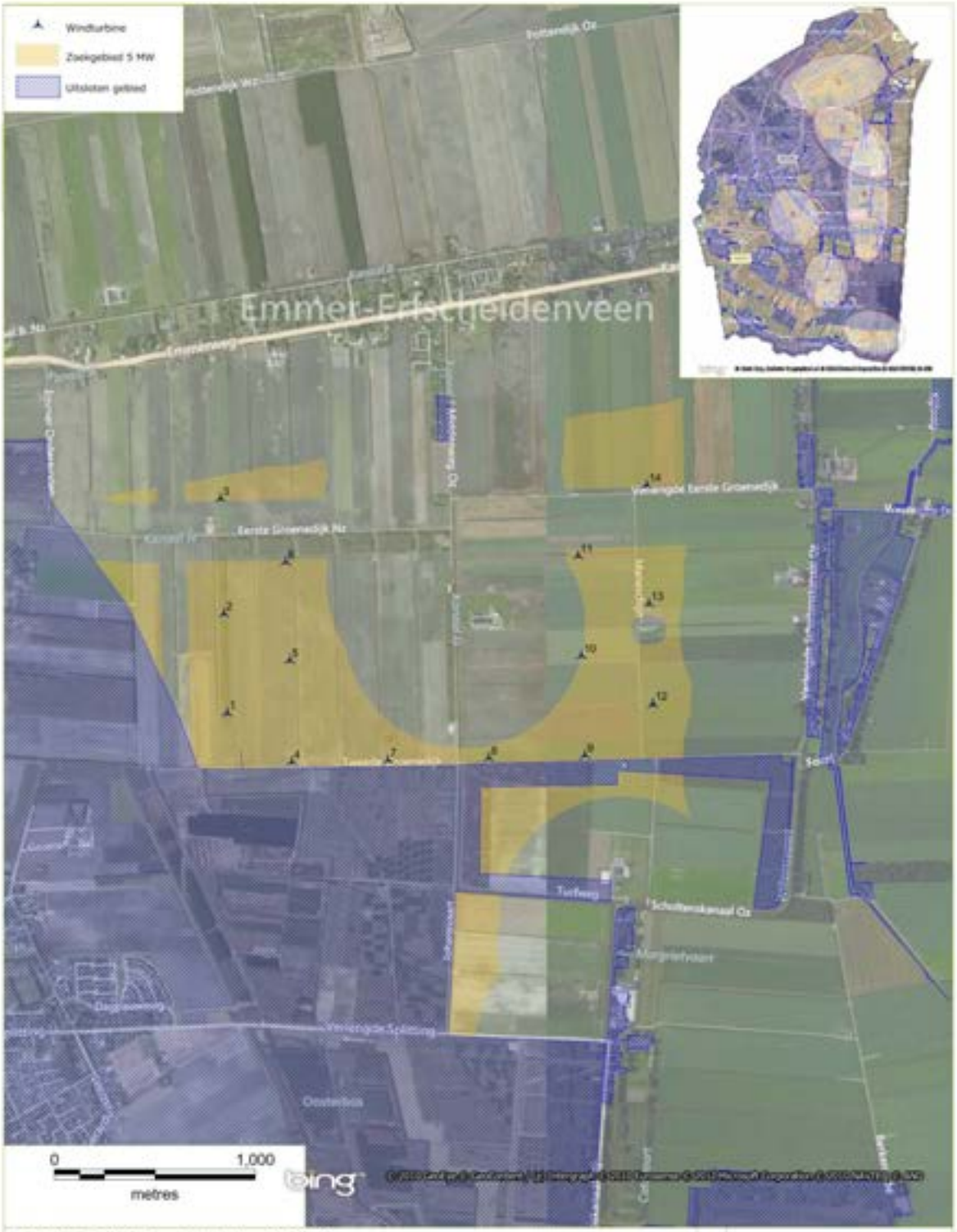


Gebied3: 5 MW Lijn Opstelling (60 MW)

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 16/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** PRO	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved



Gebied3: 5 MW Max Opstelling (70 MW)

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 16/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** PRO	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

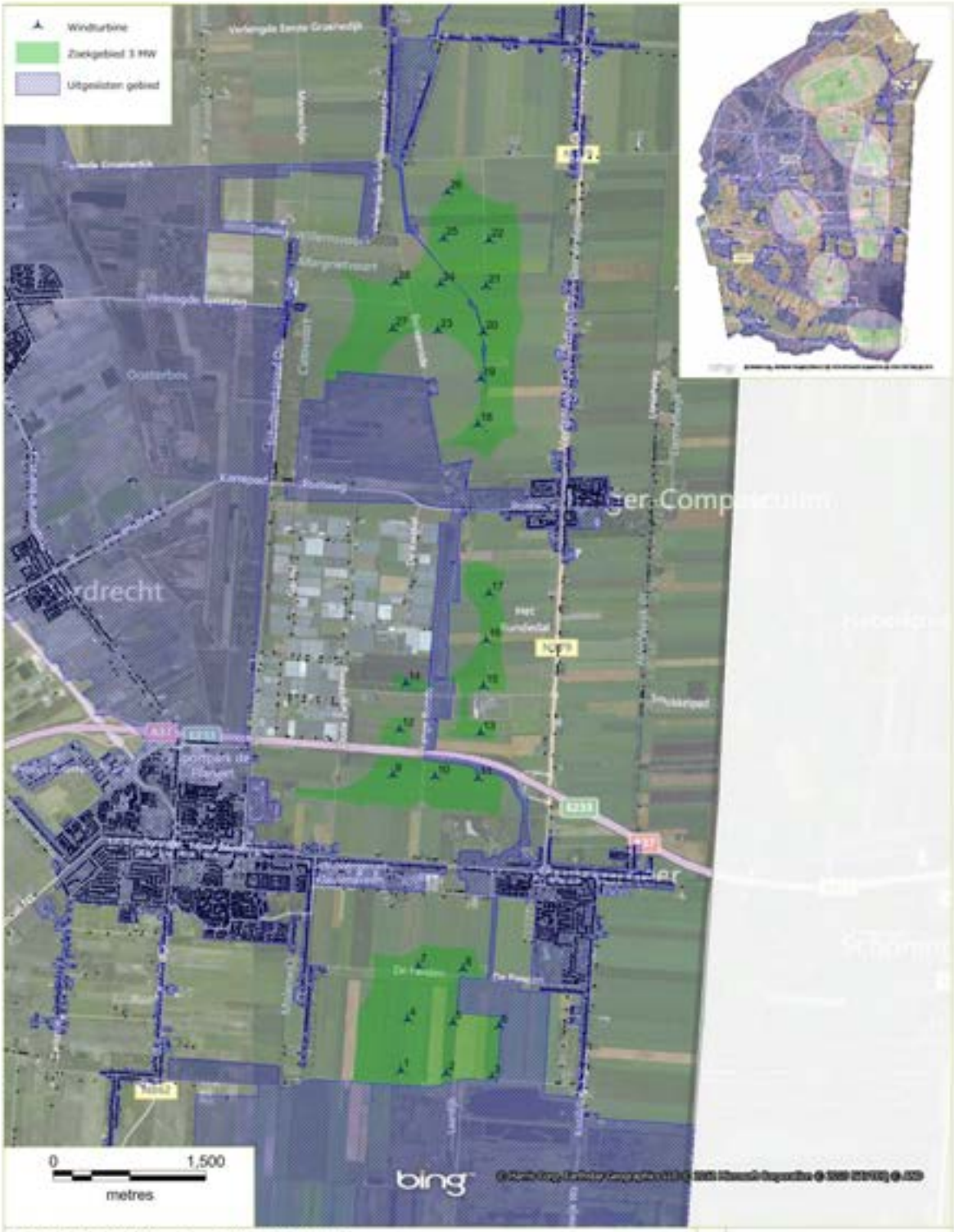
© 2012 All Rights Reserved

Gebied 4: 3 MW Lijn Opstelling (60 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 18/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** PRO	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved



Gebied 4: 3 MW Max Opstelling (84 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 18/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** PRO	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 4: 5 MW Lijn Opstelling (60 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 18/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** PRO	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

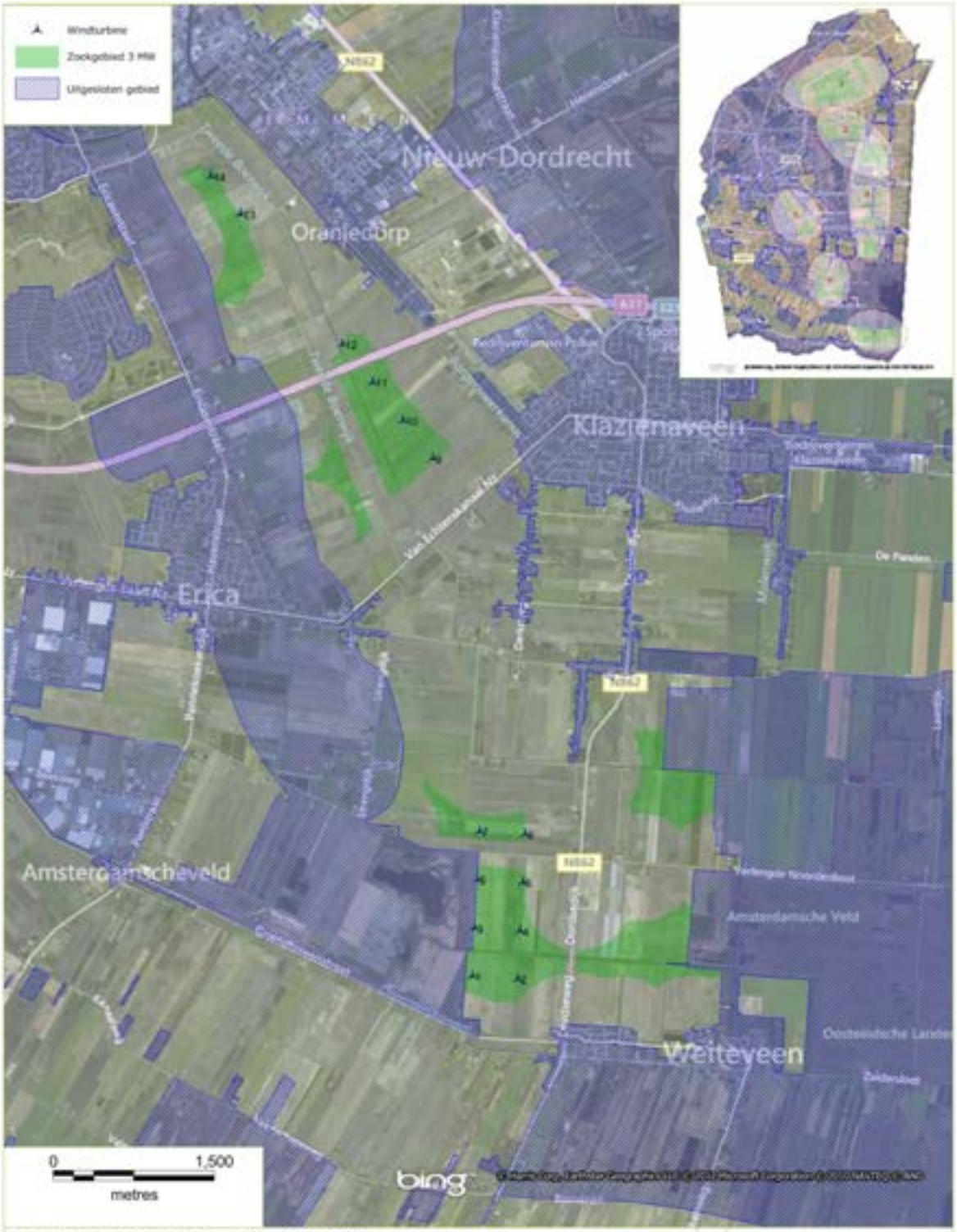
© 2012 All Rights Reserved

Gebied 4: 5 MW Max Opstelling (110 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 18/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** PRO	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

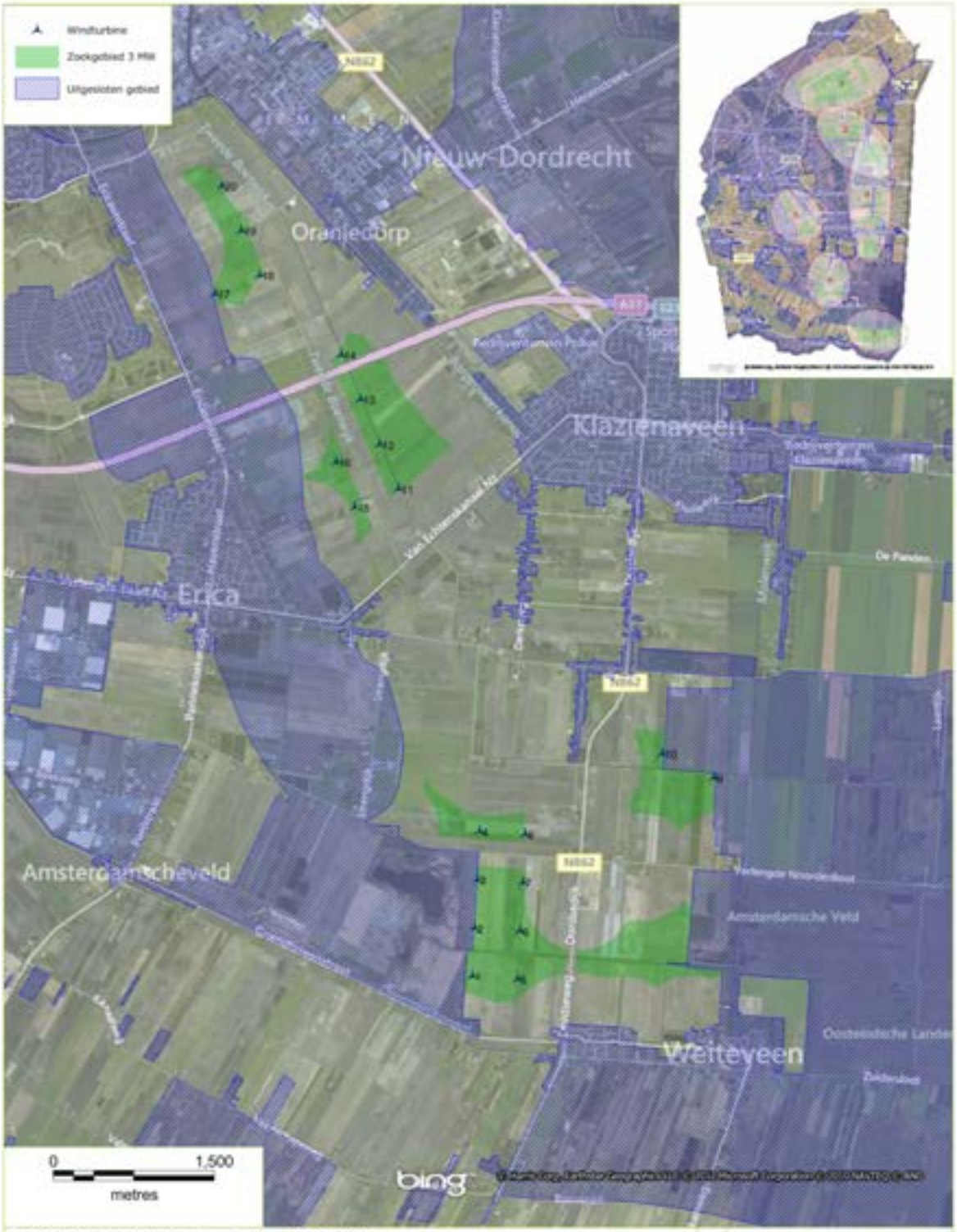


Gebied 5&6: 3 MW Lijn Opstelling (42 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	Author: VGA	Reviewer: PRO	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

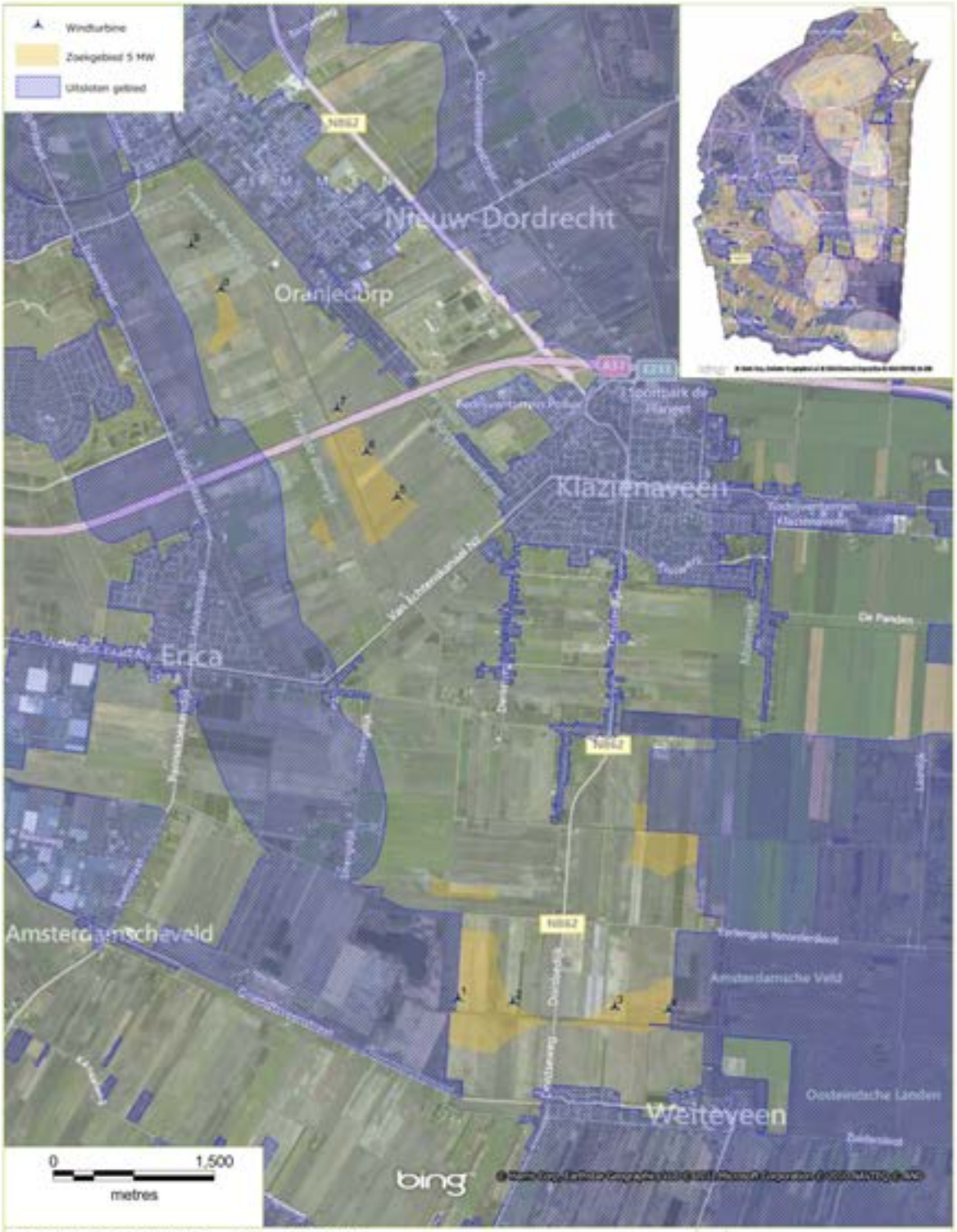


Gebied 5&6: 3 MW Max Opstelling (60 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	Author: VGA	Reviewer: PRO	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

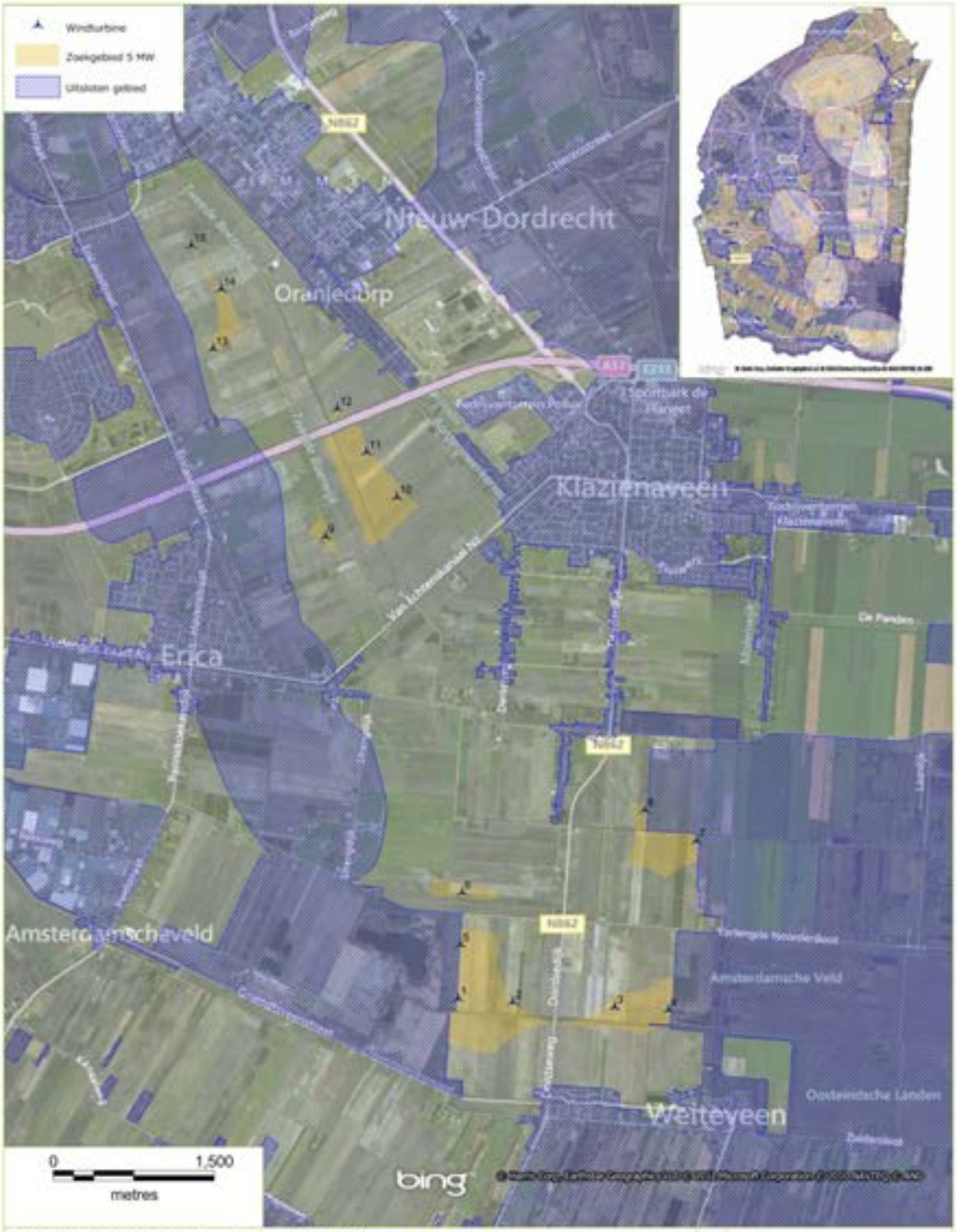


Gebied 5&6: 5 MW Lijn Opstelling (45 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** PRO	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

