



Openbreken van de markt voor kleine en
middelgrote windturbines

JERTS-studie rond kleine en middelgrote windturbines

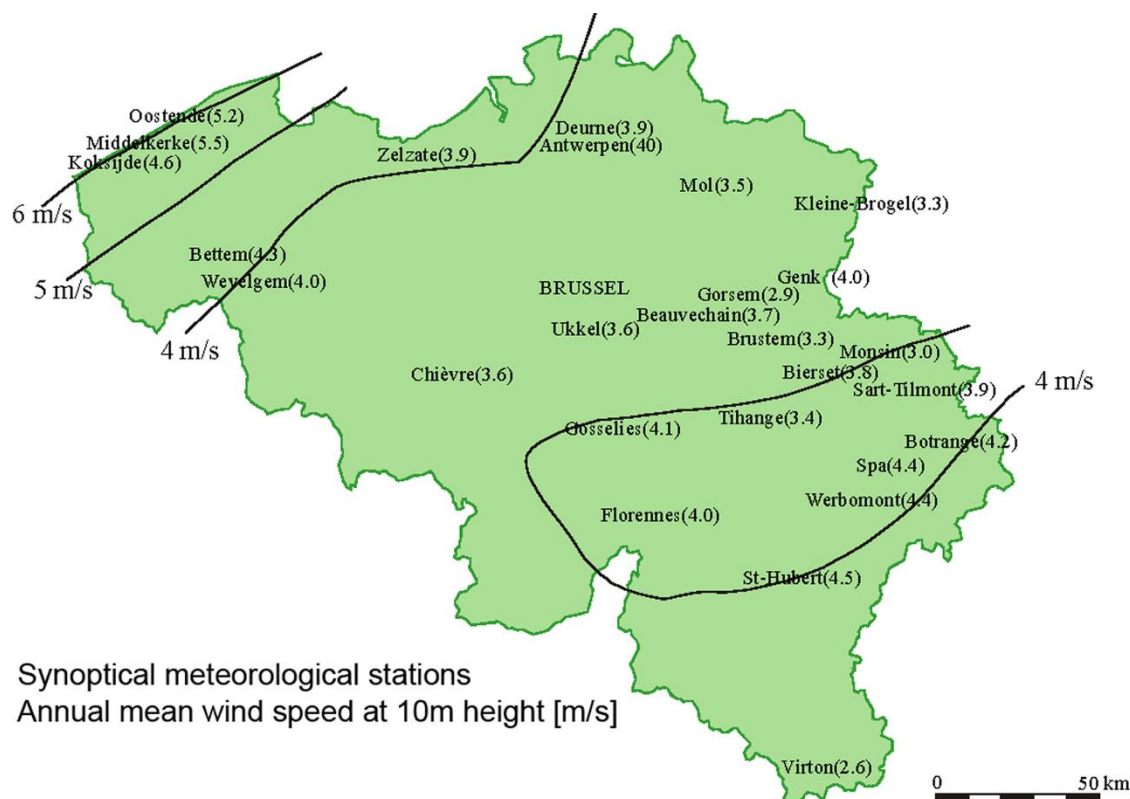


JERTS-studie rond KMWT

- Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde windsnelheid
- Schatting van de jaarlijks gemiddelde energie productie van een KMWT
- Kostprijs van een KMWT
- Terugverdientijd van een KMWT
- Cumulatief geïnstalleerd vermogen van KMWT
- Groenestroomcertificaten KMWT
- Ruimtelijke informatie kaart
- Casestudy

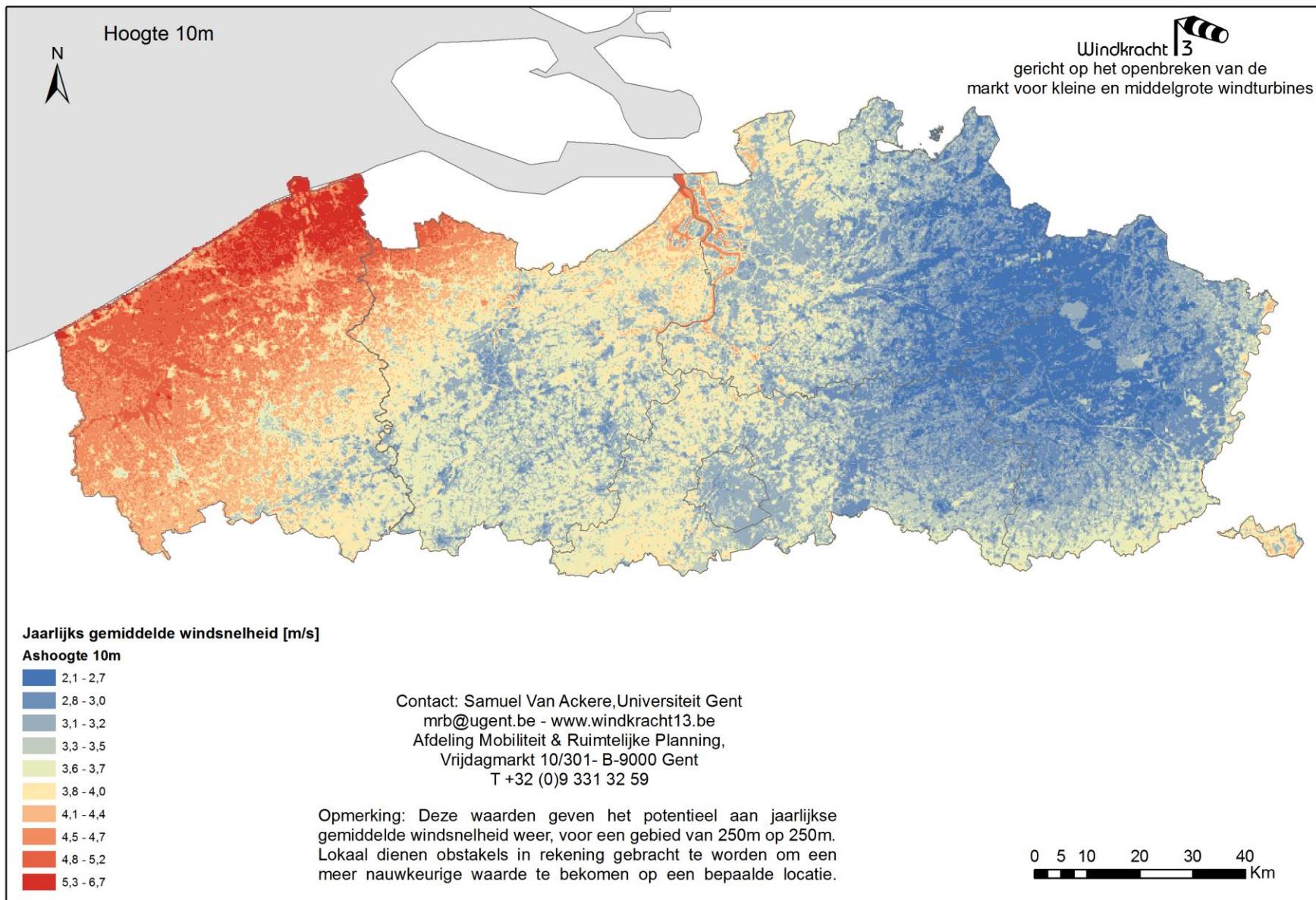
Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde windsnelheid

Huidige kaart biedt onvoldoende inzicht in de lokale wind beschikbaar in functie van mogelijke plaatsing van KMWT

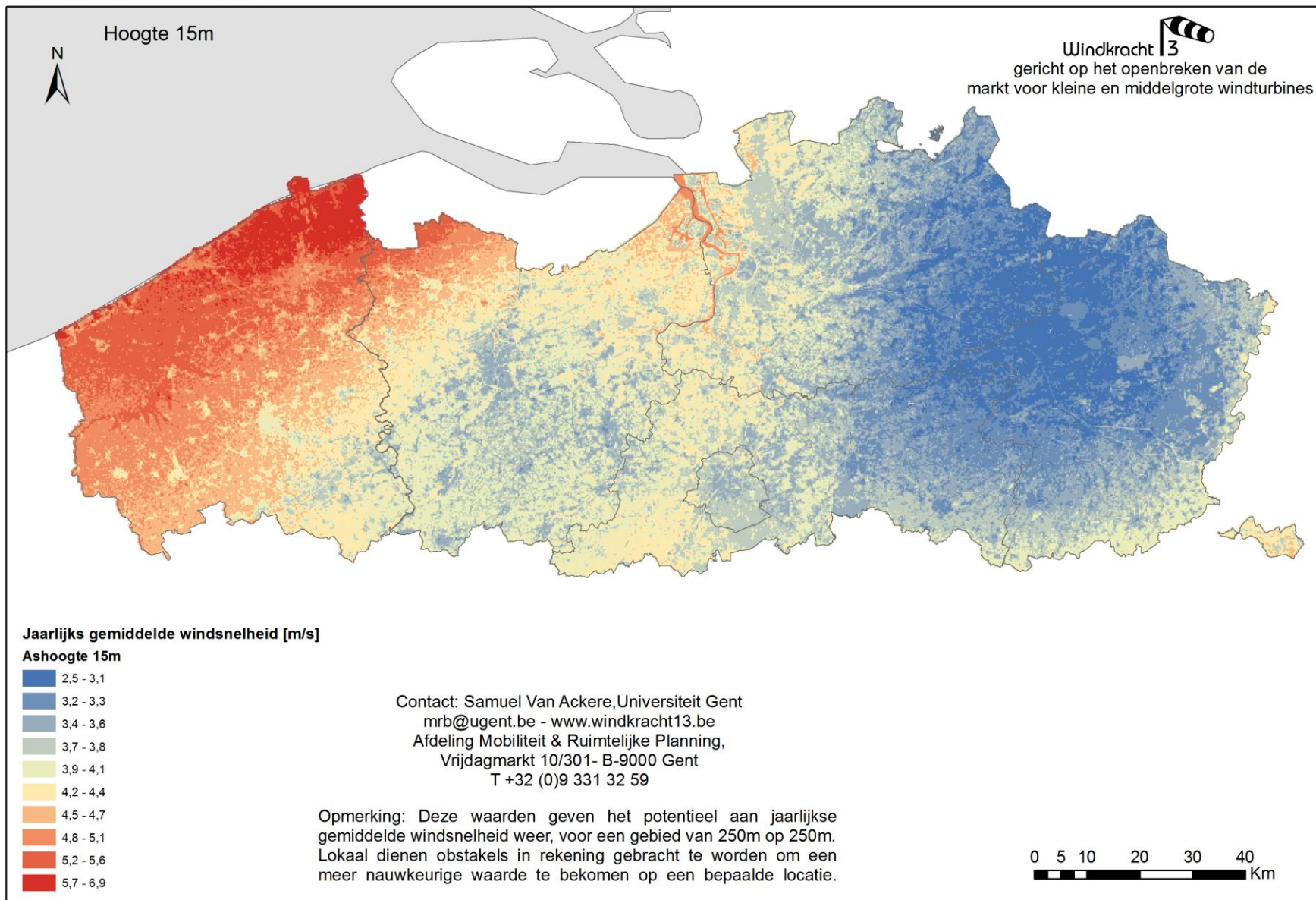


De jaarlijkse gemiddelde windsnelheid kaart van België (Hirsch, 1984)

