

# Flying Sensor Rapport

Locatie:  
Dintelse Gorzen  
Noord-Brabant  
Nederland

Vluchtdatum:  
21-mei-2014

Flying Sensor:  
Pelican

Client:  
Natuurmonumenten

HiView  
Costerweg 1V  
6702AA Wageningen  
[www.hiview.nl](http://www.hiview.nl)  
[info@hiview.nl](mailto:info@hiview.nl)  
0317 460050



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Locatie</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Ruwe beelden</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Orthomozaïek</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Hoogtemodel</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Vegetatie toestand</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Beeldclassificatie</b>	<b>10</b>
7.1	Watermasker	10
7.2	Boomclassificatie	12
7.3	Uiteindelijke beeldclassificatie	13
7.5	Beeldsegmentatie	15

# 1 Introductie

Natuurmonumenten (NM) is beheerder van ruim 100.000 ha natuur in 355 terreinen. Een belangrijk onderdeel ter ondersteuning van het beheer is het regelmatig monitoren van de status van de terreinen en NM heeft daarom een “natuurdatabank flora en vegetatie”. Ook wordt in het kader van Eurosite project intensief samengewerkt met andere Europese Terreinbeheerders.

Het verkrijgen van vegetatie informatie van de NM terreinen is een intensief proces en er wordt gezocht naar verbeteringen om zowel de kwaliteit als de kosten te optimaliseren. NM heeft HiView benaderd om te onderzoeken in hoeverre Flying Sensors (ook wel drones of UAVs genaamd) ingezet kunnen worden ter ondersteuning van de vegetatie monitoring.

HiView heeft over de afgelopen twee jaar intensief vegetatie monitoring uitgevoerd waarbij het traject van opname voorbereiden, vluchten uitvoeren, stichen en georefereren van beelden tot aan classificatie zijn uitgevoerd. HiView voldoet aan alle wettelijke regelingen en bezit de vereiste certificeringen voor piloot, bedrijf, en Flying Sensor. Uitgebreide informatie over HiView is te vinden op <http://www.hiview.nl/>

Dit rapport beschrijft voor het gebied Dintelse Gorzen hoe met behulp van Flying Sensor technieken vegetatie monitoring kan worden uitgevoerd.

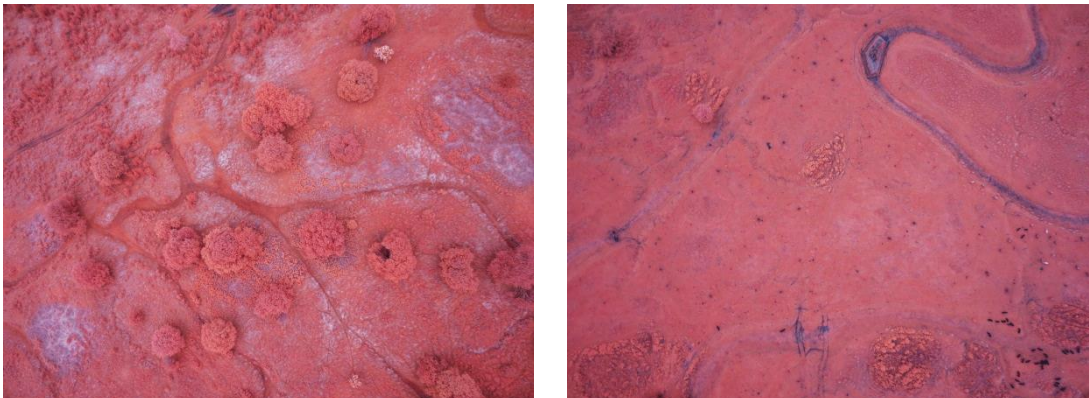
De Flying Sensor vluchten zijn uitgevoerd op 19 mei 2014 met behulp van de Pelican uitgerust met een 3-bands sensor in het nabij-infrarood, rood en groen. De resolutie van de oorspronkelijk opnames is 3.5 cm per pixel. Het samengestelde beeld is geresampelde beeld is 10 cm.

## 2 Locatie



Figuur 1: De locatie van het studiegebied, Dintelse Gorzen in de provincie Noord-Brabant.

### 3 Ruwe beelden

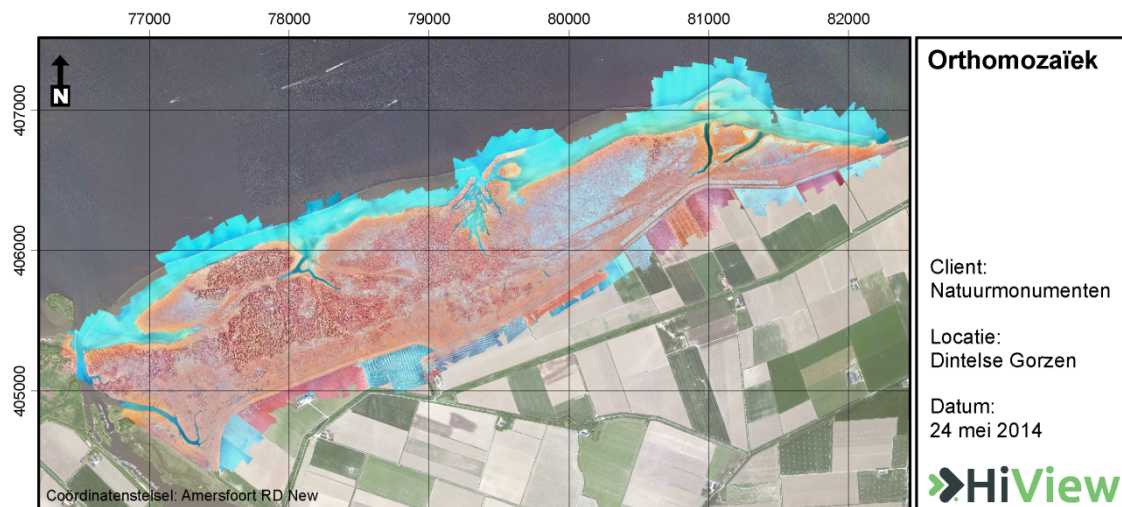


Figuur 2: Voorbeelden van ruwe, volledige beelden van de Flying Sensor.