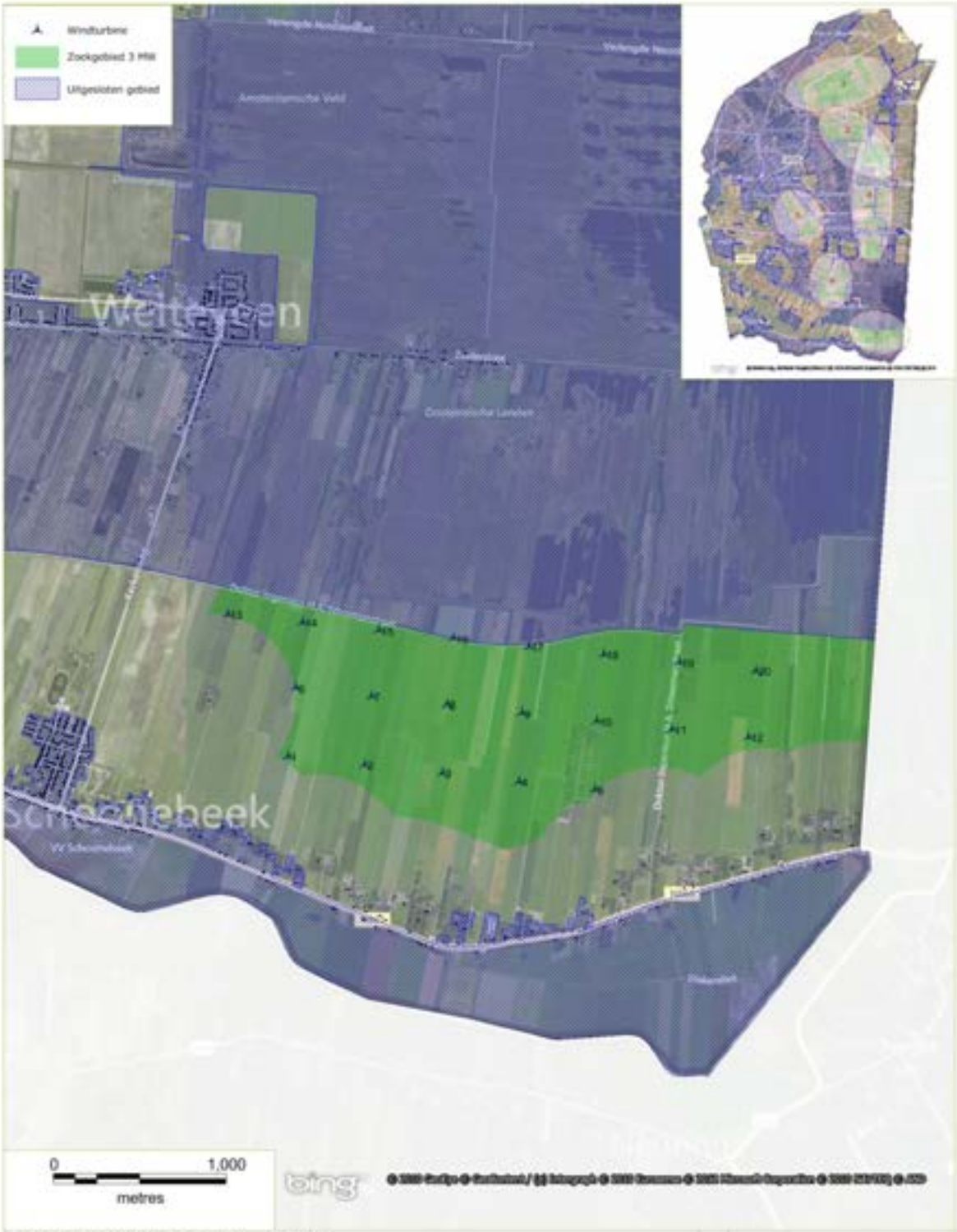


Gebied 5&6: 5 MW Max Opstelling (75 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** PRO	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

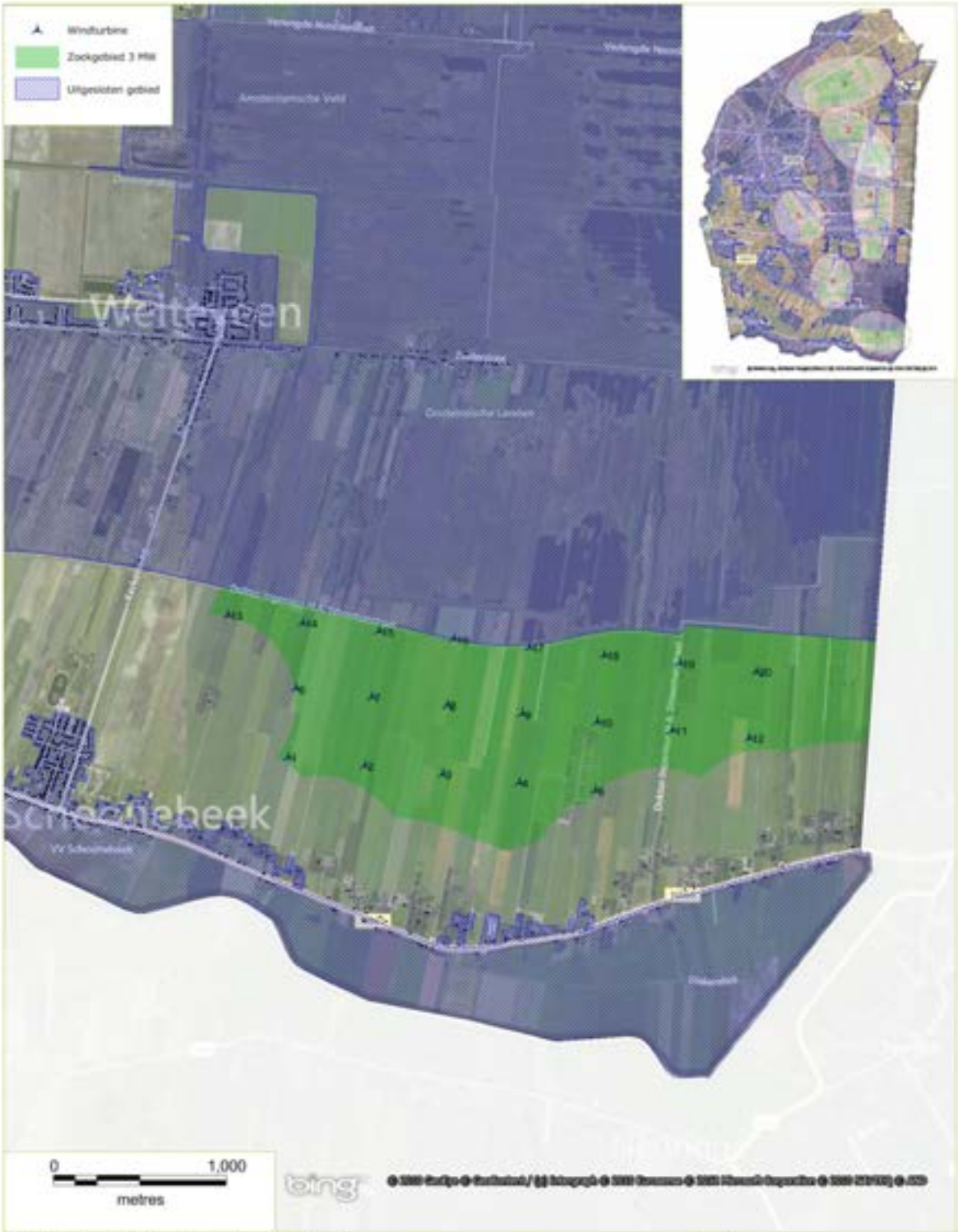


Gebied 7: 3 MW Lijn Opstelling (60 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	Author: VGA	Reviewer: PRO	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved



Gebied 7: 3 MW Max Opstelling (60 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	Author: VGA	Reviewer: PRO	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 7: 5 MW Lijn Opstelling (60 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	Author: VGA	Reviewer: PRO	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 7: 5 MW Max Opstelling (60 MW)

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 16/12/2012	Author: VGA	Reviewer: PRO	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Bijlage 2: Geluidcontour per opstelling

Bijlage 2: Geluidscontour per Opstelling

Gebied 1: 3 MW Lijn Opstelling met Geluidscontouren

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 21/12/2012	Author: VGA	Reviewer: ARN	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

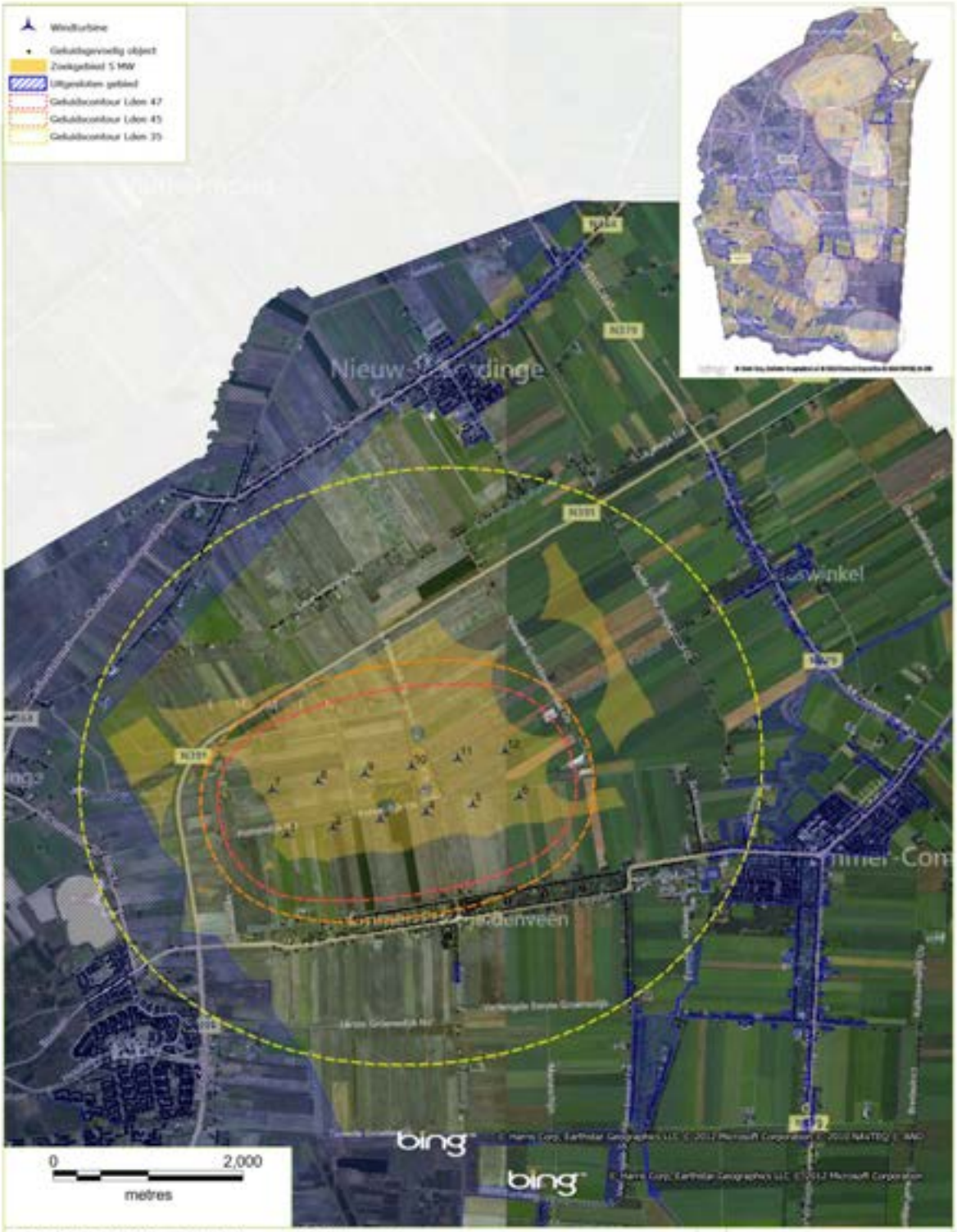
© 2012 All Rights Reserved

Gebied 1: 3 MW Max Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

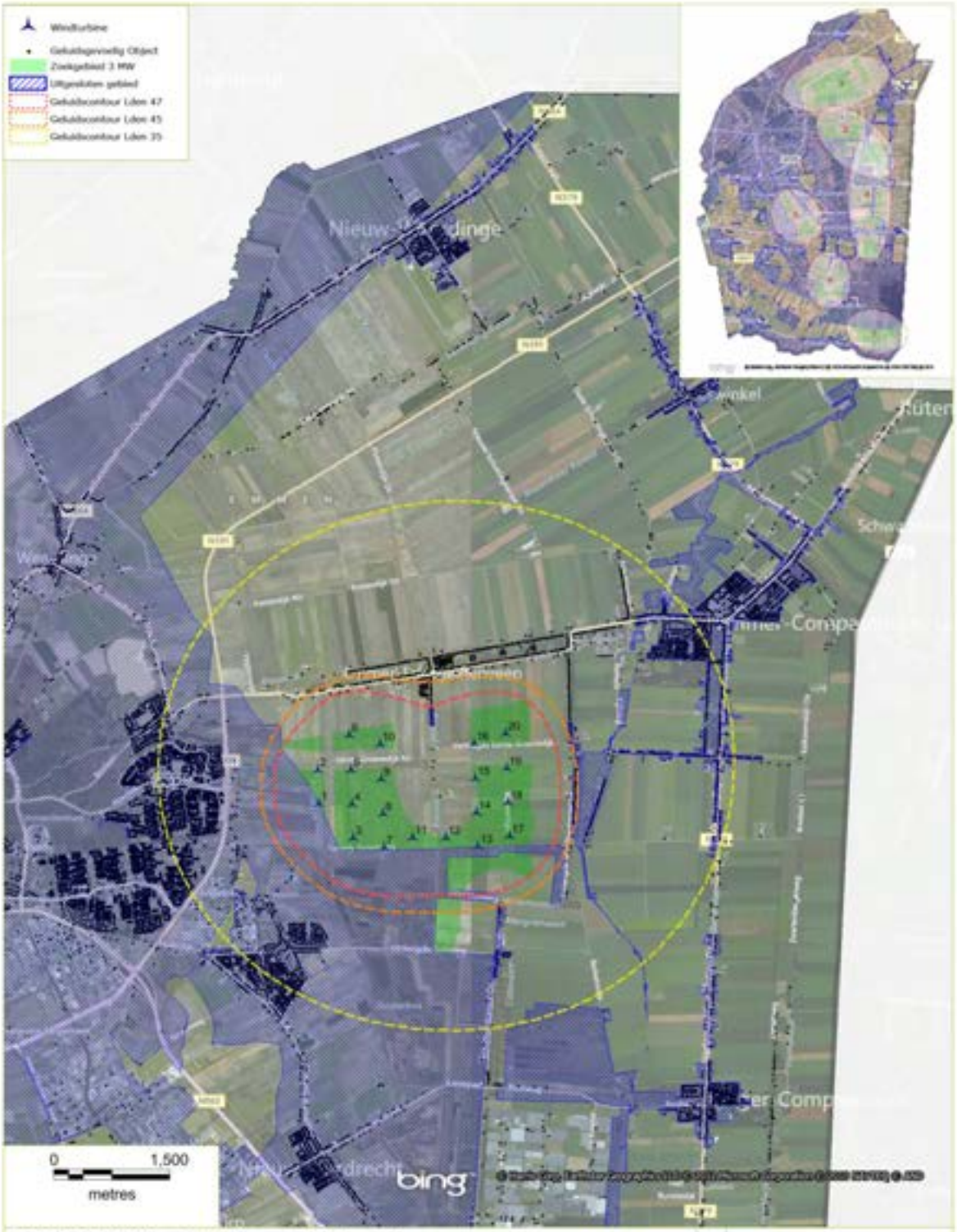

Windturbine
Geluidsgevoelig object
Zoekgebied 5 MW
Uitgesloten gebied
Geluidscontour Lden 47
Geluidscontour Lden 45
Geluidscontour Lden 35
Nieuw-Weerdinge
N391
N391
N391

Gebied 1: 5 MW Max Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

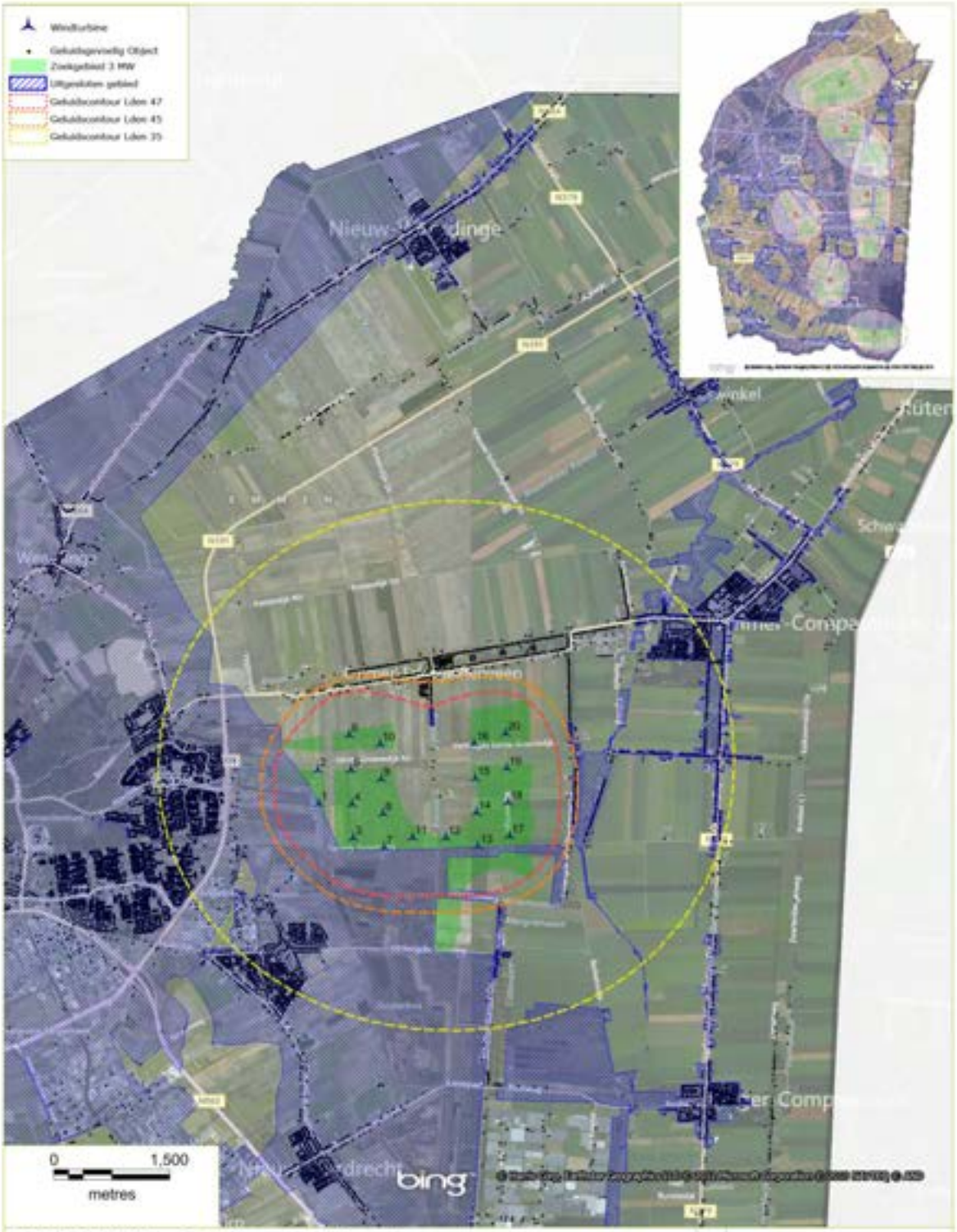


Gebied 3: 3 MW Lijn Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved



Gebied 3: 3 MW Max Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 3: 5 MW Lijn Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

