

Memo

Datum

16 november 2023

Contactpersoon

Sanne Juch

Ons kenmerk

I1000678-000-OA-0001

Doorkiesnummer

+31(0)88 335 7904

E-mail

sanne.juch@deltares.nl

Aantal pagina's

1 van 13

Onderwerp

Creatie signaalkaart reservering 5-10% diepste delen polders voor waterbergingsgebieden

Methode Signaalkaart Waterbergingsgebieden

Op basis van de Kamerbrief over de rol van Water en Bodem bij ruimtelijke ordening van 25 nov 2022, zijn er een aantal onderwerpen geïdentificeerd waar Deltares een bijdrage kan of wil leveren. In de kamerbrief licht het Rijk de structurerende keuzes toe die zij gemaakt heeft om zo richting geven aan de ruimtelijke ordening opgave voor de komende decennia, op basis van water en bodem sturend.

Eén van de structurerende keuzes is het reserveren van de 5 tot 10% laagst liggende delen van de diepe polders voor waterberging (keuze nummer 13 in de brief):

13. We reserveren de 5% tot 10% van diepe polders voor waterberging, bij voorkeur de diepste delen. We voorkomen hiermee wateroverlast als gevolg van aanhoudende regenval of piekbuien. Hier is geen nieuwe bebouwing toegestaan, tenzij het niet ten koste gaat van het waterbergend vermogen.

Extreme buien zoals die van juli 2021 boven Duitsland, België en Limburg laten zien dat nu al rekening moet worden gehouden met uitzonderlijke neerslaghoeveelheden. Door de toename van neerslaghoeveelheden bereiken polder- en boezemsystemen steeds sneller hun grenzen. Geen rekening houden met boven normatieve neerslag kan grootschalige en langdurige schade tot gevolg hebben met een economische en maatschappelijke schade die kan oplopen tot een miljard euro. Om wateroverlast in de toekomst te voorkomen is het van belang dat gebieden, zoals beekdalen, neerslag zo veel mogelijk zelf kunnen vasthouden en/of bergen, en te zorgen voor piekberging en waar nodig noodoverloopgebieden. Dit maakt ook dat we 5 à 10% van de diepe polders voor waterberging reserveren, bij voorkeur de diepste delen. Nieuwe bebouwing is niet toegestaan, tenzij het niet ten koste gaat van het waterbergend vermogen. Vanwege de diversiteit in de gebieden zullen deze ruimtelijke reserveringen in de gebiedsprocessen verder uitgewerkt worden, waarbij er ruimte is voor maatwerk.

Om deze keuze in de praktijk te brengen, is het van waarde om te beschikken over een signaalkaart die toont waar deze gebieden ongeveer liggen. Dit vormt een uitgangspunt bij het zoeken en afbakenen van de reserveringsgebieden en het maatwerk waarop de tekst in de kamerbrief doelt. Dit memo beschrijft een methode om tot een dergelijke signaalkaart te komen. Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen een basiskaart en een versie waarbij rekening is gehouden met het landgebruik.

1 Basis Kaart

Dit onderdeel zal de stappen beschrijven om te komen tot een basiskaart als signaalkaart voor waterbergingsgebieden.

1.1 Benodigde data

Voor de signaalkaart, waarbij 5 tot 10 procent van de laagstgelegen delen van de diepe polders worden gereserveerd, zijn er in de basis twee bestanden nodig:

- 1) een Digitaal Hoogtemodel (rasterbestand), zoals een lokale DEM of het AHN4; en
- 2) een polder/peilgebieden kaart (vectorbestand), zoals het peilgebieden bestand uit het Mozart model of uit het Informatiemodel Water (IMWA).

1.1.1 Digitaal hoogtemodel

Er is gekozen voor het AHN4 van 5 bij 5 meter resolutie. Dit is de nieuwe versie van het Actueel Hoogte Bestand dat van 2020 tot 2022 is ingewonnen, geleverd in de vorm van kaartbladen (ook wel tegels genoemd). Hierbij zijn er twee keuzes: het Digitaal Terrein Bestand (DTM) en het Digitaal Hoogtebestand (DSM). Omdat de diepst gelegen delen van de polders moeten worden geïdentificeerd, in eerste instantie ongeacht van het landgebruik, is er gekozen voor het DTM welke puur de maaiveldhoogte geeft. Dit in tegenstelling tot het DSM, dat ook gebouwen, kunstwerken en andere objecten bevat.

De informatie is te verkrijgen via [ArcGIS Online – Download kaartbladen](#). Om tot een kaart voor heel Nederland te komen zijn de kaartbladen samengevoegd tot één landsdekkende kaart.