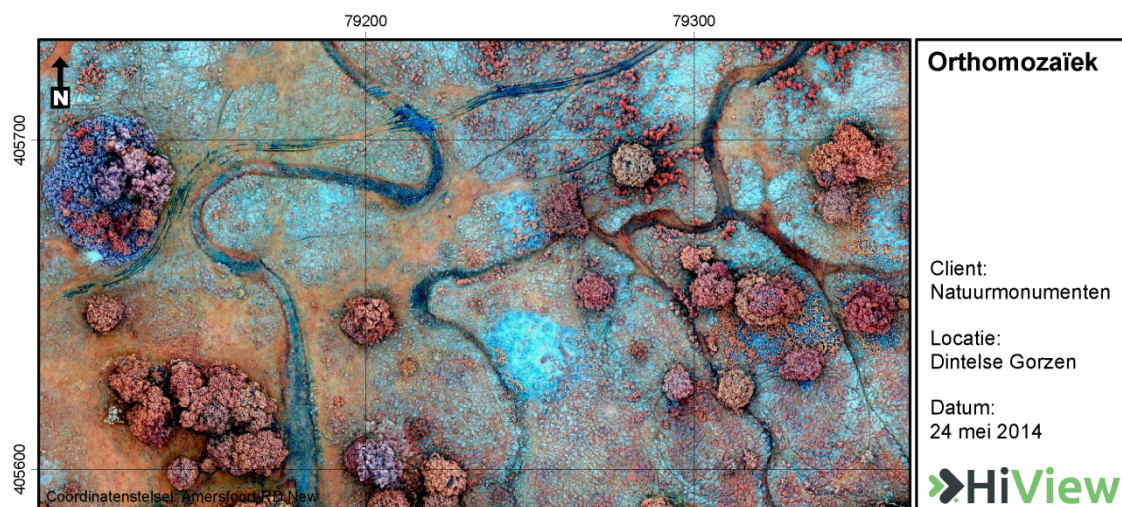


Figuur 3: Voorbeelden van uitsneden van de ruwe beelden om de mate van detail aan te geven; ganzen, vee omheining, loopbruggetje, schapen bij auto.

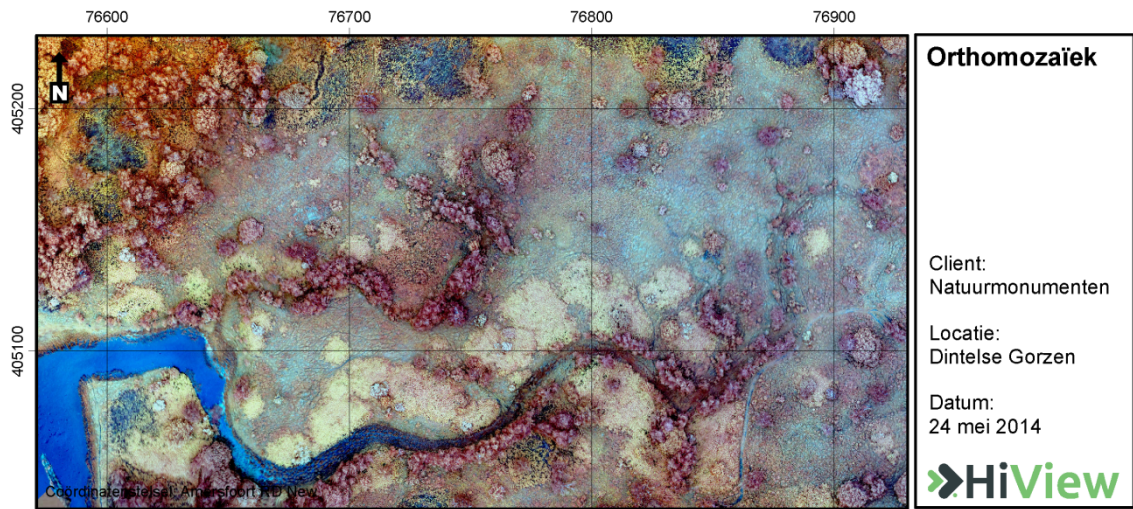
## 4 Orthomozaïek



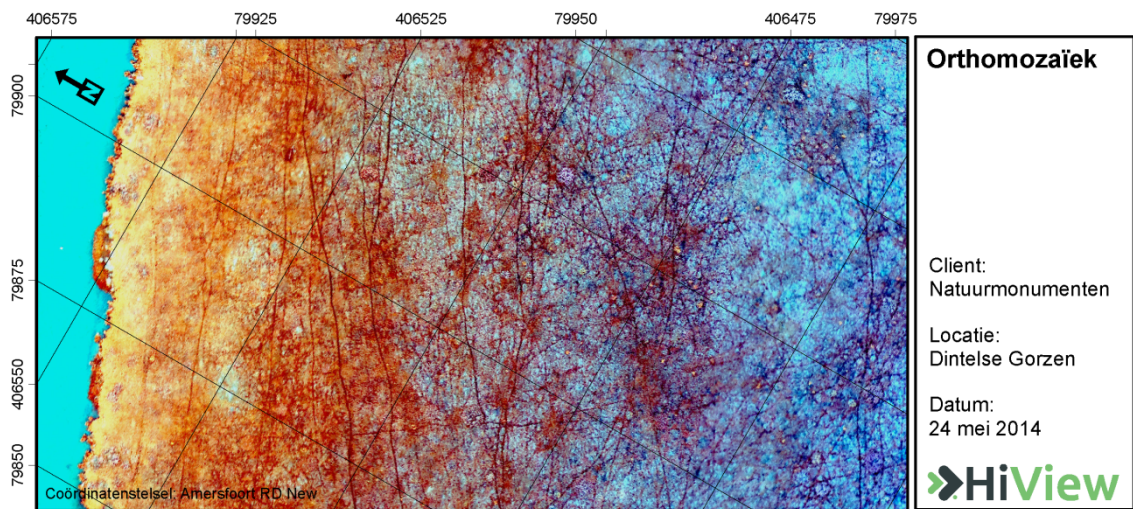
Figuur 4: Compleet gemozaïekt beeld van Dintelse Gorzen, verkregen door alle foto's van de Flying Sensor samen te voegen en te geometrisch te corrigeren (orthorectificeren).



Figuur 5: Hoog contrast uitsnede van het orthomozaïek.

