

# Openheid van het landschap

Berekeningen met het model ViewScape

H.A.M. Meeuwsen  
R. Jochem

werkdocumenten



wot

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu



WAGENINGENUR  
*For quality of life*



**Openheid van het landschap**

*De reeks 'Werkdocumenten' bevat tussenresultaten van het onderzoek van de uitvoerende instellingen voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT Natuur & Milieu). De reeks is een intern communicatiemedium en wordt niet buiten de context van de WOT Natuur & Milieu verspreid. De inhoud van dit document is vooral bedoeld als referentiemateriaal voor collega-onderzoekers die onderzoek uitvoeren in opdracht van de WOT Natuur & Milieu. Zodra eindresultaten zijn bereikt, worden deze ook buiten deze reeks gepubliceerd.*

**Dit werkdocument is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de WOT Natuur & Milieu.**

---

WOT-werkdocument **281** is het resultaat van een onderzoeksopdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw & Innovatie (EL&I). Dit onderzoeksrapport draagt bij aan de kennis die verwerkt wordt in meer beleidsgerichte publicaties zoals Balans van de Leefomgeving en Thematische Verkenningen.

# **Openheid van het landschap**

Berekeningen met het model ViewScape

H.A.M. Meeuwsen

R. Jochem

**Werkdocument 281**

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, december 2011

## Referaat

Meeuwssen, H.A.M. & R. Jochem (2011). *Openheid van het landschap; Berekeningen met het model ViewScape*. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 281. 74 blz. 31 fig.; 5 tab.; 8 ref.; 4 bijl.

Op verzoek van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft Alterra de methode om de openheid van het landschap te berekenen vernieuwd. Het model ViewScape dat op basis van zichtlijnen de oppervlakte zichtbaar landschap berekent, is daartoe aangepast, getest en gevalideerd. Er is een methode ontwikkeld die topografische informatie bewerkt tot een basiskaart voor het model dat rekening houdt met reliëf. In de basiskaart worden bomenrijen als ondoorzichtige elementen meegenomen, maar een toekomstige nuancering op dit punt is wenselijk. Bij het reliëf lag de uitdaging in het negeren van flauwe hellingen. Uit de validatie bleek dat de oppervlaktes van grotere open ruimten goed konden worden berekend, maar structureel iets worden onderschat. De oppervlakte van het zichtbare deel van het landschap blijkt een goede maat te zijn voor de openheid ervan. De verbeterde versie van ViewScape is gebruikt om met een resolutie van 100 meter die oppervlakte landsdekkend te berekenen. Het resultaat voldoet aan de verwachtingen van het PBL. Het is nog wel de vraag of de topografische informatie betrouwbaar genoeg is om de openheid te kunnen monitoren aangezien een onbekend deel van de veranderingen op de kaart niet voortkomt uit veranderingen in het veld, maar uit verbeterde kartering.

*Trefwoorden:* landschap, openheid, zichtbaarheid, zichtlijnen, viewshed, ViewScape

©2011 **Alterra Wageningen UR**

Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 07 00; fax: (0317) 41 90 00; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

---

De reeks WOt-werkdocumenten is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit werkdocument is verkrijgbaar bij het secretariaat. **Het document is ook te downloaden via [www.wotnatuurenmilieu.wur.nl](http://www.wotnatuurenmilieu.wur.nl).**

**Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu**, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 54 71; Fax: (0317) 41 90 00; e-mail: [info.wnm@wur.nl](mailto:info.wnm@wur.nl); Internet: [www.wotnatuurenmilieu.wur.nl](http://www.wotnatuurenmilieu.wur.nl)

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Woord vooraf

In dit werkdocument wordt een vernieuwde methode behandeld om de openheid van het landschap te berekenen. Daarvoor werd tot nu toe het model KELK gebruikt dat ontwikkeld is door Janneke Roos Klein-Lankhorst. In de beginfase van de vernieuwde openheidsberekening is Janneke projectleider geweest. Samen hebben we uitgebreid nagedacht over de mogelijkheden om de openheidsberekening te verbeteren zowel binnen KELK als met het nieuw ontwikkelde model ViewScape. Daarbij hebben we veel gehad aan Jannekes inzet en jarenlange ervaring op dit gebied. Verder zijn we Gerd Weitkamp (AIO, Centrum voor Geo-informatie, Alterra) en Maarten Piek en Marnix Breedijk (Planbureau voor de Leefomgeving) dankbaar voor het met ons meedenken in de beginfase van het project.

*Henk Meeuwssen en René Jochem*





# Inhoud

<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>9</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>11</b>
<b>2 Methode en technieken</b>	<b>13</b>
2.1 ViewScape	13
2.1.1 Werking	13
2.1.2 Input	13
2.1.3 Output	14
2.2 Basisbestanden voor ViewScape	15
2.2.1 Resolutie	15
2.2.2 Basiskaart grondgebruik	15
2.2.3 Criteria basiskaart grondgebruik	18
2.2.4 Controle basiskaart grondgebruik	20
2.2.5 Basiskaart Terreinhoogte	22
<b>3 Resultaten</b>	<b>25</b>
3.1 Inleiding	25
3.2 Berekende indicatoren	25
3.2.1 Zichtbare oppervlakte	25
3.2.2 Langste zichtlijn	29
3.2.3 Kortste zichtlijn	31
3.2.4 Kleinste afstand	33
3.3 Legenda zichtbare oppervlakte	34
3.3.1 Enquête	34
3.3.2 Analyse	35
3.4 Vergelijking met KELK	38
<b>4 Gevoeligheid en validatie</b>	<b>41</b>
4.1 Gevoeligheid	41
4.1.1 Betrouwbaarheid TOP10	41
4.1.2 Basiskaart grondgebruik	43
4.1.3 Basiskaart terreinhoogte	45
4.1.4 ViewScape	45
4.1.5 Conclusie	47
4.2 Controle output en validatie	47
4.2.1 Visuele controle zichtbaar landschap met reliëf	48
4.2.2 Methode validatie	50
4.2.3 Validatie zichtbaar landschap zonder reliëf	51
4.2.4 Resultaten validatie	52
<b>5 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>57</b>
<b>Literatuur</b>	<b>59</b>
Bijlage 1 Topografische grondgebruiktypen VIRIS	61
Bijlage 2 Bruikbaarheid grondgebruiktypen VIRIS	63
Bijlage 3 Tekst enquête halfopen landschap	65
Bijlage 4 Opties voor validatie	67



## Samenvatting

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) gebruikt diverse indicatoren om de toestand van het Nederlandse landschap te beschrijven. Een daarvan is de mate van openheid. Tot nu toe werd die berekend met het model KELK (Kennismodel Effecten Landschap Kwaliteit) op basis van de hoeveelheid opgaande elementen in cellen van 250 bij 250 meter. De resultaten van KELK zijn echter niet zo gedetailleerd, met name in de meer open gebieden en houden geen rekening met reliëf. Daarnaast blijkt de classificatie van besloten naar open gebieden in zeven klassen moeilijk te onderbouwen. PBL heeft behoefte aan gedetailleerdere openheidskaarten waarin rekening is gehouden met reliëf.

### *Model ViewScape*

Het op Alterra ontwikkelde model ViewScape leek een groot deel van de bezwaren van KELK weg te kunnen nemen. Het werkt op basis van zichtlijnen en kan worden toegepast op grote datasets en is sneller en flexibeler inzetbaar dan zichtbaarheidsanalyses in standaard GIS-software. In dit project is gekeken naar de mogelijkheden van ViewScape bij het berekenen van de openheid van het landschap en welke aanpassingen er eventueel moesten worden gemaakt. De belangrijkste vraag daarbij was of de output inderdaad beter bruikbaar was dan die van KELK.

### *Zichtbaarheid landschap*

Openheid van het landschap is een subjectief begrip en hangt van tal van factoren af. Uit een overzicht van literatuur is gebleken dat de oppervlakte van het zichtbare deel van het landschap één van de beste indicatoren is voor de mate waarin mensen een landschap als open ervaren. Mede omdat deze maat eenvoudig te begrijpen valt, is bij het gebruik van ViewScape hierop de nadruk gelegd. ViewScape gaat vergeleken met andere software iets anders om met het begrip zichtbaar. Het model berekent de oppervlakte van het landschap dat vanuit een analysepunt kan worden overzien. Dit kan inhouden dat in bepaalde gevallen de bodem zelf niet zichtbaar is, zoals bij een van de kijker af gerichte helling van een heuvel waar overheen gekeken kan worden. Ook een naar de kijker toe gerichte flauwe helling omhoog wordt niet als zicht belemmerend opgevat.

### *Input model*

Het detailniveau van de output van ViewScape wordt bepaald door de input en het aantal analysepunten dat wordt aangeboden. Voor dit project bestond de input van ViewScape uit een grondgebruiksbestand en een terreinhoogtebestand. Voor het eerste bestand is een script geschreven dat op basis van het op Alterra ontwikkelde VIRIS-bestand (thematisch verrasterde topografische informatie met een resolutie van 25 meter) een ruimtelijk bestand genereert. Daarin wordt onderscheid gemaakt tussen cellen met en zonder opgaande elementen. Er is een set van criteria en bewerkingen ontwikkeld waarmee de ligging van opgaande elementen zo goed mogelijk wordt beschreven. Voor de terreinhoogte is gebruik gemaakt van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN), al bleken daar een aantal nadelen aan te kleven. Watervlakken hebben geen hoogte en in een aantal gevallen is niet de terreinhoogte, maar de hoogte van een gebouw opgenomen. Het eerste probleem is voor een deel opgelost en het tweede probleem kan deels worden opgelost door een nabewerking op de output van ViewScape.

Het meenemen van het reliëf in de analyses had nog wat haken en ogen. Tegen een licht oplopend onbegroeid terrein stopt een zichtlijn al na enkele honderden meters terwijl het als open wordt ervaren. ViewScape is daarom zo aangepast dat pas vanaf een bepaalde hoek tussen de top van de helling en het grondvlak het terrein als zicht belemmerend wordt beschouwd.

### ***Gevoeligheid***

De output van Viewscape is gevoelig voor diverse keuzes. We hebben onderzocht welke keuzes het meest bepalend zijn voor het eindresultaat. Wat het grondgebruik betreft is het effect van het wel of niet meenemen van bomenrijen zeer groot. Bomenrijen zijn weliswaar transparant, maar kunnen niet als zodanig worden getypeerd. We hebben ze als ondoorzichtig in de basiskaart opgenomen. Ook de resolutie van de basiskaart is bepalend voor de uitkomst. Hoe hoger de resolutie des te nauwkeuriger de ligging van opgaande elementen kan worden beschreven en de zichtbare oppervlakte kan worden berekend. Uit een analyse met 2880 zichtlijnen in een deelgebied van Nederland met een resolutie van 5 meter bleek de oppervlakte van grotere open ruimten bij een minder hoge resolutie structureel tot wel 25% te worden onderschat. Toch is dit geen probleem. Een deel van de extra oppervlakte zit achter doorkijkjes en het is de vraag of die extra ruimte ook daadwerkelijk wordt ervaren.

### ***Landsdekkende analyse***

In dit project is ViewScape uitgevoerd op een grondgebruikskarta van heel Nederland met een resolutie van 25 meter. De analysepunten lagen in een regelmatig patroon van 100 bij 100 meter (ruim 4,5 miljoen punten). Voor elk analysepunt is met behulp van 360 zichtlijnen de oppervlakte van het zichtvlak, de langste zichtlijn, de kortste zichtlijn en de kortste afstand tot een opgaand element berekend. De kaart met de oppervlakte zichtbaar landschap heeft een veel groter detailniveau dan de KELK-kaarten (zie Figuur 23 op pagina 39). We hebben gekeken of de zichtbare oppervlakte te schalen is naar de mate van openheid, maar dat bleek niet mogelijk binnen de ruimte in dit project.

### ***Conclusie***

Uit dit project hebben we geleerd dat ViewScape een flexibel model is waarmee het heel goed mogelijk is de openheid van het landschap te berekenen in de vorm van de oppervlakte van het zichtbare deel ervan. De resolutie van 25 meter voor de input en 100 meter voor de output zijn goed werkbaar voor landsdekkende analyses. De invloed van bomenrijen op de uitkomst van de analyses is zo groot dat we zouden moeten zoeken naar een methode waarin hun transparante karakter meer tot zijn recht komt. ViewScape-analyses waarbij rekening gehouden wordt met het reliëf zijn nog niet gevalideerd wat wel zou moeten. Tot slot is gebleken dat de topografische informatie die aan de basis staat van de analyses nauwkeurig genoeg is om de openheid van het landschap mee te beschrijven maar (voorlopig) niet nauwkeurig genoeg om mee te monitoren. Bij monitoring komt de nadruk juist op verschillen te liggen en die kunnen naast veranderingen in het veld voor een aanzienlijk deel veroorzaakt worden door verbeteringen in de topografische bestanden.

# 1 Inleiding

## *Aanleiding*

Het model KELK (Kennismodel Effecten Landschap Kwaliteit) wordt ingezet om de effecten van ruimtelijke ontwikkelingen op de kwaliteit van het landschap te modelleren. Eén van de aspecten van landschapskwaliteit is de openheid van het landschap. In grote delen van Noord- en West-Nederland komen van oudsher open gebieden voor, maar door uitbreiding van bebouwing en daarmee gepaard gaande beplantingen lijken ze steeds schaarser te worden. Tegelijkertijd lijken kleinschalige gebieden met veel lijnvormige beplantingen zeldzamer te worden als gevolg van schaalvergroting in de landbouw. Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft er daarom behoefte aan om de schaal van het landschap met voldoende nauwkeurigheid te kunnen berekenen zodat de openheid en kleinschaligheid van het Nederlandse landschap effectief kan worden gemonitord.

In de huidige versie van KELK wordt de schaal bepaald door (per gridcel van 250 x 250 m) oppervlakten van opgaande elementen te berekenen en deze in zeven klassen in te delen. De zeer open gebieden worden bepaald door de gemiddelde schaal te berekenen binnen een straal van 1500 m. Deze methode heeft een aantal nadelen:

- de rand van open gebieden direct grenzend aan bebouwing en/of beplanting worden niet tot open gebied gerekend;
- maatvoering van de open ruimten is onbekend en classificatie van besloten naar open landschappen verloopt niet volgens meetbare eigenschappen;
- reliëf kan niet worden meegenomen waardoor bijvoorbeeld de berekende openheid in Zuid-Limburg weinig realistisch is (om die reden is in de [Monitor Nationale Landschappen](#) nog geen indicator contrast open/gesloten opgenomen; zie PBL, CBS & Wageningen UR (2009), Compendium voor de Leefomgeving);
- de halfopen schaalclassen zijn weinig gedifferentieerd, zoals duidelijk werd bij de toepassing van KELK bij de invulling van kernkwaliteiten van nationale landschappen.

In 2009 is geprobeerd een snelle methode te ontwikkelen die de hiervoor genoemde nadelen opheft. Met een resolutie van 25 m zijn afstanden tot opgaande elementen geanalyseerd en met een aantal nabewerkingen daarop is een soort openheidskaart gegenereerd. De methode was erg snel, maar bleek alleen het eerste bovengenoemde punt op te lossen.

Er bestaan al lange tijd rekenmethodes op basis van zichtlijnen (o.a. de Viewshed-functie van ArcGIS) waarmee de openheid van het landschap kan worden berekend. Viewshed is onder andere door het toenmalige Ruimtelijk Planbureau (nu onderdeel van het PBL) toegepast in studies naar plattelandsontwikkeling en snelwegpanorama's (Piek, 2007; Daalhuizen, 2008). Er kleven echter een aantal nadelen aan deze methode:

- de methode is erg langzaam en voor een groot aantal punten is het ondoenlijk/onmogelijk om Nederland landsdekkend te analyseren (4,5 miljoen punten voor een raster van 100 bij 100 meter);
- de software is niet aan te passen aan eigen wensen;
- de output is niet aan te passen aan eigen wensen;
- openheid en zichtbaarheid zijn twee verschillende dingen; bijvoorbeeld, het oppervlak achter een flauwe helling waar je overheen kunt kijken zal in een analyse met Viewshed als 'niet zichtbaar' worden aangemerkt, terwijl het weinig invloed heeft op de openheid.

Vanwege bovengenoemde nadelen is in 2008 door medewerkers van het team Ecologische Modellen en Monitoring van Alterra Wageningen UR een eigen Viewshed-analyse geprogrammeerd die de naam ViewScape heeft gekregen.

### ***Doel van het onderzoek***

Het was in 2008 al snel duidelijk dat de kans groot was dat het model ViewScape de nadelen van de openheidsanalyse van het model KELK grotendeels kon wegnemen. Hoofddoel van dit project is het onderzoeken of berekeningen aan de openheid van het landschap inderdaad met ViewScape kunnen worden verbeterd. ViewScape stond nog in de kinderschoenen en was niet uitvoerig getest en gevalideerd. Dit onderzoek diende derhalve meerdere subdoelen:

- output van KELK vergelijken met output van ViewScape;
- standaardiseren van de input van ViewScape, voor eventuele monitoringdoeleinden later;
- aanpassen van ViewScape zodat de output bruikbaar is voor de bepaling van de openheid van het landschap;
- aanpassen van ViewScape zodat rekening wordt gehouden met verschillen in terreinhoogte;
- testen van ViewScape;
- valideren van de output van ViewScape.

### ***Openheid van het landschap***

In het voortraject van dit onderzoek hebben we geworsteld met de term openheid. Het eerste doel was het bepalen van de openheid van het landschap zoals die door de passant/recreant wordt beleefd. Hierbij blijken een groot aantal zaken een rol te spelen:

- grootte van de ruimte;
- langste zichtlijn door de ruimte;
- vorm van de ruimte;
- kortste afstand tot de rand van de ruimte;
- hoogte van de begrenzing (hoe hoger hoe geslotener);
- aard van de begrenzing (kleur, strakheid, transparantie);
- grondgebruik in de ruimte (aanwezigheid van kleine opgaande elementen als bomen en hekken);
- positie van de waarnemer in de ruimte (dichterbij de begrenzing of verderaf);
- kijkrichting;
- eventuele snelheid waarmee de gebruiker zich voortbeweegt;
- richting waarin de gebruiker zich beweegt.

Het is onmogelijk een openheidskaart van Nederland te maken die met elk van deze zaken, die ook nog eens elk hun eigen gewicht hebben, rekening houdt. En dan hebben we het nog niet over de perceptie van de persoon die in het landschap staat; het zou leiden tot een unieke openheidskaart voor elk individu.

Als het meetbare aspecten van de ruimte gaat heeft Weitkamp (2010) aangetoond dat de beleefde openheid het best verklaard kan worden uit een combinatie van de gemiddelde en de grootste afstand tot de grens van de ruimte. De gemiddelde afstand tot de grens van de ruimte alleen is ook een goede indicatie voor de beleefde openheid. Ook de oppervlakte van de ruimte (sterk gecorreleerd met de gemiddelde afstand tot de grens van de ruimte) is zeer significant en bovendien een maat die heel goed te communiceren is.

### ***Leeswijzer***

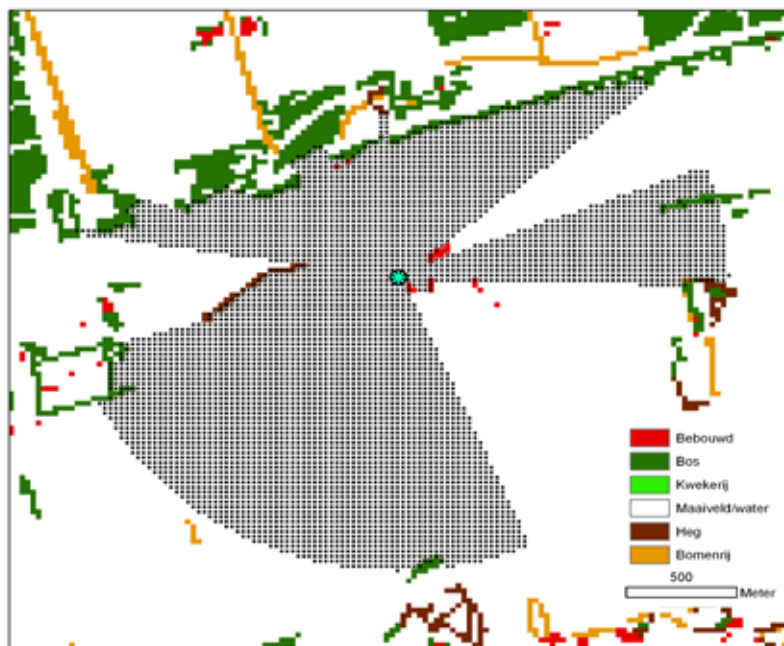
In dit werkdocument zijn de onderzoeksresultaten als volgt vast gelegd. In hoofdstuk 2 *Methode en technieken* wordt het model ViewScape beschreven alsmede de basisbestanden die als input dienen. In hoofdstuk 3 *Resultaten* worden landsdekkende en detailkaarten besproken van de door ViewScape berekende indicatoren zichtbare oppervlakte, langste zichtlijn, kortste zichtlijn en kleinste afstand. Voor de zichtbare oppervlakte is geprobeerd een legenda samen te stellen op basis van wat volgens geïnteresseerde leken halfopen landschappen zijn. Dit wordt besproken in paragraaf 3.3 *Legenda zichtbare oppervlakte*. In paragraaf 3.4 *Vergelijking met KELK* wordt besproken wat het verschil is tussen de output van KELK en die van ViewScape. In hoofdstuk 4 *Gevoeligheid en validatie* wordt gekeken naar de gevoeligheid van de output van ViewScape voor allerlei instellingen. In dit hoofdstuk wordt ook de validatie besproken. Tot slot komt in hoofdstuk 5 *Conclusies en aanbevelingen* aan de orde wat we te weten zijn gekomen in dit project en wat we eigenlijk nog zouden moeten weten om optimaal gebruik te maken van de mogelijkheden van ViewScape.

## 2 Methode en technieken

### 2.1 ViewScape

#### 2.1.1 Werking

Het op Alterra ontwikkelde model ViewScape 'kijkt' op elk te analyseren punt 360 graden om zich heen en registreert voor elke graad op welke afstand het zicht wordt belemmerd door een opgaand element. Op deze manier ontstaat een vlak dat kan worden overzien (Figuur 1). We gebruiken hier bewust niet het woord 'gezien' omdat bijvoorbeeld een van de kijker af gerichte helling, waarvan de top lager ligt dan ooghoogte, niet als zodanig wordt gezien, maar ook niet belemmerend is voor het uitzicht.



*Figuur 1: Zichtbare cellen tot een afstand van 1500 m vanuit een enkel punt*

Het grondgebruik op het waarneempunt zelf wordt door ViewScape genegeerd! Dit heeft tot gevolg dat ook vanuit een bosrand, bebouwingsrand, een bomenrij of een losstaand huis een zichtbare oppervlakte kan worden berekend.

Van het vlak dat kan worden overzien kan ViewScape tal van statistieken genereren. Hierin schuilt een groot deel van de flexibiliteit van ViewScape. Het kan gaan om parameters die de vorm van het vlak zelf beschrijven of over het grondgebruik in het vlak. In de toekomst is het ook mogelijk de aard van de rand van de ruimte te beschrijven.

Voor het analyseren van de openheid en de maat van de ruimte zijn we met name geïnteresseerd in de oppervlakte die kan worden overzien. Wat er precies te zien is doet er minder toe.

#### 2.1.2 Input

De minimale input voor ViewScape is:

- een shapefile met punten waarvoor de analyse moet worden uitgevoerd. Dit kan een regelmatig patroon zijn, maar ook willekeurige punten. In het eerste geval kunnen de resultaten worden verrasterd;

- een rasterbestand met relevante grondgebruiktypen;
- een tabel met hoogten per grondgebruiktype;
- een file met instellingen voor de betreffende analyse
  - de waarneemhoogte;
  - maximale waarneemafstand;
  - maximale kijkhoek in verticale richting.

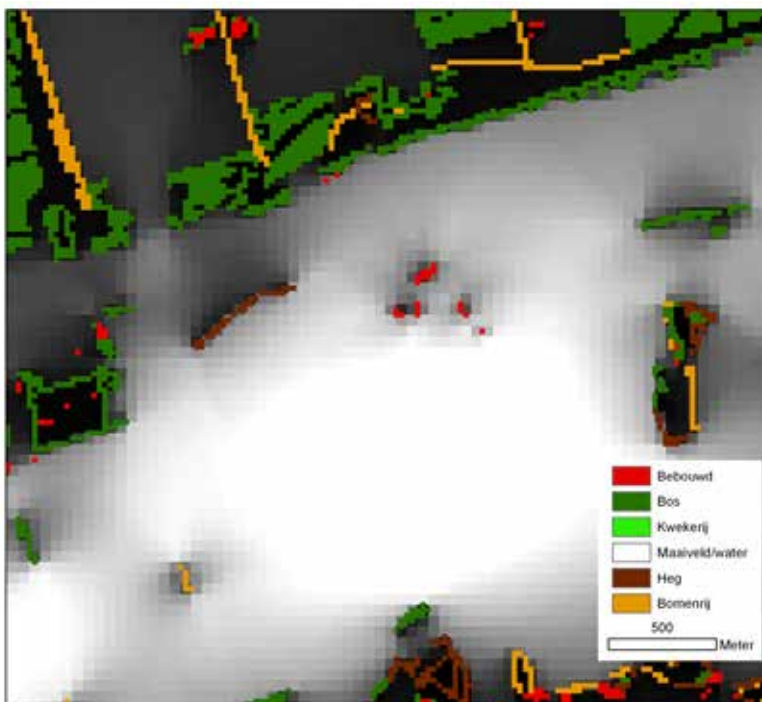
De input kan eventueel worden uitgebreid met:

- een rasterbestand met terreinhoogten;
- rasterbestanden met extra grondgebruiktypen waarvoor statistieken moeten worden gegenereerd.

### 2.1.3 Output

De output van ViewScape bestaat onder andere uit:

- Een rasterbestand met voor elke cel het aantal punten dat kan worden gezien (Figuur 2). Bij een regelmatig puntenpatroon kan het aantal punten dat kan worden gezien worden omgerekend naar een zichtbare oppervlakte. Het bestand heeft dezelfde resolutie als het input-raster met de grondgebruiktypen.
- Een punten shapefile met per analysepunt:
  - zichtbare oppervlakte
  - niet zichtbare oppervlakte (tot een opgegeven afstand);
  - kortste afstand tot opgaand element;
  - langste afstand tot opgaand element;
  - langste zichtlijn door het punt;
  - kortste zichtlijn door het punt.
- een shapefile waarin per geanalyseerd punt wordt getoond welke cellen (weergegeven als stippen) zichtbaar zijn vanuit dat punt (Figuur 1). Deze optie is vooral bedoeld om de resultaten van ViewScape te controleren, maar kan ook worden gebruikt om te illustreren hoe ViewScape werkt. Vanwege de grote hoeveelheid data die het genereert is deze optie alleen werkbaar voor een beperkt aantal punten.



*Figuur 2: Oppervlakte die kan worden overzien (zwart: weinig, wit: veel)*



## 2.2 Basisbestanden voor ViewScape

### 2.2.1 Resolutie

Om snel te kunnen rekenen werkt ViewScape met rasterbestanden als input. Om kleine en smalle elementen nog voldoende nauwkeurig mee te kunnen nemen moeten de rasterbestanden een hoge resolutie hebben. Hoe hoger de resolutie des te langer de analyse in ViewScape duurt. Voor de berekening van de openheid hebben we ervoor gekozen het grondgebruik te beschrijven met een resolutie van 25 meter en de punten waarvoor we de openheid berekenen in een regelmatig patroon van 100 bij 100 meter te leggen.

Om de openheid van het landschap te berekenen, heeft ViewScape twee inputbestanden nodig. Een rasterbestand met cellen opgaand grondgebruik en een bestand met terreinhoogte. Het eerste bestand, de basiskaart grondgebruik, wordt opgebouwd met een speciaal daarvoor geschreven Python-script. Het tweede bestand is een nabewerkte versie van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN, 1996-2004).

### 2.2.2 Basiskaart grondgebruik

Bij het berekenen van de openheid is het voldoende om onderscheid te maken in slechts twee typen grondgebruik: opgaande typen zoals bos, bebouwing en bomenrijen en niet opgaande typen zoals weiland, bouwland, heide etc. De basiskaart voor ViewScape wordt opgebouwd vanuit de kaartlagen van VIRIS. Het bij Alterra ontwikkelde VIRIS-bestand bevat thematische kaartlagen met verrasterde topografische informatie. In VIRIS is in cellen van 25 bij 25 meter voor een groot aantal grondgebruikstypen bekend welke lengte (bijv. bomenrijen en heggen) of oppervlakte (bijv. bos en bebouwing) van het betreffende type aanwezig is. In veel gevallen bevat een VIRIS-laag meerdere grondgebruikstypen uit de TOP10. In Bijlage 1 en Bijlage 3 is te zien welke kaartlagen VIRIS onderscheidt en welke voor de openheid van het landschap relevant zijn.

