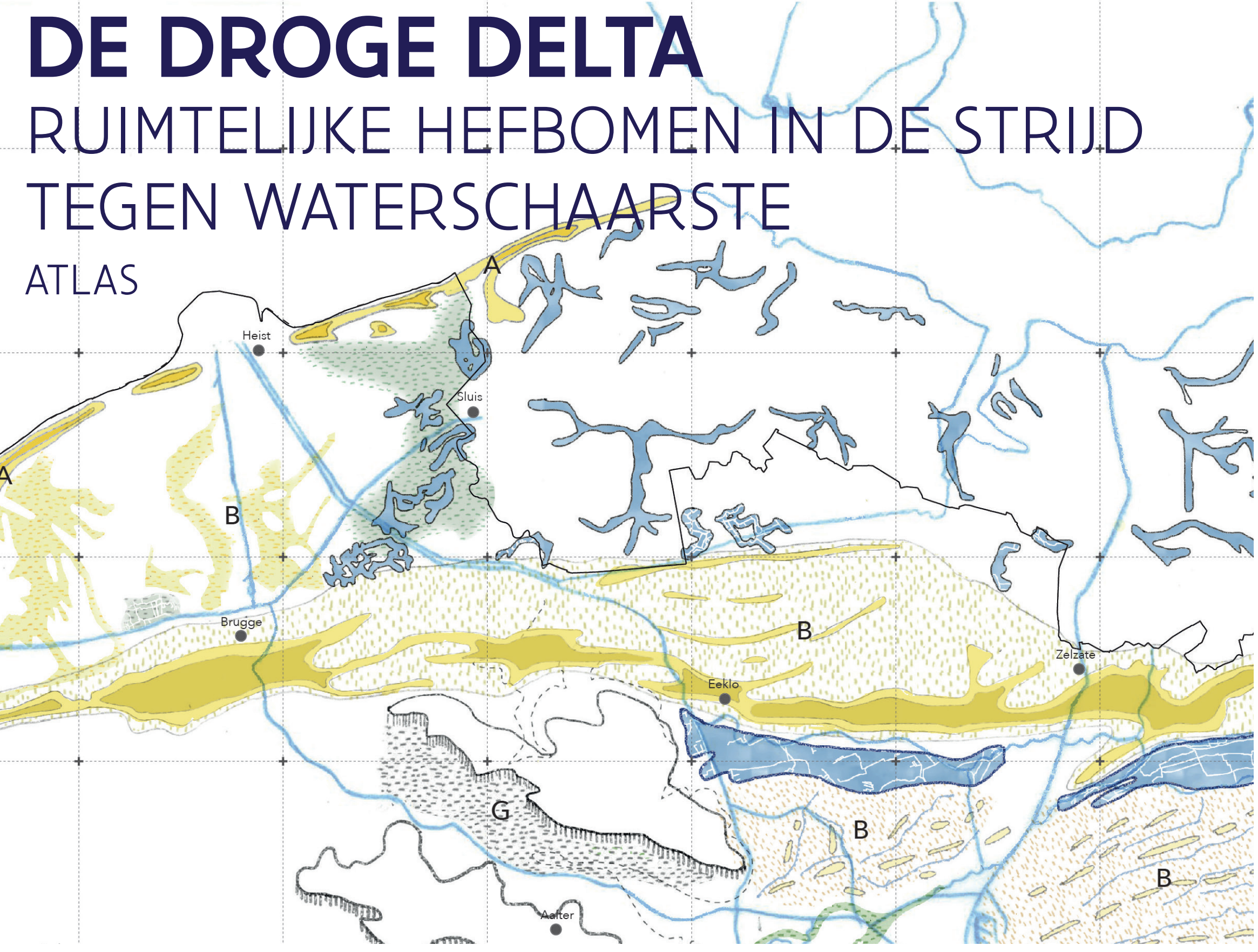
DE DROGE DELTA

RUIMTELIJKE HEFBOMEN IN DE STRIJD TEGEN WATERSCHAARSTE

ATLAS



LABO RUIMTE

Vlaamse overheid

DE DROGE DELTA

RUIMTELIJKE HEFBOMEN IN DE STRIJD TEGEN WATERSCHAARSTE

ATLAS

SWECO

CLUSTER landschap | stedenbouw

Universiteit Antwerpen

Foto: ©Koppe De Hondschutter

De Droge Delta

Ruimtelijke hefbomen in de strijd tegen waterschaarste.
Diagnosefase - december 2021

Dit rapport bevat de mening van de auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse Overheid.

Colofon

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER

Peter Cabus
Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving
Koning Albert II-laan 20 bus 8, 1000 Brussel
www.omgevingvlaanderen.be

OPDRACHTGEVERS

LABO RUIMTE

Lieven Symons (Departement Omgeving)
Sofie Troch (Departement Omgeving)
Julie Mabilde (Team Vlaams Bouwmeester)

AUTEURS

Projectcoördinatie

SWECO
Isabelle Putseys (projectleiding)
Frederic Schobben

Ontwerpend onderzoek

CLUSTER landschap & stedenbouw
David Verhoestraete (projectleiding)
Andreas Bauwens
Joppe Dehandschutter
Joachim Baetens
Ellen De Wolf

Kwantitatief onderzoek en modelering

Universiteit Antwerpen
Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer
Jan Staes (projectleiding)
Dirk Vrebos

Begeleidingsgroep

Patrick Willems (KU Leuven)
Sarah Garré (ILVO)
Dirk Halet (VLAKWA)
Bram Vogels (Vlaamse Milieumaatschappij)
Sofie Herman (Vlaamse Milieumaatschappij)
Erik Wieërs (Vlaams Bouwmeester)

WIJZE VAN CITEREN

CLUSTER landschap & stedenbouw, SWECO, Universiteit Antwerpen (2021). De Droge Delta. Ruimtelijke hefbomen in de strijd tegen waterschaarste. Studie in opdracht van LABO RUIMTE.

PARTNERS

LABO RUIMTE · Vlaamse overheid · BWMSTR Team Vlaams Bouwmeester

De LABO RUIMTE studie 'De Droge Delta' werd opgevat als een gezamenlijk denkproces tussen de opdrachtgevers (Departement Omgeving en Team Vlaams Bouwmeester, verenigd onder de noemer LABO RUIMTE) en het onderzoeksteam (Sweco, CLUSTER landschap & stedenbouw en Universiteit Antwerpen – Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer). In dit proces werden een veelheid aan verschillende stakeholders (VMM, Provincies, Aquafin, ILVO, VITO, Vlakwa, BBL, Vlaamse Waterweg, departement landbouw en visserij, ...) betrokken. Deze nota vormt een synthese van dit intensieve proces, waarbij ontwerpend onderzoek werd ingezet als middel om inzicht te verwerven in en het bespreekbaar maken van een ruimtelijke diversiteit aan droogte-uitdagingen in Vlaanderen.

Voorwoord

Onder de noemer 'De Droge Delta – Ruimtelijke hefbomen in de strijd tegen waterschaarste' startte LABO RUIMTE, de samenwerking tussen Departement Omgeving en Team Vlaams Bouwmeester, in 2020 een nieuw onderzoekstraject op. De droge zomers waarmee Vlaanderen in 2017, 2018, 2019 en 2020 werd geconfronteerd, toonden aan dat we niet voorbereid zijn op langere periodes van droogte. Er gebeurt al heel wat onderzoek naar waterschaarste, maar het verband met ruimtelijke ontwikkeling werd in die onderzoeken nog te weinig in kaart gebracht. Ruimtelijke planners, stedenbouwkundigen en ontwerpers hebben bovendien nog te weinig kennis rond de droogteproblematiek.

Nochtans kunnen ruimtelijke planning, programmatie en inrichting van de ruimte een belangrijke rol spelen in de noodzakelijke evolutie van versnelde waterafvoer naar meer infiltreren, vasthouden en hergebruik van water. Waterschaarste is een complexe problematiek, en hoewel er op jaarbasis voldoende regen valt om aan onze watervraag te voldoen, wordt er nog te veel water afgevoerd zodat we in periodes van droogte in de problemen komen, en dat heeft onder meer te maken met de manier waarop we onze ruimte gebruiken en inrichten.

LABO RUIMTE wil in de recente veelheid van acties en onderzoeken die rond droogte en waterschaarste lopen een zinvolle aanvulling leveren. De focus van het onderzoekstraject ligt daarom op een proactieve droogteaanpak en oplossingen die gelinkt kunnen worden aan ruimtegebruik, ruimtelijk beleid of de inrichting van de ruimte.

Het onderzoekstraject 'De Droge Delta' telt drie fasen: na een eerste diagnose-fase volgt ontwerpend onderzoek op een aantal cases en een reflectiefase waarin aanbevelingen worden geformuleerd. Dit rapport bevat de inzichten uit de diagnose-fase, waar in kaart werd gebracht wat de droogte-uitdagingen voor Vlaanderen zijn, hoe die uitdagingen maar ook de potenties tot het langer vasthouden van water ruimtelijk gedifferentieerd zijn, en wat mogelijke ruimtelijke strategieën of bouwstenen zijn waar ontwerpers en ruimtelijke planners mee aan de slag kunnen.

Een van de vaststellingen is dat we de hoeveelheid neerslag die tijdens de natte winterperiode valt, te weinig vasthouden en weten om te zetten in strategische waterreserves die we tijdens de drogere zomerperiodes nodig hebben om het tekort aan water te compenseren. In dit rapport worden de kansen voor het ontwikkelen van strategische watervoorraden in het landschap in kaart gebracht. Met de inzichten en bouwstenen uit dit rapport zullen ontwerpers in de volgende fase verder aan de slag gaan om de ruimtelijke strategieën uit te testen op drie concrete gebieden: de Denderflanken, De Moervaartvallei en het gebied van de Kleine Nete. Kan een bebossingsstrategie meewerken aan een droogte-aanpak op de Denderflanken en hoe? Wie ligt er wakker van droogte in de Moervaartvallei en waarom? Welk (landbouw)landschap investeert in droogte-maatregelen in het gebied van de Kleine Nete? Met deze diagnose-fase worden alvast eerste handvaten aangereikt om aan de slag te gaan.

Veel leesplezier
LABO RUIMTE

Leeswijzer

Het eerste hoofdstuk biedt een historische terugblik op enkele systemische transformaties die impact hebben gehad op de wateropslagcapaciteit in Vlaanderen. We trekken lessen uit dit historisch perspectief om op een verstandige manier om te gaan met de toekomst.

Het tweede hoofdstuk brengt via een modelmatige aanpak de infiltratiecapaciteit van de ruimte en de bodem in beeld. We kwantificeren de potentiële volumes en het percentage die door ruimtelijke maatregelen kunnen infiltreren.

Het derde hoofdstuk graaft letterlijk nog wat dieper. Het onthult de hydrogeologische logica van de ondergrond. Aan de hand van een handgetekende geomorfologische landschapsstructurenkaart worden de ruimtelijke potenties voor het ontwikkelen van strategische watervoorraden geduid.

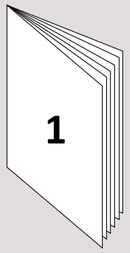
In het vierde hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de ruimtelijke bouwstenen en inrichtingsmaatregelen om het waterleverende vermogen van het landschap te vergroten. Daarbij wordt een onderscheid tussen ondergrondse en bovengrondse wateropslag gemaakt.

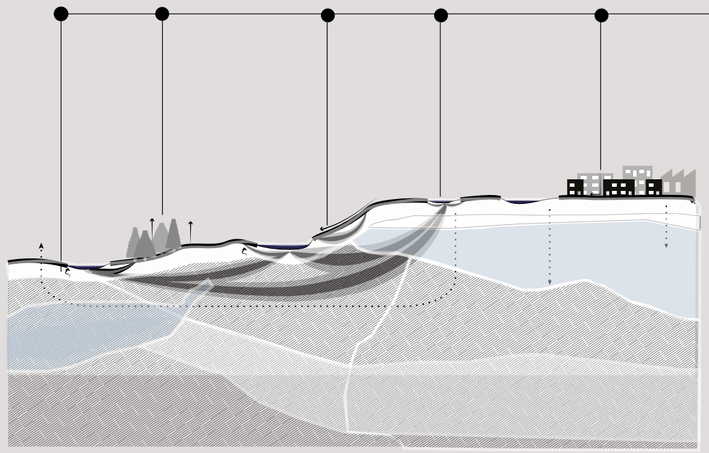
De ruimtelijke bouwstenen geven handvaten voor zowel strategische gebieden voor het ontwikkelen van watervoorraden (zie hoofdstuk 3) als voor niet strategische gebieden in Vlaanderen. Het vormen bouwstenen waarmee we concreet mee aan de slag kunnen om de potentiële infiltratiecapaciteit (zie hoofdstuk 2) te realiseren.

De conclusies voor verdere stappen of verder onderzoek worden in het vijfde hoofdstuk gebundeld. Het blikt tegelijk vooruit naar het vervolgtraject van De Droge Delta.

Het tweede deel is een bundeling van kaarten die tot stand kwamen in hoofdstuk 2 (deel 1) door modelmatig en GIS-matig onderzoek.

Onderzoek





5 Hoofdstukken

1. Historisch perspectief
2. Kwantitatief en modelmatig
3. Kwalitatief en landschappelijk
4. Ruimtelijke bouwstenen
5. Conclusie

Atlas

9 Hoofdstukken

1. Oudlandpolder
2. Zandrug van Moerbeke
3. Cuesta van het Waasland
4. Kempen
5. Kempisch plateau
6. Droog Haspengouw
7. Heuvelland (Denderland)
8. Pleistocene riviervalleien
9. Westelijk Interfluvium

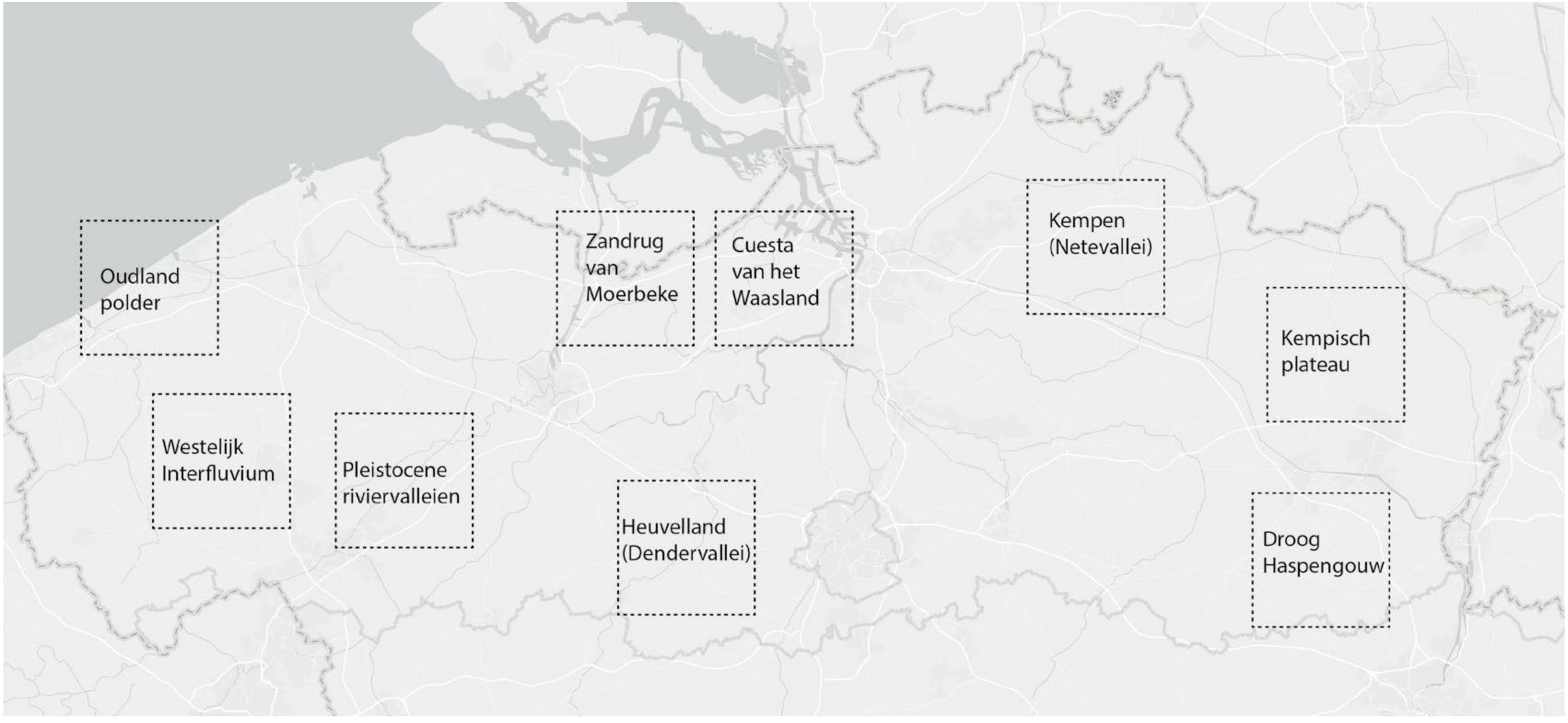
DEEL 2 ATLAS

Leeswijzer **8**

Deelgebieden **12**
- Polders 16
- Heuvelland - Dendervallei 42
- Dekzandrug Maldegem-Stekene & Moervaartvallei 68
- Cuesta van het Waasland 94
- Haspengouw 120
- Kempische zandgebieden 146
- Kempisch plateau 176
- Westelijk interfluvium 200
- Pleistocene riviervalleien 224

Literatuur **247**

Deelgebieden



Polders

Oudland polder
Zandrug van Moerbeke
Cuesta van het Waasland
Kempen (Netevallei)
Kempisch plateau
Westelijk Interfluvium
Pleistocene riviervalleien
Heuvelland (Dendervallei)
Droog Haspengouw

Polders

Morfologie
Tot 1850 was het kustgebied, van Duinkerken tot aan de IJzer, één groot, onafgebroken landschappelijke eenheid, die zich onophoudelijk en ongeremd ontwikkelde van het strand tot over de polder, via de geleidelijk uitdijende parabolen en wandelduinen. In de 19de eeuw werd deze eenheid verknipt ten behoeve van de landbouw en nieuwe bebouwingen. Sindsdien is ze steeds kleiner geworden.

Achter deze duinen liggen de kustpolders. Een strook die evenwijdig loopt aan de kustlijn en ongeveer 10 kilometer breed is. Het is een essentieel vlak gebied met minimale hoogteverschillen die niet hoger oplopen dan 3-4m. Dit gebied werd in verschillende fases ontgonnen om aan landbouw te kunnen doen. We onderscheiden drie grote eenheden; de oudlandpolders waar kreekruggen en komgronden in terug te vinden zijn, de middellandpolders en de ingedijkte nieuwlandpolders zoals de Moeren van Nieuwkerke.

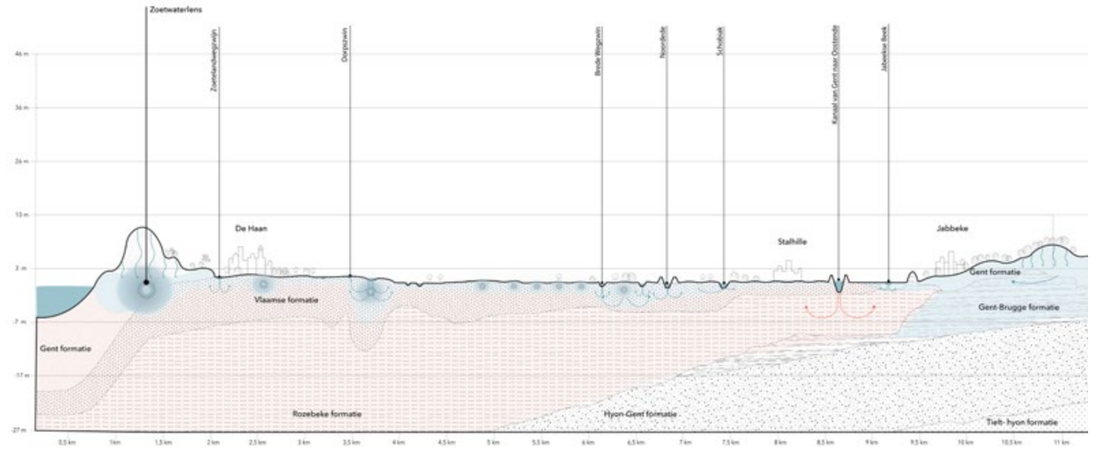
Geologie
De kustduinen zijn opgebouwd uit fijne tot middelmatige zanden en een weinig schelpgruis van quartiare oorsprong.

De achterliggende polders worden gekenmerkt door een dunne quartaire deklaag. Op een aantal plaatsen dagzomen tertiaire kleilagen. Op verschillende plaatsen komen kreekruggen met een dikkere zanderige textuur voor. De kreekruggen bieden belangrijke potenties voor ondergrondse wateropslag.

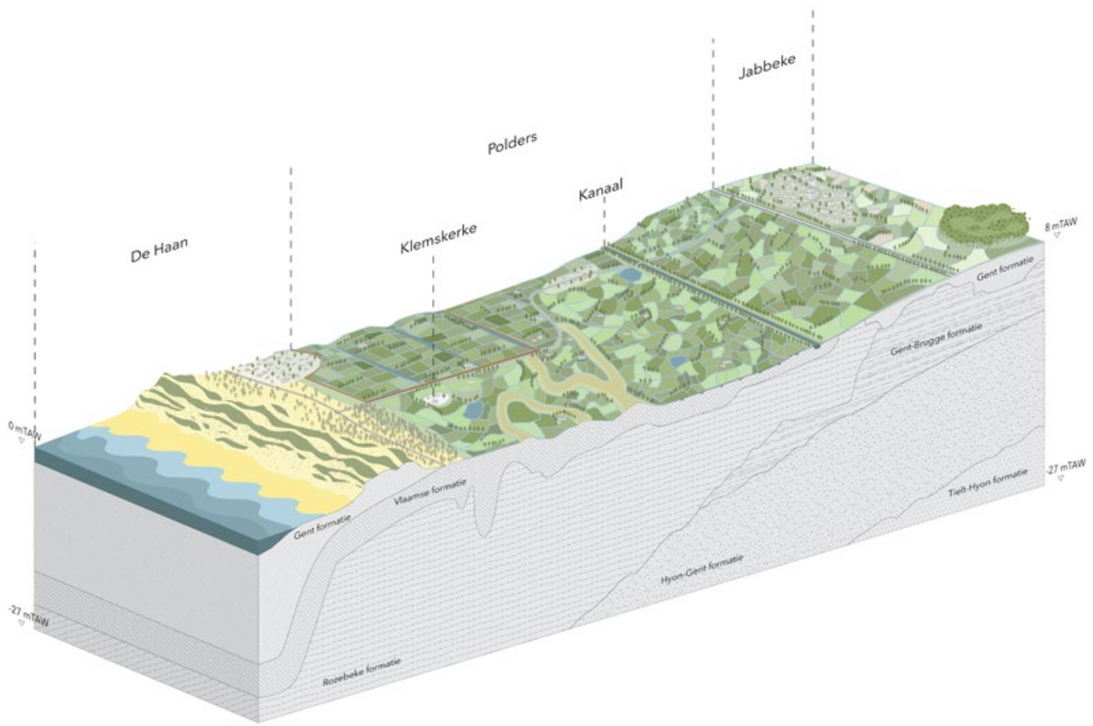
Hydrografisch
De hydrografie wordt gekenmerkt door een door de mens gegraven stelsel van grachten, vaarten en kanalen die samen met de sluizen en de dijken de Kustpolders van overstromingen dienen te vrijwaren.

Hydrogeologie
Het hemelwater dat in de duingebieden valt infiltreert zeer snel en vormt een zoetwaterbel die onderaan begrensd wordt door zout water. In de kustpolders zijn de infiltratiemogelijkheden eerder beperkt en wordt het water met behulp van de grachten en kanalen zo snel mogelijk afgevoerd naar de zee. Indien er lange tijd geen regen valt zijn de reserves die nog aanwezig zijn in de ondergrond zeer beperkt met droogte tot gevolg.

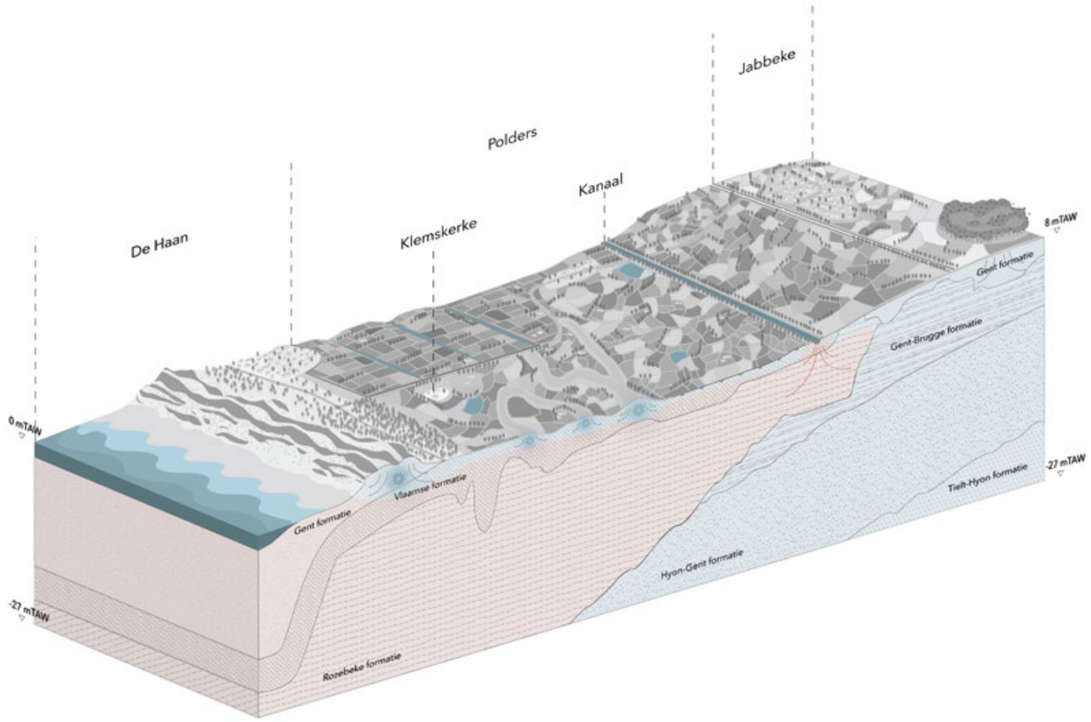
Waar het zoetwater afwezig is wordt het vervangen door brak of zout water. Dit proces heet verzilting. Het effect op het grondwatersysteem wordt verder versterkt door de vele kanalen die uitmonden in de zee en zout water landinwaarts brengen.



Geologische snede kust- en poldersysteem



Landschapssysteem kust en polder

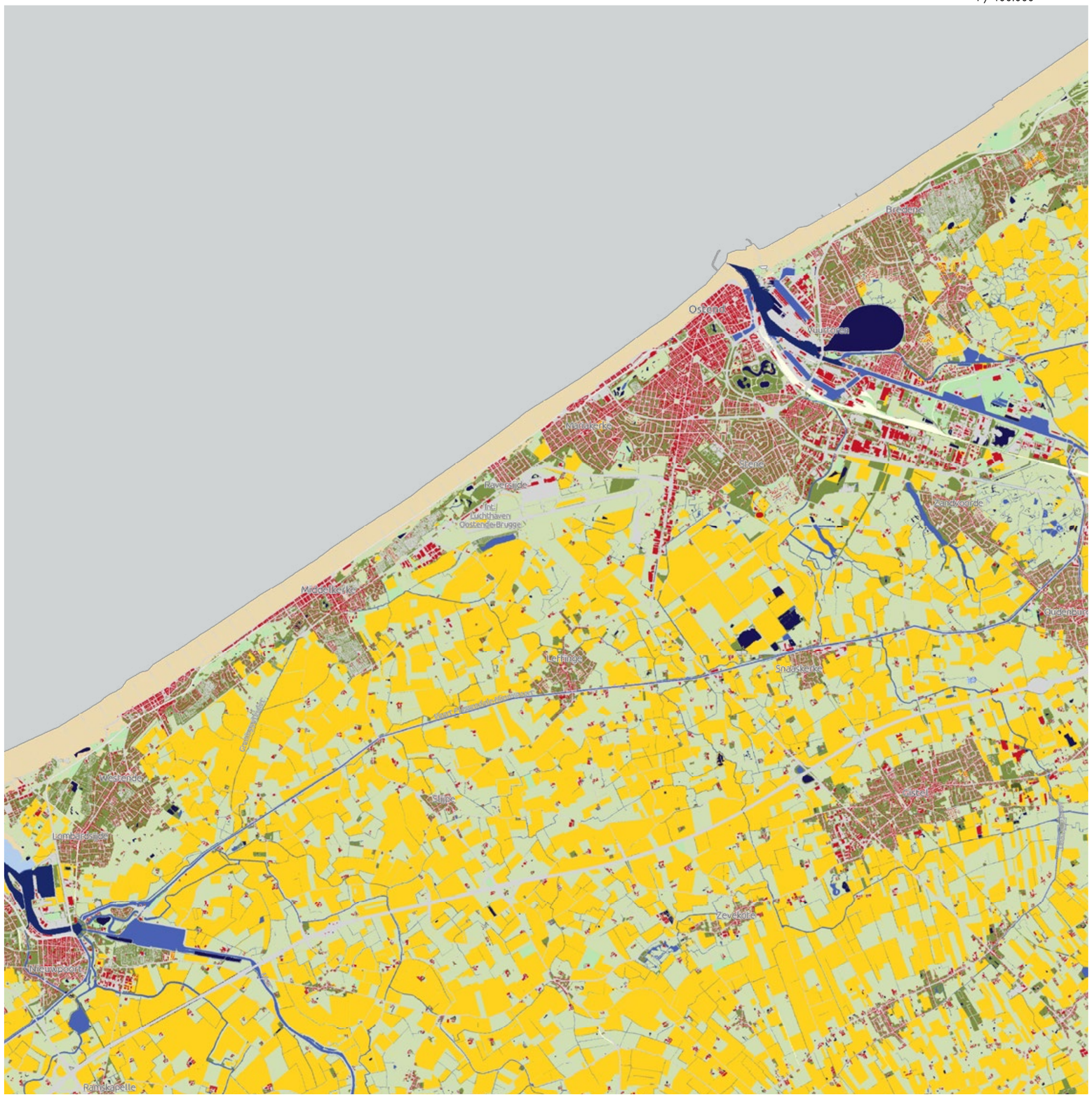


Watersysteem kust en polder

ORTHOFOTO 2015

BODEMBEDEKKING

0 2 4 km.
1 / 100.000

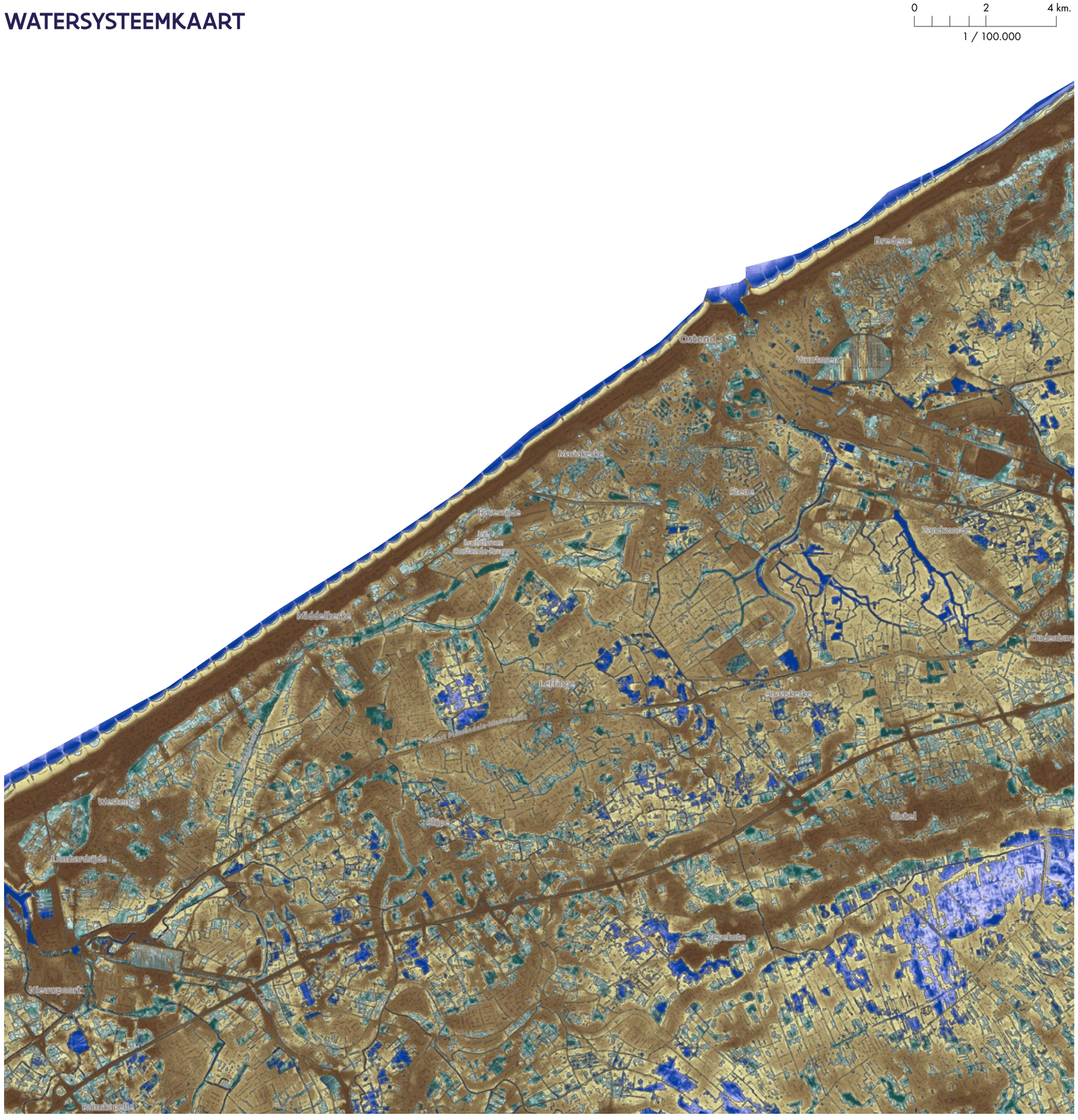


- Stilstaand water
- Getijden
- Zoet water
- Laag groen
- Naaldbos
- Loofbos
- Grasland
- Kale bodem / duinen
- Landbouwpercelen
- Moeras
- Rietland
- Niet verharde wegen
- Slikken en Schorre
- Gebouwen
- Verharde oppervlakte

FERRARISKAART

0 2 4 km.
1 / 100.000

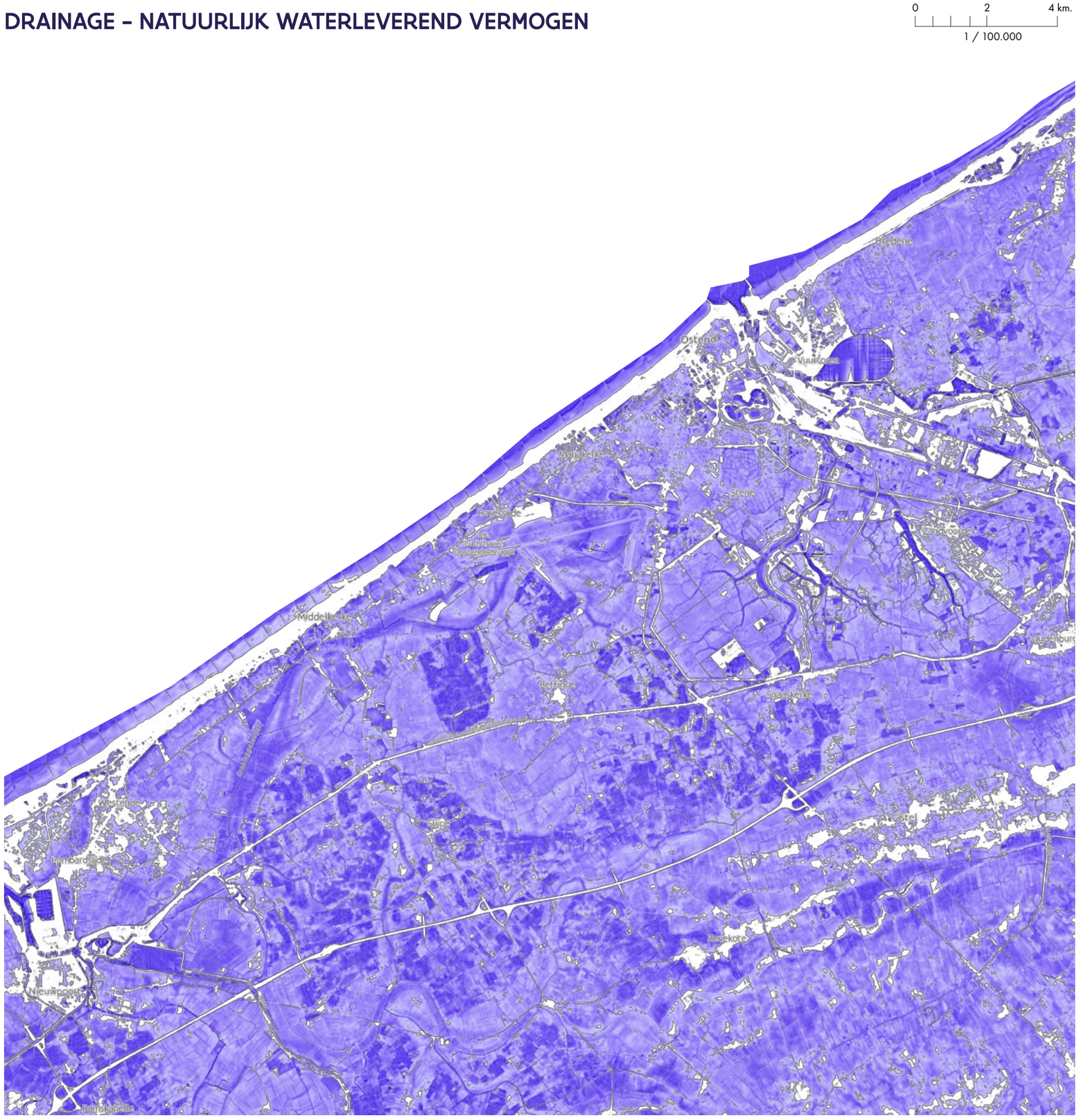
WATERSYSTEEMKAART



De watersysteemkaart toont de relatieve verschillen in topografie, maar de polders zijn relatief vlak. Het zijn dus ook relatief kleine verschillen in hoogte ligging die hier uitvergroot worden. Hoewel de polders over het algemeen vlak en nat zijn, valt er toch onderscheid te maken tussen gebieden die lager liggen dan de omgeving. De permanent natte gebieden zijn uitgeveende gronden, grachten en oude kreken. De kreekruggronden, zeer oude kreken die werden opgevuld met zand, zijn dan weer verheven in het landschap en goed doorlaatbaar.

- Tijdelijk natte gebieden
- Permanent natte (kwel)gebieden
- Micro-depressies
- Gracht
- Permanent droge gebieden - geschiktheid infiltratie

DRAINAGE – NATUURLIJK WATERLEVEREND VERMOGEN

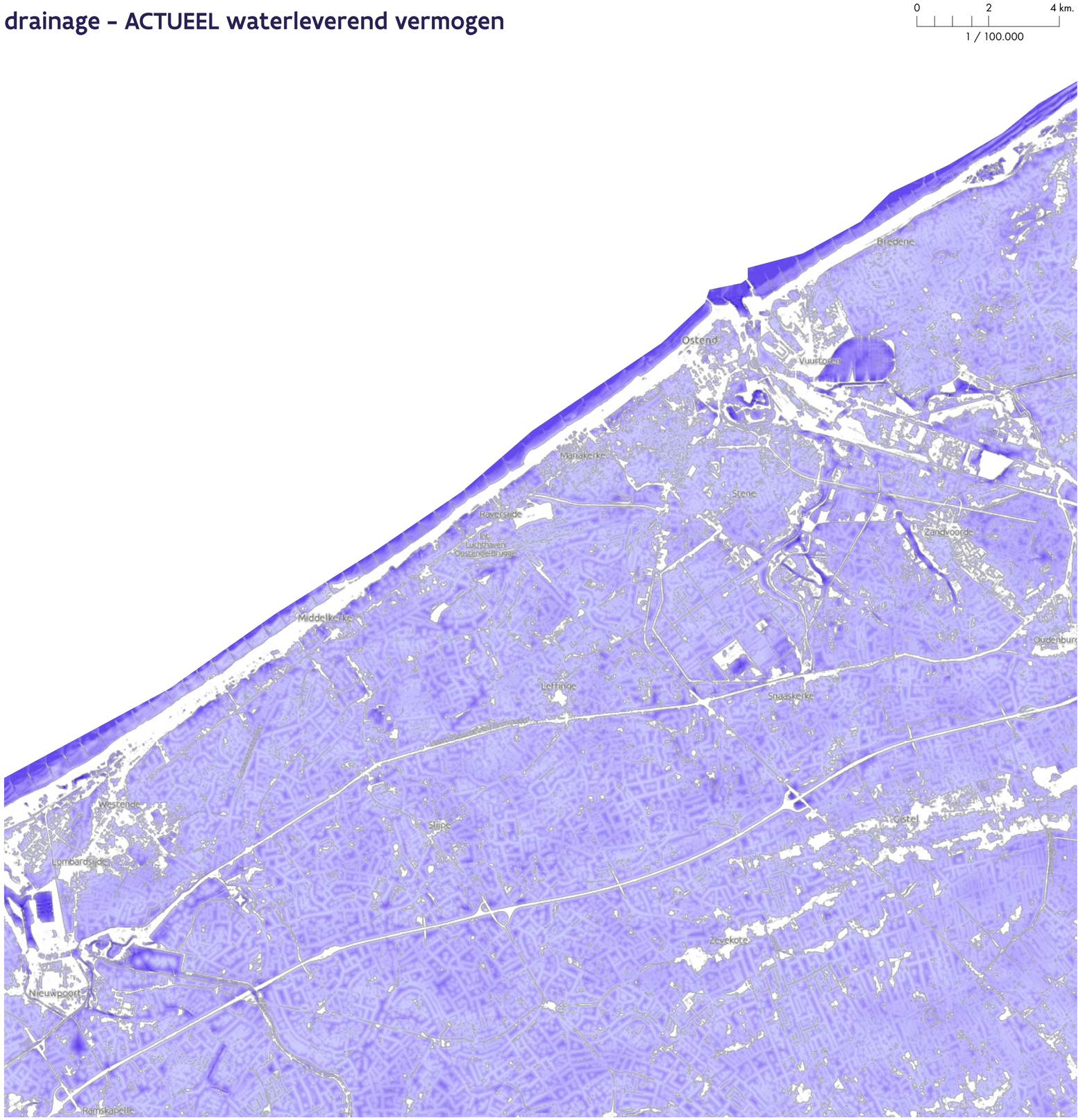


De polders hebben over het algemeen een ondiepe waterstand en dus een hoog waterleverend vermogen. Het grondwaterpeil is voor de lager gelegen zones van nature boven maaiveld. De definitie van waterleverend vermogen is de hoeveelheid water in de bodemzone tot 150 cm diepte onder maaiveld. De lager gelegen zones hebben een hoger waterleverend vermogen.

DRAINAGE – VERLIES AAN WATERLEVEREND VERMOGEN

Desalniettemin wordt quasi het gehele poldergebied gedraineerd. De grachtendensiteit is hoog en het landbouwgebruik intensief. Niet alle drainage wordt met de huidige kaart gecapteerd. Vermoedelijk zijn de grotere percelen voorzien van een buizendrainage onder de velden. Dit capteren we momenteel niet. De droogteproblematiek is nauw verweven met landbouw. Men draineert omwille van de bewerkbaarheid van de bodem om vervolgens vast te stellen dat er tijdens droge perioden onvoldoende bodemvocht aanwezig is. De grachten verzilten door zoute kwel. Indien men de allerlaagste zones minder of niet zou draineren, kan er in die zones een watervoorraad opgebouwd worden. Dit impliceert dat gravitaire drainage vanuit hoger gelegen zones moeilijk wordt. Het creëren van actieve drainage en boezemwaters kan onderzocht worden.

drainage - ACTUEEL waterleverend vermogen



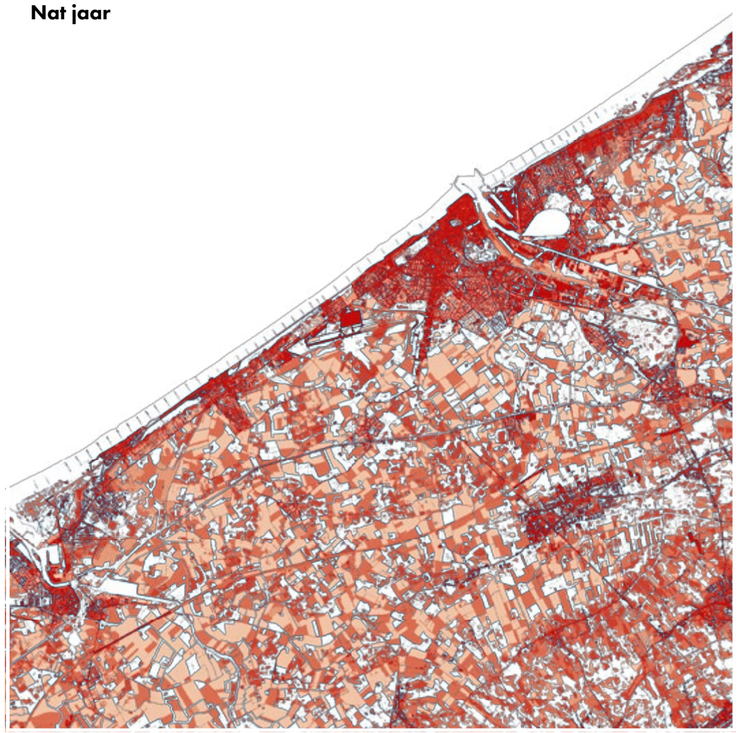
Alhoewel er potenties voor waterlevering in de hoger gelegen duinen en kreekruggen zijn waargenomen zijn er op deze plaatsen vele verliezen waarbij er een zeer beperkte actuele waterlevering is in dit onderzoeksgebied.

INFILTRATIE – TOTALE AFSTROMING

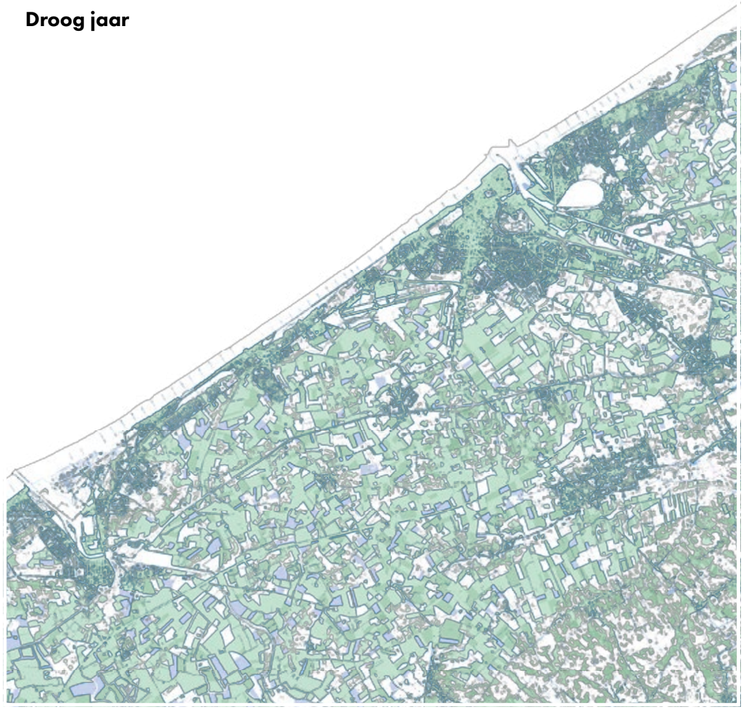
0 2,5 5 km.

Gemiddeld jaar

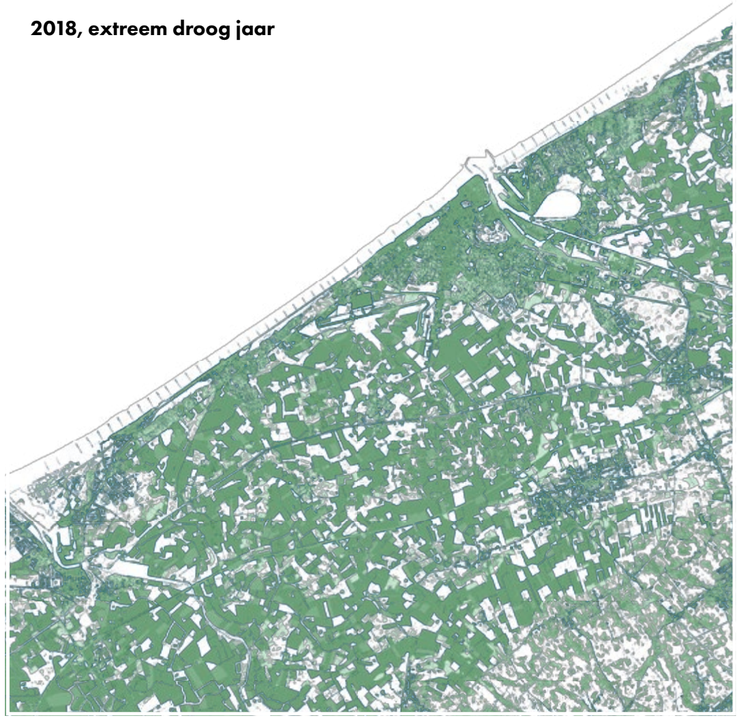
Nat jaar



Droog jaar



2018, extreem droog jaar



1 10 20 30 40 50

Verschil nat jaar met het gemiddelde jaar

Afstroming in een gemiddeld jaar

50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700

Hoeveelheden in milimeter

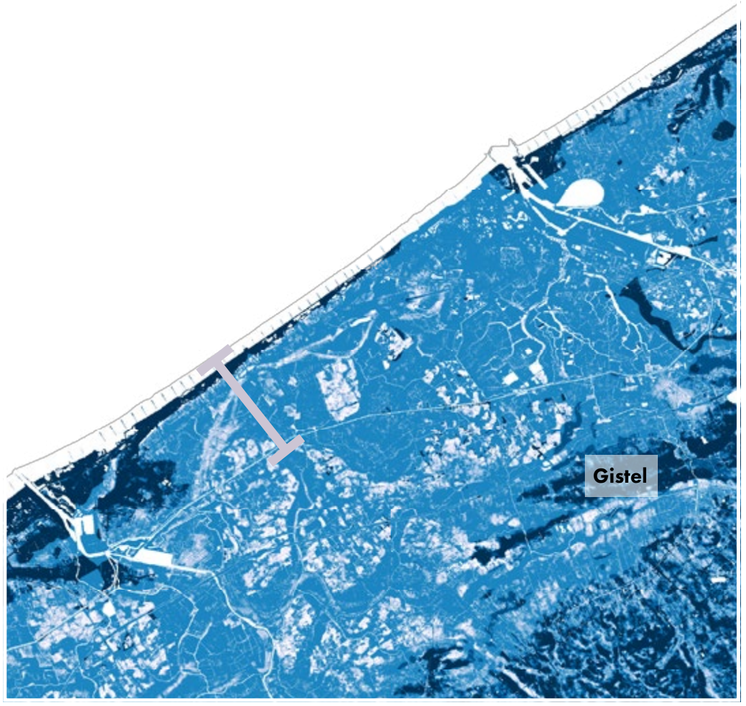
Verschil droog jaar met het gemiddelde jaar

-250 -225 -200 -175 -150 -125 -100 -75 -50 1

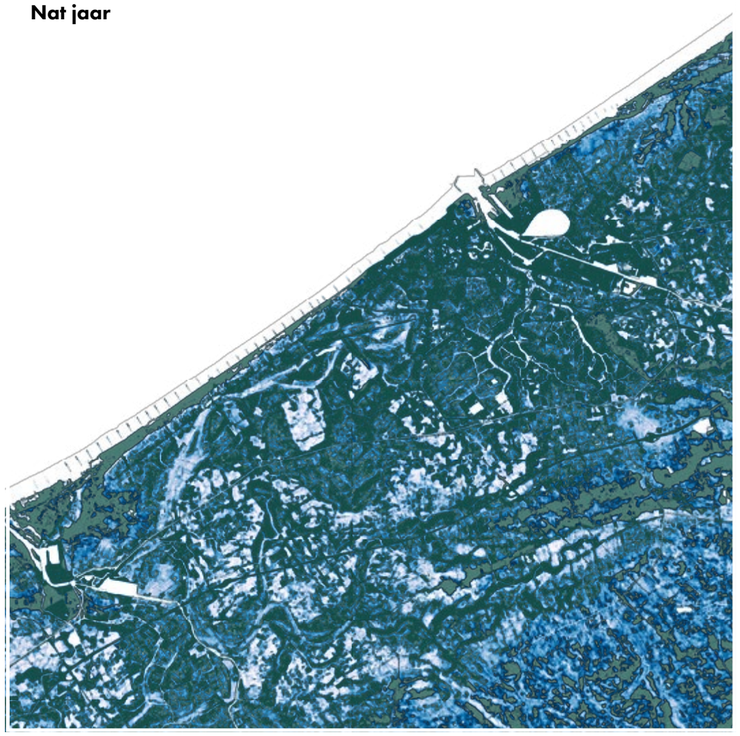
INFILTRATIE – POTENTIËLE INFILTRATIE

0 2,5 5 km.

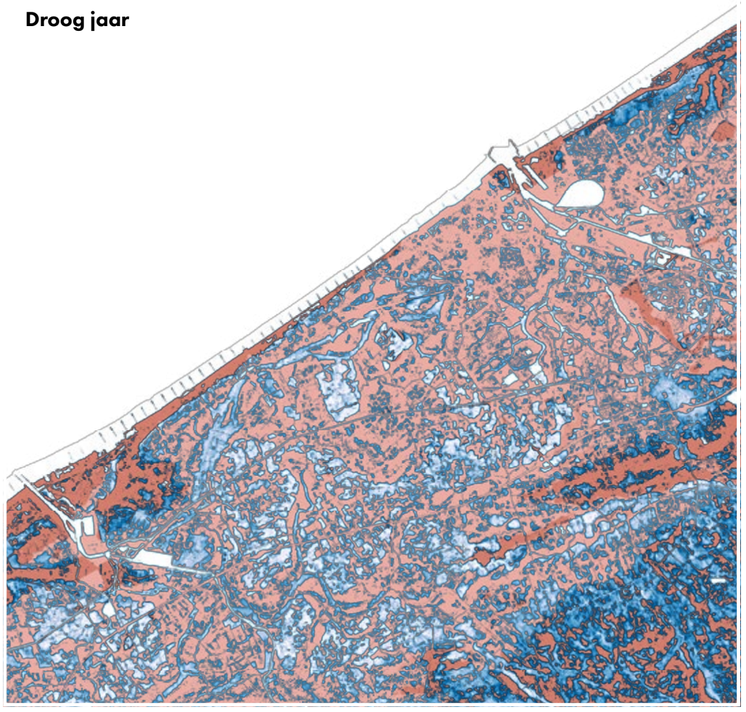
Gemiddeld jaar



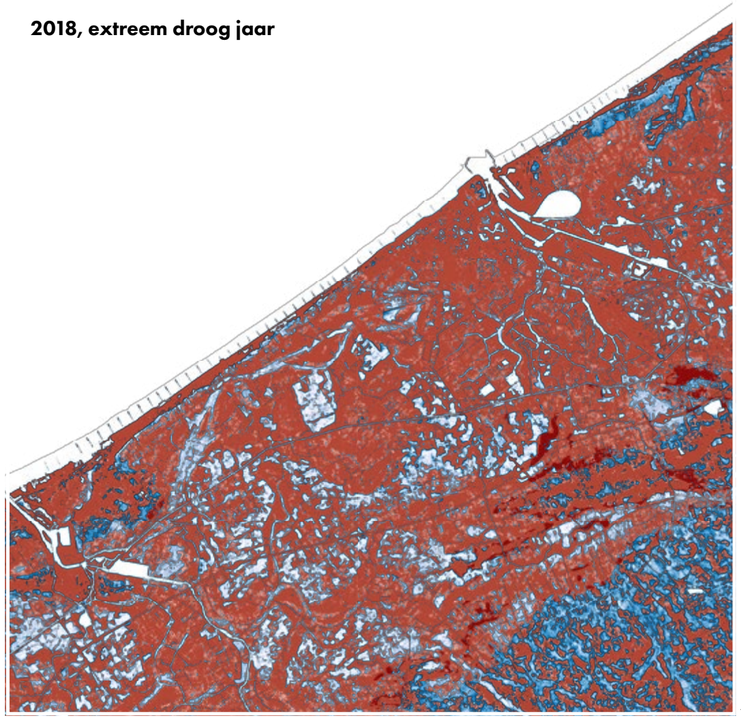
Nat jaar

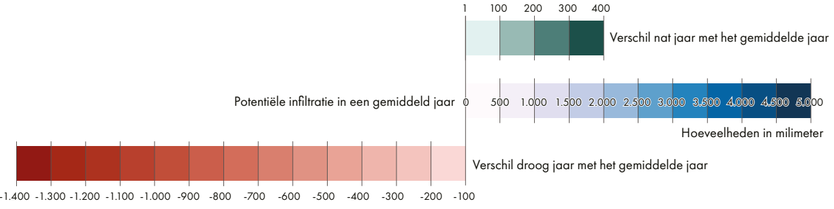


Droog jaar



2018, extreem droog jaar



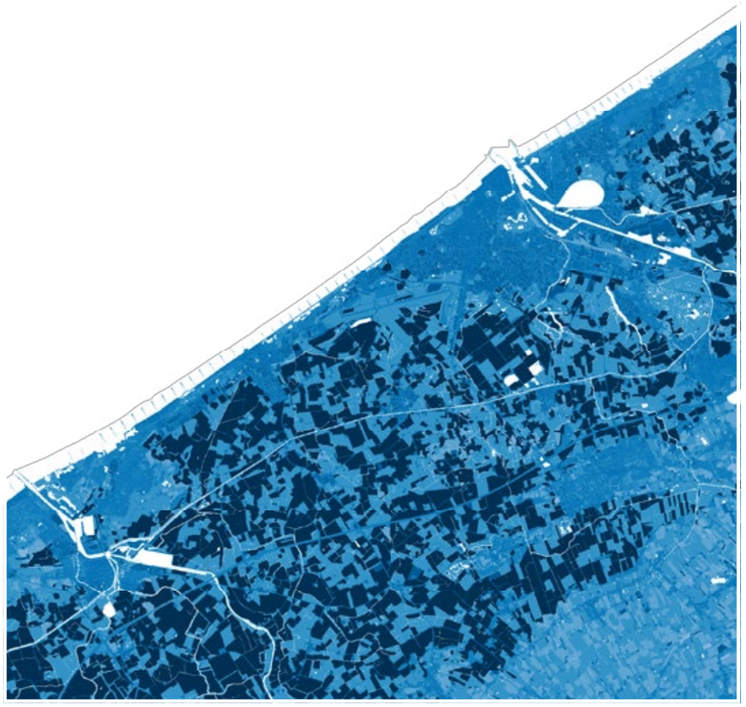


De potentiële infiltratie mogelijkheden in de Polders is eerder beperkt door de relatief lage hoogtes en het vlak reliëf. De potentiële infiltratie is eveneens begrensd door de “natuurlijke” grondwaterdiepte. Via onderstaande snede wordt er via het hoogteprofiel geïllustreerd hoe de kustduinen hoger gelegen zijn dan de poldergebieden verder in het in hinterland. De hogere ligging van de duinen wijst in dit model op een groter volume aan potentiële infiltratie dan in de poldergebieden. Het valt op dat de woonkern van Gistel gelegen is op een (hoger gelegen) kreekrug en hierdoor een potentieel gebied vormt voor infiltratie.

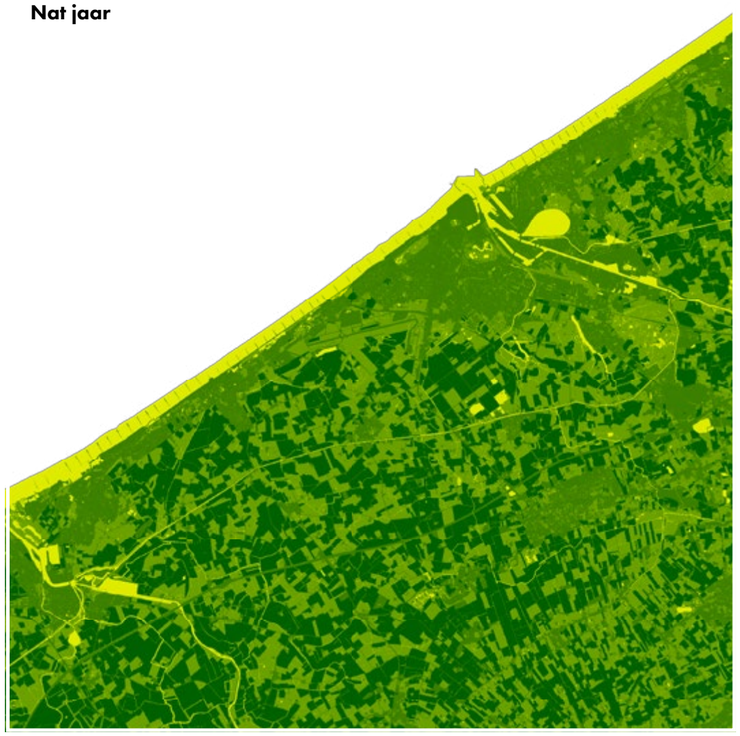
INFILTRATIE – EVAPOTRANSPIRATIE

0 2,5 5 km.