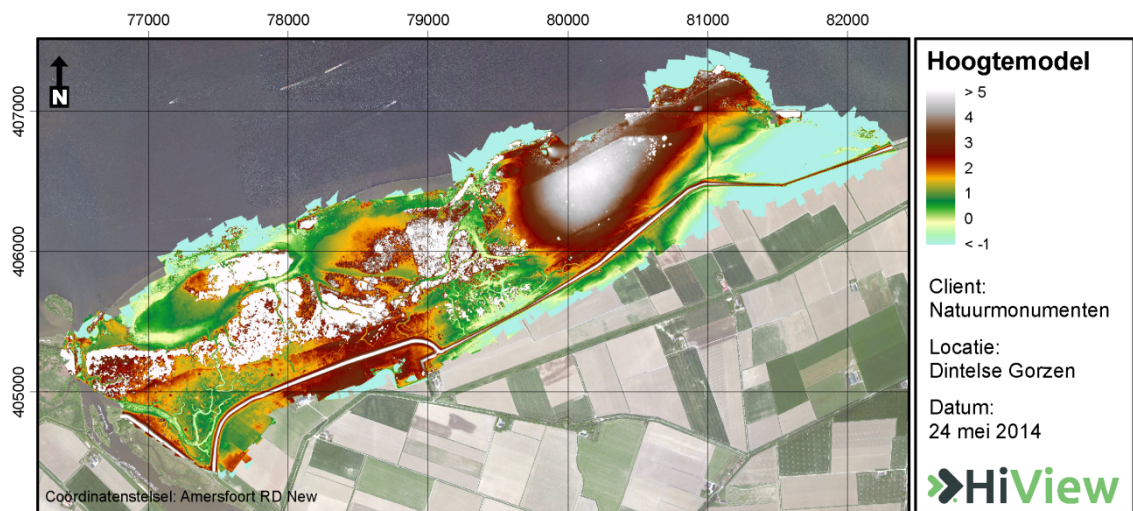


Figuur 6: Hoog contrast uitsnede van het orthomozaïek.



Figuur 7: Hoog contrast uitsnede van het orthomozaïek.

## 5 Hoogtemodel



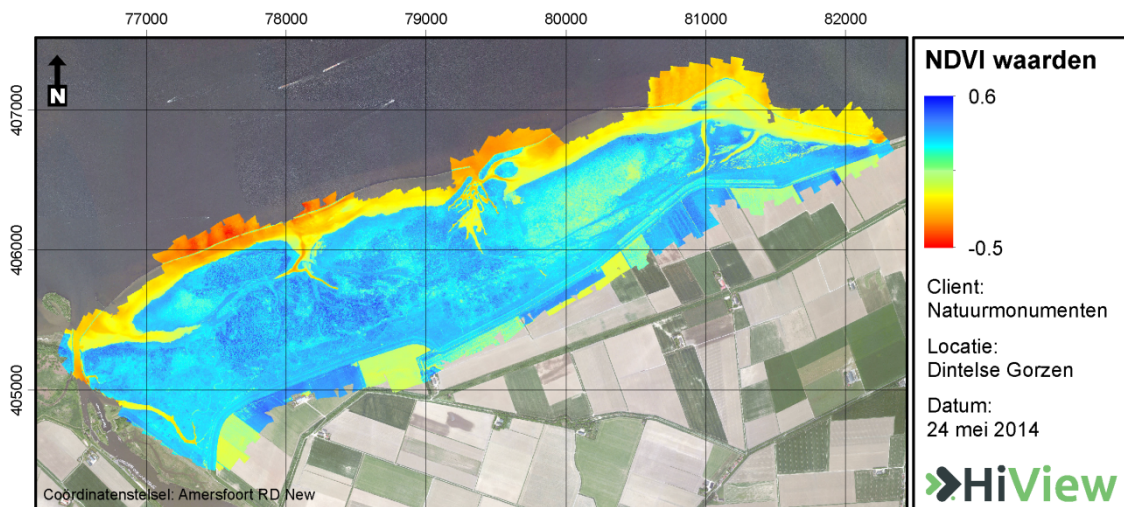
Figuur 8: Digitaal hoogtemodel van het gebied. Verkregen door toepassen van fotogrammetrie: het rekenen met de verschillende kijkhoeken en overlap van de vele foto's genomen met de Flying Sensor.



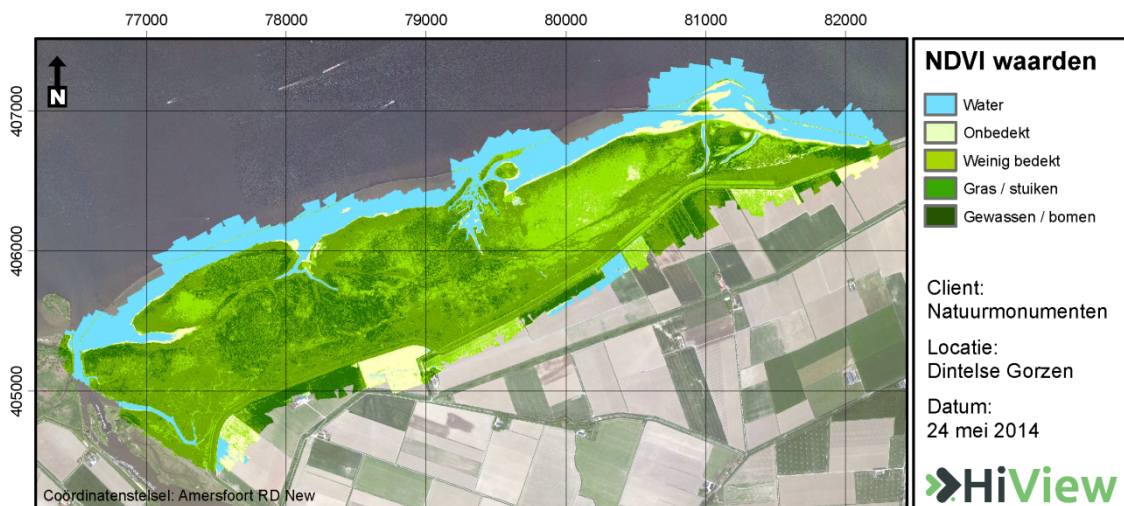
## 6 Vegetatie toestand

De toestand van vegetatie is bepaald aan de hand van de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Vegetatie geeft een sterke reflectie in het spectrale gebied van 700-900 nanometer (nabij-infrarood licht) terwijl het zwak weerkaatst in het gebied van 600-700 nanometer (rood licht) vanwege de absorptie door chlorofyl. Het genormaliseerde verschil in nabij-infrarood en rood is de NDVI.

