

H+N+
S+ +

Witteveen + Bos

HET WATERSYSTEEM IN BALANS

VERKENNING TOEKOMSTPERSPECTIEF
ACHTERHOEK & LIEMERS

SPOOR 1

Oude IJsselstreek

HET WATERSYSTEEM IN BALANS

Verkenning toekomstperspectief Achterhoek & Liemers – spoor 1

juni 2023



Fig. 1 Partners aanpak droogte Achterhoek

INHOUD

VOORWOORD	4	6. CONCLUSIES EN HANDELINGSPERSPECTIEF	74
		6.1 beoordeling effecten van de beide maatregelen-pakketten	74
SAMENVATTING	6	6.2 Winterswijk als gebiedsspecifieke uitwerking	78
		6.3 integrale planning als methode om de juiste balans te bepalen	82
1. INLEIDING	10	6.4 bouwsteen water; 2 waterkaarten voor de Achterhoek & Liemers	84
1.1 waarom deze verkenning	10	6.5 opdeling in 17 planningseenheden	88
2. DE OPGAVE	12	6.6 vervolg planproces	90
2.1 waarom is 'niets doen' geen optie	12		
2.2 zijn huidige ingrepen niet voldoende?	22	BIJLAGEN	92
2.3 hoe groot is de opgave?	24	Bijlage 1: maatregelen nader beschouwd	92
3. VERKENNING SPEELVELD	28	Bijlage 2: effecten op lokaal niveau	102
3.1 twee denklijnen, één opgave	28	Bijlage 3: gebiedsspecifieke aanpassing van maatregelen	116
3.2 verkenning mogelijke maatregelen	30		
3.3 maatregelen per watersysteemtype	32	BRONNEN	118
3.4 maatregelen nader beschouwd	34		
4. EFFECT DENKLIJNEN OP GRONDWATER	38		
4.1 hoe ver komen we richting de opgave?	38		
5. EFFECT DENKLIJNEN OP LANDGEBRUIK	46		
5.1 huidig landgebruik	46		
5.2 droogtemaatregelen in relatie tot natuur	48		
5.3 droogtemaatregelen in relatie tot stedelijk gebied	54		
5.4 droogtemaatregelen in relatie tot agrarisch gebied	58		
5.5 droogtemaatregelen in relatie tot piekberging	70		
5.6 verandering beekafvoeren en verdamping	72		

VOORWOORD

Wij zijn als gezamenlijke gebiedspartners in 2019 gestart met de Aanpak Droogte Achterhoek, vanuit het besef dat we elkaar nodig hebben om de gevolgen van de weersextremen, en met name de droogte van de afgelopen jaren, het hoofd te bieden. Vanuit deze aanpak voeren we samen met grondeigenaren no-regret maatregelen uit en op een enkele plek experimenteren we met verdergaande maatregelen, zoals in de landgoederenzone Baakse Beek. De aard en omvang van de opgave hebben we al eerder met elkaar vastgesteld. Een gezamenlijk beeld van het handelingsperspectief ontbrak nog.

In de bestuursovereenkomst Aanpak Droogte Achterhoek van februari 2022 hebben wij als speerpunt opgenomen om dit handelingsperspectief voor de lange termijn uit te werken. De gemeenten in de Liemers hebben zich aangesloten bij dit initiatief. Voor u ligt het resultaat van de gezamenlijk inspanning. Los van de inhoud van dit resultaat zijn we trots op de manier hoe dit tot stand is gekomen: een gezamenlijke inspanning en zoektocht waarin we vanuit ‘joint fact finding’ tot een gezamenlijk beeld zijn gekomen.

Uit de analyses blijkt dat er handelingsperspectief is, maar ook dat droogte maatregelen impactvol zijn en niet een op een door te voeren. Niets doen blijkt echter geen optie: natuur, landbouw, cultuurhistorie, landschap en woonomgeving ondervinden steeds meer schade door weersextremen als we geen werk maken van een betere balans tussen te droog en te nat. De analyses geven zicht op de hoeken van het speelveld, een stevig onderbouwde indicatie van de bandbreedte van de kosten en de consequenties voor het huidige ruimtegebruik. Nieuwe klimaatscenario's maken andere afwegingen wellicht noodzakelijk. Het zijn denklijnen die nadrukkelijk dienen ter inspiratie. Het is zeker geen eindplaatje of doel op zich, maar een belangrijke bouwsteen.

Juist omdat de lange termijn aanpak ook consequenties heeft op het toekomstig ruimte- en grondgebruik kunnen we een succesvolle aanpak voor droogte alleen in samenhang met andere opgaven en transitie vormen. In deelgebieden moeten we zelf deze

puzzel met elkaar gaan leggen. Dat bepaalt de kans van slagen. Uit gebiedsprocessen, zoals in Winterswijk, volgen keuzes over ambitieniveau en investeringen.

Naast de lange termijn uitvoering biedt het handelingsperspectief richting voor ons (ruimtelijk) beleid in de Achterhoek en Liemers en het voortzetten en versterken van de no-regret maatregelen.

Onze oproep is om kennis te nemen van deze inzichten en er binnen de eigen organisatie, binnen de eigen mogelijkheden, werk van te maken en de leefbaarheid of toekomst van ons gebied te beschermen. Dit vanuit het besef dat geen van de partners het alleen kan!

Bestuurlijk aanjagers Aanpak Droogte Achterhoek:

Peter van 't Hoog
Gedeputeerde Provincie
Gelderland

Joost van Oostrum
Burgemeester gemeente
Berkelland en vz Achterhoek+

Hein Pieper
Dijkgraaf Waterschap
Rijn en IJssel



Fig. 2 Droge bodem (bron: WRIJ)

SAMENVATTING

OPGAVE: MET ORDEGROOTTE 100 MM EXTRA WATERVOORRAAD KRIJGEN WE HET SYSTEEM WEER IN BALANS

Om de wateroverlast te beteugelen is het landschap van Achterhoek en Liemers de afgelopen eeuwen steeds verder ontwaterd. Ergens tussen 1960 en 2000 zijn we echter door de 'balanslijn' wateroverlast en -tekort geschoten, waardoor we in een situatie terecht zijn gekomen met toenemende droogteschade. Als we niets doen zal de schade door droogte voor o.a. landbouw, natuur, landschap en cultuurhistorie toenemen. Alleen al voor landbouw is de schade voor een extreem droog jaar als 2018 berekend op meer dan 200 miljoen Euro. Door klimaatverandering gaan extreem droge jaren vaker voorkomen. Dit inzicht, opgeteld bij aanpassingen van de droogleggingsnormen in het recente verleden en de intensivering van het grondgebruik, leidt tot het besef dat het watersysteem steeds meer uit balans raakt. Om deze neergaande trend om te buigen en te kunnen anticiperen op de effecten van klimaatverandering, is het noodzakelijk de omvang van de wateropgave vast te stellen en daarvoor een passend maatregelenpakket te ontwikkelen. Uit eerdere verkenningen voor de Achterhoek en Liemers kwam naar voren dat de opgave voor droogte circa 100 mm extra water vasthouden betekent. Deze verkenning richt zich op de vraag of en met welke maatregelen deze opgave aangepakt kan worden en welke effecten daar het gevolg van zijn.

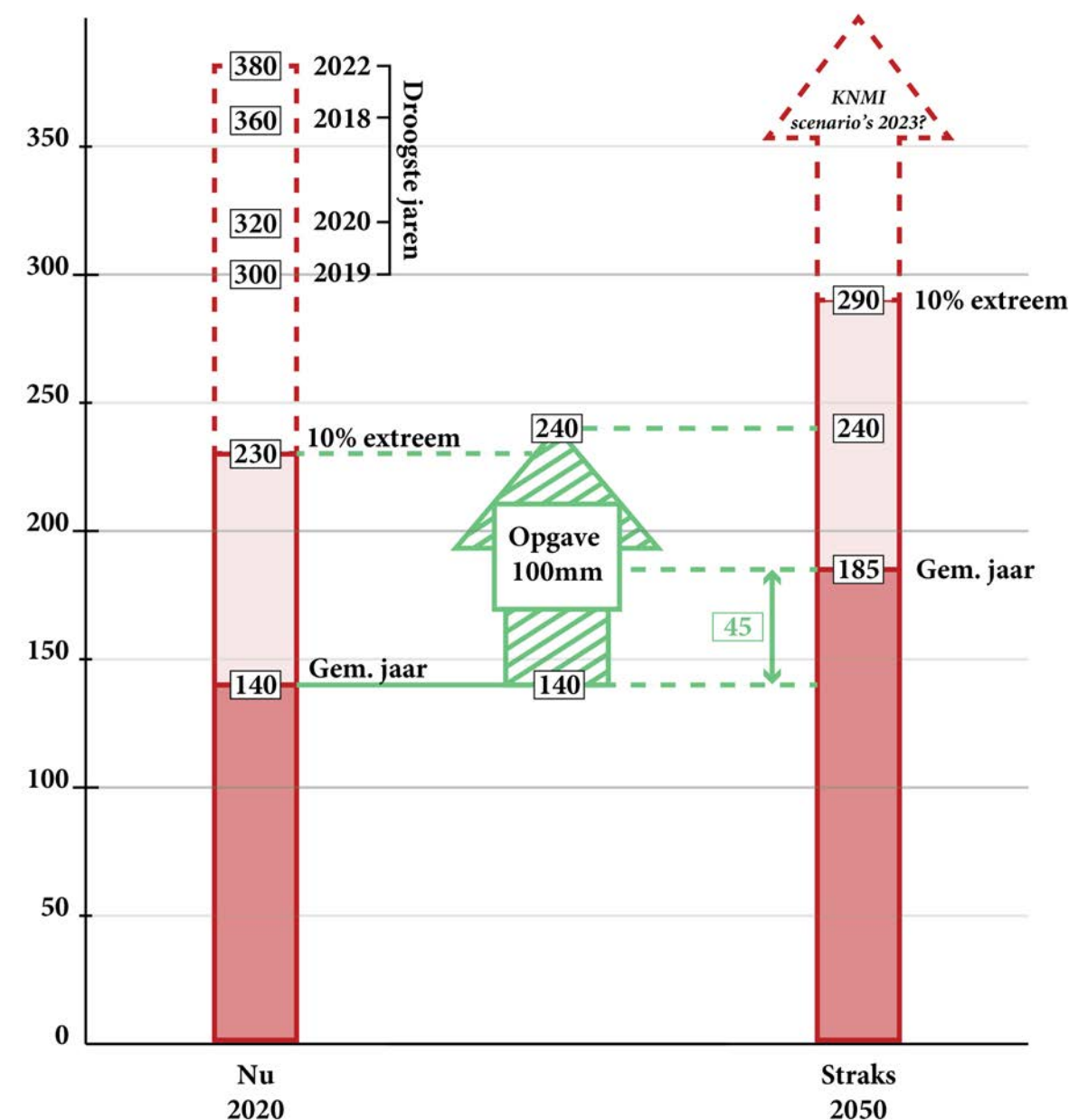
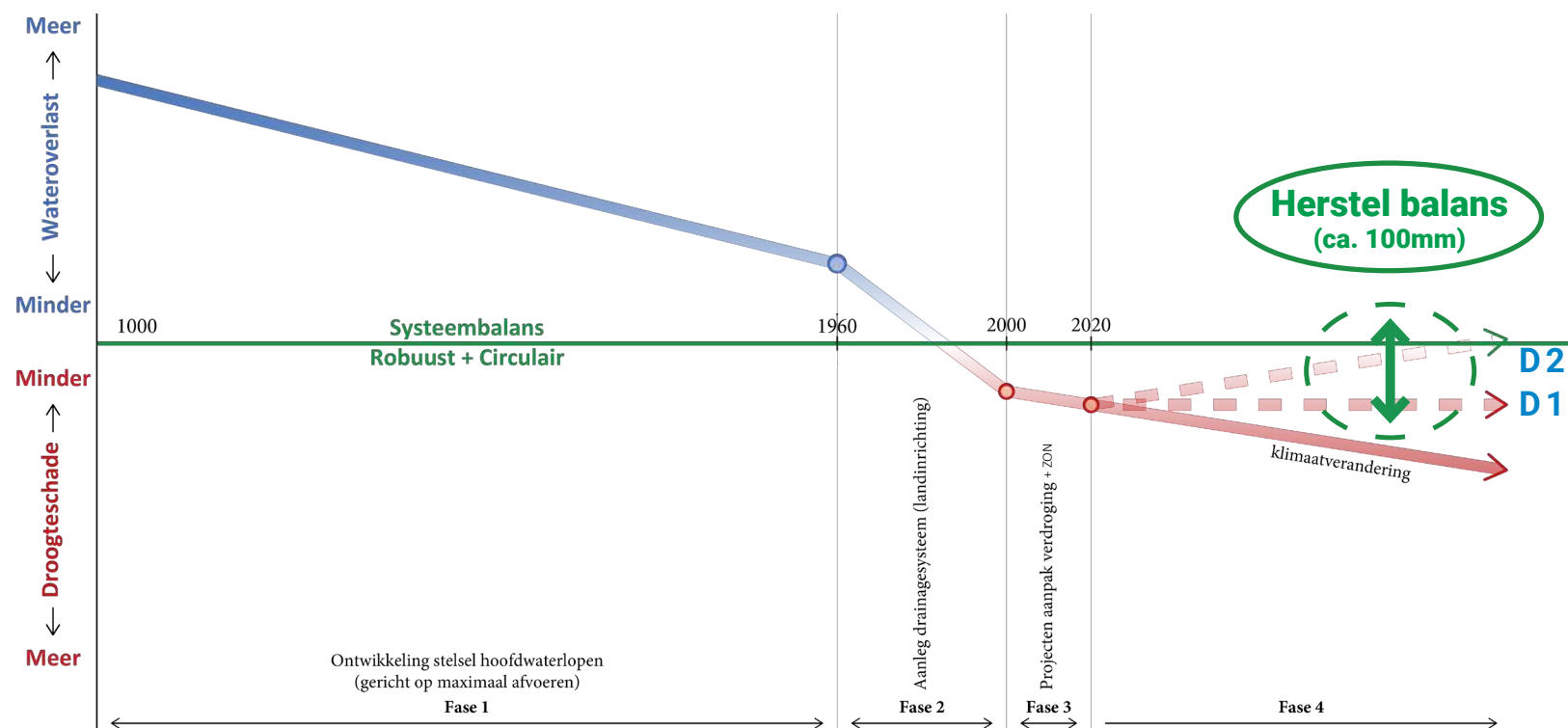


Fig. 3 Links: tijdslijn van het watersysteem (zoekrichting: het watersysteem in balans), rechts: neerslagtekort in NL (gebaseerd op WH scenario's - KNMI, 2014)

TWEE DENKLIJNEN WAARLANGS EEN MAATREGELENPAKKET ONTWIKKELD KAN WORDEN

Om een concreet toekomstperspectief te kunnen schetsen zijn er maatregelen pakketten ontwikkeld uitgaande van 2 denklijnen; pakket 1 start vanuit de huidige grondgebruikseisen en brengt in beeld wat dan de maximale watervoorraad is die aan het watersysteem kan worden toegevoegd en pakket 2 zet in op het maximaal benutten van kansen en mogelijkheden in het water-bodemsysteem, waardoor lokaal aanpassingen in het huidig grondgebruik noodzakelijk zullen zijn. De effecten van de twee denklijnen zijn samengevat in twee schema's (figuur 4). Het maatregelenpakket van denklijn 1 lijkt de opgave van 100 mm niet te kunnen bedienen en de consequenties van de concrete realisatie van denklijn 2 lijken op voorhand nogal fors. De beide

denklijnen samen geven echter op het schaalniveau van de gehele Achterhoek en Liemers wel een goed inzicht in de bandbreedte van het speelveld waarbinnen de oplossingen voor de droogte problematiek gevonden kunnen worden. Het optimale maatregelenpakket moet op een concreter schaalniveau, 'gebiedsspecifiek' worden uitgewerkt. De pilotuitwerking Winterswijk illustreert het perspectief van deze volgende stap in het planproces.

Denklijn 1

Extra watervoorraad:	Gemiddeld 50mm (lokaal > 100mm)
Natte natuur	van: 9.000 ha natte natuur 3.000 ha kansrijk naar: 4.000 ha kansrijk
Stedelijk gebied:	15.000 ha stedelijk gebied 4.000 ha sturen op klimaat- robuuste oplossingen
Landbouw:	115.000 ha landbouwgrond 105.000 ha gem. +1,5% opbrengst (gemiddeld jaar) 110.000 ha gem. +2,5% opbrengst (extreem droog) 10.500 ha met hoge GVG (gemiddeld jaar)
Kosten:	€ 0,5 miljard technische realisatiekosten

Denklijn 2

Extra watervoorraad:	Gemiddeld 75mm (lokaal > 100mm)
Natte natuur	van: 9.000 ha natte natuur 3.000 ha kansrijk naar: 5.500 ha kansrijk
Stedelijk gebied:	15.000 ha stedelijk gebied 6.000 ha sturen op klimaat- robuuste oplossingen
Landbouw:	115.000 ha landbouwgrond 105.000 ha gem. +2,5% opbrengst (gemiddeld jaar) 110.000 ha gem. +5% opbrengst (extreem droog) 32.500 ha met hoge GVG (gemiddeld jaar)
Kosten:	€ 1 miljard technische realisatiekosten

Fig. 4 Links: samenvatting van de denklijnen

BOUWSTEEN-WATER EN VOORSTEL PLANNINGSEENHEDEN ALS START VOOR INTEGRAAL PLANPROCES ACHTERHOEK-LIEMERS

Alle kennis en inzichten, als resultaat van deze verkenning, zijn samen te vatten in 2 eindproducten: de ‘waterkaart’ en een voorstel voor de onderverdeling van de Achterhoek en Liemers in 17 planningseenheden.

- **Bouwsteen-water:** De bandbreedte van het speelveld wordt gepresenteerd in 2 waterkaarten, beide als verbeelding van de effecten en consequenties van de maatregelen. In de waterkaarten zijn de effecten samengevat voor de 4 belangrijkste vormen van grondgebruik; water, landbouw, natuur en stad (figuur 5).

Water 50-100 ha	Huidig oppervlaktewatersysteem
	Natuurlijke laagtes
Natuurgebied 3.200 ha	Natte natuurgebieden
	Droge natuurgebieden
	Natura 2000-gebieden
	Kansrijke natte natuur
Agrarisch gebied 9.400 ha	Landbouwpercelen met verminderde droogteschade
Agrarisch gebied met hogere GVG's	Ingesloten landbouwpercelen binnen natuurgebied
	Landbouwpercelen in natuurlijke laagtes
	Overige percelen
Stedelijk gebied 800 ha	Met GVG > 70cm
	Met GVG < 70cm: kans optreden hoge grondwaterstanden

Denklijn 1

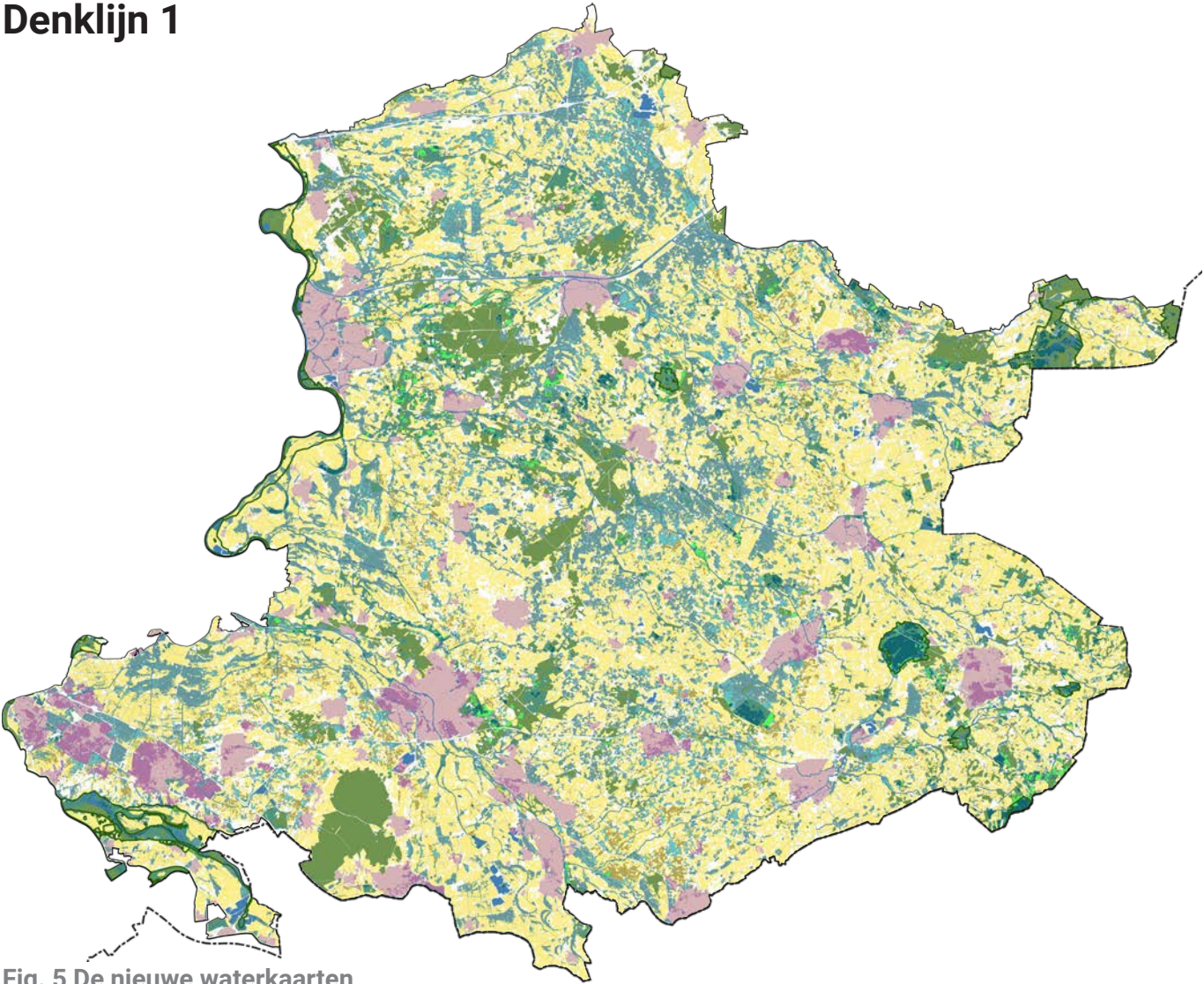
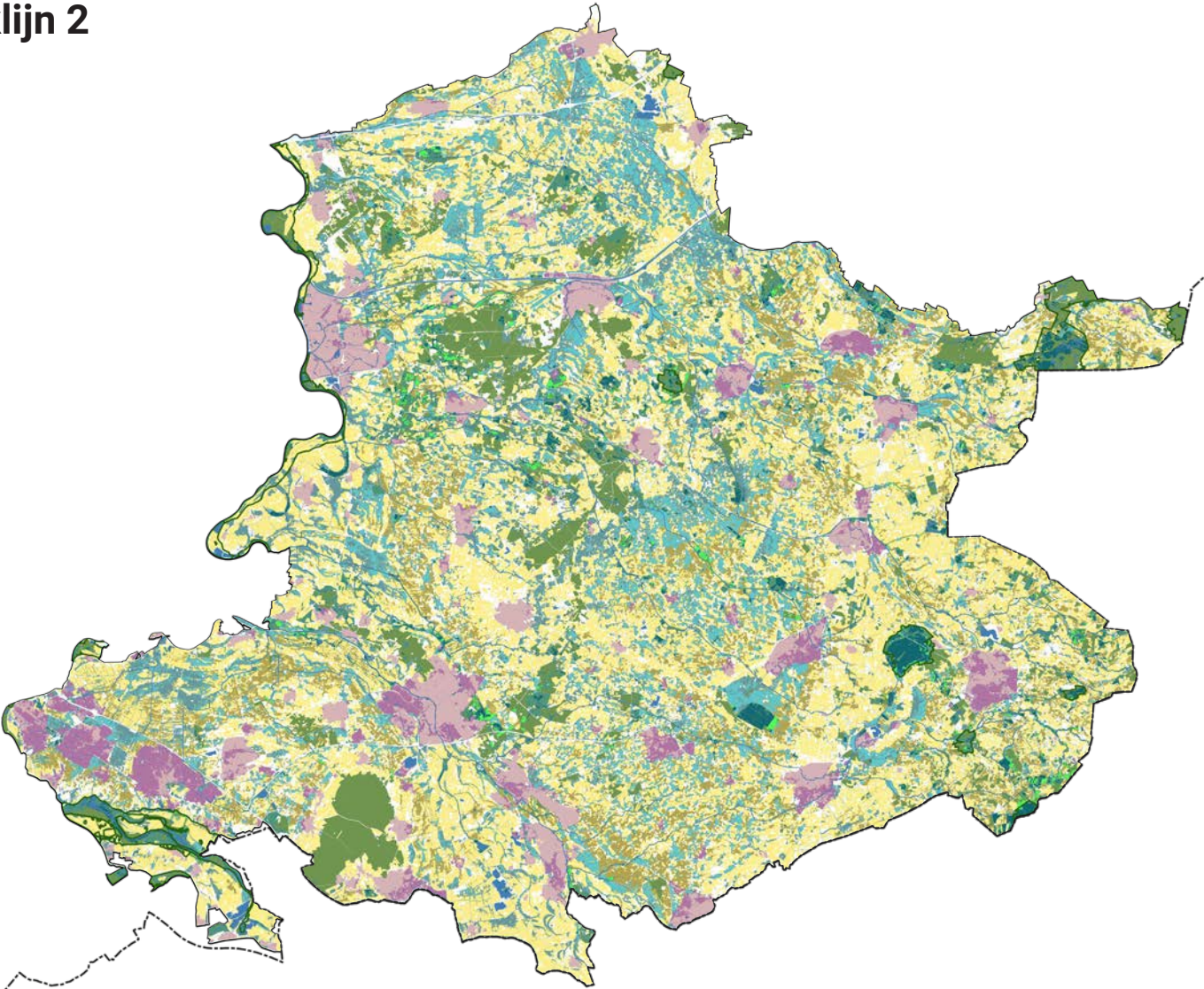


Fig. 5 De nieuwe waterkaarten

Denklijn 2



- **17 planningseenheden:** De verdere concretisering van de maatregelen-pakketten kan alleen worden uitgewerkt in samenhang met alle andere gebiedsopgaven voor Achterhoek en Liemers. Dit vraagt om een planproces gericht op een zoektocht naar integrale oplossingen voor die verschillende opgaven op het schaalniveau van een 'gebiedsplan'. Een 'gebiedsplan' dat gebaseerd zou moeten worden op 2 invalshoeken; 1. De dominante watersysteemkenmerken (stroomgebieden en watersysteemtype) in combinatie met 2. Een gebiedsindeling die ingegeven wordt door een samenhangende, dominante inrichtingsopgave (agrarisch-landelijkgebied, de landgoederen zone, dominante stad-land problematiek, etc.). Voor Achterhoek en Liemers lijkt een opdeling in 17 planningseenheden een logisch voorstel (figuur 6). De uiteindelijke gebiedsbegrenzing moet nader worden bepaald en kan van figuur 6 afwijken.



Fig. 6 Planningseenheden integrale gebiedsuitwerkingen

1. INLEIDING

1.1 WAAROM DEZE VERKENNING

In de Bestuurlijke Overeenkomst Aanpak Droogte Achterhoek (2022) hebben de partners afgesproken een verkenning uit te voeren naar het handelingsperspectief. Doel van de verkenning is zicht te geven op effectieve maatregelen in de droogte aanpak. Basis voor deze verkenning is ‘Het watersysteem van de Achterhoek (H+N+S, augustus 2021)’ en ‘Het Feitenbeeld Watersysteem Liemers (H+N+S, december 2022)’, waarin het probleem, de

opgave en het handelingsperspectief zijn geschetst. Uit deze feitenbeelden kwam naar voren dat de opgave voor droogte circa 100 mm extra water vasthouden betekent, en dat dit een gebiedsgerichte verdieping vraagt. Er is daartoe een gebiedsbrede verdieping van maatregelen uitgevoerd voor de hele Achterhoek en Liemers (spoor 1) én een gedetailleerdere gebiedsspecifieke uitwerking voor Winterswijk (spoor 2). Het voorliggende rapport gaat over de gebiedsbrede verdieping voor Achterhoek en Liemers.

FEITENBEELD ACHTERHOEK

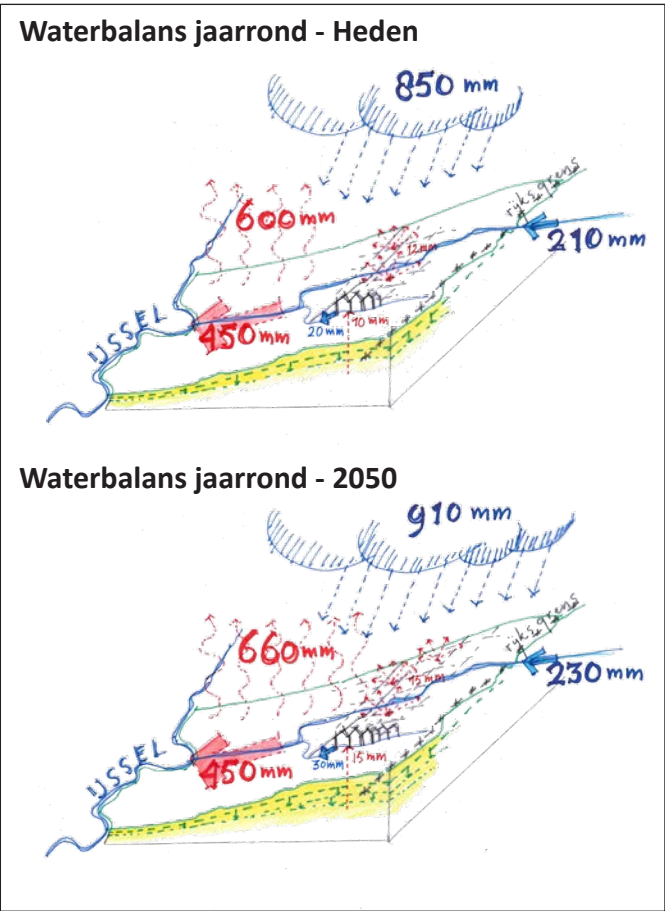


Fig. 7 Beelden uit de feitenbeelden voor de Achterhoek en Liemers

FEITENBEELD LIEMERS

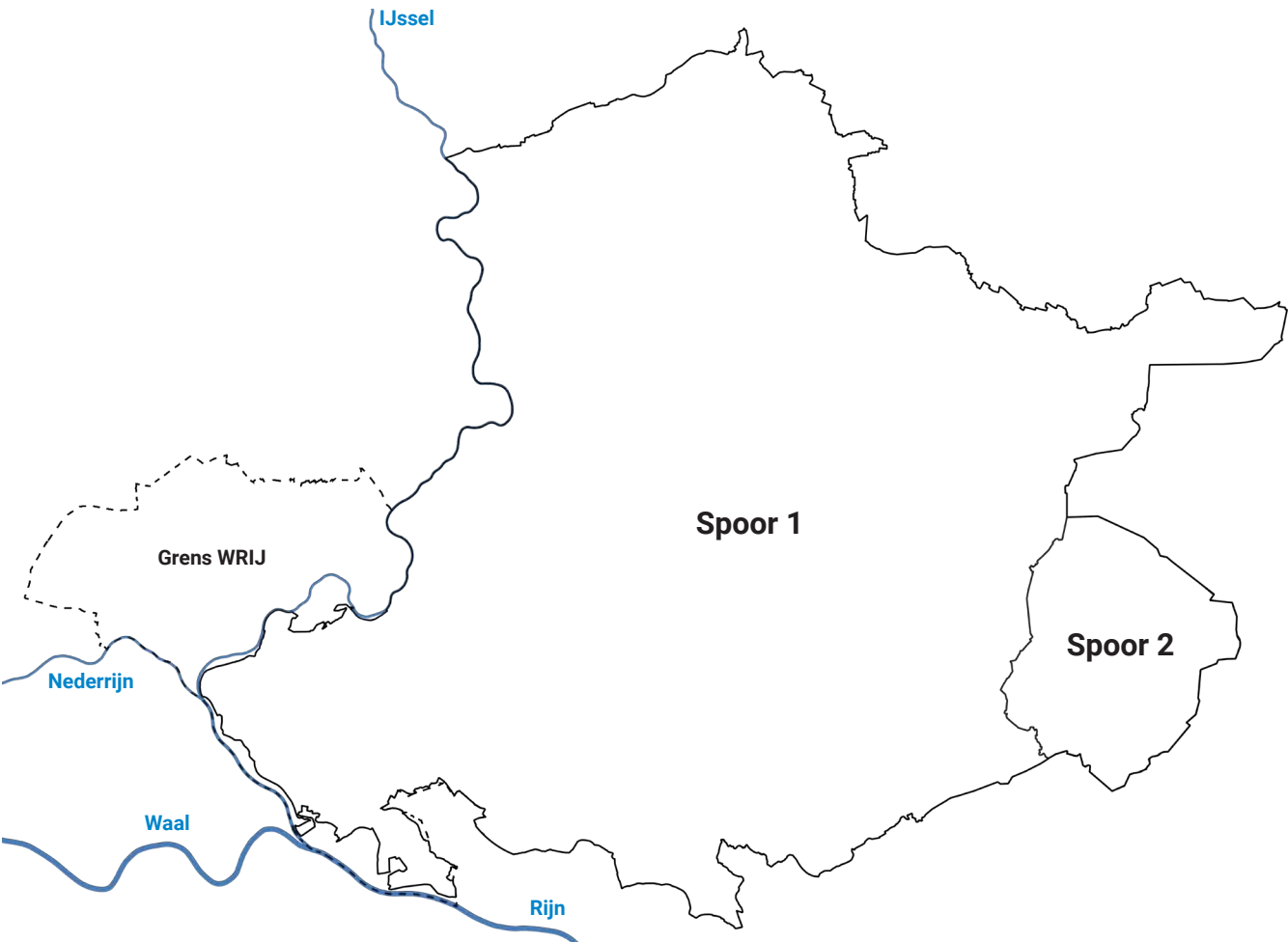
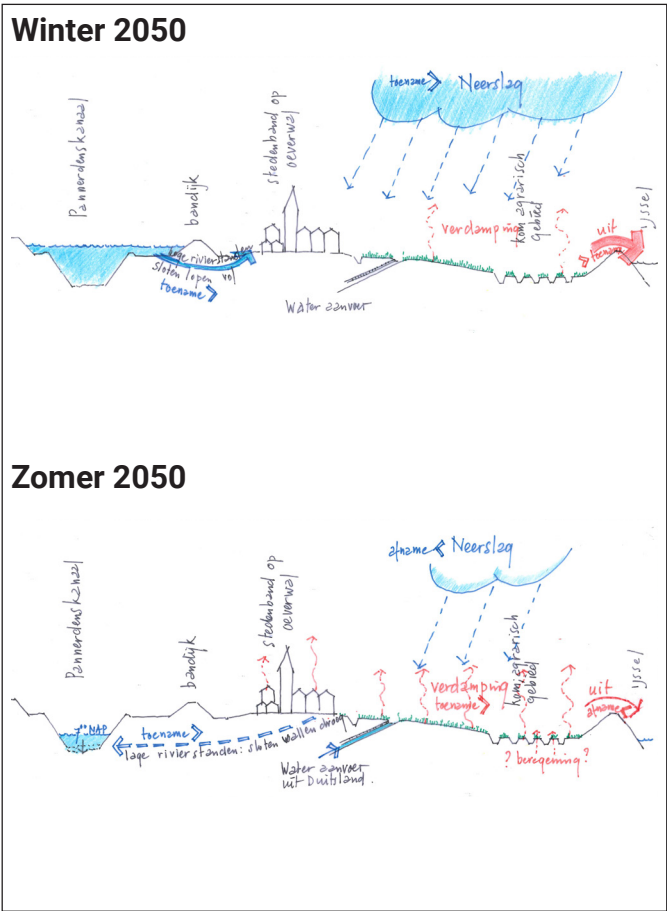


Fig. 8 Gebiedsgrenzen

De verkenning heeft plaatsgevonden in opdracht van de Aanpak Droogte Achterhoek en is uitgevoerd door H+N+S Landschapsarchitecten en Witteveen+Bos. De partijen in de Achterhoek en Liemers hebben meegedacht en input geleverd in een vijftal deelgebiedssessies (deelgebiedssessie voor Plateau, Centrale Achterhoek, Rivieren Landschap, Stedelijk gebied en Stuwwallen). In totaal hebben circa 150 vertegenwoordigers van overheden en maatschappelijke partijen deelgenomen.

De resultaten van deze verkenning laten zien dat er handelingsperspectief is. De verkenning geeft een feitelijk inzicht in welke maatregelen mogelijk zijn, de bandbreedte van het doelbereik, de ruimtelijke consequenties en kosten. Het resultaat van deze analyses kan gezien worden als de 'Bouwsteen Water' voor beleidsprogramma's (Vitaal Landelijk Gebied Gelderland, Regioarrangementen, Omgevingsvisies, e.d.). De daadwerkelijke keuze over te nemen maatregelen volgt op een nadere gebiedsgerichte uitwerking in relatie tot andere gebiedsopgaven. De resultaten uit deze rapportage bieden daarvoor inzicht in de hoeken van het speelveld.

Let op: de kaarten in deze verkenning geven de resultaten voor het volledige gebied weer dat valt onder de grens van WRIJ en de grens van de Achterhoek en Liemers maar de kostenberekeningen, hectares, gemiddelde waarden en andere berekeningen zijn exclusief het gebied van de WRIJ ten westen van de IJssel (o.a. de flank van de Veluwe).

2. DE OPGAVE

In dit hoofdstuk leggen we uit waarom 'niets doen' geen optie is met het oog op klimaatverandering en de gevolgen van droogte voor landbouw, natuur en stedelijk gebied. Ook lichten we toe waarom de huidige ingrepen nog niet voldoende zijn om de droogteopgave op te lossen en geven we aan hoe groot de opgave is.

2.1 WAAROM IS 'NIETS DOEN' GEEN OPTIE

NATTERE WINTERS, DROGERE EN HETERE ZOMERS

Als gevolg van wereldwijde temperatuurstijging is ons huidige klimaat sterk onderhevig aan verandering (KNMI, 2014). Uitgaande van de bestaande KNMI-klimaatscenario's voor 2050 worden de winters natter, en de zomers droger en heter. De extreme droogte in het voorjaar en in de zomer (zoals bijvoorbeeld in het jaar 2018) komen volgens deze KNMI-scenario's uit 2014 twee keer zo vaak voor, en daarmee ook vaker achter elkaar. In de afgelopen vijf jaren hebben we echter zelfs vier extreem droge jaren gehad. De praktijk is daarmee dat extreme droogte de afgelopen jaren veel vaker voorkomt dan op grond van de klimaatscenario's uit 2014 verwacht mocht worden. De nieuwe klimaatscenario's worden naar verwachting eind 2023 gepubliceerd.

Doordat er volgens de scenario's in de winters meer neerslag gaat vallen worden de grondwaterstand dan hoger. Ook neemt de kans op piekbuien en daardoor piekafvoeren toe, waardoor de kans op inundatie van lage gronden vanuit watergangen en beken groter wordt. Het huidige watersysteem is ingericht op water afvoeren om wateroverlast te voorkomen, maar het succes van onze ontwatering zorgt er tegelijkertijd voor dat we het water afvoeren dat we in droge periodes (met name in het groeiseizoen) juist zo hard nodig hebben.

Door de grote, langdurige hoeveelheden neerslag, blijft het in de toekomst richting het voorjaar weliswaar langer nat (zie figuur 9), maar de extra watervoorraad resterende uit de winterperiode is op 1 april alweer bijna compleet afgevoerd.

Na 1 april begint het groeiseizoen. De verdamping wordt door de klimaatverandering hoger vanwege de hogere temperaturen en zonniger weer, en er valt minder neerslag. Ook duren de perioden zonder neerslag langer. De grondwaterstanden zullen daardoor in de zomer steeds extremer, en frequenter, uitzakken, en zijn nog minder beschikbaar voor de vegetatie. Hierdoor zal er meer kans op watertekorten (en droogteschade) optreden. De regen die wel valt, komt ook veel meer in piekbuien, waardoor water minder de kans krijgt te infiltreren in de bodem, en sneller afstroomt over het oppervlak. Het huidige systeem is ingericht om overtollige neerslag af te voeren, met toenemende droogteschade voor landbouw, natuur en (openbaar) groen tot gevolg. Als we het wateroverschot uit het winterhalfjaar willen kunnen benutten in het groeiseizoen dan zullen we het water langer vast moeten houden in het gebied.

VERANDERING GRONDWATERSTANDEN

In figuur 9 zien we dat in 2050 de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in de winter ongeveer 5 tot 30 cm hoger wordt dan nu, als gevolg van toenemende neerslag in de winter. Op 1 april is deze verhoging van de grondwaterstand al weer grotendeels verdwenen: de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) is dan ongeveer 0 tot 10 cm hoger dan in de huidige situatie. In de zomer zakken de gemiddelde laagste grondwaterstanden (GLG) in 2050 ongeveer 5 tot 30 cm verder uit dan in de huidige situatie.

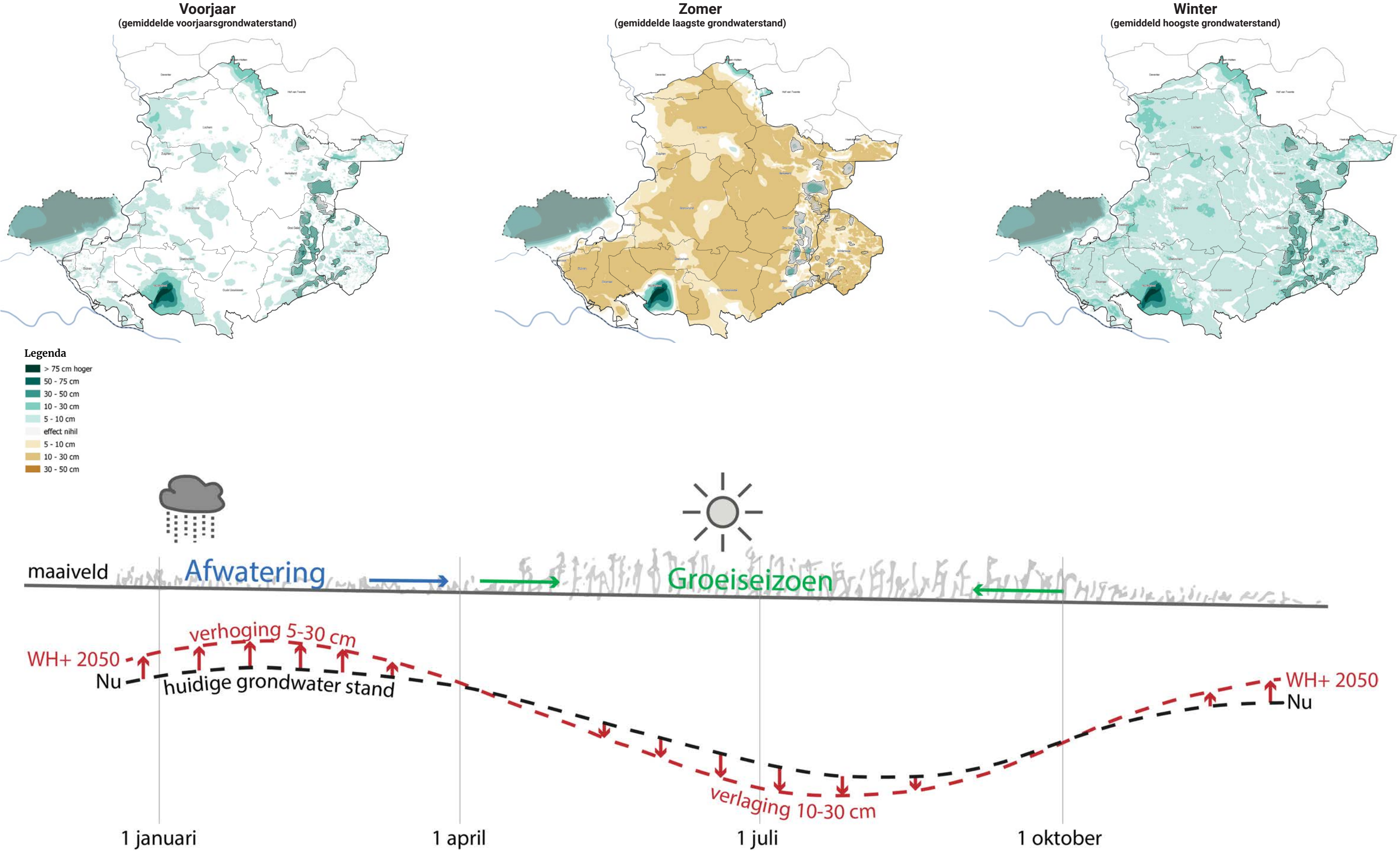
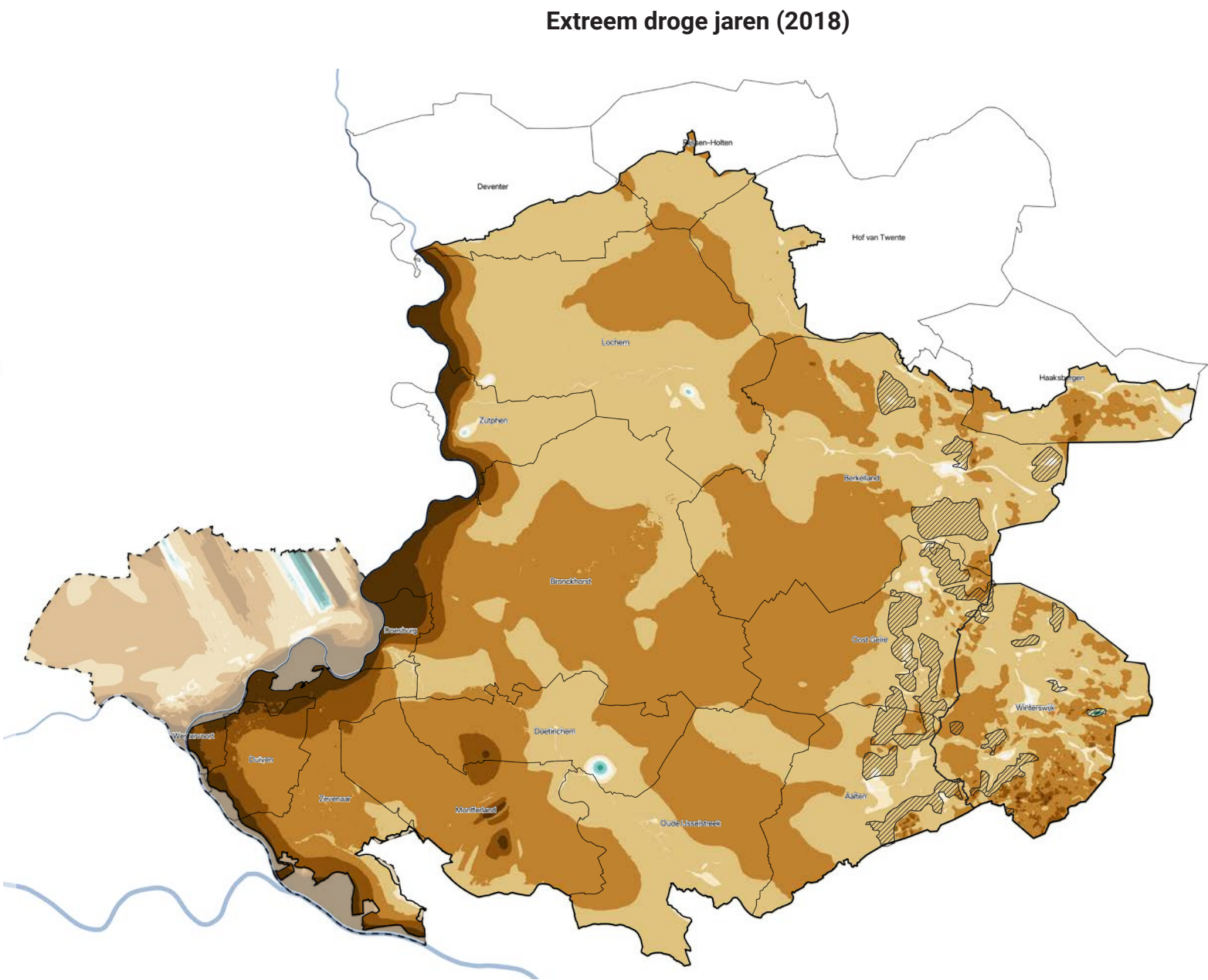
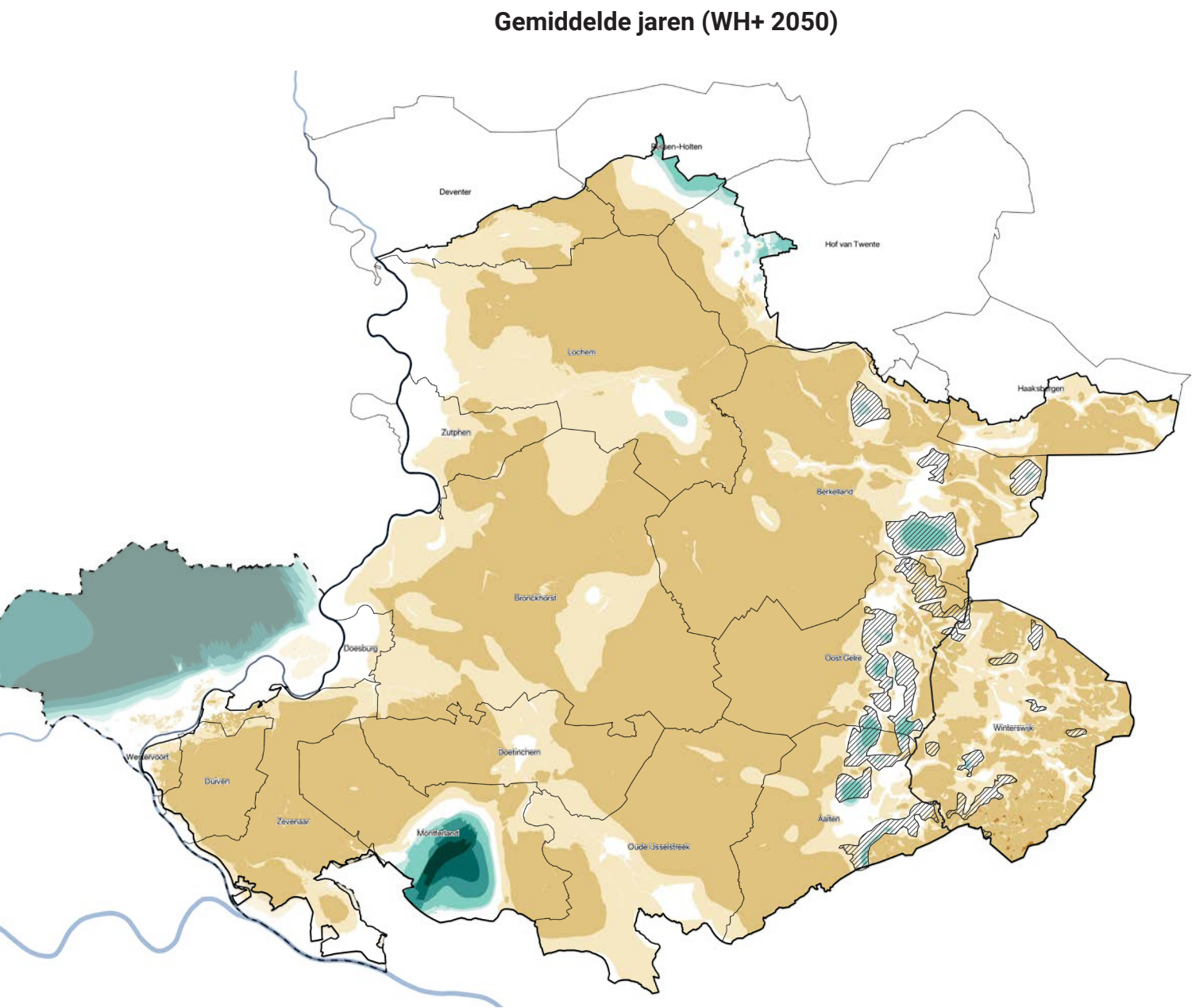


Fig. 9 Daling/stijging van gemiddelde grondwaterstanden in de toekomst (WH2050) afgezet tegen het jaarverloop

Naast lagere grondwaterstanden in een gemiddeld jaar zakken de grondwaterstanden in een extreem droog jaar nog verder weg. Dit is in figuur 11 en 12 weergegeven, waarop te zien is dat in een jaar als 2018 de laagste grondwaterstanden 5 tot lokaal 75 cm lager uitzakken dan in een huidige gemiddelde zomer (vooral rond de rivieren). En zoals eerder aangegeven zullen dergelijke extreem droge zomers door klimaatverandering vaker gaan optreden.