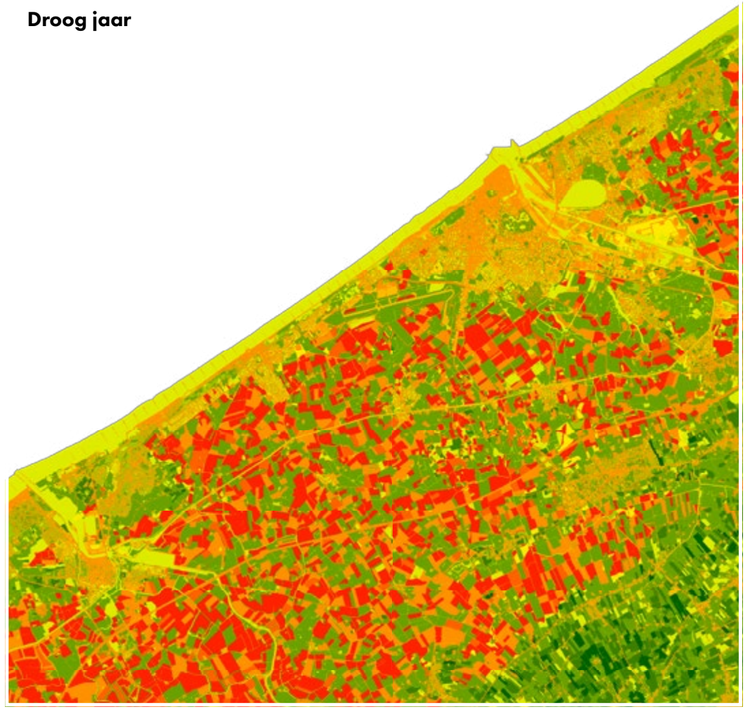
Gemiddeld jaar



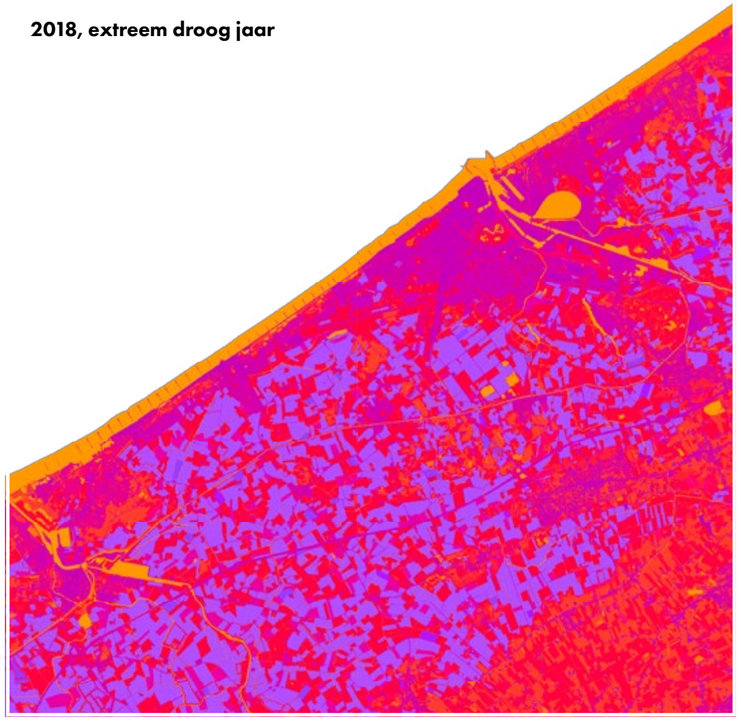
Nat jaar

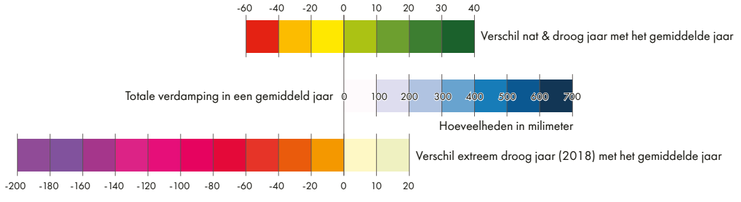


Droog jaar



2018, extreem droog jaar

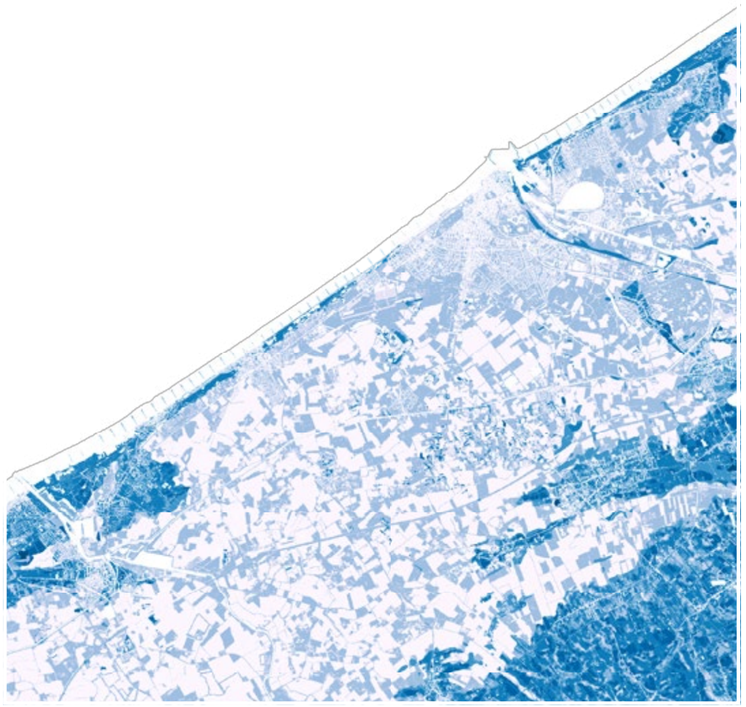




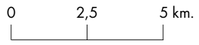
De bodem heeft een groot watervasthoudend vermogen, omdat het eerder zwaar van textuur is. Dit betekent dat er ook relatief veel verdamping is, ten opzichte van de neerslag. Desalniettemin geraakt het bodemprofiel ook uitgedroogd bij langdurige droogte.

ACTUELE INFILTRATIE

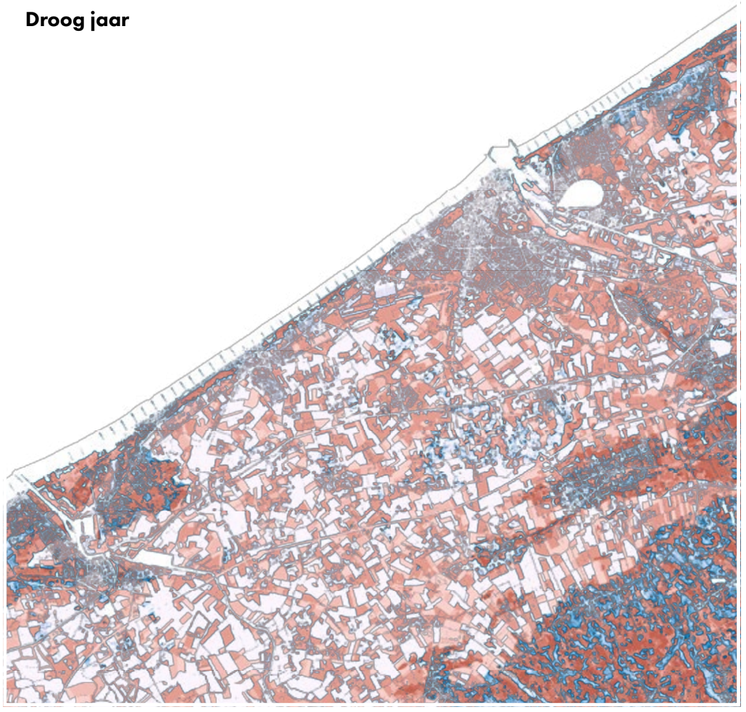
Gemiddeld jaar



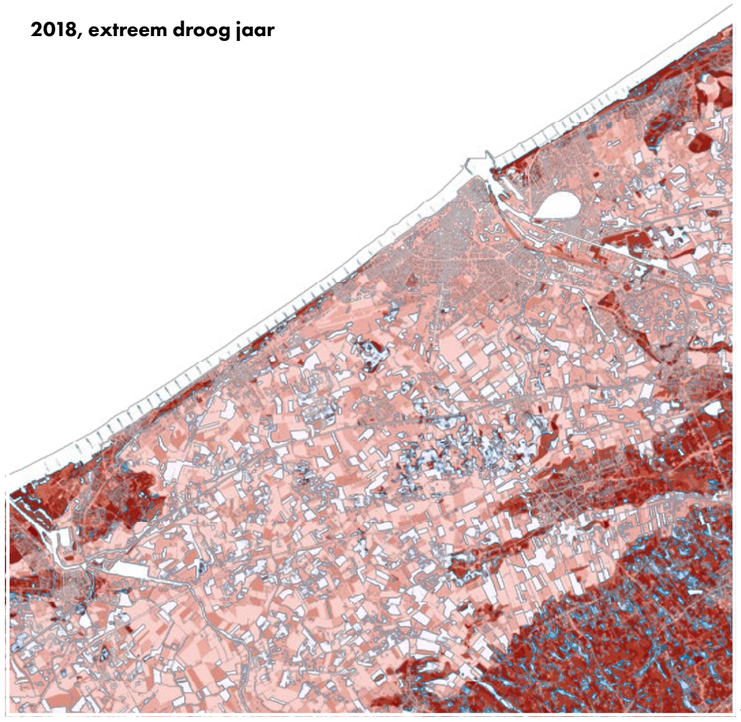
Nat jaar



Droog jaar



2018, extreem droog jaar

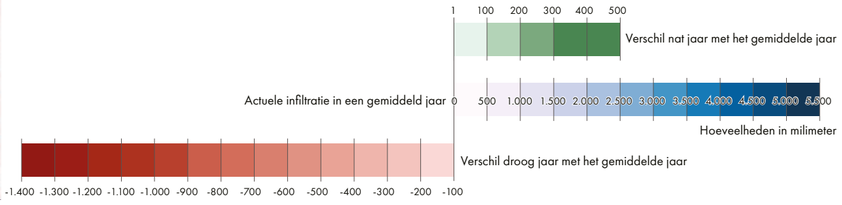


Verdamping en afstroming zijn communicerende vaten. Als de verdamping en afstroming hoog zijn, zal de infiltratie laag zijn. De ecoregio van de polders wordt getypeerd door een laag infiltratiepotentieel. Enkel de zandige kreekruggronden hebben een aanzienlijk infiltratiepotentieel.

De meer kleiige bodems hebben een lage infiltratiesnelheid waardoor er een deel oppervlakkige infiltratie gemist wordt bij hevige of aanhoudende neerslag. Dit genereerd dan ook veel afstroming. Gelukkig hebben de bodems een hoog watervasthoudend vermogen en drogen ze minder snel uit.

CONCLUSIE

- Verschillende mogelijkheden voor water vasthouden + duinen drinkwatervoorziening.
- Kreekruggen kunnen gebruikt worden voor infiltratie.
- Mogelijkheden voor retentie zijn groot, maar er zal landbouwgrond opgeofferd moeten worden.



Heuvelland

Oudland
polder
Zandrug
van
Moerbeke
Cuesta
van het
Waasland
Kempen
(Netevallei)
Kempisch
plateau
Westelijk
Interfluvium
Pleistocene
riviervalleien
Heuvelland
(Dendervallei)
Droog
Haspengouw

Heuvelland – Dendervallei

Het Denderbekken ligt in het heuvelachtige deel van Midden-België

Hydrografisch
Het totale stroomgebied van de Dender behoort tot het stroomgebied van de Schelde en ligt volledig op Belgisch grondgebied. Zoals de meeste rivieren die ontspringen in de leemplateaus van Midden-België is het stroomgebied van de Dender voornamelijk zuid-noord gericht.

De Dender is van nature een regenrivier. Het grote verschil tussen de hoogte van de waterscheidingskammen en het niveau van de waterspiegel van de rivier zorgen er voor dat er bij sterke regenval een snelle afvoer is van het hemelwater langs de flanken van de heuvels naar de Dendervallei. Het snel afgevoerde regenwater kan aanleiding geven tot hoge piekdebieten en overstromingen.

Morfologisch
De Dendervallei is doorheen de tijd sterk gewijzigd door menselijke ingrepen. Allerlei technische maatregelen zijn uitgevoerd om scheepvaart mogelijk te maken en een zo snel mogelijke en veilige waterafvoer te verzekeren. De totale lengte van het gekanaliseerde deel van de Dender bedraagt momenteel 69km.

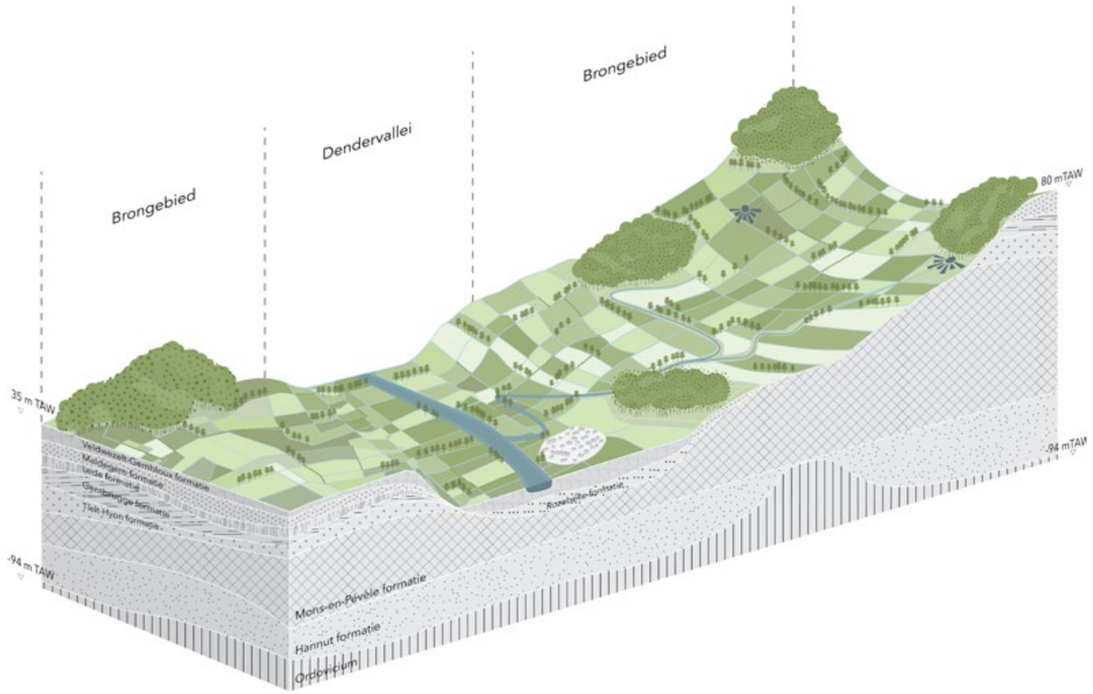
Het bodemgebruik heeft een sterke ruimtelijke invloed op het watersysteem. In het verleden was het watersysteem daarentegen een sterk bepalende factor voor het bodemgebruik in een gebied: valleigronden werden in gebruik genomen als hooilanden, terwijl de drogere percelen in aanmerking kwamen voor landbouw of huisvesting.

De laatste decennia is hierin een grote verandering gekomen: grote delen van valleigebieden zijn ingericht voor bewoning, infrastructuur, industrie, landbouw, enz.. Dit heeft de afstroming en het waterbergend vermogen van onze valleien ingrijpend beïnvloed. De open ruimte wordt in het Denderbekken vooral ingenomen door akkerbouw en grasland/weiland.

Hydrogeologie
Het diepere grondwater volgt de hydrografische grens van het stroomgebied van de Dender niet. De voeding en de beweging van dit grondwater speelt zich in een veel groter gebied af. De watervoerende lagen vormen de basis van het grondwatersysteem. Voor het Denderbekken zijn het grondwatersysteem van de Sokkel en het grondwatersysteem van het Centraal Vlaams Systeem van belang.

Er zijn vier belangrijke watervoerende lagen in het Denderbekken: het Quartair aquifersysteem, het Ledo-Paniseliaan-Brusseliaan aquifersysteem, het Ieperiaan aquifersysteem en de Sokkel.

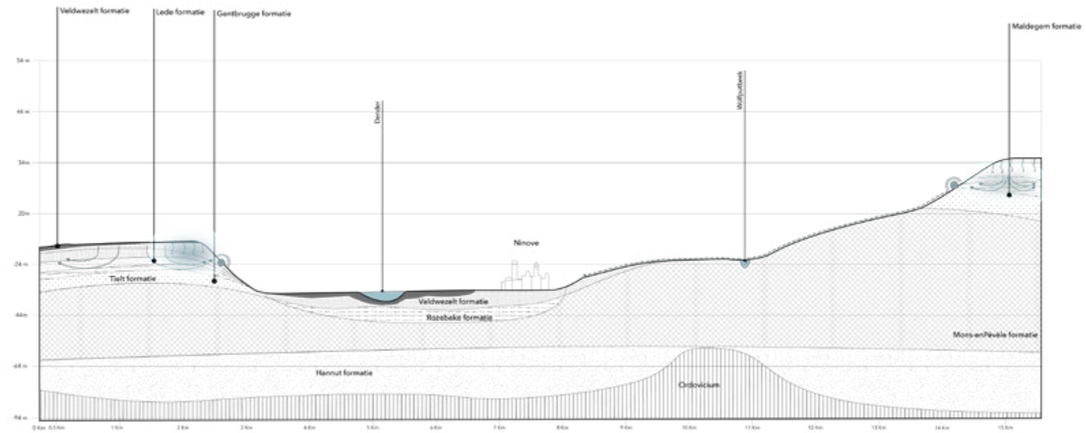
Het Quartair aquifersysteem vormt de freatisch watervoerende laag die in heel het Denderbekken de tertiaire lagen bedekt. Het grondwaterstromingspatroon is sterk plaatsgebonden. Enerzijds omdat het afhankelijk is van de topografie, de samenstelling van de freatische laag en de infiltratie, anderzijds omdat deze laag tevens sterk beïnvloed kan worden door oppervlaktewateren. Daarnaast spelen ook grondwaterwinningen een grote rol bij de grondwaterstroming.



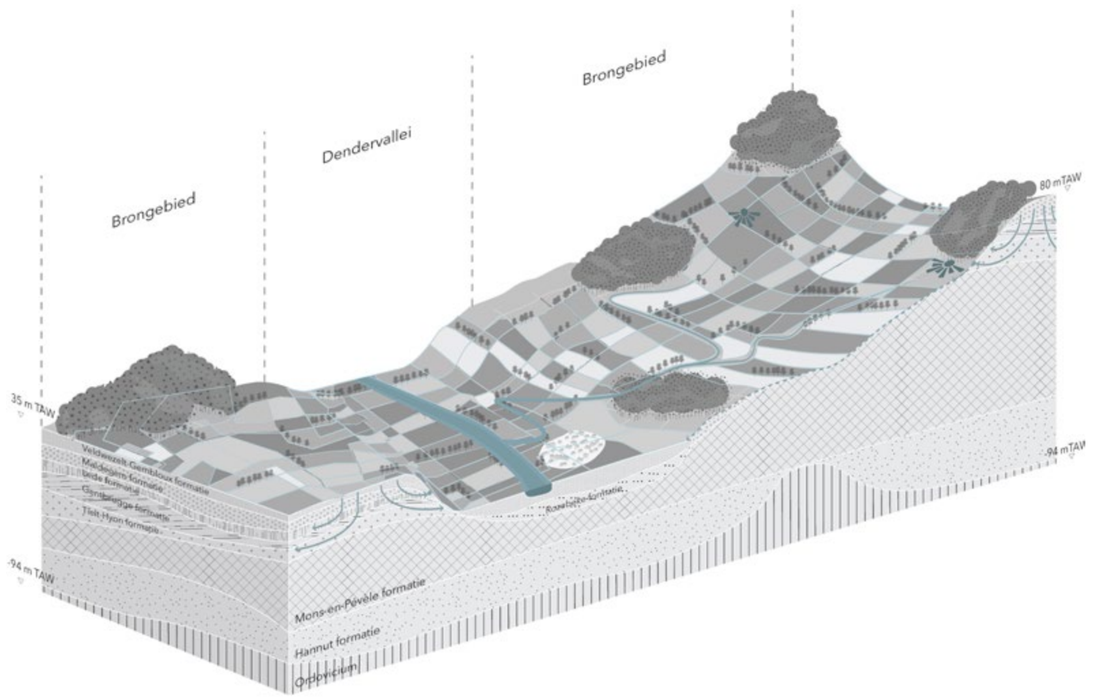
Landschap Dendervallei

Het Ledo-Paniseliaan-Brusseliaan aquifersysteem ligt in het noordwesten van het Denderbekken en op de hoger gelegen heuvels in het oosten. Nabij het contact met de onderliggende slecht doorlatende afzettingen van het Paniseliaan aquitardsysteem ontstonden op de heuvelflanken heel wat bronnen. In drogere periodes vermindert het brondebiet snel en vallen deze bronnetjes zelfs droog.

Het Ieperiaan aquifersysteem bevindt zich in het noorden en op de hoger gelegen gebieden. Door de eerder geringe doorlatendheid is de capaciteit van de meeste grondwaterwinningen in het Ieperiaans aquifersysteem laag.



Geologische snede Dendervallei

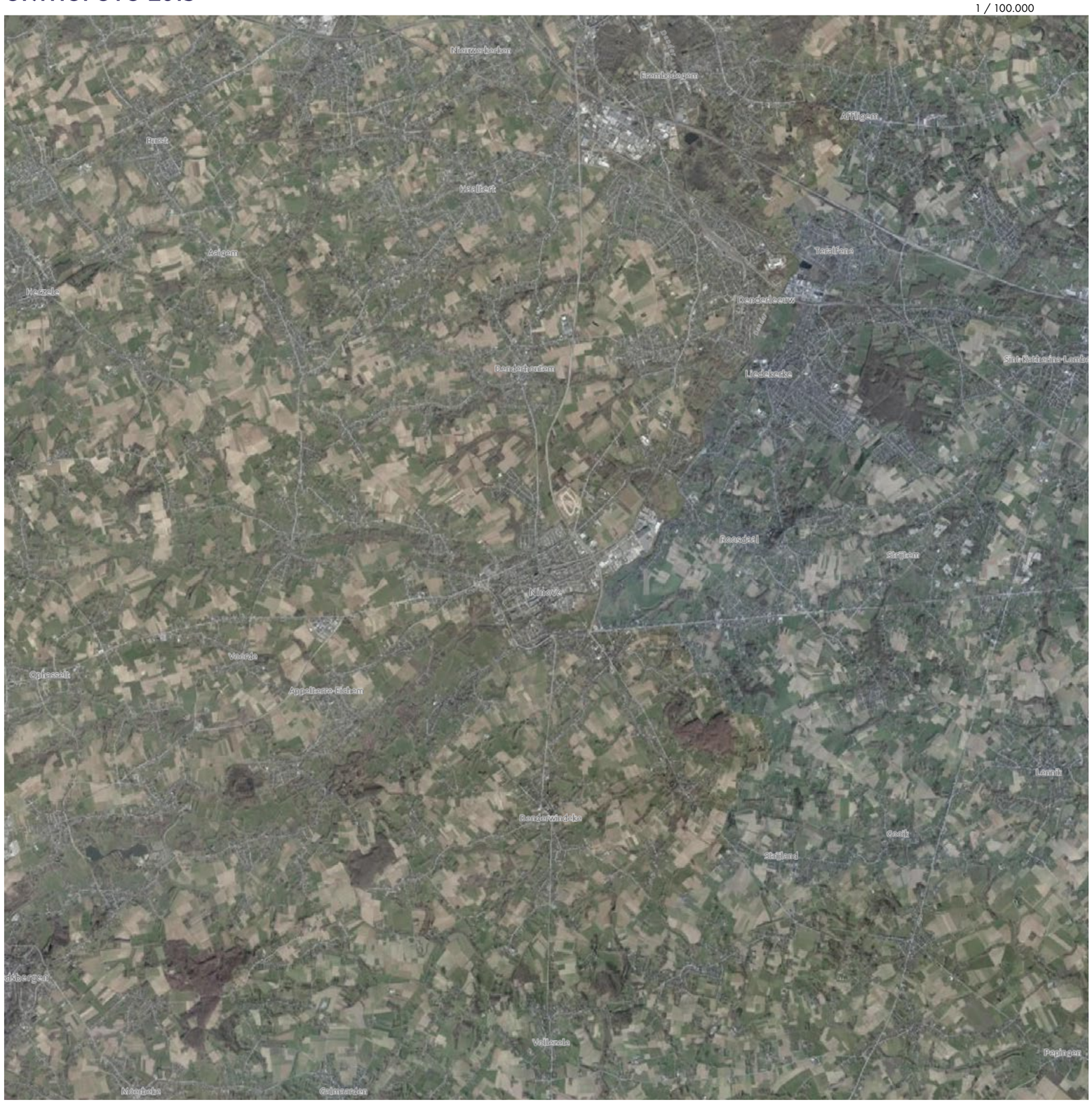


Watersysteem Dendervallei

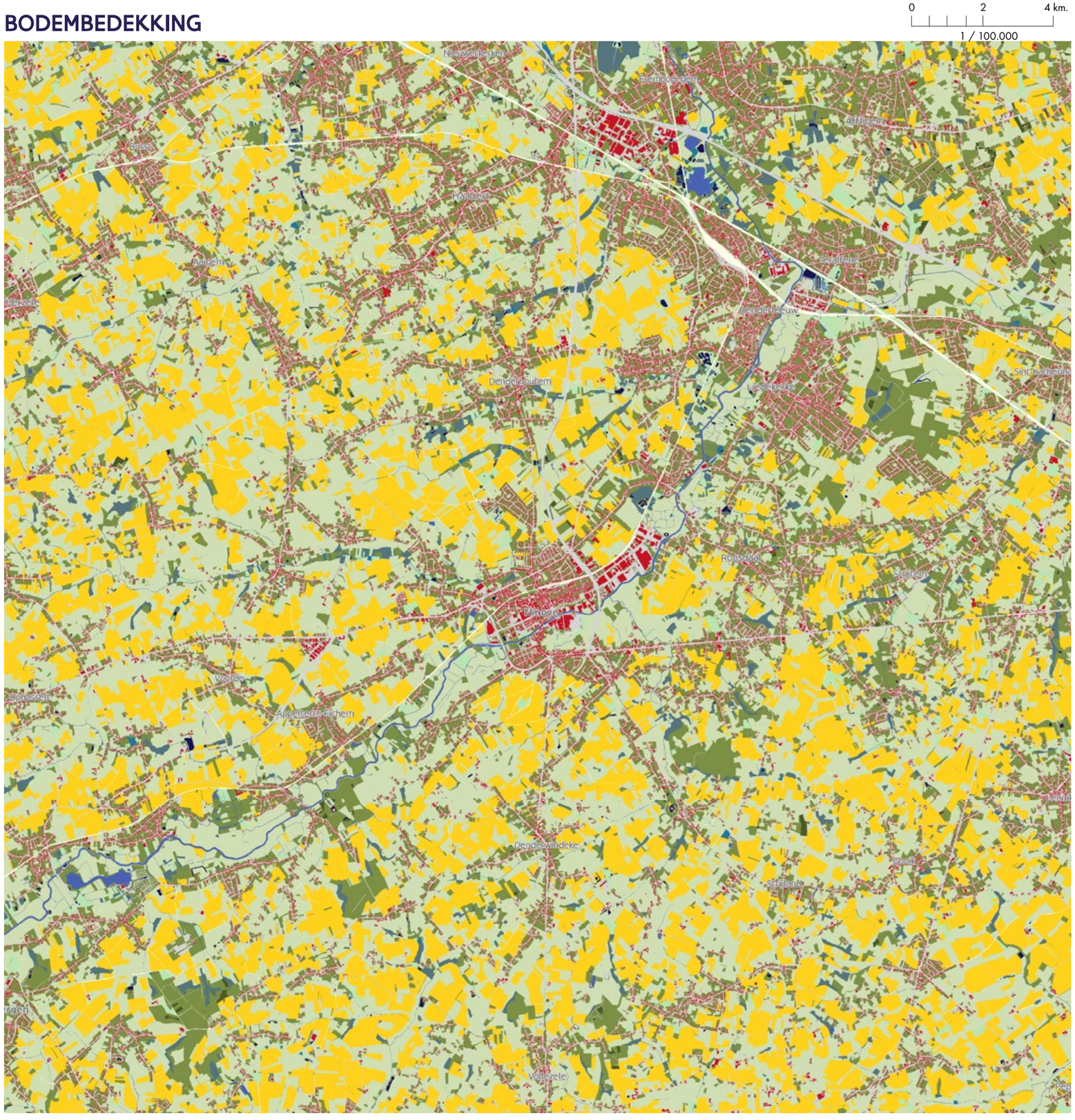
ORTHOFOTO 2015

0 2 4 km.

1 / 100.000



BODEMBEDEKKING



- Stilstaand water
- Zoet water
- Laag groen
- Naaldbos
- Loofbos
- Grasland
- Kale bodem / duinen
- Heide
- Landbouwpercelen
- Alluviaal bos
- Rietland
- Niet verharde wegen
- Gebouwen
- Verharde oppervlakte
- Moeras

FERRARIS

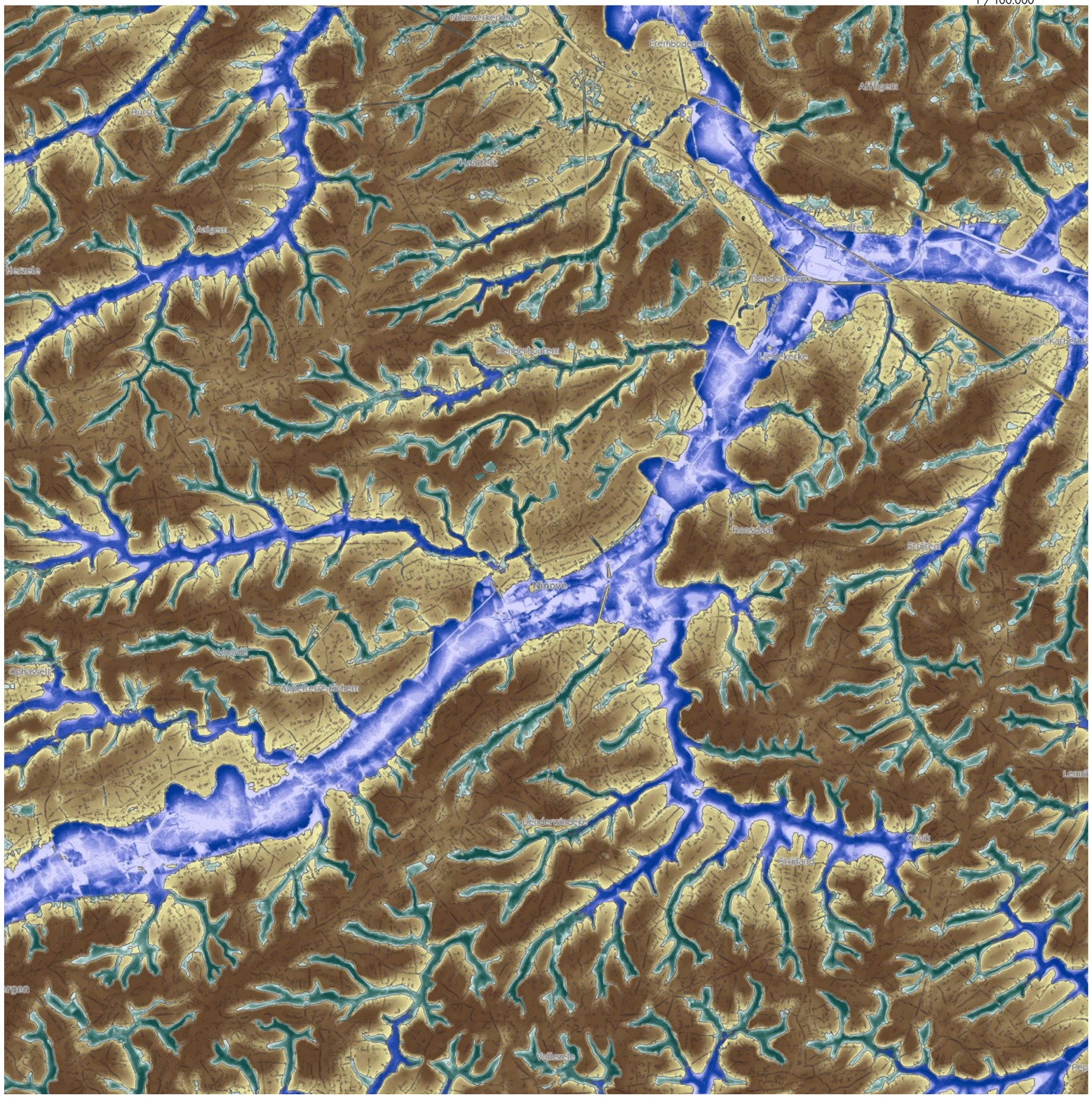
0 2 4 km.

1 / 100.000

WATERSYSTEEMKAART

0 2 4 km.

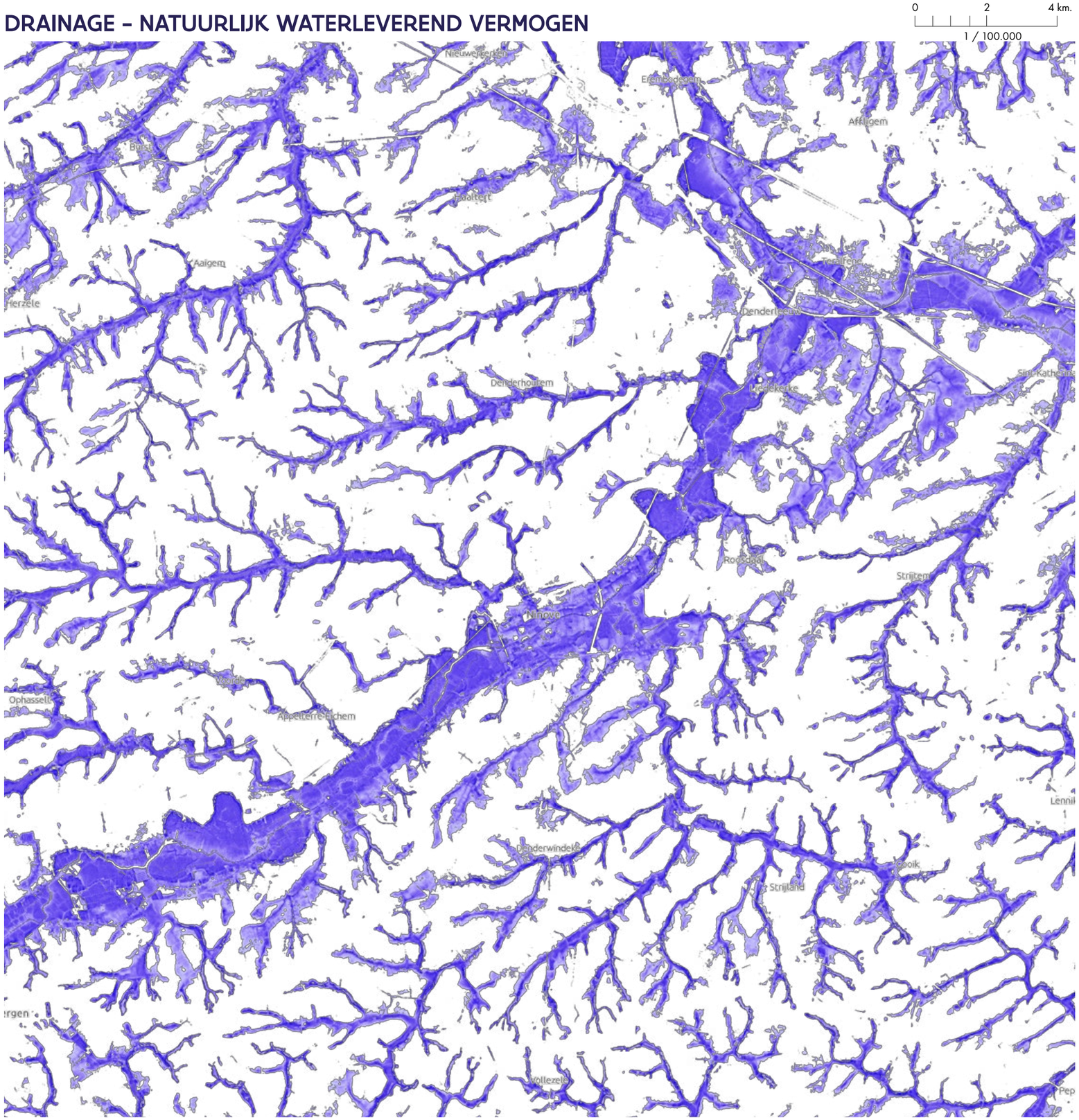
1 / 100.000



Op de watersysteemkaart is de valleistructuur van de Dender zeer zichtbaar en breed voorgesteld. Vanaf de Dender zijn er aan beide kanten van de oevers verschillende vertakkingen naar hoger gelegen brongebieden. Door het sterk glooiend reliëf zijn er veel valleistructuren waar te nemen maar zijn er slechts een beperkt aantal permanent droge gebieden. Men kan stellen dat er een groot verschil is in de ratio tussen de ruimte voor afstromen en de ruimte voor waterinfiltratie.

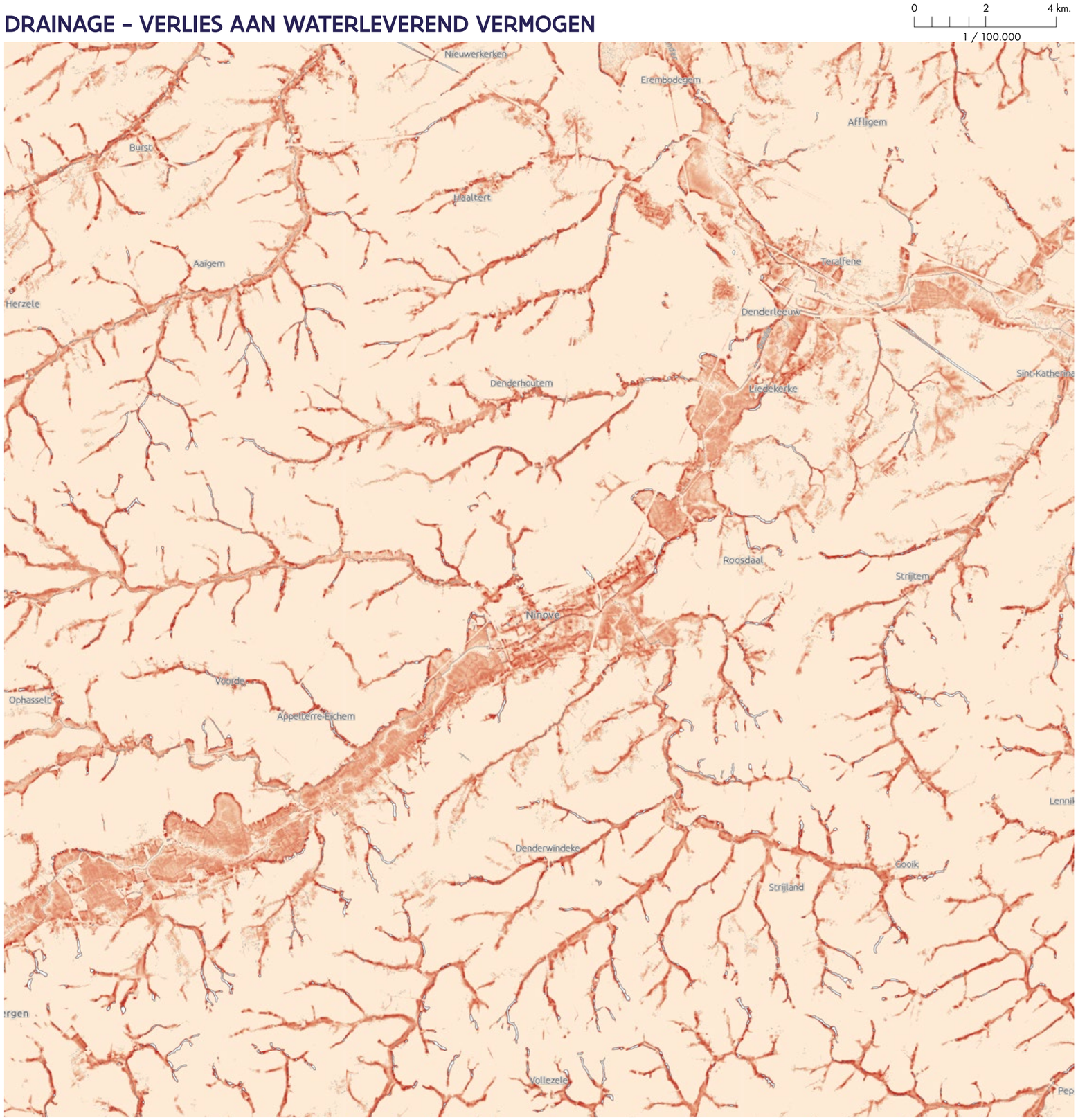
- Tijdelijk natte gebieden
- Permanent natte (kwel)gebieden
- Micro-depressies
- Gracht
- Permanent droge gebieden - geschiktheid infiltratie

DRAINAGE – NATUURLIJK WATERLEVEREND VERMOGEN



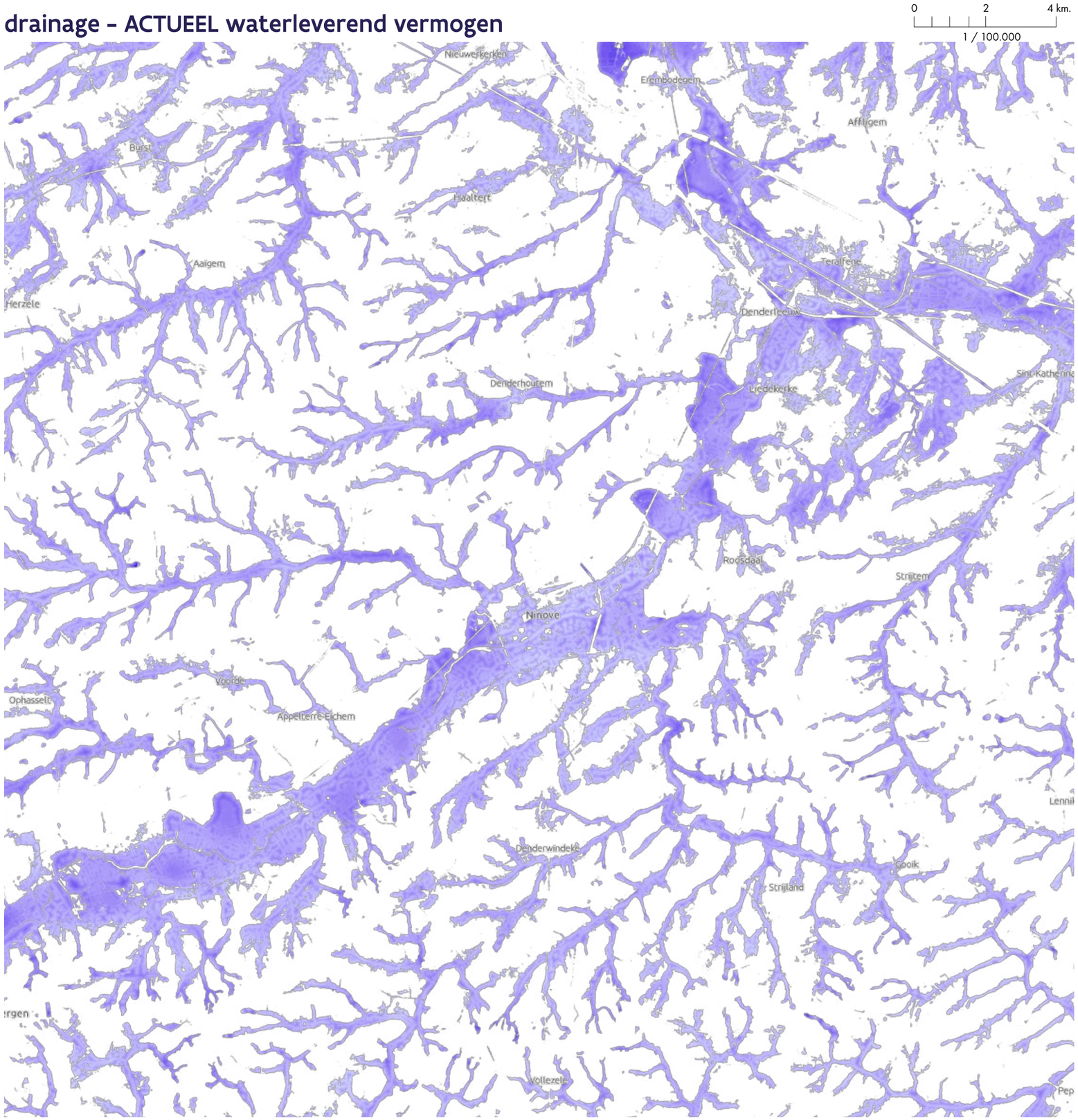
Het natuurlijk waterleverend vermogen concentreert zich uitsluitend in de valleigebieden. De smalle opeenvolgende valleien voeden de Dendervallei in grote concentraties.

DRAINAGE – VERLIES AAN WATERLEVEREND VERMOGEN



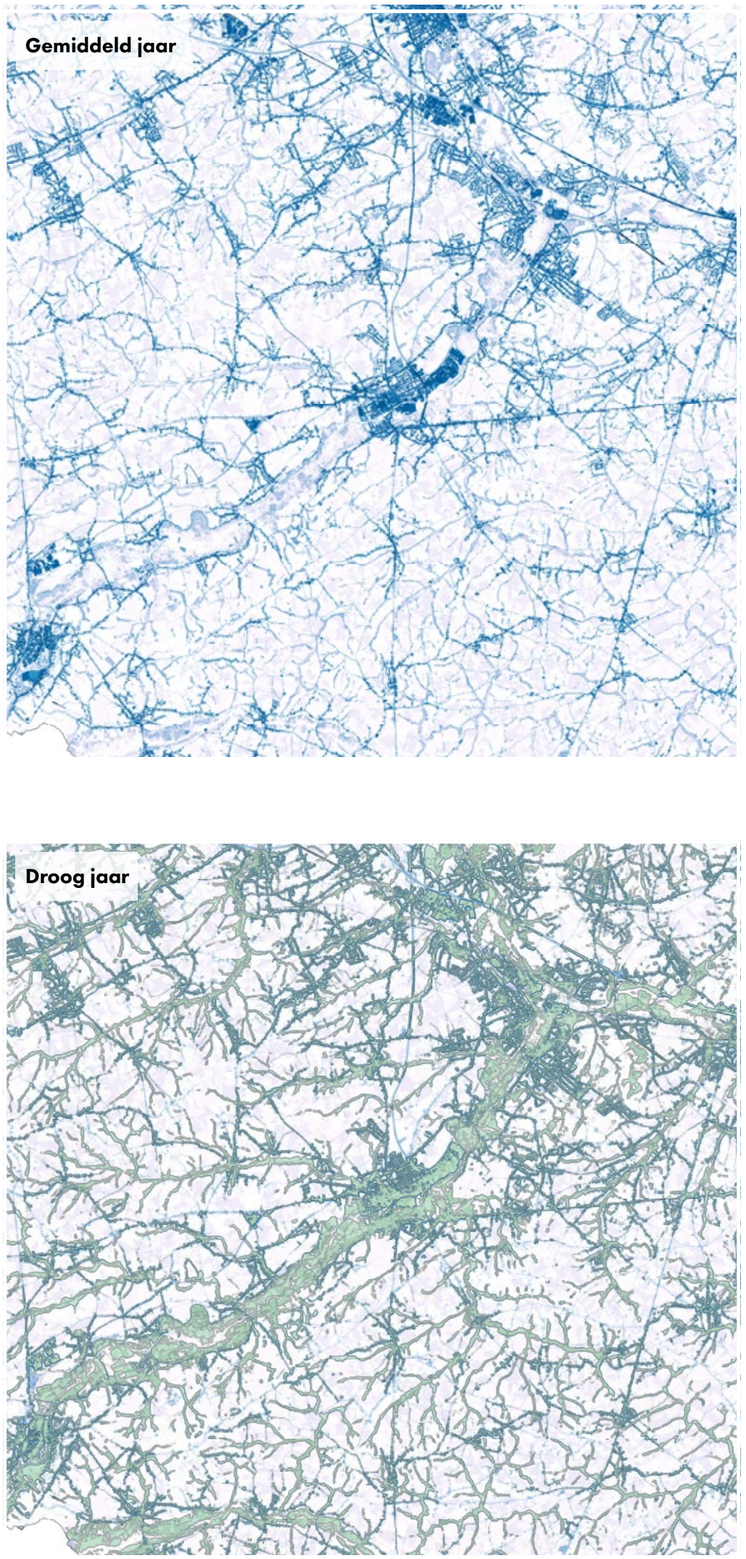
Vooraleer het hemelwater vanaf de brongebieden stroomt naar de Dender zijn er beperkte verliezen waardoor de hemelwaterafvoer wordt afgeremd naar de lagergelegen gebieden.

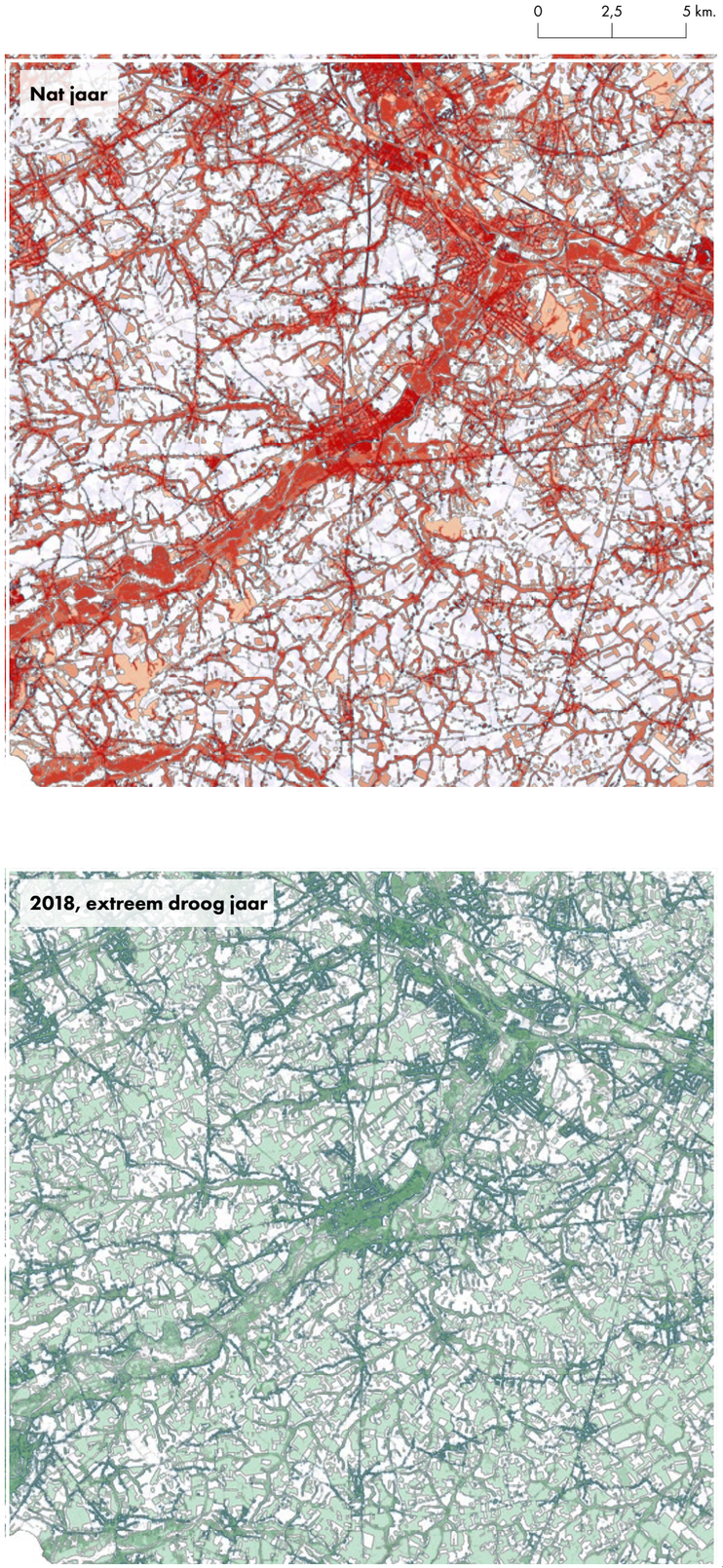
drainage - ACTUEEL waterleverend vermogen



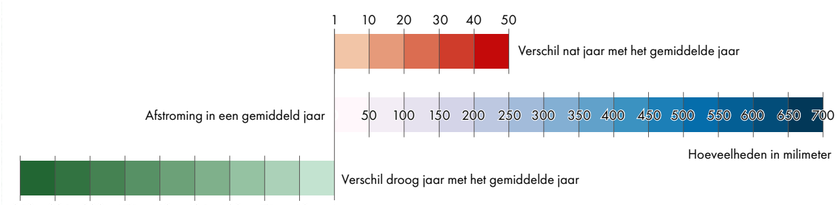
Wanneer de voorgaande kaarten in rekening worden genomen komen we uit tot het actueel waterleverend vermogen. De smalle, opeenvolgende beekvalleien voeden de Dender om de kilometer waarbij de rivier zeer breed uit kan lopen.

INFILTRATIE – TOTALE AFSTROMING

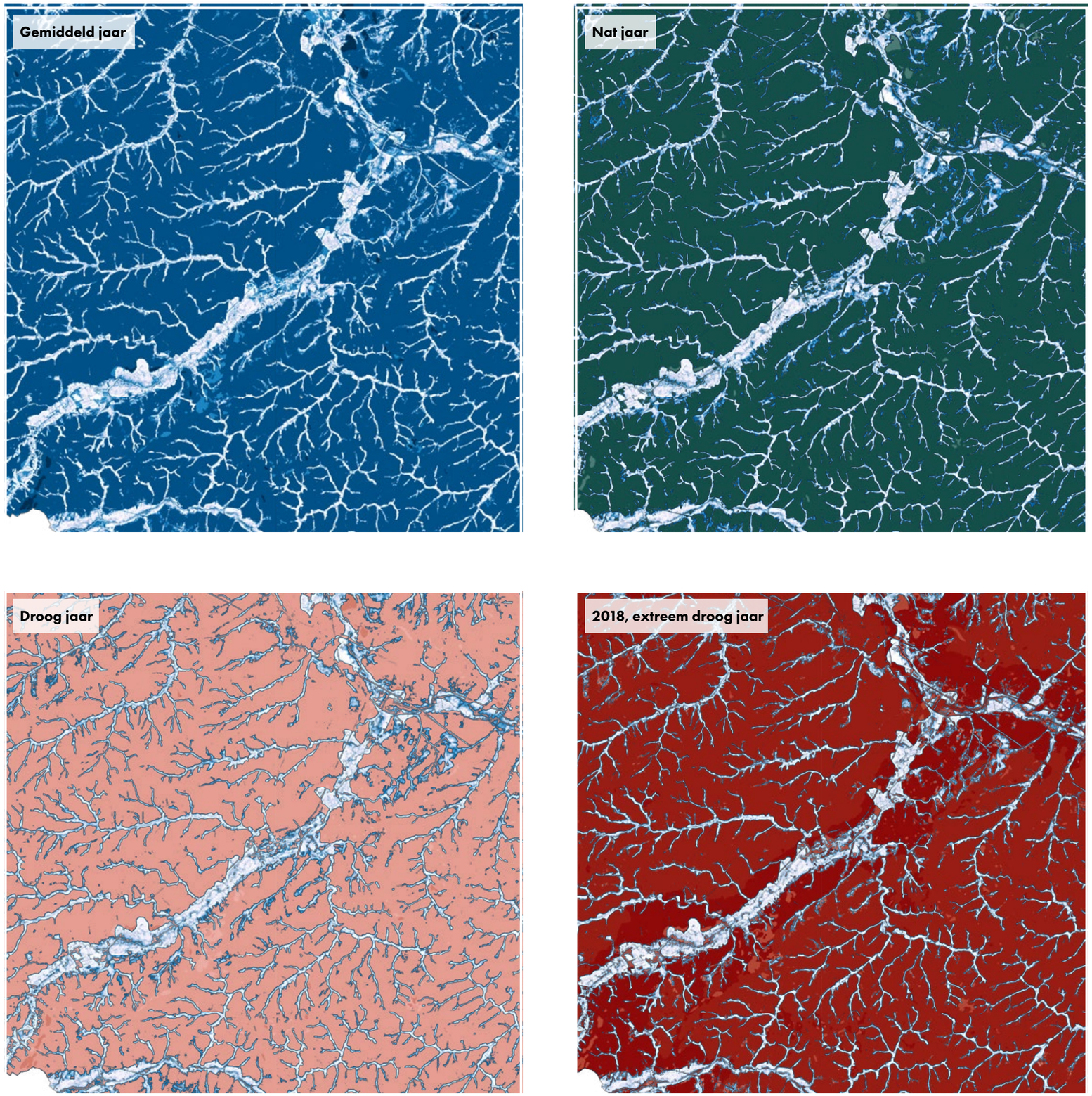




De bebouwde gebieden samen met de verhardingen van weginfrastructuur zijn de grootste oorzaak van afstroming. In de verschilkaarten komt het winterbed van de Dender sterk naar voor waarbij er een verminderde afstroming is in een droog scenario en een verhoogde afstroming in een nat jaar.

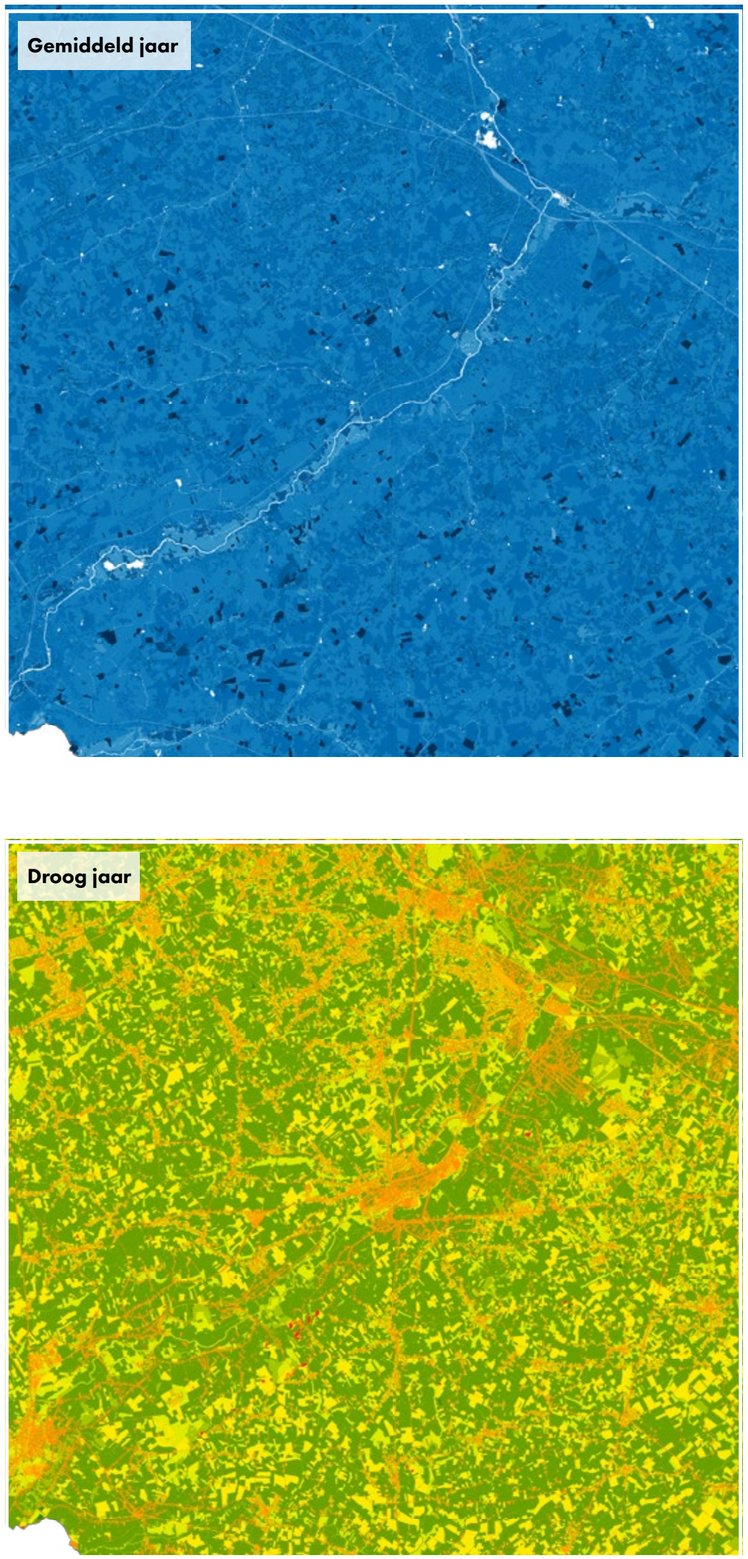


INFILTRATIE – POTENTIËLE INFILTRATIE



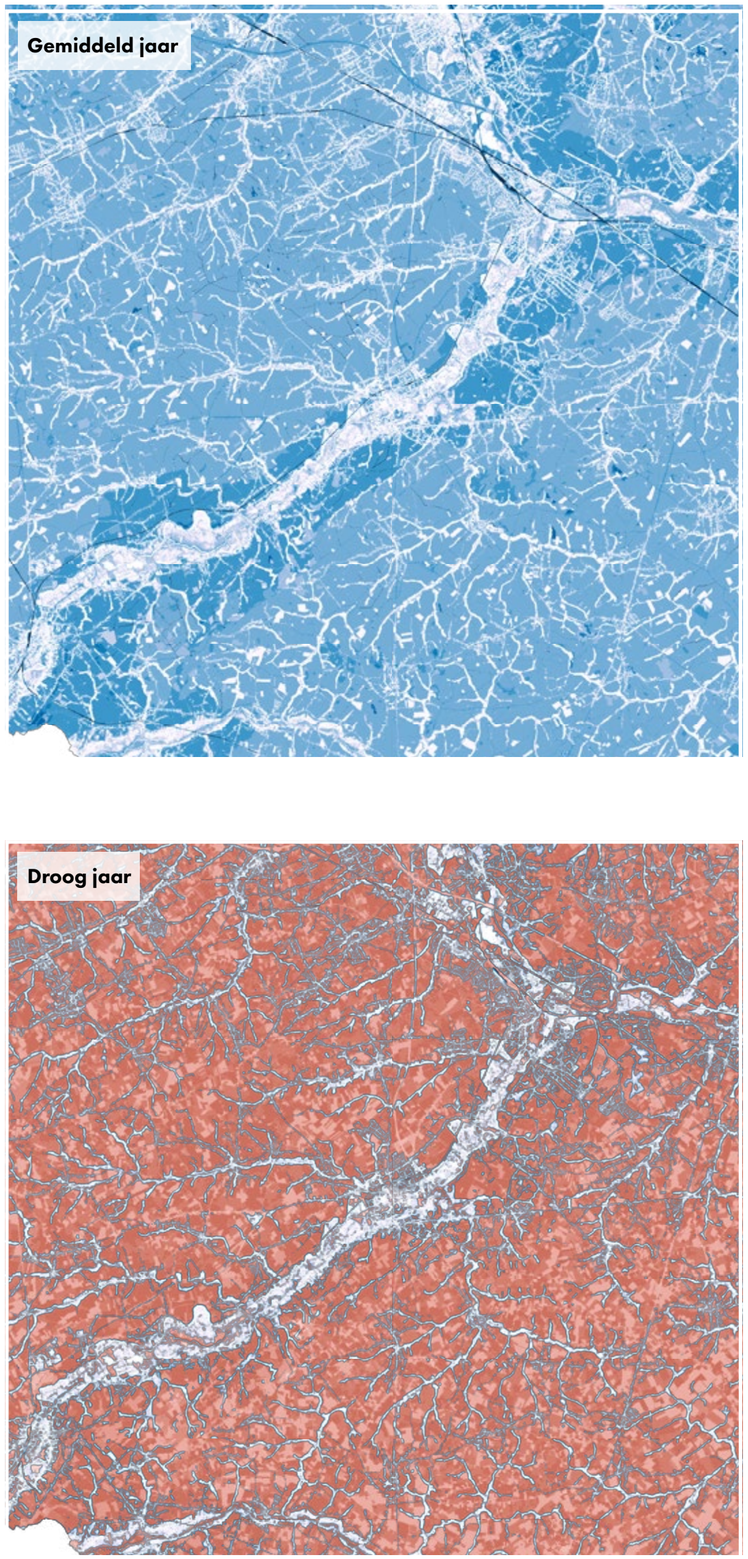
De potentiële infiltratie laat de zones zien met een hoog potentieel voor infiltratie van hemelwater. De kaarten tonen een duidelijke inversie ten op zichte van de drainagekaarten. De beekvalleien en de Dender vertonen zeer lage potentiële infiltratiewaardes en de hoger gelegen gebieden omvatten zeer hoge waardes.

INFILTRATIE – EVAPOTRANSPIRATIE



De totale verdamping via transpiratie en evaporatie is ter hoogte van de Dender eerder beperkt ten opzichte van de verschillende hoger gelegen gebieden met beboste percelen.

ACTUELE INFILTRATIE



De actuele infiltratie toont opvallend dat de meeste infiltratie plaatsvindt net buiten het winterbed van de Dender. Deze gebieden situeren zich tussen de diep ingesneden beekvalleien en de Dender zelf. Daarnaast vertonen de hoger gelegen gebieden een verminderde hoeveelheid infiltratie, waarbij de waterlopen geen infiltrerend vermogen bevatten.

CONCLUSIE

- Het plaatsen van stuwtjes op de brongebieden en de bovenstroomse beeklopen.
- Het aanplanten van bosstroken en houtkanten parallel aan de hoogtelijnen.

Dekzandrug Maldegem-Stekene & Moervaartvallei

Dekzandrug Maldegem-Stekene & Moervaartvallei

De depressie van de Moervaart is gelegen net ten zuiden van de grote dekzandrug Maldegem- Stekene, een rug die werd gevormd in het pleniglaciaal. Het ontstaan van de Moervaartdepressie. hangt samen met de vorming van de dekzandrug in de Vlaamse Vallei tijdens het Pleniglaciaal. Deze nieuwe barrière damde het water van de rivieren af en er ontstond een groot meer. De resten moeraskalk zijn hier het bewijs van.

Morfologisch
De Moervaartdepressie wordt in het noorden begrenst door de Dekzandrug van Maldegem-Stekene. Ten zuiden vinden we het ruggenlandschap van Zeveneken terug.