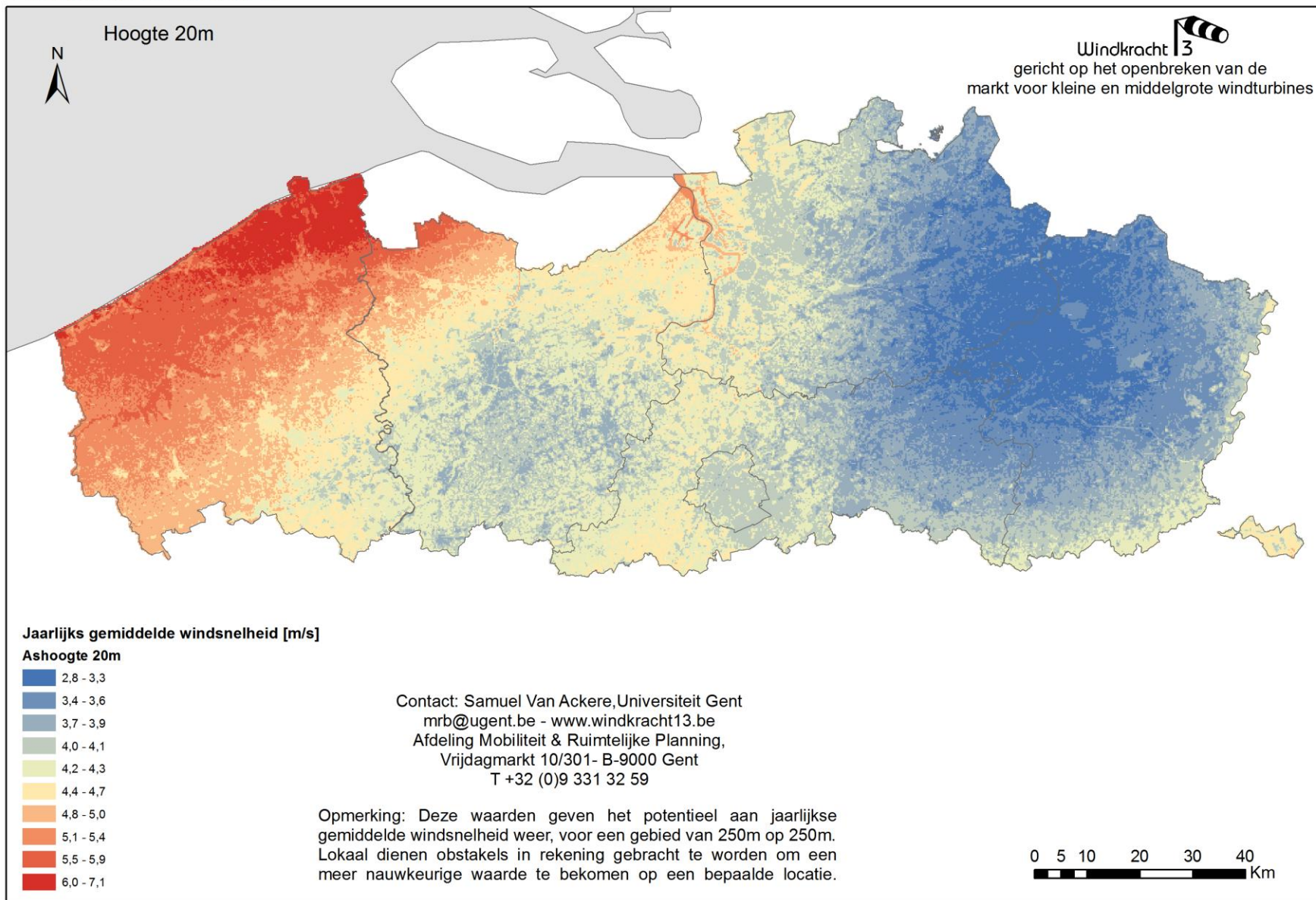
Windkaart Vlaanderen



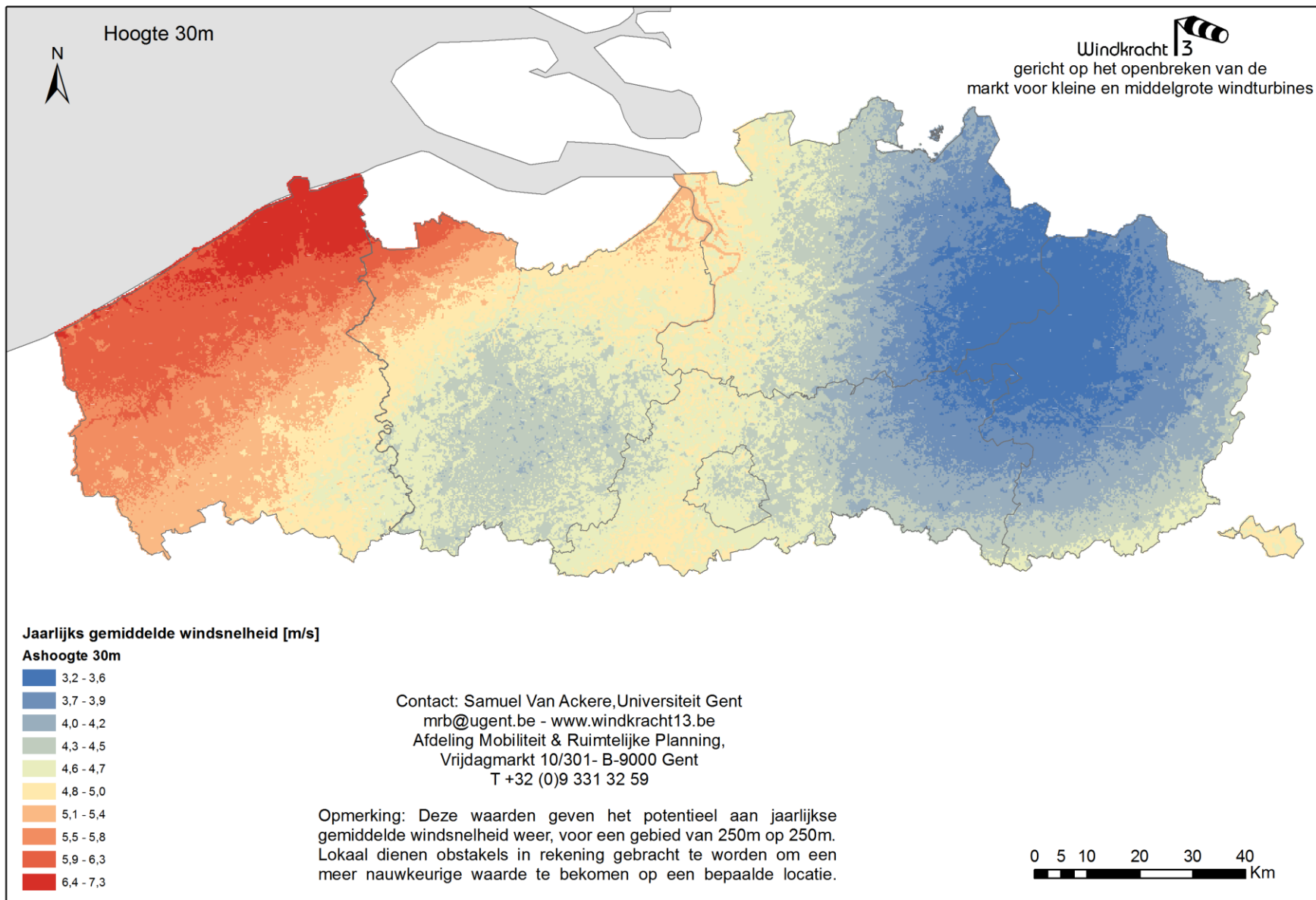
Windkaart Vlaanderen



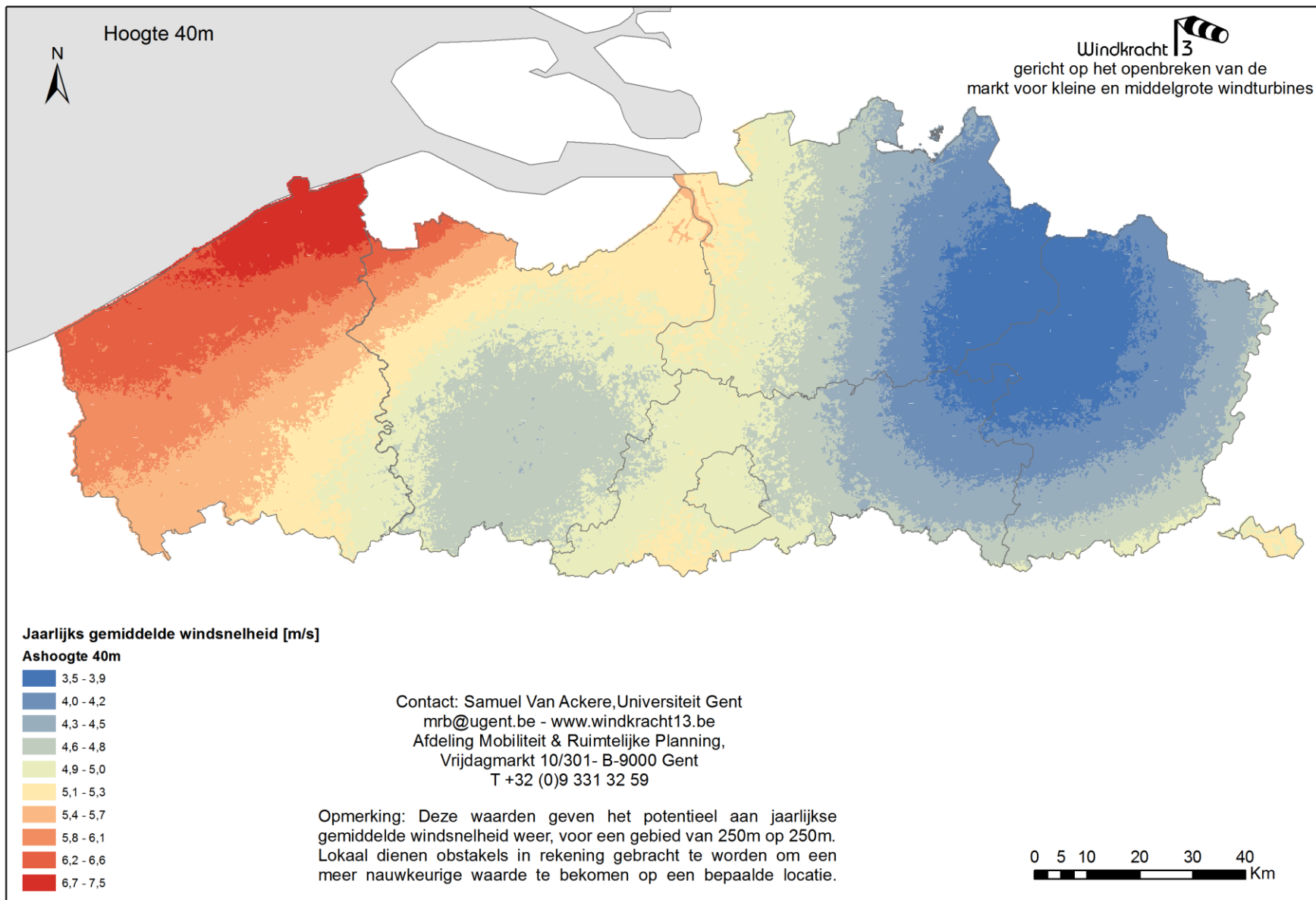
Windkaart Vlaanderen



Windkaart Vlaanderen



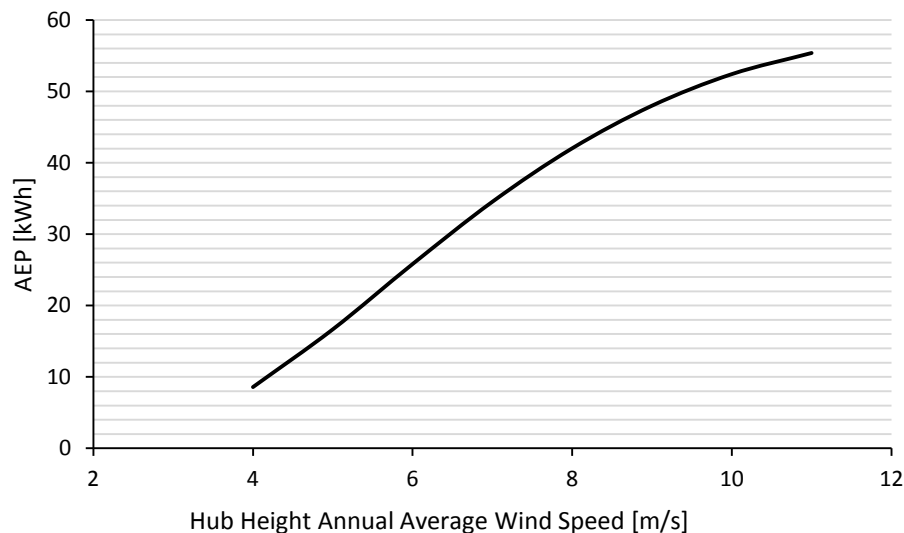
Windkaart Vlaanderen



JERTS-studie rond KMWT

- Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde windsnelheid
- Schatting van de jaarlijks gemiddelde energie productie van een KMWT
- Kostprijs van een KMWT
- Terugverdientijd van een KMWT
- Cumulatief geïnstalleerd vermogen van KMWT
- Groenestroomcertificaten KMWT
- Ruimtelijke informatie kaart
- Casestudy

Schatting van de jaarlijks gemiddelde energie productie



(AEP-measured) [kWh] with
Standard Uncertainty
Xzeres 442SR, Reference air
density: 1.225 kg/m³

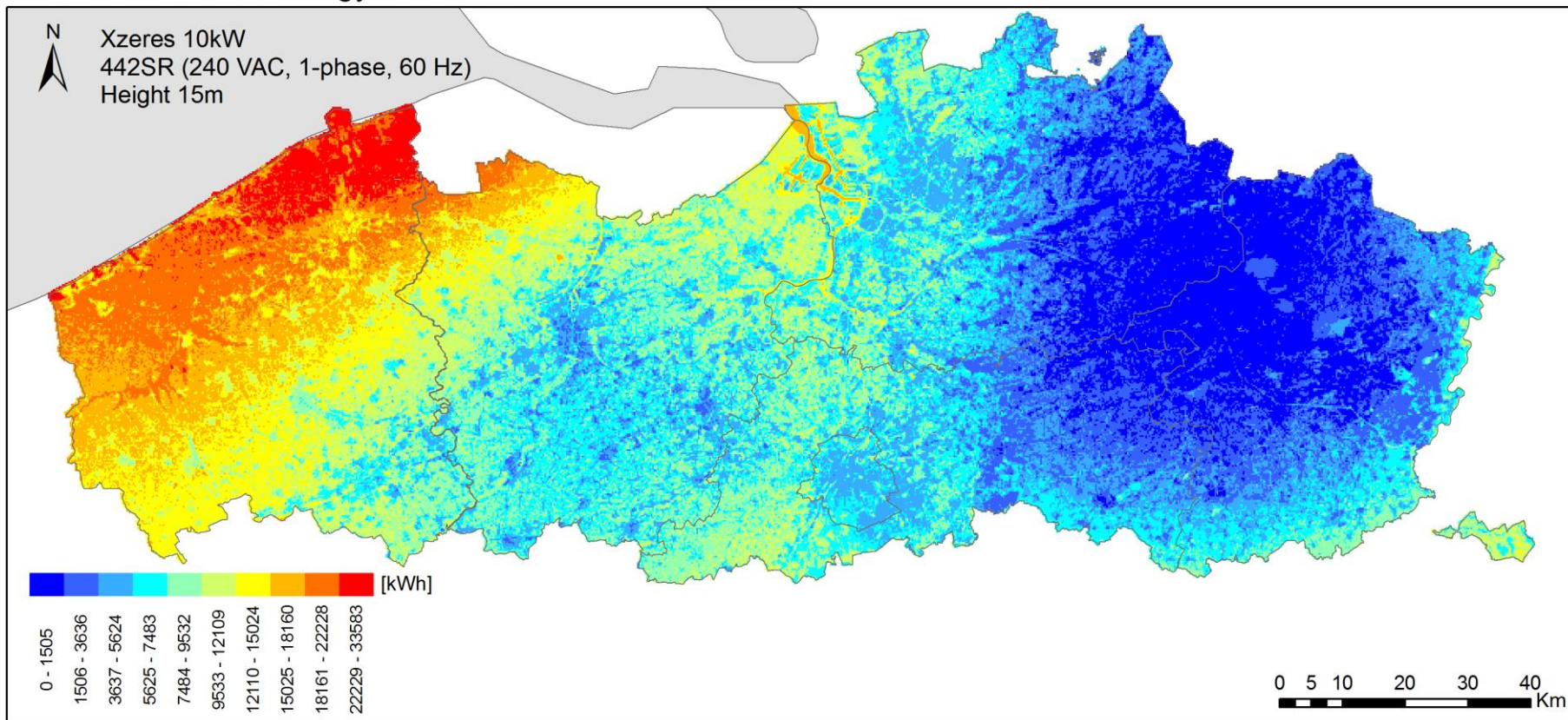


AWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard (AWEA Standard 9.1 – 2009).

Schatting jaarlijks gemiddelde energie productie [kWh] = $-1E-05x^6 - 0,0011x^5 + 0,0696x^4 - 1,3928x^3 + 12,477x^2 - 42,413x + 51,124$
met x de jaarlijkse gemiddelde windsnelheid [m/s].

Schatting van de jaarlijks gemiddelde energie productie van een KMWT

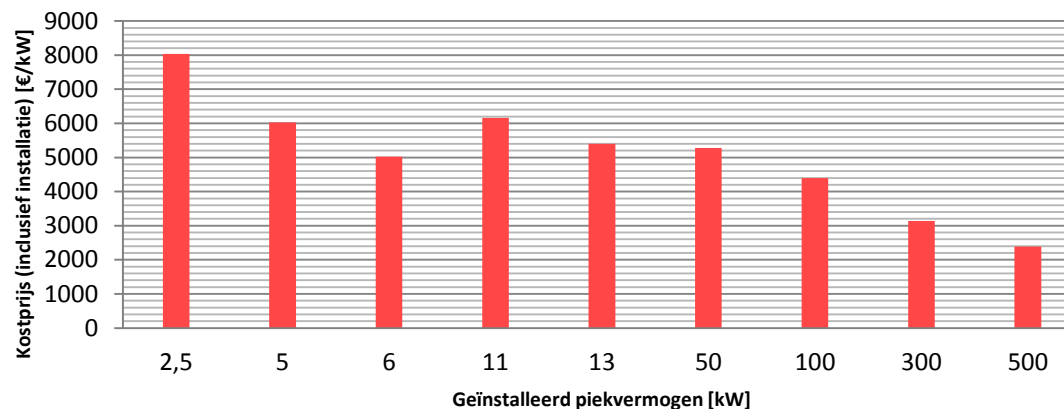
Estimated Annual Energy Production



JERTS-studie rond KMWT

- Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde windsnelheid
- Schatting van de jaarlijks gemiddelde energie productie van een KMWT
- **Kostprijs van een KMWT**
- Terugverdientijd van een KMWT
- Cumulatief geïnstalleerd vermogen van KMWT
- Groenestroomcertificaten KMWT
- Ruimtelijke informatie kaart
- Casestudy

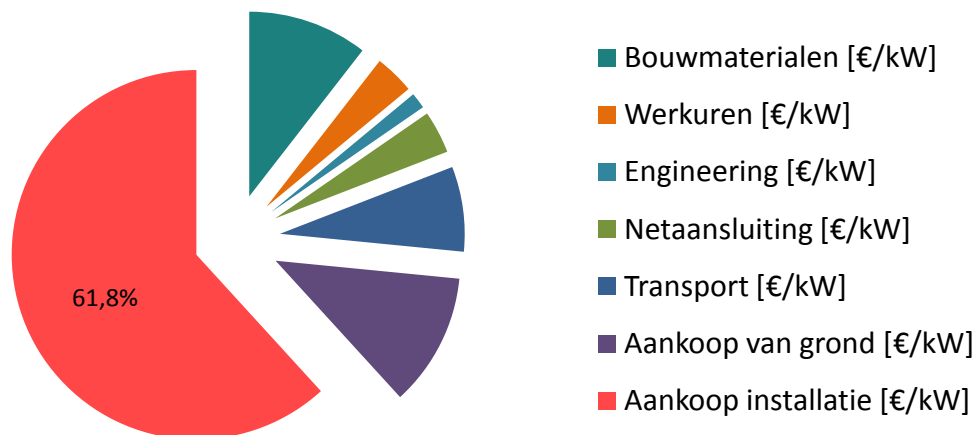
Schatting van de kostprijs van een KMWT



Kostprijs van kleine en middelgrote windturbines in VK, 2012 (Small and medium wind, UK Market report (2012))^[1]

^[1] Small and Medium Wind, UK Market Report (2012), blz 13, <http://www.renewableuk.com/en/publications/index.cfm/SMMR2012>

Schatting van de kostprijs van een KMWT



Figuur 2. KMWT gemiddelde kosten distributie. (Bortolini, Gamberi, Graziani, Manzini, & Pilati, 2014)

De investering voor de installatie, C_0 , wordt uitgedrukt als:

$$C_0 = C_P + C_T + C_I$$

Met:

C_p	aanschafkosten KMWT	[€]
C_t	transportkosten KMWT	[€]
C_i	installatiekosten KMWT	[€]

JERTS-studie rond KMWT

- Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde windsnelheid
- Schatting van de jaarlijks gemiddelde energie productie van een KMWT
- Kostprijs van een KMWT
- Terugverdiëntijd van een KMWT
- Cumulatief geïnstalleerd vermogen van KMWT
- Groenestroomcertificaten KMWT
- Ruimtelijke informatie kaart
- Casestudy

Schatting van de (eenvoudige) terugverdientijd van een KMWT

$$\begin{aligned}
 \text{Terugverdientijd [jaar]} &= \frac{\text{Installatieprijs excl. BTW [€]}}{\text{Opbrengst [€/jaar]}} \\
 &= \frac{\text{Installatieprijs excl. BTW [€]}}{\text{Minderverbruik [€/jaar] + GSC [€/jaar]}} \\
 &= \frac{\text{Installatieprijs excl. BTW [€]}}{\text{Opbrengst [kWh/jaar]} * \left(\text{Elektriciteitsprijs} + \left(\frac{\text{Bandingfactor}}{1000} * 93 \right) \right)}
 \end{aligned}$$