Fig. 10 Droogte op maisakker (bron: WRIJ)



Legenda

- > 75 cm hoger
- 50 - 75 cm
- 30 - 50 cm
- 10 - 30 cm
- 5 - 10 cm
- effect nihil
- 5 - 10 cm
- 10 - 30 cm
- 30 - 50 cm
- 50 - 75 cm
- > 75 cm lager
- Modelresultaten niet betrouwbaar

Fig. 11 Daling grondwaterstanden zomer in een gemiddeld jaar (GLG) bij WH+ 2050

Fig. 12 Daling grondwaterstanden zomer in extreme situatie (LG3) 2018

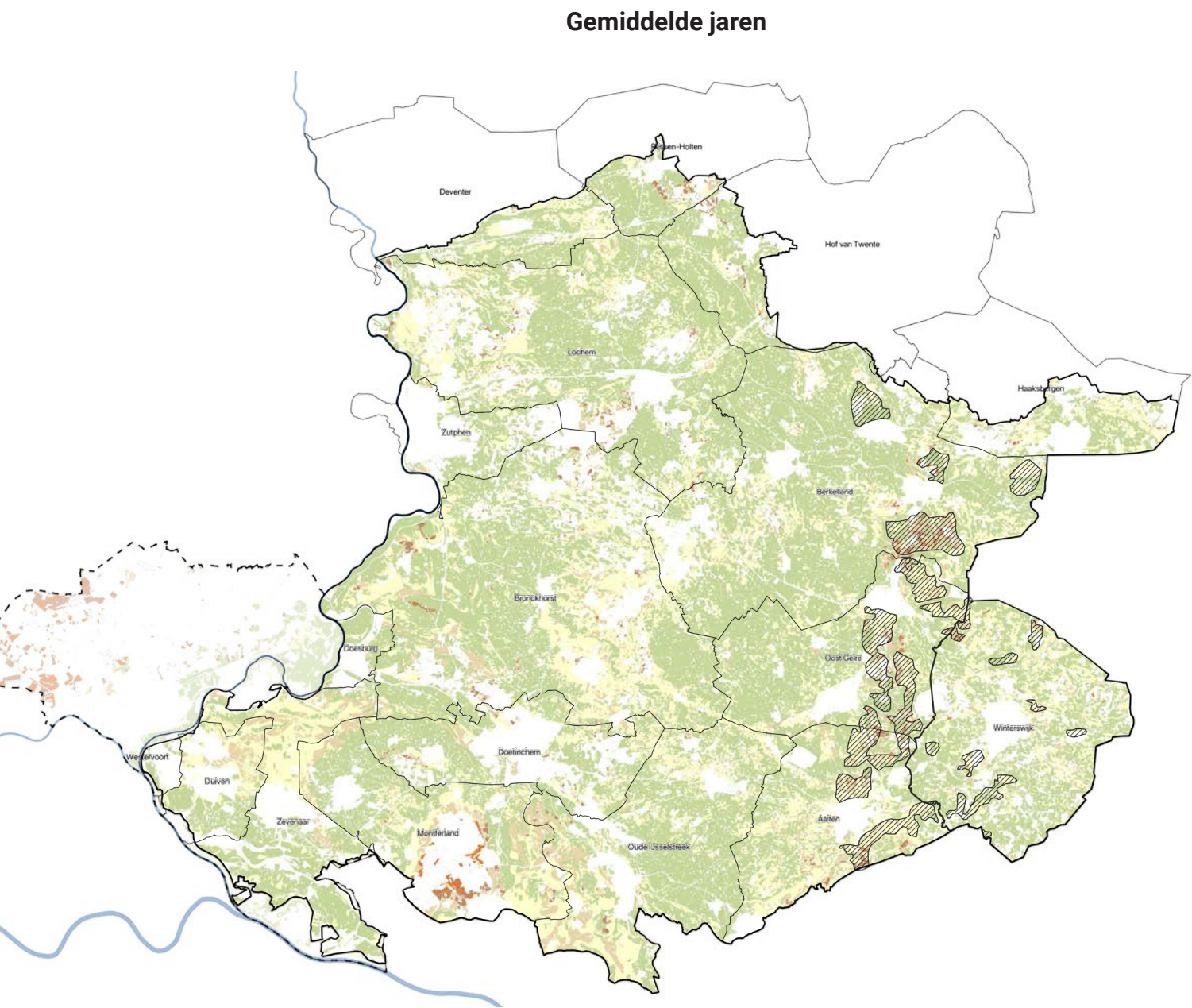
GEVOLGEN VOOR AGRARISCH GEBIED

De gevolgen van droogte op het agrarisch grondgebruik zijn de afgelopen jaren sterk gevoeld in de landbouw. Met Waterwijzer landbouw is een berekening gemaakt van de huidige opbrengstderving door droogte (droogteschade) in gemiddelde jaren en extreme jaren. Waterwijzer landbouw gaat uit van de huidige gebruikseisen van de reguliere landbouw. In 2018, een extreem droog jaar, heeft het agrarisch grondgebied van de Achterhoek en Liemers (bestaande uit ca. 110.000 ha agrarische gronden) te maken gehad met gemiddeld zo'n 28% opbrengstderving door droogte (zie figuur 15). Dit is drie keer zoveel als bij gemiddelde jaren (zie figuur 14). Doordat extreem droge zomers door klimaatverandering frequenter zullen gaan optreden zal de situatie zoals weergegeven in figuur 15 steeds vaker voorkomen.

Uitgedrukt in euro's is de inschatting van het effect door droogteschade- op het agrarisch gebruik in huidige gemiddelde jaren bijna twee keer zo groot als natschade (figuur 13). Doordat er door klimaatverandering in gemiddelde jaren zowel meer wateroverlast (natschade) als droogte (droogteschade) wordt verwacht zal de schade voor beide aspecten in gemiddelde jaren toenemen. Opvallend is vooral de hoge uitschieter van extreem droge jaren met 218 miljoen euro. Door het vaker optreden van extreem droge zomers zal de schade dus steeds vaker in deze ordegrootte vallen.

	Nu (gemiddeld jaar)	Klimaat 2050 (gemiddeld jaar)	Extreem droog jaar
Droogteschade	€55 miljoen	€56 miljoen	€218 miljoen
Natschade	€27 miljoen	€32 miljoen	€15 miljoen

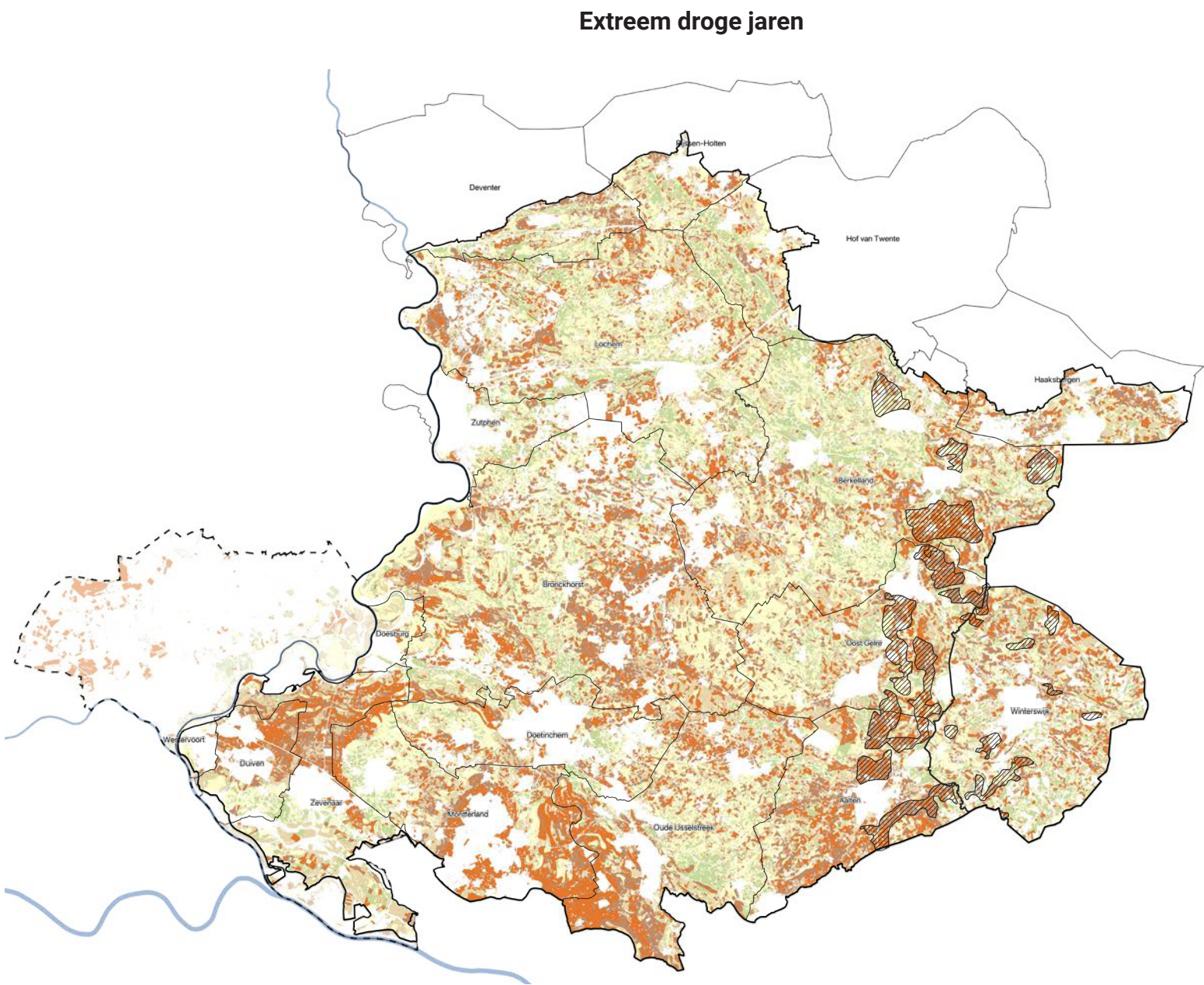
Fig. 13 Tabel met schatting van het effect door droogte- en natschade in miljoenen euro's



ca. **110.000** ha met gemiddeld **9%**
opbrengstderving door droogte
in gemiddelde jaren

- Legenda
- ≤ 10% opbrengstderving
 - 10 - 20% opbrengstderving
 - 20 - 30% opbrengstderving
 - 30 - 40% opbrengstderving
 - >40% opbrengstderving
 - Modelresultaten niet betrouwbaar

Fig. 14 Huidige opbrengstderving agrarisch gebied door droogte in gemiddelde jaren



ca. **110.000** ha met gemiddeld **28%**
opbrengstderving door droogte
in extreem droge jaren

Fig. 15 Huidige opbrengstderving agrarisch gebied door droogte in extreem droge jaren (situatie 2018)

GEVOLGEN VOOR NATTE NATUUR

De steeds droger wordende zomers hebben ook invloed op de beekafvoeren, met droogval tot gevolg, zorgen voor een afname van de kansrijkheid voor natte natuur en veroorzaken zelfs sterfte van bomen (o.a. laanbeplanting) en droge natuur.

Om de gevolgen voor natte natuur inzichtelijk te maken is een inschatting gemaakt van de kansrijkheid voor grondwaterafhankelijke natuur. Hiervoor is gekeken naar de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG, ongeveer op 1 april). Bij een GVG ondieper dan 30 centimeter beneden maaiveld is de aanname dat gronden kansrijk tot zeer kansrijk zijn voor natte natuurdoelen. In figuur 17 en 18 is te zien dat het areaal natte natuur in de huidige situatie bij gemiddelde jaren voor al bijna drie kwart te droog is, en dat dit in extreem droge jaren nagenoeg het totale areaal omvat.



Fig. 16 Droogval van beken en watergangen (bron: WRIJ)

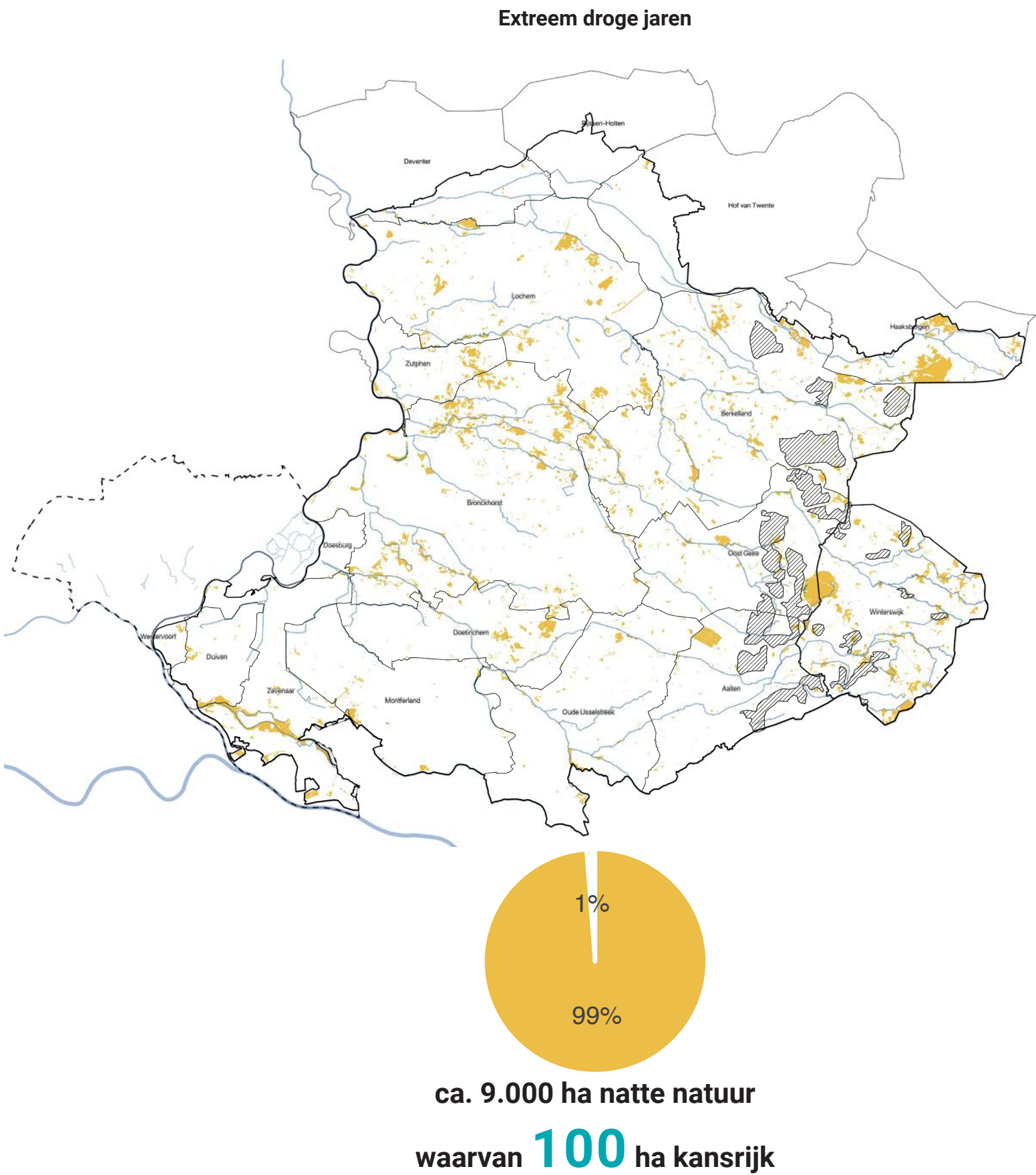
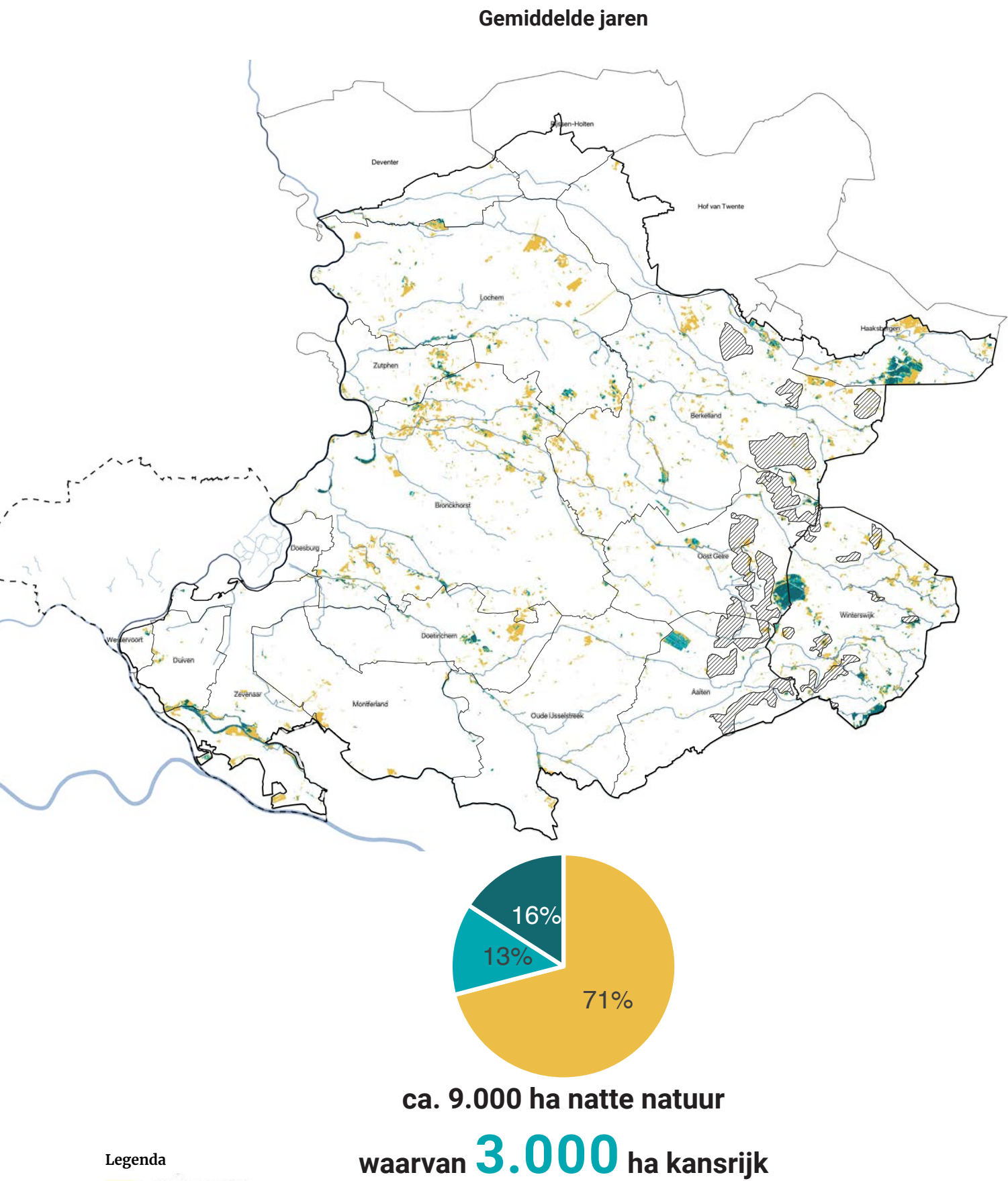


Fig. 17 Kansrijkheid natte natuur - gemiddelde jaren (huidig)

Fig. 18 Kansrijkheid natte natuur - extreem droge jaren (huidig)

GEVOLGEN VOOR STEDELIJK GEBIED

Doordat neerslag in de zomer in steeds extremere (piek)buien valt krijgt water minder de kans om te infiltreren in de bodem. Dit betekent dat veel water in een korte tijd valt en geborgen moet worden omdat er anders juist in de zomer ook meer wateroverlast/overstroming gaat optreden. Dit is met name een probleem in stedelijk gebied, vanwege het grote aandeel verhard oppervlak.

Daarnaast heeft ook de droogte negatieve gevolgen voor het stedelijk gebied. Zo treden er steeds vaker verzakkingen op in stedelijk gebied op zettingsgevoelige gronden (met name de klei- en veengronden) naarmate de grondwaterstand zakt. Om verzakkingen tegen te gaan moet er in het stedelijk gebied worden gezocht naar een balans in waterpeilen om voldoende drooglegging te waarborgen en tegelijkertijd (waar nodig) zetting te mitigeren. Ook staat het watersysteem in het stedelijk gebied voor een waterkwaliteitsopgave door het vaker voorkomen van (extreem) warme zomers en droogval (of is er een afvoerstop nodig om de waterlopen watervoerend te houden), intensief grondgebruik en de riooloverstorten op het oppervlaktewater bij hevige buien. Zoals weergegeven in figuur 20 is het overgrootte deel van het stedelijk water kwetsbaar tijdens extreem droge jaren. Een geringe waterdiepte in combinatie met hitte leidt tot waterkwaliteitsproblemen met risico's voor het ecosysteem (o.a. door sterfte onder het waterleven als gevolg), en voor de volksgezondheid. Intensief grondgebruik en de riooloverstorten zetten de waterkwaliteit verder onder druk.



Fig. 19 Verzakkingen in de Liemers

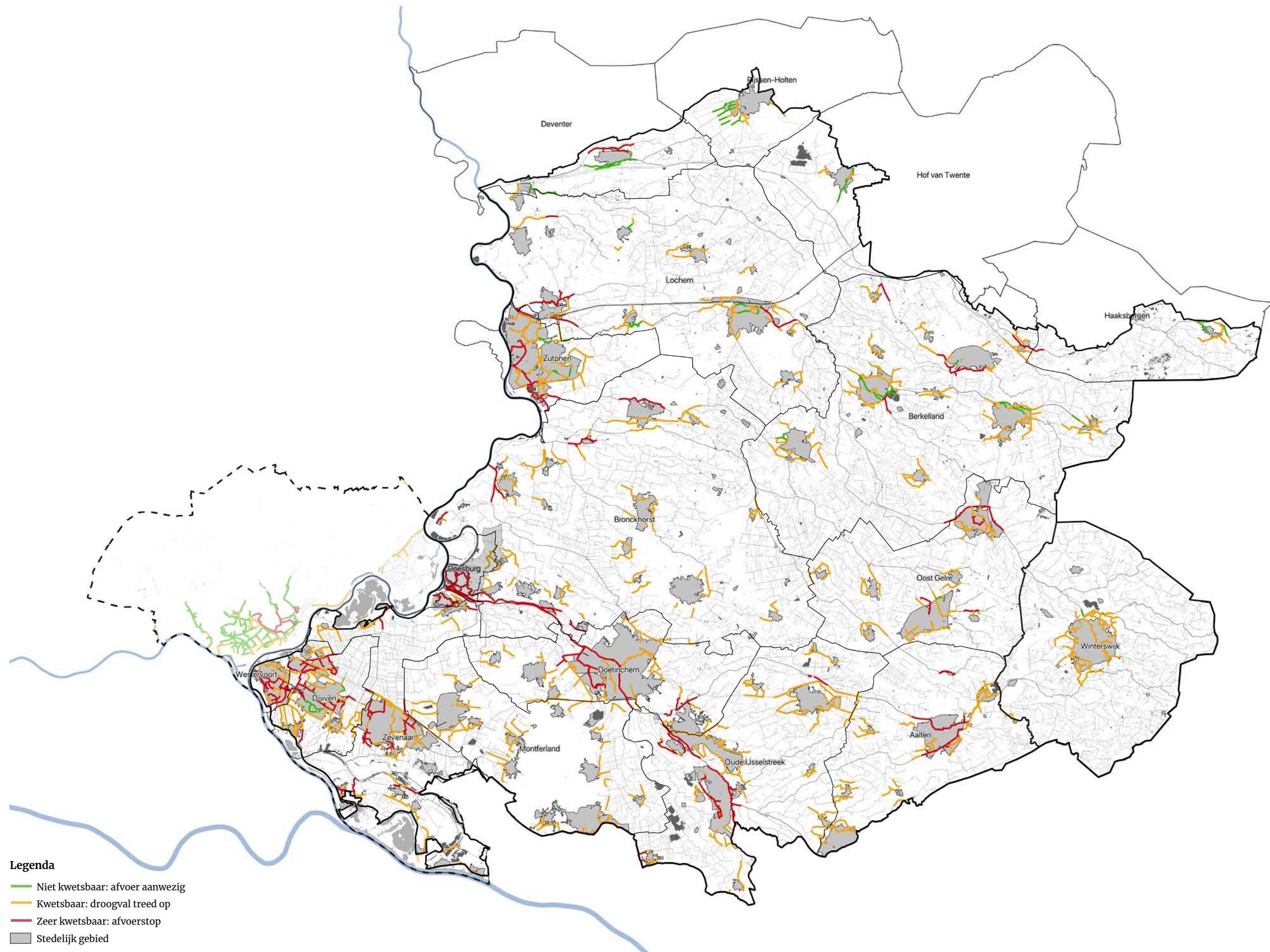


Fig. 20 Kwetsbare watergangen door droogte in 2018 (een extreem droog jaar)

2.2 ZIJN HUIDIGE INGREPEN NIET VOLDOENDE?

Nu rest de vraag; doen we niet al heel veel? En is dit niet voldoende om droogteschade tegen te gaan? Het antwoord hierop is meerledig. Ja, er is al een reeks van projecten uitgevoerd/gerealiseerd en er zijn ook al veel korte termijn maatregelen uitgevoerd via het initiatief Elke Druppel De Grond In (EDDGI) (figuur 22). En ja, deze ingrepen blijken effectief in de aanpak van droogte. Wel worden deze projecten vooral op kleinere schaal toegepast met lokaal effect en is het lastig om in te schatten hoe de verschillende ingrepen elkaar beïnvloeden (en mogelijk versterken). De type maatregelen komen ook overeen met de maatregelen die in deze verkenning zijn opgenomen. Wat er met huidige ingrepen allemaal al wordt gedaan in de Achterhoek en Liemers is dus al een goede stap in het terugdringen van de droogteproblematiek. Een gebiedsdekkende aanpak met maatregelen die over het complete grondgebied van de Achterhoek effect hebben is echter noodzakelijk om een structurele grondwaterstandsverhoging te verwezenlijken waarbij de grondwatervoorraad van de Achterhoek en Liemers weer in balans is, en het gebruiksperspectief ten goede komt.



Fig. 21 Voorbeeldprojecten (boven: herinrichting Berkel, midden: 't Medler, onder: Wildenborch)

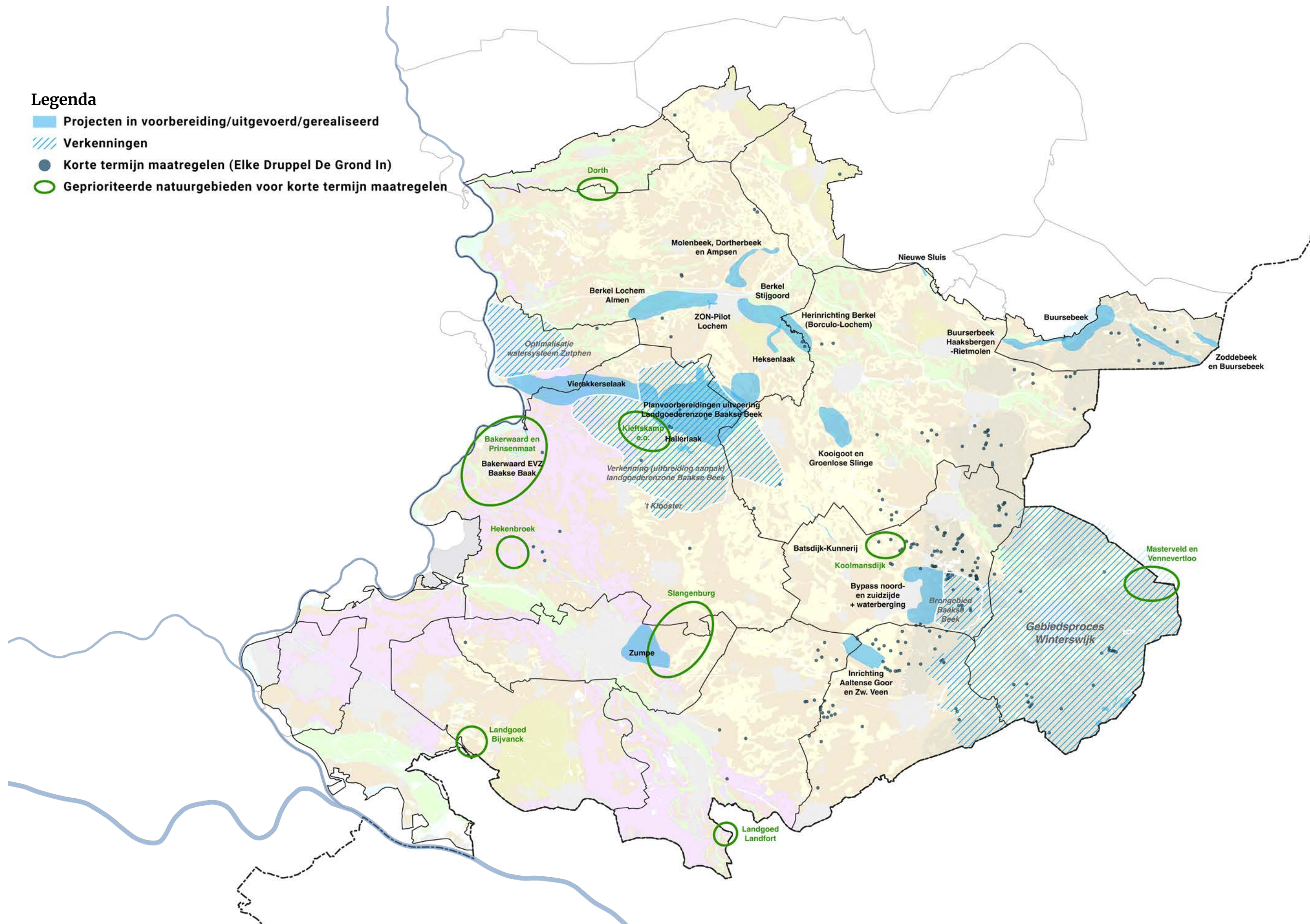


Fig. 22 Huidige projecten en verkenningen droogtmaatregelen Achterhoek

2.3 HOE GROOT IS DE OPGAVE?

Om greep te krijgen op de vraag 'hoe groot de opgave in relatie tot droogte nu daadwerkelijk is' kijken we naar de hoeveelheid neerslagtekort in huidige (droge) jaren en in de toekomst. In het groeiseizoen (van 1 april tot augustus/ september) is de verdamping groter dan de aanvulling door neerslag waardoor een neerslagtekort optreedt. Volgens de klimaatscenario's van het KNMI (2014) neemt door klimaatverandering dit neerslagtekort toe en zullen periodes van langdurige droogte vaker voorkomen. In figuur 23 is te zien dat er jaarrond (door neerslagoverschot in de winter) genoeg water is, maar tijdens grofweg het groeiseizoen is er, in een gemiddeld jaar, een neerslagtekort van ongeveer 140 mm. In deze gemiddelde situaties is er in het algemeen nog voldoende water in de bodem aanwezig voor planten om het tekort aan te vullen. De echte problemen ontstaan in extreem droge jaren (eens in de tien jaar voorkomend, 10% extreme jaren) waarbij het neerslagtekort oploopt naar ongeveer 230 mm. In deze situaties is het bodemsysteem niet meer in staat om de tekorten aan te vullen en ligt er een opgave voor de voorraadberging. Nog extremere uitschieters (zoals de jaren 2018, 2019, 2020 en 2022) steken hier zelfs nog ver bovenuit. Wetende dat de klimaatmodellen momenteel worden bijgesteld en nog hoger zullen uitvallen dan de huidige klimaatscenario's (van 2014), zal het neerslagtekort van gemiddelde en extreem droge jaren in 2050 hoogstwaarschijnlijk nog hoger liggen dan reeds voorspeld.

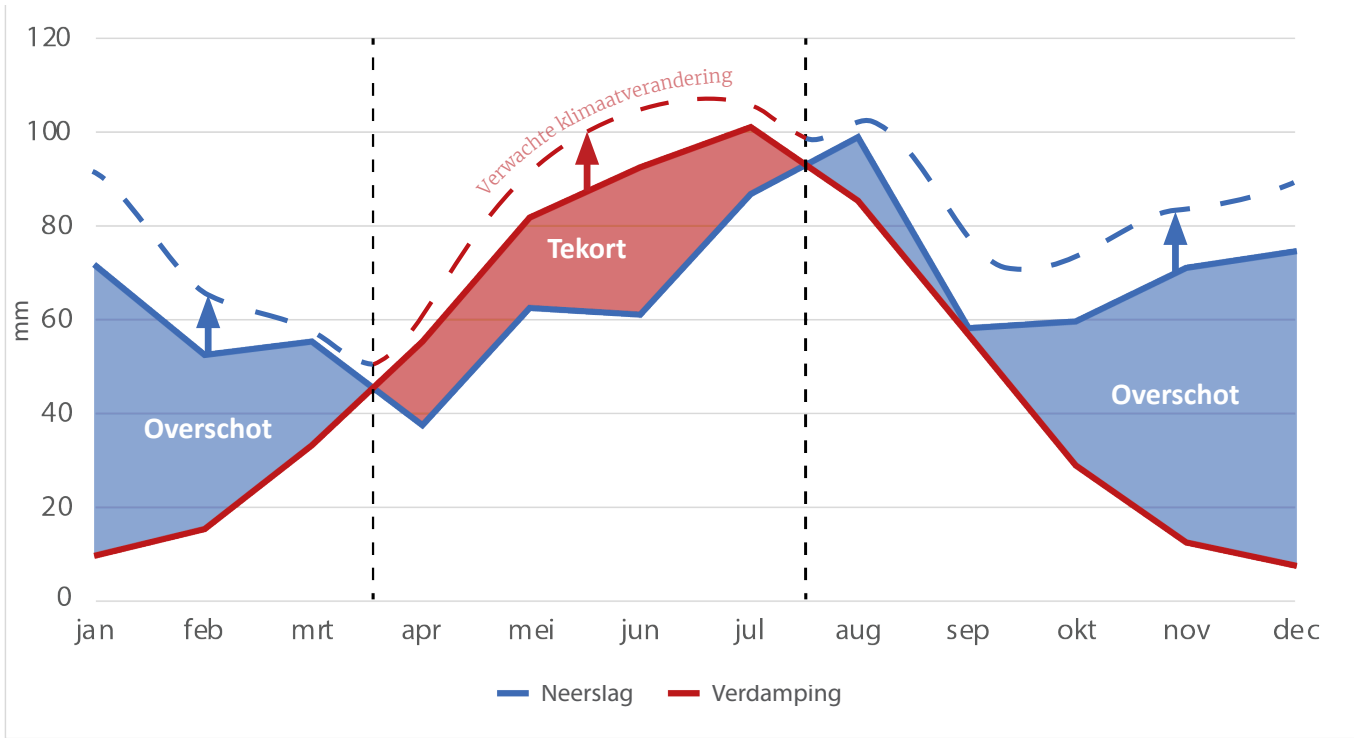


Fig. 23 Neerslag en verdamping in gemiddelden per maand binnen WRIJ (voor de periode 2004-2019)

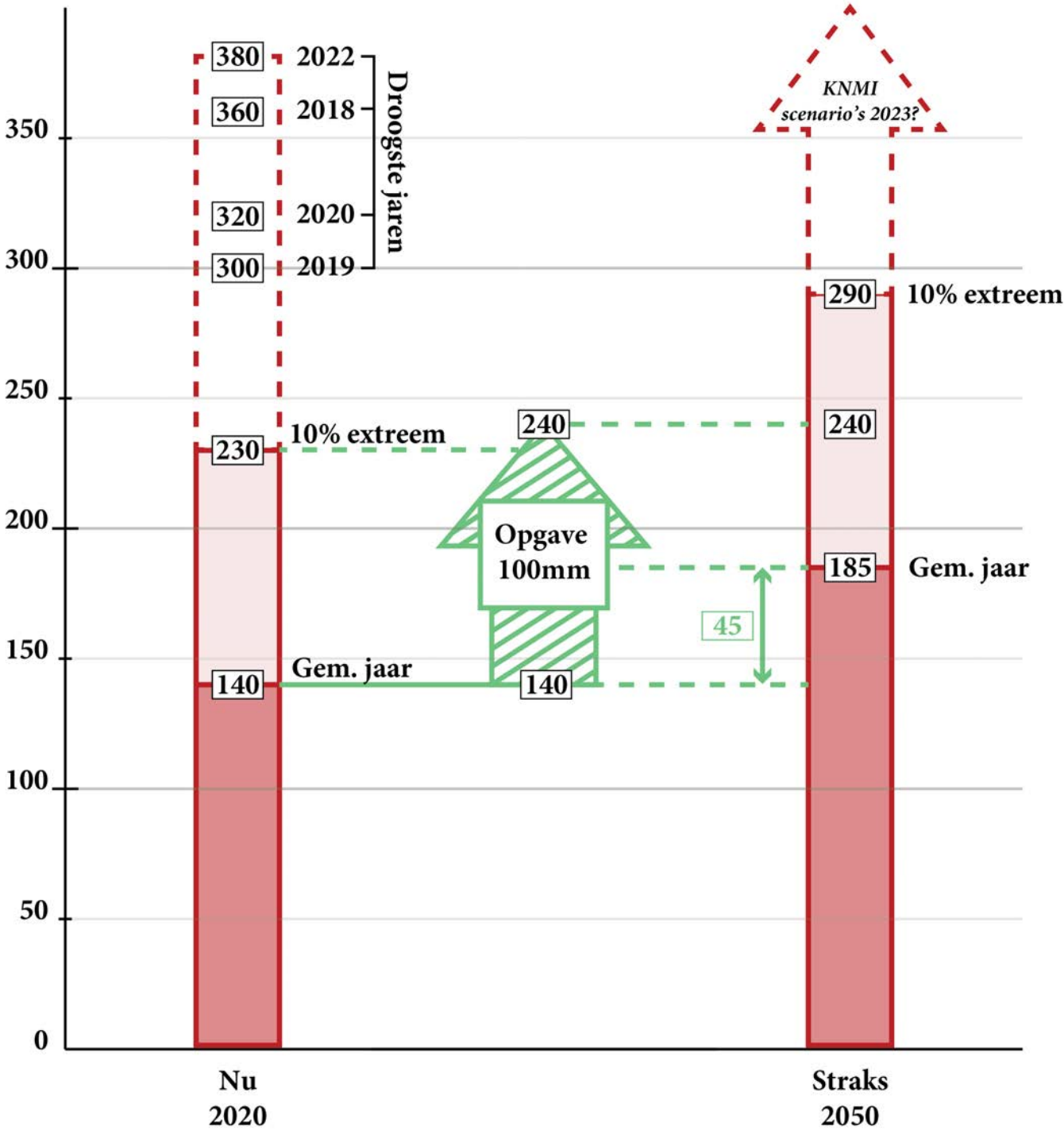


Fig. 24 Neerslagtekort in NL (gebaseerd op WH scenario's - KNMI, 2014)

Om nu de 10% extreme droogtes aan te kunnen is een extra voorraadvorming van ca. 100 mm nodig. Hiermee kan naar verwachting ook in 2050 een gemiddeld droog jaar worden bediend. Deze oplossing geeft nog geen antwoord op de watervraag van de 10% extreem droge jaren in 2050 maar met een extra voorraadvorming van 100 mm wordt een wezenlijke stap gezet op weg naar een betere balans tussen te droog en te nat. Bovendien is de toevoeging van 100 mm watervoorraad te beschouwen als een no-regret maatregel tegen de achtergrond van de voorspelde klimaatverandering.

In het licht van deze ontwikkeling levert het vasthouden van 100 mm extra water van het jaarlijks neerslag overschot uit de winterperiode, voldoende buffer op voor het opvangen van de 10% droge zomers van nu en ruim voldoende voor gemiddelde zomers in 2050. De droogte in extreem droge jaren lossen we er niet volledig mee op. Wel moet aangemerkt worden dat deze 100mm geen absolute opgave is die gebiedsdekkend overal hetzelfde is, maar gezien moet worden als eerste aanzet tot kwantificering van de opgave om hier meer grip op te krijgen. De opgave kan verschillen per locatie als gevolg van bodemtype, gewastype, andere factoren die de waterbalans beïnvloeden en eisen van het gebruiksperspectief. Een nadere verkenning van de bandbreedte van de opgave voor specifieke gebieden is noodzakelijk om de opgave passend te krijgen voor verdere uitwerking.

In de tijdlijn hieronder is de stapsgewijze ontwikkeling van het watersysteem schematisch weergegeven. Te zien is dat het ‘oerlandschap’ van de Achterhoek in de loop der tijd is ontwaterd door de aanleg van een hoofdwaterlopenstelsel en later door de aanleg van detailontwatering. Hierdoor is er tussen 1960 en 2000 een situatie ontstaan die niet meer gedomineerd wordt door overwegend veel wateroverlast, maar door toenemende droogteschade. Het systeem wordt gedomineerd door een sterk oppervlakkige waterafvoer en het ontbreken van grote oppervlaktewateren en/of grondwaterbuffers. Rond 2000 worden projecten gestart om de

droogteproblematiek aan te pakken. Hierdoor wordt de neerwaartse trendlijn richting meer droogteschade iets bijgesteld. Toch zakt de lijn als gevolg van klimaatverandering steeds verder weg van de ‘evenwichtslijn’ tussen wateroverlast en tekort, wanneer we niet toewerken naar een andere inrichting en gebruik van het watersysteem. Een trendbreuk lijkt nu noodzakelijk, waarbij er wordt toegewerkt naar herstel van de balans. De kwantitatieve opgave voor het balansherstel, gericht op het vasthouden van een groter deel van het jaarlijks neerslagoverschot, heeft een omvang van ca. 100mm gebiedsdekkend voor het watersysteem van de Achterhoek & Liemers.

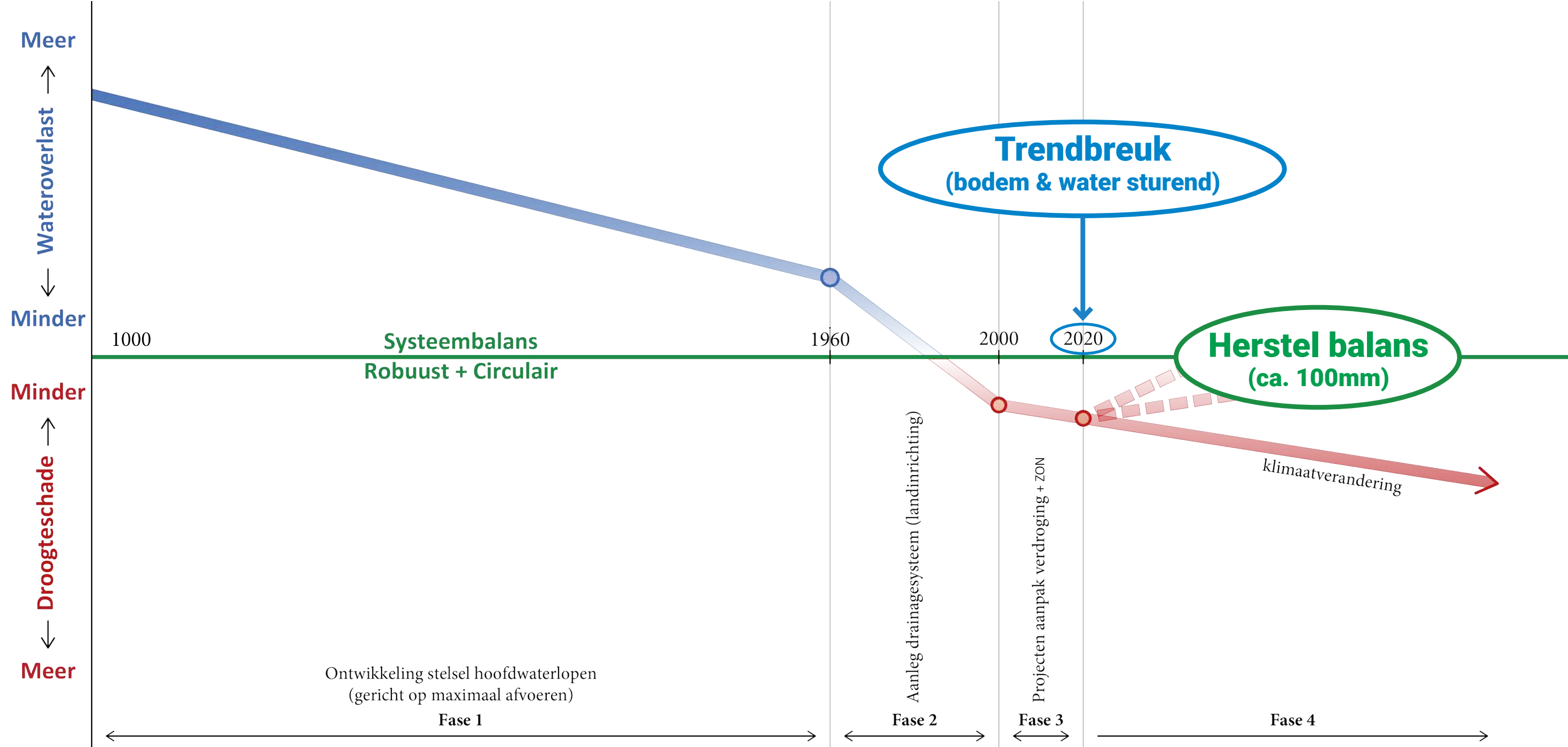


Fig. 25 Tijdlijn van het watersysteem (zoekrichting: het watersysteem in balans)



3. VERKENNING SPEELVELD

In dit hoofdstuk lichten we de aanpak toe om de hoeken van het speelveld in beeld te brengen. Vertrekpunt hierbij is de landschappelijke bodemkaart waarop de watersysteemttypen zijn weergegeven. Per watersysteemttype zijn logische maatregelen geïnterpreteerd. Dit heeft geleid tot twee samenhangende maatregelpakketten die als twee verschillende denklijnen zijn doorgerekend op hun effecten.

3.1 TWEE DENKLIJNEN, ÉÉN OPGAVE

Om een bandbreedte te schetsen van het handelingsperspectief in het kader van aanpak droogte in de Achterhoek en Liemers zijn er twee denklijnen verkend die de hoeken van het speelveld opmaken. Op deze manier wordt er inzichtelijk gemaakt wat mogelijke ingrepen en effecten kunnen zijn zonder nu al uitspraken te doen over welke richting we op moeten.

DENKLIJN 1: HUIDIGE GEBRUIKSEISEN STUREND

Uitgaande van de huidige hydrologische inrichtingswensen/eisen van het grondgebruik, een maximale extra watervoorraad toevoegen.

DENKLIJN 2: WATERSYSTEEM STUREND

Maximaal bodem- en watersysteemkansen benutten, gerelateerd aan inschatting toekomstige hydrologische eisen/wensen van het grondgebruik.

De twee denklijnen zijn beiden gegrond op het systeemdenken. Hiervoor zijn de maatregelen die worden voorgesteld in de denklijnen toegedeeld aan de watersysteemttypen waar de maatregelen het meest kansrijk/passend worden geacht. Figuur 26 toont de verschillende watersysteemttypen van de Achterhoek en Liemers. Zo wordt er onderscheid gemaakt tussen de volgende

landschappelijke eenheden;

- de plateau's: hoog gelegen gebied met steilranden en met op veel plaatsen ondoorlatende keileem dicht onder maaiveld
- de zandruggen: gradiëntvolle zandgronden (goed doorlatend)
- de stuwwalcomplexen (zeer hoog/stijl en met deels ondoorlatend gestuwd materiaal)
- de stedelijke watersystemen: grotendeels verhard gebied
- het vlakkere zandgebied: goed doorlatend
- het vlakke kleigebied: slecht doorlatend
- de beekdalen: natuurlijk laag gelegen gebieden langs bestaande beken of voormalige beken
- de grote rivieren: (voormalige) randen van de rivieren, laag gelegen

Legenda

- Beekdalen
- Stuwwalcomplexen
- Grote rivieren
- Zandruggen
- Plateau's
- Stedelijk watersysteem
- Vlakte op klei
- Vlakte op zand

Totaaloppervlakten in %:

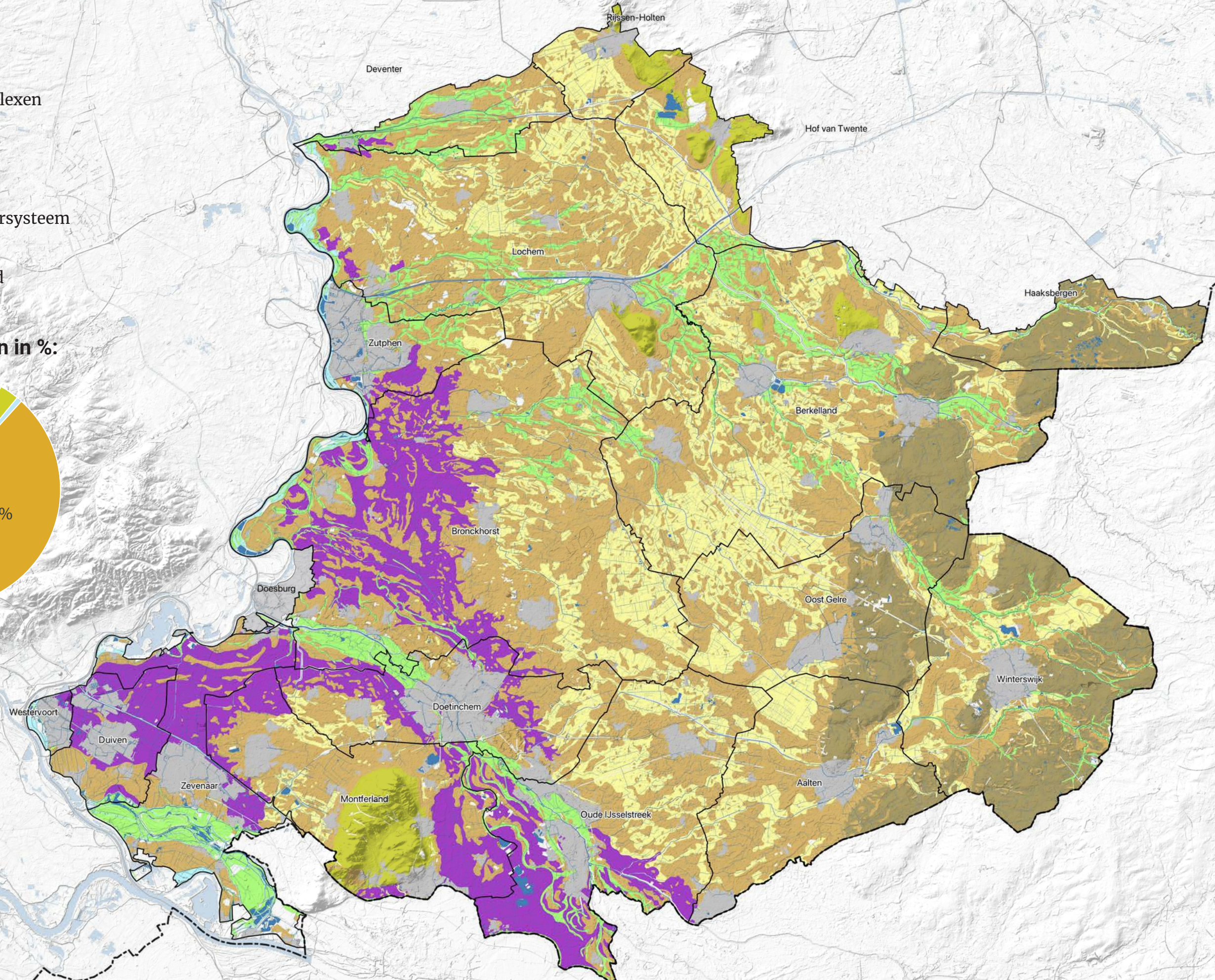
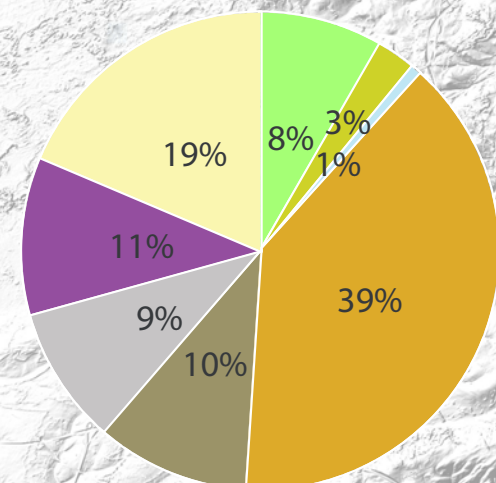


Fig. 26 Watersysteemtypen Achterhoek & Liemers

3.2 VERKENNING MOGELIJKE MAATREGELEN

Voor een structurele aanpak van het voorraadbeheer moet worden nagedacht welke maatregelen genomen kunnen worden en welke effecten die maatregelen hebben. Het waterschap Rijn en IJssel heeft een lijst van denkbare maatregelen opgesteld (zie figuur 28).