De Moervaart behoorde oorspronkelijk tot de Durme die destijds ontsprong in Aalter (Hoogkale) en Tielt (Nederkale, nu opgesplitst in Poekebeek en Oude Kale). Deze twee takken kwamen samen te Lovendegem en de Durme vloeide verder ten noorden van Gent om te Mendonk te splitsen in twee ongeveer parallel lopende beken, namelijk de huidige Moervaart (noorden) en de Zuidlede (zuiden). Te Daknam kwamen deze twee takken terug samen om verder te lopen tot aan de Schelde. De Zuidlede was waarschijnlijk de oorspronkelijke loop en de Moervaart was waarschijnlijk voor een gedeelte een zijarm van de Durme die tijdens de Middeleeuwen verbreed werd en uitgebreid om de 'moer' of turf naar Gent te brengen. De Moervaart werd later hergraven en rechtgetrokken. Na grote overstromingen werd de Durme te Lokeren afgedamd. Het stroomopwaarts gedeelte watert sindsdien af in de omgekeerde zin naar het Kanaal Gent-Terneuzen.

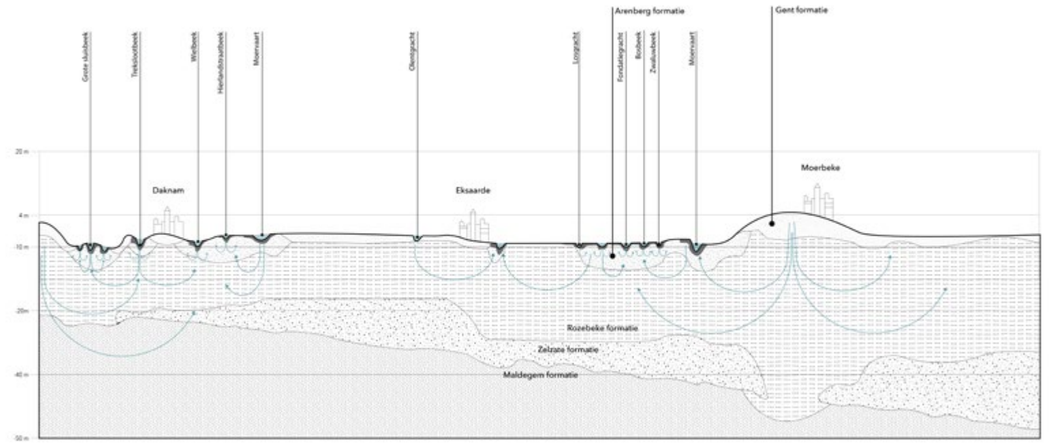
De oorspronkelijke waterloop heeft door het vlakke karakter aanleiding gegeven tot brede alluviale zones die we nu de Moervaartdepressie noemen. De vroegere natuurlijke overstromingen zijn grotendeels verdwenen (onder andere) doordat de natuurlijke waterlopen in de loop der tijd in sectoren werden opgedeeld die afzonderlijk ontwateren in brede kanalen.

Hydrografisch
De Moervaartvallei is een onderdeel van het bekken van de Gentse kanalen.

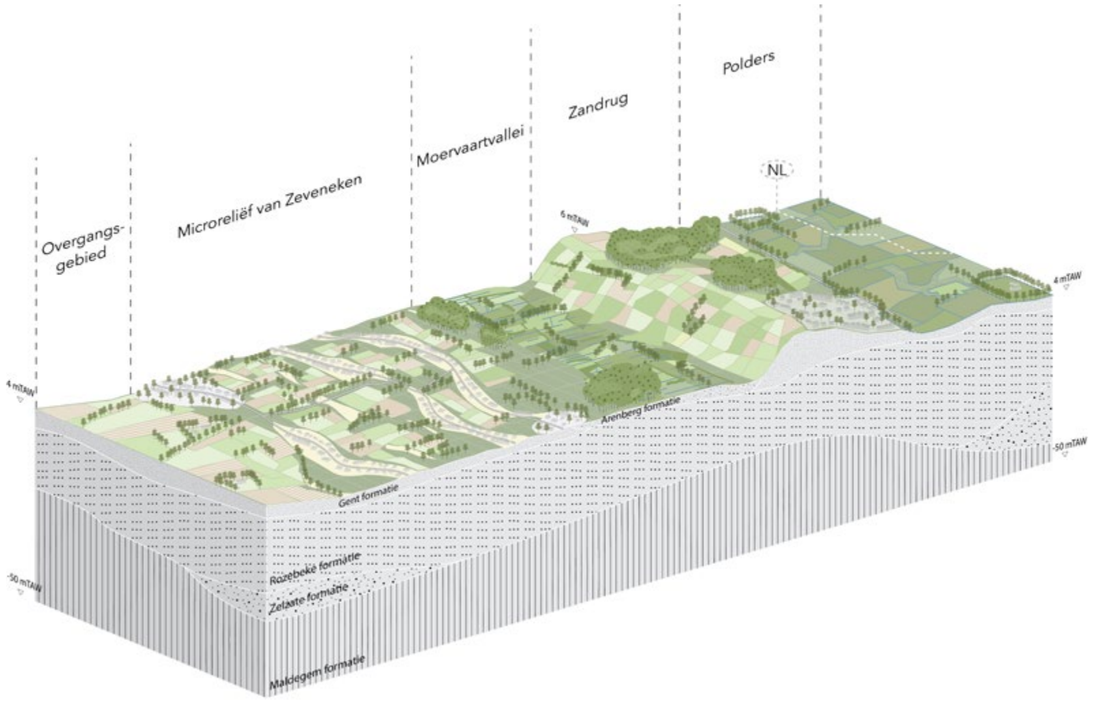
Geologie
Het deelgebied is een onderdeel van de Vlaamse vallei en kent in zijn quartair dek een opbouw van zandige formaties. Deze worden onderaan begrensd door minder doorlatende tertiaire lagen.

Hydrogeologie
Het diepere grondwater volgt niet de hydrografische grens van het stroomgebied van het bekken van de Gentse Kanalen. De voeding en de beweging van dit grondwater spelen zich in een veel groter gebied af. De watervoerende lagen vormen de basis van het grondwatersysteem. Voor het bekken van de Gentse Kanalen zijn het grondwatersysteem van het Centraal Vlaams Systeem en het Kust- en Poldersysteem van belang.

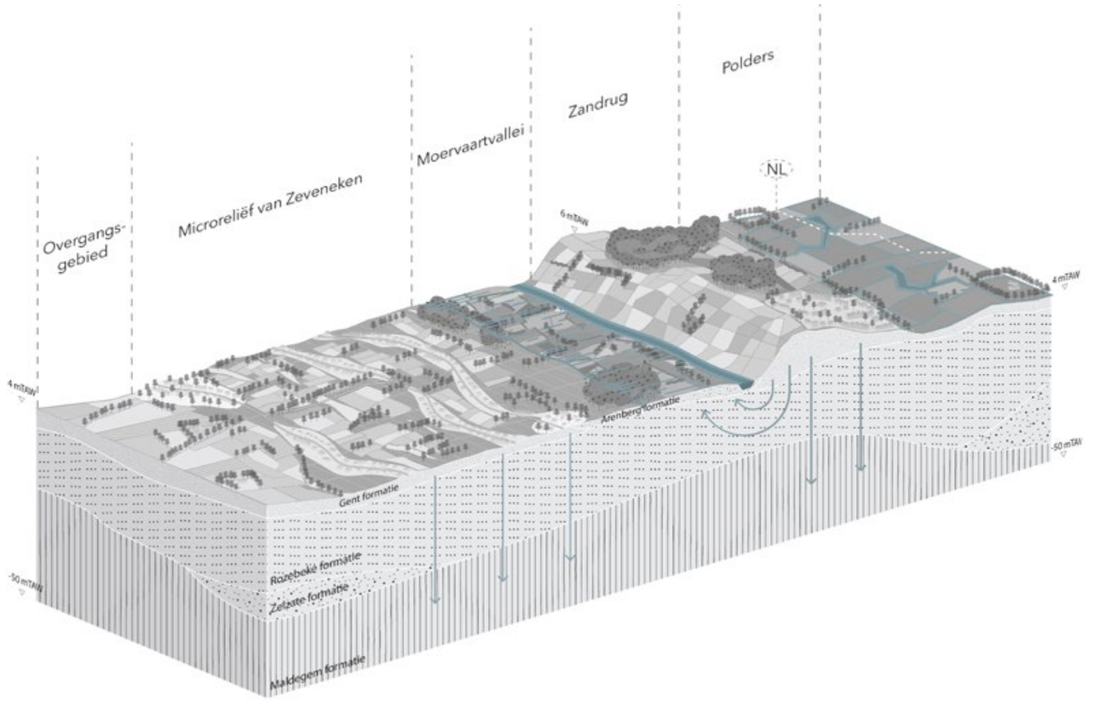
Een deel van het water dat infiltreert op de dekzandrug komt als kwel aan het oppervlak in de Moervaartdepressie.



Geologische snede dekzandrug en Moervaartvallei

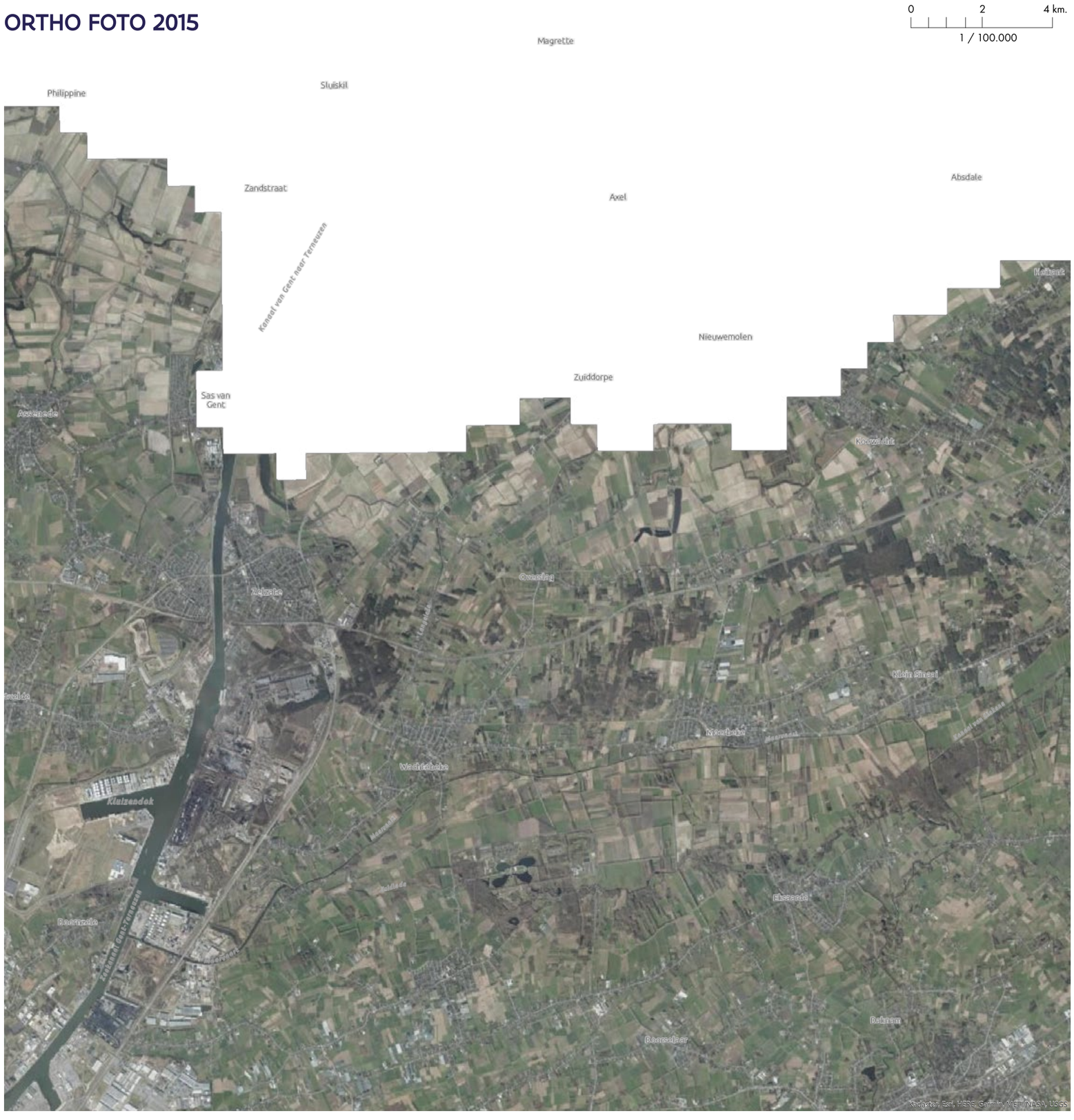


Landschapssysteem dekzandrug en Moervaartvallei

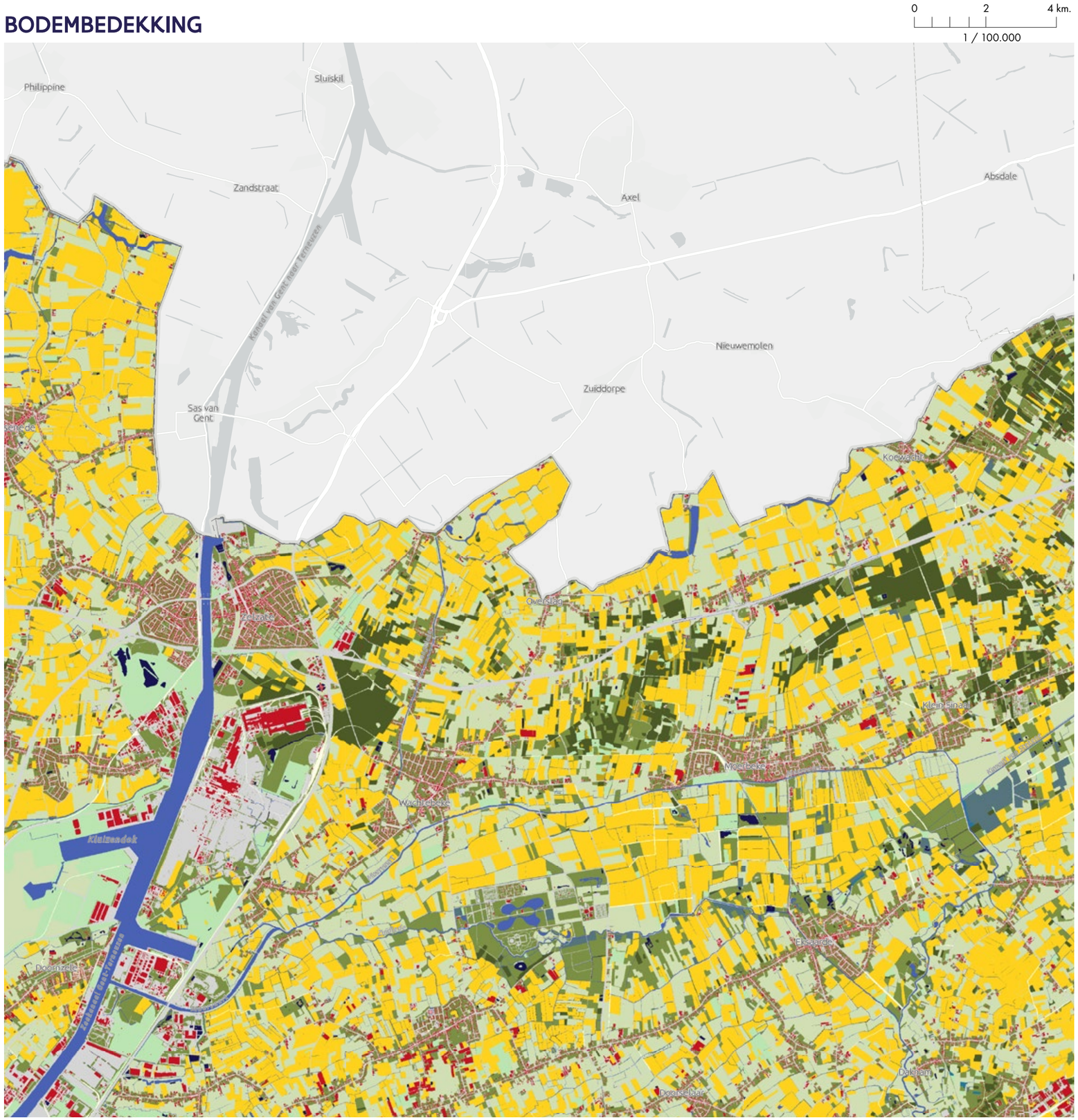


Watersysteem dekzandrug en Moervaartvallei

ORTHO FOTO 2015



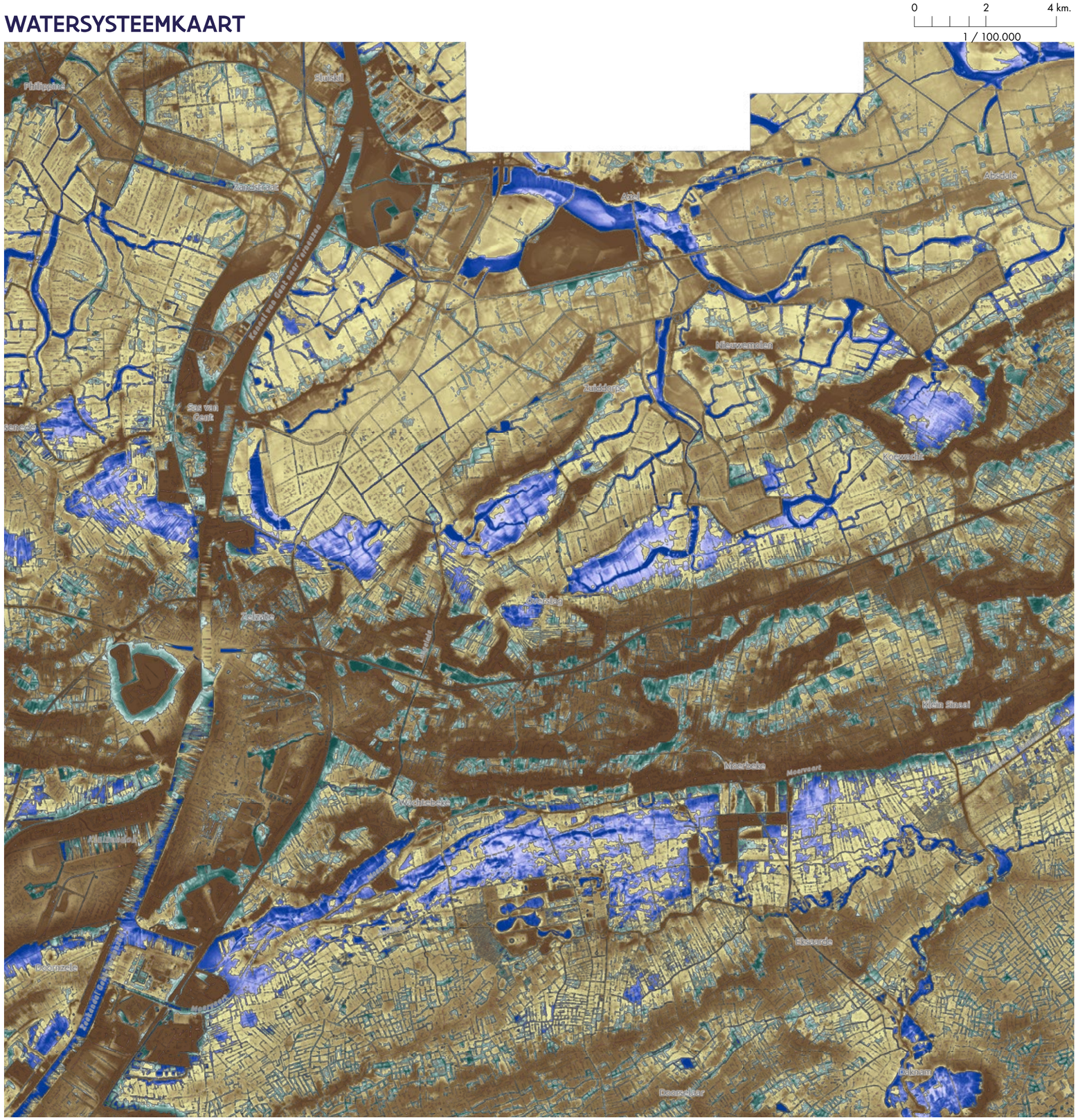
BODEMBEDEKKING



FERRARIS

0 2 4 km.
1 / 100.000

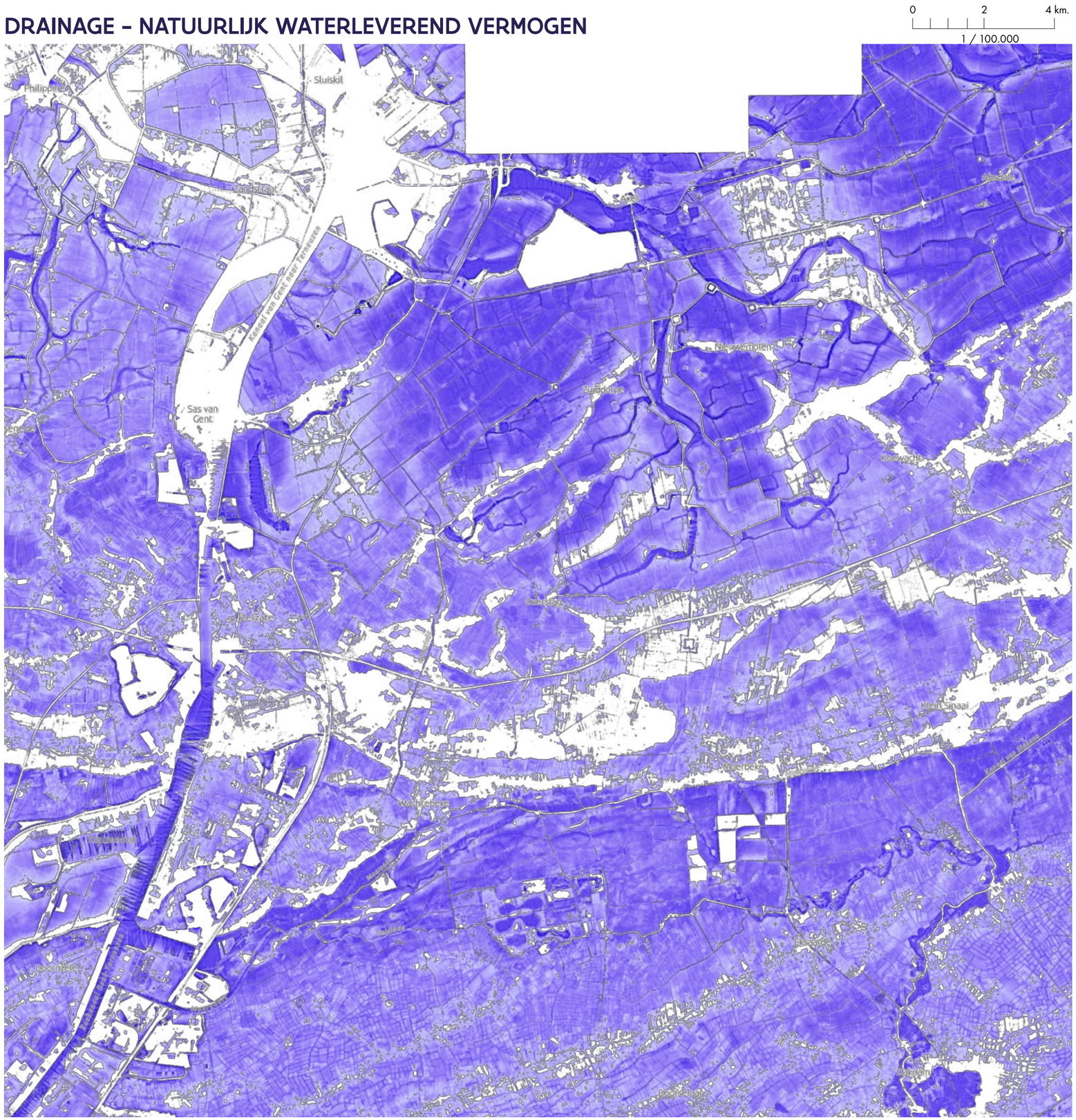
WATERSYSTEEMKAART



De zandrug wordt op de watersysteemkaart weergegeven als een permanent droog gebied dat dat zeer geschikt is voor infiltratie. De Moervaartdepressie zelf bevindt zich ten zuiden van de zandrug en omvat voornamelijk permanent natte kwelgebieden.

- Tijdelijk natte gebieden
- Permanent natte (kwel)gebieden
- Micro-depressies
- Gracht
- Permanent droge gebieden - geschiktheid infiltratie

DRAINAGE – NATUURLIJK WATERLEVEREND VERMOGEN



waarden in mm.

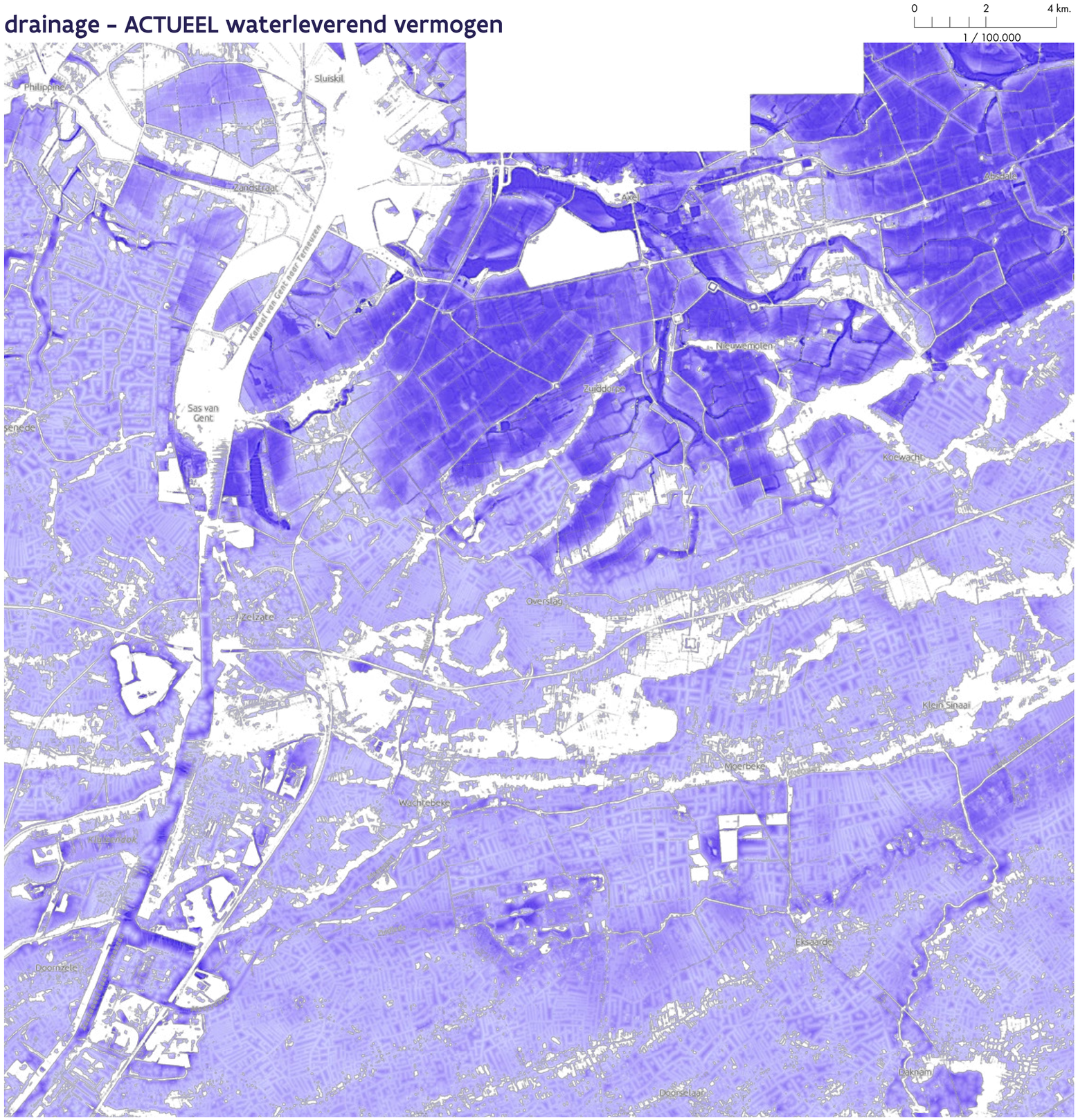
- 1 - 10
- 11 - 20
- 21 - 30
- 31 - 40
- 41 - 50
- 51 - 60
- 61 - 70
- 71 - 80
- 81 - 90
- 91 - 100
- 110
- 120
- 130
- 140
- 150

In het natuurlijk waterleverend vermogen vormen de zandrug en de Moervaartdepressie zelf ook twee uitersten van mekaar. De zandrug heeft een zeer beperkt natuurlijk waterleverend vermogen en de Moervaartdepressie heeft een zeer hoog natuurlijk waterleverend vermogen.

DRAINAGE – VERLIES AAN WATERLEVEREND VERMOGEN

Door de kunstmatige bemaling van de de Moervaartvallei is er een groot verlies aan waterleverend vermogen te detecteren op de kaart. Deze afwatering is sterk gewijzigd ten opzichte van de oorspronkelijke toestand: het overtollige water van de Moervaartvallei komt via een slotenstelsel in de bovenloop van de Durme, de Zuidlede, of de Moervaart zelf terecht.

drainage - ACTUEEL waterleverend vermogen



De zandrug heeft een zeer beperkte actuele waterlevering, terwijl de Moervaartdepressie de hoogste waterlevering omvat binnen het onderzoeksgebied.

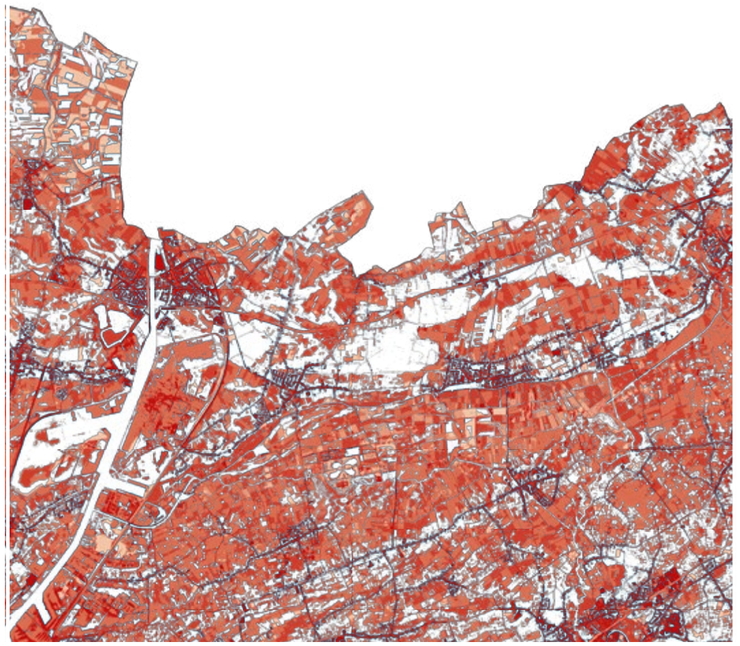
INFILTRATIE – TOTALE AFSTROMING

0 2,5 5 km.

De afstromingskaarten tonen voornamelijk het havengebied, de bebouwde woongebieden en lijninfrastructuren waar hemelwater niet direct kan infiltreren.

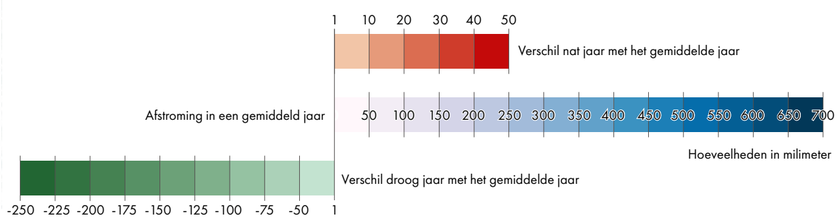
Gemiddeld jaar

Nat jaar



Droog jaar

2018, extreem droog jaar

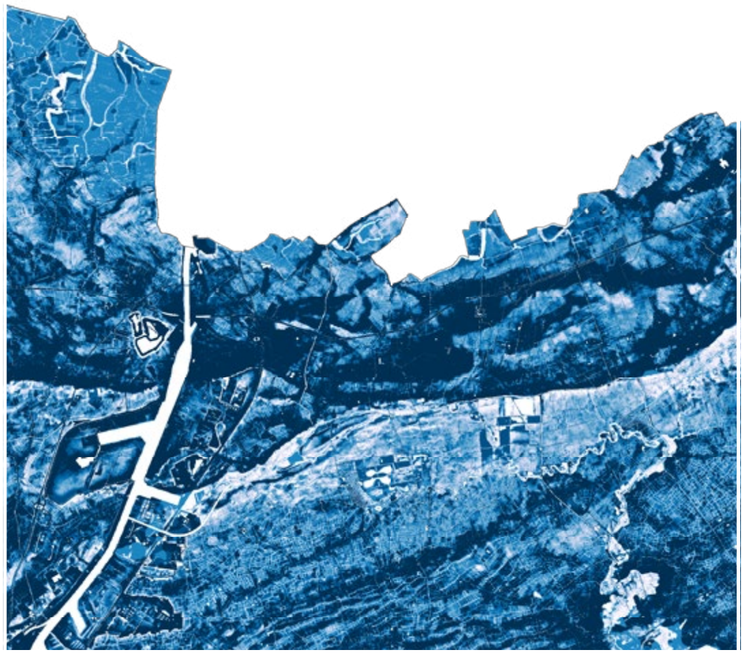


INFILTRATIE – POTENTIËLE INFILTRATIE

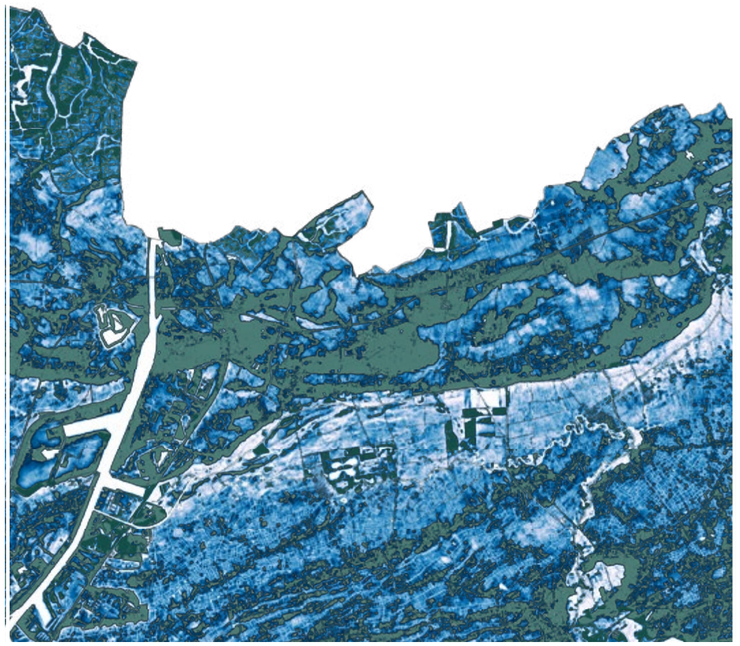
0 2,5 5 km.

Door reliëf en bodemsamenstelling omvat de zandrug een clustergebied met de hoogst potentiële infiltratiemogelijkheden. De Moervaartdepressie is voornamelijk lager gelegen en heeft een veel lager infiltrerend vermogen dan de zandrug.

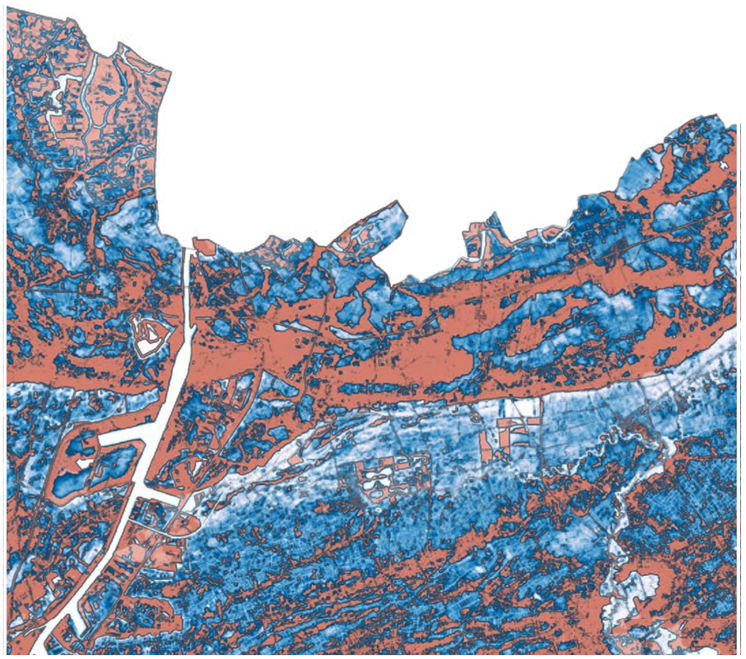
Gemiddeld jaar



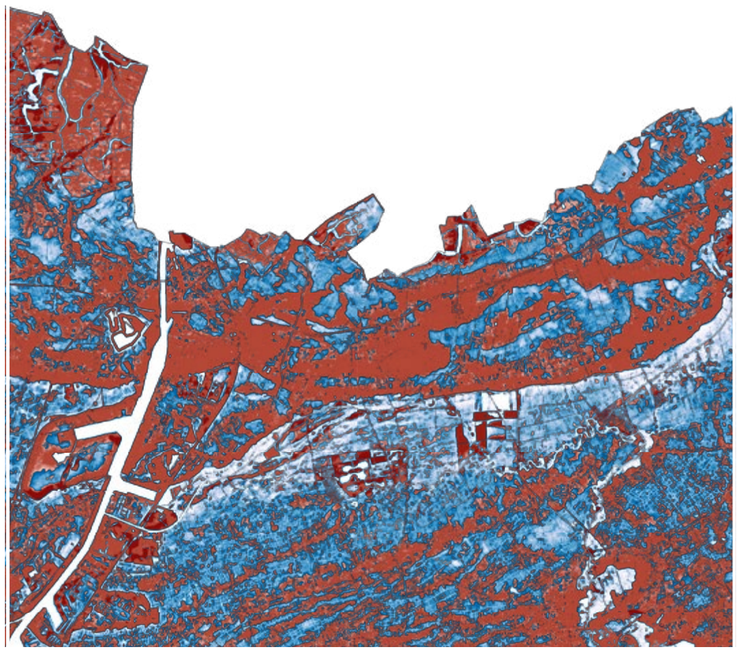
Nat jaar

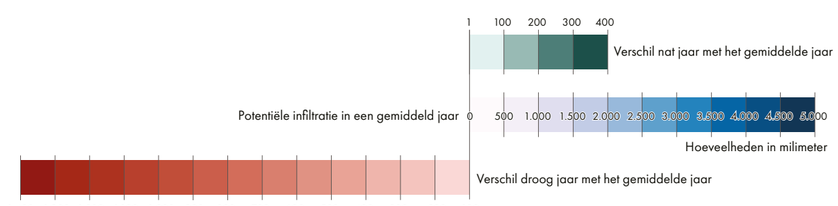


Droog jaar



2018, extreem droog jaar



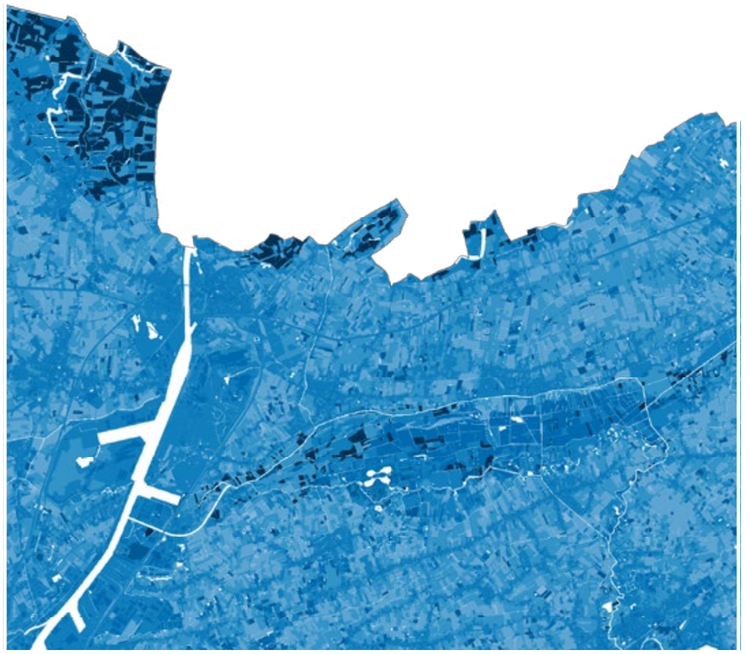


INFILTRATIE – EVAPOTRANSPIRATIE

0 2,5 5 km.

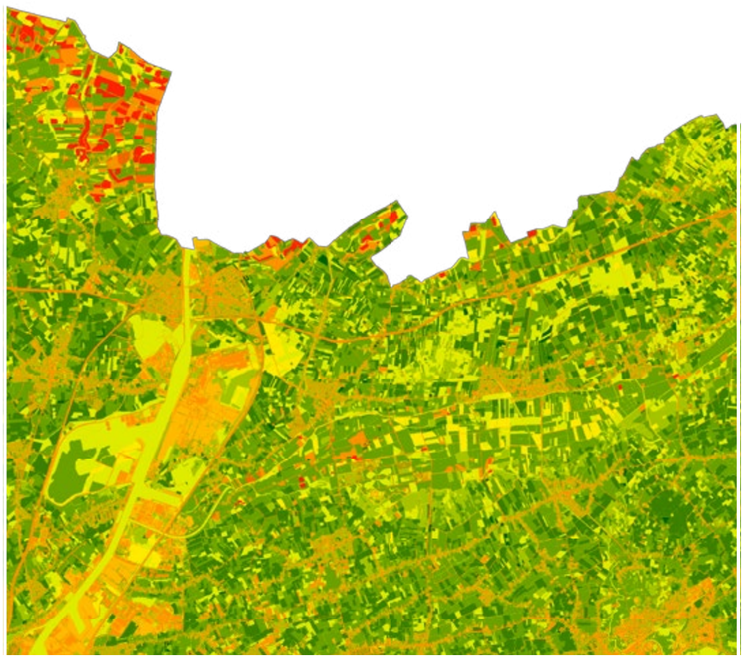
In de Moervaartdepressie komen er verschillende bosbestanden voor waar er hogere verdampingswaarden voorkomen dan in de omliggende agrarische gebieden.

Gemiddeld jaar

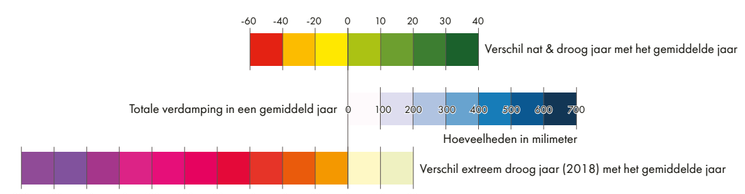


Nat jaar

Droog jaar



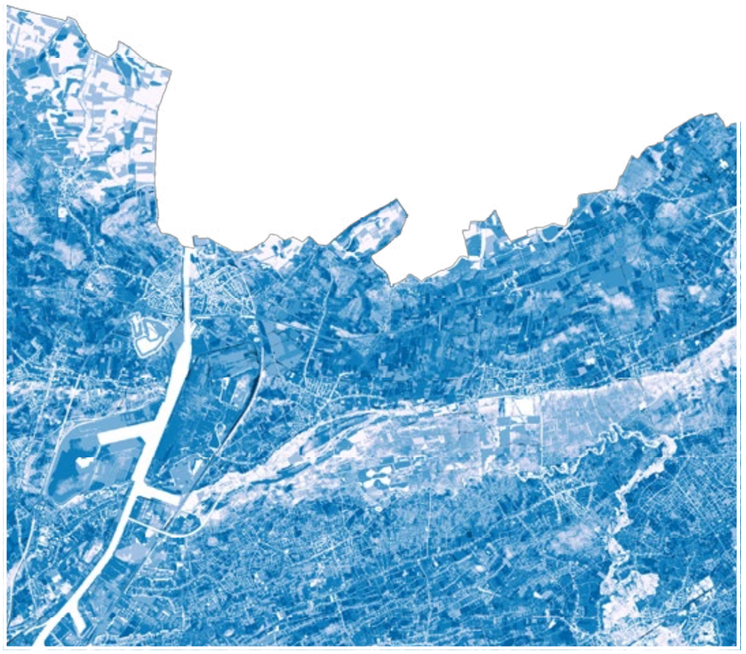
2018, extreem droog jaar



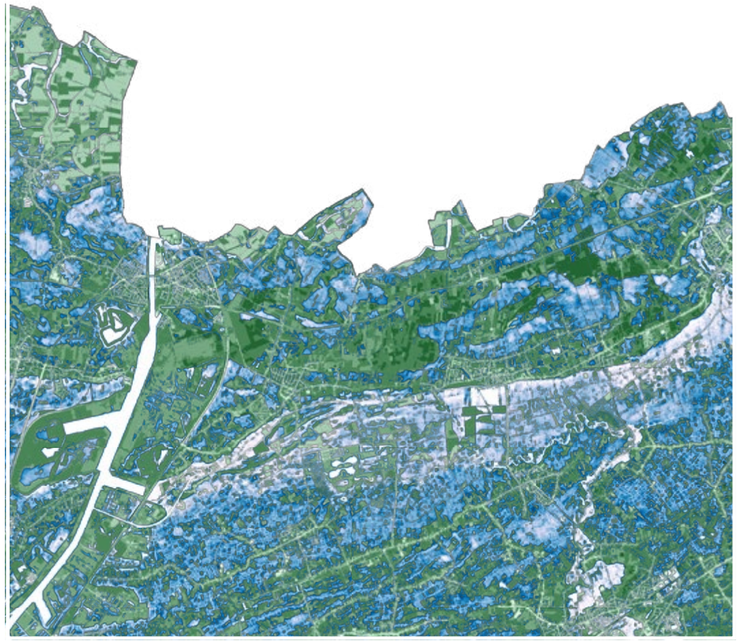
ACTUELE INFILTRATIE

0 2,5 5 km.

Gemiddeld jaar



Nat jaar

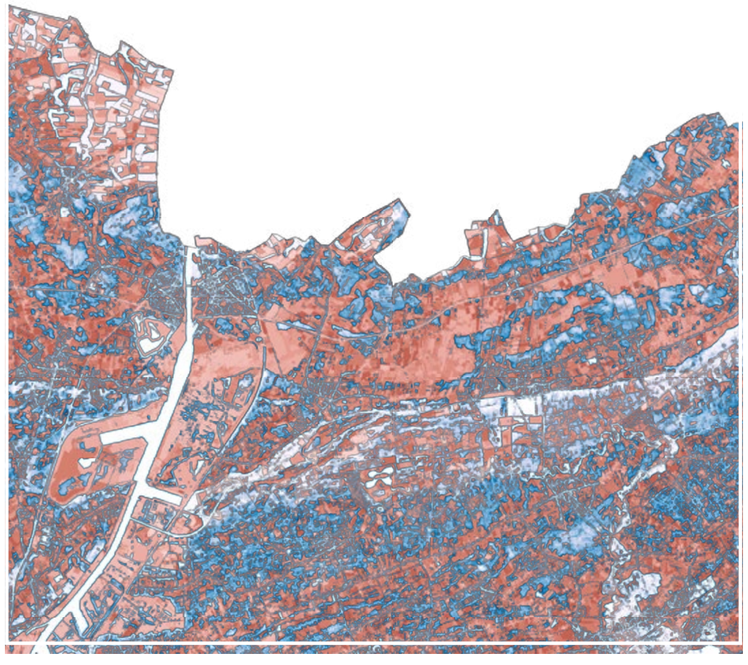


De actuele infiltratie geschied voornamelijk in de hoger gelegen zandrug. Door de kunstmatige afwatering in de Moervaartvallei zijn er beduidend lagere hoeveelheden water dat infiltreert.

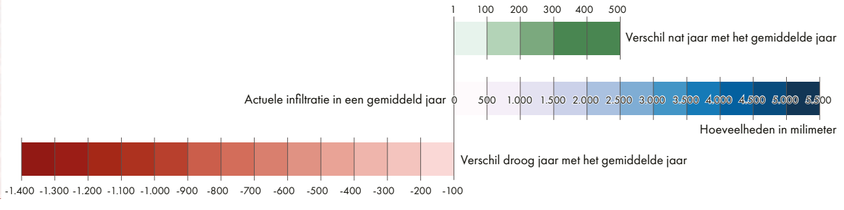
CONCLUSIE

- Potenties voor vasthouden
- Potenties voor infiltratie in zandrug

Droog jaar



2018, extreem droog jaar



Cuesta van het Waasland

Cuesta van het Waasland

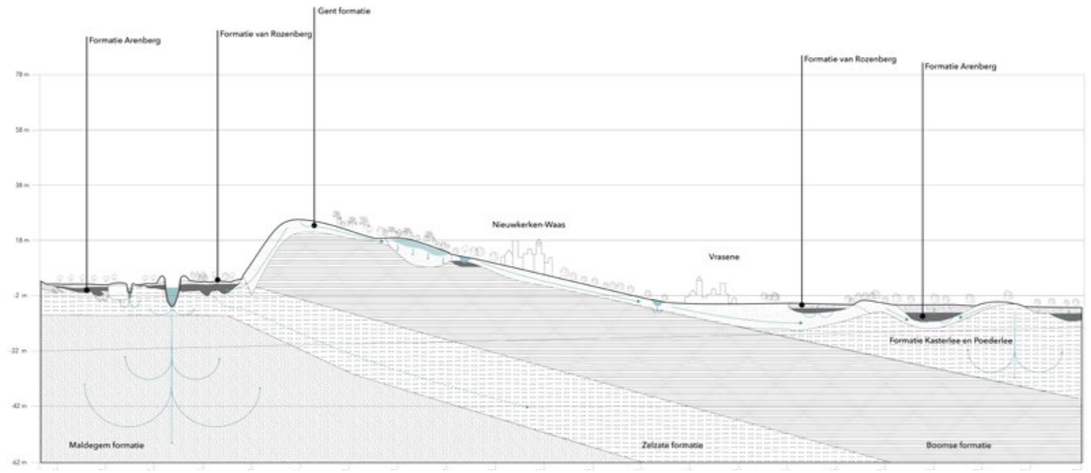
Morfologie
De cuesta wordt gekenmerkt door een steile zuidflank (5-6%) en een zwak afhellende noordflank (1-2%) die noordwaarts verdwijnt onder de Scheldepolders. Het verschil in erosiegevoeligheid tussen zand en klei leidde tot een scherp geprononceerd cuestafront.

Door de ondoordringbaarheid van de Boomse klei, kent de Cuesta van het Waasland een hoge grondwaterstand, hetgeen de landbouw bemoeilijkt. Om dit euvel te overkomen werden de percelen aangelegd in een bolvorm. Deze koepelvormige akkertopografie, waarbij de randen 1 tot 2 m lager liggen dan het akkercentrum, staat bekend als 'bolle akker-reliëf'. Deze is kenmerkend voor het landschap van het Land van Waas. Bovenop de zuidrand komen stuifzandduinen voor die beplant zijn met naaldbossen.

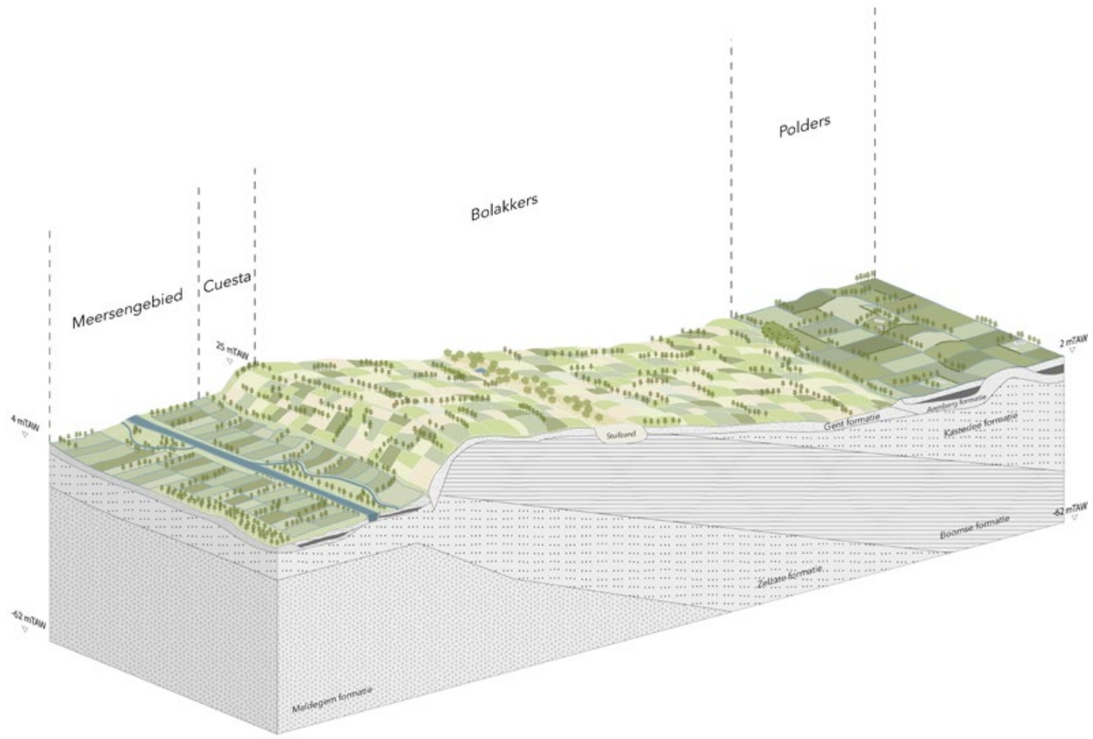
Geologie
De Cuesta van het Waasland wordt gekenmerkt door een vrij dunne quartaire zandafzetting. Deze is in het algemeen niet dikker dan 5m. Lokaal kunnen er door verstuivingen dikkere lagen te vinden zijn. Dit zandpakket rust op de Rupeliaanse (Boomse) klei die als ondoordringbare laag fungeert. Hierdoor kan hemelwater maar tot een beperkte diepte infiltreren.

Hydrografisch
De oppervlakkige afwatering van de Cuesta van het Waasland geschied enkel door de Barbierbeek voor het hoge gedeelte en de Vrasenebeek voor de voet.

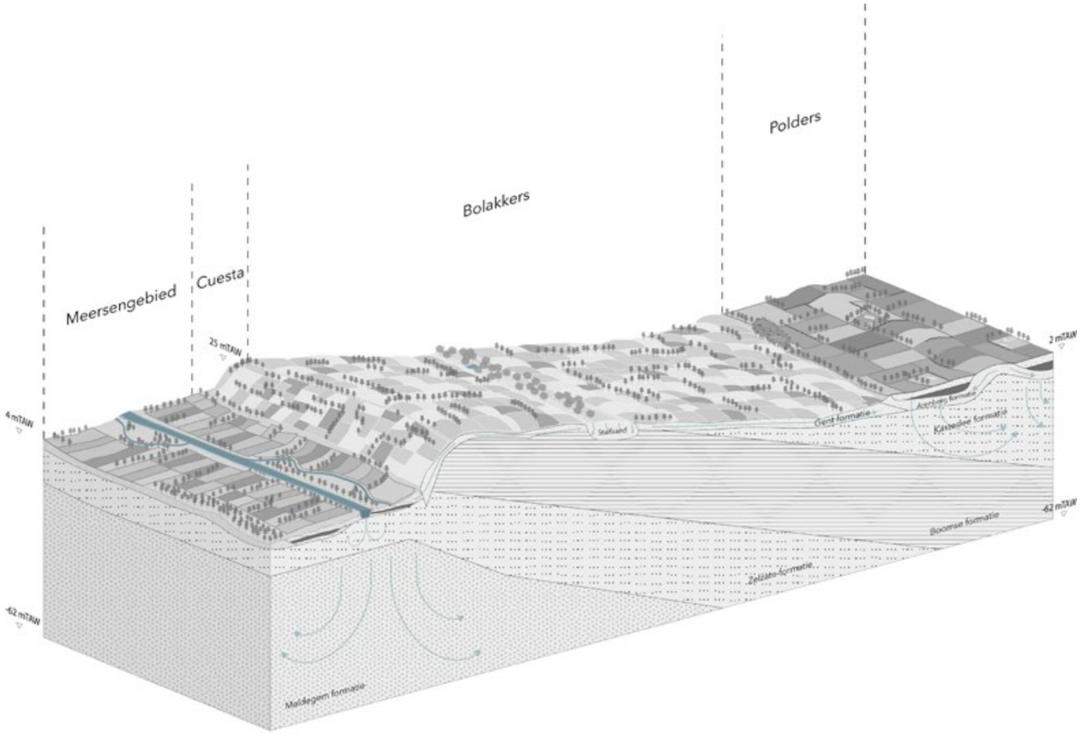
Hydrogeologie
Het hemelwater dat valt op de Waaslandcuesta kan beperkt infiltreren. Dit water loopt vervolgens gravitair af naar het noorden. In het cuestafront en de polders ten zuiden daarvan welt grondwater op.



Geologische snede Cuesta van het Waasland



Landschapssysteem Cuesta van het Waasland



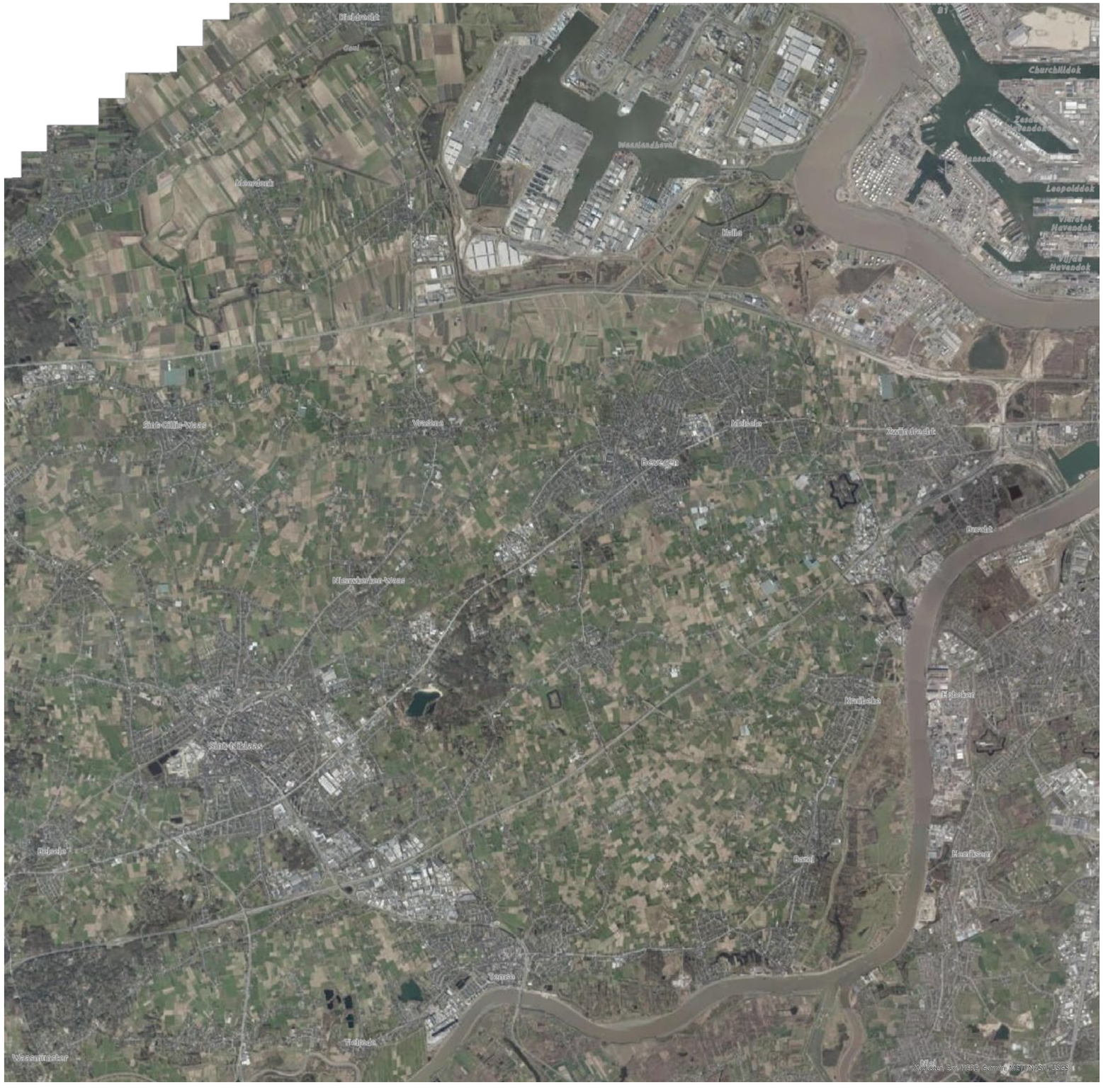
Watersysteem Cuesta van het Waasland

ORTHO FOTO 2015

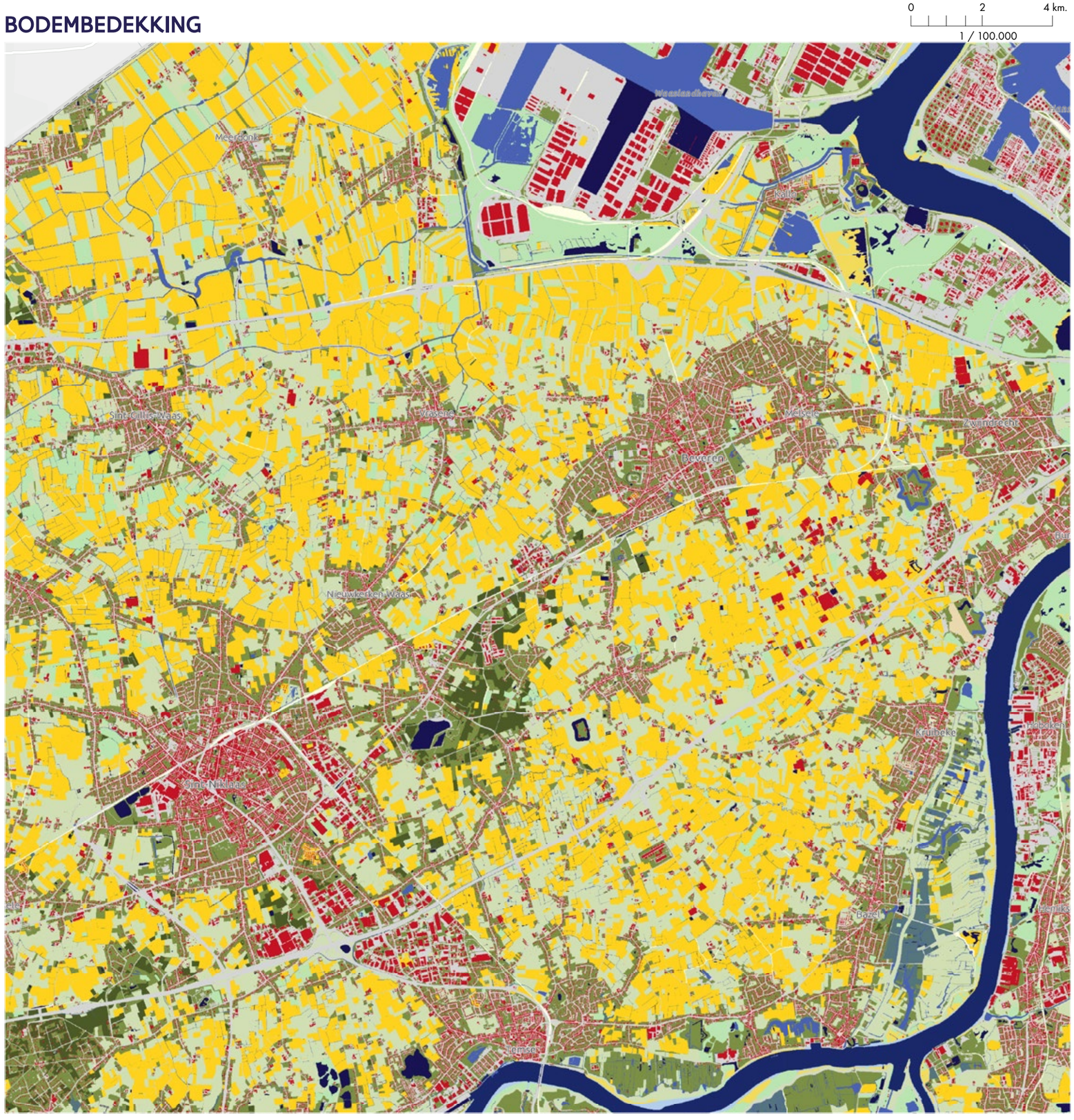
Cuesta van het Waasland

0 2 4 km.

