

# Windkaart van Nederland

*op 100 m hoogte*

Duurzame Energie in Nederland

DE WEGWIJZER VOOR UW KEUZE

## *Colofon*

De Windkaart van Nederland op 100 m hoogte is door KEMA Nederland B.V. ontwikkeld, in opdracht van SenterNovem. De opdracht is uitgevoerd in het kader van het DEN programma.

Arnhem, juni 2005

Meer informatie?

email: [info@senternovem.nl](mailto:info@senternovem.nl)

internet: <http://www.senternovem.nl/duurzameenergie/>

Publicaties bestellen? Mail dan naar [publicatiecentrum@senternovem.nl](mailto:publicatiecentrum@senternovem.nl) o.v.v. publicatienummer en titel. Publicatienummer: 2 DEN-05.04

## Disclaimer

Aan de Windkaart van Nederland op 100 m hoogte kan de gebruiker geen rechten ontlenen. SenterNovem en/of de rijksoverheid zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit Windkaart van Nederland op 100 m hoogte.

Copyright © 2005, dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn.

# Windkaart van Nederland

op 100 m hoogte





## VOORWOORD

De ashoogte van windturbines neemt de laatste jaren sterk toe. In 1990 bouwde men in Nederland met een gemiddelde ashoogte van 30 meter, in 2000 was dit opgelopen tot 60 à 70 meter. Nu zijn hoogtes van 100 meter en meer standaard verkrijgbaar. De bestaande windkaarten tonen de gemiddelde windsnelheden tot 50 meter hoogte en geven daarmee geen goed beeld van het potentieel voor windenergie voor deze hoge turbines.

In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken heeft SenterNovem nu een nieuwe windkaart laten ontwikkelen voor windsnelheden op een hoogte van 100 meter. Daarmee reiken wij een voor de komende jaren bruikbare kaart aan voor de beleidsontwikkelaars bij het Rijk, de provincies en gemeenten. Maar deze kaart is breder bruikbaar. Beleidsmakers kunnen de Windkaart van Nederland gebruiken als ondersteuning bij het windenergiebeleid; projectontwikkelaars krijgen met de Windkaart van Nederland snel een eerste indicatie van de potentiële windopbrengsten van hun geprojecteerde windpark. De kaart is door haar vormgeving ook goed bruikbaar in de communicatie rond projecten met andere belanghebbenden en belangstellenden.

Naast deze gedrukte versie is de Windkaart van Nederland uitgebracht in digitale vorm als beeldbestand. Daarnaast is er een computerapplicatie met kaartondergrond beschikbaar, waarmee de gemiddelde windsnelheid te bepalen is op elke locatie in Nederland. De windsnelheidscontouren van de Windkaart van Nederland zijn ook beschikbaar als bestand voor plankaarten in een Geografisch Informatie Systeem (GIS).

De digitale versies zijn via de internetpagina's van SenterNovem te bestellen. Wij menen hiermee met alle nu beschikbare mediamiddelen in een kennisbehoefte te voorzien.

Ministerie van Economische Zaken  
SenterNovem

[www.minez.nl](http://www.minez.nl)  
[www.senternovem.nl](http://www.senternovem.nl)





## DE WINDKAART VAN NEDERLAND

### ***Wat is de Windkaart van Nederland?***

De nieuwe Windkaart van Nederland geeft informatie over de gemiddelde windsnelheid op 100 meter hoogte voor elke locatie in Nederland. De kaart bestaat uit een overzichtskaart van Nederland en kaarten per provincie. De gemiddelde windsnelheden zijn weergegeven door middel van een kleurcodering.

### ***Wat is het doel van de Windkaart van Nederland?***

De kaarten zijn primair bedoeld voor beleidsontwikkelaars bij het Rijk, de provincies en gemeenten en ondersteunen hen bij het maken van plannen voor windenergieprojecten. De kaart maakt in een oogopslag duidelijk waar zich de potentieel windrijke locaties bevinden. Daarnaast kunnen beleidsmakers zich makkelijk oriënteren op locaties waarvan zij de beleidsmatige inpassingsmogelijkheden van windprojecten kennen. Ook in communicatie tussen beleidsmakers en andere belanghebbenden (bijvoorbeeld projectontwikkelaars of omwonenden) over mogelijke windlocaties kunnen de kaarten een belangrijke rol spelen. Daarnaast is de kaart te gebruiken voor een gemeente of provincie, om geschikte locaties in het kader van de BLOW afspraken te selecteren.

### ***Hoe werkt de Windkaart van Nederland?***

De kaarten zijn eenvoudig van opzet. De overzichtskaart op pagina VII geeft aan op welke kaart u de te bestuderen locaties kunt vinden. Op de kaarten zijn de windsnelheden aangegeven met een kleurcodering in stappen van een halve meter per seconde. Voor de weergave van de provincies zijn drie verschillende schalen gebruikt. Elke kaart toont een raster van 10 bij 10 km en de coördinaten van het rijksdriehoekstelsel zijn langs dit raster weergegeven. Bij elke kaart is bovendien een schaalbalk afgedrukt zodat u de afstanden in de kaart kunt bepalen. Zo kunt u voor elke locatie in Nederland de gemiddelde windsnelheid op 100 meter hoogte vaststellen.

Op basis van de afgelezen windsnelheden op 100 meter hoogte kunt u met behulp van onderstaande rekenregel ook de windsnelheid tussen 80 meter en 120 meter afleiden:

$$U(z) = U_{100} + C * (z-100)$$

hierin is:

U = de windsnelheid in m/s

z = de hoogte tussen 80 en 120 m waarvan de windsnelheid bepaald moet worden

C = een constante met waarde 0,023

Voorbeeld:

De gebruiker wil de windsnelheid op 90 meter hoogte bepalen. De windsnelheid die in de Windkaart van Nederland wordt afgelezen bedraagt  $U_{100} = 7,3$  m/s. De windsnelheid op 90 m wordt dan  $U_{90} = 7,3 + 0,023 * (90 - 100)$  is 7,1 m/s.

## ***De beschikbaarheid van de Windkaart van Nederland***

De Windkaart van Nederland is ook digitaal beschikbaar:

1. Als beeldbestand in het Adobe Acrobat Reader formaat (PDF). Met een goede kleurenprinter kunt u daarmee zelf de kaarten van de atlas afdrukken.
2. Als computerapplicatie met kaartondergrond. Met deze digitale Windkaart van Nederland kunt u uitgebreidere analyses van potentiële windlocaties maken.
3. De windsnelheidscontouren van de Windkaart van Nederland zijn beschikbaar als bestand voor een Geografisch Informatie Systeem (GIS). De afdeling van uw organisatie die het GIS systeem voor u beheert kan met dit bestand de windsnelheidscontouren in uw plankaarten opnemen.

## ***Hoe is de Windkaart van Nederland tot stand gekomen?***

De Windkaart van Nederland is gemaakt in zes stappen. In het kort komen de stappen hier op neer:

1. Aan de hand van KNMI-stations zijn tijdreeksen van potentiële windsnelheden verzameld. Van de gekozen windstations is een langjarige statistiek gemaakt. Dit dient als basis voor de WAsP berekeningen. WAsP is een computerprogramma voor het voorspellen van energieproductie van windturbines, op basis van gemeten winddata van de windstations.
2. Met behulp van WAsP en gedetailleerde ruwheidskaarten zijn deze tijdreeksen geconverteerd naar regionale windatlassen die geldig zijn voor een groter gebied. De ruwheidskaarten zijn gegenereerd met het programma WAsP-map, dat een database bevat met de ruwheid van iedere locatie in Nederland.
3. Nederland is daarna opgedeeld in gebieden van 10 bij 10 km<sup>2</sup>. Door middel van interpolatie is een regionale windatlas gegenereerd die dient als basis voor de lokale windsnelheidsberekeningen.
4. In het gebied van 10 bij 10 km<sup>2</sup> is op punten met een onderlinge afstand van 200 m de windsnelheid op 100 m hoogte met behulp van WAsP berekend. Dit houdt in dat voor 12 windrichtingen de stroomopwaartse ruwheid wordt bepaald en een bijbehorende correctie op de regionale windatlas wordt berekend.
5. De Windkaart van Nederland is ten slotte bepaald door de rekenvakken samen te voegen tot een bestand. Dit bestand bevat de windsnelheden op alle roosterpunten op 100 m hoogte. Dit bestand dient als directe invoer voor de digitale Windkaart van Nederland. Voor de papieren Windkaart van Nederland zijn nog contouren van gelijke windsnelheid berekend.
6. De windkaarten zijn samengevoegd met referentiekaarten. Hiermee zijn de papieren en de digitale Windkaart van Nederland samengesteld.

De Windkaart van Nederland op 100 m hoogte geeft de langjarige (20 jaar) gemiddelde windsnelheid op iedere locatie in Nederland met uitzondering van de Waddenzee en het IJsselmeer. De beperkingen van de berekeningsmethodiek en de beschikbaarheid van meetgegevens lieten niet toe dat voor deze locaties de windsnelheid zou worden weergegeven. De Windkaart van Nederland heeft een ruimtelijke resolutie van 200 m bij 200 m. In de digitale kaart zijn de windsnelheden met een resolutie van 0,1 m/s af te lezen. In de papieren kaart is de afstand tussen de contouren 0,5 m/s. Tussenliggende waarden kunnen worden geschat.

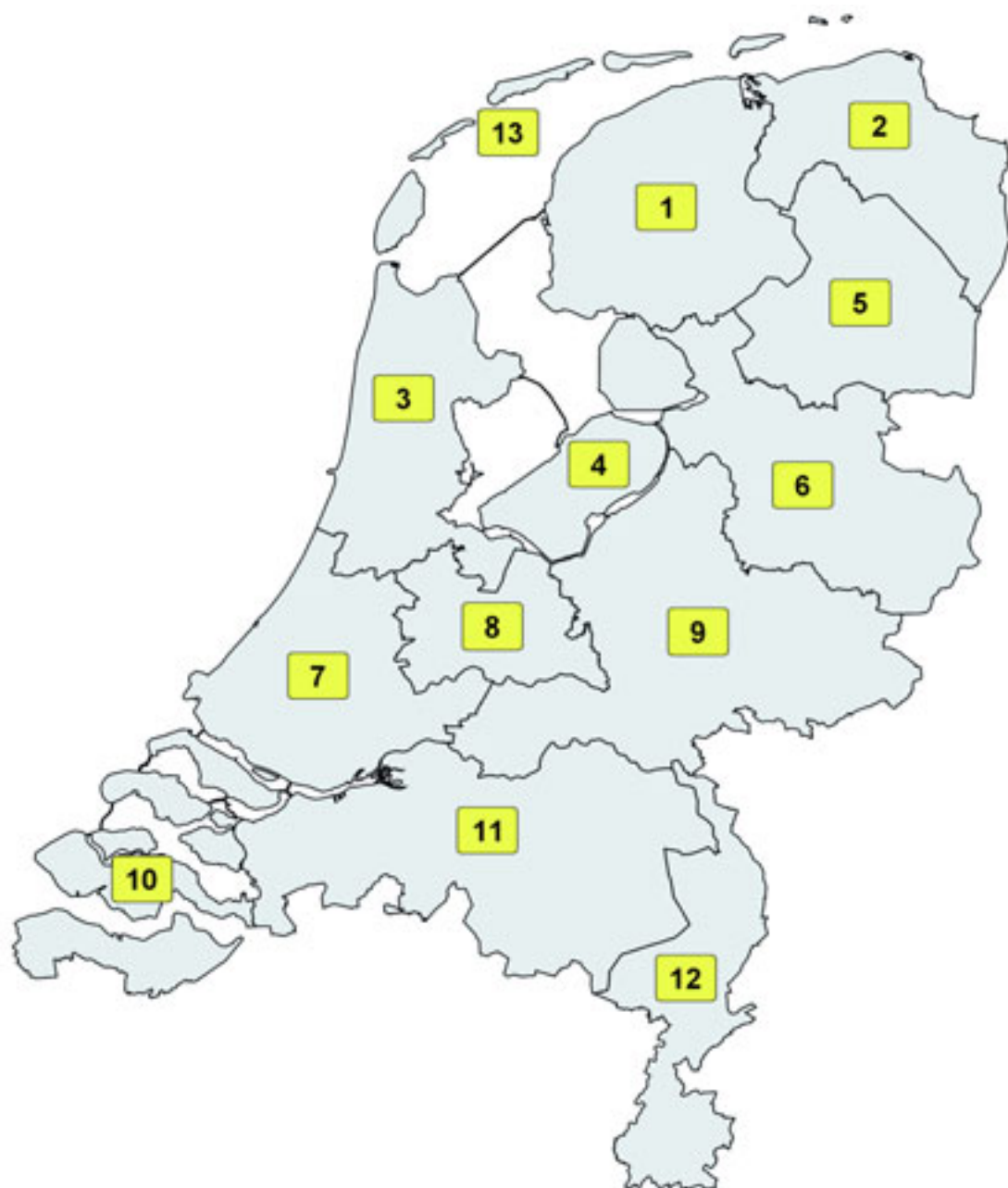
Bij het maken van de Windkaart van Nederland is alleen rekening gehouden met de terreinruwheid. Grote obstakels die zich stroomopwaarts bevinden kunnen de lokale windsnelheid nog beïnvloeden. Mocht dit het geval zijn, dan moet een aparte windstudie worden uitgevoerd om dit effect goed in beeld te kunnen brengen.

Uit de validatie van de windsnelheidsberekeningen blijkt dat de nauwkeurigheid van de Windkaart van Nederland ongeveer 0,3 m/s naar boven en beneden is.