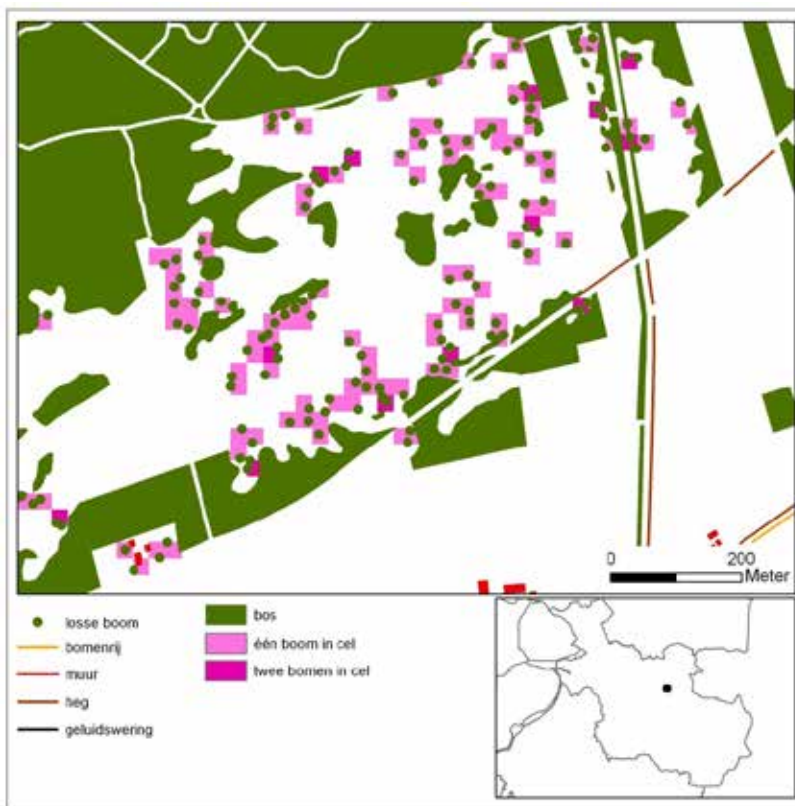
In veruit de meeste cellen komen meerdere typen grondgebruik voor. Het minimum voor een cel is 1 m<sup>2</sup>. Aangezien we hebben gekozen voor slechts twee typen grondgebruik in de basiskaart moeten we criteria bedenken die bepalen of een cel als gesloten of open in de basiskaart terechtkomt. Uit alle mogelijke VIRIS-typen (Bijlage 2 zijn de volgende van belang voor het opsporen van gesloten cellen (cellen met een bepaalde hoeveelheid opgaande elementen): hoogbouw, huizen, opslagtanks, bomenrijen, heggen, individuele bomen, bebouwingsvlakken, fruitkwekerijen, gemengd bos, griend, kassen, boomkwekerijen, loofbos, naaldbos, overig grondgebruik en populierenbos. Individuele bomen, bomenrijen en overig grondgebruik zijn lastige categorieën die wat extra uitleg behoeven.

In de topografische kaart komen ook de typen muur en 'geluidswering' voor, maar die zijn niet opgenomen in de VIRIS-bestanden. Ze komen derhalve niet voor in de basiskaart. In tegenstelling tot de kaartbladen van de topografische kaart houdt het VIRIS-bestand op bij de landsgrens. Dit houdt in dat de resultaten van de ViewScape-analyse onbetrouwbaar zijn in een zone langs de landsgrens die zo breed is als de maximale analyseafstand. Dit speelt met name in open landschappen.

#### *Individuele bomen*

Individuele bomen zijn beeldbepalend in het landschap en ze belemmeren in enige mate ook het vrije uitzicht. In het VIRIS-bestand is per cel bekend hoeveel bomen erin staan. We gaan er echter vanuit dat een enkele boom niet genoeg invloed heeft op de zichtbaarheid van het achterliggende landschap om de hele cel waarin hij staat als ondoorzichtig te beschouwen. Elke cel met een enkele boom zou immers een blok worden van 25 bij 25 meter. Wanneer cellen met individuele bomen aan elkaar grenzen ontstaat een dichte wand die vergelijkbaar is met een bomenrij met een (gemiddelde) afstand van 25 meter tussen de bomen. Dit zou ervoor kunnen pleiten om aan elkaar grenzende cellen met individuele bomen wel mee te nemen, samen met de cellen waarin twee of meer bomen

staan. Deze situatie doet zich regelmatig voor op heidevelden (zie Figuur 3). Toch is er vooralsnog voor gekozen om individuele bomen niet mee te nemen bij het samenstellen van de basiskaart met grondgebruik. Deze keuze is mede ingegeven door het feit dat de topografische kaart op het gebied van individuele bomen nogal onbetrouwbaar is (zie paragraaf 4.1.1.).



*Figuur 3: Individuele bomen op een heideterrein*

### **Bomenrijen**

Bomenrijen beïnvloeden de zichtbaarheid van het landschap. Daarbij spelen een aantal zaken een rol die het al dan niet meenemen van bomenrijen ingewikkelder maken dan het in eerste instantie lijkt. Bomenrijen zijn per definitie nooit helemaal gesloten (anders waren ze op de topografische kaart geclassificeerd als heggen). In welke mate is dat van invloed op de beleving van de openheid? Ligt de focus bewust op het landschap achter de bomenrij dan is het landschap voor je gevoel ruimer dan wanneer je wat minder gefocust om je heen kijkt.

De mate waarin bomenrijen het zicht belemmeren is afhankelijk van de boomsoort(en), de afstand tussen de bomen, de hoogte van de bomen, de grootte van de boomkroon en de mate waarin de bomen zijn opgesnoeid. Over al deze aspecten is geen ruimtelijke informatie beschikbaar. We weten alleen dat ergens een bomenrij aanwezig is.

Ook het seizoen heeft zijn invloed op de mate waarin bomenrijen doorzichtig zijn. Aangezien bomenrijen nagenoeg altijd bestaan uit loofbomen zijn ze in het winterhalfjaar veel doorzichtiger dan in het zomerhalfjaar. We gaan ervan uit dat het landschap vooral wordt beleefd in de periode dat er blad aan de bomen zit en de bomenrijen dus het meest gesloten zijn.

Op grond van bovenstaande is besloten om bij de landsdekkende analyses bomenrijen mee te nemen als volledig gesloten, ook al zijn ze deels doorzichtig. Het is een betere benadering van de werkelijkheid dan bomenrijen als volledig doorzichtig te beschouwen (zie voorbeelden op de foto's).



Naast bomenrijen staan er op de topografische kaart ook bosstroken, of 'houtranden'. Volgens de inwinningcriteria worden die als vlak gekarteerd bij een lengte van minimaal 50 meter en een breedte vanaf drie meter. Met name de smalle bosstroken zullen in het veld grote overeenkomsten vertonen met bomenrijen. Mochten we ooit analyses gaan doen waarbij de bomenrijen als doorzichtig worden beschouwd, dan zullen we ook op zoek moeten naar een manier om de smalle bosstroken te scheiden van de brede. Er is een manier om met TOP10\_Smart (resolutie 2,5 meter) als basis de smalle bosstroken wel apart te kunnen behandelen.

### ***Overig bodemgebruik***

De categorie 'overig bodemgebruik' bestaat voor een groot deel uit erven. Het is echter niet bekend in welke mate de erven begroeid zijn. Het al dan niet meenemen van deze categorie kan van grote invloed zijn op het uiteindelijke kaartbeeld en op de met ViewScape berekende openheidsindicatoren. Een deel van de pijn op dit punt wordt weggenomen door de gebouwen die op de erven staan en altijd worden meegenomen bij het opbouwen van de basiskaart. Dit neemt niet weg dat het heel veel zin kan hebben om te kijken of het mogelijk is te achterhalen in welke mate de erven begroeid zijn. Hoogtemetingen die gedaan zijn voor het opbouwen van de terreinhoogtekaart AHN bieden hiertoe goede mogelijkheden

### **2.2.3 Criteria basiskaart grondgebruik**

Huizen in TOP10-bestanden liggen als een aparte laag op het onderliggende grondgebruik. Dit houdt in dat we voor het vinden van gesloten cellen niet zonder meer alle grondgebruikstypen bij elkaar kunnen optellen. Niet volledig gesloten cellen kunnen een waarde krijgen van meer dan de maximale oppervlakte (625 m<sup>2</sup>). Zelfs heggen en bomenrijen kunnen, door digitaliseerfouten, in bos terecht komen. Daarnaast kunnen heggen en bomenrijen alleen met vlakvormig bos worden gecombineerd door ze een breedte mee te geven. Ook dit kan weer tot dubbelstellingen leiden. Daarom zijn de verschillende opgaande typen (bebouwing, lijnvormig groen en vlakvormig groen) apart behandeld en hebben eigen criteria. Het zou hierdoor kunnen voorkomen dat cellen waarin alle drie de typen voorkomen, maar geen van de typen aan de criteria voldoet als open cel wordt getypeerd terwijl een optelsom van de drie typen een gesloten cel zou opleveren. Aangezien de criteria, met name voor bebouwing, vrij streng zijn zal dit niet zo vaak voorkomen. De fout die gemaakt wordt door de drie opgaande typen eerst te sommeren is waarschijnlijk groter.

Na wat gestoei met hoeveelheden opgaande elementen in cellen zijn we tot de conclusie gekomen dat het meer voor de hand ligt om de hoeveelheden te beredeneren dan uit te proberen welk effect een bepaald criterium heeft op de kaart. Het laatste zorgt er namelijk voor dat na aanpassing van de criteria een gewenst effect op de ene plek gepaard gaat met een ongewenst effect op een andere plek. Hierdoor kun je eindeloos bezig blijven zonder een goed beeld te hebben van eventuele verbeteringen of verslechtingen. Tabel 1 laat de criteria zien waarmee in eerste instantie is gewerkt.

*Tabel 1: Criteria per type element*

<b>Type</b>	<b>Redenering: cel is dicht als</b>	<b>Criterium</b>	<b>Opmerking</b>
Lijnvormig groen	Een bomenrij of heg voor minimaal de helft van de resolutie in de cel ligt.	Meer dan 12,5 m	In praktijk naar beneden afgerond (> 11 m) voor beter resultaat.
Vlakvormig groen	Een bosstrook voor minimaal de helft van de resolutie in de cel ligt.	Meer dan 37,5 m <sup>2</sup>	Bosstroken zijn minimaal 3 meter breed.
Vlakvormig rood	Al zodra er een enkel huis aanwezig is	Meer dan 31 m <sup>2</sup> (5% van de cel)	Dit was toch ook een kwestie van uitproberen.

In bepaalde gevallen kan het voorkomen dat een lijnstuk van meer dan 12,5 meter niet in de basiskaart zit. Het gaat om het begin of eind van een bomenrij dat voor minder dan 12 meter door de hoek van een cel gaat en vervolgens voor minder dan 12 meter in een aangrenzende cel eindigt. Het criterium voor lijnvormig groen is daarom naar beneden afgerond, hetgeen een iets beter resultaat geeft.

Het criterium voor vlakvormig bos is in eerste instantie bedoeld om er zeker van te zijn dat bosstroken worden meegenomen. Bosrandcellen met relatief weinig bos worden hierdoor ook meegenomen wat ten koste gaat van heel wat open ruimte langs bosranden. Bij het bepalen van de oppervlakte van grote open ruimten is dit verhoudingsgewijs niet zo'n probleem. Het effect is groter

bij kleinere ruimten. Het effect op de zichtlijnen is waarschijnlijk het grootst aangezien smalle open ruimtes kunnen dichtslibben en er geen zichtlijn meer kan worden berekend voor die ruimte.

Een deel van de cellen die grenzen aan bosranden of randen van grote eenheden bebouwing is te redden door een andere eis te stellen aan cellen die onderdeel uitmaken van, of grenzen aan, dit soort complexen. Deze cellen vinden we door te kijken naar zijn acht buurcellen. Is daarvan minimaal één geheel gevuld, dan hebben we een randcel te pakken. Aan deze cellen stellen we de eis dat meer dan de helft (312 m<sup>2</sup>) uit opgaande elementen moet bestaan. Door deze aanpassing van het criterium kunnen ongewenste effecten optreden. Op het kleine kaartje hieronder is te zien dat er een doorzicht ontstaat waar er amper sprake van een doorzicht is. Deze situatie doet zich zelden voor en het oplossen van dit soort ongewenste effecten zal resulteren in nieuwe ongewenste effecten op andere plekken. Bij de bepaling van de openheid van het landschap zal de betekenis van dit soort foutjes marginaal zijn.



Uiteindelijk zien de criteria voor zichtbelemmerende cellen er als volgt uit (Tabel 2).

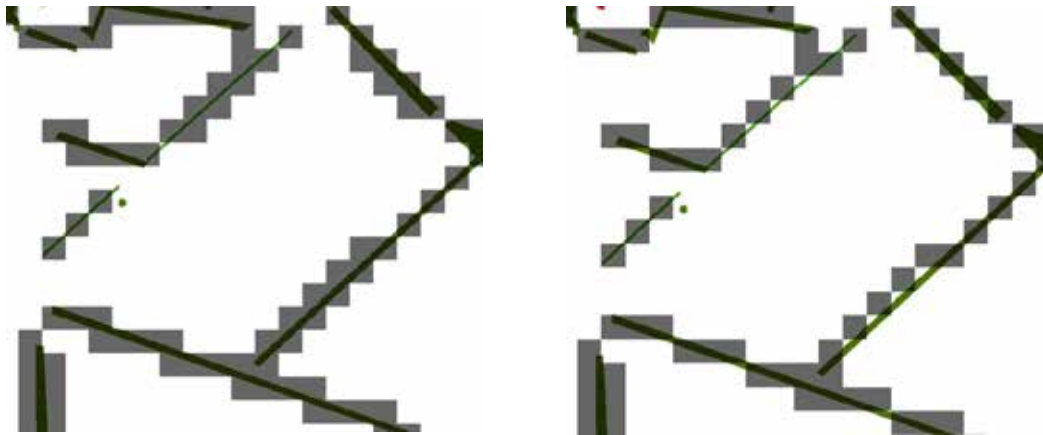
Tabel 2: Criteria voor zichtbelemmerende cellen

Vlaktvormig groen	Criterium
Som alle typen	Max buurcel vlakvormig groen > 624, dan > 312 Max buurcel vlakvormig groen <=624, dan > 37
Lijnvormig groen	
Som alle typen	>=12
Vlaktvormig rood	
Som alle typen	Max buurcel vlakvormig rood > 624, dan >312 Max buurcel vlakvormig rood <=624, dan > 31

Zoals bij de randen van boscomplexen doet bij diagonaal gelegen lijnvormig groen zich het feit voor dat lijnen met meer cellen worden beschreven dan noodzakelijk is. Die extra cellen gaan ook hier ten koste van de open ruimte en mogelijke zichtlijnen. Extra cellen ontstaan vanaf een criterium kleiner dan 17,7 meter. Een lijn onder een hoek van 45 graden die precies door het midden van de zijde van een cel gaat, ligt steeds voor 17,7 meter in de cellen die worden doorkruist. In dat geval wordt een lijn beschreven door steeds twee naast elkaar gelegen cellen die trapsgewijs zijn gestapeld (Figuur 4 links).

Bovenstaand probleem lossen we op met het Thin-commando van ArcGIS. Dit commando zorgt ervoor dat lijnvormige structuren met zo min mogelijk aan elkaar grenzende cellen worden beschreven. Er kan wel een kleine verspringing optreden ten opzichte van de werkelijke ligging, maar dat lijkt een minimaal probleem.

Het Thin-commando kan op plekken waar lijnen samenkomen zorgen voor ongewenste verspringingen. Dit is opgelost door oorspronkelijke blokjes van twee bij twee cellen na het Thinnen terug te plaatsen. Dit heeft helaas weer tot effect dat ook de 'thinning' van verticaal gelegen bossstroken op de grens van twee rijen cellen ongedaan wordt gemaakt (Figuur 4 rechts). Dit is het punt waarop het oplossen van het ene probleem een ander probleem veroorzaakt en het dus beter is om te stoppen.

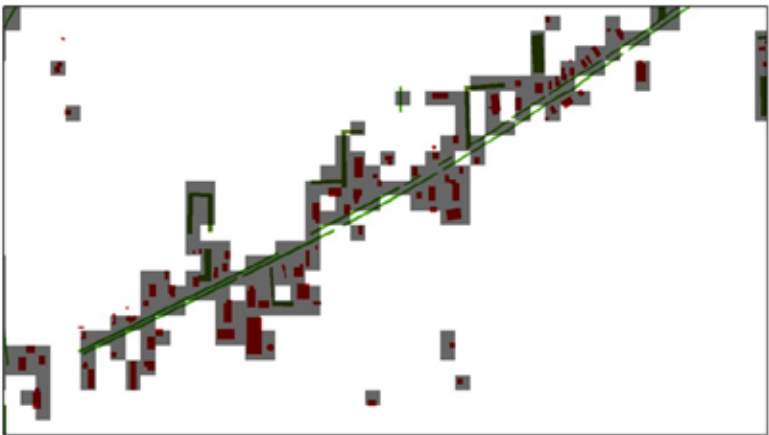

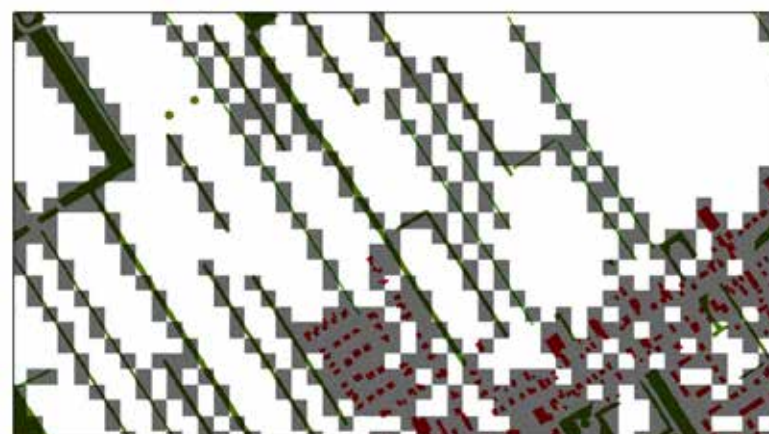


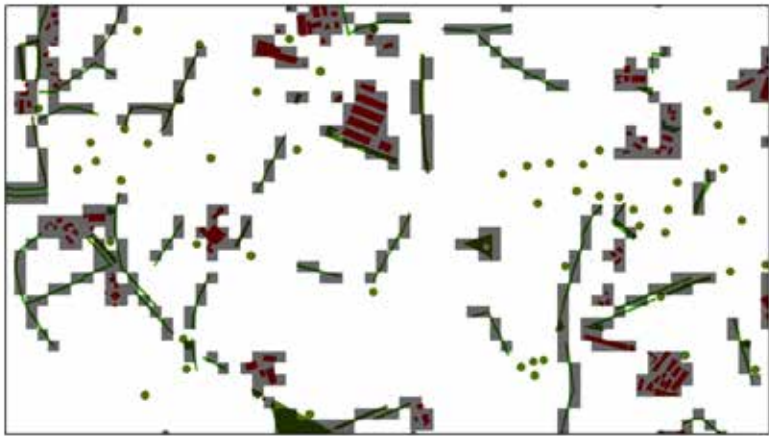
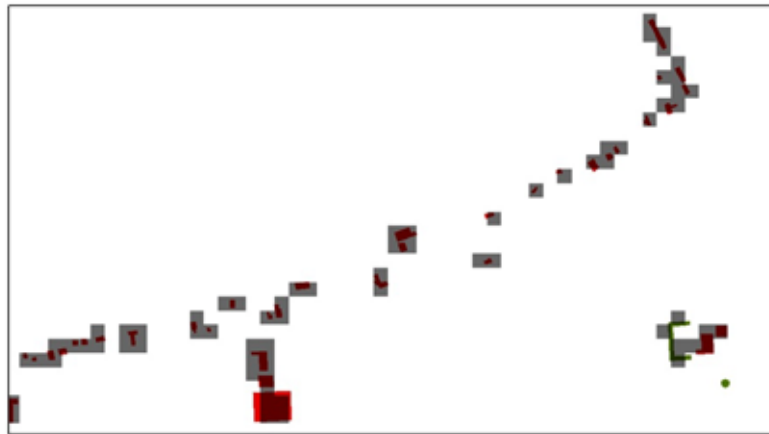
Figuur 4: Bomenrijen voor (links) en na (rechts) 'thinning'

## 2.2.4 Controle basiskaart grondgebruik

Om te kijken of bovenstaande criteria en nabewerkingen effectief zijn is op diverse plaatsen die verschillen in ruimtelijke configuraties van opgaande elementen gekeken naar de resultaten (Figuur 5). In een overleg met de opdrachtgever is besloten dat het resultaat er goed uitziet.

	<p><b>Woonwijken en industrie</b></p> <p>Huizen en huizenblokken worden ruim omvat om zeker te weten dat ze worden afgedekt. Grote (industriële) gebouwen zitten iets minder ruim in de cellen om overdrijving van oppervlakte te voorkomen. Kleine open ruimten blijven behouden.</p>
	<p><b>Boerderijen en erfbeplanting</b></p> <p>Patroon dat in de polders veel voorkomt. Opgaande elementen worden netjes afgedekt op wat uiteinden en hoeken van erfbeplanting na.</p>

	<p><b>Lintbebouwing</b></p> <p>Huizen worden netjes afgedekt. Een enkel klein gebouwtje wordt gemist. Door bomenrijen met zo weinig mogelijk cellen te beschrijven zijn er hier en daar wat cellen open die gesloten haden moeten zijn. Er ontstaan echter nooit ongewenste openingen.</p>
	<p><b>Boscomplex</b></p> <p>Pas wanneer een cel voor de helft uit bos bestaat wordt hij afgedekt. Hierdoor blijven kleine openingen in het bos behouden.</p>
	<p><b>Bomenrijen</b></p> <p>Bomenrijen worden met zo weinig mogelijk cellen beschreven. Door de relatief lage resolutie is dichtslibbing tussen dicht bij elkaar gelegen rijen niet te voorkomen. De strook bos met bomenrij linksboven is eigenlijk iets te zwaar weergegeven.</p>

	<p><b>Verspreid opgaand</b></p> <p>Verspreide opgaande elementen worden goed afgedekt. Vrijstaande bomen worden niet meegenomen.</p>
	<p><b>Vrijstaande huisjes</b></p> <p>Kleine huisjes worden niet gemist; een enkele grote schuur wordt wat krupper weergegeven, wat ook de bedoeling was.</p>

*Figuur 5: Vergelijking basiskaart ViewScape (grijs) met topografie (groen en rood)*

## 2.2.5 Basiskaart Terreinhoogte

### *Rellëf en openheid*

Reliëf beïnvloedt de zichtbaarheid van het landschap. Op een onbegroeide heuvel kun je de wijde omgeving overzien, maar staan we aan de voet van een steile helling dan kunnen we hooguit enkele tientallen meters ver kijken omdat we tegen het terrein aan kijken. De openheid van het landschap berekenen kan niet zonder rekening te houden met het reliëf.

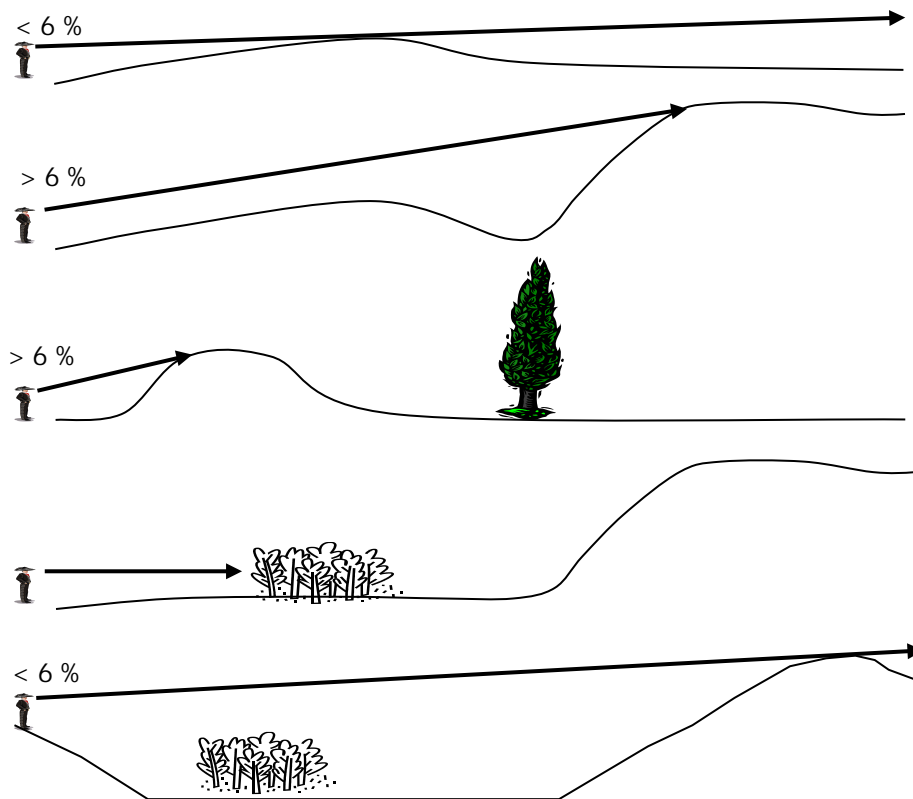
De moeilijkheid met reliëf is dat het tal van uiterlijke verschijningsvormen kent. Dat een steile helling het zicht belemmert ligt voor de hand, maar hoe zit dat met een flauwe helling? Bij een onbegroeide helling van 1% (1 meter stijging per 100 meter) kijken we bij een waarneemhoogte van 1,5 meter al op een afstand van 150 meter tegen de helling aan. Bij een veldbezoek in Zuid-Limburg gaven dit soort flauwe onbegroeide hellingen juist een weidse indruk (Figuur 6). Dit heeft ons doen besluiten om ViewScape zodanig aan te passen dat pas vanaf een bepaalde hellingshoek de zichtlijnen stoppen tegen het terrein. Met de Grebbeberg in ons achterhoofd hebben we die hoek gesteld op 6%. Hierbij gaat het niet om de steilte van de helling, maar de hoek tussen het terrein op de positie van de kijker en de top van de helling. Het spreekt voor zich dat op flauwe hellingen met opgaande elementen de berekende zichtlijnen stoppen tegen opgaande elementen. Het is ook mogelijk dat achter een helling van 6% (of meer) nog opgaande elementen zichtbaar zijn die het landschap een weidser karakter



geven. Ook de omgekeerde situatie is mogelijk: achter opgaande elementen is een hoger gelegen terrein zichtbaar. We hebben er om inhoudelijke en programmeertechnische redenen voor gekozen in dit soort situaties de zichtlijn toch te laten stoppen tegen de helling resp. het opgaande object. Objecten die nog zichtbaar zijn achter een helling waar met een hoek van 6% tegenaan wordt gekeken kunnen niet anders dan dichtbij staan. De fout die we daarbij maken is dus relatief klein. En het rechtvaardigt niet de hoeveelheid programmeerwerk die ermee is gemoeid om dit punt mee te nemen in de berekeningen. Bovendien is het nog maar de vraag of bijvoorbeeld een bomenrij achter een dijk waar tegenaan wordt gekeken het landschap verruimt. Figuur 7 toont de consequenties van de hierboven beschreven keuzes.



*Figuur 6: Flauwe helling*



*Figuur 7: Lengte van zichtlijnen bij een maximale kijkhoek van 6%*

ViewScape volgt het reliëf niet naar beneden. Dit zou namelijk tot gevolg hebben dat objecten als bomenrijen, bossen en huizen op een neerwaartse helling het zicht belemmeren terwijl je er overheen kunt kijken. Toch is over bossen en gebouwen heen kijken in een heuvelandschap is iets anders dan een zelfde oppervlakte overzien in een polderlandschap. Het is ons niet duidelijk hoe deze twee vormen van open landschappen zich tot elkaar verhouden.

### ***Basiskaart terreinhoogte***

Om de terreinhoogte in ViewScape mee te nemen kunnen we gebruik maken van het AHN-bestand met een resolutie van 25 m. Dit bestand heeft echter twee onvolkomenheden die moesten worden opgelost:

- op plekken waar water aanwezig is zijn geen terreinhoogten bekend;
- in de bebouwde omgeving en in bossen komt de waarde in het bestand vaak niet overeen met de terreinhoogte, maar met de hoogte van gebouwen of boomkronen.

Het eerste punt is opgelost door de cellen te selecteren die grenzen aan de watervlakken en voor elke cel de minimumwaarde op te zoeken in het AHN-bestand met een resolutie van 5 meter. Daarbij hebben we aangenomen dat we op deze manier ongeveer de oeverhoogte te pakken hebben. Op plaatsen met steile dijken of bebouwing dicht tegen het water is dit waarschijnlijk niet helemaal goed gegaan. Vervolgens hebben we van elke oevercel een punt gemaakt en met een kriging-methode de hoogten bepaald van de tussenliggende ruimte op basis van de 20 dichtstbijzijnde punten. Met deze methode worden de watervlakken helaas niet helemaal vlak. Met name in de grote oppervlakte-wateren kwamen te grote hoogteverschillen voor. Dit heeft ons doen besluiten het IJsselmeer, het Veluwerandmeer en de Zeeuwse wateren een hoogte te geven die gelijk is aan NAP. De hoogteverschillen op de overige wateren zijn waarschijnlijk klein genoeg om de openheidanalyse niet nadelig te beïnvloeden. Het gaat erom dat deze watervlakken meedoen in de analyse. Het is wel zo dat het verkeerd inschatten van de waterhoogte tot gevolg kan hebben dat ViewScape vanaf het water net wel of net niet over een dijk 'kijkt'. Het eenvoudigweg toekennen van een enkele waterhoogte per vlak was niet mogelijk aangezien het grootste deel van het Nederlandse oppervlaktewater met elkaar verbonden is. In de toekomst verdient het de voorkeur om een bestand te gebruiken met de gemiddelde hoogten van al het Nederlandse oppervlaktewater, als zo'n bestand bestaat.

Folkert de Vries (Alterra Wageningen UR) heeft geprobeerd het tweede punt op te lossen. Hij heeft cellen met een afwijkende waarde ten opzichte van de omgeving de gemiddelde waarde van die omgeving meegegeven. Dat is echter niet gedaan in steden, dorpen en gehuchten en op infrastructuur. Met name het ontbreken van terreinhoogte-informatie op infrastructuur is voor ons onwenselijk.

Het leek erop dat er niets anders op zat dan de analysepunten binnen bebouwing en bos te verwijderen. Zo onlogisch is dit niet omdat we daarvan met zekerheid kunnen zeggen dat de zichtbare oppervlakte zo goed als nul is. Maar dit levert juist ook weer problemen op. Punten in, of eigenlijk op, bebouwing kunnen vanaf een hoger gelegen helling worden gezien en zitten dus in het zichtbare gebied van zo'n helling. We mochten ze dus niet verwijderen! We kunnen wel de berekende oppervlakte zichtbaar landschap voor punten die omgeven zijn door bebouwing achteraf in de laagste klasse onderbrengen.