1.1.2 Polder of peilgebieden informatie

In de kamerbrief vermeldt men “we reserveren de 5% tot 10% van diepe polders voor waterberging, bij voorkeur de diepste delen”. Hier spreekt men dus expliciet over de *diepe polders*. Er is geen actuele kaart van de huidige polders van Nederland beschikbaar. In plaats daarvan wordt gebruik gemaakt van ruimtelijke eenheden die in het waterbeheer worden gebruikt en het waterbeheersituatie representeren: de peilgebieden. Deze gebieden hebben een wat hogere resolutie dan de polders (binnen 1 polder kunnen meerdere peilgebieden voorkomen).

Na een vergelijkingsoefening tussen de verschillende beschikbare data, is er gekozen voor het peilgebiedenbestand van het Informatiemodel Water (IMWA). Deze bleek het meest geschikt voor deze analyse: deze is landsdekkend, wordt regelmatig geüpdatet en is hydraulisch correct.

In dit bestand ontbreken de peilgebieden van het beheersgebied van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. De informatie is daarom toegevoegd aan het peilgebieden bestand van IMWA. Deze is via de opendata base van HDSR [hier](#) te downloaden.

Echter was er een laatste aanpassing nodig, dit betreft de peilgebieden aan de randen van de stuwwallen. Vanwege de gevolgde methode lijkt hier veel water te accumuleren omdat de stuwwal zelf, het hoger gelegen gebied, ook onderdeel is van het peilgebied. Voor dit effect is de kaart gecorrigeerd. De resulterende peilgebiedenkaart is als basis gebruikt voor deze analyse.

1.2 Methode Basiskaart

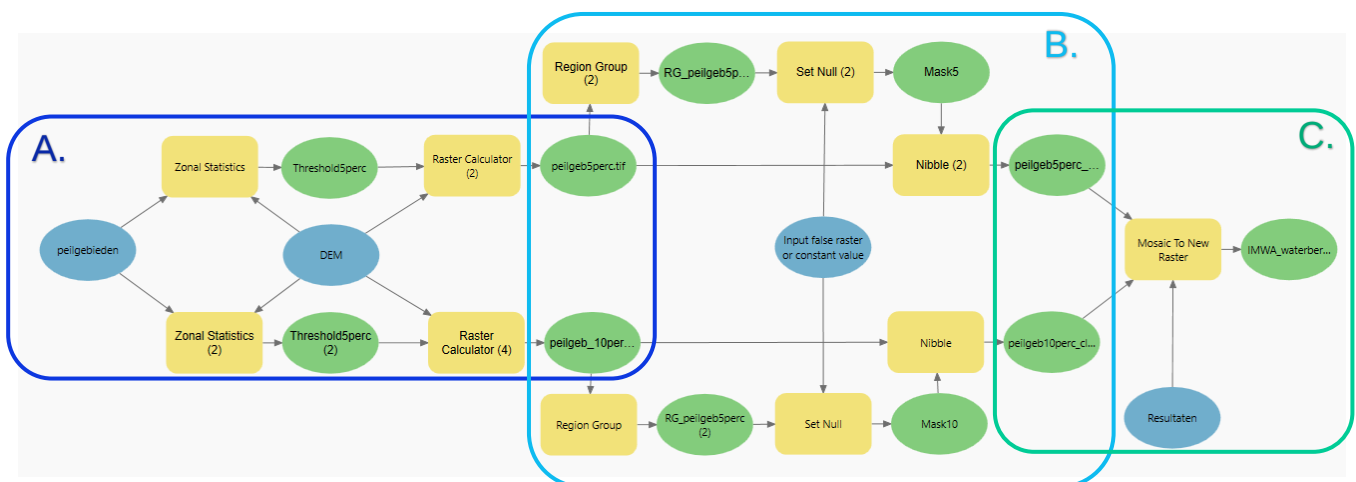
De methode maakt gebruik van de modelbuilder in ArcGIS Pro. **Error! Reference source not found.** hieronder bevat een schematische weergave van alle stappen om tot een Signaalkaart voor waterbergingsgebieden te komen. In blauw zijn de input bestanden/waardes of opslaglocaties weergegeven, in geel worden de 'tools' aangeduid die worden toegepast om de berekening of bewerking te doen. De (tussen-)uitkomsten zijn in groen weergegeven.

De kamerbrief noemt de 5 tot 10% laagst liggende delen. Om die marge ruimtelijk weer te geven is er gekozen om de analyse zowel voor 5% als voor 10% uit te voeren. Zodoende zijn er in Figuur 1 twee paden te zien welke exact dezelfde stappen volgen. Het bovenste pad hanteert 5% als drempelwaarde, de onderste hanteert 10%.

De methode is op te delen in 3 onderdelen (zie Figuur 1);

- berekenen van diepste delen per peilgebied;
- het opschonen van het kaartbeeld; en
- het combineren van de twee kaarten tot één overzichtelijke kaart.

In de volgende paragrafen zullen stappen per onderdeel verder toegelicht worden.