1 / 100.000



BODEMBEDEKKING

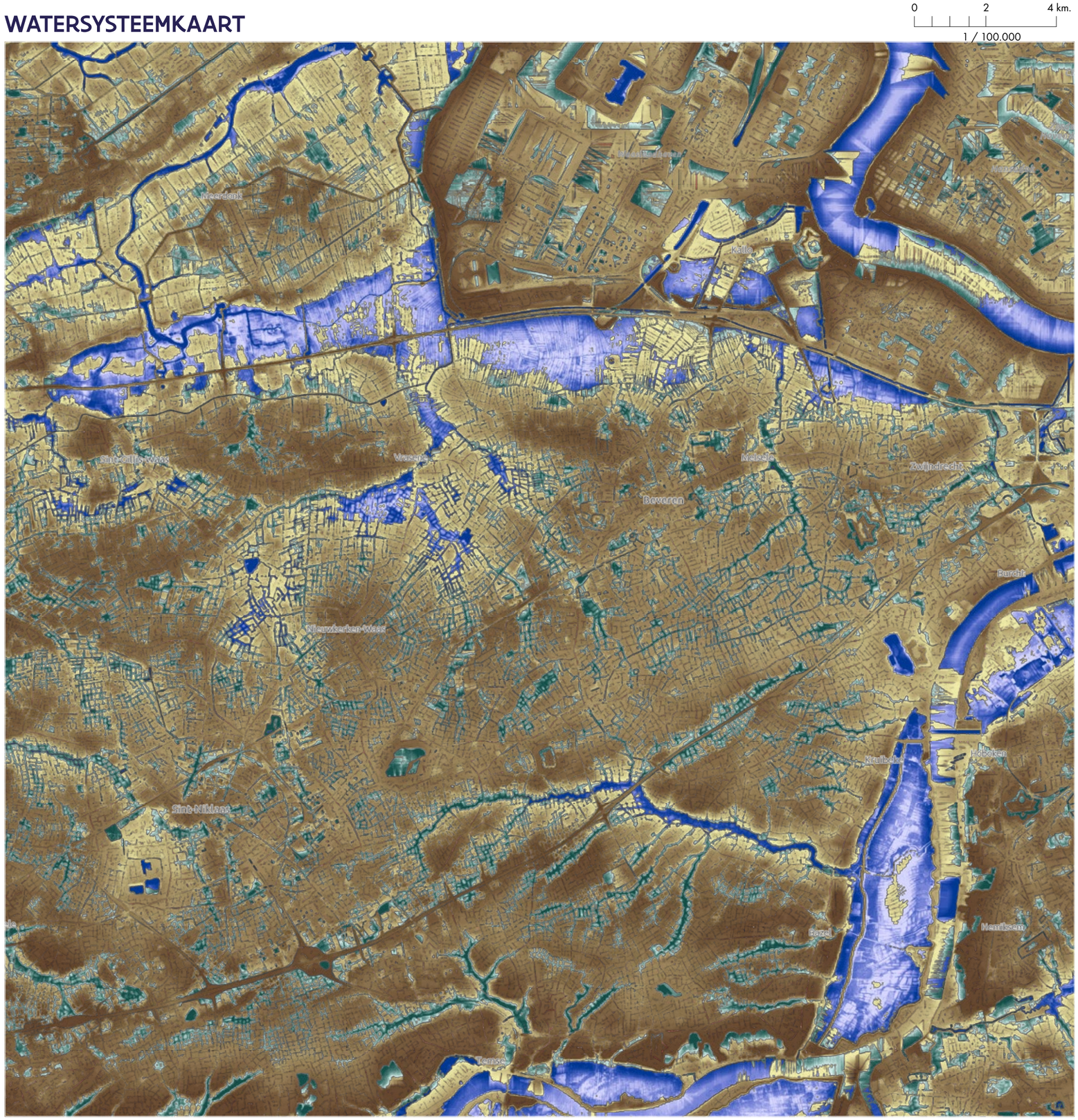


- Slikken & Schorre
- Stilstaand water
- Zoet water
- Getijden
- Laag groen
- Naaldbos
- Loofbos
- Grasland
- Kale bodem / duinen
- Heide
- Landbouwpercelen
- Alluviaal bos
- Rietland
- Niet verharde wegen
- Gebouwen
- Verharde oppervlakte
- Moeras

FERRARIS

0 2 4 km.
1 / 100.000

WATERSYSTEEMKAART

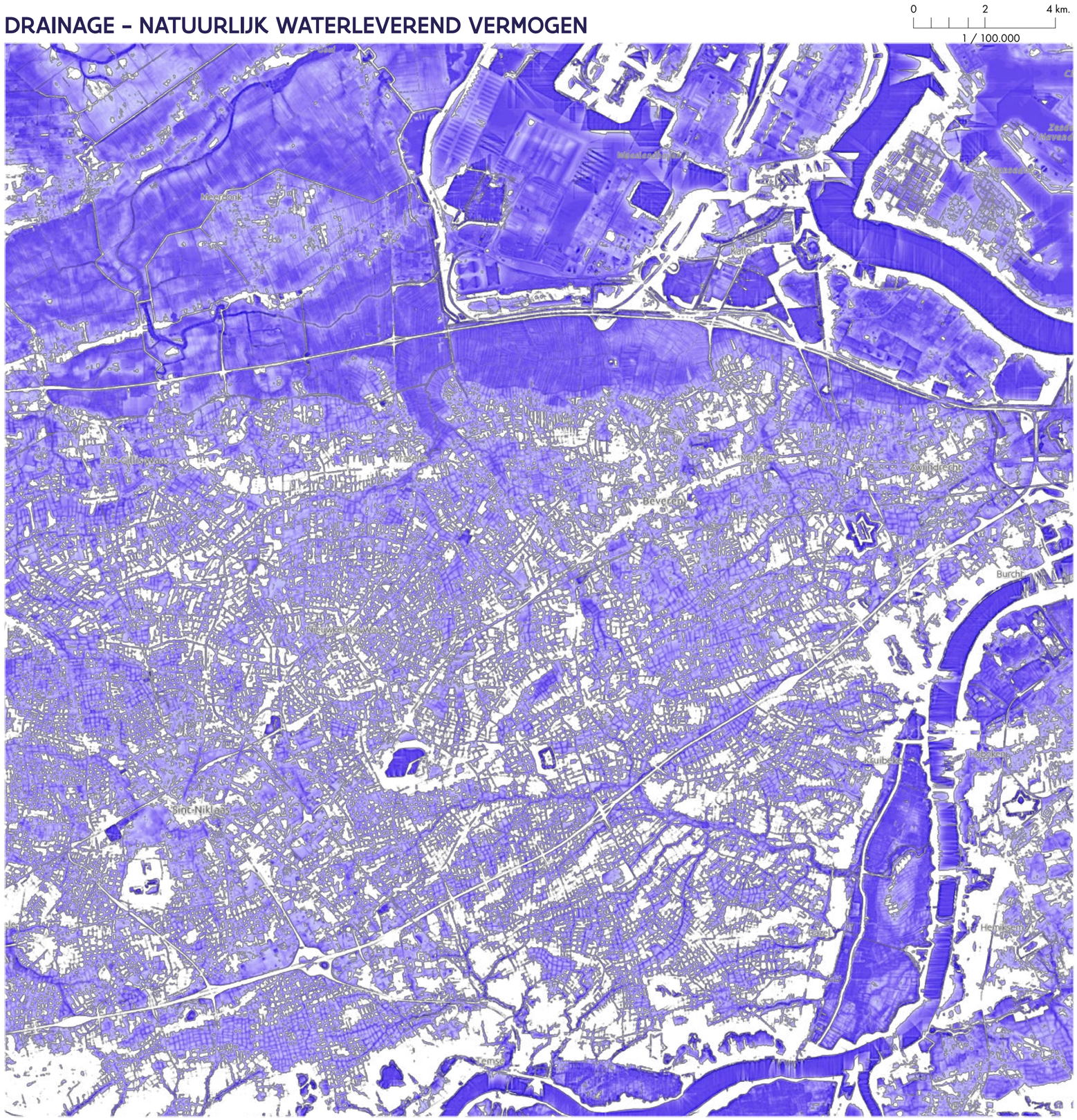


Een sterk vertakt fijn hydrografisch net van beken en rivieren. De Kleine Nete werd doorheen de tijd in verschillende fases gekanaliseerd. De intensieve drainage van het gebied heeft ertoe geleidt dat de Kleine Nete op dit moment 1,2 m lager ligt dan het historisch peil. Door de verlaging van het waterpeil is er een sterke veraarding van de veengronden opgetreden en verdwenen de aanwezige natte en vochtige natuurtypes of werden ernstig aangetast. Op de watersysteemkaart onderscheiden we de drogere zones ter hoogte van de cuestarug, en nattere zone ter hoogte de polders. Beide zones verschillen zich met respectievelijk een donkerbruine en lichtbruine kleur. Deze zones bieden kansen voor het opbouw van een grondwatervoorraad door middel van infiltratie, waarmee we de droge jaren kunnen overbruggen.

In het noordelijk deel van het onderzoeksgebied ter hoogte van de E34 zijn er verschillende blauwe zones terug te vinden. Dit gebied behoort tot de Scheldepolders en hier zijn voornamelijk lager gelegen, permanent natte zones, waar grondwater uit de bodem treedt. In dergelijke zones ontwikkelen zich veenbodems die kunnen fungeren als een natuurlijke spons. Vernatting van dergelijke zones zorgt voor een buffering waardoor de voeding van waterlopen minder fluctueert. De aanliggende gele zones zijn overgangsgebied tussen nat en droog. Het grondwater zit er van nature redelijk ondiep. De gele zones die tegen de blauwe gebieden aanliggen kunnen van minder belang zijn voor grondwateraanvulling. Als aanpalende blauwe zones gedraineerd worden, is de impact van maatregelen op de waterbeschikbaarheid eerder beperkt. Water dat daar geïnfiltreerd wordt, zal slechts enkele weken onderweg zijn naar de waterloop. Bij elke maatregel moet ook de impact op de nabijgelegen blauwe zone bekeken worden. Uiteraard zullen maatregelen die afstroming beperken ook hier bijdragen tot het beperken van wateroverlast.

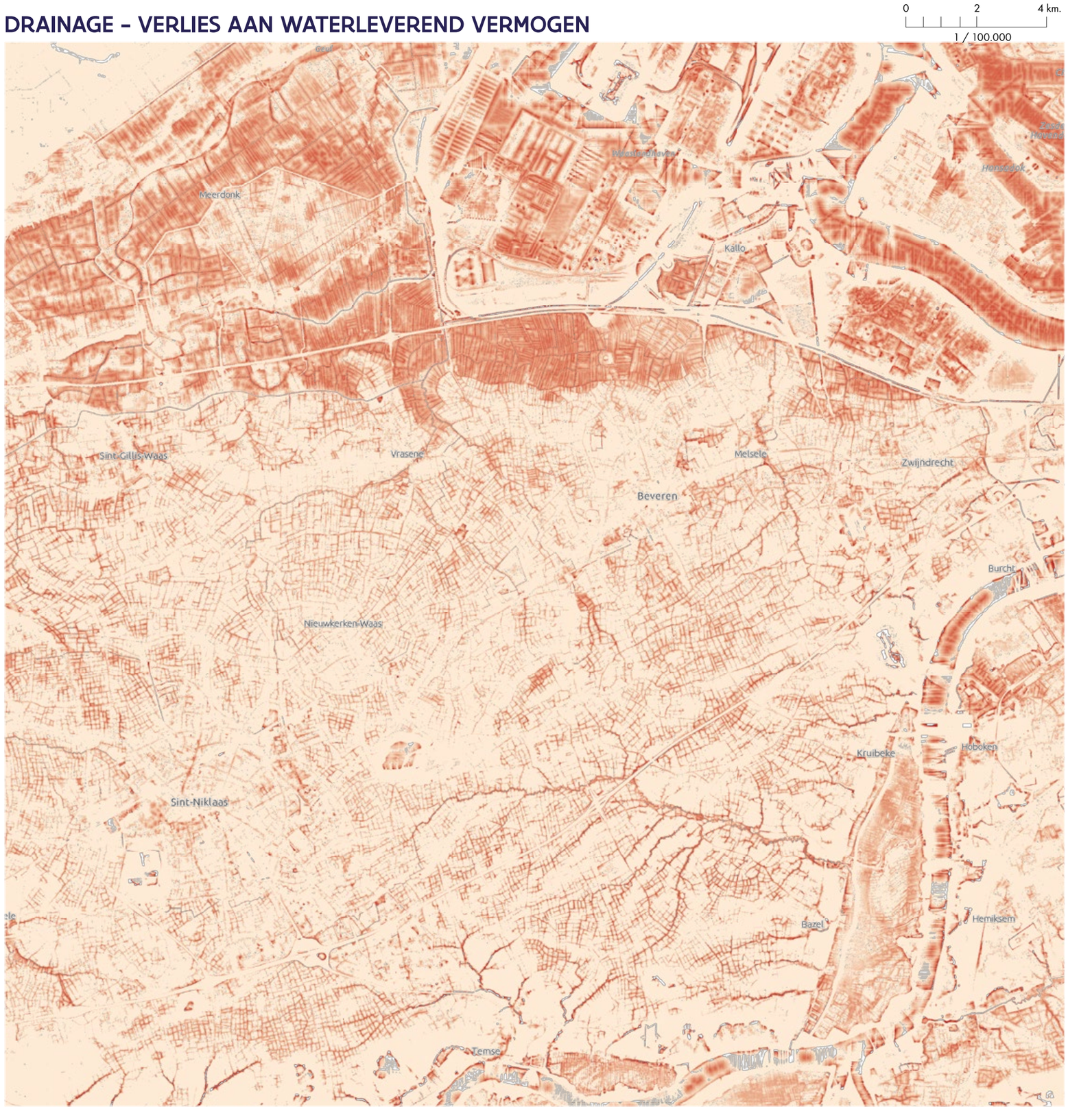
- Tijdelijk natte gebieden
- Permanent natte (kwel)gebieden
- Micro-depressies
- Gracht
- Permanent droge gebieden - geschiktheid infiltratie

DRAINAGE – NATUURLIJK WATERLEVEREND VERMOGEN



In de kaart die het natuurlijk waterleverend vermogen visualiseert voor het onderzoeksgebied zijn er drie patronen terug te vinden. Vanaf het zuiden via het oosten vertoont de vallei van de Schelde een cluster met een hoog waterleverend vermogen. Vervolgens start vanaf de cuesta, wat een zeer beperkt natuurlijk waterleverend vermogen omvat, een groot drainerend landschap. Deze zone wordt voorgesteld via de verschillende grachtenstructuren op basis van de grootschalige landbouwactiviteiten. Ten slotte is er een densere blauwe structuur waar te nemen in het noorden. Deze zone situeert zich in de Scheldepolders, waarbij het grondwater zeer dichtbij het maaiveld situeert.

DRAINAGE – VERLIES AAN WATERLEVEREND VERMOGEN

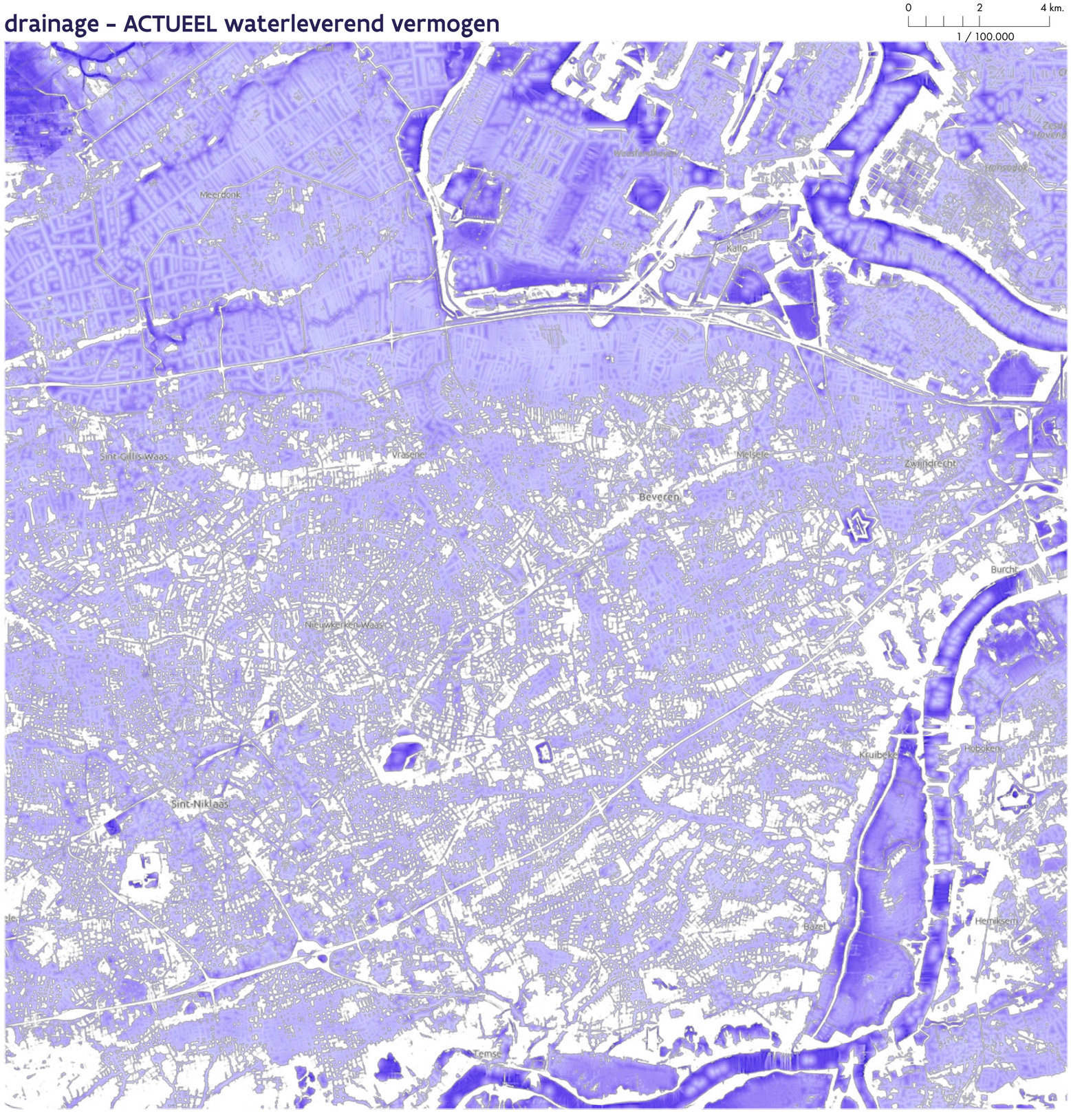


Drainageverlies
waarden in mm.

- -150 - -140
- -130
- -120
- -110
- -100
- -90
- -89 - -80
- -79 - -70
- -69 - -60
- -59 - -50
- -49 - -40
- -39 - -30
- -29 - -20
- -19 - -10
- -9 - 0

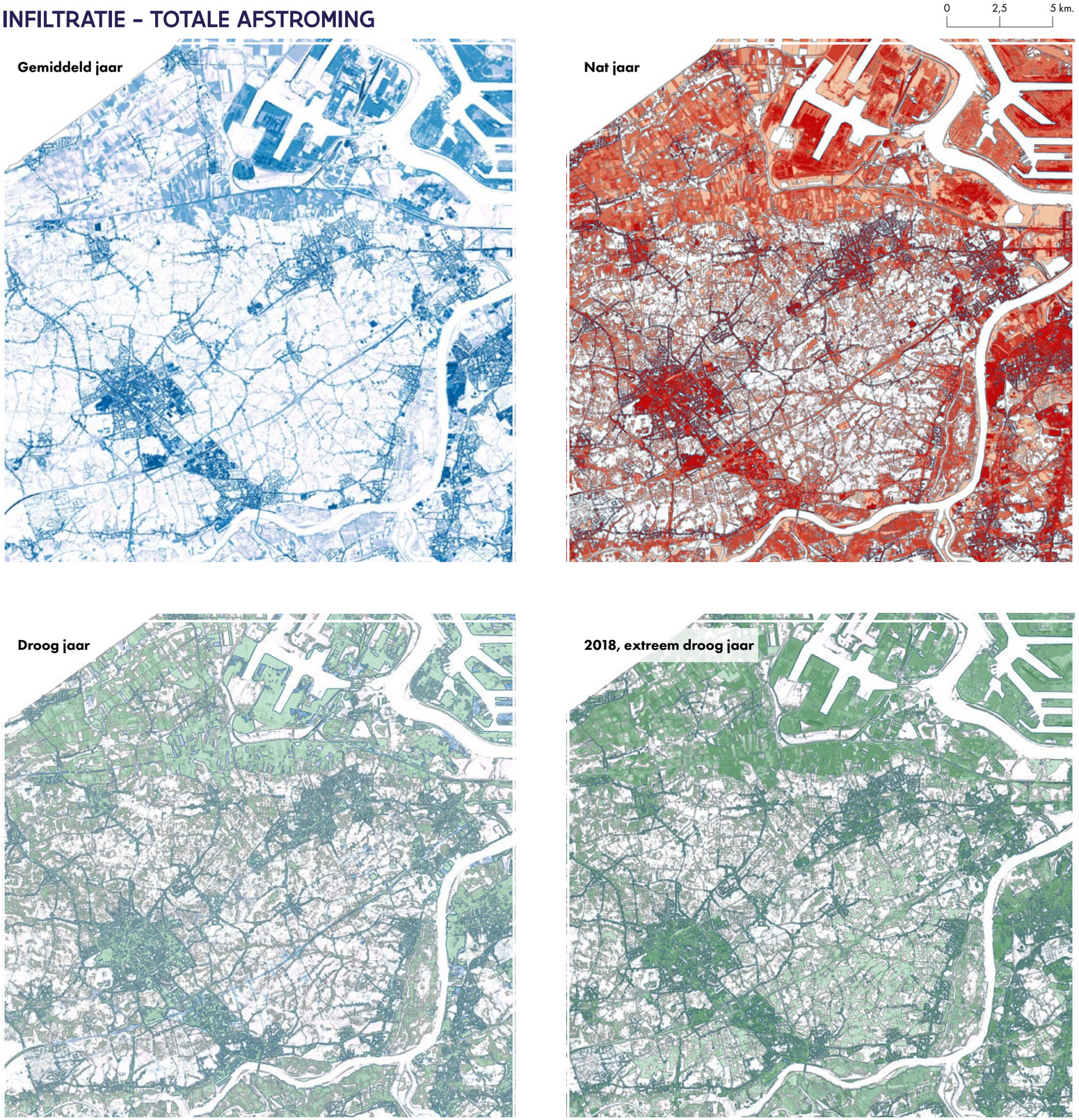
Het verlies aan waterleverend vermogen geeft zoals bij de voorgaande kaart ook drie karakteristieke landschappen weer. Startend vanaf het zuiden vormt de Scheldevallei een grote bron aan verlies van waterleverend vermogen. Vanaf de Scheldevallei zijn er verschillende vertakkingen van waterlopen die infiltreren in het drainerend landschap van grachten en bolle akkers. Ten slotte wordt in het noorden de hoogste verliezen voorgesteld in de Scheldepolders, waar een sterk drainerend systeem primordiaal is in functie van het voortbestaan van het teruggewonnen land.

drainage - ACTUEEL waterleverend vermogen



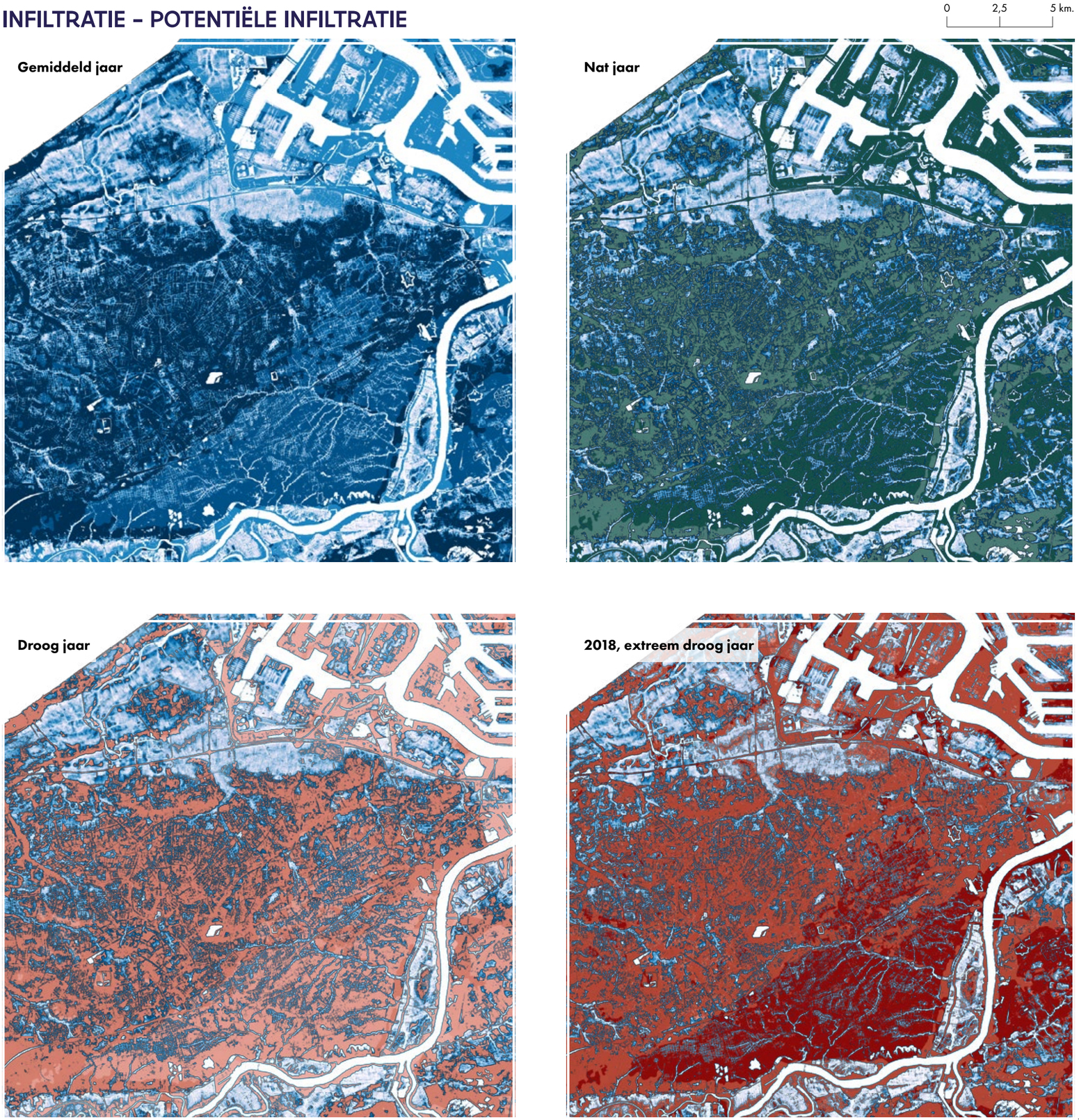
In het actueel waterleverend vermogen worden in de meersengebieden nabij de Schelde zeer hoge waardes aangeleverd. In het land van Waas zelf worden er geen markante waarden gedetecteerd die een hoge positieve invloed hebben op het actueel waterleverend vermogen. Dit is in tegenstelling tot de noordelijk gelegen Scheldepolders. In deze zone is het grondwatertafel dichter bij het maaiveld waarbij de reserves sneller worden aangevuld maar in volume veel lager zijn dan de zuidelijk gelegen gebieden.

INFILTRATIE – TOTALE AFSTROMING



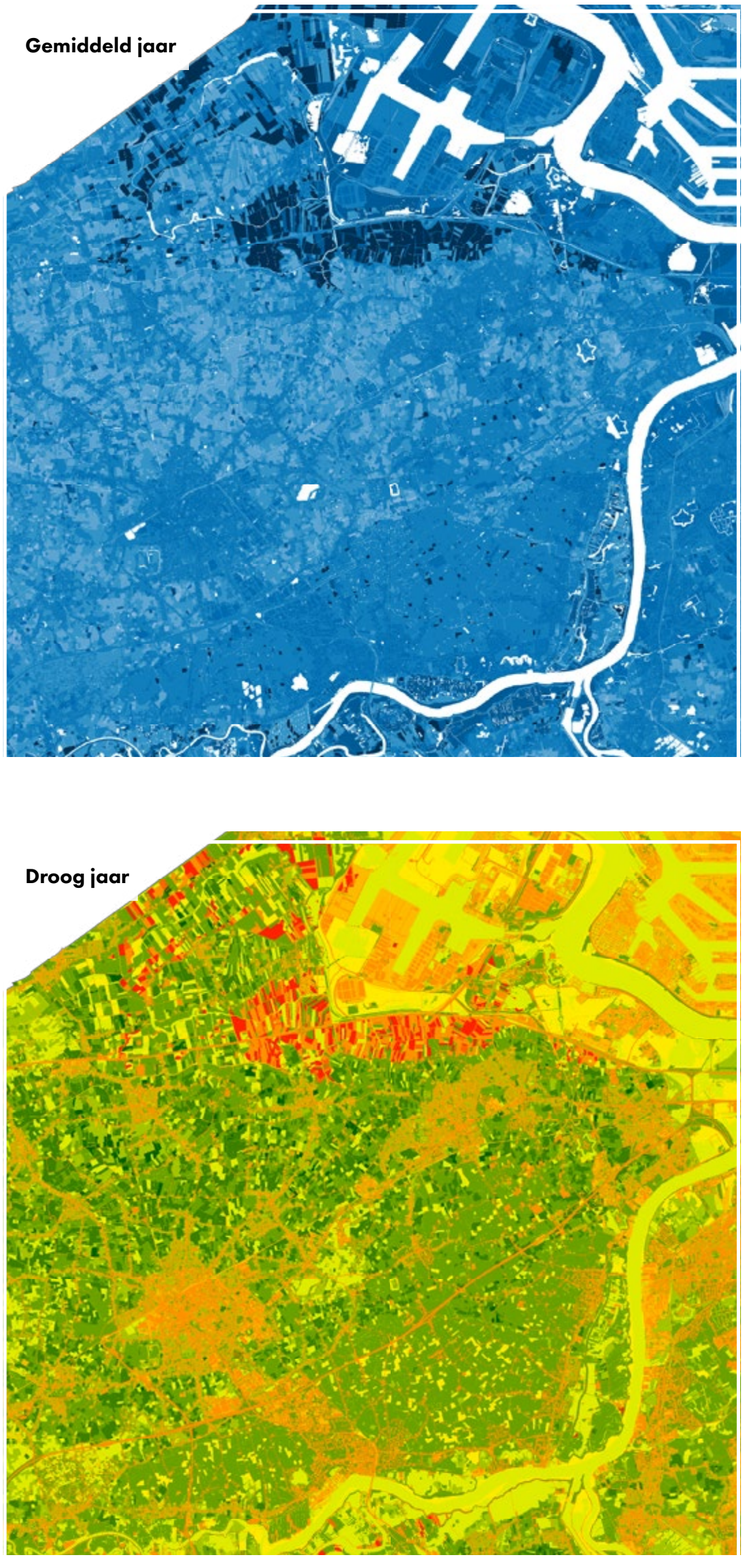
In de afstromingskaarten zijn het voornamelijk de bebouwde gebieden en lijninfrastructuren die naar voor komen. In de verschilkaarten is er een markant verschil zichtbaar tussen het zuidelijk, centraal en noordelijk gebied. De Scheldevallei en de noordelijke Scheldepolders zijn op basis van hun landschappelijke opbouw nauwer verbonden aan het watersysteem dan het centraal agrarisch landschap.

INFILTRATIE – POTENTIËLE INFILTRATIE



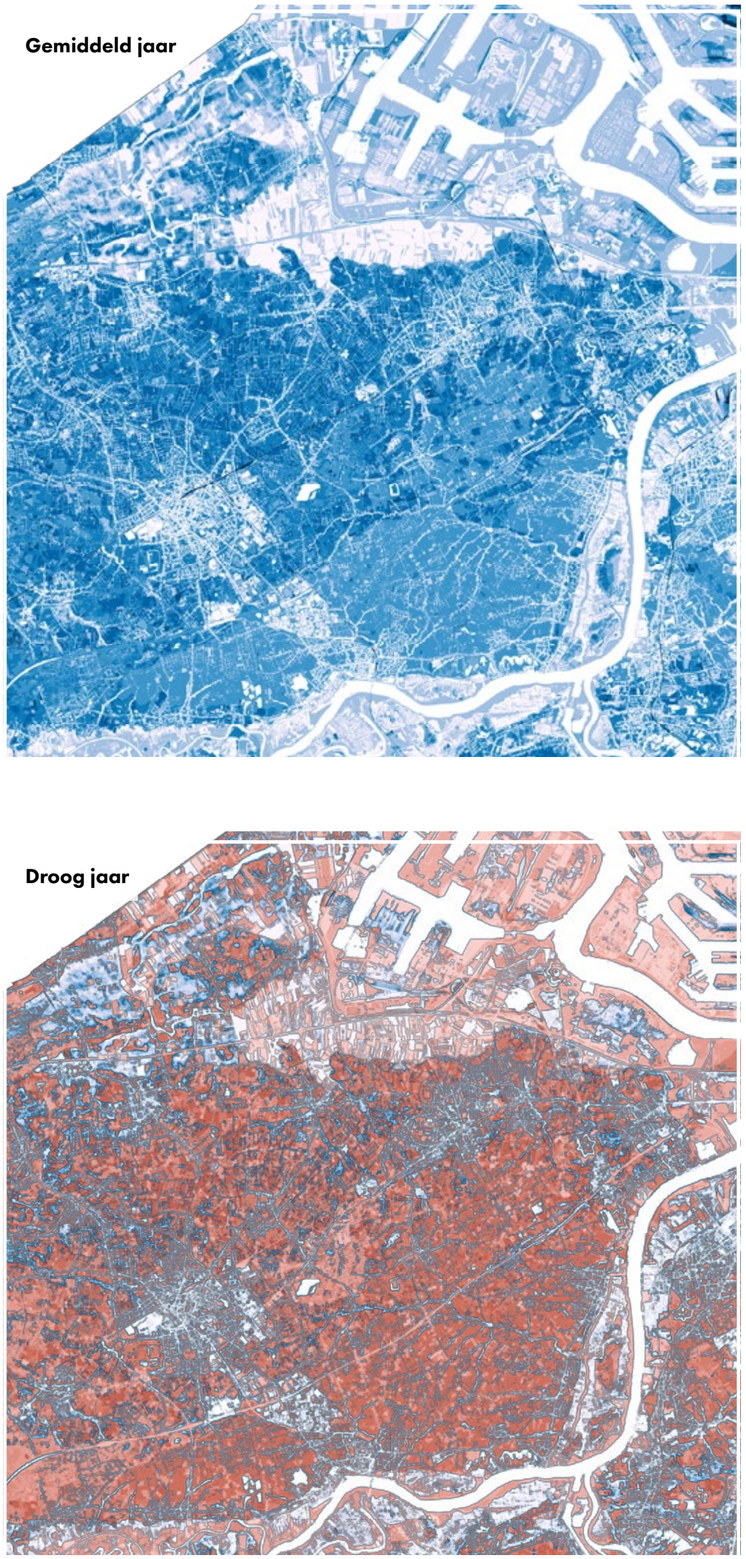
Inzake potentiële infiltratie biedt het centraal agrarisch landschap de meeste kansen voor infiltratie in vergelijking met de noordelijke Scheldepolders en Scheldevallei. De reden dat het centraal gebied grotere kansen biedt voor potentiële infiltratie is te wijten dat de waarden zijn begrensd door de “natuurlijke” grondwaterdiepte. Via deze wijze kan het duidelijk gesteld worden dat de Scheldevallei en de Scheldepolders nauwer verbonden zijn met het watersysteem. Beide gebieden worden in hun potentiële infiltratie geremd door de relatief hoge grondwaterstanden.

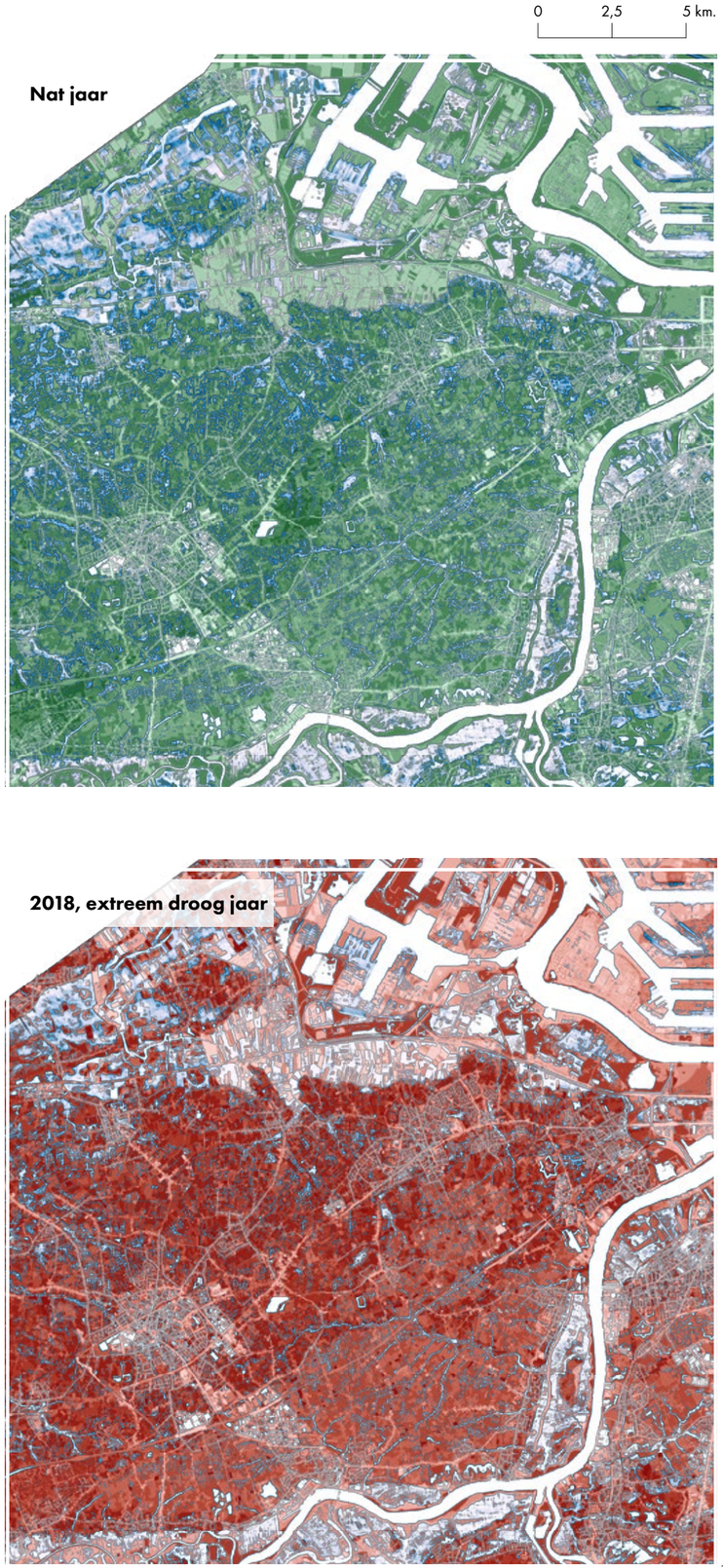
INFILTRATIE – EVAPOTRANSPIRATIE



In de totale verdampingskaarten is er één gebied dat erg verschilt ten opzichte van de andere zones op de kaart. Op de kaart van de totale verdamping, in een gemiddeld jaar, is dit de noordelijke zone waar zich de Scheldepolders situeren, ten westen van de Antwerpse Haven. Binnen deze zone worden er zeer hoge verdampingsverliezen waargenomen. De reden waarom dit gebied verschilt met het centraal agrarisch landschap van het Waasland is niet door de landbouwacitiviteit, maar door de bodem en grondwaterstand. In de Scheldepolders is er een zeer hoge grondwaterstand, dit komt enerzijds tot uiting in de perceelstructuur die smal en langgerekt van vorm is. De hoge verdampingswaarden zijn niet afkomstig van het type landbouwgewassen maar is evaporatie van bodemvocht: uit de bodem zelf kan ook water verdampen, zeker in de periode vlak na het neerslagevent. De toplaag (strooisellaag) van de bodem heeft een bepaalde opslag en vochthoudend vermogen. Na het neerslagevent zal de opslag deels infiltreren en deels verdampen. Voor verharde oppervlakte definiëren we een opslag en doorlaatbaarheid. Aangezien deze doorlaatbaarheid zeer beperkt is, zal het deel dat niet afstroomt grotendeels verdampen.

ACTUELE INFILTRATIE

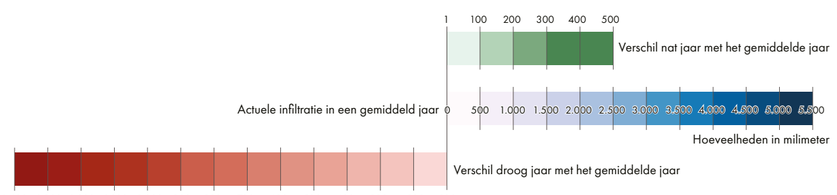




Binnen het onderzoeksgebied herbergt het centraal agrarisch landschap de grootste cluster van actuele infiltratie. De Scheldevallei en Scheldepolders staan in schril contrast qua actuele waterlevering met het centraal gebied. Doordat de hoeveelheden in het centraal gebied zo hoog zijn in een gemiddeld jaar is de grondwatertafel in dit gebied zeer onderhevig aan droge en natte scenario's. Opvallend is dan ook dat de noordelijke Scheldepolders en zuidelijke Scheldevallei een grotere status quo vertonen in zowel natte als droge scenario's.

CONCLUSIE

- Kansen creëren voor grachtenretentie
- Infiltreren in zandlens (=uitgeschuurde zandige vallei)



Haspengouw

Oudland
polder
Zandrug
van
Moerbeke
Cuesta
van het
Waasland
Kempen
(Netevallei)
Kempisch
plateau
Westelijk
Interfluvium
Pleistocene
riviervalleien
Heuvelland
(Dendervallei)
Droog
Haspengouw

Haspengouw

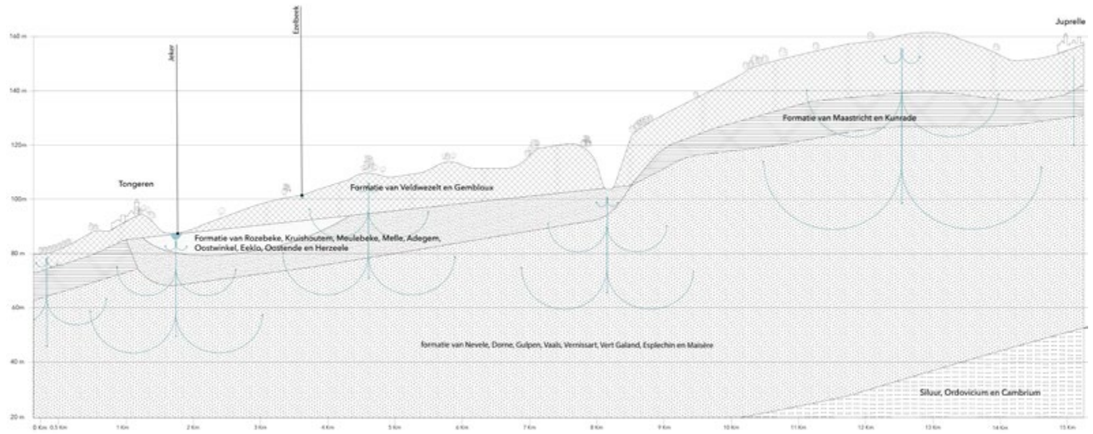
Morfologie
Het Haspengouwse landschap is zacht glooiend en uitermate geschikt voor landbouw. De landstreek zelf wordt opgedeeld in vochtig en droog Haspengouw.

Typisch voor droog hanspengouw zijn de droogdalen. Dit zijn langgerekte laagtes die ontstaan zijn door de erosie van afstromend regenwater of zoals in stuwwallen door afstromend smeltwater. Slechts bij aanzienlijke regenval of door de aanwezigheid van bronnetjes is een droogdal soms watervoerend.

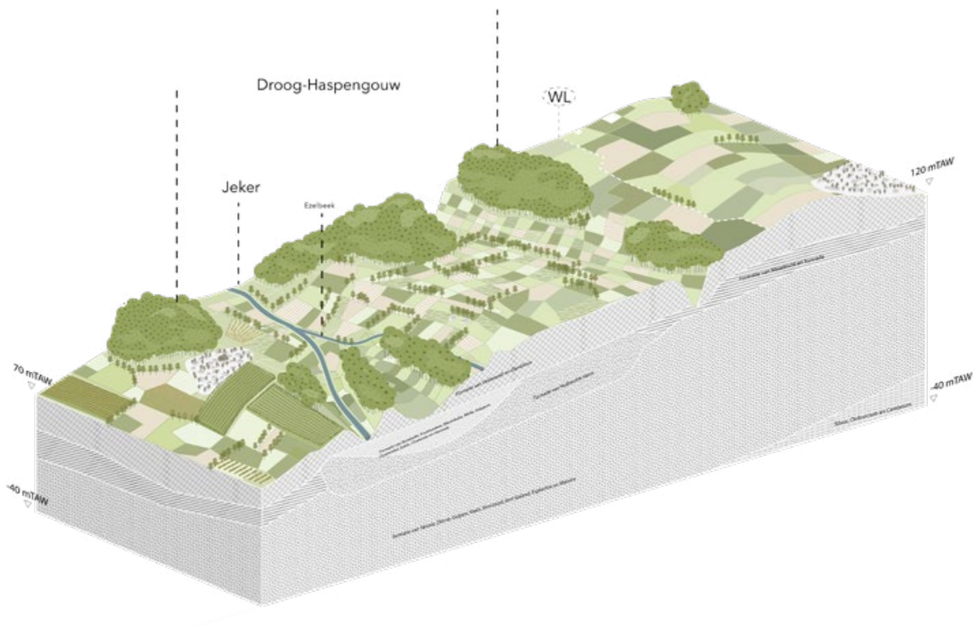
Geologie
Het landschap wordt bedekt met een dun quartair pakket dat bestaat uit löss. De deklaag wordt gedragen door goed doorlatende tertiaire bodemlagen die hoofdzakelijk bestaan uit krijt. Deze zijn tientallen meters diep en stuiten op hun beurt op een ondoorlatende laag die bestaat uit zandsteen en kwartsiet.

Hydrografisch
Het gebied kent een eerder beperkt netwerk van waterlopen. Door de vlotte infiltratie van hemelwater stroomt slecht een fractie naar de beekvalleien. Hierdoor zijn er slechts enkele rivieren die het jaar door watervoerend zijn.

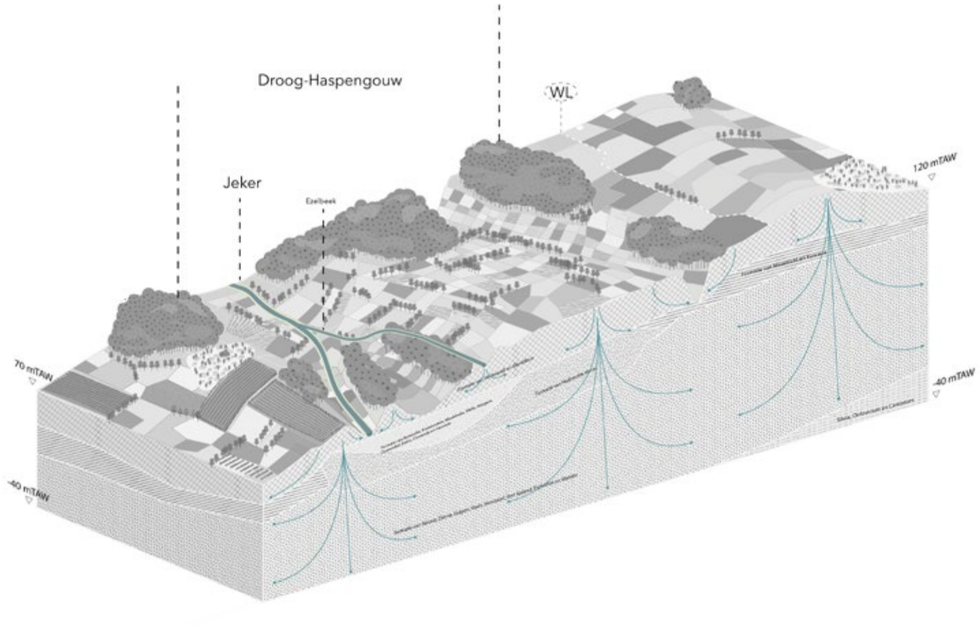
Hydrogeologie
Het grondwater in droog Haspengouw is over het algemeen zeer laag.



Geologische snede Haspengouw



Landschapssysteem Haspengouw

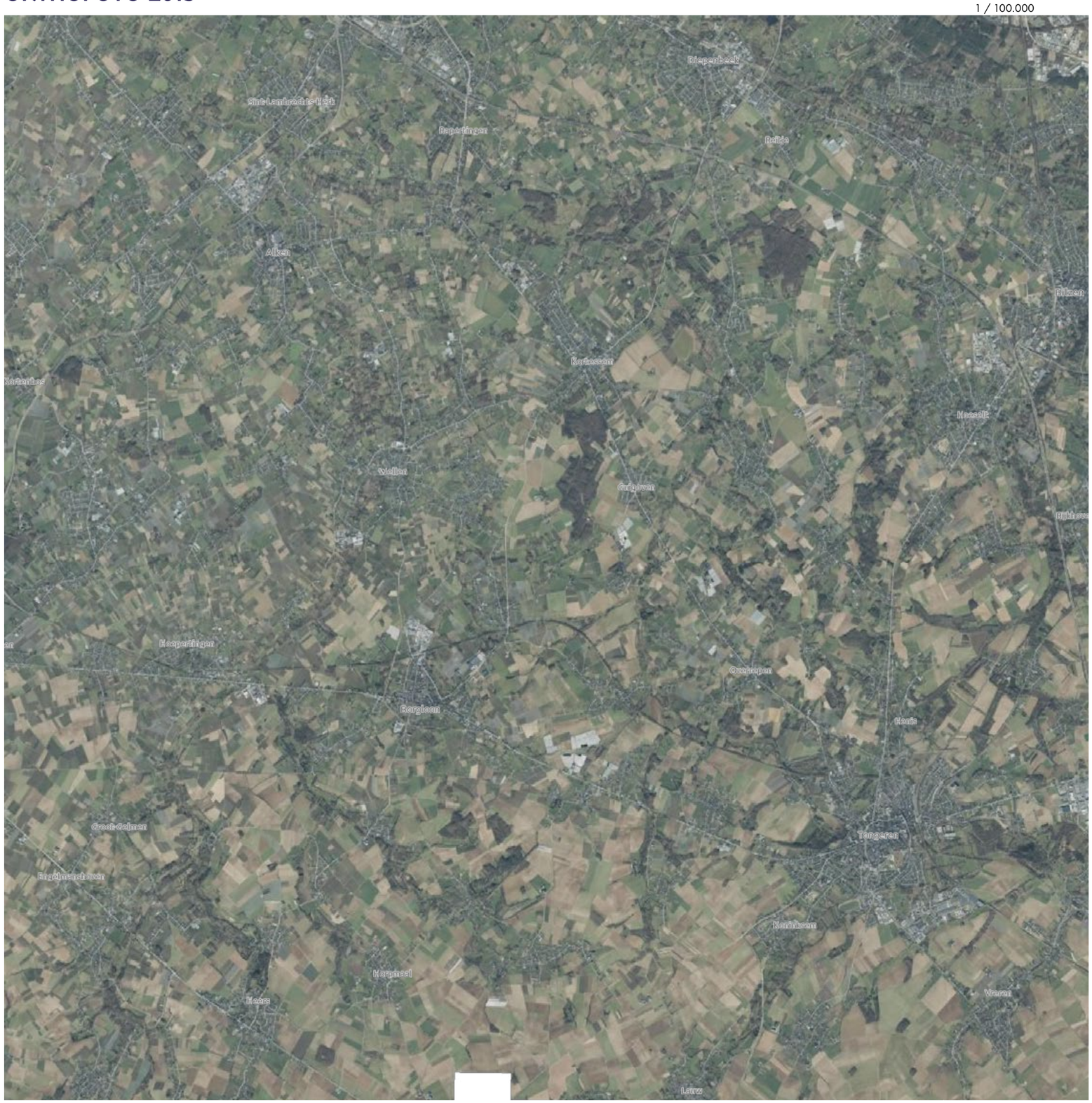


Watersysteem Haspengouw

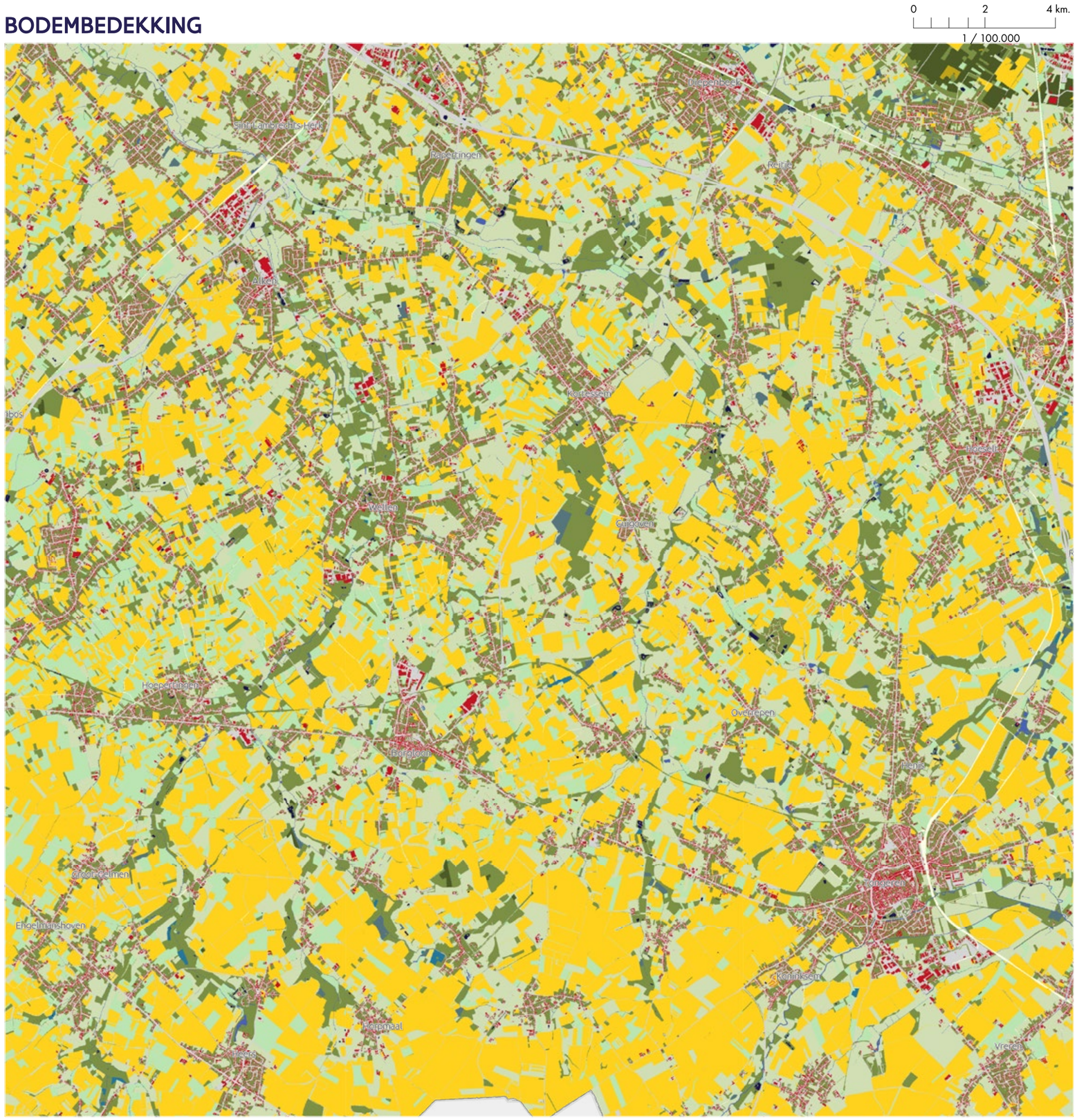
ORTHOFOTO 2015

0 2 4 km.

1 / 100.000



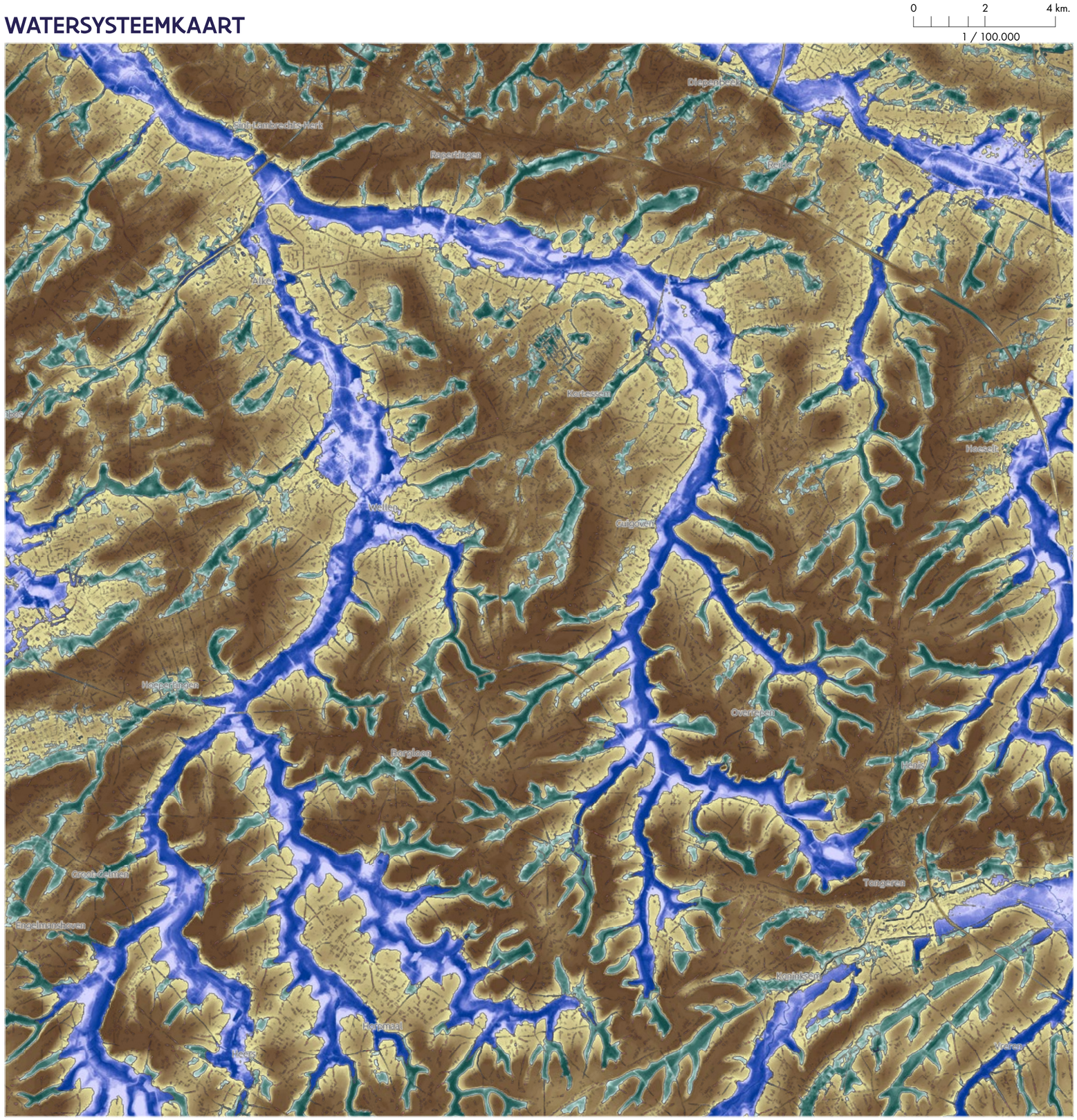
BODEMBEDEKKING



FERRARIS

0
2
4 km.
1 / 100.000
BILSEN
LODZ
BORGLOON
TONGRES
PRINCIPAUTE DE LIEGE

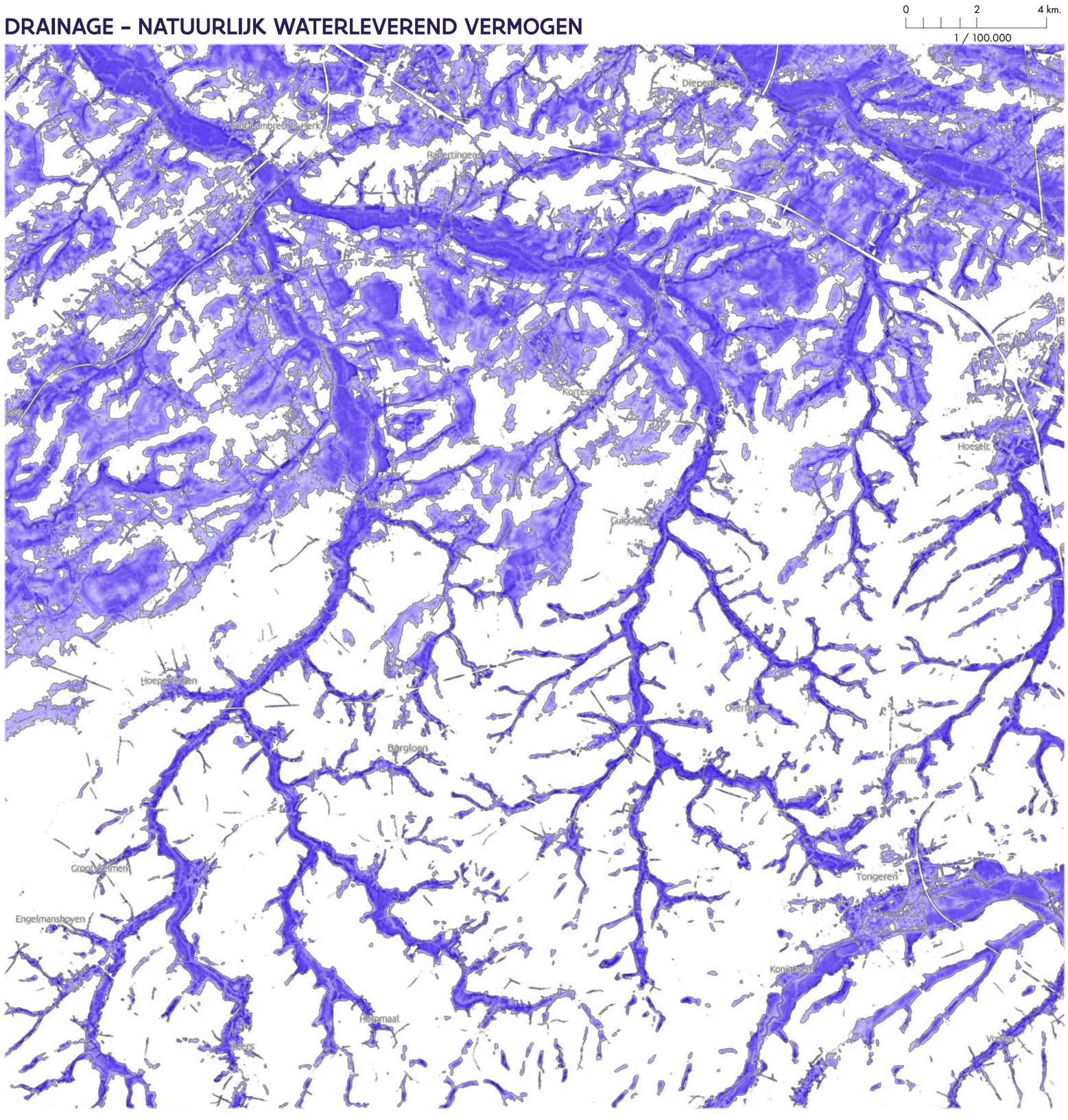
WATERSYSTEEMKAART



Het glooiend landschap vormt zeer brede valleistructuren met veel uitlopende tijdelijk natte gebieden. Het heuvelachtig karakter in het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied veroorzaakt beperkte ruimtes die geschikt zijn voor infiltratie.