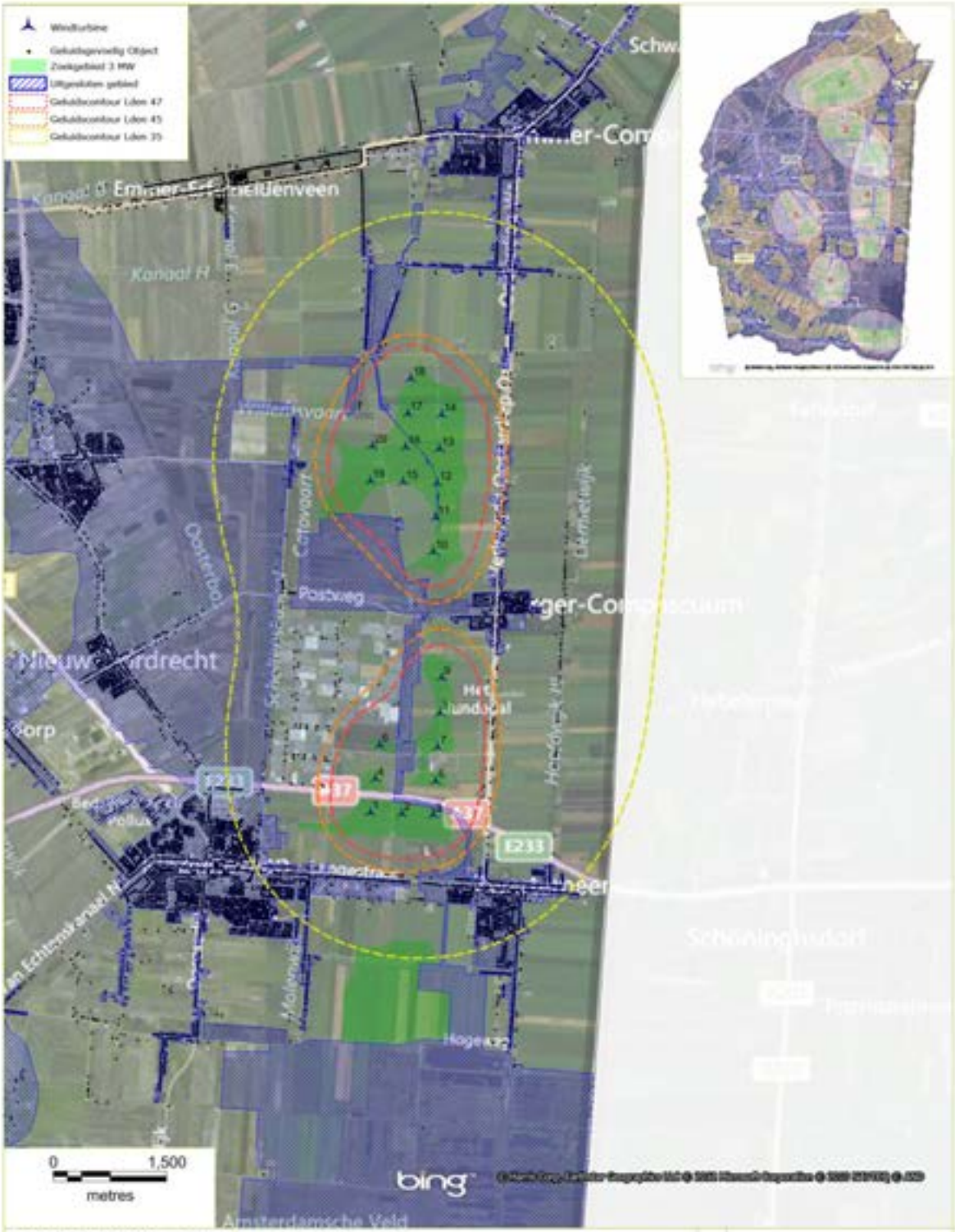
© 2012 All Rights Reserved

Gebied 3: 5 MW Max Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

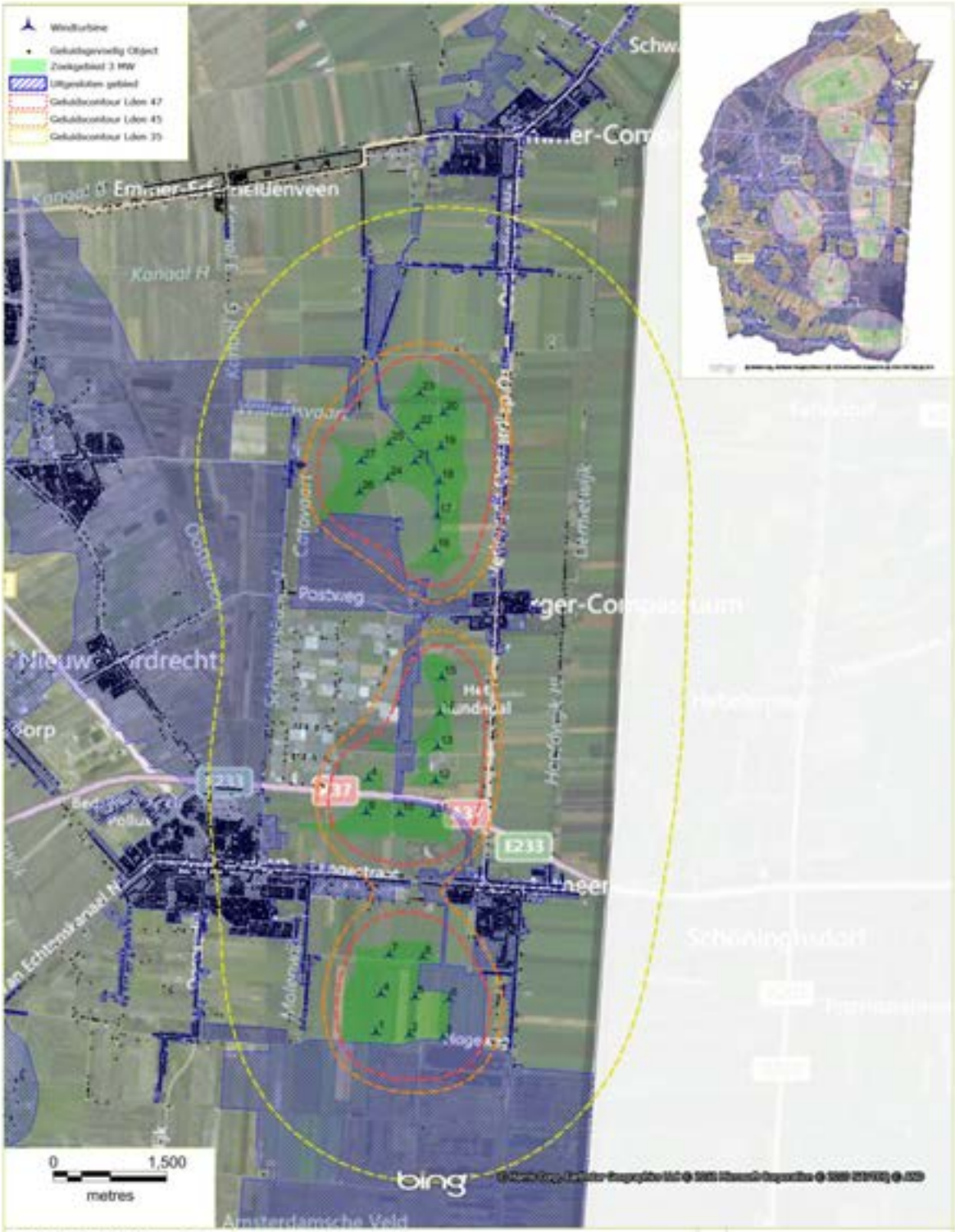


Gebied 4: 3 MW Lijn Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

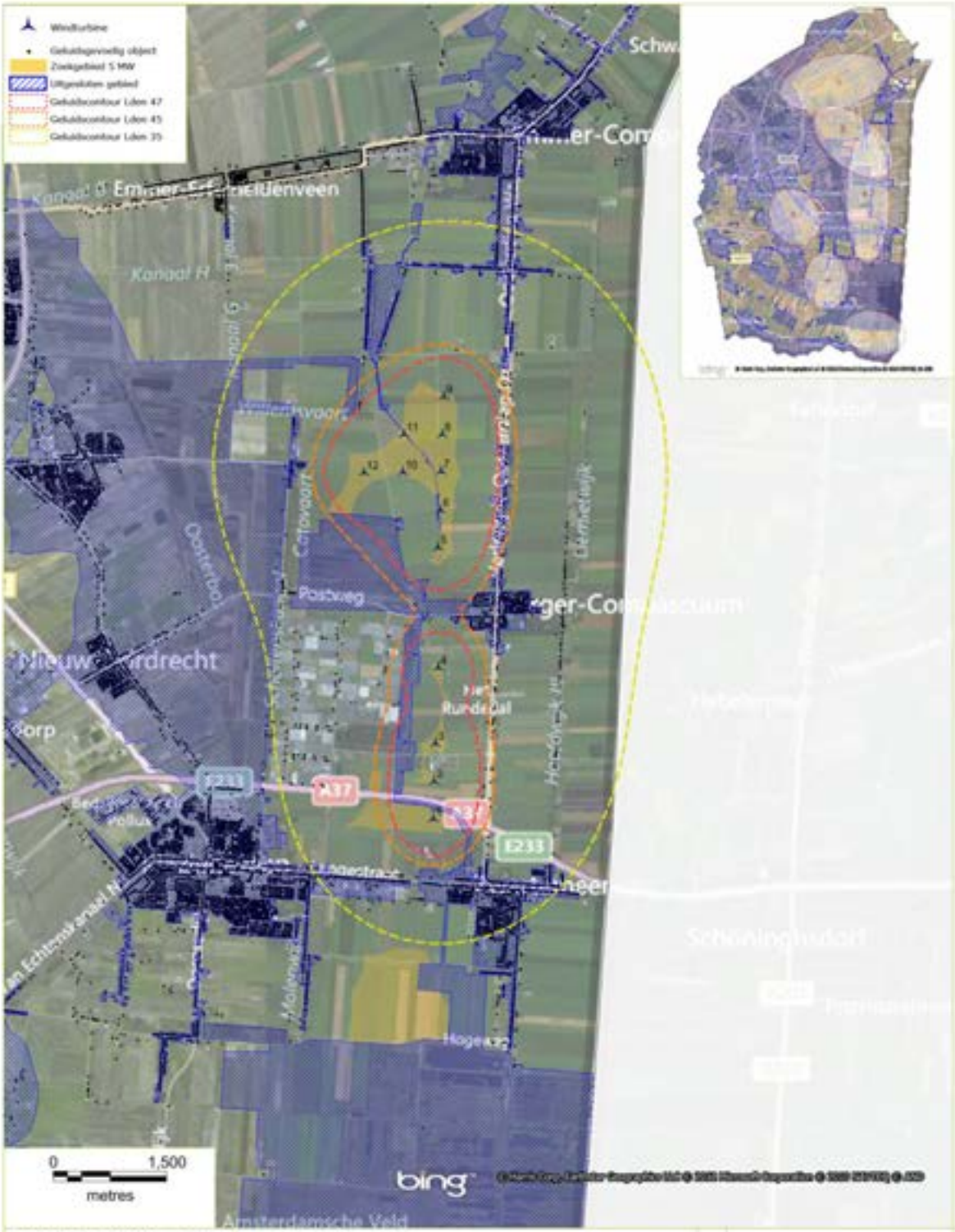


Gebied 4: 3 MW Max Opstelling met Geluidscontouren

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

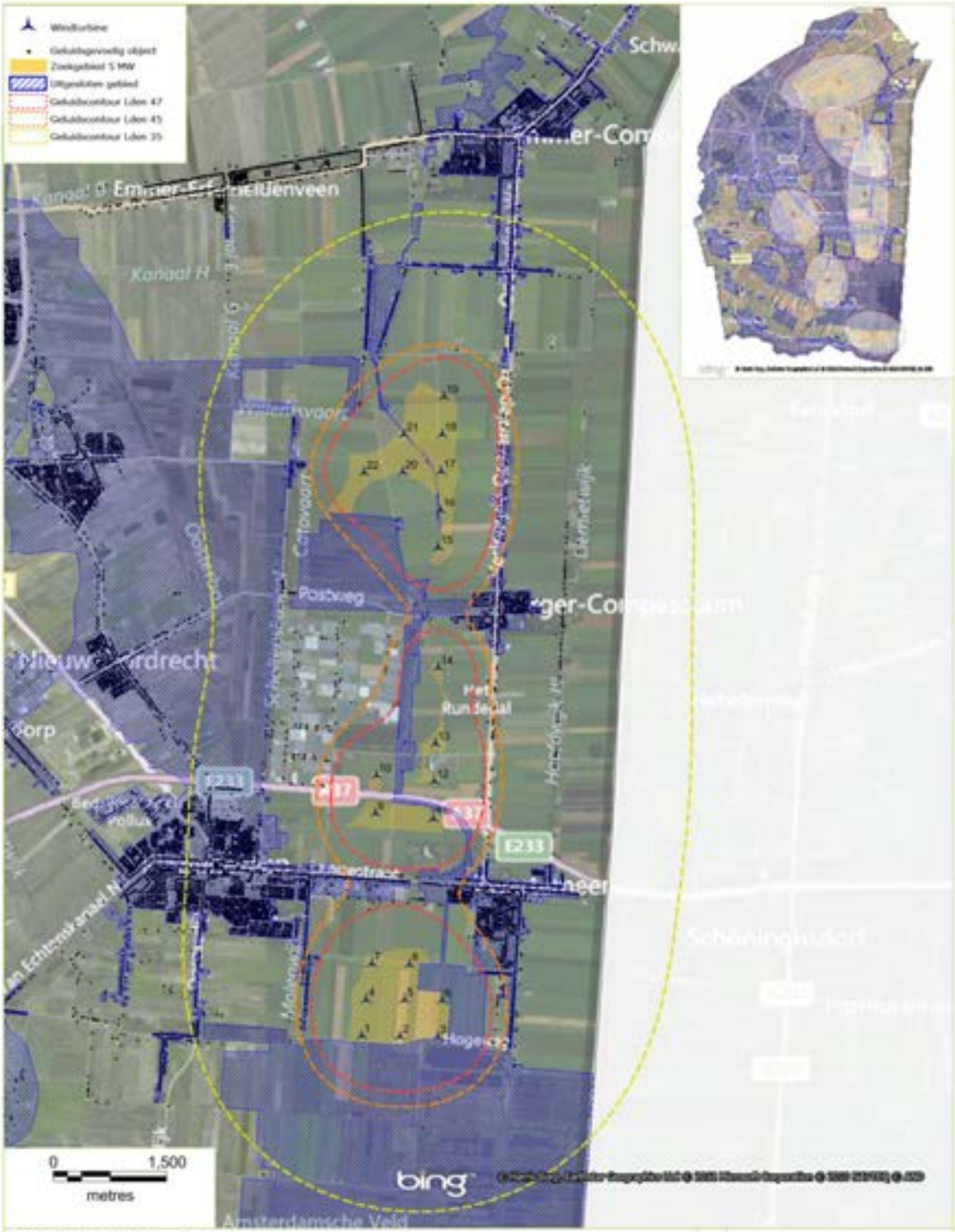


Gebied 4: 5 MW Lijn Opstelling met Geluidscontouren

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 21/12/2012	Author: VGA	Reviewer: ARN	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