De NDVI waarden kan in theorie tussen de -1 en de +1 liggen. In de praktijk zijn waarden voor kale grond rond de 0,1 en voor zeer goed groeiende vegetatie rond de 0,7. Hieronder zijn de ruwe NDVI waarden weergegeven in een kaart (Figuur 9), evenals een geclassificeerde variant (Figuur 10).



Figuur 9: NDVI waarden voor het studiegebied.



Figuur 10: Grof geclassificeerde NDVI waarden op basis van gangbare grenswaarden.

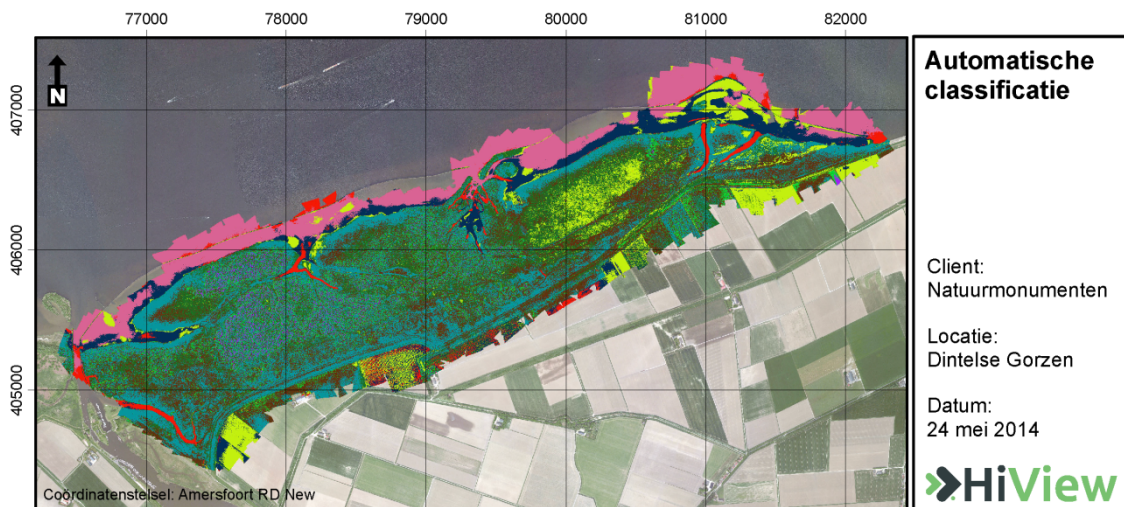
## 7 Beeldclassificatie

Voor het doen van analyses van een gebied is het zinvol om een beeldclassificatie uit te voeren. Classificaties kunnen namelijk worden gebruikt als brongegevens voor numerieke modellen, om ruimtelijke analyses te doen met een geografische informatie systeem of als basis voor karteringen. Bij het beeldclassificatieproces worden groepen van pixels die in het met de Flying Sensor verkregen beeld aanwezig zijn aan bepaalde klassen toegewezen op basis van hun pixelwaarde; hun spectrale eigenschappen.

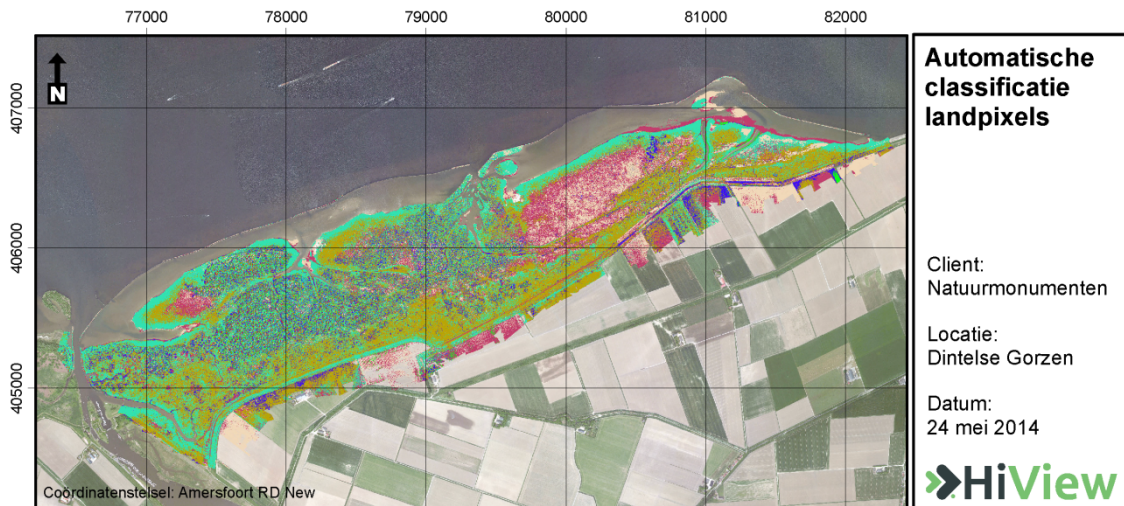
### 7.1 Watermasker

Een automatische softwarematige analyse van waarden van de pixels resulteert in een onbruikbare classificatie (Figuur 11). Er worden veel klassen toegewezen aan waterenheden met een verschillende spectrale signatuur, zoals ondiep water, diep water, modderig water en groenig water. Hierdoor wordt de statistische clustering van overige landklassen minder accuraat uitgevoerd.