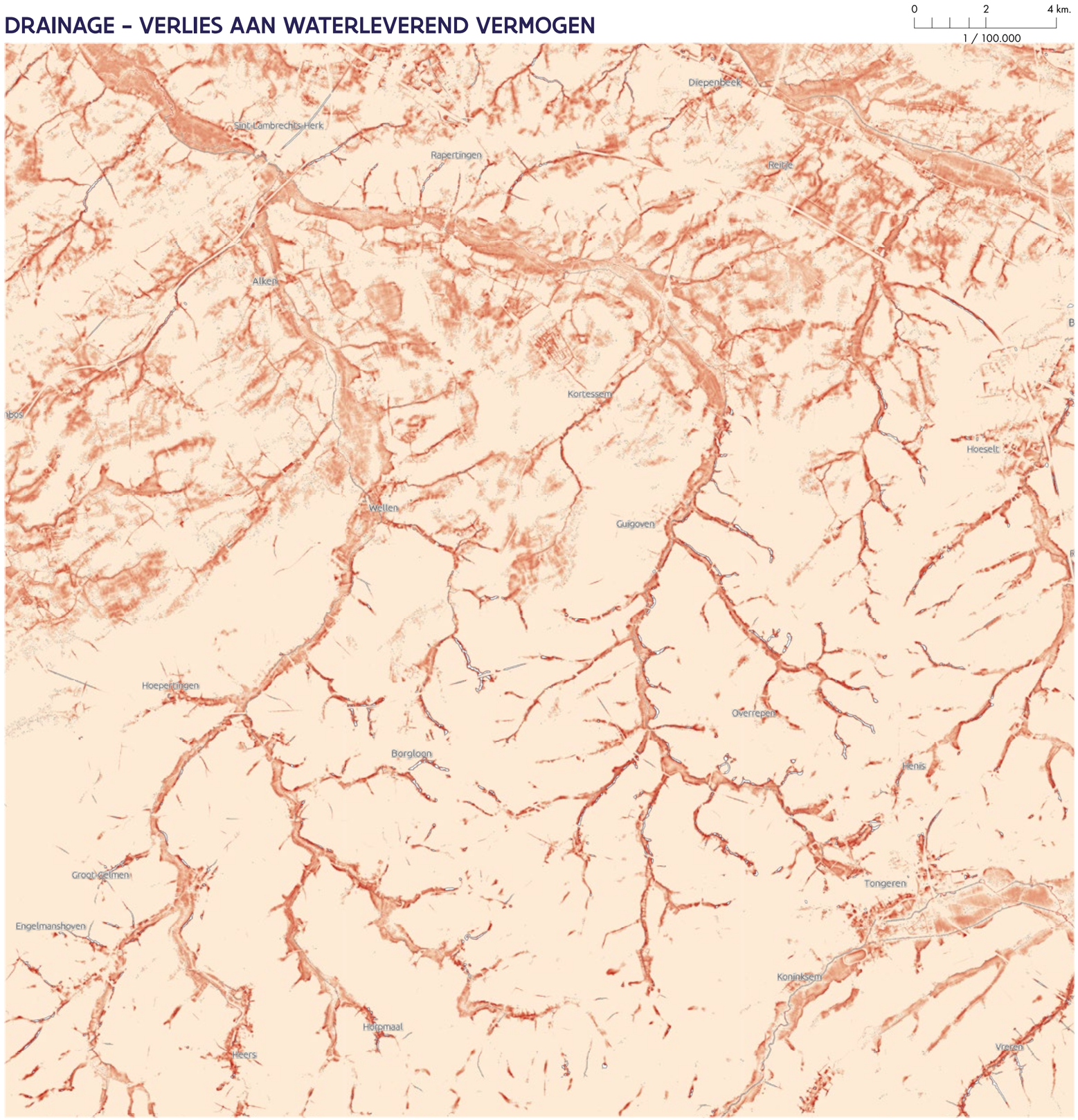
- Tijdelijk natte gebieden
- Permanent natte (kwel)gebieden
- Micro-depressies
- Gracht
- Permanent droge gebieden - geschiktheid infiltratie

DRAINAGE – NATUURLIJK WATERLEVEREND VERMOGEN



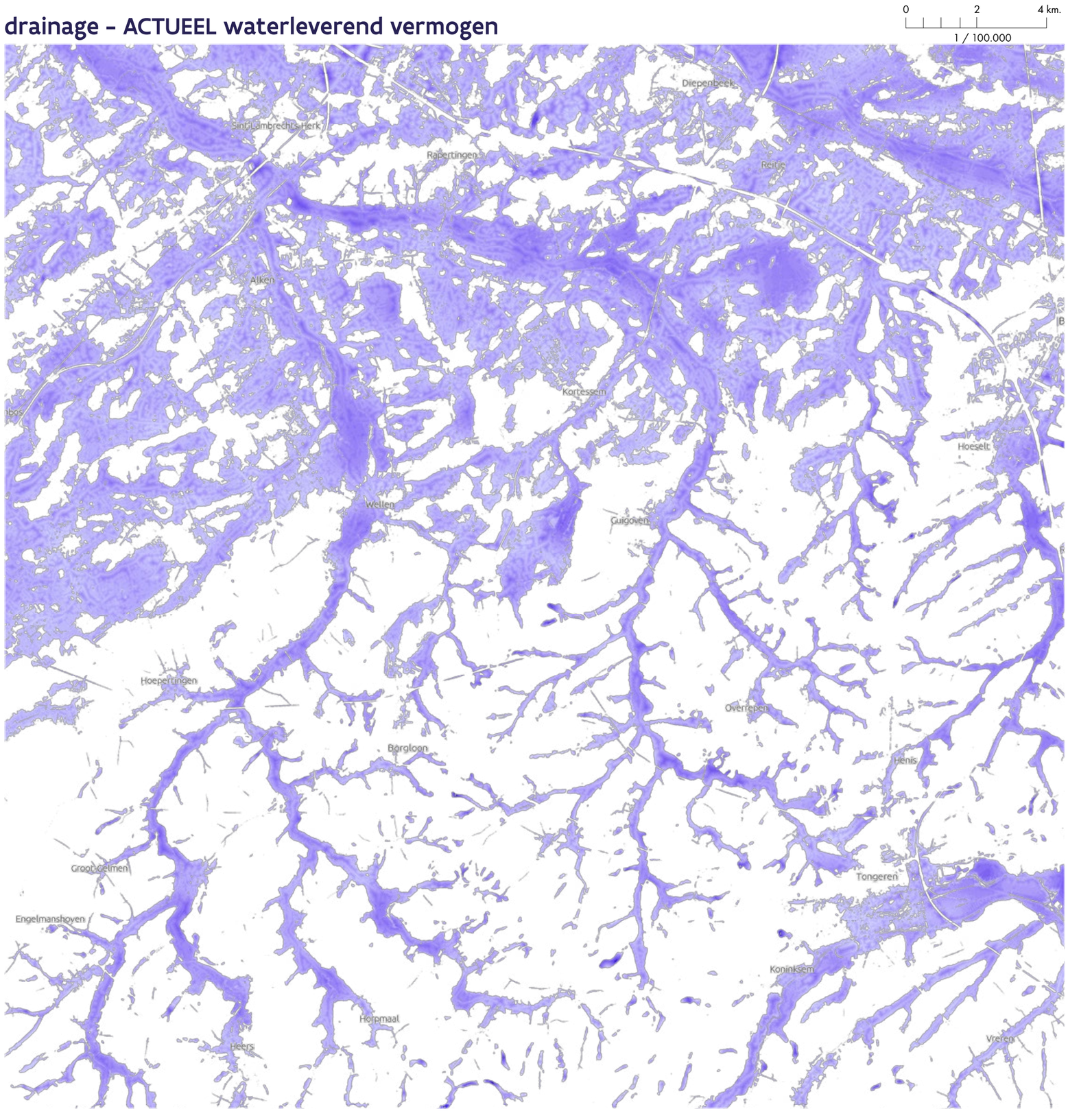
Op de kaart van het natuurlijk waterleverend vermogen wordt de naam van Droog-Haspengouw bevestigd. Het zuidelijk deelgebied omvat een hoge afwezigheid van hemelwater dat goed kan infiltreren in de bodem. In het noordelijk deel komen de zuidelijke waterlopen samen in de Mombeekvallei, het is in deze zone waar de hoogste concentraties van het natuurlijk waterleverend vermogen worden gedetecteerd.

DRAINAGE – VERLIES AAN WATERLEVEREND VERMOGEN



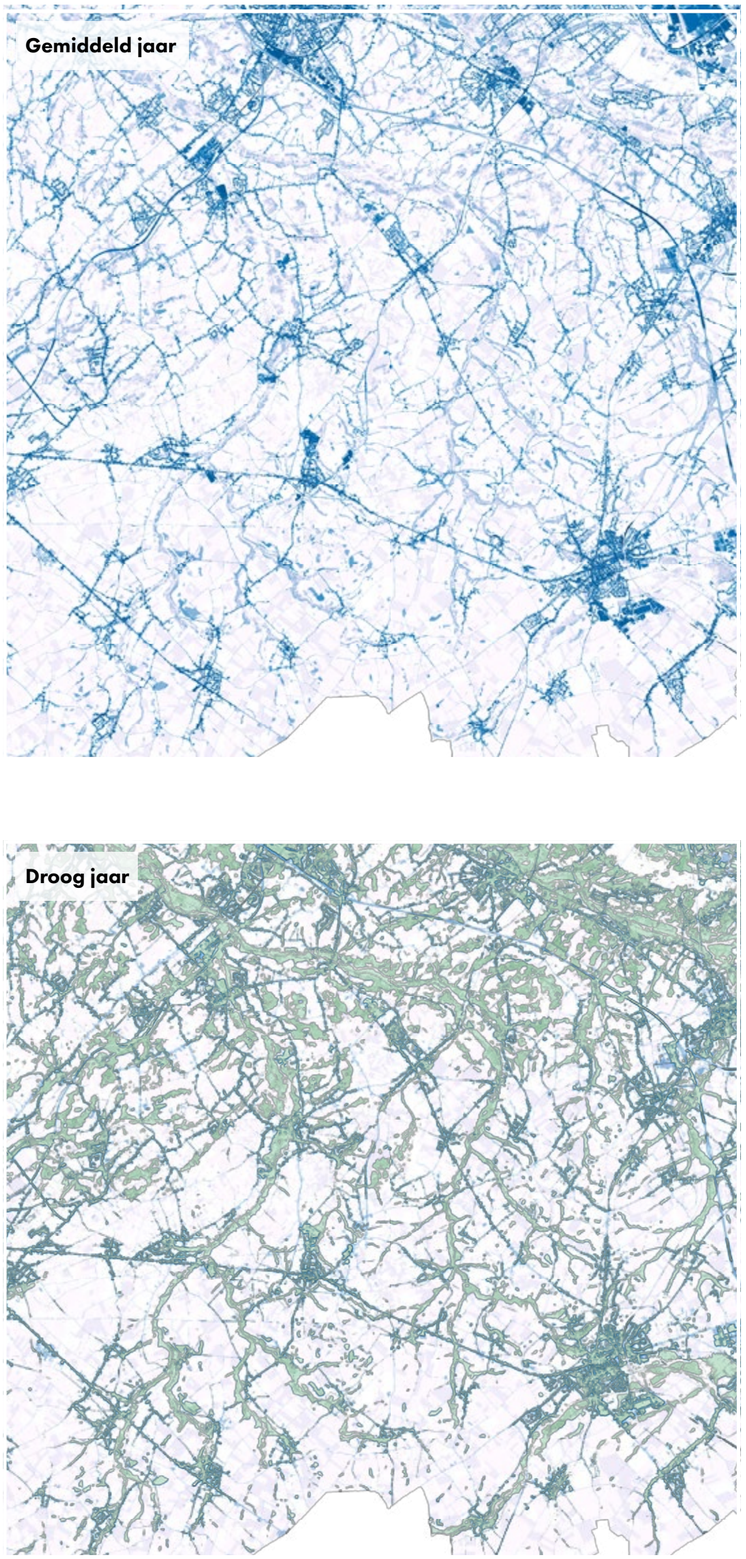
Het verlies aan waterleverend vermogen wordt in Vochtig-Haspengouw veroorzaakt door heuvelachtige structuur van het landschap. Deze sterk glooiende reliëfverschillen geven vorm aan de valleistructuur en veroorzaken hier de hoogste drainageverliezen. In Vochtig-Haspengouw waar er eerder een vlakker reliëf het landschap vormt worden er meer grachtstructuren rondom landbouwpercelen gedetecteerd nabij de Mombeekvallei.

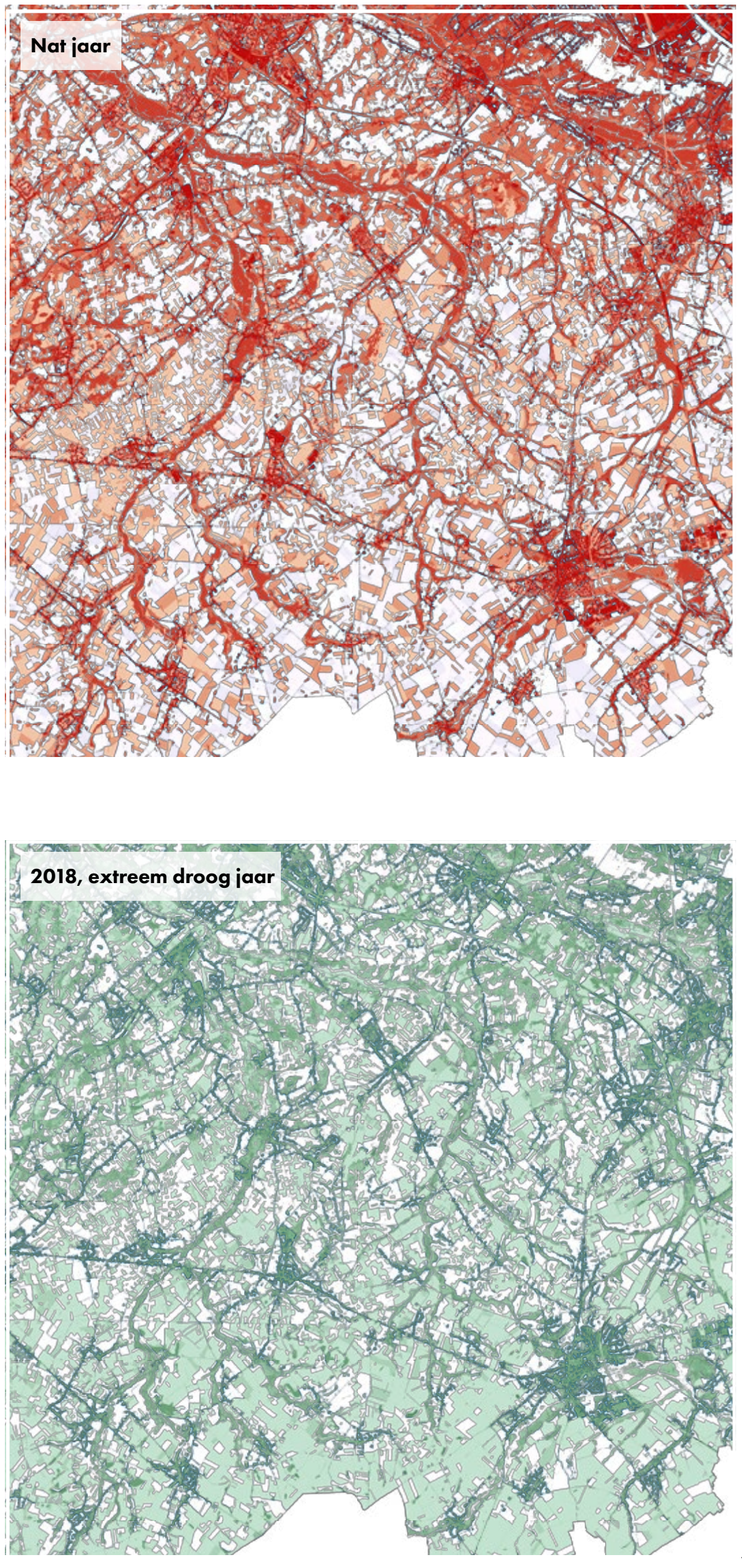
drainage - ACTUEEL waterleverend vermogen

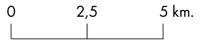


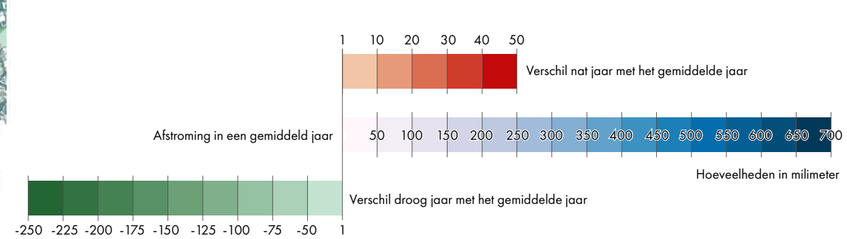
In de kaart van het actueel waterleverend vermogen wordt getoond dat Vochtig-Haspengouw wordt gevoed door de waterlopen afkomstig van de valleien in Droog-Haspengouw. Zo kan men waarnemen dat de vallei van de Mombeek een hoge bron van waterlevering vormt in Haspengouw.

INFILTRATIE – TOTALE AFSTROMING



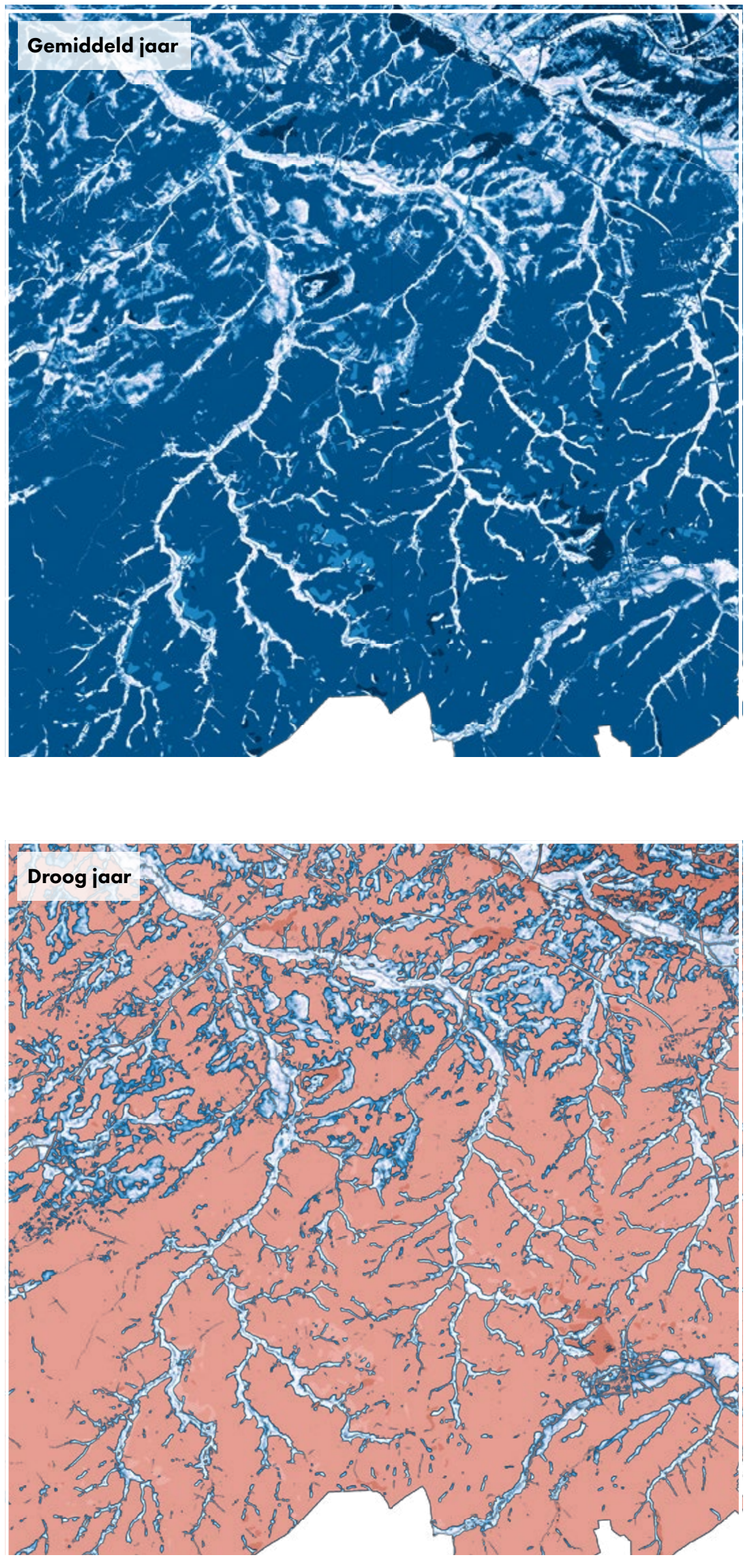


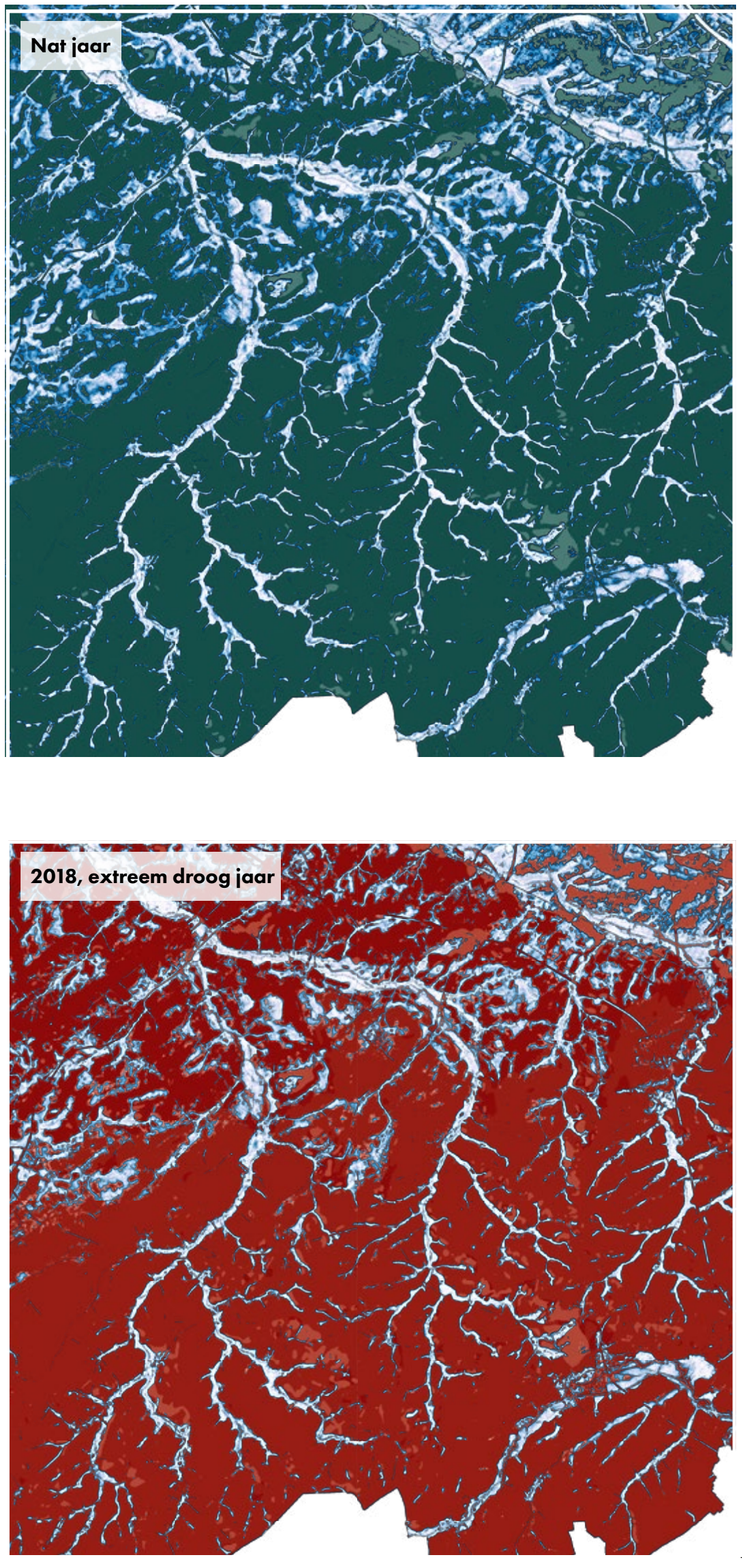


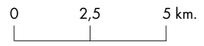


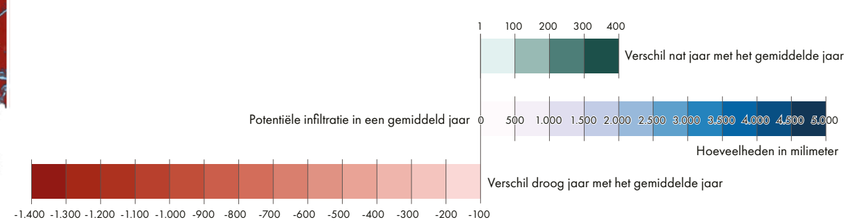
De kaarten die de totale afstroming binnen het onderzoeksgebied van Haspengouw visualiseren, vertonen in een gemiddeld jaar voornamelijk de bebouwde zones en lijninfrastructuren in de streek. In de verschilkaarten valt het op dat in de droge scenario's er minder hemelwater afstroomt en bij natte scenario's net meer water zal afstromen.

INFILTRATIE – POTENTIËLE INFILTRATIE



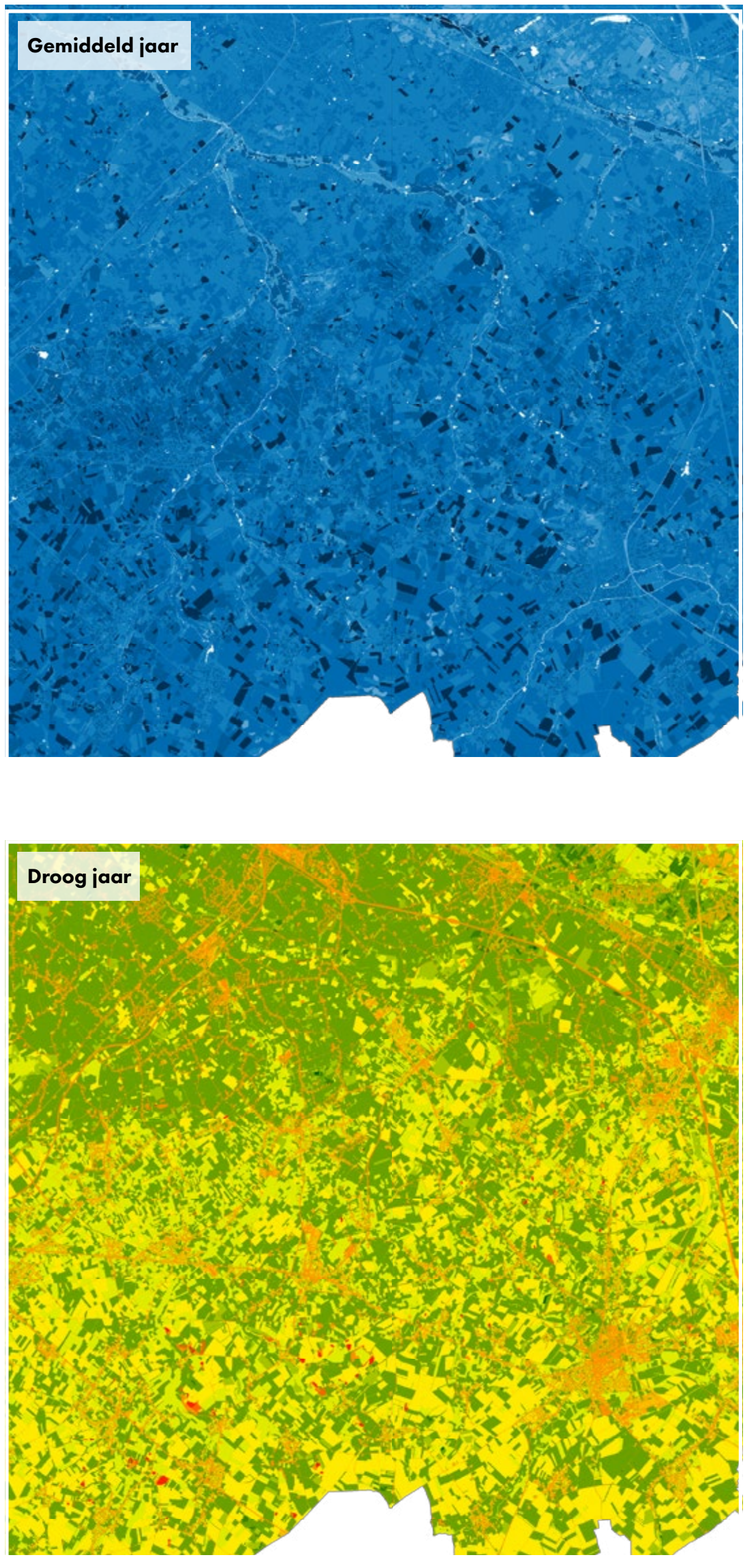


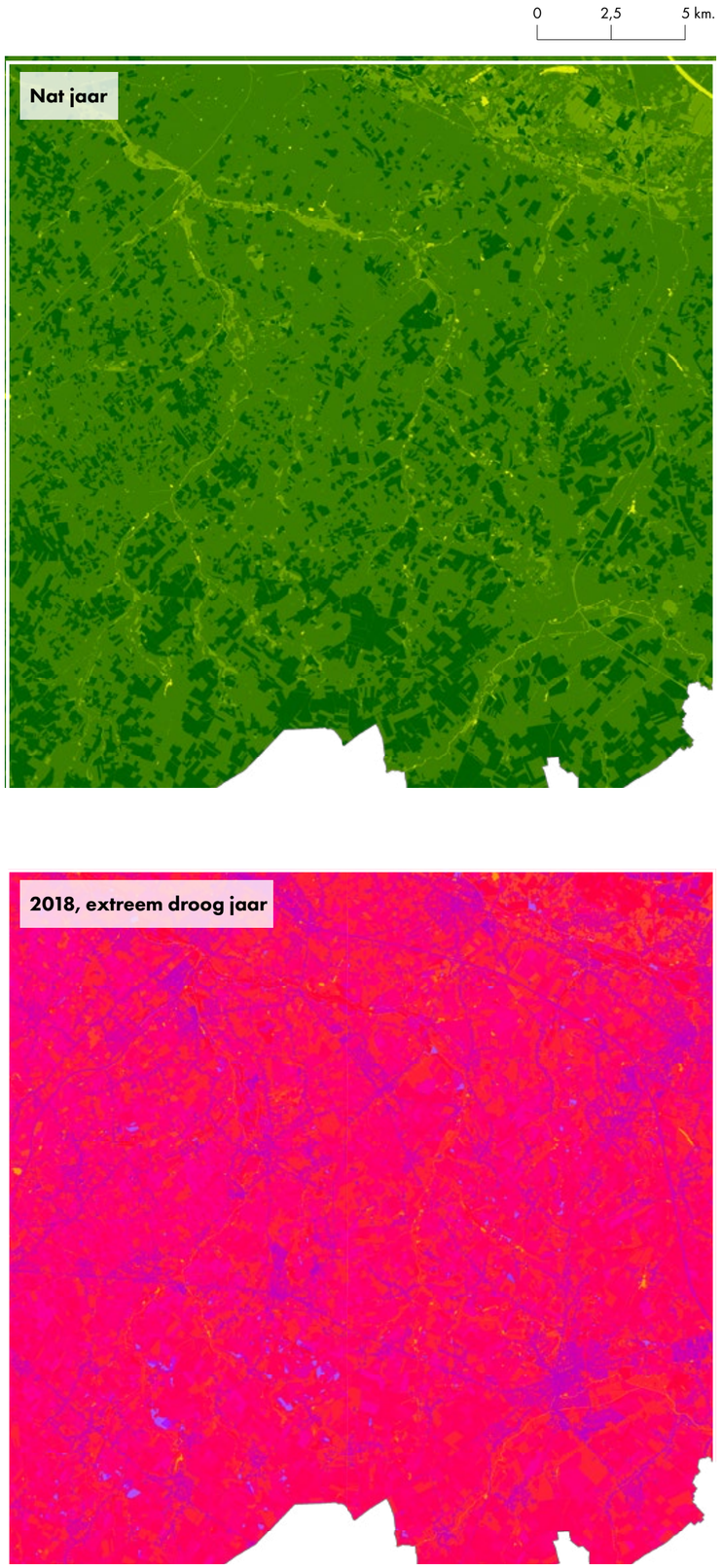


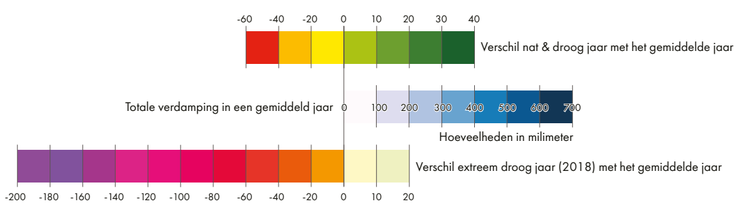


In de kaarten die handelen over de potentiële infiltratie in Haspengouw valt het op dat de meest potentiële gebieden voor infiltratie zich situeren in Droog-Haspengouw.

INFILTRATIE – EVAPOTRANSPIRATIE

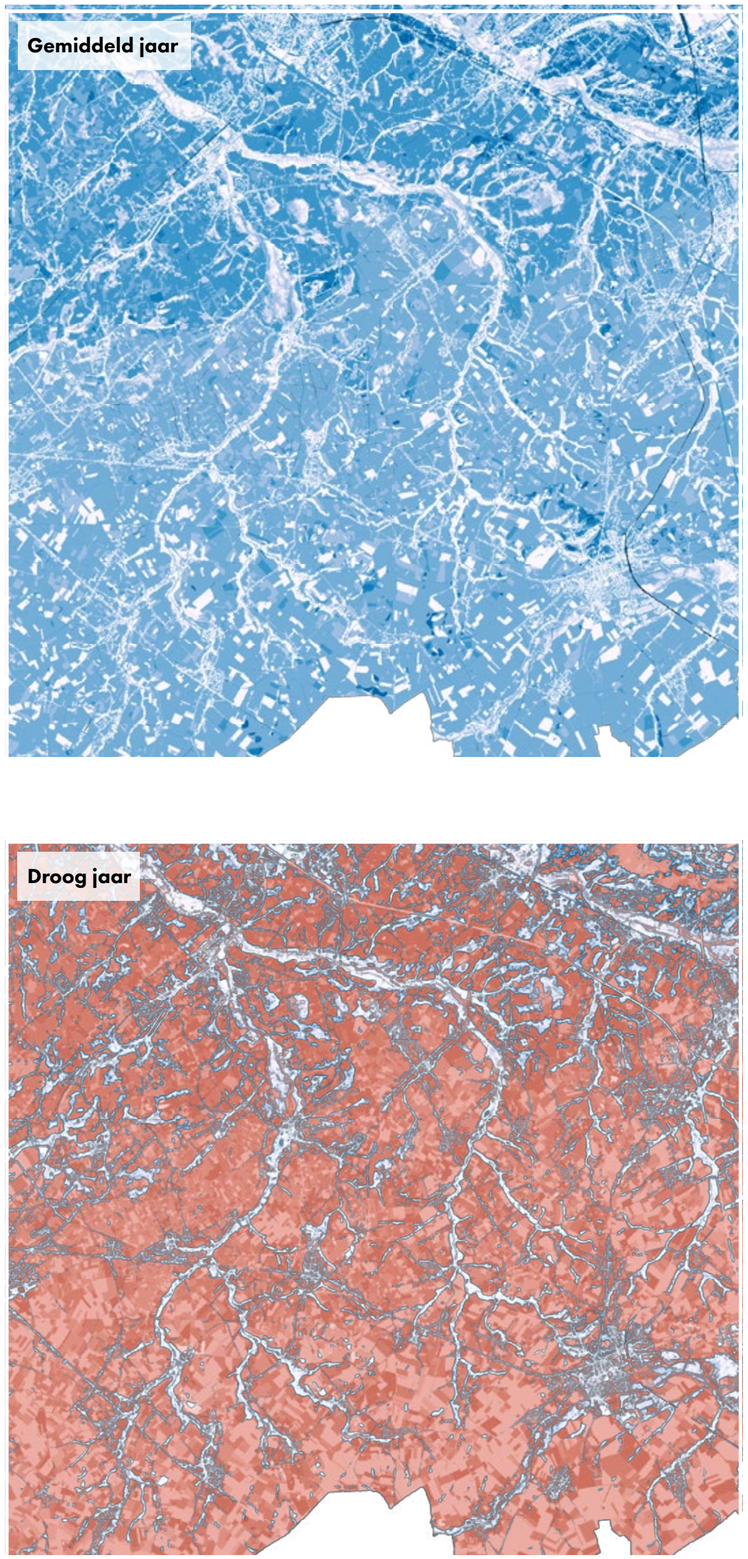


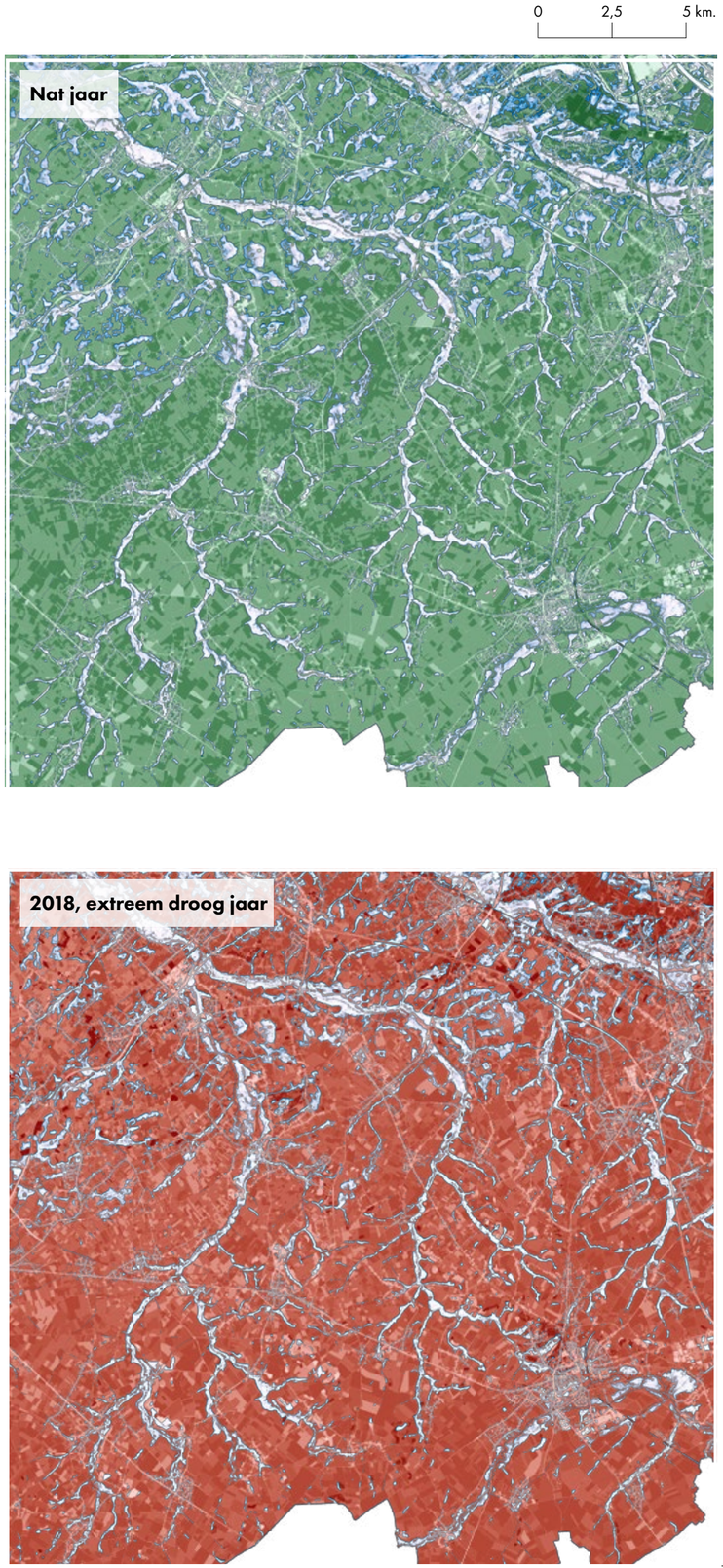




In de kaarten die gemodelleerd zijn om de evapotranspiratie voor te stellen valt het op dat er eveneens een verschil is waar te nemen tussen Droog en Vochtig-Haspengouw. In Droog-Haspengouw zijn er verschillende grote percelen met een gemiddeld hogere hoeveelheid aan verdamping. Deze gebieden zijn beplant met hoog- en laagstamboomgaarden. Door de grote reliëfverschillen in het zuiden van Haspengouw zijn veel percelen ongeschikt voor akkerbouw door erosie, via de fruitteelt kan men hier toch landbouwactiviteiten uitvoeren.

ACTUELE INFILTRATIE

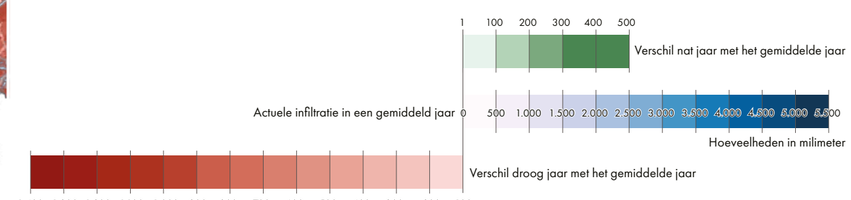




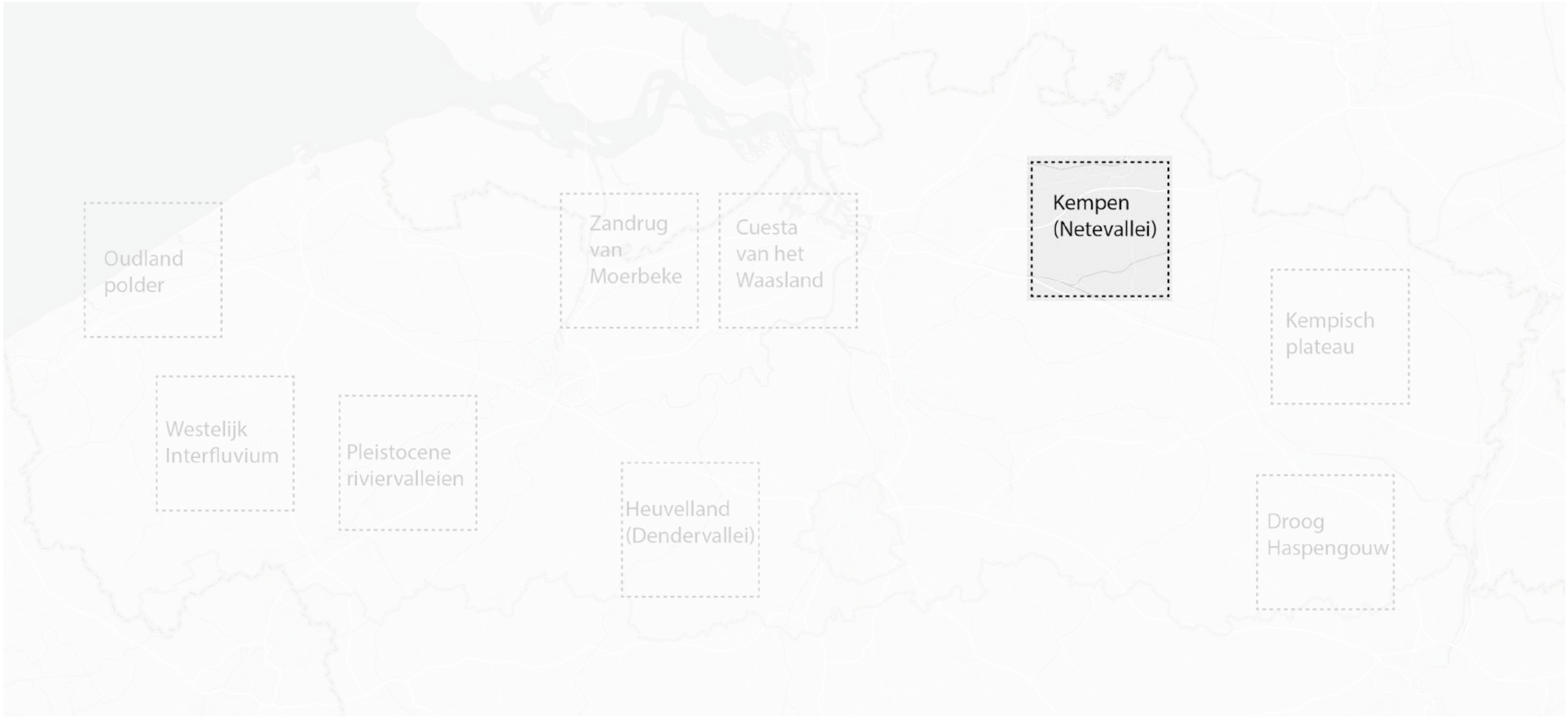
Wanneer de actuele infiltratie wordt gevisualiseerd in het onderzoeksgebied van Haspengouw valt het op dat in Vochtig-haspengouw een hogere hoeveelheid effectieve infiltratie omvat dan in het zuidelijk Droog-Haspengouw. Men kan hieruit stellen dat het hoger gelegen zuidelijk gebied het lager gelegen noordelijk gebied voedt. Het heuvelachtig landschap in het zuiden en het eerder vlak reliëf in Vochtig-Haspengouw zorgt er voor dat er meer water de ruimte heeft om te infiltreren in het noorden. Ten slotte is het diepteverschil van de grondwatertafel en de samenstelling van de bodem tussen Droog- en Vochtig-Haspengouw een belangrijke factor inzake de infiltratiemogelijkheden.

CONCLUSIE

Er dienen bufferbekkens aangelegd te worden in Droog-Haspengouw in combinatie met hermeanderingsprojecten om het water gestaag af te voeren naar het noorden en indien mogelijk het hemelwater zoveel mogelijk te infiltreren in het zuiden.



Kempische zandgebieden



Kempische zandgebieden

Morfologie
De rug van Lichtaart is één van de voornaamste morfologische entiteiten in de vallei van de Kleine Nete. Ze begrenst de bovenzijde van de vallei. De heuvelrug wordt getypeerd door de steilrand en de verspreid gelegen stuifzandduinen die opvallend hoger liggen dan de omgeving.

De vorming van deze stuifzandduinen ging gepaard met hoofdzakelijk menselijke ingrepen. Door de ontbossing van de heuvelruggen ontstond een heidelandschap. Dit werd op zijn beurt over begraasd waardoor de stabiliteit van de zandrug afnam. Dit heeft geleid tot intensieve winderosie en de vorming van stuifduinen. In de 18de eeuw werden deze zandruggen beplant met naaldbossen wat de stabiliteit verbeterde.

De assymetrische vallei van de Kleine Nete wordt breder naar het westen toe. De linkeroever van de vallei is opvallend smaller dan de rechteroever. Deze asymmetrie is te wijten aan de erosieprocessen tijdens de ijstijden en is bepalend geweest voor de verdere ontwikkeling van het landschap. De vallei heeft een breedte van ca. 1km. Ter hoogte van De Zegge is de vallei een stuk breder, tot 2,5 km. De vallei heeft een topografische verhanging van 0,2m-0,3m per km. Wat naar Vlaamse normen zeer laag is. Dit is een extra verklaring waarom hier destijds een dergelijk groot laagveenmoeras ontwikkelde.

Menselijke ingrepen in het landschap hebben de hydrologie van de streek sterk beïnvloed. Een eeuw geleden bestond de vallei van de Kleine Nete tussen Geel en Herentals uit een hooilandachtige, moerasachtige vlakte. Rond 1865 was de Kleine Nete nog een sterk meanderende rivier, zonder kunstmatige dijken. Verkavelingen, het uitbreiden van weilanden ten koste van moerassige vlaktes, het aanleggen van een grachtensysteem en het rechttrekken en bedijken van beken en rivieren in de loop van de 20ste eeuw heeft voor een verdroging van het landschap in de valleien gezorgd.

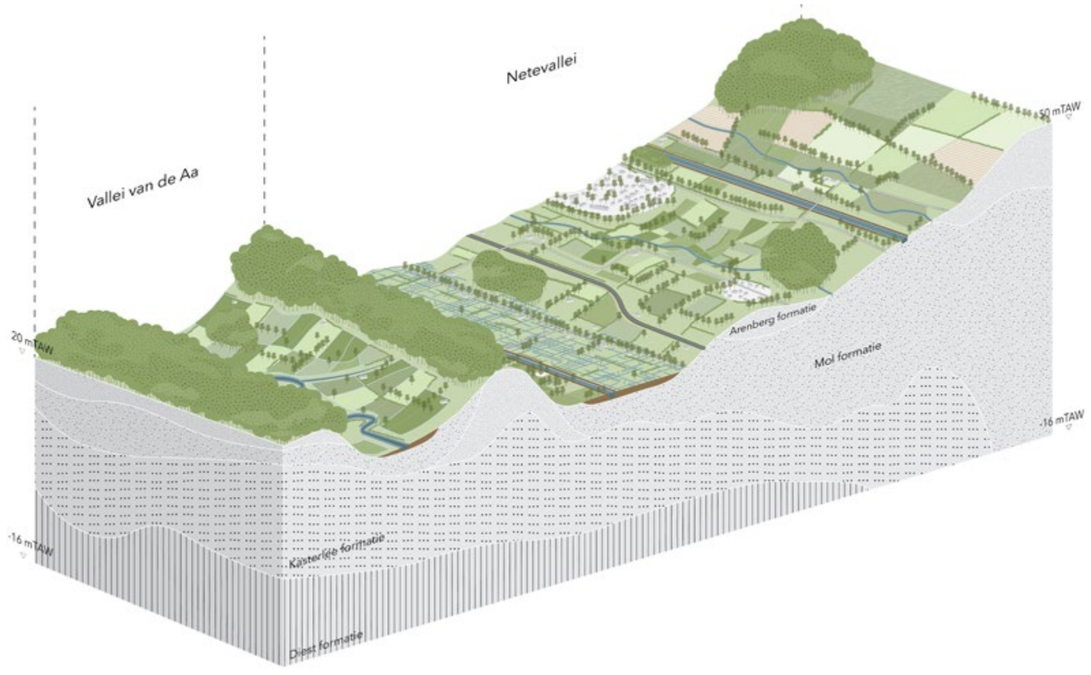
Geologie
De quartaire deklaag bestaat uitsluitend uit zand. De alluviale vlaktes werden gekenmerkt door dikke veenpakketten. Veel van dit veen is doorheen de tijd ontgonnen als brandstof. Door de verdere ontwatering van het gebied mineraliseert het veen en klinken de gronden in het landbouwgebied in. Doorploegen en veraarding van het veen versnellen deze verlaging. Om het gebied geschikt te houden voor landbouw dient er steeds dieper bemaalt te worden.

Het tertiaire zandige substraat bestaat uit Neogene zanden en gaat tot 150m diep alvorens het op een ondoordringbare laag stuit, in dit geval Boomse klei.

Hydrografisch
De vallei van de Kleine Nete werd doorheen de tijd in verschillende fases gekanaliseerd. De intensieve drainage van de vallei heeft ertoe geleid dat het huidige maaiveld ca. 1,2 m lager ligt dan het historische maaiveld. Door de verlaging van het grondwaterpeil is er een sterke inklinking van de veengronden opgetreden en zijn de historische natte natuurtypes ernstig aangetast.

Hogerop in de vallei vinden we één van Kempische kanalen terug; Het kanaal Bocholt-Herentals.

Door de zandige ondergrond en het kleine verval zijn de piekdebieten bij grote regenval eerder beperkt. Dit resulteert bijgevolg dat bij weinig regenval er snel en lange droogteperiodes waar te nemen zijn.

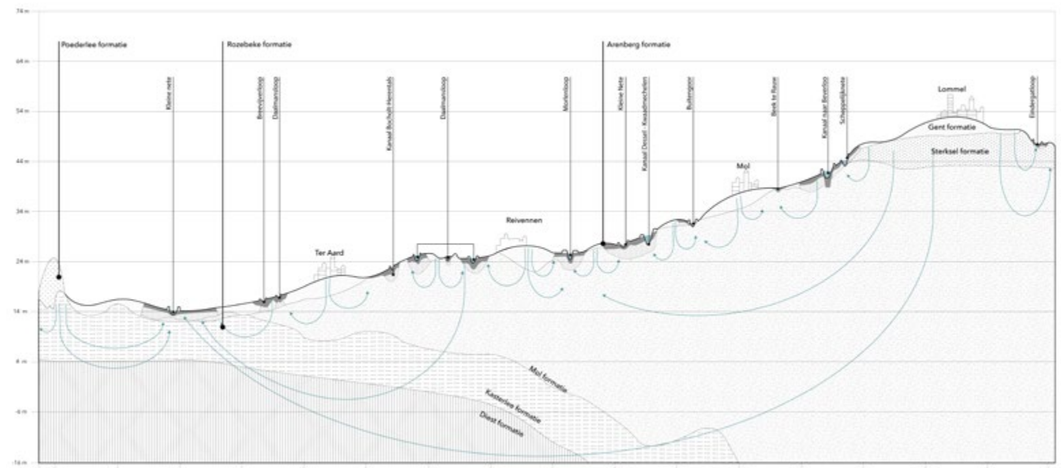


Landschapssysteem Kempische zandgebieden

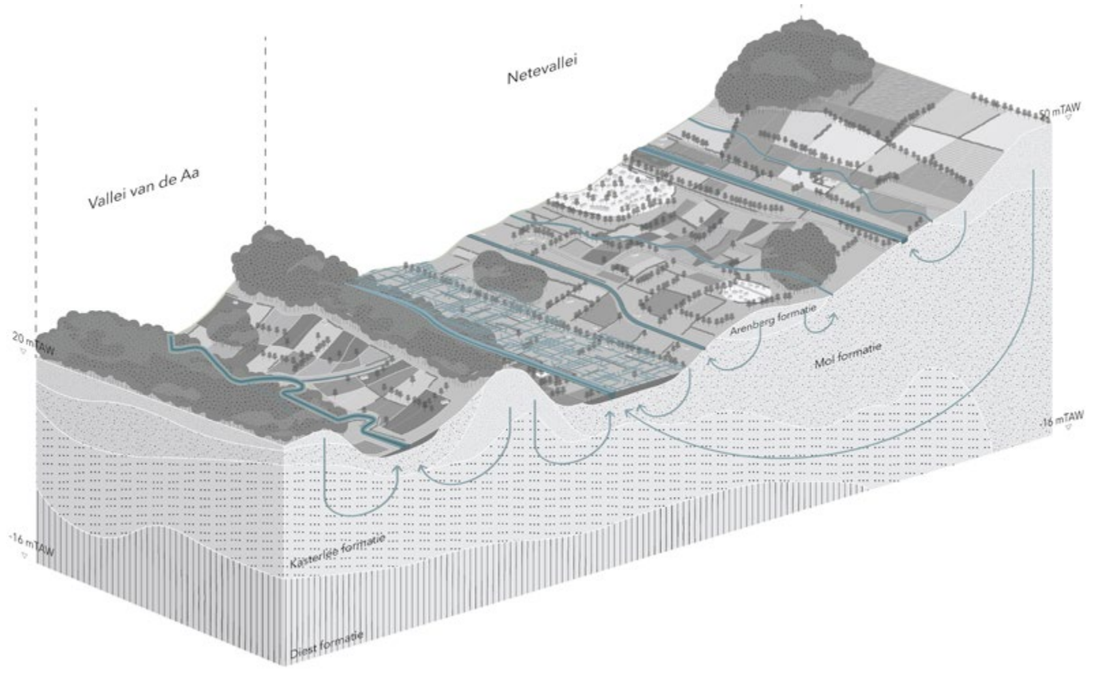
Hydrogeologie
Het diepere grondwater volgt de hydrografische grens van het stroomgebied van de Nete niet. De voeding en de beweging van dit grondwater spelen zich in een veel groter gebied af. De watervoerende lagen vormen de basis van het grondwatersysteem. De Kleine Nete behoort tot het grondwatersystemen van het Centraal Kempens Systeem. Dit systeem wordt onderaan begrenst door de Boomse klei.

De lagen boven het Boom-aquitard staan in hydrogeologisch contact met elkaar. Het peilverloop in deze lagen vertoont duidelijk seizoensgebonden schommelingen. De effecten van het neerslagoverschot in de winter en het tekort in de zomer zijn duidelijk waarneembaar.

Het water dat neervalt op de omliggende heuvelruggen infiltreert in de ondergrond. Het komt deels als kwel tevoorschijn aan in de valleien. Hier voedt het de grachten en beekjes die uitmonden in de Kleine Nete. Het water kan zeer lange afstanden afleggen in de ondergrond alvorens aan de ondergrond tevoorschijn te komen.



Geologische snede Kempische zandgebieden



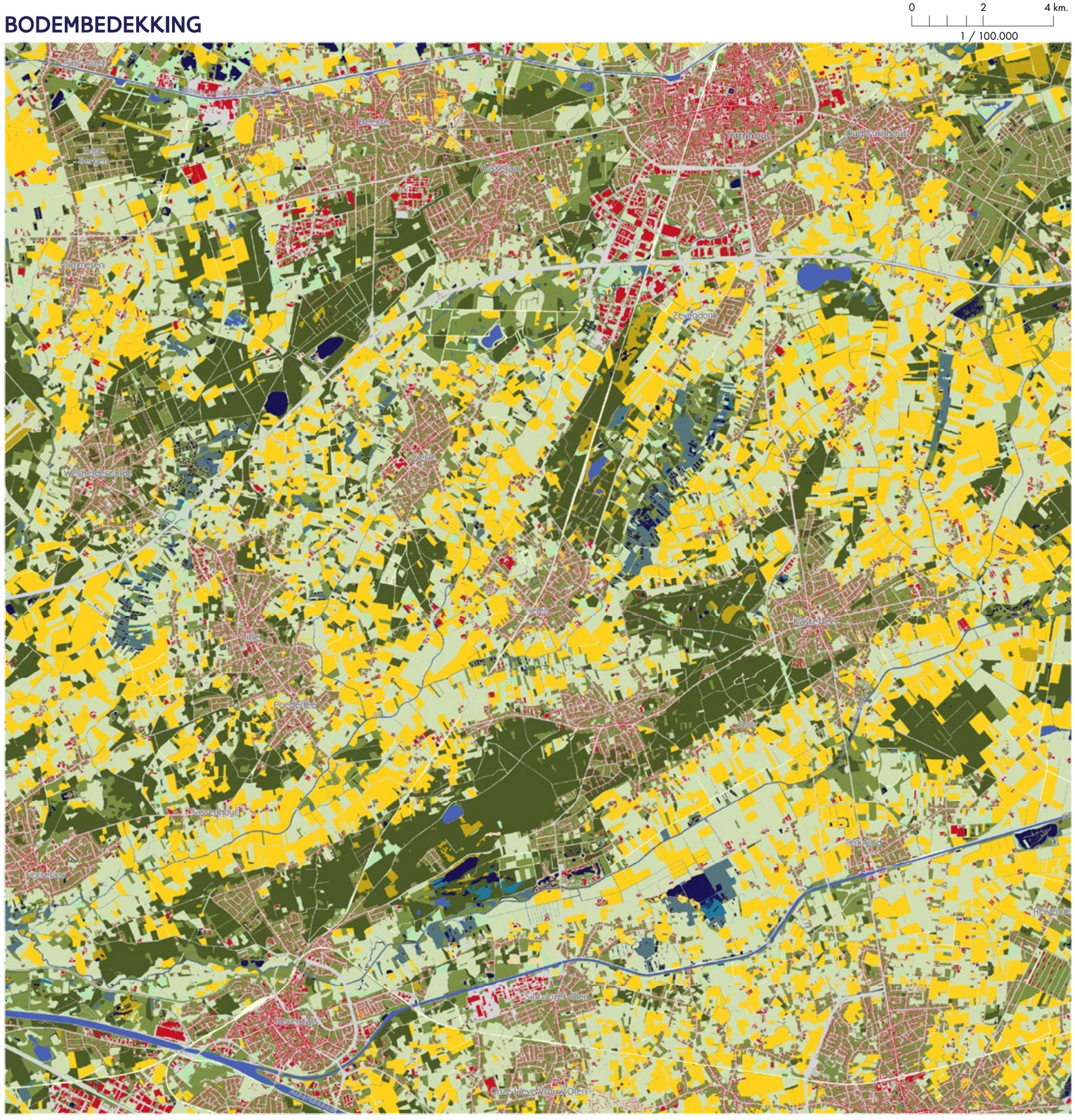
Watersysteem Kempische zandgebieden

ORTHOFOTO 2015

0 2 4 km.