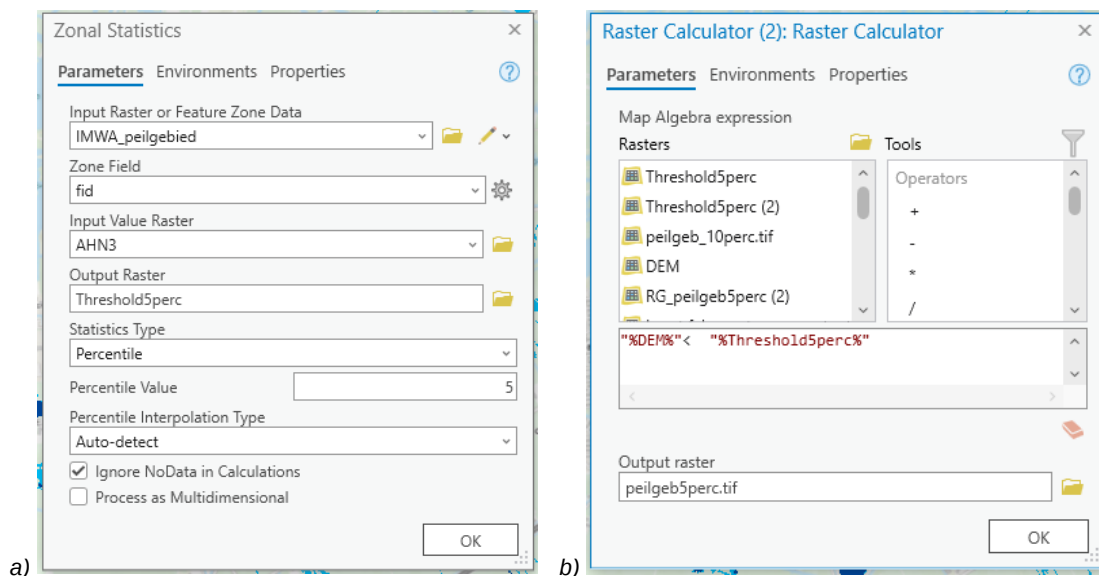
Figuur 1 - Methode verdeeld in 3 onderdelen; A) berekening diepste delen, B) opschonen kaartbeelden, en C) samenvoegen van kaarten tot één overzichtelijk kaart.

1.2.1 Onderdeel A. Diepste delen bepalen

Het eerste onderdeel focust op het berekenen van de diepste delen van de polder. Hiervoor is nodig: 1) een shapefile met IMWA peilgebieden; en 2) AHN4 raster bestand.

Door middel van 'Zonal Statistics' (Figuur 2a) wordt per polygoon (dit zijn de peilgebieden) een percentiel berekening gedaan waarbij de drempelwaarde voor de laagste 5 of 10% van het AHN4 wordt bepaald. Het resultaat is een shapefile met peilgebieden waarvan de waarde per peilgebied de bijbehorende drempelwaarde weergeeft.

Met 'Raster Calculator' (Figuur 2b) wordt vervolgens per peilgebied de drempelwaarde toegepast zodat er een raster overblijft waarin er per cel een '0' of '1' wordt toegekend. 0 = boven de drempelwaarde, 1 = onder de drempelwaarde. Alle cellen met waarde 1 behoren dus tot de laagste 5 of 10% per peilgebied. Wanneer in de cellen met waarde 0 doorzichtig worden weergegeven, geeft het tussenresultaat een eerste beeld van de laagstgelegen gebieden.



Figuur 2 - Gedetailleerde weergave van de instellingen voor a) Zonal Statistics en b) Raster Calculator

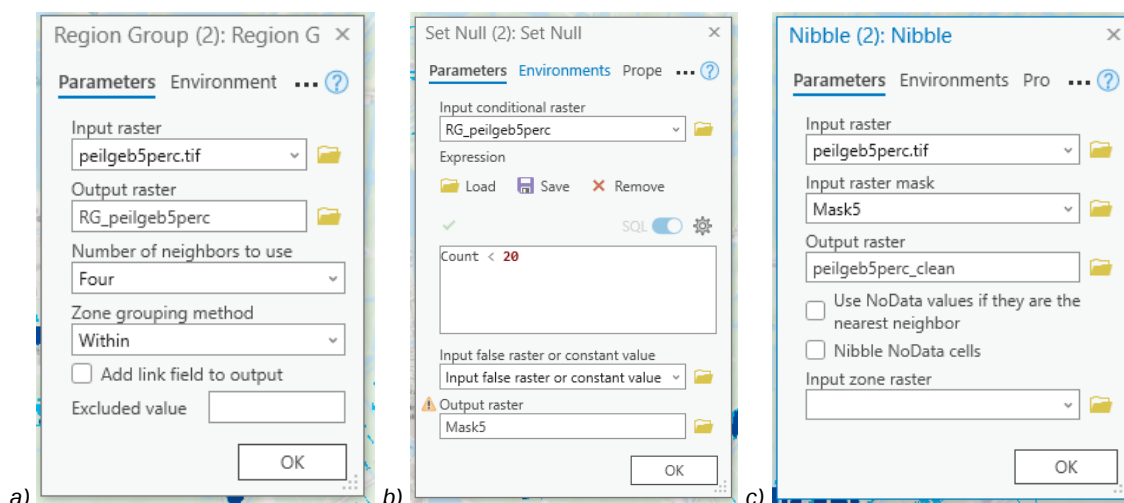
1.2.2 Onderdeel B: Opschonen kaartbeelden