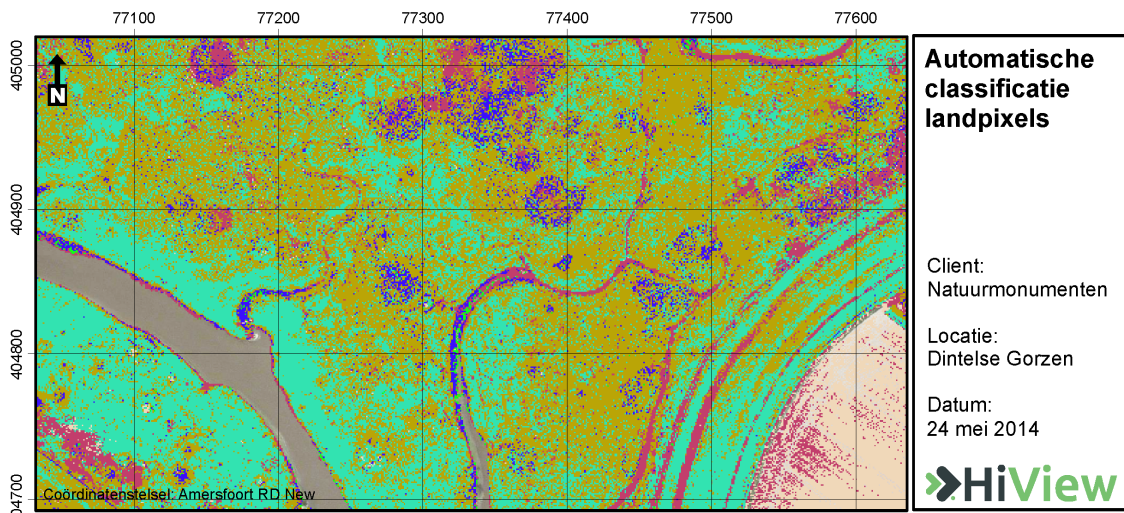
Er is daarom aan de hand van de NDVI data een landmasker gemaakt ( $NDVI > -0.1$ ; Figuur 10) om waterpixels uit het beeld te filteren. Vervolgens is er opnieuw een automatische classificatie uitgevoerd (Figuur 12, 13 en 14). Deze classificatie is beter, echter nog niet optimaal. Gebieden met bomen worden namelijk niet goed in één onderscheidende klasse ingedeeld, ze bestaat uit een wirwar van overige klassen. Er wordt daarom een aparte classificatie uitgevoerd om de boomrijke delen van het beeld er goed uit te halen.



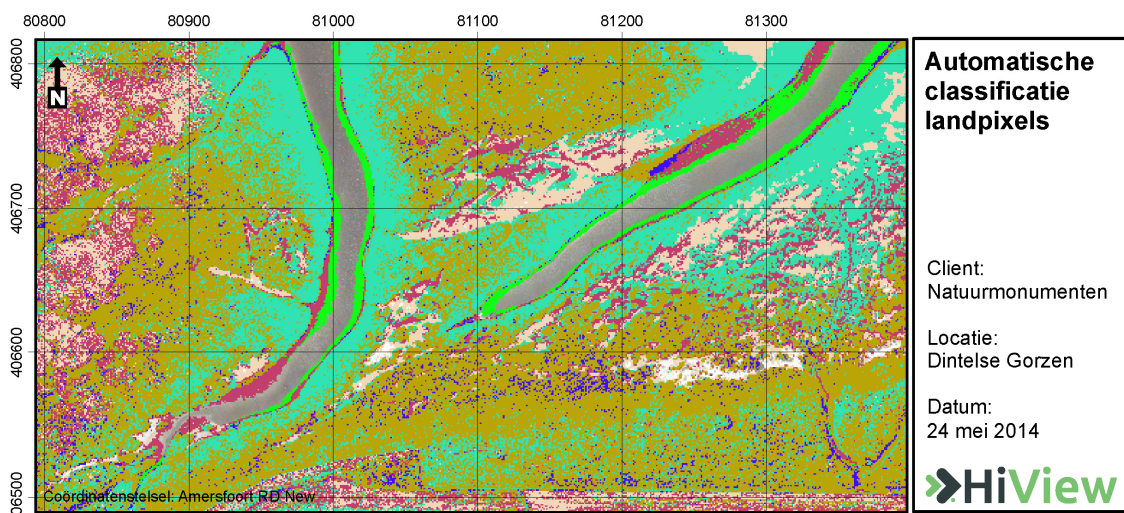
Figuur 11: Automatische beeldclassificatie met 10 klassen van het volledige orthomozaïek.



Figuur 12: Automatische beeldclassificatie met 10 klassen van het orthomosaïek waarbij waterpixels zijn gemaskeerd.



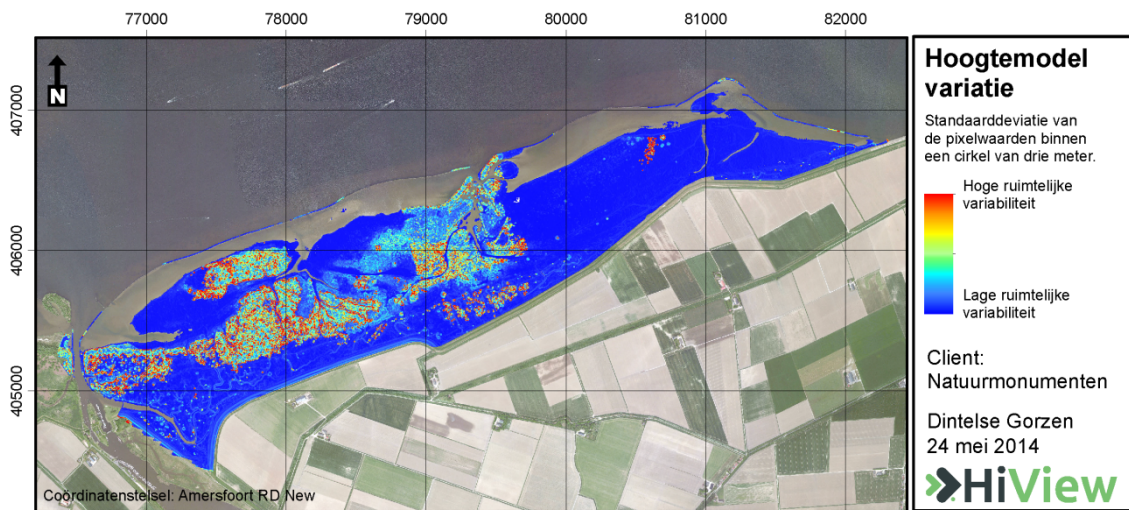
Figuur 13: Uitsnede van de beeldclassificatie met 10 klassen van het orthomosaïek waarbij waterpixels zijn gemaskeerd.