Het feit dat bebouwing en bos vaak niet uit de terreinhoogtekaart zijn gefilterd zorgt ook voor problemen in de directe omgeving. Vanuit een analysepunt naar een gebouw kan een dusdanige helling worden berekend dat ViewScape het ziet als een langzaam oplopend terrein of een dijk in de verte en het niet meeneemt als blokkerend element. In principe zou dit geen probleem moeten zijn aangezien er op die plaatsen een gebouw moet staan in de basiskaart. Alleen op de plekken weer AHN een gebouw of bos 'ziet' en de topografische kaart niet kan het voor problemen zorgen.

## 3 Resultaten

### 3.1 Inleiding

Een belangrijk aspect bij het bepalen van de oppervlakte zichtbaar landschap is de maximale afstand waarmee wordt geanalyseerd. Bepalend hierbij is boven welke afstand de openheid van ruimtes niet meer als groter wordt ervaren. Aan de andere kant spelen ook pragmatische redenen een rol: met een toename van de analyseafstand neemt de rekentijd kwadratisch toe.

Weitkamp (2010) haalt in zijn onderzoek aan dat wanneer we alleen kijken naar de grootste afstand tot de grens van de ruimte waardes groter dan 3500 meter geen invloed meer hebben op het ervaren van openheid. Aan de andere kant haalt hij diverse onderzoekers aan die de grens leggen bij 1200 meter. Voor de gemiddelde afstand tot de grens van de ruimte vindt Weitkamp een grenswaarde van 1000 meter. Ruimtes met een grotere waarde voor de gemiddelde afstand worden dus niet als opener ervaren. Ver weg gelegen ruimtes leveren veel extra oppervlakte, die blijkbaar weinig meer bijdraagt aan het gevoel van openheid. Aangezien wij oppervlaktes berekenen (sterk gecorreleerd met de gemiddelde afstand tot de grens) moeten we ervoor zorgen dat we een afstand kiezen waarbij allerlei (vormen van) ruimtes met een gemiddelde afstand van 1000 meter meedoen in de analyse.

Om bovengenoemde redenen hebben we ervoor gekozen de maximale waarneemafstand in te stellen op 2200 meter hetgeen overeenkomt met een maximale oppervlakte zichtbaar landschap van 1521 ha. Aangezien we ervoor gekozen hebben de openheid uit te drukken in de oppervlakte zichtbaar landschap en niet in de grootste afstand tot de grens van de ruimte is het niet zo'n bezwaar dat we niet tot een afstand van 3500 meter analyseren. De open ruimtes in Nederland hebben waarschijnlijk allemaal een gemiddelde afstand tot de grens die (veel) groter is dan de door Weitkamp opgegeven grens van 1000 meter.

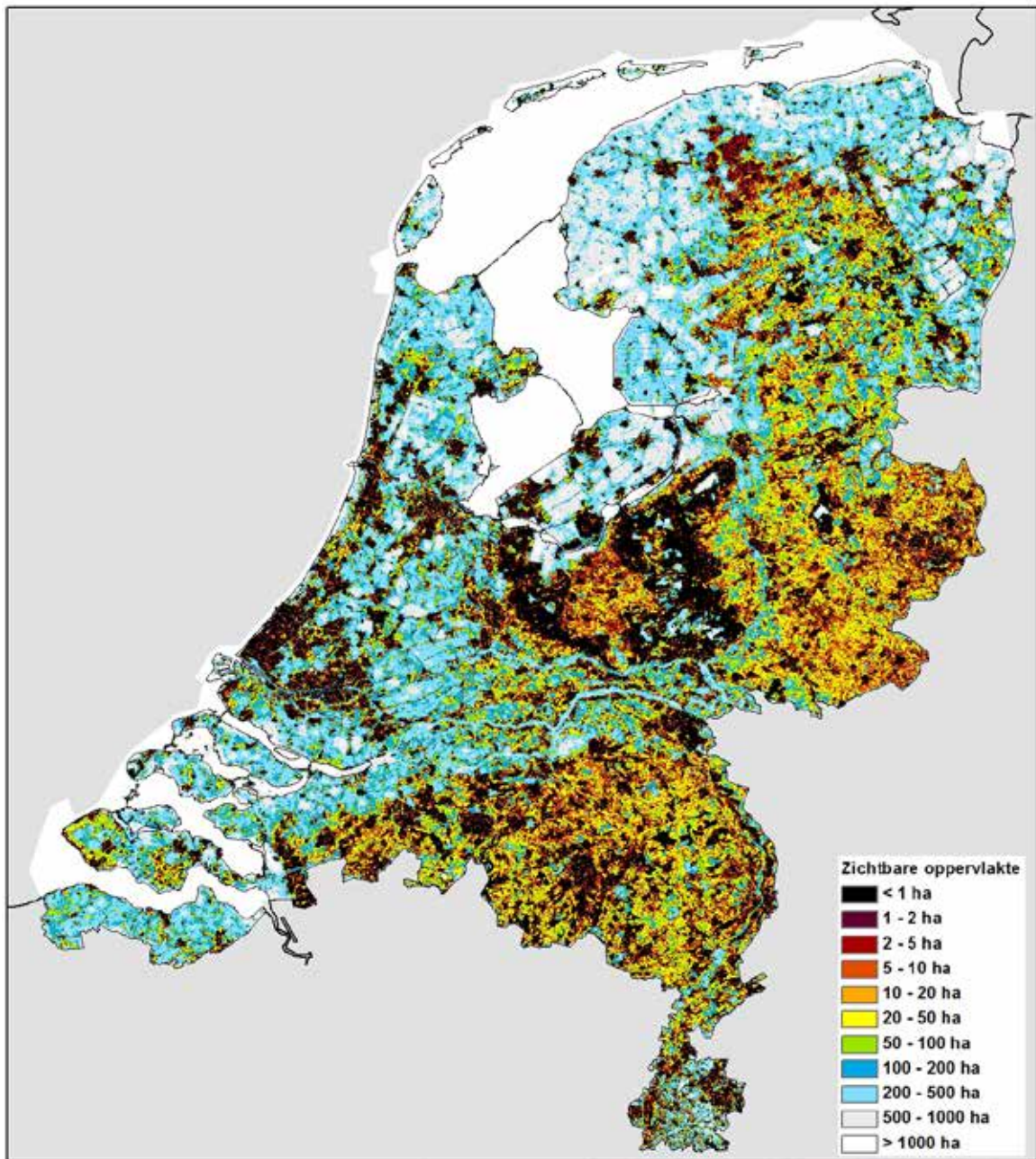
Uitgaande van VIRIS-data van 2009 en hoogtegegevens uit AHN is ViewScape gedraaid voor heel Nederland op een regelmatig puntenpatroon van 100 bij 100 meter. Er is gerekend met een maximale waarneemafstand van 2200 meter en met 360 zichtlijnen per analysepunt.

De output Van ViewScape bestaat uit een punten shapefile met als attributwaarden: zichtbare oppervlakte, langste zichtlijn, kortste zichtlijn en kortste afstand tot een opgaand element. In paragraaf 0 hebben we kunnen lezen dat een combinatie van de gemiddelde en de grootste afstand tot de grens van de ruimte de beste indicator is voor de beleefde openheid. Aangezien ViewScape (nog) geen gemiddelde afstanden berekent hebben we gekozen voor de oppervlakte van de ruimte die ook significant is als maat voor de openheid. De shapefiles zijn verrasterd en hebben een resolutie van 100 m. In dit hoofdstuk worden de kaarten getoond van de vier ruimtelijke maten.

### 3.2 Berekende indicatoren

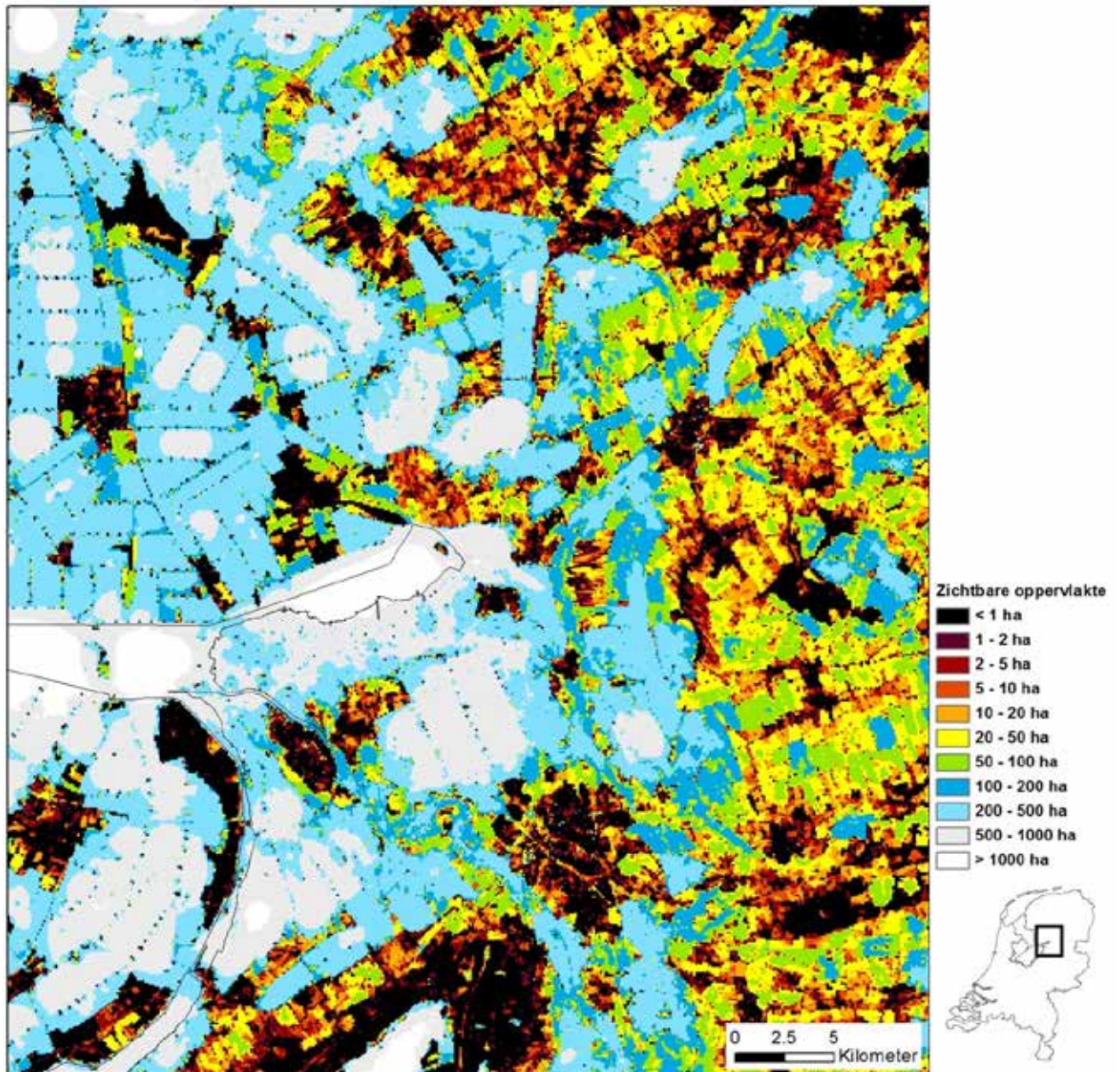
#### 3.2.1 Zichtbare oppervlakte

De zichtbare oppervlakte is de belangrijkste maat als het gaat om de beleving van openheid van het landschap. Figuur 8 geeft een landsdekkend beeld van de zichtbare oppervlakte. Opvallend zijn de grote oppervlaktes die je kunt zien in delen van Zuid-Limburg. Dit heeft natuurlijk alles te maken met het feit dat we reliëf hebben meegenomen in onze berekeningen. Het is ons niet duidelijk of het landschap hier ook als open wordt ervaren.



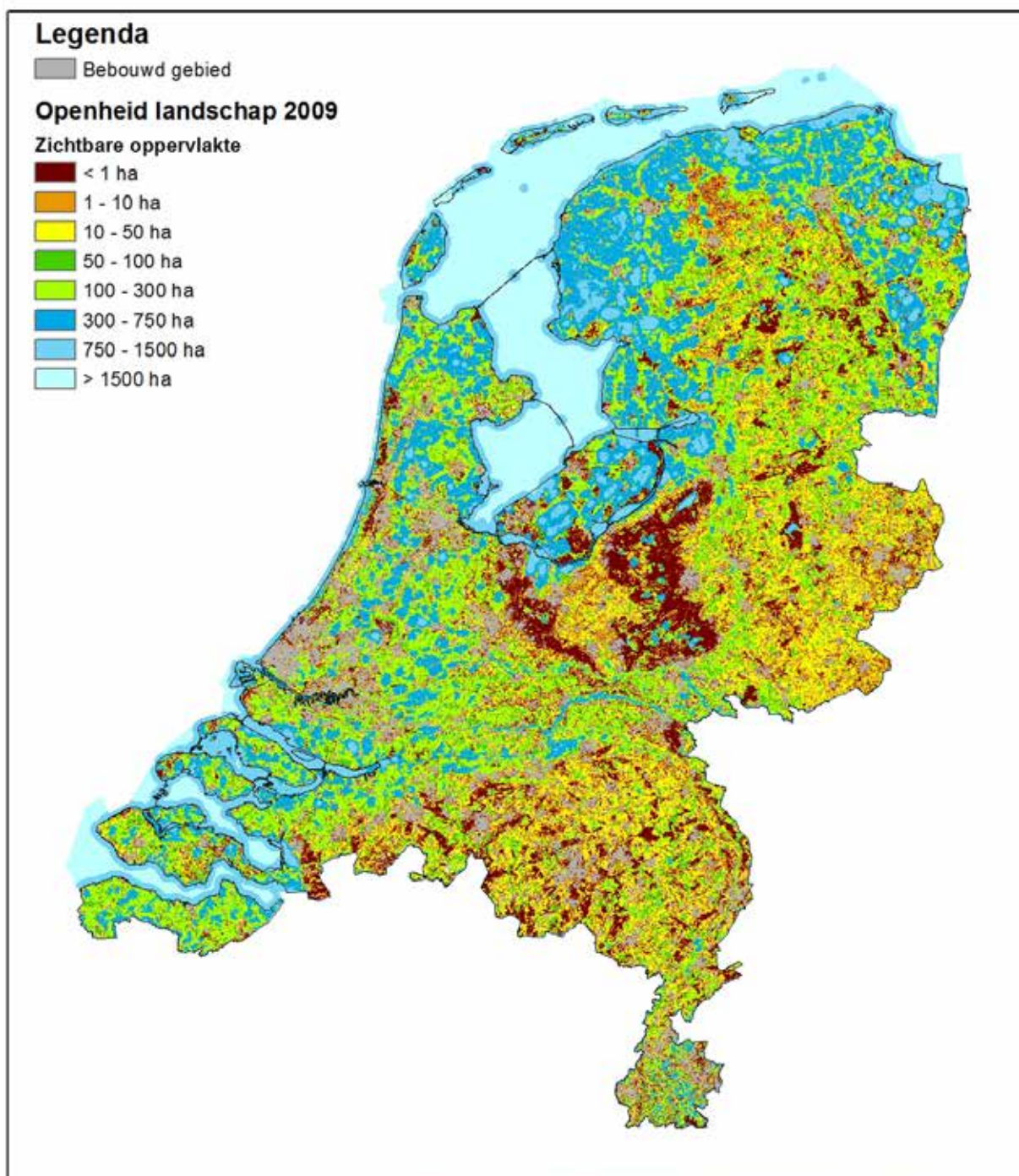
Figuur 8: Zichtbare oppervlakte (landsdekkend beeld)

Figuur 9 is een detailkaart van de omgeving van Zwolle. In de detailkaart is goed te zien dat op elke plek in een open ruimte de zichtbare oppervlakte hetzelfde is. Alleen wanneer in de ruimte afstanden voorkomen die groter zijn dan de maximale analyseafstand van 2200 meter is de zichtbare oppervlakte in het centrum van de ruimte groter dan aan de rand. Wat ook opvalt is de grote mate van detail. Erven in de polders worden weergegeven door donkere puntjes in een open landschap. Op het landsdekkende beeld vallen ze weg, maar op de detailkaart zijn ze duidelijk zichtbaar. Misschien moeten we in de toekomst op zoek naar een manier om te veel detail weg te filteren in landsdekkende kaarten.



Figuur 9: Zichtbare oppervlakte omgeving Zwolle

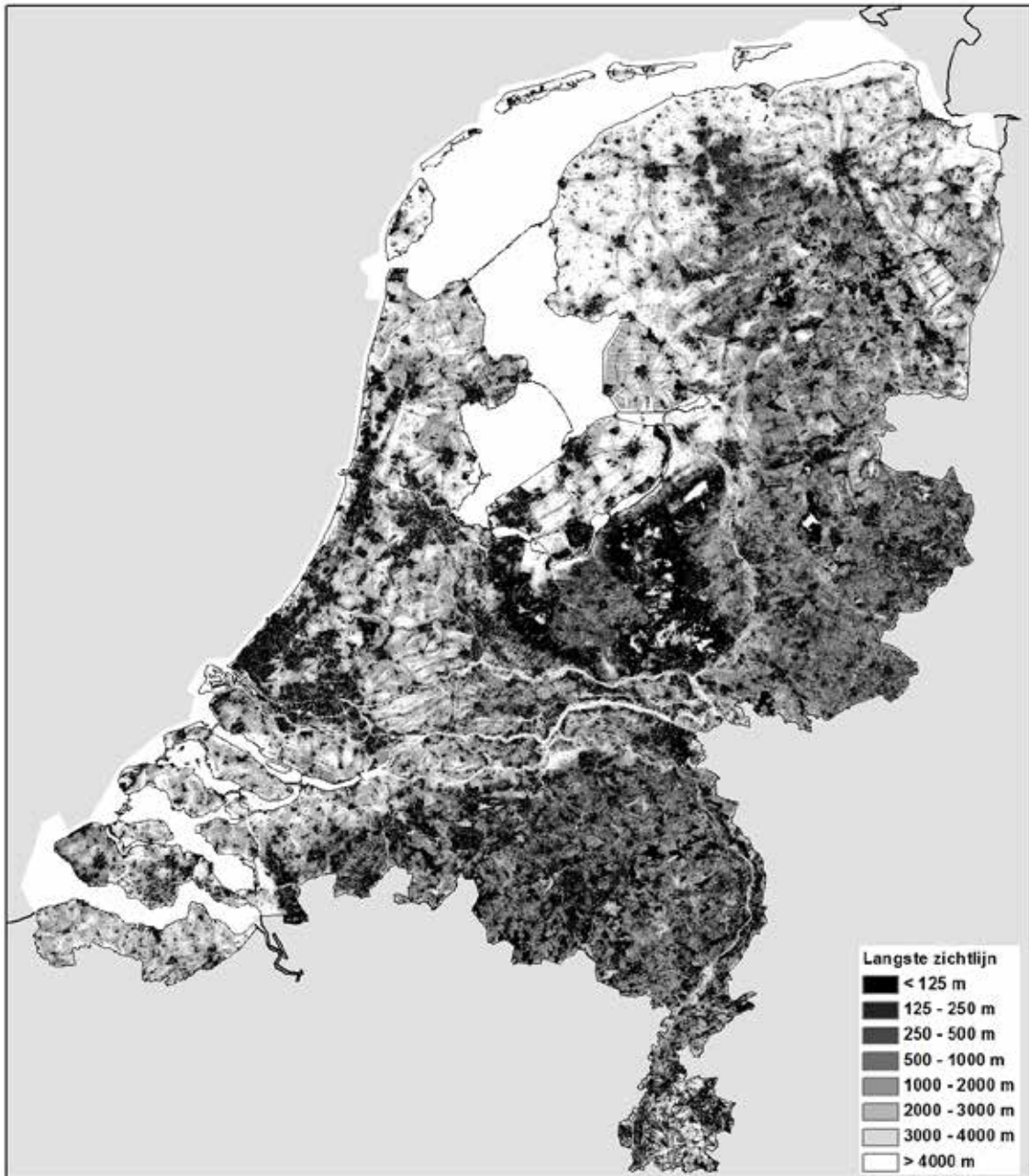
De zichtbare oppervlakte is meegenomen als indicator in het Compendium voor de Leefomgeving (PBL, CBS en Wageningen UR, 2012). Daarvoor is het aantal klassen verkleind, zijn de kleuren van de legenda aangepast en heeft het bebouwde gebied een aparte legenda-eenheid gekregen (Figuur 10).



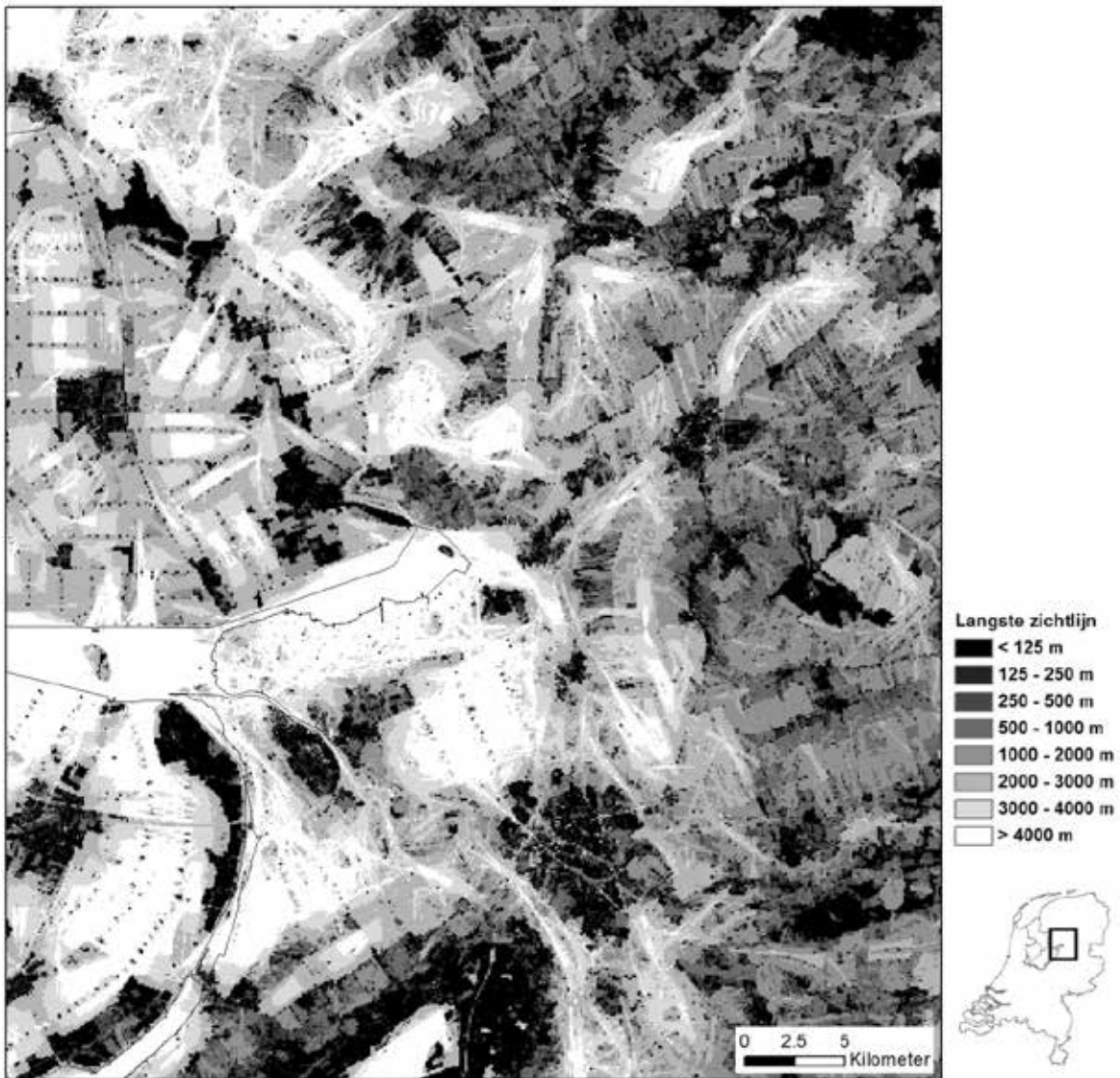
*Figuur 10: Zichtbare oppervlakte zoals opgenomen in Compendium voor de Leefomgeving (CBS, PBL, Wageningen UR (2012)).*

### 3.2.2 Langste zichtlijn

Een zichtlijn is een rechte lijn die door het analysepunt loopt en aan weerszijden wordt begrensd door een zicht belemmerend object. Voor elk punt is de lengte van de langste zichtlijn berekend. Figuur 11 geeft een landsdekkend beeld van de langste zichtlijn. Figuur 12 is een detailkaart van de omgeving van Zwolle. Op de detailkaart vallen met name smalle ruimtes met een lange zichtlijn op; ze geven richting aan het landschap.



*Figuur 11: Langste zichtlijn (landsdekkend)*

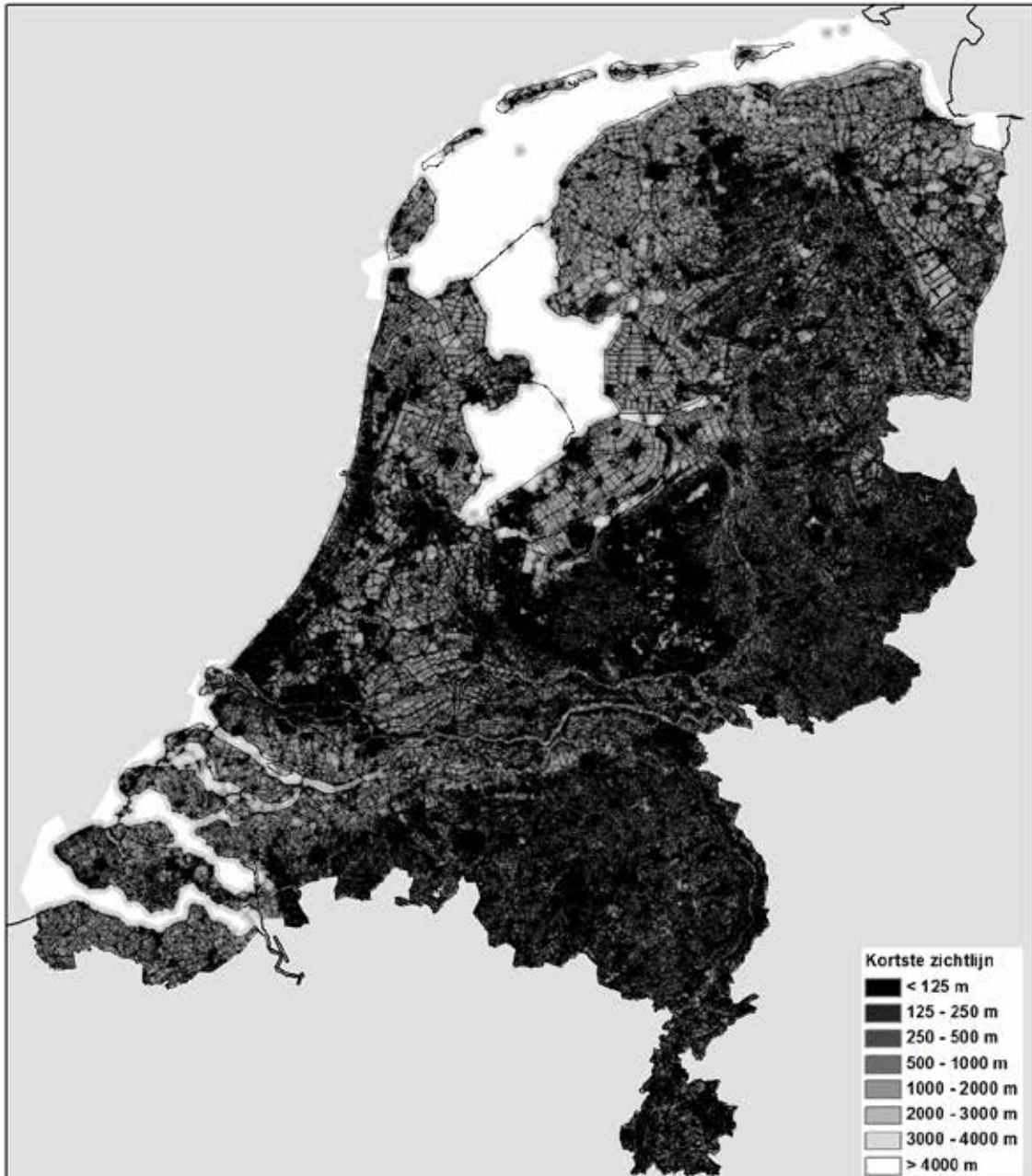


*Figuur 12: Langste zichtlijn omgeving Zwolle*

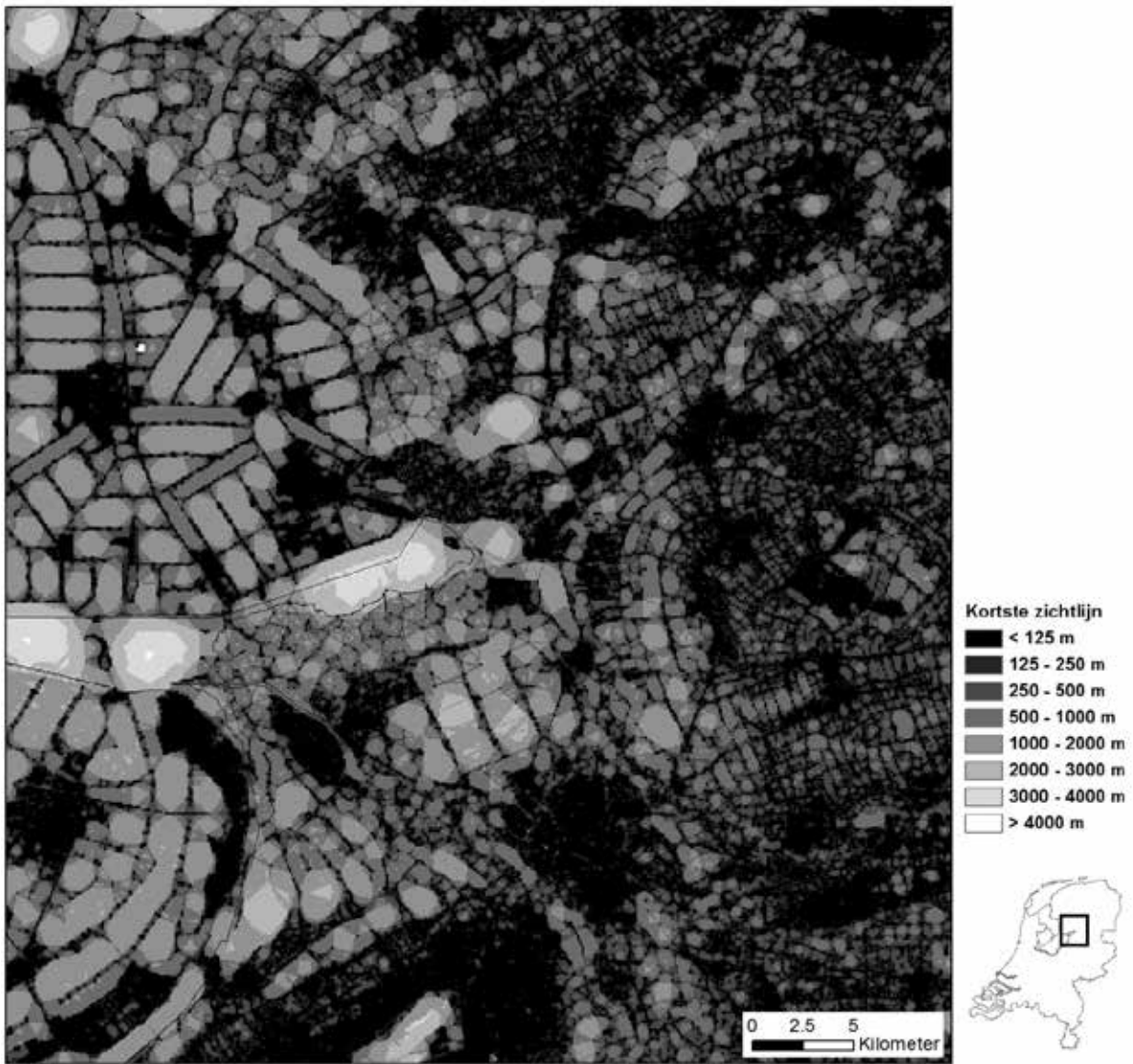


### 3.2.3 Kortste zichtlijn

Voor elk punt is de lengte van de kortste zichtlijn berekend. Figuur 13 geeft een landsdekkend beeld van de kortste zichtlijn. De legenda is dezelfde als die van Figuur 11. Het is opvallend hoeveel donkerder de figuur wordt. Dit betekent dat heel veel ruimtes een (enigszins) langwerpige vorm hebben die resulteert in een groot verschil in lengte tussen de langste en de kortste zichtlijn. Figuur 14 is een detailkaart van de omgeving van Zwolle. Opvallend in deze figuur is een punt rechtsboven Emmeloord met een kortste zichtlijn van 4400 meter. Het blijkt hier te gaan om een kunstmatige 'bult' van twaalf meter boven NAP in een landschap met een gemiddelde hoogte van vier meter onder NAP.