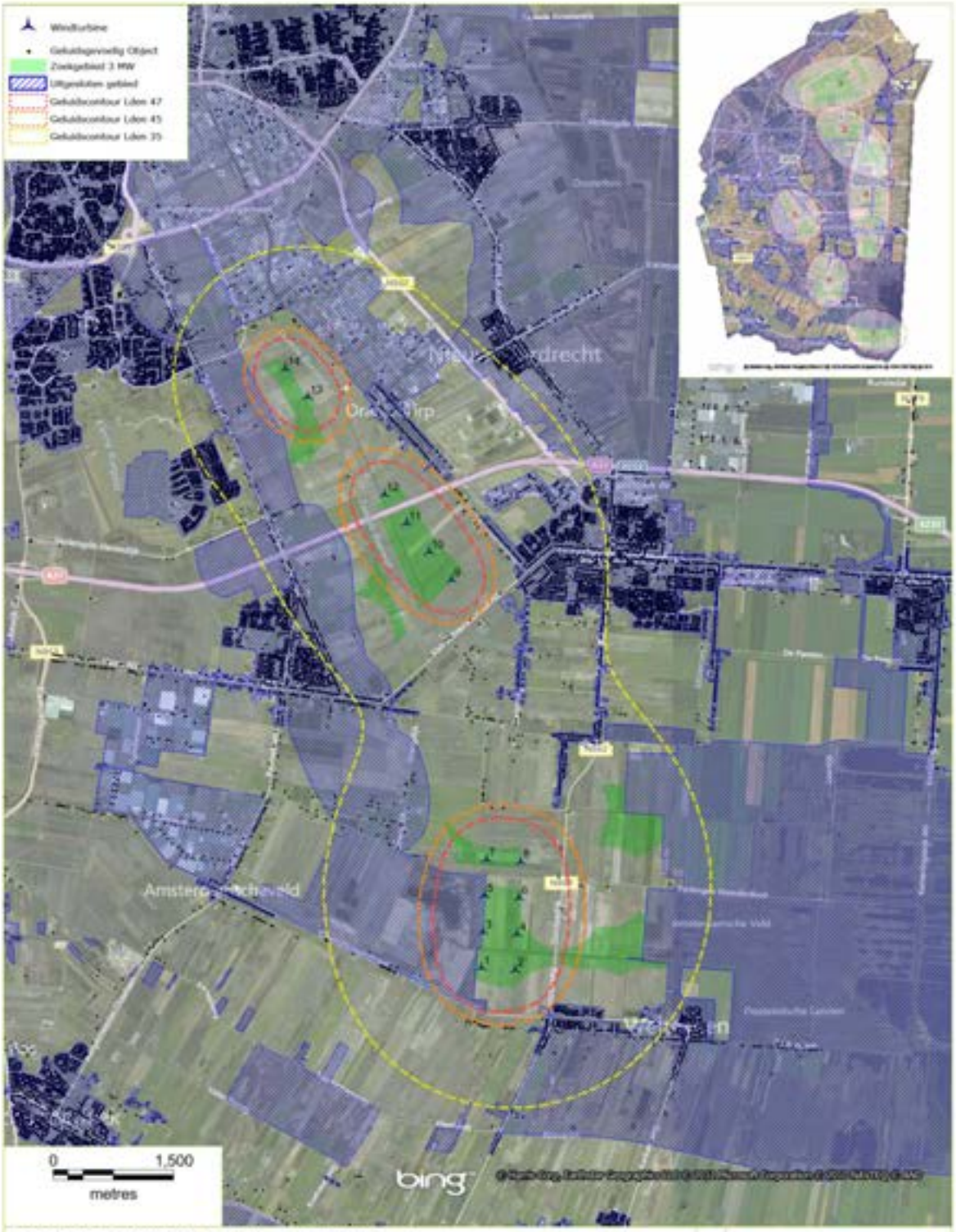


Gebied 4: 5 MW Max Opstelling met Geluidscontouren

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

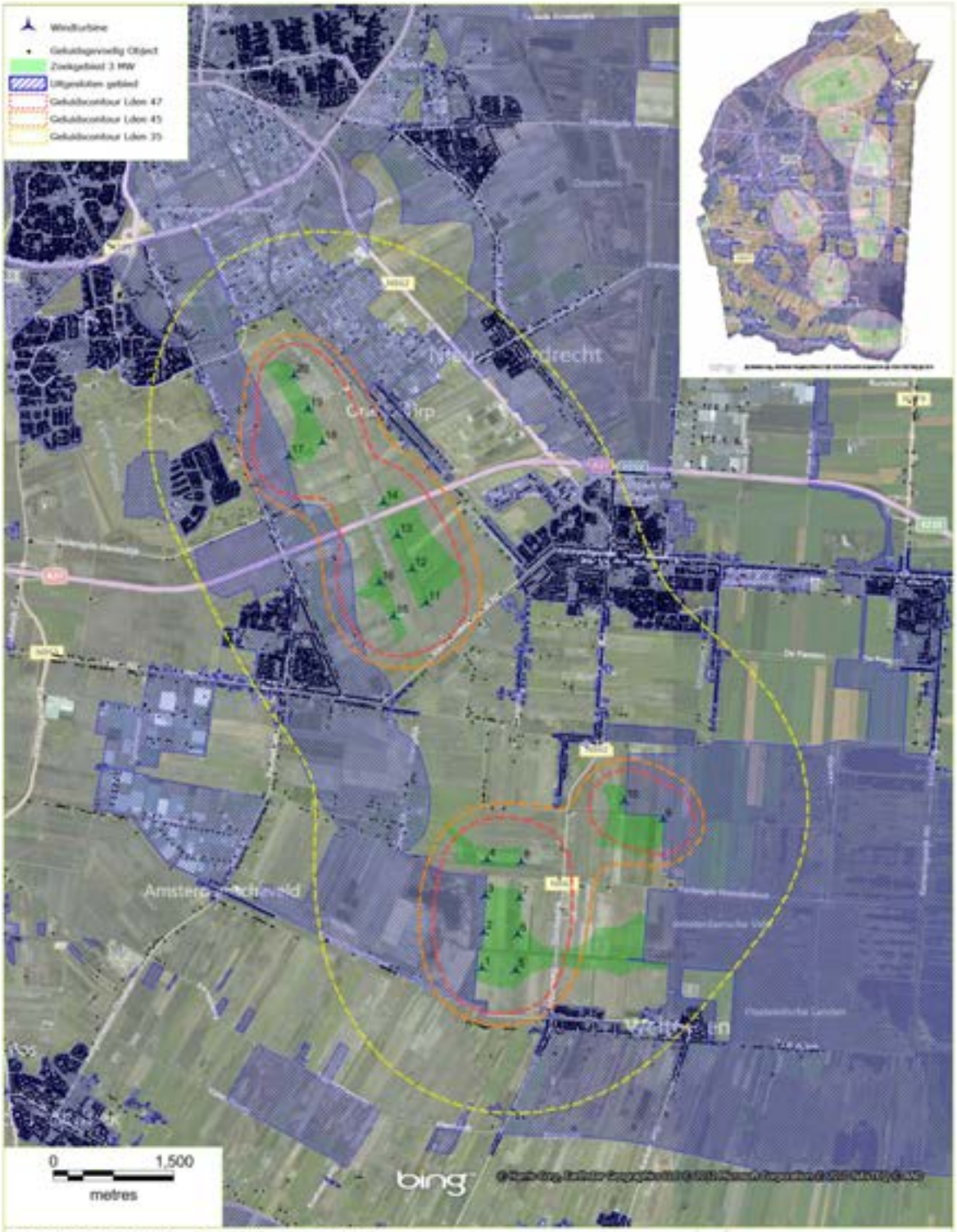


Gebied 5&6: 3 MW Lijn Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

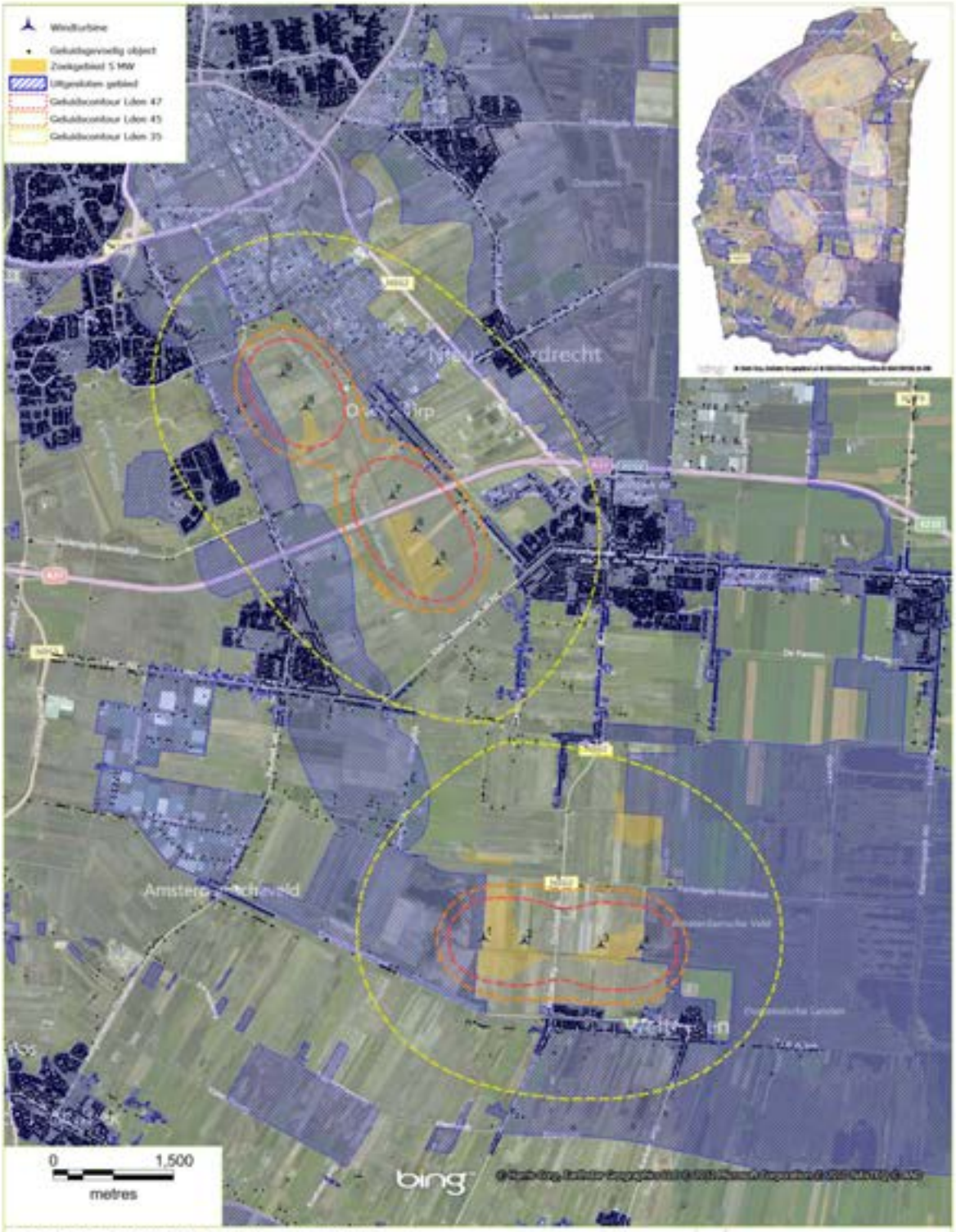


Gebied 5&6: 3 MW Max Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

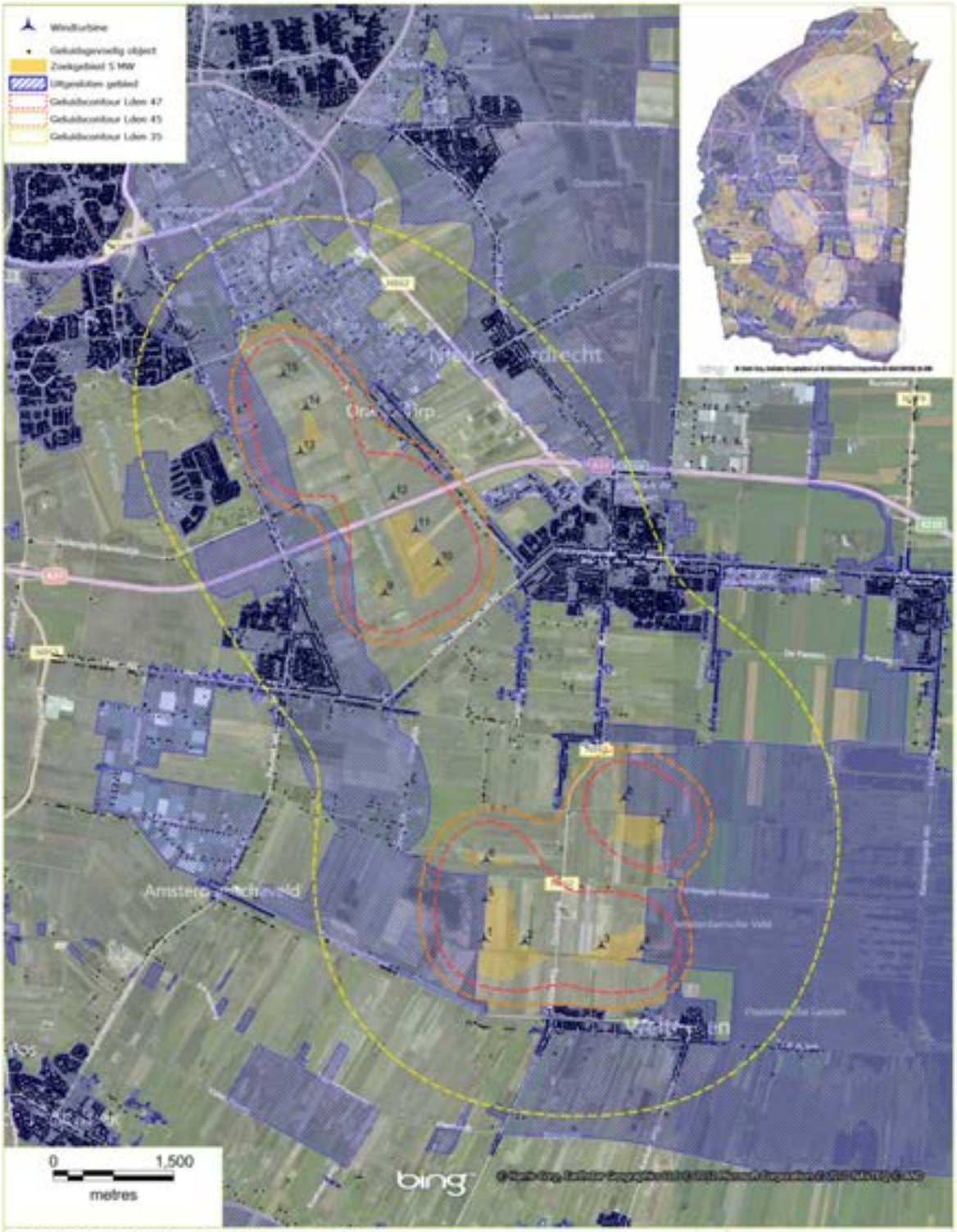


Gebied 5&6: 5 MW Lijn Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

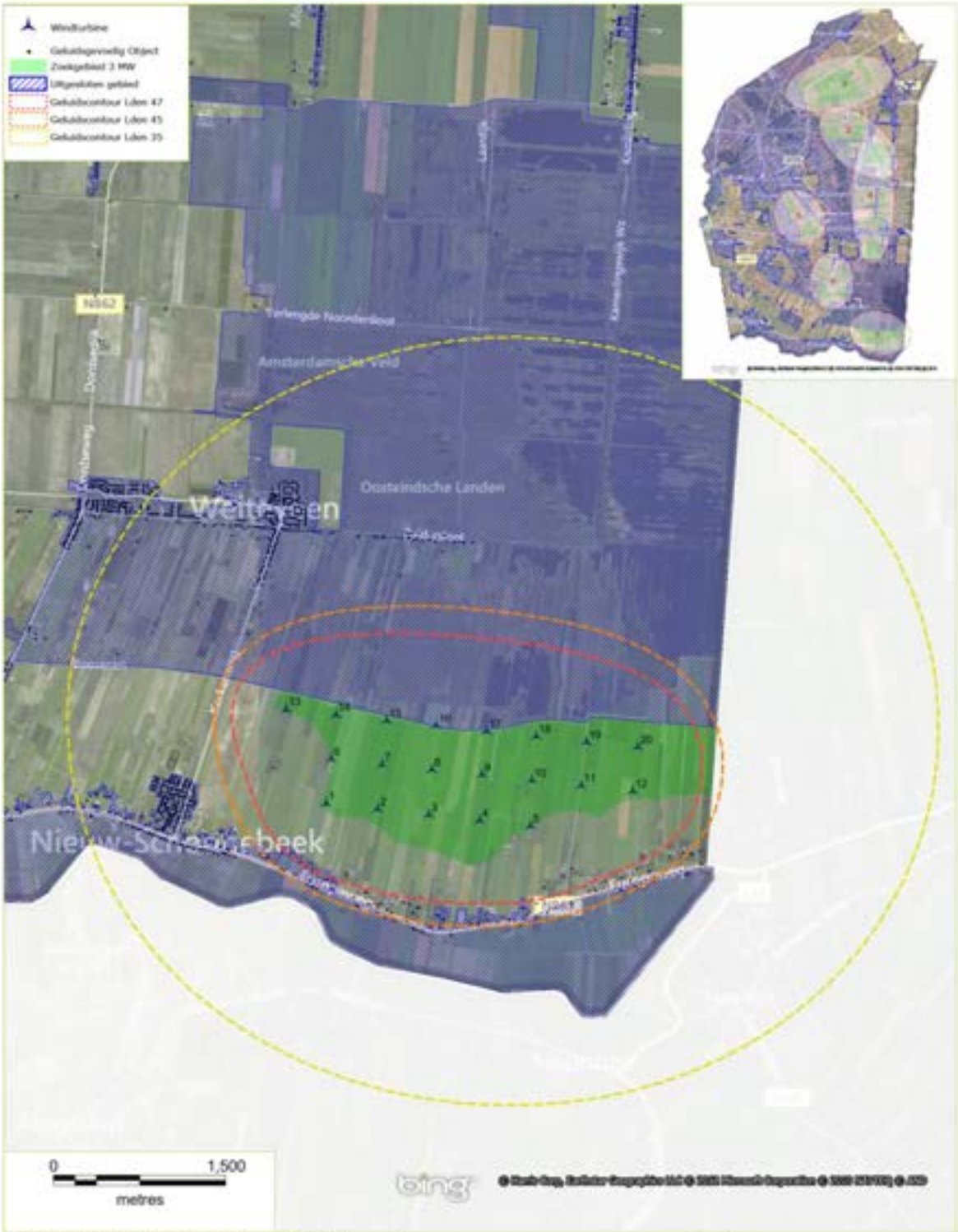


Gebied 5&6: 5 MW Max Opstelling met Geluidscontouren

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

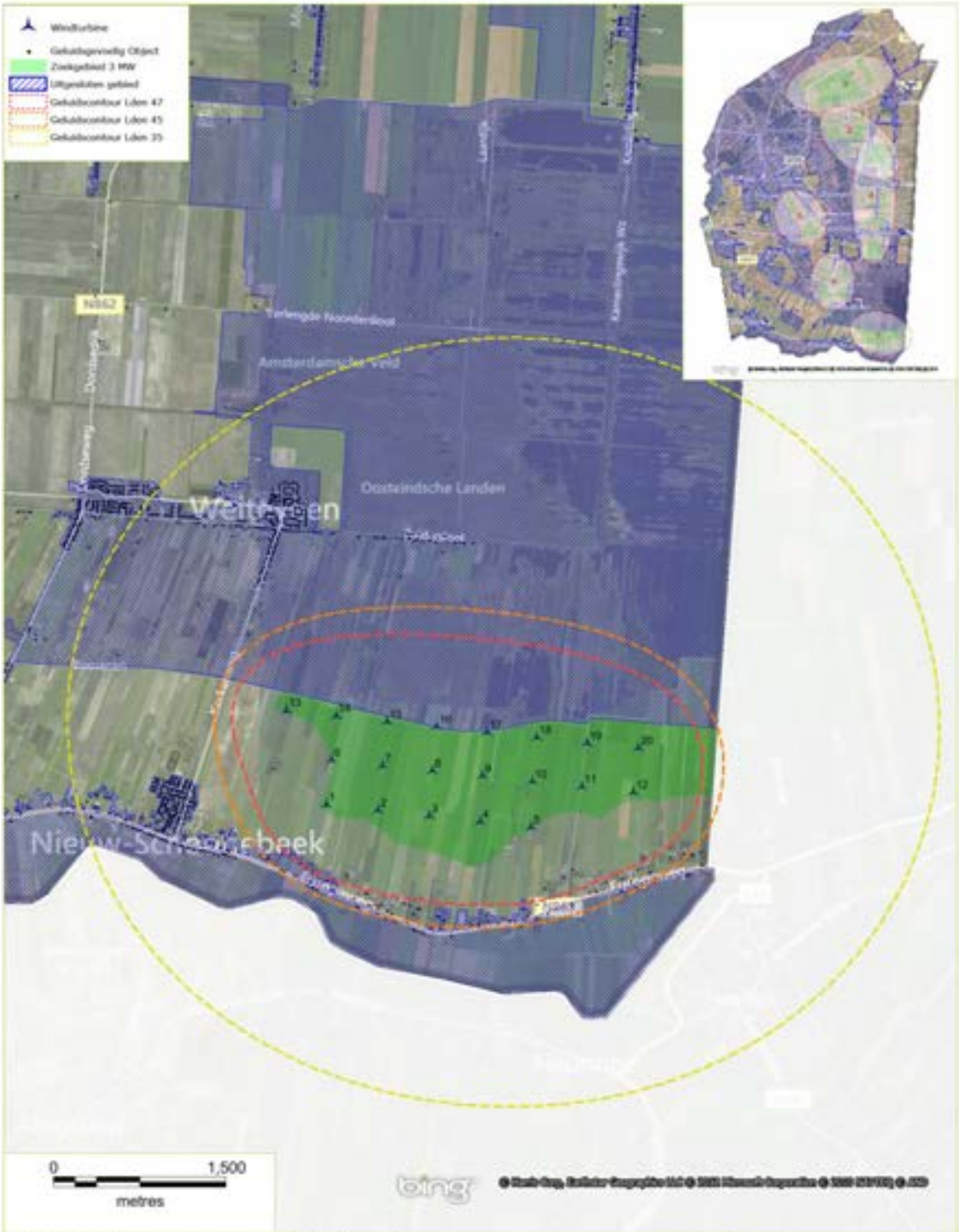


Gebied 7: 3 MW Lijn Opstelling met Geluidscontouren

Project:		Client:		
MER Emmen		Gemeente Emmen		
Date: 21/12/2012	Author: VGA	Reviewer: ARN	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved



Gebied 7: 3 MW Max Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 7: 5 MW Lijn Opstelling met Geluidscontouren

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 21/12/2012	Author: VGA	Reviewer: ARN	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 7: 5 MW Max Opstelling met Geluidscontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Bijlage 3: Schaduwcontour per opstelling

Bijlage 3: Schaduwcontour per Opstelling

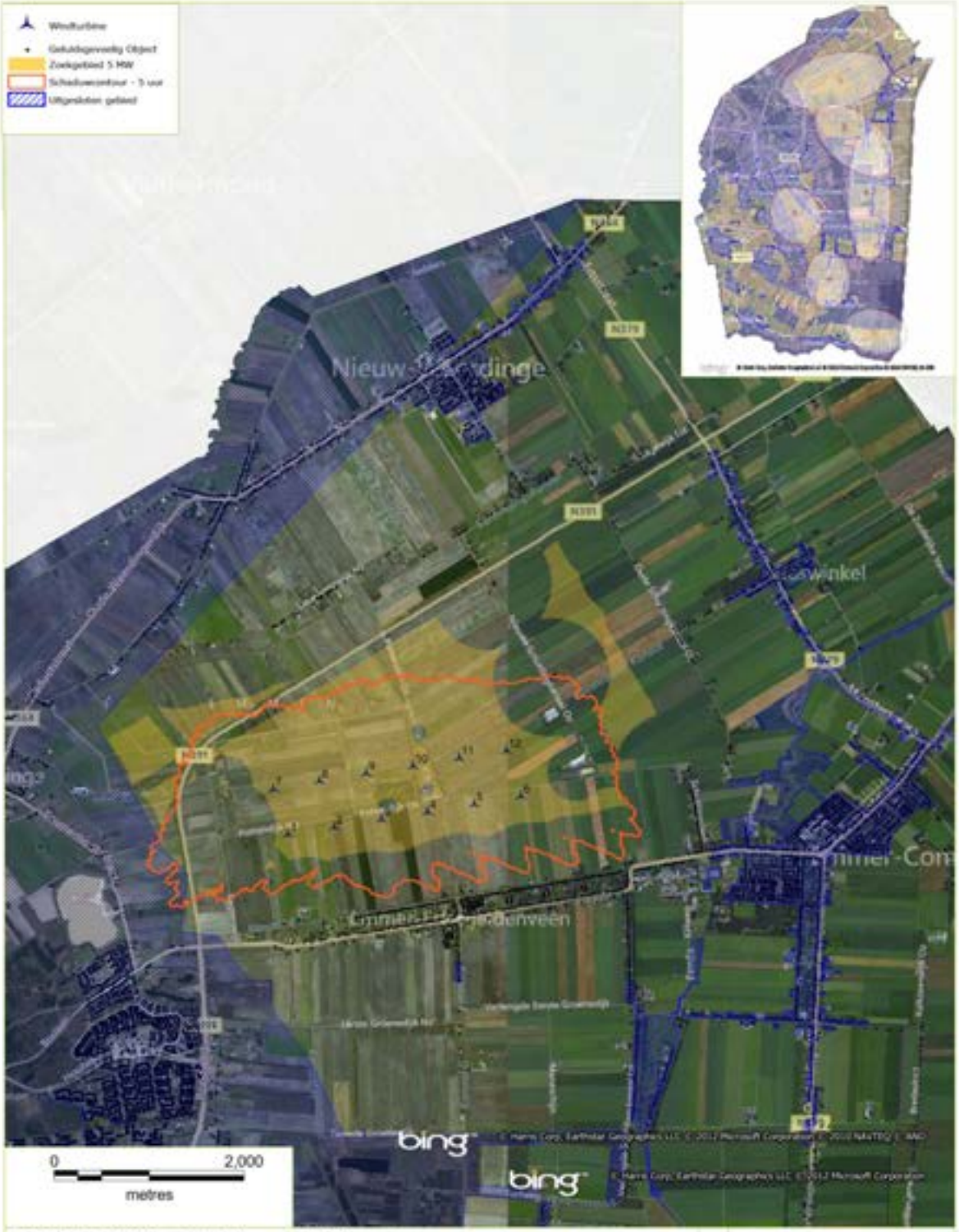
Gebied 1: 3 MW Lijn Opstelling met Scaduwcontouren

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 21/12/2012	Author: VGA	Reviewer: ARN	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Windturbine
Gehuisgevoelig Object
Zoekgebied 3 MW
Schaduwcontour - 5 uur
Uitgesloten gebied
N34
N33
N35
N33
N33
N33


Windturbine
Gekadastraal Object
Zoekgebied 5 MW
Schaduwcontour - 5 uur
Uitgesloten gebied
N391
N391
N391

Gebied 1: 5 MW Max Opstelling met Schaduwcontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 3: 3 MW Lijn Opstelling met Scaduwcontouren

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 3: 3 MW Max Opstelling met Scaduwcontouren

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	Author: VGA	Reviewer: ARN	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 3: 5 MW Lijn Opstelling met Schaduwcontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