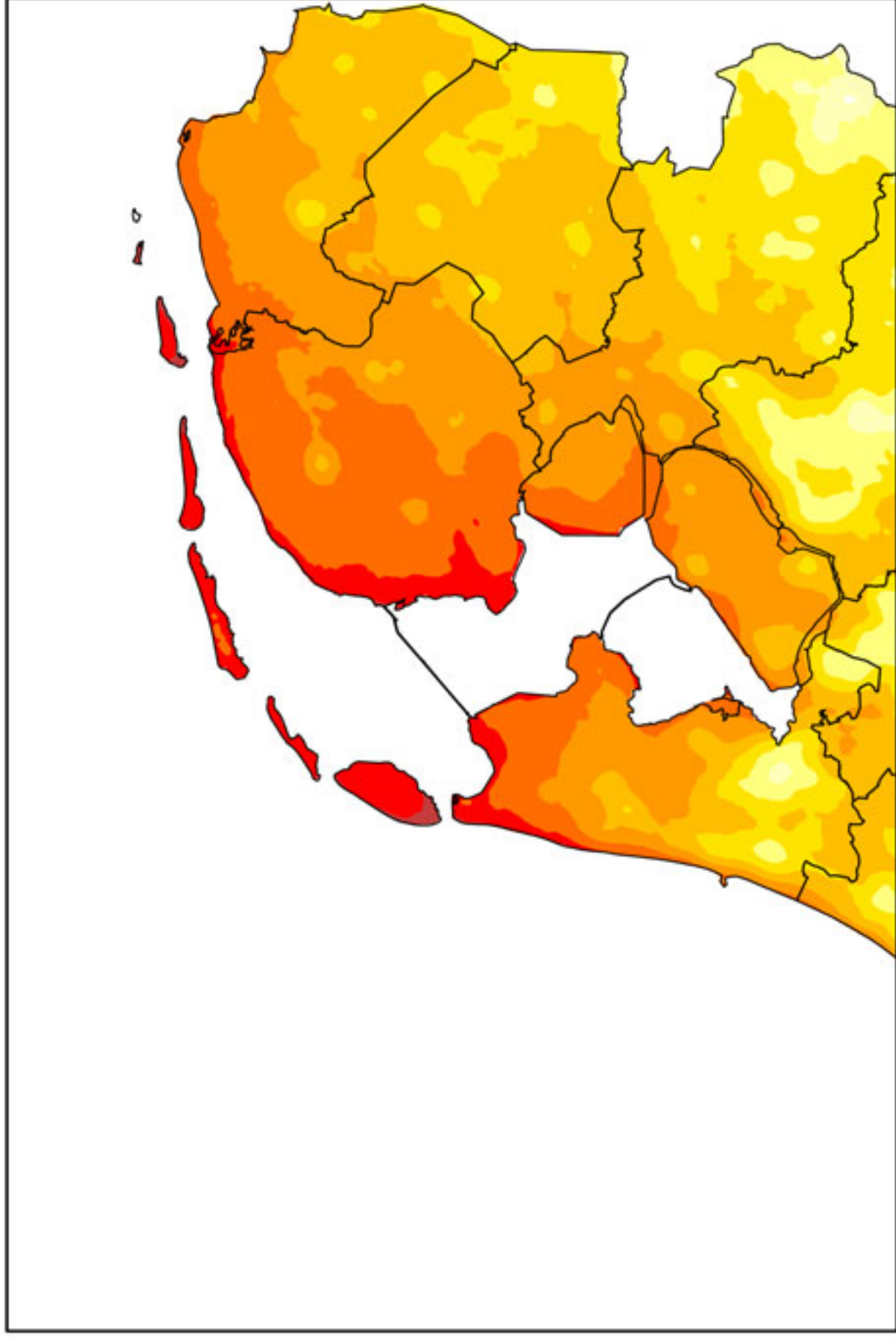
In het achtergronddocument “Windkaart van Nederland, achtergrondrapport” dat bij de Windkaart van Nederland hoort is een gedetailleerde technische verantwoording van het tot stand komen van de Windkaart van Nederland te vinden.

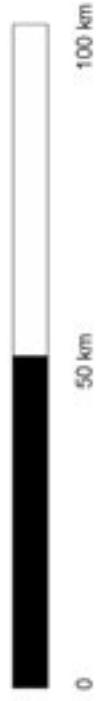
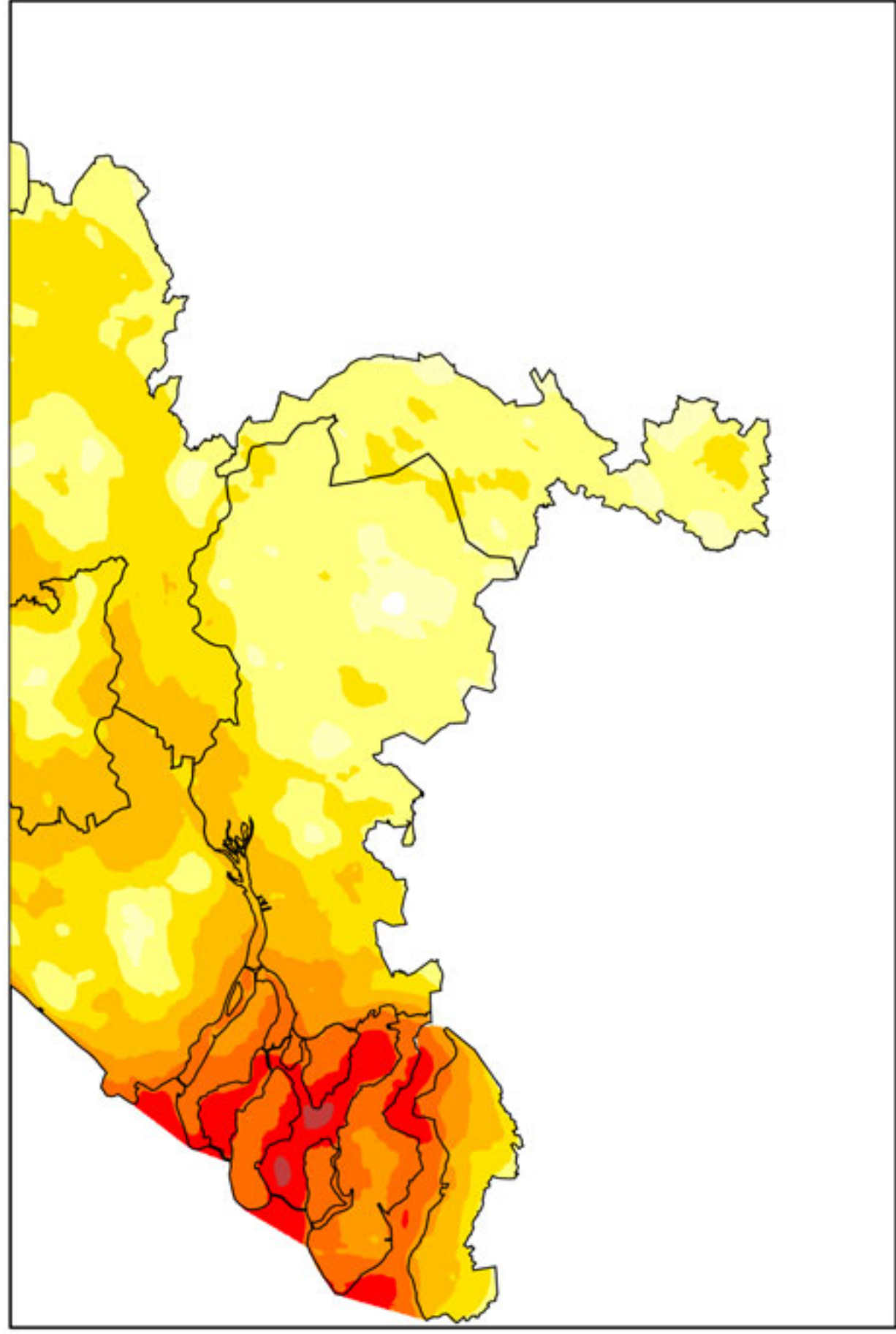