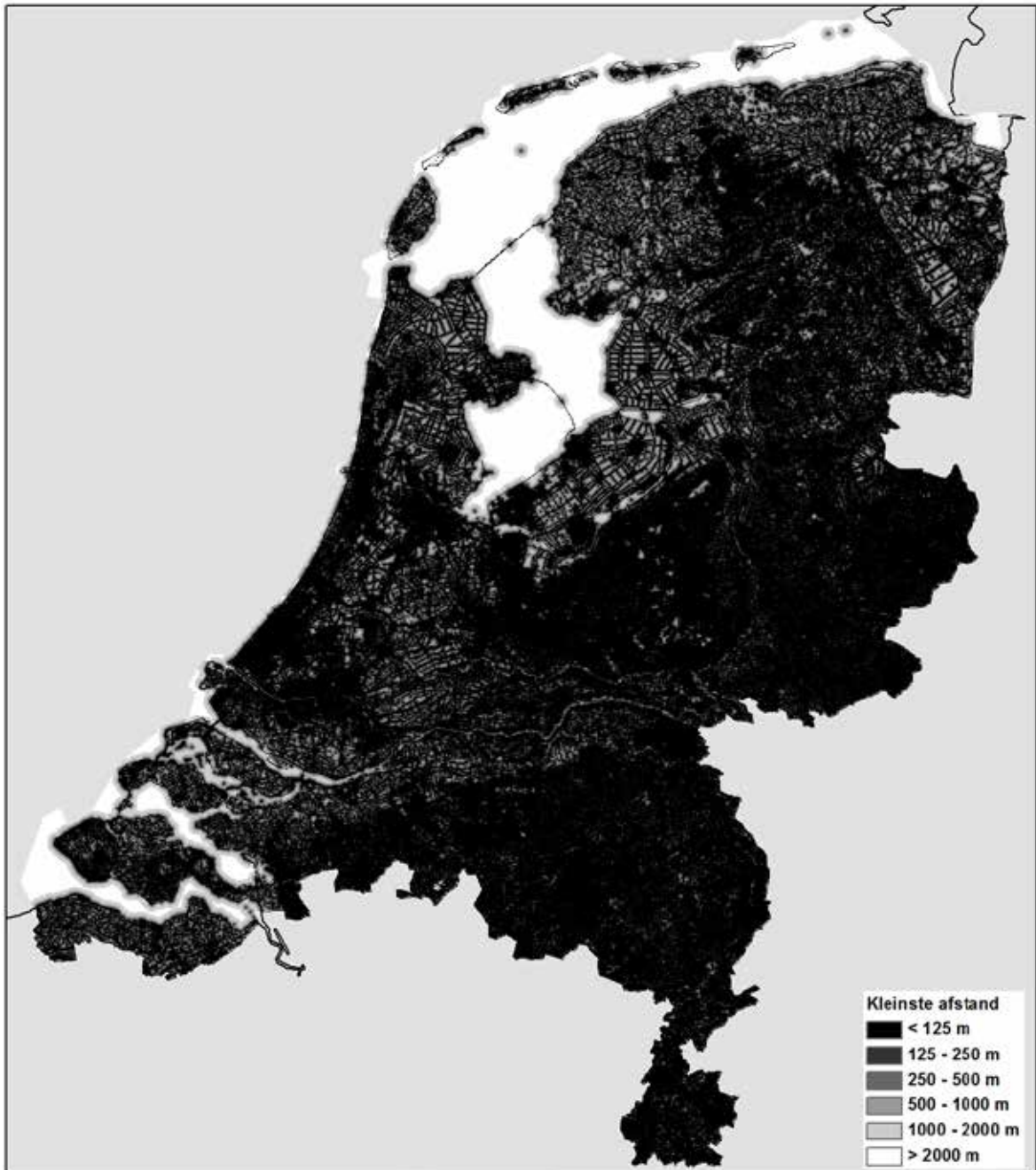
Figuur 13: Kortste zichtlijn (landsdekkend)



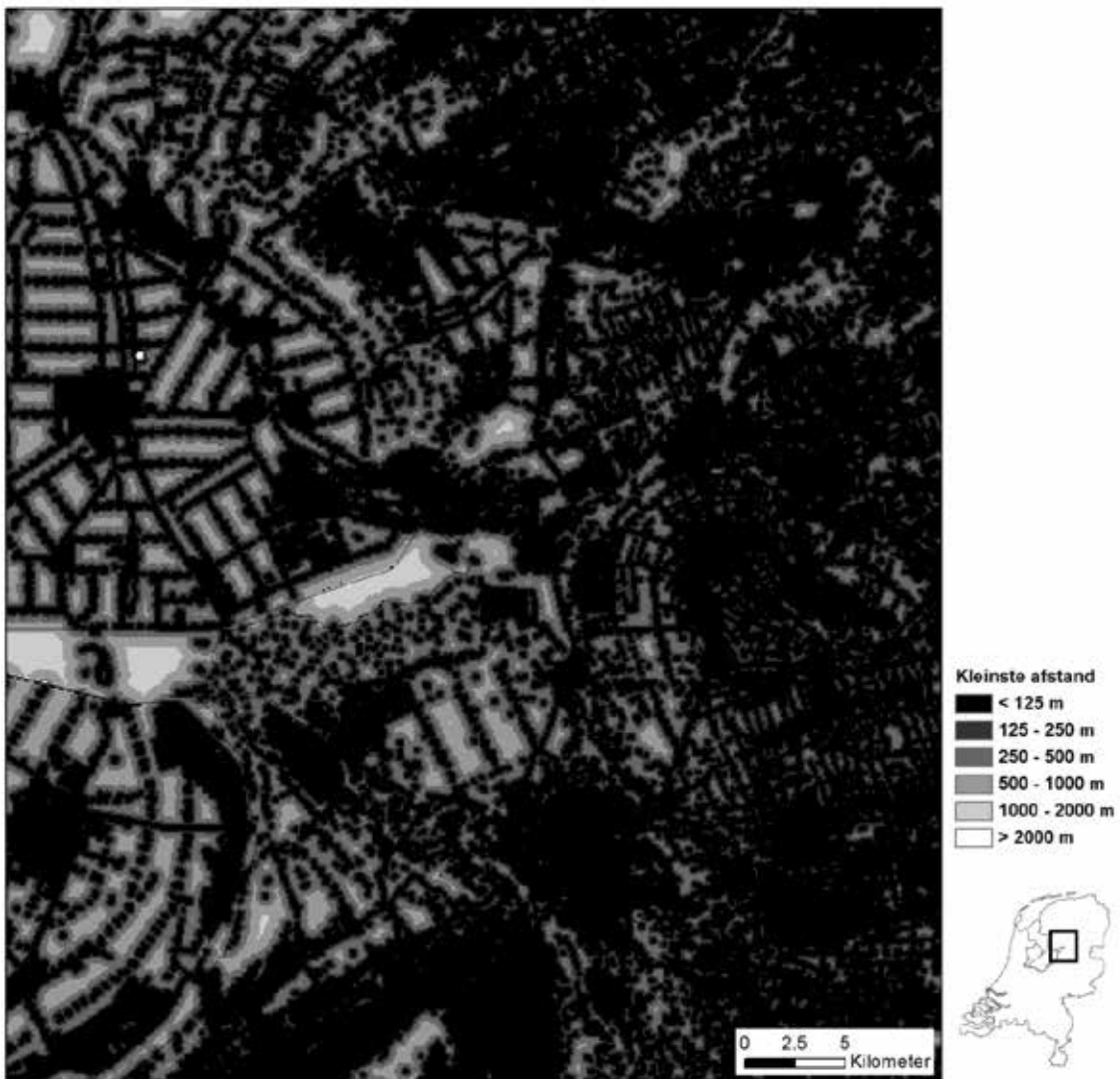
*Figuur 14: Kortste zichtlijn omgeving Zwolle*

### 3.2.4 Kleinste afstand

Figuur 15 geeft een landsdekkend beeld van de kleinste afstand tot een opgaand element. De legenda wijkt af van die van de kortste en langste zichtlijn aangezien de maximale afstand hier gelijk is 2200 meter. Figuur 17 is een detailkaart van de omgeving van Zwolle. Ook hier valt de verhoging rechtsboven Emmeloord op.



*Figuur 15: Kleinste afstand tot een opgaand element (landsdekkend)*



Figuur 166: Kleinste afstand tot een opgaand element (omgeving Zwolle)

### 3.3 Legenda zichtbare oppervlakte

Om de legenda van de kaart met de zichtbare oppervlakte enigszins aan te laten sluiten bij de openheid zoals die wordt ervaren door de 'gebruiker' van het landschap hebben we een beperkt onderzoek uitgevoerd. Daarbij hebben we ons laten leiden door de term 'halfopen landschap' die onderzoekers veel gebruiken. We hebben mensen gevraagd naar wat zij een halfopen landschap vinden en gekeken of daaruit een logische legenda te destilleren valt.

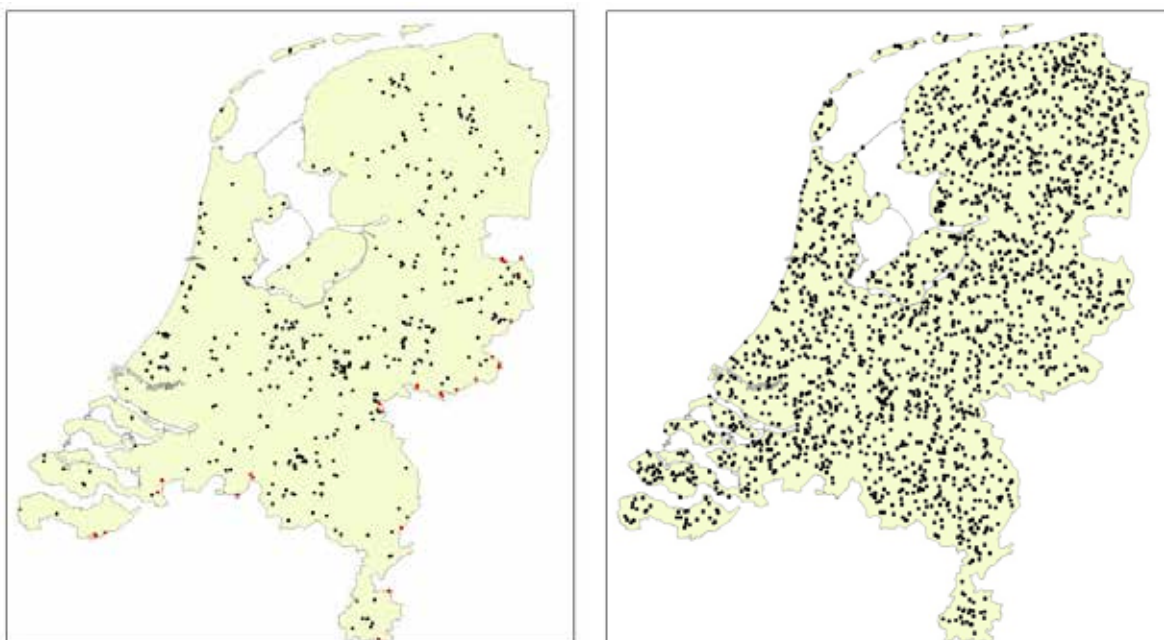
#### 3.3.1 Enquête

Voor de vraag naar halfopen landschap hadden we de beschikking over 5259 e-mailadressen van mensen die via de website [www.daarmoetikzijn.nl](http://www.daarmoetikzijn.nl) hadden aangegeven dat ze benaderd mochten worden voor dit soort onderzoek. We hebben hun gevraagd om via Google Maps een plek in Nederland door te geven waarvan zij vinden dat het landschap ter plekke halfopen is. Door naar halfopen landschappen te vragen kunnen we in feite twee vragen beantwoorden. We komen zowel te

weten waar de overgang ligt van open naar halfopen landschappen als van halfopen naar besloten landschappen. De exacte formulering van de vraag is te vinden in Bijlage 1 .

Van de 5259 benaderden kregen we 739 reacties. Helaas heeft niet iedereen zich gehouden aan de gedetailleerd beschreven werkwijze waardoor het niet mogelijk was elk doorgegeven punt geautomatiseerd in te lezen. Het aantal punten dat geschikt was voor analyse bedroeg 438. Aangezien een aantal respondenten meerdere punten heeft doorgegeven is alleen gebruik gemaakt van het eerste doorgegeven punt. Daarnaast zijn de punten binnen 2200 meter (analyseafstand ingesteld in ViewScape) van de grens met het buitenland verwijderd. Uiteindelijk bleven er 391 punten over om te analyseren (Figuur 18 links).

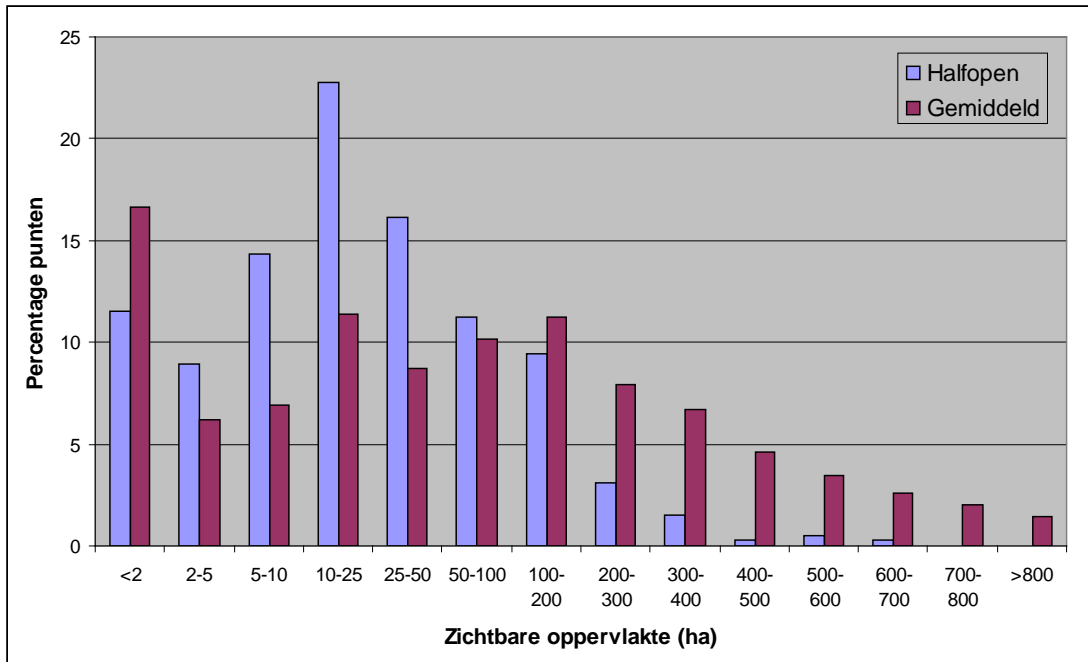
Als het goed is wijkt de verdeling van de hoeveelheid zichtbaar landschap op de doorgegeven punten af van de verdeling over heel Nederland. We verwachten een ondervertegenwoordiging van besloten en zeer open landschappen en een oververtegenwoordiging van de landschappen daar tussenin. De verdeling van de openheidsklassen over heel Nederland is bepaald met behulp van 2000 random punten (Figuur 18 rechts). Daarbij is een afstand van 2200 meter tot de grens aangehouden.



*Figuur 18: Punten in halfopen landschap (links) en random punten*

### 3.3.2 Analyse

Na transformatie van de WGS84-projectie naar het rijkdriehoeksstelsel en een controle op de correcte ligging van een vijftal punten is voor elk punt berekend hoe groot de oppervlakte zichtbare ruimte ter plekke is. Hetzelfde is gedaan voor de 2000 random punten in Nederland. We hebben voor deze analyse alleen de door ViewScape berekende zichtbare oppervlakte gebruikt. De langste en kortste zichtlijn en de kortste afstand tot een opgaand element zijn niet gevalideerd en veel gevoeliger voor fouten. Figuur 19 laat zien dat de zichtbare oppervlakte in halfopen landschappen duidelijk afwijkt van de gemiddelde situatie in Nederland. Daarmee kunnen we stellen dat de respondenten niet 'zomaar wat in de kaart hebben zitten prikken'. Grofweg kunnen we stellen dat in halfopen landschappen tot 200, misschien 300 ha kan worden overzien.



Figuur 19: Zichtbare oppervlakte in halfopen en gemiddeld landschap

In Figuur 19 is ook te zien dat vrij veel punten een zeer kleine zichtbare oppervlakte hebben wat niet in overeenstemming lijkt met de vraagstelling. Dit kan verschillende oorzaken hebben:

- bomenrijen worden in de analyse als ondoorzichtig beschouwd, maar niet als zodanig ervaren (Figuur 20, linker twee foto's);
- er zijn mensen die ondanks de nauwkeurige formulering, het landschap van bovenaf hebben bekeken (Figuur 20, derde foto);
- door verrastering en kleine afwijkingen in de transformatie van WGS84 naar het rijksdriehoekstelsel kunnen punten in opgaande elementen terecht komen. ViewScape is zo geprogrammeerd dat vanuit de rand van een opgaand element een aangrenzende ruimte kan worden overzien, maar het blijft mogelijk dat punten net in een gesloten ruimte terecht komen (Figuur 20, rechter twee foto's).

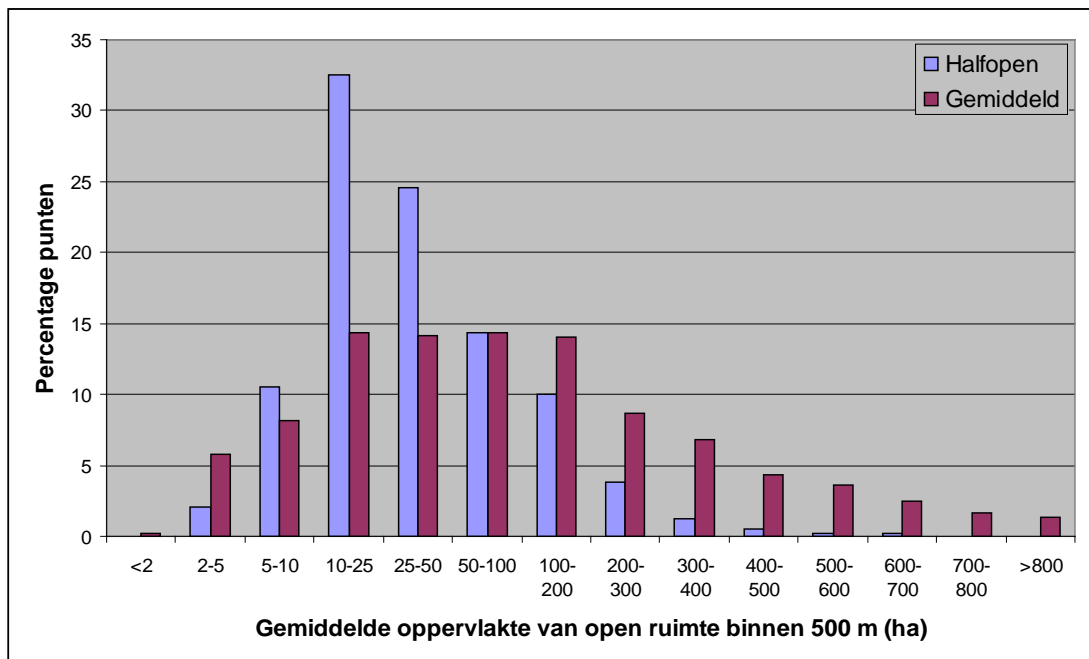
De hiervoor genoemde problemen kunnen we omzeilen door naar de resultaten van ViewScape rondom elk punt te kijken. We hebben de gemiddelde oppervlakte van alle open ruimten groter dan een hectare binnen een straal van 500 meter berekend (Figuur 21). Wellicht bekijken we hiermee het landschap zoals de meeste respondenten het hebben gezien.

De verdeling die we nu te zien krijgen lijkt goed bruikbaar om de halfopen landschappen te typeren. De ruimtes in halfopen landschappen liggen tussen 5 en 200 hectare (93 % van de punten) met een zwaartepunt tussen 10 en 100 hectare (71% van de punten).

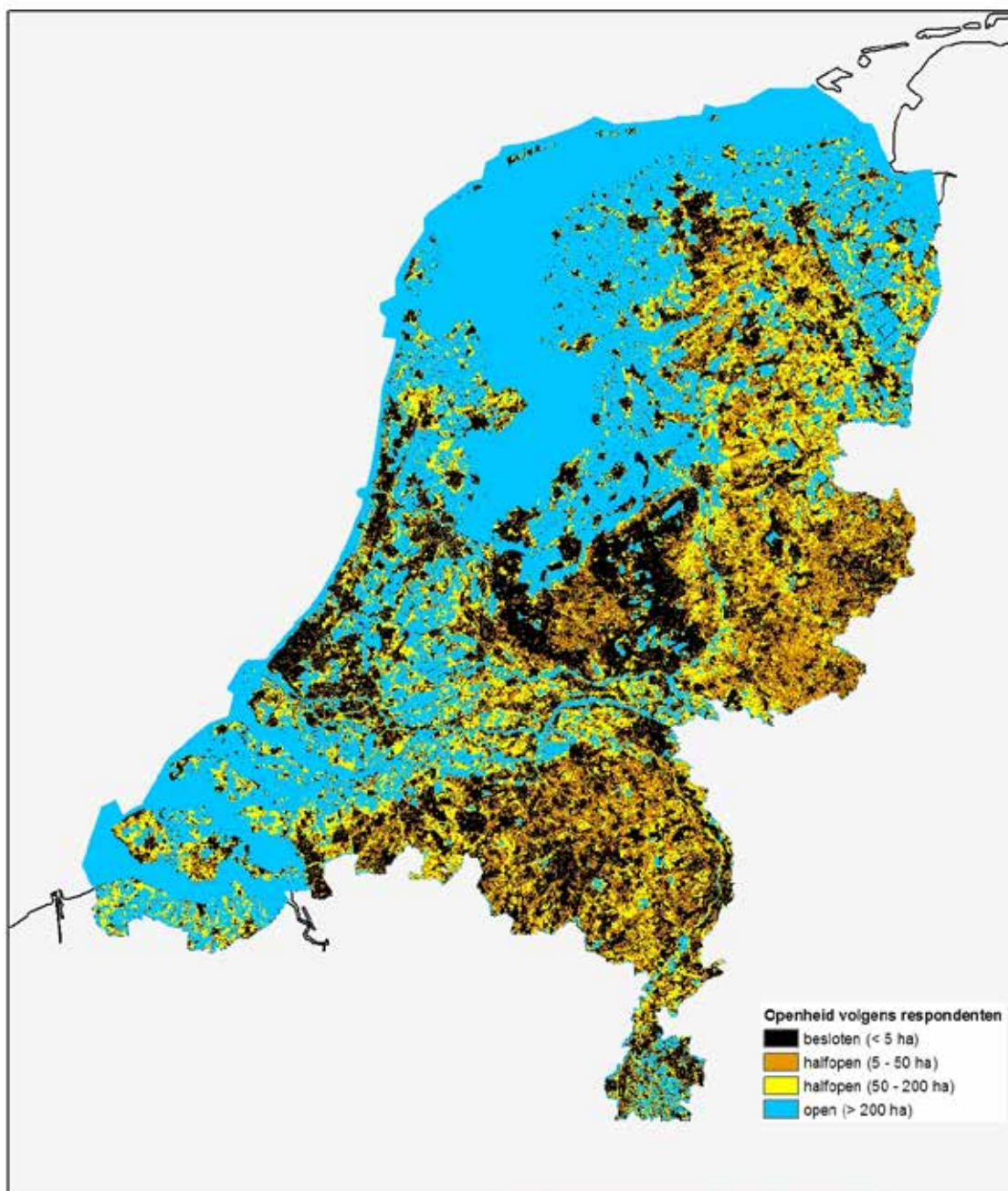
Delen we Nederland op in open, halfopen en besloten landschappen volgens de hierboven genoemde grenzen, dan krijgen we een enigszins bevreemdend beeld. Grote delen van zuid en oost Nederland (oranje in Figuur 22) vallen in de categorie halfopen terwijl ze veelal tot de besloten landschappen worden gerekend. Hiermee wordt duidelijk dat het veiliger is om een legenda te presenteren op basis van meetbare ruimtelijke maten dan een op basis van subjectieve beoordelingen.



Figuur 20: Punt tussen bomenrijen en hetzelfde punt 'afgeknepen' in de basiskaart van ViewScope (linker twee foto's). Punt in bos. Punt net niet in open ruimte (rechter twee foto's).



Figuur 21: Gemiddelde oppervlakte van open ruimte binnen 500 meter in halfopen en gemiddeld landschap



*Figuur 22: Open, halfopen en besloten volgens respondenten*

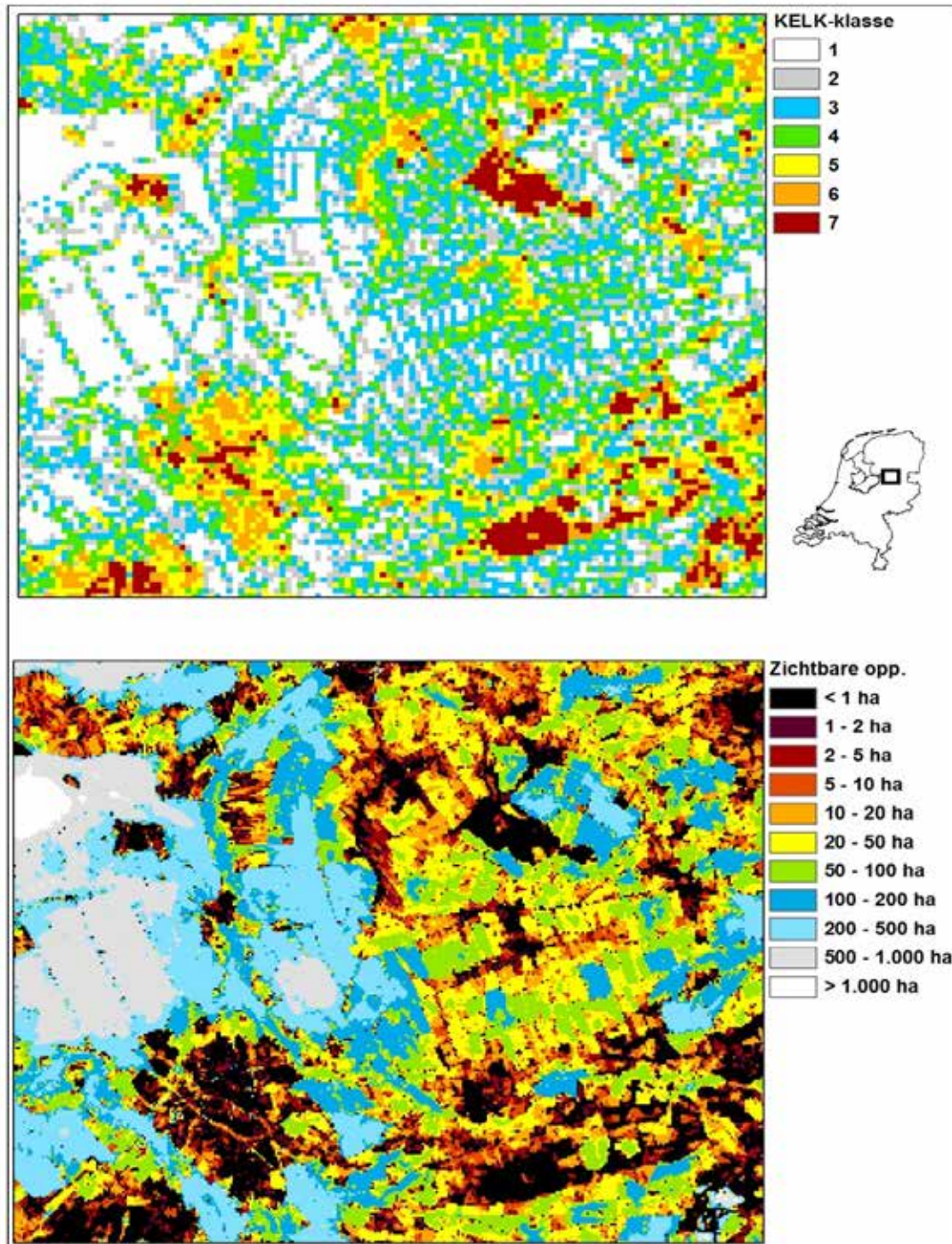
### 3.4 Vergelijking met KELK

In dit onderzoek wilde we te weten komen of met behulp van ViewScape de openheid van het Nederlandse landschap beter kon worden bepaald dan tot nu toe met het model KELK mogelijk was.