Het volgende onderdeel richt zich op het verfijnen van twee kaarten die de 5 en 10% laagstgelegen gebieden weergeven. De tussenresultaten van de vorige stap bevatten nog vele geïsoleerde (groepen) cellen die geen onderdeel vormen van grotere gebieden. Daarbij zijn er ook individuele of kleine groepen cellen aanwezig die ondanks dat ze worden omringd door cellen geïdentificeerd als onderdeel van de laagste delen, niet als dusdanig geïdentificeerd zijn. Deze cellen worden gezien als ruis waarbij het noodzakelijk is om deze te identificeren en hergroeperen. Er wordt in dit onderdeel in drie stappen een reclassificatie uitgevoerd om zo het kaartbeeld op te schonen. Door deze opschoning komt het totaal van de geïdentificeerde laagstgelegen cellen iets onder de 5 en 10% van het oppervlak van de peilgebieden te liggen.

Voor de eerste stap is de tool 'Region Group' gebruikt om aaneengesloten cellen in groepen te plaatsen. Dit helpt bij bewerken of verwijderen van specifieke groepen. Hierbij wordt de keuze voorgelegd om rekening te houden met alleen de buurcellen aan de rechte zijdes van de cel (= 4 buurcellen), of om ook de cellen die op de hoeken van de cellen elkaar raken mee te nemen (= 8 buurcellen). Na een aantal testen is er voor de eerste optie gekozen waardoor alleen de direct aangrenzende cellen worden beschouwd. Dit gaf uiteindelijk een beeld dat de verwachte werkelijkheid het beste benadert.

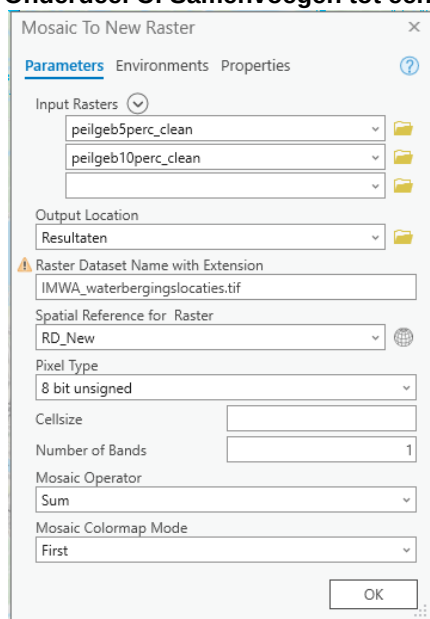
Vervolgens wordt de 'Set Null' gebruikt om bepaalde groepen te markeren als null (geen waarde). In dit geval worden alle groepen met minder dan 20 cellen gemarkeerd als ruis door ze een null waarde toe te kennen. Groepen met 20 of meer cellen krijgen een constante waarde van 1. Dit creëert een masker waarbij cellen van de 5 of 10% laagstgelegen gebieden een waarde van 1 krijgen (zoekruimte bergingsgebied) en ruiscellen een waarde van 0 (geen bergingsgebied).

Als laatste wordt de 'Nibble' tool gebruikt om de gemarkeerde nulwaarden te verwijderen en de omliggende pixels met geldige waarden in te vullen. Dit helpt om de gaten of gemarkeerde gebieden op te vullen op basis van de waarde van de omliggende pixels.



Figuur 3 - gedetailleerde weergave ter ondersteuning voor het instellen van de stappen in onderdeel B; a) Region Group; b) Set Null; en c) Nibble.