Elk type maatregel heeft een eigen effect. In eerdere studies is verkend welk effect afzonderlijke maatregelen hebben (zie figuur 27). Sommige maatregelen kunnen alleen lokaal genomen worden (zoals afkoppelen stedelijk gebied) en hebben daarmee ook een lokaal effect. Andere maatregelen kunnen bijna gebiedsdekkend worden genomen, en hebben daarmee ook een vlakdekkende doorwerking (zoals beken en watergangen verondiepen en drainage verhogen).

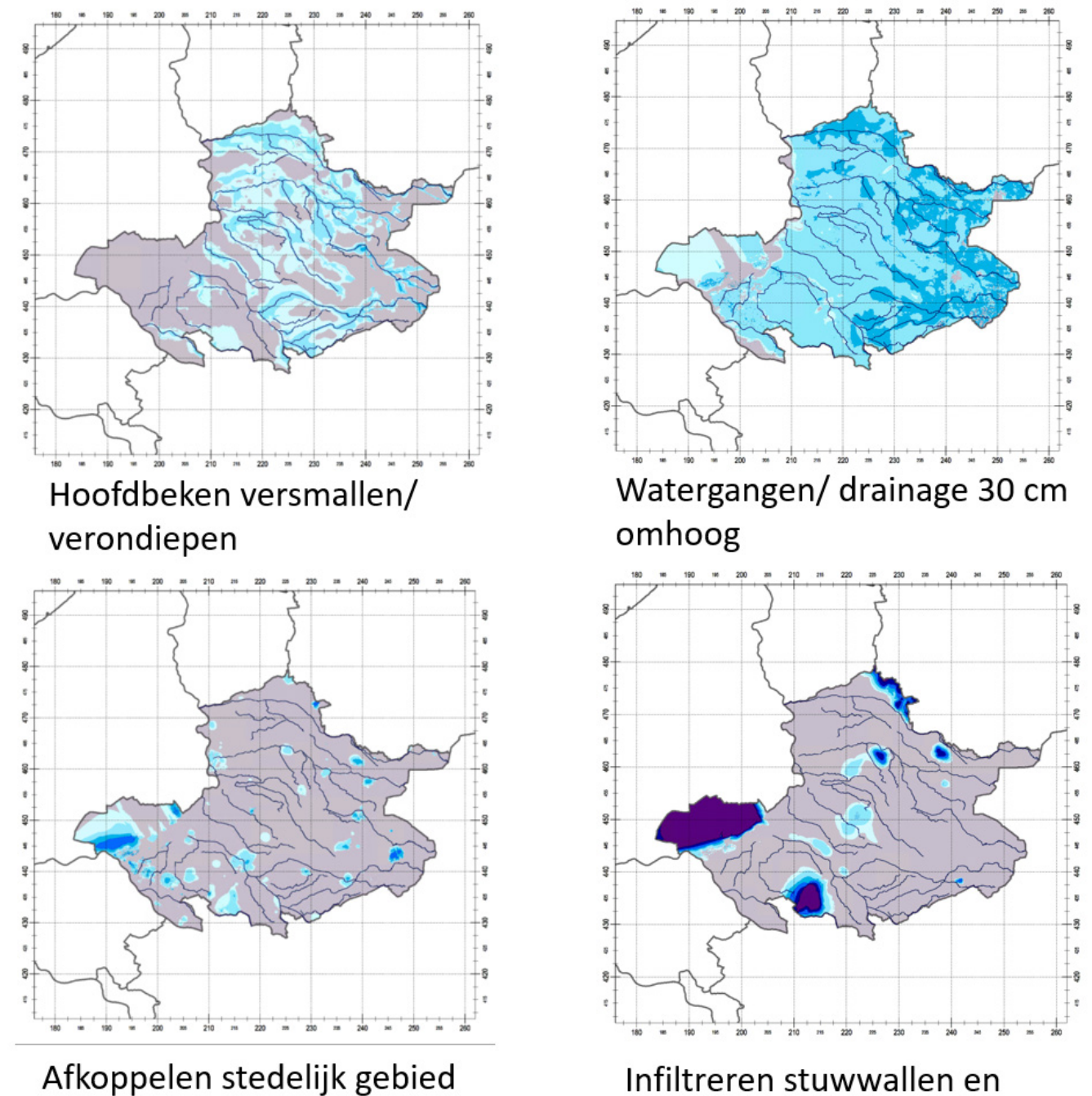
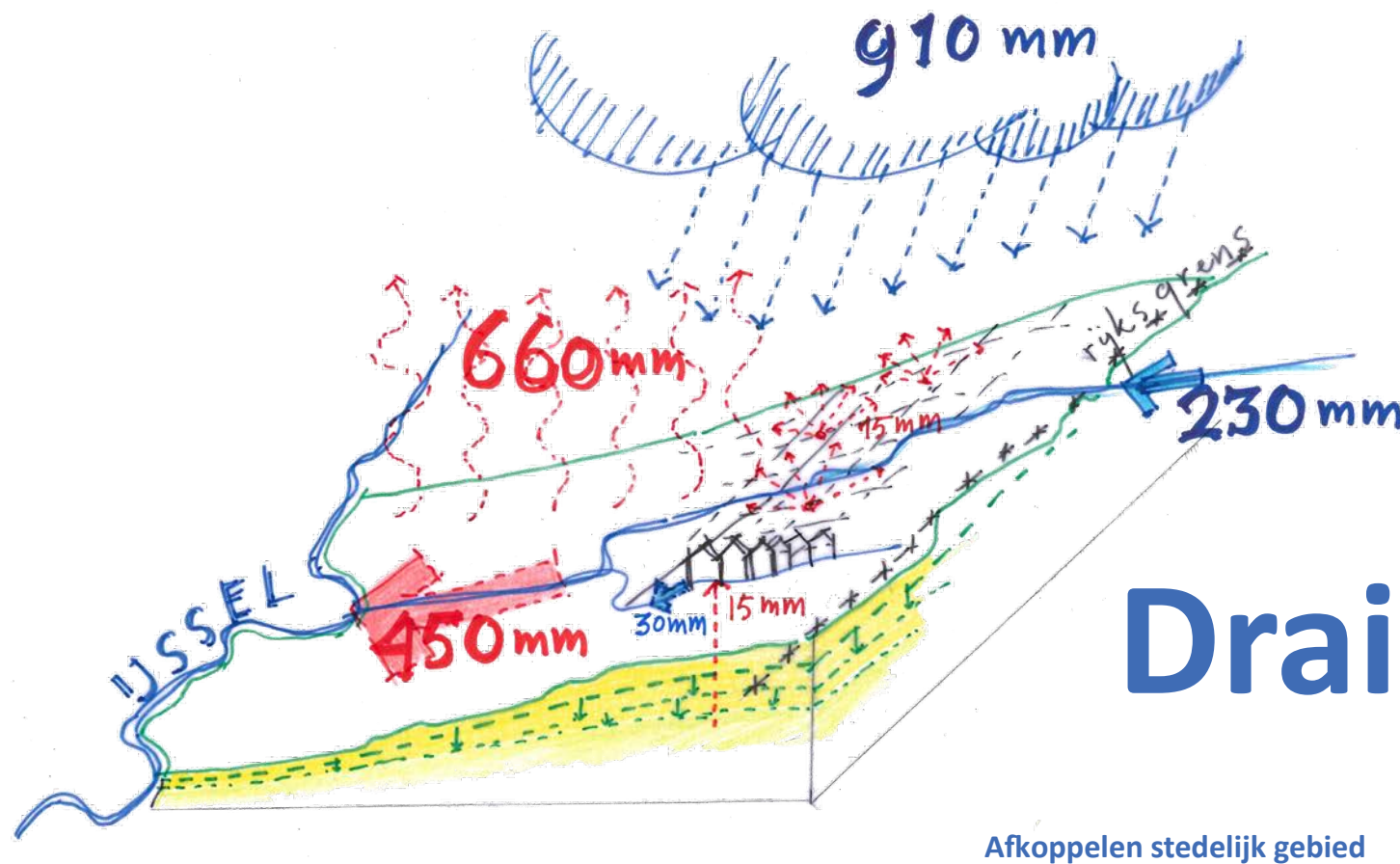


Fig. 27 indicatie van effectiviteit maatregelen (lokaal/regionaal) op basis van eerdere berekeningen



Efficiënter irrigeren

Vermindering watergebruik

Water aanvoeren

Particuliere grondwateronttrekkingen reduceren

Meer infiltratiegebieden

Drainagebasis omhoog

Omzetting van naaldbos naar heide

Afkoppelen stedelijk gebied

Drainagebasis Rijn en IJssel omhoog

Aanleggen spaarbekkens

Industriële winningen compenseren

Ondergrondse zoetwaterberging

Onttrekking grondwater voor beregning compenseren

Drinkwaterwinningen compenseren door water te infiltreren

Hergebruik effluent

Ander landbouwgewas

Legenda

Groot effect

> 30mm

Effect

30-10mm

Gering effect

> 10mm

Sponswerking bodem vergroten

Fig. 28 Verkenning en inschatting effectiviteit van mogelijke maatregelen (bron: Feitenbeeld Watersysteem Achterhoek)

3.3 MAATREGELEN PER WATERSYSTEEMTYPE

Figuur 29 en 30 tonen respectievelijk voor denklijn 1 en 2 welke maatregelen in het model zijn opgenomen per watersysteemtype. Vervolgens zijn de denklijnen als samenhangend maatregelpakket doorgerekend. In de hieropvolgende paragraaf worden de maatregelen nader toegelicht.

DENKLIJN 1:

HUIDIGE GEBRUIKSEISEN STUREND

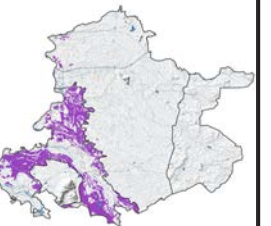
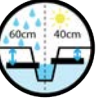
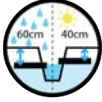
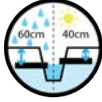
	Beekdalen	Stuwwallen	Zandruggen	Plateaus	Stedelijk gebied	Vlakte op zand	Vlakte op klei
							
Grondwaterberekening rondom natte natuur uit (zone 200m)							
Watergangen verondiepen met 20cm							
Zoetwaterberging in zandruggen (> 50 ha) en stuwwalcomplexen (van dec t/m maart)							
50% afkoppelen en infiltreren neerslag verhard gebied							
Peilgestuurde drainage (winter: 60cm onder mv, zomer: 40cm onder mv)							

Fig. 29 Maatregelenpakket doorgerekend in denklijn 1

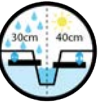
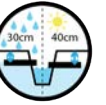
	Beekdalen	Stuwwallen	Zandruggen	Plateaus	Stedelijk gebied	Vlakte op zand	Vlakte op klei
							
Grondwaterberekening rondom natte natuur uit (zone 200m)							
Watergangen verondiepen met 50cm							
Zoetwaterberging in zandruggen (> 50 ha) en stuwwalcomplexen (van dec t/m maart)							
100% afkoppelen en infiltreren neerslag verhard gebied							
Peilgestuurde drainage (winter: 30cm onder mv, zomer: 40cm onder mv)							
Drinkwaterwinningen compenseren (in de winter: december t/m maart)							
Grondwaterberekening uit							
Drainage eruit							
Hoofdwatervgangen met 70cm verondiepen en profiel aanpassen							

Fig. 30 Maatregelenpakket doorerekend in denklijn 2

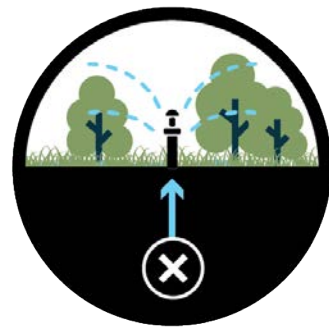
3.4 MAATREGELEN NADER BESCHOUWD

Grondwaterberegening rondom natte natuur uit (zone 200m)

Via grondwaterberegening wordt water uit de bodem gepompt om gewassen van water te voorzien in droge periodes. In het model is de volgende maatregel doorgevoerd: grondwaterberegening rondom natte natuur uit, binnen een contour van 200m rond natte natuurgebieden. Dit betreft 267 stuks beregeningsputten. De maatregel kan bijdragen om uitputting van de grondwaterstand tegen te gaan met name rond natte natuurgebieden.



Fig. 31 Beregening

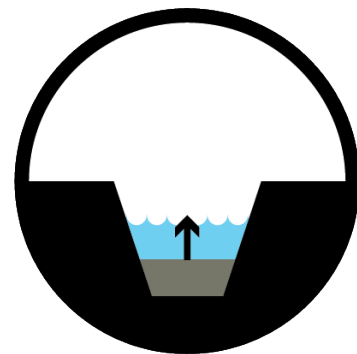


Watergangen verondiepen

Diepe watergangen hebben een sterk drainerende werking op percelen. In het model wordt de maatregel 'watergangen verondiepen' (met 20cm in denklijn 1 en 50 cm in denklijn 2) doorgevoerd op 175.000 ha aan watergang (hoofdwatgangen, waterlopen, greppels en droge sloten). Hierdoor wordt er minder water afgevoerd en is er meer bodemvoorraad beschikbaar in droge periodes.



Fig. 32 Verondieping watergangen Vragender in het kader van EDDGI

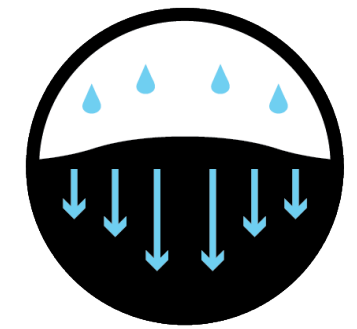


Zoetwaterberging in zandruggen en stuwwalcomplexen (van dec t/m maart)

Met zoetwaterberging in zandruggen en stuwwalcomplexen wordt het infiltreren van beekwater via een opgeleide waterloop of via pompsystemen bedoeld. In deze hoge (zandige) ruggen zit veel ruimte om het grondwater aan te vullen zodat deze met grote vertraging (via kwelstromen) de omliggende lagere gebieden kan voeden. Met 600 miljoen ha aan zandruggen (> 50 ha) betreft dit ca. 60 miljoen m³ infiltratie (100mm), en met 60 ha hectare aan stuwwalcomplexen betreft dit ca. 20 miljoen m³ infiltratie (300mm).



Fig. 34 Infiltratie via pompsystemen

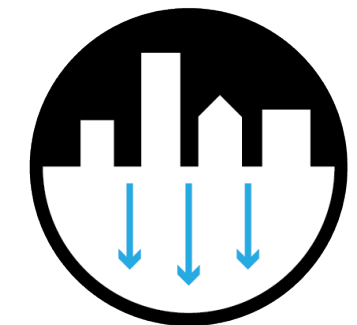


Afkoppelen stedelijk gebied

Het afkoppelen van stedelijk gebied is een maatregel waarbij het hemelwater dat afstroomt via verhard oppervlak niet langer via een gemengd riool wordt verwerkt en afgevoerd maar wordt infiltréerd in de bodem. Met 9.000 ha aan stedelijk gebied betreft dit voor denklin 1 (50% afkoppelen) 4.500 ha af te koppelen stedelijk gebied en voor denklin 2 (100% afkoppelen) 9.000 ha.



Fig. 33 Afkoppelen verhard oppervlak

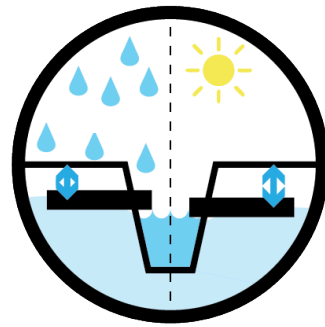


Peilgestuurde drainage

Normaal gesproken voeren drainagebuizen automatisch grondwater af naar watergangen en houden hiermee het grondwaterpeil laag. Peilgestuurde drainage heeft het voordeel dat de afwateringshoogte van het drainagesysteem makkelijk kan worden aangepast om voldoende water vast te houden voor droge periodes maar af te voeren wanneer dit nodig is. Met de maatregel 'peilgestuurde drainage' wordt in denklinj 1 13.000 ha aan percelen met drainage omgezet naar peilgestuurde drainage en in denklinj 2 is dit 12.000 ha.



Fig. 35 Peilgestuurde drainage

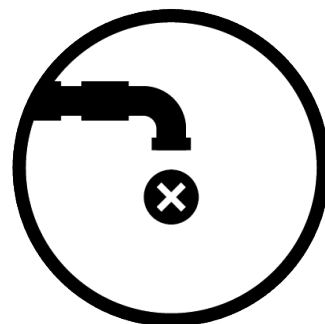


Drinkwaterwinning voor de helft compenseren

Drinkwaterwinningen onttrekken grondwater uit de bodem om te voorzien in de behoefte van drinkwater. Hierdoor kan de grondwaterstand lokaal sterk zakken. Met de maatregel 'drinkwaterwinning voor de helft compenseren' wordt infiltratie met beekwater in het intrekgebied van de winning bedoeld, om het zakken van de grondwaterstand tegen te gaan.



Fig. 37 Drinkwaterwingebied

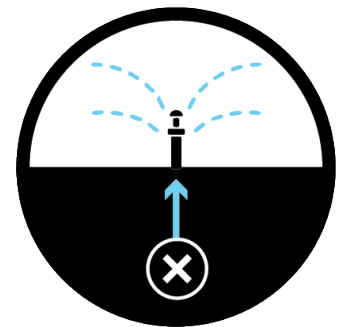


Grondwaterberegening uit

Zie uitleg bij maatregel 'Grondwaterberegening rondom natte natuur uit (zone 200m)' maar dan voor alle beregeningsputten in de beekdalen. Dit betreft 275 stuks beregeningsputten. De maatregel kan bijdragen om de grondwaterstand te verhogen in de beekdalzones, wat van nature nattere gronden zijn



Fig. 36 Beregening

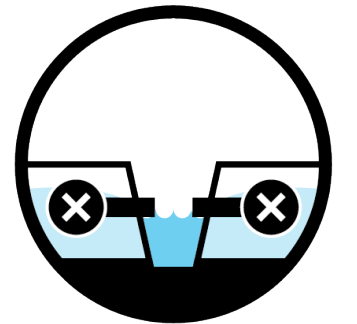


Drainage eruit

Met de maatregel 'drainage eruit' (in de beekdalen) zijn in het model alle drainge buizen in de beekdalen verwijderd. Dit omvat zo'n 1000 ha aan percelen met drainage. Hierdoor is er geen afvoer van grondwater naar watergangen via drainage meer om het grondwaterpeil laag te houden waardoor de beekdalen sterk vernatten.



Fig. 38 Drainagebuizen

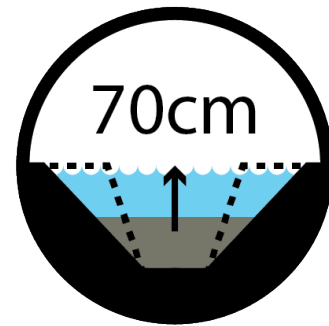


Hoofdwatervangsten met 70cm verondiepen en profiel aanpassen

De maatregel 'hoofdwatervangsten met 70cm verondiepen en profiel aanpassen' beoogt het langer vasthouden van water door de (te) snelle afwatering via hoofdwatervangsten tegen te gaan. Met deze maatregel wordt 700 kilometer aan hoofdwatervangst (HEN/SED/KRW watervangsten) verondiept en het profiel wordt aangepast naar een accoladeprofiel met een meer geleidelijk aflopend verhang om de stroomsnelheid te verminderen.



Fig. 39 Verondieping watervangsten Vragender in het kader van EDDGI



SAMENVATTEND

In bijlage 1 (maatregelen nader beschouwd) staat op het grondgebied van de Achterhoek en Liemers afgebeeld waar de maatregelen in de modelberekeningen zijn opgenomen. Met een inschatting van de individuele effecten per maatregel, wat de maatregelen ongeveer kosten, en wie aan de knoppen draait voor het inzetten van de maatregelen. De kosten van de maatregelen en het individueel effect is ook samengevat in figuur 40. De kosten zijn tot stand gekomen op basis van een prijs per eenheid (stuk/afstand/oppervlakte) afgeleid uit de Rapport Onderbouwing uitvoeringsprogramma Zoetwater Oost-Nederland (Witteveen & Bos, 2019) en vermenigvuldigd met de eenheid zoals opgenomen in de modelberekening. De inschatting van de individuele effecten is afgeleid aan de hand van een eerdere analyse van het effect in mms per maatregel in Rapport Verkenningen voorraadbeheer WRIJ (Sweco, 2021). In totaal komen de kosten voor denklijn 1 neer op orde grootte een half miljard en voor denklijn 2 op een heel miljard (zonder investeringskosten afwaardering gronden en plan- en proceskosten).

Totaal DENKLIJN 1: € 0,5 miljard DENKLIJN 2: € 1 miljard Zonder investeringskosten afwaardering gronden en plan- en proceskosten.	Inschatting individueel effect		Inschatting technische kosten		Wie draait er aan de knoppen
	<i>denklijn 1</i>	<i>denklijn 2</i>	<i>denklijn 1</i>	<i>denklijn 2</i>	
					<i>denklijn 1/2</i>
Grondwaterberekening rondom natte natuur uit (zone 200m)	lokaal	lokaal	€ 2,5 milj.	€ 2,5 milj.	collectief
Watergangen verondiepen met d1: 20cm - d2: 50cm	10-30mm (i.c.m. peilgestuurde drainage)	15-50mm (i.c.m. peilgestuurde drainage)	€ 85 milj.	€ 150 milj.	collectief & privaat
Zoetwaterberging in zandruggen (> 50 ha) en stuwwalcomplexen (van dec t/m maart)	lokaal > 100mm	lokaal > 100mm	€ 250 milj. (per jaar)	€ 250 milj. (per jaar)	collectief & privaat
d1: 50% - d2: 100% afkoppelen en infiltreren neerslag verhard gebied	lokaal 100mm	lokaal > 100mm	€ 150 milj.	€ 300 milj.	collectief & privaat
Peilgestuurde drainage (winter d1: 60cm - d2: 30cm onder mv, zomer 40cm onder mv)	10-30mm (i.c.m. watergangen verondiepen)	30-60mm (i.c.m. watergangen verondiepen)	€ 30 milj.	€ 50 milj.	privaat
Drinkwaterwinningen compenseren (in de winter: december t/m maart)		lokaal 300mm		€ 15 milj. (per jaar)	collectief
Grondwaterberekening uit		15-50mm		€ 3 milj.	collectief & privaat
Drainage eruit		lokaal 50-100mm (i.c.m. hoofdwatgangen ...)		-	collectief
Hoofdwatgangen met 70cm verondiepen en profiel aanpassen		lokaal 20-50mm (i.c.m. drainage eruit)		€ 230 milj.	collectief

Fig. 40 Inschatting kosten technische realisatie

4. EFFECT DENKLIJNEN OP GRONDWATER

De denklijnen zijn doorgerekend met grondwatermodel AMIGO. De hydrologische effecten zijn in dit hoofdstuk beschreven. De effecten zijn berekend ten opzichte van de huidige situatie, dus zonder het effect van klimaatverandering in 2050. Daarmee ontstaat een beeld van het effect van de maatregelen op zichzelf.

4.1 HOE VER KOMEN WE RICHTING DE OPGAVE?

In figuur 41, 44 en 45 zijn de huidige gemiddelde grondwaterstanden weergegeven, die zijn berekend met het AMIGO grondwatermodel voor de periode 2012–2020. Te zien is dat in het voorjaar (de kaart geeft de situatie rond 1 april weer) de grondwaterstanden in de huidige situatie vrij diep zitten. Dit is enerzijds te verklaren doordat in het voorjaar geleidelijk de verdamping is toegenomen (de zon schijnt langer, de temperatuur wordt hoger en planten gaan bladeren vormen waarmee ze water verdampen) en even hoog begint te worden als de neerslag, waardoor de grondwateraanvulling afneemt. Anderzijds wordt door de diepe ligging van watergang, beken en drainage ook in het voorjaar nog grondwater afgevoerd via het huidige watersysteem. De grondwatervoorraad vanuit de winter is daardoor aan het begin van het groeiseizoen (rond 1 april) alweer grotendeels afgevoerd. Na het voorjaar zakken de grondwaterstanden nog verder weg waardoor veel planten, waaronder landbouwgewassen, niet meer of minder goed met hun wortels bij het grondwater kunnen, waardoor in droge perioden droogteschade voor landbouw, natuur en (openbaar) groen kan ontstaan.

STIJGING GRONDWATERSTANDEN

Beide denklijnen (figuur 42 en 43) laten een significante stijging zien van de gemiddelde grondwaterstand op 1 april en zullen zo ook richting de zomer voor

extra waterbeschikbaarheid vanuit de bodem zorgen. De denklijnen zijn als samenhangend maatregelpakket doorgerekend. De gepresenteerde resultaten zijn dus een weergave van het opgetelde effect van de gezamenlijke maatregelen binnen een denklijn.

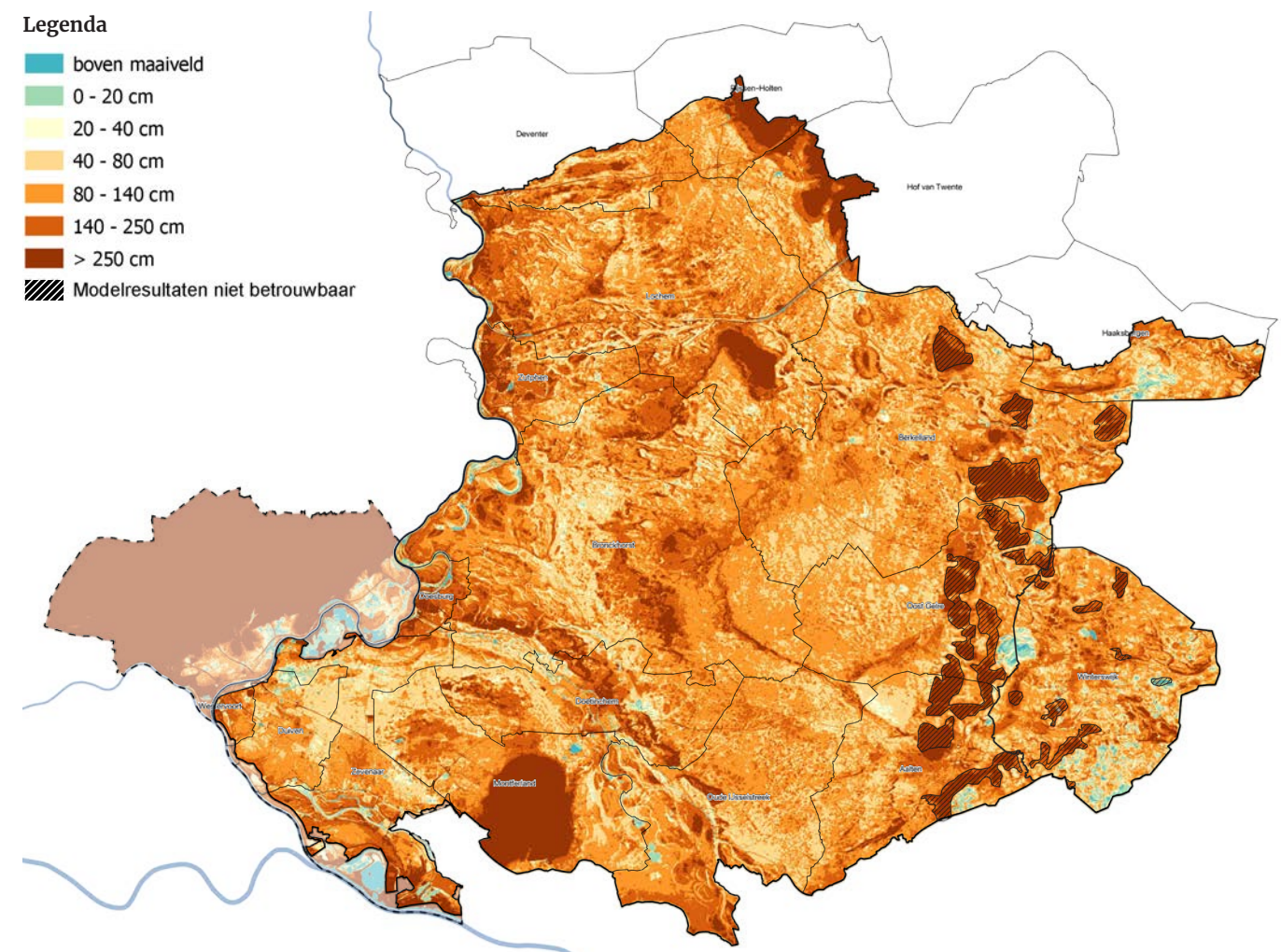


Fig. 41 Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (op 1 april) in cm onder maaiveld - huidig

Denklijn 1

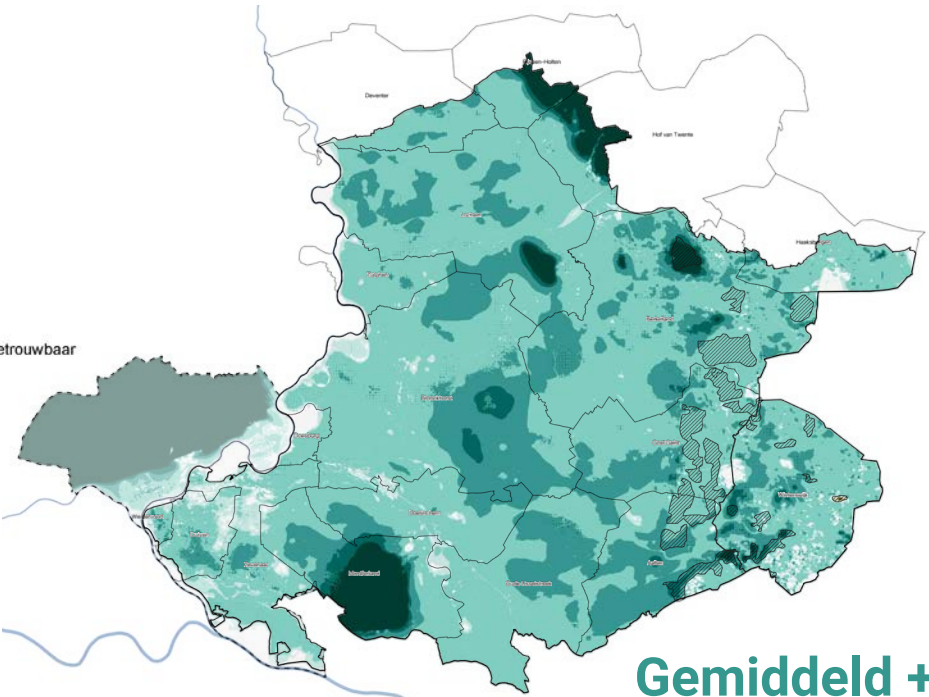


Fig. 42 Stijging gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (op 1 april) in cm - denklijn 1

Denklijn 2

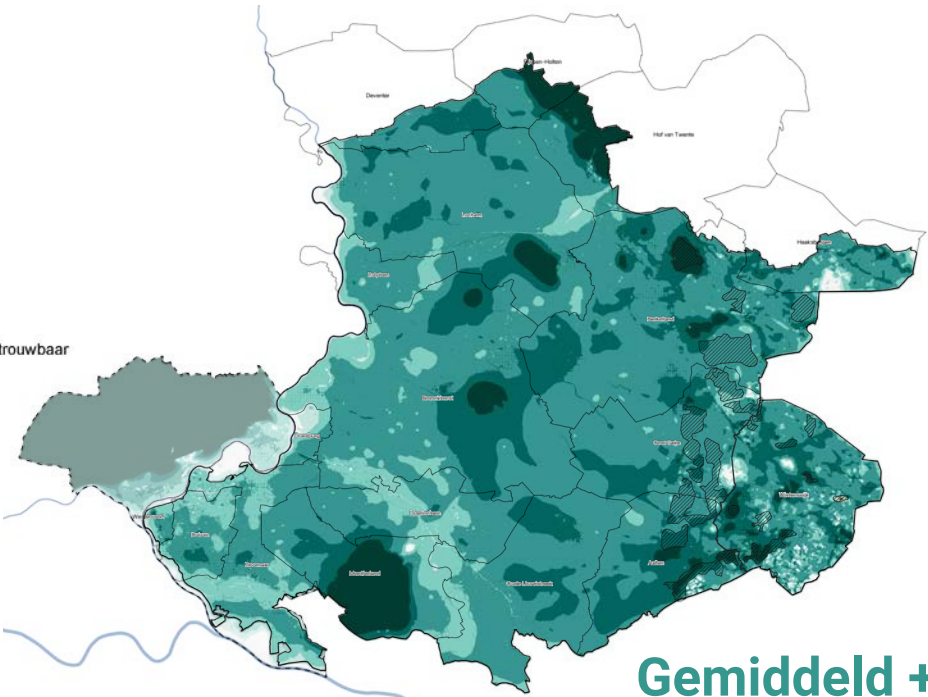


Fig. 43 Stijging gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (op 1 april) in cm - denklijn 2

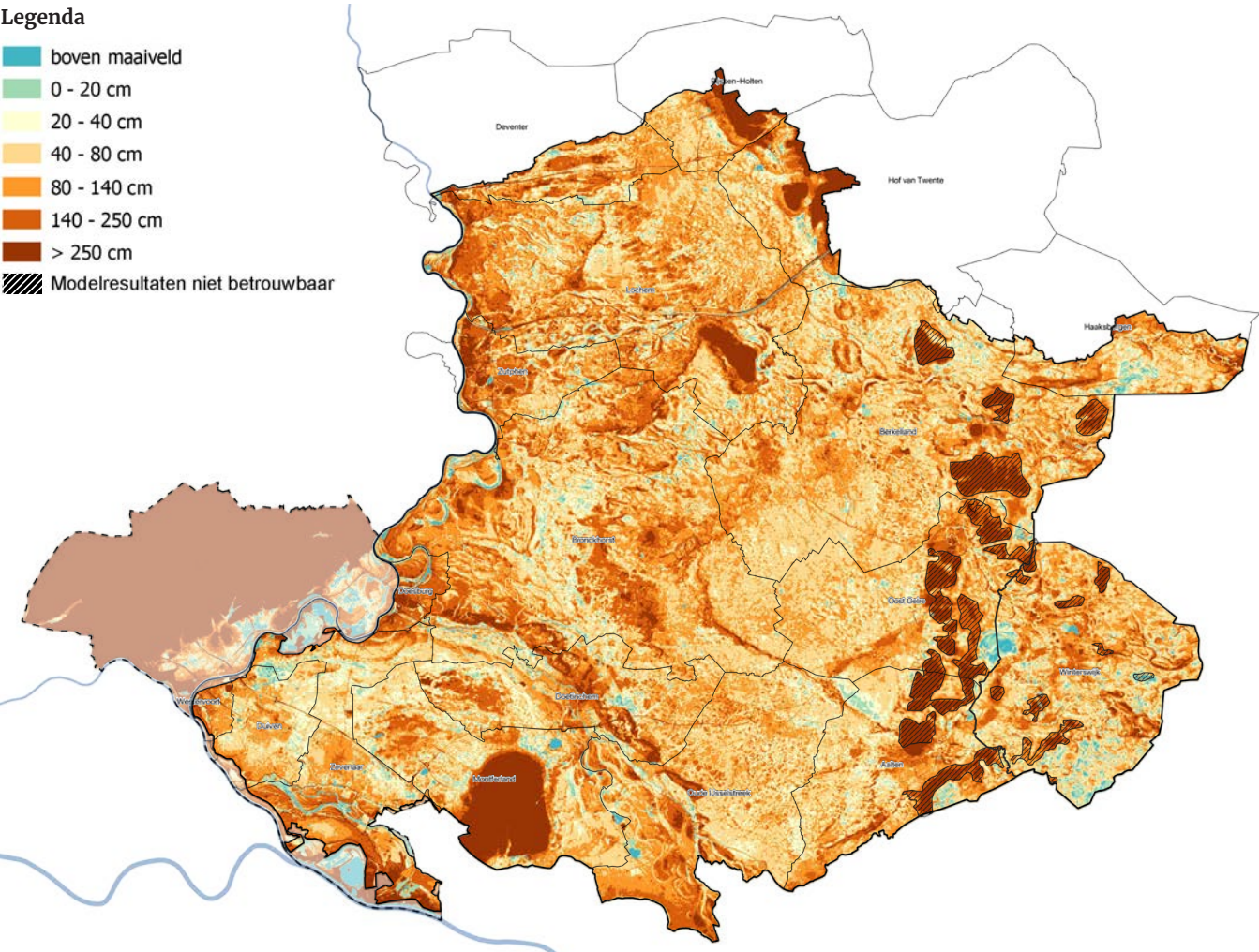
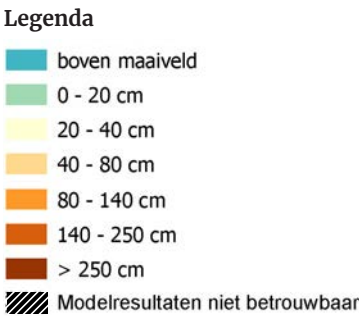


Fig. 44 Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (op 1 april) in cm onder maaiveld - denklijn 1

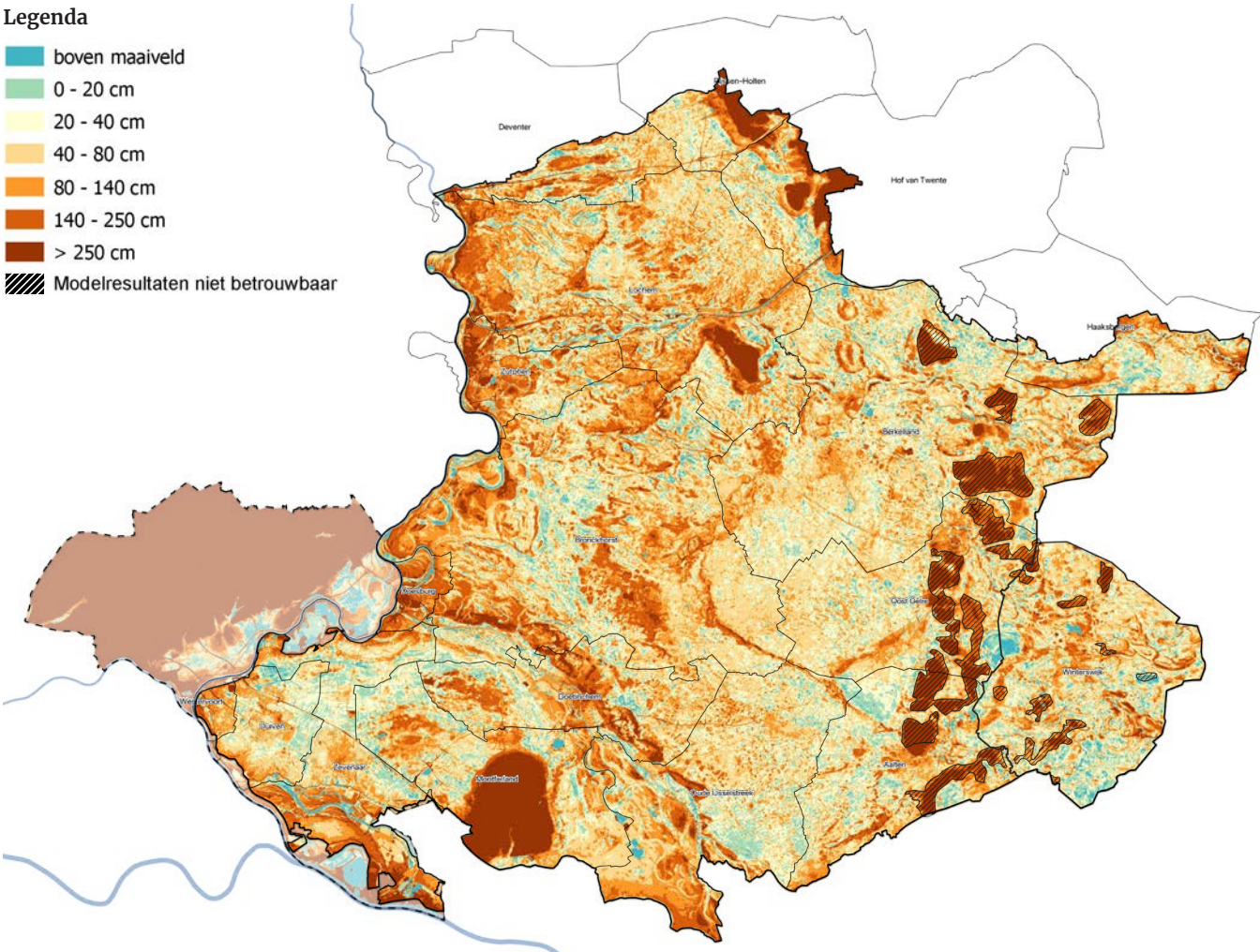
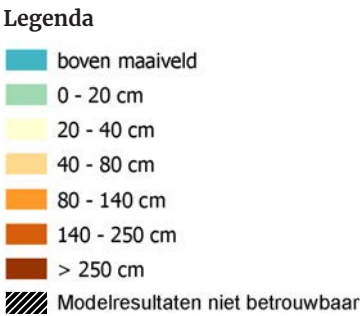


Fig. 45 Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (op 1 april) in cm onder maaiveld - denklijn 2

TOENAME GRONDWATERVOORRAAD

Met de stijging van de gemiddelde grondwaterstand op 1 april vindt er een toename van de grondwatervoorraad plaats (50 mm en 75 mm gemiddeld voor denklijn 1 en 2 respectievelijk, zie figuur 47 en 48). Met denklijn 1 wordt de negatieve trend van toenemende droogte in het groeiseizoen door klimaatverandering doorbroken (figuur 46). Met denklijn 2 is de trend nog verder om te buigen richting een robuustere waterbalans met voldoende grondwatervoorraad in het groeiseizoen. De algemene doelstelling 100 mm extra watervoorraad wordt met de doorgerekende maatregelen lokaal wel gehaald, maar niet gebiedsdekkend (voor beide denklijnen). De effecten van droogte worden echter substantieel gereduceerd, en de effecten op de verdamping (transpiratie) en aanvullende maatregelen (denk aan bodemverbetering en water inlaten) kunnen nog een extra plus geven.

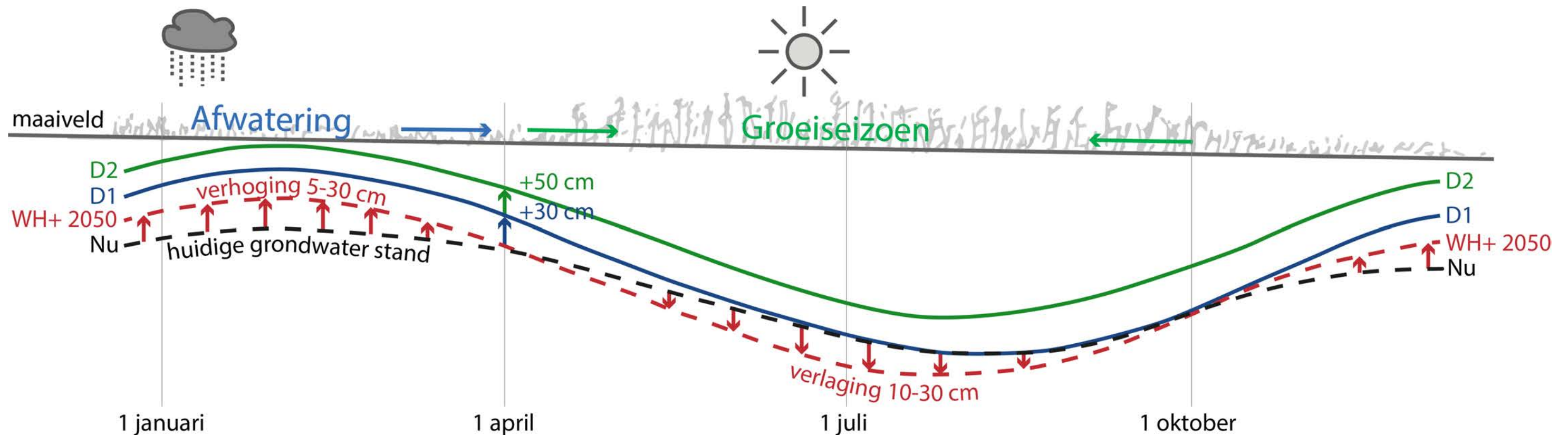


Fig. 46 Daling/stijging van gemiddelde grondwaterstanden in de toekomst (WH2050) afgezet tegen het jaarverloop en inschatting van hoe de denklijnen zich hiertoe verhouden

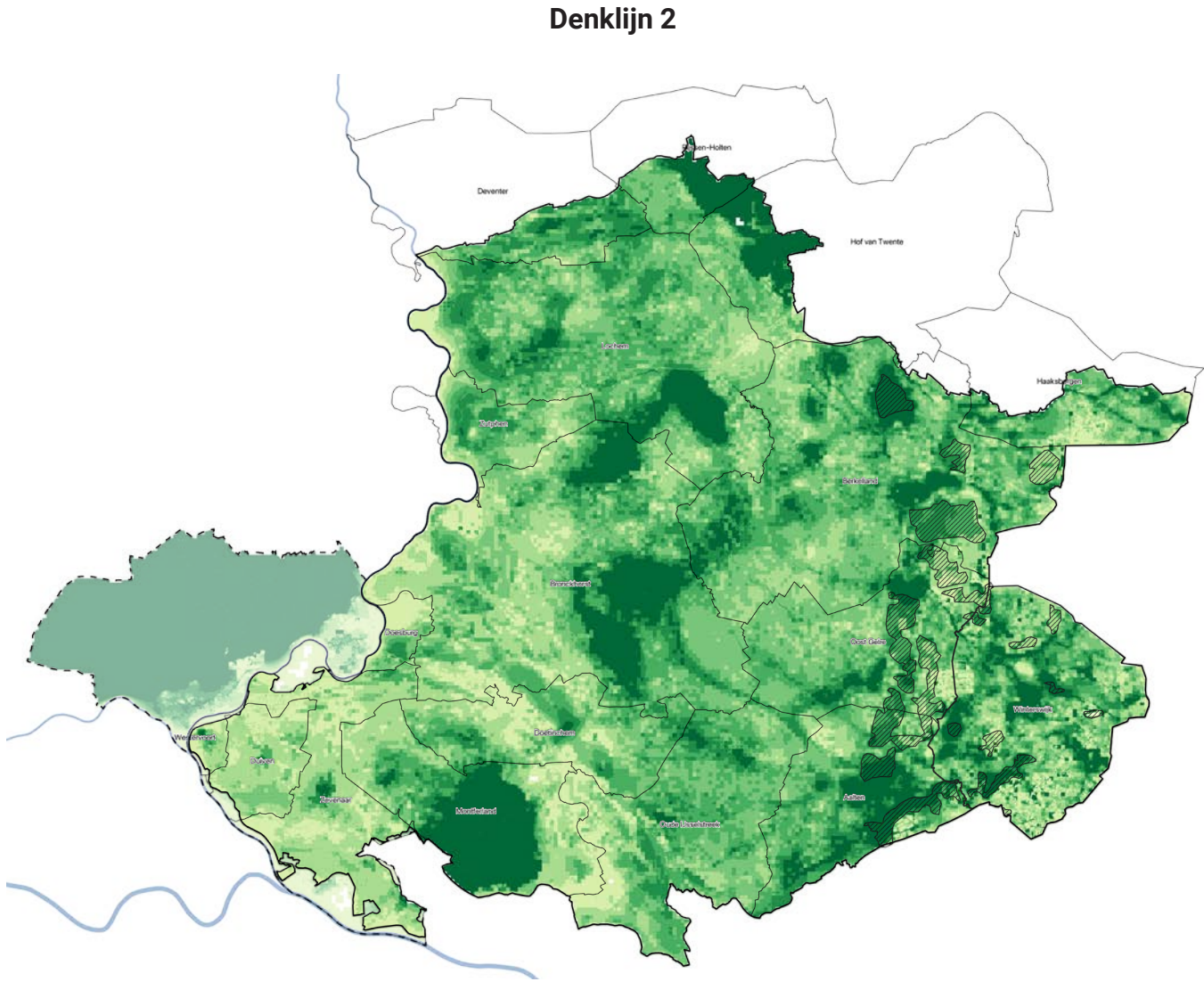
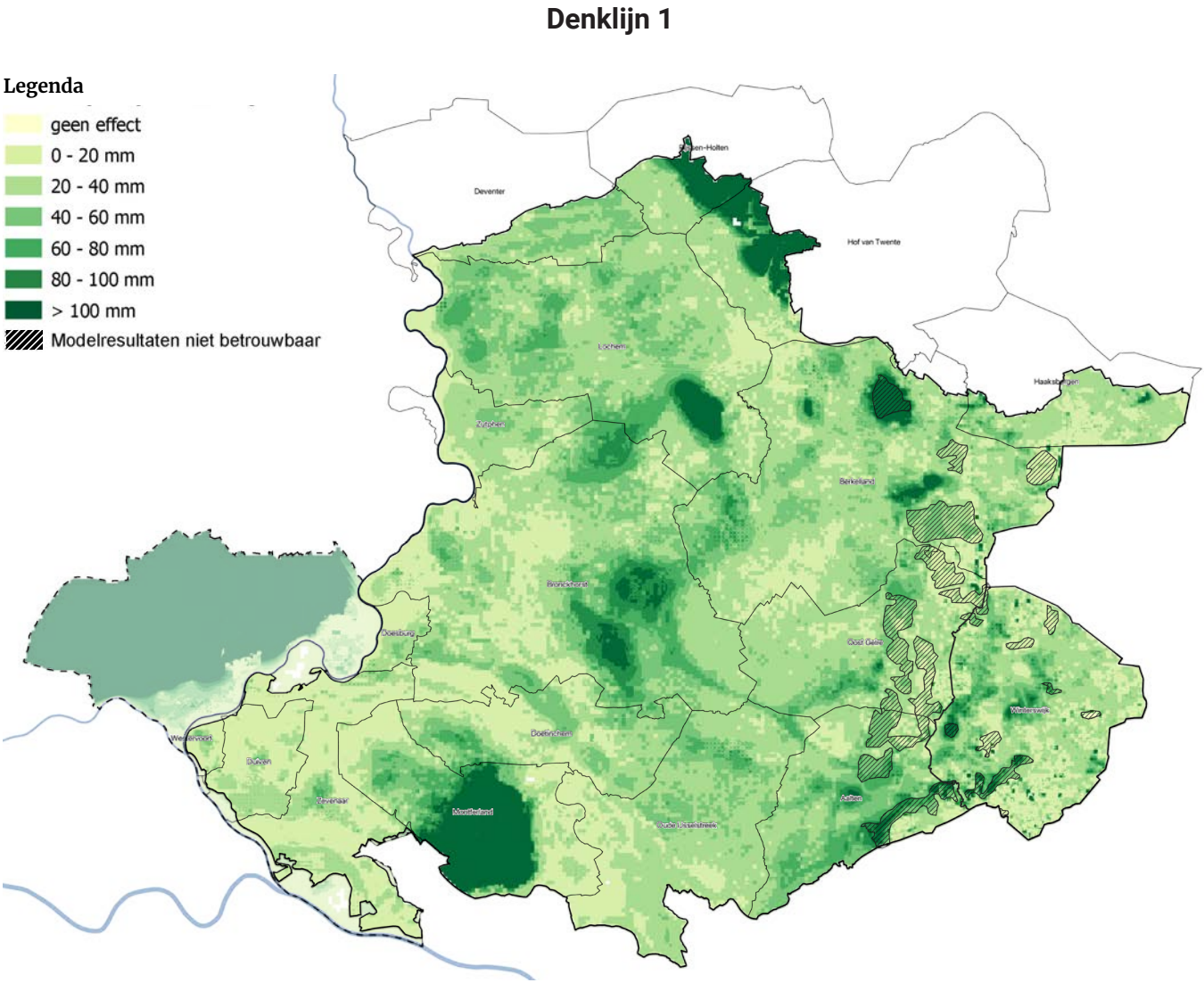


Fig. 47 Toename grondwatervoorraad in mm op 1 april - denklijn 1

Fig. 48 Toename grondwatervoorraad in mm op 1 april - denklijn 2

Gemiddeld **50mm**
lokaal soms >100mm

Gemiddeld **75mm**
lokaal soms >100mm

Om inzichtelijk te maken waar welke ordegrootte in toename van de grondwatervoorraad per denklijn kan worden behaald is het effect per watersysteemtype weergegeven. Hierdoor wordt het inzichtelijk dat er in de stuwwallen heel veel winst te behalen valt maar dat het effect vrij lokaal is. Ook de zandruggen nemen een groot aandeel van de toename van de grondwatervoorraad voor hun rekening, waar het totale gebied van profiteert. In de lagere gebieden (beekdalen, vlakte op zand en vlakte op klei) is de mogelijkheid om meer water te bergen geringer maar de hogere grondwaterstanden in deze gebieden zijn zeer relevant omdat deze zorgen voor tegendruk richting de flanken en de hoge gronden, zodat hier het water langer kan worden vastgehouden en minder snel afstroomt.