De belangrijkste pijnpunten van KELK zijn:

- gebrek aan detail (o.a. open en besloten gebieden middelen uit in cellen van 250 m);
- beperkte differentiatie in (zeer) open gebieden;
- reliëf heeft geen effect;
- grenzen tussen openheidsklassen moeilijk te onderbouwen;
- legenda heeft geen eenheden.

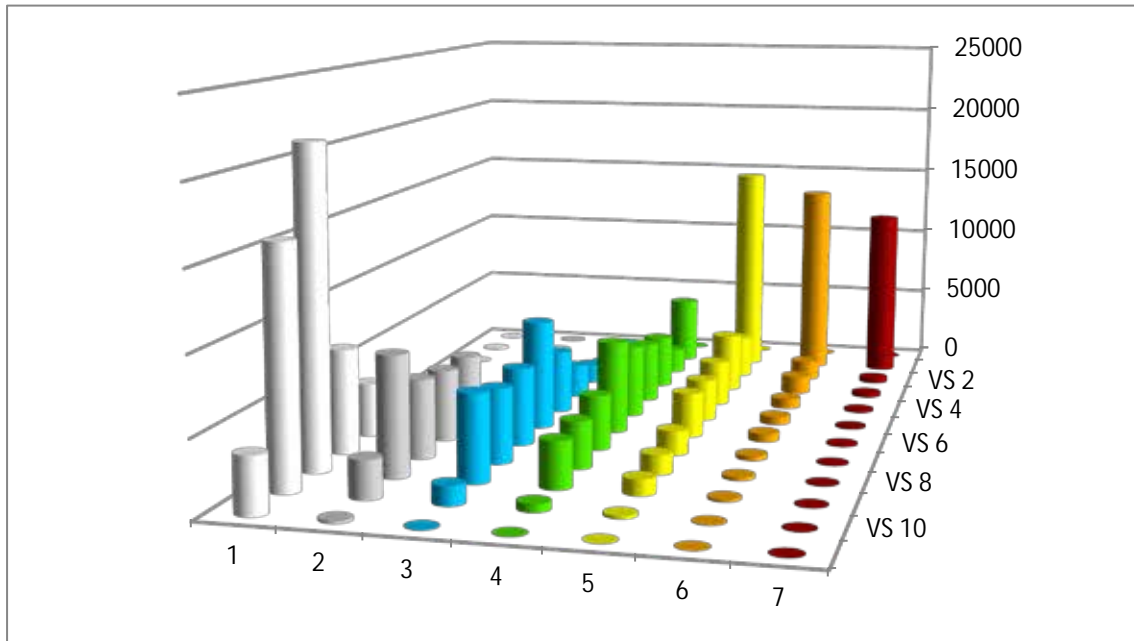




*Figuur 23: Vergelijking KELK en ViewScape*

In Figuur 23 worden voor eenzelfde gebied de KELK-classes en de oppervlakten zichtbaar landschap volgens ViewScape getoond. De kleuren in beide kaartjes zijn niet een op een met elkaar te vergelijken. Aangezien de legenda van KELK geen eenheid heeft is het niet mogelijk de legenda-eenheden op elkaar af te stemmen. De legenda van ViewScape is op elk gewenst moment in te perken of uit te breiden. Dat laatste is met KELK een stuk ingewikkelder aangezien daarvoor het model zelf moet worden aangepast.

De grotere mate van detail op de output van ViewScape valt direct op; afzonderlijke open ruimten zijn direct herkenbaar. Kijken we iets nauwkeuriger naar de kaarten dan zien we dat binnen een enkele schaalklasse in KELK meerdere oppervlakteklassen van ViewScape voorkomen. Dit wordt niet alleen veroorzaakt door het feit dat er meer ViewScape-classes zijn. In Figuur 24 is te zien wat de winst aan detail betekent voor de oorspronkelijke KELK-classes (1 t/m 7, van open naar gesloten). Per KELK-klasse is weergegeven welke oppervlakte (km<sup>2</sup>) van de ViewScape-classes (VS 1 t/m 11, van gesloten tot open) erin voorkomt. Met name de open KELK-classes (1 t/m 5) winnen aan detail.



Figuur 24: Oppervlakte (km<sup>2</sup>) in KELK-classes (1 t/m 7) en ViewScape-classes (1 t/m 11)

De grote mate van detail in de output van ViewScape is onafhankelijk van het model zelf. Het is afhankelijk van de resolutie van de inputbestanden en het aantal analysepunten. Zonder ViewScape zelf aan te passen kunnen dus ook regionale of lokale analyses worden gedaan met een hogere resolutie. Ook landelijke analyses met een hogere resolutie behoren tot de mogelijkheden, maar daarbij is het mogelijk dat de analysetijd een beperkende factor wordt.

De output van ViewScape heeft door het hogere detailniveau ook een aantal nadelen. Met name in de directe omgeving van verspreide bebouwing ontstaat een min of meer grillig patroon van cellen met sterk wisselende oppervlakten zichtbare ruimte. Hoe dat patroon verloopt wordt bepaald door de (toevallige) ligging van de analysepunten. Met name bij het inzoomen op de kaart zou het handig zijn om geïsoleerde cellen met sterk afwijkende waarden uit te filteren. Voor landsdekkende kaarten speelt dit probleem minder.

## 4 Gevoeligheid en validatie

### 4.1 Gevoeligheid

De uitkomst van ViewScape is gevoelig voor de betrouwbaarheid van de topografische kaarten die ten grondslag liggen aan de basiskaart, de criteria die zijn gebruikt om de basiskaart op te bouwen en instellingen van de parameterwaarden van ViewScape. In dit hoofdstuk proberen we erachter te komen welk aspecten het meest bepalend zijn voor de betrouwbaarheid van de kaart met oppervlakten zichtbaar landschap.

#### 4.1.1 Betrouwbaarheid TOP10

We hebben geen invloed op de inhoud van topografische informatie, maar dat wil niet zeggen dat we onze ogen kunnen sluiten voor de betrouwbaarheid ervan. Een enkel object in het terrein heeft zijn invloed op de openheid van de wijde omgeving. Fouten op de kaart gaan dus verder dan alleen het object zelf. Zitten er te veel fouten in de topografische informatie, dan is een kaart die de oppervlakte van het zichtbare landschap weergeeft onbruikbaar. Alterra-stagiair Ivan Crespo heeft zeer gedegen uitgezocht hoe betrouwbaar TOP10vector (2006) is. We gaan ervan uit dat TOP10NL (2009) minimaal even betrouwbaar is. Deze paragraaf is een samenvatting van Crespo's onderzoek. Een uitgebreidere beschrijving is te vinden in Crespo (2010).

##### *Methode*

Als je de TOP10vector wilt controleren op zijn betrouwbaarheid is een databron nodig die de werkelijkheid beschouwt. Crespo heeft daarvoor luchtfoto's genomen die zo dicht mogelijk bij de opnamedatum van de topografische informatie liggen. Vervolgens heeft hij honderd willekeurige transecten van 2000 meter lengte getrokken en gekeken waar die een vlak-, lijn- of puntobject snijden op de topografische kaart of op de luchtfoto. Er is alleen gekeken naar opgaande groene elementen aangezien TOP10vector op dit punt het meest onbetrouwbaar is. Voor elke intersectie tussen transect en een opgaand groen element op de luchtfoto of TOP10vector is een record aangemaakt in een tabel en gescoord of op de betreffende locatie in beide bestanden hetzelfde type object te vinden is. Zo niet, dan is het gelabeld als een fout. Elk transect levert dus meerdere steekproefpunten op.

Op een luchtfoto is niet altijd precies te zien met wat voor type object je te maken hebt. Allen punten waarvoor dit het geval was zijn apart gelabeld en buiten verdere analyse gehouden.

Na de eerste honderd transecten heeft Crespo de betrouwbaarheid van TOP10vector berekend. Vervolgens heeft hij vijftig nieuwe transecten toegevoegd en opnieuw de betrouwbaarheid berekend. Deze werkwijze is herhaald totdat na 500 transecten en 3090 steekproefpunten de berekende betrouwbaarheid zich stabiliseerde.

##### *Resultaten*

Tabel 3 is een overzicht van de fouten die Crespo heeft gevonden. In de rijen staan de elementen die op de topografische kaart zijn aangetroffen en in de kolommen die van de luchtfoto. Aangezien puntelementen niet worden meegenomen bij het maken van de basiskaart voor ViewScape zijn wij met name geïnteresseerd in de resultaten voor de lijnen en de vlakken. Uit Tabel 3 blijkt dat van de 894 steekproefpunten op een lijnelement van TOP10vector 815 keer ook daadwerkelijk een corresponderend lijnelement op de luchtfoto is aangetroffen, een betrouwbaarheid van 91,2%. Aan de andere kant waren er 933 intersecties met een lijnelement op de luchtfoto waarvan er 815 als

zodanig op TOP10Vector werden aangetroffen; een betrouwbaarheid van 87,4 %. Voor polygonen is respectievelijk een betrouwbaarheid van 96,7 % en 95,9 % gevonden.

Bij het berekenen van de oppervlakte zichtbaar landschap is het op zich geen probleem als een vlakelement in het veld als lijnelement op de kaart staat of andersom, maar in Tabel 3 is te zien dat dit soort fouten niet vaak voorkomt. We zullen het dus moeten doen met een gemiddelde betrouwbaarheid voor polygonen van ruim 96 % en voor lijnen van ruim 89 %.

Wat de berekende betrouwbaarheid precies betekent voor de uitkomsten van ViewScape is niet te zeggen. Het maakt namelijk nogal uit in welk type landschap een element door TOP10Vector wordt gemist of onterecht op de kaart staat. In open landschappen heeft zo'n fout grote gevolgen voor de berekende oppervlakte zichtbaar landschap. In besloten landschappen is het effect waarschijnlijk heel klein aangezien de kans minder groot is dat door een fout op de kaart de zichtbare oppervlakte in een andere klasse terecht komt.

Al met al kunnen we stellen dat TOP10Vector van 2006 betrouwbaar genoeg is om oppervlaktes zichtbaar landschap landsdekkend te berekenen. Er is geen reden om aan te nemen dat latere Top-10 producten minder betrouwbaar zullen zijn.

Tabel 3: Foutenmatrix TOP10Vector

		Luchtfoto						
		Punt	Vlak	Lijn	Fout	Totaal	Op kaart en op foto	Op kaart, niet als zodanig op foto
TOP10 Vector	Punt	128	3	9	5	145	88.3%	11.7%
	Vlak	3	1615	2	50	1670	96.7%	3.3%
	Lijn	2	3	815	74	894	91.2%	8.8%
	Fout	118	63	107		288		
	Totaal	251	1684	933	129	2997		
	Op foto en op kaart	51.0%	95.9%	87.4%				
	Op foto, niet als zodanig op foto	49.0%	4.1%	12.6%				

### Monitoring

Dat TOP10-producten van 2006 en later voldoen betrouwbaar zijn om landsdekkende analyses uit te voeren wil nog niet zeggen dat ze geschikt zijn voor monitoring. Hierbij komt de nadruk namelijk te liggen op de verschillen en die kunnen worden veroorzaakt door verbeteringen in de bestanden. Alleen wanneer het aantal verbeteringen in de bestanden ver achter blijft bij het aantal veranderingen in het landschap kan een betrouwbare monitoring worden uitgevoerd. In geval van monitoring zit er weinig anders op dan het resultaat te valideren aan de hand van luchtfoto's.

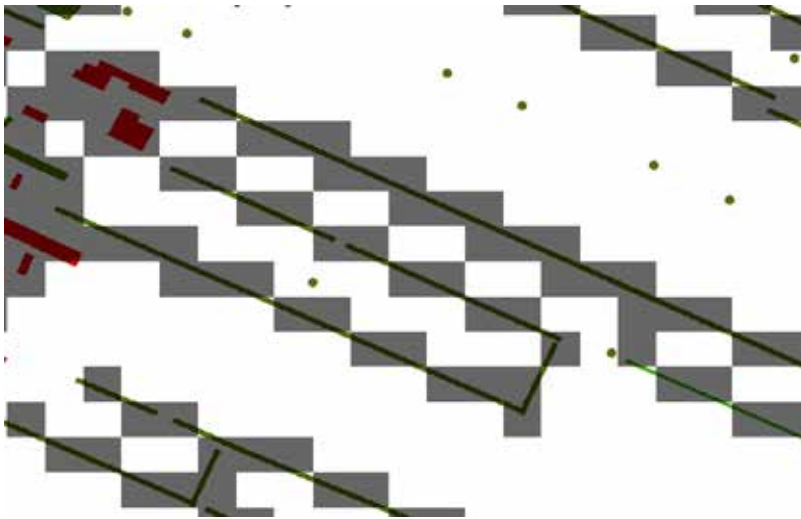
Bij wijze van test hebben we een analyse uitgevoerd voor de jaren 2000 en 2009. Daaruit bleek dat in een groot deel van Nederland de oppervlakte zichtbaar landschap was afgenomen. Controle van de luchtfoto's op een tiental plekken liet zien dat veel opgaande objecten die alleen op de kaart van 2009 staan ook op de luchtfoto's van 2003 zichtbaar zijn. De kans is groot dat veel van die objecten ook al in 2000 bestonden.

## 4.1.2 Basiskaart grondgebruik

Hoe de basiskaart er uiteindelijk komt uit te zien is afhankelijk van de resolutie en criteria die worden gehanteerd voor de grondgebruiktypen. De gevoeligheid op deze punten wordt hieronder behandeld.

### *Resolutie*

Hoe hoger de resolutie van een ruimtelijk bestand des te nauwkeuriger de ruimte kan worden beschreven. Hoge resolutie betekent echter ook veel rekentijd en voorlopig lijkt op dit punt voor landsdekkende analyses een resolutie van minder dan 25 meter niet haalbaar. Dit betekent dat in bepaalde regio's van Nederland de mate van openheid minder goed te berekenen valt. Waar bomenrijen en bosstroken op ongeveer twee maal de resolutie (50 meter) van elkaar vandaan liggen gaan de cellen elkaar diagonaal raken met als gevolg dat zichtlijnen worden doorbroken (Figuur 25). Een landsdekkende analyse met bijvoorbeeld een resolutie van 5 meter is niet haalbaar, maar een analyse op een deelgebied van Nederland zou uitsluitel kunnen geven over de grootte van dit probleem. Het is misschien ook mogelijk middels een ruimtelijke analyse de mogelijke probleemgebieden op te sporen en zodoende een idee te vormen waar het probleem zich vooral zou kunnen voordoen.



*Figuur 25: Smalle open ruimtes 'slibben' dicht*

Weitkamp (2010) heeft voor zijn onderzoek voor tal van punten op vectorniveau diverse openheidsmaten berekend met Isovist-software. Uitgaande van dezelfde geografische data en waarneemafstand en exact dezelfde ligging van de zichtlijnen kunnen we deze openheidsmaten beschouwen als de nauwkeurigst mogelijke meting vanaf een kaart. Vergelijken we de waarden van Weitkamp met die van ViewScape, dan krijgen we een goed beeld van het effect van de resolutie van 25 meter op de berekende waarden. Het is misschien niet eenvoudig aan de exacte basisdata van Weitkamps onderzoek te komen en het aantal punten waarvoor hij de analyse heeft gedaan is beperkt.

### *Criteria grondgebruik*

Hoe de uiteindelijke basiskaart eruit komt te zien is erg afhankelijk van de in paragraaf 2.2.3 beschreven criteria. Door aan de knoppen van de criteria te draaien zal de kaart er steeds anders uitzien. De juiste instellingen zijn echter vrij goed te beredeneren en het heeft weinig zin om aan die knoppen te draaien. Stel je bijvoorbeeld als eis dat 1 meter bomenrij al genoeg is om de cel als dicht te beschouwen, dan heeft dat tot gevolg dat alle bomenrijen die ergens in een cel eindigen in feite worden verlengd tot de rand van de cel. De hele cel wordt immers als bomenrij getypeerd. Het omgekeerde is ook het geval. Als we vinden dat een cel voor minimaal de resolutie gevuld moet zijn met bomenrij, dan worden alle bomenrijen korter en verdwijnen bovendien heel veel cellen die diagonaal worden aangesneden. De beste keuze ligt dus in het midden van de uitersten: 12,5 meter bij een resolutie van 25 meter.

Een vergelijkbare redenering gaat op voor bosstroken. Vanaf drie meter breedte kunnen bosstroken als polygoon zijn weergegeven. Bij een lengte van 12,5 meter komt dit dus overeen met 37,5 m<sup>2</sup> in de cel. Is een bepaalde bosstrook geen 3 meter breed, maar 10, dan betekent dit dat er slechts 3,75 meter in een cel hoeft te liggen om als gesloten te worden gezien. Vrij grote onderbrekingen tussen bosstroken kunnen dus dichtslibben als de ene strook nog enkele meters in een cel ligt en in een aangrenzende cel ook slechts enkele meters ligt van een nieuwe bosstrook. In het ergste geval kunnen openingen van bijna 50 meter als gesloten worden gezien. Het criterium verhogen is echter geen optie omdat dit tot gevolg heeft dat complete bosstroken van 3 meter breed uit het landschap zullen verdwijnen.

Voor randen van bos- of bebouwingscomplexen heeft het ook niet veel zin om aan de criteria te sleutelen. Een cel ligt aan de rand van een complex als minimaal één aangrenzende cel geheel gevuld is en het is dan logisch om als eis te stellen dat minimaal de helft van de cel gevuld moet zijn om als gesloten beschouwd te worden. Op deze manier zal de werkelijke oppervlakte van een open plek in bos het best worden benaderd.

We hebben ervoor gekozen om overig bodemgebruik niet mee te nemen in de basiskaart. We gaan er namelijk vanuit dat dit type voor een groot deel wordt afgedekt door de bebouwing die er bijna altijd op aanwezig is, inclusief de 'overdrijving' die het gevolg is van het meenemen van hele cellen (625 m<sup>2</sup> per cel) wanneer minimaal 31 m<sup>2</sup> van de cel bebouwd is. Toch kan het geen kwaad om te onderzoeken of dit daadwerkelijk het geval is.

### ***Effect bomenrijen***

Het wel of niet meenemen van bomenrijen heeft verreweg de grootste invloed op de berekende zichtbare oppervlaktes. Tot nu toe is er altijd gerekend met bomenrijen die het zicht volledig belemmeren. Bomenrijen zijn echter nogal doorzichtig en eigenlijk zouden we daar iets mee moeten doen. Mogelijke oplossingen zijn:

- In GIS proberen om cellen in bomenrijen alternerend aan en uit te zetten. Dit heeft een paar grote voordelen:
  - § ViewScape hoeft niet te worden aangepast;
  - § Schuin aangesneden bomenrijen worden minder doorzichtig dan loodrecht aangesneden bomenrijen.
- We rekenen heel Nederland twee keer door, één keer met bomenrijen en één keer zonder. Op grond van het resultaat met bomenrijen maken we een indeling in bijvoorbeeld tien openheidklassen. Binnen die klassen kijken we naar het verschil met de analyse waarin bomenrijen zijn weggelaten. Op de plaatsen waar er geen verschil is blijft de classificatie hetzelfde. Waar de openheid significant is toegenomen passen we de classificatie aan. Daarvoor moeten we de lege ruimtes in een tabel zoals weergegeven in Tabel 4 een waarde geven.
- Met de hierboven genoemde methode wordt geen verschil gezien tussen enkele of meerdere bomenrijen. Dit zou kunnen worden opgelost door eerst de analyse met bomenrijen te doen en vervolgens in een analyse zonder bomenrijen ViewScape voor het zichtvlak van elk analysepunt de gemiddelde oppervlakte te berekenen van de ruimtes uit de analyse met bomenrijen.
- ViewScape zodanig aanpassen dat de oppervlakte die achter een bomenrij ligt nog maar voor x % meetelt en bij een tweede bomenrij nog maar voor y %.
- Mate van doorzichtigheid bomenrijen onderzoeken. Het probleem daarbij is dat de doorzichtigheid nogal varieert. Op de Topografische kaart wordt geen onderscheid gemaakt tussen jonge en oude bomenrijen en we weten ook niet om welke boomsoorten het gaat dus we kunnen dan ook alleen maar werken met een gemiddelde doorzichtigheid. Hoe nemen we de mate van doorzichtigheid mee in ViewScape?

Tabel 4: Mogelijke combinaties van openheidsklassen bij analyses met en zonder bomenrijen

Met/Zonder	<2	2-5	5-20	20-50	50-100	100-200	200-500	500-1000	1000-1500	>1.5K
1 (< 5 ha)	1									
2 (5-25 ha)	-	2								
3 (25-50 ha)	-	-	3							
4 (50-100 ha)	-	-	-	4						
5 (100-250 ha)	-	-	-	-	5					
6 (250-500 ha)	-	-	-	-	-	6				
7 (500- 750 ha)	-	-	-	-	-	-	7			
8 (750-1000 ha)	-	-	-	-	-	-	-	8		
9 (1000-1500 ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
10 (>1500 ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10

### 4.1.3 Basiskaart terreinhoogte

Bij het samenstellen van de basiskaart terreinhoogte vanuit AHN hadden we met een aantal problemen te maken. Die hebben we deels op kunnen lossen (zie 0).

### 4.1.4 ViewScape

ViewScape kent een aantal hard gecodeerde parameters en een aantal instelbare parameters waarvan we ons moeten afvragen hoe gevoelig de uitkomst van de analyse is voor de ingestelde waarde. Het gaat om:

- hoek tussen de berekende zichtlijnen (hard in code);
- afstand tussen waarneempunten (input in bestand);
- waarneemhoogte (parameter);
- hoogte van grondgebruikstypen (input in tabel);
- maximale waarneemafstand (parameter);
- maximale kijkhoek (tegen terrein) (parameter).

Bij het bekijken van de gevoeligheid voor deze instellingen moeten we rekening houden met de minimale resolutie waarmee we kunnen werken en het schaalniveau waarop we uitspraken kunnen en willen doen. Het verhogen van de resolutie van zowel de invoerbestanden als het bestand met de waarneempunten zal een nauwkeurigere berekening te zien geven van de zichtbare oppervlakte. De uiteindelijke berekende openheid zal gepresenteerd worden in een beperkt aantal klassen. Bij het bepalen van de gevoeligheid is het met name zaak om te achterhalen hoe gevoelig de berekende openheidsklasse is voor de instelling van de parameter.

#### **Aantal zichtlijnen**

De hoek tussen de berekende zichtlijnen staat hard in de code en bedraagt één graad en komt dus overeen met 360 zichtlijnen per te analyseren punt. Eén graad beslaat op een afstand van ongeveer 1400 meter een breedte van 25 meter. Dit betekent dat bij een waarneemafstand groter dan 1400 meter geïsoleerde cellen gemist kunnen worden. Vanaf een waarneemafstand groter dan 2800 meter kunnen objecten van 50 meter worden gemist. De invloed van dit soort relatief kleine objecten op grotere afstand op de berekende waarden en de waargenomen openheid is waarschijnlijk vrij klein.

Aan de andere kant bepaalt het aantal zichtlijnen de minimale breedte van doorkijkjes die nog worden gezien. Hoe meer zichtlijnen des te groter de kans dat een doorkijk(je) door ViewScape wordt gezien.

Daarbij is het wel de vraag of smalle doorkijkjes op enige afstand nog als zodanig worden beleefd. Heel veel zichtlijnen levert dan niet alleen meer rekentijd op, maar op diverse plaatsen ook een toename en wellicht een overschatting van de oppervlakte zichtbaar landschap.

### ***Afstand tussen waarneempunten***

Naast de resolutie van de ruimtelijke bestanden waarmee de situatie in het veld wordt beschreven hebben we te maken met de onderlinge afstand tussen de waarneempunten. Die punten kunnen op elke plek liggen, maar bij een landsdekkende analyse ligt het voor de hand daarvoor een regelmatig raster te nemen. Hoe groter de afstand tussen de punten hoe groter de oppervlakte van open ruimten die gemist kunnen worden. Voor elke cel in de basiskaart (huidige resolutie 25 m) wordt berekend vanuit hoeveel waarneempunten hij kan worden gezien. Bij een onderlinge afstand van 100 meter tussen de waarneempunten vertegenwoordigt elk waarneempunt een oppervlakte van 1 ha. Eén waarneempunt per 100 meter betekent dat er nog altijd een redelijke kans is dat vierkante ruimten van 1 ha of grotere rechthoekige ruimten worden gemist. De kleinste legenda-eenheden op de uiteindelijke kaart (< 1 ha, 1-2 ha) zijn hierdoor minder betrouwbaar. Niet dat de ruimte ter plekke niet zo groot zijn, maar het is waarschijnlijk dat er op in Nederland meer plekken te vinden zijn van deze omvang. Bij de berekening van de oppervlakte zichtbaar landschap gaat het met name om de grotere oppervlakken en er is daarom weinig aanleiding om het aantal analysepunten te vergroten.

### ***Waarneemhoogte***

De waarneemhoogte is in ViewScape instelbaar en tot nu toe is steeds een hoogte gebruikt van 1.5 meter, aangezien we uitgaan van een staand persoon. Een gevoeligheidsanalyse op dit punt heeft niet veel zin aangezien de zicht blokkerende elementen per definitie een hoogte krijgen van meer dan de waarneemhoogte.

### ***Hoogte van grondgebruiktypen***

Per grondgebruikstype in de basiskaart kan er een hoogte worden opgegeven. Voor de analyses die in dit rapport zijn beschreven is er echter maar één type gedefinieerd: 'gesloten'. Alle gesloten cellen hebben een standaard hoogte van 10 meter gekregen. Variaties in opgegeven hoogte hebben over het algemeen geen effect op het resultaat aangezien ze per definitie boven de waarneemhoogte liggen. In reliëfrijke gebieden is er wel degelijk een effect te verwachten en het zou beter zijn om de werkelijke hoogte van objecten te kennen.

Het zou voor de hand liggen om bossen en bomenrijen een standaard hoogte van 15 meter te geven, maar dat is in de huidige basiskaart niet mogelijk. Daarvoor moeten bebouwing en opgaande begroeiing worden gesplitst op de basiskaart en daarvoor zouden de criteria moeten worden aangepast.

Als we weten hoe gevoelig de uitkomst is voor de hoogte van objecten kunnen we beslissen of we blijven werken met een standaard hoogte of gebruik gaan maken van de werkelijke hoogte van objecten (te achterhalen met behulp van de ruwe data van AHN, of in de toekomst wellicht toegevoegd aan topografische objecten).

### ***Maximale waarneemafstand***

De resultaten van ViewScape zijn afhankelijk van de maximale waarneemafstand. Weitkamp (2010) schrijft dat in diverse onderzoeken wordt aangetoond dat de waargenomen openheid niet wordt beïnvloed door objecten op een afstand groter dan 1200 meter. Zijn eigen onderzoek toont echter aan dat deze afstand ongeveer 3500 meter is. Wij zijn hier, deels om pragmatische redenen (rekentijd), tussenin gaan zitten en hebben de analyses uitgevoerd met een maximale afstand van 2200 meter. Naast de rekentijd is het nadeel van een grotere analyseafstand dat in langwerpige ruimtes en in geval van doorkijkjes de zichtbare oppervlakte toeneemt, maar de extra ruimte ver van de waarnemer verwijderd is en niet als zodanig wordt ervaren. Hier is het mede de afstand tot de opgaande elementen die het gevoel van openheid bepaalt. In geval van grote open ruimtes kan een



grotere analyseafstand wel zin hebben aangezien de berekende oppervlakte tevens een maat is voor de afstand tot opgaande elementen.

Het vergroten van de maximale waarneemafstand heeft alleen effect op waarneempunten waar de grootste afstand gelijk is aan de maximale waarneemafstand. Alleen hier zijn immers grotere afstanden mogelijk. Dit effect kan dus zowel gewenst als ongewenst zijn.

In ons geval is het vooral van belang hoeveel openheidklassen we willen onderscheiden op de uiteindelijke kaart. Hoe kleiner het aantal klassen des te geringer het effect van het vergroten van de maximale waarneemafstand. Bij een gering aantal klassen is de kans zeer groot dat de punten die een grotere oppervlakte krijgen al in de grootste openheidklasse liggen.