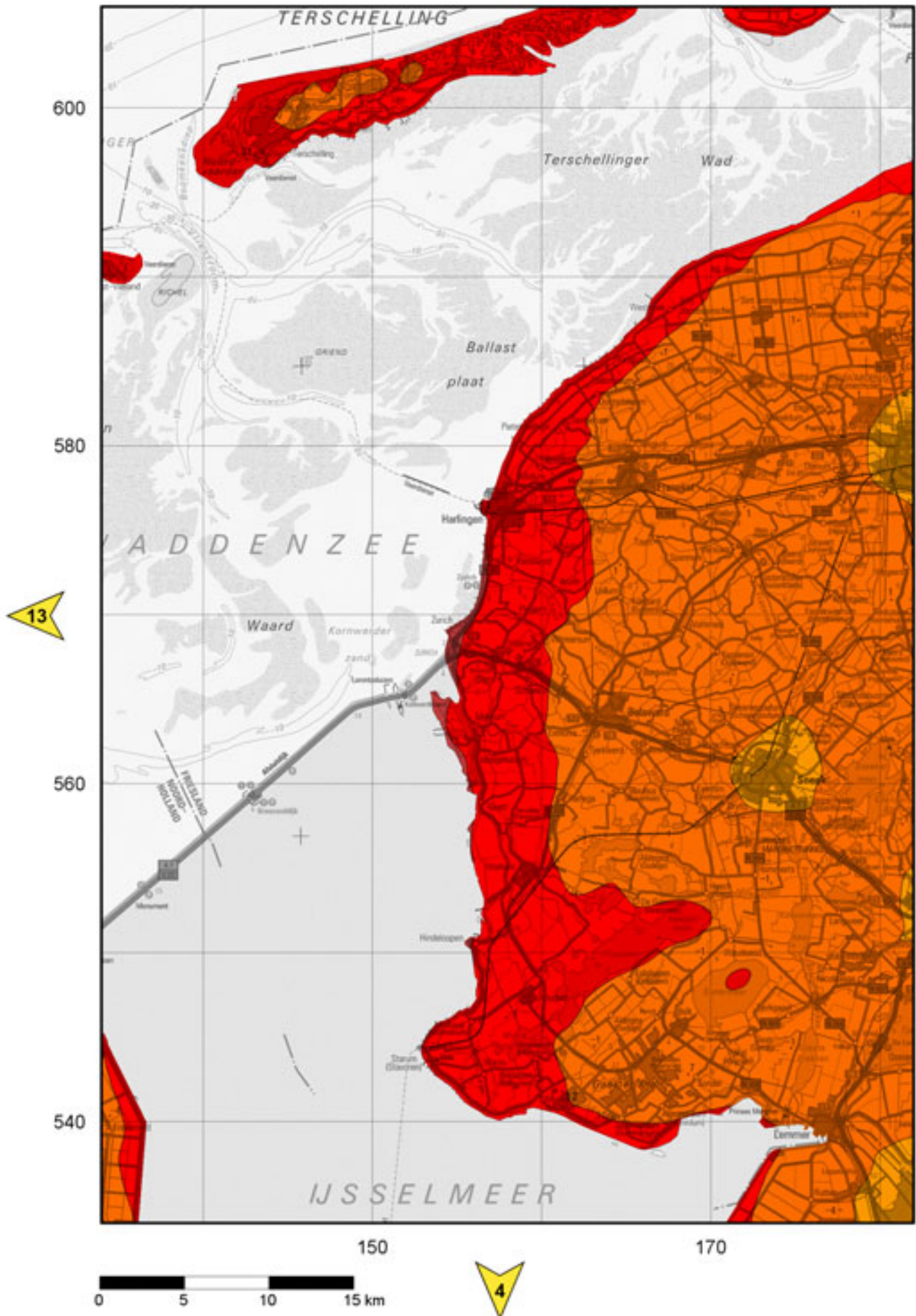
## De windkaart van Nederland







13



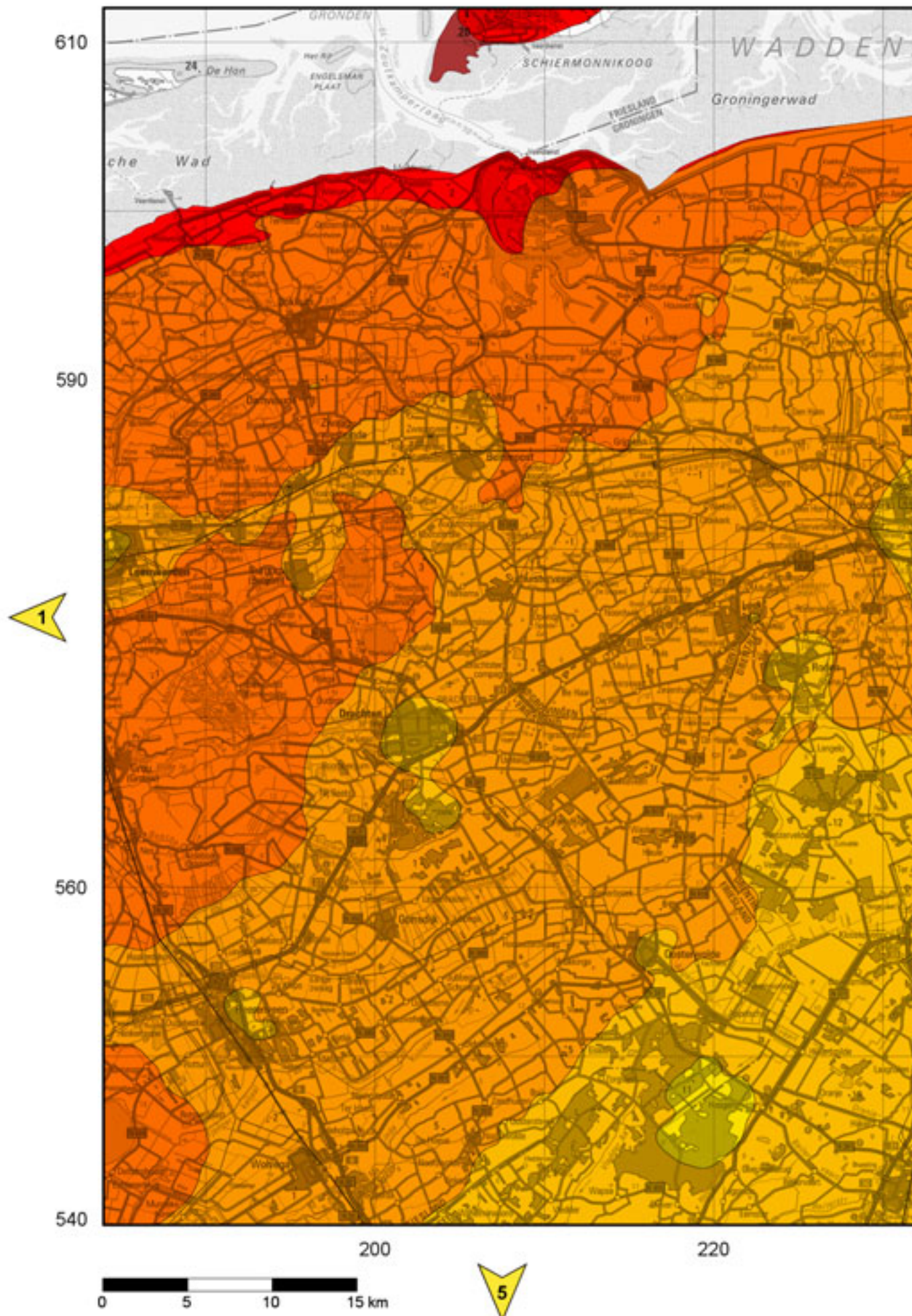


13

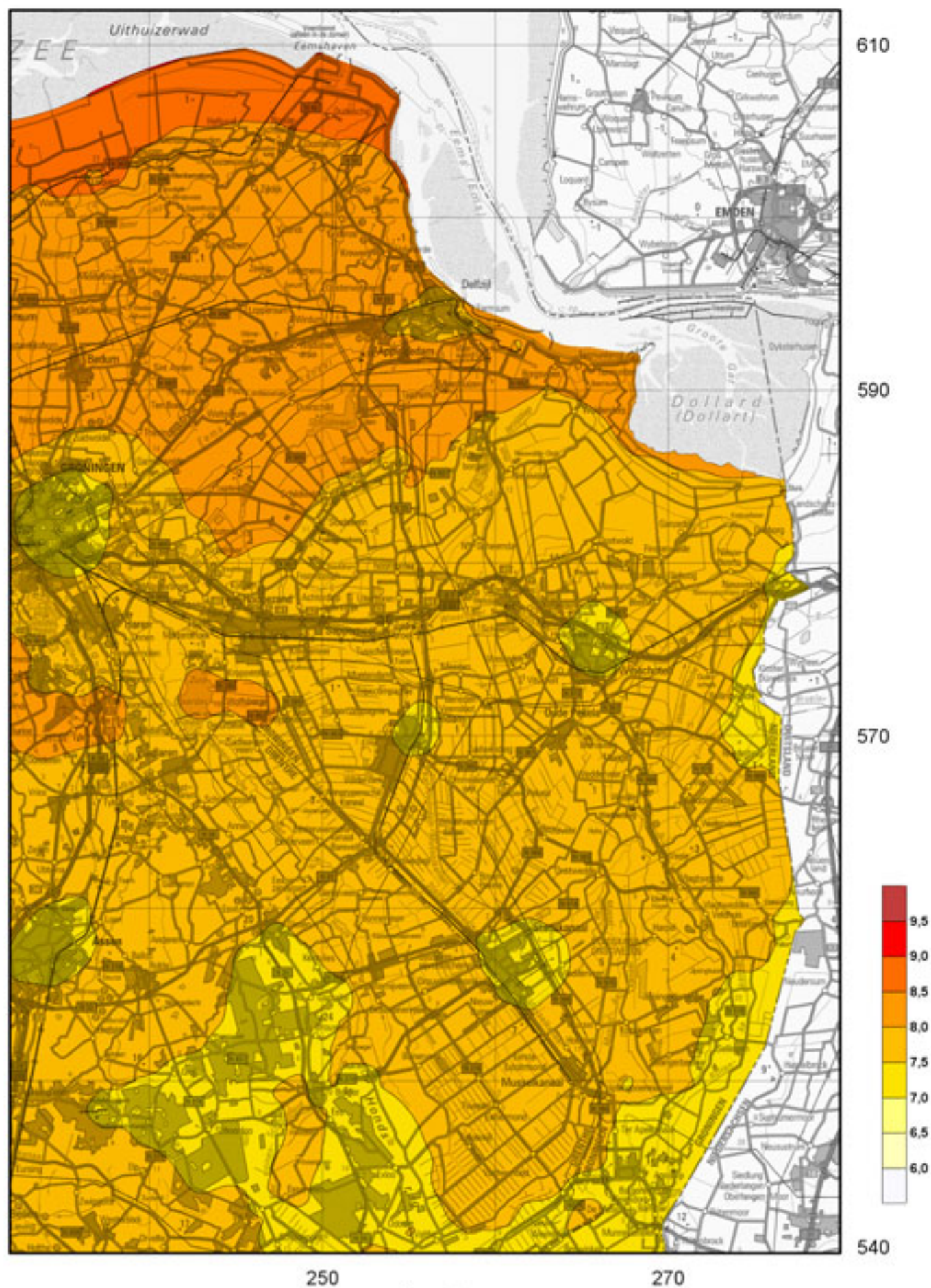




## 2. Groningen

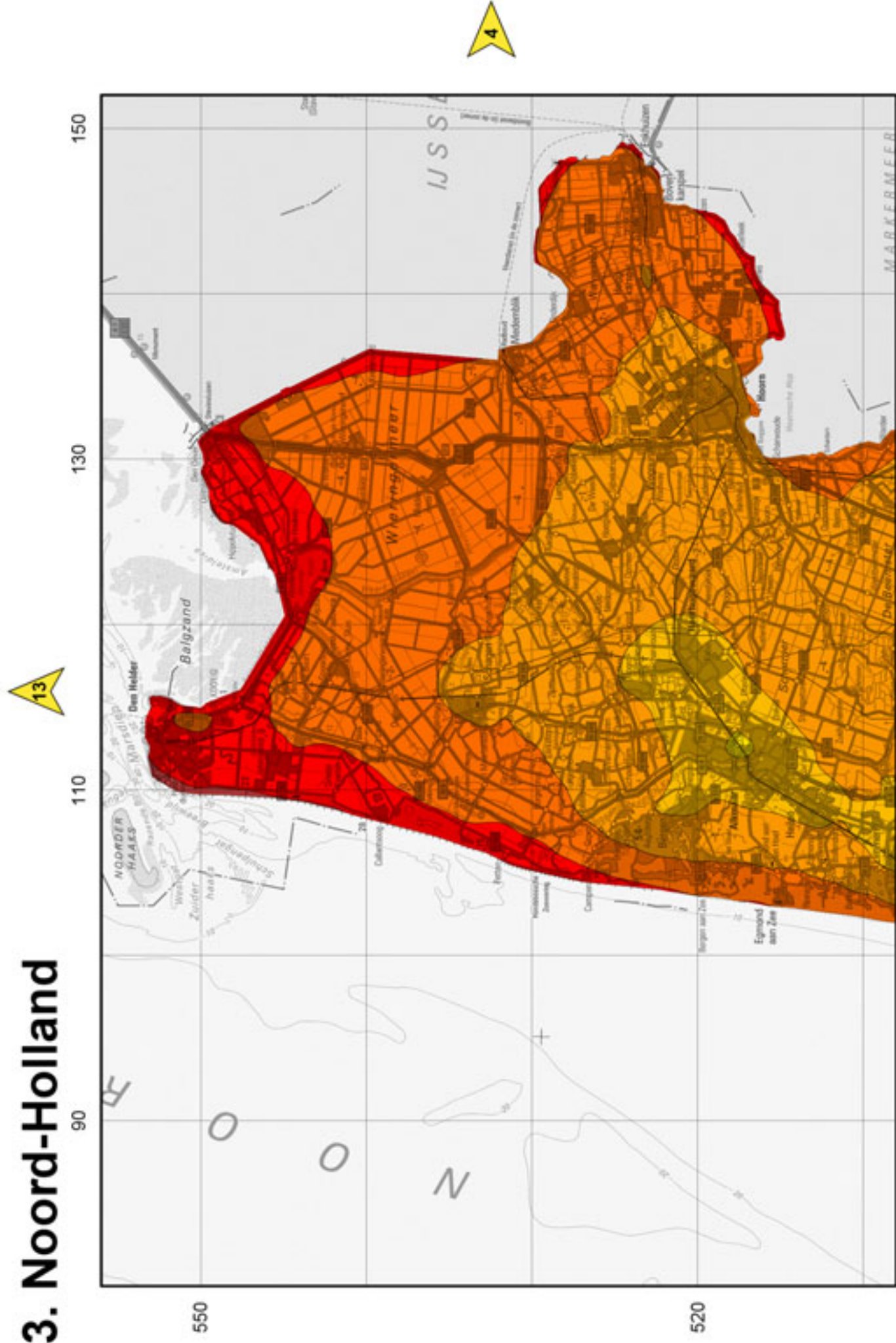




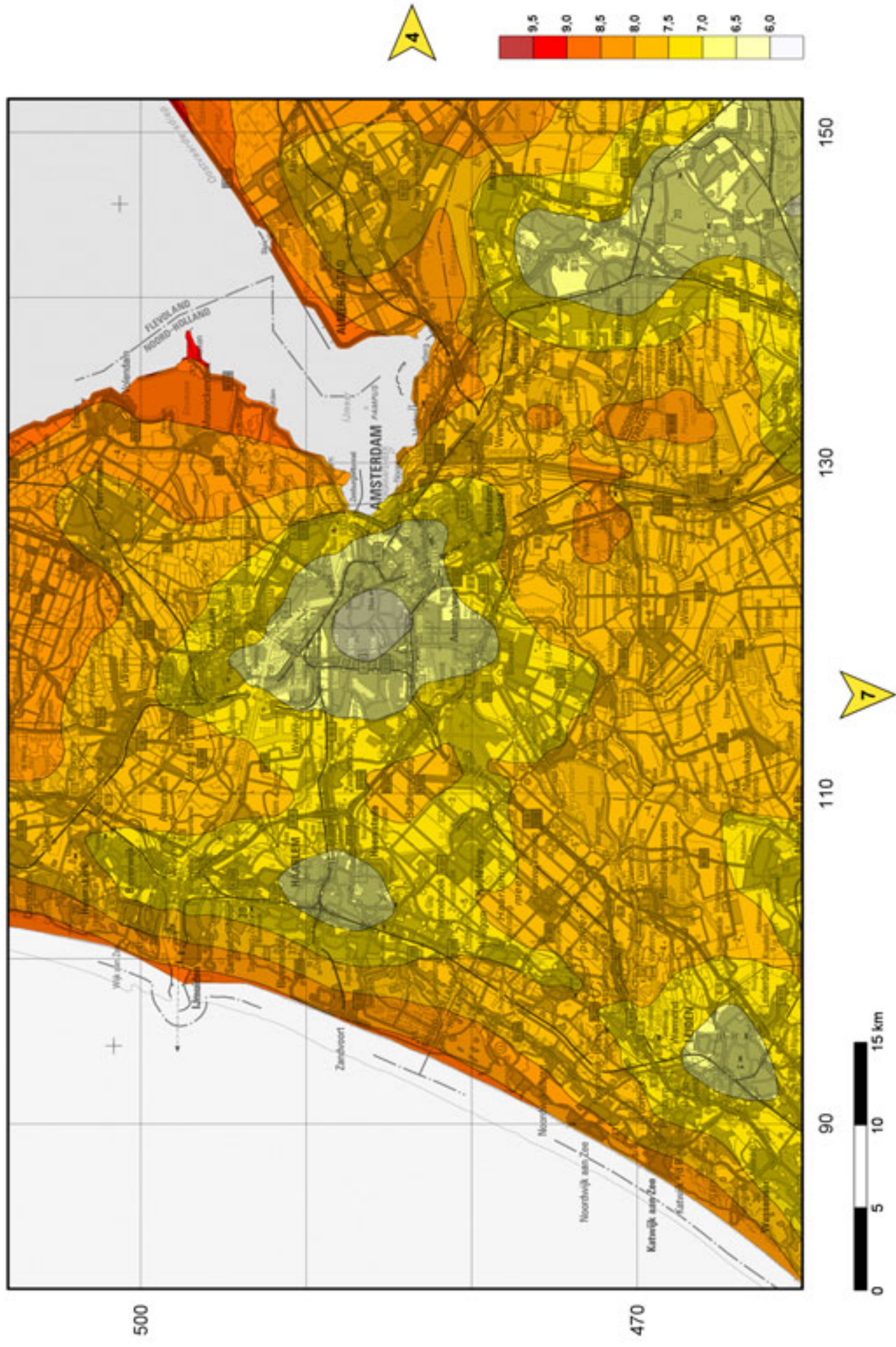




### 3. Noord-Holland

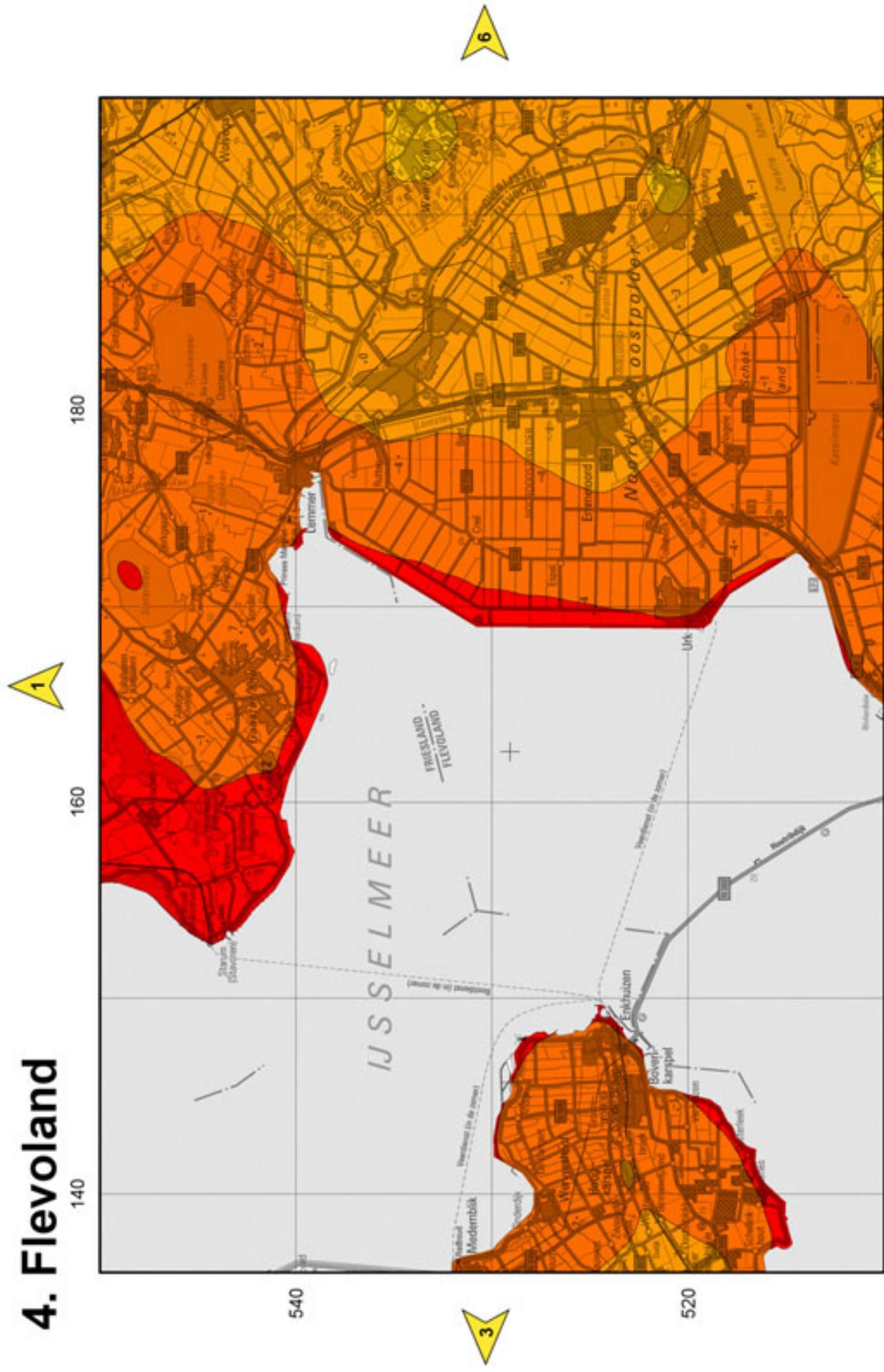




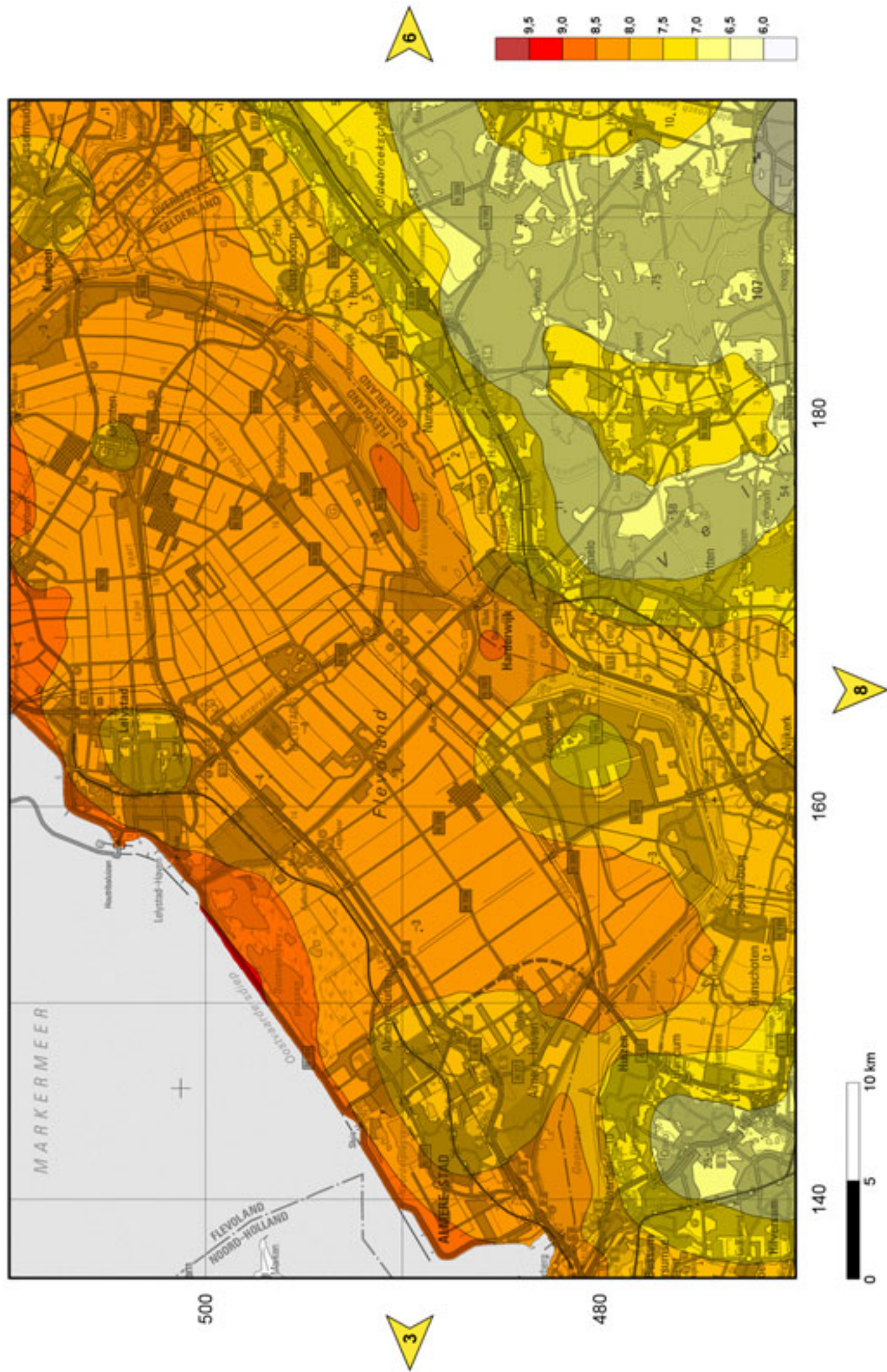




## 4. Flevoland









## 5. Drenthe



570

550



530

510



200

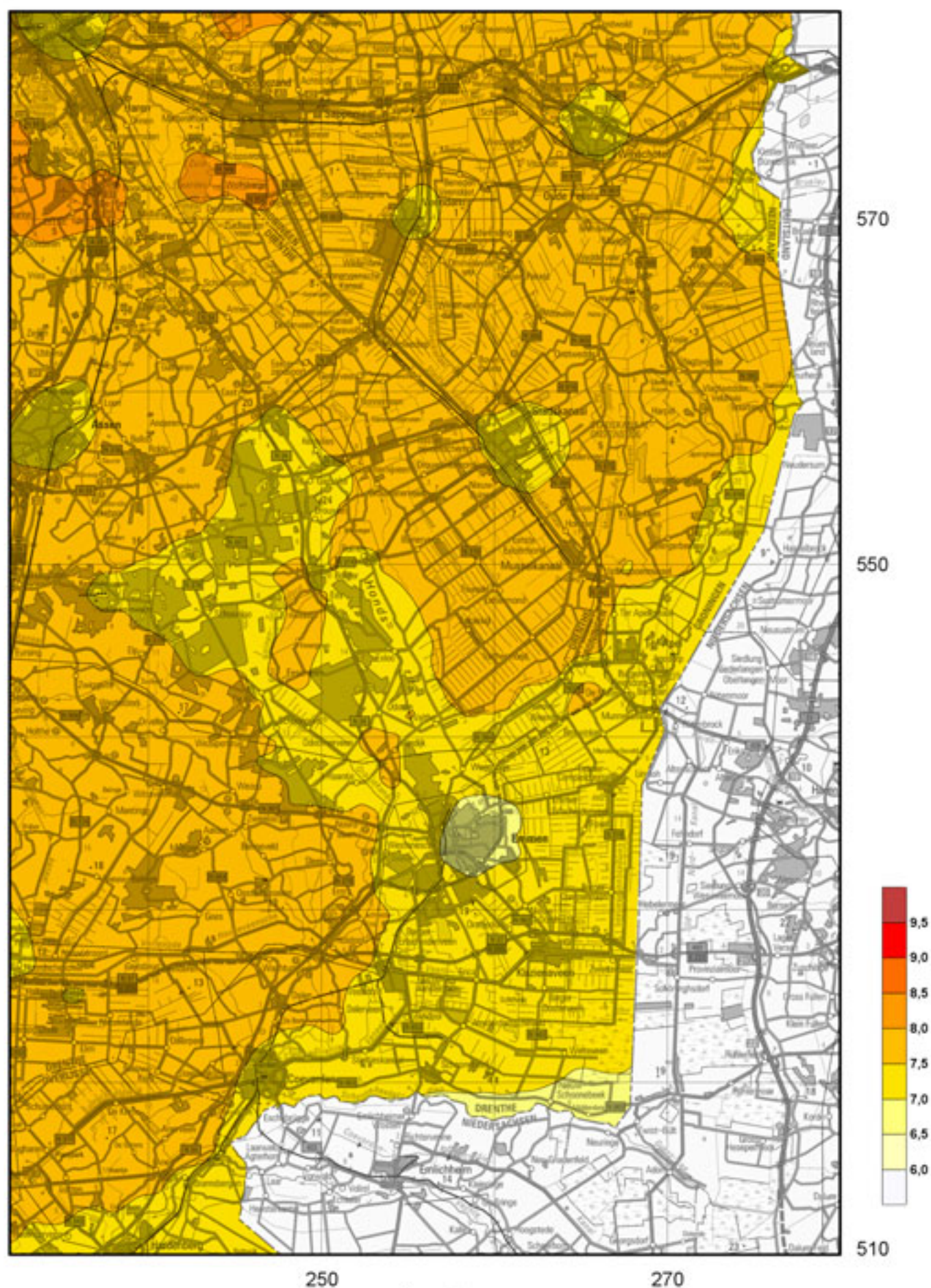