Economische levensduur KMWT = 20 jaar

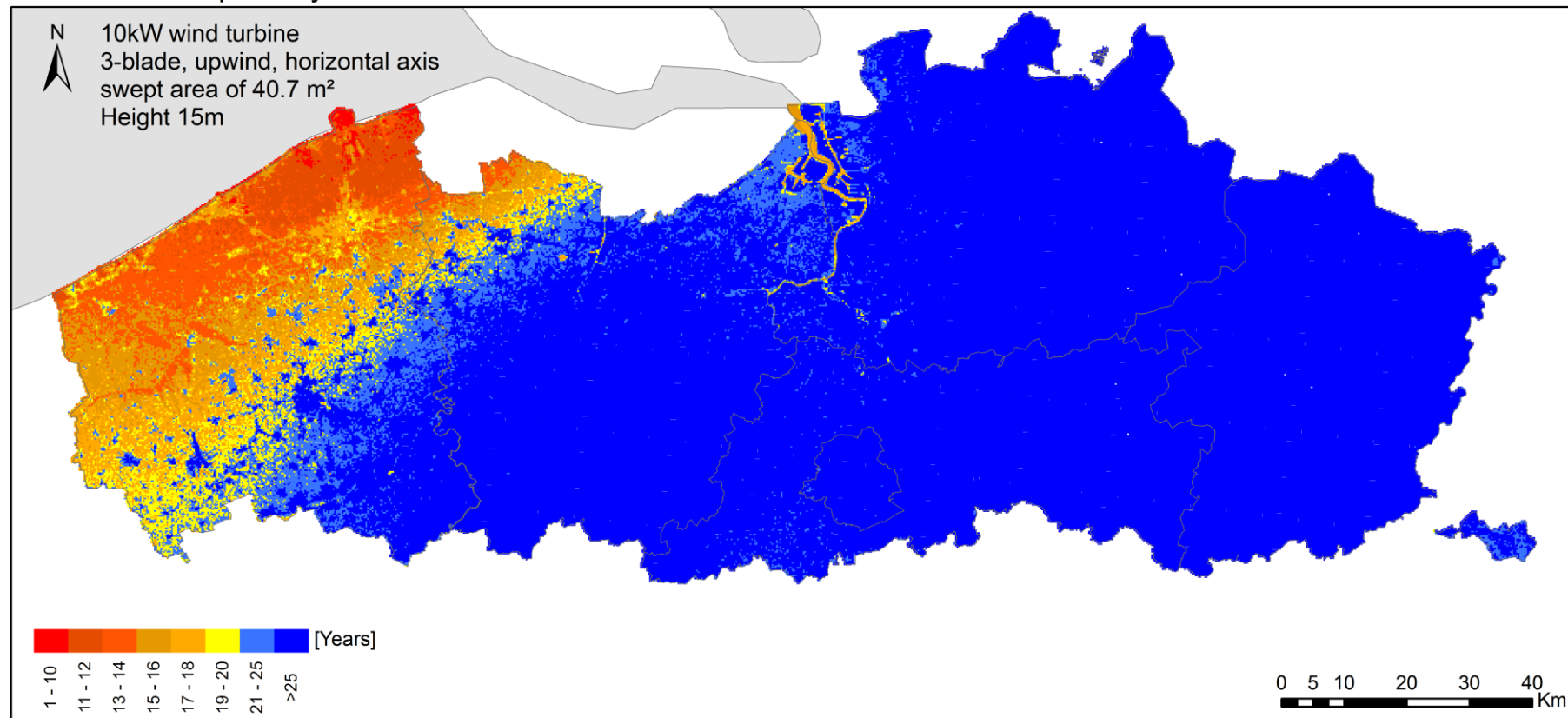


Aankoopprijs = €43021,14

Installatieprijs = € 69613,5

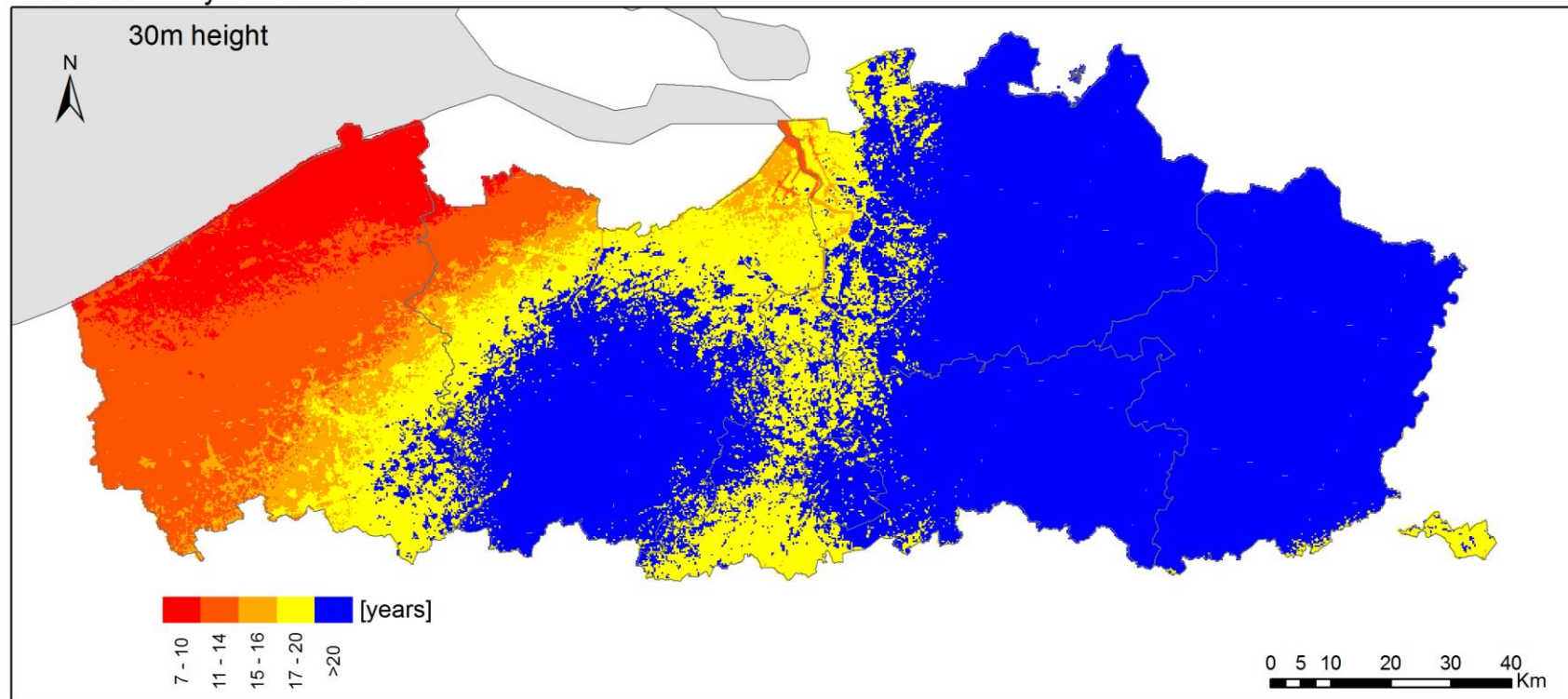
Schatting van de terugverdientijd van een KMWT

Estimated Simple Payback Period



Schatting van de terugverdientijd van een KMWT

Estimated Pay-back time



Skystream 3.7 - RSLab

Kleine windturbine

Vermogen 2,4kW

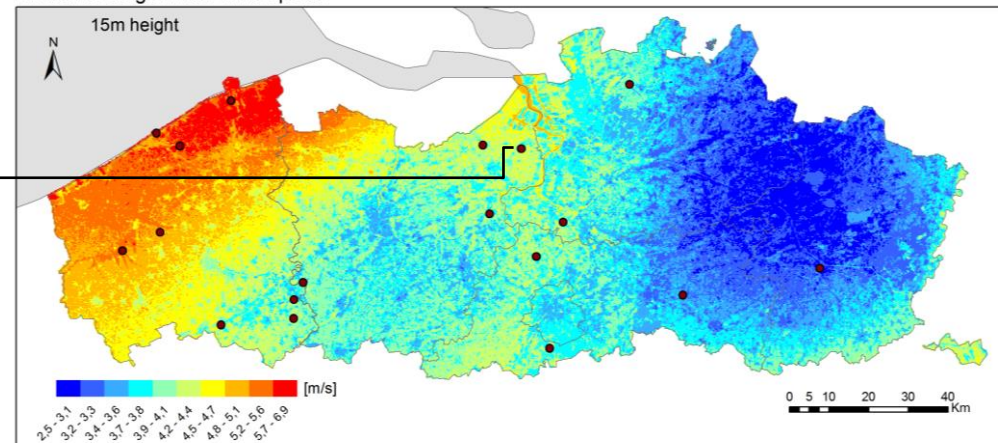
Ashoogte: 15m

nabij gebouw geplaatst

Jaarlijkse Opbrengst: **600 kWh/jaar**

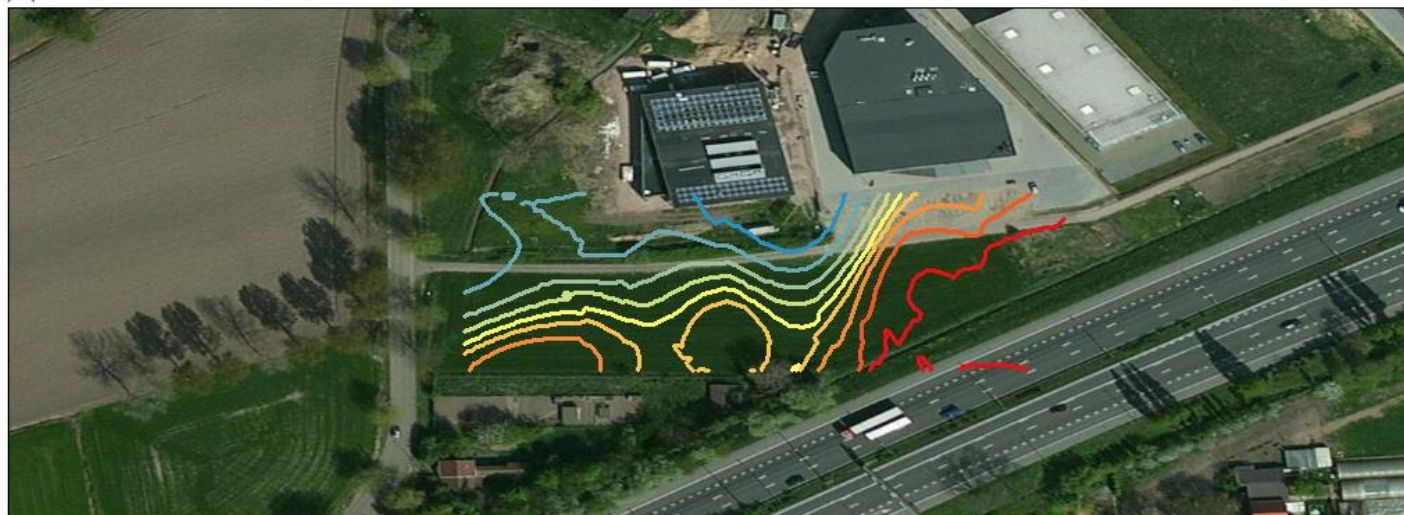


Annual average mean wind speed



Lokale windkaart

Ashoogte 15m

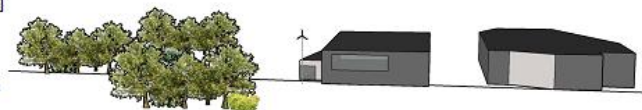
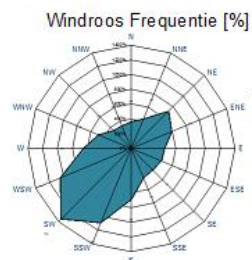


Windkracht 13
gericht op het openbreken van de
markt voor kleine en middelgrote windturbines

Jaarlijkse gemiddelde windsnelheid

	1,66 m/s
	1,86 m/s
	2,04 m/s
	2,19 m/s
	2,31 m/s
	2,44 m/s
	2,59 m/s
	2,76 m/s
	2,96 m/s

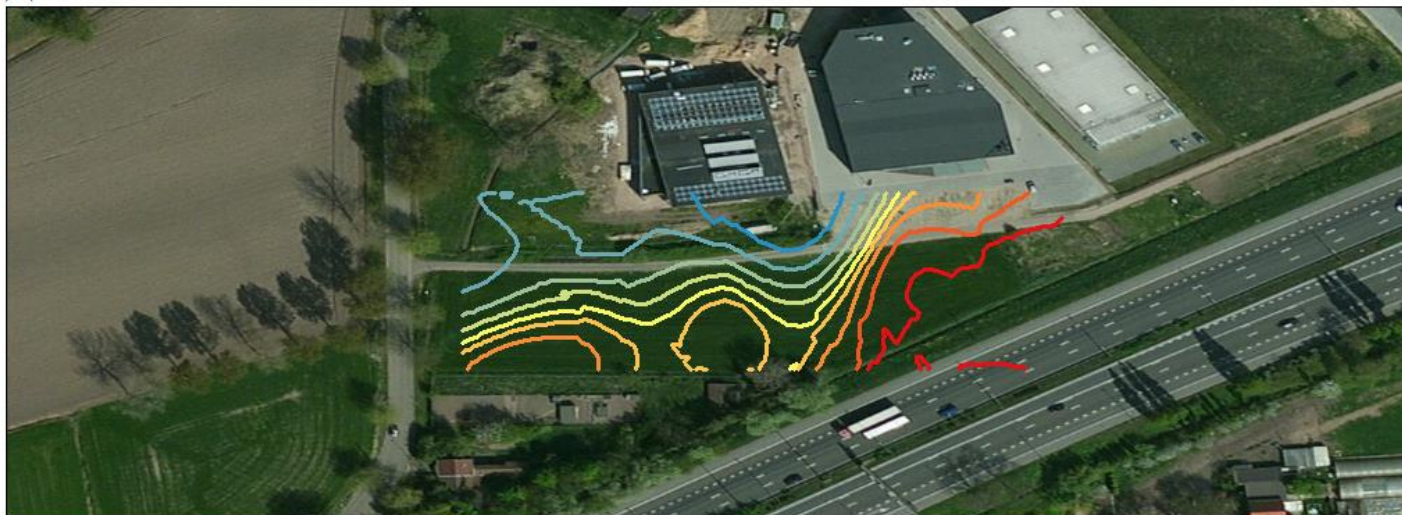
Zwijndrecht



Gemiddelde windsnelheid van de referentiemeting: 3,9 m/s
Weibull parameter: 2
Meethoogte referentiemeting: 10m
Gemiddelde temperatuur: 10,8°C

Lokale windkaart

Ashoogte 15m



Windkracht 13
gericht op het openbreken van de
markt voor kleine en middelgrote windturbines

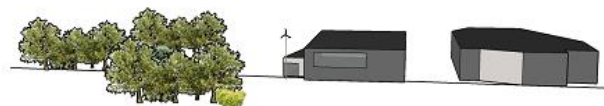
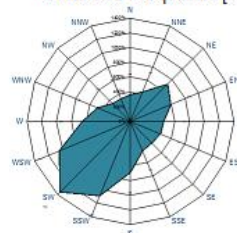
Skystream 2.4/3.72 15m

Jaarlijkse gemiddelde windenergie opbrengst

	545,34 kWh
	626,58 kWh
	690,49 kWh
	740,79 kWh
	780,34 kWh
	811,46 kWh
	851,02 kWh
	901,31 kWh
	965,22 kWh

Zwijndrecht

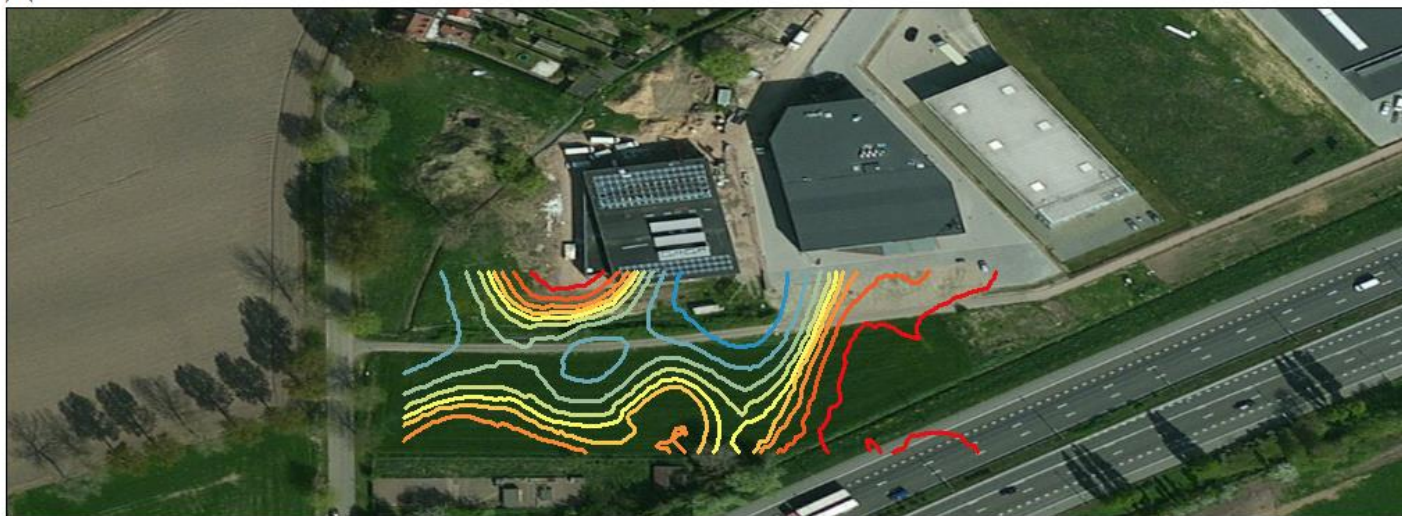
Windroos Frequentie [%]