### **Maximale kijkhoek**

ViewScape volgt het terrein omhoog tot een obstakel of tot een maximale kijkhoek tussen de top van het terrein en het horizontale vlak. De maximale kijkhoek is hard gecodeerd en staat op 6% (6 meter stijging per 100 meter). Het kan geen kwaad te bepalen in welke mate de resultaten van ViewScape afhangen van de maximale kijkhoek. De kijkhoek heeft vanzelfsprekend alleen invloed op het resultaat in reliëfrijke gebieden en in de nabijheid van dijken. We zouden de kijkhoek als volgt kunnen variëren: 4, 6, 8 en 10%

## **4.1.5 Conclusie**

In de vorige paragrafen van dit hoofdstuk zijn een aantal gevoeligheden besproken waar we bij de berekening van de oppervlakte zichtbaar landschap mee te maken hebben. Gezien de beperkte middelen is er geen ruimte voor een uitgebreide gevoeligheidsanalyse waarbij gekeken wordt naar het effect van de instelling van parameters op de uitkomsten. Gelukkig is dit voor een groot aantal parameters niet echt nodig. Tabel 5 geeft een overzicht van de belangrijkste gevoeligheden op volgorde van (ingeschatte) belangrijkheid.

*Tabel 5: Belangrijkste gevoeligheden gebruikte instellingen en input van parameters in Viewscape*

<b>Belang</b>	<b>Gevoeligheid</b>	<b>Aanpak</b>
1	Bomenrijen	Verdient verdere analyse, maar was gezien de beperkte middelen niet mogelijk
2	Resolutie	Gevoeligheidsanalyse/validatie besproken in volgend hoofdstuk
3	Terreinhoogte	Analyse ongewenste effecten in bebouwd gebied en bos
4	Waarneemafstand	Analyse met maximale afstand op 3500 meter en verschil bekijken
5	Overig bodemgebruik	Verdient verdere analyse, maar lijkt nu minder urgent
6	Maximale kijkhoek	Alleen effect in reliëfrijke gebieden

## **4.2 Controle output en validatie**

In de loop van het project zijn er meerdere validatiemethoden bedacht en deels uitgewerkt (zie Bijlage 4 ). Om financiële en inhoudelijke redenen is gekozen voor een vrij eenvoudige benadering die zich richt op de door ViewScape berekende oppervlaktes aangezien dit de belangrijkste ruimtelijke maat is. We kijken niet naar individuele zichtlijnen hetgeen betekent dat de door ViewScape berekende langste zichtlijn, kortste zichtlijn en kortste afstand tot een opgaand object niet zijn gevalideerd.

Alvorens de validatie te bespreken schenken we eerst wat aandacht aan de controle van de output van ViewScape.

#### 4.2.1 Visuele controle zichtbaar landschap met reliëf

De in hoofdstuk 3 besproken landsdekkende kaarten geven een beeld te zien dat je zou verwachten. Zelfs de detailkaarten zien er vertrouwenwekkend uit, zolang je er door je oogvelden naar kijkt. Kijken we bijvoorbeeld naar de Sloterplas en directe omgeving (Figuur 26) dan verwachten we een open ruimte van ongeveer tachtig hectare omsloten door bos en bebouwing met nergens een opeenruimte van meer dan twee hectare. We zien echter iets anders (Figuur 27).

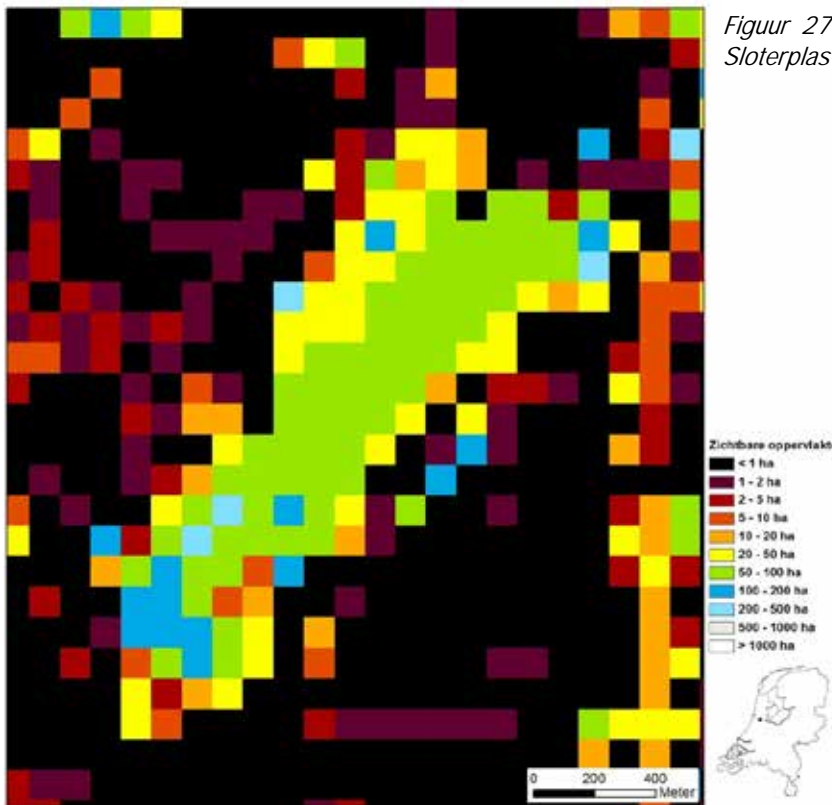
De oppervlakte zichtbaar landschap is op diverse plaatsen veel groter dan verwacht. Dit wordt veroorzaakt door onvolkomenheden in het terreinhoogtebestand AHN. In de bebouwde omgeving komt de waargenomen hoogte regelmatig niet overeen met de hoogte van het terrein, maar met de hoogte van de bebouwing. Hiervan heeft ViewScape last aan de randen van bebouwingscomplexen.

ViewScape is namelijk zo geprogrammeerd dat de oppervlakte zichtbaar landschap ook wordt berekend voor gesloten cellen die grenzen aan open gebied. Het waarneempunt voor deze cellen ligt dus niet anderhalve meter boven de grond, maar boven het dak van een gebouw. Hierdoor wordt er een veel te grote oppervlakte zichtbaar landschap berekend. In feite is in de bebouwde omgeving elke oppervlakte groter dan twee hectare verdacht.



*Figuur 26: Sloterplassen  
Amsterdam*

Ook de door ons geschatte waterhoogte levert hier en daar problemen op. Met name in de bebouwde omgeving kan de hoogte van het oppervlaktewater te hoog zijn berekend doordat gebouwen aan de oever als oever worden gezien. Hierdoor worden ten onrechte grote zichtbare oppervlakten en lange zichtlijnen berekend. Het kan ook zijn dat binnen het watervlak de berekende hoogtes dusdanig variëren dat tegen een 'muur van water' wordt aangekeken. In dat geval is de berekende oppervlakte juist kleiner dan hij in werkelijkheid is. Het is ook nog mogelijk dat op bepaalde plaatsen op het oppervlaktewater een hellingshoek van minder dan zes graden voorkomt, waardoor achter deze virtuele helling liggende objecten niet worden 'gezien' en de zichtlijnen doorlopen tot de maximale waarneemafstand. Waarschijnlijk is dit aan de hand op de Sloterplassen (Figuur 27) waar zichtbare oppervlaktes in de klasse van honderd tot tweehonderd en zelfs tweehonderd tot vijfhonderd hectares voorkomen terwijl de open ruimte ongeveer tachtig hectare groot is.



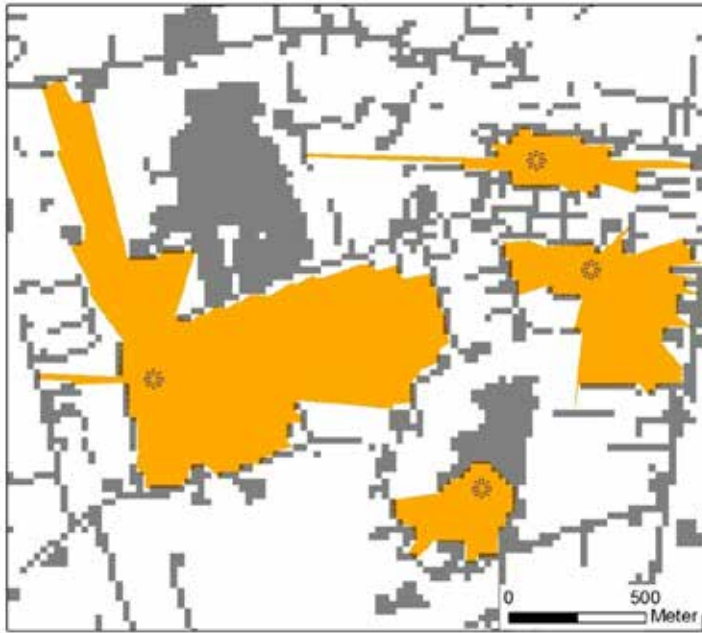
Figuur 27: Zichtbaarheid omgeving Sloterplas

Het is de vraag hoe ernstig de hier genoemde fouten zijn aangezien het om de bebouwde omgeving gaat. Het zou kunnen worden opgelost door de bebouwde omgeving volledig af te dekken en niet mee te nemen in de kaart. Het probleem van de waterhoogten is echter minder eenvoudig op te lossen.

### **Visualisatie en overlay zichtvlakken**

Om te kunnen controleren of ViewScape daadwerkelijk berekent wat we voor ogen hebben is het uitgebreid met een module die het mogelijk maakt de zichtvlakken van een beperkt aantal punten weer te geven als polygonen. Dit hebben we toegepast binnen een studiegebied in de omgeving van Haulerwijk (Friesland). Enkele tientallen van deze vlakken is middels een visuele controle vergeleken met de basiskaart (vier daarvan zijn weergegeven in Figuur 28). Daarbij is niet gelet op kleine overlappings met gesloten cellen aan de rand van elk vlak, maar hebben we gezocht naar in het oog springende fouten als lange 'spaken' die over opgaande elementen heen gaan of vlakken die te ruim binnen de werkelijke open ruimte liggen. Dit soort fouten zijn niet gevonden.

Omdat uit de visuele check bleek dat er geen in het oog springende fouten op grote schaal voorkwamen hebben we een volgende stap gezet door voor een groot aantal punten (ruim 9000) op een andere manier te kijken naar de polygonen van de zichtvlakken. Die zijn eerst met 12,5 meter naar binnen gebufferd om een eventuele kleine overlap met de cellen van de basiskaart uit te sluiten. Er is een overlay uitgevoerd met de basiskaart en daaruit bleek dat geen enkele polygoon overlap vertoonde met gesloten cellen in de basiskaart. De 'ontsnappende zichtlijnen' waar we in eerdere versies van ViewScape nog wel eens mee te maken hadden blijken niet meer voor te komen.



*Figuur 28: Vier zichtvlakken*

#### 4.2.2 Methode validatie

Aan de basis van onze analyses liggen de 360 zichtlijnen die ViewScape per analysepunt berekent. De validatie zou kunnen bestaan uit een veldstudie waarbij op een aantal analysepunten met laser apparatuur de zichtlijnen worden nagemeten. Dit is echter niet zo eenvoudig en heeft een aantal nadelen:

- bomenrijen worden door ons als gesloten beschouwd, maar een laserstraal gaat, op de boomstammen na, door de bomenrijen heen;
- Wij houden in onze analyses rekening met reliëf door het omhoog te volgen tot een bepaalde kijkhoek; hetzelfde doen met laserstralen is een ingewikkelde klus;
- het is zeer arbeidsintensief;
- vertroebeling door een mismatch tussen werkelijkheid en topografische kaart;
- laserstraal kan terugkaatsen op allerlei niet relevante objecten (rietstengels bijv.).

Het ligt dus meer voor de hand om de berekende oppervlakte te vergelijken met de werkelijke oppervlakte in het veld of op de kaart. Hier krijgen we te maken met het feit dat de topografische kaart niet altijd nauwkeurig is (zie paragraaf 3.3.2) en we willen niet dat de validatie wordt vervuild door een onnauwkeurige weergave van de werkelijkheid. Daarnaast is het erg ingewikkeld om uitgaande van een bepaald punt het zichtbare vlak op het oog te digitaliseren.

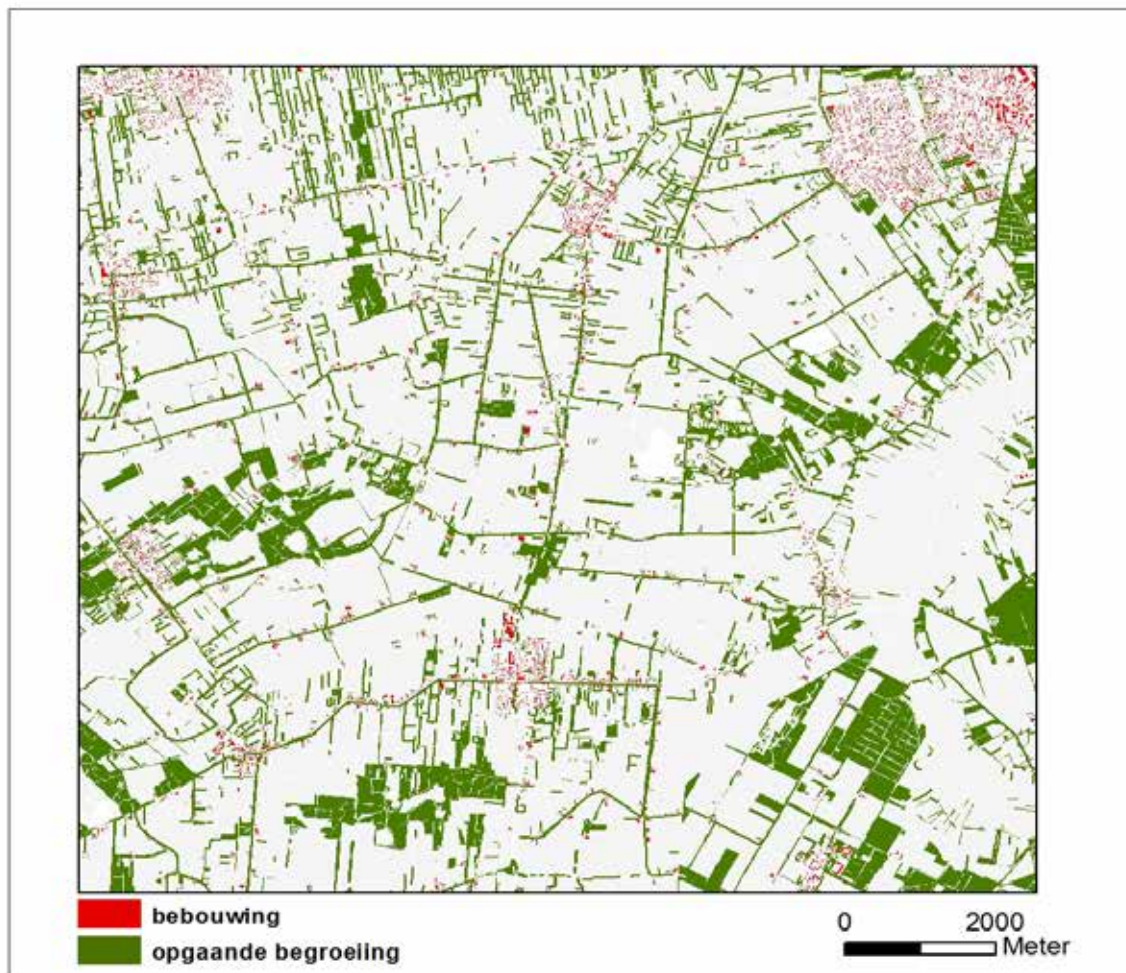
We zouden ook de controle via de oppervlaktes van afzonderlijke ruimtes kunnen loslaten en deskundigen onze kaart met oppervlaktes zichtbaar landschap kunnen voorschotelen met de vraag of het beeld klopt met hun beeld van de openheid van het Nederlandse landschap. Hier doet zich het probleem voor dat de deskundigen niet denken in oppervlaktes, maar begrippen als zeer open, open, halfopen en besloten. We hebben in paragraaf 3.3 gezien dat deze begrippen nogal subjectief zijn en het niet zo eenvoudig is de zichtbare oppervlaktes te vertalen naar maten van openheid.

Na overleg met statisticus Paul Goedhart (Biometris, Wageningen UR) hebben we ervoor gekozen in een testgebied de opgaande elementen met een veel hogere resolutie te beschrijven en ViewScape veel nauwkeuriger in te stellen. Daarmee kunnen we de werkelijke oppervlaktes beter benaderen. In feite is dit een soort kruising tussen validatie en gevoeligheidsanalyse.

De validatie is uitgevoerd zonder rekening te houden met reliëf! Analyses met reliëf zijn veel minder gemakkelijk geautomatiseerd te controleren op eventuele fouten aangezien de eindpunten van de zichtlijnen niet hoeven samen te vallen met een object in het veld (een element op de kaart). Dit neemt niet weg dat met een visuele controle eventuele in het oog springende fouten gemakkelijk te traceren zijn. Aangezien de visuele controle een niet zo grote rol heeft gekregen tijdens de validatie was het beter geweest bij de validatie toch ook rekening te houden met reliëf.

### 4.2.3 Validatie zichtbaar landschap zonder reliëf

Voor de validatie hebben we een studiegebied nodig van beperkte omvang aangezien we met een zeer hoge resolutie gaan werken. In dat studiegebied moeten zowel grote open ruimtes als kleine besloten ruimtes voorkomen. We hebben gekozen voor een studiegebied van twaalf bij dertien kilometer in de omgeving van Haulerwijk (Figuur 29). Een grotere variatie in open ruimten was wenselijk geweest, maar die hadden we alleen kunnen bereiken met een groter studiegebied of meerdere kleine. Om praktische redenen hebben we gekozen voor een enkel, zo groot mogelijk (gezien de gewenste hoge resolutie) studiegebied.



*Figuur 29: Proefgebied voor validatie*

We verwachten een afwijking ten opzichte van de werkelijkheid door de resolutie van 25 meter waarmee de topografische ondergrond is verrasterd en het beperkte aantal zichtlijnen waarmee wordt gerekend. Door de verrastering worden met name bomenrijen sterk in oppervlakte overdreven en openingen tussen opgaande elementen worden 'dicht geknepen' of juist te groot weergegeven, afhankelijk van de ligging in elke cel. Met name voor analysepunten in kleine of smalle ruimtes, in de nabijheid van kleine opgaande objecten en op de kopse kanten van lijnvormige elementen zou dit tot aanzienlijke verschillen kunnen leiden.

Om te berekenen hoe groot de oppervlaktes van de zichtvlakken werkelijk (bij benadering) zijn hebben we de opgaande elementen in het studiegebied verrasterd met een resolutie van 5 meter in plaats van 25 (één meter bleek niet haalbaar in verband met de rekentijd) en de analyse uitgevoerd met 2880 zichtlijnen in plaats van 360. Hierdoor wordt de vorm van elke ruimte beter beschreven en de werkelijke oppervlakte beter benaderd.

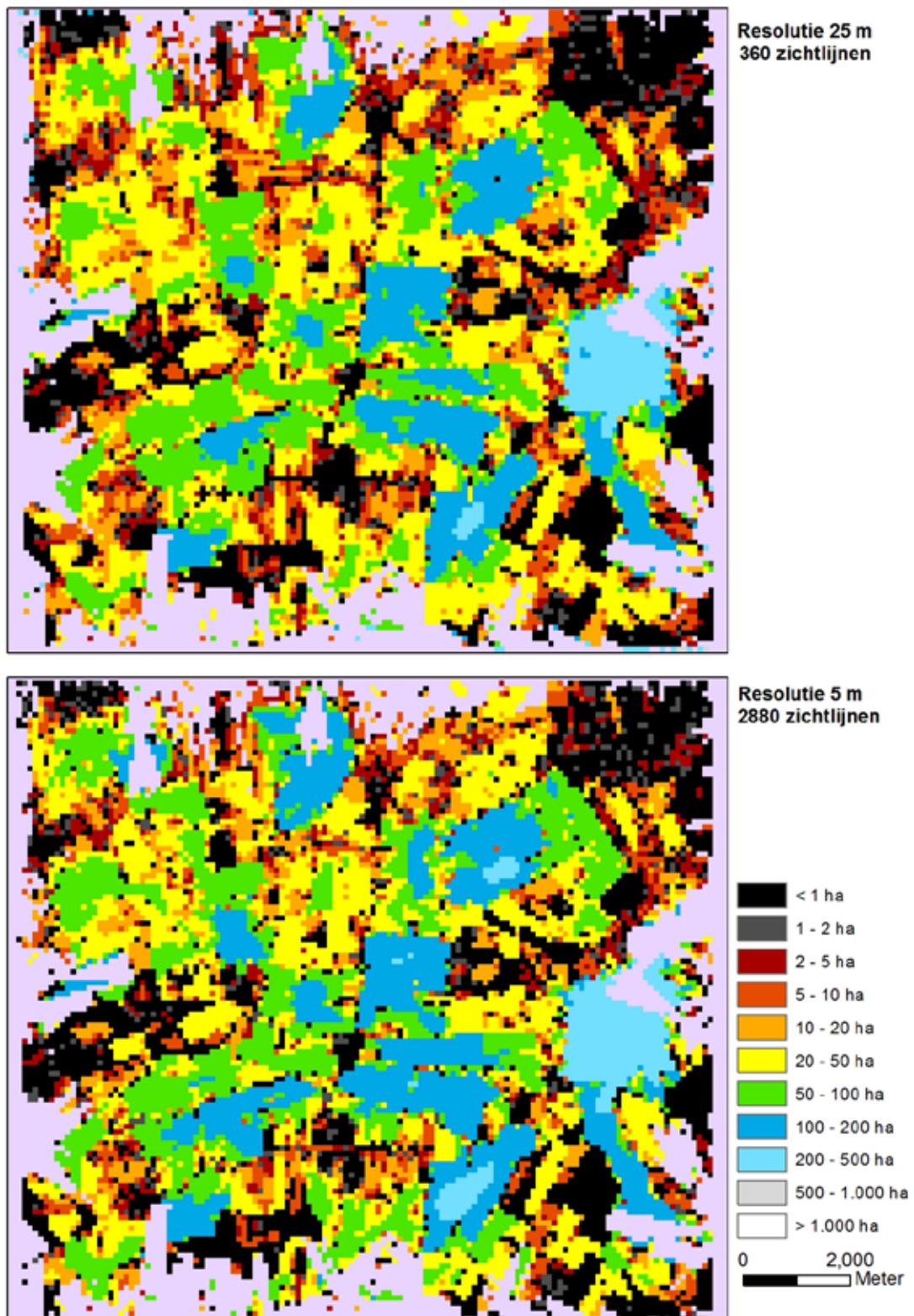
Zoals bij de landsdekkende analyse hebben we gerekend met een maximale afstand van 2200 meter. De omtrek van een cirkel met deze straal is 13.823 meter. Delen we dit door 2880 zichtlijnen dan zien we dat die op de rand van de cirkel 4,80 meter uit elkaar liggen. Zodoende weten we bij een resolutie van 5 meter zeker dat geen enkel object wordt gemist. Ook kleine openingen van 5 meter of meer worden nergens gemist en hoe dicht bij het analysepunt des te kleiner de doorkijkjes die nog worden 'gezien'. Dit kan ook een nadeel zijn aangezien doorkijkjes op (grote) afstand niet als zodanig worden waargenomen, maar de erachter liggende oppervlakte wel wordt meegeteld. Als uit de validatie blijkt dat bepaalde ruimtes bij een hoge resolutie veel groter zijn, wil dat niet zeggen dat die ruimte als zodanig wordt ervaren. Dit bemoeilijkt het interpreteren van de resultaten van de validatie. Dit kan in de toekomst worden opgelost door voor zowel de landsdekkende analyse als voor de validatie een minimale hoek te definiëren voor openingen.

#### **4.2.4 Resultaten validatie**

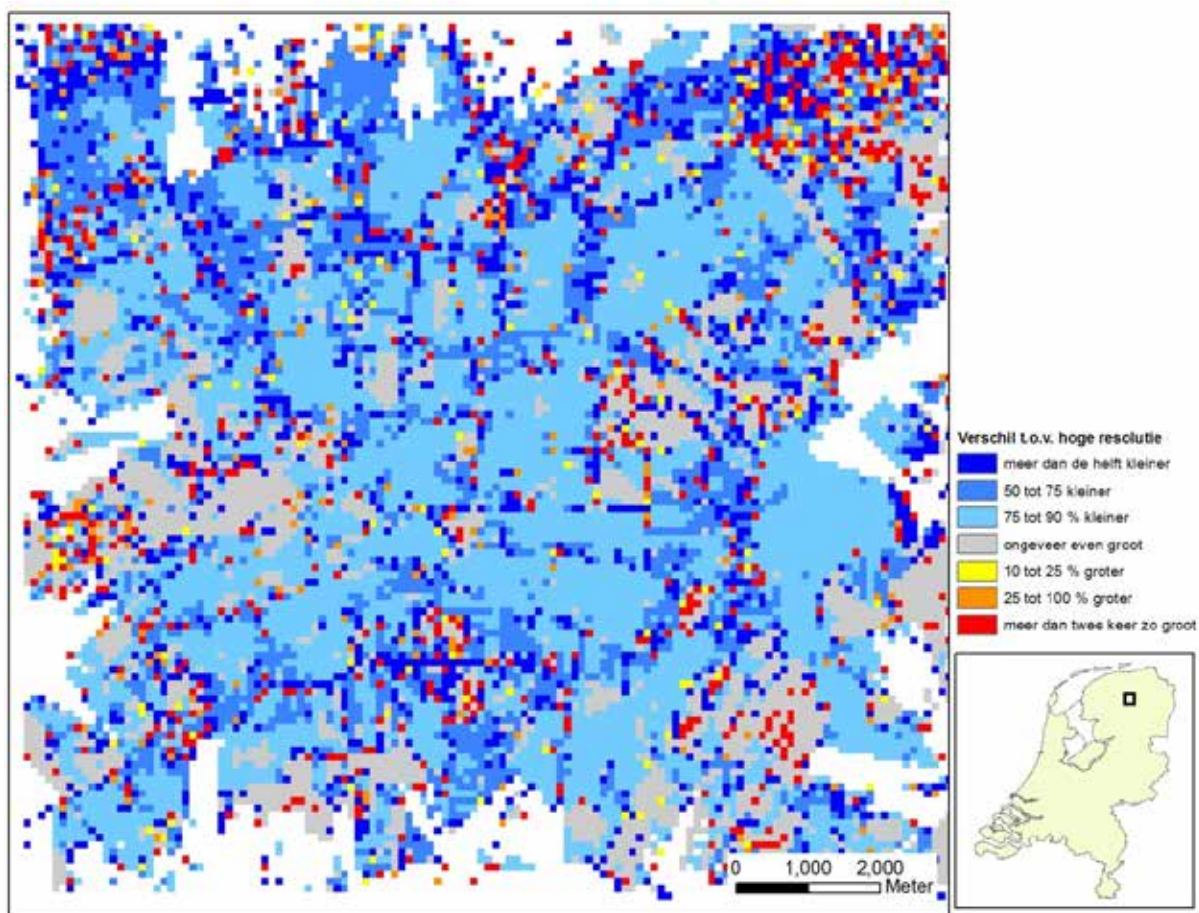
Voor de validatie hebben we de resultaten van de hoge-resolutie-analyse in de omgeving van Haulerwijk vergeleken met dezelfde resolutie als bij de landsdekkende analyse, maar dan zonder reliëf. Alleen de analysepunten waarvan het zichtvlak volledig binnen het studiegebied valt komen in aanmerking voor de vergelijking. In Figuur 30 is te zien dat bij een lagere resolutie en minder zichtlijnen met name de grotere ruimtes iets kleiner lijken te worden. Door de classificatie lijken de verschillen niet zo groot. Vergelijken we de absolute hoeveelheden met elkaar, dan krijgen we een iets ander beeld (Figuur 31). Een groot deel van de ruimtes is bij een resolutie van 25 meter en 360 zichtlijnen 10 tot 25 % kleiner dan bij een resolutie van 5 meter en 2880 zichtlijnen. Oppervlaktes lijken over het algemeen dus te klein te worden berekend.

De onderschatting van de oppervlakte van de open ruimtes heeft een aantal oorzaken (gevisualiseerd in het bovenste kaartje van Figuur 32):

- met meer zichtlijnen is de kans groter dat smalle openingen in het landschap worden gevonden en de achterliggende oppervlakte wordt meegeteld;
- met meer zichtlijnen kan de ruimte nauwkeuriger worden afgetast en de vorm van de ruimte beter beschreven;
- met een hogere resolutie worden openingen in het landschap ruimer aangezien we er bij de lagere resolutie voor hebben gekozen cellen die voor (ruim) minder dan de helft gevuld zijn toch als gesloten te beschouwen;
- met een hoge resolutie gaat minder ruimte verloren aan objecten die in het veld klein of smal zijn.