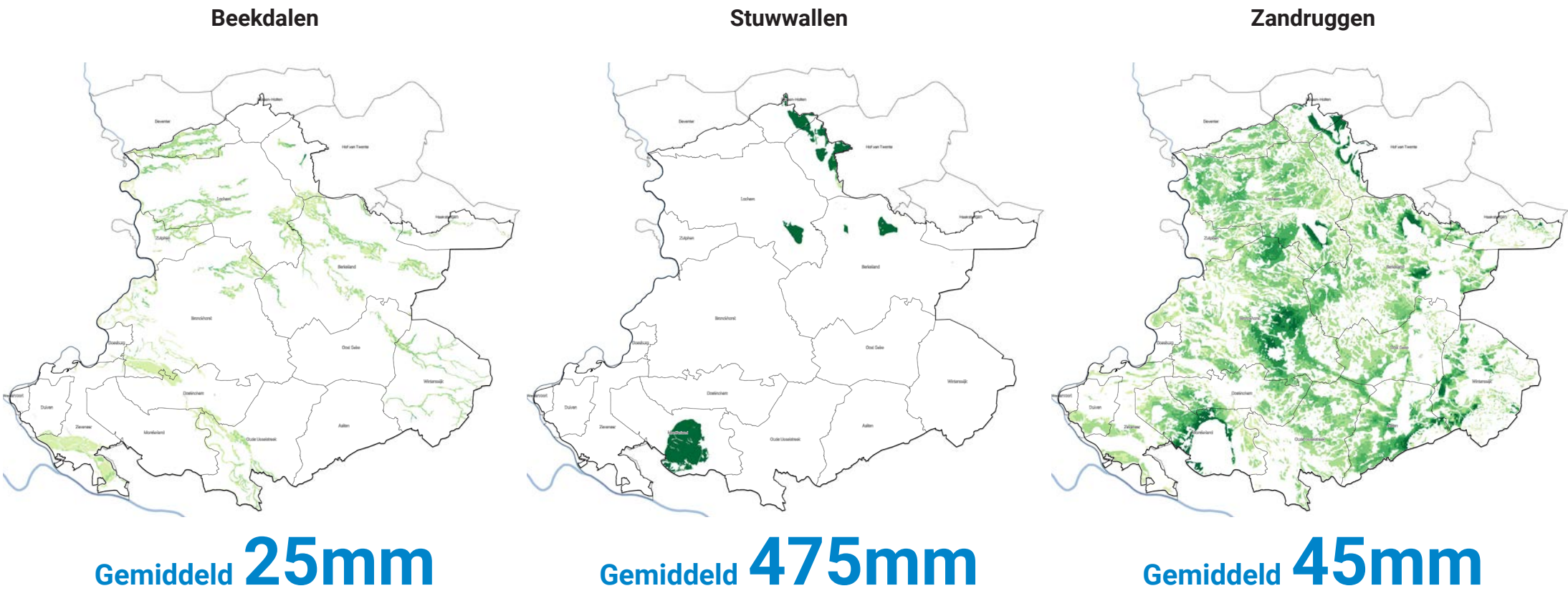


Fig. 49 Toename grondwatervoorraad in mm op 1 april per watersysteemtype in denklijn 1

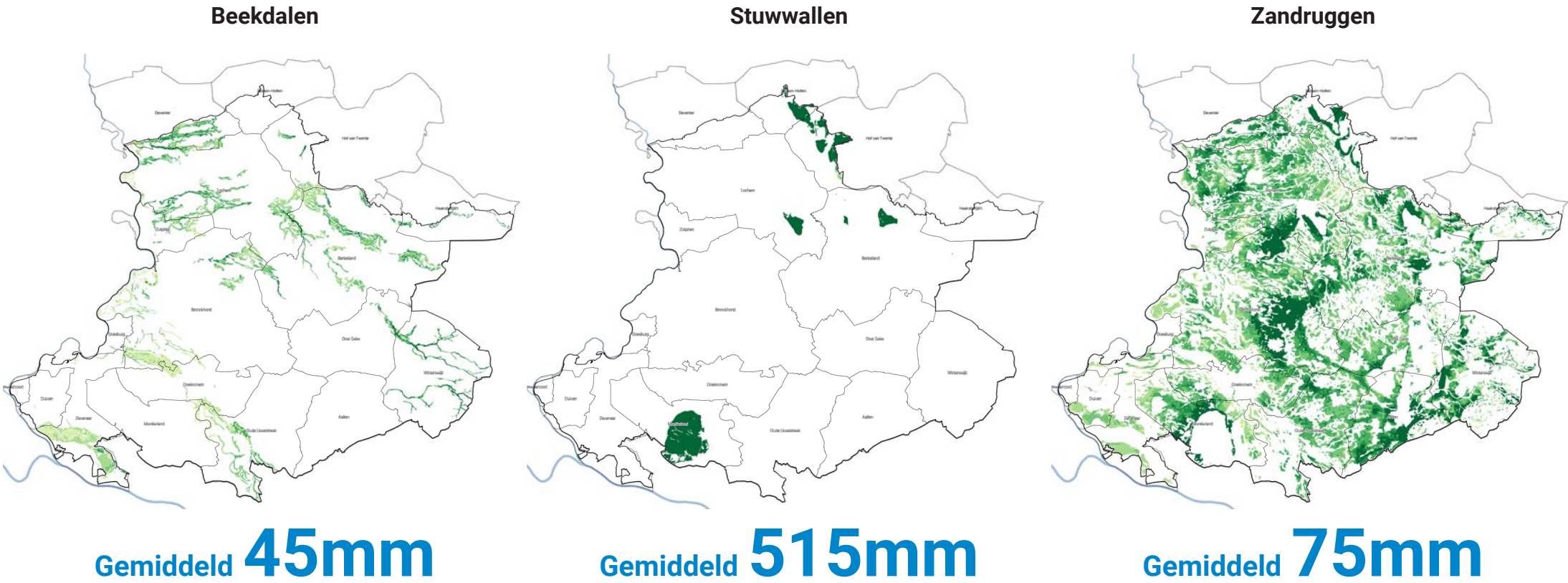


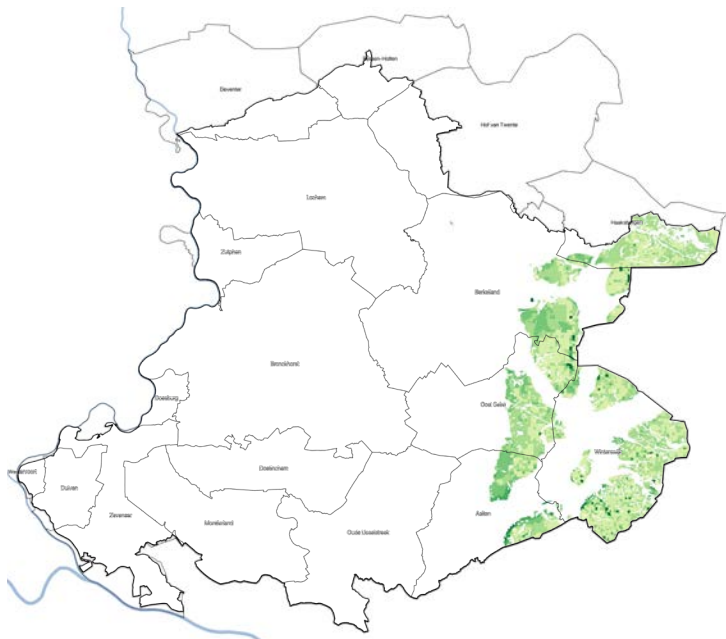
Fig. 50 Toename grondwatervoorraad in mm op 1 april per watersysteemtype in denklijn 2

Plateaus

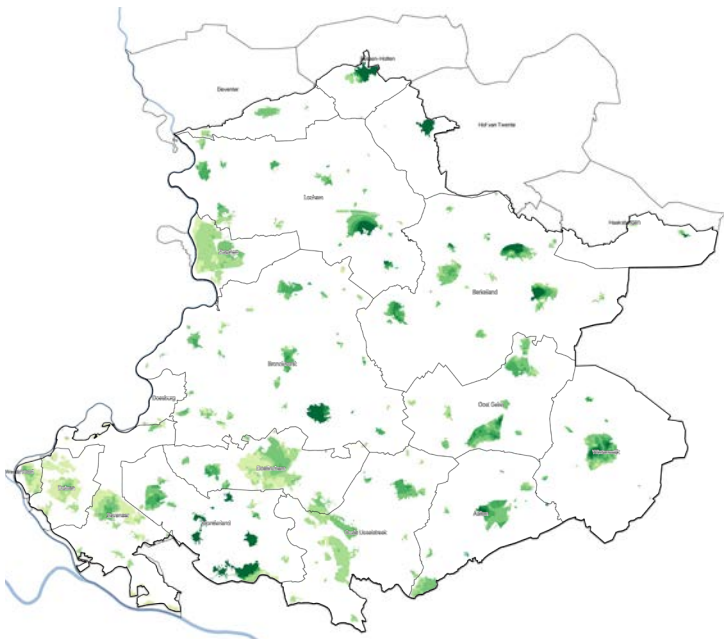
Stedelijk gebied

Vlakte op zand

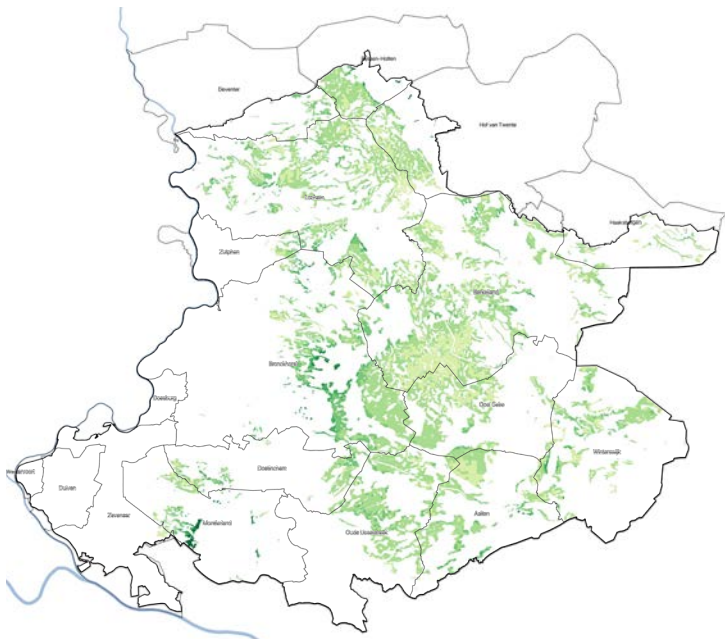
Vlakte op klei



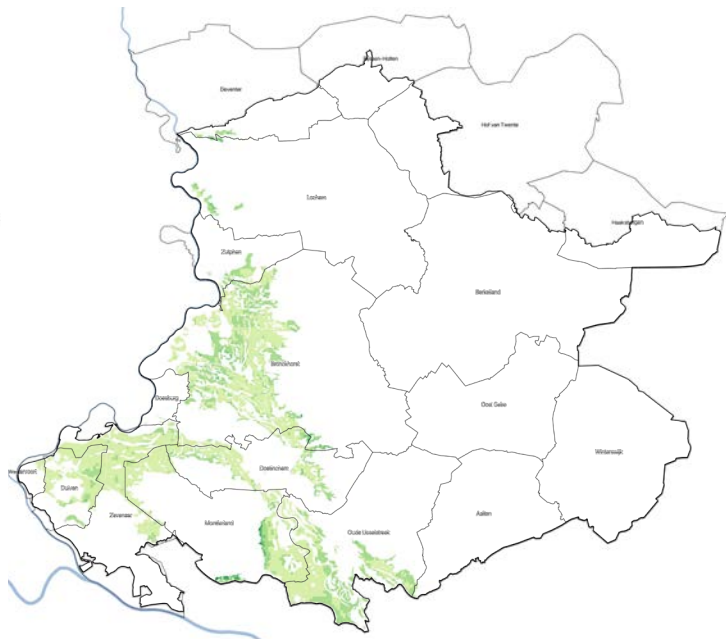
Gemiddeld **25mm**



Gemiddeld **55mm**



Gemiddeld **30mm**



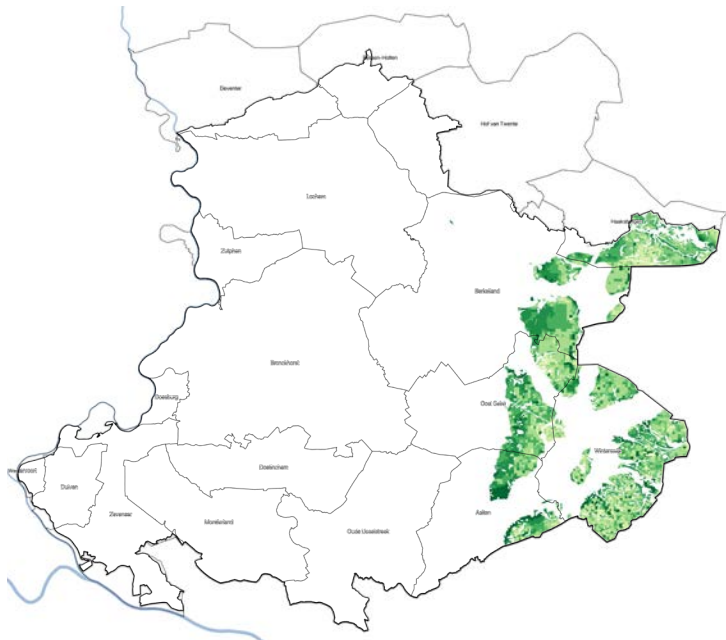
Gemiddeld **20mm**

Plateaus

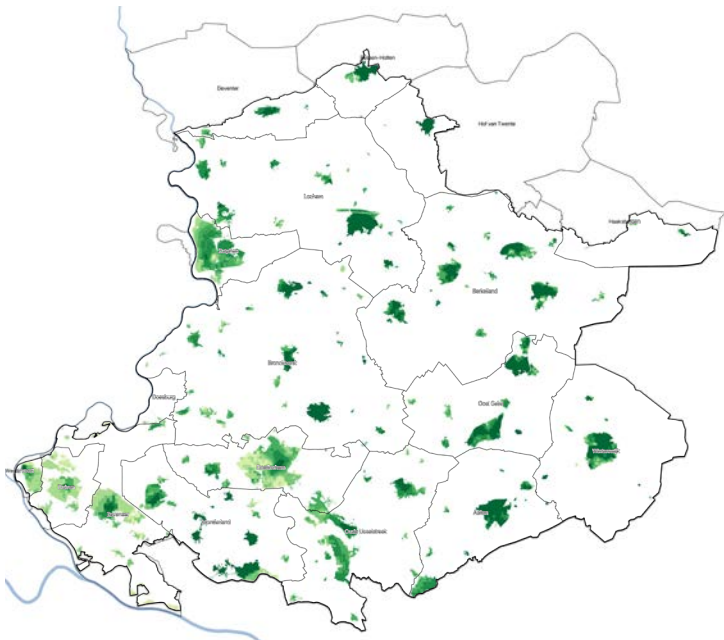
Stedelijk gebied

Vlakte op zand

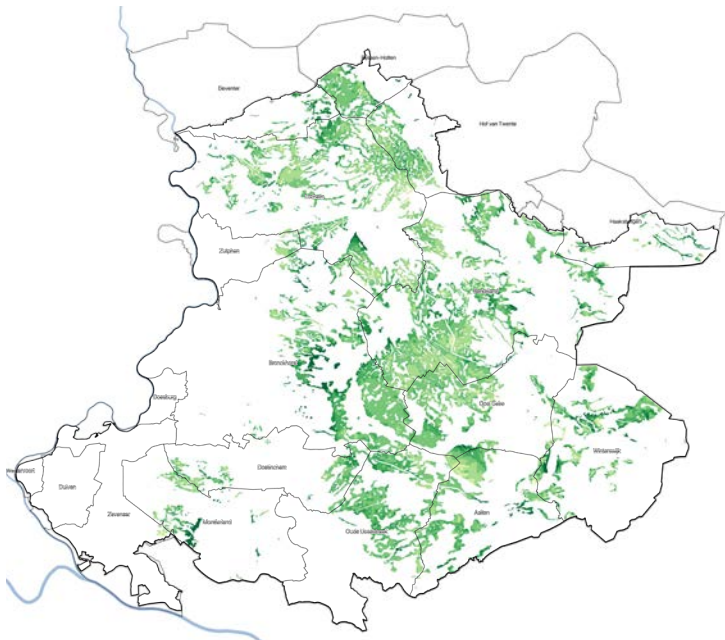
Vlakte op klei



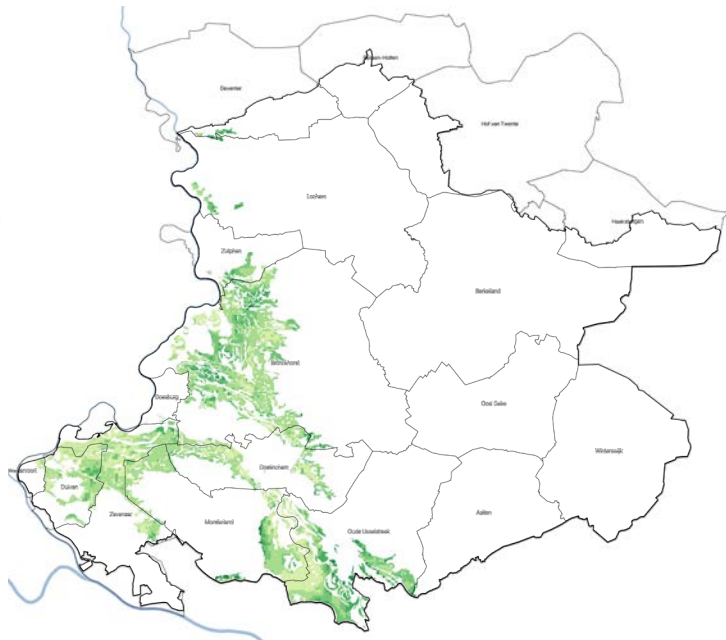
Gemiddeld **50mm**



Gemiddeld **90mm**



Gemiddeld **55mm**



Gemiddeld **35mm**

TRANSPIRATIE

De verdamping van planten (transpiratie) neemt toe in beide denklijnen, een teken dat de plantenwortels meer grondwater tot hun beschikking hebben in het groeiseizoen, door hogere grondwaterstanden en betere capillaire nalevering. Voor landbouwgewassen geldt: hoe hoger de transpiratie, hoe hoger de gewasopbrengst in kilogram product. De toename van de transpiratie komt bij de effecten voor de landbouw dan ook terug als een afname van de droogteschade.

Toename transpiratie in een gemiddeld jaar

Denklijn 1 zorgt in een gemiddeld jaar in het landelijk gebied voor een toename van de transpiratie van ongeveer 0 tot 20 mm (figuur 51). In het stedelijk gebied neemt de transpiratie dan op veel plekken toe met 50 tot 100 mm, dit is te verklaren doordat in de denklijn een deel van het verhard oppervlak is verwijderd, waardoor er transpiratie op gaat treden op locaties waar thans geen transpiratie mogelijk is. Dit is dus ook een goede maatregel om hittestress te bestrijden.

Denklijn 2 zorgt in een gemiddeld jaar in het landelijk gebied voor een toename van de transpiratie van ongeveer 0 tot 50 mm, doordat de grondwaterstanden sterker stijgen dan in denklijn 1 (figuur 52). In het stedelijk gebied neemt de transpiratie op veel plekken toe met meer dan 100 mm.

Toename transpiratie in een extreem droog jaar

Naast een gemiddeld jaar zijn de effecten van de denklijnen ook doorgerekend voor een extreem droog jaar, het jaar 2019, dat zowel een droog voorjaar als een droge zomer had.

Denklijn 1 zorgt in een extreem droog jaar in het landelijk gebied voor een toename van de transpiratie van ongeveer 0 tot 50 mm. In het stedelijk gebied neemt de transpiratie dan op veel plekken toe met 50 tot 100 mm, dit is te verklaren doordat in de denklijn een deel van het verhard oppervlak is verwijderd, waardoor er transpiratie op gaat treden op locaties waar thans geen transpiratie mogelijk is (figuur 53).

Denklijn 2 zorgt in een extreem droog jaar in het landelijk gebied voor een toename van de transpiratie van ongeveer 0 tot 100 mm, doordat de grondwaterstanden sterker stijgen dan in denklijn 1. In het stedelijk gebied neemt de transpiratie op veel plekken toe met meer dan 100 mm (figuur 54).

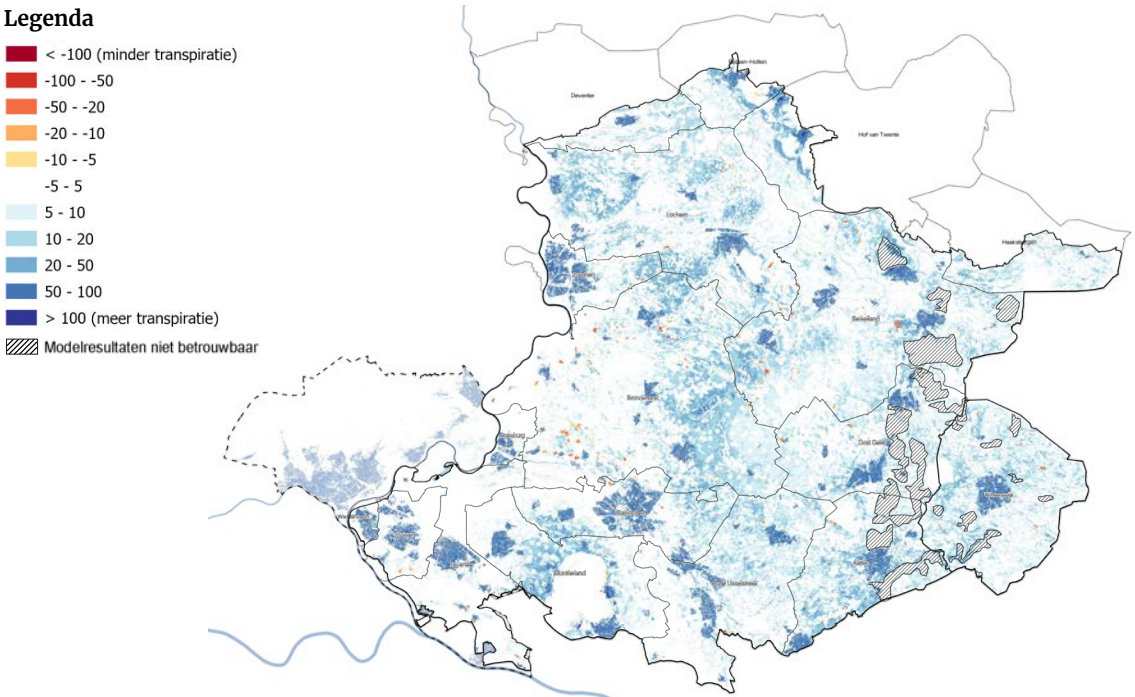


Fig. 51 Transpiratie in mm/jaar in 2019 (gemiddeld jaar) - denklijn 1

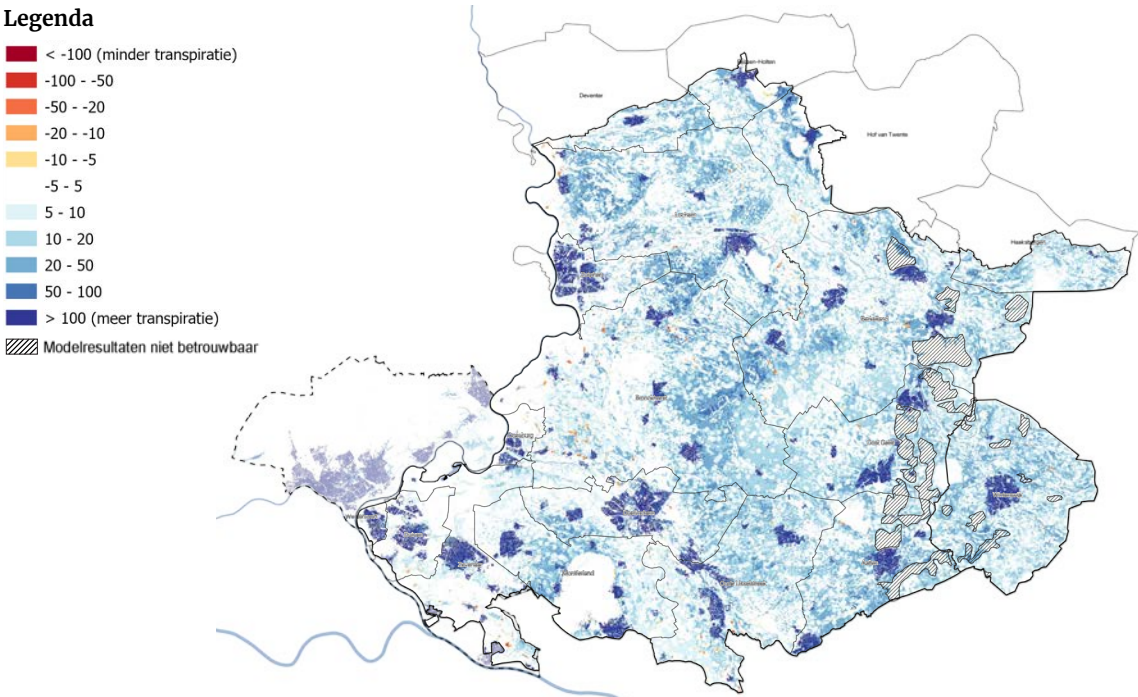


Fig. 52 Transpiratie in mm/jaar in 2019 (gemiddeld jaar) - denklijn 2

Denklijn 1

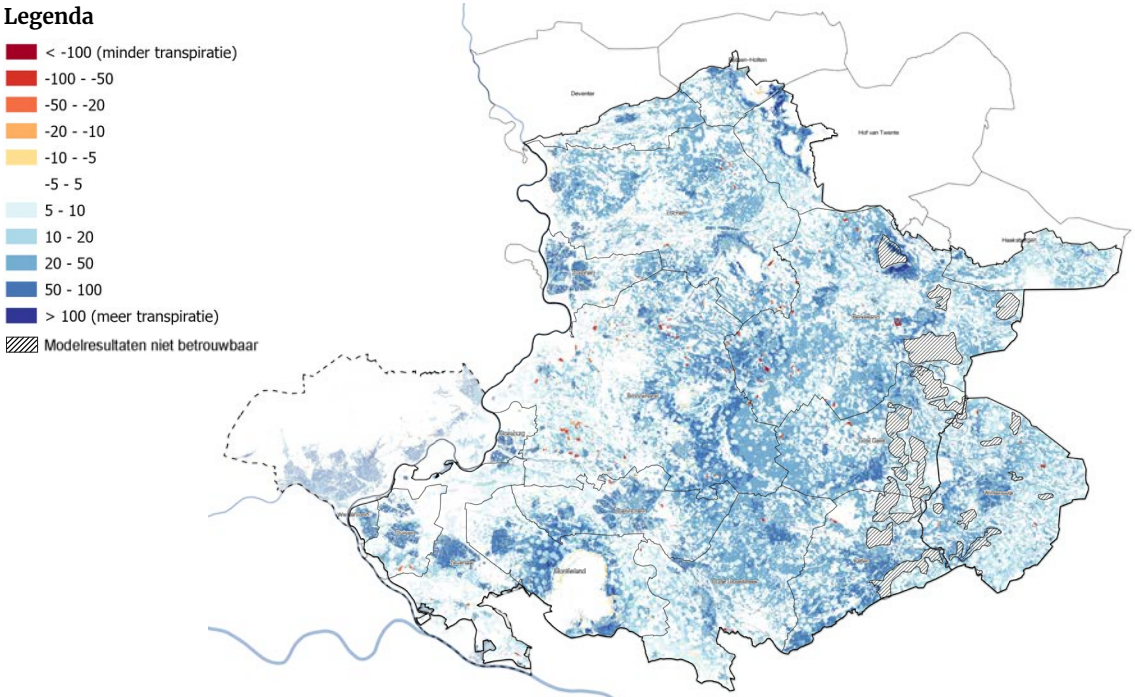


Fig. 53 Transpiratie in mm/jaar in 2019 (extreem droog jaar) - denklijn 1

Denklijn 2

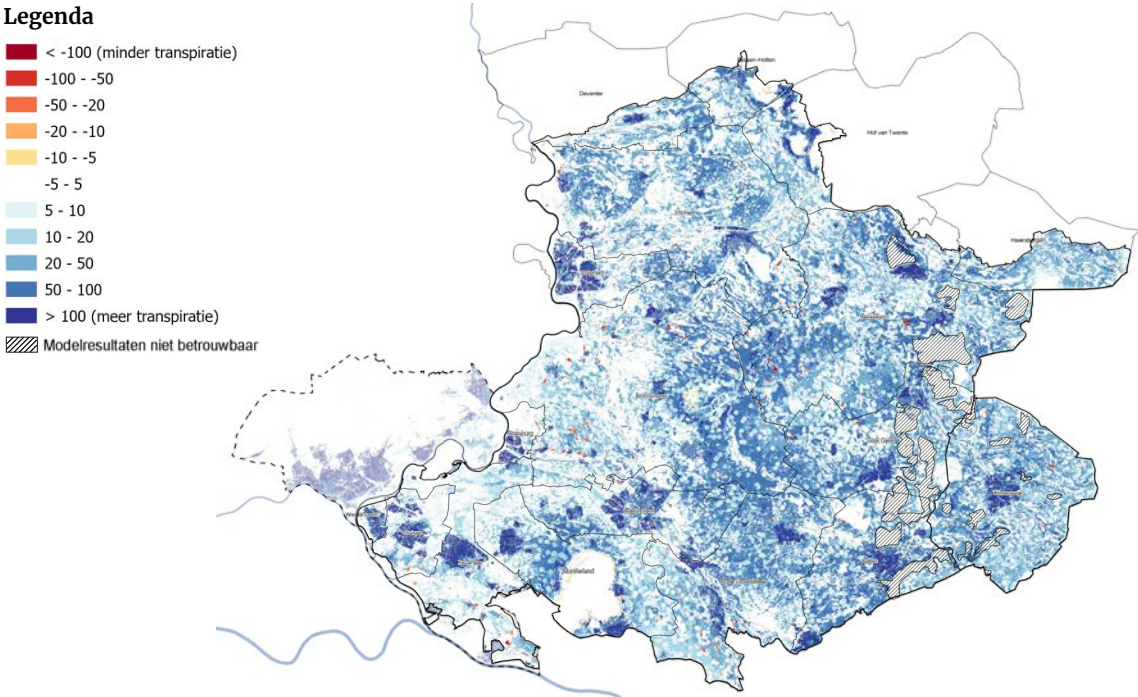


Fig. 54 Transpiratie in mm/jaar in 2019 (extreem droog jaar) - denklijn 2

5. EFFECT DENKLIJNEN OP LANDGEBRUIK

De effecten op grondgebruiksfuncties zijn berekend met Waterwijzer Landbouw of ingeschat op basis van het Amigo grondwatermodel en worden in dit hoofdstuk beschreven.

5.1 HUIDIG LANDGEBRUIK

De afbeeldingen hierna laten de potentiële effecten zien van de denklijnen op het grondgebruik. Voor de thema's landbouw, natuur en stedelijk gebied zijn de effecten op hoofdlijnen in beeld gebracht. Voor (openbaar) groen, landschap en cultuurhistorische objecten kunnen de effecten niet berekend worden, maar de effecten van minder droogteschade zijn ook daar van belang.

Figuur 56 toont het huidige landgebruik in de Achterhoek en Liemers. Bij de kaart staan de typologiën landgebruik ook aangegeven in % van het totale oppervlakte van de Achterhoek en Liemers. Opvallend is dat het gebied overwegend uit agrarische gronden bestaat (meer dan 60%). Ook is het areaal droge natuur (12%) aanzienlijk groter dan het areaal natte natuur (5%).



Fig. 55 Foto Achterhoek

Agrarisch areaal

- Grasland
- Bouwland

Natuurlijk areaal

- Natte natuur
(droogte gevoelige grondwaterafhankelijke natuur / natuurwater / nattelandnatuur)
- Droge natuur
(GNN / NNN / droog bos / droge heide)

Bebouwd gebied

- Bebouwd gebied

Overig

- Water
- N- Wegen / rijkswegen
- Spoor
- Overige terreinen

Totaaloppervlakten in %:

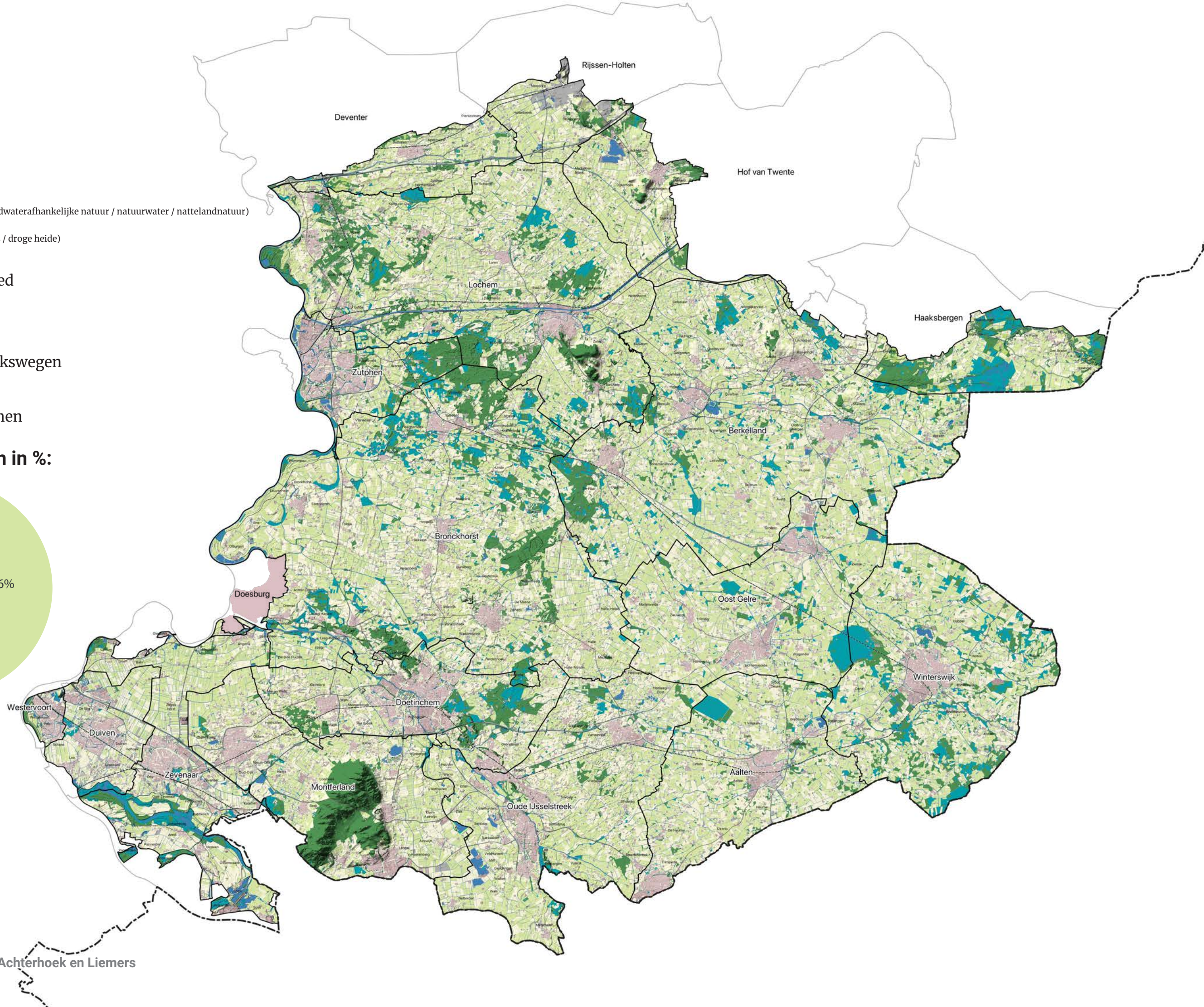
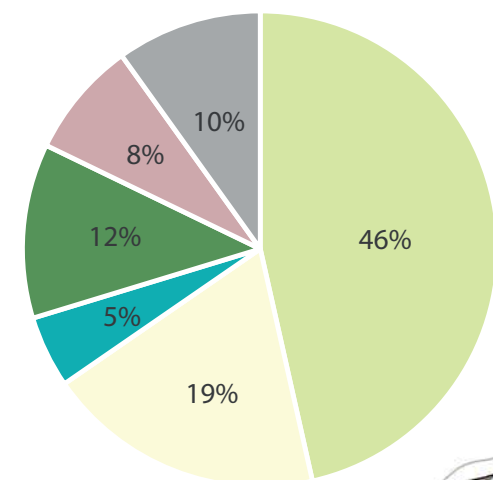


Fig. 56 Huidig landgebruik Achterhoek en Liemers

5.2 DROOGTEMAATREGELLEN IN RELATIE TOT NATUUR

Op de kaart 'huidig natuurbeleid' licht naast het onderscheid in verschillende beleidscategorieën, vooral het areaal natuurgebied op dat afhankelijk is van hoge grondwaterstanden en vochtige/natte condities. Het gaat hierbij om watergebonden natuursystemen en natte landnatuur. De daaropvolgende kaartenreeks laat een inschatting zien hoe kansrijk een kwalitatief hoogwaardige ontwikkeling van deze 'natte natuur' gebieden is uitgaande van 3 verschillende situaties: 1. Handhaven van het huidige grondwaterregiem, 2. Het grondwaterregiem na doorvoeren van het maatregelenpakket van denklin 1 en 3. Het grondwaterregiem na doorvoeren van maatregelenpakket van denklin 2.



Fig. 57 Visreddingsactie bij droogte in de Boven-Slinge

Huidig natuurbeleid

- Hoofdwatervgngen
(HEN/SED/KRW)
- ▨ Natura 2000-gebieden
- Natte natuur
(droogte gevoelige grondwaterafhankelijke natuur / natuurwater / nattelandsnatuur)
- Droge natuur
(GNN / NNN)
- Ecologische verbindingzones
(EVZ)

Totaaloppervlakten:

22.000 ha natuur (zonder EVZ)

9.000 ha natte natuur

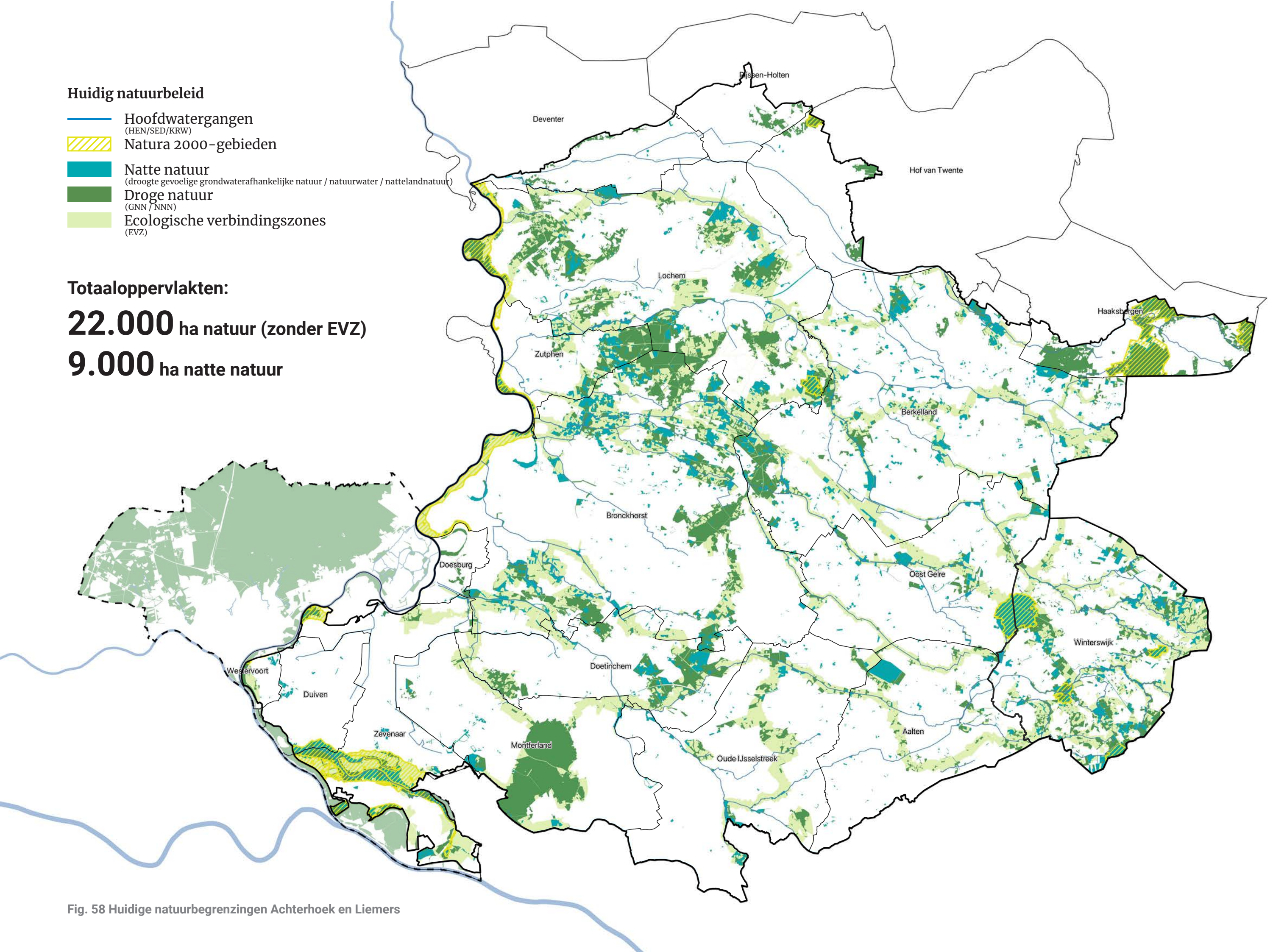


Fig. 58 Huidige natuurbegrenzigen Achterhoek en Liemers

KANSEN VOOR BESTAAND NATUURGEBIED

Voor de inschatting van de kansen van de droogtemaatregelen in relatie tot bestaande grondwater afhankelijke natuurgebieden is gekeken naar de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG, ongeveer op 1 april). Bij een GVG ondieper dan 30 centimeter beneden maaiveld is de aanname dat de begrensde natuurdoeltypen kansrijk tot zeer kansrijk zijn voor een kwalitatief hoogwaardige ontwikkeling. In de kaartenreeks zijn de arealen ‘natte natuur’ opgenomen die behoren tot de volgende beleidscategorie: Natte natuur (droogte gevoelige grondwaterafhankelijke natuur / natuurwater / nattelandnatuur). De kaartbeelden laten een forse kwaliteitssprong zien in de fysieke basiscondities voor natte natuurdoeltypen na uitvoering van de maatregelen behorend bij denklijn 1 of 2.

Het effect op droge natuur is niet in beeld gebracht. Dit is veel complexer om in te schatten. Enerzijds zullen lokaal de fysieke condities verbeteren, anderzijds is het niet ondenkbaar dat het zodanig vernat dat de bestaande vegetaties daar schade van zullen ondervinden.