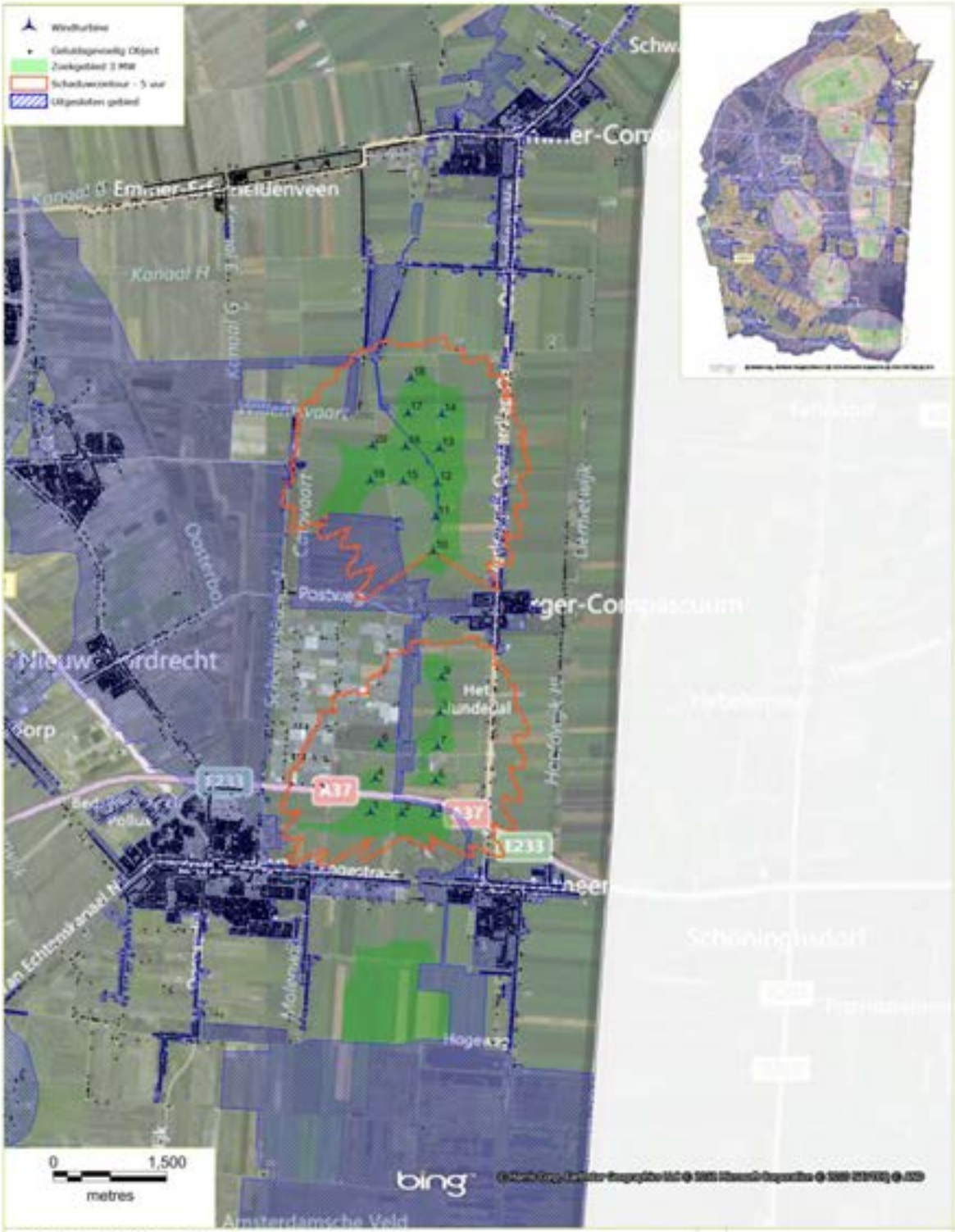
© 2012 All Rights Reserved

Gebied 3: 5 MW Max Opstelling met Schaduwcontouren

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

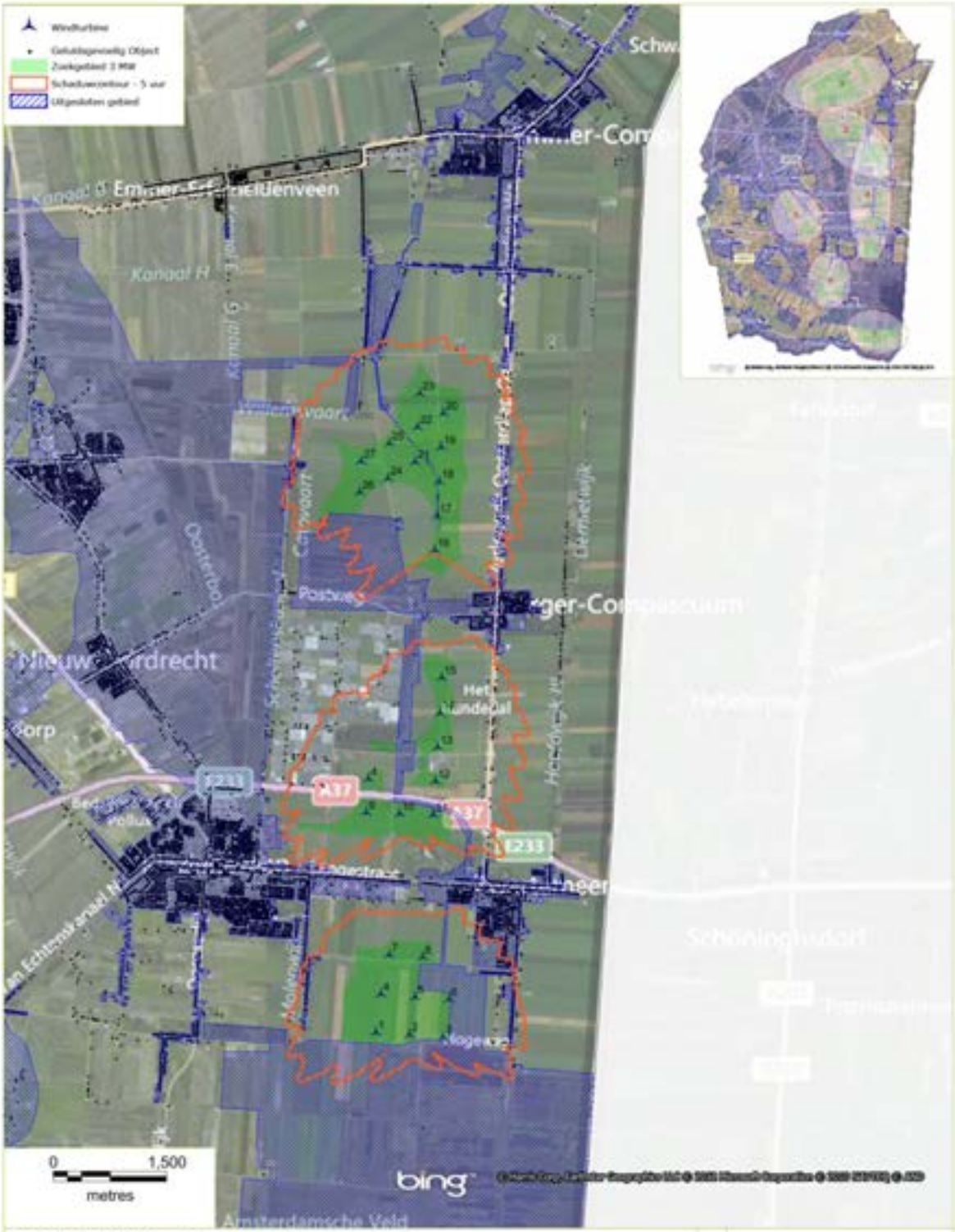


Gebied 4: 3 MW Lijn Opstelling met Scaduwcontouren

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

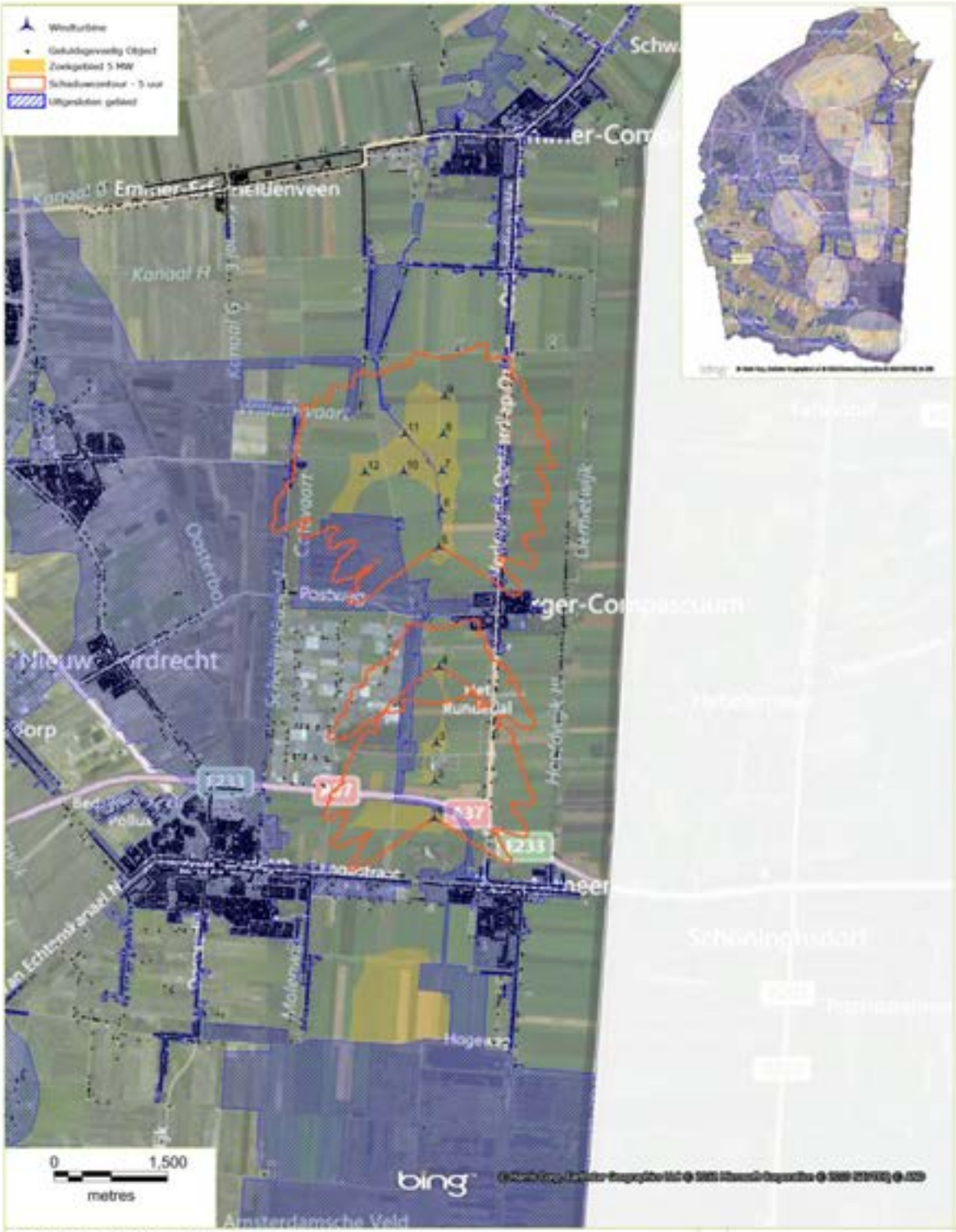


Gebied 4: 3 MW Max Opstelling met Scaduwcontouren

Project:	Client:			
MER Emmen	Gemeente Emmen			
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

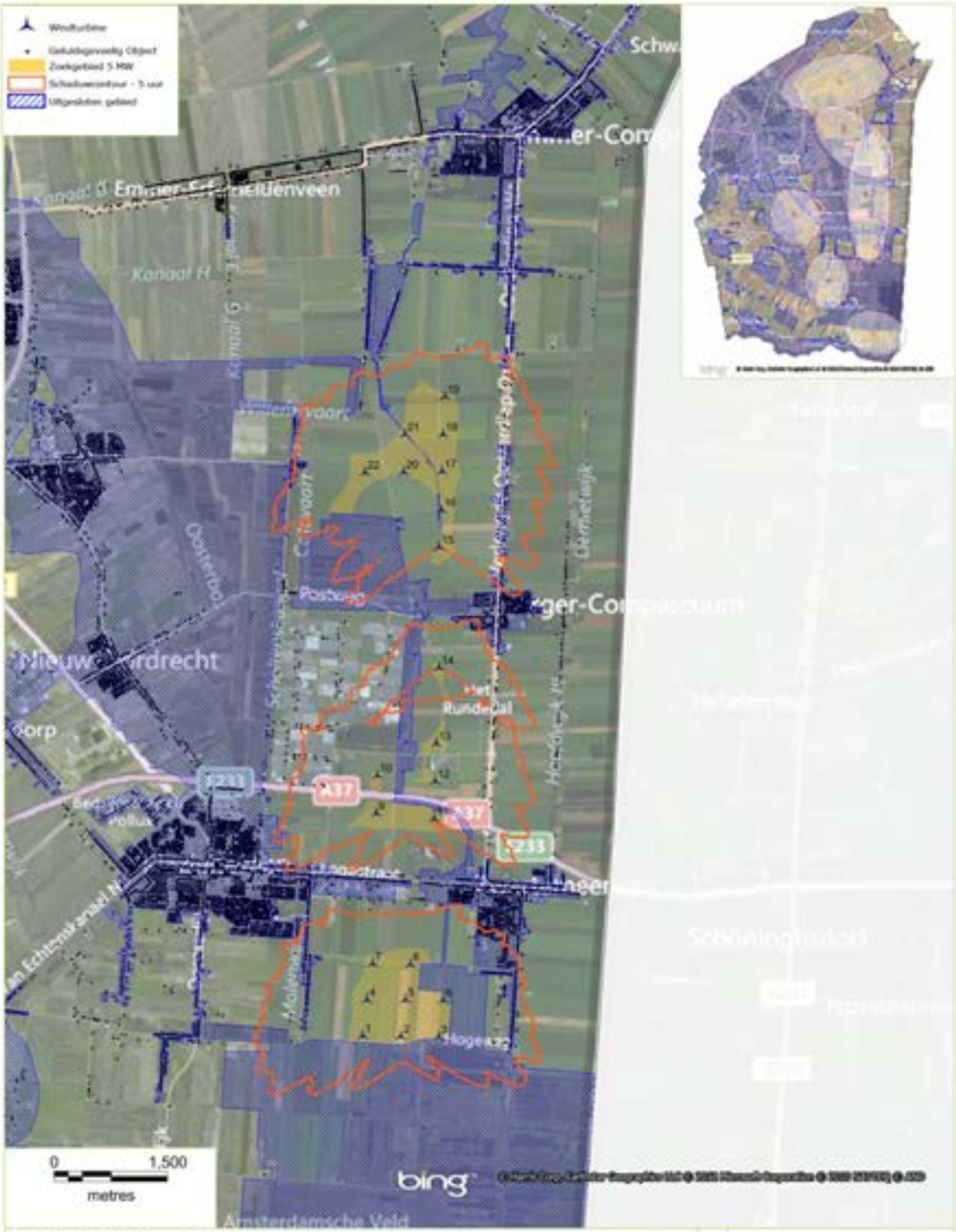


Gebied 4: 5 MW Lijn Opstelling met Schaduwcontouren

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	Author: VGA	Reviewer: ARN	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

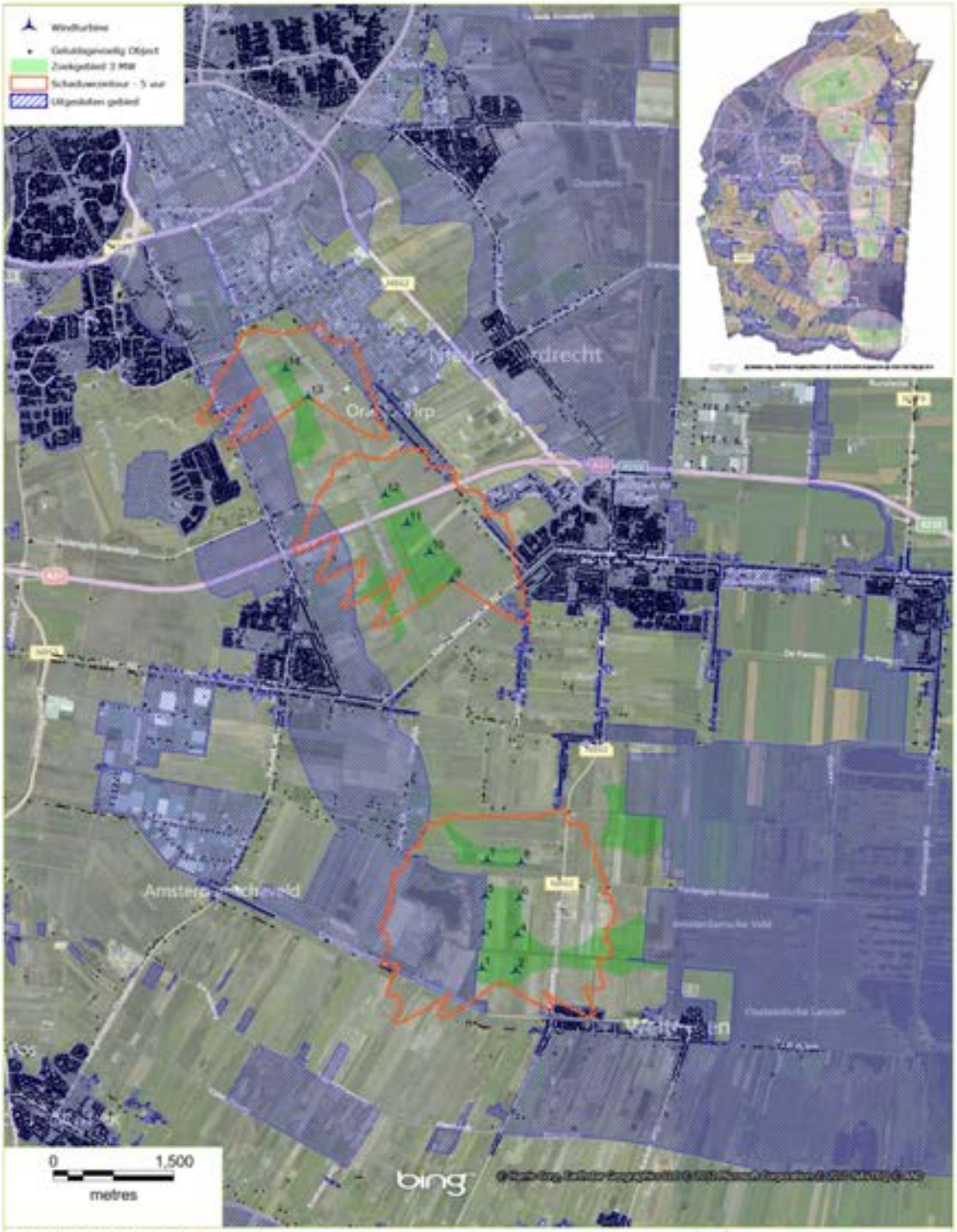


Gebied 4: 5 MW Max Opstelling met Schaduwcontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

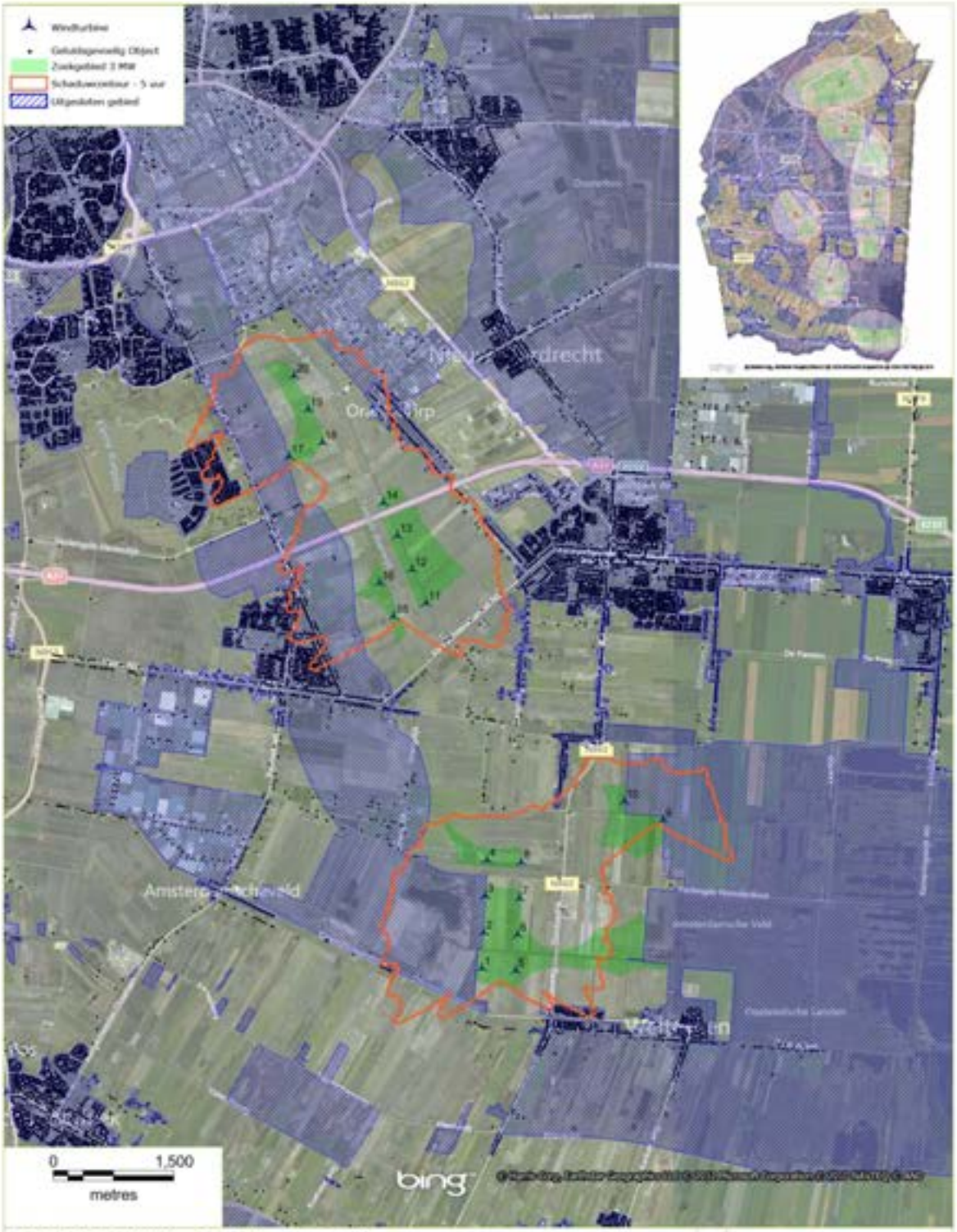


Gebied 5&6: 3 MW Lijn Opstelling met Scaduwcontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

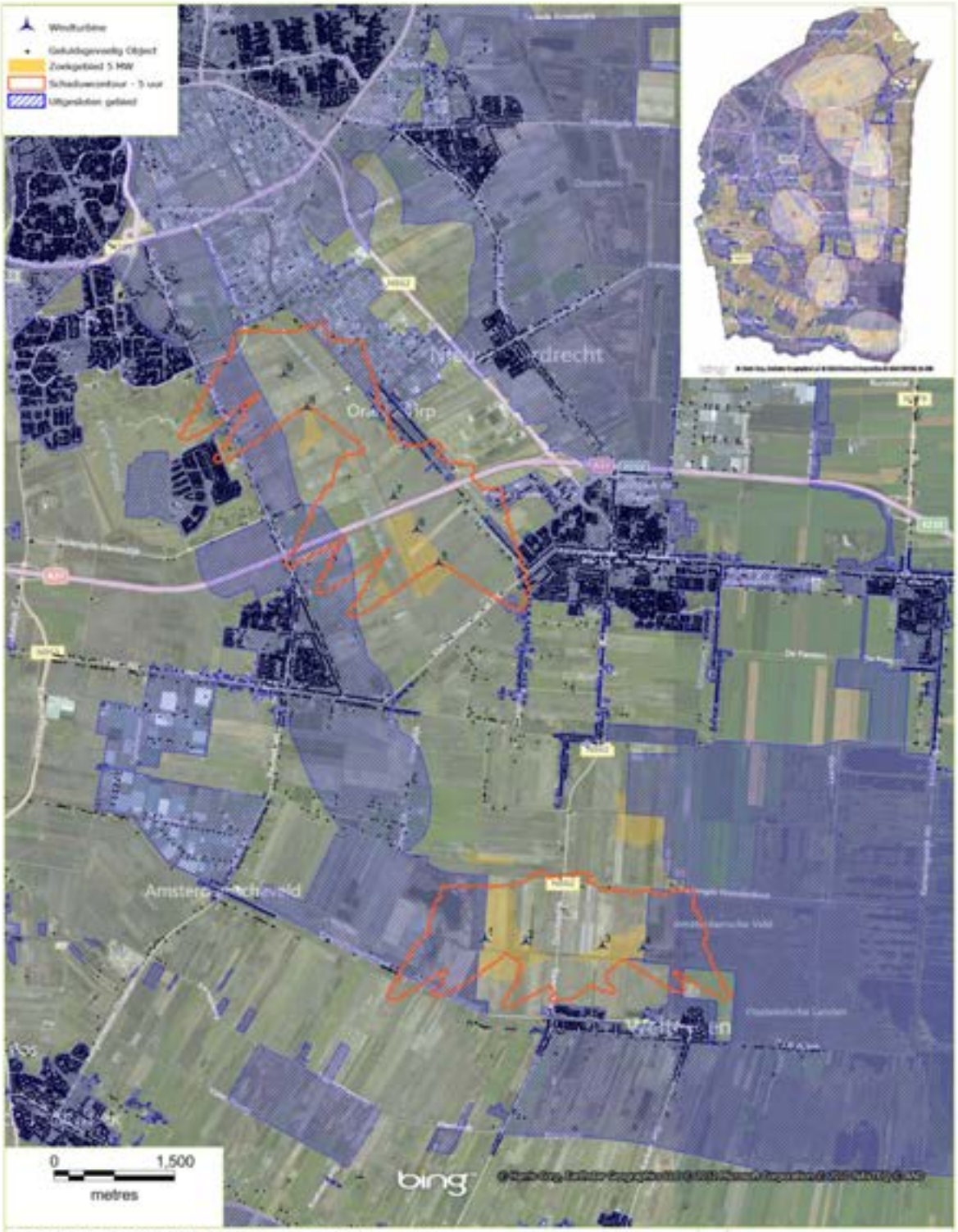


Gebied 5&6: 3 MW Max Opstelling met Scaduwcontouren

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	Author: VGA	Reviewer: ARN	Projection: Popular Visualization CRS (BING)	Version: 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