1.2.3 Onderdeel C: Samenvoegen tot een kaartbeeld

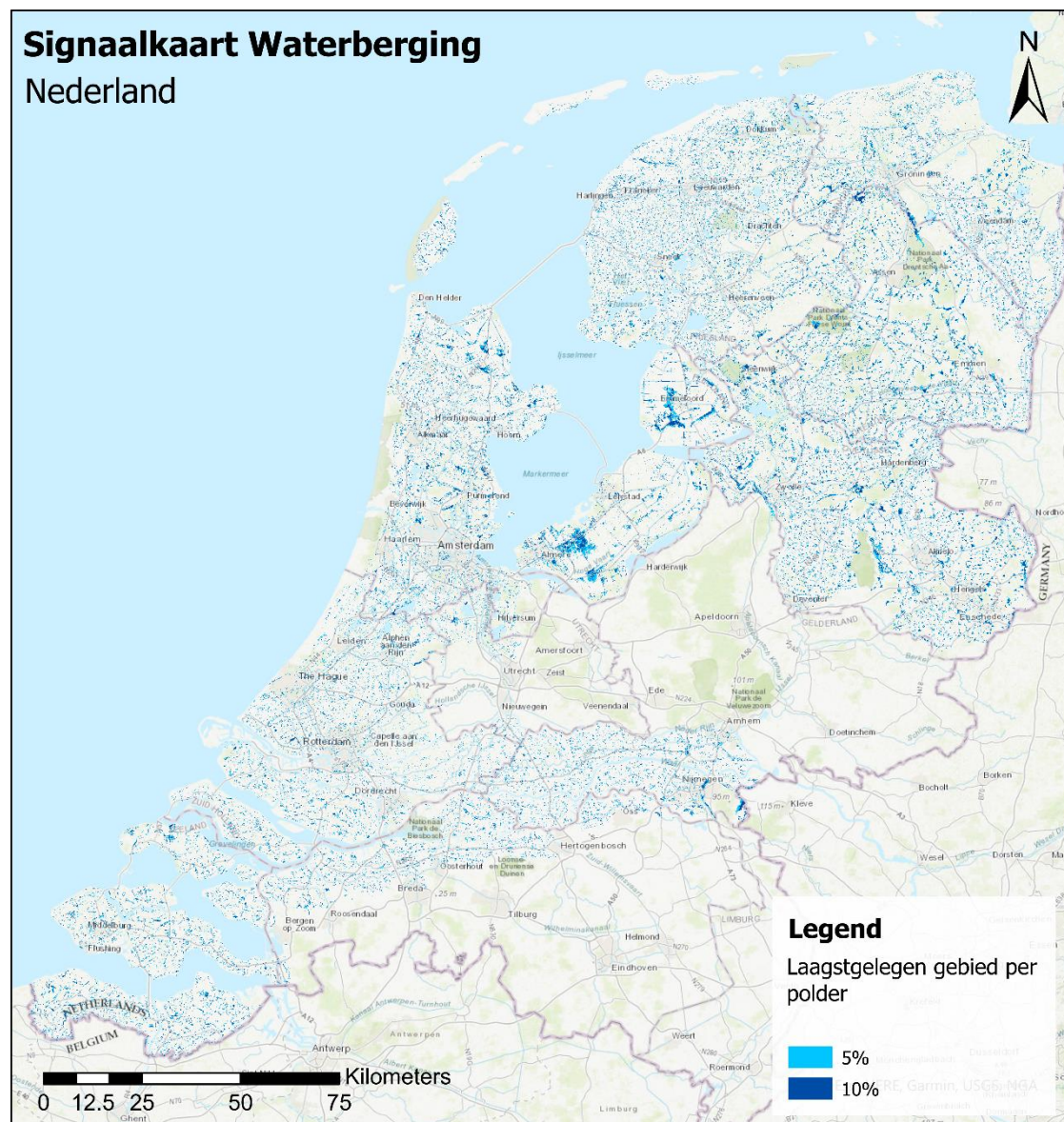


Figuur 4 – Weergave van de instellingen voor het samenvoegen van de kaarten

Als laatste worden de twee kaarten; de 5% laagst gelegen gebieden en de 10% laagst gelegen gebieden samengevoegd tot één kaart. Hiervoor is de tool 'Mosaic To New Raster' geschikt. Door gebruik te maken van de instellingen zoals weergegeven in de figuur hiernaast, worden de twee kaarten over elkaar heen gelegd en gesommeerd. Hierdoor ontstaat er een kaart met 3 waarden; 0, 1 en 2. De cellen die in beide kaarten 0 zijn, blijven 0 en representeren de gebieden die niet behoren tot de laagste 5 of 10% van een peilgebied. Wanneer een cel in een van de twee kaarten een waarde 1 heeft, krijgt in de samengevoegde kaart ook een waarde van 1 (immers is $0+1$ of $1+0$ beide 1). Dit zijn gebieden die behoren tot de laagste 10%. Wanneer de cellen in beide kaarten een waarde 1 heeft, krijgt deze de waarde 2 ($1+1=2$). Dit zijn de gebieden die behoren tot de laagste 5%.