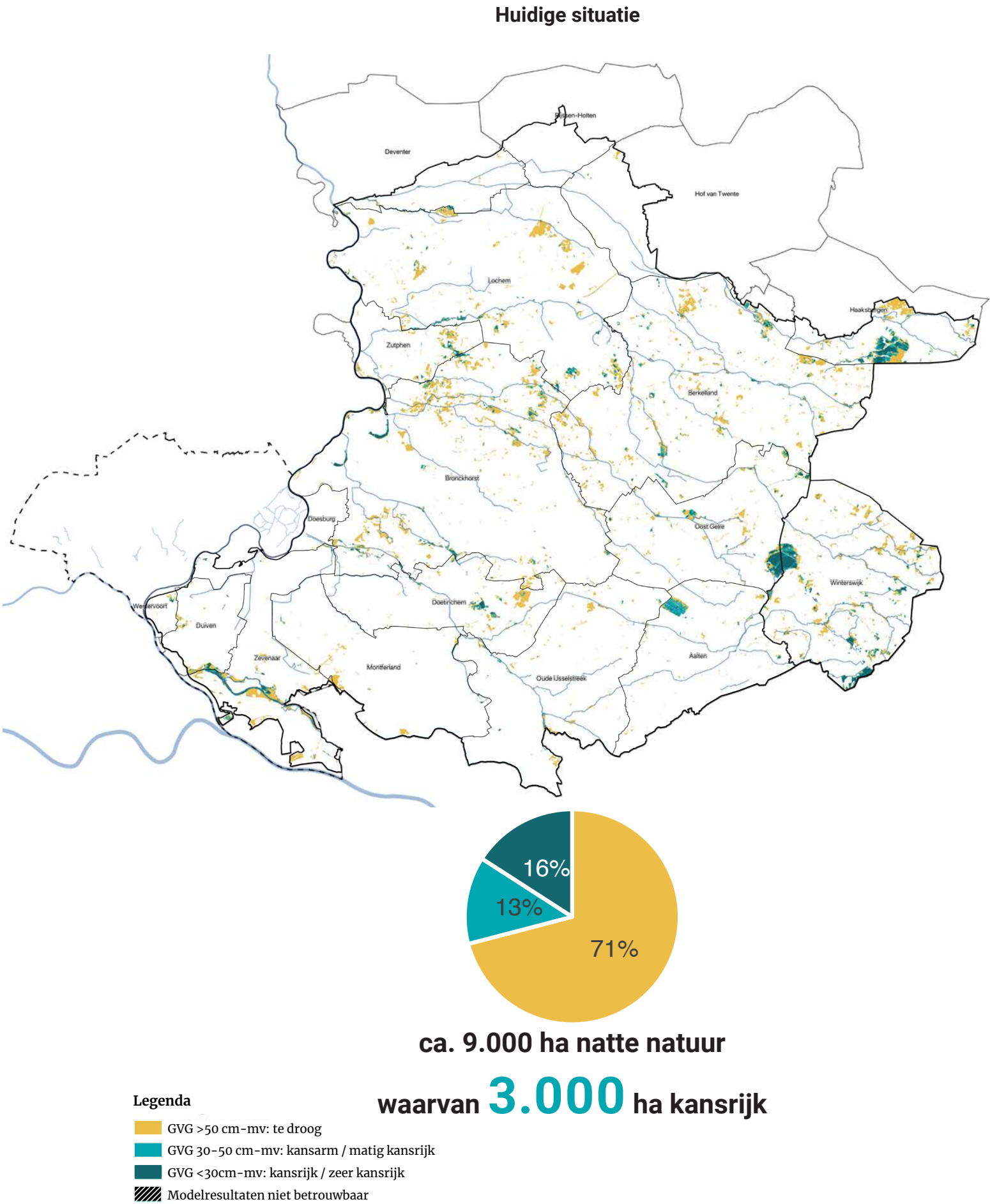


Fig. 59 Kansrijkheid hoogwaardige ontwikkeling begrensde natte natuurgebieden - huidige situatie

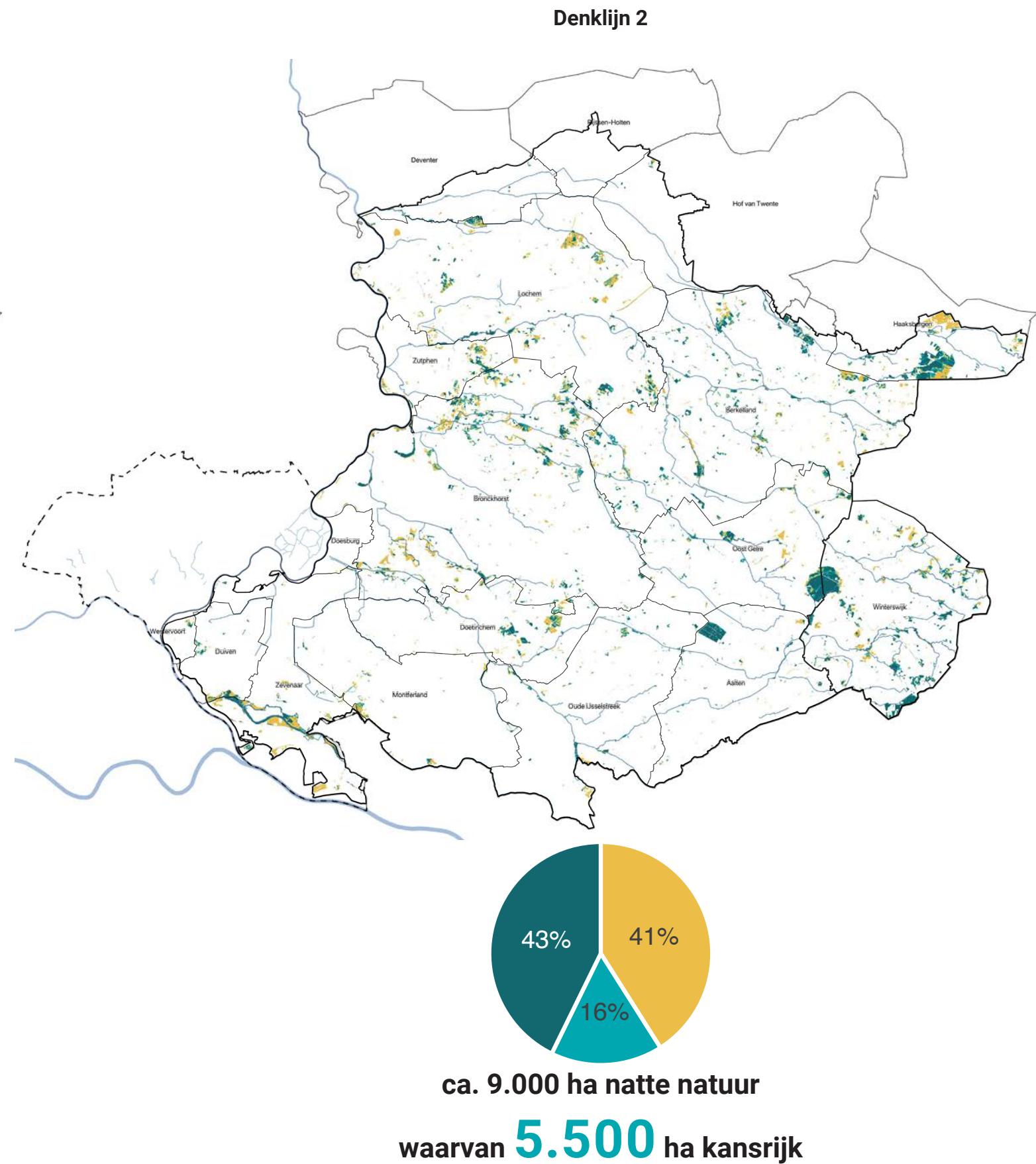
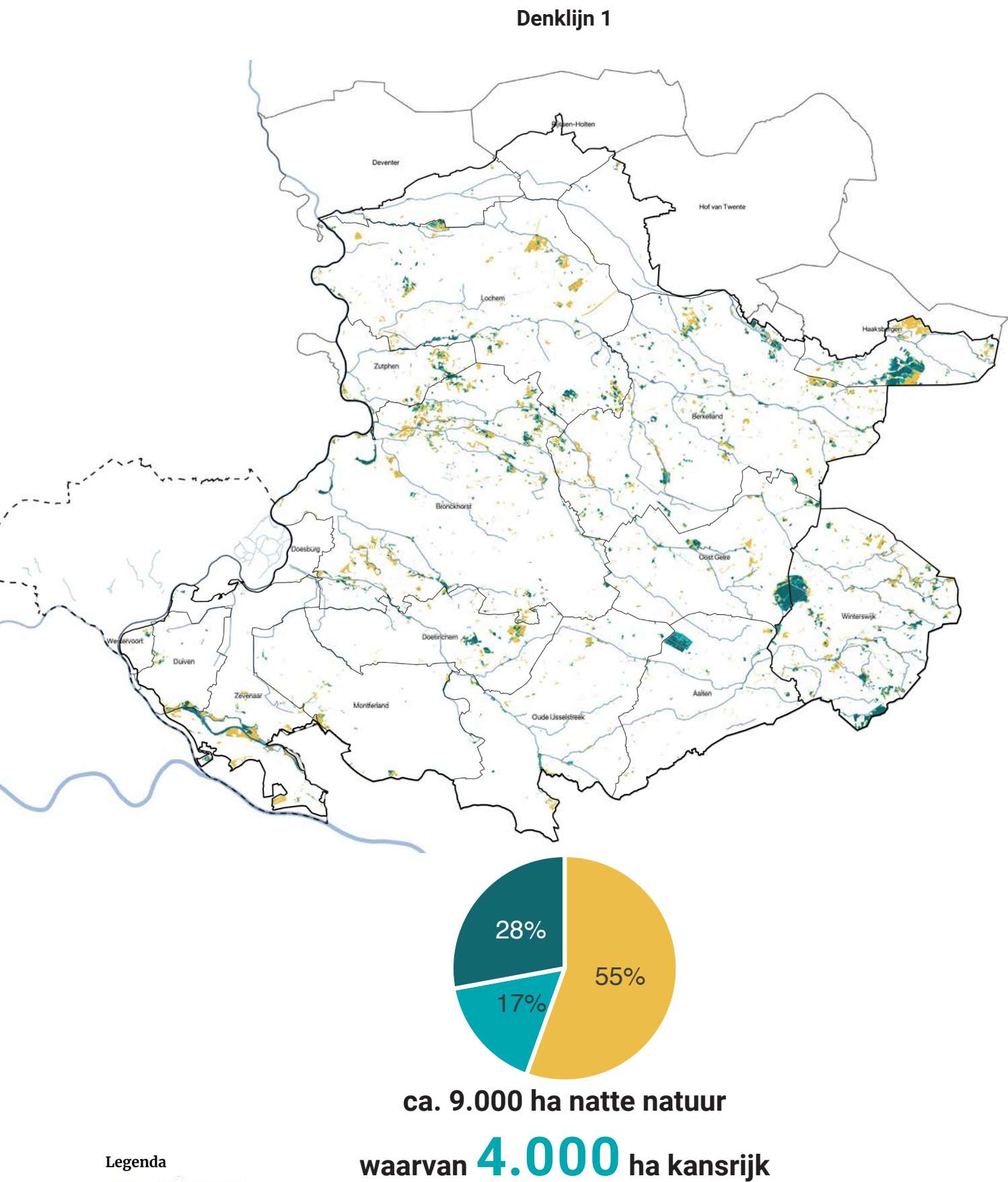


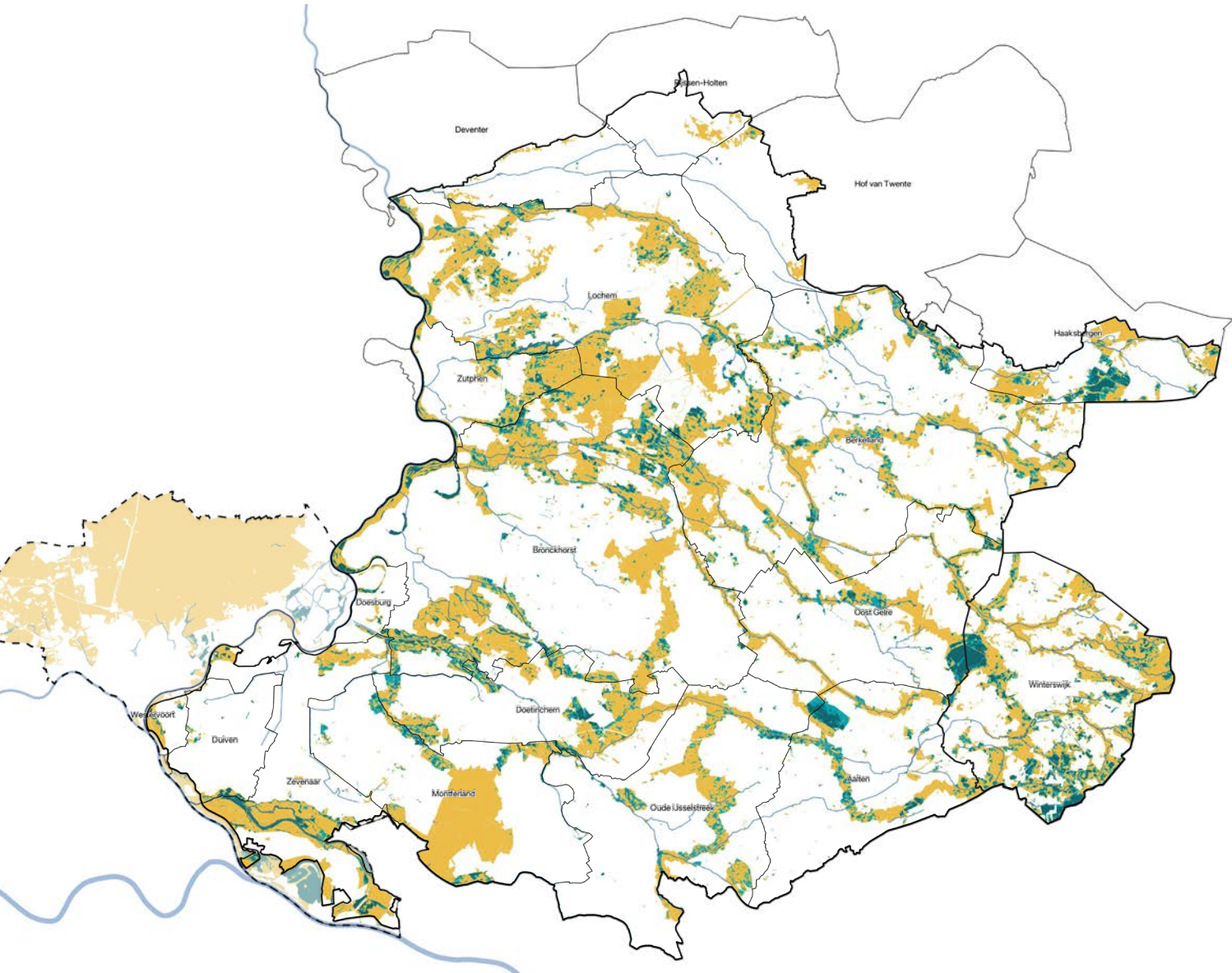
Fig. 60 Kansrijkheid hoogwaardige ontwikkeling begrensde natte natuurgebieden - denklijn 1

Fig. 61 Kansrijkheid hoogwaardige ontwikkeling begrensde natte natuurgebieden - denklijn 2

KANSEN VOOR NATTE NATUURONTWIKKELING

In de volgende twee kaarten wordt het perspectief verkend en verbeeld, hoe op basis van de effecten van de beide denklijnen de kansen voor natte natuurontwikkeling in Achterhoek en Liemers optimaal benut kunnen worden. Hiervoor zijn in de kaartenreeks de arealen van de volgende beleidscategorieën opgenomen: Natte natuur (droogte gevoelige grondwaterafhankelijke natuur / natuurwater / nattelandsnatuur), de Natura 2000-gebieden, en het GNN/NNN (Gelders Natuurnetwerk / Nederlands Natuurnetwerk). Daarnaast zijn in aansluiting op de bestaande natuurgebieden, gebieden aangegeven die na realisatie van maatregelenpakket 1 of 2 kansrijk worden geacht voor de ontwikkeling van hoogwaardige natte natuurdoeltypen. Deze gebieden hebben nu weliswaar een agrarische bestemming maar zullen in de toekomst geconfronteerd worden met hoge GVG's. Daarnaast vallen deze gebieden binnen de categorie 'ecologische verbindingszone' (voormalige EHS begrenzing). De kaarten maken duidelijk dat met deze strategie uitgaande van denklijn 1 er ruim een verdubbeling van het areaal kansrijke natte natuur gerealiseerd kan worden. Wanneer we denklijn 2 weten te realiseren is er zelfs sprake van een verdrievoudiging van het kansrijke natte natuurareaal.

Denklijn 1

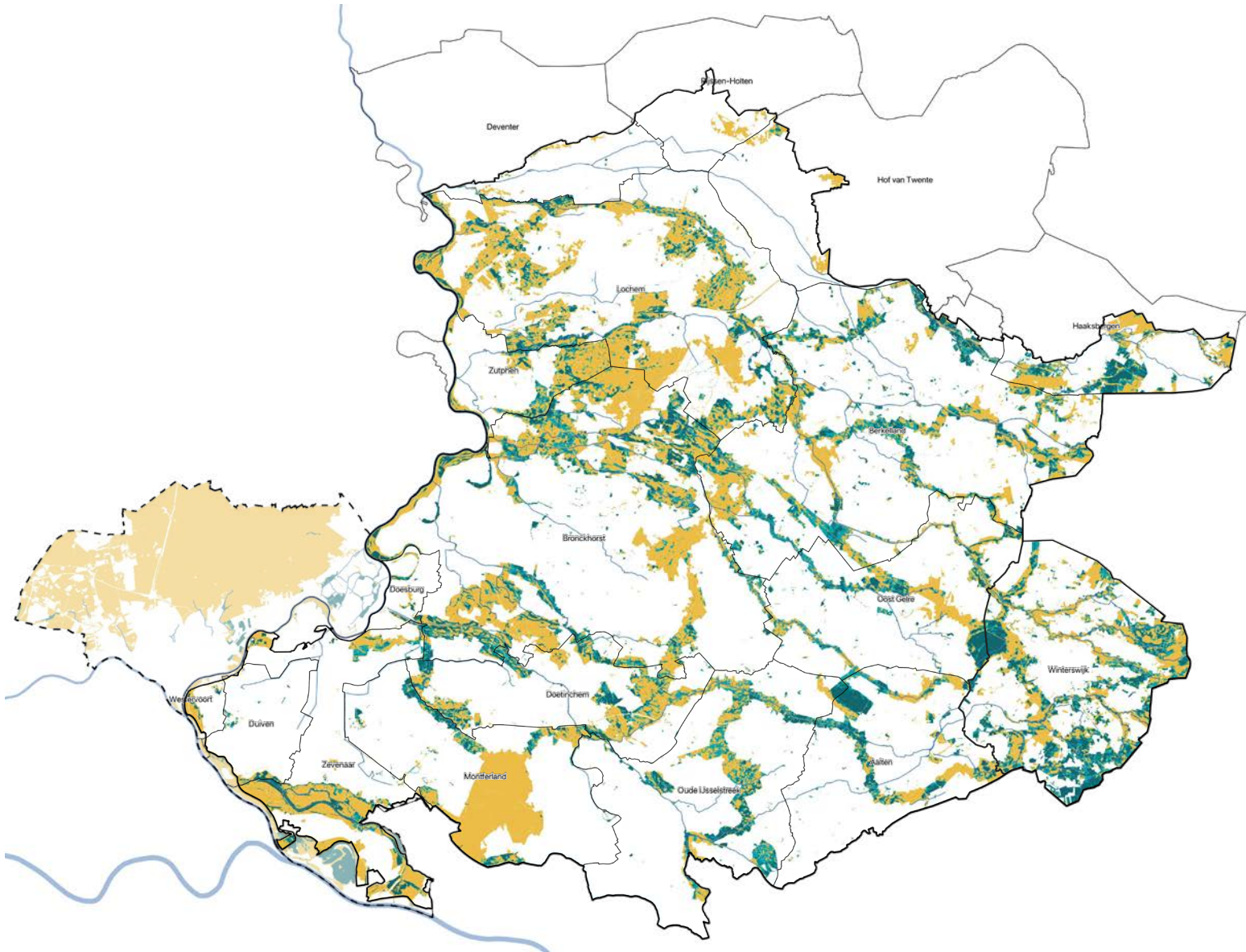


ca. **6.000** ha kansrijk
met contouren van huidige natuur en
ecologische verbindingzones

- Legenda
- GVG >50 cm-mv: te droog
 - GVG 30-50 cm-mv: kansarm / matig kansrijk
 - GVG <30cm-mv: kansrijk / zeer kansrijk
 - Modelresultaten niet betrouwbaar

Fig. 62 Kansrijk binnen huidige natuur en ecologische verbindingzones (voormalige EHS) - denklijn 1

Denklijn 2



ca. **12.000** ha kansrijk
met contouren van huidige natuur en
ecologische verbindingzones

Fig. 63 Kansrijk binnen huidige natuur en ecologische verbindingzones (voormalige EHS) - denklijn 2

5.3 DROOGTEMAATREGELEN IN RELATIE TOT STEDELIJK GEBIED

Wanneer de maatregelenpakketten gebaseerd op denklin 1 of 2 zonder aanpassingen worden doorgevoerd, heeft dat zeker consequenties voor het toekomstig waterbeheer in het stedelijkgebied en voor de toekomstige wijze van funderen en bouwen.

Uitgaande van de huidige droogleggingsnormen voor stedelijk gebied wordt nu al zo'n 10% van het huidige stedelijke gebied geconfronteerd met te hoge grondwaterstanden. Bij ongewijzigd beleid loopt dit overlastpercentage op naar 25% van het stedelijkgebied bij denklin 1 tot ruim 30% bij denklin 2. Om de regionale doelstellingen voor de droogte aanpak van de Achterhoek & Liemers te kunnen effectueren, is een heroriëntatie op het stedelijk waterbeheer noodzakelijk, een heroriëntatie waarbij verschillende opgaven in samenhang met elkaar moeten worden opgelost.

In willekeurige volgorde: moeten we wel vasthouden aan de droogleggingseis van 70 cm beneden maaiveld voor stedelijke bebouwing (kruipruimtes). Om te kunnen anticiperen op hogere grondwaterstanden zal er moeten worden nagedacht over ander vormen van funderen en kruipruimte-loos bouwen. Voor bestaande bebouwing moet naar andere oplossingen worden gezocht (lokale drainage rondom gebouwen, of waterdicht maken van kruipruimtes). Tegelijkertijd moet nog een groot deel van de rioleringssystemen worden gemoderniseerd, mede gericht op het afkoppelen van regenwater en dit infiltreren in de bodem. Het bestaand stedelijk gebied kan op deze manier een belangrijke bijdrage leveren aan het vergroten van de watervoorraad. Daarnaast is de realisatie van meer ruimte voor piekberging in stedelijke blauw-groenstructuren wezenlijk voor een veilig, toekomstbestendig en klimaat robuust watersysteem.

Tot slot wordt ook de noodzaak steeds urgenter om meer aandacht te besteden aan het kwaliteitsbeheer van stedelijke watersystemen en na te denken over het tegen gaan van stedelijke hittestress als gevolg van de klimaatverandering.

De oplossingsrichting voor de aanpak van al deze opgaven wijst in één richting: Meer ruimte voor water in de stad.

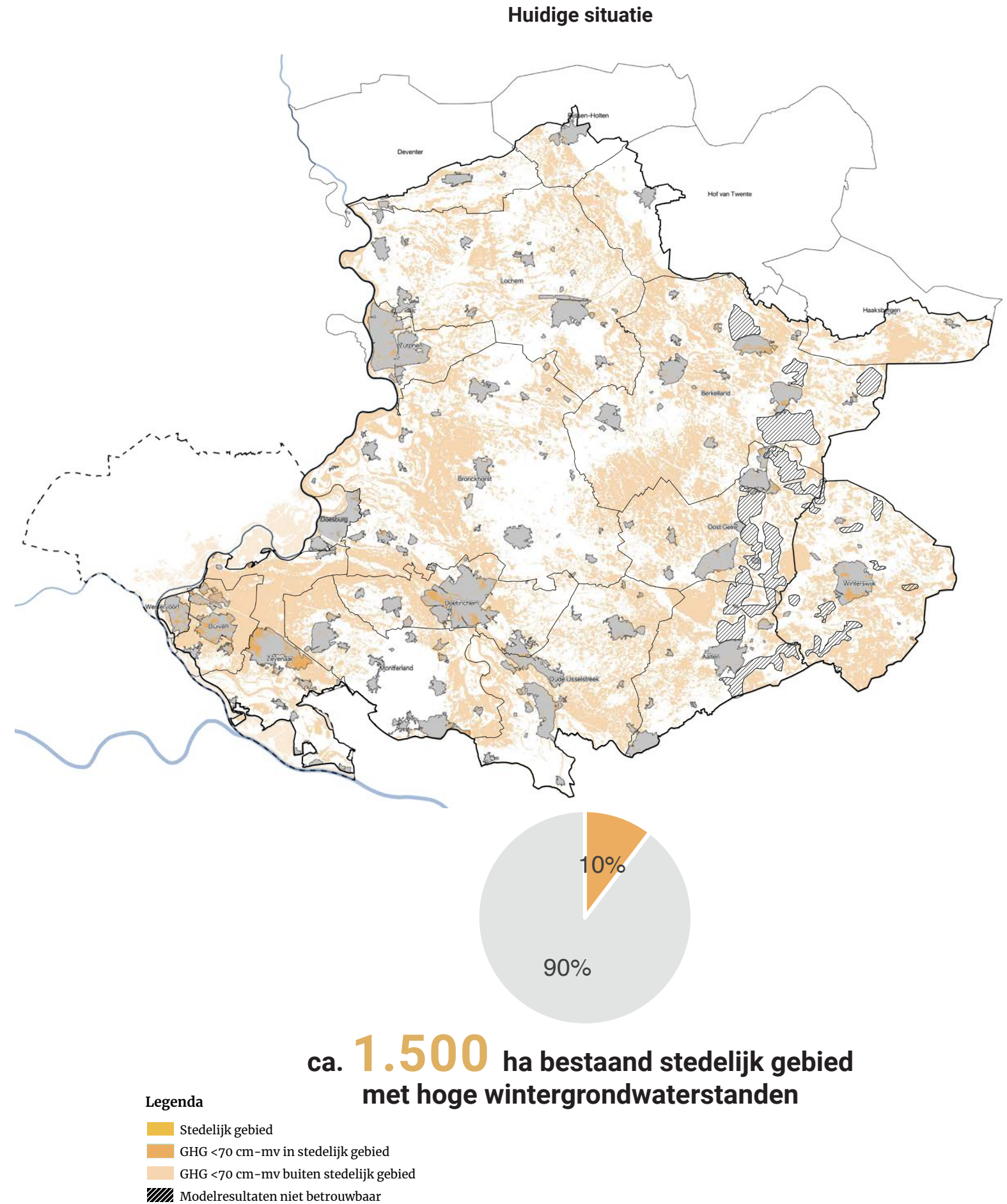
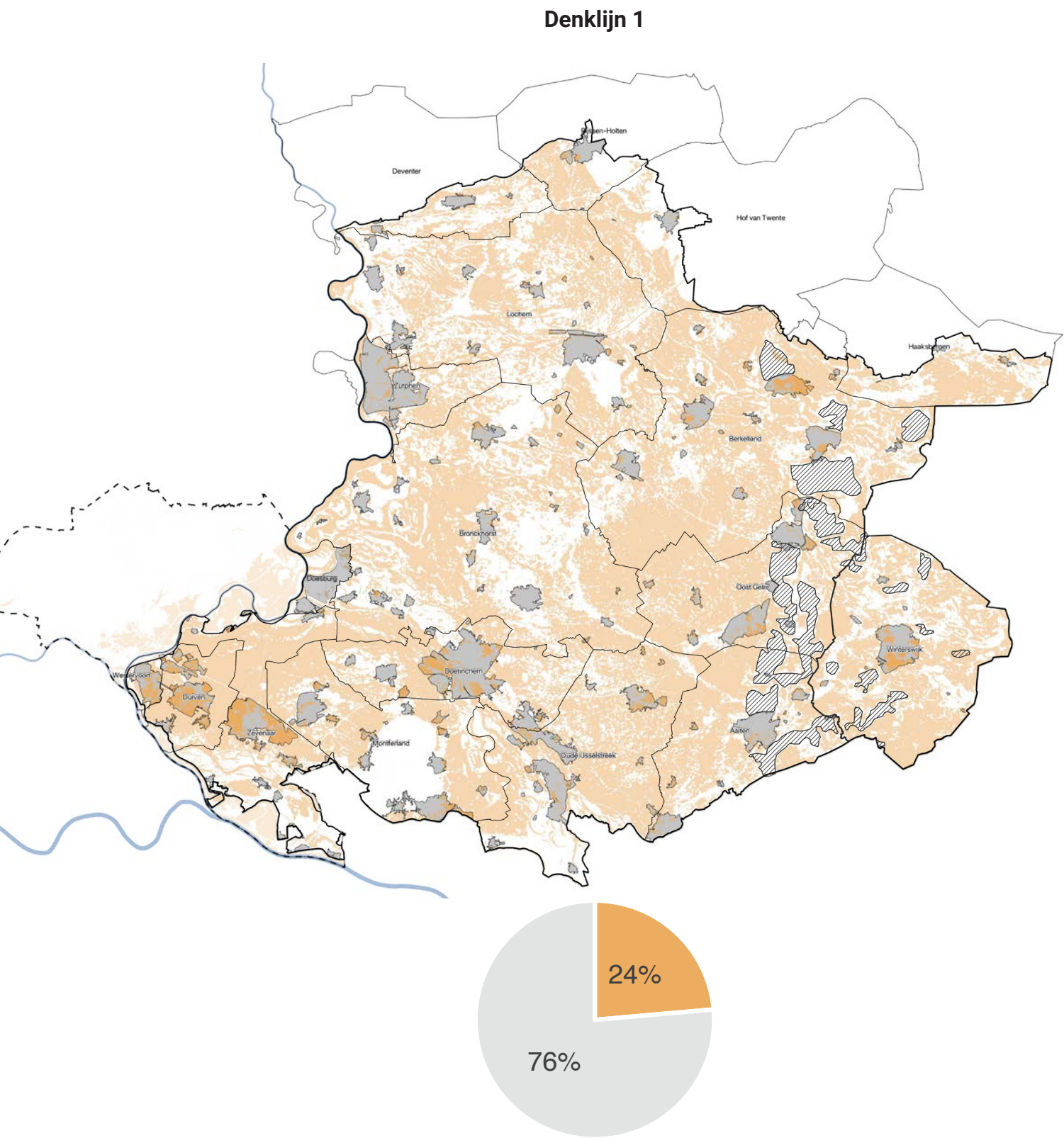


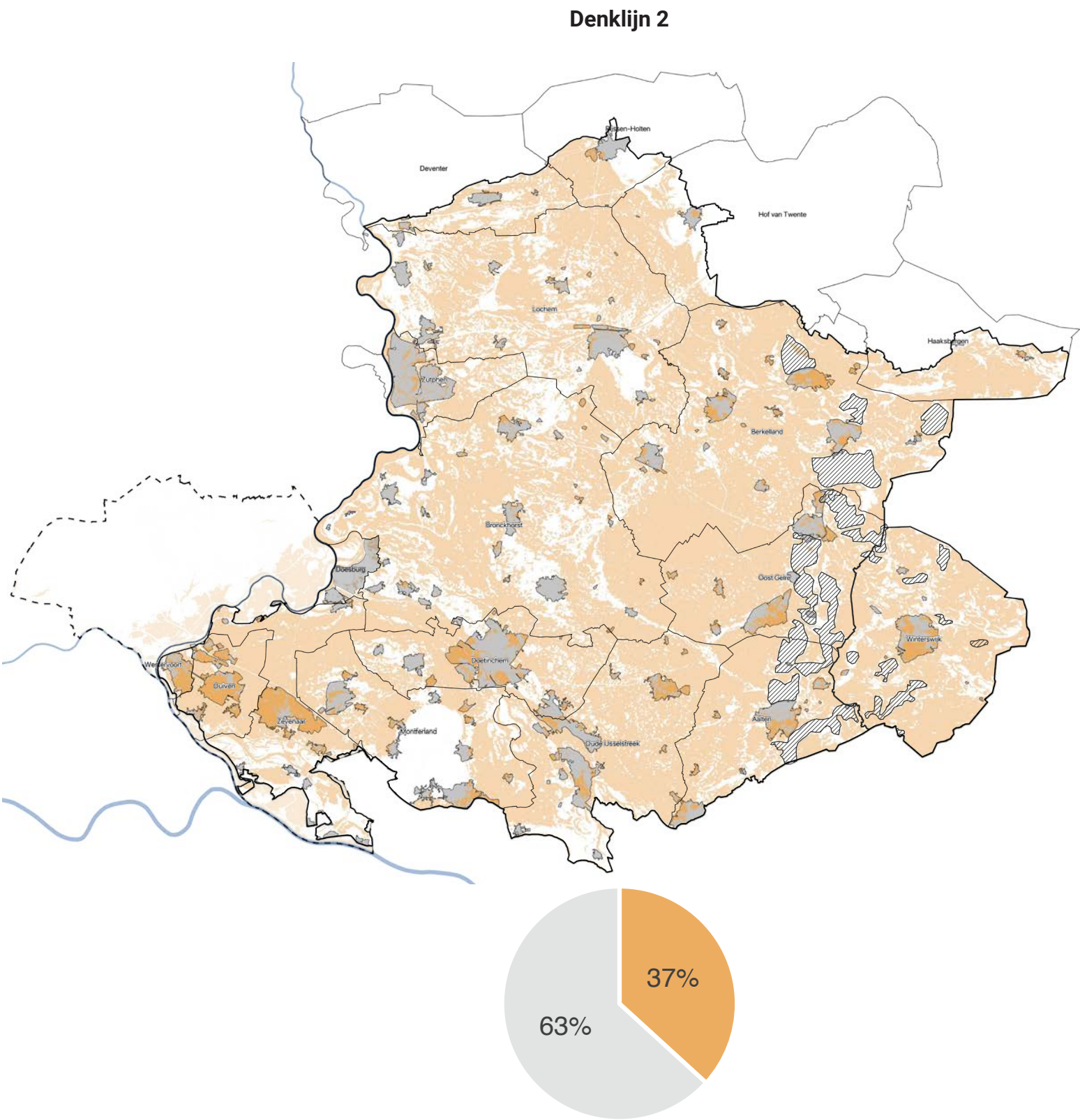
Fig. 64 Stedelijke gebieden met hoge wintergrondwaterstanden (GHG) - huidige situatie



ca. **4.000** ha bestaand stedelijk gebied met hoge wintergrondwaterstanden

- Legenda
- Stedelijk gebied
 - GHG <70 cm-mv in stedelijk gebied
 - GHG <70 cm-mv buiten stedelijk gebied
 - Modelresultaten niet betrouwbaar

Fig. 65 Stedelijke gebieden met hoge wintergrondwaterstanden (GHG) - denklijn 1



ca. **6.000** ha bestaand stedelijk gebied met hoge wintergrondwaterstanden

Fig. 66 Stedelijke gebieden met hoge wintergrondwaterstanden (GHG) - denklijn 2

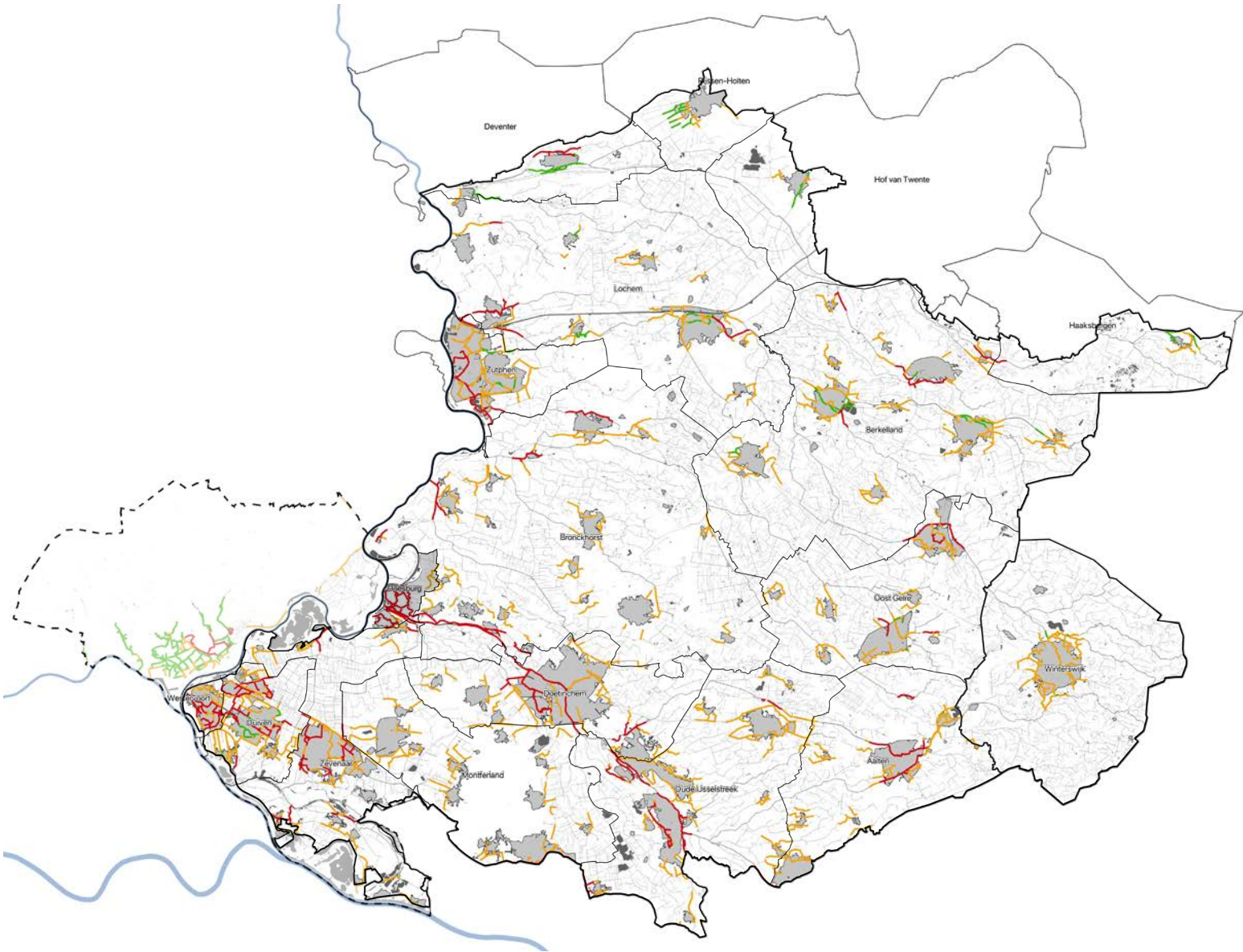
Samenvattend kan gesteld worden dat wanneer we het maatregelenpakket uit één van beide denklijnen willen realiseren er in het stedelijk gebied veel meer aandacht moet zijn voor een klimaat robuuste inrichting. De urgentie lijkt in eerste instantie te liggen bij de gebieden die geconfronteerd worden met hoge GVG's en waarbij tegelijkertijd een stedelijke herinrichtings- of uitbreidingsopgave aan de orde is. Maar de aanpak is ook afhankelijk van de positie van de stad in het watersysteem van Achterhoek-Liemers. Op de kaart typering stedelijk gebied wordt weergegeven wat de belangrijkste kenmerken/ eigenschappen zijn m.b.t. de relatie watersysteem–stad. Dit kan gaan over de bijzondere positie van de stad binnen het watersysteem (IJsselstad of ligging aan de voet van de plateaurand van Winterswijk) of een dominant ontwikkelperspectief, zoals een kern in het landelijk gebied of een kern met een forse stedelijke ontwikkelopgave (Stedenband en oude IJsselzone) (figuur 69).

WATERKWALITEIT

De effecten van het doorvoeren van de maatregelenpakketten op de waterkwaliteit zijn in deze verkenning niet in beeld gebracht. De wisselwerking tussen kwantiteits- en kwaliteitsbeheer moet zeker in de volgende planfase aan de orde worden gesteld.



Fig. 67 Kroosvorming in watergang



Legenda

- Niet kwetsbaar: afvoer aanwezig
- Kwetsbaar: droogval treed op
- Zeer kwetsbaar: afvoerstop
- HEN/SED/KRW beken

Fig. 68 Kwetsbare watergangen door droogte in 2018 (een extreem droog jaar)

Legenda

- IJsselsteden
- Oude IJsselzone
- De Stedenband
- Kernen plateau-rand
- Kernen Achterhoek & Liemers

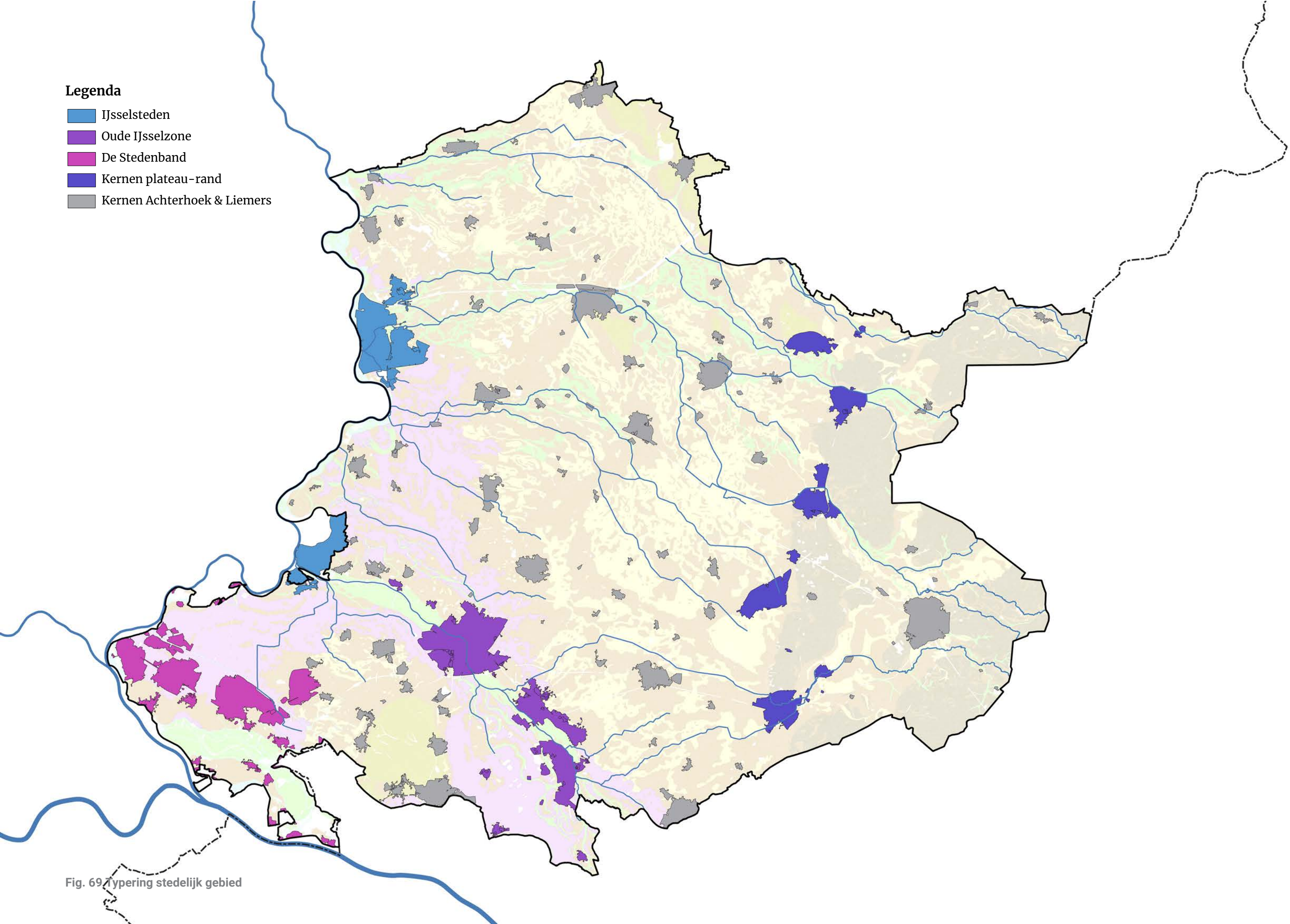


Fig. 69 Typering stedelijk gebied

5.4 DROOGTEMAATREGELLEN IN RELATIE TOT AGRARISCH GEBIED

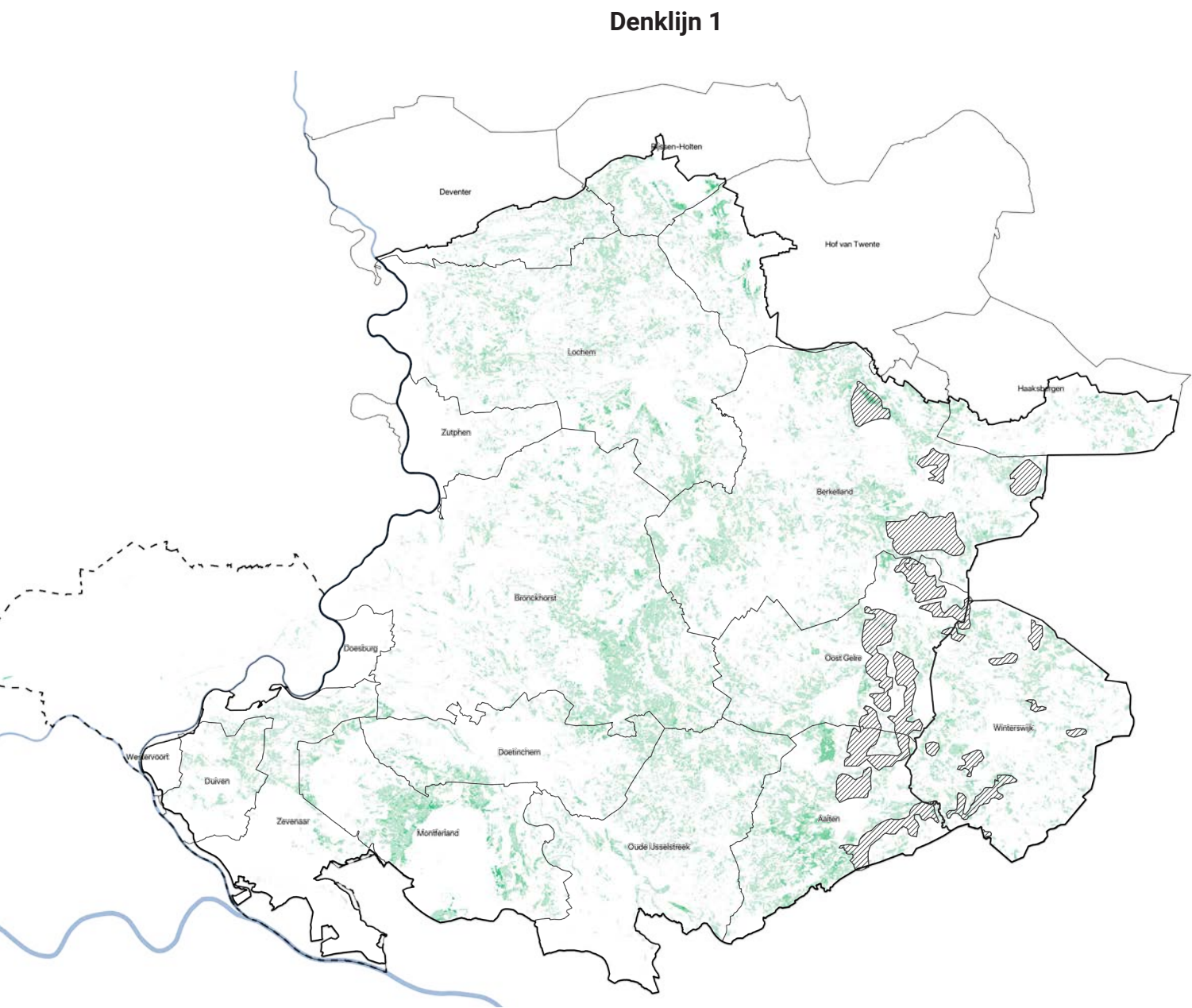
Voor de landbouw zorgt de grotere grondwatervoorraad voor hogere opbrengsten in het groeiseizoen, doordat de droogteschade afneemt. Tegelijkertijd betekenen de hogere grondwaterstanden in het voorjaar een grotere kans op natschade in relatie tot de huidige gebruikseisen. Met Waterwijzer landbouw zijn berekeningen gemaakt van de verandering in opbrengst (droogteschade + natschade) voor beide denklijnen. Waterwijzer landbouw gaat uit van de huidige gebruikseisen van de reguliere landbouw. De resultaten zijn op de hieropvolgende kaarten weergegeven. Daarnaast is in de exceltabel het effect van de maatregelen op de beregeningsbehoefte in beeld gebracht voor het plangebied Achterhoek & Liemers.

AFNAME DROOGTESCHADE IN EEN GEMIDDELD JAAR

De afname van de droogteschade door denklijn 1 en 2 is weergegeven voor een gemiddeld jaar. In een gemiddeld jaar neemt bij denklijn 1 de droogteschade af met gemiddeld 1,5% op 105.000 hectare landbouwgrond (in totaal is er ongeveer 115.000 hectare landbouwgrond). Bij denklijn 2 neemt de droogteschade af met gemiddeld 2,5% op 110.000 hectare landbouwgrond. De landbouwopbrengst in kg product neemt daardoor toe met 2,5% op 110.000 hectare. De toename in opbrengst verschilt ruimtelijk per locatie, dit is op de kaarten hiernaast te zien.

Achterhoek & Liemers		
	Berekening 2012-2020 [gemiddelde in mm/jaar]	Berekening 2019 [gemiddelde in mm/jaar]
Referentie	6,41	13,39
Denklijn 1	4,76	9,83
Denklijn 2	3,77	7,81
	Berekening 2012-2020 [som in Mm3/jaar]	Berekening 2019 [som in Mm3/jaar]
Referentie	10,70	22,34
Denklijn 1	7,94	16,40
Denklijn 2	6,30	13,03

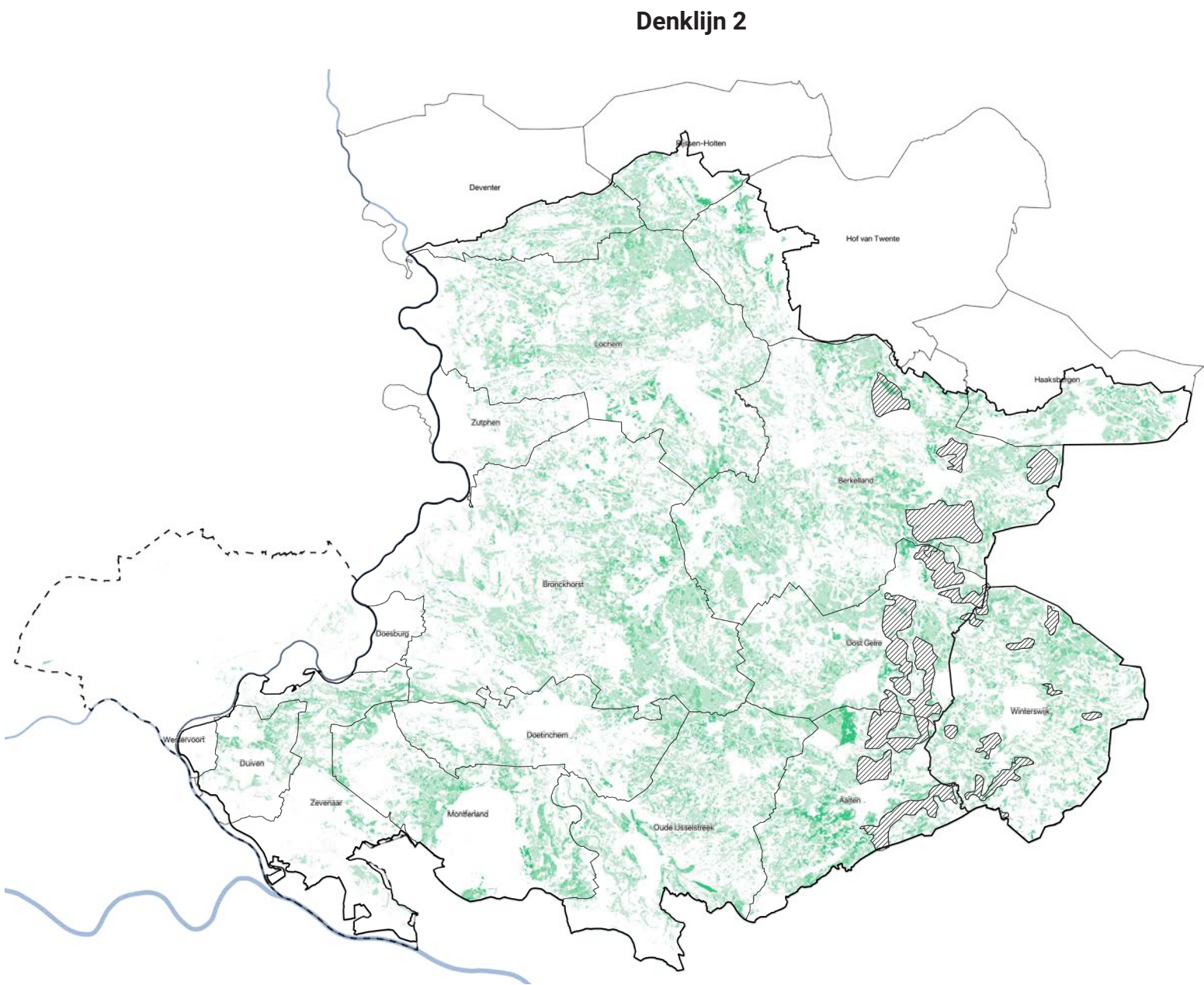
Fig. 70 Effecten op beregeningsbehoefte als gevolg van maatregelenpakket denklijn 1 en 2



ca. **105.000** ha met gemiddeld **1,5%**
meer opbrengst in de zomer
dankzij denklijn 1

- Legenda
- 0 - 2% minder droogteschade
 - 2 - 5% minder droogteschade
 - 5 - 10% minder droogteschade
 - 10 - 25% minder droogteschade
 - 25 - 50% minder droogteschade
 - 50 - 100% minder droogteschade

Fig. 71 Afname droogteschade in gemiddelde jaren - denklijn 1

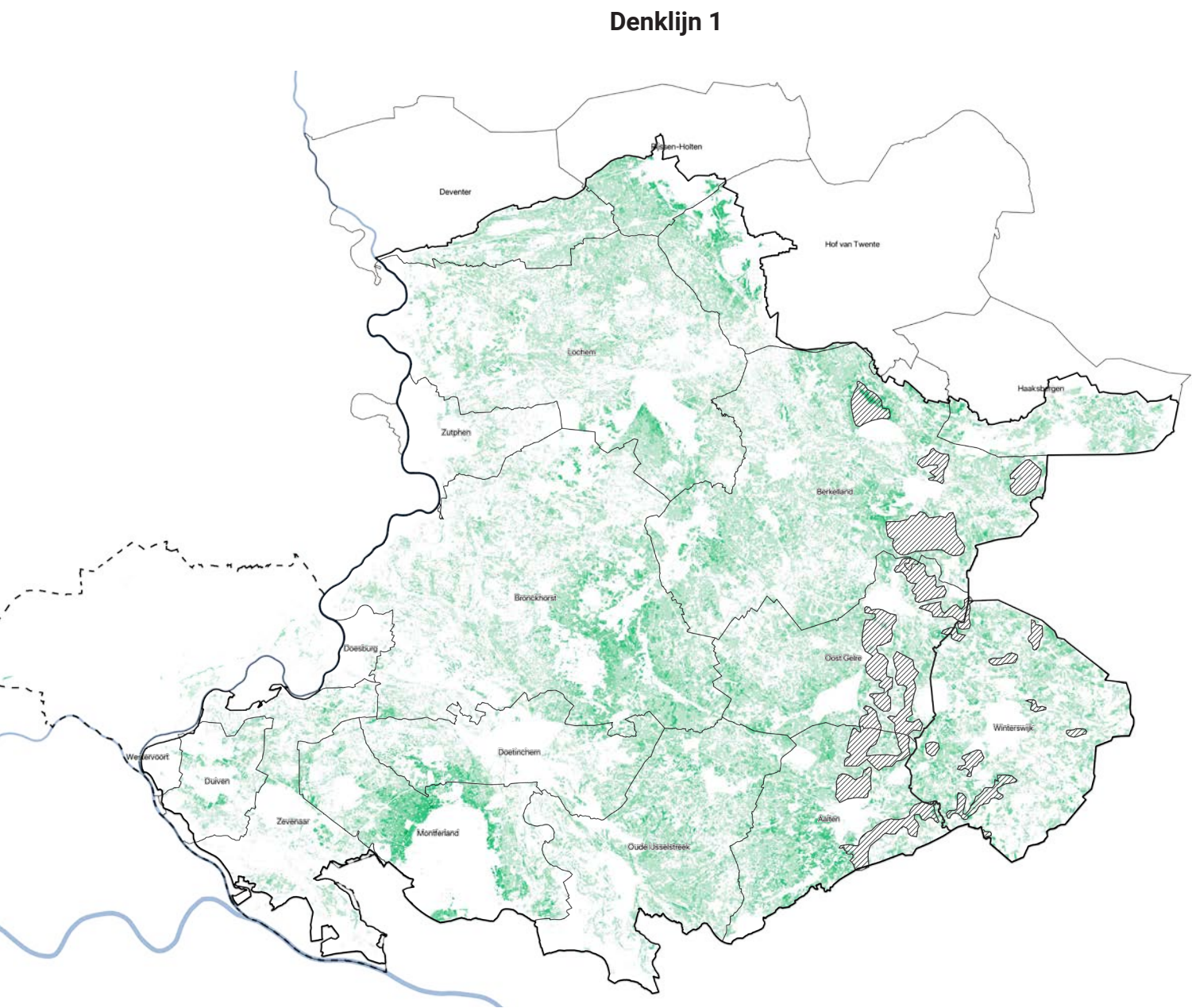


ca. **110.000** ha met gemiddeld **2,5%**
meer opbrengst in de zomer
dankzij denklijn 2

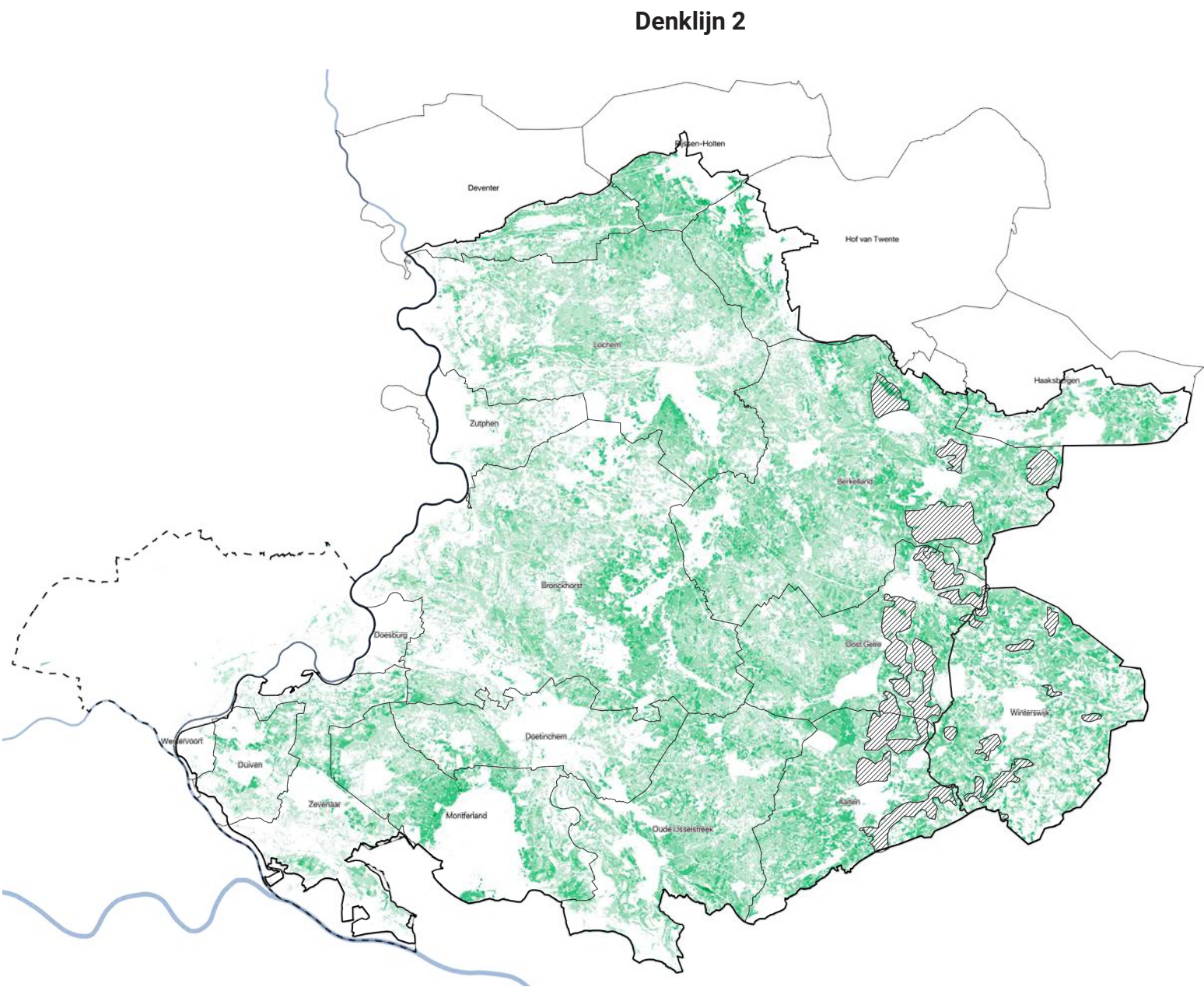
Fig. 72 Afname droogteschade in gemiddelde jaren - denklijn 2

AFNAME DROOGTESCHADE IN EEN EXTREEM DROOG JAAR

De afname van de droogteschade als gevolg van de maatregelenpakketten van denklijn 1 of 2 is weergegeven voor een extreem droog jaar (2018). In extreem droge jaren (zoals 2018) neemt bij denklijn 1 de droogteschade af met gemiddeld 2,5% van 105.000 hectare landbouwgrond. Bij denklijn 2 neemt de droogteschade af met gemiddeld 5% op 110.000 hectare landbouwgrond.



ca. **105.000** ha met gemiddeld **2,5%**
meer opbrengst in de zomer
dankzij denklijn 1



ca. **110.000** ha met gemiddeld **5%**
meer opbrengst in de zomer
dankzij denklijn 2

- Legenda
- 0 - 2% minder droogteschade
 - 2 - 5% minder droogteschade
 - 5 - 10% minder droogteschade
 - 10 - 25% minder droogteschade
 - 25 - 50% minder droogteschade
 - 50 - 100% minder droogteschade

Fig. 73 Afname droogteschade in gemiddelde jaren - denklijn 1

Fig. 74 Afname droogteschade in gemiddelde jaren - denklijn 2

AGRARISCH GEBIED MET HOGE VOORJAARSGRONDWATERSTANDEN

De effecten op de totale opbrengst (droogteschade + natschade) zijn voor een gemiddeld jaar (dus geen extreem droog jaar) op kaart weergegeven. In de groene gebieden neemt de totale opbrengst in een gemiddeld jaar toe, omdat de droogteschade meer afneemt dan de natschade toeneemt. In andere gebieden neemt de opbrengst gemiddeld af doordat de natschade sterker toeneemt dan de droogteschade afneemt (geel en lichtblauw). Sommige percelen krijgen te maken met grondwaterstanden die heel dicht tegen maaiveld of op maaiveld komen. Hierbij is geen rekening gehouden met het effect van de regelbaarheid van het toekomstige watersysteem (peilgestuurde drainage). Het beeld van de natschade, en daardoor ook van de totale opbrengst, lijkt daardoor mogelijk te negatief.