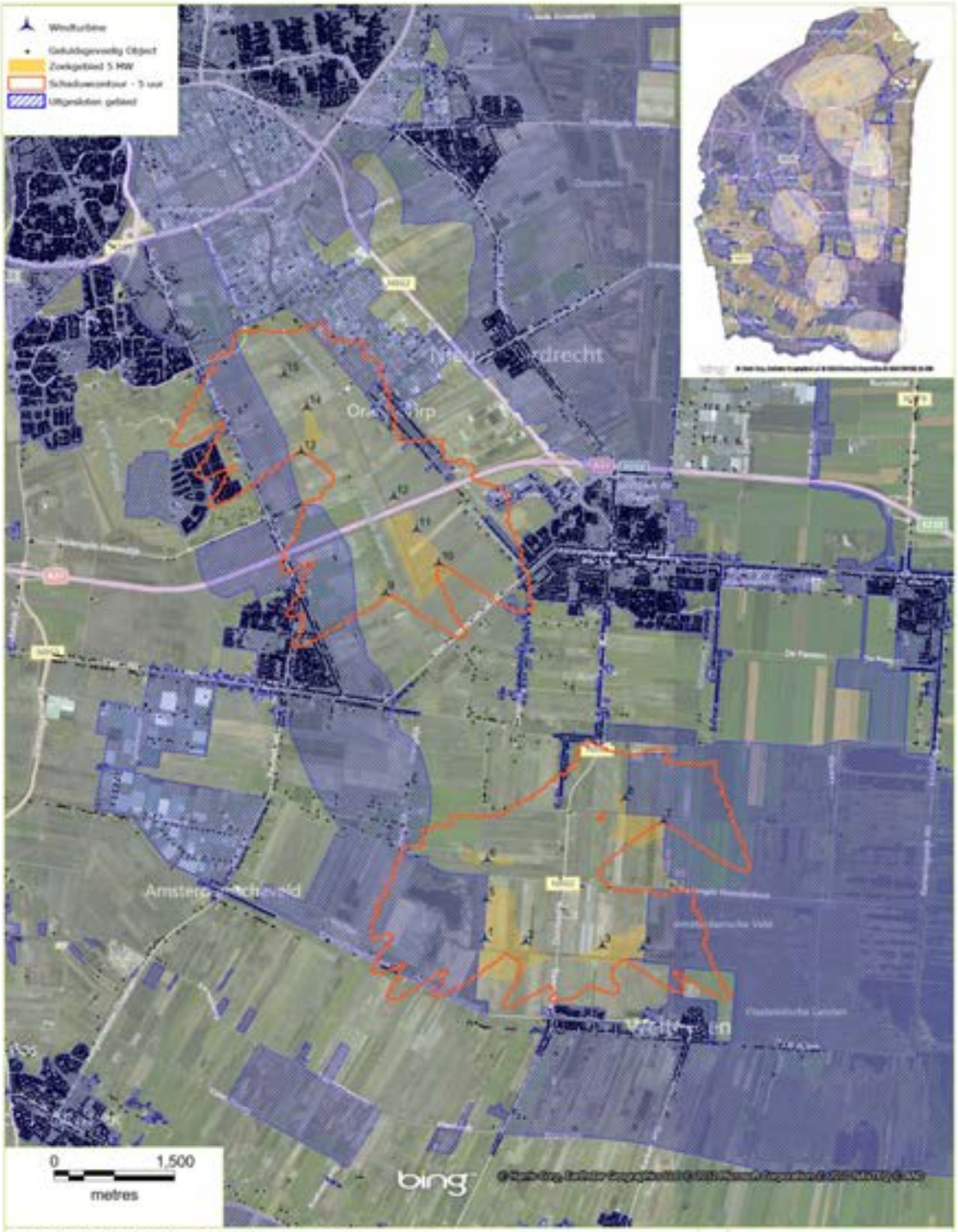


Gebied 5&6: 5 MW Lijn Opstelling met Schaduwcontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved



Gebied 5&6: 5 MW Max Opstelling met Schaduwcontouren

Project:			Client:	
MER Emmen			Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 7: 3 MW Lijn Opstelling met Scaduwcontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 7: 3 MW Max Opstelling met Scaduwcontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 7: 5 MW Lijn Opstelling met Schaduwcontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Gebied 7: 5 MW Max Opstelling met Schaduwcontouren

Project: MER Emmen			**Client:** Gemeente Emmen	
Date: 21/12/2012	**Author:** VGA	**Reviewer:** ARN	**Projection:** Popular Visualization CRS (BING)	**Version:** 2

ECOFYS
sustainable energy for everyone

© 2012 All Rights Reserved

Bijlage 4: Bepaling windaanbod en opbrengst windlocaties Emmen

Bijlage 4: Bepaling windaanbod en opbrengst windlocaties Emmen

- Vertrouwelijk –

Bijlage 4: Bepaling windaanbod en opbrengst windlocaties Emmen

- Vertrouwelijk –

Door: Lidewij van den Brink
Datum: 21 December 2012

Projectnummer: WIENL12445

Prepared:	Lidewij van den Brink	21.12.2012
Reviewed:	Jean Grassin	
Approved:	Jan Coelingh	
Filename	20121130_REP_Emmen WRA 2nd round_v1.0_LVK	
Pages	23	
Status	Draft issued for client review	

Version	Date	Author	Checked by	Approved by	Remarks/Change
1.0	21-12-2012	LVK			Report updated to match Round 2 with new lay-outs

© Ecofys 2012 in opdracht van: Gemeente Emmen

Disclaimer

1. This report has been produced using industry standard models and information available at the date of this report. This report does not imply that these standard models nor this information is not subject to change, which may occur and may influence the conclusions and accuracy of the findings of this report.

2. Ecofys always recommends basing the wind climate calculations on on-site wind measurement campaigns to guarantee the highest accuracy and lowest uncertainty in the calculation. If such data is not available, Ecofys bases its characterisation of the local wind climate on the best available wind speed data and/or on estimates thereof. The availability and quality of such data directly impacts the quality and uncertainty of the calculations. Ecofys accepts no liability for any loss or damage suffered by the client and/or third parties stemming from any conclusions based on data supplied by parties other than Ecofys and used by Ecofys in preparing this report.

3. This document has been prepared for the sole use of the recipient for whom the document is prepared and should not be relied upon or used for any other project without prior written authority of Ecofys. Ecofys accepts no responsibility or liability for the consequence of this document being used for a purpose other than the purposes for which it was commissioned. The responsibility for the use of the findings and the results in the analysis remains with the Client.

Samenvatting

Voor verschillende windparkopstellingen bestaande uit 9-28 windturbines op vijf zoeklocaties in de gemeente Emmen is een berekening gemaakt van het windaanbod en de opbrengst voor 20 verschillende scenario's met verschillende windturbinetypes en ashoogtes.

Voor de locatie van het windpark zijn 5 zoekgebieden voorgesteld die allen zijn gelegen ten zuiden of ten oosten van de stad Emmen in de gemeente Emmen. Vervolgens zijn voor elk zoekgebied 4 scenario's uitgewerkt met elk een eigen lay-out en windturbinetype. Het windpark bestaat uit 9-28 windturbines, afhankelijk van het zoekgebied en het scenario. De zoeklocaties zijn in open en vlak agrarisch gebied met hier en daar een bomenrij, kassen of bebouwing.

Met behulp van beschikbare windsnelheidsdata van KNMI en de EMD software WindPro versie 2.8 heeft Ecofys de opbrengst berekend van de geplande windparklocaties voor 20 scenario's met opstellingen van 9-28 windturbines op vastgestelde posities voor 2 verschillende windturbinetypes, 2 ashoogtes en 4 lay-outs per site. Windsnelheidsdata zijn verkregen van KNMI voor de periode 2000-2009 afkomstig van Hoogeveen en Eelde en gebruikt als input in de WindPro-berekeningen. Weging op basis van de inverse van de afstand van ieder zoekgebied afzonderlijk tot de meteo stations is gebruikt om de datasets te combineren in de modelberekening.

De berekeningen houden rekening met de interne zogeffecten en de invloed van oppervlakteruwheid op het windklimaat, zodat de scenario's en zoeklocaties onderling vergelijkbaarheid zijn qua rendabiliteit per wind turbine. Echter, deze resultaten zijn bedoeld als indicatie voor een eerste inschatting zonder enige optimalisatie. Daarom zijn de resultaten niet geschikt als basis voor een definitieve windopbrengstberekening.
Elk scenario is geanalyseerd met betrekking tot de opbrengst, windklimaat en te realiseren co2-reductie. Voor een realistische opbrengstberekening moeten opbrengstverliezen en onzekerheden meegenomen worden. De mogelijke opbrengstverliezen kunnen worden onderverdeeld in zeven categorieën: parkverliezen (zogeffect), niet-beschikbaarheid, elektrische verliezen, omgevingsverliezen, windturbineprestatieverliezen, terugregelverliezen (curtailment) en overige verliezen. In dit project zijn de totale opbrengstverliezen ingeschat op 7.5%. Onzekerheid zijn in dit stadium niet gekwantificeerd, maar zijn wel groot.

Aangezien het windklimaat, de lay-out en ruwheidskaart niet volledig geoptimaliseerd zijn en het doel van deze studie locatieselectie is, zijn de P50 waardes ingedeeld in 3 categorieën zodat ze onderling vergeleken kunnen worden. De resultaten zijn gegeven in Tabel 1.

De langjarige gemiddelde windsnelheid varieert van site tot site in grootte tussen 6.5-7.3 m/s, mede afhankelijk van de gekozen ashoogte. Het grootste windaanbod kan gevonden worden bij zoekgebied 5&6 en zoekgebied 7, doordat hier de wind in de dominante zuidwestelijke windrichting niet afgeremd wordt door de verhoogde ruwheid van de stad Emmen. Zoekgebied 1 en 3 daarentegen, bevinden zich gedeeltelijk in de luwte van de stad Emmen.

Naast verschillen in het locale windklimaat spelen zogeffecten een grote rol in de uiteindelijke efficiëntie van de windturbines. Op locaties met veel windturbines dicht opeen zoals zoekgebied 7 en zoekgebied 1, kunnen zogverliezen de opbrengst tot wel 18% verlagen. Zoekgebied 5&6 daarentegen heeft zogverliezen van slechts 3-8% doordat de windturbines ver uit elkaar staan. Dit geeft aan dat een grotere spreiding van de windturbines in een optimale lay-out de efficiëntie van de windturbines significant kan verhogen.

Als de invloed van oppervlakteruwheid en zogverliezen op het locale windklimaat worden gecombineerd met de windturbineproductie, kunnen de volgende drie categorieën onderscheiden worden voor de rendabiliteit van de verschillende sites voor een lijnopstelling, maximumopstelling en een windturbine van 3 of 5 MW. De categorieën zijn gebaseerd op het gemiddeld aantal vollasturen per windturbine.

Tabel 1 - Rentabiliteit van de site gebaseerd op 3 categorieën voor gemiddeld aantal vollasturen per windturbine. Zie tekst voor details.

	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Lijnopstelling REpower 5MW	-	-	+/-	+	+
Lijnopstelling Vestas V112 3MW	-	-	+/-	+	+/-
Maxopstelling REpower 5MW	-	-	+/-	+	+/-
Maxopstelling Vestas V112 3MW	-	-	+/-	+	+/-

De resultaten voor de Repower 5MW en de Vestas V112 3MW zijn apart van elkaar onderverdeeld in categorieën, omdat de ashoogteverschillen onderling vergelijken bemoeilijken. Voor de Repower 5MW staat ondergemiddeld (-) gelijk aan 2000-2150 vollasturen, gemiddeld (+/-) is 2150-2300 en bovengemiddeld (+) 2300-2450 vollasturen. Voor de vestas V112 3MW geldt 2200-2350 zoals ondergemiddeld (-), 2350-2500 als gemiddeld (+/-) en 2500-2650 als bovengemiddeld (+) aantal vollasturen.

Bovendien wordt de maximale productie van elk zoekgebied aangegeven naar beneden afgerond in GWh/jaar (zie Tabel 2).

Tabel 2 - Maximaal haalbare productie van elk zoekgebied voor ieder scenario.

	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Lijnopstelling REpower 5MW	120	120	130	110	140
Lijnopstelling Vestas V112 3MW	130	130	140	110	140
Maxopstelling REpower 5MW	210	140	240	180	160
Maxopstelling Vestas V112 3MW	220	130	200	150	140

Tot slot is het CO_2-besparingspotentieel berekend voor elke site voor elk scenario in Tabel 3.

Tabel 3 - Maximaal CO2-besparingspotentieel [$\times 10^{-3}$ kg] van elk zoekgebied voor ieder scenario.

CO2-besparing [$*10^3$ kg]	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Lijnopstelling REpower 5MW	74	74	80	65	82
Lijnopstelling Vestas V112 3MW	81	79	86	65	87
Maxopstelling REpower 5MW	127	85	145	106	94
Maxopstelling Vestas V112 3MW	131	79	122	91	87

Inhoudsopgave

1 Inleiding **1**
1.1 Locatiebeschrijving 1
1.1.1 Zoekgebied in de Gemeente Emmen 1
1.1.2 Opstelling 4

2 Methode **5**
2.1 Uitgangspunten 5
2.2 WindPro en WAsP 5
2.3 Het modelleren van oppervlakte ruwheid en orografie 7
2.4 Het modelleren van obstakels 8

3 Invoergegevens **9**
3.1 Ruwheidsbeschrijving 9
3.2 Orografie 9
3.3 Obstakels 9
3.4 Windklimaat 9
3.5 Luchtdichtheid 10

4 Resultaten en conclusies **11**

1 Inleiding

De gemeente Emmen heeft de doelstelling geformuleerd om 60 MW windvermogen te realiseren. Ecofys heeft opdracht gekregen de haalbaarheid hiervan te onderzoeken met betrekking tot mogelijke opstellingen en een indicatieve berekening te maken van het windaanbod en de opbrengst. Als mogelijke locaties zijn uiteindelijk vijf zoekgebieden voorgesteld die allen zijn gelegen ten zuiden of ten oosten van de stad Emmen. Vervolgens zijn voor elk zoekgebied vier scenario's uitgewerkt met elk een eigen opstelling en windturbinetype. Het windpark bestaat uit 9-28 windturbines, afhankelijk van het zoekgebied en het scenario. De zoeklocaties zijn in open en vlak agrarisch gebied met hier en daar een bomenrij, kassen of bebouwing.

Met behulp van beschikbare windsnelheidsdata van KNMI en de EMD software WindPro versie 2.8 heeft Ecofys de opbrengst berekend van de geplande windparklocaties voor 20 scenario's met opstellingen van 9-28 windturbines op vastgestelde posities voor 2 verschillende windturbinetypes, 2 ashoogtes en 4 lay-outs per site.

De berekeningen houden rekening met de interne zogeffecten en de invloed van oppervlakteruwheid op het windklimaat, zodat de scenario's en zoeklocaties onderling vergelijkbaarheid zijn qua rendabiliteit per wind turbine. Echter, deze resultaten zijn bedoeld als indicatie voor een eerste inschatting zonder enige optimalisatie. Daarom zijn de resultaten niet geschikt als basis voor een definitieve windopbrengstberekening.
Elk scenario is geanalyseerd met betrekking tot de opbrengst, windklimaat en te realiseren CO_2-reductie. De verliezen zijn indicatief ingeschat op 7,5%, terwijl de onzekerheden weliswaar groot zijn, maar in deze fase nog niet te kwantificeren. De eindresultaten worden gepresenteerd in termen van categorieën die vergelijking van scenario's en zoekgebieden onderling mogelijk maken.

1.1 Locatiebeschrijving

Emmen is gelegen in het zuidoosten van de provincie Drenthe. De oost- en zuidgrens van de gemeente grenst aan Duitsland. De Gemeente Emmen heeft als doelstelling om binnen zijn gemeentegrenzen minimaal 60 MW windvermogen te realiseren. Daarvoor wordt een haalbaarheidsstudie uigevoerd voor vijf verschillende locaties binnen de gemeentegrenzen. Voor elk van deze locaties worden vier verschillende scenario's uitgewerkt waarvoor een opbrengstberekening wordt gemaakt.

1.1.1 Zoekgebied in de Gemeente Emmen

De gemeente Emmen strekt zich uit over een groot agrarische gebied ten zuiden en oosten van de stad Emmen langs de Duitse grens. In dit gebied bevinden zich enkele kleine dorpskernen (o.a. Klazienaveen, Zwartemeer, Barger-compascuum, Emmer-Compascuum, Erica, Nieuw-Dordrecht, Oranjedorp en Barger-Oosterveld).

Daarnaast wordt het vlakke, open landschap onderbroken door verschillende tuinbouwgebieden, het natuurreservaat Bargerveen en het Oosterbos. Bovendien bevinden zich enkele uitbreidingen van de stad Emmen in de buurt van mogelijke windenergielocaties. De nieuwbouwwijken Park Sandur en Rietland grenzen aan zoekgebied 5&6, terwijl de oostelijke stadswijken zich vlakbij zoekgebied 1 bevinden (zie Figuur 1).

In dit gebied worden vijf verschillende locaties die getoetst op haalbaarheid. Hieronder staan zeven verschillende deelgebieden aangegeven in de plattegrond. Zoekgebied 2 in het overzicht hieronder is afgevallen doordat het te dicht bij de Duitse grens ligt. Bovendien zijn zoekgebied 5 en 6 samengevoegd om genoeg windturbines te kunnen opstellen.

Figuur 1 - Indicatieve gebieden voor de opstelling van windturbines binnen het zoekgebied van de gemeente Emmen. Zoekgebied 2 is afgevallen omdat het zich te dicht bij de Duitse grens bevond. Zoekgebied 5 en 6 zijn samengevoegd tot 1 locatie.

1.1.2 Opstelling

De windparkopstellingen zijn ontworpen door Ecofys uitgaande van standaard vuistregels voor geluidscontouren, schaduweffecten en zogeffecten van windturbines. Voor elk zoekgebied zijn vier scenario's gevolgd. Daarvoor zijn twee representatieve windturbinetypes gebruikt, de Vestas V112 3MW windturbine en de REpower 5MW windturbine. De ashoogte en andere karakteristieken zijn gegeven in Tabel 4.

Tabel 4 – Gegevens windturbines

Windturbinetype	Nominaal vermogen [MW]	Rotor diameter [m]	Ashoogte [m]
Repower 5MW	5	126	117
Vestas V112	3	112	94

Voor elk windturbinetype is voor iedere locatie een lijnopstelling (max. 60 MW) en een maximaal haalbare opstelling ontworpen. De lijnopstelling scenario's gaan uit van een realistische lay-out die optimaal is voor de opbrengst, maar wel voldoende opgesteld vermogen bevat om de doelstellingen te halen. Scenario's voor de maximale opstelling bevatten zo veel mogelijk windturbines zonder dat de opbrengst te nadelig beïnvloedt wordt door zogeffecten. Tabel 5 toont de verschillende karakteristieken van elk scenario.

Tabel 5 - Aantal windturbines per scenario en zoekgebied

Aantal windturbines	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Lijnopstelling REpower 5MW	12	12	12	9	12
Lijnopstelling Vestas V112 3MW	20	20	20	14	20
Maxopstelling REpower 5MW	21	14	22	15	14
Maxopstelling Vestas V112 3MW	33	20	28	20	20

Het document '*Bijlage 1: Opstellingen windturbines in beschikbare locaties*' geeft de lay-outs weer van alle scenario's in elk zoekgebied.

2 Methode

2.1 Uitgangspunten

In het projectvoorstel was in eerste instantie gekozen voor de 'Senter-Novem windkaart van Nederland' als bron om het windklimaat en de opbrengst te kwantificeren. Uiteindelijk is toch gekozen voor meer gedetailleerde en locatiespecifieke berekeningen waarbij gebruik wordt gemaakt van het standaard softwarepakket genaamd Windpro 2.8 De voornaamste reden is dat het totale zoekgebied te klein was voor de resolutie van de Windkaart : alle zoekgebieden liggen in hetzelfde windsnelheidsbin zonder duidelijke gradiënt in de regio. WindPro daarentegen neemt ruwheidverschillen en zogeffecten mee in het windklimaat en de opbrengstberekening, zodat er meer variatie tussen de verschillende sites ontstaat.

Omdat voor deze haalbaarheidsstudie vooral sites indicatief onderling vergeleken worden, is gekozen voor een geschat, maar representatief windklimaat en ruwheidskaart met layouts die niet geoptimaliseerd zijn voor zogeffecten. Met deze informatie kan wel een goed beeld verkregen worden van significante verschillen tussen scenario's en zoekgebieden. Later, in een meer gedetailleerdere studie, zullen deze gegevens dus nog verbeterd moeten worden, en wellicht windmetingen ter plaatse gedaan worden.

Hieronder worden kort de het softwarepakket Windpro en het model WasP beschreven.