Gemiddelde windsnelheid van de referentiemeting: 3,9m/s
Weibull parameter: 2
Meethoogte referentiemeting: 10m
Gemiddelde temperatuur: 10,8°C

Lokale windkaart

Ashoogte 28m



Windkracht 13
gericht op het openbreken van de
markt voor kleine en middelgrote windturbines

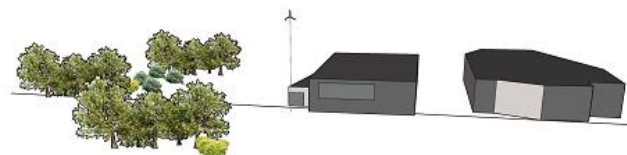
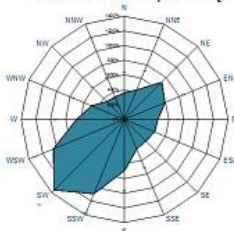
Skystream 2.4/3.72 28m

Jaarlijkse gemiddelde windenergie opbrengst

	1033,17 kWh
	1178,33 kWh
	1283,75 kWh
	1360,32 kWh
	1415,94 kWh
	1456,33 kWh
	1511,94 kWh
	1588,51 kWh
	1693,94 kWh

Zwijndrecht

Windroos Frequentie [%]



Gemiddelde windsnelheid van de referentiemeting: 3,9m/s
Weibull parameter: 2
Meethoogte referentiemeting: 10m
Gemiddelde temperatuur: 10,8°C

0 12,5 25 50 75 100
Meter

Praktijk voorbeeld

Skystream 3.7 te Zwijndrecht

Betere keuze implementatieplaats

965kWh ipv 600kWh

61% meer aan jaarlijkse windenergie opbrengst

Hogere mast (15m naar 28m hoogte)

1693,93 kWh ipv 600kWh

182% meer aan jaarlijkse windenergie opbrengst

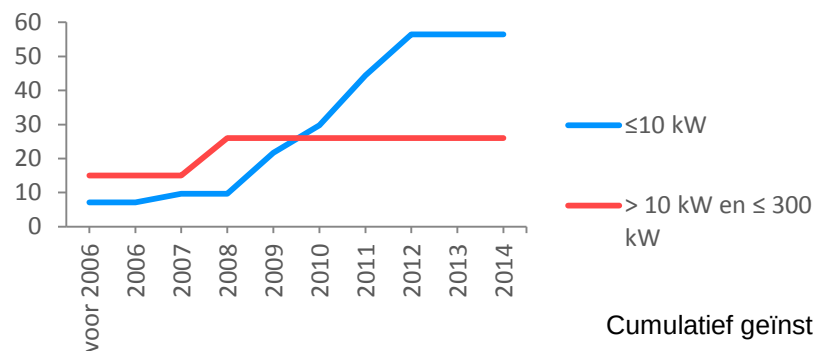


JERTS-studie rond KMWT

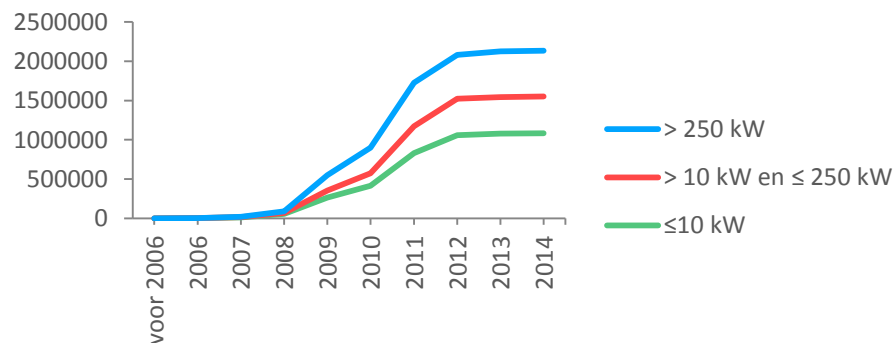
- Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde windsnelheid
- Schatting van de jaarlijks gemiddelde energie productie van een KMWT
- Kostprijs van een KMWT
- Terugverdientijd van een KMWT
- **Cumulatief geïnstalleerd vermogen van KMWT**
- Groenestroomcertificaten KMWT
- Ruimtelijke informatie kaart
- Casestudy

Cumulatief geïnstalleerd vermogen KMWT

**Cumulatief vermogen KMWT in Vlaanderen
[kWe]**

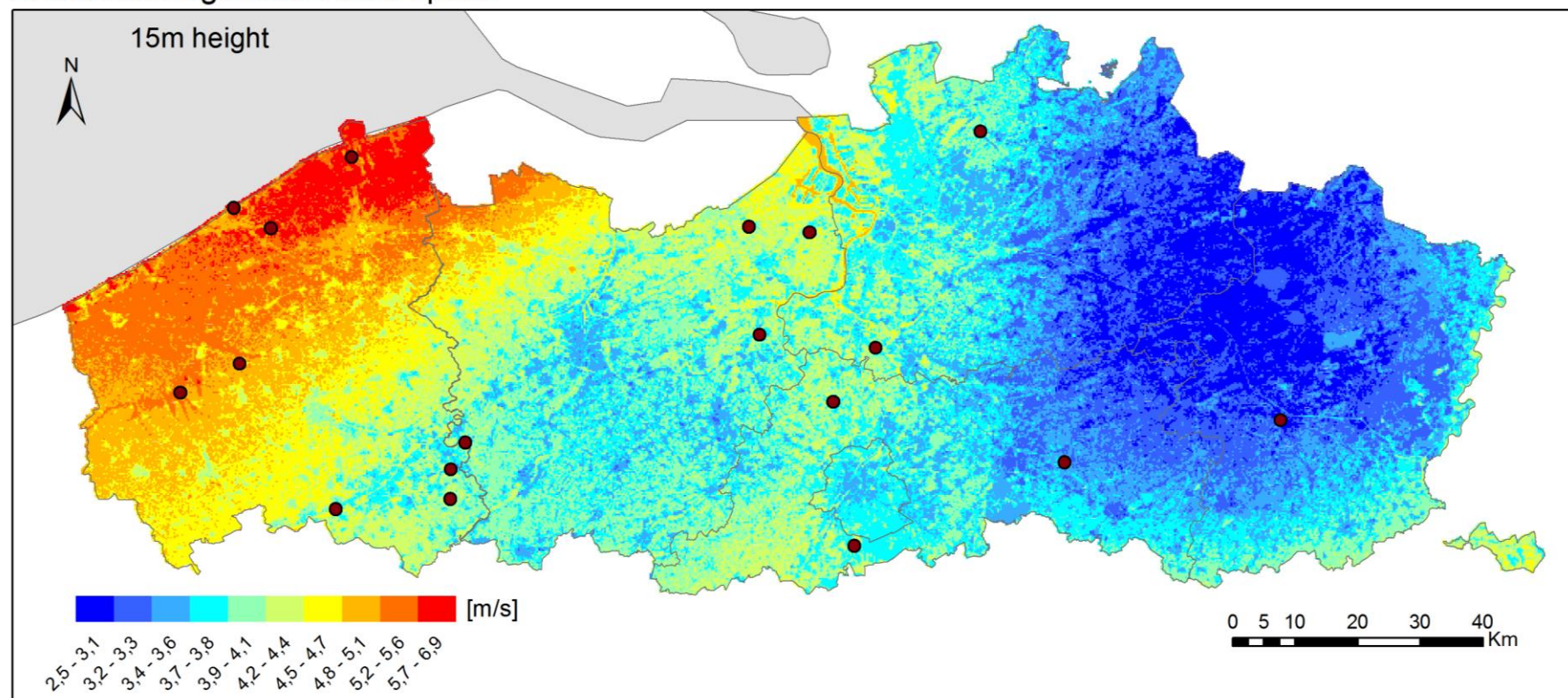


**Cumulatief vermogen zonnepanelen in Vlaanderen
[kWe]**



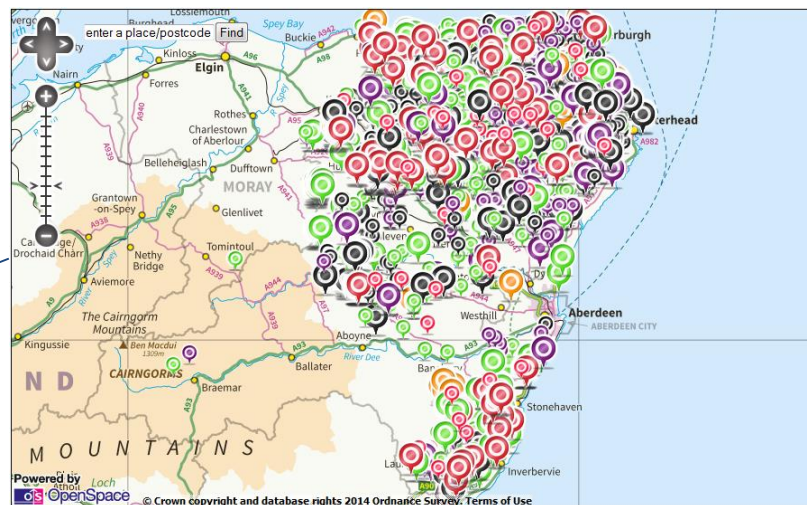
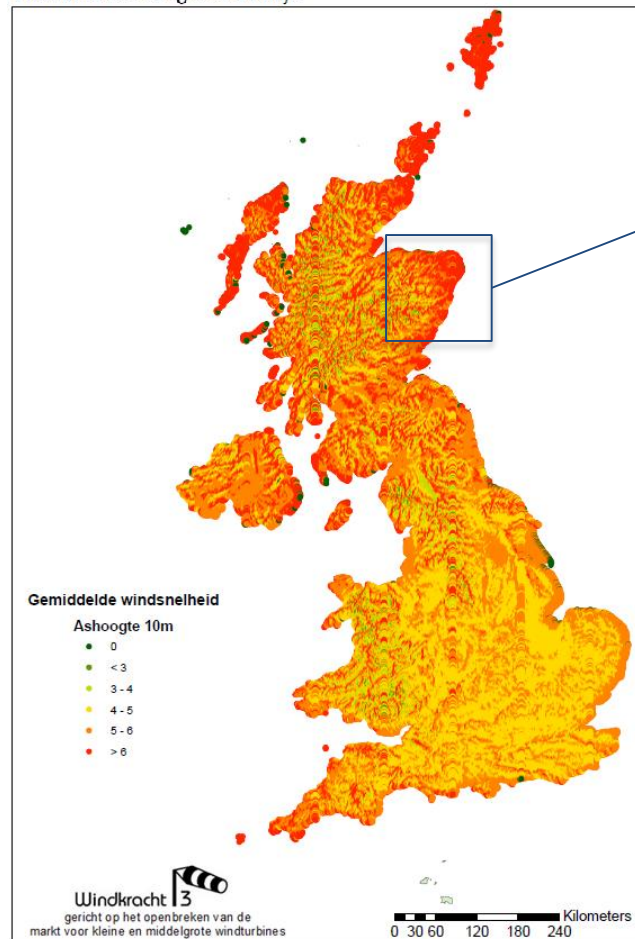
Cumulatief geïnstalleerd vermogen KMWT

Annual average mean wind speed

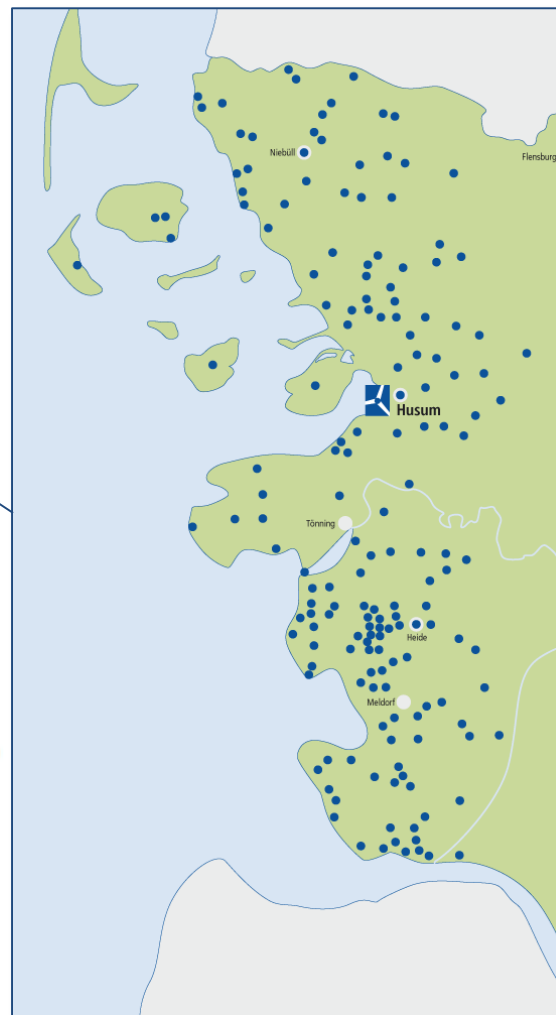
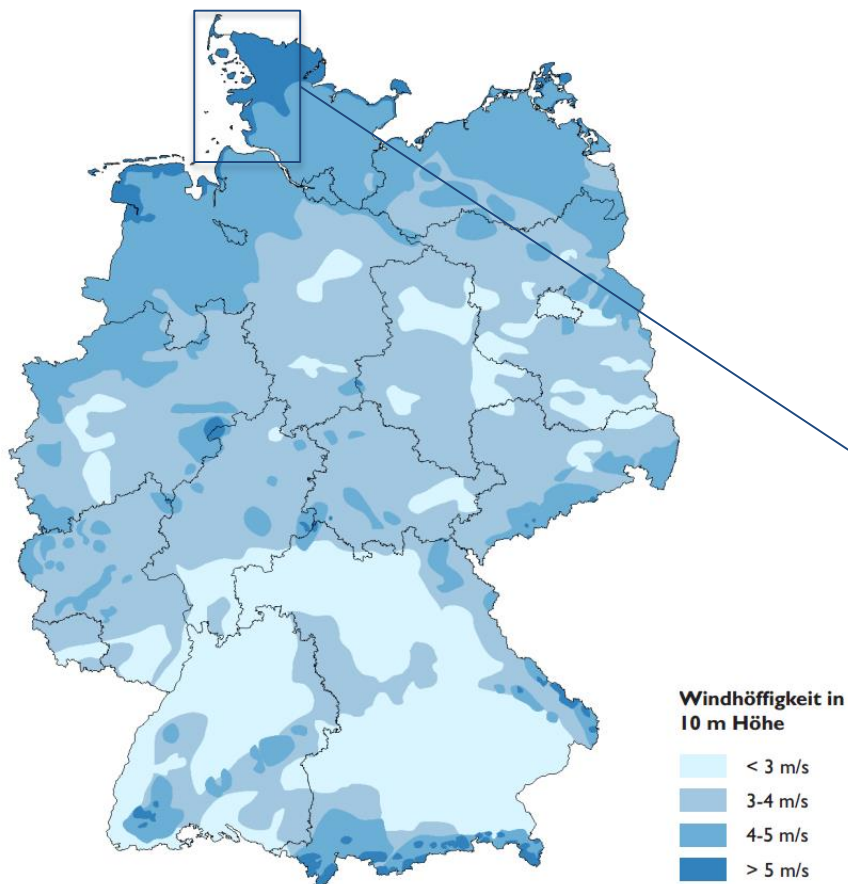


Windenergie aanbod in UK

Windkaart Verenigd Koninkrijk



Windenergie aanbod in Duitsland



Windhöufigkeit in Deutschland (2009),
http://www.geo.uniaugsburg.de/lehrestuehle/humgeo/medienverzeichnis/cover/publikationen/bosch/Plakat_Windenergie.pdf

JERTS-studie rond KMWT

- Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde windsnelheid
- Schatting van de jaarlijks gemiddelde energie productie van een KMWT
- Kostprijs van een KMWT
- Terugverdientijd van een KMWT
- Cumulatief geïnstalleerd vermogen van KMWT
- Groenestroomcertificaten KMWT
- Ruimtelijke informatie kaart
- Casestudy

Voorgeschiedenis steunmechanismen fotovoltaïsche panelen Vlaanderen

Datum indienstname	Installaties met een vermogen van minder dan 250 kW:		Installaties met een vermogen van meer dan 250 kW:	
	Minimumsteun per certificaat	Duur	Minimumsteun per certificaat	Duur
2006-2009	450 euro/MWh	20 jaar	450 euro/MWh	20 jaar
2010	350 euro/MWh		350 euro/MWh	
januari tem juni 2011	330 euro/MWh		330 euro/MWh	
juli tem september 2011	300 euro/MWh		240 euro/MWh	
oktober tem december 2011	270 euro/MWh		150 euro/MWh	
januari tem maart 2012	250 euro/MWh		90 euro/MWh	
april tem juni 2012	230 euro/MWh		90 euro/MWh	
juli 2012	210 euro/MWh		90 euro/MWh	
augustus tem december 2012	90 euro/MWh	10 jaar	90 euro/MWh	10 jaar

Subsidiëring KMWT

Op vraag van het Vlaams Energie Agentschap paste het VITO en studie- en adviesbureau 3E de berekeningsmethode aan de specifieke Vlaamse situatie aan (2013).