De effecten per bedrijf zijn afhankelijk van hoe de opbrengstverandering op de verschillende bedrijfspercelen uitpakt. Een van de maatregelen om de natschade door de maatregelen te beheersen/verminderen is de (extra) inzet van peilgestuurde drainage. De grondeigenaar heeft daarmee de mogelijkheid om te sturen in natschade op perceelsniveau, door het ontwateringsniveau van de drains tijdelijk lager in te stellen. Nadeel is dat bij extra inzet van peilgestuurde drainage de grondwatervoorraad afneemt, omdat extra grondwater wordt afgevoerd. Andere mogelijke manieren voor de omgang met natschade als gevolg van grondwaterstandsverhoging zijn o.a. het omschakelen naar andere gewastypen of later het land op gaan.

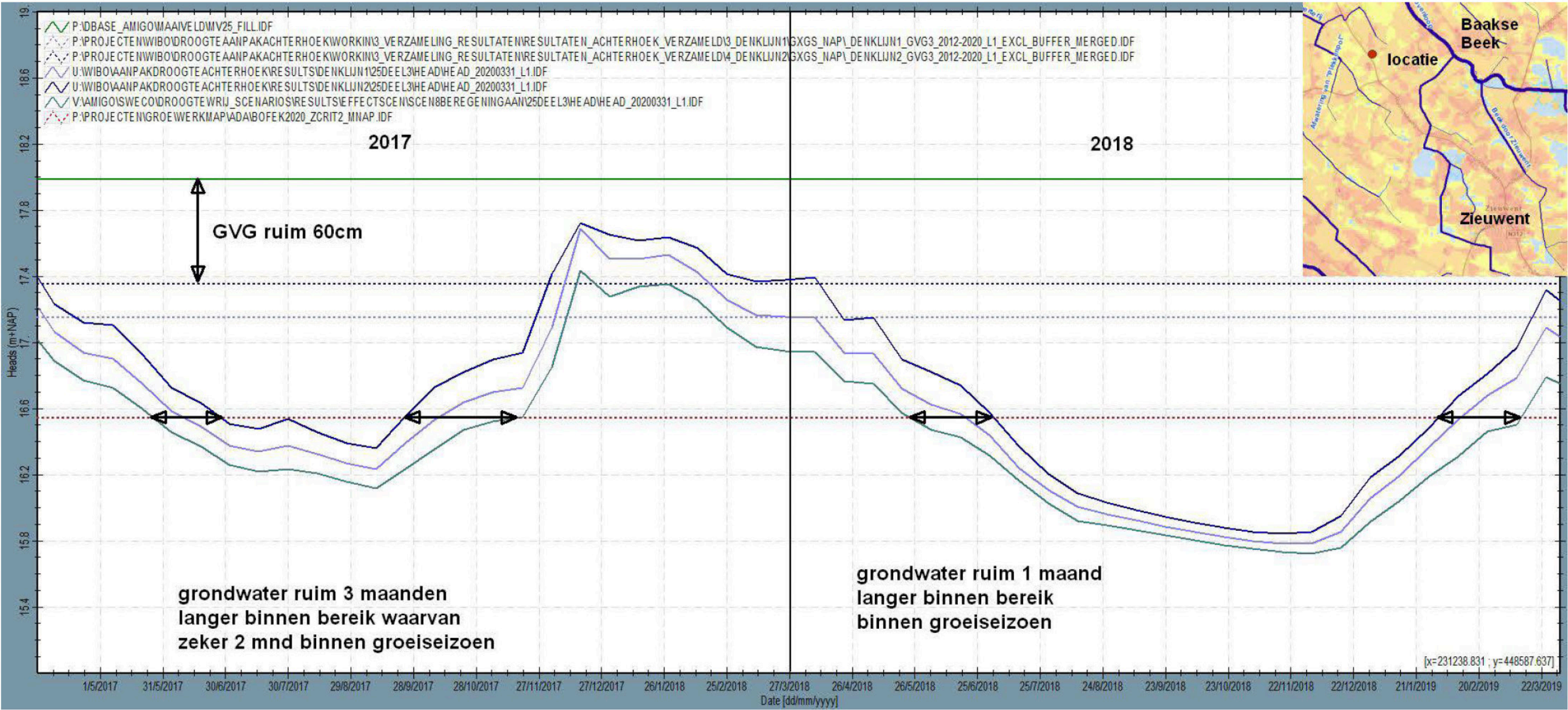
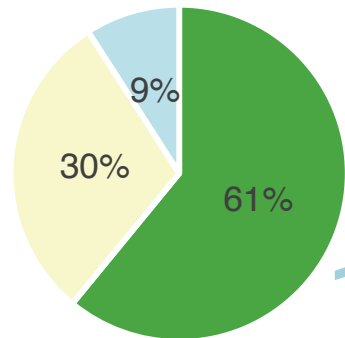
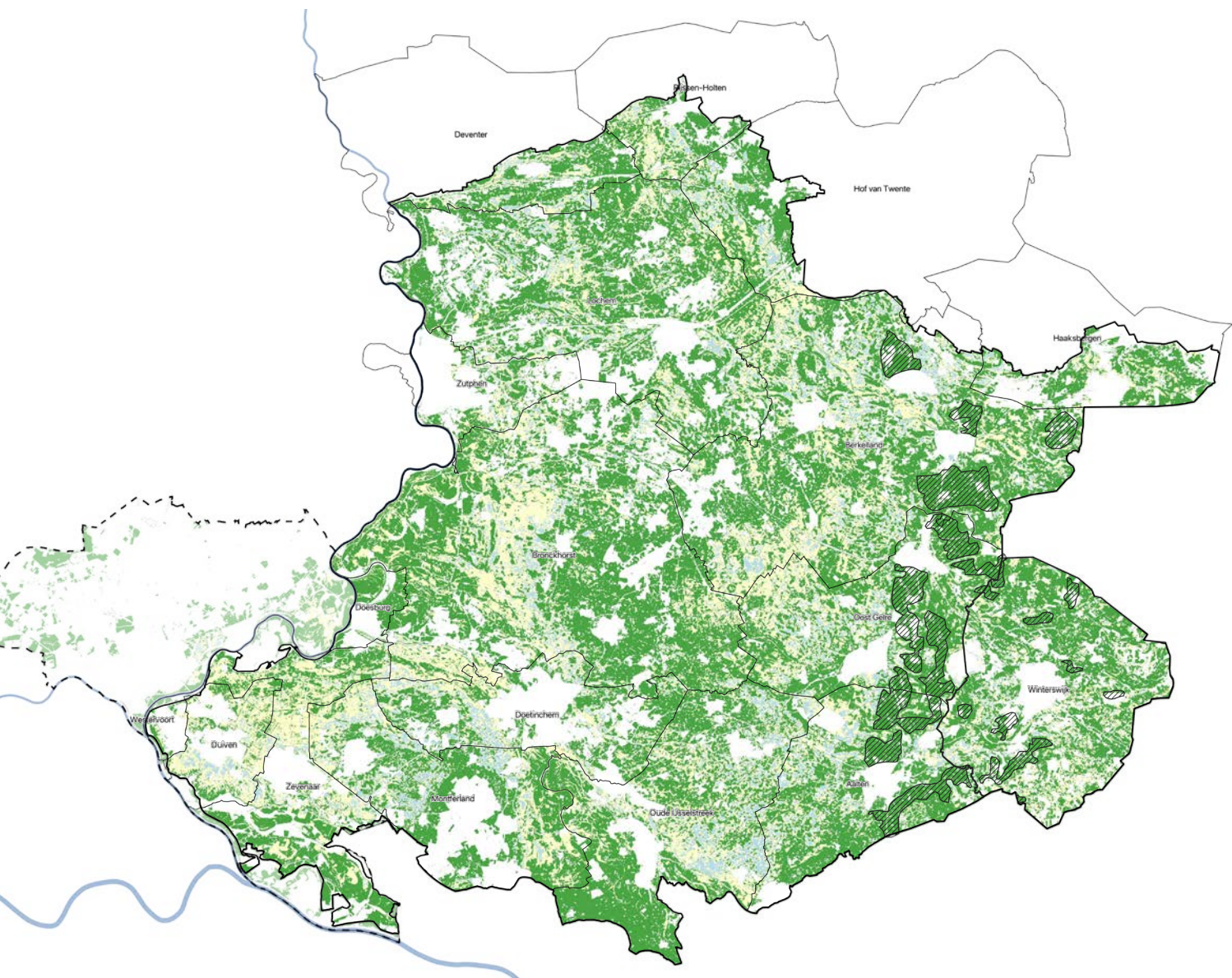


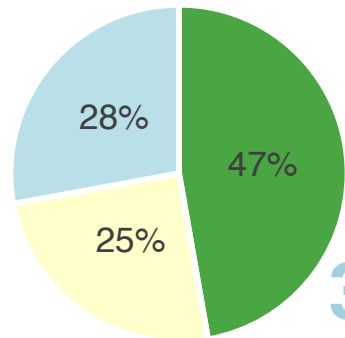
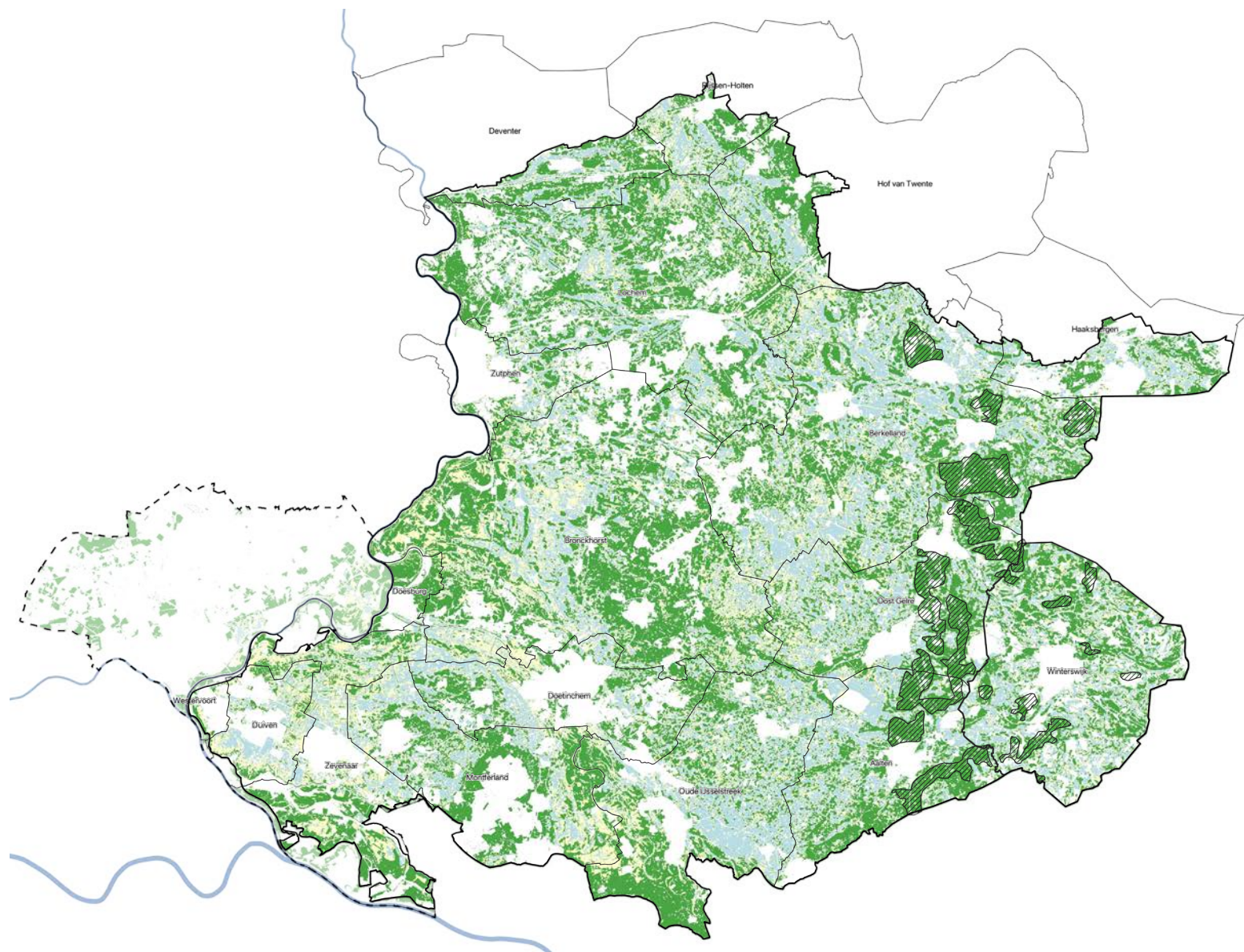
Fig. 75 Tijdreeksgrafiek grondwaterstandsverloop op een zandrug met projectie van het grondwaterstandsverloop als gevolg van de denklijnen

Denklijn 1



ca. **115.000** ha agrarisch gebied met
gemiddeld **50mm** extra watervoorraad en
10.000 ha met hoge voorjaarsgrondwaterstanden

Denklijn 2



ca. **115.000** ha agrarisch gebied met
gemiddeld **75mm** extra watervoorraad en
32.000 ha met hoge voorjaarsgrondwaterstanden

- Legenda
- Agrarisch gebied met extra watervoorraad
 - Agrarisch gebied met extra watervoorraad, doorvoeren mitigerende maatregelen
 - Agrarisch gebied met extra watervoorraad en te hoge GVG voor het huidig gebruik (> 20% opbrengstderving)
 - Modelresultaten niet betrouwbaar

Fig. 76 Agrarisch gebied met extra watervoorraad / sterk verhoogde voorjaarsgrondwaterstanden per denklijn

Zoals te verwachten ligt het grootste areaal natte agrarische gronden als gevolg van de denklijnen in de lagere gebieden (beekdalen, vlakte op zand en vlakte op klei).

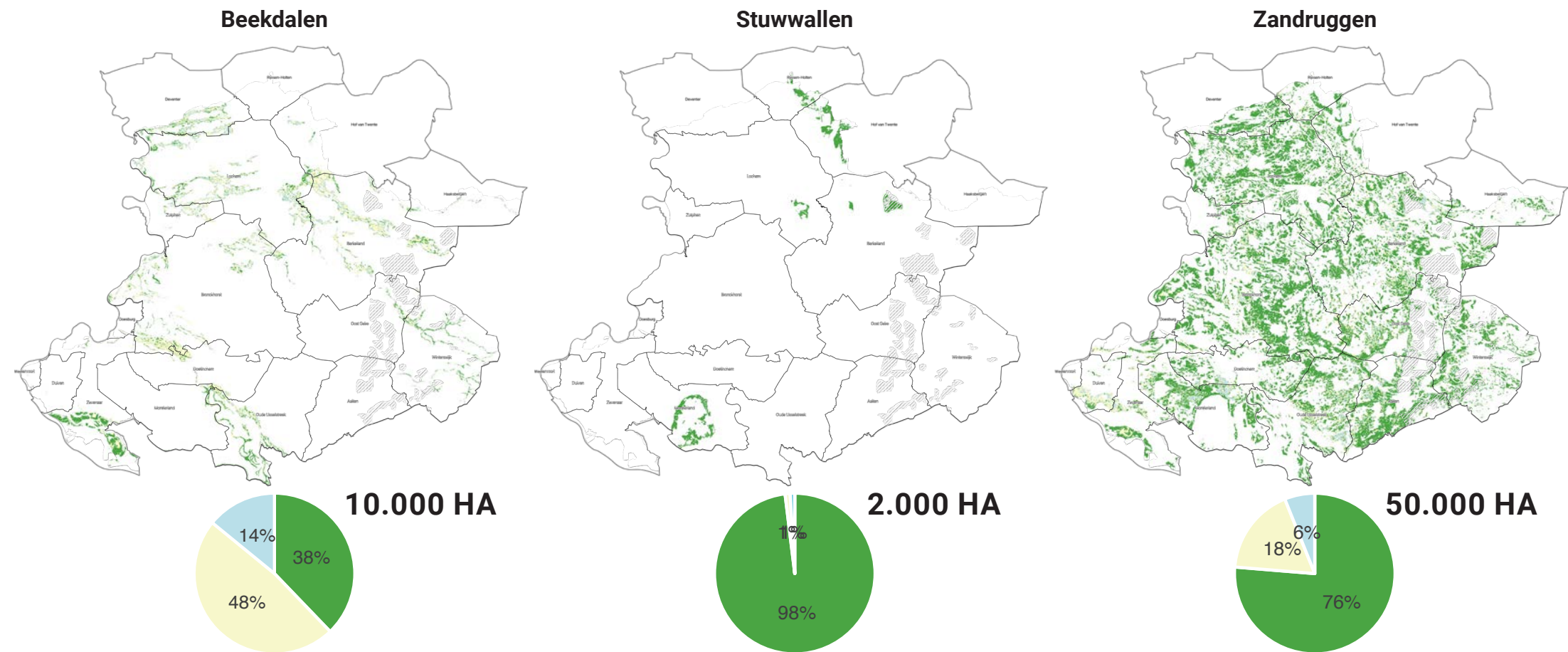


Fig. 77 Agrarisch gebied met extra watervoorraad / sterk verhoogde voorjaarsgrondwaterstanden per watersysteemtype in denklin 1

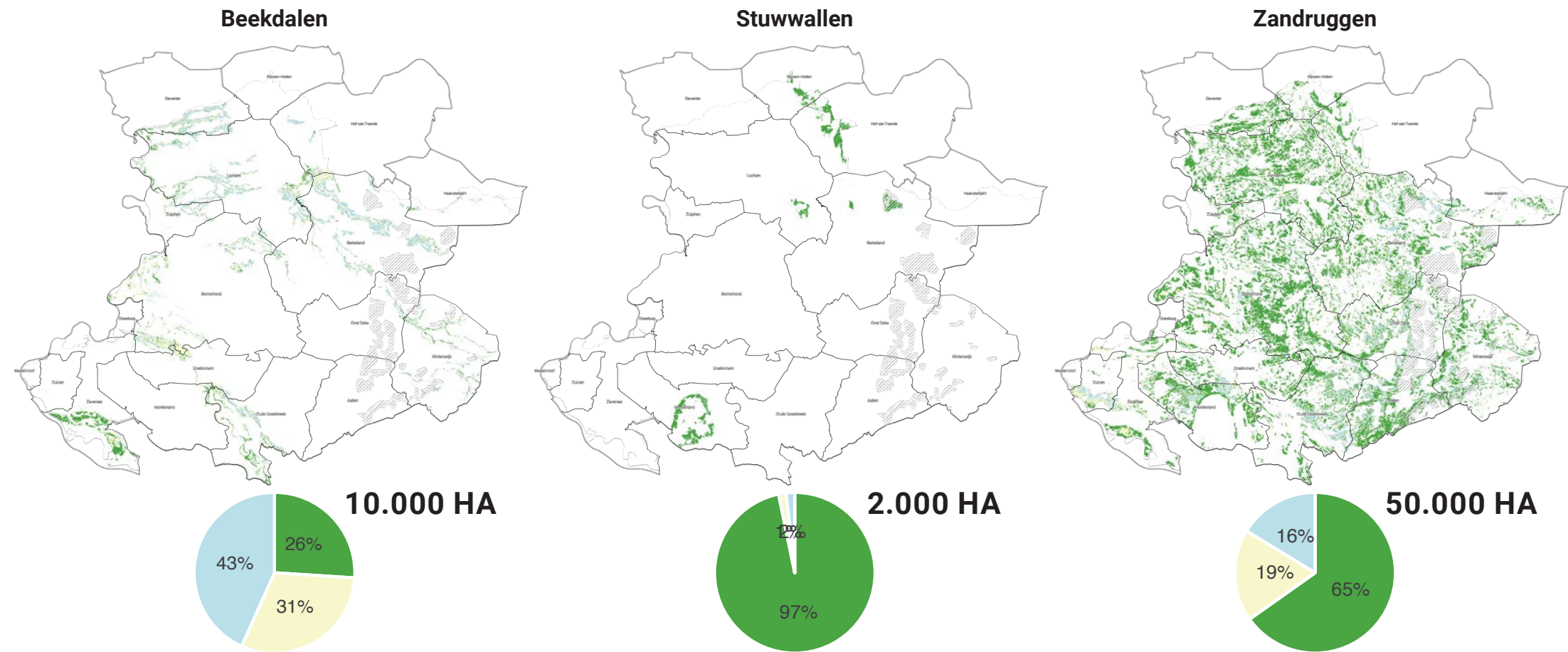
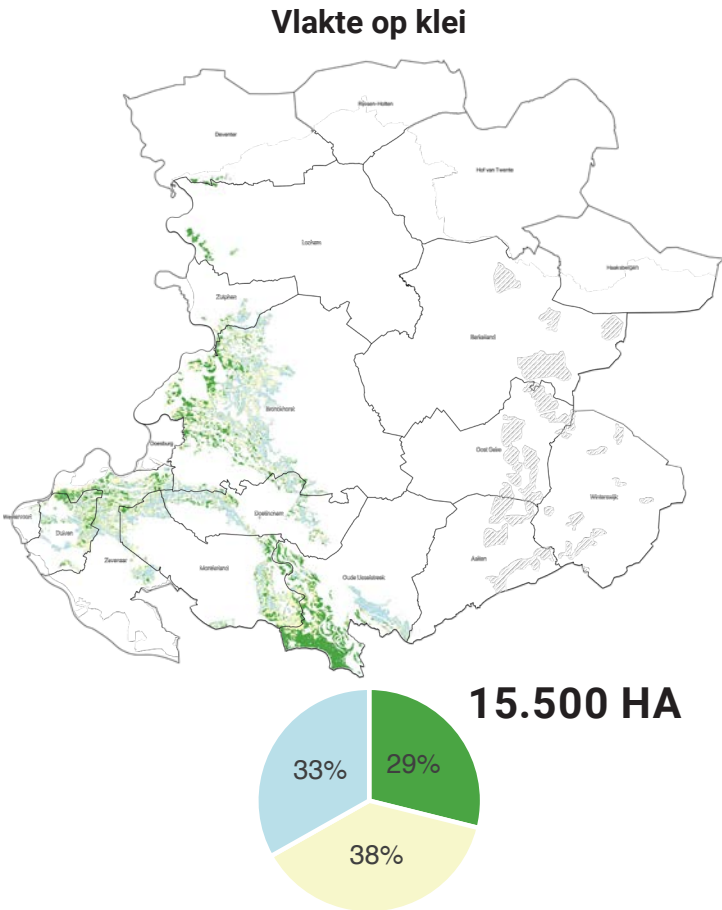
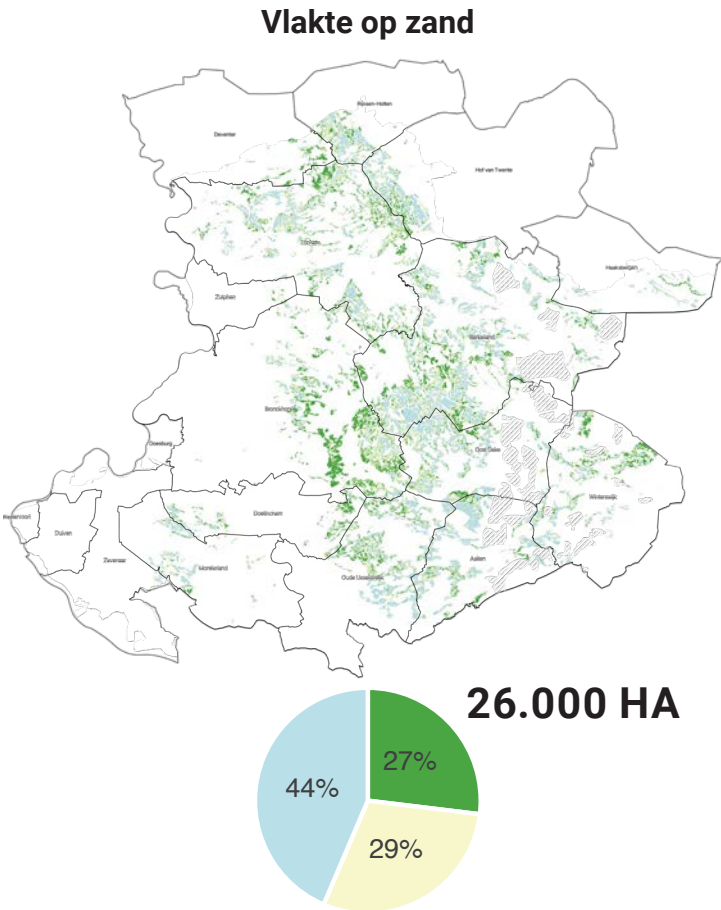
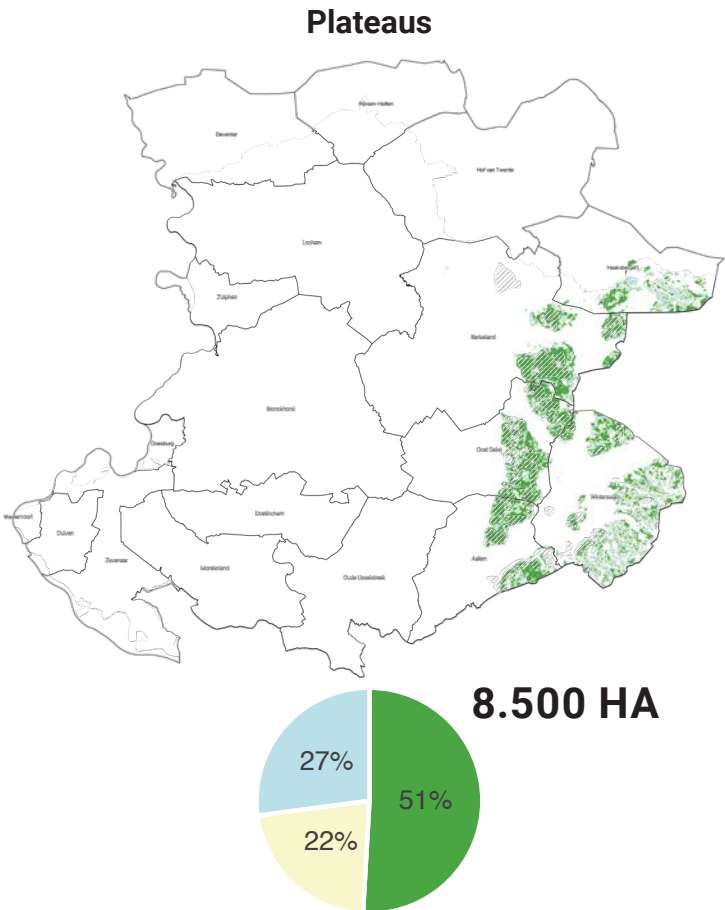
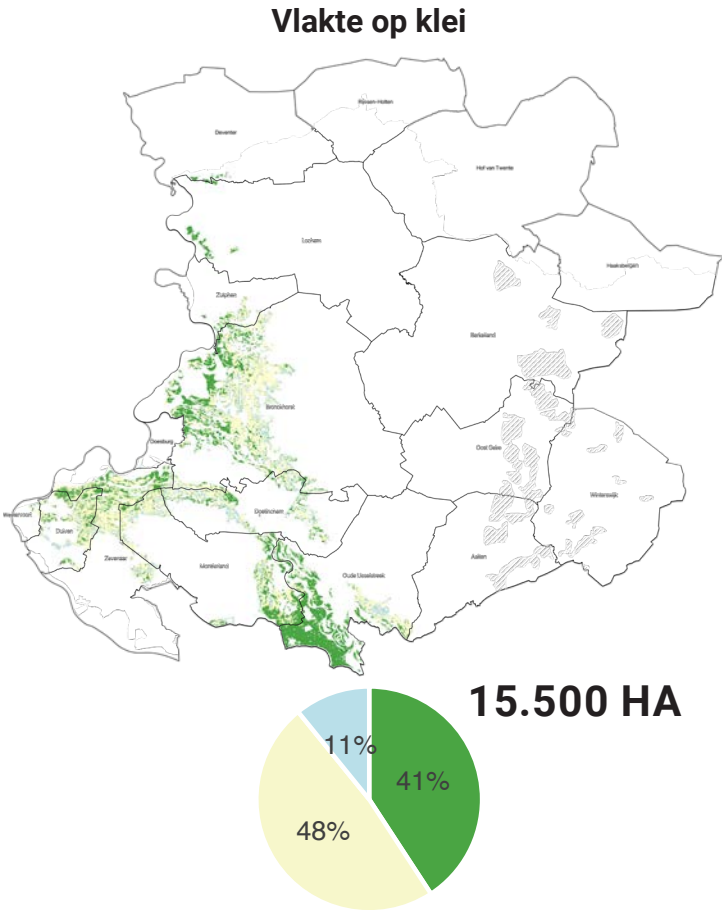
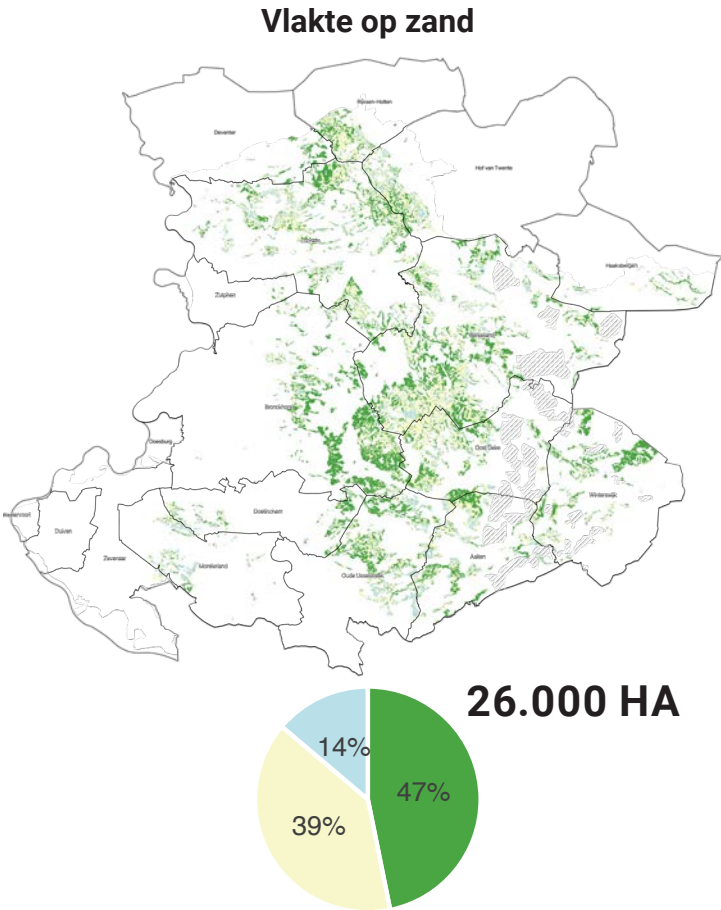
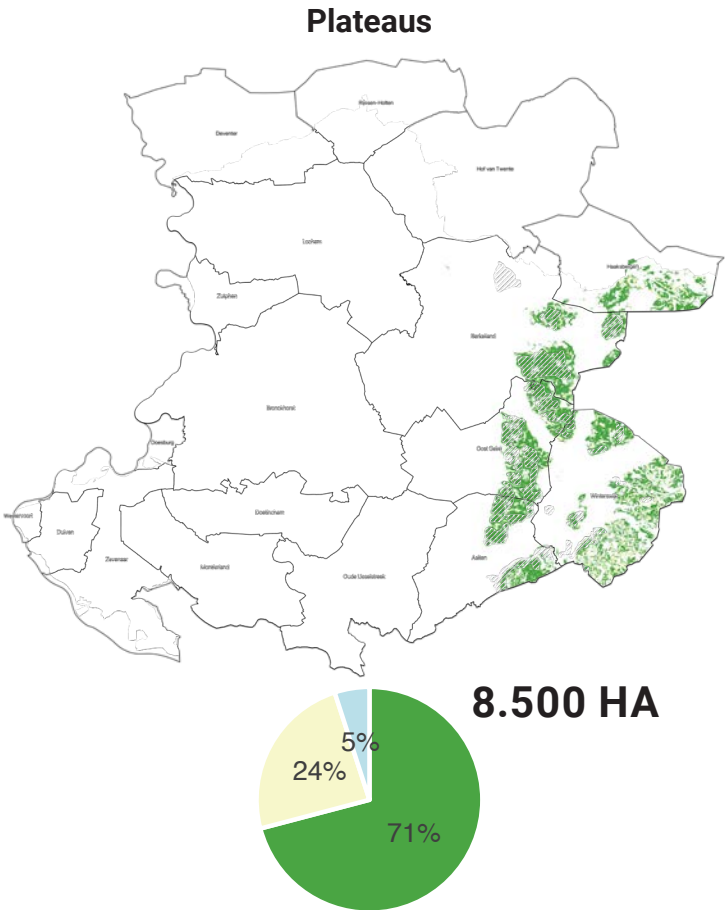


Fig. 78 Agrarisch gebied met extra watervoorraad / sterk verhoogde voorjaarsgrondwaterstanden per watersysteemtype in denklin 2



Op een aantal locaties in de Achterhoek en Liemers zijn dwarsdoorsneden gemaakt van gebieden met verschillen watersysteemtypes. Enkele kenmerkende doorsneden worden nader toegelicht in deze rapportage. De resterende doorsneden zijn in beeld opgenomen in de bijlage (Bijlage 2: effecten op lokaal niveau). Op de doorsneden is het volgende inzichtelijk gemaakt:

- het grondgebruik
- de hoogteligging in meters ten opzichte van NAP
- de watersysteemtypen (bijvoorbeeld beekdalen en zandruggen)
- de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG, ongeveer op 1 april) in meters ten opzichte van NAP, zowel in de referentiesituatie als bij denklin 1 en 2

Deze dwarsdoorsneden maken inzichtelijk op welke locaties de grondwaterstanden dichtbij het maaiveld zijn of komen, en waar de grondwaterstanden relatief diep zijn of blijven. De combinatie met het grondgebruik maakt inzichtelijk waar mogelijk aandachtspunten door te hoge of te lage grondwaterstanden aanwezig zijn, of gaan ontstaan door de denklijnen. Een algemene globale duiding van de GVG in relatie tot het grondgebruik is:

- GVG < 30 cm onder mv: kansrijk voor natte natuur, te nat voor klassieke landbouw en te nat voor bebouwd gebied
- GVG 30 – 50 cm onder mv: kansarm/matig kansrijk voor natte natuur, nat voor klassieke landbouw, te nat voor bebouwd gebied
- GVG 50 – 90 cm onder mv: te droog voor natte natuur, geschikt voor klassieke landbouw, te nat voor bebouwd gebied
- GVG > 90 cm onder mv: te droog voor natte natuur, droog voor klassieke landbouw, geschikt voor bebouwd gebied

Per dwarsdoorsnede is voor één punt ook een tijdreeksgrafiek weergegeven. Deze tijdreeksgrafieken geven een beeld van het verloop van de grondwaterstanden in de tijd. Dus niet alleen de GVG op 1 april, maar ook het verloop in een gemiddeld jaar (2017) en in een extreem droog jaar (2018). Hierdoor ontstaat een completer beeld van het effect van de denklijnen op de grondwaterstanden door de tijd heen. Ook maakt dit duidelijk dat de grondwaterstanden in het gebied sterk kunnen variëren, afhankelijk van de locatie.

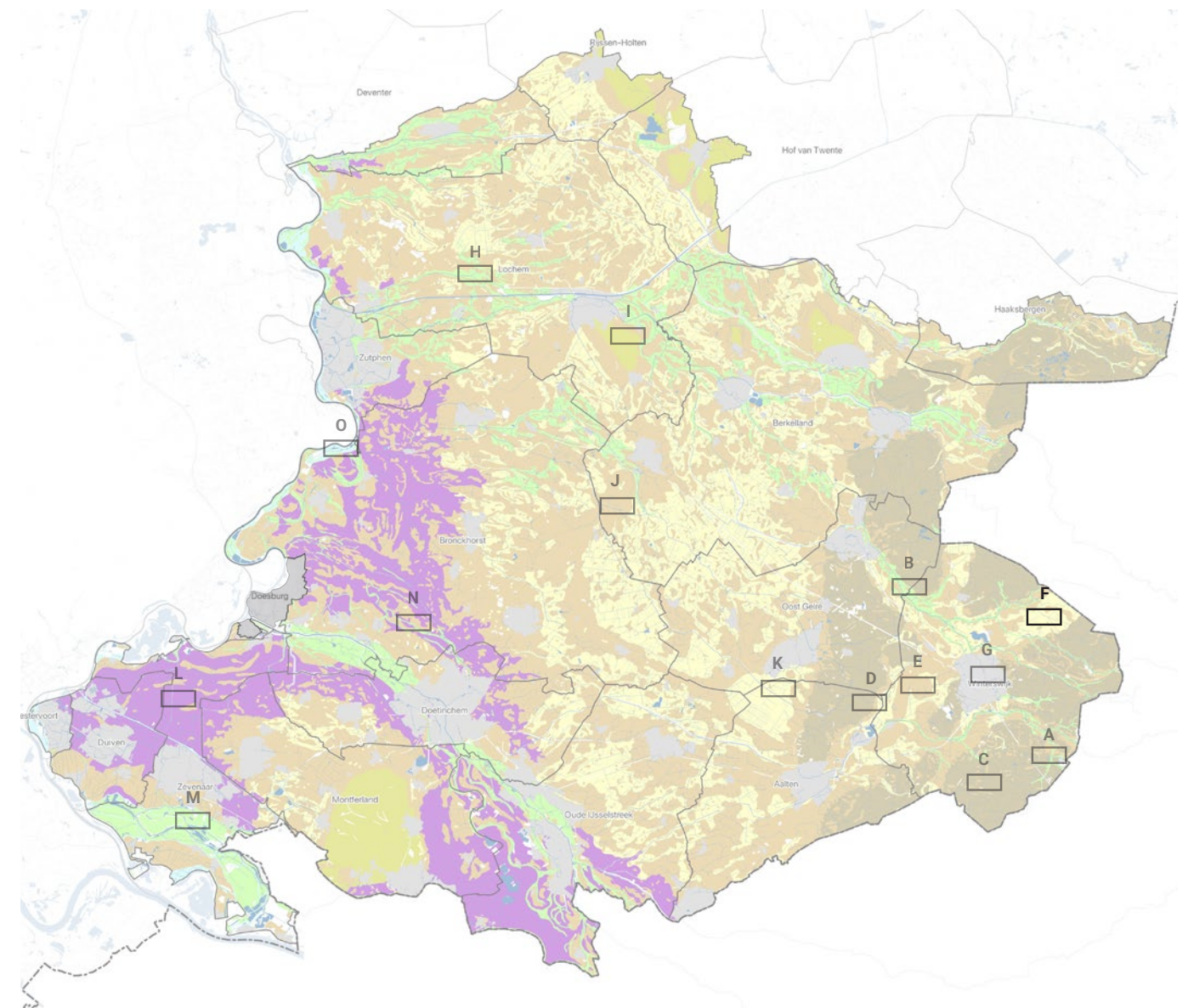
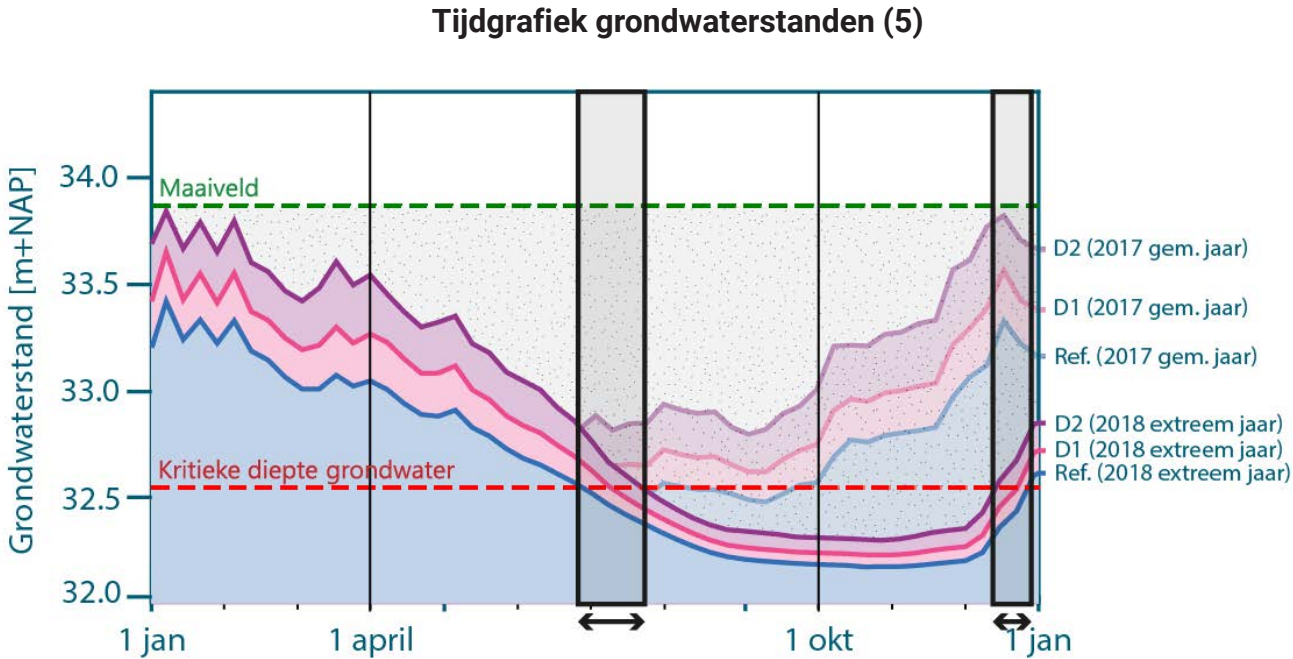


Fig. 79 Locaties doorsneden



Legenda

- Beekdalen
- Stuwwalcomplexen
- Grote rivieren
- Zandruggen
- Plateau's
- Stedelijk watersysteem
- Vlakte op klei
- Vlakte op zand

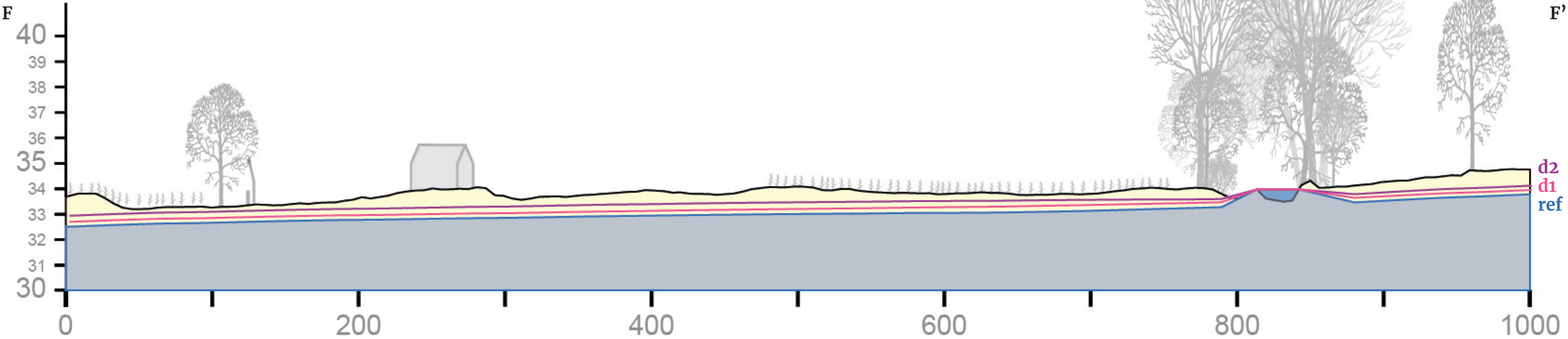


Fig. 80 Doorsnede F: vlakte op zand, met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)

Op sommige plekken zorgt de hogere grondwaterstand, als gevolg van het doorvoeren van de maatregelenpakketten, voor meer kans op inundatie van het land. Dit zijn voornamelijk de natuurlijke lage (of ingesloten laagtes) in het landschap, waaronder ook de beekdalen. Om schade door inundatie tegen te gaan is er meer plek nodig voor het bergen van water.