220

0 5 10 15 km





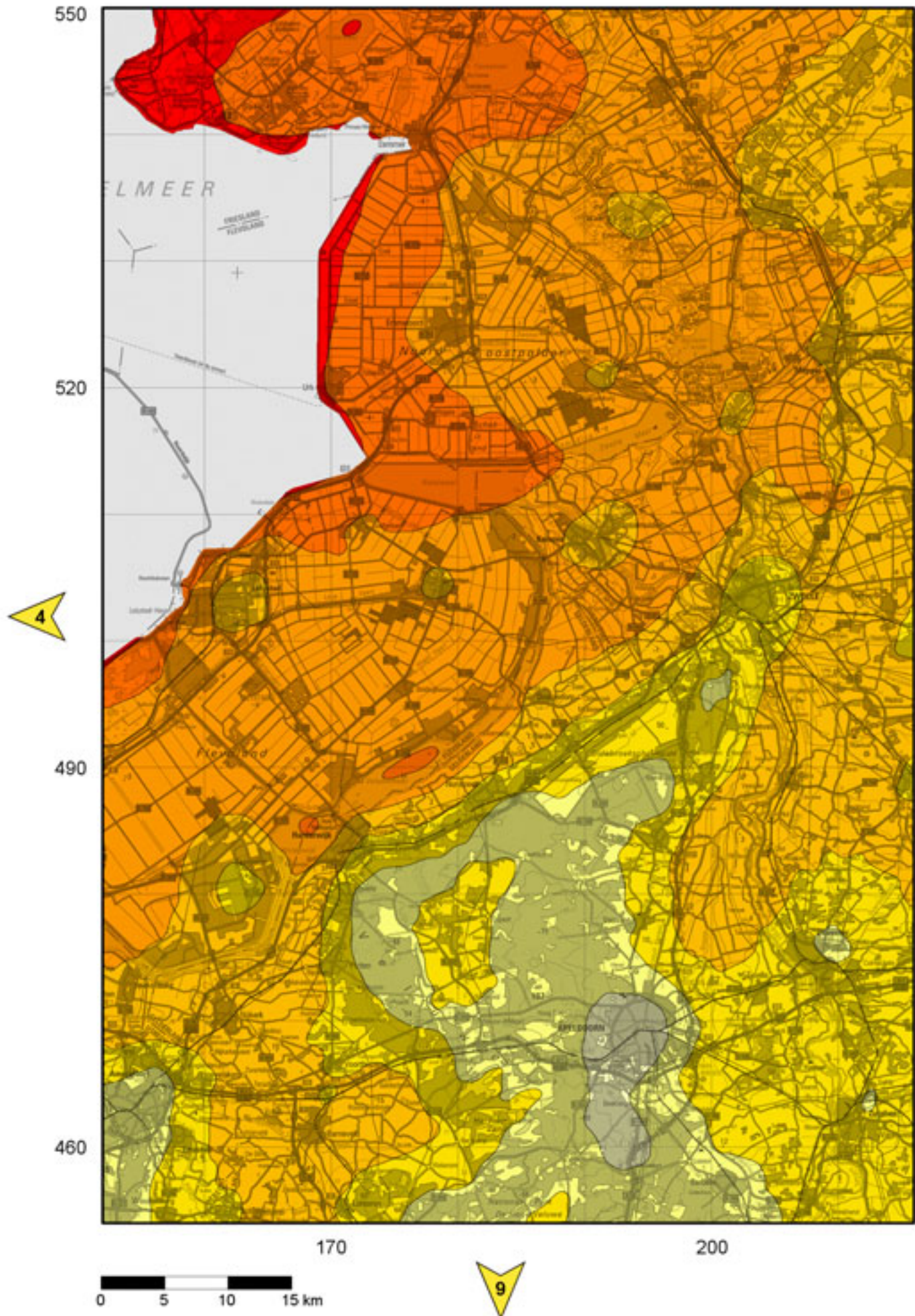
2



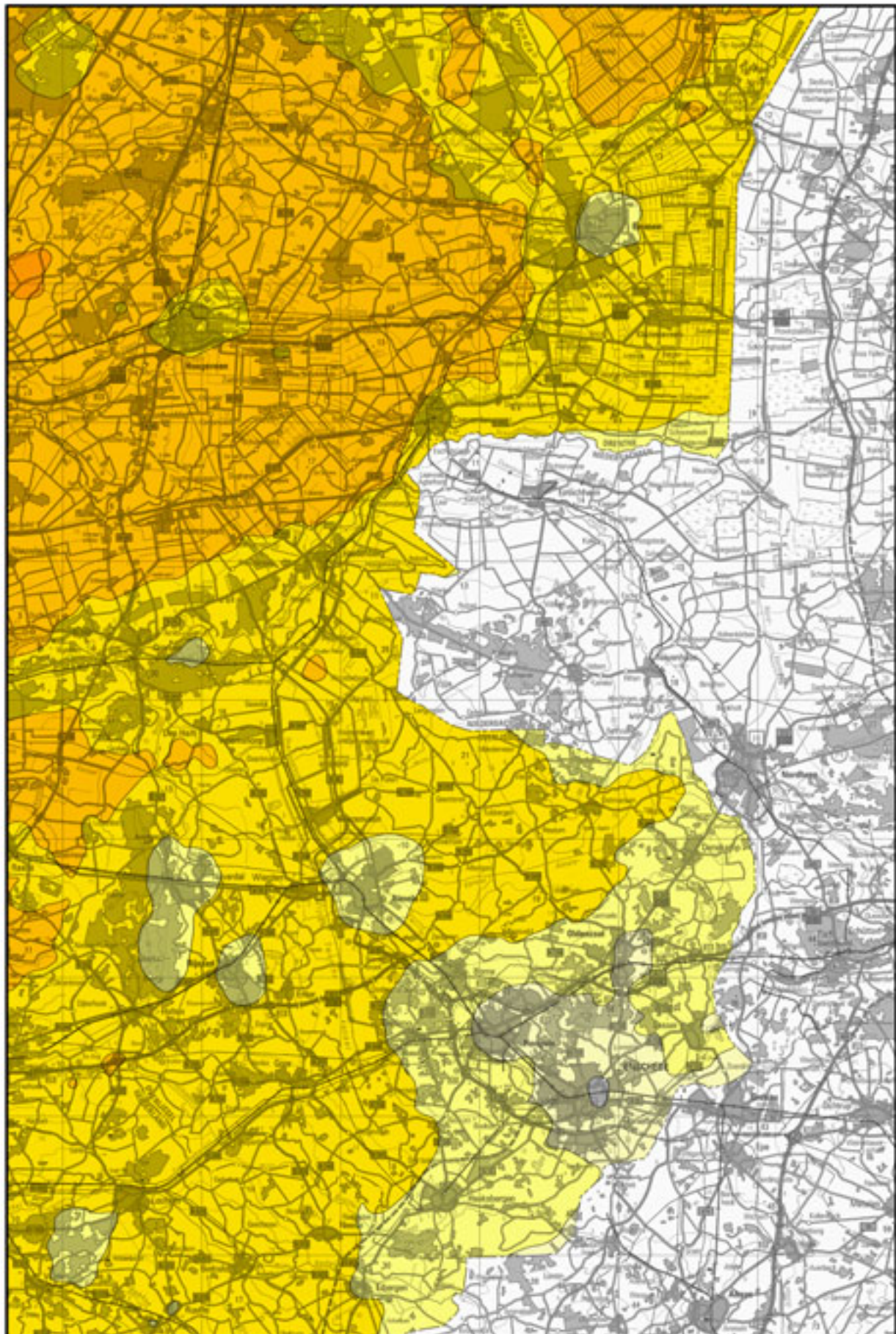
6



## 6. Overijssel







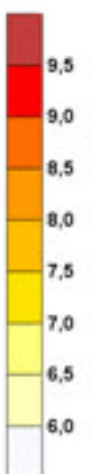
550

520

490

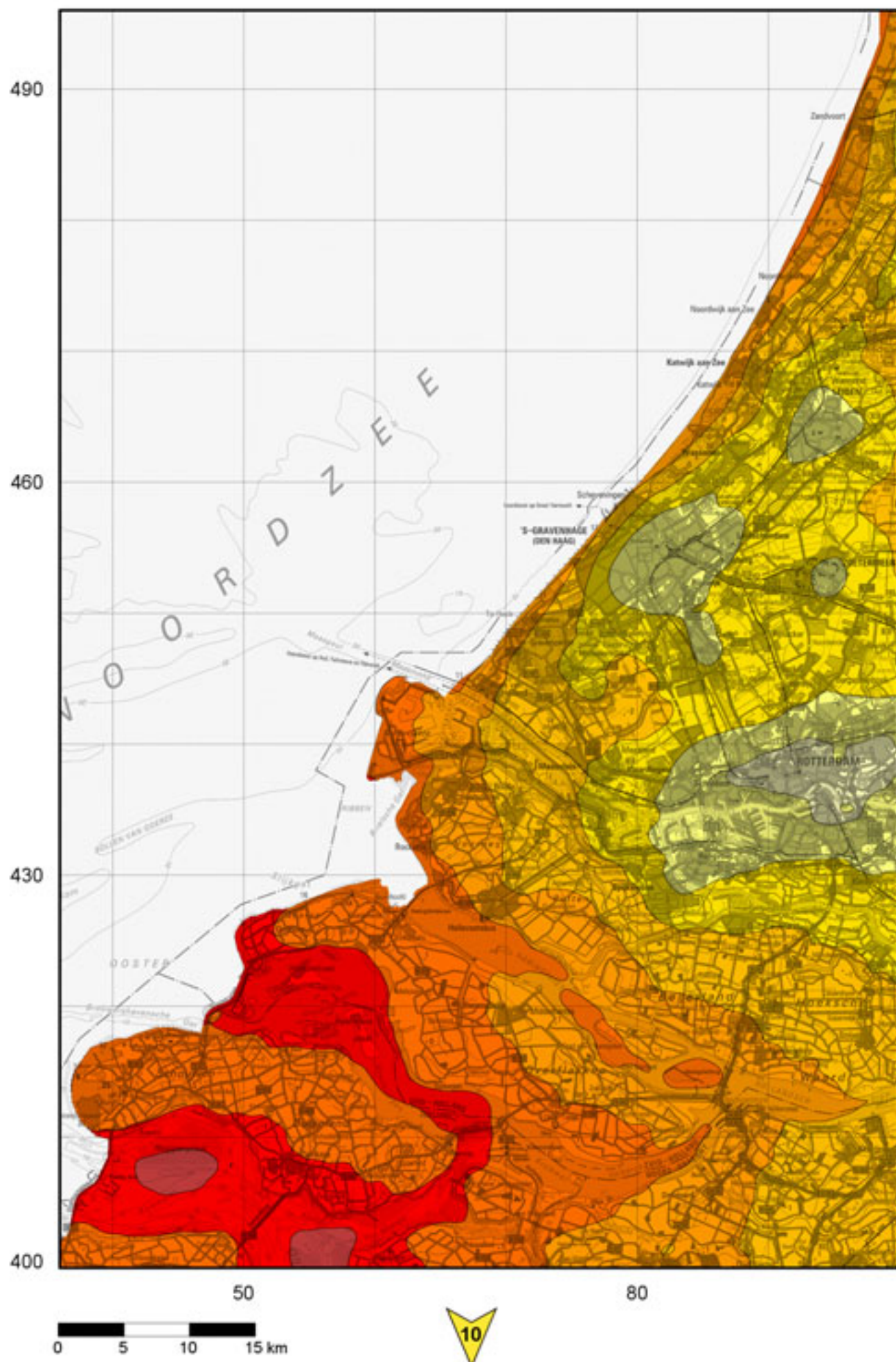
240

270



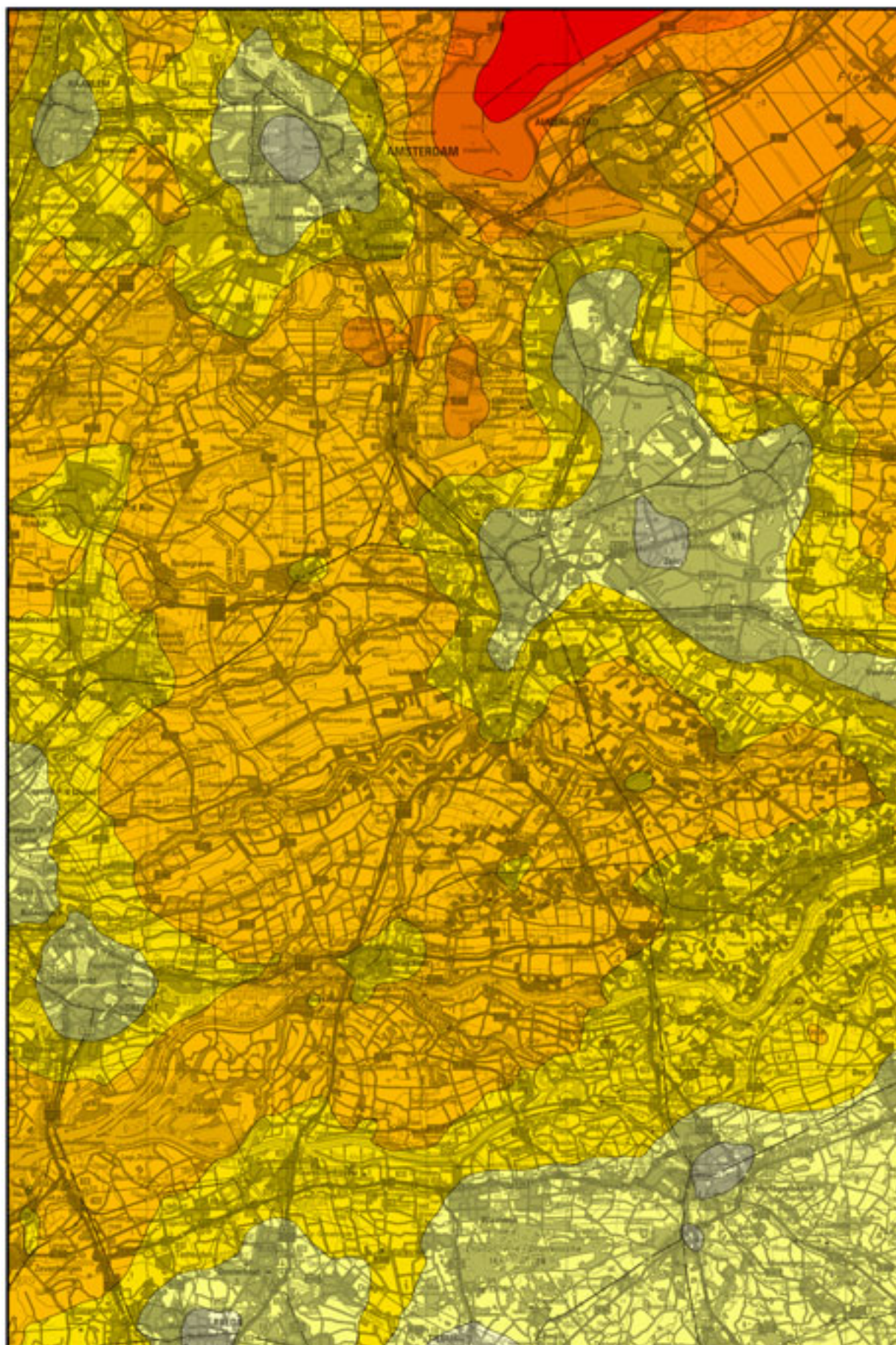


## 7. Zuid-Holland





3

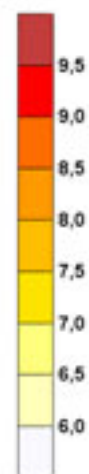


490

460

8

430



400

120

150

10



## 8. Utrecht



490

470

450

430



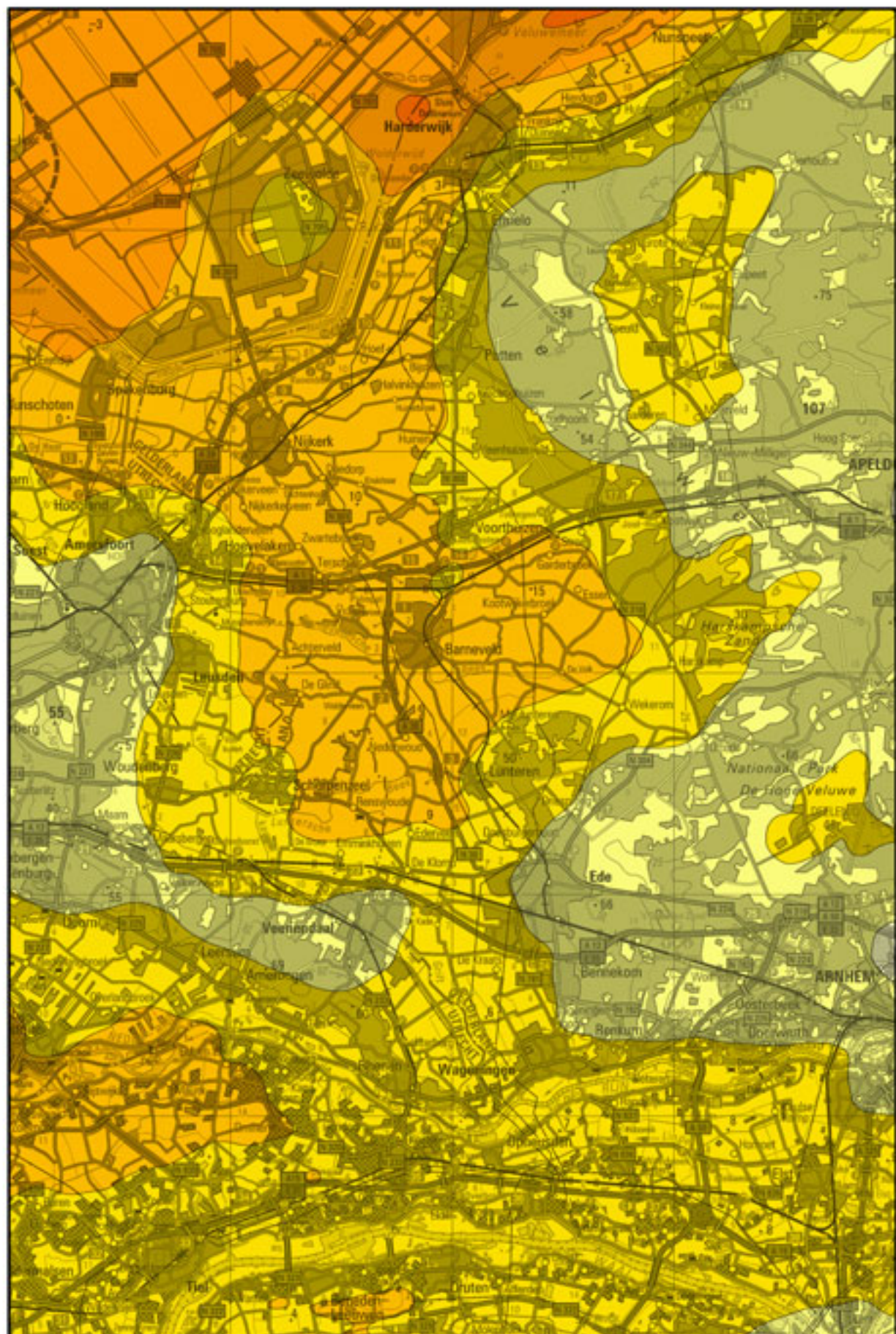
120

140

0 5 10 km