“De OT is het productieafhankelijk gedeelte van de inkomsten dat nodig is om de netto contante waarde van een investering op nul te doen uitkomen.”

De onrendabele top methode toont onder meer aan of de minimum vergoeding in het kader van het systeem van groenestroomcertificaten in Vlaanderen aangepast zijn om de productie van groene stroom te stimuleren.

	GS Cat 1 ¹	GS Cat 2 ²	GS Cat 3 ³
OT	-30,4	57,8	47,8
Bf	0	0,596	0,493
Minimum steunprijs	€0/MWh	€55.4/MWh	€45.8/MWh
Maximum marktprijs	€0/MWh	€57.8/MWh	€47.8/MWh

Overzicht OT/Bf voor groenestroominstallaties PV-panelen (Vlaams Energieagentschap, 2014)

[1] Nieuwe installaties met een maximaal AC-vermogen van de omvormer(s) tot en met 10 kW

[2] Nieuwe installaties met een maximaal AC-vermogen van de omvormer(s) groter dan 10 kW tot en met 250 kW

[3] Nieuwe installaties met een maximaal AC-vermogen van de omvormer(s) groter dan 250 kW tot en met 750 kW

Bandingfactor bepaalt het aantal certificaten dat men bekomt per opgewekte hoeveelheid groene stroom en is onderhevig aan aanpassingen ten gevolge van de evolutie van de investeringskosten, brandstofprijzen, elektriciteitsprijs, ...

$$\text{Bandingfactor} = \frac{\text{onrendabele top}}{\text{bandingdeler}^*}$$

*€97/groenestroomcertificaat

Steunprijs KMWT in Vlaanderen

	GS Cat 4
OT	66.1
Bf	0.681
Minimum steunprijs	€63,3/MWh
Maximum marktprijs	€66,0/MWh

Overzicht OT/Bf voor groenestroominstallaties
(Vlaams Energieagentschap, 2014)

Steunprijs KMWT in andere landen

Verenigd Koninkrijk:

Piekvermogen [kW]	Tarief [€/MWh]
<100	219
100 - 500	180
500 - 1500	99
> 1500	42

Lijst van de feed-in-tarieven in Verenigd Koninkrijk (RES LEGAL Europe, 2014)

Nederland:

Wind op land	Fase	Max. basisbedrag (€/MWh)	Max. vollasturen per jaar
Wind op land < 6 MW	1	87,5	2800
	2	100	2280
	≥ 3	112,5	1960

Tabel Categorieën die in 2014 in aanmerking komen voor SDE+ subsidie met de bijbehorende basisbedragen. (RVO, 2014)

Italië:

Capaciteit [kW]	Feed-in tarief Onshore [€/MWh]
1-20	291
20-200	268
200-1000	149

Lijst van de feed-in-tarieven in Italië (RES LEGAL Europe, 2014)

JERTS-studie rond KMWT

- Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde windsnelheid
- Schatting van de jaarlijks gemiddelde energie productie van een KMWT
- Kostprijs van een KMWT
- Terugverdientijd van een KMWT
- Cumulatief geïnstalleerd vermogen van KMWT
- Groenestroomcertificaten KMWT
- Ruimtelijke informatie kaart
- Casestudy

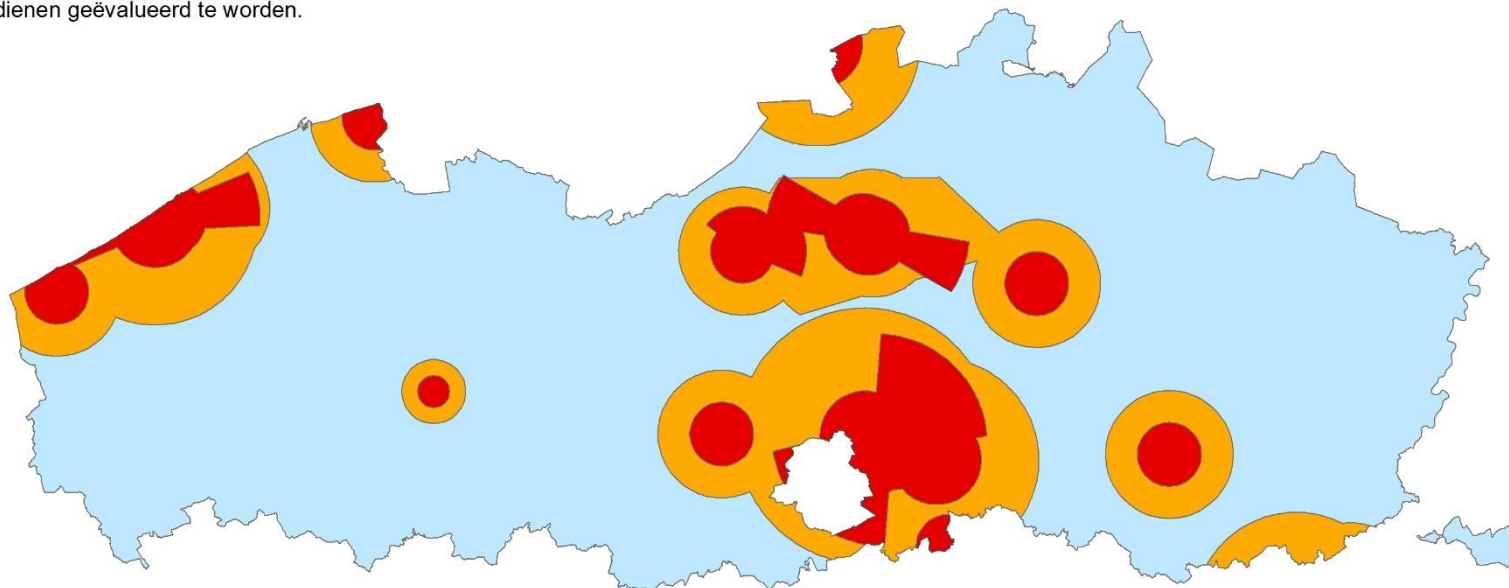


Voor een aanvraag van meer dan 20 windturbines binnen deze zones is een meer gedetailleerde studie noodzakelijk. Op basis van de aanvraag zal Belgocontrol bepalen welke aspecten in detail geanalyseerd moeten worden en of de studie door Belgocontrol dan wel door een extern bureau dient uitgevoerd te worden. Studies die door externe bureaus worden uitgevoerd zullen steeds door Belgocontrol dienen geëvalueerd te worden.



Windkracht 13

gericht op het openbreken van de markt voor kleine en middelgrote windturbines



-  Blauwe zone: Voor Windturbine aanvragen zal Belgocontrol in deze zone een vereenvoudigde studie uitvoeren.
-  Orange zones: In deze zone is er een impact op de door Belgocontrol gebruikte installaties en/of procedures. Belgocontrol zal een meer uitgebreide studie uitvoeren.
-  Rode zones: In deze zones is er een onaanvaardbare impact van de windturbines op de door Belgocontrol gebruikte installaties en/of procedures. Deze zones werden vastgelegd op basis van ICAO documenten, Eurocontrol richtlijnen en expertstudies.

Belgocontrol heeft een uitgebreide werkmethode voor het behandelen van aanvragen van windturbines. Deze methode moet er voor zorgen dat alle belangrijke aspecten in rekening worden gebracht, namelijk:

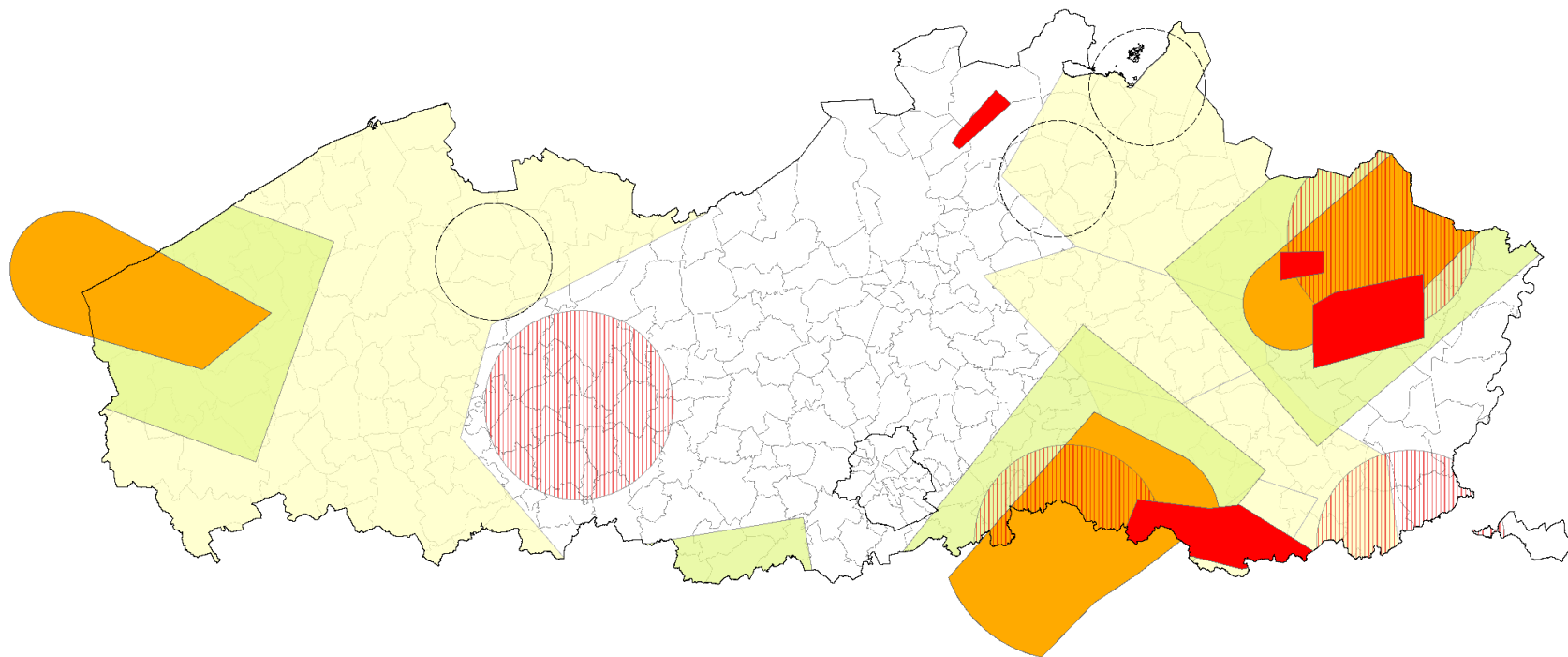
- mogelijke impact op de technische installaties (navigatie, communicatie en radar)
- mogelijke impact op de vluchtprocedures gebruikt in het luchtruim
- mogelijke impact op de luchtverkeersleiding

0 5 10 20 30 40 Km

Bron: Belgocontrol (2012)



Windkracht 3
 gericht op het openbreken van de
 markt voor kleine en middelgrote windturbines