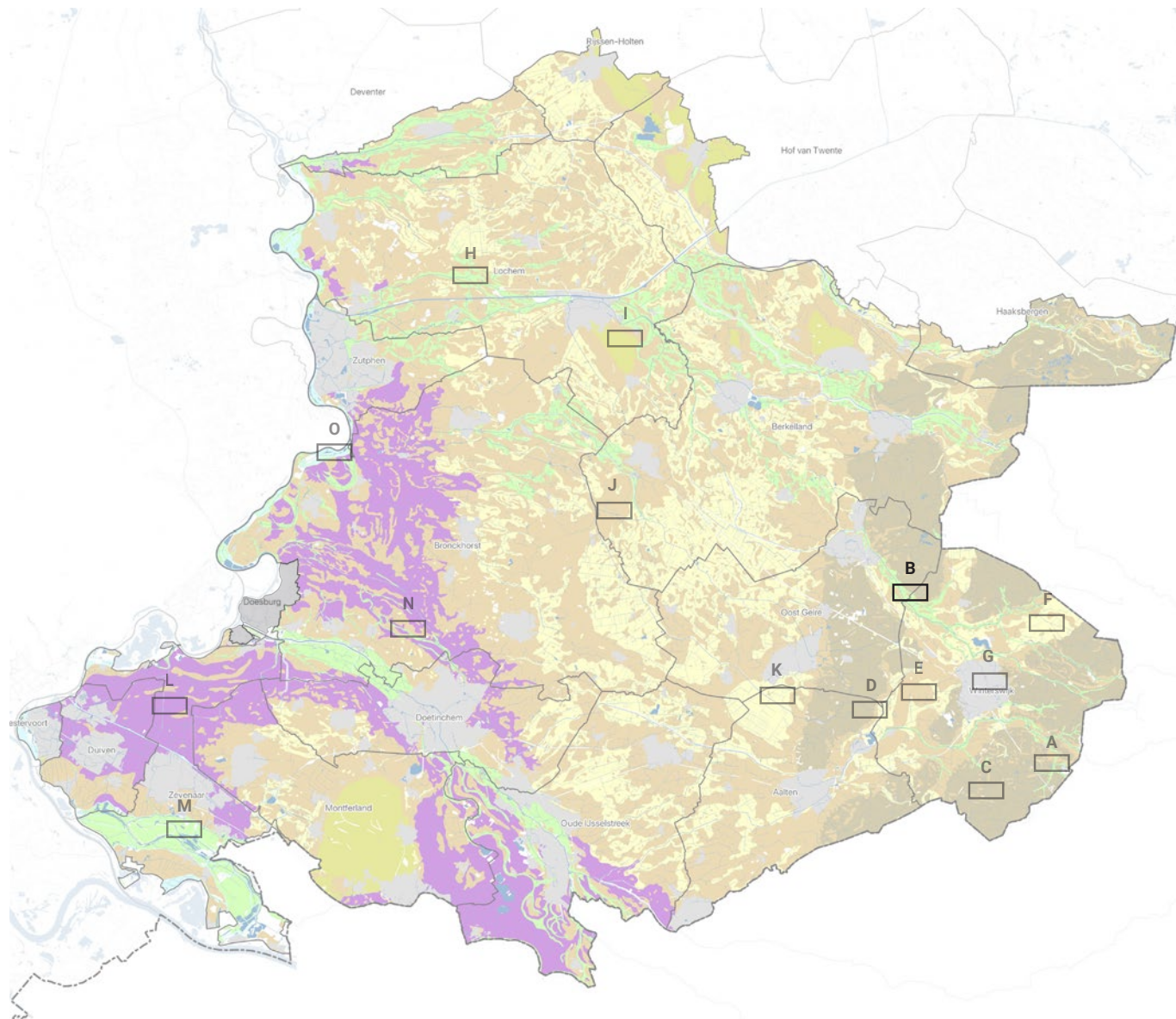
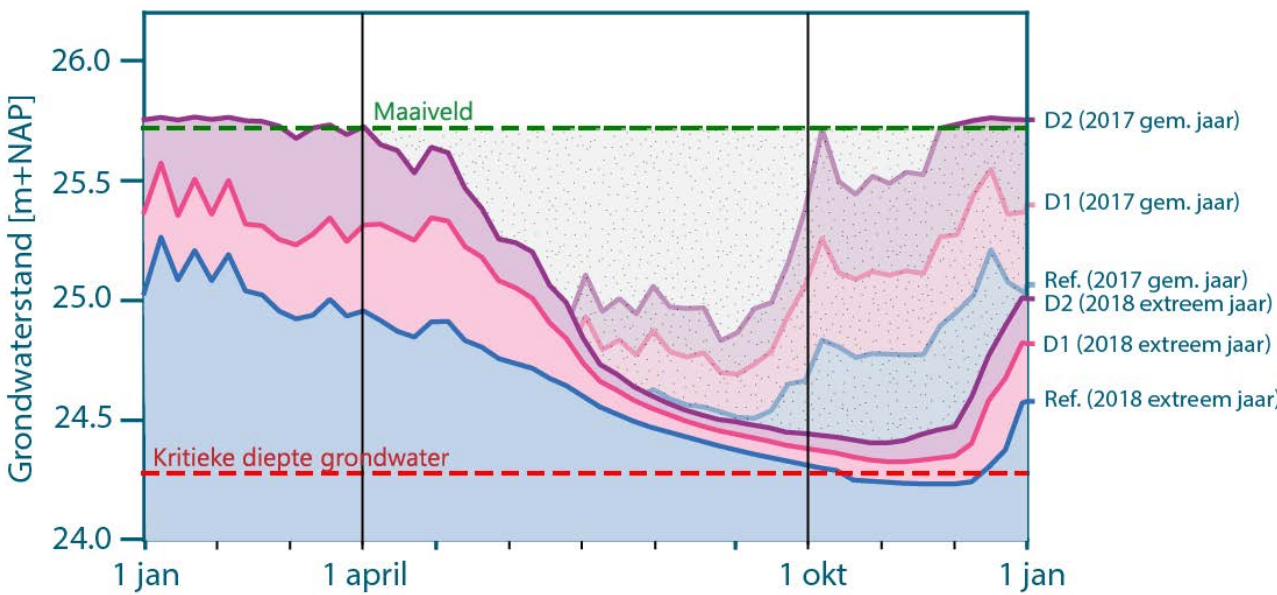


Fig. 81 Locaties doorsnedes

Locatie doorsnede en tijdgrafiek



Tijdgrafiek grondwaterstanden (2)



Legenda

- Beekdalen
- Stuwwalcomplexen
- Grote rivieren
- Zandruggen
- Plateau's
- Stedelijk watersysteem
- Vlakte op klei
- Vlakte op zand

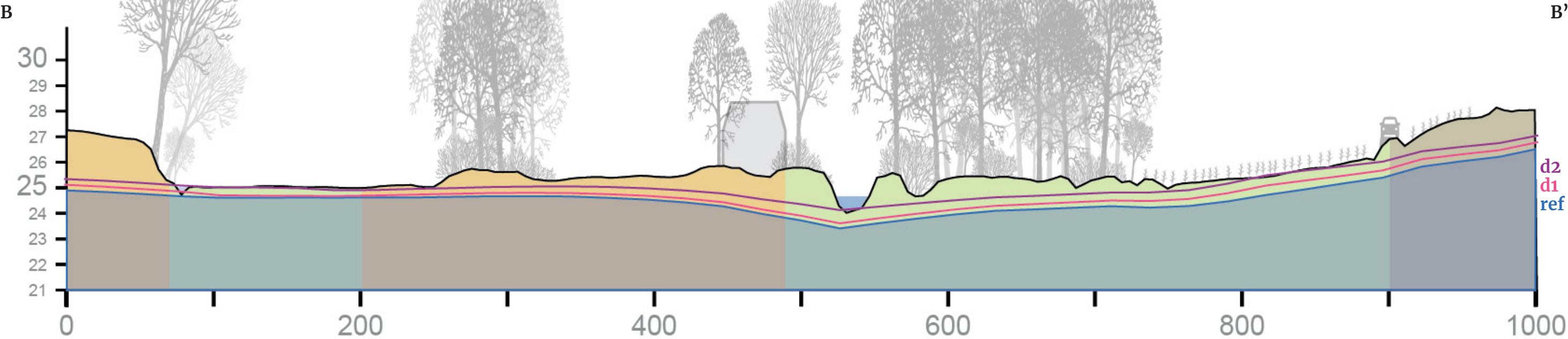


Fig. 82 Doorsnede B: beekdal middenloop, met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)

5.5 DROOGTEMAATREGELLEN IN RELATIE TOT PIEKBERGING

INUNDATIE BIJ EXTREME NEERSLAG

De kaarten geven weer welke gebieden bij de huidige waterhuishoudkundige inrichting en het huidige klimaat bij extreem zware buien onder water lopen (inundatiediepte 30 cm of meer). Het kaartje van T=100 geeft daarbij weer welke gebieden statistisch eens in de 100 jaar onder water lopen, en het kaartje met T=1000 geeft weer welke gebieden statistisch eens in de 1.000 jaar onder water lopen.

Door klimaatverandering zullen dergelijke zware buien in de toekomst vaker gaan optreden, omdat de neerslag en extreme neerslag in de winter toenemen, en de intensiteit van extreme regenbuien in de zomer ook toeneemt. In de klimaatscenario's van het KNMI uit 2014 wordt bij het WH scenario in 2050 een toename van extreme buien met ongeveer 15 à 20% verwacht. In 2023 komt het KNMI met nieuwe klimaatscenario's, die mogelijk een grotere toename van extreme buien laten zien.

EFFECT VAN DE DENKLIJNEN

Ook de maatregelen tegen droogte in de denklijnen hebben effect op de kans op voorkomen van deze inundatiesituaties. Door de hogere grondwaterstanden die door de denklijnen op gaan treden is er minder bergingsruimte in de bodem beschikbaar om extreem zware buien op te vangen. Er zal daardoor bij eenzelfde extreme bui eerder inundatie (boven maaiveld) optreden. Uit modelanalyses volgt dat bij de grondwaterstandsverhoging zoals die bij denklijn 2 optreedt, extreme inundatiesituaties twee keer zo vaak zullen optreden. Dit betekent dat bij volledige realisatie van denklijn 2, de inundatiesituatie op de kaart van T=100 eens in de 50 jaar op zal kunnen treden in plaats van eens in de 100 jaar. En de inundatiesituatie op de kaart van T=1000 zal eens in de 500 jaar op kunnen treden in plaats van eens in de 1.000 jaar.

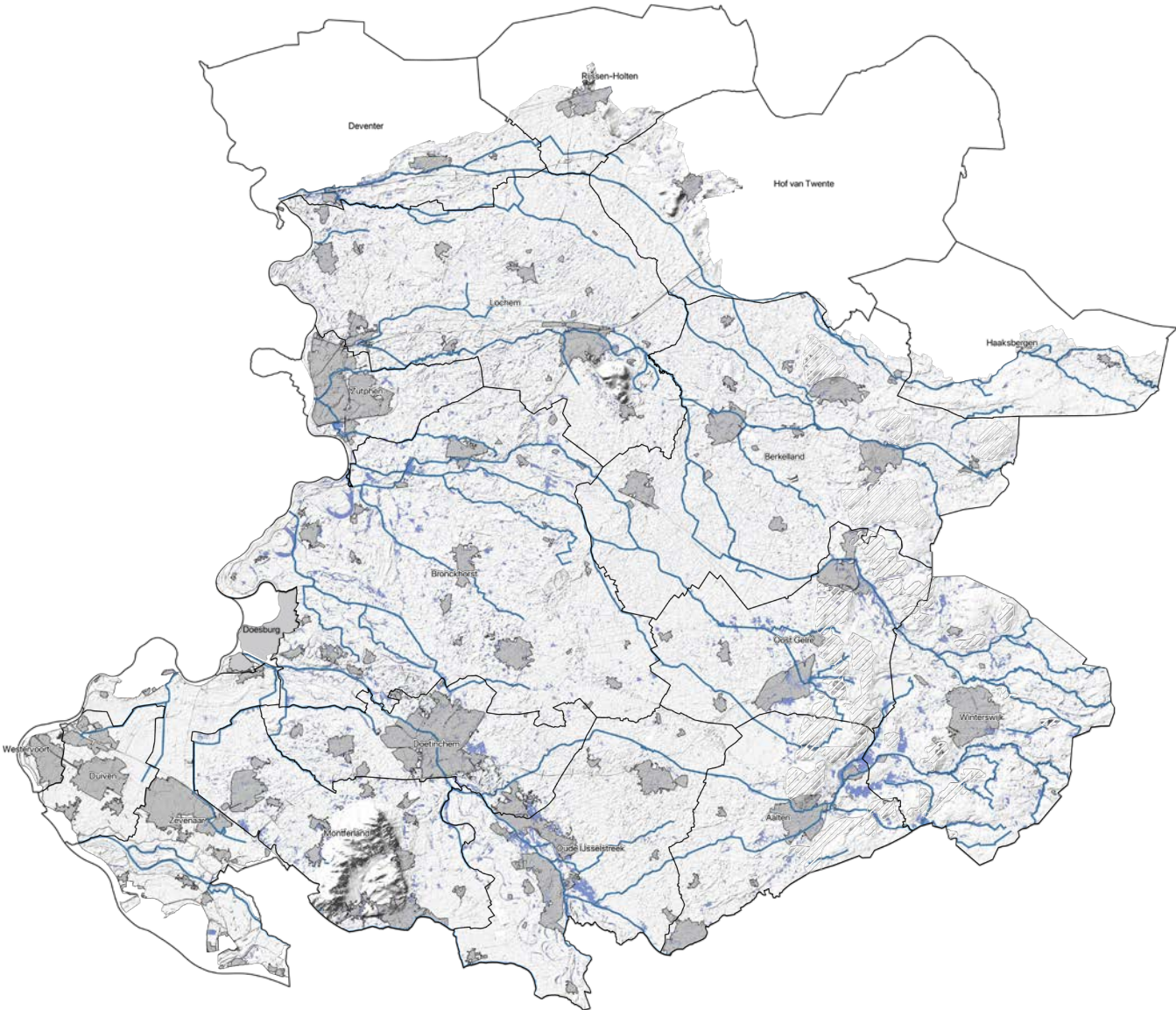
Bij denklijn 1 is de grondwaterstandstijging kleiner, en daardoor neemt (naar rato van de mate van grondwaterstandstijging) ook de kans op optreden van de inundatiesituaties op de kaarten minder sterk toe dan bij denklijn 2. In de gebiedsspecifieke uitwerking Winterswijk zit de mate van

grondwaterstandstijging tussen denklijn 1 en 2 in, maar dichterbij denklijn 2. De kans op inundatiesituaties na realisatie van de gebiedsspecifieke uitwerking Winterswijk lijkt daarom op de situatie bij denklijn 2, maar neemt iets minder sterk toe dan bij denklijn 2.

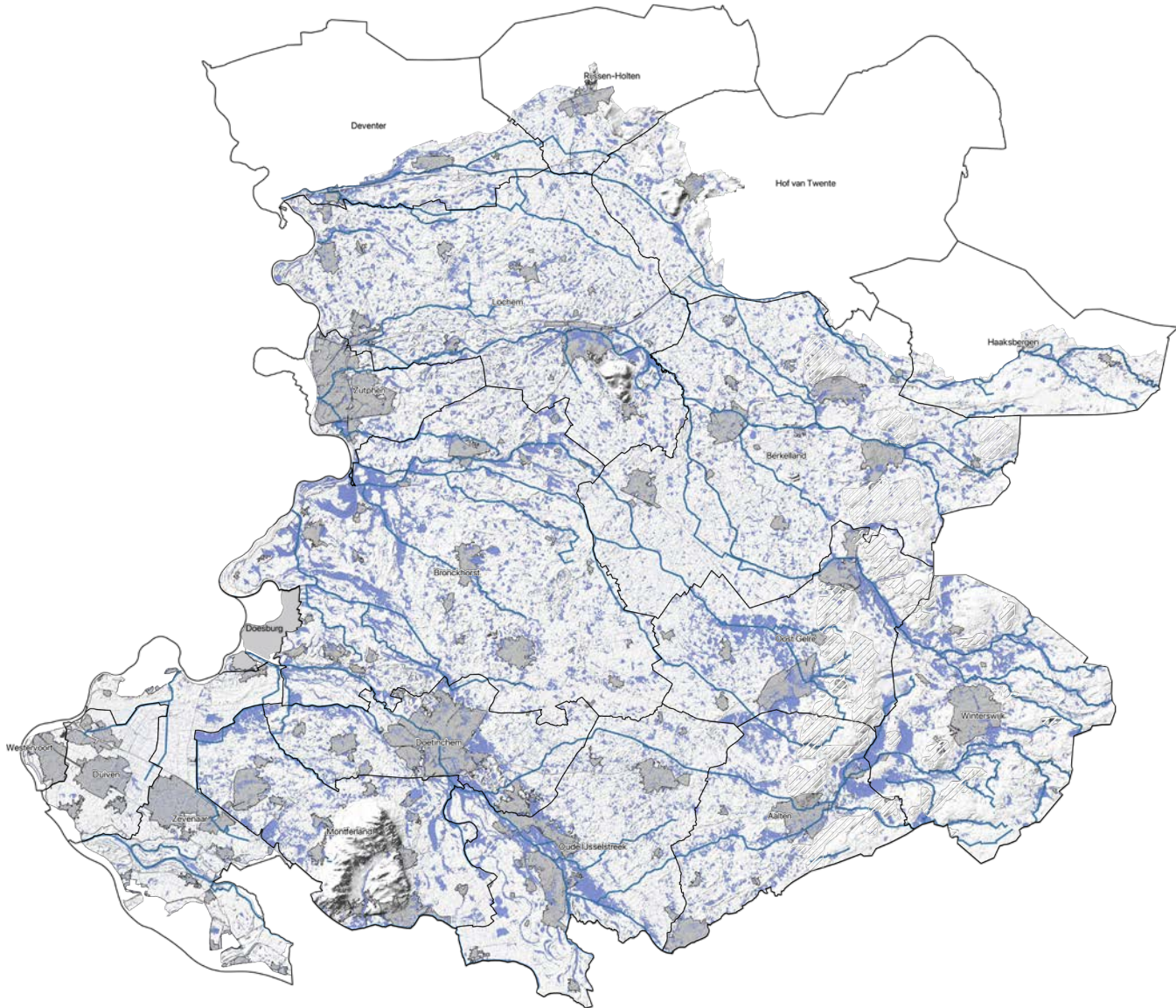


Fig. 83 Inundatie op het land

Regenbui van 70mm in 1u (frequentie eens in de 100 jaar)



Regenbui van 160mm in 2u (frequentie eens in de 1000 jaar)



- Legenda
- Inundatiediepte > 30 cm
 - Stedelijk gebied
 - HEN/SED/KRW beken

Fig. 84 Inundatie bij extreme neerslag

5.6 VERANDERING BEEKAFVOEREN EN VERDAMPING

Op basis van het grondwatermodel zijn analyses gemaakt van het verloop van verdamping en beekafvoeren in de tijd, in de referentiesituatie, voor denklijnen 1 en 2, en voor de 1e gebiedsspecifieke uitwerking. Hiervan zijn grafieken weergegeven voor het stroomgebied van de Groenlose Slinge binnen Winterswijk (deelgebied 17) en voor het stroomgebied van de Boven-Slinge binnen Winterswijk (deelgebied 18). De grafieken geven het verloop weer van verdamping en de totale afvoer van het oppervlaktewatersysteem in de periode van 1 januari 2017 tot 1 januari 2020. Hierbij is telkens uitgegaan van het huidige klimaat.

De neerslag blijft in beide situaties gelijk, wat betekent dat het totaal van afvoer+ transpiratie ongeveer gelijk blijft. Dit betekent dat als de transpiratie toeneemt, de beekafvoer afneemt (elke druppel water kan maar één keer gebruikt worden).

De twee denklijnen en de 1e gebiedsspecifieke uitwerking leiden ten opzichte van de huidige inrichting van het watersysteem tot de volgende effecten:

- Door de hogere grondwaterstanden kunnen de plantenwortels in het groeiseizoen meer grondwater opnemen, en daardoor meer verdampen. De verdamping door planten (transpiratie) in de zomer neemt daardoor toe, met name in zeer droge jaren zoals 2018. Dit komt ten goede aan de landbouw, natuur en openbaar groen. Een hogere verdamping komt overeen met een hogere gewasopbrengst, en vitalere natuurlijke vegetaties en openbaar groen. En in stedelijk gebied treedt ook minder hittestress op, omdat meer/vitaler openbaar groen zorgt voor meer schaduwwerking, en omdat verdamping van openbaar groen zorgt voor afkoeling.
- Er treden hogere piekafvoeren op in de winter, omdat er door de hogere grondwaterstanden minder bergingsruimte in de bodem beschikbaar is, en er meer water naar sloten en beken wordt afgevoerd.
- Er treden lagere afvoeren via de beken op in het voorjaar en de zomer. Dit kan nadelig zijn voor KRW doelstellingen voor beken. Een mogelijkheid om hier iets aan te doen is om in de winter meer water vast te houden in het oppervlaktewatersysteem, bijvoorbeeld in afgesloten laagten, en dit water vervolgens vertraagd af te voeren vanaf het voorjaar.

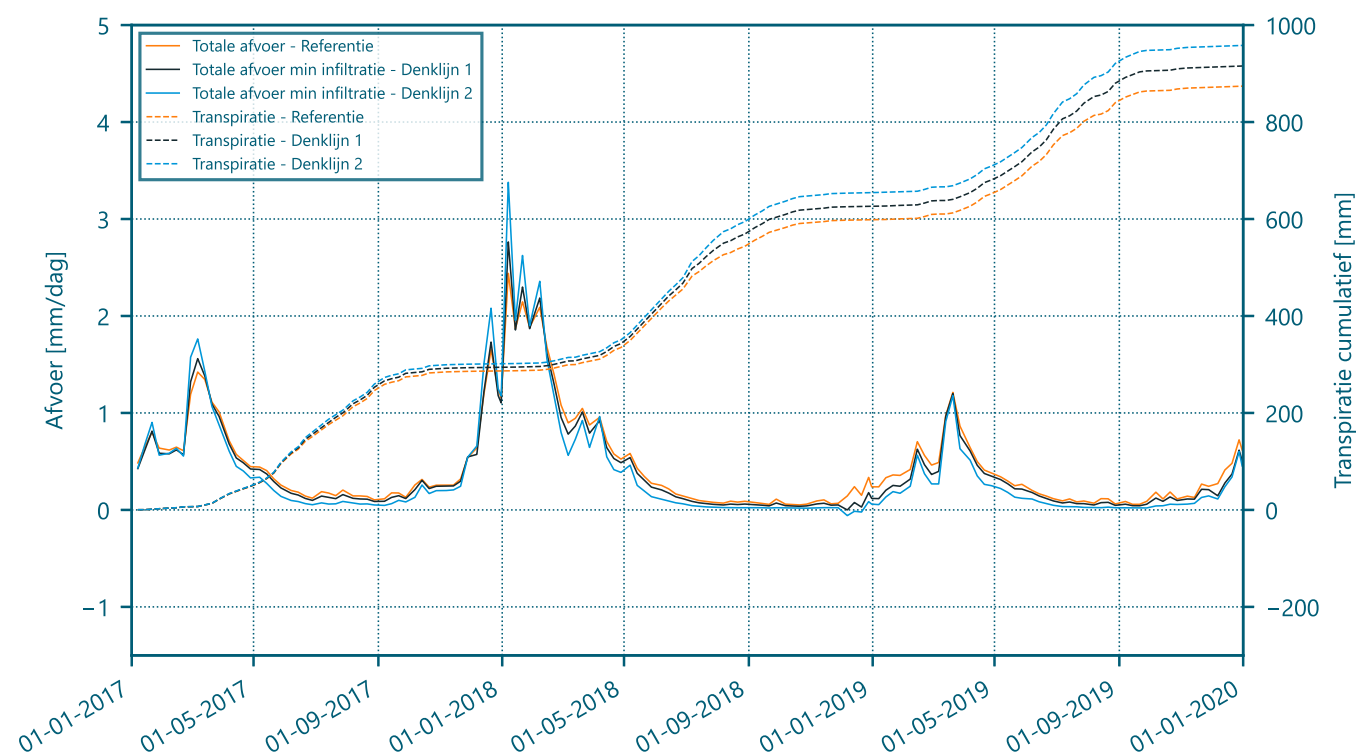


Fig. 85 Waterbalans Groenlose Slinge

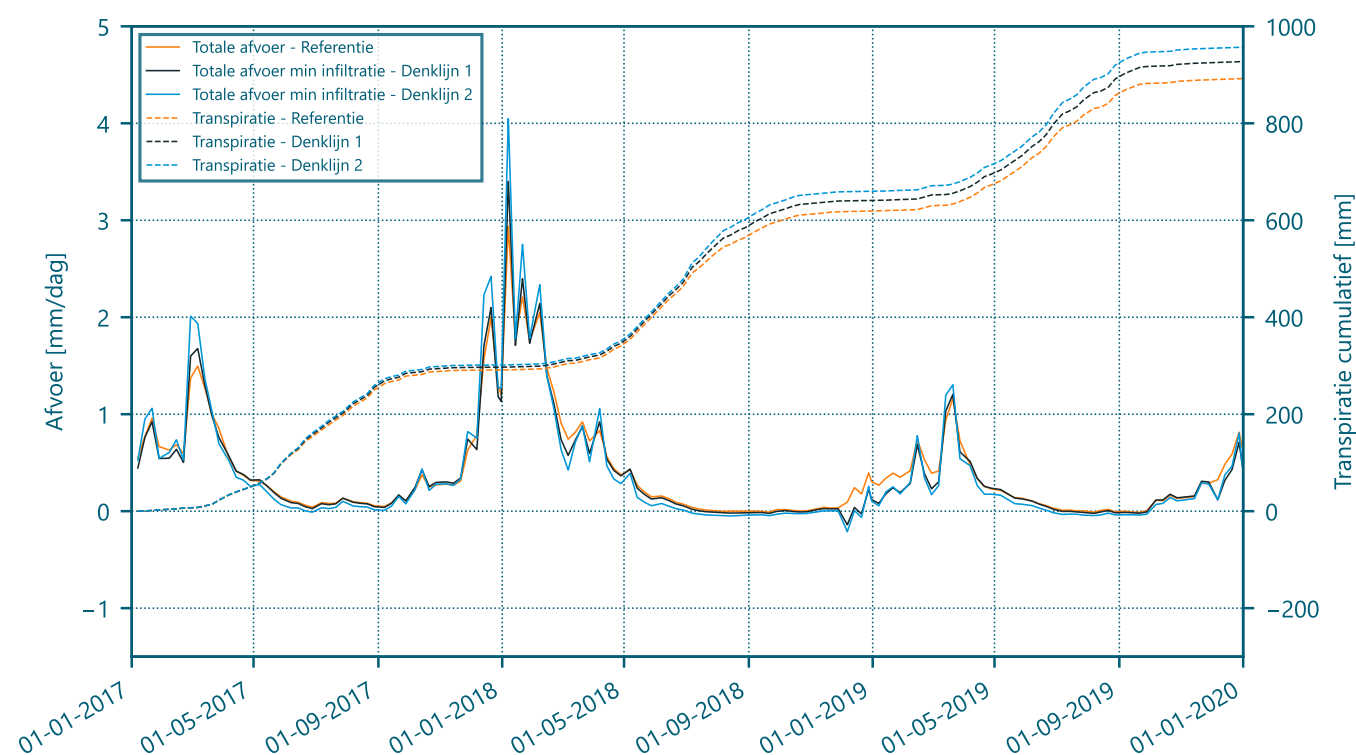


Fig. 86 Waterbalans Boven-Slinge



Fig. 87 Droogval Bemersebeek

6. CONCLUSIES EN HANDELINGSPERSPECTIEF

6.1 BEOORDELING EFFECTEN VAN DE BEIDE MAATREGELN-PAKKETTEN

In de voorgaande hoofdstukken is na het formuleren van de hoofdpoging voor het toekomstige watersysteem, een verkenning uitgevoerd hoe met de inzet van maatregelen een toekomstperspectief kan worden geschetst. Er zijn maatregelen pakketten ontwikkeld uitgaande van 2 denklijnen; pakket 1 start vanuit de huidige grondgebruikseisen en brengt in beeld wat dan de maximale watervoorraad is die aan het watersysteem kan worden toegevoegd en pakket 2 zet in op het maximaal benutten van kansen en mogelijkheden in het water-bodemsysteem, waardoor lokaal aanpassingen in het huidig grondgebruik noodzakelijk zullen zijn. De effecten van de twee denklijnen zijn hierna samengevat in twee schema's (figuur 88 en 89).

De effectkaarten van de beide denklijnen op de grondwaterstanden laten een significante stijging van de grondwaterstanden in het groeiseizoen zien. Hierdoor neemt de grondwatervoorraad toe, evenals de transpiratie van planten, in praktisch het hele gebied van de Achterhoek en Liemers. Dit is gunstig voor de (natte) natuur, en zorgt in droge perioden voor hogere opbrengsten voor de landbouw en minder droogteschade aan (openbaar) groen. Mogelijk ingrijpende nadelige effecten van hogere grondwaterstanden in winter en voorjaar zijn toenemende natschade voor de landbouw, en natschade in bebouwd gebied. Hierbij is wel van belang dat deze berekende nadelige effecten van de twee denklijnen worst-case zijn, omdat de regelbaarheid van het toekomstige watersysteem niet is meegenomen. Het beeld van de natschade is daardoor mogelijk te negatief.

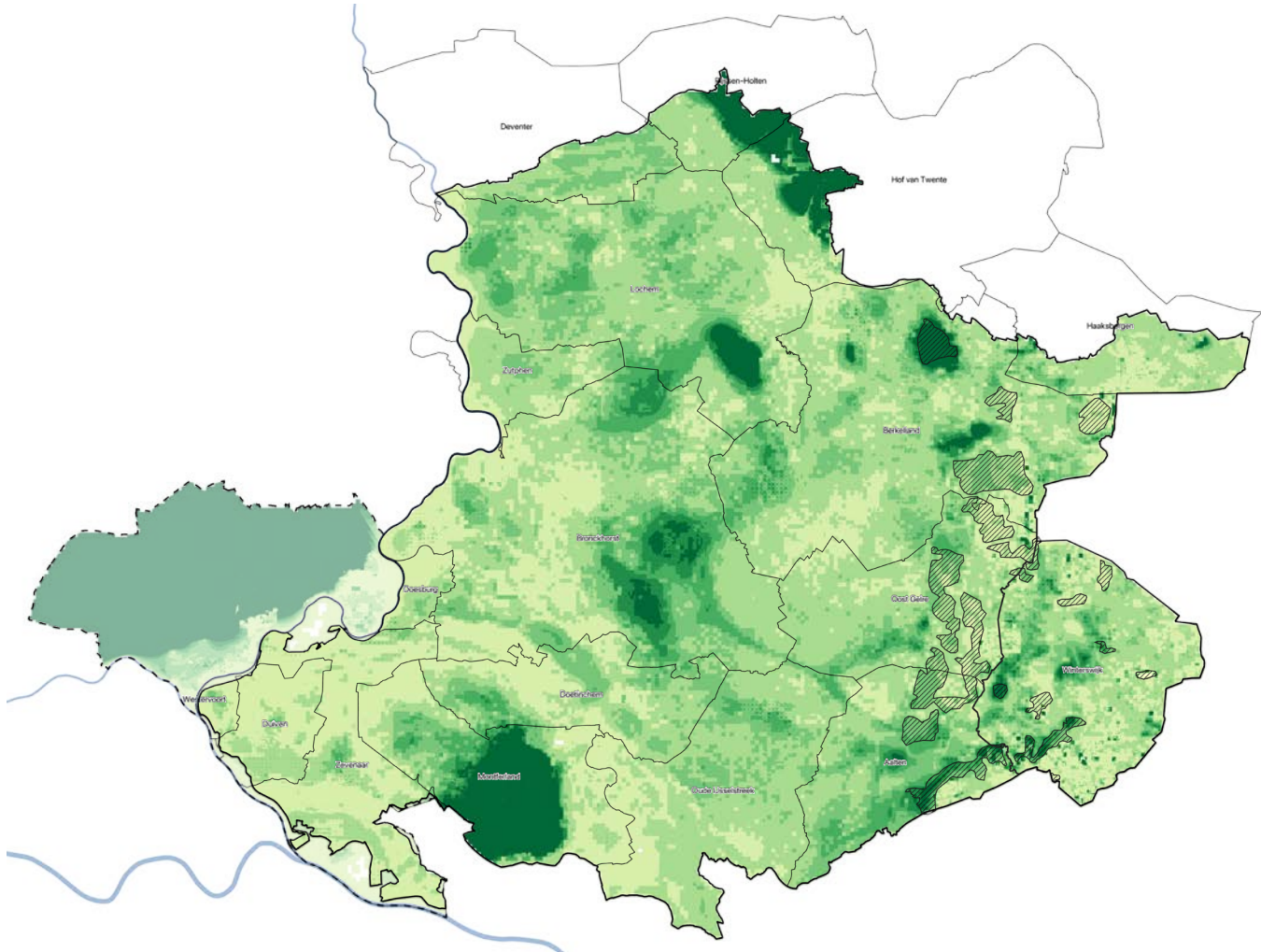
VERSCHILLEN TUSSEN BEIDE DENKLIJNEN

Het maatregelenpakket op basis van Denklin 1, zorgt ervoor dat de balans tussen wateroverlast en droogteschade niet verder verslechtert door de klimaatverandering, ervan uitgaande dat voor compensatie van klimaatverandering 40 á 50 mm extra water nodig is. In feite wordt daarmee in de toekomst de huidige situatie geaccepteerd en gehandhaafd. De grondwatervoorraad op 1 april neemt generiek met 50mm toe, en lokaal met meer dan 100 mm.

Het maatregelenpakket op basis van Denklin 2, zorgt voor een robuuster watersysteem, en geen verdere achteruitgang door klimaatverandering + herstel van de balans tussen wateroverlast en droogteschade. De grondwatervoorraad op 1 april neemt generiek met 75 mm toe, en lokaal met meer dan 100 mm. De baten van denklin 2 zijn hoger dan van denklin 1, maar de kosten van denklin 2 zijn ook hoger, en de effecten ingrijpender.

CONCLUSIES

De inzet van deze verkenning via de 2 denklijnen was vooral gericht op het schetsen van een haalbaar en robuust toekomstperspectief voor het watersysteem van de Achterhoek en Liemers. Het maatregelenpakket van denklin 1 lijkt de opgave van 100 mm niet te kunnen bedienen en de consequenties van de concrete realisatie van denklin 2 lijken op voorhand nogal fors. De vraag is echter of nu al een keuze gemaakt zou moeten worden tussen een planrealisatie gebaseerd op één van beide denklijnen. Het antwoord daarop is negatief, omdat een generiek beeld voor de Achterhoek en Liemers nog niet genoeg 'gebiedsspecifiek' is om het optimale maatregelen pakket op te kunnen baseren. 'Gebiedsspecifiek' heeft zowel betrekking op de bijzondere



Extra watervoorraad:	Gemiddeld 50mm (lokaal > 100mm)
Natte natuur	van: 9.000 ha natte natuur 3.000 ha kansrijk naar: 4.000 ha kansrijk
Stedelijk gebied:	15.000 ha stedelijk gebied 4.000 ha sturen op klimaat- robuuste oplossingen
Landbouw:	115.000 ha landbouwgrond 105.000 ha gem. +1,5% opbrengst (gemiddeld jaar) 110.000 ha gem. +2,5% opbrengst (extreem droog) 10.500 ha met hoge GVG (gemiddeld jaar)
Kosten:	€ 0,5 miljard technische realisatiekosten

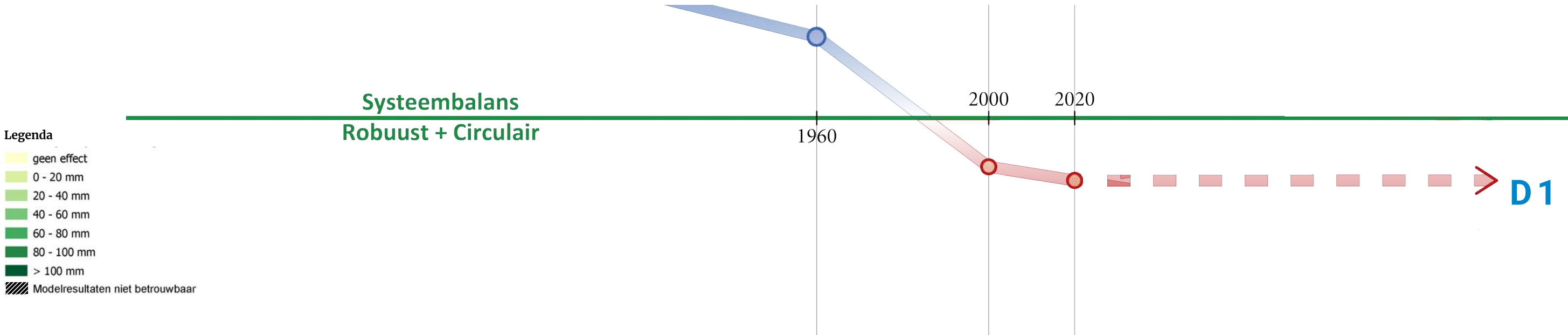
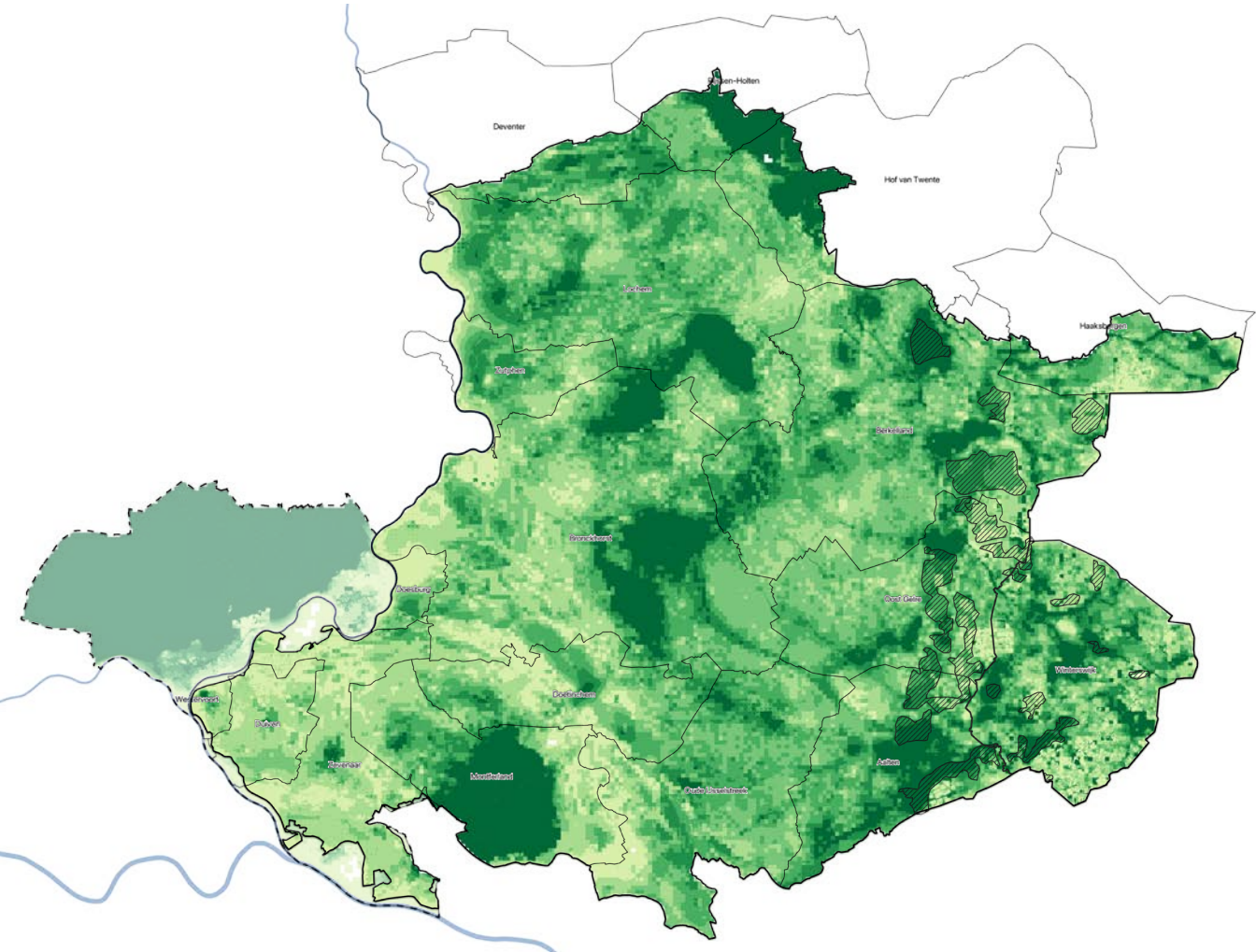


Fig. 88 Samenvatting denklijn 1 (huidige gebruikseisen sturend)



Extra watervoorraad:	Gemiddeld 75mm (lokaal > 100mm)
Natte natuur	van: 9.000 ha natte natuur 3.000 ha kansrijk naar: 5.500 ha kansrijk
Stedelijk gebied:	15.000 ha stedelijk gebied 6.000 ha sturen op klimaat- robuuste oplossingen
Landbouw:	115.000 ha landbouwgrond 105.000 ha gem. +2,5% opbrengst (gemiddeld jaar) 110.000 ha gem. +5% opbrengst (extreem droog) 32.500 ha met hoge GVG (gemiddeld jaar)
Kosten:	€ 1 miljard technische realisatiekosten

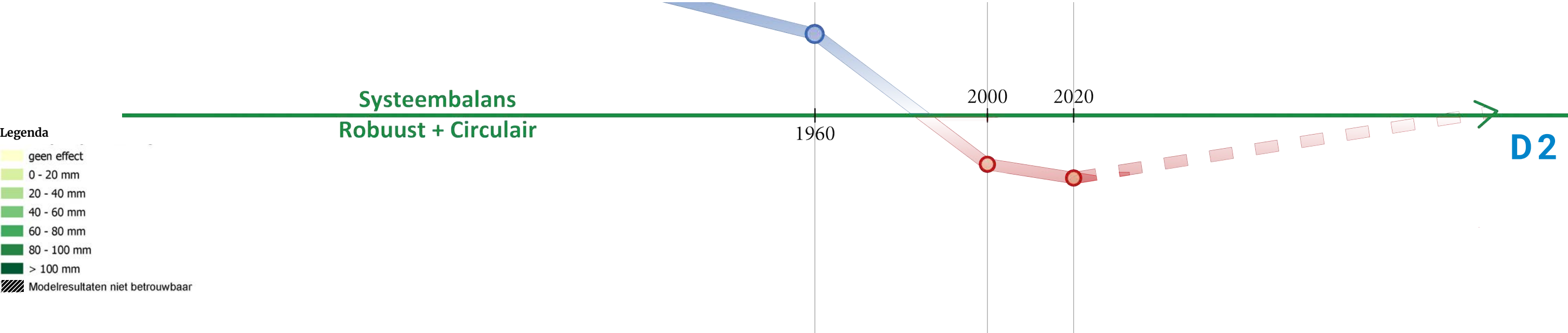


Fig. 89 Samenvatting denklijn 2 (watersysteem sturend)

gebiedseigenschappen wanneer we inzoomen op een concreter schaalniveau, als op de wensen en ambities van andere invalshoeken en belangen die een rol spelen in dat betreffende deelgebied. Dat zo'n 'gebiedsspecifieke' uitwerking van het maatregelenpakket veel concreter inzicht geeft in wat je in waterhuishoudkundig opzicht in dat gebied kunt willen, is aangetoond met de gebiedspilot Winterswijk, die parallel aan deze verkenning is uitgevoerd. Daarover hierna een korte samenvatting van resultaten en inzichten.

SAMENVATTEND;

De beide denklijnen geven op het schaalniveau van de gehele Achterhoek en Liemers een goed inzicht in de bandbreedte van het speelveld waarbinnen de oplossingen voor de droogte problematiek gevonden kunnen worden. Het optimale maatregelenpakket moet op een concreter schaalniveau, 'gebiedsspecifiek' worden uitgewerkt.

6.2 WINTERSWIJK ALS GEBIEDSSPECIFIEKE UITWERKING

Met de resultaten en inzichten van de twee denklijnen als vertrekpunt is in overleg met de werkgroep bodem en water Winterswijk, gebiedskenners en hydrologen van het Waterschap een specifieke set maatregelen opgesteld. Voor de watersysteemttypen die relevant zijn voor Winterswijk zijn enkele optimalisaties van het maatregelenpakket doorgevoerd en zijn enkele maatregelen toegevoegd (zie bijlage 3: gebiedsspecifieke aanpassing van maatregelen). Juist door in te zoomen blijkt dat met behoud van de effectiviteit van de droogte maatregelen, de negatieve consequenties voor de gebiedskwaliteiten en het grondgebruik sterk teruggebracht kunnen worden (zie figuur 92, 93 en 94). De inzichten die we verkregen hebben met de gebiedsspecifieke uitwerking, in combinatie met de effecten die in beeld zijn gebracht na doorvoering van de maatregelenpakketten gebaseerd op de denklijnen 1 en 2, vormen gezamenlijk de bouwsteen-water voor de planverkenning.