2.2 WindPro en WAsP

Om de opbrengst te berekenen voor het de geplande windturbines is het softwarepakket WindPro 2.8 gebruikt. Deze software is ontwikkeld door het Deense bedrijf EMD, waarbij de berekeningen zijn gebaseerd op WAsP. Dit programma helpt bij het analyseren van winddata, het genereren van een windatlas, het schatten van een windklimaat en het plaatsen van windturbines. Het programma is in 1987 geïntroduceerd door de 'Wind Energy and Atmospheric Physics Department' aan het Risø National Laboratory en is gebaseerd op de Europese Wind Atlas. Door de jaren heen is het programma de standaard geworden binnen de windenergiesector en momenteel wordt het gebruikt in meer dan 90 landen.
WAsP wordt gebruikt op PCs voor de verticale en horizontale extrapolatie van windstatistieken. Het maakt gebruik van verschillende modules om de stroming van de wind over een terrein te modelleren, waarbij ook obstakels kunnen worden meegenomen.

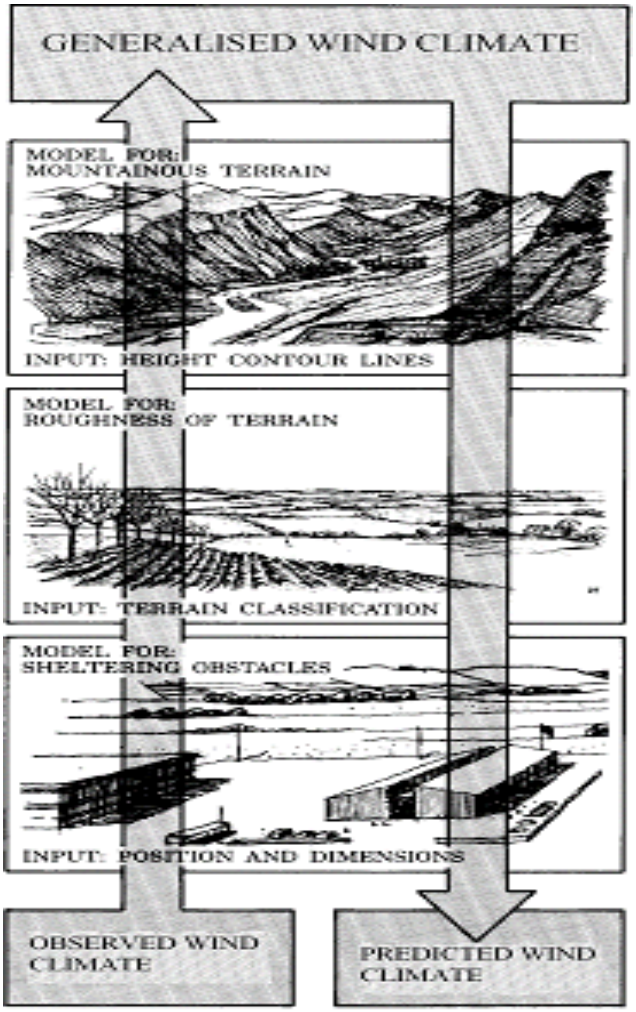
WindPro bestaat uit vijf delen die verschillende berekeningen uitvoeren:
Analyse van ruwe data. Hier worden tijdreeksen van windsnelheid en -richting geanalyseerd om een statistisch overzicht te geven van het gemeten windklimaat.
Genereren van de windatlas. De geanalyseerde winddata kan omgezet worden naar een regionaal windklimaat of naar een windatlas. In de windatlas worden de waarnemingen op de locatie zelf te-

ruggebracht naar een regionaal klimaat. De verkregen dataset is dan onafhankelijk van deze locatie, omdat de wind statistiek bestaat uit standaard condities. Een illustratie hiervan is gegeven in Figuur 1.

Het berekenen van het windklimaat. Met behulp van de windatlas kan het windklimaat berekend worden op elk gewenst punt. Dit wordt gedaan door een inverse berekening, zoals ook is gebruikt bij het maken van de wind atlas. Het landgebruik moet hiervoor om de locatie heen aangegeven worden, zodat WAsP de verwachte wind op een gewenste locatie kan berekenen. Hierbij is er ook een mogelijkheid om de stabiliteit van de atmosfeer aan te geven.

Het berekenen van de energie opbrengst. Door WAsP de vermogenskarakteristiek (Pv-curve) van een windturbine mee te geven kan de totale hoeveelheid energie bij gemiddelde windsnelheid berekend worden. Daarna kan ook de jaarlijks gemiddelde energie productie van een windturbine berekend worden.

Het berekenen van de opbrengst van het windpark. Wanneer de Pv-curve van de windturbine en de lay-out van het windpark bekend is, kan WAsP uiteindelijk de zogverliezen voor elke windturbine in het windpark berekenen. Hiermee kan de netto jaarlijkse energieopbrengst van elke windturbine en van het hele park worden berekend; de bruto productie min de zogverliezen.



Figuur 2 – WAsP Wind Atlas.

2.3 Het modelleren van oppervlakte ruwheid en orografie

De effecten van de ruwheid van het aardoppervlak worden gemodelleerd in WAsP met een simpel logaritmisch wind profiel. De formule die hiervoor wordt gebruikt is hieronder weergegeven. Hierin is z_0 de ruwheidslengte, u de windsnelheid en z de hoogte (en u_* de wrijvingssnelheid). Voor verschillende terreintypes worden karakteristieke waarden gegeven, maar elke waarde tussen $0 < z_0 < 1$ m kan gebruikt worden.

$$u = \frac{u_*}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

In WAsP worden voor gladde oppervlakken zoals ijs en water waardes van 0.0002 m gebruikt, om het programma te laten weten dat het oppervlak bestaat uit water in plaats van een glad oppervlak. Dit maakt echter alleen een verschil wanneer er naar atmosferische stabiliteit wordt gekeken.

2.4 Het modelleren van obstakels

De windstroming langs een obstakel wordt gemodelleerd in WAsP door een blokvormig object te definiëren met drie dimensies (hoogte, breedte en lengte) en een oriëntatie. De enige andere parameter die dan nodig is, is de porositeit. De porositeit is het percentage van de luchtstroom die door het obstakel heen kan. Voor solide obstakels wordt een porositeit van 0 aangenomen en een porositeit van 1 betekent dat de gehele luchtstroom door het obstakel heen kan. Voor bomen geldt een porositeit ergens tussen 0 en 1, afhankelijk van de mate waarin de luchtstroom door de bladeren van de bomen heen kan. De porositeit vergroot dan wanneer de vegetatiedichtheid afneemt. Standaardwaardes voor de porositeit worden gegeven in de Europese Wind Atlas.

3 Invoergegevens

3.1 Ruwheidsbeschrijving

Voor het maken van de locale ruwheidskaart is een bestand van de Corine Land Cover 2000 dataset gedownload. Deze is geproduceerd door de European Environmental Agency (EEA) en is gebaseerd op satellietbeelden. De kaart heeft een resolutie van 200 m en is opgedeeld in zomer en winterwaardes. De zomerwaardes worden altijd gebruikt voor opbrengstberekeningen, omdat de winterwaardes de ruwheid van het land vaak onderschatten. Ook is het lastig om aparte datasets voor de wind in de winter en de zomer te maken en deze exact aan de ruwheid te relateren. Daarom wordt de meer conservatieve aanname aangenomen en worden de zomerse waardes van de ruwheden gebruikt.
De dataset is verder bijgewerkt om veranderingen in landgebruik sinds 2000 mee te nemen. Hiervoor zijn luchtfoto's van de directe omgeving (tot 5 km) geanalyseerd en is de consistentie in ruwheid gecontroleerd. De foto's die zijn gebruikt komen uit de Google Earth database en zijn genomen in de periode van 2005 tot 2008.

Aan deze ruwheidskaart zijn uitbreidingen van alle kleine dorpskernen (o.a. Klazienaveen, Zwartemeer, Barger-compascuum, Emmer-Compascuum, Erica, Nieuw-Dordrecht, Oranjedorp en Barger-Oosterveld) en nieuwbouwwijken Park Sandur en Rietland van de stad Emmen toegevoegd. Bovendien zijn kassen gemodelleerd met een ruwheid voor industrieterrein. Tot slot zijn de natuurgebieden meegenomen als bos of open water.

3.2 Orografie

De locatie ligt in vlak terrein, maar wel verhoogd ten opzichte van zeeniveau. Dit betekent dat de standaard luchtdichtheid op zeeniveau gecorrigeerd moet worden naar deze hoogte. Daarom zijn de hoogtelijnen (orografie) gemodelleerd.

De orografie van het zoekgebied is gebaseerd op SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) data. De hoogtelijnen zijn verzameld door NASA met een shuttle radar meetcampagne. De resolutie van deze dataset is ongeveer 90 m (3 arc secondes) in Europa.

3.3 Obstakels

Er zijn in dit stadium geen hoge obstakels meegenomen in het WindPro model.

3.4 Windklimaat

Het lokale windklimaat is gebaseerd op windstatistieken van 2 KNMI-stations: Hoogeveen en Eelde. De afstand van deze stations tot het centrum van het windpark is respectievelijk 25-32 en 44-60 km, afhankelijk van het zoekgebied. Omdat de locaties relatief ver van elkaar liggen (tot wel 18 km),

verschilt de exacte weging iets van elkaar. Zo heeft zoekgebied 1 een weging van 61%/39% terwijl zoekgebied 5&6 een weging van 67%/33% heeft.

De KNMI datasets bestaan uit 10 jaar windmetingen gemeten op 10 m hoogte tussen 2000 en 2009. KNMI is verantwoordelijk voor datakwaliteit en consistentie van de metingen en levert achtergrondinformatie op zijn website (www.knmi.nl).

3.5 Luchtdichtheid

De luchtdichtheid is nodig om een goede schatting te maken van de opbrengst in vermogen. In de huidige berekening is luchtdichtheid gebaseerd op statistische waarden van temperatuur en druk van het Duitse meteo station Lingen uitgerekend op ashoogte. De uiteindelijke luchtdruk op de ashoogtes 94 m en 117 m is respectievelijk 1.234 en 1.232 kg/m^3.

4 Resultaten en conclusies

Voor verschillende windparkopstellingen bestaande uit 9-28 windturbines op vijf zoeklocaties in de gemeente Emmen is een berekening gemaakt van het windaanbod en de opbrengst voor 20 verschillende scenario's met verschillende windturbinetypes en ashoogtes. De scenario's zijn door Ecofys ontworpen met vaste windturbineafstanden afhankelijk van de diameter van het windturbinetype.

Windsnelheidsdata zijn verkregen van KNMI voor de periode 2000-2009 afkomstig van Hoogeveen en Eelde en gebruikt als input in de WindPro-berekeningen. Weging op basis van de inverse van de afstand is gebruikt om de datasets te combineren in de modelberekening.

De berekeningen houden rekening met de interne zogeffecten en de invloed van oppervlakteruwheid op het windklimaat, zodat de scenario's en zoeklocaties onderling vergelijkbaarheid zijn qua rendabiliteit per wind turbine. Echter, deze resultaten zijn bedoeld als indicatie voor een eerste inschatting zonder enige optimalisatie. Daarom zijn de resultaten niet geschikt als basis voor een definitieve windopbrengstberekening.

Elk scenario is geanalyseerd met betrekking tot de opbrengst, windklimaat en te realiseren co2-reductie. Voor een realistische opbrengstberekening moeten opbrengstverliezen en onzekerheden meegenomen worden. De mogelijke opbrengstverliezen kunnen worden onderverdeeld in zeven categorieën: parkverliezen (zogeffect), niet-beschikbaarheid, elektrische verliezen, omgevingsverliezen, windturbineprestatieverliezen, terugregelverliezen (curtailment) en overige verliezen. In dit project zijn de totale opbrengstverliezen ingeschat op 7.5%. Onzekerheid zijn in dit stadium niet gekwantificeerd, maar zijn wel groot.

Tenslotte wordt de netto jaaropbrengst berekend als de bruto opbrengst, min alle verliezen. Dit wordt vaak weergegeven als de P_{50} waarde (de waarde die met een waarschijnlijkheid van 50% wordt overschreden). Aangezien het windklimaat, de lay-out en ruwheidskaart niet volledig geoptimaliseerd zijn en het doel van deze studie locatieselectie is, zijn de P_{50} waardes ingedeeld in 3 categorieën zodat ze onderling vergeleken kunnen worden. De resultaten zijn gegeven in de tabellen hieronder.

De langjarig gemiddelde windsnelheid varieert van site tot site in grootte tussen 6.5-7.3 m/s, mede afhankelijk van de gekozen ashoogte. Het beste windaanbod kan gevonden worden bij zoekgebied 5&6 en zoekgebied 7, doordat hier de wind in de dominante zuidwestelijke windrichting niet afgeremd wordt door de verhoogde ruwheid van de stad Emmen. Zoekgebied 1 en 3 daarentegen bevinden zich gedeeltelijk in de luwte van de stad Emmen.

Naast verschillen in het locale windklimaat spelen zogeffecten een grote rol in de uiteindelijke efficientie van de windturbines. Op locaties met veel windturbines dicht opeen zoals zoekgebied 7 en zoekgebied 1, kunnen zogverliezen de opbrengst tot wel 18% verlagen. Zoekgebied 5&6 daarentegen heeft zogverliezen van slechts 3-8% doordat de windturbines ver uit elkaar staan. Dit geeft aan dat

een grotere spreiding van de windturbines in een optimale lay-out de efficiëntie van de windturbines significant kan verhogen.

Als de invloed van oppervlakteruwheid en zogverliezen op het locale windklimaat worden gecombineerd met de windturbineproductie, kunnen de volgende drie categorieën onderscheiden worden voor de rendabiliteit van de verschillende sites voor een lijnopstelling, maximumopstelling en een windturbine van 3 of 5 MW. De categorieën zijn gebaseerd op het gemiddeld aantal vollasturen per windturbine.

Tabel 6 - Rentabiliteit van de site gebaseerd op 3 categorieën voor gemiddeld aantal vollasturen per windturbine. Zie tekst voor details.

	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Lijnopstelling REpower 5MW	-	-	+/-	+	+
Lijnopstelling Vestas V112 3MW	-	-	+/-	+	+/-
Maxopstelling REpower 5MW	-	-	+/-	+	+/-
Maxopstelling Vestas V112 3MW	-	-	+/-	+	+/-

De resultaten voor de Repower 5MW en de Vestas V112 3MW zijn apart van elkaar onderverdeeld in categorieën, omdat de ashoogteverschillen onderling vergelijken bemoeilijken. Voor de Repower 5MW staat ondergemiddeld (-) gelijk aan 2000-2150 vollasturen, gemiddeld (+/-) is 2150-2300 en bovengemiddeld (+) 2300-2450 vollasturen. Voor de Vestas V112 3MW geldt 2200-2350 als ondergemiddeld (-), 2350-2500 als gemiddeld (+/-) en 2500-2650 als bovengemiddeld (+) aantal vollasturen.

Bovendien wordt de maximale productie van elk zoekgebied aangegeven en naar beneden afgerond in GWh/jaar (zie Tabel 7).

Tabel 7 - Maximaal haalbare productie van elk zoekgebied voor ieder scenario.

	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Lijnopstelling REpower 5MW	120	120	130	110	140
Lijnopstelling Vestas V112 3MW	130	130	140	110	140
Maxopstelling REpower 5MW	210	140	240	180	160
Maxopstelling Vestas V112 3MW	220	130	200	150	140

Tot slot is het CO_2-besparingspotentieel berekend voor elke site voor elk scenario (zie Tabel 8).

Tabel 8 - Maximaal CO_2-besparingspotentieel [$\times 10^3$ kg] van elk zoekgebied voor ieder scenario.

CO2-besparing [$\times 10^3$ kg]	Zoekgebied 1	Zoekgebied 3	Zoekgebied 4	Zoekgebied 5&6	Zoekgebied 7
Lijnopstelling REpower 5MW	74	74	80	65	82
Lijnopstelling Vestas V112 3MW	81	79	86	65	87
Maxopstelling REpower 5MW	127	85	145	106	94
Maxopstelling Vestas V112 3MW	131	79	122	91	87

5

ECOFYS

sustainable energy for everyone

ECOFYS Netherlands B.V.

Kanaalweg 15G
3526 KL Utrecht

T: +31 (0) 30 662-3300
F: +31 (0) 30 662-3301

E: info@ecofys.com
I: www.ecofys.com

ECOFYS

sustainable energy for everyone

ECOFYS Netherlands B.V.

Kanaalweg 15G
3526 KL Utrecht

T: +31 (0) 30 662-3300
F: +31 (0) 30 662-3301

E: info@ecofys.com
I: www.ecofys.com

Bijlage

2

Begrippen- en afkortingenlijst

Aanlegfase
In het MER: fase gedurende welke activiteiten worden uitgevoerd die specifiek verband houden met het initiatief

Alternatief
Een totaaloplossing. Kan zijn opgebouwd uit een reeks van varianten op de voorgenomen activiteit; Andere wijze dan de voorgenomen activiteit om (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan de doelstelling(en). De Wet milieubeheer schrijft voor dat in een MER alleen alternatieven moeten worden beschouwd die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen. De Richtlijnen geven mede richting aan dat begrip „redelijkerwijs".

Archeologische waarden
Belangrijke archeologische eigenschappen van een gebied.

Archeologische verwachtingskaart
Kaart die op basis van archeologisch onderzoek aangeeft hoe groot de kans is dat zich archeologische waarden bevinden in de ondergrond van een bepaald gebied .

Autonome ontwikkeling
Op zichzelf staande ontwikkeling (die ook plaatsvindt als de voorgenomen activiteit niet wordt uitgevoerd).

Bevoegd gezag
Overheidsorgaan dat bevoegd is een besluit te nemen over de voorgenomen activiteit van de initiatiefnemer.

Commissie m.e.r.
Commissie van onafhankelijke deskundigen die het bevoegd gezag adviseert over de gewenste inhoud van het MER en in een latere fase over de kwaliteit van het MER.

Compensatie
Het creëren van nieuwe waarden die vergelijkbaar zijn met verloren gegane waarden. Indien het volledig onvervangbare waarden betreft, heeft compensatie betrekking op het creëren van zo vergelijkbaar mogelijke waarden.

Cultuurhistorische elementen
Elementen die informatie bevatten over het door menselijk handelen tot stand gekomen landschap.

dB (A)
Decibell (A-gewogen), maat voor geluidssterkte waarbij een frequentieafhankelijke correctie wordt toegepast voor de gevoeligheid van het menselijk oor.

Ecologie
De wetenschap van betrekkingen tussen organismen en hun milieu.

Ecologische hoofdstructuur
Begrip gelanceerd in het Natuurbeleidsplan bestaande uit kern- en natuurontwikkelingsgebieden en Verbindingszones.

Evaluatie
Het in een concreet geval onderzoeken van de daadwerkelijk optredende gevolgen bij aanleg en gebruik van een activiteit.

Equivalente geluidsniveau
Het gemiddelde geluidsniveau over lange tijd wordt vaak weergegeven als een equivalente waarde, de LAeq. Maar ook de geluidshinder heeft geen evenredige relatie met dit equivalente niveau. Bij hogere niveaus wordt de hinder sterker dan je op grond van een lineair verband met het equivalent niveau zou verwachten.

Geïnstalleerd vermogen
Het maximale opwekkingsvermogen van een windmolen.

Geluidhinder
Gevaar, schade of hinder als gevolg van geluid.

Habitat
Natuurlijk woongebied van een organisme of levensgemeenschap.

Interferentie
Verstorende werking tussen twee windparken, windmolens binnen een windpark of een windpark met een ander grootschalig element.

KWh
Kilowattuur

Landschap
Het geheel van visueel waarneembare kenmerken aan het oppervlak van de aarde

Masthoogte
De hoogte van de turbine mast (zonder de gondel en rotorbladen)

m.e.r.
Milieueffectrapportage: de procedure. Hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een MER en het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu door de uitvoering van een mede op basis van dat MER genomen besluit, een en ander met inachtneming van de voorgeschreven procedurele uitgangspunten uit de Wet milieubeheer.

MER
Milieueffectrapport: het rapport dat bij de m.e.r. tot stand komt.

Mitigatie
Het verminderen van nadelige effecten (op het milieu) door het treffen van bepaalde maatregelen.

MW
Megawatt

MWh
Mega Wattuur (1000 kWh = 1 MWh)

Interne opbrengstvoet
De interne opbrengstvoet (internal rate of return, IRR) of effectief rendement is een getal, meestal uitgedrukt als percentage, dat het netto rendement van de investeringen in een project weergeeft. Het is de opbrengstvoet (ook disconteringsvoet genoemd) waarbij de netto contante waarde van het geheel van kosten en baten nul is. Een project is aantrekkelijk als de interne opbrengstvoet hoog is.

Plangebied
Dat gebied, waarin de voorgenomen activiteit of één der alternatieven kan worden gerealiseerd.

Referentie
Vergelijking (maatstaf)

Richtlijnen
De door het bevoegd gezag na het vooroverleg te bepalen wenselijke inhoud van het op te stellen MER.

Rode lijst
Lijst van planten. Lijst van vlinders, Lijst van zoogdieren en lijst van vogels waarvan bekend is, dat zij zodanig achteruitgaan dat zij in hun voortbestaan worden bedreigd.

Rotordiameter
De diameter van de draaicirkel van de rotorbladen.

SDE
De Stimuleringsregeling duurzame energieproductie (Nederland), (SDE) is een algemene maatregel van bestuur en dient om de productie van schone en duurzame energie, onder andere wind op land (windenergie), warmtekrachtkoppeling, biomassa en fotovoltaïsche zonne-energie te stimuleren. De regeling is de opvolger van de Ministeriële regeling Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie (MEP). In tegenstelling tot de MEP geeft de SDE ook een vergoeding bij levering van groen gas (opgewerkt biogas) aan het gasnet. De uitvoering wordt gedaan door Agentschap NL op basis van advies door de Nuclear Research and consultancy Group.

Studiegebied
Bestudeerd of te bestuderen gebied. Dit is breder dan het plangebied.

Vegetatie
De ruimtelijke verschijningsvorm van wilde planten in een bepaald gebied in de door hen zelf aangenomen orde en structuur.

Veiligheidsnorm
Maximaal toelaatbare kans op een ernstige schade.

Vigerend
Van kracht zijnde.

Visueel
Gericht op het zien.

Voorgenomen activiteit
Geheel van handelingen, ingrepen en dergelijke bedoeld ter realisatie van bepaalde doelstellingen of ter oplossing van bepaalde problemen.