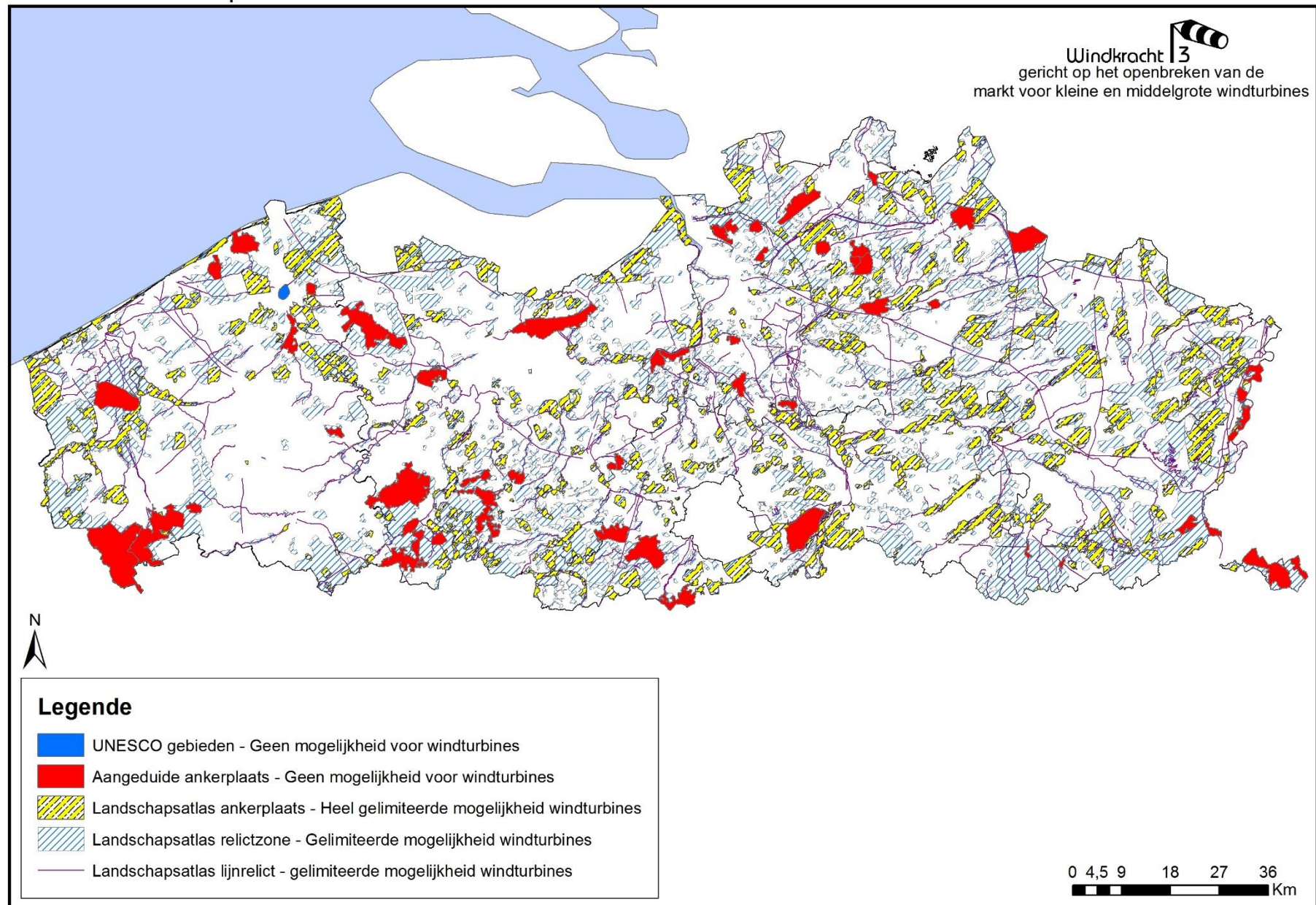
Legende

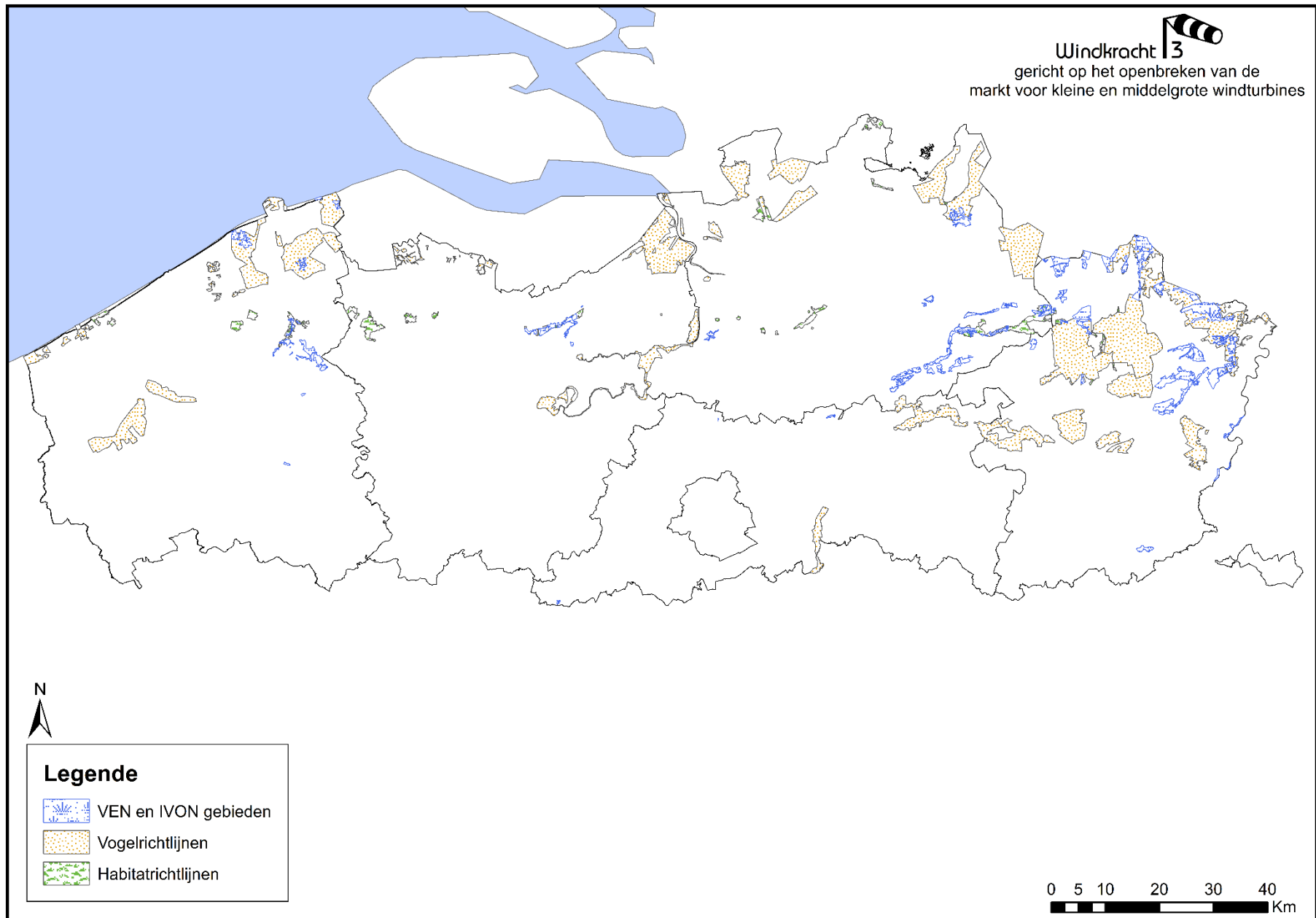
- Hoge gevarenszone - geen mogelijkheid voor windturbines
- Bij geen bezwaar van operationele luchtvaartautoriteiten, heel gelimiteerde mogelijkheid voor windturbines
- Controlezone vlieghaven - gelimiteerde mogelijkheid windturbines
- Militair reserveerd luchtvaarterrein - gelimiteerde mogelijkheid voor windturbines
- Beschermingszone luchtvaartnavigatie procedures
- Militaire trainingszones - Signalisatie noodzakelijk voor windturbines

Opmerking:

Deze kaart is een indicatie van de minimale beperkingen toepasbaar in Vlaanderen. Deze indicatie vervangt nooit het advies of schort nooit het vereiste advies van Defensie op voor elk nieuw project in Vlaanderen. Deze kaart geeft alleen de duidelijk afgebakende zones weer waar beperkingen door Defensie altijd worden toegepast. Een project kan tegelijkertijd worden gevestigd in verschillende militaire luchtvaart zones. Deze situatie leidt tot de som van de beperkingen voor alle zones die tezamen van toepassing zijn op het project. Het referentiedocument voor de afbakening van de zones en de markering (verlichting) van windturbines is de Civil Aviation Authority circulaire GDF-03.

0 5 10 20 30 40
 Km

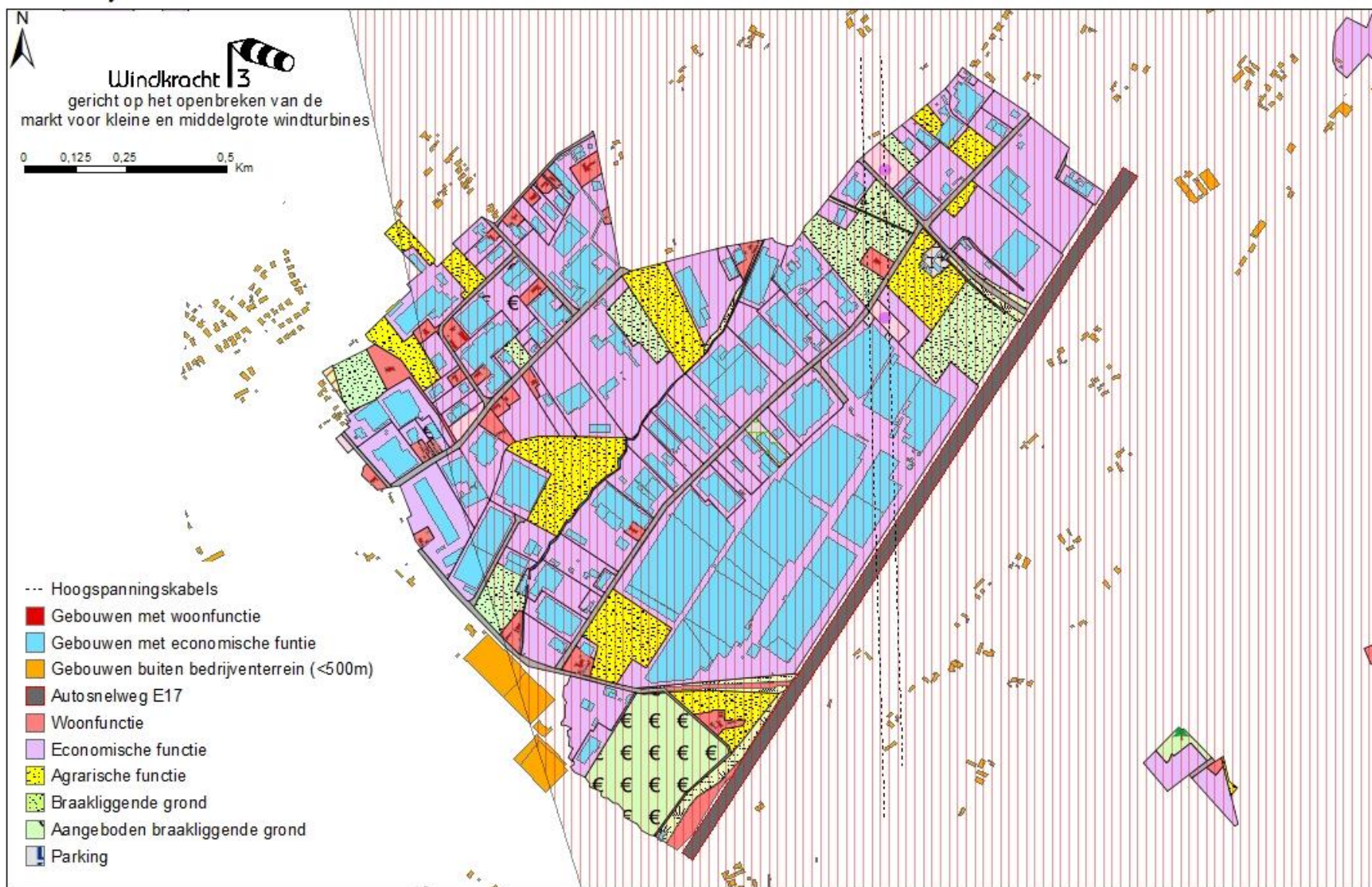




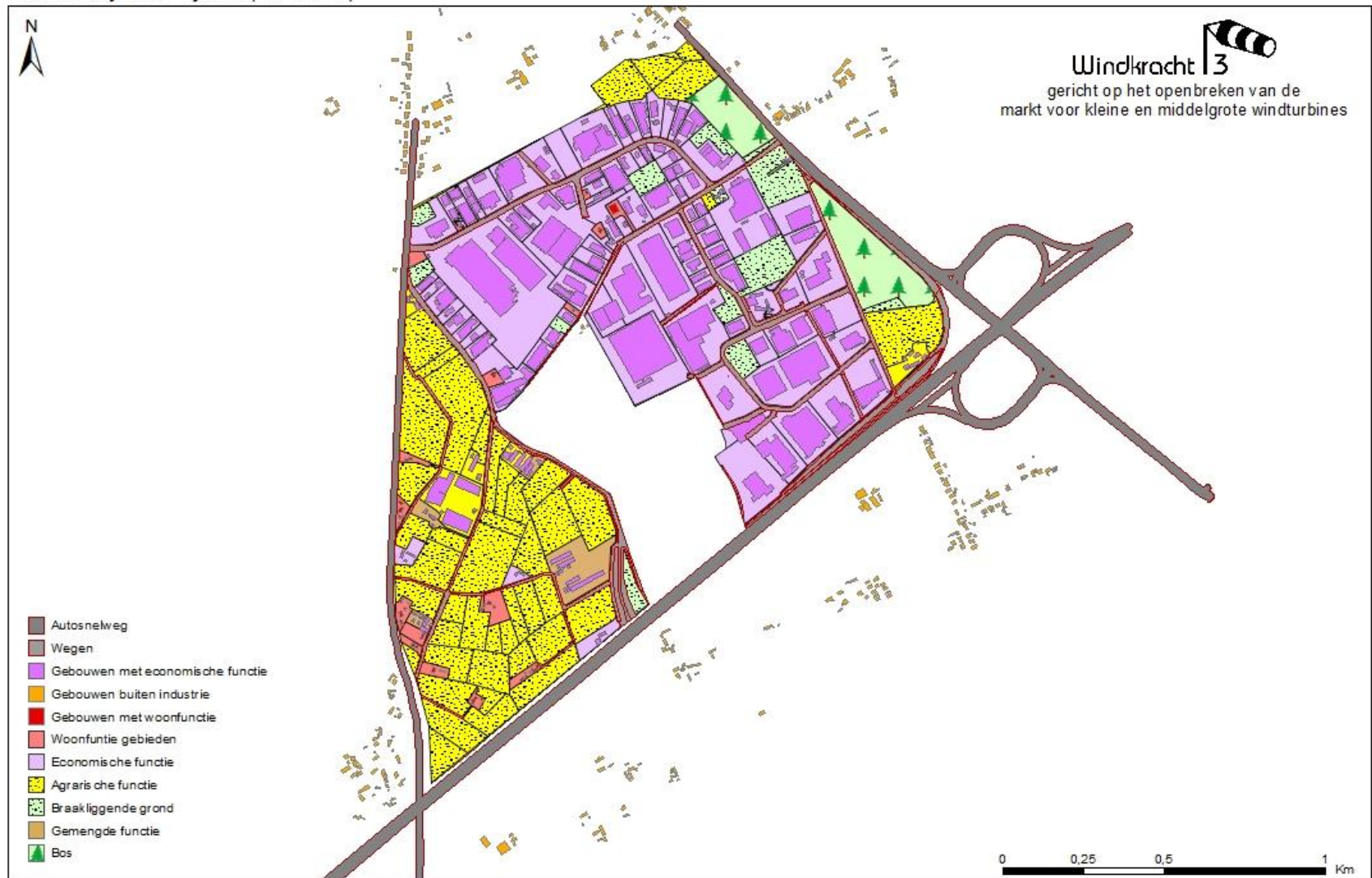
JERTS-studie rond KMWT

- Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde windsnelheid
- Schatting van de jaarlijks gemiddelde energie productie van een KMWT
- Kostprijs van een KMWT
- Terugverdientijd van een KMWT
- Cumulatief geïnstalleerd vermogen van KMWT
- Groenestroomcertificaten KMWT
- Ruimtelijke informatie kaart
- Casestudy