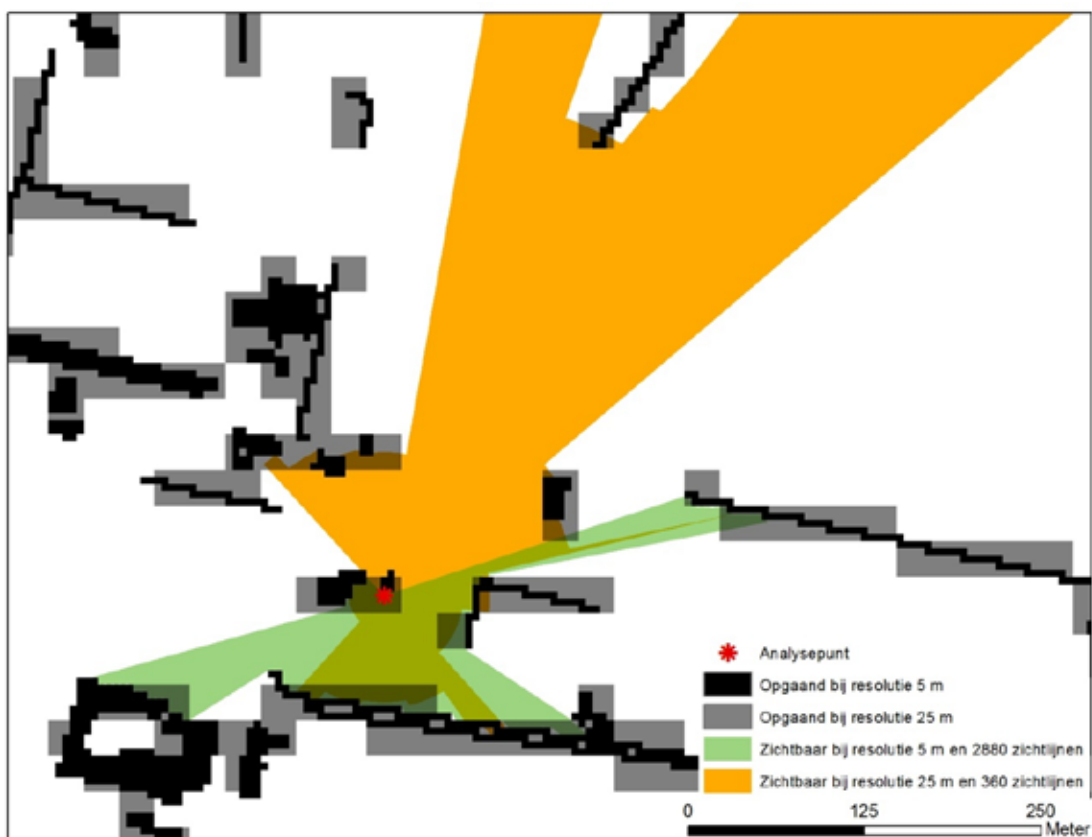
*Figuur 30: Zichtbaar oppervlak bij lage en hoge resolutie (lichtpaars is NoData)*



*Figuur 31: winst/verlies aan oppervlakte door resolutie van 25 m en 360 zichtlijnen t.o.v. 5 m en 2880 zichtlijnen*

In Figuur 31 kunnen we zien dat er ook punten zijn waar bij een lagere resolutie juist (veel) meer wordt gezien. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat ViewScape zo geprogrammeerd is dat vanuit de randcellen van opgaande elementen de ernaast gelegen ruimte toch kan worden gezien. Met een resolutie van 5 meter worden kleine objecten veel nauwkeuriger beschreven waardoor een punt achter een gebouw of bomenrij komt te liggen waar het bij een resolutie van 25 meter nog in het gebouw of de bomenrij lag. Het gebouw of de bomenrij schermt een groot deel van het landschap af.





Figuur 32: Zichtvlakken bij punt 586494 (boven) en 586495 (onder)



## 5 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk komt aan de orde wat we geleerd hebben uit dit project en wat we nog zouden kunnen verbeteren. De onderwerpen komen op volgorde van belangrijkheid aan de orde.

### ***Berekenen zichtbaarheid landschap***

Het berekenen van de zichtbaarheid van het landschap met ViewScape is een duidelijke verbetering ten opzichte van de KELK-analyses. Het detailniveau is veel hoger en er kan rekening gehouden worden met reliëf. Door het hoge detailniveau stellen we ook hogere eisen aan de input. TOP10-vector van 2006 blijkt nauwkeurig genoeg te zijn om openheidsanalyses mee uit te voeren en het is aannemelijk dat hetzelfde geldt voor TOP10NL.

### ***Begripsbepaling openheid landschap***

In het begin van ons onderzoek hebben we geworsteld met het begrip 'openheid van het landschap'. Het is subjectief en van een groot aantal factoren afhankelijk. Toch is gebleken dat met een beperkt aantal ruimtelijke maten te voorspellen is hoe open iemand een landschap vindt. Weitkamp (2010) heeft aangetoond dat een combinatie van de gemiddelde zichtlijn en de langste zichtlijn de beste indicator is voor openheid. De oppervlakte zichtbaar landschap is, zij het iets minder sterk, ook significant voor de beleving van openheid en is bovendien veel gemakkelijker te communiceren. Wij zien de zichtbare oppervlakte van een landschap als goed bruikbare maat voor de openheid ervan. Aangezien de beleving van openheid erg subjectief is zal het niet eenvoudig zijn de zichtbare oppervlaktes te vertalen naar openheidsklassen.

### ***Bomenrijen***

Bomenrijen vervullen een cruciale rol bij de beleving van de openheid van het landschap. Tot nu zijn de bomenrijen steeds als ondoorzichtig meegenomen, maar dat zijn ze allerm minst. Het is onduidelijk wat de precieze invloed van de bomenrijen is op de beleving van de openheid en het is de vraag of hierover voldoende bekend is om de ViewScape-analyses hierop aan te passen. We kunnen het effect van bomenrijen op de analyse verkennen door ViewScape een keer met en een keer zonder bomenrijen te draaien. Door beide analyses met elkaar te vergelijken komen we erachter waar de bomenrijen een grote invloed hebben op de openheid van het landschap. Wellicht is het met de resultaten van beide analyses ook mogelijk voor open landschappen de mate van doorsnijding met bomenrijen te bepalen en zodoende de openheid te nuanceren.

### ***Reliëf***

ViewScape maakt het mogelijk om rekening te houden met het reliëf. De resultaten van de analyses met reliëf zijn nog niet gevalideerd. Dat zou nog wel moeten gebeuren. Het reliëf dat aan ViewScape wordt aangeboden komt van AHN. Met dat bestand zijn echter nog een aantal dingen mis. Watervlakken hebben geen hoogte en kunnen niet meegenomen worden in de analyse. In dit project is geprobeerd de waterhoogte te achterhalen door te kijken naar de oeverhoogte. Dit levert hier en daar onbetrouwbare en foutieve informatie op en het zou goed zijn om op zoek te gaan naar de werkelijke hoogten van oppervlaktewateren (hydrografische kaarten). Een ander probleem met AHN zijn de foutieve hoogten in de bebouwde omgeving. Dit probleem kan waarschijnlijk worden omzeild door alle bebouwing in de openheidskaart toe te kennen aan de kleinste openheidsklassen. Door rekening te houden met reliëf wordt het ook van belang om de hoogte van bossen, bomenrijen en gebouwen beter in te schatten. Er is een redelijke kans dat in de nabije toekomst op dit gebied nauwkeurigere informatie beschikbaar komt.

### ***Geluidsschermen***

Bij het samenstellen van de basiskaart voor ViewScape waren er een aantal problemen die niet naar tevredenheid zijn opgelost. Bij de huidige analyse is geen rekening gehouden met geluidsschermen langs wegen en spoorlijnen. Ze zitten tegenwoordig wel als zodanig in de topografische kaart, maar

(nog) niet in het VIRIS-bestand van Alterra. Het is erg belangrijk voor de analyses dat de geluidsschermen op korte termijn aan VIRIS worden toegevoegd.

### ***Opgaande objecten***

Van de categorie 'overig grondgebruik' valt niet te zeggen in welke mate er opgaande objecten aanwezig zijn. Het zou goed zijn om in een korte studie te kijken naar het voorkomen van opgaande begroeiing op de categorie 'overig grondgebruik' en op basis daarvan een beslissing te nemen over hoe deze categorie in toekomstige analyses moet worden meegenomen.

### ***Nauwkeurigheid topografische data***

Bij monitoring stellen we zeer hoge eisen aan de nauwkeurigheid van de topografische data. De nadruk komt namelijk te liggen op de verschillen tussen bepaalde jaargangen. Om te kunnen monitoren moeten de veranderingen in het veld vele malen groter zijn dan de verbeteringen die in de kaarten worden aangebracht. Het is nog onduidelijk welke jaargangen van de digitale topografische kaarten betrouwbaar genoeg zijn om in een monitoringsreeks te worden opgenomen. Het is zelfs de vraag of zo'n kaart al bestaat. Mocht er op een gegeven moment besloten worden om te gaan monitoren, dan zal het resultaat moeten worden gevalideerd aan de hand van luchtfoto's.

### ***VIRIS-bestand***

Belangrijke input voor de basiskaart van ViewScape is het VIRIS-bestand van Alterra. Zolang ViewScape wordt gedraaid op een ondergrond met een resolutie van 25 meter is de continuïteit en betrouwbaarheid van dit bestand van groot belang. Daarnaast zou het handig zijn als in VIRIS de kaartbladgrenzen worden aangehouden en niet de landsgrens, ook als mocht blijken dat de topografische informatie uit België en Duitsland minder betrouwbaar is.

### ***Resolutie***

De door ons gebruikte resolutie van 25 meter en 360 zichtlijnen per punt blijken een structurele onderschatting van de zichtbare oppervlaktes te zien te geven. Met een resolutie van 5 meter en 2880 zichtlijnen meten we over het algemeen namelijk grotere oppervlaktes. Dit komt omdat de zichtbare ruimtes nauwkeuriger worden afgetast en beschreven. Toch lijkt het voor landsdekkende analyses niet per se nodig een hogere resolutie en meer zichtlijnen aan te houden. Met deze instellingen worden weliswaar de openingen in het landschap beter meegenomen, maar met name de kleine openingen worden waarschijnlijk niet als zodanig ervaren. Een hogere resolutie en meer zichtlijnen leveren niet per definitie een betere beschrijving van de werkelijkheid zoals die wordt beleefd. Daar komt bij dat een landsdekkende analyse met een resolutie van 5 meter voorlopig niet haalbaar lijkt. Bij analyses op regionaal en lokaal niveau ligt het wel voor de hand om met hogere resolutie, meer analysepunten en meer zichtlijnen te werken. Daarbij is het van belang om te weten welke betekenis (kleine) openingen in het landschap hebben voor de beleving.

### ***Maximale waarneemafstand***

Bij het kiezen van de maximale waarneemafstand zijn we min of meer pragmatisch te werk gegaan. De maximale afstand die door andere onderzoekers wordt aangehouden varieert van 1200 meter tot 3500 meter. Met het vergroten van de afstand neemt de analysetijd kwadratisch toe. Wij hebben gekozen voor een analyseafstand van 2200 meter die volgens ons goed werkbaar is, maar iets minder goed te onderbouwen. Het hangt er volgens ons nogal vanaf welke ruimtelijke maat binnen die afstand wordt berekend. Bij een grotere analyseafstand gaat er in de min of meer open landschappen veel ver weg gelegen ruimte meedoen terwijl die amper wordt ervaren. Grotere analyseafstanden hebben waarschijnlijk meer nut als ervoor gekozen wordt de langste zichtlijn mee te nemen bij het bepalen van de openheid. Het valt aan te bevelen om op dit punt nog wat onderzoek te verrichten.

## Literatuur

- AHN (1996-2004). Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN-1). Rijkswaterstaat Data en ICT Dienst, Delft.
- CBS, PBL, Wageningen UR (2009). Monitor Nationale Landschappen 2009. [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl). CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.
- CBS, PBL, Wageningen UR (2012). Openheid landschap (indicator 1022, versie 03, januari 2012). [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl). CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.
- Daalhuizen, F., F. van dam, M. Piek & N. Sorel (2008). Plattelandsontwikkeling en de gevolgen voor het landschap, Rotterdam/Den Haag: NAI Uitgevers/Ruimtelijk Planbureau.
- Jochem, R (2011) ViewScope Model 3.0, Technical Documentation of the Software Model. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Piek, M. (2007). Snelwegpanorama's in Nederland, Rotterdam/Den Haag: Nai Uitgevers/Ruimtelijk Planbureau.
- Weitkamp, G. (2010). Capturing the View: A GIS based procedure to assess perceived landscape openness. Wageningen University, Wageningen.
- Zapata, C. & I. Alvaro (2010). Assessing the accuracy of the Topographic map (TOP10 vector) of the Netherlands for small and linear green elements (Internship Report GRS-70424) Wageningen University, Wageningen.



## Bijlage 1 Topografische grondgebruiktypen VIRIS

VIRISBESTAND	VERKLARING	TOP10 CODE
huihoogb	Hoogbouw	1030
huihuis	Huizen	1000
huitank	Opslagtanks	1080,1090
lynbomen	Bomenrijen	5120,5121,5122,5130,5131,5132,5190
lyndijkh	dijken > 2,5m	7100,7101,7102
lyndijkl	dijken 1-2,5m	7110,7111
lyngrep	Greppels	6000,6001,6002
lynheg	Heggen	5110,5111,5112
lynhversch	Hoogteverschillen	7220,7221,7222
lynpaden	Paden	3640,3641,3642
lynspoor	Spoorlijnen	4000,4001,4002,4010,4020,4040,4041, 4042,4050,4100,4102,4140
lynwal	Wallen	7150,7151,7152
lynwat03	sloten < 3m	6010,6011,6012
lynwat36	sloten 3-6m	6020,6021,6022
pntboom	Bomen	5000
pntemol	energie molen	1500
pntgedenk	Gedenkteken	1780
pnthune	Hunebed	1770
pntkapel	Kapel	1750
pntkerk	religieus gebouw	1700
pntkruis	Kruis	1760
pntmast	Hoogspanningsmast	4800
pntwaterm	Watermolen	1530
pntwindm	Windmolen	1510
vlkbebou	bebouwd gebied	1012,1013,1023
vlkbouw	Bouwland	5202,5203
vlkfiets	Fietspaden	3602,3603
vlkfruit	fruitwekerijen en boomgaarden	5223,5312,5313
vlkgem	gemengd bos	5062,5063
vlkgriend	Griend	5073
vlkgwat	groot water (zee,ijsselmeer enz.)	6102,6103
vlkheide	Heide	5242,5243
vlkkas	Kassen	1073
vlkkwat	open water (rivieren, meren, poelen enz.)	6112,6113
vlkkwek	Kwekerijen	5233
vlkloof	Loofbos	5022,5023
vlknaald	Naaldbos	5052,5053
vlkonverh	onverharde wegen	3402,3403,3412,3413,3423,3432,3433
vlkoverig	overig bodemgebruik	5262,5263
vlkpopu	Populierenopstand	5083

vlkprk	Parkeerplaatsen	3902,3903
vlksnelw	Autosnelwegen	2002,2003
vlkstraat	straten, passages, voetgangersgebied	3462,3463,3472,3473,3532,3533
vlkweg2m	wegen > 2m	3302,3303,3342,3343
vlkweg4m	wegen > 4m	3202,3203,3242,3243
vlkweg7m	wegen > 7m	3102,3103,3142,3143
vlkweggr	wegen gesch. Rijbanen	2802,2803,2872,2873,2902,2903,3002,3003
vlkwegvr	wegen verbinding routes	2083,2102,2103,2202,2203,2302,2303, 2342,2343,2402,2403,2442,2443,2503
vlkwei	Weiland	5212,5213
vlkzand	Zand	5252,5253



## Bijlage 2 Bruikbaarheid grondgebruiktypen VIRIS

VIRIS	OPGAAND	GEBRUIK OPENHEID	OPMERKING
huihoogb	Ja	Oppervlakte sommeren	Dubbeltelling mogelijk
huihuis	Ja	Oppervlakte sommeren	
huitank	Ja	Oppervlakte sommeren	
lynbomen	Ja	Lengte sommeren	Eigenlijk half doorzichtig
lyndijkh	Nee	Zit in terreinhoogte	
lyndijkl	Nee	Zit in terreinhoogte	
lyngrep	Nee	Niet	
lynheg	Ja	Lengte sommeren	
lynhversch	Nee	Zit in terreinhoogte	
lynpaden	Nee	Niet	
lynspoor	Nee	Niet	
lynwal	Nee	Zit in terreinhoogte	
lynwat03	Nee	Niet	
lynwat36	Nee	Niet	
pntboom	Nee	Vermenigvuldigen met opp. of aantal per cel.	
pntemol	Nee	Niet, is puntsymbool	
pntgedenk	Nee	Niet, is puntsymbool	
pnthune	Nee	Niet, is puntsymbool	
pntkapel	Nee	Niet, is puntsymbool	
pntkerk	Nee	Niet, is puntsymbool	
pntkruis	Nee	Niet, is puntsymbool	
pntmast	Nee	Niet, is puntsymbool	
pntwaterm	Nee	Niet, is puntsymbool	
pntwindm	Nee	Niet, is puntsymbool	
vlkbebou	Ja	Oppervlakte sommeren	
vlkbouw	Nee	Niet	
vlkfiets	Nee	Niet	
vlkfruit	Ja	Oppervlakte sommeren	
vlkgem	Ja	Oppervlakte sommeren	
vlkgriend	Ja	Oppervlakte sommeren	
vlkgwat	Nee	Niet	
vlkheide	Nee	Niet	
vlkkas	Ja	Oppervlakte sommeren	
vlkkwat	Nee	Niet	
vlkkwek	Ja	Oppervlakte sommeren	
vlkloof	Ja	Oppervlakte sommeren	
vlknaald	Ja	Oppervlakte sommeren	
vlkonverh	Nee	Niet	
vlkoverig	Nee	Hangt van begroeiing af	Begroeiing mogelijk via AHN. Voorlopig niet meegenomen.
vlkpopu	Ja	Oppervlakte sommeren	

vlkprk	Nee	Niet
vlksnelw	Nee	Niet
vlkstraat	Nee	straten, passages, voetgangersgebied
vlkweg2m	Nee	Niet
vlkweg4m	Nee	Niet
vlkweg7m	Nee	Niet
vlkweggr	Nee	Niet
vlkwegvr	Nee	Niet
vlkwei	Nee	Niet
vlkzand	Nee	Niet

## Bijlage 3 Tekst enquête halfopen landschap

Geachte heer/mevrouw,



In het verleden heeft u via de website [www.daarmoetikzijn.nl](http://www.daarmoetikzijn.nl) te kennen gegeven mee te willen werken aan onderzoek naar de beleving van het Nederlandse landschap. Wij hopen dat dit nog steeds zo is want u kunt ons van essentiële informatie voorzien.

We zijn bezig met een onderzoek naar de openheid van het Nederlandse landschap. Daarbij valt vaak de term 'halfopen landschap'. Hiermee worden landschappen bedoeld waar akkers, weilanden, water, etc. worden afgewisseld met bos, bomenrijen en gebouwen. Maar wanneer noem je een landschap nog halfopen? Dat is voor iedereen anders. Wat de een halfopen noemt is voor de ander besloten en voor weer een ander juist open. Daarom vragen wij aan u het volgende: kunt u ons wijzen op een punt in een landschap dat u kent waarvan u, om u heen kijkend, zegt: "dit noem ik halfopen".

Met alle punten die we binnen krijgen gaan we aan het rekenen om erachter te komen wat precies de kenmerken zijn van een halfopen landschap. Hoe meer punten we verzamelen des te nauwkeuriger we de berekeningen kunnen uitvoeren. Uiteindelijk willen we een kaart van Nederland maken met open, halfopen en besloten landschappen en gaan we in de loop van de jaren volgen hoe de openheid van het landschap zich ontwikkelt.

Lees hieronder hoe u te werk gaat. Bent u ervaren met Google maps, volg dan alstublieft toch onderstaande instructies! De instructies vindt u ook in een meegestuurde pdf, zodat u die naast Google Maps kunt openen. Komt u er met de korte instructie niet uit, volg dan de uitgebreidere instructie verderop.

### Korte instructie:

- 1) Haal in een landschap dat u kent een punt voor de geest waarvan u, om u heen kijkend, zegt: "dit noem ik halfopen".
- 2) Ga naar [www.maps.google.nl](http://www.maps.google.nl) en klik op 'Routebeschrijving'.
- 3) Typ achter  de naam van een plaats in de buurt van de plek die u in gedachten hebt en druk op 'Enter'.
- 4) Verplaats de druppel naar de plek die u in gedachten hebt. Zoom daarvoor eventueel verder in.
- 5) Let op! Vul niets in achter .
- 6) Druk op 'verzenden' en volg de instructies van Google. Ons e-mailadres is [Daarmoetikzijn@wur.nl](mailto:Daarmoetikzijn@wur.nl)

We zijn heel benieuwd!

Kent u mensen die dit een leuk onderwerp zullen vinden? Stuur de mail gerust door.

Wilt u niet meer door ons benaderd worden? Stuur dan een e-mail met als onderwerp 'benader mij niet meer' naar [Daarmoetikzijn@wur.nl](mailto:Daarmoetikzijn@wur.nl)

Vriendelijke groet,

Henk Meeuwssen en Ruut Wegman  
Alterra, onderdeel van Wageningen Universiteit  
Team Ecologische Modellen en Monitoring


## Uitgebreide instructie

- 1) Haal in een landschap dat u kent een punt voor de geest waarvan u, om u heen kijkend, zegt: "dit noem ik halfopen".
- 2) Ga naar [www.maps.Google.nl](http://www.maps.Google.nl). en klik op 'Routebeschrijving' (of 'Get Directions'). Vul dus niets in achter het logo van 'Google maps Nederland' (zie afbeelding).



- 3) Typ achter de **A** de naam van een plaats, eventueel gevolgd door een straatnaam, in de buurt van de plek die u in gedachten hebt en druk op 'Enter'.



- 4) Google maps zoomt nu in naar de opgegeven locatie en plaatst daar een groene omgekeerde druppel met de letter A. Verschijnt er geen druppel, type dan de naam van een iets grotere plaats in de buurt.
- 5) Zoom verder in naar de precieze plek die u wilt doorgeven.
  - a) Kies rechtsboven voor 'Kaart' of 'Satelliet', wat u het gemakkelijkst vindt.
  - b) Gebruik het handje om de kaart te verschuiven.
  - c) Gebruik de schuifbalk linksboven (of het scrollwiel op de muis) om in of uit te zoomen.
- 6) Sleep de omgekeerde druppel met de letter A naar de plek waar u het landschap halfopen vindt. (Springt de druppel vanzelf naar de dichtstbijzijnde weg en is dat niet uw bedoeling, zoom dan wat verder in.)
- 7) Let op! Vul niets in achter .
- 8) Staat de omgekeerde druppel op de plek die u wilt doorgeven, druk dan op 'verzenden' (direct rechtsboven de kaart).



- 9) Vul onder 'verzenden **aan**' Daarmoetikzjn@wur.nl in.
- 10) Vul onder 'verzenden **van**' uw eigen e-mailadres in.
- 11) Klik op 'verzenden' en volg de instructies van Google.

## Bijlage 4 Opties voor validatie

In de loop van het project zijn er verschillende opties bekeken voor de validatie van ViewScape. In deze bijlage staan de opties die, om inhoudelijke of financiële redenen, zijn afgefallen.

### *Veldbezoek met deskundigen*

We zouden met een groep deskundigen in een touringcar langs diverse locaties kunnen rijden waarvan we de openheidsmaten kennen. De deskundigen waarderen de openheid en wij vergelijken die met de berekende maten. Iets dergelijks is al gedaan met een groep van 32 studenten in de Gelderse Vallei (Weitkamp, 2010). Zij bezochten dertien locaties, variërend van zeer open (zowel gemiddelde als maximale zichtlijn van 1200 meter) tot zeer besloten (gemiddelde en maximale zichtlijn ongeveer 150 m). Hieruit kwam naar voren dat (betrouwbaarheidsinterval 0.01) de gemiddelde afstand van waarneempunt tot obstakel (zichtlijn) de hoogste verklarende variantie te zien gaf met de in het veld gescoorde mate van openheid ( $R$  van 0.914). De combinatie van gemiddelde afstand en maximale afstand gaf een nog beter resultaat ( $R$  van 0.954). De zichtbare oppervlakte (sterk gecorreleerd met de gemiddelde zichtlijn!) was ook significant ( $R = 0.850$ ) evenals nog een aantal andere maten. Vreemd bij deze studie was wel dat de waargenomen openheid bij twee van de dertien punten flink hoger was dan je op grond van de maximale en gemiddelde zichtlijn zou verwachten. Wellicht spelen op de betreffende locaties nog een aantal andere factoren een rol. Om dit soort eigenaardigheden te voorkomen zouden per openheidklasse meerdere punten bezocht moeten worden. Het lijkt erop dat voor zo'n onderzoek de komende tijd onvoldoende middelen zijn vrij te maken. Daarbij is het de vraag of het nodig is dit onderzoek uit te voeren gezien de hoge verklarende varianties die zijn gevonden in het onderzoek van Weitkamp.

### *Deskundigen op Google Maps*

Als tweede mogelijkheid zouden we deskundigen kunnen vragen om via Google Maps locaties door te geven met daarbij een score voor de openheid, bijvoorbeeld tussen 1 en 9 (0 is gesloten en 10 is volledig open). Daarbij wordt de geënquêteerde gevraagd daadwerkelijk op door hemzelf te kiezen punten in het landschap te gaan staan en ter plekke een oordeel te noteren. Deze methode heeft de volgende voordelen:

- er kan een onbeperkt aantal deskundigen worden geraadpleegd;
- deskundigen doen een uitspraak over een plek die ze goed kennen;
- er kunnen heel veel punten worden verzameld, met een grote spreiding in waarden voor de ruimtelijke parameters;
- qua logistiek relatief gemakkelijk uitvoerbaar.

Er zijn echter ook een aantal nadelen:

- komt er voldoende respons?
- deskundigen doen een uitspraak over een plek die ze goed kennen (dit kan de perceptie beïnvloeden);
- we hebben geen invloed op de spreiding van de waarden van de ruimtelijke parameters;
- het is niet te controleren of de proefpersoon daadwerkelijk de score in het veld heeft genoteerd;
- omstandigheden (weer bijvoorbeeld) waaronder de waarnemingen worden gedaan zijn niet gelijk.

Een vergelijkbare methode is uitgevoerd op een groep vrijwilligers die werd gevraagd een punt door te geven in een halfopen landschap. Nogal wat proefpersonen gaven een punt door in een landschap dat er van bovenaf halfopen uitziet, terwijl de directe omgeving van het punt moelijk halfopen was te noemen.

### ***Deskundigen beoordelen kaart***

Tot slot kunnen we, op grond van het onderzoek van Weitkamp, zelf een openheidkaart van Nederland maken met bijvoorbeeld vijf openheidklassen. Daarnaast kunnen we ook gebruik maken van de 600 punten in halfopen landschappen die we via een enquête te weten zijn gekomen (zie Paragraaf 3.3.1). Zetten we deze punten uit tegen een aantal ruimtelijke maten, dan ontstaat er een puntenwolk die we in drie delen kunnen opsplitsen wat ons drie gradaties halfopen landschappen oplevert. Buiten de puntenwolk liggen de gesloten en de open landschappen. De uiteindelijke openheidkaart leggen we voor aan een vijftal deskundigen, mensen die het Nederlandse landschap goed kennen, met de vraag of de gegeven openheidklasse overeenkomt met de situatie ter plekke. Deze methode is vrij zacht, maar veruit het eenvoudigst en in enkele dagen uit te voeren.

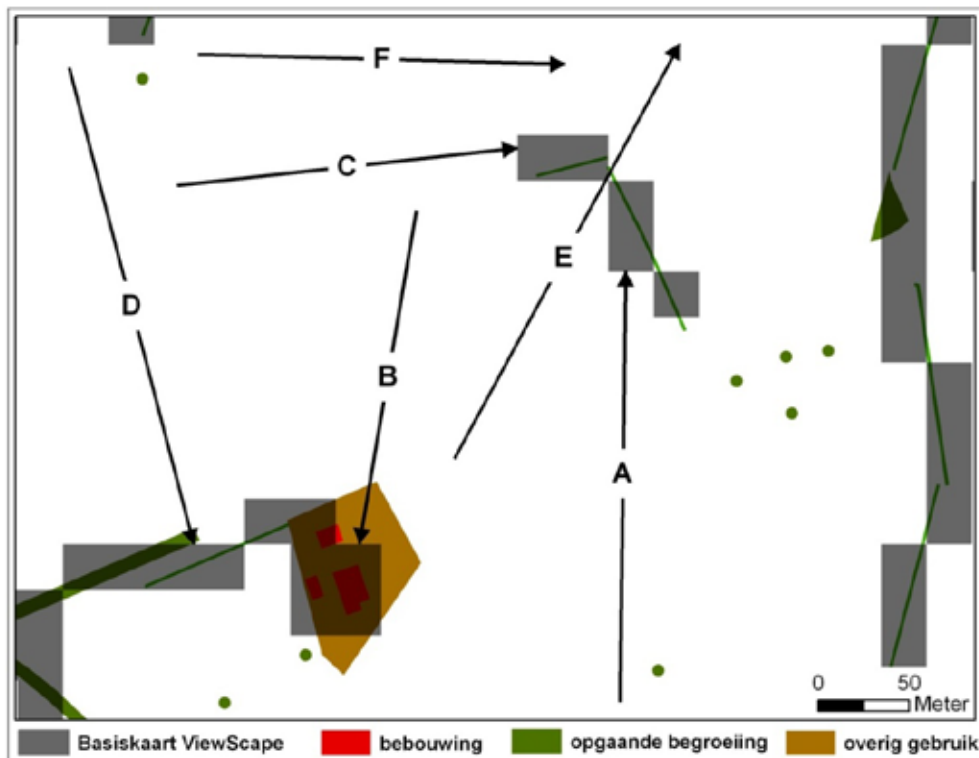
### ***Via zichtlijnen***

Of de berekende oppervlaktes overeenkomen met de situatie in het veld zou bepaald kunnen worden met een laser, maar dit heeft een aantal nadelen:

- bomenrijen worden door ons als gesloten beschouwd, maar een laserstraal gaat op de boomstammen na door de bomenrijen heen;
- het is zeer tijdsintensief;
- vertroebeling door een mismatch tussen werkelijkheid en topografische kaart;
- ook met een laserstraal meet je geen oppervlakten, maar lengten van zichtlijnen;
- laserstraal kan terugkaatsen op allerlei niet relevante objecten (rietstengels bijv.).

Het ligt dus meer voor de hand om naar de berekende zichtlijnen zelf te kijken. De berekende oppervlakte is immers een optelsom van alle berekende zichtlijnen. We willen weten of de berekende zichtlijnen stoppen op de plek waar ze moeten stoppen. Daarbij kunnen we als ondergrond zowel de basiskaart van ViewScape gebruiken als de topografische kaart en AHN. Door ook de Topografische kaart erbij te betrekken komen we erachter in welke mate de basiskaart een goede weergave is van de topografische werkelijkheid.