Voorkeursalternatief
Datgene wat volgens het MER en/of bijbehorende ontwerpbesluiten / vergunningaanvragen of bijgestelde versies hiervan - dus na afweging van milieueffecten - de voorkeur van de initiatiefnemer heeft om de doelstellingen zo goed mogelijk te realiseren.

Bijlage

3

Wettelijke kaders & beleidsdocumenten (zover niet opgenomen in de hoofdtekst)

Ruimtelijk

Structuurvisie infrastructuur en ruimte
De definitieve Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR) is op 13 maart 2012 vastgesteld en is de opvolger van de Nota Ruimte. In deze structuurvisie schetst het Rijk ambities voor Nederland in 2040: een visie hoe Nederland er in 2040 voor moet staan. Uitgaande van de verantwoordelijkheden van het Rijk zijn de ambities uitgewerkt in rijksdoelen tot 2028 en is aangegeven welke nationale belangen daarbij aan de orde zijn. Deze tijdshorizon is gesteld omdat in de loop van de tijd nieuwe ontwikkelingen en opgaven kunnen vragen om bijstelling van de rijksdoelen.

Specifiek over windenergie wordt beschreven dat rijk en provincies zorgen voor het ruimtelijk mogelijk maken van de doorgroei van windenergie op land tot minimaal 6000 MW in 2020. Het Rijk heeft in de SVIR gebieden op land aangegeven die hiervoor kansrijk zijn op basis van de combinatie van landschappelijke en natuurlijke kenmerken, alsmede de gemiddelde windsnelheid. Binnen deze gebieden gaat het Rijk in samenwerking met de provincies locaties voor grootschalige windenergie aanwijzen. Hierbij worden ook de provinciale reserveringen voor windenergie betrokken. Deze gebieden zullen nader worden uitgewerkt in de Rijksstructuurvisie ‘Windenergie op land’.

Daarnaast zet het Rijk in op voldoende ruimte voor op termijn 6000 MW windenergie op zee. Locaties voor windparken op zee (territoriale zone en Nederlandse Economische Exclusieve Zone) zijn opgenomen in het Nationaal Waterplan. In 2015 wordt bezien in hoeverre voor de langere termijn (na 2020) nieuw ruimtelijk beleid en infrastructuur nodig is voor de verdere uitbouw van nieuwe energiefuncties op de Noordzee. Het Rijk onderzoekt bij de actualisatie van het SEV III of en zo ja hoe de ruimte voor de elektriciteitskabels voor het transport van energie van windmolenparken op zee naar de aanlandingspunten van het hoogspanningsnet op het vasteland geborgd moet worden.

Wet Ruimtelijke Ordening
De Wro gaat over het maken van ruimtelijke plannen. Ruimtelijke plannen regelen hoe Nederland er nu en in de toekomst uit moet zien. Dit zijn hoofdzakelijk bestemmingsplannen en structuurvisies. De Wro bepaalt hoe deze plannen gemaakt moeten worden en hoe deze gewijzigd kunnen worden. Daarbij regelt de Wro de overheidstaken en de rechten en plichten van burgers, bedrijven en (overheids)instellingen.

Wet milieubeheer (Wm)
De Wet milieubeheer (Wm) is de belangrijkste milieuwet. Daarin staat hoe overheden, zoals gemeente en provincies, het milieu moeten beschermen. De belangrijkste hulpmiddelen om te zorgen voor een schoon milieu zijn:

- Milieuplannen
- Milieukwaliteitseisen
- Milieueffectrapportage (MER)
- Vergunningen
- Milieujaarverslag
- Handhaving

Ook bevat de wet de regels voor financiële maatregelen om een schoon milieu te stimuleren.

Water

Kaderrichtlijn Water (KRW)
De KRW is een Europese richtlijn met als doel het in stand houden en verbeteren van het aquatisch milieu. Met de uitvoering van de KRW realiseert Nederland een goede ecologische en chemische toestand van het watersysteem. De doelen van de KRW dienen in 2015 te zijn behaald. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft hiervoor het Innovatieprogramma KRW en de Stedelijke Synergie regeling KRW gelanceerd. Het Innovatieprogramma KRW richt zich vooral op het stimuleren van innovatieve projecten die vanwege hoge risico's en het ontbreken van een directe probleemeigenaar niet of onvoldoende door de markt worden opgepakt. Zowel kennisontwikkeling als praktijkgerichte projecten zijn mogelijk.
Het accent ligt op de praktijkgerichte innovatieprojecten. Daarbij richt het Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water zich vooral op de kwaliteit van het oppervlaktewater. De kwaliteit van het grondwater kan alleen in een project aan de orde komen als het project een wezenlijke verbetering van het oppervlaktewater beoogt. Het moet in alle gevallen gaan om innovatieve projecten die uitstijgen boven de maatregelen die al genomen worden om de Kaderrichtlijn in te vullen.

Waterbeheer 21e eeuw
Geeft uitgangspunten voor waterbeleid in de 21e eeuw in relatie tot ruimtelijke ontwikkeling. De kern van het Waterbeleid 21ste eeuw is dat water de ruimte moet krijgen, voordat het die ruimte zelf neemt. Het water de ruimte geven betekent dat in het landschap en in de stad ruimte gemaakt wordt om water op te slaan.

Waterwet
Deze wet vervangt een achttal bestaande wetten voor het waterbeheer in Nederland, waaronder de Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken, de Wet verontreiniging Oppervlaktewater, en de Wet op de Waterkeringen. Integraal waterbeheer staat daarbij centraal. De Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. Daarnaast levert de Waterwet een flinke bijdrage aan kabinetsdoelstellingen, zoals vermindering van regels, vergunningstelsels en administratieve lasten.

Ecologie

Natura 2000 (Vogel- en Habitatrichtlijn)
Om de natuur in Europa te behouden heeft de Europese Unie het initiatief genomen voor Natura 2000. Dit is een samenhangend netwerk van beschermde natuurgebieden (Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijngebieden). Voor Nederland gaat het in totaal om 162 gebieden. De bepalingen vanuit de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn (inclusief de aangewezen gebieden) zijn in Nederland in de Natuurbeschermingswet 1998 verwerkt. Voor activiteiten of projecten die schadelijk zijn voor de beschermde natuur geldt een vergunningsplicht. Bescherming van de Natura2000-gebieden loopt langs drie sporen; Aanwijzing, Beheerplan & Vergunning.

Ecologische Hoofdstructuur
De Ecologische Hoofdstructuur is een samenhangend netwerk van bestaande en nog te ontwikkelen belangrijke natuurgebieden in Nederland en is verankerd in de Wet ruimtelijke ordening. Het is ontwikkeld ter voorkoming van isolatie van natuurgebieden (met als gevolg uitstervende dieren en planten). De Ecologische Hoofdstructuur vormt de basis voor het Nederlandse natuurbeleid en levert samen met het Natura2000-netwerk een bijdrage aan het behoud en de versterking van biodiversiteit in Europa. De in Nederland vastgestelde EHS bestaat uit; bestaande natuurgebieden, reservaten, natuurontwikkelings-gebieden, verbindingszones; landbouwgebieden met mogelijkheden voor agrarisch natuurbeheer (beheersgebieden) & de grote wateren (kustzone Noordzee, IJsselmeer en Waddenzee).

Nationale Parken
In Nederland zijn in totaal twintig nationale parken aangewezen. De eerste twee nationale parken van Nederland zijn ontstaan op particulier initiatief. De andere zeventien parken zijn officieel ingesteld door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Het instellen van nationale parken gebeurt op grond van een internationale afspraak. Het doel van deze afspraak is om grote natuurgebieden te behouden, die een of meer belangrijke ecosysteem vertegenwoordigen. Het beleid voor de nationale parken is gericht op vergroting van een aantal parken, kwaliteitsverbetering, een grotere bekendheid bij het publiek en het stimuleren van de samenwerking tussen de parken. Het Samenwerkingsverband Nationale Parken (SNP) heeft een belangrijke rol bij de uitvoering van het huidige beleid. Het Investeringsprogramma 2006-2010 voor de nationale parken wordt bijvoorbeeld onder regie van het SNP uitgevoerd.

Natuurbeschermingswet (1998)
De Nbwet ’98 biedt de juridische basis voor de aanwijzing van te beschermen gebieden en landschapsgezichten, vergunningverlening, schadevergoeding, toezicht en beroep, Internationale verplichtingen uit de Vogelrichtlijn (VR) en Habitatrichtlijn (HR), maar ook verdragen als bijvoorbeeld het Verdrag van Ramsar (Wetlands) zijn hiermee in nationale regelgeving verankerd. De Nbwet ’98 heeft als doel het beschermen en in stand houden van bijzondere gebieden. De Nbwet ’98 omvat de Natura2000-gebieden en de beschermde natuurmonumenten.

Het is verboden zonder vergunning projecten te realiseren of andere handelingen te verrichten, die, gelet op de instandhoudingdoelstellingen, de kwaliteit van het gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben.

Flora- en faunawet (Ffw)
De Ffw is gericht op de bescherming van dier- en plantensoorten in hun natuurlijke leefgebied. De wet bevat onder meer verbodsbepalingen met betrekking tot het aantasten, verontrusten of verstoren van beschermde dier- en plantensoorten, hun nesten, holen en andere voortplantings- of vaste rust- en verblijfsplaatsen. In de wet is de individuele soortenbescherming van de Vogel- en Habitatrichtlijn geïmplementeerd.
De in artikel 2 opgenomen zorgplicht voor alle in het wild levende soorten, houdt in dat menselijk handelen geen nadelige gevolgen voor flora en fauna mag hebben. In artikel 75 van de Ffw zijn de mogelijkheden voor vrijstelling en ontheffing opgenomen. Sinds het besluit vrijstelling beschermde dier- en plantensoorten van 10 september 2004 zijn de mogelijkheden voor verlening van ontheffing of vrijstelling verruimd. Een aantal algemene soorten (tabel 1-soorten) mag worden verstoord zonder dat daar vooraf ontheffing voor is verkregen.

Bodem

Besluit bodemkwaliteit
Het Besluit Bodemkwaliteit (Bbk) stelt de milieuhygiënische randvoorwaarden voor de toepassing van grond, baggerspecie en bouwstoffen in bodem of oppervlaktewater. Het besluit vervangt onder meer het Bouwstoffenbesluit (1999), die middels een ruimte overgangsperiode mede van kracht blijft. Het besluit verandert het bodembeleid ingrijpend; het is gericht op een betere bescherming van de bodem en moet meer ruimte bieden voor nieuwe bouwprojecten, zoals woningen en wegen. Het besluit geeft gemeenten en provincies meer verantwoordelijkheid om de bodem te beheren.

Wet Bodembescherming
Bevat het wettelijk kader voor het bodembeleid. Op 1 januari 2006 is de Wbb gewijzigd (artikel 46, besluit financiële bepalingen bodemsanering). De grote hoeveelheid verontreinigde locaties maakte dit noodzakelijk. Met de voortzetting van het toenmalige beleid zou het nog zeker honderd jaar duren voordat de Nederlandse bodem ‘schoon’ is. De nieuwe regels moeten er voor zorgen dat de bodemverontreinigingproblematiek in circa 25 jaar wordt beheerst. Dit door bodemsaneringen beter aan te laten sluiten bij de maatschappelijke dynamiek. Het doel is zo te komen tot een effectiever bodembeleid.

Landschap

Nationale Landschappen
Nationale Landschappen zijn gebieden met een unieke combinatie van natuur, cultuur en geschiedenis. Bij Nationale Landschappen is er een samenhang tussen het behoud en de ontwikkeling van natuur (planten en dieren), reliëf (bijvoorbeeld beekdalen en terpen), grondgebruik (agrarisch, recreatief) en bebouwing (zoals dorpsgezichten en forten).
In Nederland zijn twintig gebieden aangewezen als Nationaal Landschap. Door de verstedelijking staat het platteland op sommige plaatsen onder druk. De Nationale Landschappen krijgen daarom de komende jaren extra aandacht vanwege hun belang voor de cultuurhistorie en natuur. De provincies zijn verantwoordelijk voor de uitwerking en uitvoering van het beleid voor Nationale Landschappen. In de uitvoeringsplannen beschrijven de provincies hoe ze de kernkwaliteiten van het betreffende Nationale Landschap willen behouden, beheren en versterken. Vervolgens maken zij afspraken met de gemeentes en andere partijen over de wijze waarop de provinciale plannen doorwerken.

Archeologie en cultuurhistorie

Wet op de Archeologische Monumentenzorg
De Wet op de Archeologische Monumentenzorg is de Nederlandse uitwerking van het Verdrag van Malta. De Wet op de Archeologische Monumentenzorg is een raamwet die regelt hoe het Rijk, de provincie en de gemeente bij hun ruimtelijk plannen rekening moeten houden met het erfgoed in de bodem. De wet beoogt het culturele erfgoed (en vooral het archeologische erfgoed) te beschermen. Onder archeologisch erfgoed wordt verstaan: alle fysieke overblijfselen, zowel in als boven de grond, die bijdragen aan het verkrijgen van inzicht in menselijke samenlevingen uit het verleden.
Uitgangspunten van de Wet op de Archeologische Monumentenzorg luiden als volgt:

- Archeologische waarden zoveel mogelijk in de bodem bewaren en alleen opgraven als behoud in de bodem (in situ) niet mogelijk is
- Vroeg in de ruimtelijke ordening al rekening houden met archeologie. Initiatiefnemers van ruimtelijke ontwikkelingen moeten in een vroegtijdig stadium aangeven hoe met eventuele archeologische waarden bij bodemverstorende ingrepen zal worden omgegaan. Dit houdt dat er een verplichting is tot vooronderzoek bij werkzaamheden die de grond gaan verstoren. De invoering hiervan wordt geregeld via bestemmingsplannen en vrijstellingen, de m.e.r.-plichtige activiteiten en ontgrondingen,

Bodemverstoorders betalen archeologisch onderzoek en mogelijke opgravingen (principe verstoorder betaalt). De kosten voor noodzakelijk archeologische werkzaamheden komen ten laste van de initiatiefnemer tot de bodemverstorende activiteit.

Verkeer en Vervoer

Nota Mobiliteit
De Nota Mobiliteit werkt het ruimtelijk beleid, zoals beschreven in de Nota Ruimte, verder uit en beschrijft de hoofdlijnen van het nationale verkeers- en vervoersbeleid voor een periode tot 2020. In deze nota staan, behalve een algemene visie op verkeer en vervoer, ook voorstellen om het wegverkeer, het openbaar vervoer, de luchtvaart en de scheepvaart zodanig te organiseren dat in 2020 95% van de reizigers op tijd zijn of haar bestemming bereikt. Om dit te bereiken wil de rijksoverheid:

- De achterstand in onderhoud en beheer aan (snel)wegen, spoorlijnen en (hoofd)vaarwegen wegwerken
- Per gebied onderzoeken of en hoe knelpunten op het gebied van bereikbaarheid kunnen worden opgelost. Bijvoorbeeld door gebruik te maken van bestaande infrastructuur
- Zorgen voor meer een betere samenhang tussen ruimtelijke ordening en infrastructuur. Dat betekent onder meer dat bij het plannen van nieuwbouwlocaties (ook) wordt gekeken hoeveel wegen, fietspaden en openbaar vervoer nodig is voor de toekomstige bewoners
- Publiekprivate samenwerkingsvormen (samenwerking tussen overheid en bedrijfsleven) structureel toepassen bij het beheer en onderhoud van wegen en bij het nemen van maatregelen ter oplossing van knelpunten
- Verkeersinformatie over het hoofdwegennet koppelen aan verkeersinformatie voor regionale wegen
- De toegankelijkheid van het openbaar vervoer waarborgen en verbeteren
- Het aantal fietsenstallingen bij stations uitbreiden en verbeteren
- Een vorm van prijsbeleid voor het gebruik van wegen introduceren

Geluid

Wet geluidhinder (Wgh)
Sinds het einde van de jaren zeventig vormt de Wet geluidhinder (Wgh) een belangrijk juridische kader voor het Nederlandse geluidsbeleid. De Wet geluidhinder biedt onder andere geluidsgevoelige bestemmingen (zoals woningen) bescherming tegen geluidhinder van wegverkeerslawaai, spoorweglawaai en industrielawaai door middel van zonering. Anders dan de naam van de Wet geluidhinder misschien suggereert worden niet alle milieugerichte geluidsaspecten in de Wet geluidhinder geregeld. De belangrijkste onderwerpen die in de Wet geluidhinder worden geregeld zijn:

- Toestellen en geluidwerende voorzieningen (bijvoorbeeld Besluit geluidproductie bromfietsen)
- Industrielawaai, voor zover dit betrekking heeft op industrieterreinen waar zich “grote lawaaimakers” kunnen vestigen
- Wegverkeerslawaai (behalve 30 km-wegen)
- Spoorweglawaai
- Geluidbelastingkaarten en actieplannen (uitwerking Europese richtlijn Omgevingslawaai).

Externe veiligheid

Derde Structuurvisie elektriciteitsvoorzieningen
Het doel van het SEV III is het waarborgen van voldoende ruimte voor grootschalige productie en transport van elektriciteit. Voor het transport wordt de ontwikkeling van het landelijke hoogspanningsnet voorgestaan, zodanig dat het blijft voldoen aan de daaraan op basis van de Elektriciteitswet 1998 gestelde eisen. Om dit te realiseren legt het kabinet in deze planologische kernbeslissing globale ruimtereserveringen vast voor vestigingsplaatsen voor elektriciteitsopwekking en hoogspanningsverbindingen. Het SEV III betreft globale ruimtereserveringen voor:

- Mogelijke grootschalige vestigingsplaatsen waar ten minste 500 MW elektriciteit kan worden opgewekt
- Globale trajecten van mogelijke hoogspanningsverbindingen van 220 kV en meer. De realisatie van een 380kV verbinding van Borssele naar de landelijke ring maakt hiervan onderdeel uit

Structuurvisie buisleidingen
Het Structuurschema Buisleidingen uit 1985 wordt opgevolgd door de Structuurvisie Buisleidingen. Deze structuurvisie bevat een lange termijnvisie op het buisleidingtransport van gevaarlijke stoffen (gas, olie, chemicaliën en CO2), zoals de reservering van ruimte voor toekomstige buisleidingen. VROM heeft een concept-visiekaart ontwikkeld met de hoofdverbindingen die van belang zijn. In januari 2009 zijn voorlichtingsbijeenkomsten gehouden voor RO-medewerkers van provincies en gemeenten. Op grond van de uitkomsten van het overleg met de betrokken partners zal de visiekaart verder worden aangepast. Op basis van de hoofdlijnen uit de Structuurvisie kunnen provincies en gemeenten het exacte buisleidingentracé bepalen. Uitgangspunt daarbij is zoveel mogelijk bundeling met bestaande buisleiding(-stroken).

Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi)
Het Bevi moet individuele en groepen burgers een basisbeschermingsniveau garanderen tegen een ongeval met gevaarlijke stoffen. Het besluit verplicht gemeenten en provincies rekening te houden met de externe veiligheid als ze een milieuvergunning verlenen of een bestemmingsplan maken. Het Bevi bevat veiligheidsnormen voor bedrijven met gevaarlijke stoffen die een risico vormen voor personen buiten het bedrijfsterrein. Het Bevi moet de risico's beperken. Dit betekent bijvoorbeeld dat bedrijven maatregelen moeten nemen of dat provincies of gemeenten bedrijven of woningen moeten verplaatsen.

Circulaire risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen
Het externe veiligheidsbeleid voor vervoer van gevaarlijke stoffen staat in de nota Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (nota Rnvgs). In deze circulaire wordt dit beleid verder uitgewerkt en verduidelijkt.

Dit is nodig omdat de nota Rnvgs niet in alle gevallen eenduidig wordt uitgelegd en toegepast. De circulaire beschrijft het Rijksbeleid voor veiligheidsbelangen bij het vervoer van gevaarlijke stoffen.

Defensie

Structuurschema Militaire Terreinen II (SMT II)
Het Tweede Structuurschema Militaire Terreinen (SMT) is een planologische kernbeslissing die de hoofdlijnen bevat van het rijksbeleid voor militaire terreinen en complexen. In het SMT zijn de plannen van het ministerie van Defensie vastgelegd met betrekking tot de locaties en het gebruik van oefenterreinen, kazernes en andere complexen, militaire vliegvelden en havens. Kortom: de uitgangspunten van vrijwel alles wat Defensie in ons land doet.

Regelgeving burgerluchthavens en militaire luchthavens
Deze regelgeving vervangt de Luchtvaartwet en bevat regels om de milieuruimte en externe veiligheidsruimte van luchthavens te bepalen, zowel voor het gebruik van de luchthaven door vliegverkeer als voor de ruimtelijke indeling van het gebied in de nabijheid van luchthavens. Dit zal worden uitgewerkt in een AMvB Besluit Burgerluchthavens en een AMvB Militaire luchthavens.

Bijlage

4

Literatuurlijst

Arcadis
Presentatie Erik Koppen, Laagfrequent geluid van windturbines, Nieuwe Deense wetgeving (2013)

Atelier Rijksbouwmeester
Windturbines in het Nederlandse landschap, Atelier Rijksbouwmeester (maart 2007)

Gemeente Emmen
Concept archeologische beleidsadvieskaart gemeente Emmen (november 2012)

Gemeente Emmen
Beleidsregel windmolenopstellingen gemeente Emmen (maart 2012)

Gemeente Emmen
Ontwerpbestemmingsplan en planMER buitengebied (2012)

Gemeente Emmen
Ruimtelijke waardenkaart Emmen (september 2011)

Gemeente Emmen
Windenergie in Emmen? (juni 2010)

Ministerie van VROM
Schetsboek windturbines en ruimtelijke kwaliteit, Landschappelijk onderzoek naar vides en concentratiegebieden (februari 2008)

NSG
Richtlijn laagfrequent geluid, 1999

Provincie Drenthe
Cultuurhistorisch Kompas (juni 2009)

Provincie Drenthe
Omgevingsvisie Drenthe (2010)

Provincie Drenthe
Windenergie in de gemeenten Emmen en Coevorden (juni 2012)

Provincie Flevoland
Leidraad windmolens in Flevoland (december 2011)

Rijksadviseur voor het Landschap (Ytje Feddes)
Een choreografie voor 1000 molens (september 2010)

Tauw
Natuurtoets planMER Windpark Emmen. *Toetsing locatiealternatieven aan natuurwetgeving en -beleid* (concept, december 2012)

TNO
Hinder door geluid van windturbines *Dosis-effectrelaties op basis van Nederlandse en Zweedse gegevens* (oktober 2008)