1.3 Resultaat

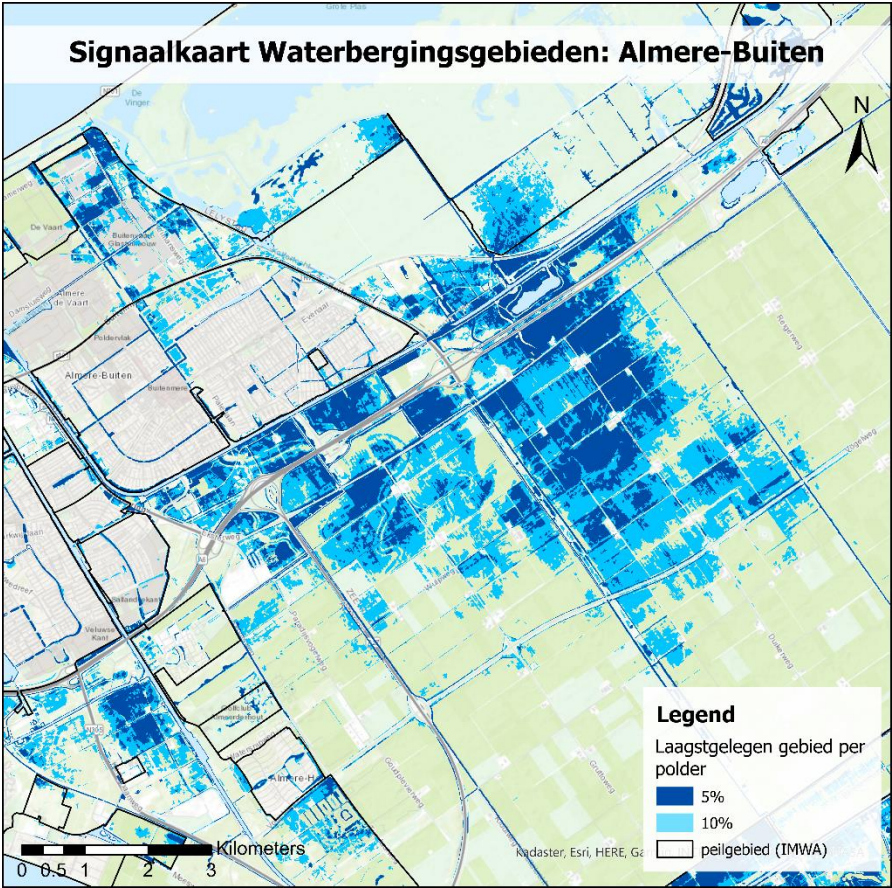
Figuur 5 toont de signaalkaart waterberging voor heel Nederland. Omdat de kaart op deze schaal niet goed leesbaar is, worden ook twee uitsneden getoond; omgeving Zaanstad-Zaandijk (figuur 6) en Almere-Buiten (figuur 7).



Figuur 5 - Signaalkaart voor waterberging in de diepste delen van onze polders.



Figuur 6 -
Signaalkaart voor waterberging in de diepste delen van onze polders in de omgeving van Zaanstad.



Figuur 7 -
Signaalkaart voor waterberging in de diepste delen van onze polders in de omgeving van Almere-Buiten

1.4 Validatie

Zoals eerder toegelicht is het de bedoeling om een signaalkaart te maken voor waterbergingsgebieden door de laagste 5 tot 10% gelegen gebieden van de polders te identificeren. Om dit te valideren kan per unieke waarde het aantal cellen berekend worden. Hieruit volgt als gemiddelde over alle polders de volgende tabel:

Tabel 1 - per klasse het aantal cellen en percentages ten opzichte van het totaal voor alle polders in Nederland.

Klasse	Aantal cellen	Oppervlakte percentage
Laagste 5%	40.263.518	4.9%
Laagste 5 tot 10%	35.301.989	4.3%
Overig	745.450.893	90.8%
Totaal	821.016.400	100.0%

Zoals eerder gesteld zijn door het opschonen van het kaartbeeld de oppervlaktes van de gebieden iets lager dan de beoogde 5 en 10%. Dit kan in principe geoptimaliseerd worden door de parameters van de opschoningsstappen iets aan te passen of te kalibreren door te beginnen met een iets hogere waarde voor de percentiel tijdens de eerste stap in onderdeel A.

Ook zijn er enkele variaties wanneer de statistieken per peilgebied bekeken worden (zie tabel 2 tot 4). Hieruit wordt geconcludeerd dat de methode goed werkt maar een aantal optimalisaties en/of kalibraties de resultaten kunnen verbeteren.

Tabel 2 - het aantal cellen en percentages ten opzichte van het totaal per klasse voor peilgebied met id 33900.

Klasse	Aantal cellen	Percentage
Laagste 5%	38.612	4.8%
Laagste 5 tot 10%	39.545	4.9%
Overig	725.604	90.3%
Totaal	803.761	100.0 %

Tabel 3 - het aantal cellen en percentages ten opzichte van het totaal per klasse voor peilgebied met id 29443

Klasse	Aantal cellen	Percentage
Laagste 5%	121.932	5.00%
Laagste 5 tot 10%	121.870	5.00%
Overig	2.195.078	90.00%
Totaal	2.438.880	100.00%

Tabel 4 - het aantal cellen en percentages ten opzichte van het totaal per klasse voor peilgebied met id 17395

Klasse	Aantal cellen	Percentage
Laagste 5%	38.087	4.32%
Laagste 5 tot 10%	38.138	4.33%
Overig	805.067	91.35%
Totaal	881.292	100.00%

2 Aanpassingen op basis van bebouwd gebied

De bovenstaande kaart functioneert als de basiskaart waarbij een eerste signaalkaart voor waterbergingsgebieden is ontwikkeld. Hierbij is geen rekening gehouden met landgebruik of andere factoren die (mogelijk) invloed hebben op het beschikbare oppervlakte voor waterberging. Het is onwaarschijnlijk dat er de wens is om in stedelijke gebieden grote waterbergingsgebieden aan te wijzen. Dit is niet efficiënt en zal niet veel draagvlak hebben. In de aanbeveling wordt dan ook gesproken over het *reserveren* van gebieden voor waterberging, en gaat het dus om de momenteel nog onbebouwde gebieden.