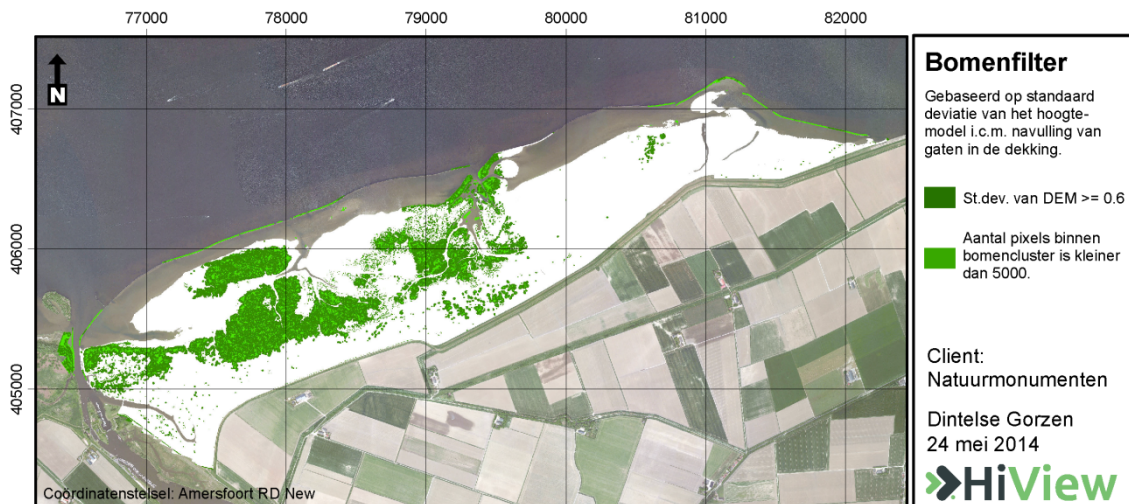
Figuur 14: Uitsnede van de beeldclassificatie met 10 klassen van het orthomosaïek waarbij waterpixels zijn gemaskeerd.

## 7.2 Boomclassificatie

Gebieden met bomen hebben een grote ruimtelijk variabiliteit in de hoogte. Er zijn aanzienlijke verschillen tussen de hoogte van bomen en de grond, maar ook tussen verschillende bomen en binnen een bladerdek. Door een grenswaarde te bepalen voor de ruimtelijke variabiliteit van het hoogtemodel (Figuur 15) kunnen bomen met redelijke nauwkeurigheid uit het beeld worden gehaald (Figuur 16). Doordat de interne variatie in boomhoogte toch nog relatief laag is in sommige van de boomgebieden vallen er soms gaten in de boomclassificatie. Dit is echter op te lossen door pixelclusters die worden omsloten door boompixels tevens als boom te classificeren indien zij een kleiner oppervlak hebben dan een grenswaarde (Figuur 16).



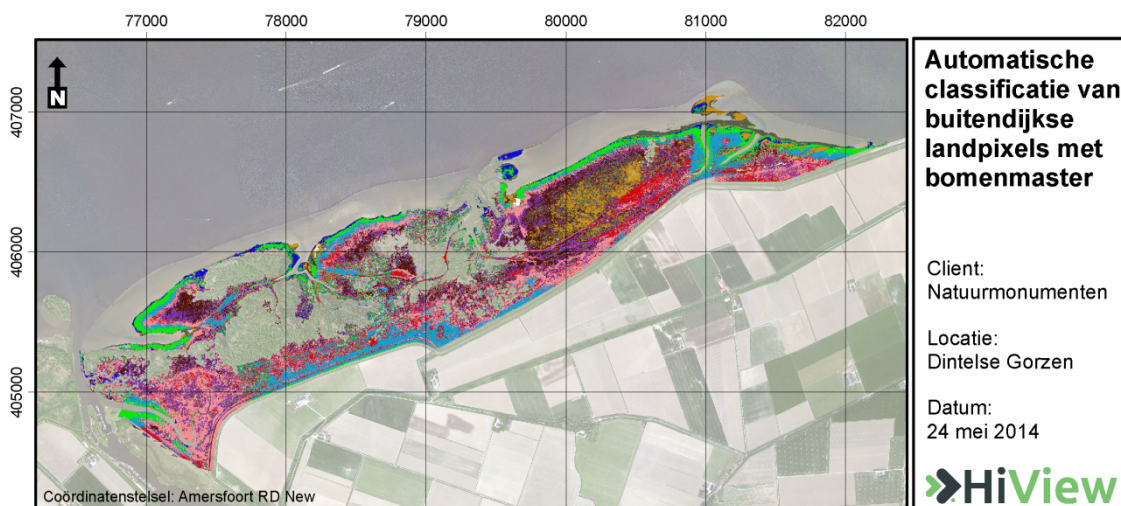
Figuur 15: Ruimtelijke variabiliteit van het hoogtemodel.



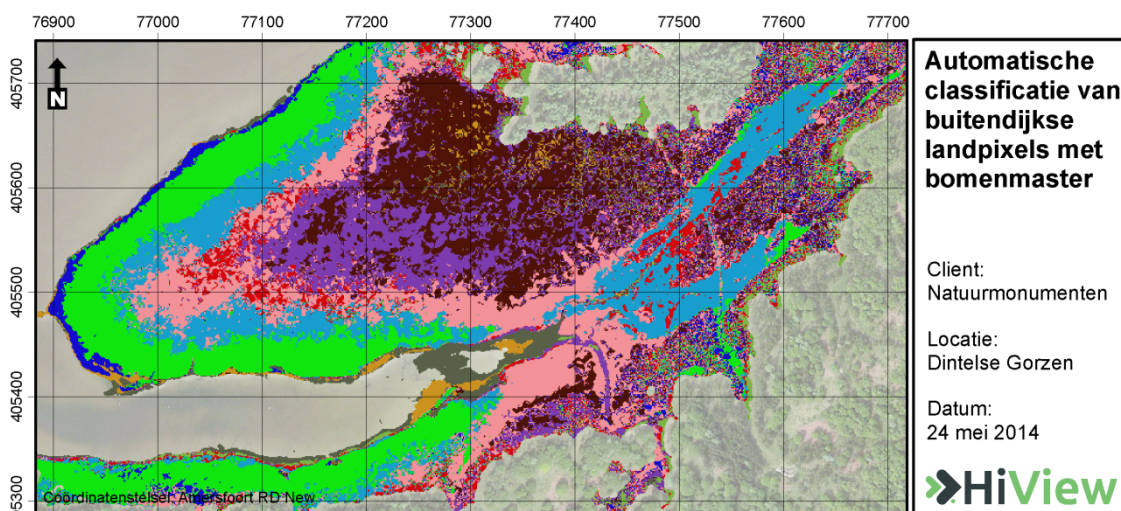
Figuur 16: Bomenclassificatie bepaald door middel van grenswaarden op ruimtelijke variabiliteit van het hoogtemodel.