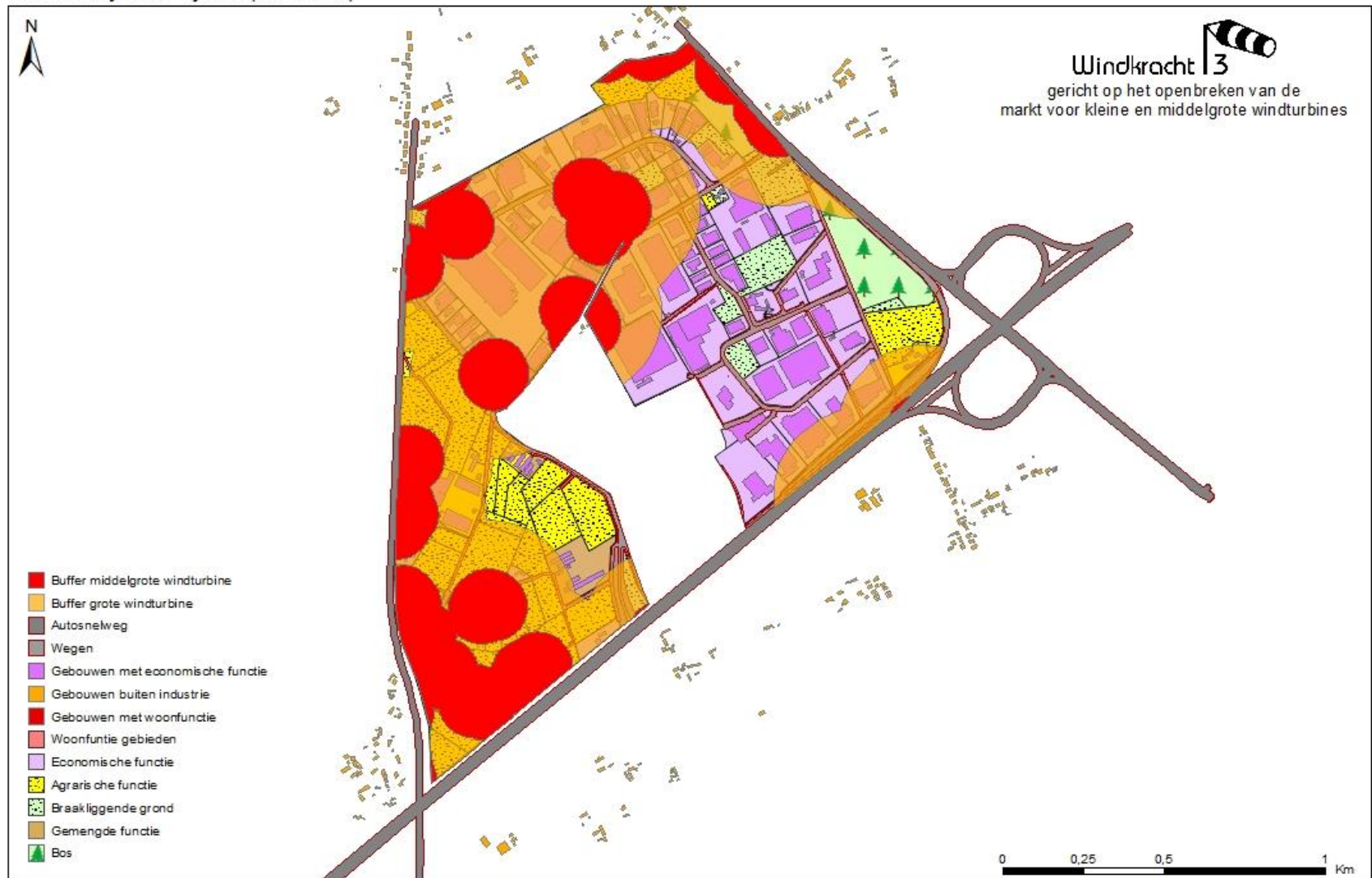
Casestudy Zaubeek



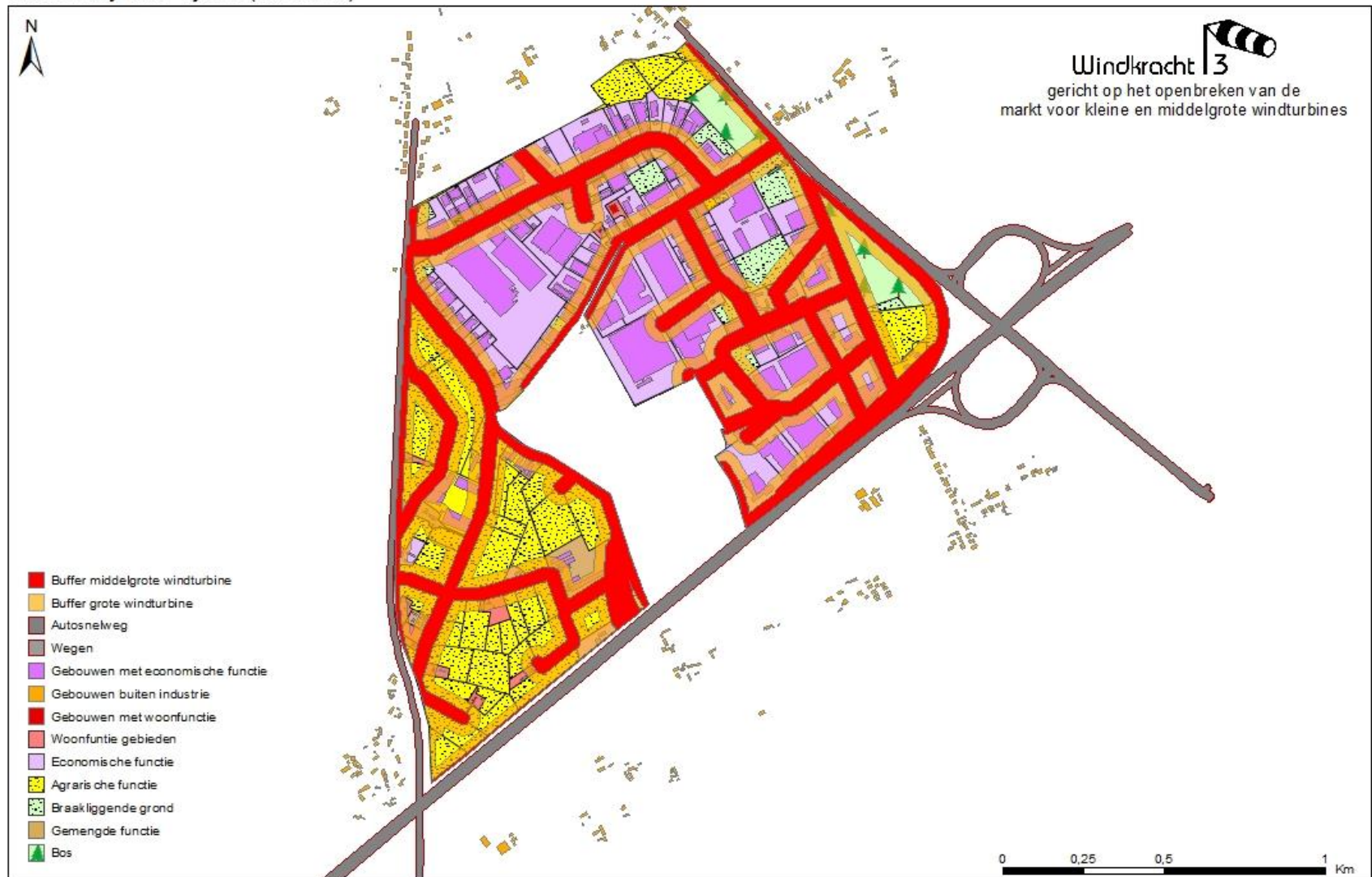
Casestudy De Prijkels (De Pinte)



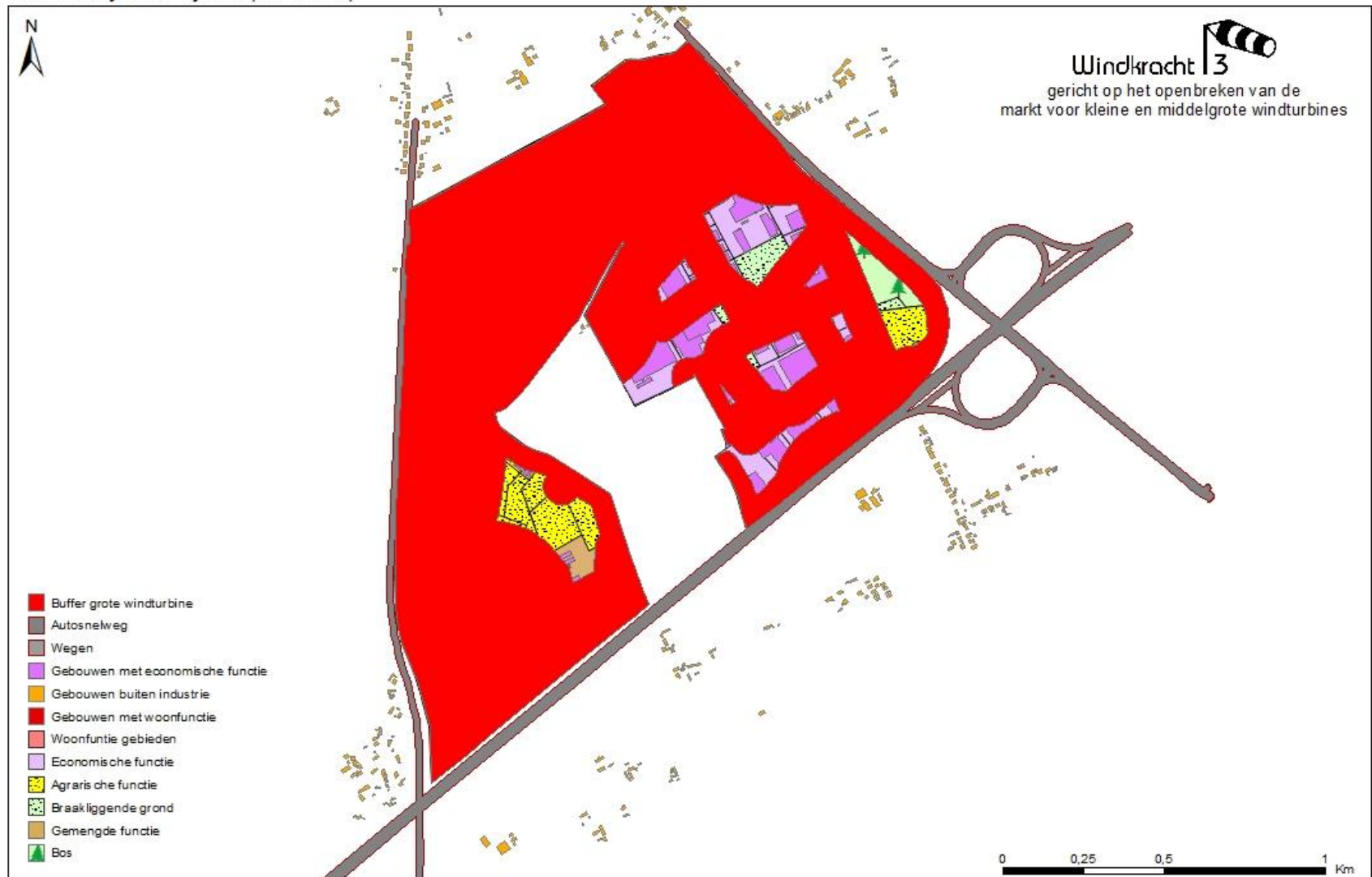
Casestudy De Prijkels (De Pinte)



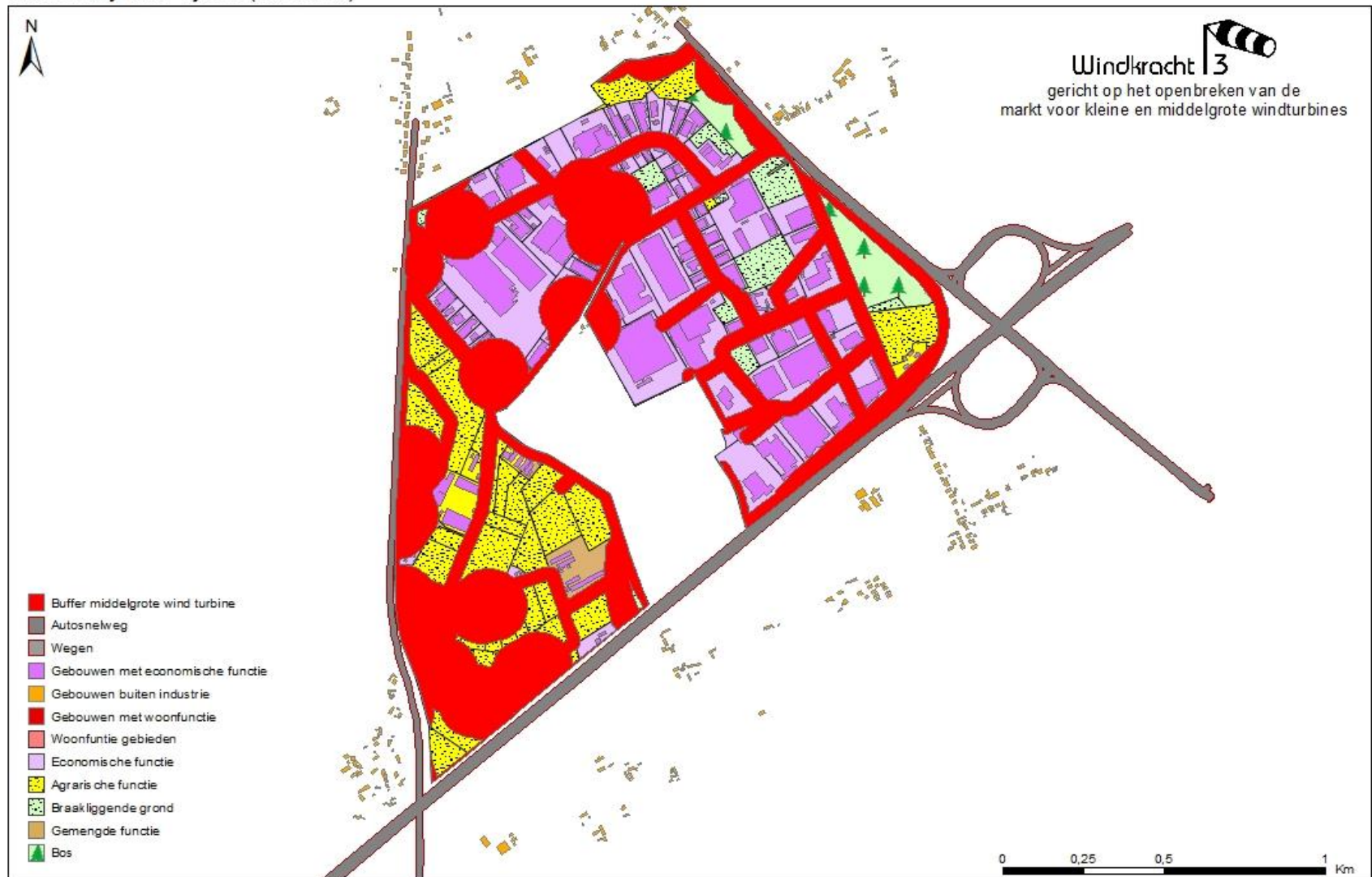
Casestudy De Prijkels (De Pinte)



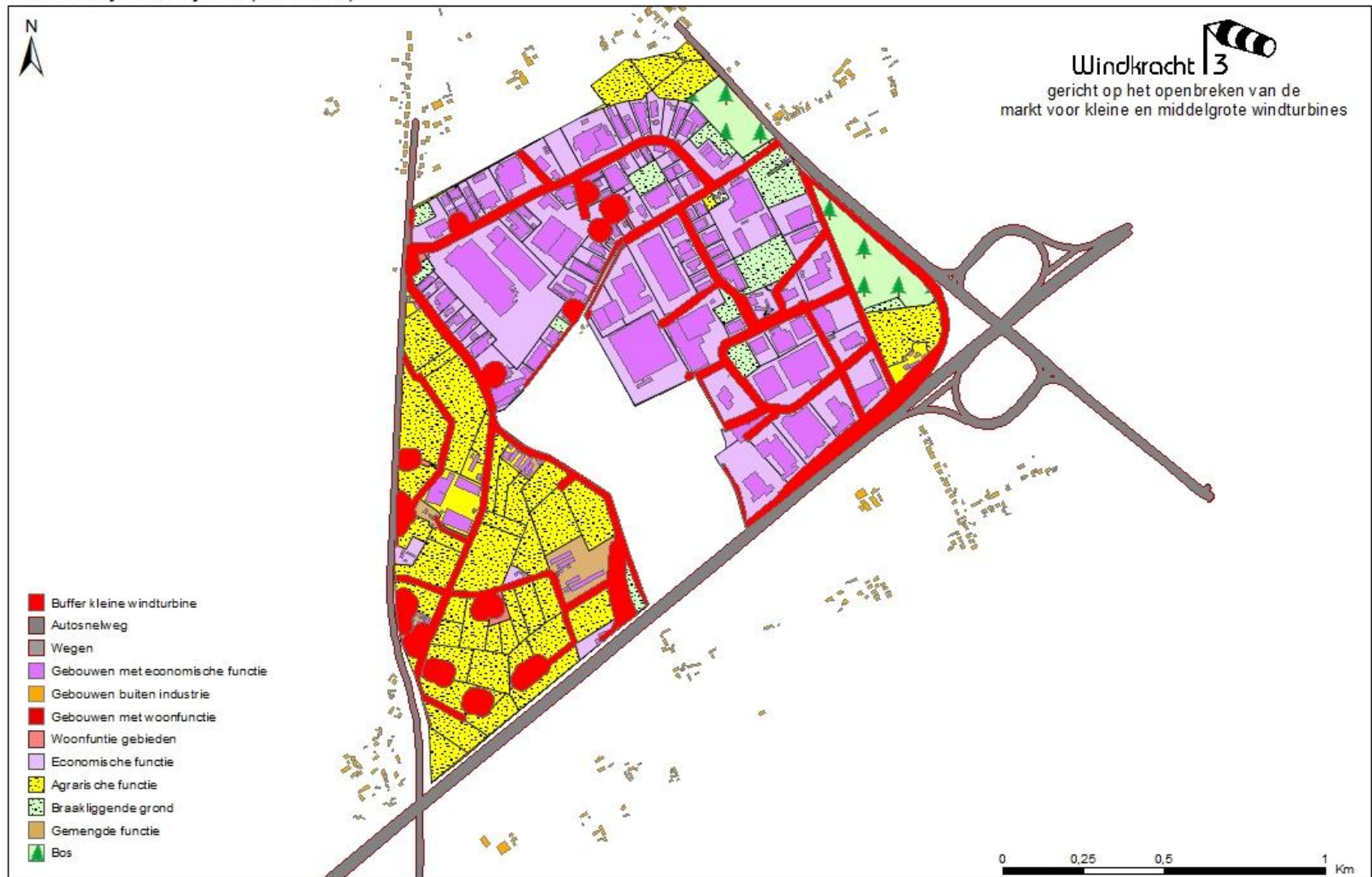
Casestudy De Prijkels (De Pinte)

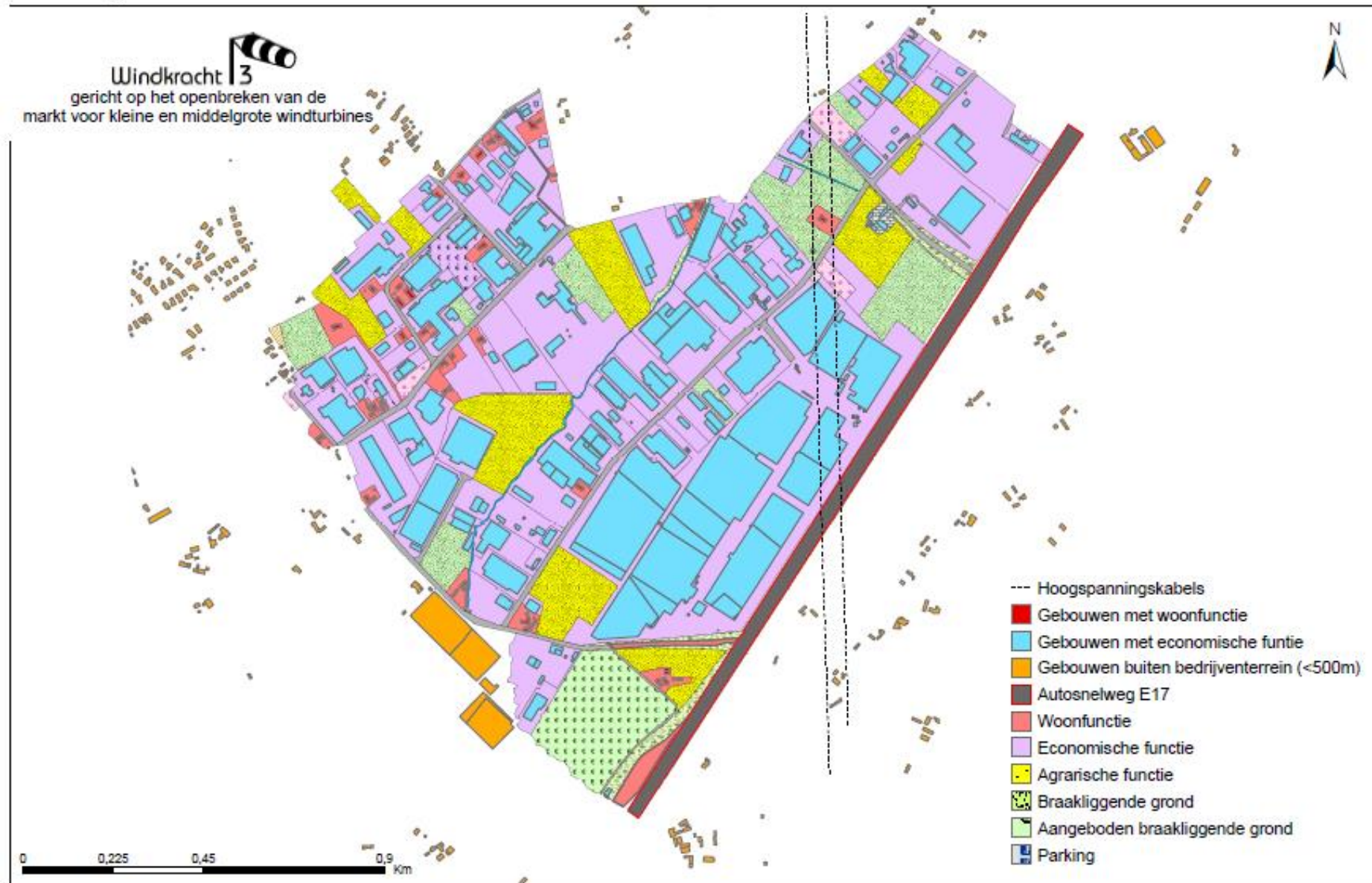


Casestudy De Prijkels (De Pinte)