Daarom wordt in deze volgende stap het peilgebieden bestand zoals eerder omschreven aangepast op landgebruik om zo rekening te houden met bebouwde gebieden.

2.1 Benodigde data

Voor het aanpassen van de basis peilgebieden kaart is er gebruik gemaakt van de volgende data:

- Het basis peilgebieden bestand, zoals eerder beschreven in 1.1.2.
- Type landgebruik bestanden '*bebouwd gebied*', '*kassengebied*' en '*overig*' uit het Top100nl_Compleet.gpkg (gedownload via [TOPNL \(pdok.nl\)](https://topnl.pdok.nl)).
- '*main.top10nl_plaats_multivlak*' en '*main.top10nl_plaats_vlak*' uit het top10nl_Plaats.gpkg (ook via [TOPNL \(pdok.nl\)](https://topnl.pdok.nl) te downloaden).

2.2 Aanpassingen

Het basis peilgebieden bestand moet worden aangepast op locaties waar zich bebouwing bevindt. De volgende stappen zijn gezet om de bebouwde gebieden uit het peilgebieden bestand te filteren.

1. Uit het Top100nl bestand zijn de volgende 3 type gebieden geselecteerd '*bebouwd gebied*', '*kassengebied*' en '*overig*'
2. Uit het Top10nl zijn 2 type gebieden geselecteerd '*main.top10nl_plaats_multivlak*' en '*main.top10nl_plaats_vlak*'
3. De selecties zijn vervolgens middels de ArcGIS tool "**Union**" samengevoegd.
4. Voeg aan het resultaat een field toe aan de attributen tabel genaamd "dissolve"
5. Bereken dit veld door het met "Calculate Field" op een 1 te zetten.
6. Gebruik de ArcGIS tool "**Dissolve**" om er één gebied van te maken.
7. Met het resultaat (één gebied) wordt met de ArcGIS tool "**Erase**" het peilgebieden bestand opgeschoond.
8. Binnen de attributen tabel van dit opgeschoond bestand wordt een selectie van gebieden die kleiner of gelijk aan 625 m² zijn, gemaakt.
9. Met de ArcGIS tool "Eliminate" worden kleine gebieden samengevoegd met de naast gelegen langste polygoon grens

Dit resulteert in een aangepaste peilgebieden bestand waarmee vervolgens het model opnieuw is gedraaid. Na een korte analyse van het eindresultaat bleek dat met de hierboven

beschreven aanpassing de uiteindelijke oppervlaktes per categorie, te ver af lag van de beoogde 5 tot 10%. Na kalibratie is geconstateerd dat het beste resultaat behaald wordt wanneer de variabele 'percentile value' in stap 1 aangepast wordt naar een van **6.5** en **11.5**. Met deze waarden blijft het eindresultaat het dichtst bij de gewenste 5 tot 10%.

2.3 Resultaten na aanpassingen op basis van bebouwd gebied

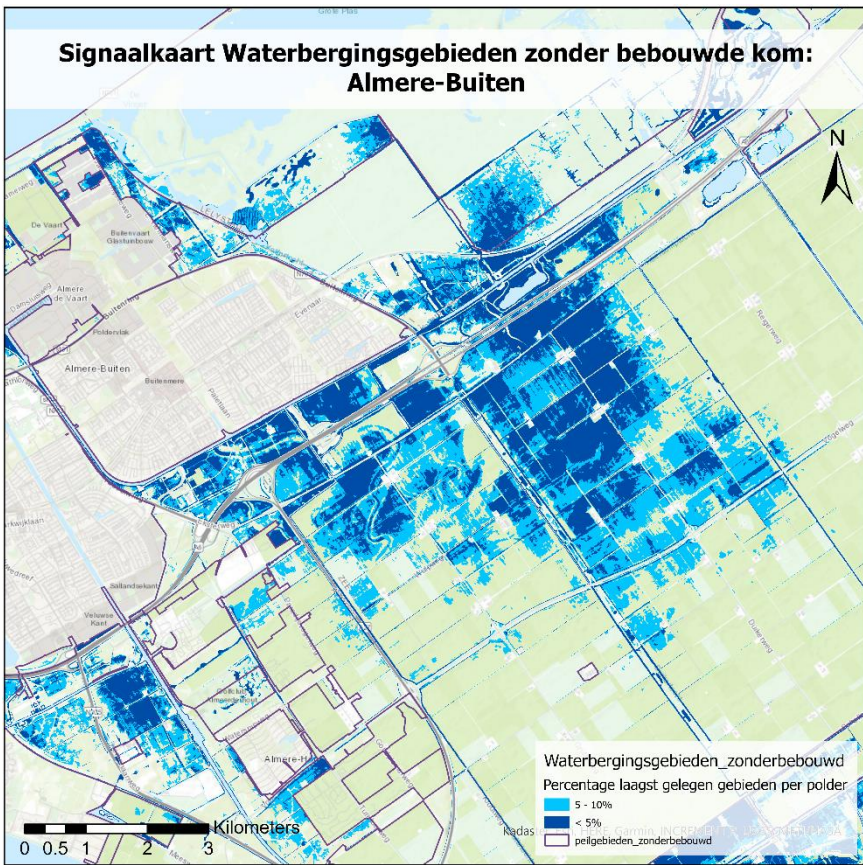
Figuur 8 toont de signaalkaart waterberging voor heel Nederland, aangepast op het landgebruik na kalibratie. Omdat de kaart op deze schaal niet goed leesbaar is, worden ook twee uitsneden getoond; omgeving Zaanstad-Zaandijk (figuur 6) en Almere-Buiten (figuur 7).