### 7.3 Uiteindelijke beeldclassificatie

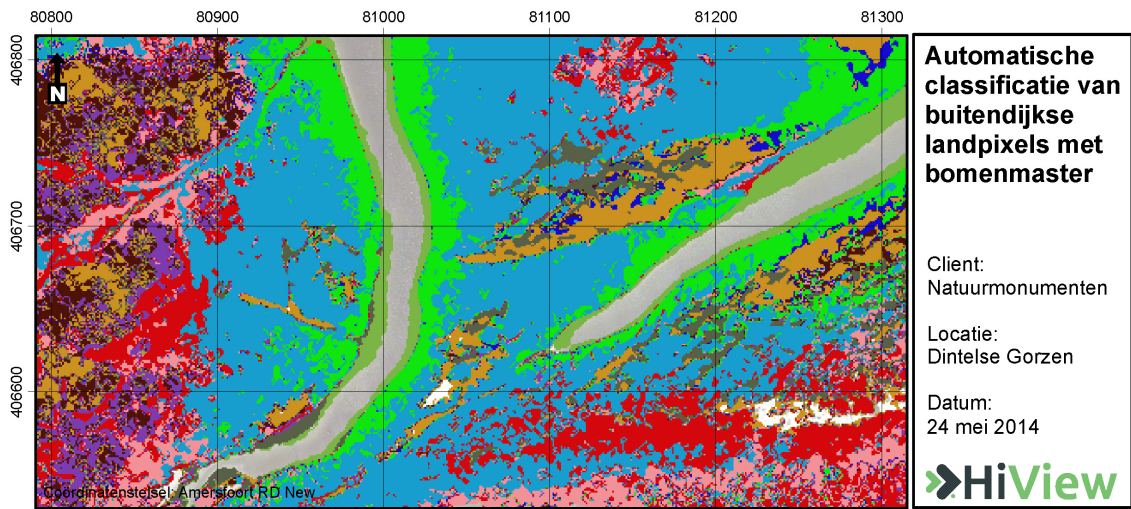
Het binnendijkse agrarische gebied veroorzaakt naast de boomgebieden ook voor klassenvervuiling omdat daar andere landbedekkingseenheden voorkomen dan in het buitendijkse gebied. Voor een nieuwe automatische classificatie van de landpixels van het buitendijkse gebied met inachtneming van het bomenmasker is het binnendijkse gebied daarom tevens gemaskeerd. De uiteindelijke volledige classificatie en uitsneden ervan zijn weergegeven als Figuur 17, 18 & 19.



Figuur 17: Automatische beeldclassificatie met 10 klassen van het orthomosaïek waarbij water, bomen en het binnendijkse gebied zijn gemaskeerd.



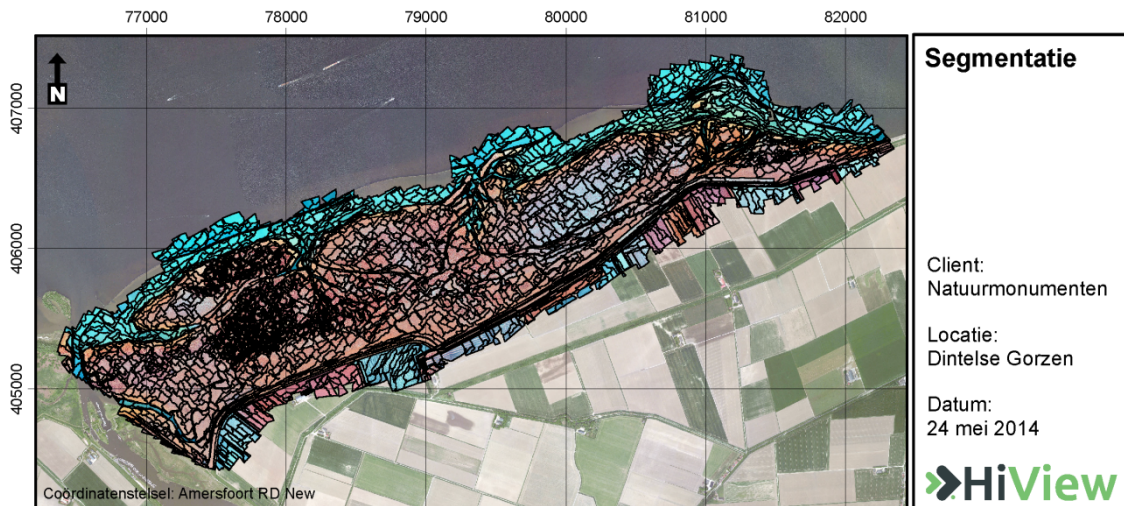
Figuur 18: Uitsnede van de beeldclassificatie met 10 klassen van het orthomosaïek waarbij water, bomen en het binnendijkse gebied zijn gemaskeerd.