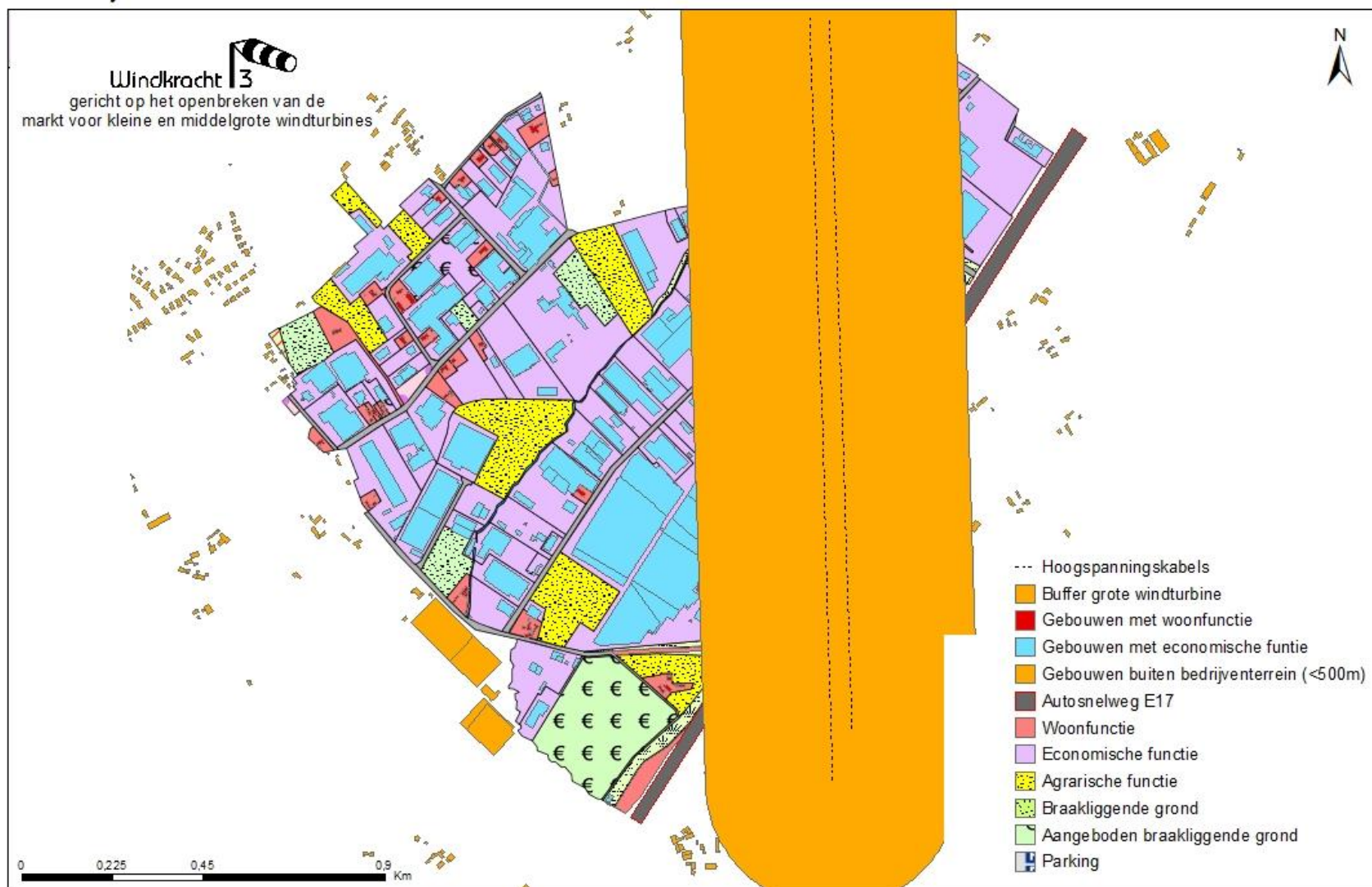


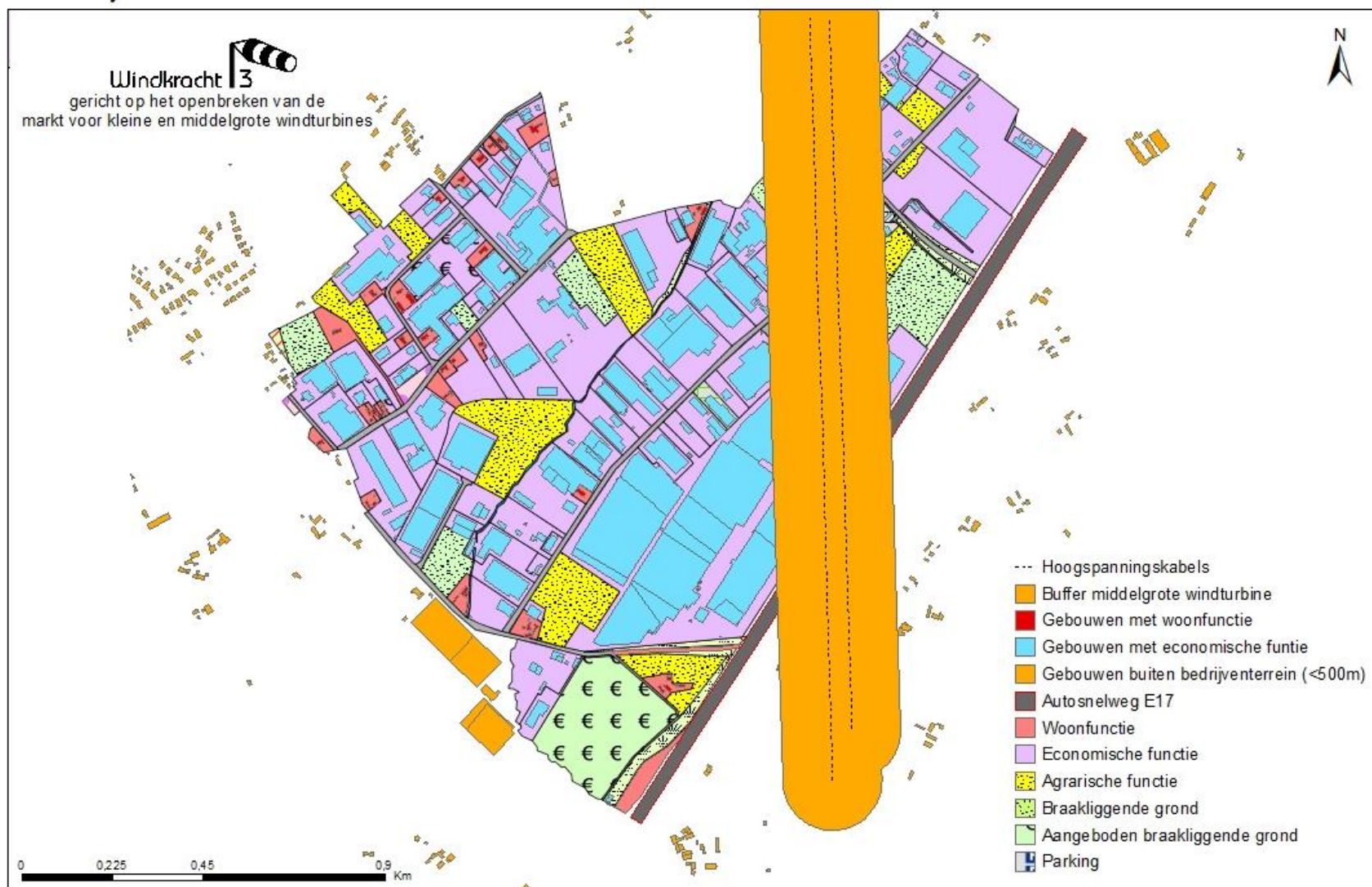
Casestudy De Prijkels (De Pinte)



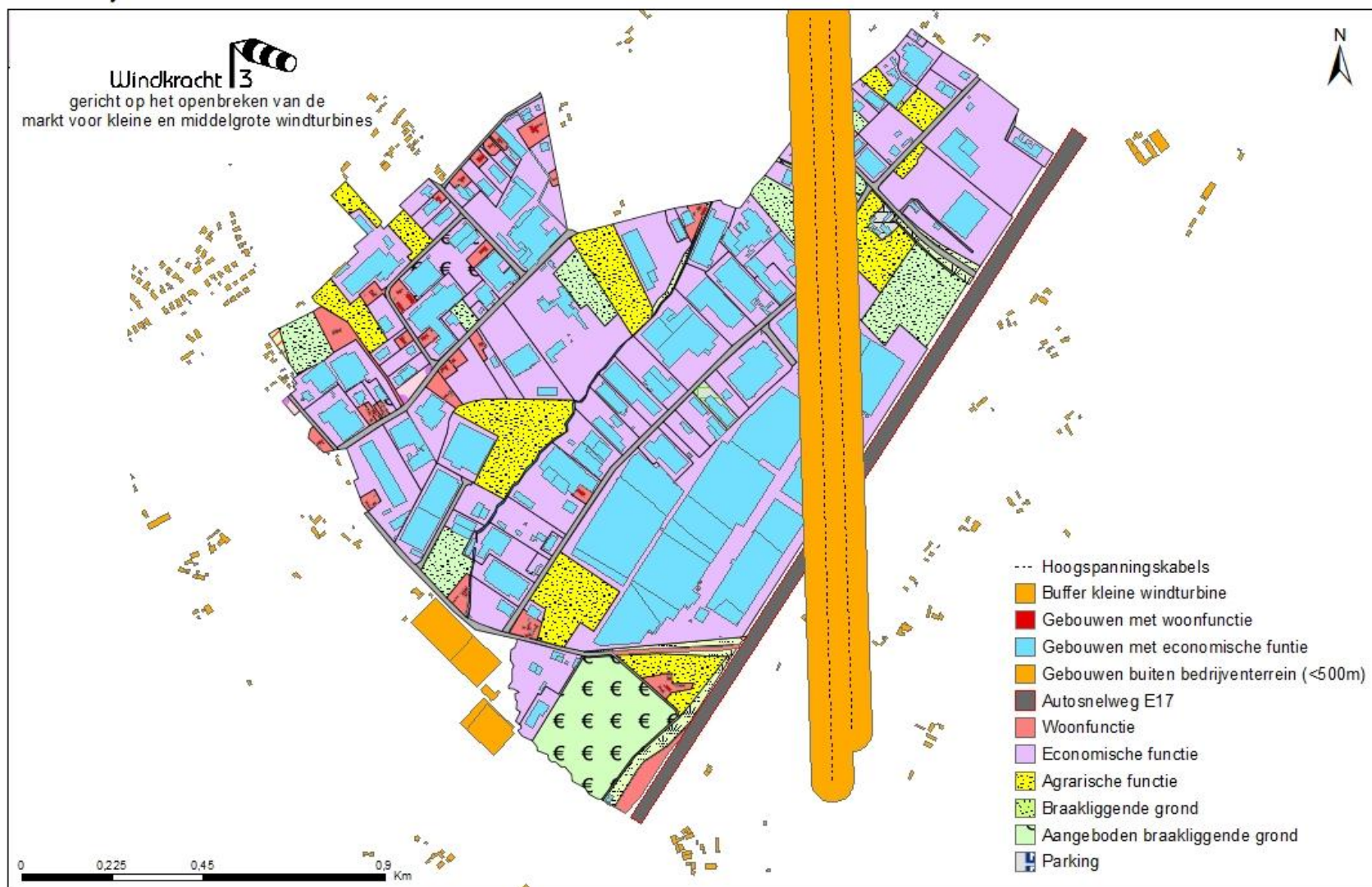


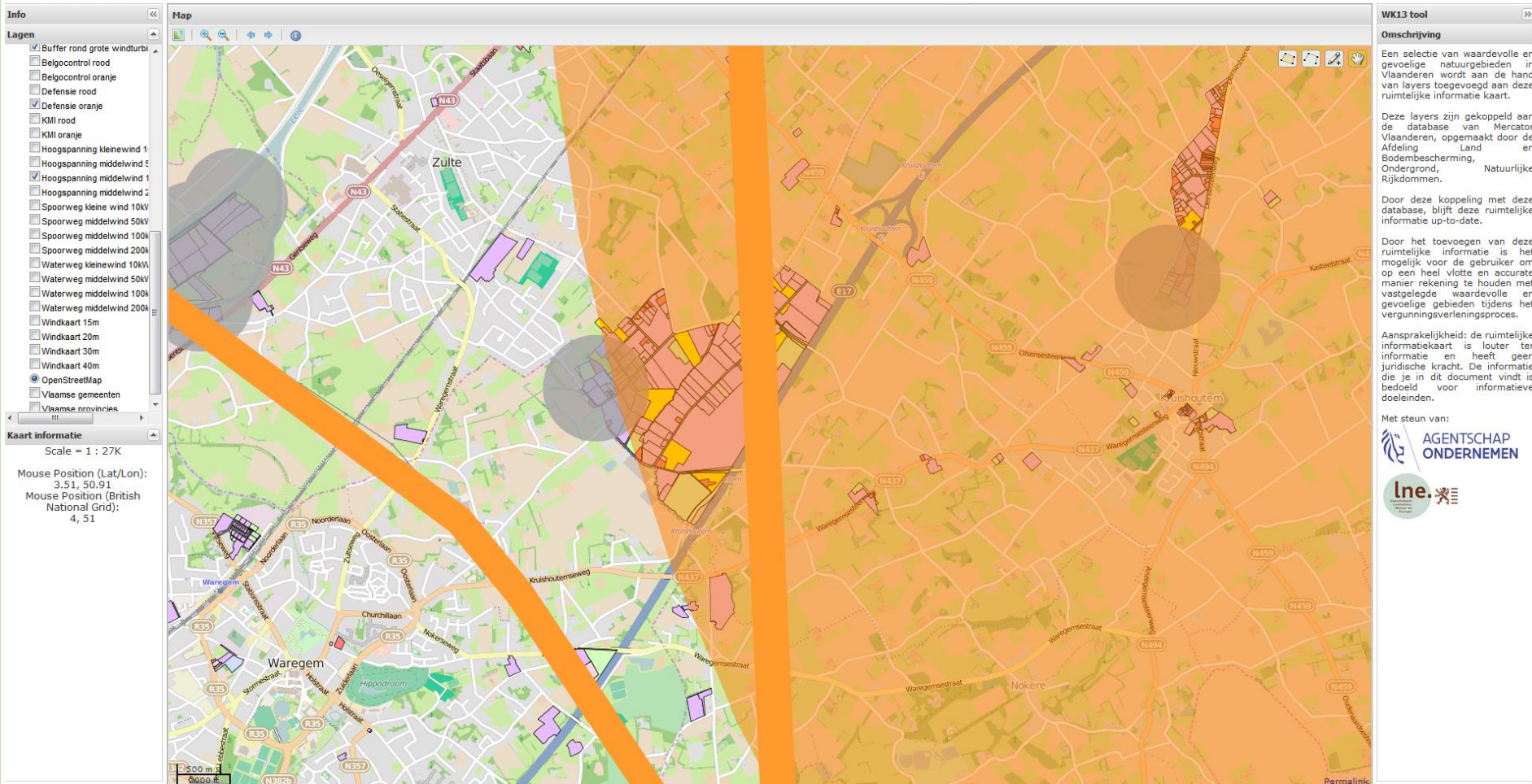
Casestudy Zaubeek





Casestudy Zaubeek





Bedankt voor het luisteren!

Bezoek onze website:
www.windkracht13.be

Contact:

Samuel Van Ackere, Environmental and Spatial Management
mrb@ugent.be