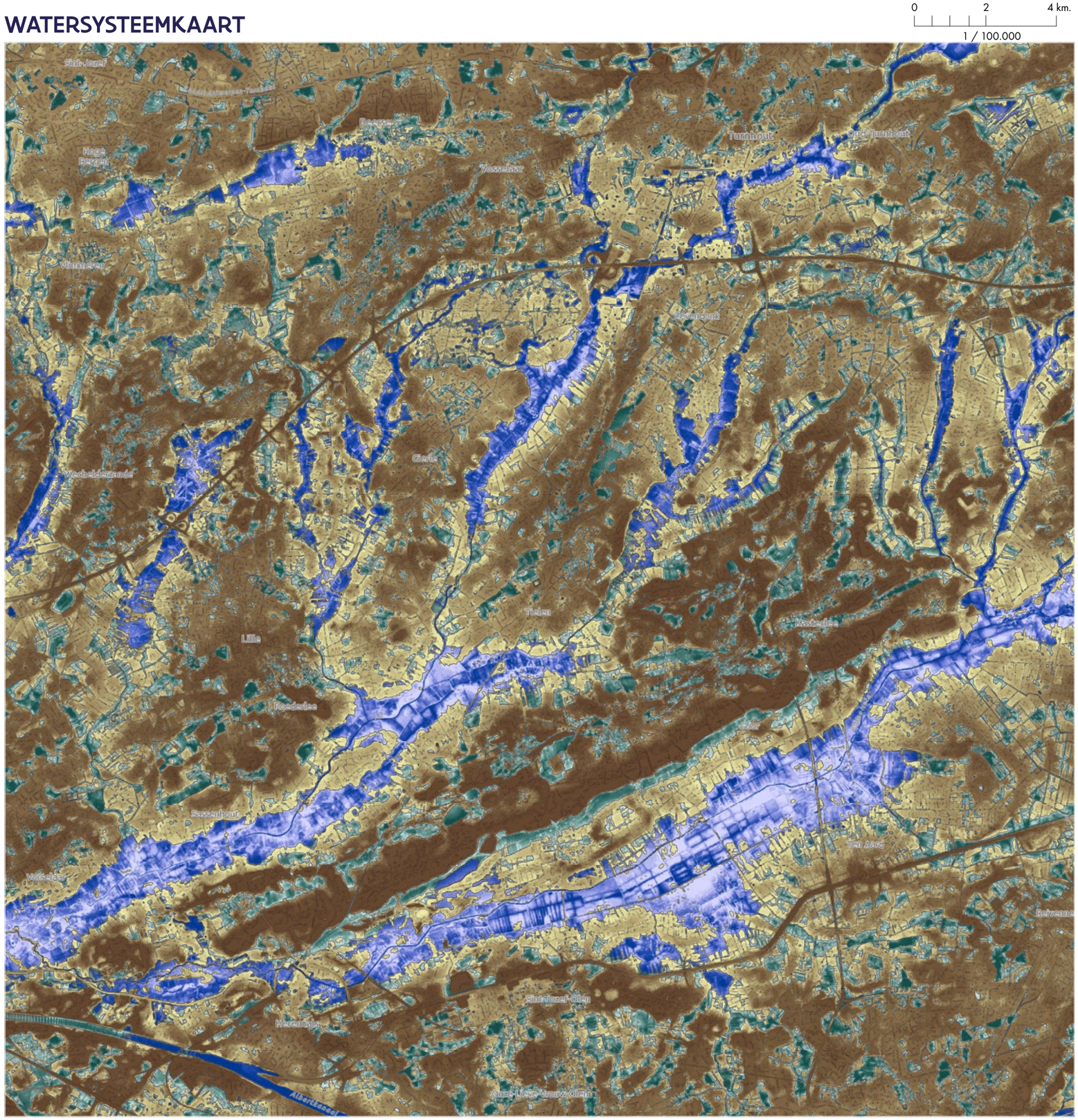
1 / 100.000

BODEMBEDEKKING


0
2
4 km.
1 / 100.000
Turnhout
Oud-Turnhout
Zevendonk
Vosselaar
Beerse
Vlimmeren
Wechelderzande
Hulsel
Hoogstraten
Oosterlo
Ravels
Retie
Kasterlee
Tielen
Poederlee
Lille
Gierle
Oud-Turnhout
Ten Aard
Rethy
Zoersel
Hove
Brasschaat
Schoten
Wijnegem
Wommelgem
Ranst
Malle
Oud-Turnhout
Oosterlo
Kasterlee
Tielen
Gierle
Poederlee
Lille
Hulsel
Wechelderzande
Vlimmeren
Beerse
Vosselaar
Turnhout
Oud-Turnhout
Zevendonk
Ten Aard
Retie
Ravels

FERRARIS

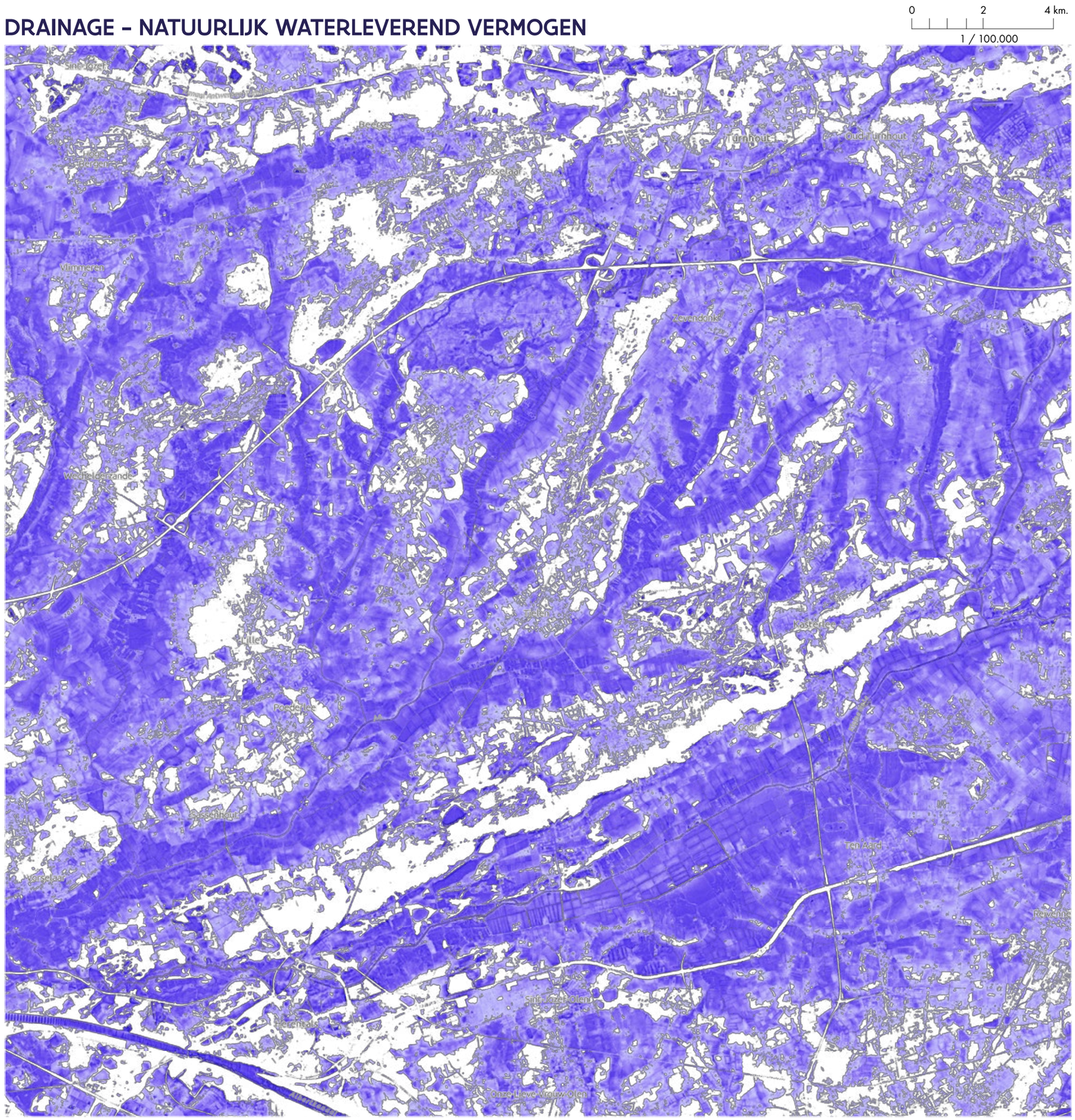
WATERSYSTEEMKAART



Op de watersysteemkaart zien we op de noordoost-zuidwest georiënteerde zandrug tal van gebieden die tijdelijk nat zijn, aangeduid in het groen. Het gaat hier om natuurlijke depressies in het landschap die toch relatief hoog gelegen zijn. Dergelijke systemen ontvangen een aanvoer van afstromingswater en ondiep bodemwater dat zich verzamelt en verplaatst op minder doordringbare bodemlagen. Door hun relatief klein voedingsgebied en topografische ligging worden deze gebieden van nature gekenmerkt door een grote fluctuatie in de waterstand. De meeste van deze landschapsdepressies werden eeuwen geleden reeds ontgonnen en gedraineerd. Grachten verbinden ze rechtstreeks met het netwerk van waterlopen. Dergelijke landschapsdepressies hebben de potentie om hun rol als natuurlijk waterreservoir terug te vervullen. Dit zijn bij uitstek zones waar men door het plaatsen van stuwen een extra buffering en grondwateraanvulling kan bereiken.

- Tijdelijk natte gebieden
- Permanent natte (kwel)gebieden
- Micro-depressies
- Gracht
- Permanent droge gebieden - geschiktheid infiltratie

DRAINAGE – NATUURLIJK WATERLEVERSEND VERMOGEN

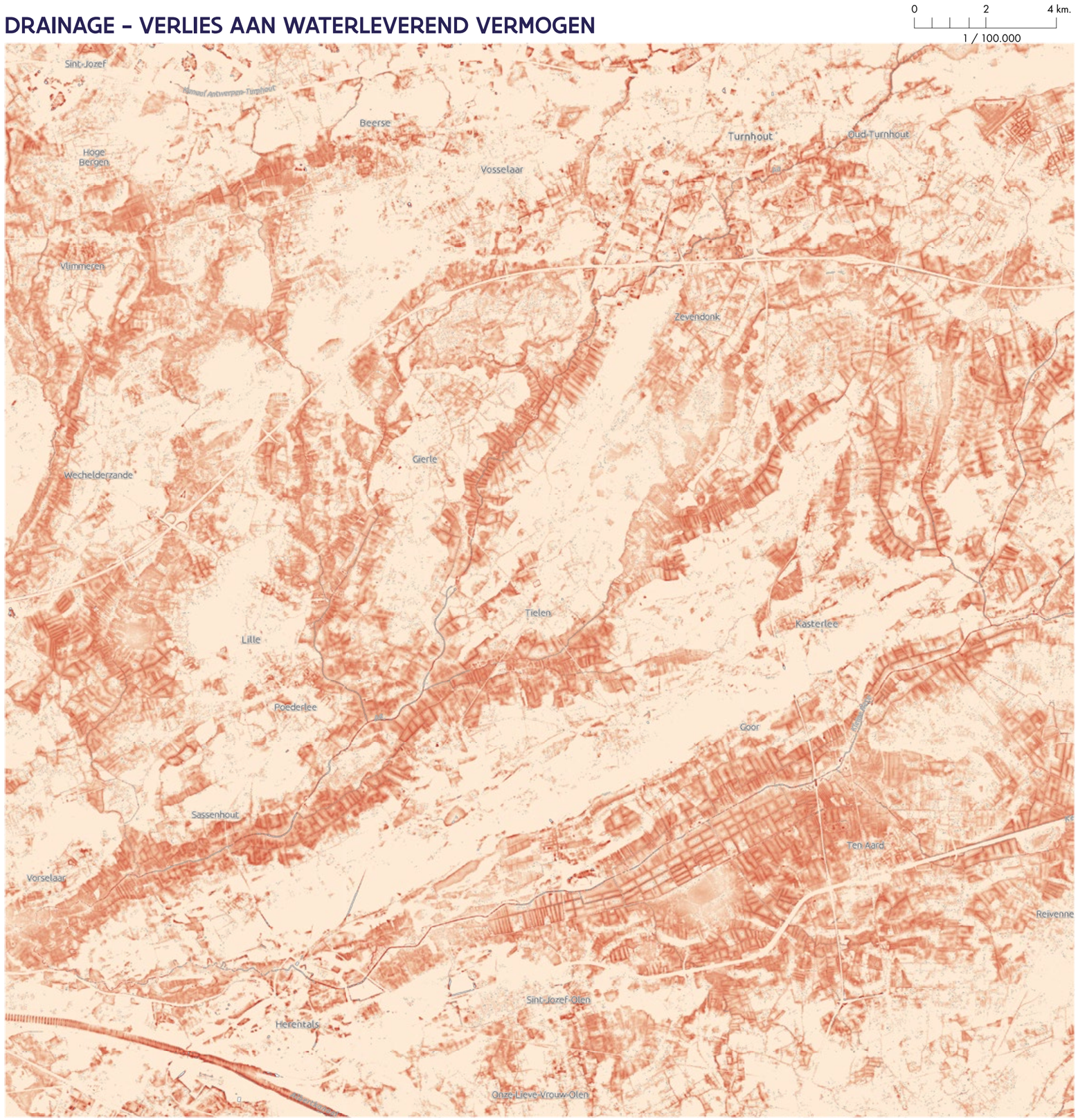


waarden in mm.

- 1 - 10
- 11 - 20
- 21 - 30
- 31 - 40
- 41 - 50
- 51 - 60
- 61 - 70
- 71 - 80
- 81 - 90
- 91 - 100
- 110
- 120
- 130
- 140
- 150

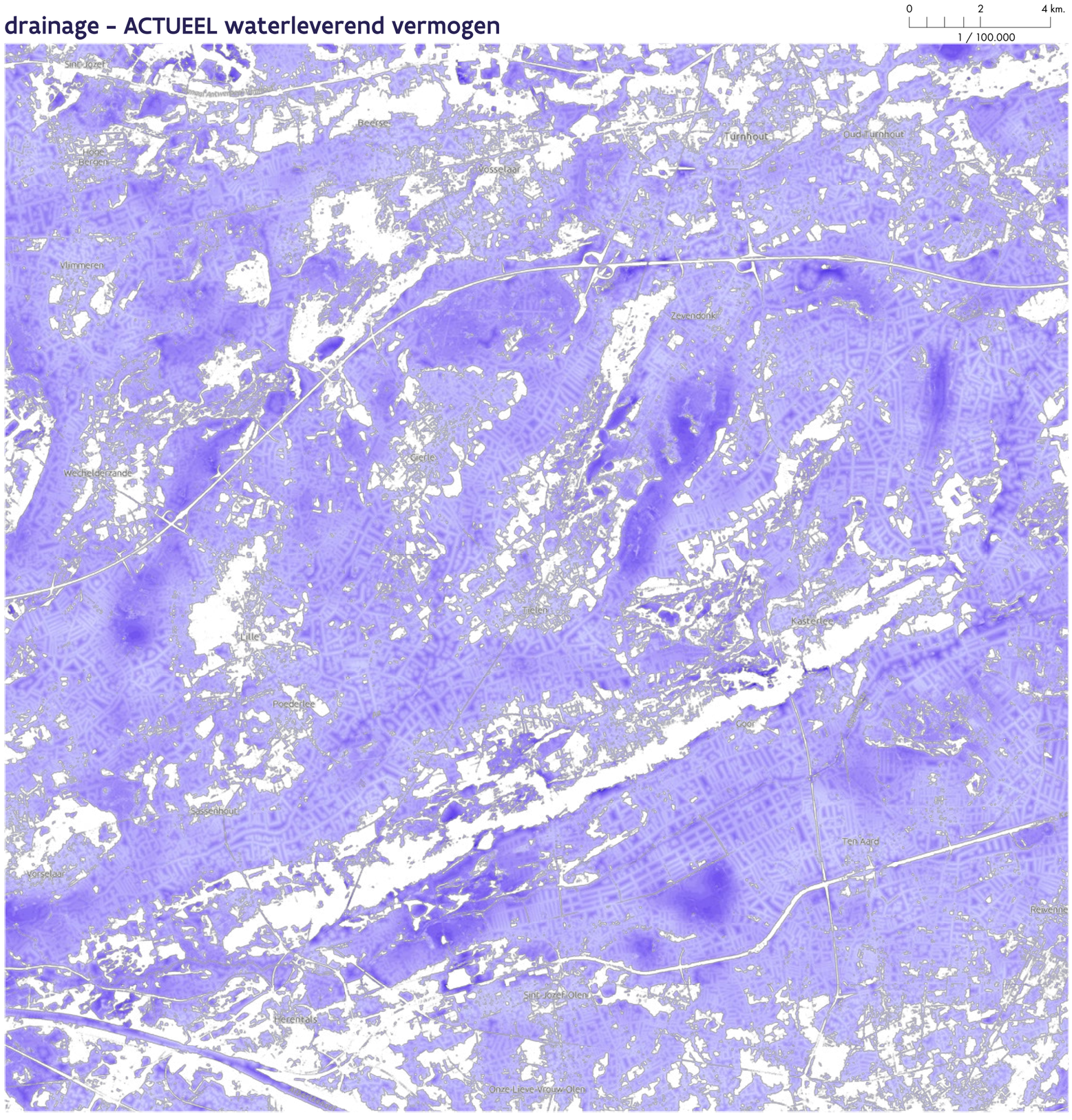
In het natuurlijk waterleverend vermogen vormen de beekvalleien de clusters met de hoogste hoeveelheden. Het is in de beekvalleien waarin het meeste water zich verzameld.

DRAINAGE – VERLIES AAN WATERLEVEREND VERMOGEN



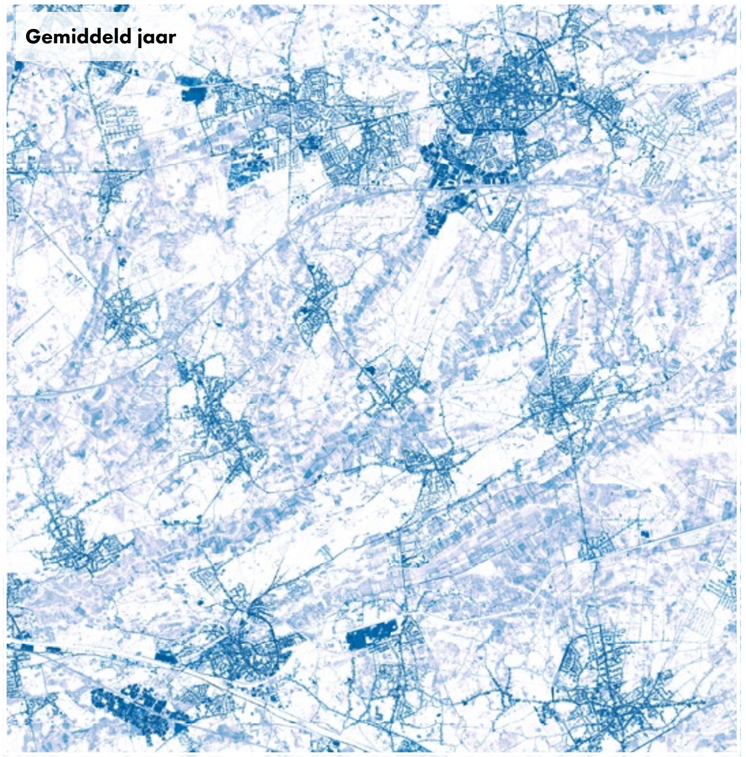
In het verlies aan waterleverend vermogen komen de beekvalleien eveneens naar voor als de gebieden met de hoogste waarden. Het valt op dat de smallere beekvalleien hogere waardes in drainage verlies vertonen dan de bredere beekvalleien in het zuiden.

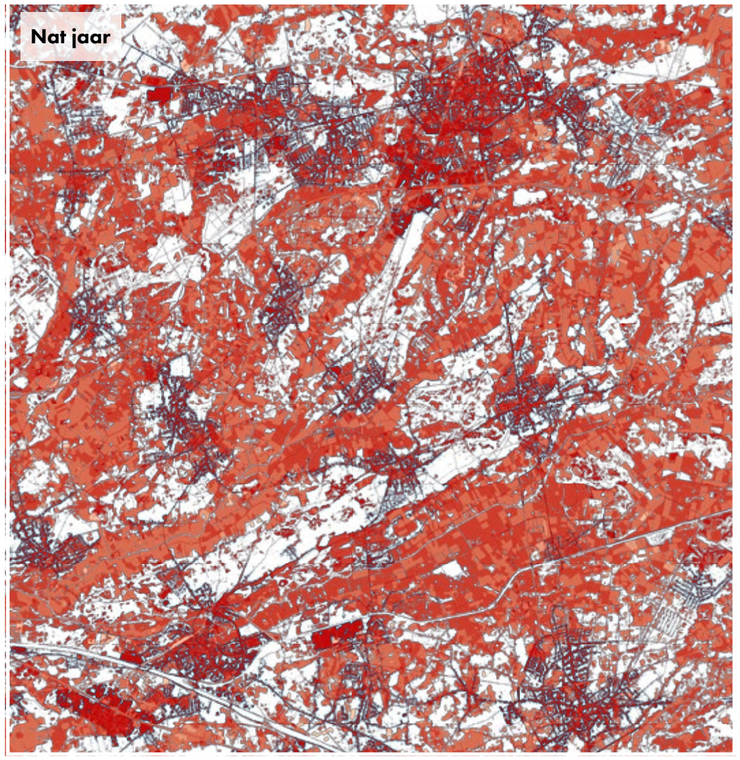
drainage - ACTUEEL waterleverend vermogen

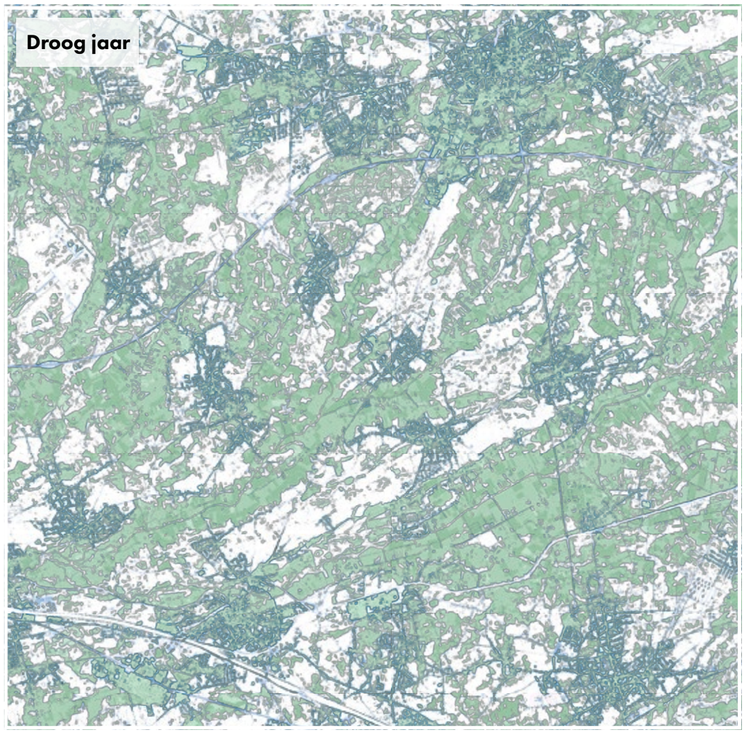


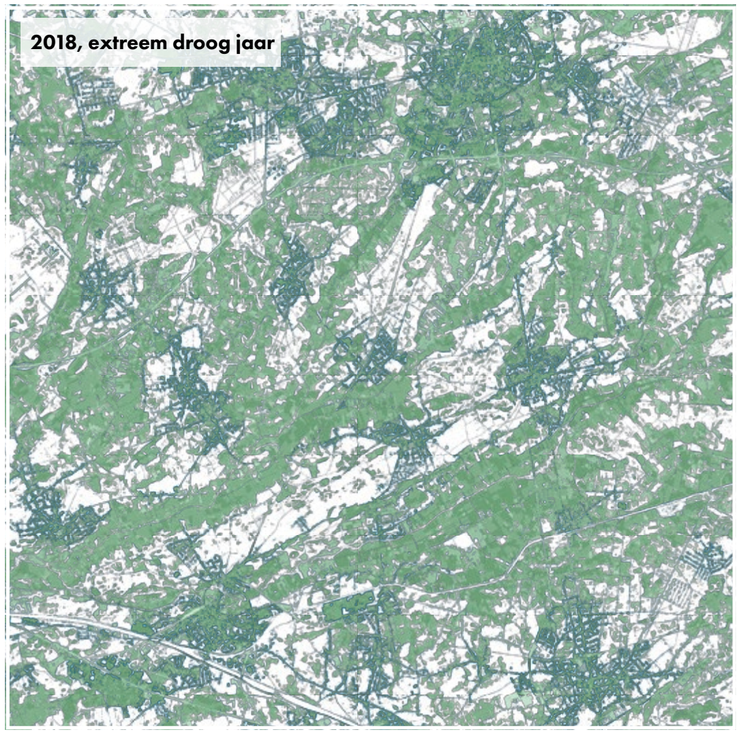
Het actueel waterleverend vermogen in de Kempen komen voornamelijk voor in de beekvalleien. De beekvalleien vormen de lager gelegen zones in het onderzoeksgebied en ontvangen regenwater van de hoger gelegen gebieden en zandruggen.

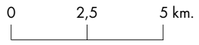
INFILTRATIE – TOTALE AFSTROMING



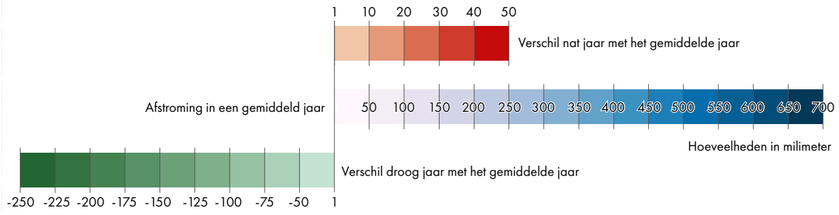




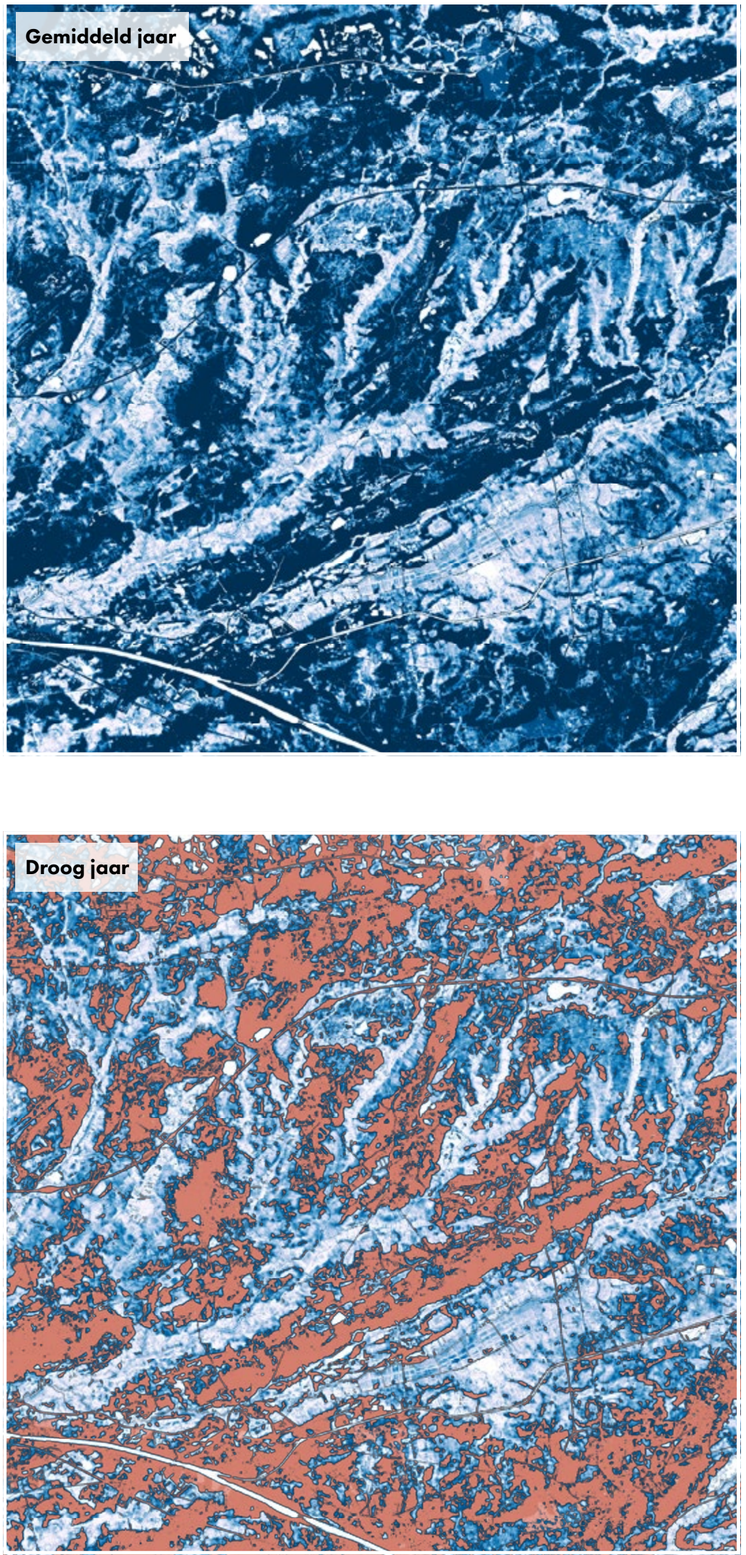


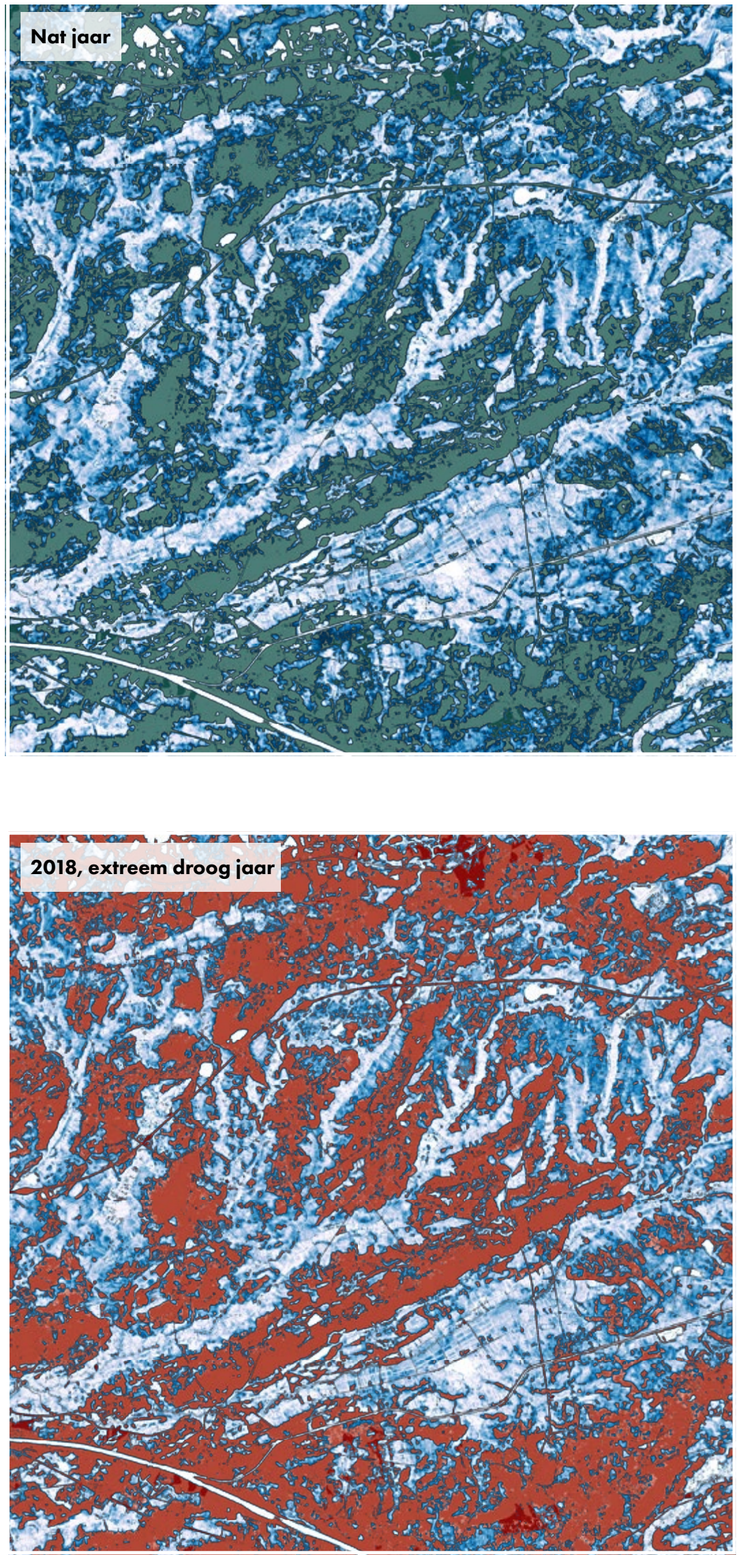


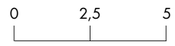
De afstromingskaarten van de Kempen tonen de hoeveelheid hemelwater dat afstroomt via verharde oppervlakten en lijninfrastructuren. Daarnaast zijn er verschillende reliëfwijzigingen nabij de beekvalleien waar er grote clusters zijn met verhoogde afstromingswaardes.



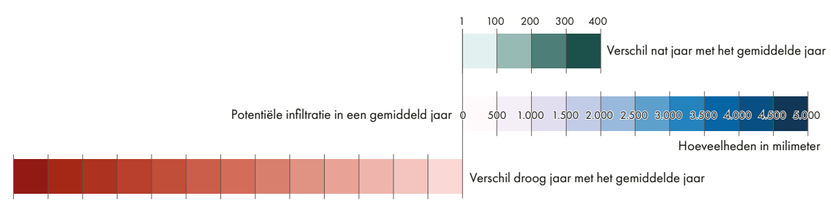
INFILTRATIE – POTENTIËLE INFILTRATIE



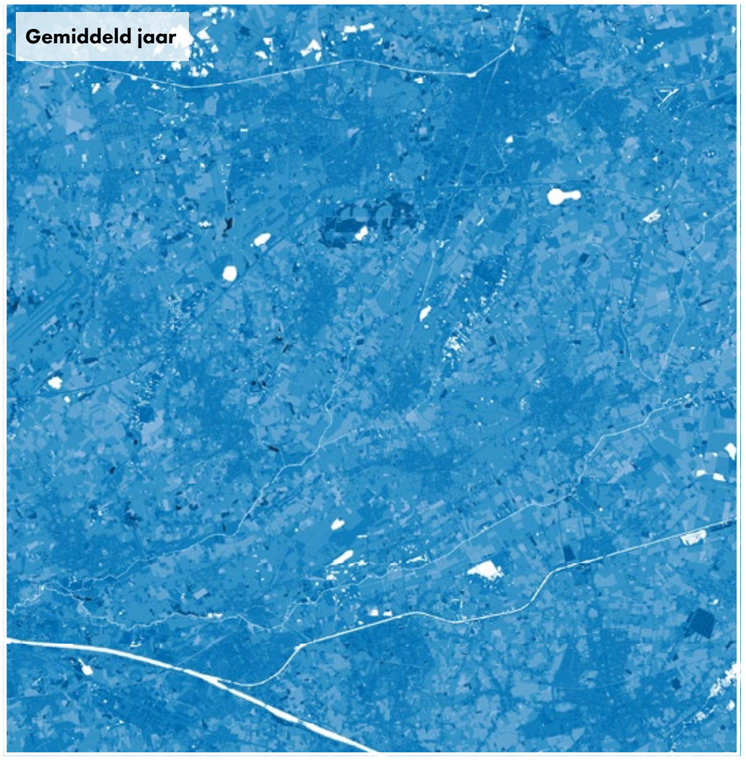


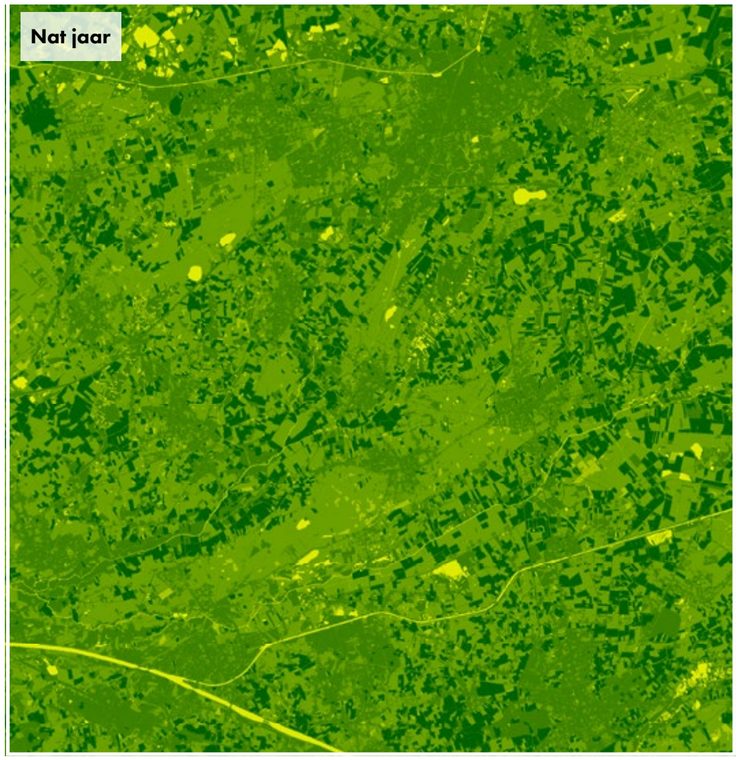


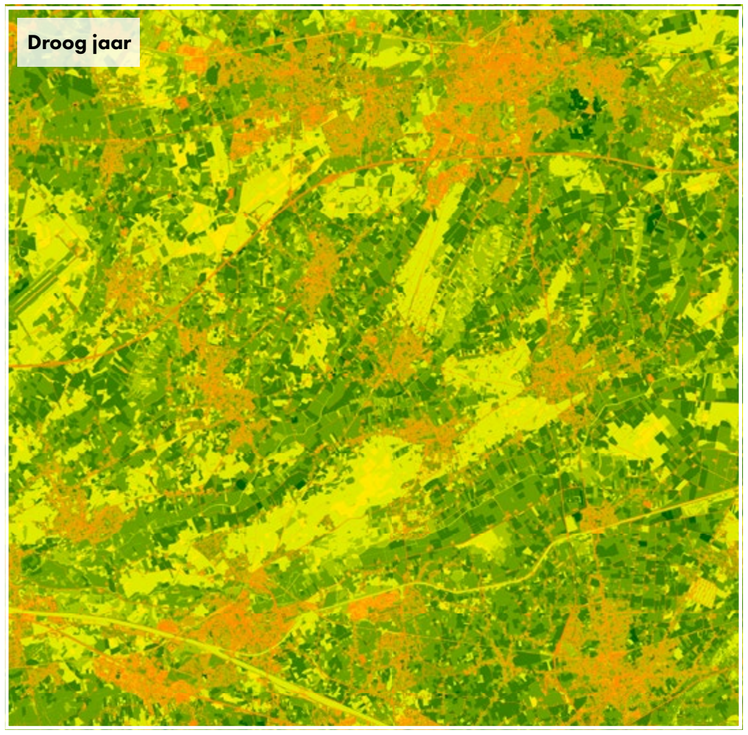
De potentiële infiltratie-kaarten tonen waar er in de Kempen potentievolle gebieden zijn voor de aanvulling van de grondwatertafel. Dit zijn voornamelijk de hoger gelegen gebieden en de zandruggen.

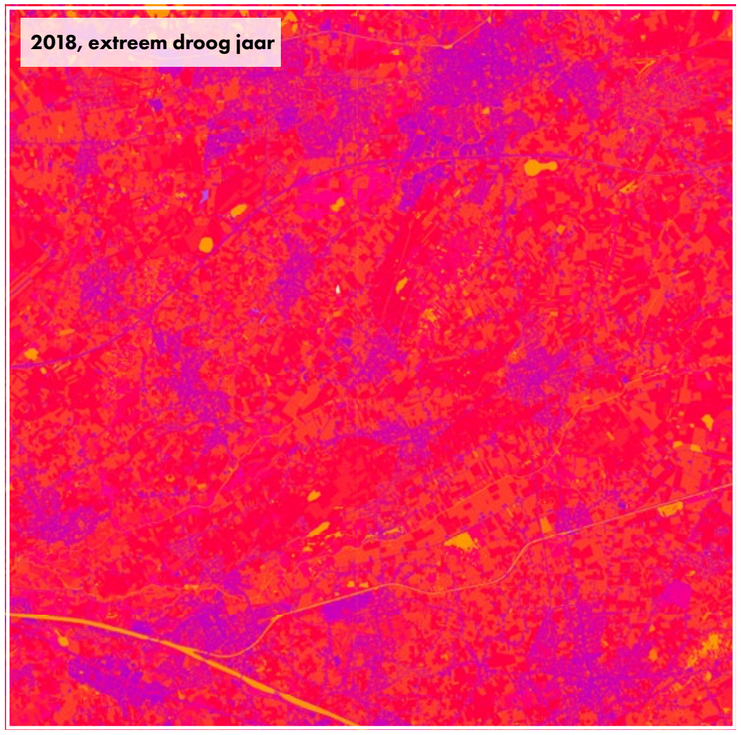


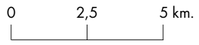
INFILTRATIE – EVAPOTRANSPIRATIE



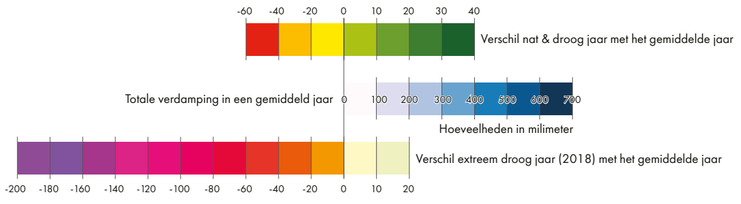




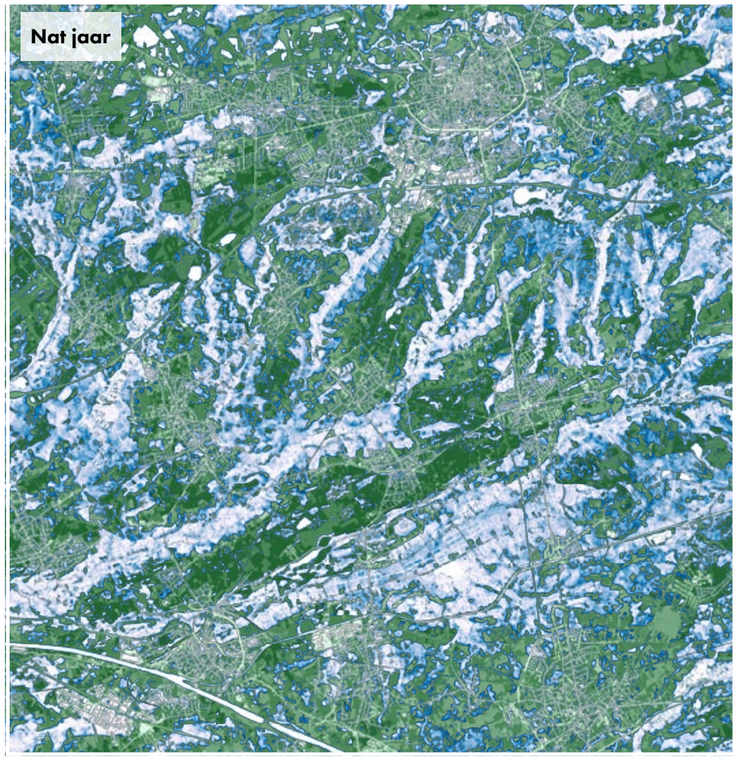


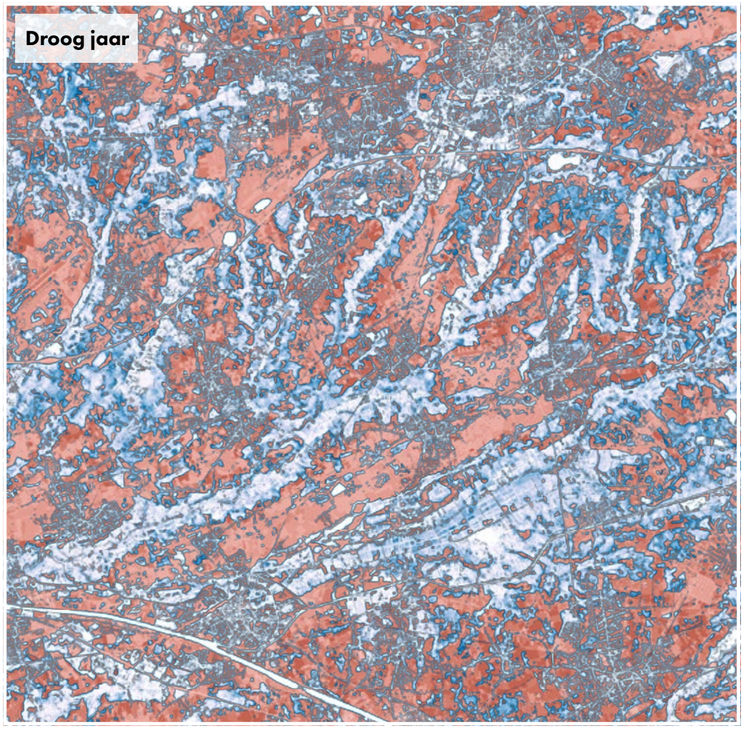


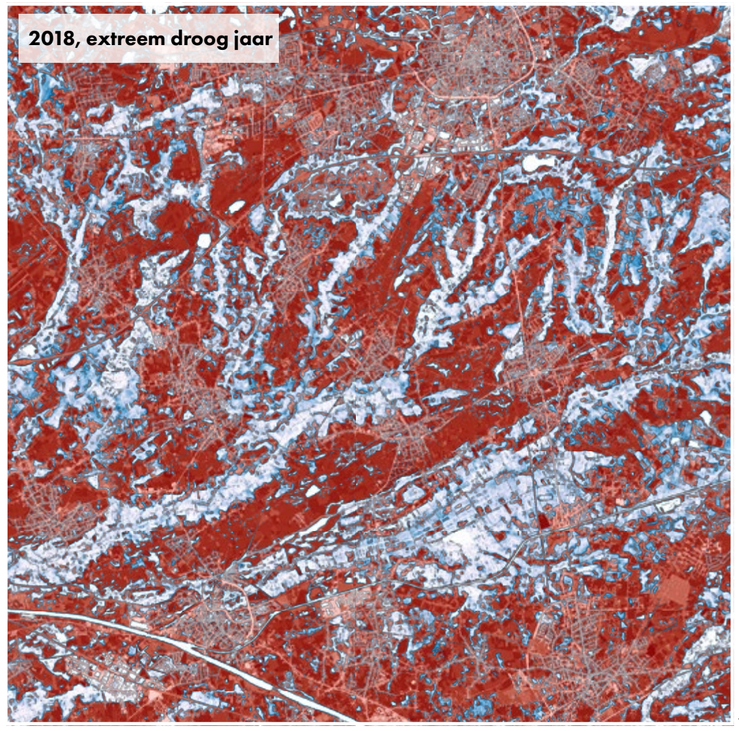
Onder invoed van de bevoorrading voor de mijnbouw werd in het verleden veel dennenbossen aangeplant. De grote dennenbestanden binnen het onderzoeksgebied staan garant voor hoge intercepties. Daarbij zijn de naaldboscomplexen tijdens minder wisselvallig weer meer infiltrerend.

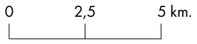


ACTUELE INFILTRATIE





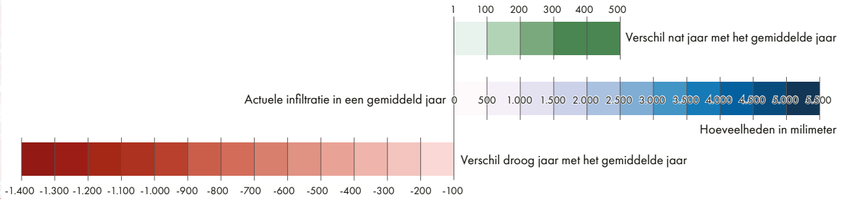




De actuele infiltratie in de Kempen bevindt zich in de hogergelegen gebieden en zandruggen. In de beekvalleien zijn er minimale waardes terug te vinden over hemelwater dat verder infiltreert in de bodem.

CONCLUSIE

- Een zone die heel afhankelijk van evolutie klimaat.
- Om interceptie van dennenbos tegen te gaan; richting open bos-structuren.
- Landbouw kan een grote rol spelen: door te werken aan organisch gehalte (bodemstructuur)-> grof onverteerde humus nodig, bodemcompactie -> enkele zones aanpakken
- Actieve irrigatie 2 manieren:
  1. Oppompen naar rug in vennen of rabattenbos
  2. Vanuit Kempische kanalen (water met inburgeringscursus)



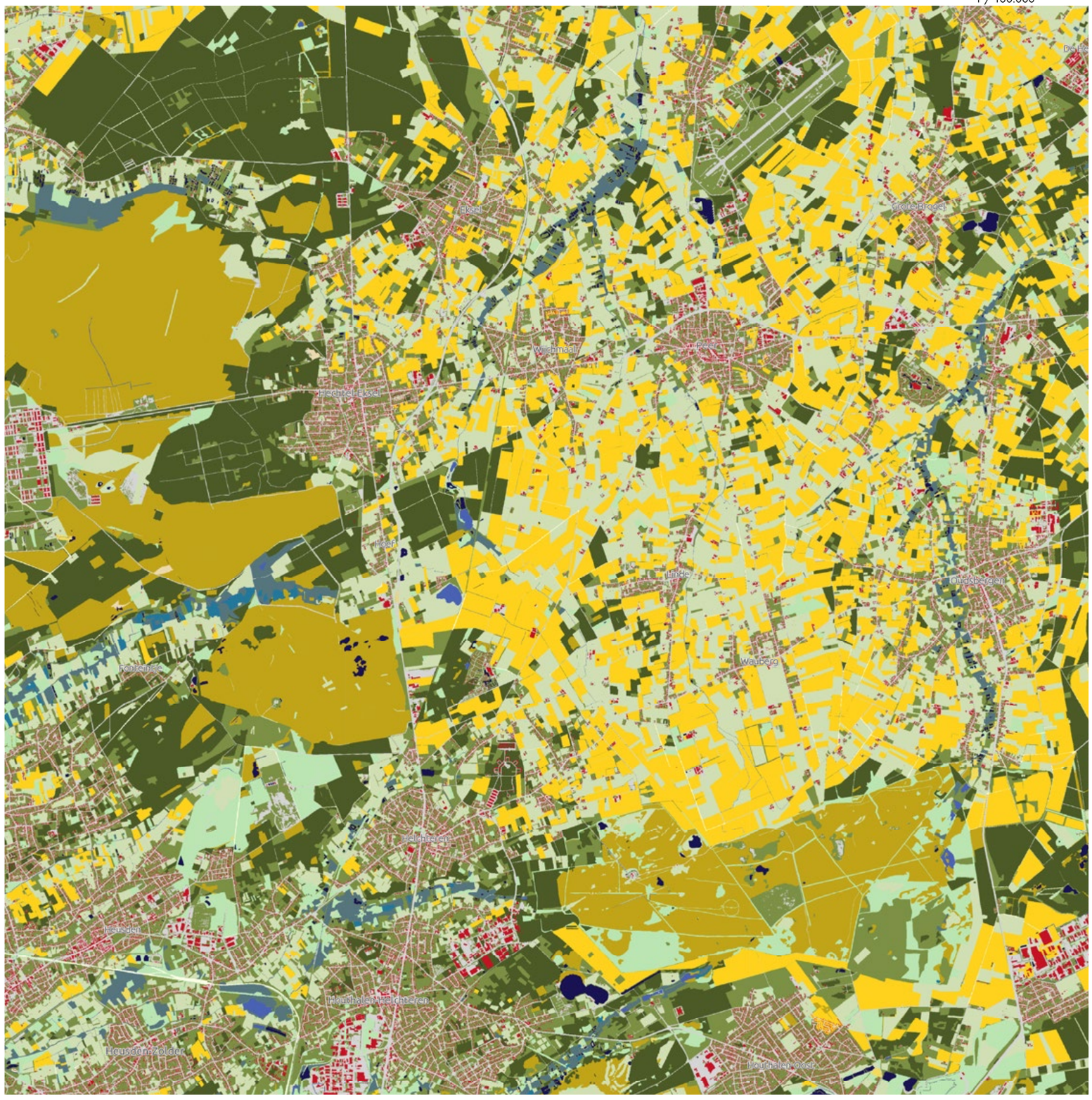
Kempisch plateau

ORTHO FOTO 2015

0 2 4 km.
1 / 100.000

BODEMBEDEKKING

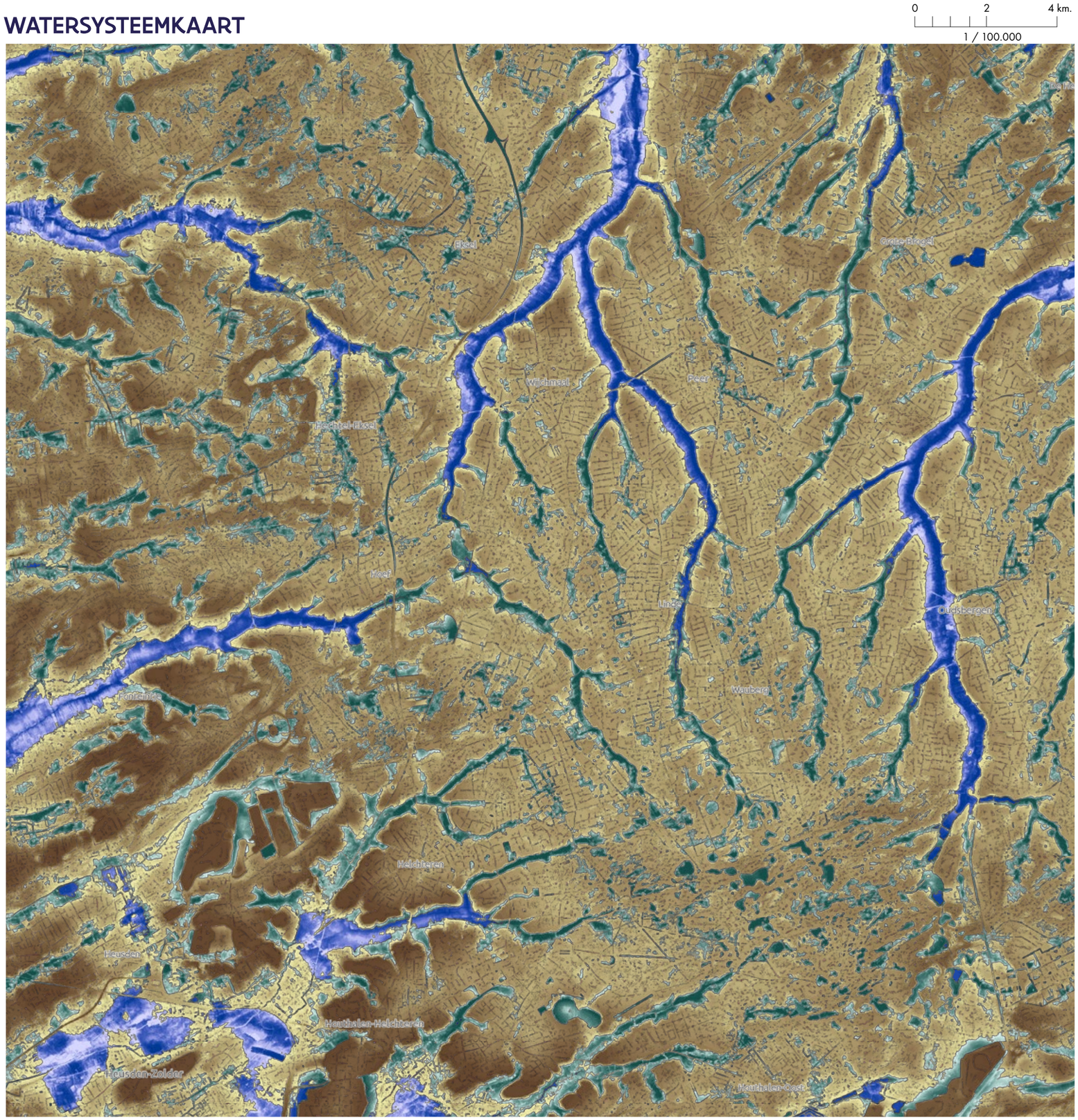
0 2 4 km.
1 / 100.000



- Stilstaand water
- Zoet water
- Laag groen
- Naaldbos
- Loofbos
- Grasland
- Kale bodem / duinen
- Heide
- Landbouwpercelen
- Alluviaal bos
- Rietland
- Niet verharde wegen
- Gebouwen
- Verharde oppervlakte
- Moeras

RUIMTELIJKE ANALYSE

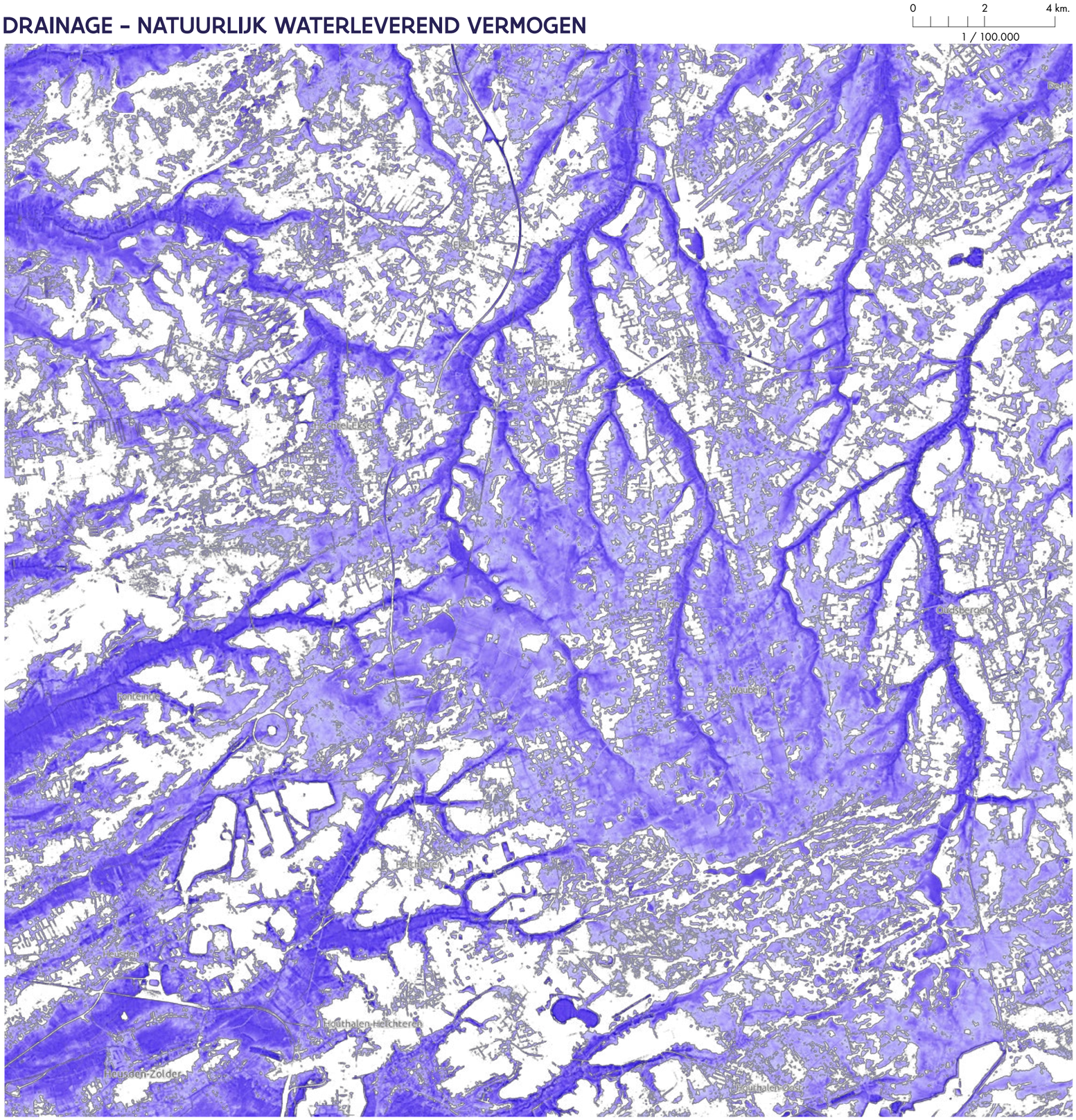
WATERSYSTEEMKAART



Op de watersysteemkaart valt het op dat de centrale zone minder geschikt is voor infiltratie dan de zuidwestleke flanken van het plateau. Alhoewel de intensiteit van de infiltratiewaarden minder hoog is dan op de flanken omvat het centraal gebied van Kempisch Plateau een zeer uitgestrekt gebied op Vlaams niveau waarin water kan infiltreren. De permanent natte gebieden, ontstaan door de aanwezige beekvalleien, kunnen opgedeeld worden in twee types. Het Kempisch Plateau vormt een waterscheidingskam tussen het Schelde- en het Maasbekken. De zuid-noord georiënteerde waterlopen behoren toe tot het Maasbekken en de oost-west georiënteerde waterlopen behoren toe tot het Scheldebekken. De tijdelijk natte gebieden bevinden zich voornamelijk ter hoogte van de waterscheidingskam en lopen verder uit naar de beekvalleien.

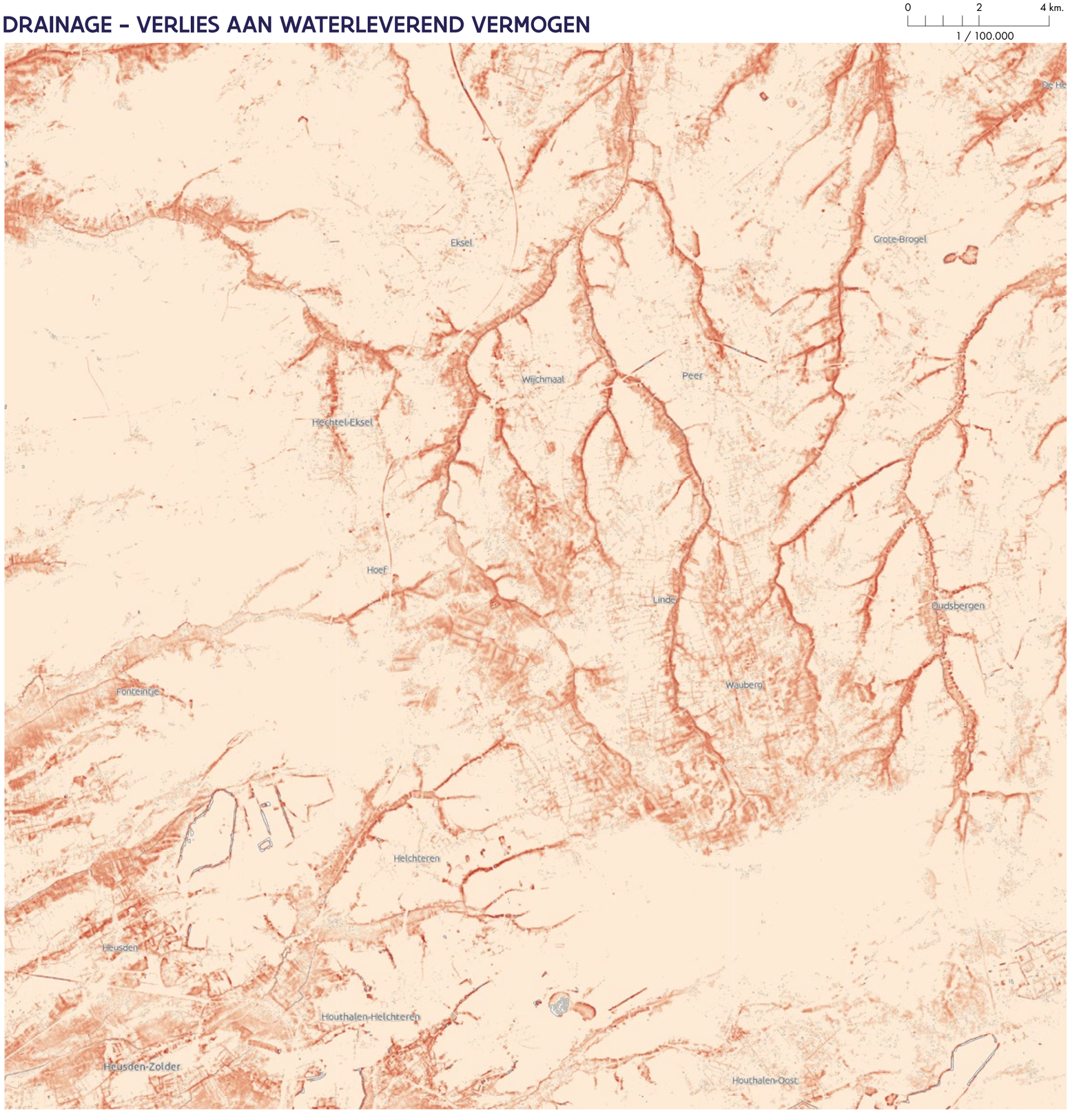
- Tijdelijk natte gebieden
- Permanent natte (kwel)gebieden
- Micro-depressies
- Gracht
- Permanent droge gebieden - geschiktheid infiltratie

DRAINAGE – NATUURLIJK WATERLEVEREND VERMOGEN



Het natuurlijk waterleverend vermogen concentreert zich het hoogst op het centraal gedeelte van het Kempisch Plateau. Het valt op dat er zich een eiland vormt rondom het Plateau naar de lagergelegen gebieden. De beekvalleien die vertrekken vanaf het Plateau vormen in de lagergelegen gebieden de hoogste bronnen van drainage.