490

470



450

430

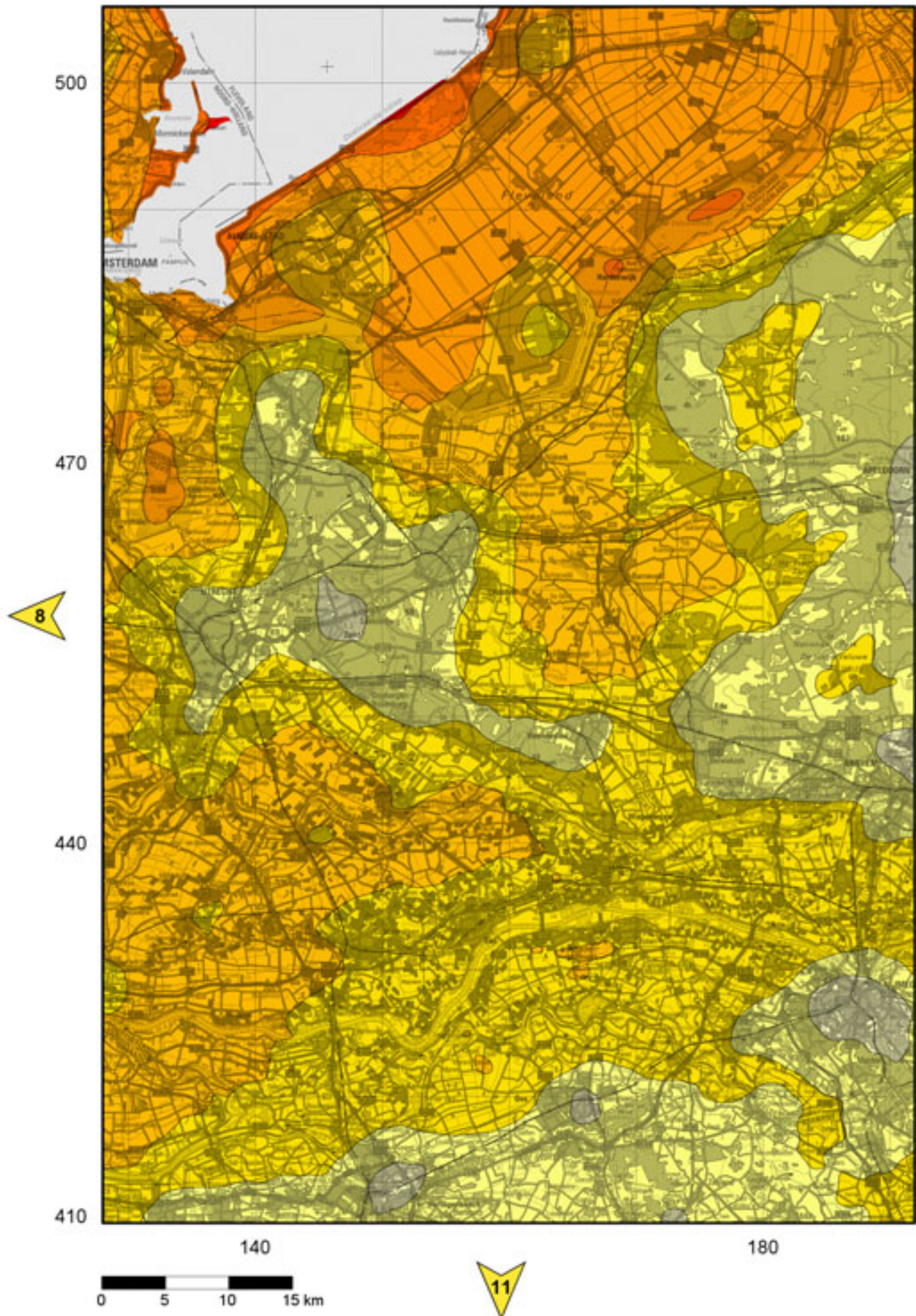
160

180



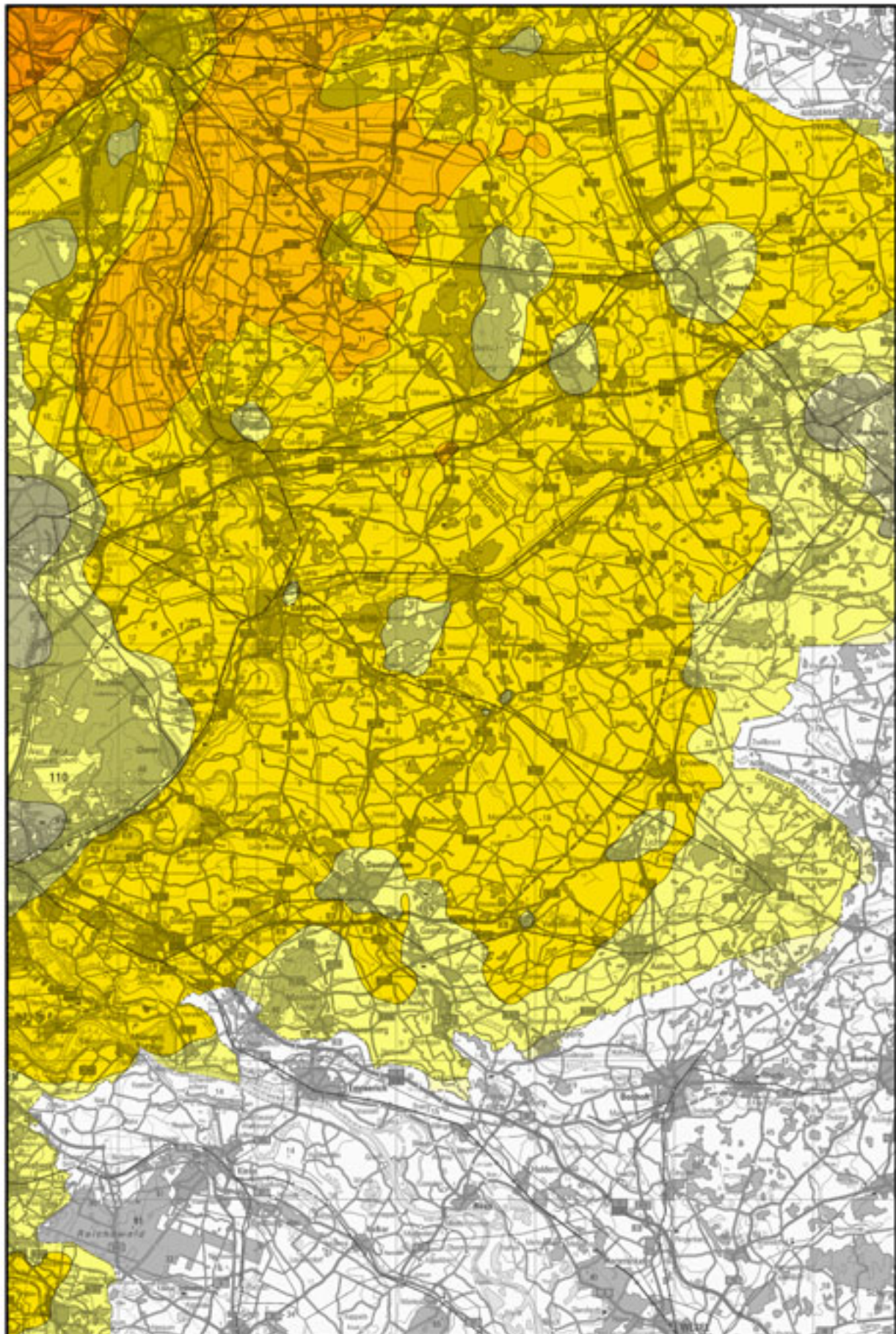


## 9. Gelderland





5



500

470

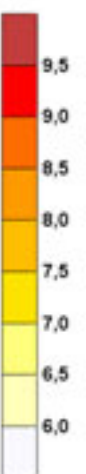
440

410

210

240

12





# 10. Zeeland

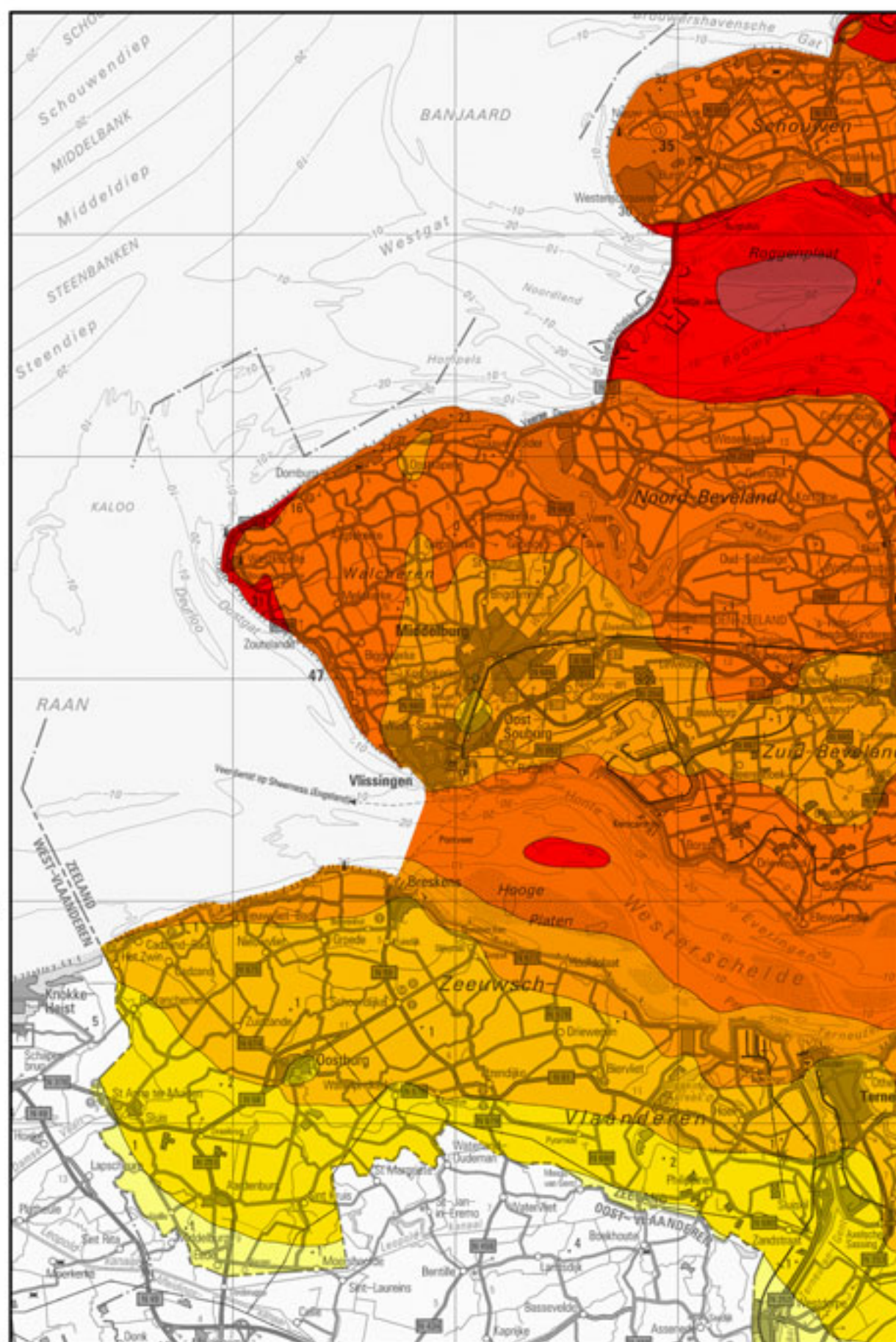


420

400

380

360

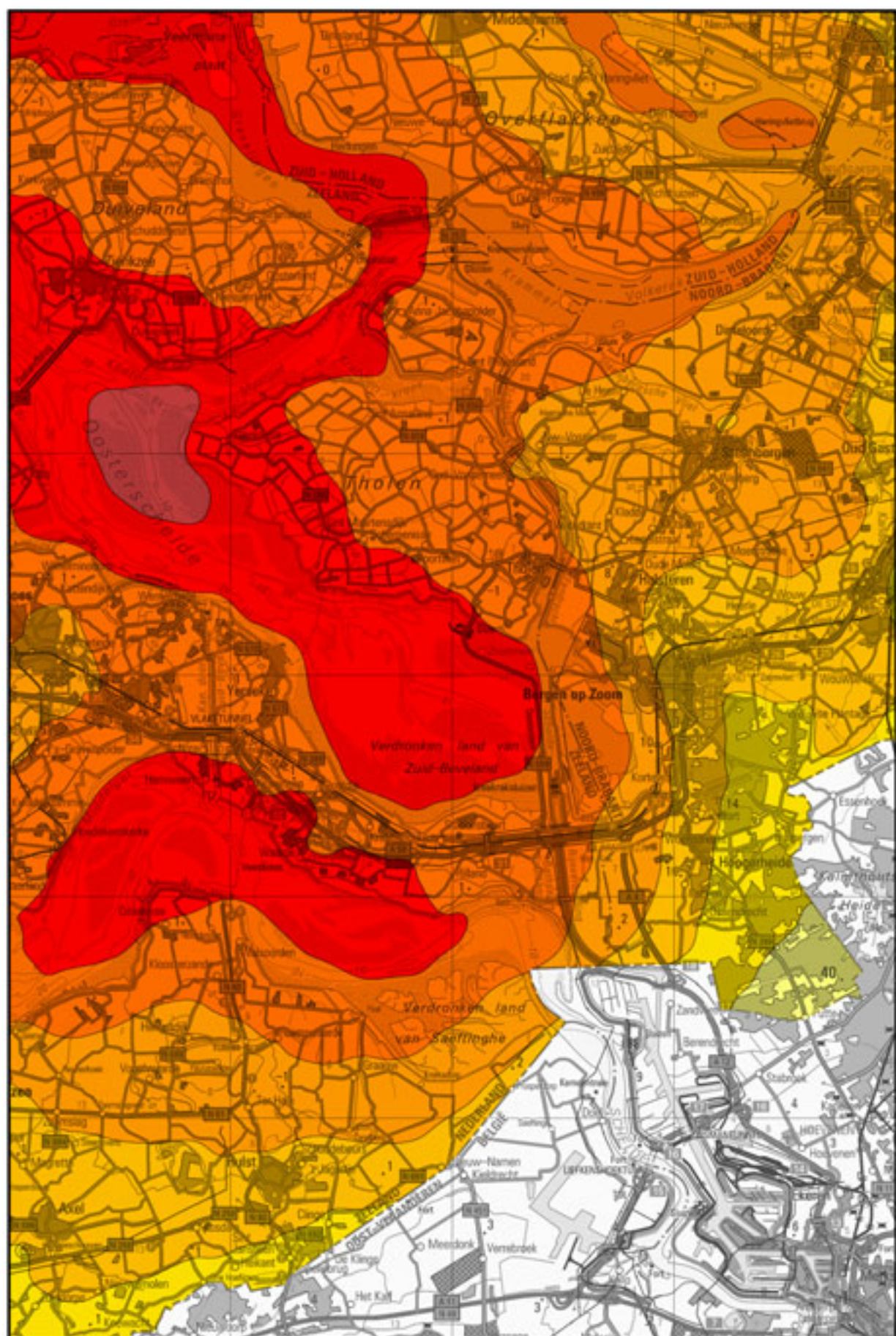


20

40

0 5 10 km





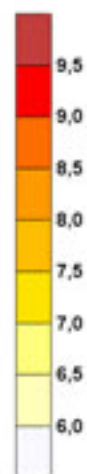
420

400



380

360



60

80



# 11. Noord-Brabant



450

420

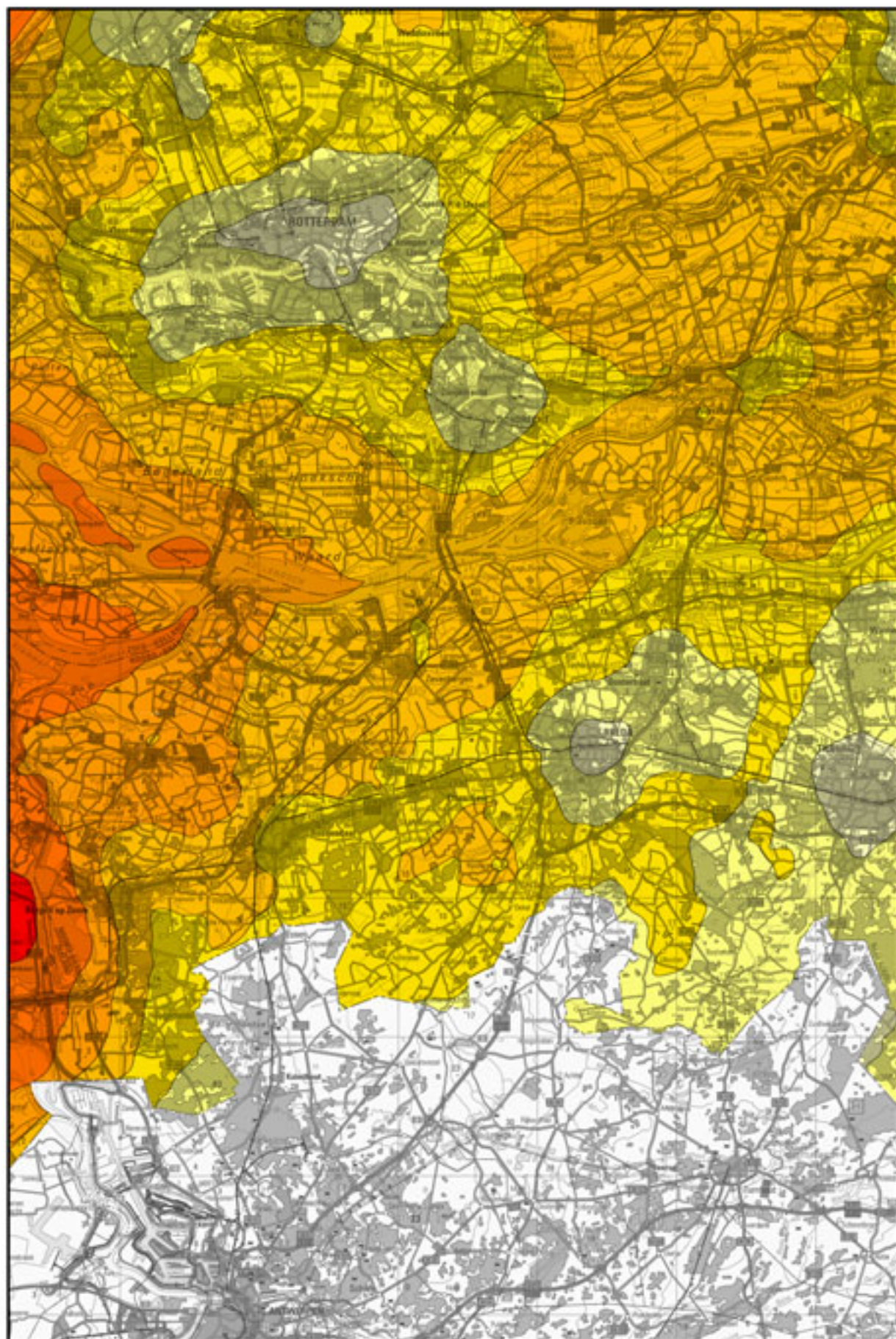