Er kunnen zich verschillende situaties voordoen (zie figuur hierna).



- Zichtlijn A stopt netjes waar hij moet stoppen, maar was in een vectoranalyse langer geweest. De manier waarop de lijn wordt aangesneden speelt daarbij een rol.
- Zichtlijn B stopt netjes waar hij moet stoppen, maar was in een vectoranalyse langer geweest, tenzij overig grondgebruik was meegenomen.
- Zichtlijn C stopt netjes waar hij moet stoppen, maar was in een vectoranalyse veel langer geweest.
- Zichtlijn D stopt netjes waar hij moet stoppen, maar was in een vectoranalyse iets korter geweest.
- Zichtlijn E lijkt te lang te zijn berekend, tenzij reliëf hier een rol speelt.
- Zichtlijn F lijkt veel te kort te zijn berekend, tenzij reliëf hier een rol speelt.
- Voor alle zichtlijnen geldt dat ze misschien wel korter hadden moeten zijn in verband met mogelijk aanwezig reliëf, maar dat valt hier niet te zien.

Omdat we een zo goed mogelijke spreiding over het land en de Nederlandse landschappen nastreven gaan we niet een aantal random punten selecteren en daarvan alle 360 zichtlijnen bekijken. We gaan een groot aantal random punten selecteren en voor elk punt een random zichtlijn projecteren op de genoemde kaarten. De volgende stappen moeten worden doorlopen:

- Selectie van 1000 (?) punten verspreid over het land.
- ViewScape wordt zodanig aangepast dat voor elk punt één random gekozen zichtlijn in een shapefile wordt gezet waarbij duidelijk is wat het beginpunt en het eindpunt van de lijn is.
- Er wordt een 'intersect' uitgevoerd tussen alle zichtlijnen en de basiskaart,
  - zichtlijnen met een intersectie zijn te lang berekend, tenzij het betreffende object schuilgaat achter een helling;
  - zichtlijnen die geen intersectie hebben zijn te kort berekend of eindigen tegen het terrein.
- Er wordt een 'intersect' uitgevoerd tussen alle zichtlijnen en TOP10,
  - zichtlijnen waarvan meer dan 35 meter (maximale afstand binnen een cel) wordt 'afgehakt' zijn te lang berekend;
  - zichtlijnen die geen intersectie hebben zijn te kort berekend of eindigen tegen het terrein.
- De invloed van het reliëf op de zichtlijnen wordt met het oog bekeken, of misschien lukt het om dit te automatiseren. Dit laten we afhangen van het aantal situaties waarin reliëf een rol speelt.
- Voor een eventuele visuele controle worden de zichtlijnen geprojecteerd op de volgende ondergronden:
  - TOP10vector of TOP10NL, versie 2009
  - Basiskaart van ViewScape
  - AHN
- Voor elke zichtlijn worden de hierboven genoemde punten gecontroleerd. Een deel daarvan kan automatisch worden uitgevoerd, een deel zal visueel moeten worden gecontroleerd.

Aldus bepalen we welk aandeel van de zichtlijnen een correcte lengte heeft volgens de basiskaart (en AHN) en volgens de topografische kaart. We bepalen ook in welke mate de gemiddelde lengte van de zichtlijnen afwijkt van de werkelijke lengte. Zonder de werkelijke lengte te meten kunnen we namelijk nog niet zo veel zeggen. Wijken de lengtes niet veel af, dan is er weinig aan de hand. Is de gemiddelde afwijking ongeveer 0, dan kunnen we zonder problemen landelijke statistieken maken. Is de gemiddelde afwijking  $> 0$  (zichtlijnen zijn te lang), resp.  $< 0$  (zichtlijnen te kort), dan overschatten resp. onderschatten we oppervlakte zichtbaar landschap. Is het gemiddelde ongeveer 0, maar is een substantieel aantal zichtlijnen te kort en te lang, dan moeten we oppassen met regionale analyses. In het ergste geval moeten we ViewScape aanpassen of de criteria voor de basiskaart aanpassen. Het aantal punten wordt bepaald door de fluctuaties in de uitkomsten. Zodra de uitkomst min of meer stabiel blijft zijn er genoeg punten bekeken.

### ***Vergelijking met vector-analyses***

Gerd Weitkamp (2010) heeft op diverse plaatsen in Nederland met Isovist-software de oppervlakte zichtbaar landschap berekend. Daarbij heeft hij geen rekening gehouden met reliëf. We zouden kunnen kijken hoe onze oppervlaktes zich verhouden tot de door hem gevonden waardes. Daarbij moeten we wel zeker weten dat we met exact hetzelfde basismateriaal werken.

### ***Worst case scenario's***

Voor een aantal situaties kunnen worst case scenario's worden uitgewerkt. De vraag daarbij is: hoe groot is de fout als alle omstandigheden maximaal tegenzitten. Als zelfs in zo'n situatie de fout relatief klein is hoeven we ons geen zorgen te maken. De volgende punten komen in aanmerking:

- a) de fout die wordt gemaakt bij ver weg gelegen kleine objecten die niet geraakt worden door een zichtlijn (afhankelijk van maximale waarneemafstand en aantal zichtlijnen);
- b) de fout die wordt gemaakt bij analysepunten per 100 meter in langgerekte horizontaal of verticaal georiënteerde ruimtes;
- c) criteria grondgebruik bij maken basiskaart.



## Verschenen documenten in de reeks Werkdocumenten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2009

Werkdocumenten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; F 0317 – 41 90 00; E [info.wnm@wur.nl](mailto:info.wnm@wur.nl)

De werkdocumenten zijn ook te downloaden via de WOT-website [www.wotnatuurenmilieu.wur.nl](http://www.wotnatuurenmilieu.wur.nl)

### 2009

- 126 *Kamphorst, D.A.* Keuzes in het internationale biodiversiteitsbeleid; Verkenning van de beleidstheorie achter de internationale aspecten van het Beleidsprogramma Biodiversiteit (2008-2011)
- 127 *Dirkx, G.H.P. & F.J.P. van den Bosch.* Quick scan gebruik Catalogus groenblauwe diensten
- 128 *Loeb, R. & P.F.M. Verdonschot.* Complexiteit van nutriëntenlimitaties in oppervlaktewateren
- 129 *Kruit, J. & P.M. Veer.* Herfotografie van landschappen; Landschapsfoto's van de 'Collectie de Boer' als uitgangspunt voor het in beeld brengen van ontwikkelingen in het landschap in de periode 1976-2008
- 130 *Oenema, O., A. Smit & J.W.H. van der Kolk.* Indicatoren Landelijk Gebied; werkwijze en eerste resultaten
- 131 *Agricola, H.J.A.J. van Strien, J.A. Boone, M.A. Dolman, C.M. Goossen, S. de Vries, N.Y. van der Wulp, L.M.G. Groenemeijer, W.F. Lukey & R.J. van Til.* Achtergrond-document Nulmeting Effectindicatoren Monitor Agenda Vitaal Platteland
- 132 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-001 – Koepel
- 133 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 134 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 135 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-005 – M-AVP
- 136 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 137 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 138 *Jong de, J.J., J. van Os & R.A. Smidt.* Inventarisatie en beheerskosten van landschapselementen
- 139 *Dirkx, G.H.P., R.W. Verburg & P. van der Wielen.* Tegenkrachten Natuur. Korte verkenning van de weerstand tegen aankopen van landbouwgrond voor natuur
- 140 *Annual reports for 2008; Programme WOT-04*
- 141 *Vullings, L.A.E., C. Blok, G. Vonk, M. van Heusden, A. Huisman, J.M. van Linge, S. Keijzer, J. Oldengarm & J.D. Bulens.* Omgaan met digitale nationale beleidskaarten
- 142 *Vreke, J.A.L. Gerritsen, R.P. Kranendonk, M. Plejite, P.H. Kersten & F.J.P. van den Bosch.* Maatlat Government – Governance
- 143 *Gerritsen, A.L., R.P. Kranendonk, J. Vreke, F.J.P. van den Bosch & M. Plejite.* Verdrogingsbestrijding in het tijdperk van het Investeringsbudget Landelijk Gebied. Een verslag van casusonderzoek in de provincies Drenthe, Noord-Brabant en Noord-Holland
- 144 *Luesink, H.H., P.W. Blokland, M.W. Hoogeveen & J.H. Wisman.* Ammoniakemissie uit de landbouw in 2006 en 2007
- 145 *Bakker de, H.C.M. & C.S.A. van Koppen.* Draagvlakonderzoek in de steigers. Een voorstudie naar indicatoren om maatschappelijk draagvlak voor natuur en landschap te meten
- 146 *Goossen, C.M.,* Monitoring recreatiegedrag van Nederlanders in landelijke gebieden. Jaar 2006/2007
- 147 *Hoefs, R.M.A., J. van Os & T.J.A. Gies.* Kavelruil en Landschap. Een korte verkenning naar ruimtelijke effecten van kavelruil
- 148 *Klok, T.L., R. Hille Ris Lambers, P. de Vries, J.E. Tamis & J.W.M. Wijsman.* Quick scan model instruments for marine biodiversity policy
- 149 *Spruijt, J., P. Spoorenberg & R. Schreuder.* Milieueffectiviteit en kosten van maatregelen gewasbescherming
- 150 *Ehlert, P.A.I. (rapporteur).* Advies Bemonstering bodem voor differentiatie van fosfaatgebruiksnormen
- 151 *Wulp van der, N.Y.* Storende elementen in het landschap: welke, waar en voor wie? Bijlage bij WOT-paper 1 – Krassen op het landschap
- 152 *Oltmer, K., K.H.M. van Bommel, J. Clement, J.J. de Jong, D.P. Rudrum & E.P.A.G. Schouwenberg.* Kosten voor habitattypen in Natura 2000-gebieden. Toepassing van de methode Kosteneffectiviteit natuurbeleid
- 153 *Adrichem van, M.H.C., F.G. Wortelboer & G.W.W. Wamelink (2010).* MOVE. Model for terrestrial Vegetation. Version 4.0
- 154 *Wamelink, G.W.W., R.M. Winkler & F.G. Wortelboer.* User documentation MOVE4 v 1.0
- 155 *Gies de, T.J.A., L.J.J. Jeurissen, I. Staritsky & A. Bleeker.* Leefomgevingsindicatoren Landelijk gebied. Inventarisatie naar stand van zaken over geurhinder, lichthinder en fijn stof
- 156 *Tamminga, S., A.W. Jongbloed, P. Bikker, L. Sebek, C. van Bruggen & O. Oenema.* Actualisatie excretiecijfers landbouwhuisdieren voor forfaits regeling Meststoffenwet
- 157 *Van der Salm, C., L. M. Boumans, G.B.M. Heuvelink & T.C. van Leeuwen.* Protocol voor validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE op meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid
- 158 *Bouwma, I.M.* Quicksan Natura 2000 en Programma Beheer. Een vergelijking van Programma Beheer met de soorten en habitats van Natura 2000
- 159 *Gerritsen, A.L., D.A. Kamphorst, T.A. Selnes, M. van Veen, F.J.P. van den Bosch, L. van den Broek, M.E.A. Broekmeyer, J.L.M. Donders, R.J. Fontein, S. van Tol, G.W.W. Wamelink & P. van der Wielen.* Dilemma's en barrières in de praktijk van het natuur- en landschapsbeleid; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 160 *Fontein R.J, T.A. de Boer, B. Breman, C.M. Goossen, R.J.H.G. Henkens, J. Luttk & S. de Vries.* Relatie recreatie en natuur; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 161 *Deneer, J.W. & R. Kruijine. (2010).* Atmosferische depositie van gewasbeschermingsmiddelen. Een verkenning van de literatuur verschenen na 2003
- 162 *Verburg, R.W., M.E. Sanders, G.H.P. Dirkx, B. de Knecht & J.W. Kuhlman.* Natuur, landschap en landelijk gebied. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 163 *Doorn van, A.M. & M.P.C.P. Paulissen.* Natuurgericht milieubeleid voor Natura 2000-gebieden in Europees perspectief: een verkenning
- 164 *Smidt, R.A., J. van Os & I. Staritsky.* Samenstellen van landelijke kaarten met landschapselementen, grondeigendom en beheer. Technisch achtergronddocument bij de opgeleverde bestanden
- 165 *Pouwels, R., R.P.B. Foppen, M.F. Wallis de Vries, R. Jochem, M.J.S.M. Reijnen & A. van Kleunen.* Verkenning LARCH: omgaan met kwaliteit binnen ecologische netwerken
- 166 *Born van den, G.J., H.H. Luesink, H.A.C. Verkerk, H.J. Mulder, J.N. Bosma, M.J.C. de Bode & O. Oenema,* Protocol voor monitoring landelijke mestmarkt onder een stelsel van gebruiksnormen, versie 2009
- 167 *Dijk, T.A. van, J.J.M. Driessen, P.A.I. Ehlert, P.H. Hotsma, M.H.M.M. Montforts, S.F. Plessius & O. Oenema.* Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet- Versie 2.1
- 168 *Smits, M.J., M.J. Bogaardt, D. Eaton, A. Karbauskas & P. Roza.* De vermaatschappelijking van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. Een inventarisatie van visies in Brussel en diverse EU-lidstaten
- 169 *Vreke, J. & I.E. Salverda.* Kwaliteit leefomgeving en stedelijk groen
- 170 *Hengsdijk, H. & J.W.A. Langeveld.* Yield trends and yield gap analysis of major crops in the World

- 171 *Horst, M.M.S. ter & J.G. Groenwold.* Tool to determine the coefficient of variation of DegT50 values of plant protection products in water-sediment systems for different values of the sorption coefficient
- 172 *Boons-Prins, E., P. Leffelaar, L. Bouman & E. Stehfest (2010)* Grassland simulation with the LPJmL model
- 173 *Smit, A., O. Oenema & J.W.H. van der Kolk.* Indicatoren Kwaliteit Landelijk Gebied
- 2010**
- 174 *Boer de, S., M.J. Bogaardt, P.H. Kersten, F.H. Kistenkas, M.G.G. Neven & M. van der Zouwen.* Zoektocht naar nationale beleidsruimte in de EU-richtlijnen voor het milieu- en natuurbeleid. Een vergelijking van de implementatie van de Vogel- en Habitatrichtlijn, de Kaderrichtlijn Water en de Nitraatrichtlijn in Nederland, Engeland en Noordrijn-Westfalen
- 175 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-001 – Koepel
- 176 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-002 – Ond. Onderzoek
- 177 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 178 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-005 – M-AVP
- 179 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 180 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 181 *Annual reports for 2009; Programme WOT-04*
- 182 *Oenema, O., P. Bikker, J. van Harn, E.A.A. Smolders, L.B. Sebek, M. van den Berg, E. Stehfest & H. Westhoek.* Quickscan opbrengsten en efficiëntie in de gangbare en biologische akkerbouw, melkveehouderij, varkenshouderij en pluimveehouderij. Deelstudie van project 'Duurzame Eiwitvoorziening'
- 183 *Smits, M.J.W., N.B.P. Polman & J. Westerink.* Uitbreidingsmogelijkheden voor groene en blauwe diensten in Nederland; Ervaringen uit het buitenland
- 184 *Dirkx, G.H.P. (red.).* Quick responsefunctie 2009. Verslag van de werkzaamheden
- 185 *Kuhlman, J.W., J. Lujt, J. van Dijk, A.D. Schouten & M.J. Voskuilen.* Grondprij斯卡arten 1998-2008
- 186 *Slangen, L.H.G., R.A. Jongeneel, N.B.P. Polman, E. Lianouridis, H. Leneman & M.P.W. Sonneveld.* Rol en betekenis van commissies voor gebiedsgericht beleid
- 187 *Temme, A.J.A.M. & P.H. Verburg.* Modelling of intensive and extensive farming in CLUE
- 188 *Vreke, J.* Financieringsconstructies voor landschap
- 189 *Slangen, L.H.G.* Economische concepten voor beleidsanalyse van milieu, natuur en landschap
- 190 *Knotters, M., G.B.M. Heuvelink, T. Hoogland & D.J.J. Walvoort.* A disposition of interpolation techniques
- 191 *Hoogeveen, M.W., P.W. Blokland, H. van Kernebeek, H.H. Luesink & J.H. Wisman.* Ammoniakemissie uit de landbouw in 1990 en 2005-2008
- 192 *Beekman, V., A. Pronk & A. de Smet.* De consumptie van dierlijke producten. Ontwikkeling, determinanten, actoren en interventies.
- 193 *Polman, N.B.P., L.H.G. Slangen, A.T. de Blaeij, J. Vader & J. van Dijk.* Baten van de EHS; De locatie van recreatiebedrijven
- 194 *Veeneklaas, F.R. & J. Vader.* Demografie in de Natuurverkenning 2011; Bijlage bij WOT-paper 3
- 195 *Wascher, D.M., M. van Eupen, C.A. Múcher & I.R. Geizendorfer.* Biodiversity of European Agricultural landscapes. Enhancing a High Nature Value Farmland Indicator
- 196 *Apeldoorn van, R.C., I.M. Bouwma, A.M. van Doorn, H.S.D. Naeff, R.M.A. Hoefs, B.S. Elbersen & B.J.R. van Rooij.* Natuurgebieden in Europa: bescherming en financiering
- 197 *Brus, D.J., R. Vasat, G. B. M. Heuvelink, M. Knotters, F. de Vries & D. J. J. Walvoort.* Towards a Soil Information System with quantified accuracy; A prototype for mapping continuous soil properties
- 198 *Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen, m.m.v. M.H. Borgstein, E.J. Bos & P. van der Wielen.* Verantwoording van de methodiek Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 199 *Bos, E.J. & M.H. Borgstein.* Monitoring Gesloten voer-mest kringlopen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 200 *Kennismarkt 27 april 2010; Van onderbouwend onderzoek Wageningen UR naar producten Planbureau voor de Leefomgeving*
- 201 *Wielen van der, P.* Monitoring Integrale duurzame stallen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 202 *Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen.* Monitoring Functionele agrobiodiversiteit. Achtergrond-document bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 203 *Jongeneel, R.A. & L. Ge.* Farmers' behavior and the provision of public goods: Towards an analytical framework
- 204 *Vries, S. de, M.H.G. Custers & J. Boers.* Storende elementen in beeld; de impact van menselijke artefacten op de landschapsbeleving nader onderzocht
- 205 *Vader, J. J.L.M. Donders & H.W.B. Bredenoord.* Zicht op natuur- en landschapsorganisaties; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 206 *Jongeneel, R.A., L.H.G. Slangen & N.B.P. Polman.* Groene en blauwe diensten; Een raamwerk voor de analyse van doelen, maatregelen en instrumenten
- 207 *Letourneau, A.P. P.H. Verburg & E. Stehfest.* Global change of land use systems; IMAGE: a new land allocation module
- 208 *Heer, M. de.* Het Park van de Toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 209 *Knotters, M., J. Lahr, A.M. van Oosten-Siedlecka & P.F.M. Verdonschot.* Aggregation of ecological indicators for mapping aquatic nature quality. Overview of existing methods and case studies
- 210 *Verdonschot, P.F.M. & A.M. van Oosten-Siedlecka.* Graadmeters Aquatische natuur. Analyse gegevenskwaliteit Limnodata
- 211 *Linderhof, V.G.M. & H. Leneman.* Quickscan kosteneffectiviteitsanalyse aquatische natuur
- 212 *Leneman, H., V.G.M. Linderhof & R. Michels.* Mogelijkheden voor het inbrengen van informatie uit de 'KRW database' in de 'KE database'
- 213 *Schrijver, R.A.M., A. Corporaal, W.A. Ozinga & D. Rudrum.* Kosteneffectieve natuur in landbouwgebieden; Methode om effecten van maatregelen voor de verhoging van biodiversiteit in landbouwgebieden te bepalen, een test in twee gebieden in Noordoost-Twente en West-Zeeuws-Vlaanderen
- 214 *Hoogland, T., R.H. Kemmers, D.G. Cirkel & J. Hunink.* Standplaatsfactoren afgeleid van hydrologische model uitkomsten; Methode-ontwikkeling en toetsing in het Drentse Aa-gebied
- 215 *Agricola, H.J., R.M.A. Hoefs, A.M. van Doorn, R.A. Smidt & J. van Os.* Landschappelijke effecten van ontwikkelingen in de landbouw
- 216 *Kramer, H., J. Oldengarm & L.F.S. Roupioz.* Nederland is groener dan kaarten laten zien; Mogelijkheden om 'groen' beter te inventariseren en monitoren met de automatische classificatie van digitale luchtfoto's
- 217 *Raffe, J.K. van, J.J. de Jong & G.W.W. Wamelink (2011).* Scenario's voor de kosten van natuurbeheer en stikstofdepositie; Kostenmodule v 1.0 voor de Natuurplanner
- 218 *Hazeu, G.W., Kramer, H., J. Clement & W.P. Daamen (2011).* Basiskaart Natuur 1990rev
- 219 *Boer, T.A. de.* Waardering en recreatief gebruik van Nationale Landschappen door haar bewoners
- 220 *Leneman, H., A.D. Schouten & R.W. Verburg.* Varianten van natuurbeleid: voorbereidende kostenberekeningen; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 221 *Knegt, B. de, J. Clement, P.W. Goedhart, H. Sierdsema, Chr. van Swaay & P. Wiersma.* Natuurkwaliteit van het agrarisch gebied
- 2011**
- 222 *Kamphorst, D.A. & M.M.P. van Oorschot.* Kansen en barrières voor verduurzaming van houtketens

- 223 *Salm, C. van der & O.F. Schoumans.* Langetermijneffecten van verminderde fosfaatgiften
- 224 *Bikker, P., M.M. van Krimpen & G.J. Remmelink.* Stikstofverteerbaarheid in voeders voor landbouwhuisdieren; Berekeningen voor de TAN-excretie
- 225 *M.E. Sanders & A.L. Gerritsen (red.).* Het biodiversiteitsbeleid in Nederland werkt. Achtergronddocument bij Balans van de Leefomgeving 2010
- 226 *Bogaart, P.W., G.A.K. van Voorn & L.M.W. Akkermans.* Evenwichtsanalyse modelcomplexiteit; een verkennende studie
- 227 *Kleunen A. van, K. Koffijberg, P. de Boer, J. Nienhuis, C.J. Camphuysen, H. Schekkerman, K.H. Oosterbeek, M.L. de Jong, B. Ens & C.J. Smit (2010).* Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2007 en 2008
- 228 *Salm, C. van der, L.J.M. Boumans, D.J. Brus, B. Kempen & T.C. van Leeuwen.* Validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE met meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) en de Landelijke Steekproef Kaartenheden (LSK).
- 229 *Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema & J.J. Jongsma.* Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009
- 230 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-001 – Koepel
- 231 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-002 – Ond. Onderzoek
- 232 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 233 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-005 – M-AVP
- 234 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 235 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 236 *Arnouts, R.C.M. & F.H. Kistenkas.* Nederland op slot door Natura 2000: de discussie ontrafeld; Bijlage bij WOT-paper 7 – De deur klemt
- 237 *Harms, B. & M.M.M. Overbeek.* Bedrijven aan de slag met natuur en landschap; relaties tussen bedrijven en natuurorganisaties. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 238 *Agricola, H.J. & L.A.E. Vullings.* De stand van het platteland 2010. Monitor Agenda Vitaal Platteland: Rapportage Midterm meting Effectindicatoren
- 239 *Klijn, J.A.* Wisselend getij. Omgang met en beleid voor natuur en landschap in verleden en heden; een essayistische beschouwing. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 240 *Corporaal, A., T. Denters, H.F. van Dobben, S.M. Hennekens, A. Klimkowska, W.A. Ozinga, J.H.J. Schaminée & R.A.M. Schrijver.* Stenoeciteit van de Nederlandse flora. Een nieuwe parameter op grond van ecologische amplitudo's van de Nederlandse plantensoorten en toepassingsmogelijkheden
- 241 *Wamelink, G.W.W., R. Jochem, J. van der Greff, C. Grashof-Bokdam, R.M.A. Wegman, G.J. Franke & A.H. Prins.* Het plantendispersiemodel DIMO. Ter verbetering van de modellering in de Natuurplanner (werktitel)
- 242 *Klimkowska, A., M.H.C. van Adrichem, J.A.M. Jansen & G.W.W. Wamelink.* Bruikbaarheid van WNK-monitoringgegevens voor EC-rapportage voor Natura 2000-gebieden. Eerste fase
- 243 *Goossen, C.M., R.J. Fontein, J.L.M. Donders & R.C.M. Arnouts.* Mass Movement naar recreatieve gebieden; Overzicht van methoden om bezoekersaantallen te meten
- 244 *Spruijt, J., P.M. Spoorenberg, J.A.J.M. Rovers, J.J. Slabbekoorn, S.A.M. de Kool, M.E.T. Vlaswinkel, B. Heijne, J.A. Hiemstra, F. Nouwens & B.J. van der Sluis.* Milieueffecten van maatregelen gewasbescherming
- 245 *Walker, A.N. & G.B. Woltjer.* Forestry in the Magnet model.
- 246 *Hoeftnagel, E.W.J., F.C. Buisman, J.A.E. van Oostenbrugge & B.I. de Vos.* Een duurzame toekomst voor de Nederlandse visserij. Toekomstscenario's 2040
- 247 *Buurma, J.S. & S.R.M. Janssens.* Het koor van adviseurs verdient een dirigent. Over kennisverspreiding rond phytophthora in aardappelen
- 248 *Verburg, R.W., A.L. Gerritsen & W. Nieuwenhuizen.* Natuur meekoppelen in ruimtelijke ontwikkeling: een analyse van sturingsstrategieën voor de Natuurverkenning. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 249 *Kooten, T. van & C. Klok.* The Mackinson-Daskalov North Sea EcoSpace model as a simulation tool for spatial planning scenarios
- 250 *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest 1990-2008. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 251 *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2009. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 252 *Randen van, Y., H.L.E. de Groot & L.A.E. Vullings.* Monitor Agenda Vitaal Platteland vastgelegd. Ontwerp en implementatie van een generieke beleidsmonitor
- 253 *Agricola, H.J., R. Reijnen, J.A. Boone, M.A. Dolman, C.M. Goossen, S. de Vries, J. Roos-Klein Lankhorst, L.M.G. Groenemeijer & S.L. Deijl.* Achtergronddocument Midterm meting Effectindicatoren Monitor Agenda Vitaal Platteland
- 254 *Buiteveld, J. S.J. Hiemstra & B. ten Brink.* Modelling global agrobiodiversity. A fuzzy cognitive mapping approach
- 255 *Hal van R., O.G. Bos & R.G. Jak.* Noordzee: systeemdynamiek, klimaatverandering, natuurtypen en benthos. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 256 *Teal, L.R.* The North Sea fish community: past, present and future. Background document for the 2011 National Nature Outlook
- 257 *Leopold, M.F., R.S.A. van Bemmelen & S.C.V. Geelhoed.* Zeevogels op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 258 *Geelhoed, S.C.V. & T. van Polanen Petel.* Zeezoogdieren op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 259 *Kuijs, E.K.M. & J. Steenbergen.* Zoet-zoutovergangen in Nederland: stand van zaken en kansen voor de toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 260 *Baptist, M.J.* Zachte kustverdediging in Nederland; scenario's voor 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 261 *Wiersinga, W.A., R. van Hal, R.G. Jak & F.J. Quirijns.* Duurzame kottervisserij op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 262 *Wal J.T. van der & W.A. Wiersinga.* Ruimtegebruik op de Noordzee en de trends tot 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 263 *Wiersinga, W.A. J.T. van der Wal, R.G. Jak & M.J. Baptist.* Vier kijkrichtingen voor de mariene natuur in 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 264 *Bolman, B.C. & D.G. Goldsborough.* Marine Governance. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 265 *Bannink, A.* Methane emissions from enteric fermentation in dairy cows, 1990-2008; Background document on the calculation method and uncertainty analysis for the Dutch National Inventory Report on Greenhouse Gas Emissions
- 266 *Wyngaert, I.J.J. van den, P.J. Kuikman, J.P. Lesschen, C.C. Verwer & H.H.J. Vreuls.* LULUCF values under the Kyoto Protocol; Background document in preparation of the National Inventory Report 2011 (reporting year 2009)
- 267 *Helming, J.F.M. & I.J. Terluin.* Scenarios for a cap beyond 2013; implications for EU27 agriculture and the cap budget.
- 268 *Woltjer, G.B.* Meat consumption, production and land use. Model implementation and scenarios.
- 269 *Knegt, B. de, M. van Eupen, A. van Hinsberg, R. Pouwels, M.S.J.M. Reijnen, S. de Vries, W.G.M. van der Bilt & S. van Tol.* Ecologische en recreatieve beoordeling van toekomstscenario's van natuur op het land. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.

- 270 *Bos, J.F.F.P., M.J.W. Smits, R.A.M. Schrijver & R.W. van der Meer.* Gebiedsstudies naar effecten van vergroening van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid op bedrijfseconomie en inpassing van agrarisch natuurbeheer.
- 271 *Donders, J., J. Luttik, M. Goossen, F. Veeneklaas, J. Vreke & T. Weijsschede.* Waar gaat dat heen? Recreatiemotieven, landschapskwaliteit en de oudere wandelaar. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 272 *Voorn G.A.K. van & D.J.J. Walvoort.* Evaluation of an evaluation list for model complexity.
- 273 *Heide, C.M. van der & F.J. Sijtsma.* Maatschappelijke waardering van ecosysteemdiensten; een handreiking voor publieke besluitvorming. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 275 *Os, J. van; T.J.A. Gies; H.S.D. Naeff; L.J.J. Jeurissen.* Emissieregistratie van landbouwbedrijven; verbeteringen met behulp van het Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven.
- 276 *Walsum, P.E.V. van & A.A. Veldhuizen.* MetaSWAP\_V7\_2\_0; Rapportage van activiteiten ten behoeve van certificering met Status A.
- 281 *Meeuwsen, H.A.M. & R. Jochem.* Openheid van het landschap; Berekeningen met het model ViewScape.