DRAINAGE – VERLIES AAN WATERLEVEREND VERMOGEN

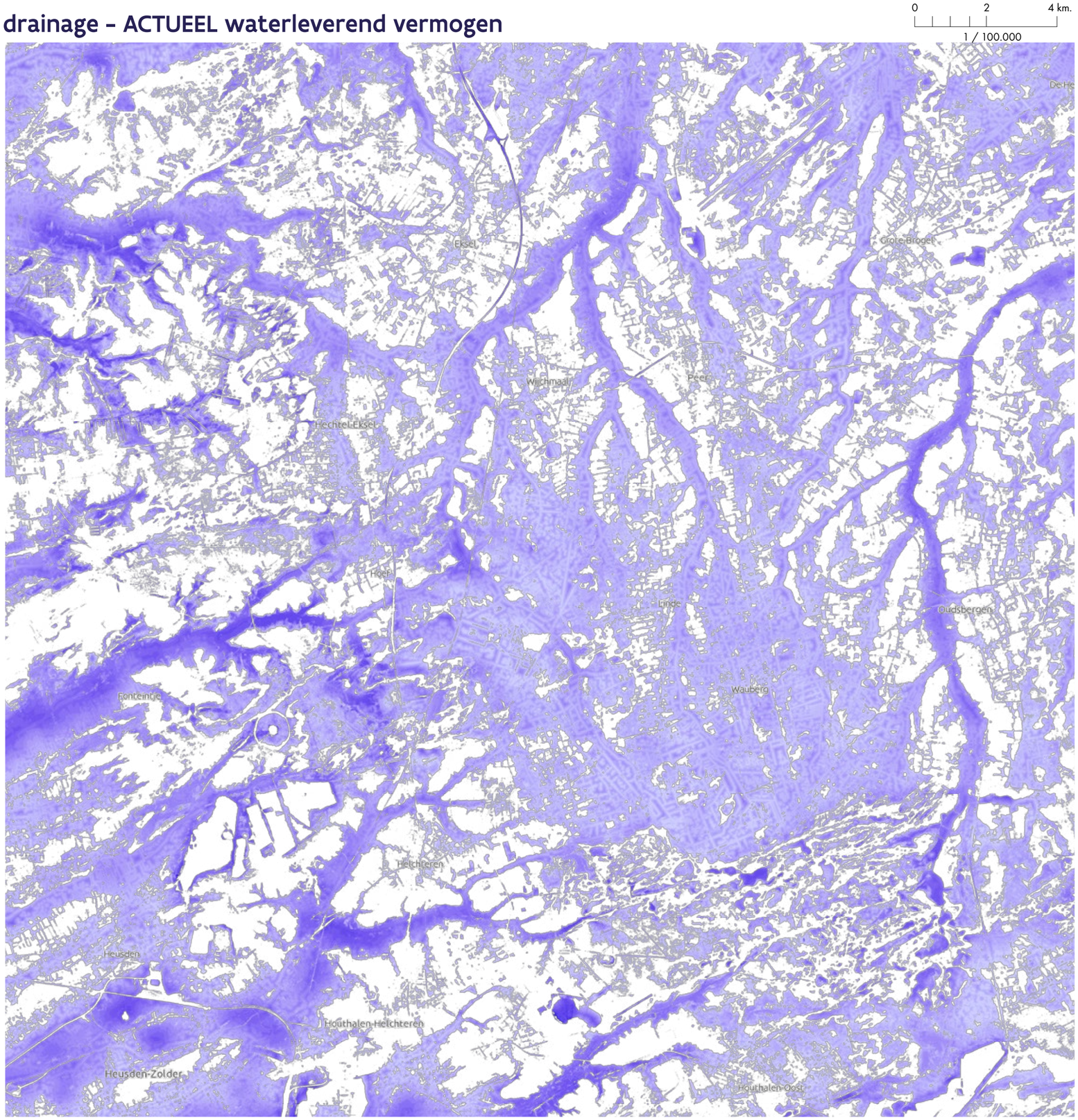


Drainageverlies
waarden in mm.

- -150 - -140
- -130
- -120
- -110
- -100
- -90
- -89 - -80
- -79 - -70
- -69 - -60
- -59 - -50
- -49 - -40
- -39 - -30
- -29 - -20
- -19 - -10
- -9 - 0

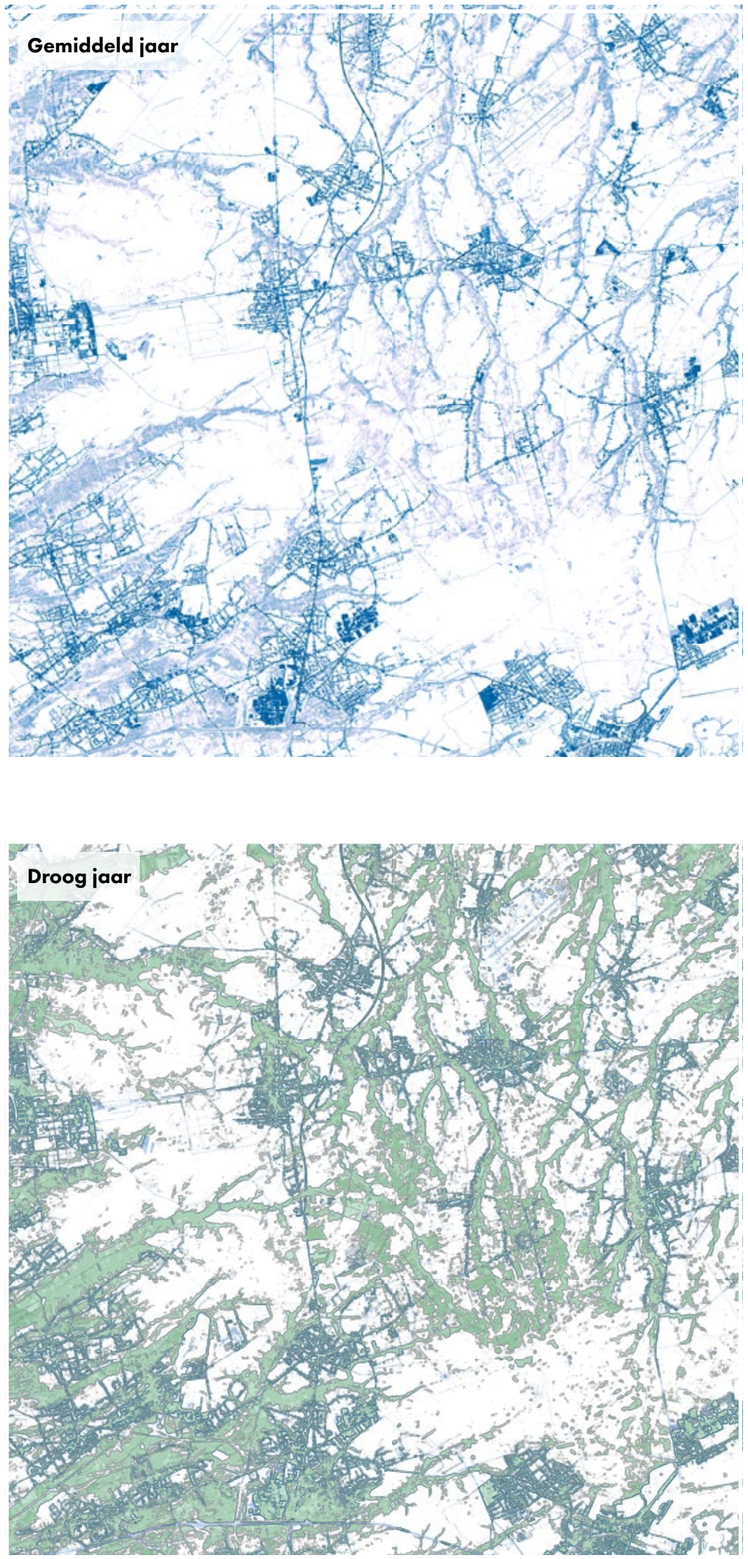
Het hoogste verlies aan waterleverend vermogen komt voor in de landbouwgebieden op het plateau. De omliggende ven- en heidegebieden vertonen een zeer beperkt verlies dankzij het hoog watercapterend vermogen van dit type ecosysteem.

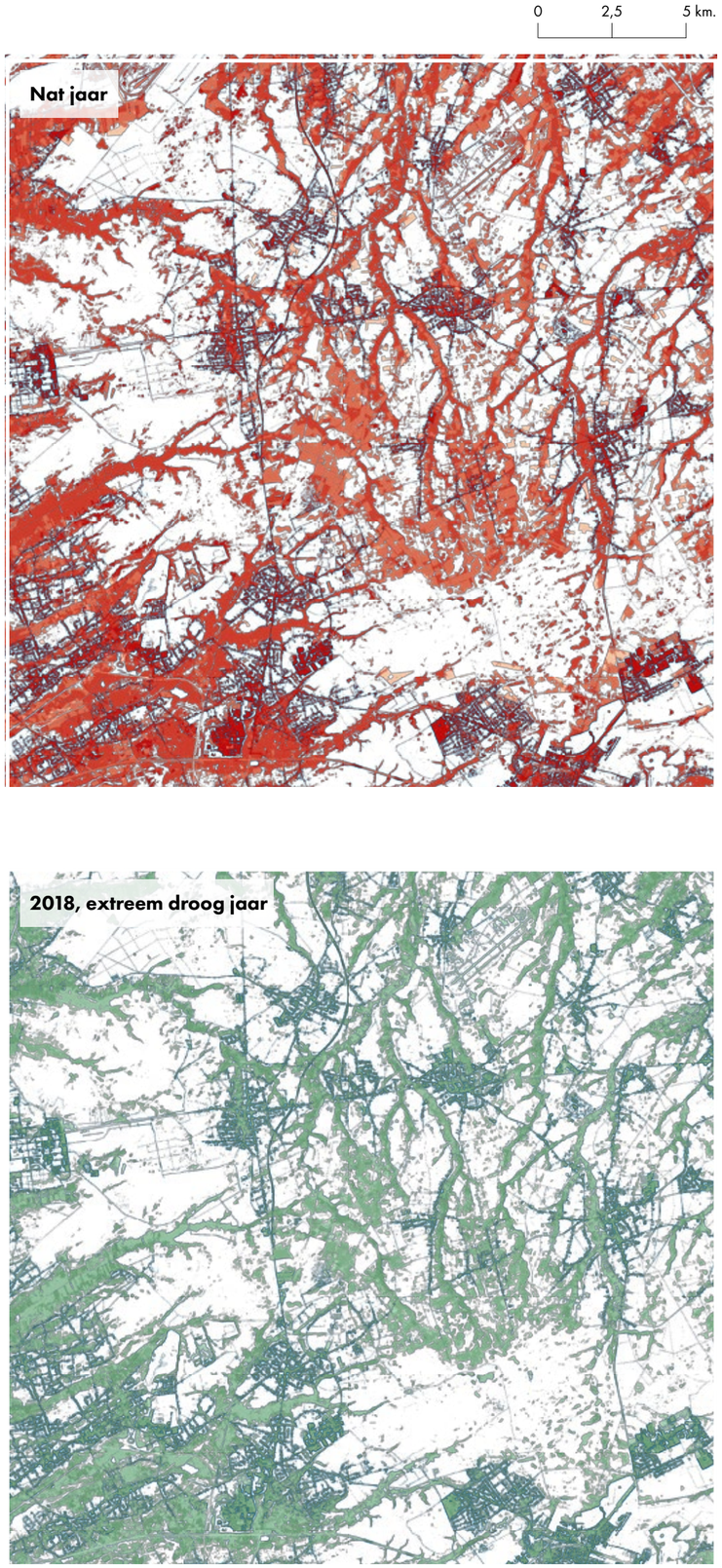
drainage - ACTUEEL waterleverend vermogen



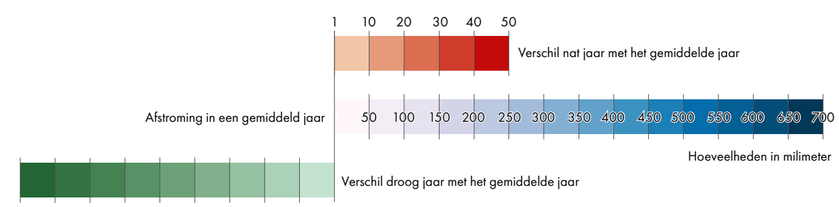
Het Kempisch Plateau omvat een zeer uitgestrekt gebied met een hoog waterleverend vermogen. De brongebieden van de beekvalleien in de rand van het plateau vertonen een beperkt waterleverend vermogen waarbij de lagere gelegen gebieden vervolgens een hoger waterleverend vermogen bevatten.

INFILTRATIE – TOTALE AFSTROMING

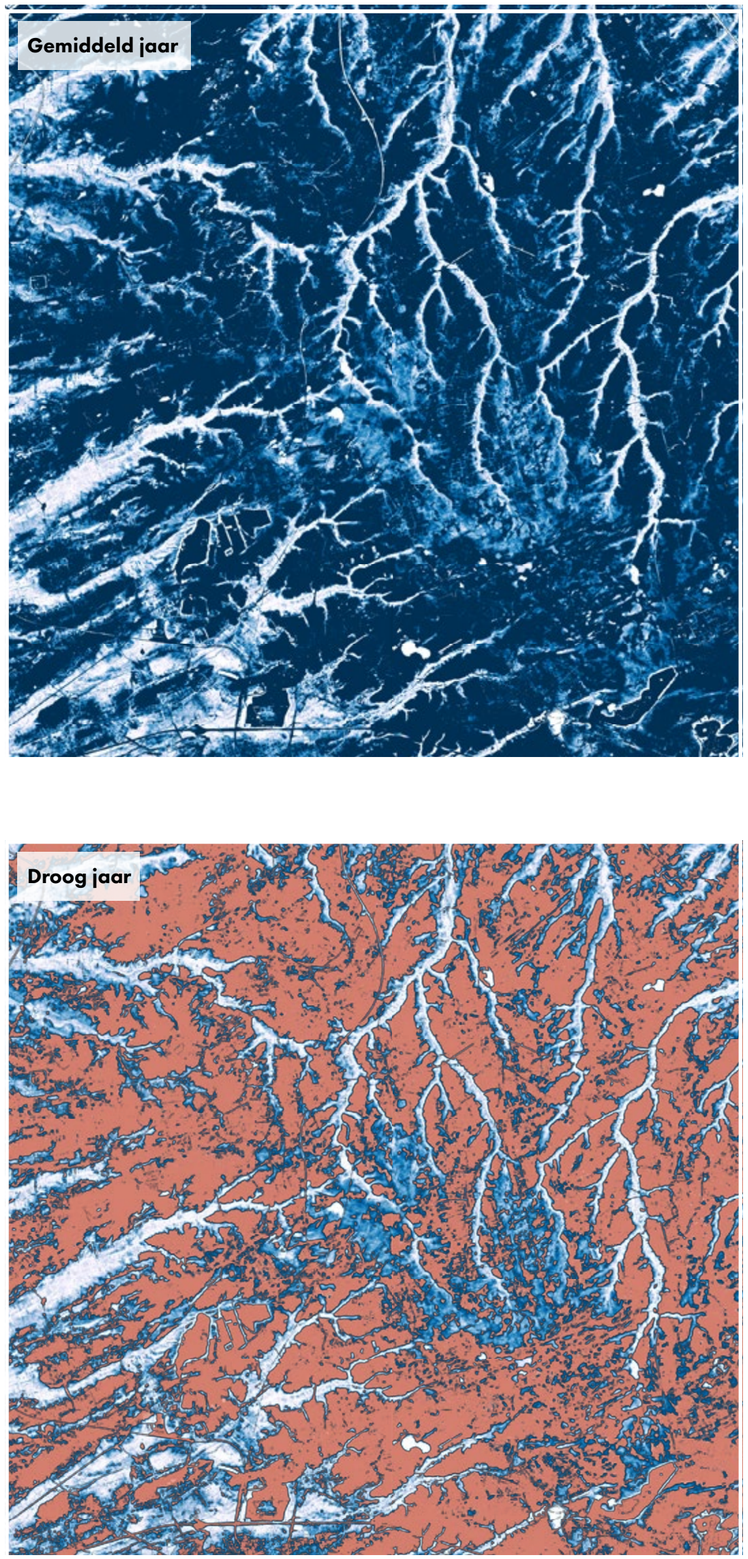




De totale afstroming in een gemiddeld jaar omvatten voornamelijk de verharde gebieden en lijninfrastructuren, terwijl in een nat jaar de afstroming ook de valleistructuren accentueert.

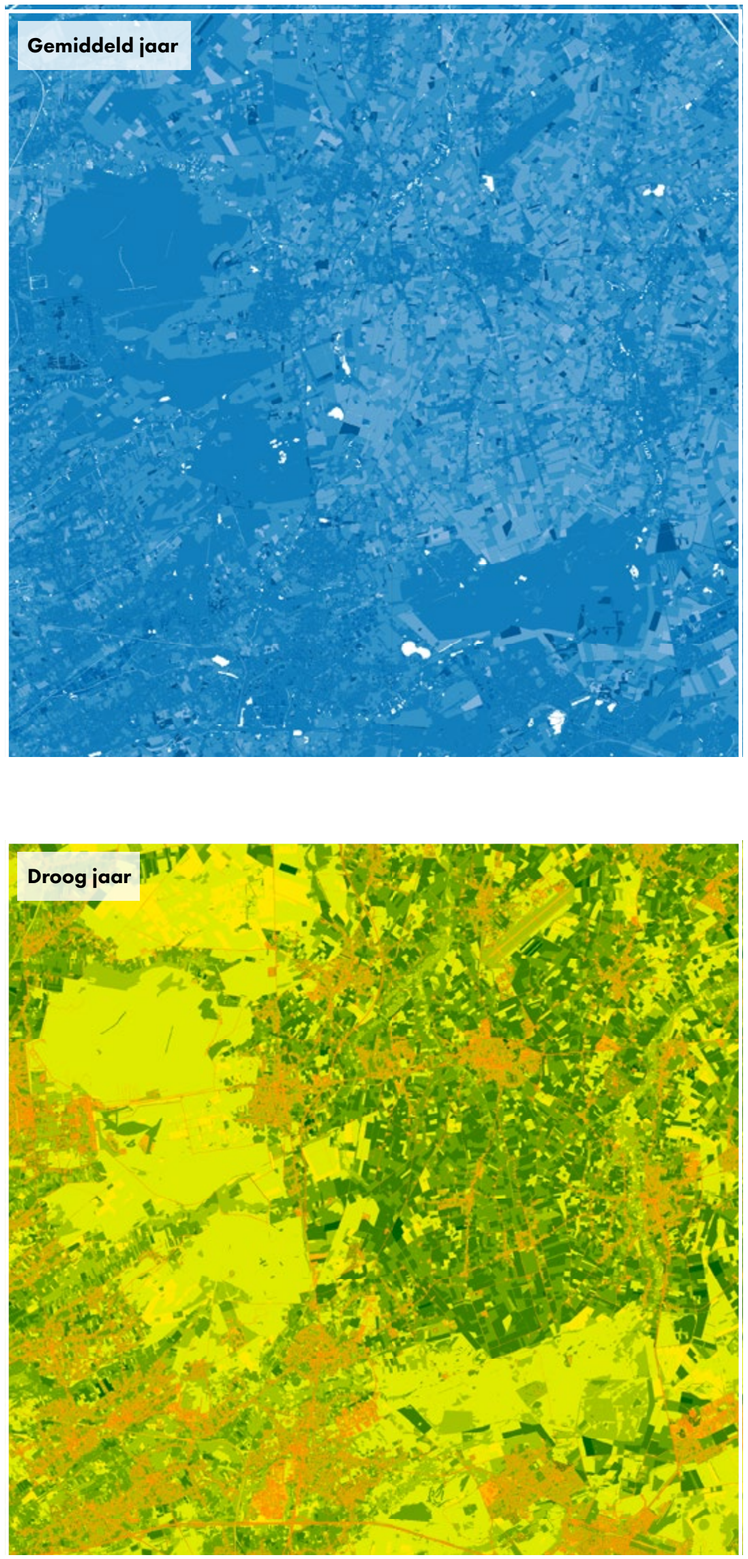


INFILTRATIE – POTENTIËLE INFILTRATIE



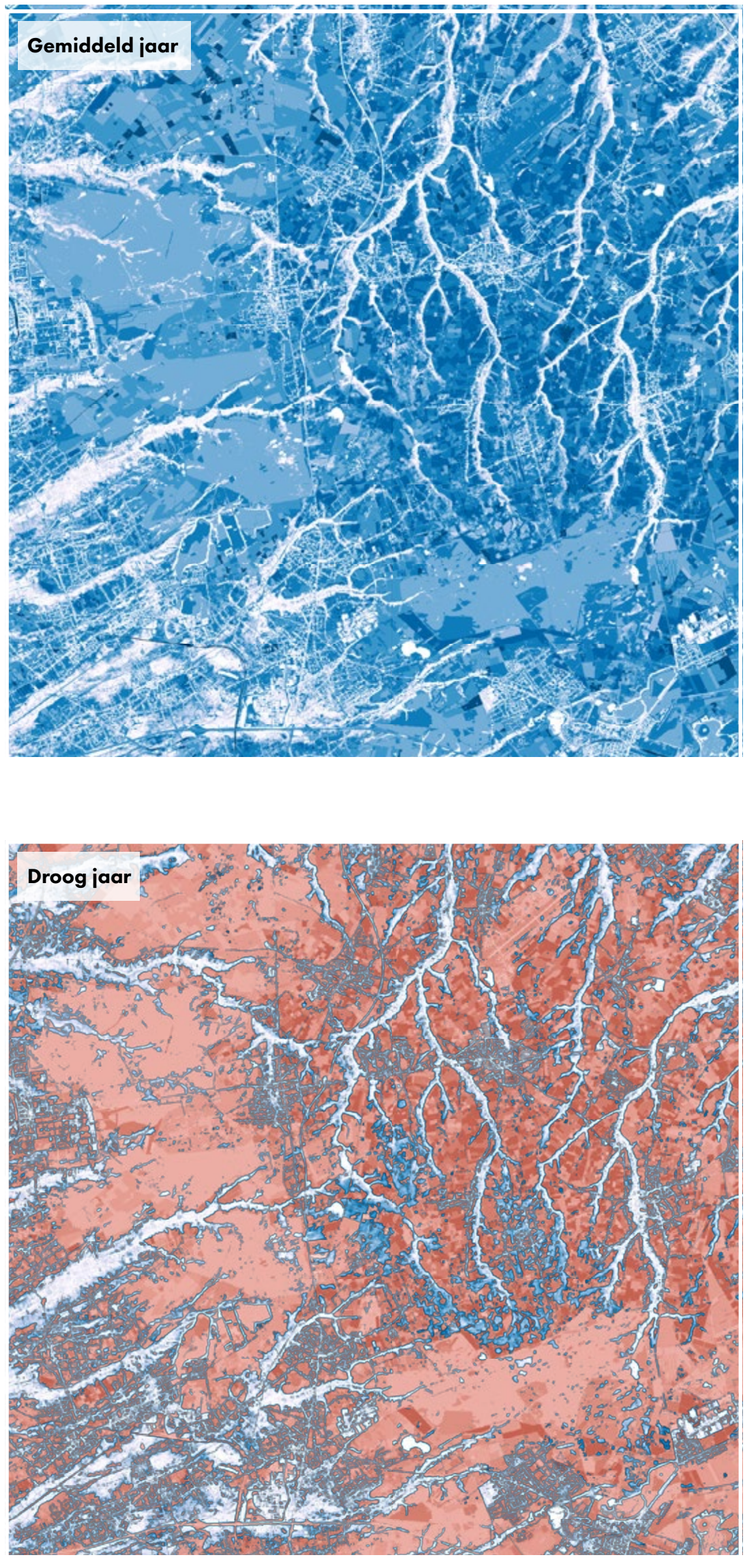
Inzake de potentiële infiltratie die mogelijk is in het Kempisch Plateau worden de meest potentiële gebieden gedetecteerd in de brongebieden van de verschillende beekvalleien.

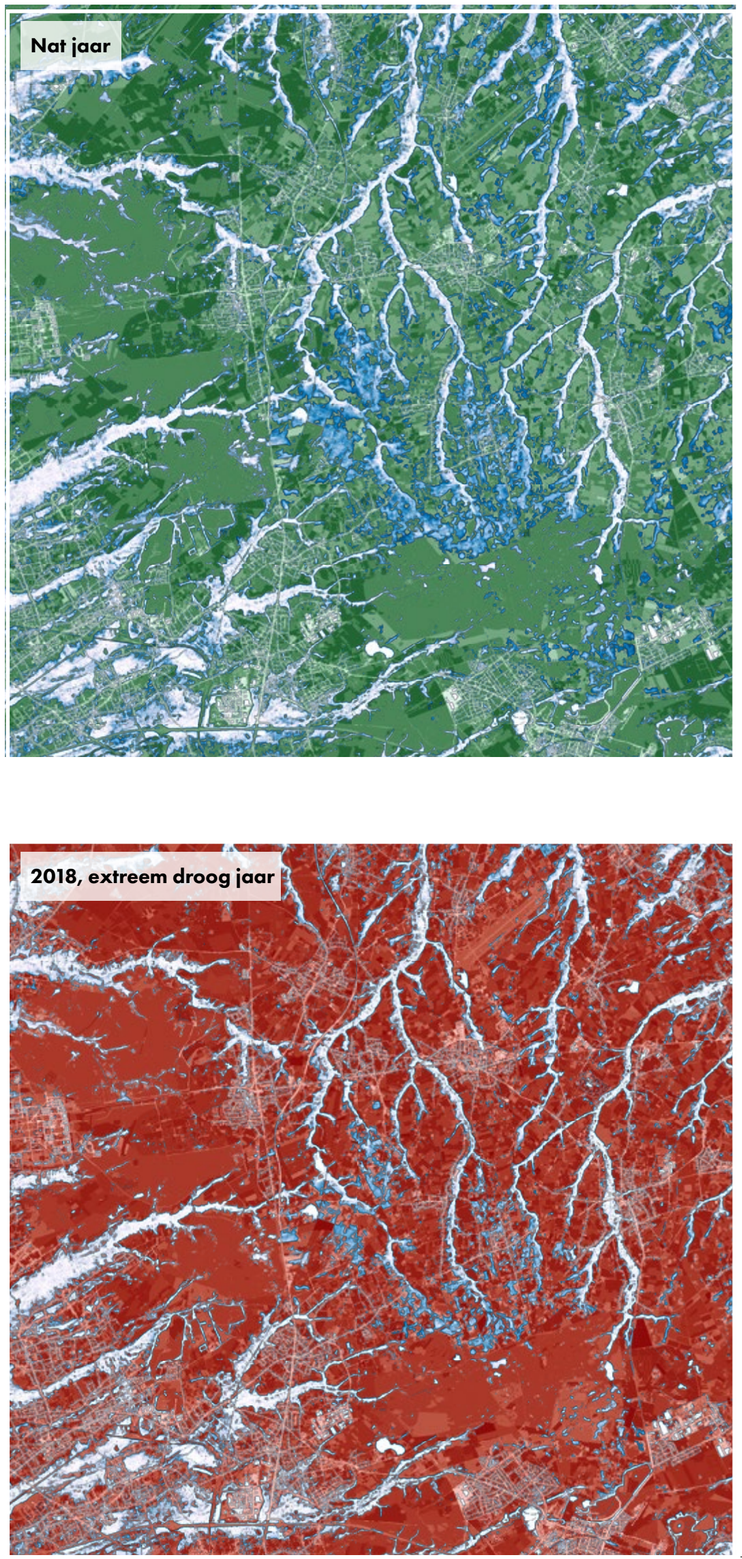
INFILTRATIE – EVAPOTRANSPIRATIE

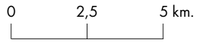


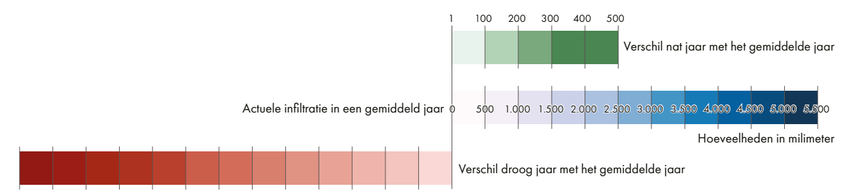
De rand van het Kempisch Plateau wordt goed gevisualiseerd in de kaarten die de evapotranspiratie voorstellen. De rand van het Plateau vertoont in een gemiddeld jaar een verhoogde totale verdamping ten opzichte van de omliggende gebieden. Deze variatie aan verdampingswaarden is toe te wijzen aan de bodembedekking, de verhoogde waardes komen voor in de heide- en vengebieden. Op het Plateau zijn er voornamelijk maisakkers en weiland die voorkomen met lagere totale verdampingswaardes. Het vegetatieverschil tussen de natte heide en vengebieden en de meer droge landbouwgebieden tonen een grote differentie in deze analyse.

ACTUELE INFILTRATIE









De actuele infiltratie vindt voornamelijk plaats op het hogergelegen Kempisch Plateau. Het valt op dat in een nat jaar er meer infiltratie plaatsvindt in de omliggende ven- en heidegebieden dan in de landbouwgebieden, waarbij de hoeveelheid infiltratie op het plateau ongewijzigd blijft. Het omgekeerde effect komt voor in een droog jaar waarbij door het zelfregulerend systeem van de ven- en heidegebieden het waterverlies beperkt blijft ten opzichte van de omliggende landbouwgebieden.

CONCLUSIE

- Bufferbekken op lange termijn
- Mijnen vernatten
- Mijnen omvormen tot open cast mining (cfr. Oost-Duitsland)

Westelijk interfluvium

ORTHO FOTO 2015

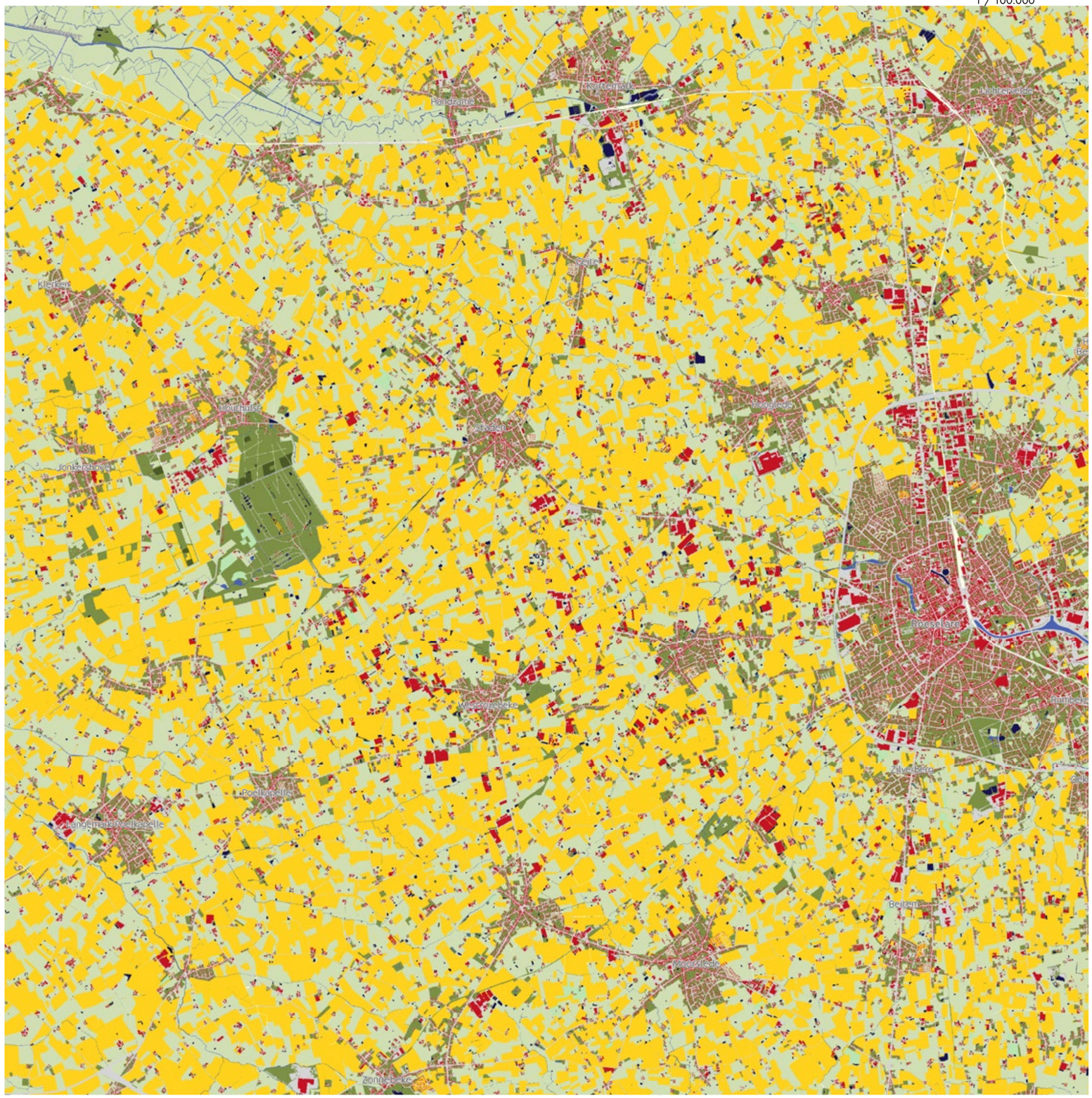
0 2 4 km.

1 / 100.000

BODEMBEDEKKING

0 2 4 km.

1 / 100.000

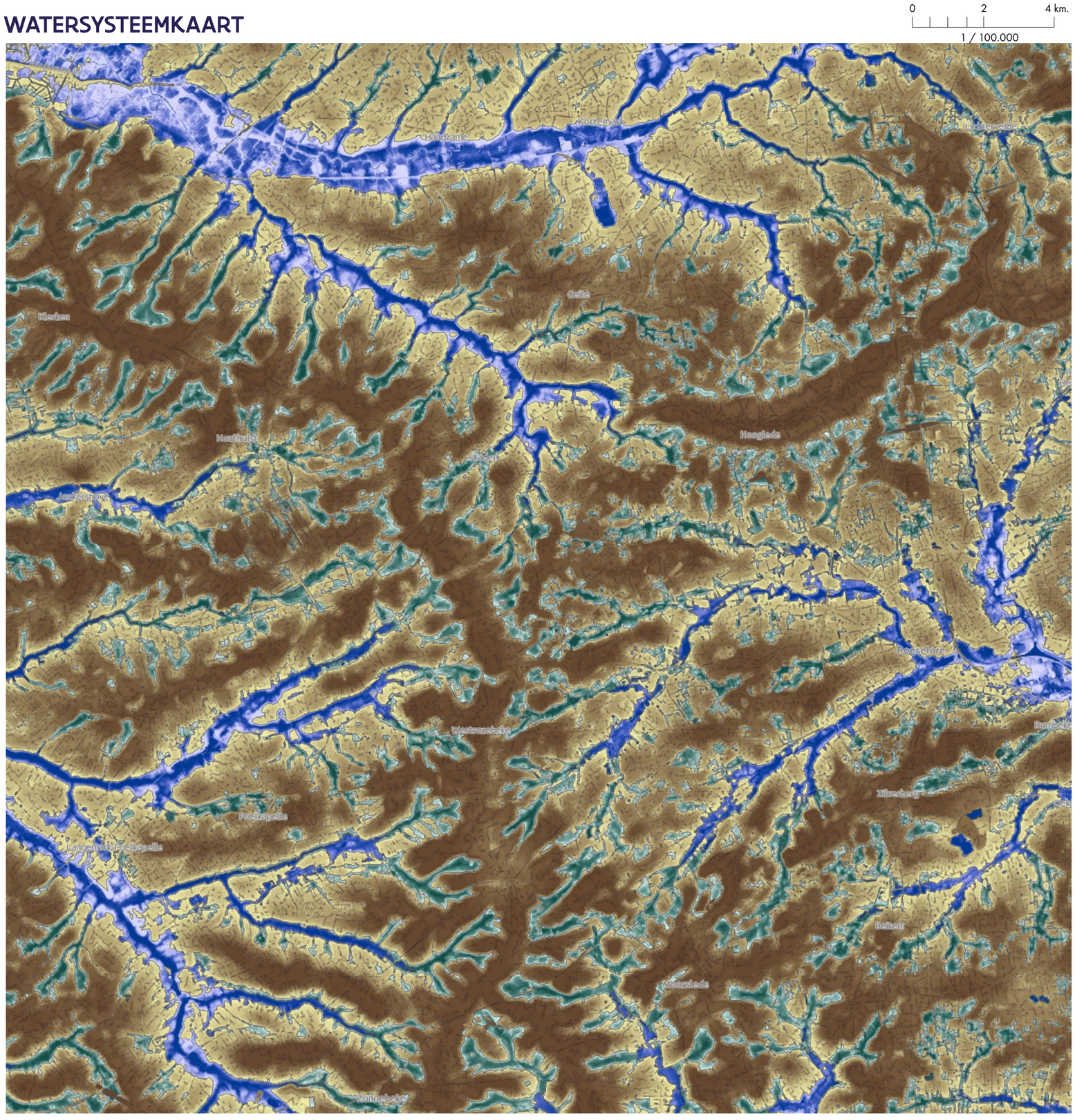


- Stilstaand water
- Zoet water
- Laag groen
- Naaldbos
- Loofbos
- Grasland
- Kale bodem / duinen
- Heide
- Landbouwpercelen
- Alluviaal bos
- Rietland
- Niet verharde wegen
- Gebouwen
- Verharde oppervlakte

FERRARIS

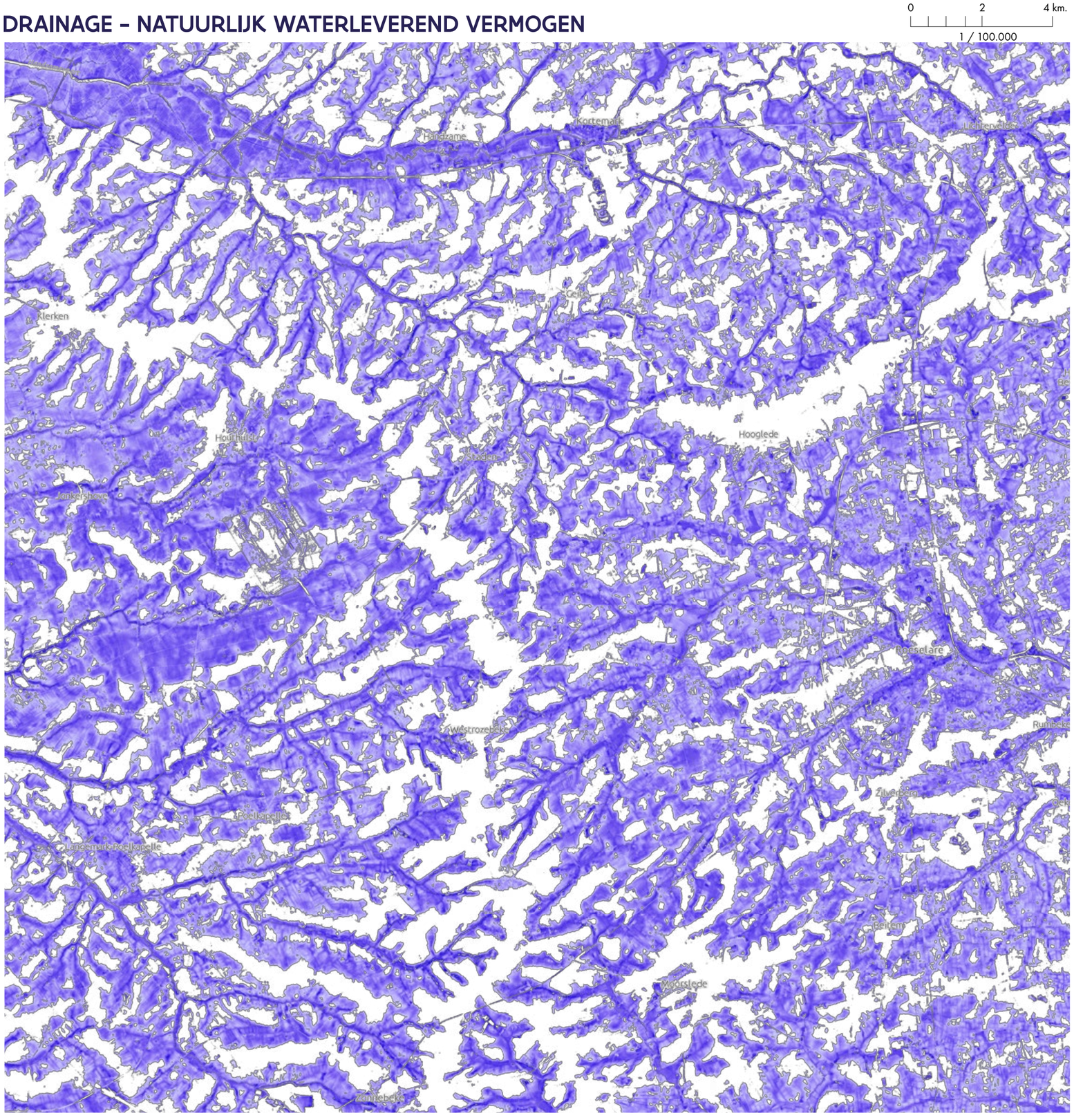
0
2
4 km.
1 / 100.000
BATELLENVELD
DE BRUGSE
DE BRUGSE ZAND
DE BRUGSE POLDER
DE BRUGSE VLIET
DE BRUGSE VAART
DE BRUGSE VAART OOST
DE BRUGSE VAART WEST
DE BRUGSE VAART ZUID
DE BRUGSE VAART NOORD

WATERSYSTEEMKAART



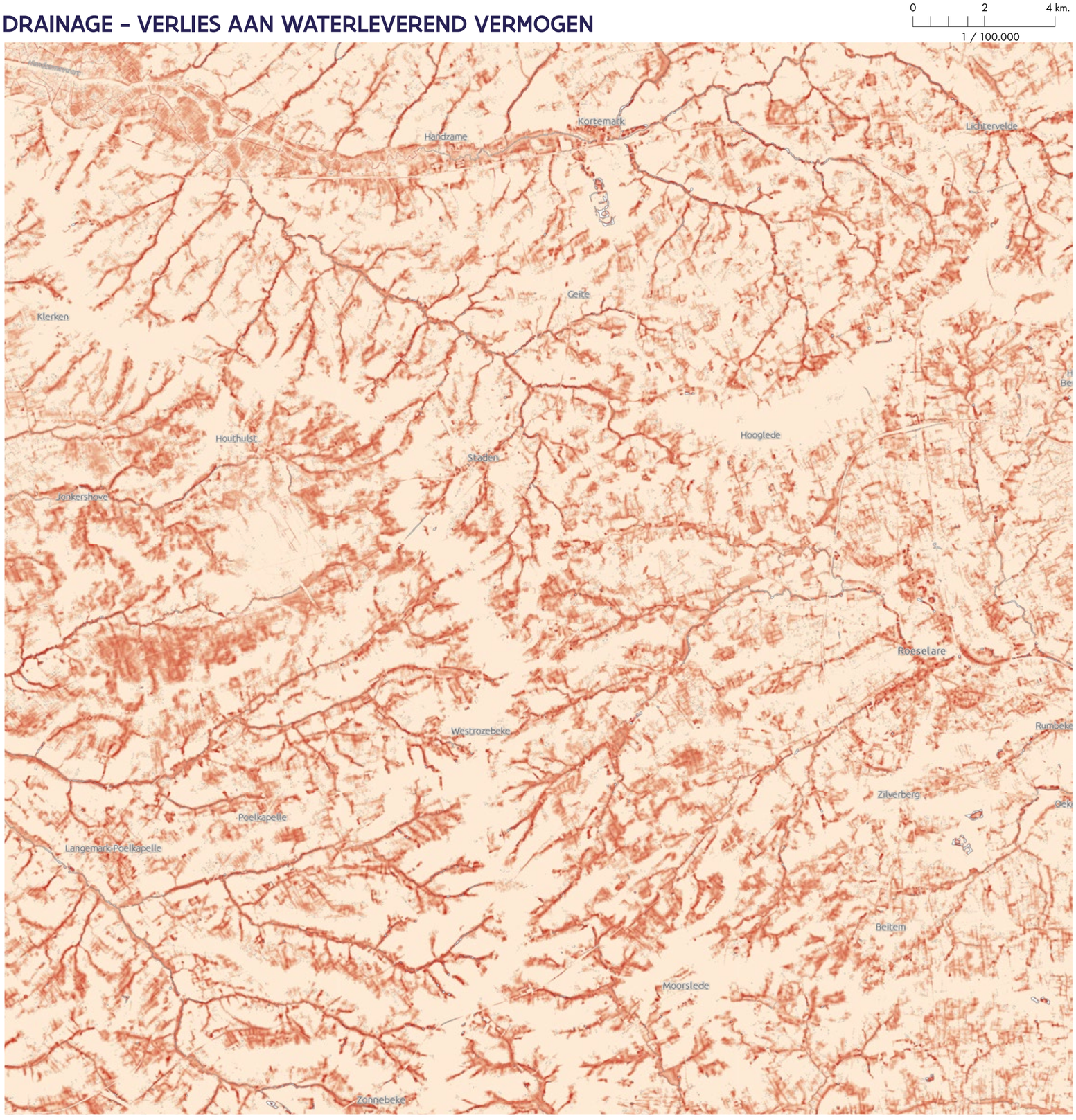
Het westelijk interfluvium toont het waterscheidingsgebied tussen het Ijzerbekken en het Leiebekken. Het is een klein, maar uitgesproken waterscheiding met tal van bronbeken met een eerder smalle vallei. De watersysteemkaart toont weinig ruimtelijk geïsoleerde tijdelijk natte gebieden. De tijdelijk natte gebieden zijn te vinden in de bovenlopen. Op de waterscheiding zelf zou men meer kunnen infiltreren en op de flanken van die hellingen zou men die waterlopen kunnen verondiepen en zo water kunnen ophouden.

DRAINAGE – NATUURLIJK WATERLEVEREND VERMOGEN



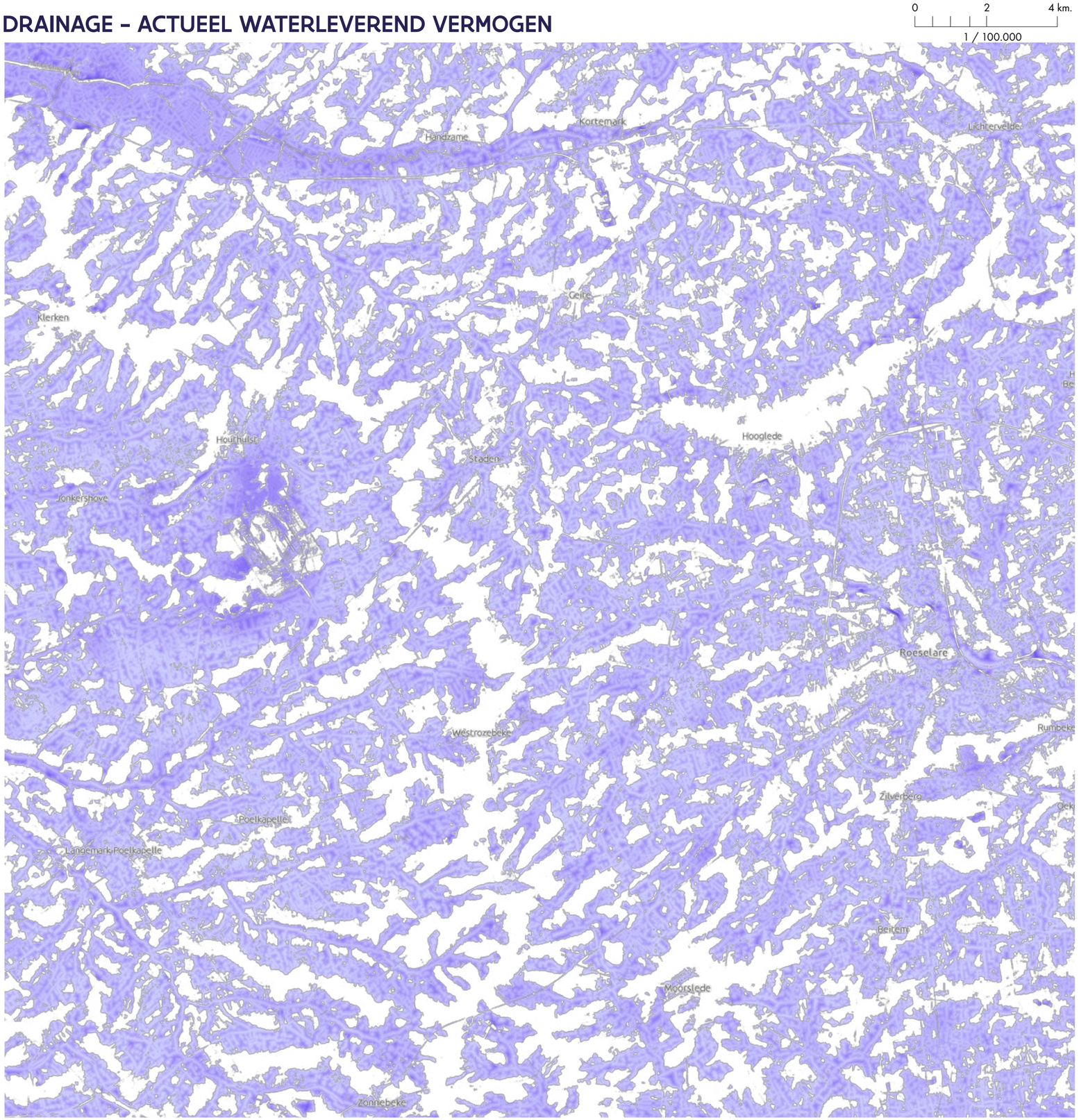
De natuurlijke waterlevering via trage drainage situeert zich in de diep ingesneden, smalle valleien. Er zit een redelijk verval op deze waterlopen dus is er een snelle afvoer.

DRAINAGE – VERLIES AAN WATERLEVEREND VERMOGEN



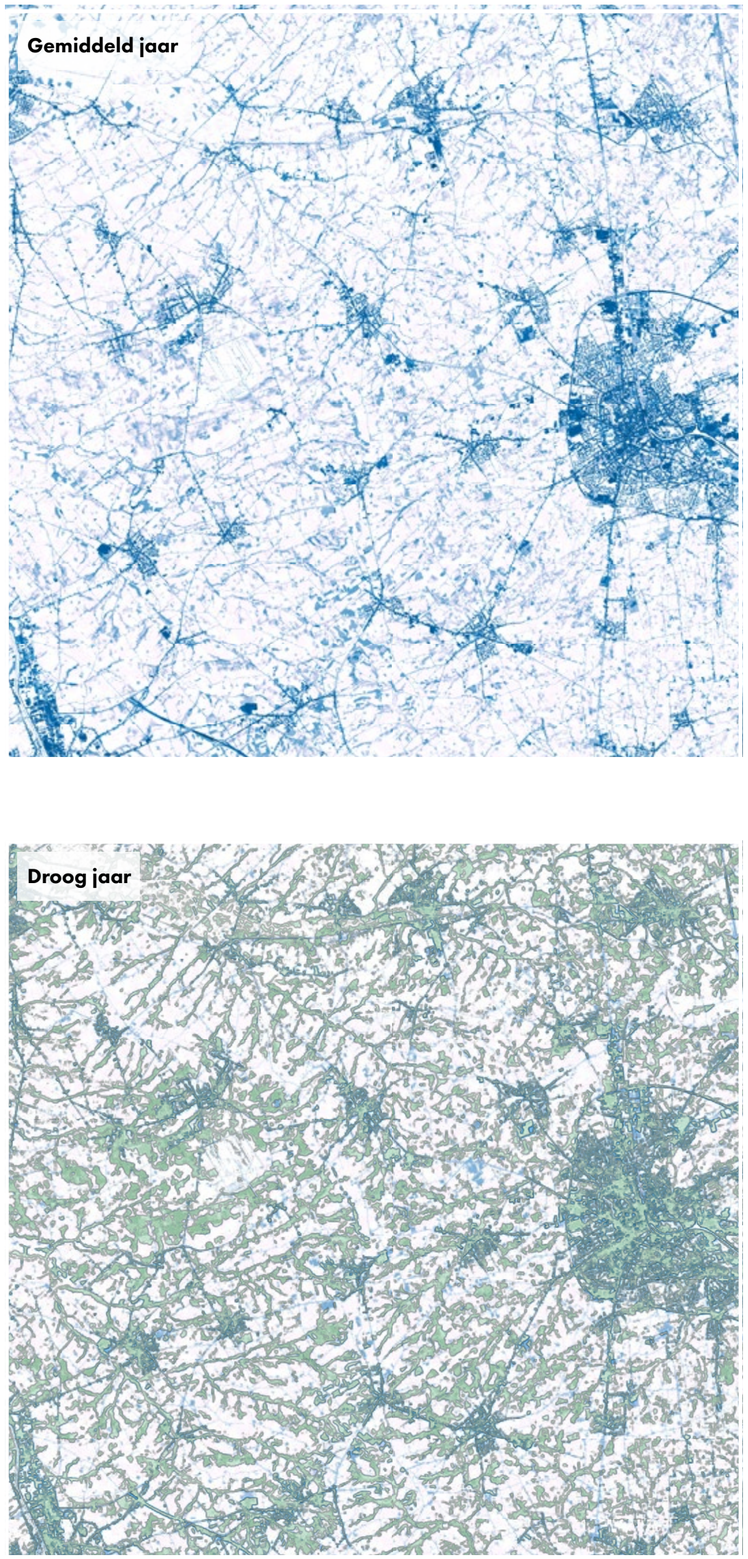
Er is overwegend intensief landgebruik en desgevallend ook een diepe drainage om dat mogelijk te maken in de valleien. De valleien vertonen in sommige gevallen nog overwegend grasland. Er is slechts één minder intensief gebruikt gebied in Houthulst. Het betreft het Bos van Houthulst. We veronderstellen een beperkte drainage, maar als we nader kijken, zit ook dit uitgestrekte bos vol met drainagegrachten (en kraters). Dus ook hier zijn de drainageverliezen in realiteit eerder hoog.

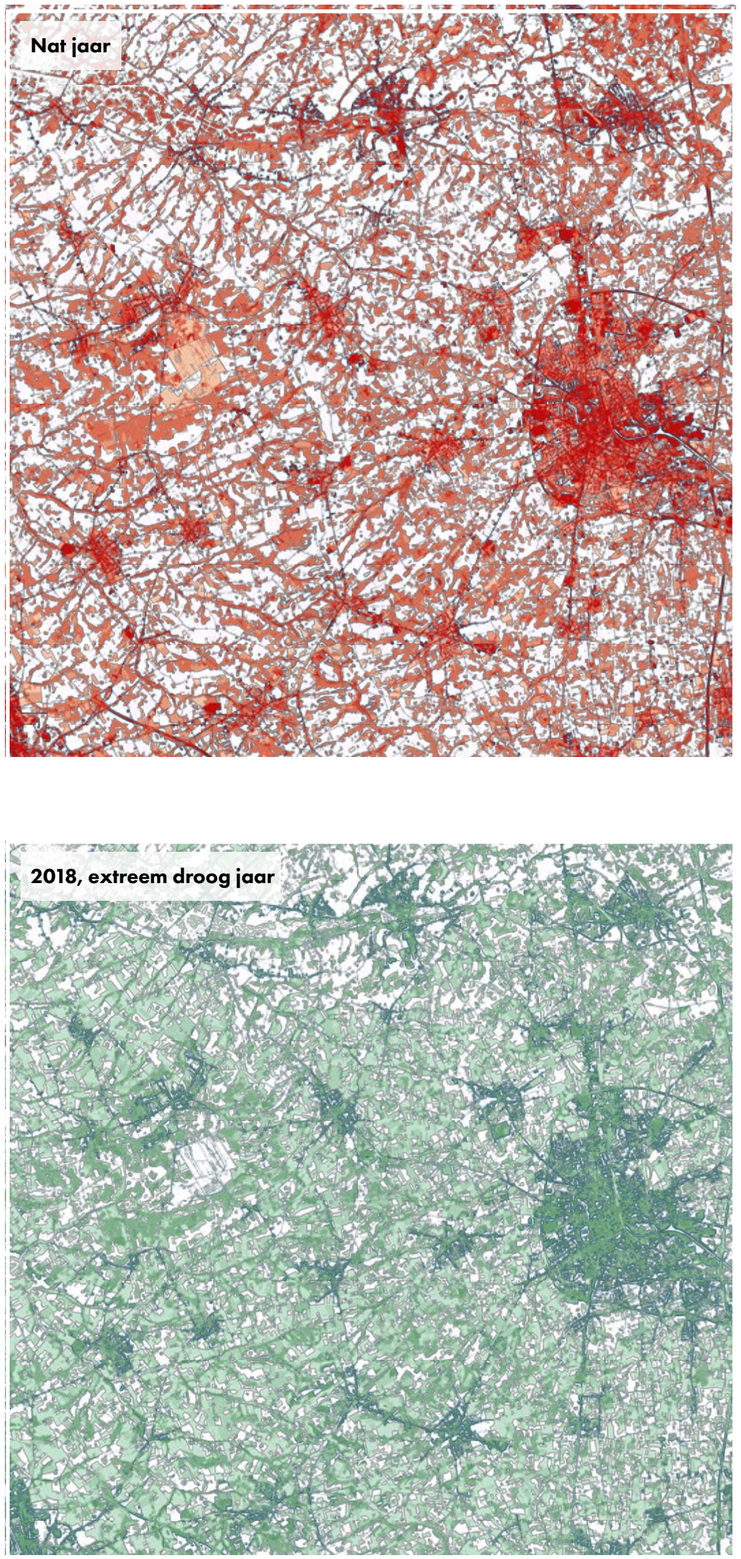
DRAINAGE – ACTUEEL WATERLEVEREND VERMOGEN

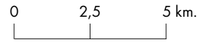


Het actueel waterleverend vermogen in het westelijk interfluvium is eerder beperkt. De stijle hellingen van de Heuvelrug en de getuigenheuvel in Hooglede omvatten geen waterleverend vermogen in de actuele situatie. Op de onderstaande snede wordt het hoogteprofiel weergegeven vanaf het boscomplex in Houthulst, via de heuvelrug tot aan de dorpskern van Staden. In de snede wordt het inzicht verworven dat de Heuvelrug een zeer stijle helling omvat en in combinatie met een zware leemgrond weinig tot geen waterleverend vermogen omvat. In het boscomplex zijn er ook veel verschillende drainagegrachten terug te vinden waarbij de rand van het boscomplex een hoger waterleverend vermogen omvat.

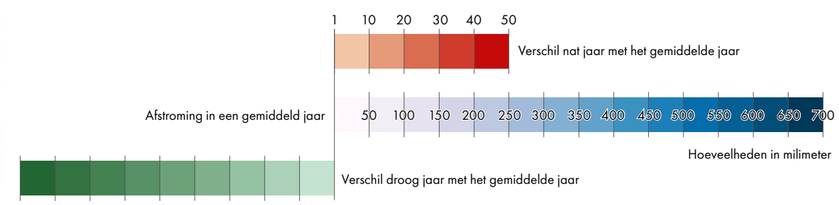
INFILTRATIE – TOTALE AFSTROMING



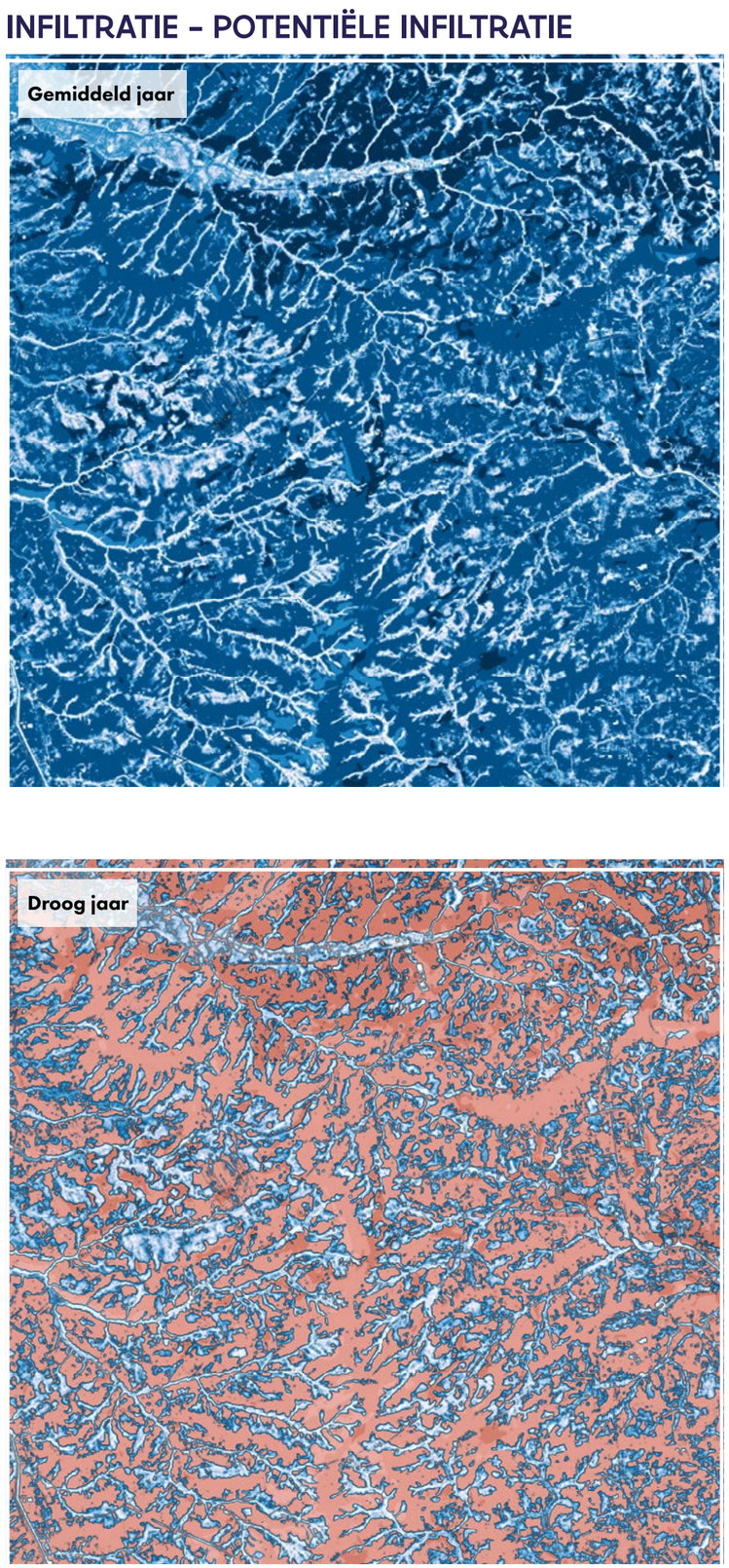




Hoewel men kan stellen dat er in het westelijk interfluvium verschillende steile hellingen voorkomen door de aanwezige heuvelruggen en getuigenheuvels zijn dit niet de locaties waar de meeste afstroming van neerslag voorkomt. Het is voornamelijk door het bodemgebruik waarbij de afstroming wordt veroorzaakt door verharding en op deze manier veel sneller de waterlopen zal bereiken. In dit model werd afstroming berekend op alle verharde oppervlakte en is hierbij rekening gehouden met opslag en verdamping. Alhoewel er verschillende verhardingstypes zijn zoals klinkers of doorlatend asfalt, werd in het model de kengetallen voor asfalt toegepast. Mede doordat de gegevens van de verschillende types van verharding op schaal van Vlaanderen ontbreken.