390

360

90

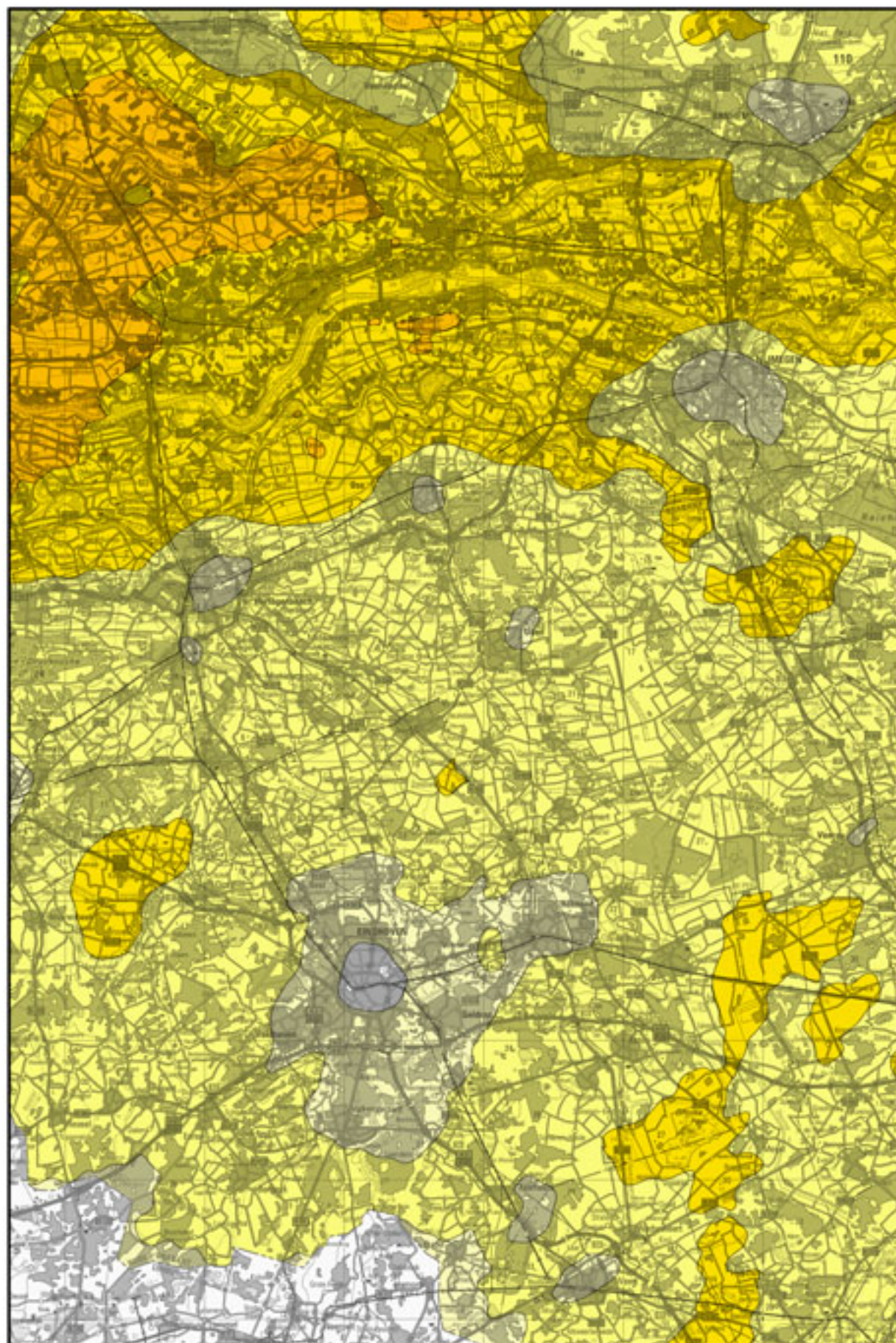
120

0 5 10 15 km





8



150

190

450

420

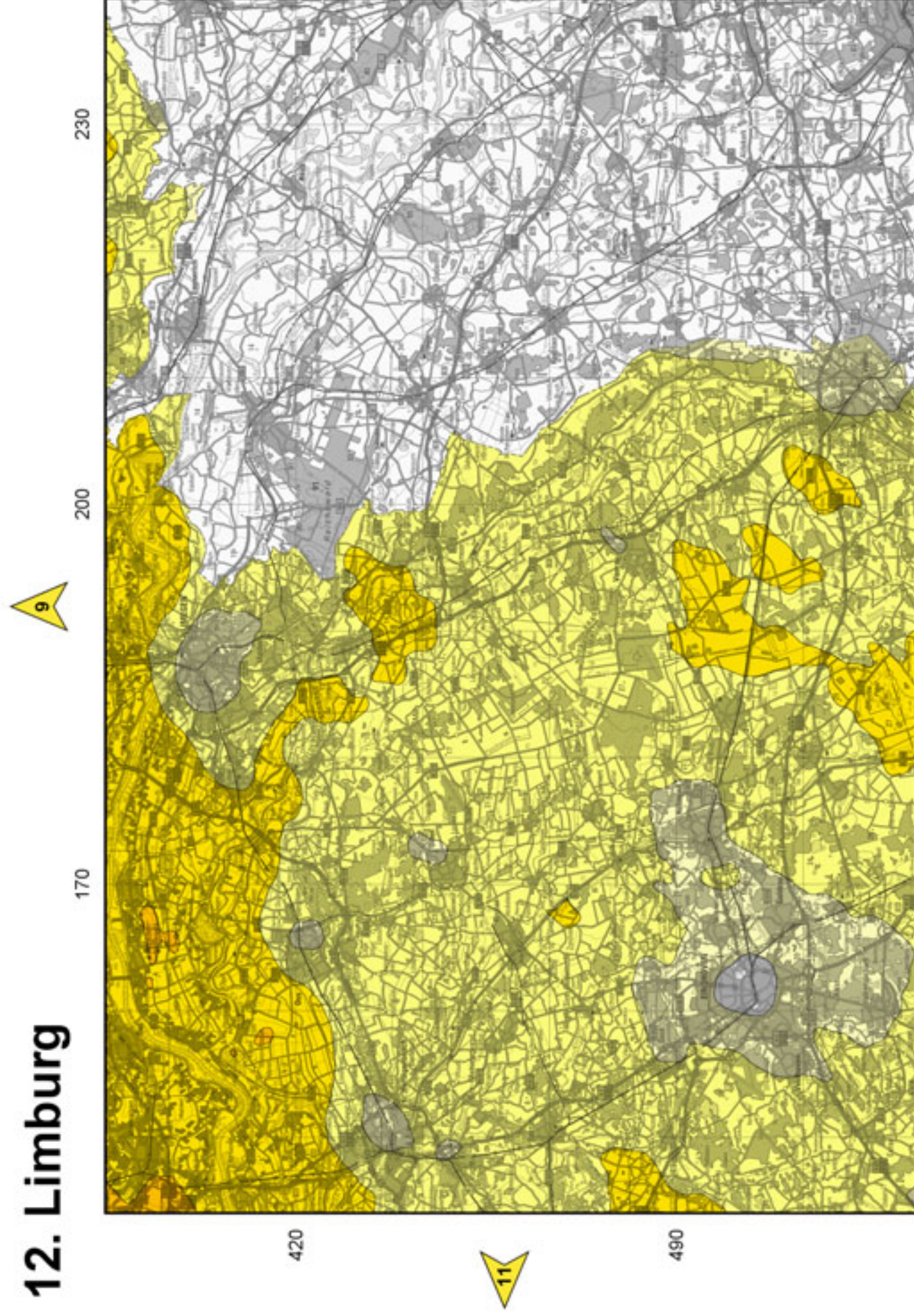
12

390

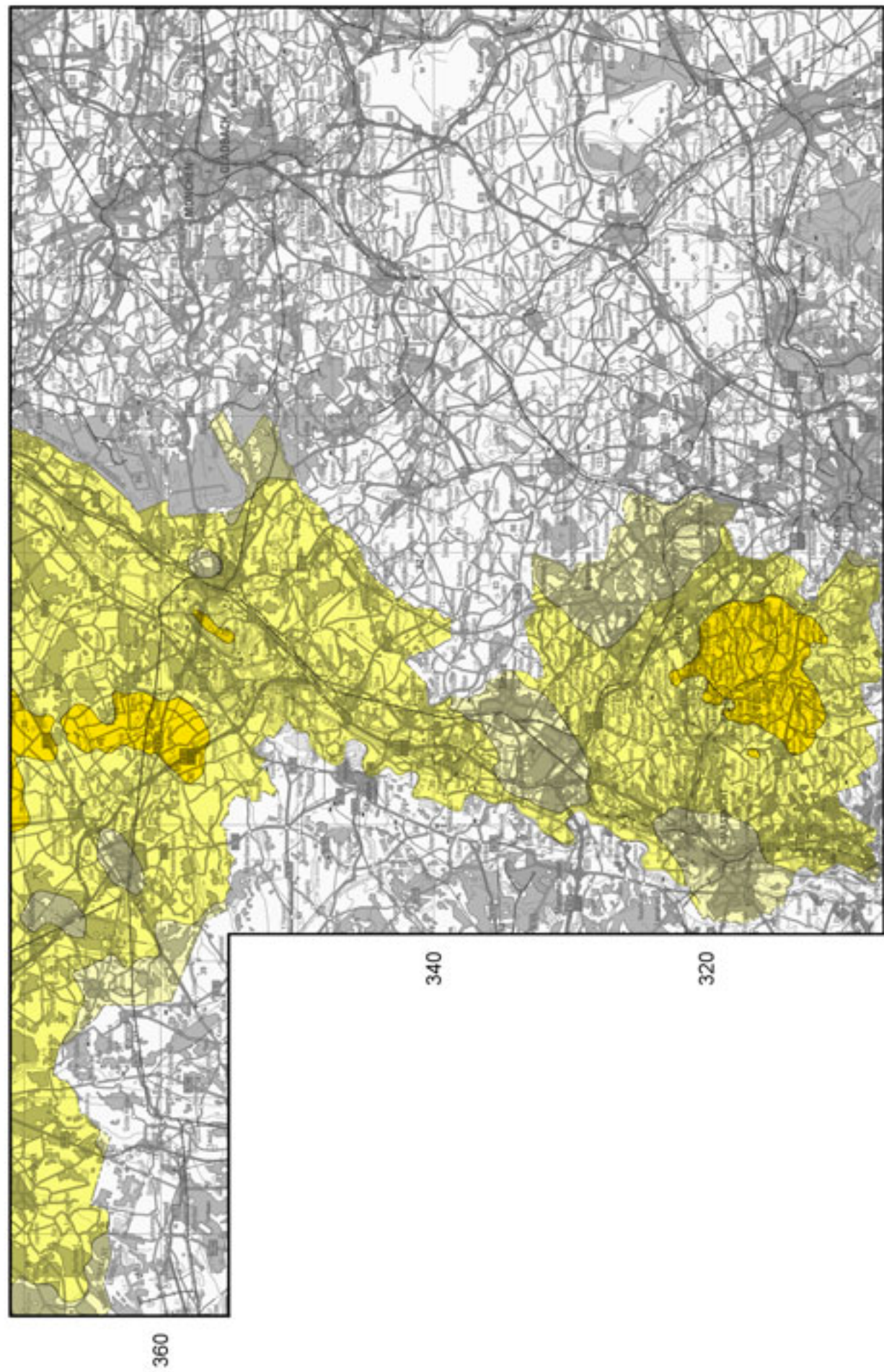
360



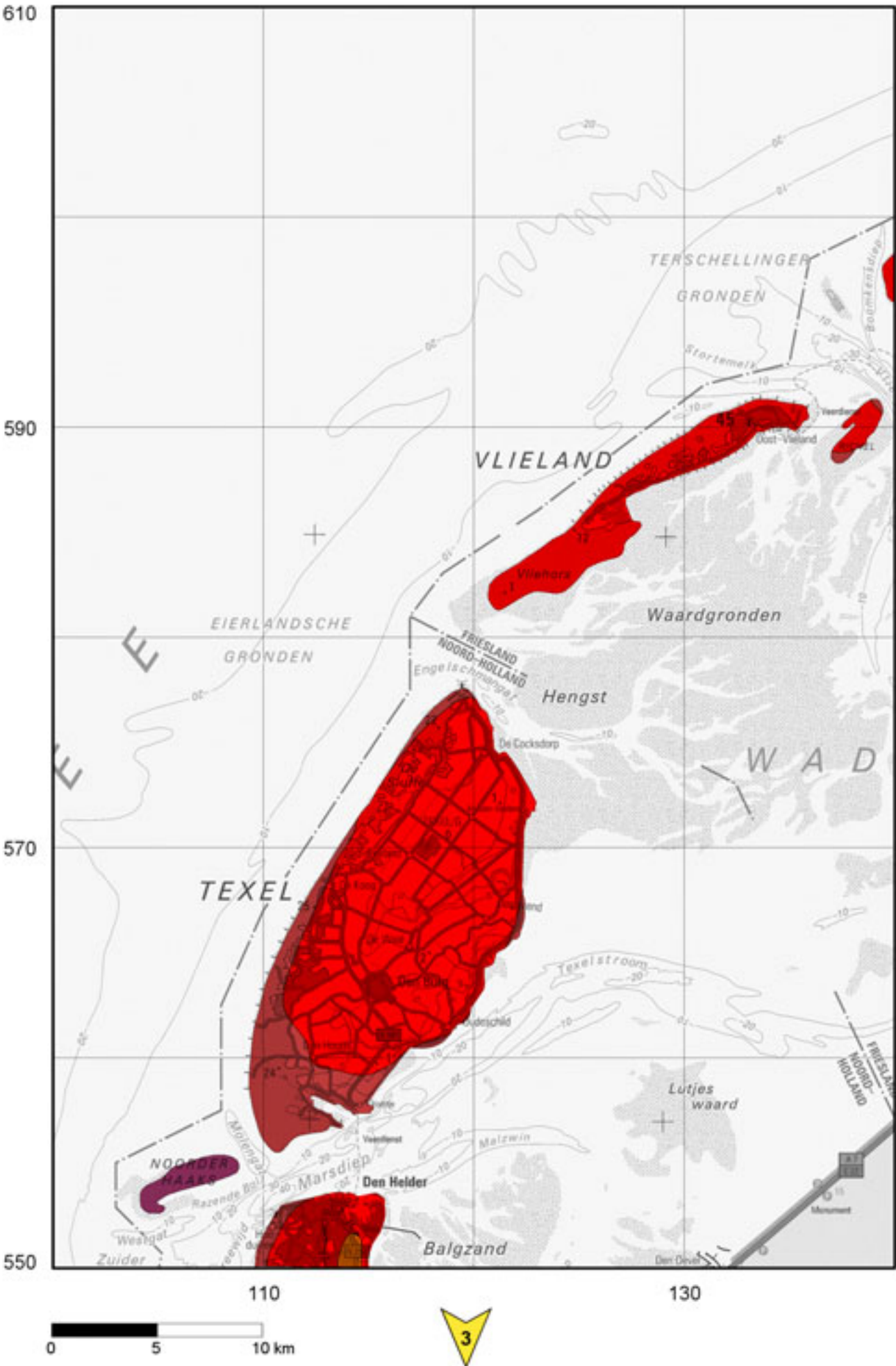
## 12. Limburg



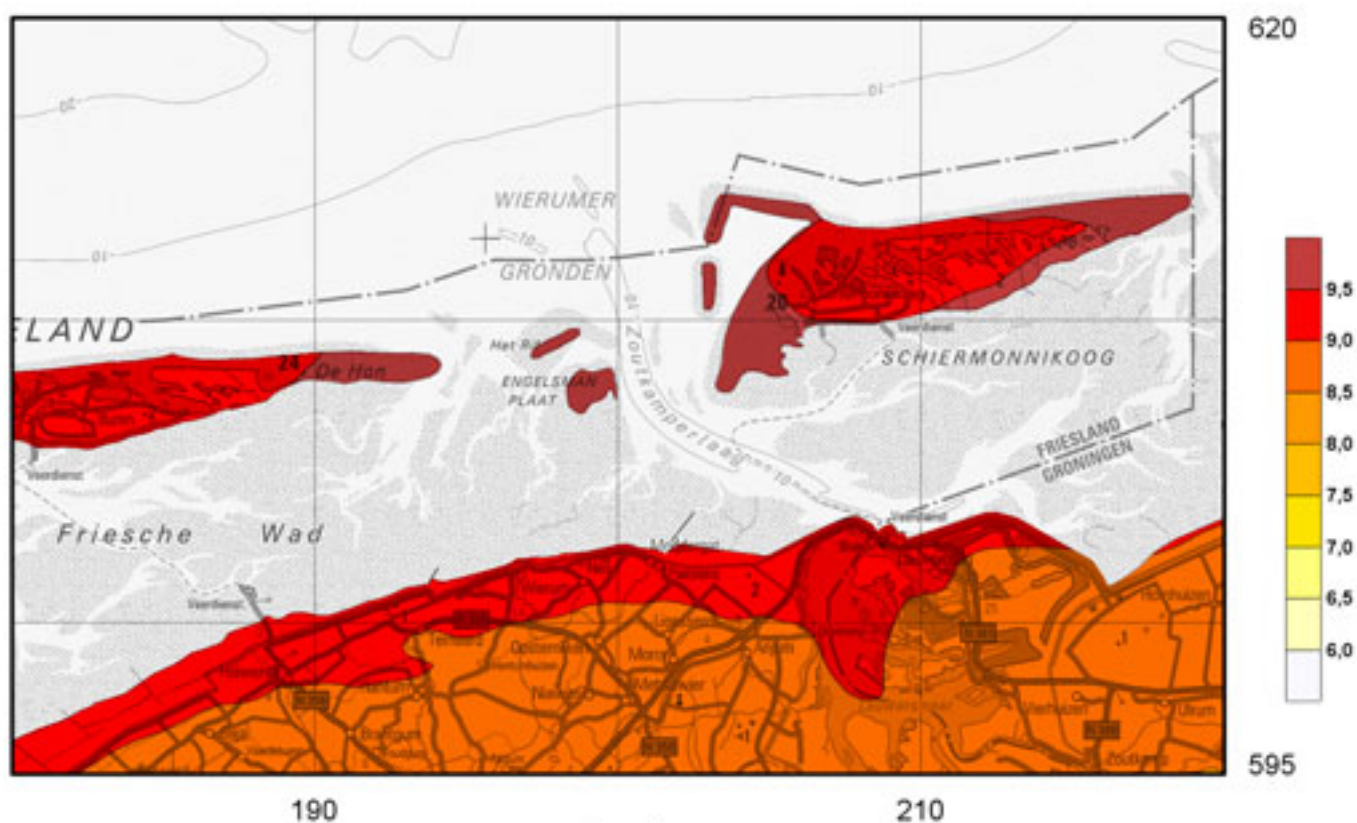
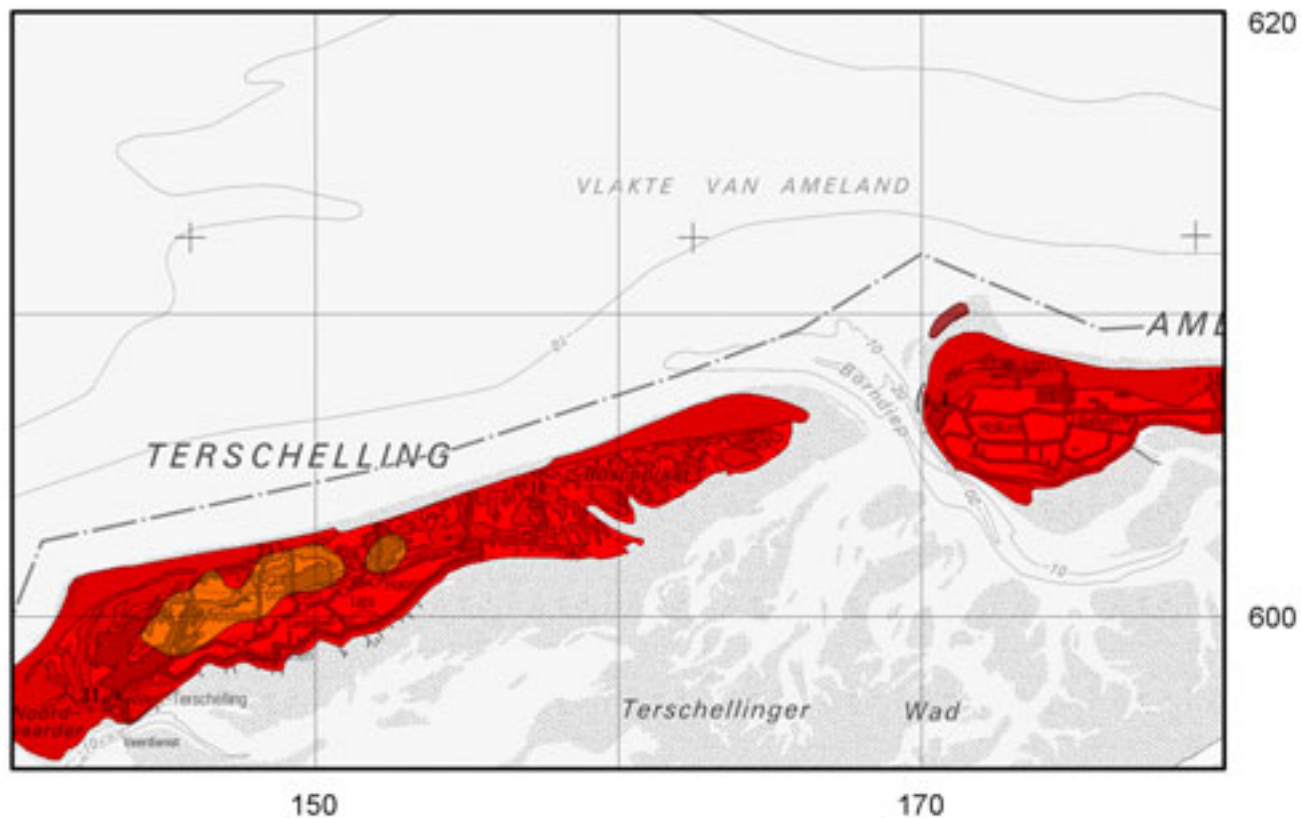




# 13. Waddeneilanden











## Duurzame energie in Nederland

In 2020 moet 10% van de Nederlandse energiebehoefte worden ingevuld met behulp van duurzame