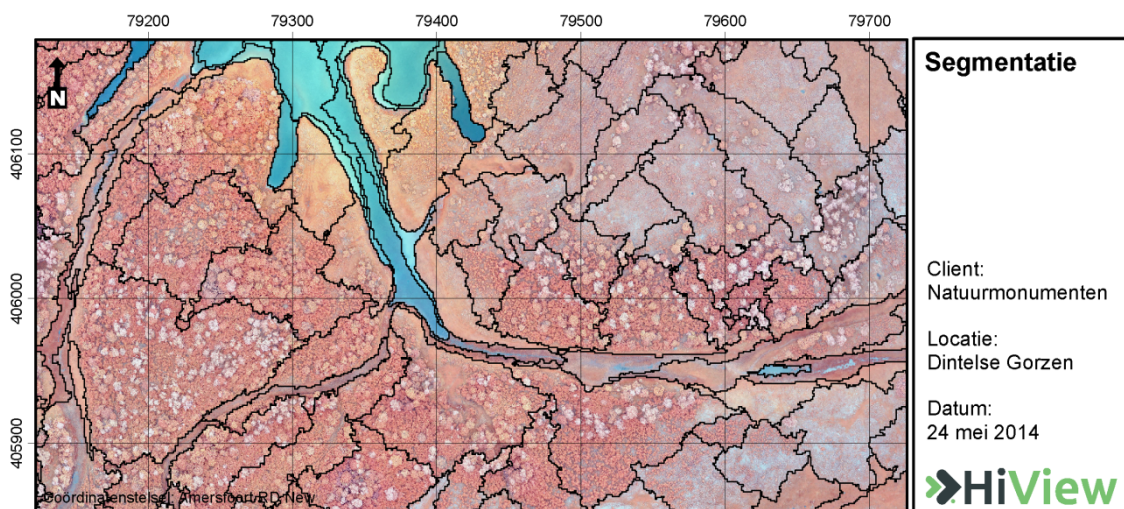
Figuur 19: Uitsnede van de beeldclassificatie met 10 klassen van het orthomosaïek waarbij water, bomen en het binnendijkse gebied zijn gemaskeerd.

## 7.5 Beeldsegmentatie

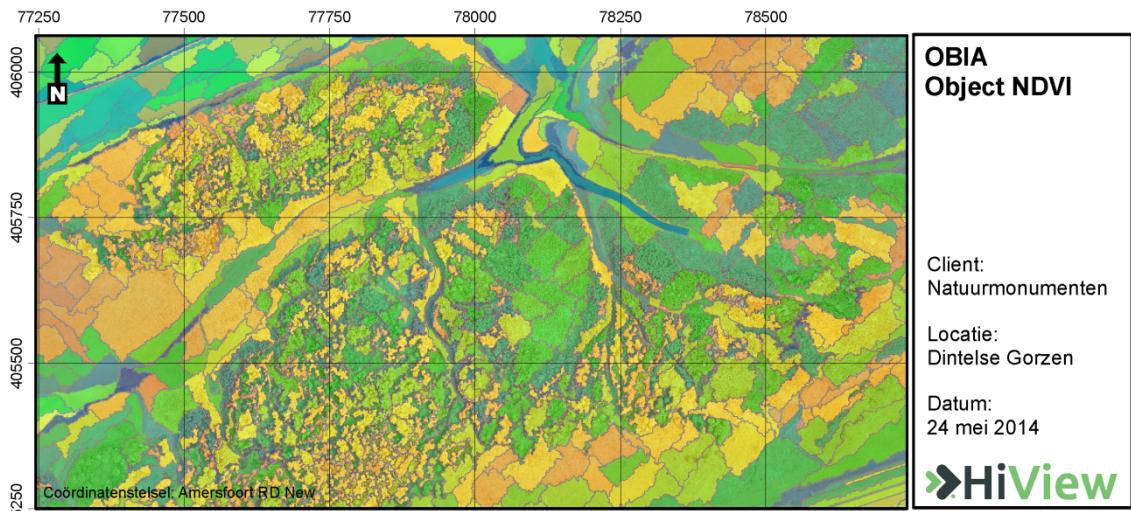
Als verdere beeldanalyse is er met behulp van een segmentatiealgoritme een set van vector polygonen gecreëerd van het orthomozaïek. Het algoritme werkt op basis van statistische analyses van de homogeniteit in pixelwaarden van ruimtelijke pixelclusters. De resulterende polygonen (Figuur 20 & 21) kunnen worden gebruikt als pre-digitalisatie bij handmatige karteringen of, indien de objecteigenschappen worden beschouwd, bij gebruik van diepgaande object-gebaseerde beeldclassificaties (Figuur 22 & 23). Dit wordt *object-based image analysis* genoemd (OBIA).



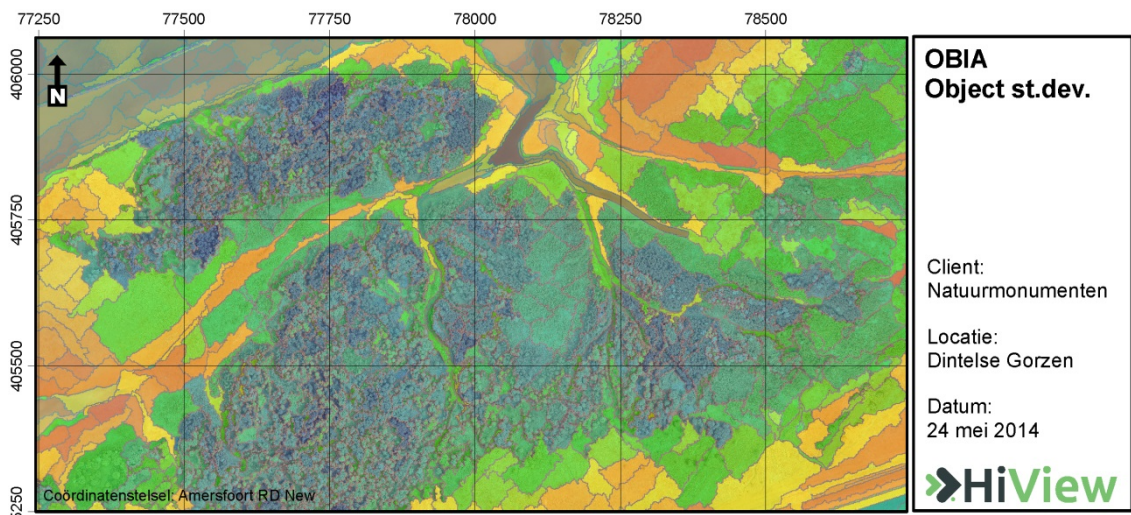
Figuur 20: Algoritmische beeldsegmentatie van het orthomozaïek.



Figuur 21: Uitsnede van de algoritmische beeldsegmentatie.



Figuur 22: Voorbeeld van variatie in object-gemiddelde NDVI waarden.



Figuur 23: Voorbeeld van de ruimtelijke variatie in object-gemiddelde standaarddeviatie van pixelwaarden.