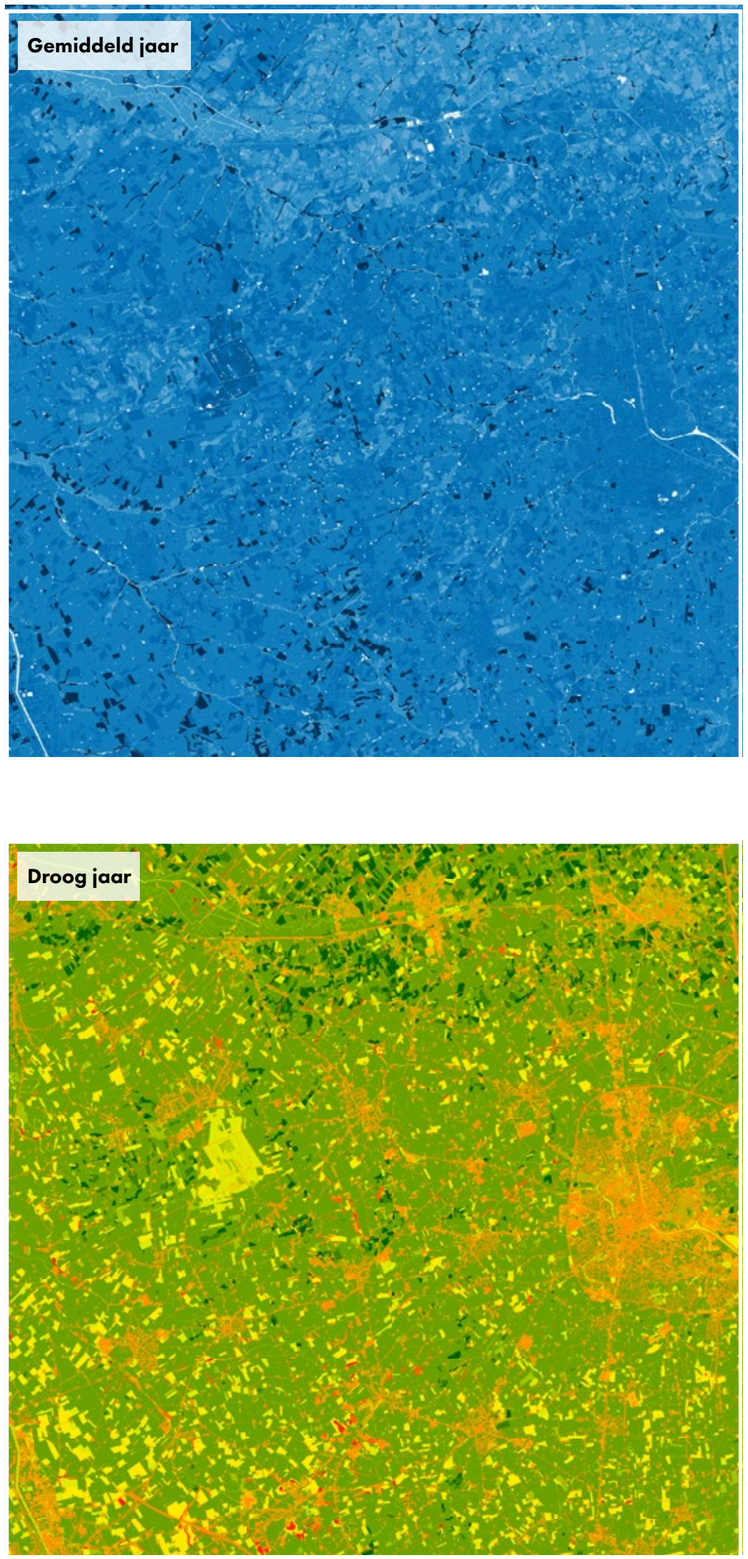


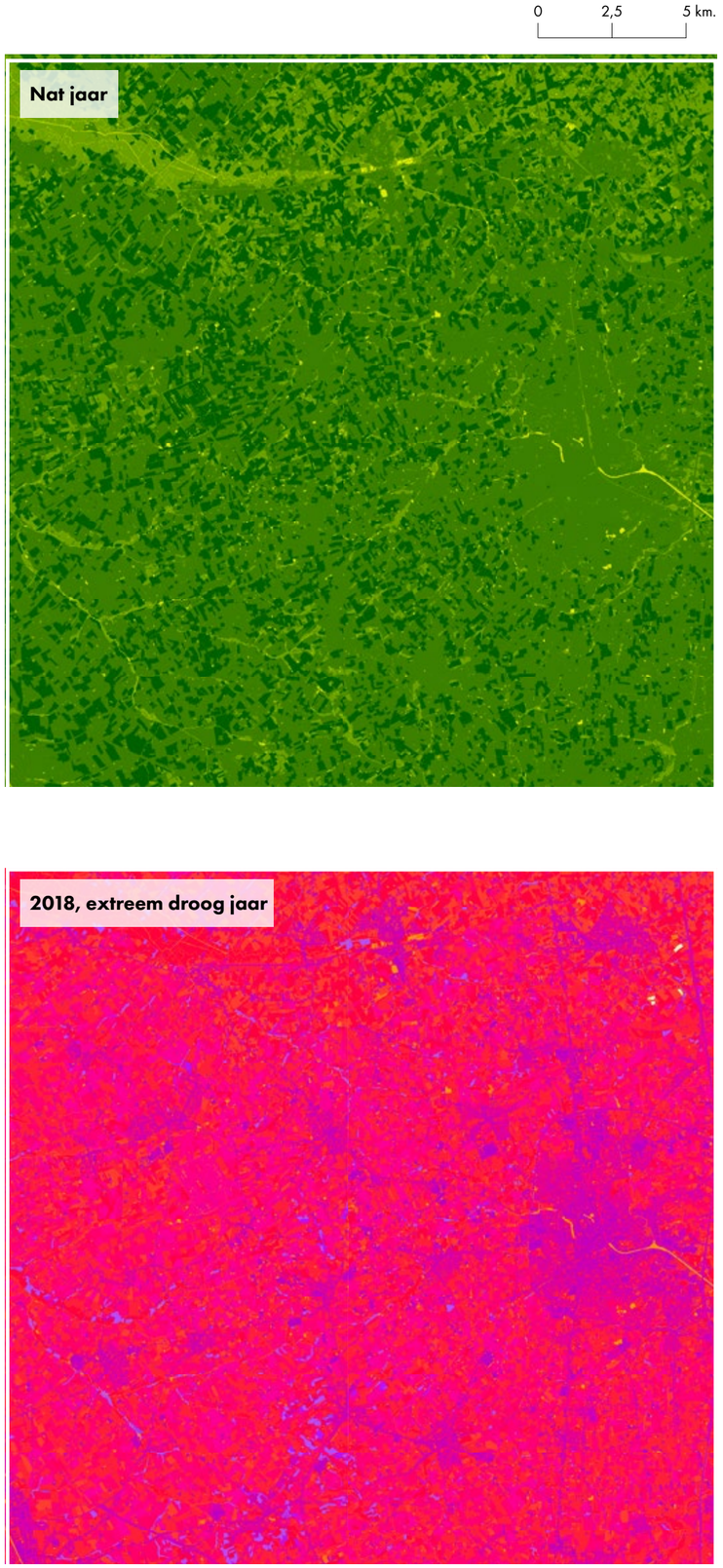
INFILTRATIE – POTENTIËLE INFILTRATIE



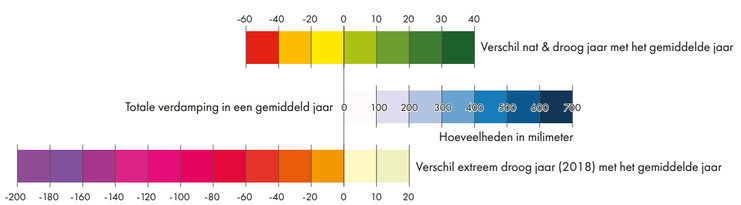
In de kaarten die de potentiële infiltratie tonen valt het op dat de hoger gelegen gebieden zoals de heuvelrug en de getuigenheuvels de meest potentiële gebieden zijn voor infiltratie.

INFILTRATIE – EVAPOTRANSPIRATIE

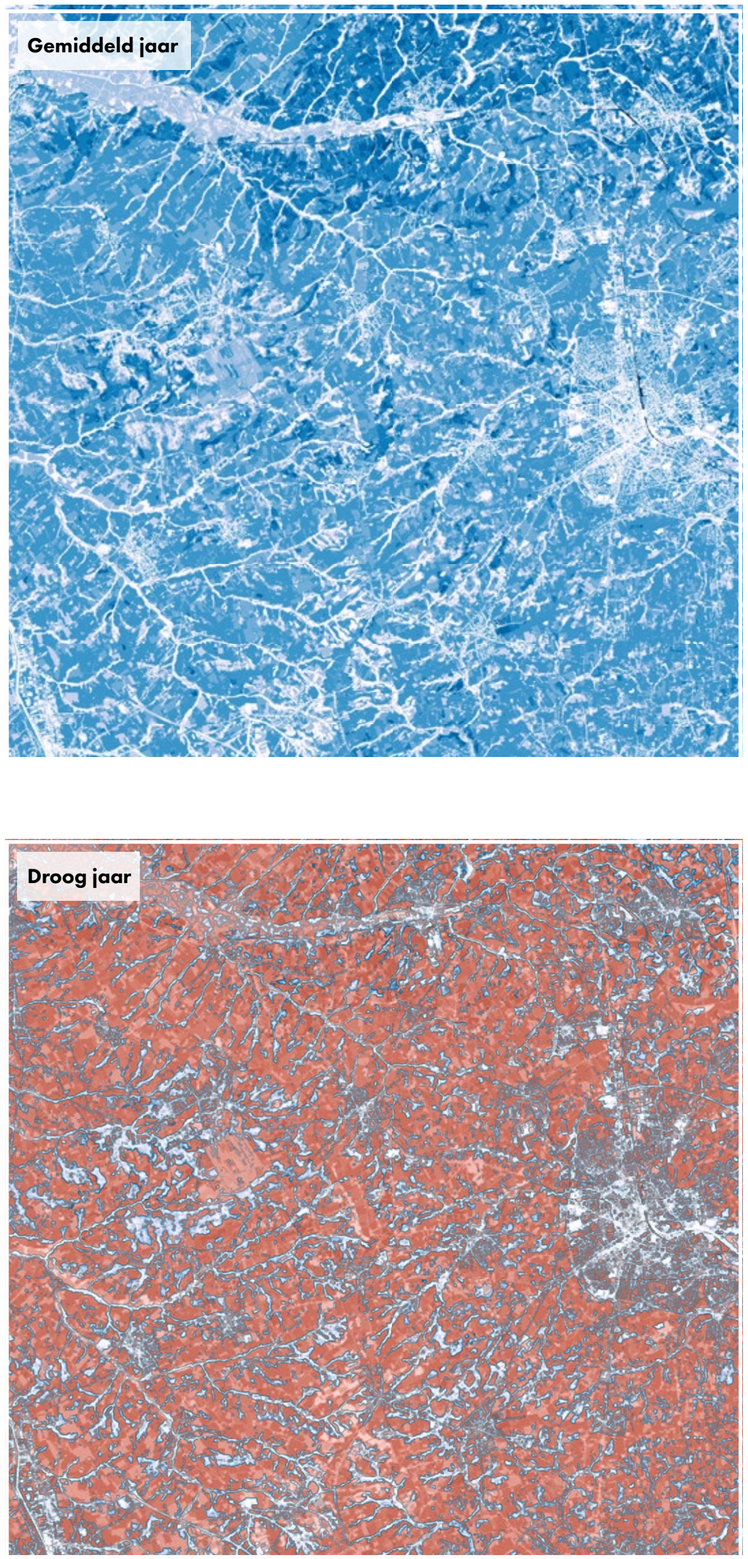


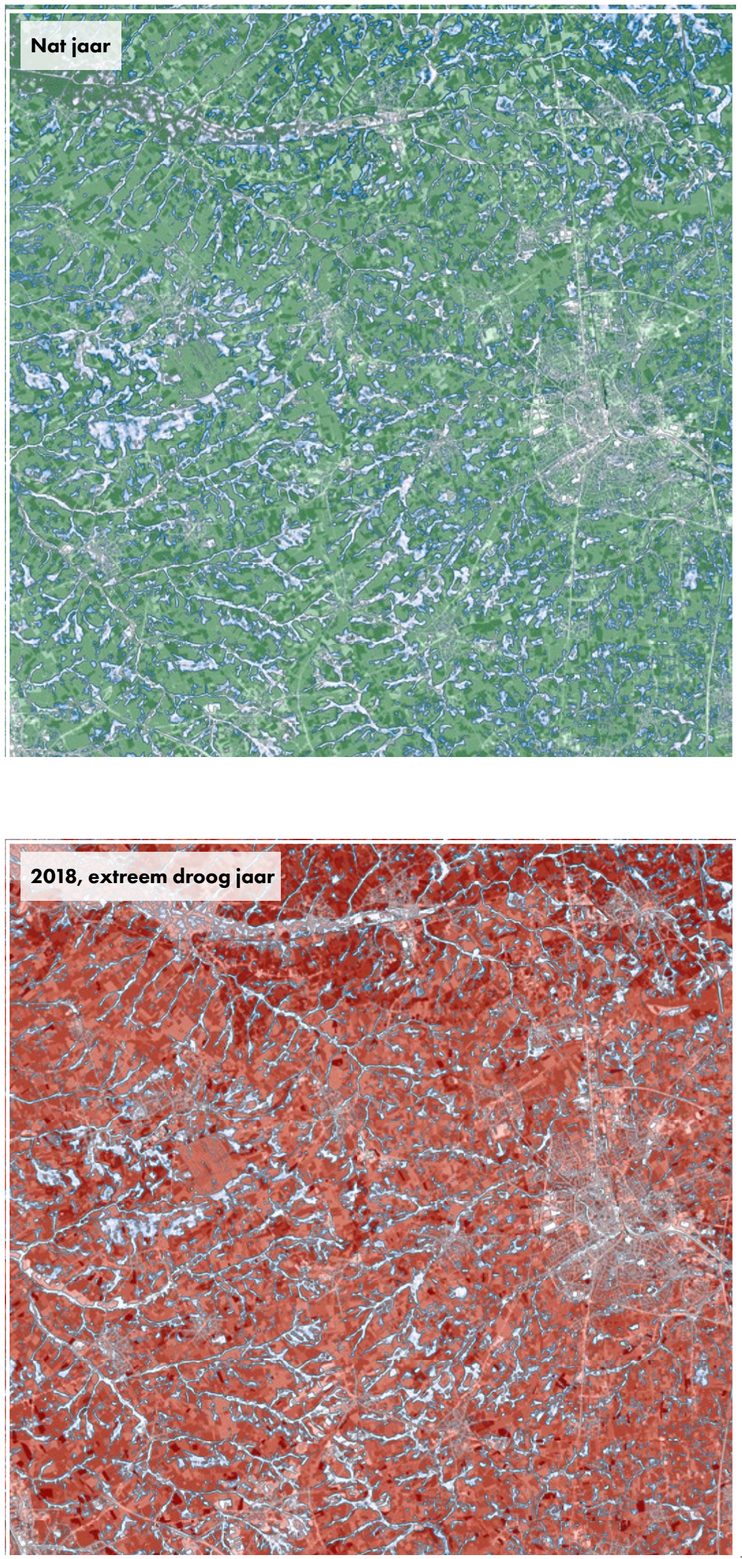


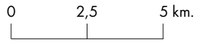
In de IJzervallei, ten noordwesten van het onderzoeksgebied zijn er opvallend lagere waardes evapotranspiratie terug te vinden dan in de andere zones van het onderzoeksgebied. Eveneens zijn de hoogste waardes van evapotranspiratie terug te vinden ter hoogte van het boscomplex in Houthulst. In de verschilkaarten kan er bij het scenario van een droog jaar het beste onderscheid gemaakt worden tussen verharde oppervlakten, landbouwgebieden en bosgebieden. In het onderzoeksgebied van het westelijk interfluvium ontstaat er een groot contrast met de bebouwde omgeving van Roeselare en de omliggende landbouwgebieden.

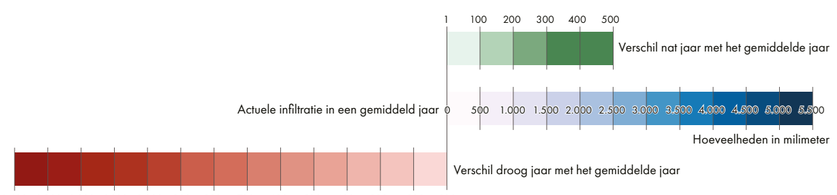


ACTUELE INFILTRATIE









De actuele infiltratiekaarten tonen de zones binnen het onderzoeksgebied waar momenteel het meeste hemelwater kan insijpelen in de bodem. De zone met de meeste actuele infiltratie bevindt zich in het noordelijk deel van het onderzoeksgebied in de tussenzones waarin kleine waterlopen samenlopen in de IJzervallei. De heuvelrug en de getuigenheuvels zijn moeilijk te herkennen op de verschilkaarten maar vormen een waterscheidingskam tussen de verschillende smalle valleigebieden.

CONCLUSIE

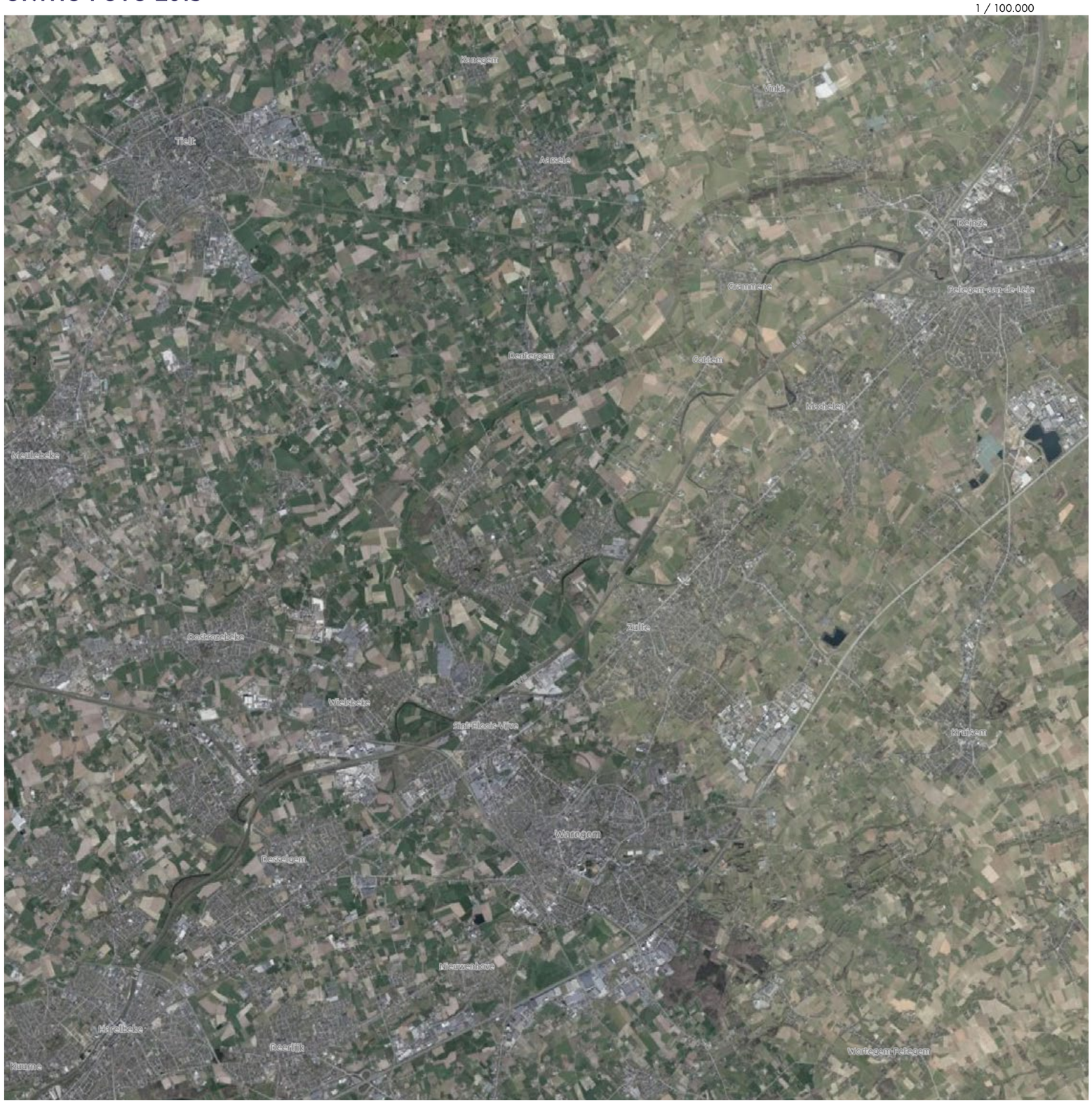
Er is een groot potentie aan waterhoudend vermogen in de grond. De onderzoeksvraag zal hier zijn waar men extra bufferbekkens kan inplaatsen.

Pleistocene riviervalleien

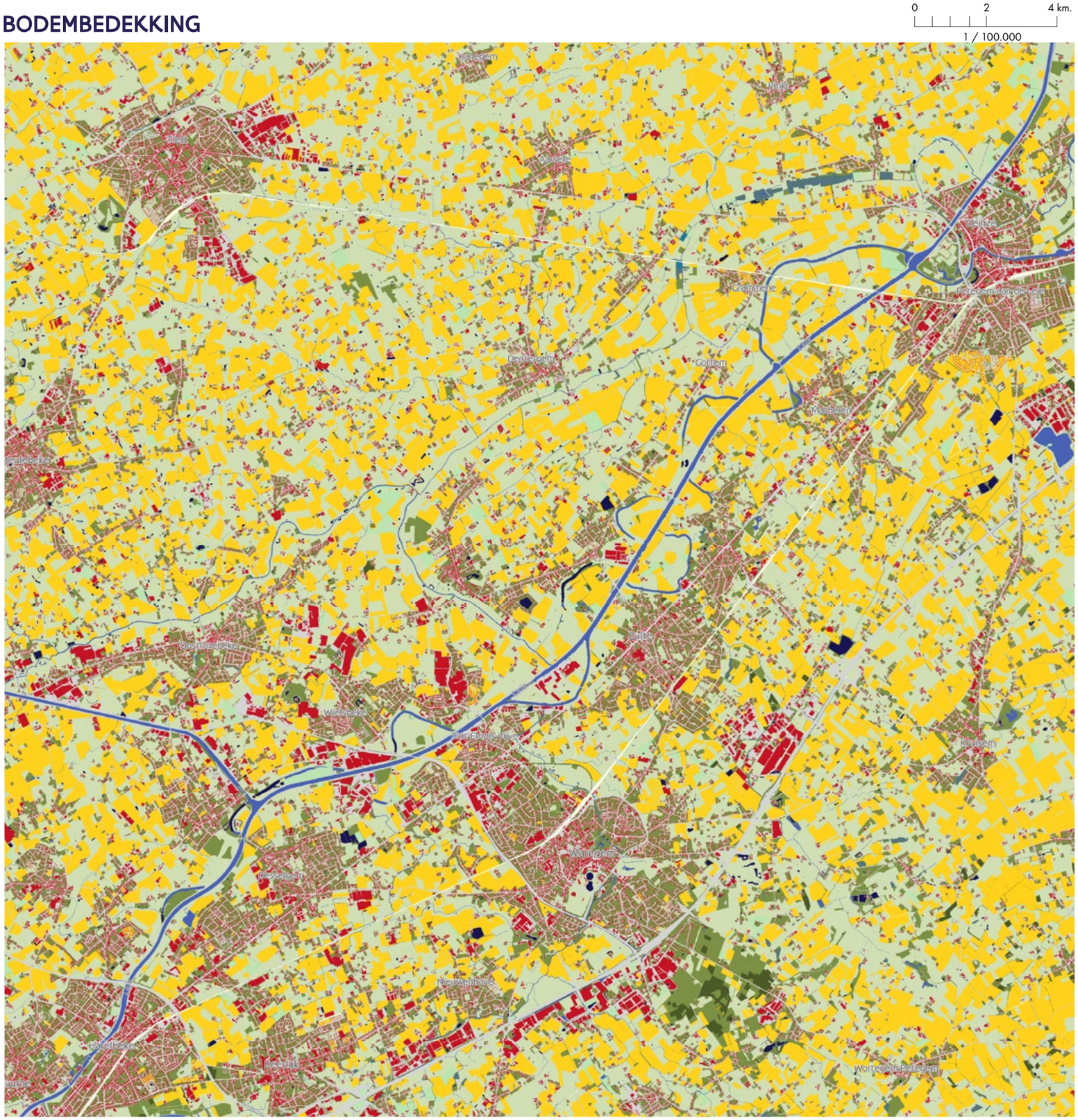
ORTHO FOTO 2015

0 2 4 km.

1 / 100.000



BODEMBEDEKKING

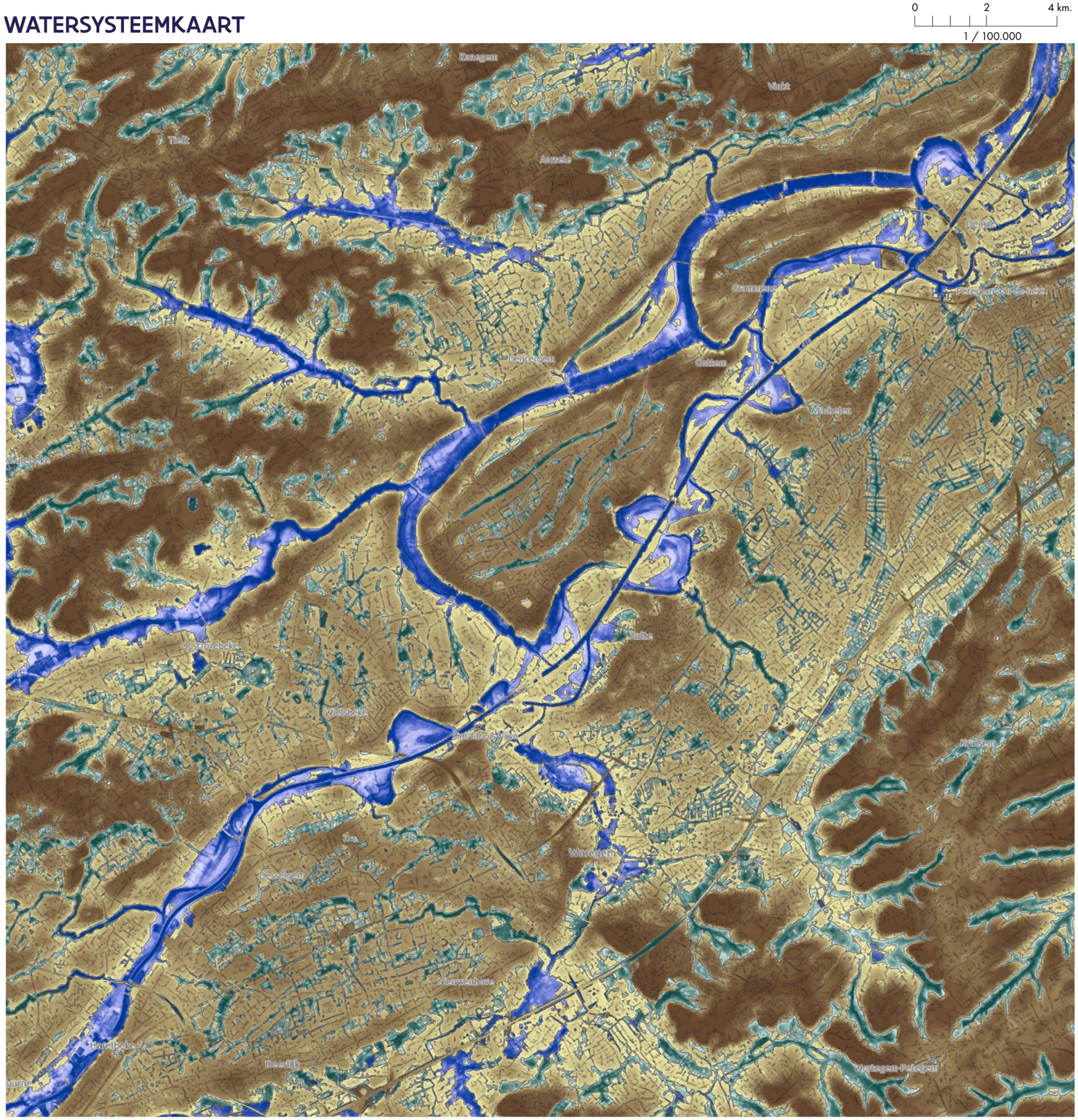


- Stilstaand water
- Zoet water
- Laag groen
- Naaldbos
- Loofbos
- Grasland
- Kale bodem / duinen
- Heide
- Landbouwpercelen
- Alluviaal bos
- Rietland
- Niet verharde wegen
- Gebouwen
- Verharde oppervlakte
- Moeras

FERRARIS

0 2 4 km.
1 / 100.000

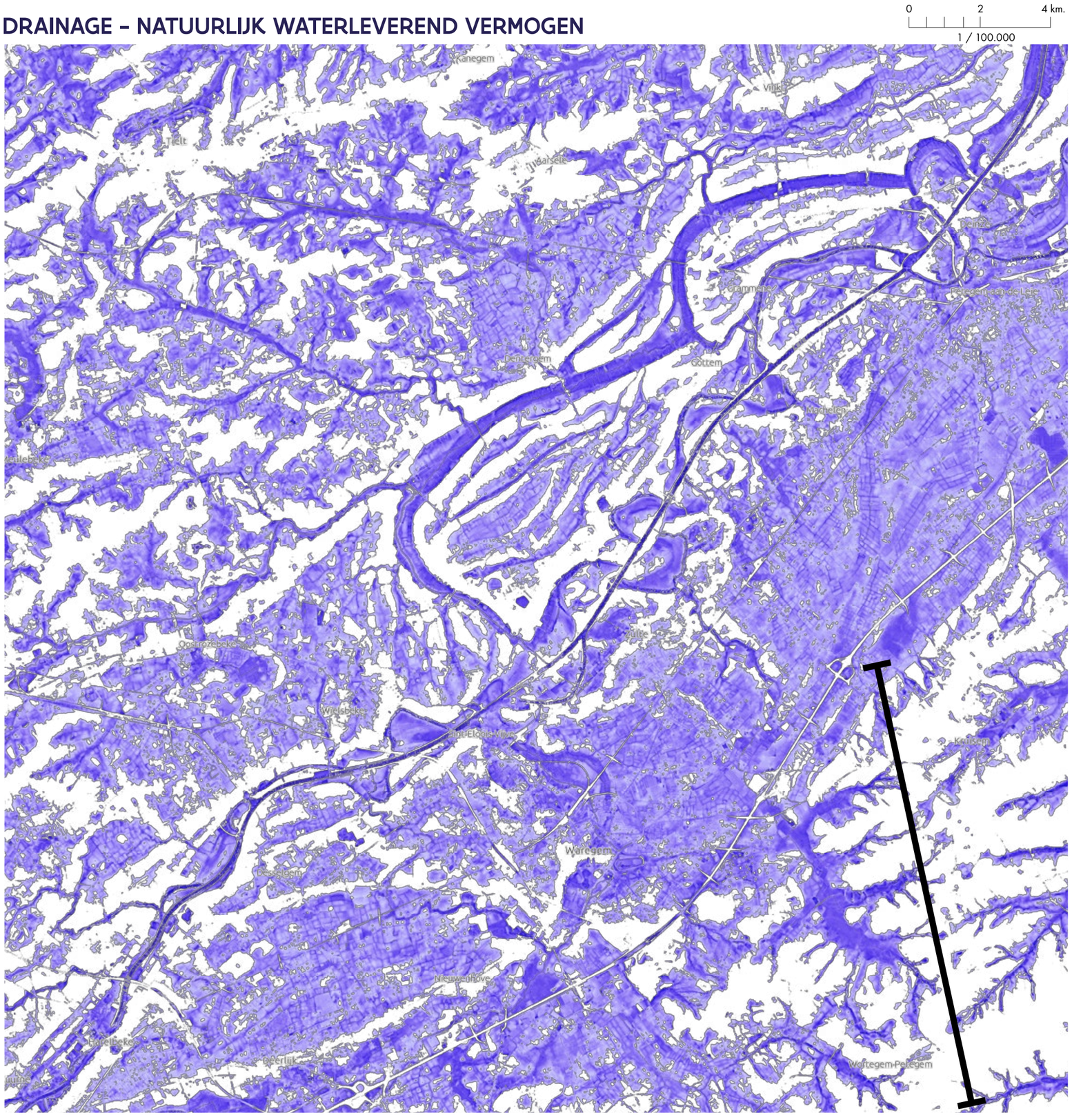
WATERSYSTEEMKAART



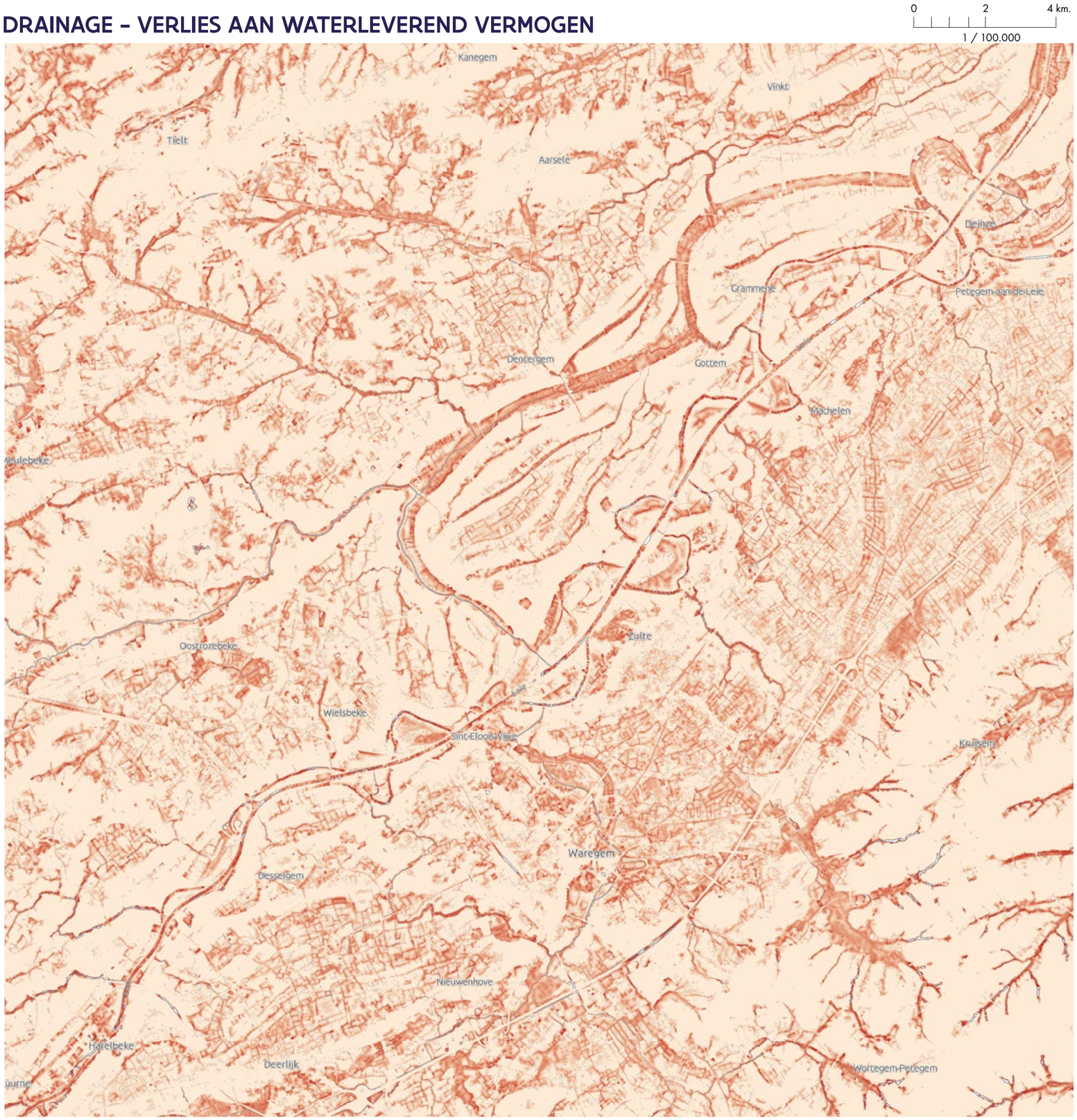
De zuidwest-noordoostelijke loop van de riviervallei en de daarbijhorende flankerende bebouwing schept weinig kansen voor infiltratie in de directe omgeving van de Leie. Potentievolle gebieden die geschikt zijn voor infiltratie bevinden zich buiten de riviervallei. Het zijn voornamelijk de hoger gelegen gebieden die zich in het zuidoostelijk (B') en noordwestelijk (A') deel van het onderzoeksgebied situeren. Opvallend is de zone tussen de Leiemeander t.h.v. Grammene en de huidige loop van de Leie. Deze zone kleurt in vergelijking met de twee potentiele gebieden minder bruin, wat wijst op een lager niveau van geschiktheid voor infiltratie. Dit hangt nauw samen met het redelijk vlak reliëf tussen de twee wateroppervlaktes waarbij het gebied meer onderhevig is aan kweldruk.

- Tijdelijk natte gebieden
- Permanent natte (kwel)gebieden
- Micro-depressies
- Gracht
- Permanent droge gebieden - geschiktheid infiltratie

DRAINAGE – NATUURLIJK WATERLEVEREND VERMOGEN

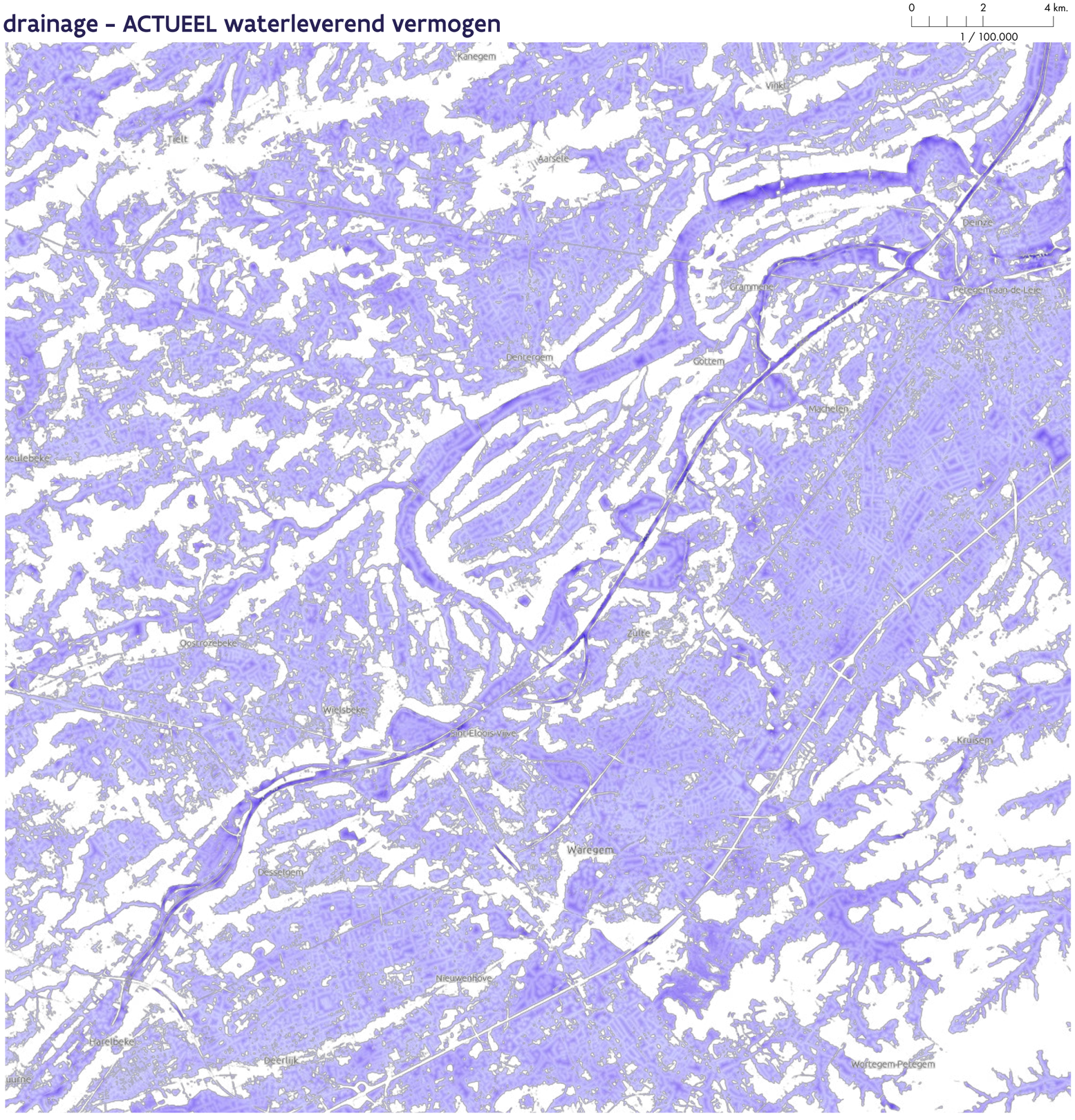

0
2
4 km.
1 / 100.000
Kanegem
Vlierzele
Tiegem
Ooike
Tielt
Ijzelstelle
Grammene
Heestert
Herlegem-aan-de-Leie
Deinze
Petegem-aan-de-Leie
Deinze
Deinze
Deinzerbrug
Deinze
Deinze
Deinze

DRAINAGE – VERLIES AAN WATERLEVEREND VERMOGEN



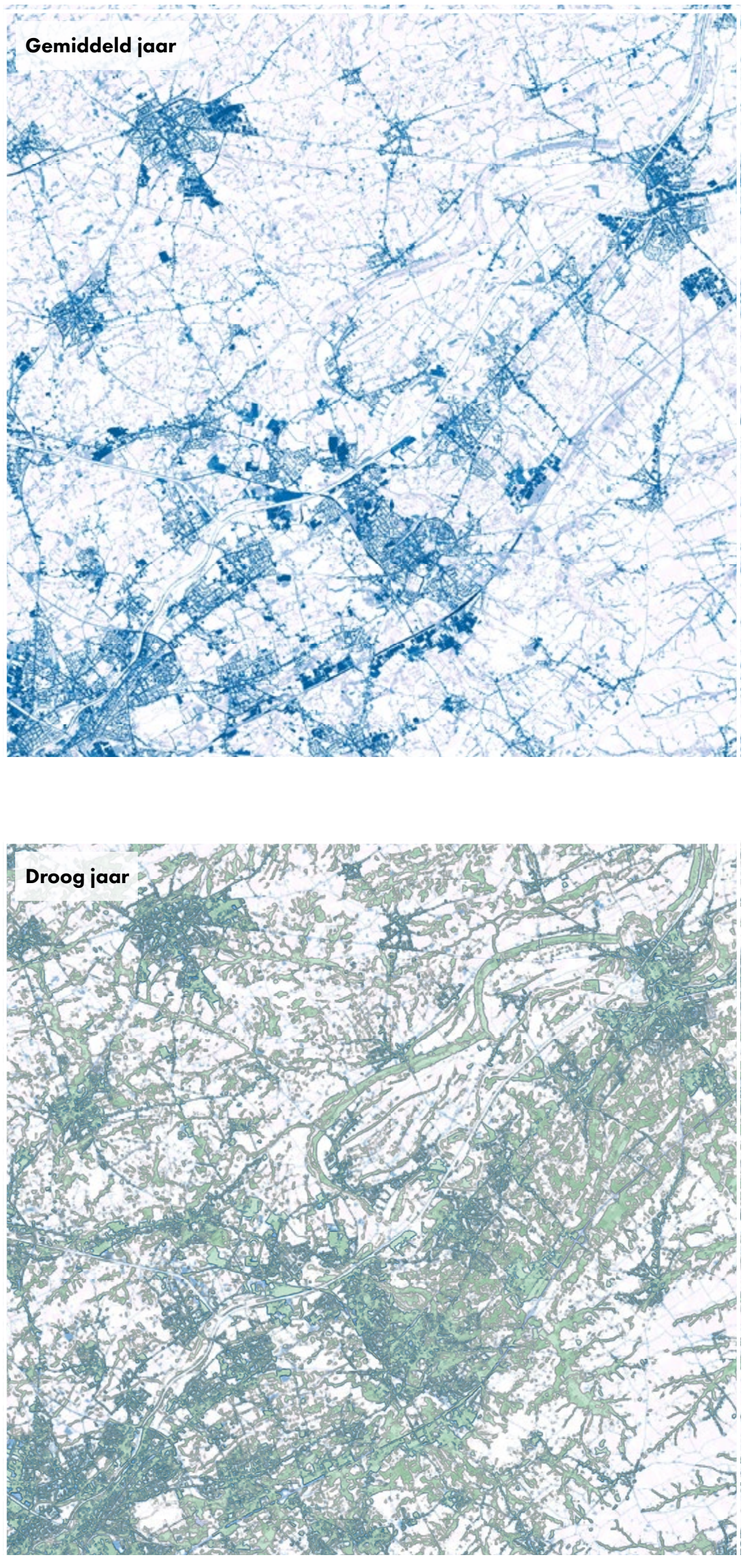
In de kaart over het verlies aan waterleverend vermogen in het onderzoeksgebied van de pleistocene riviervalleien zijn voornamelijk de grachten in het landbouwgebied ten oosten van de Leie zeer zichtbaar. De grachten vormen in deze zone een grote drainerende cluster in tegenstelling tot het reliëfverschil in het zuidoostelijk gebied.

drainage - ACTUEEL waterleverend vermogen



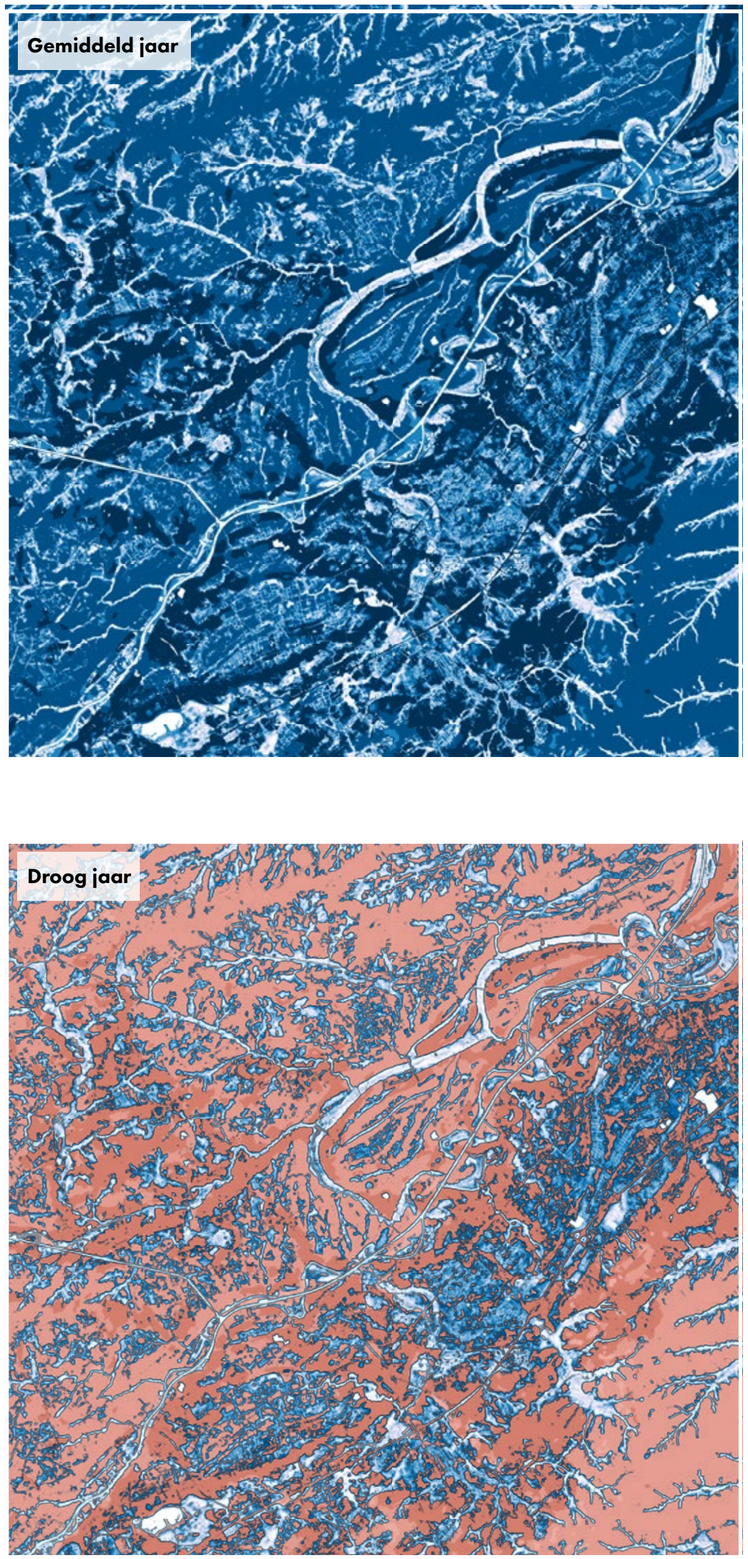
De kaart van het actueel waterleverend vermogen definieert vier specifieke deelgebieden. Startend vanaf het noordwesten zijn er verschillende kleinschalige reliëfverschillen waardoor er verspreidde gebieden zijn waterlevering en geen waterlevering, vervolgens gaat het landschap over tot de vallei van de Leie. Na de vallei is er een vlakke depressie waar er de meeste hoeveelheden van waterleverend vermogen geclusterd voorkomen. Ten slotte is er in het zuidoosten een hoog reliëfverschil waarneembaar met een zeer beperkt waterleverend vermogen.

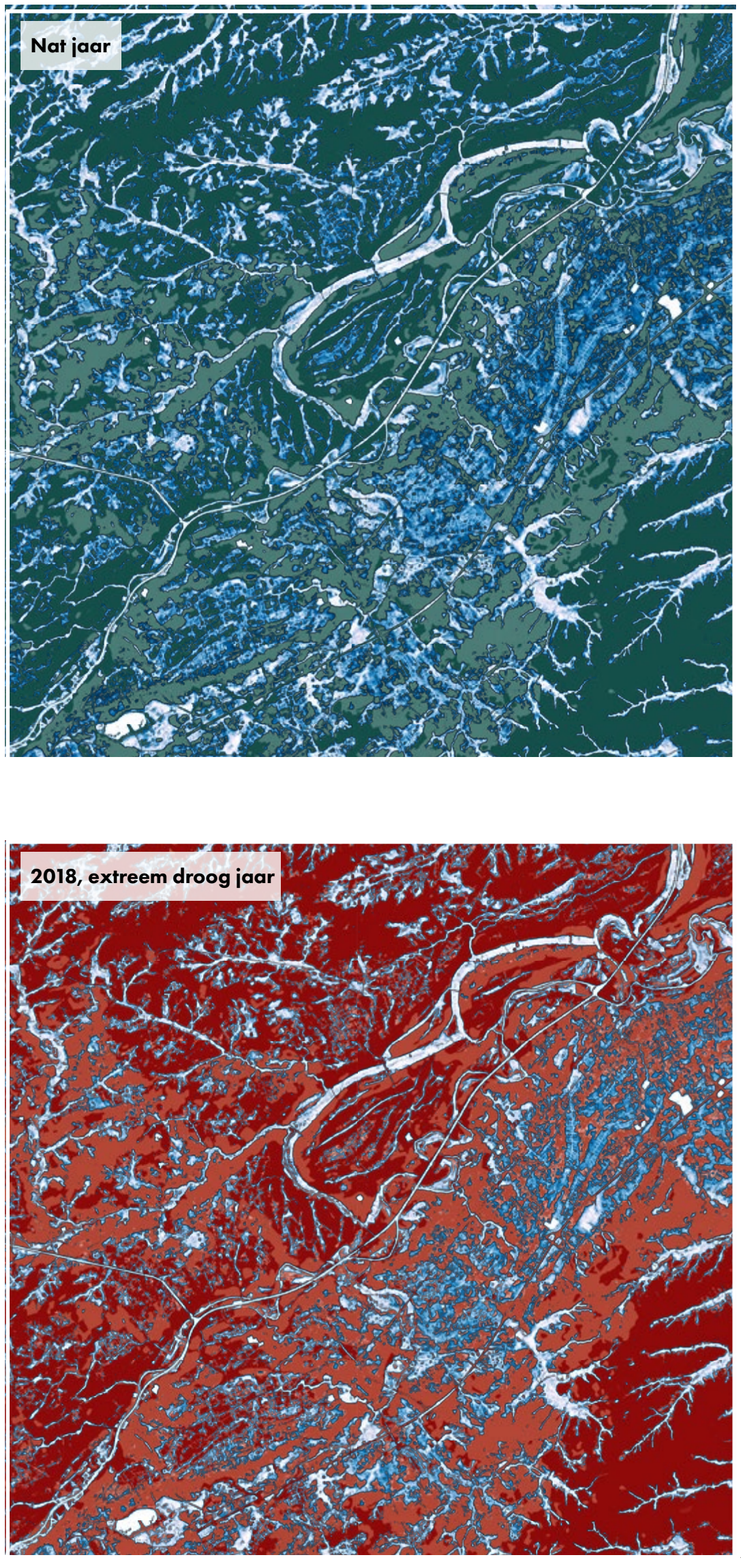
INFILTRATIE – TOTALE AFSTROMING

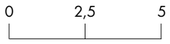


De urbane gebieden samen met de connecterende lijninfrastructuren komen het sterkst naar voren in de afstromingskaarten. In de verschilkaarten komt het vlak gebied ten oosten van de Leie meer naar voor, waarbij het in een droog jaar minder water afstroomt en bij een nat jaar meer afstroomt. We kunnen hieruit vaststellen dat dit gebied zich het best reguleert in een gemiddeld jaar.

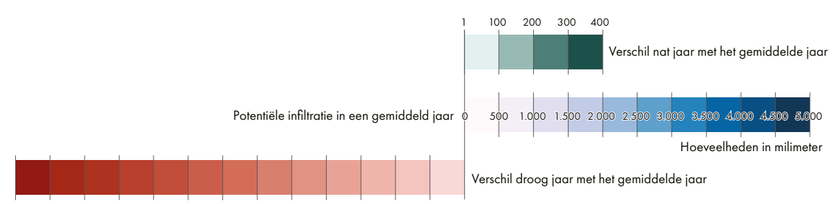
INFILTRATIE – POTENTIËLE INFILTRATIE



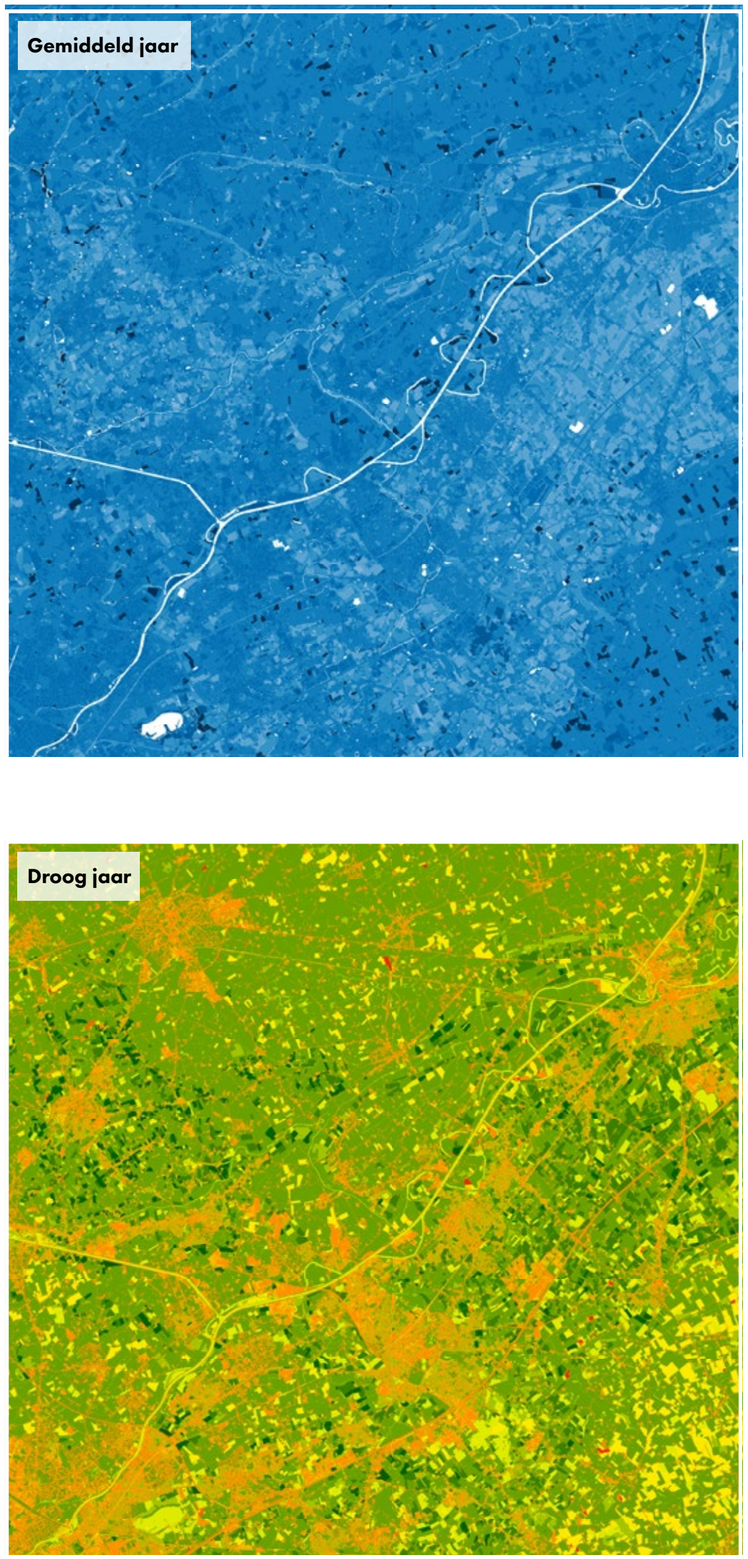




Inzake de potentiële infiltratie bieden de hoger gelegen gebieden de hoogste capaciteit in functie van infiltratievolumes. Deze gebieden situeren zich ten oosten en ten ten westen van de Leievallei.

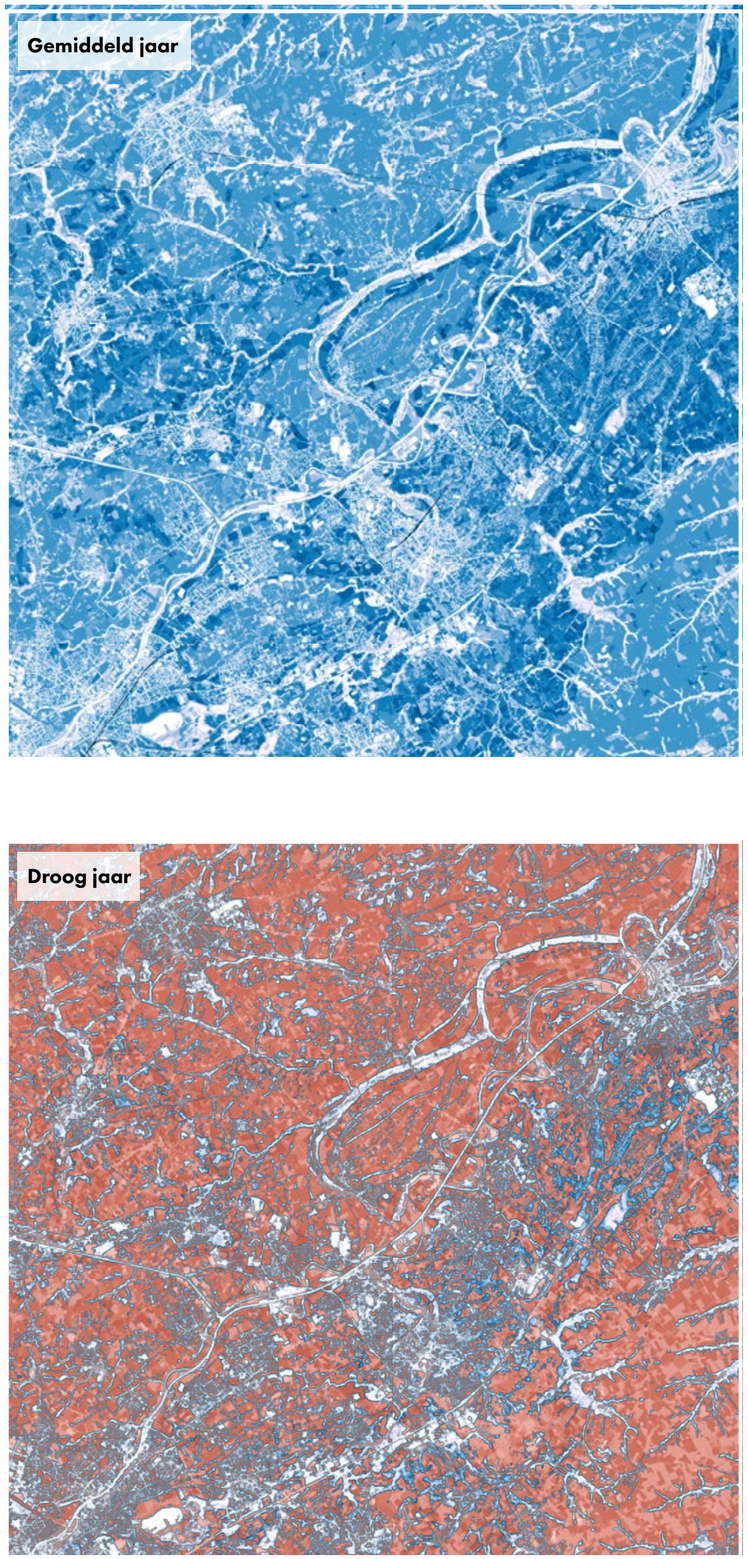


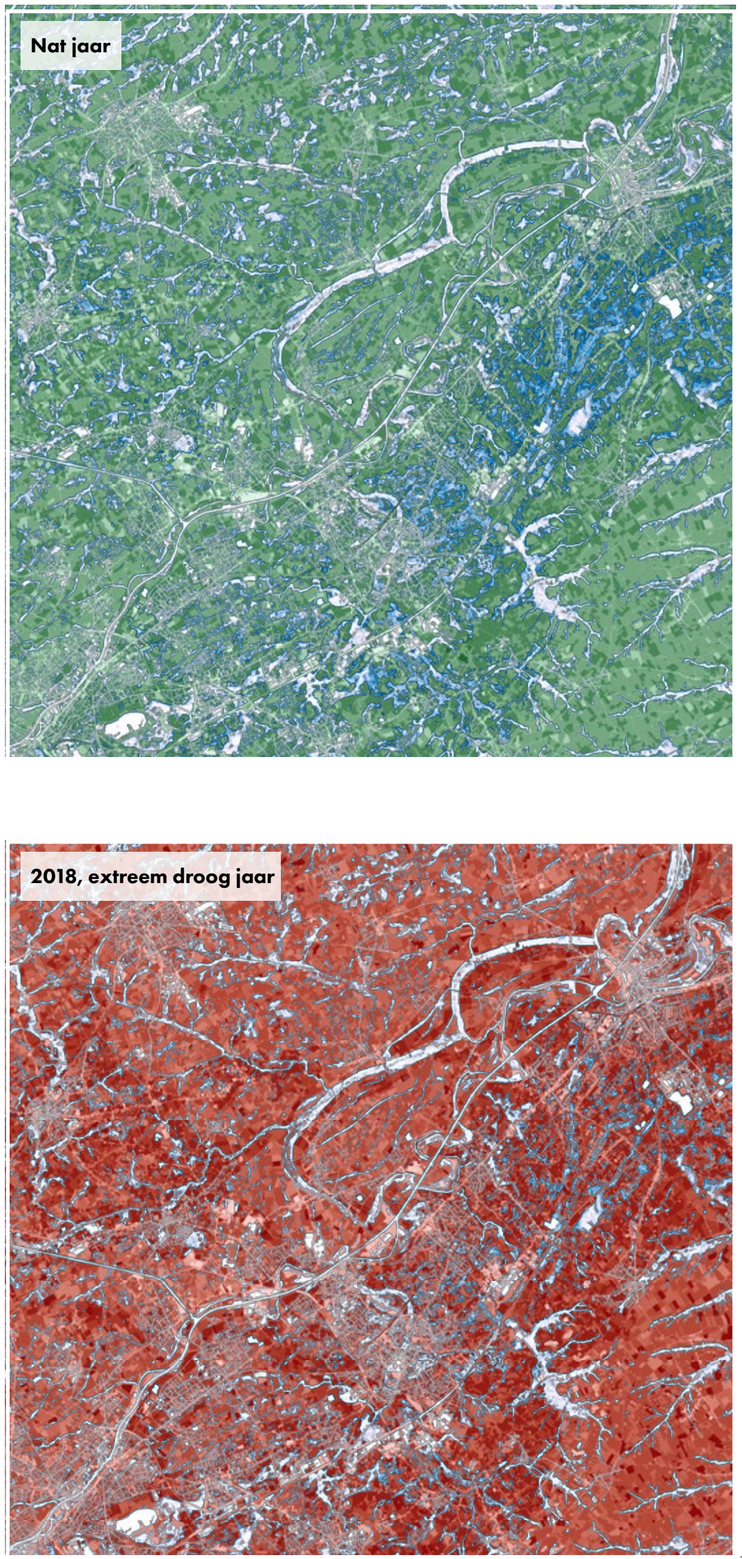
INFILTRATIE – EVAPOTRANSPIRATIE

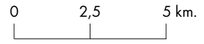


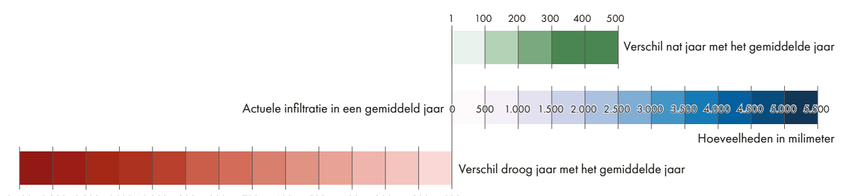
Omtrent de verliezen door verdamping is dit in het onderzoeksgebied redelijk beperkt. Hogere waardes komen sporadisch voor op aparte percelen, waardoor er geen grote verdampingclusters worden waargenomen.

ACTUELE INFILTRATIE









De actuele infiltratie in de pleistocene riviervalleien gebeurt voornamelijk op de randen van de valleigebieden, waar het hemelwater gestaag kan infiltreren zonder hevige invloeden van afstromingen.

CONCLUSIE

- Vernatten en moerasvorming meersen (ref. donkmeer)
- Gebiedsgerichte samenwerkingen met de scheepvaart