Figuur 8 - Signaalkaart voor waterberging in de diepste delen van onze polders waarbij bebouwde gebieden buiten beschouwing zijn gehouden.



Figuur 9 – Signaalkaart omgeving Zaanstad-Zaandijk voor waterberging in de diepste delen van onze polders waarbij de bebouwde gebieden buiten beschouwing zijn gehouden.



Figuur 10 - Signaalkaart omgeving Almere-Buiten voor waterberging in de diepste delen van onze polders waarbij de bebouwde gebieden buiten beschouwing zijn gehouden.

2.4 Validatie

Hieronder volgt opnieuw een aantal tabellen met informatie over de percentage cellen per peilgebied ter validatie van het model:

Tabel 5 - Het aantal cellen en percentages per klasse ten opzichte van het totaal voor alle peilgebieden in Nederland.

Klasse	Aantal cellen	Oppervlakte percentage
Laagste 5%	28342953	5.17%
Laagste 5 tot 10%	26446818	4.82%
Overig	493727729	90.01%
Totaal	548517500	100.00%

Tabel 6 - het aantal cellen en percentages ten opzichte van het totaal per klasse voor peilgebied met id {7F43C9BB-0111-4632-9C2B-C065482CC9FB}.

Klasse	Aantal cellen	Percentage
Laagste 5%	19780	5.32%
Laagste 5 tot 10%	18911	5.08%
Overig	333268	89.60%
Totaal	371959	100.00%

Tabel 7 - het aantal cellen en percentages ten opzichte van het totaal per klasse voor peilgebied met id {7B3DBD81-0D16-4812-BFF0-D5D9740DC472}

Klasse	Aantal cellen	Percentage
Laagste 5%	500	5.01%
Laagste 5 tot 10%	448	4.49%
Overig	9029	90.50%
Totaal	9977	100.00%

Tabel 8 - het aantal cellen en percentages ten opzichte van het totaal per klasse voor peilgebied met id {492982C5-BF29-4442-9D86-9C9FD55DADA4}

Klasse	Aantal cellen	Percentage
Laagste 5%	742570	5.98%
Laagste 5 tot 10%	610443	4.92%
Overig	11057657	89.10%
Totaal	12410670	100.00%

3 Andere factoren of criteria die een rol kunnen spelen

Voor het aanwijzen van waterbergingsgebieden spelen mogelijk nog andere factoren of criteria een rol. Het is goed om deze in een volgende studie verder te bekijken en de methode en resulterende kaarten hier mogelijk op aan te passen. Enkele voorbeelden van factoren/criteria zijn die kunnen worden toegevoegd aan de kartering, of die tot uiting kunnen worden gebracht in separate kaarten waarmee de signaalkaart voor waterberging kan worden gecombineerd:

- Nabijheid gemaal of watergang; ten behoeve van het ontlasten van de watergang en andersom het leegpompen van het waterbergingsgebied is dit een belangrijk criterium voor het identificeren van (mogelijke) waterbergingsgebieden. Ook hierop kan de methode aangepast worden.
- Max hoeveelheid waterberging; Kijken naar de potentieel max te bergen hoeveelheid als je deze gebieden zou reserveren
- Kansen voor natte natuur; in een land van ruimtegebrek worden de koppelkansen van verschillende opgaves steeds belangrijker. In het aanwijzen van waterbergingsgebieden kan de kansen voor natte natuur een belangrijke factor zijn om dit te waarborgen.
- Mogelijkheden tot extensiveren landbouw
- Combinatie met zoetwaterbuffering (t.b.v. gebruik in zomerperiode)