energiebronnen. Dat is de doelstelling van de Nederlandse overheid. SenterNovem helpt daarbij via uitvoering van het programma Duurzame Energie in Nederland (DEN). DEN stimuleert het toepassen van duurzame energie in provincies, gemeenten en bedrijven in de bouwsector, agrarische sector, industrie en dienstensector. Dit gebeurt ondermeer door initiatieven te ondersteunen en subsidie beschikbaar te stellen voor veelbelovende en innovatieve energieprojecten.



Ministerie van Economische Zaken

SenterNovem Den Haag  
Juliana van  
Stolberglaan 3  
Postbus 93144  
2509 AC Den Haag  
Telefoon: 070 373 50 00  
Telefax: 070 373 51 00

SenterNovem Sittard  
Swentiboldstraat 21  
Postbus 17  
6130 AA Sittard  
Telefoon: 046 420 22 02  
Telefax: 046 452 82 60

SenterNovem Utrecht  
Catharijnesingel 59  
Postbus 8242  
3503 RE Utrecht  
Telefoon: 030 239 34 93  
Telefax: 030 231 64 91

SenterNovem Zwolle  
Dokter van Deenweg 108  
Postbus 10073  
8000 GB Zwolle  
Telefoon: 038 455 35 53  
Telefax: 038 454 02 25