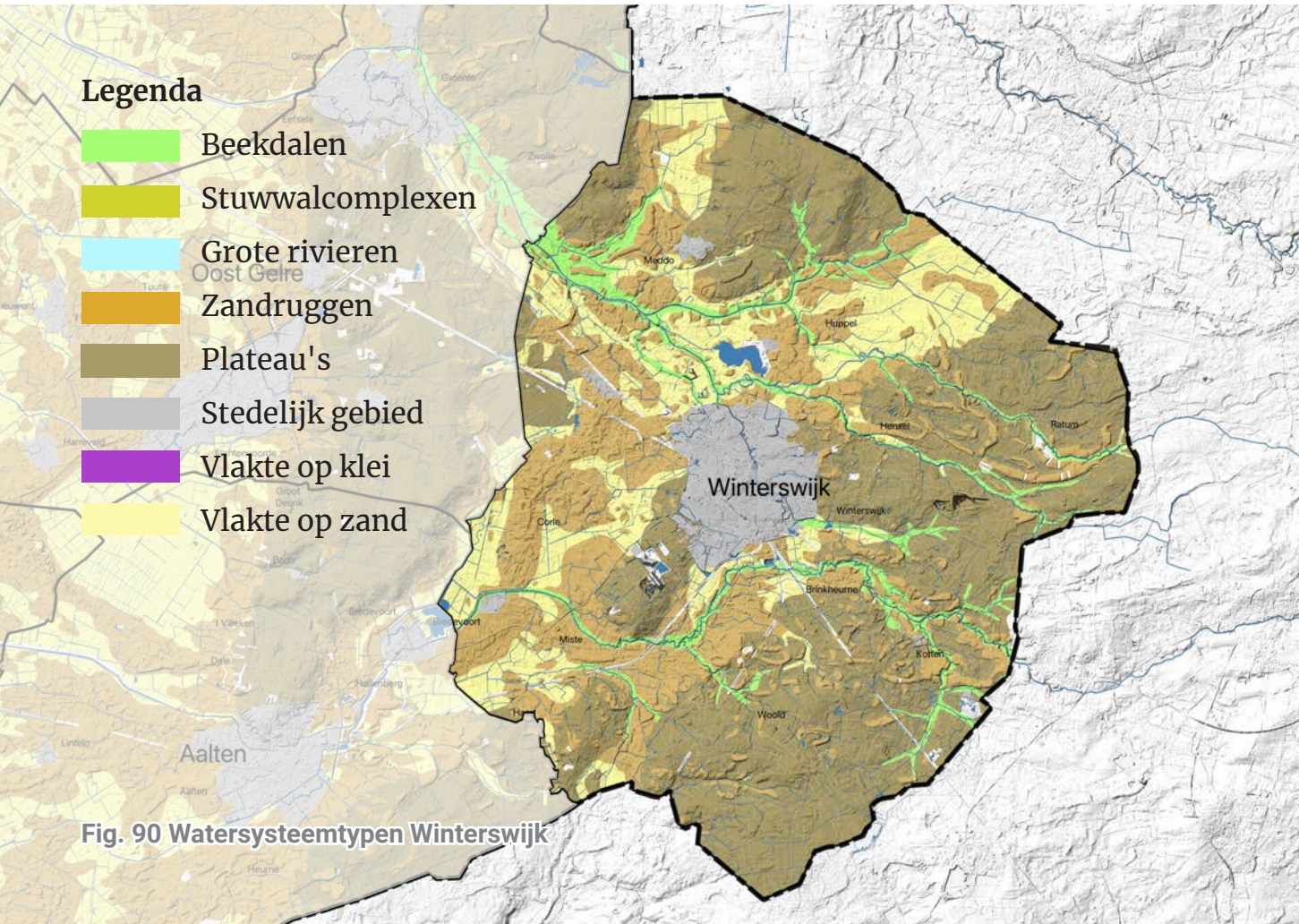


Fig. 90 Watersysteemttypen Winterswijk

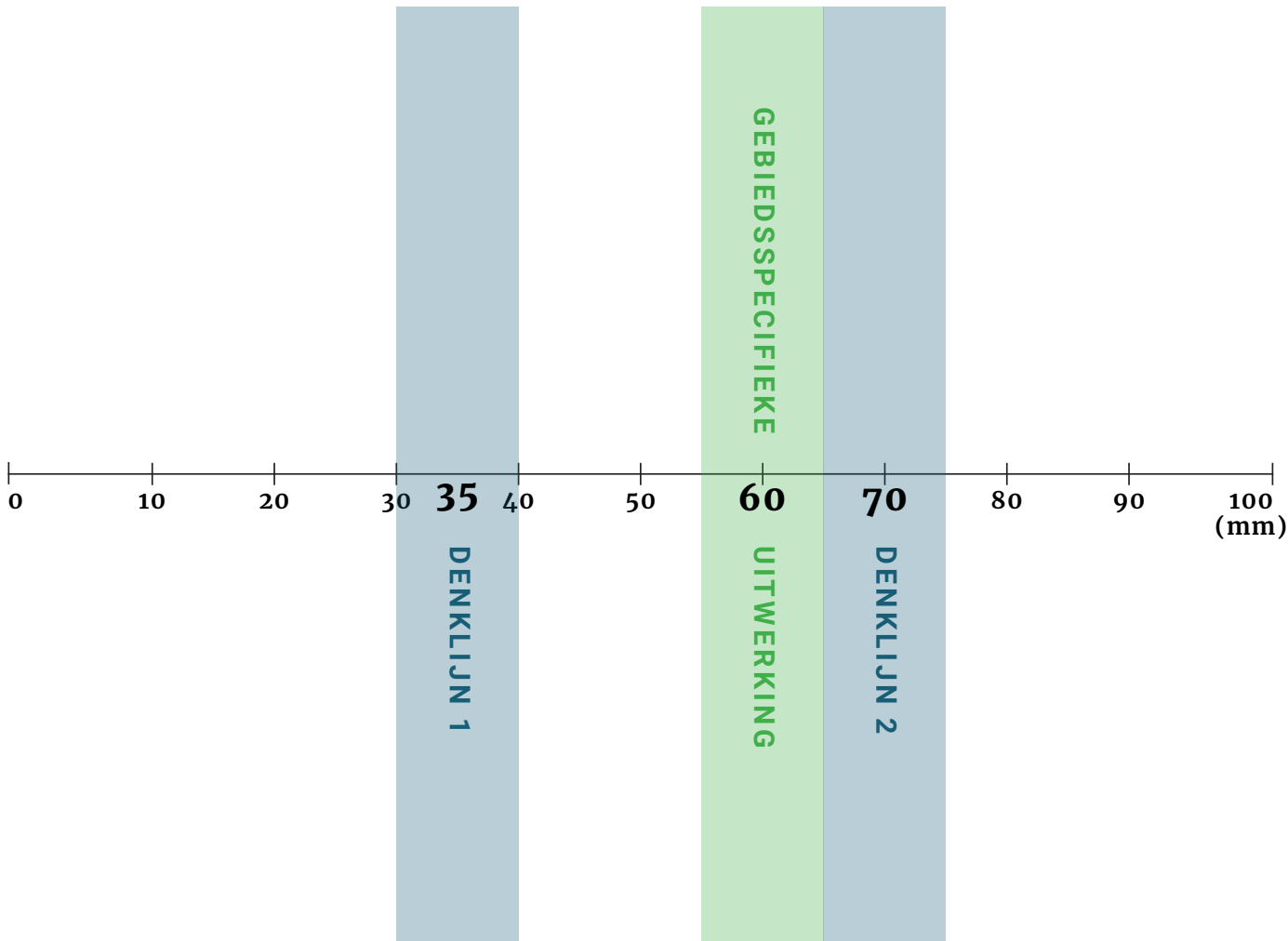
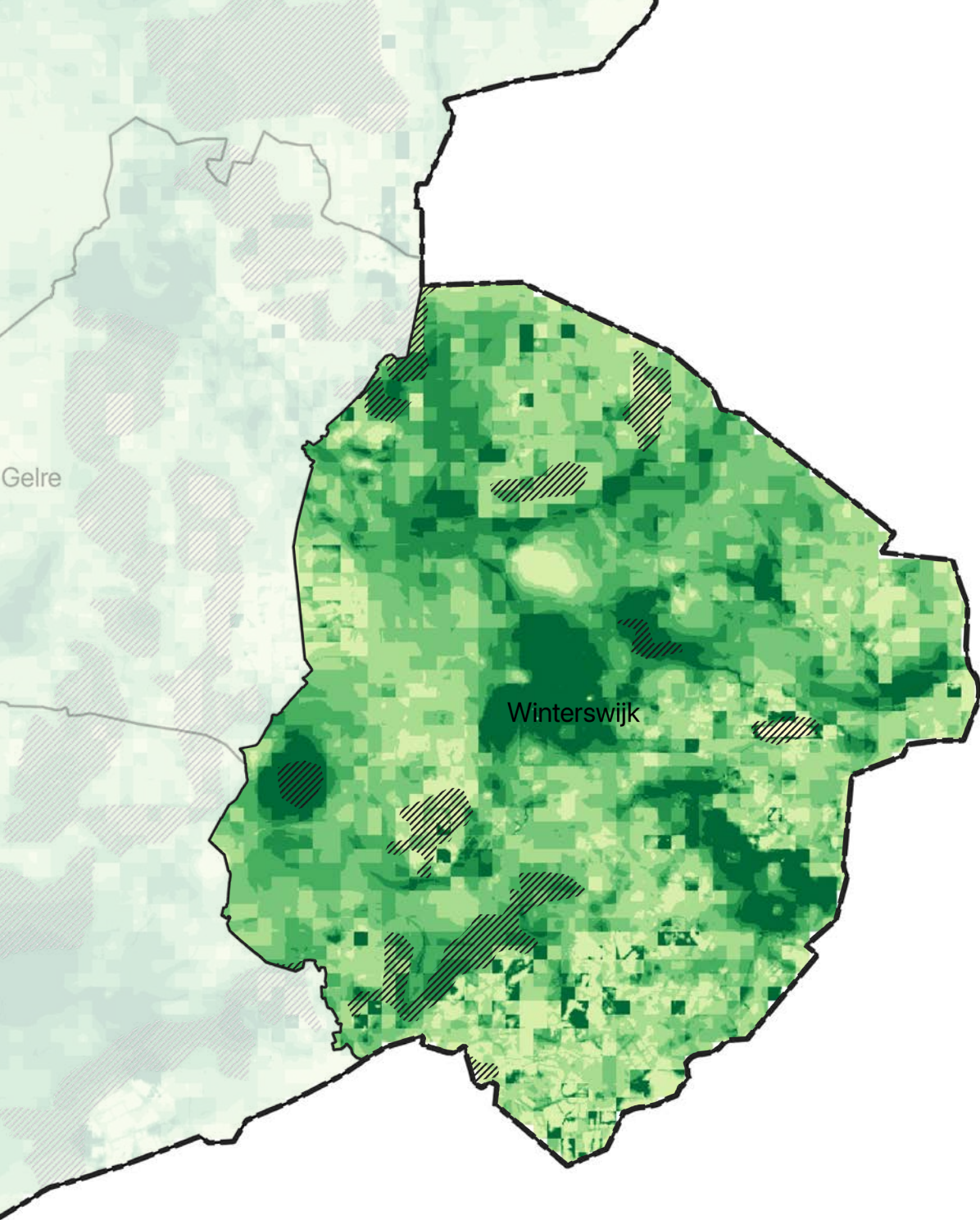


Fig. 91 Positionering van de gebiedsspecifieke uitwerking in relatie tot de denklijnen



Extra watervoorraad:	Gemiddeld 60mm (lokaal > 100mm)
Natte natuur	van: 1.300 ha natte natuur 500 ha kansrijk naar: 850 ha kansrijk
Stedelijk gebied:	800 ha stedelijk gebied 400 ha sturen op klimaat- robuuste oplossingen
Landbouw:	9.400 ha landbouwgrond 8.100 ha gem. +2% opbrengst (gemiddeld jaar) 8.300 ha gem. +4,5% opbrengst (extreem droog) 1.500 ha met hoge GVG (gemiddeld jaar)
Kosten:	€ 70 miljoen technische realisatiekosten

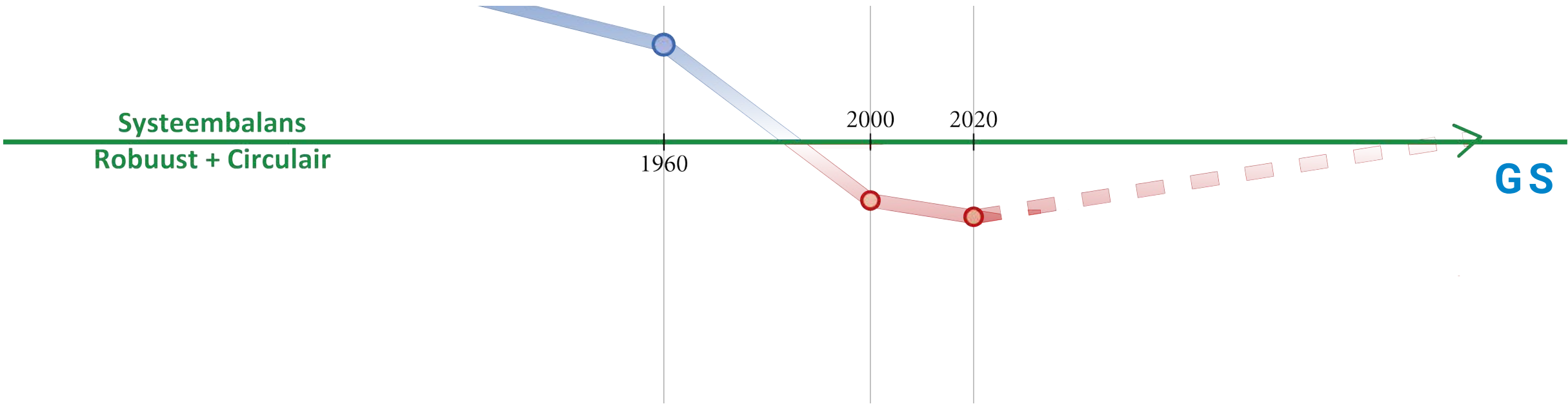
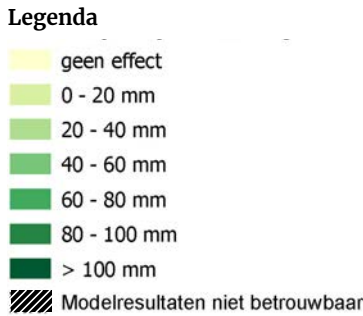
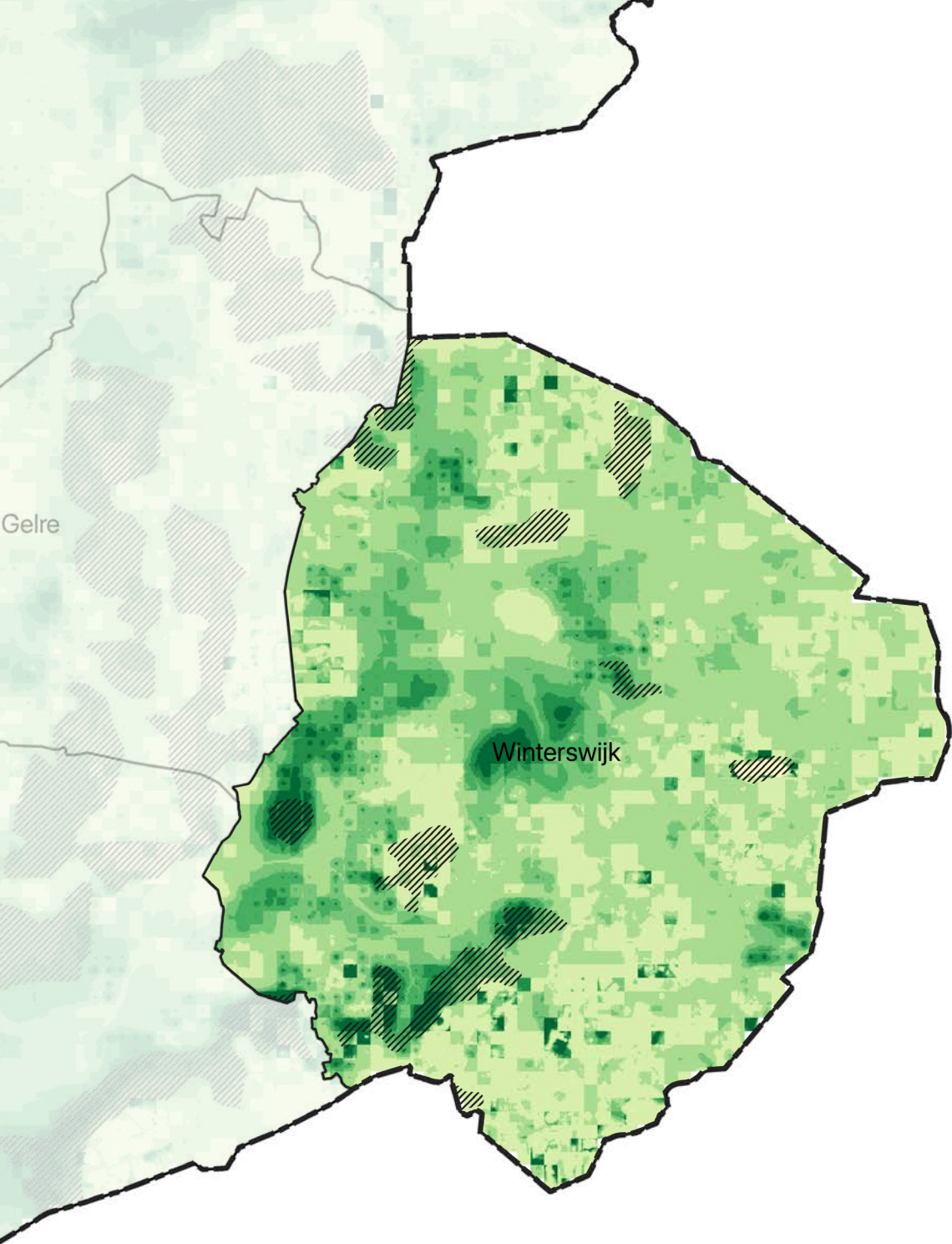


Fig. 92 Samenvatting Gebiedsspecifieke uitwerking - Winterswijk



Extra watervoorraad:	Gemiddeld 35mm (lokaal > 100mm)
Natte natuur	van: 1.500 ha natte natuur 500 ha kansrijk naar: 700 ha kansrijk
Stedelijk gebied:	800 ha stedelijk gebied 300 ha sturen op klimaat- robuuste oplossingen
Landbouw:	9.400 ha landbouwgrond 7.800 ha gem. +1% opbrengst (gemiddeld jaar) 8.000 ha gem. +2,5% opbrengst (extreem droog) 500 ha met hoge GVG (gemiddeld jaar)
Kosten:	€ 30 miljoen technische realisatiekosten

Systeembalans
Robuust + Circulair

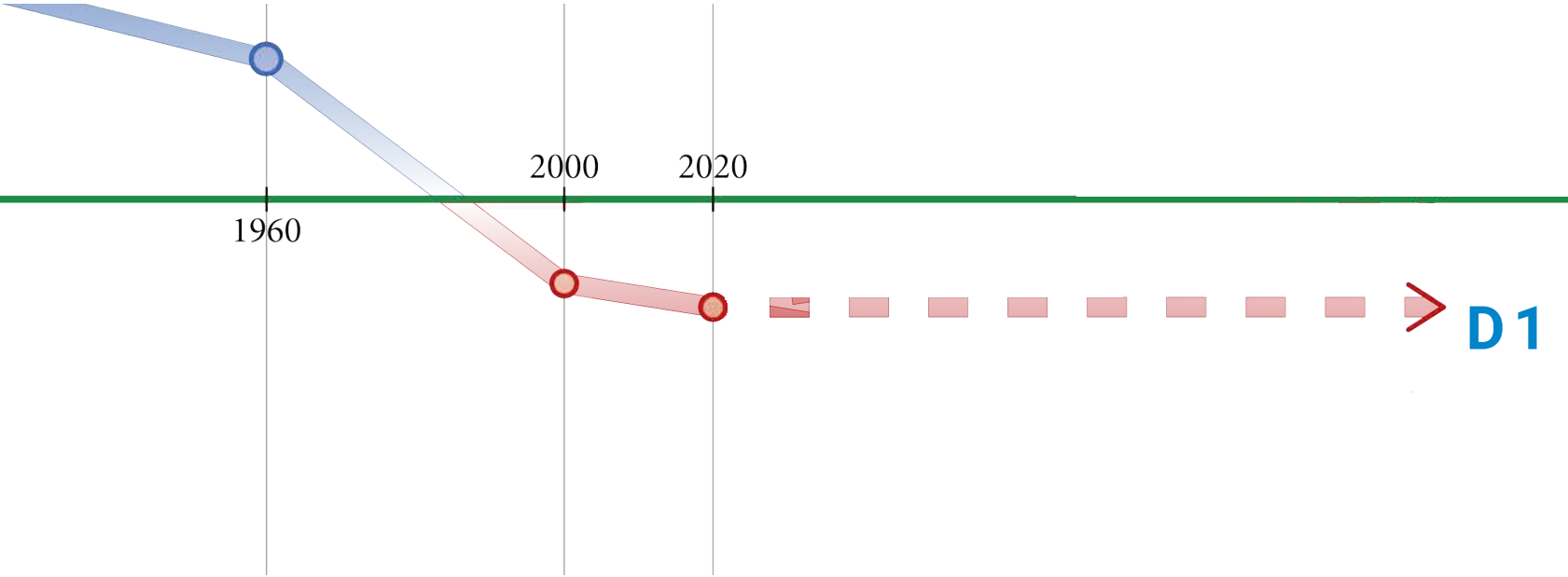
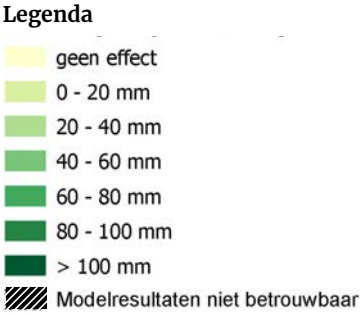
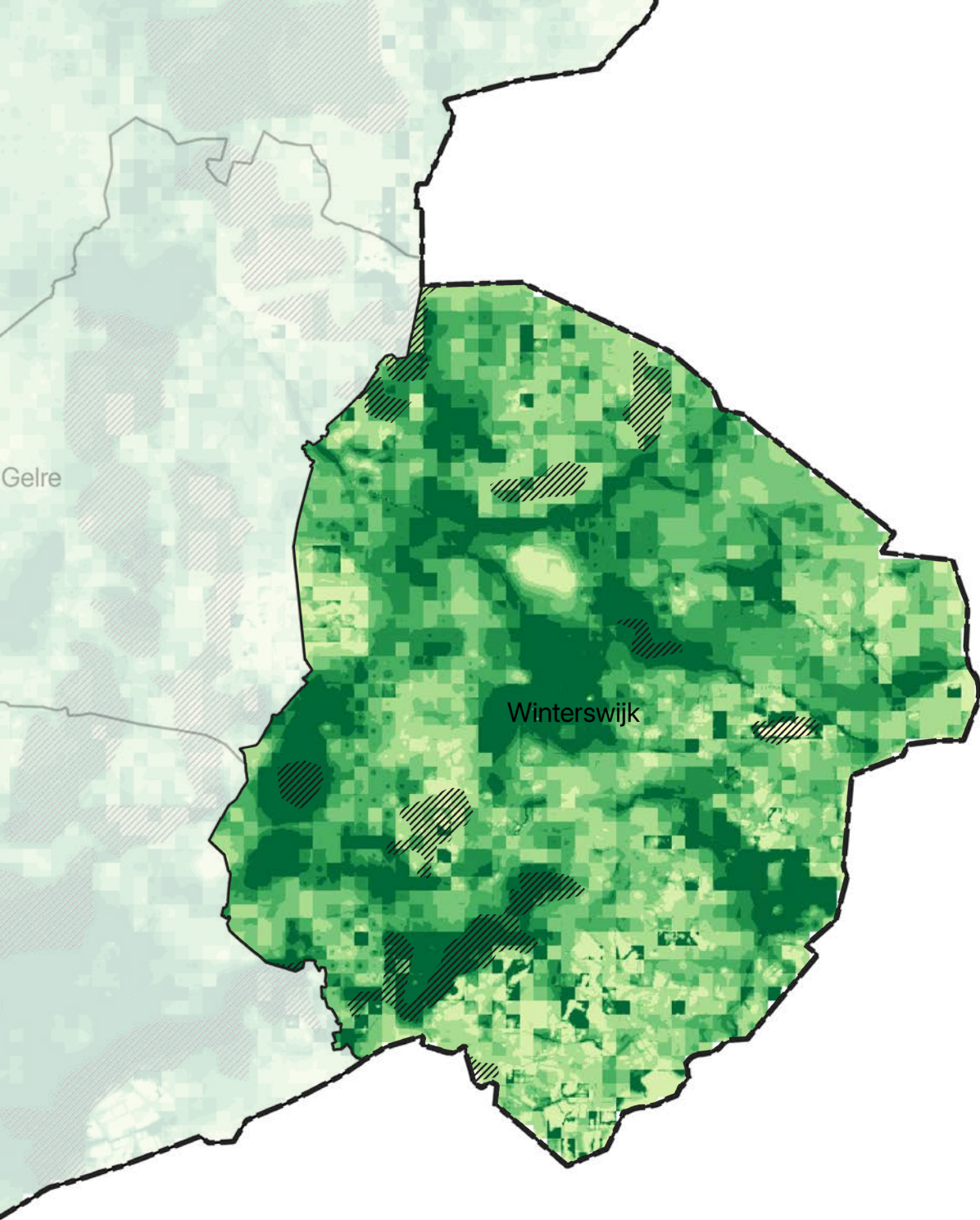


Fig. 93 Samenvatting denklijn 1 (huidige gebruikseisen sturend) - Winterswijk



Extra watervoorraad:	Gemiddeld 70mm (lokaal > 100mm)
Natte natuur	van: 1.300 ha natte natuur 500 ha kansrijk naar: 900 ha kansrijk
Stedelijk gebied:	800 ha stedelijk gebied 400 ha sturen op klimaat- robuuste oplossingen
Landbouw:	9.400 ha landbouwgrond 8.300 ha gem. +2,5% opbrengst (gemiddeld jaar) 8.500 ha gem. +5,5% opbrengst (extreem droog) 2.500 ha met hoge GVG (gemiddeld jaar)
Kosten:	€ 85 miljoen technische realisatiekosten

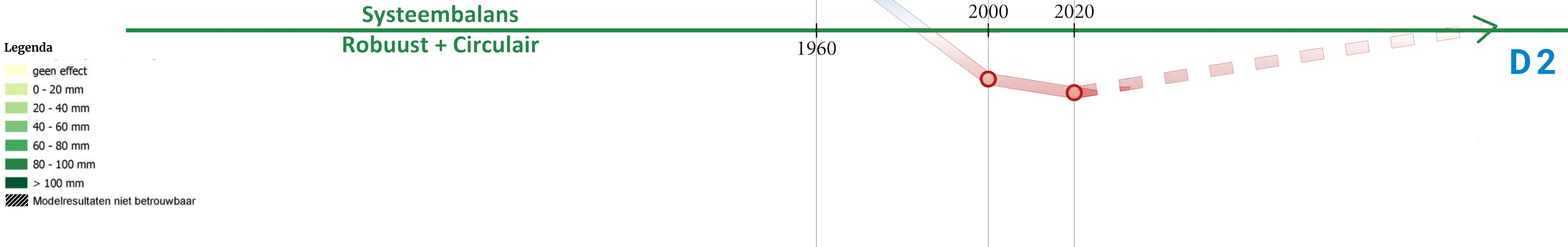


Fig. 94 Samenvatting denklijn 2 (watersysteem sturend) - Winterswijk

6.3 INTEGRALE PLANNING ALS METHODE OM DE JUISTE BALANS TE BEPALEN

Deze verdiepende verkenning naar het functioneren van het huidige en toekomstige watersysteem van de Achterhoek en Liemers geeft informatie en inzicht over de bouwsteen-water. Het is geen plan, die stap komt hierna. Daarom kan het antwoord op de balansvraag niet vanuit deze verkenning beantwoord worden, dat behoort tot het domein van de integrale planning. Je zou kunnen stellen dat met deze verkenning het estafettestokje overgaat van bouwstenenfase naar de fase van integrale planvorming. In deze planfase moet de ingewikkelde ruimtelijke puzzel worden gelegd waarin de verschillende gebiedsopgaven in een integraal plan samenhangend worden opgelost. Naast watersysteemherstel gaat het hier onder andere over woningbouw, energietransitie, de stikstofproblematiek en natuurherstel. Of de overdracht van bouwstenenfase naar integraal plan succesvol zal verlopen is afhankelijk van een aantal randvoorwaarden: Als voorbeeld; zijn de verschillende bouwstenen compleet en qua methodiek vergelijkbaar zodat integratie mogelijk en navolgbaar wordt en is er overeenstemming over het schaalniveau waarop het plan moet worden uitgewerkt (Achterhoek en Liemers als één eenheid, of opdeling in enkele regio's of inrichtingsplannen voor deelgebieden). Alle kennis en inzichten, als resultaat van deze verdiepingsfase, vatten we samen in 2 eindproducten: de 'waterkaart' Achterhoek & Liemers, als de bouwsteen-water voor het verdere planproces en een voorstel voor schaal en begrenzing van de te hanteren planningseenheden.

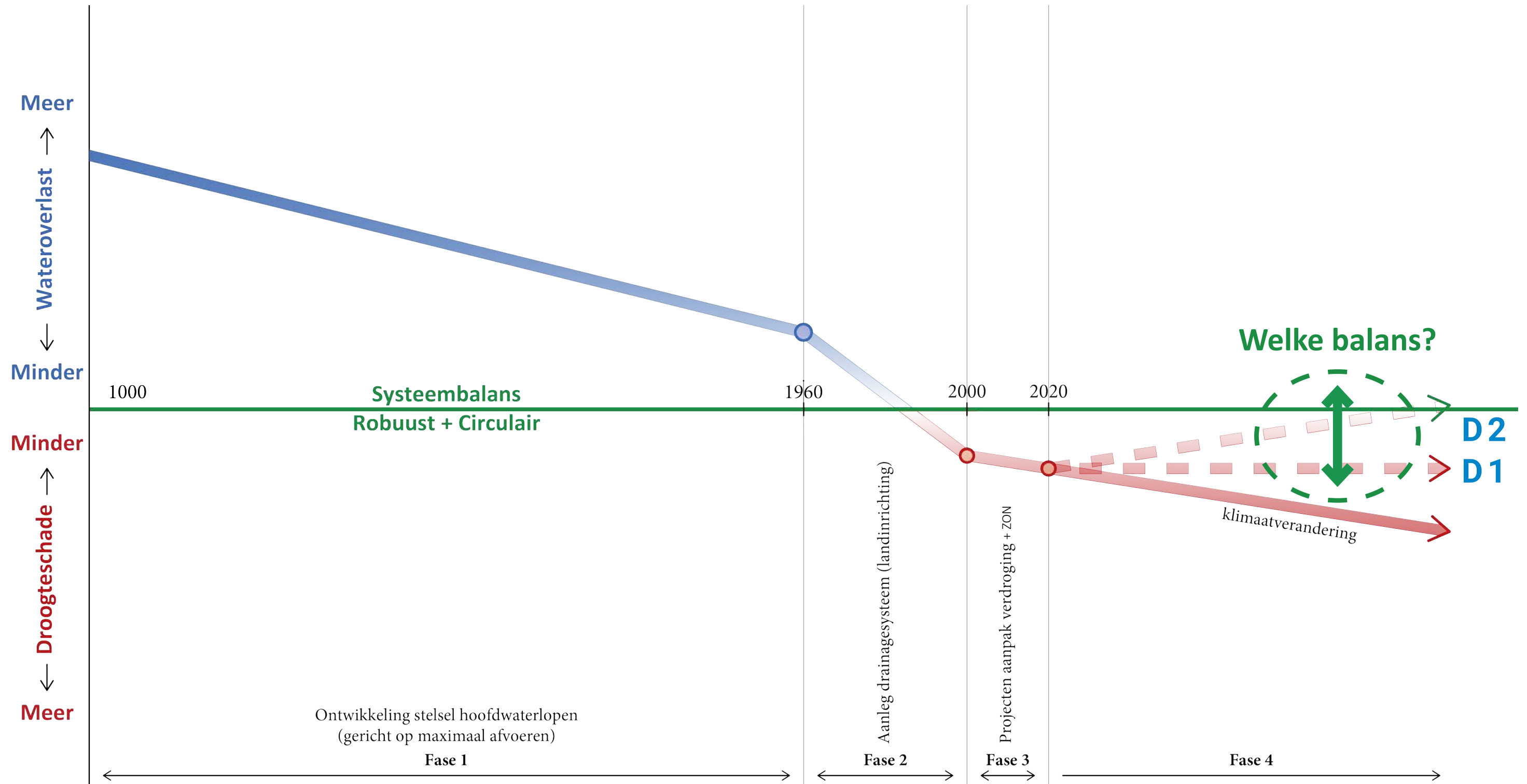


Fig. 95 Tijdlijn van het watersysteem (zoekrichting: het watersysteem in balans)

6.4 BOUWSTEEN WATER; 2 WATERKAARTEN
VOOR DE ACHTERHOEK & LIEMERS

Op gebiedsniveau wordt niet één strategie gepresenteerd maar de breedte van het speelveld waarbinnen als volgende stap een ‘gebiedsspecifieke’ uitwerking van het maatregelenpakket dient te worden opgesteld. De breedte van het speelveld bevindt zich in principe tussen de maatregelenpakketten van denklin 1 en 2. Daarom presenteren we 2 waterkaarten, beide als verbeelding van de effecten en consequenties van de maatregelen die zijn uitgewerkt voor zowel spoor 1 als spoor 2. In de waterkaarten vatten we effecten samen voor de 4 belangrijkste vormen van grondgebruik; Water, Landbouw, Natuur en Stad. De legenda is zo opgebouwd dat de verhoudingen tussen de grondgebruiksvormen zichtbaar zijn, wat het areaal is en waar kansen en opgaven liggen. Duidelijk is dat de condities wijzigen, verschillen tussen drogere en nattere gebieden nemen toe, waardoor nieuwe inrichtings-, cq. gebruiksvraagstukken ontstaan. Een klimaat robuust watersysteem voor Achterhoek en Liemers vraagt om een andere (innovatieve) benadering van

de toegenomen droog- natverschillen in het landschap. Om gebiedsbreed hogere grondwaterstanden (en daarmee een grotere grondwatervoorraad) te realiseren, ontstaan op de relatief lage delen van het gebied hoge grondwaterstanden. Het een kan niet zonder het ander.

De hogere grondwaterstanden zorgen ervoor dat op het merendeel van de landbouwgronden de droogteschade afneemt. In het voorjaar kunnen de laagstgelegen percelen geconfronteerd worden met veel hogere grondwaterstanden, waardoor de natschade daar kan toenemen. Als de totale opbrengst met meer dan 20% afneemt (deze locaties zijn op de kaart weergegeven) zal het huidige landbouwkundig gebruik waarschijnlijk niet meer economisch rendabel zijn. Hier zou het grondgebruik aangepast moeten worden. In het algemeen kan gesteld worden dat de condities voor de huidige natuurgebieden die afhankelijk zijn van hoge grondwaterstanden, sterk in kwaliteit zullen verbeteren en er ontstaan kansrijke locaties voor natuurontwikkeling.

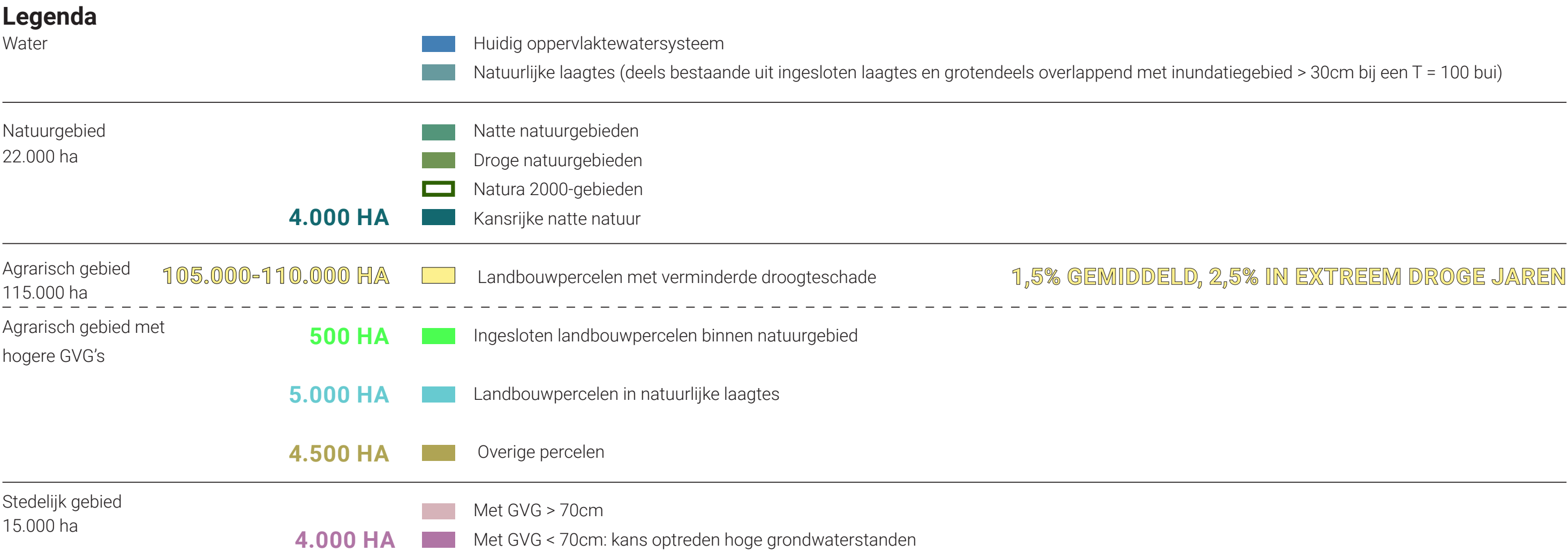


Fig. 96 Legenda Waterkaart

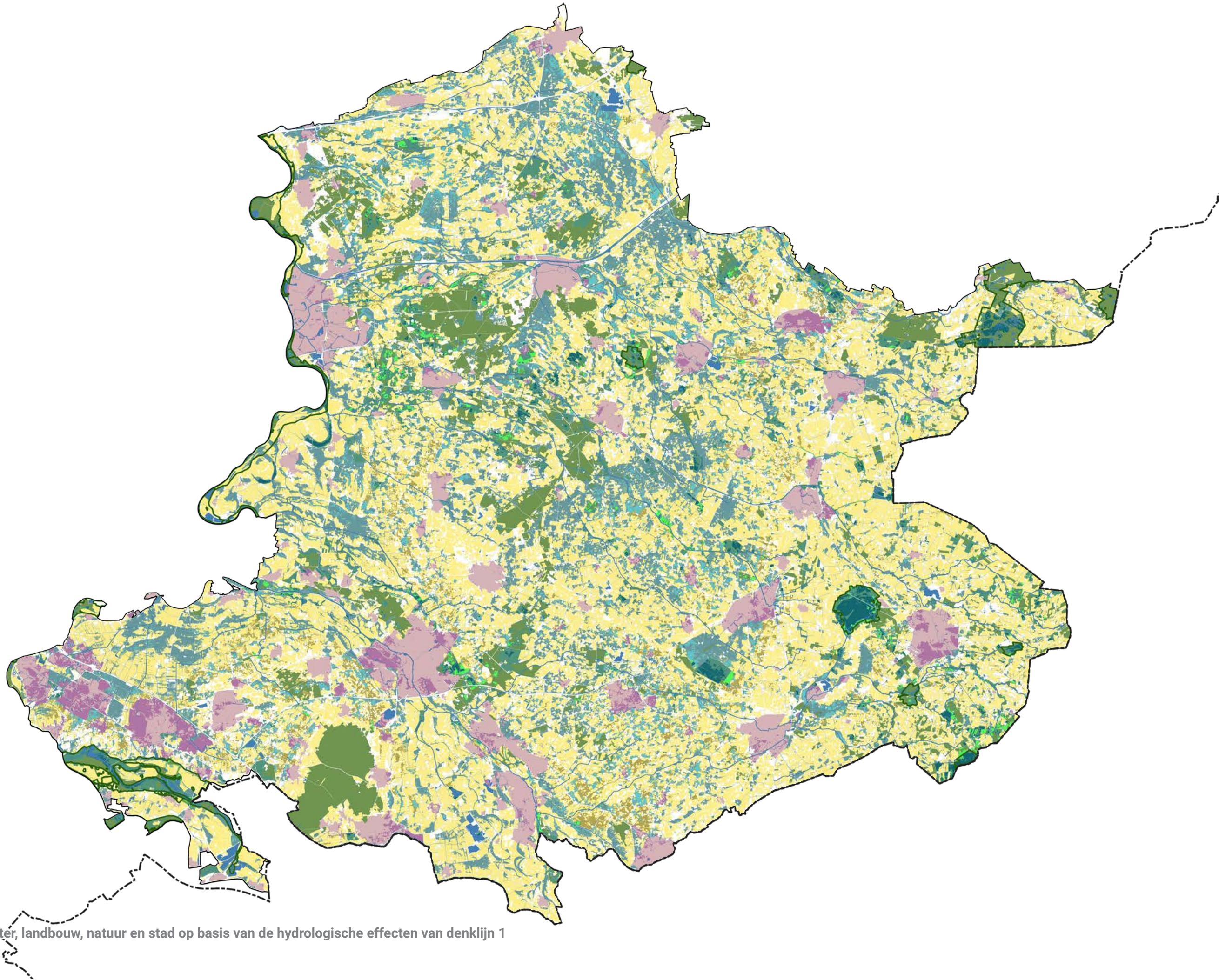


Fig. 97 Ruimte voor water: water, landbouw, natuur en stad op basis van de hydrologische effecten van denklijn 1

Tot slot nog een opmerking: hoe compleet is de legenda van de watersysteemkaart? Omdat de maatregelenpakketten vooral gebaseerd zijn op hun effectiviteit voor de aanpak droogte Achterhoek en Liemers, is het kaartbeeld nog niet compleet. Met name maatregelen die noodzakelijk zijn voor een duurzaam waterkwaliteitsbeheer moeten nog in beeld worden gebracht en hieraan worden toegevoegd. Hetzelfde geldt voor noodzakelijke ingrepen m.b.t. de waterveiligheid (zoals ruimte voor dijkversterking).

Legenda

Water		Huidig oppervlaktewatersysteem	
		Natuurlijke laagtes (deels bestaande uit ingesloten laagtes en grotendeels overlappend met inundatiegebied > 30cm bij een T = 100 bui)	
Natuurgebied 22.000 ha		Natte natuurgebieden	
		Droge natuurgebieden	
		Natura 2000-gebieden	
	5.500 HA	Kansrijke natte natuur	
Agrarisch gebied 115.000 ha	105.000-110.000 HA	Landbouwpercelen met verminderde droogteschade	2,5% GEMIDDELD, 5% IN EXTREEM DROGE JAREN
Agrarisch gebied met hogere GVG's	1.000 HA	Ingesloten landbouwpercelen binnen natuurgebied	
	14.000 HA	Landbouwpercelen in natuurlijke laagtes	
	16.000 HA	Overige percelen	
Stedelijk gebied 15.000 ha	6.000 HA	Met GVG > 70cm	
		Met GVG < 70cm: kans optreden hoge grondwaterstanden	

Fig. 98 Legenda Waterkaart

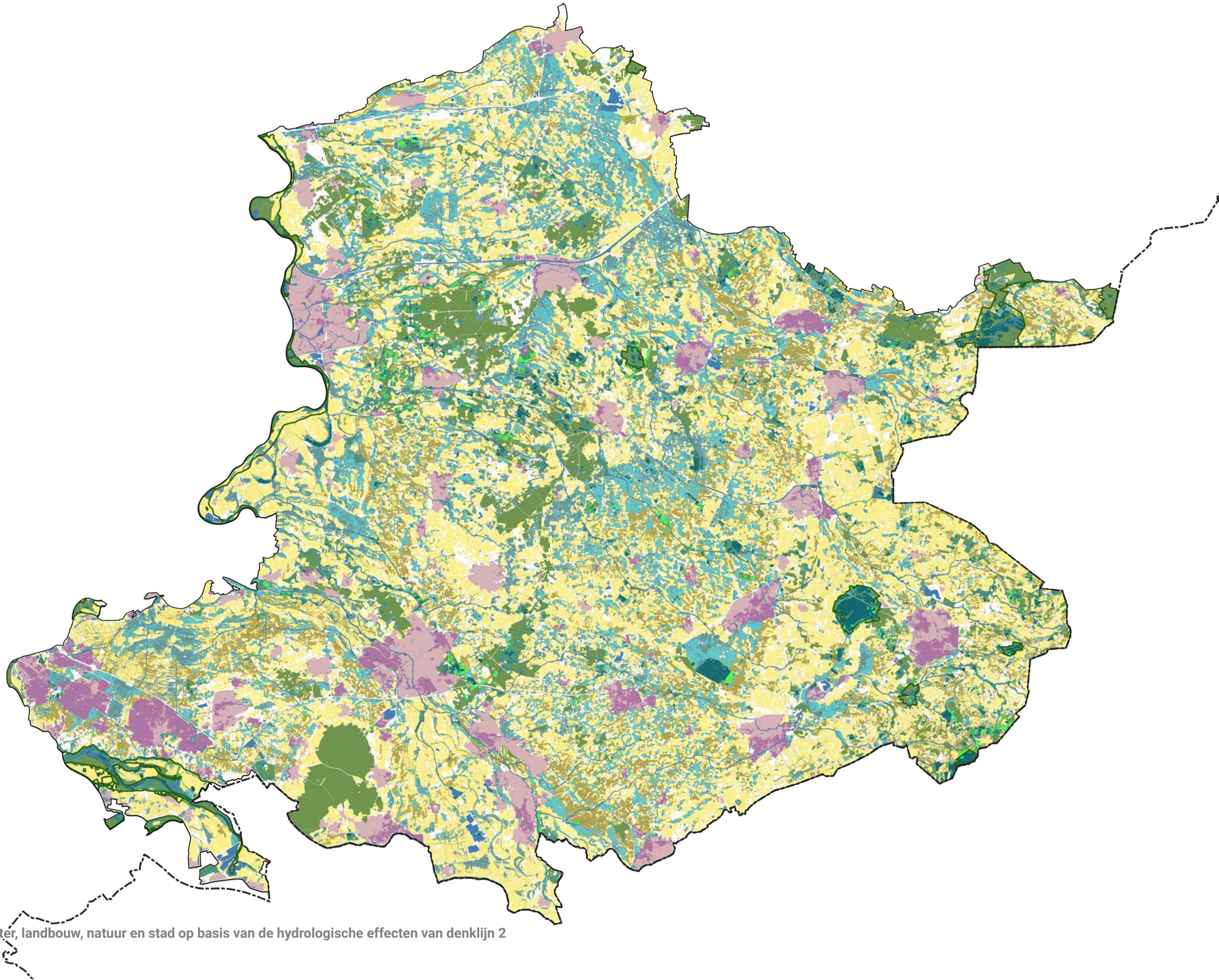


Fig. 99 Ruimte voor water: water, landbouw, natuur en stad op basis van de hydrologische effecten van denklijn 2

6.5 OPDELING IN 17 PLANNINGSEENHEDEN

De verdere uitwerking van de maatregelenpakketten, die in samenhang met alle andere gebiedsopgaven voor de Achterhoek en Liemers moeten worden uitgewerkt, zullen leiden tot een forse herinrichtingsopgave voor het huidige landschap. Dat betekent dat de effecten van de gewenste integrale oplossingen voor die gecombineerde opgaven, op inrichtingsniveau moeten worden uitgewerkt en doordacht. Dit vraagt om een schaalniveau dat gedetailleerd genoeg is om effecten voor oa. verkaveling en landschappelijke opbouw in beeld te brengen. Dit is het schaalniveau van het 'gebiedsplan'. Omdat inmiddels in de planningswereld het vertrekpunt 'water en bodem sturend' is omarmd, is het voor de hand liggend dat op basis van de belangrijkste watersysteemeigenschappen wordt gezocht naar een logische opdeling in planningseenheden. Het voorstel is dan ook om de planningseenheden te baseren op 2 invalshoeken; watersysteemkenmerken (stroomgebieden en watersysteemtype) gecombineerd met een gebiedsindeling die ingegeven wordt door een samenhangende, dominante inrichtingsopgave (agrarisch-landelijkgebied, de landgoederen zone, dominante stad-land problematiek, etc.). Mede op basis van positieve ervaringen met de 'behapbare' omvang van de gebiedspilot Winterswijk, lijkt een opdeling van Achterhoek en Liemers in 17 planningseenheden vooralsnog een logisch voorstel. Deze planningseenheden vormen daarmee ook het goede startpunt voor de gewenste concretisering van het brede maatregelenpakket van de 2 denklijnen, richting een 'gebiedsspecifiek' maatregelen pakket droogte als bouwsteen-water voor de 17 integrale gebiedsuitwerkingen.

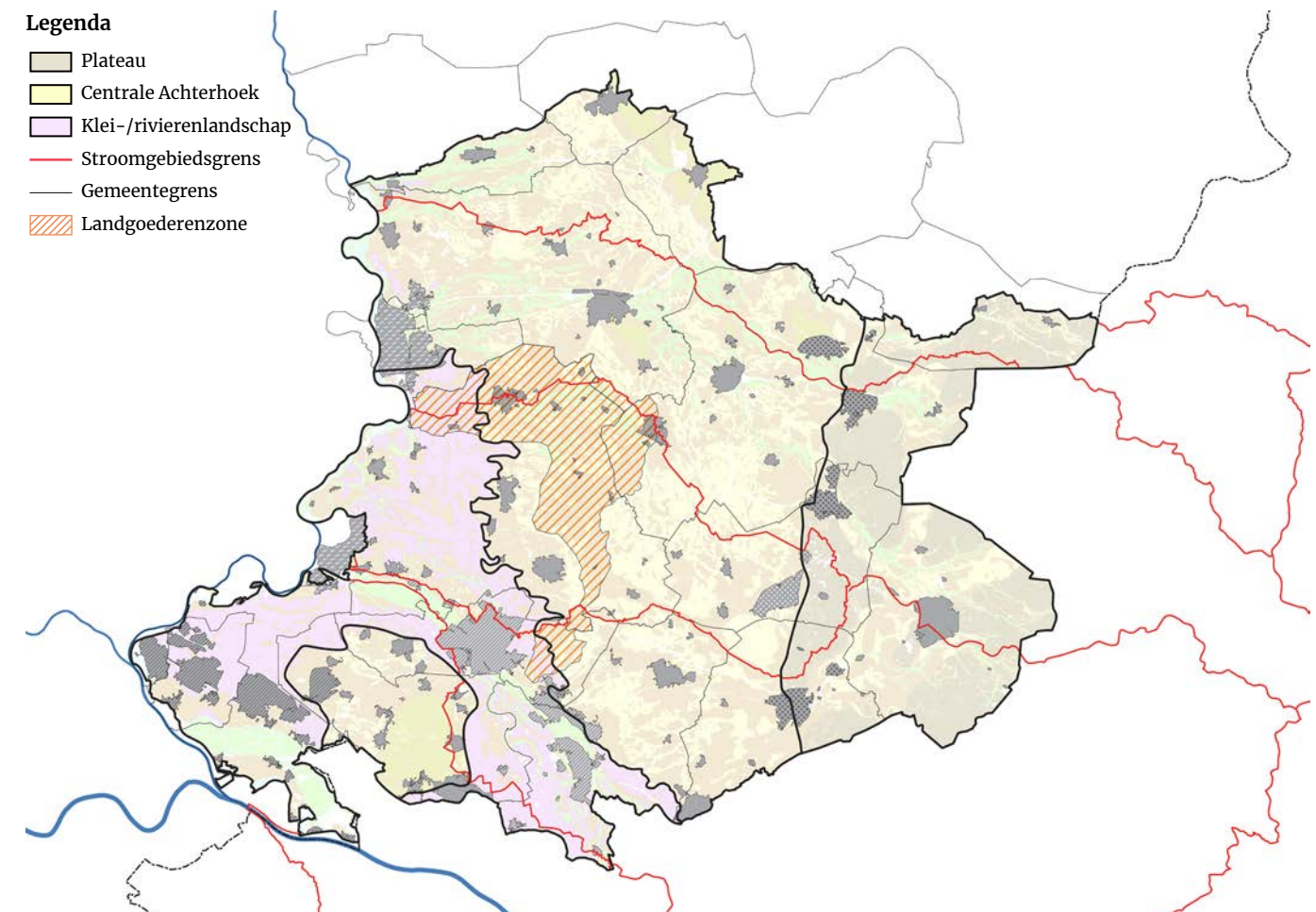


Fig. 100 Input voor planningseenheden



Fig. 101 Planningseenheden integrale gebiedsuitwerkingen

6.6 VERVOLG PLANPROCES

Hiervoor is al gesteld dat met de presentatie van deze verdiepingsslag voor het watersysteem van Achterhoek & Liemers, het estafettestokje overgaat van bouwstenenfase naar de fase van integrale planvorming. De overgang tussen beide fasen is een cruciale periode, waarin het nadenken over de opzet van het planproces voor het integrale gebiedsplan van invloed zal zijn op de wijze van afronding van de bouwstenenfase. Het is van groot belang dat er regie wordt gevoerd op de wisselwerking tussen beide planfasen. Op basis van de opgedane ervaringen tijdens de totstandkoming van dit product, hierbij een aantal aanbevelingen voor de beoogde afstemming en procesvoorstellen voor de afronding van de bouwstenenfase:

- Start met de vaststelling van de onderverdeling in planningseenheden en bepaal het detailniveau en aard waarop gegevens en inzichten over de verschillende bouwstenen worden aangeleverd.

- Rond de bouwstenen fase af. Voor de opstelling van de bouwsteen- water heeft dit de volgende consequenties:
 - Werk voor alle planningseenheden een 'gebiedsspecifiek' maatregelen pakket droogte uit als basis voor de bouwsteen-water voor het betreffende gebied. Bouw hierbij voort op de ontwikkelde methodiek voor Winterswijk.
 - Ontwikkel dit maatregelenpakket als eerste stap in het integrale planproces in samenspraak met het gebied en betrokken partijen.
 - Maak de bouwsteen water compleet door aan de droogtemaatregelen in ieder geval de maatregelen die noodzakelijk zijn voor een duurzaam waterkwaliteits- en waterveiligheidsbeheer toe te voegen.
 - Ontwikkel voor elke planningseenheid een kader waarbinnen de lopende projecten aanpak droogte, zoals 'Elke Druppel De Grond In', als pilots voor de realisatiestrategie worden voortgezet en uitgebreid (leren-doen-beter doen).

Legenda



Fig. 102 Legenda Waterkaart

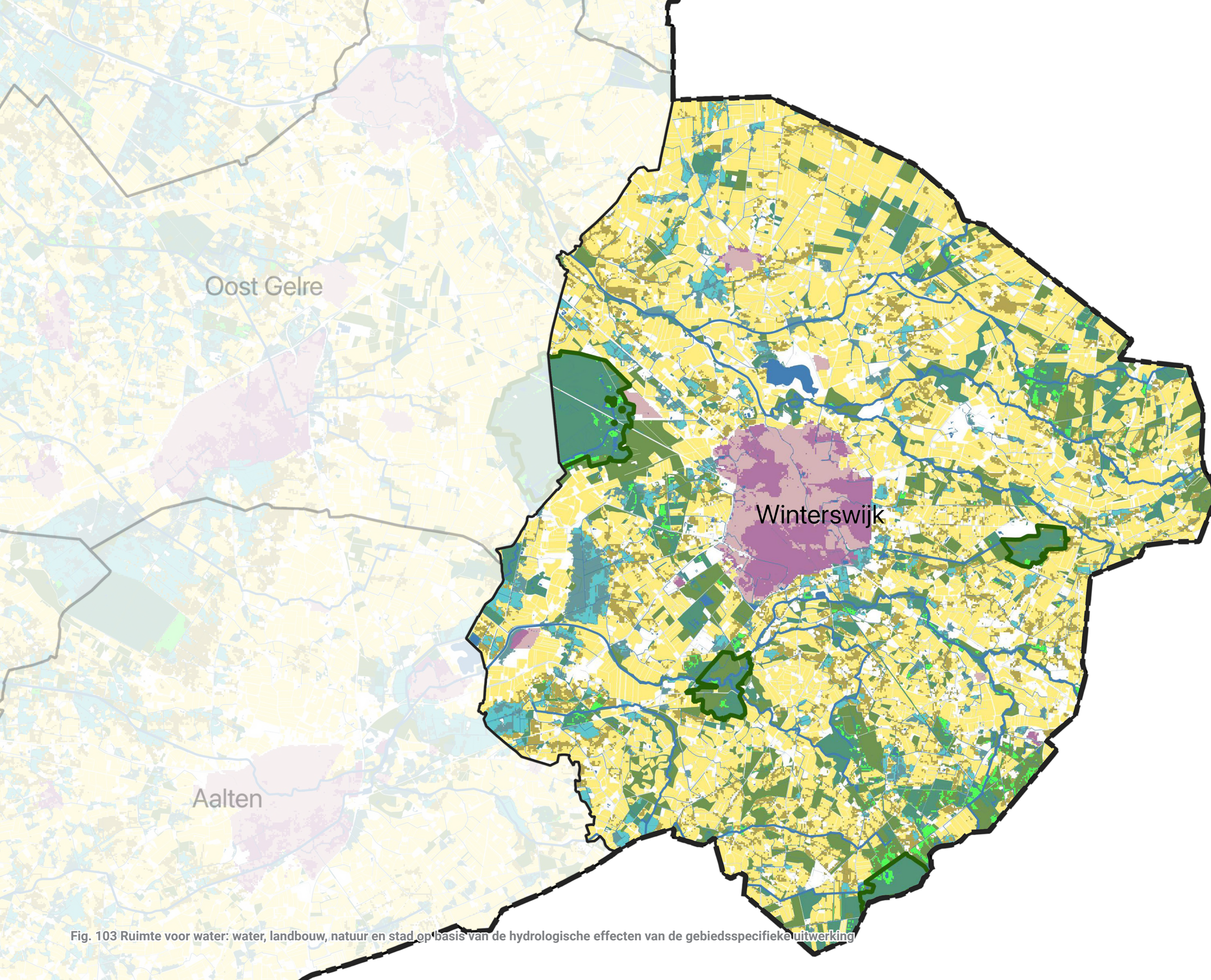


Fig. 103 Ruimte voor water: water, landbouw, natuur en stad op basis van de hydrologische effecten van de gebiedsspecifieke uitwerking

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: MAATREGELEN NADER BESCHOUWD

In deze bijlage staat op het grondgebied van de Achterhoek en Liemers afgebeeld waar de maatregelen in de modelberekeningen zijn opgenomen. Met een inschatting van de individuele effecten per maatregel, wat de maatregelen ongeveer kosten, en wie aan de knoppen draait voor het inzetten van de maatregelen.

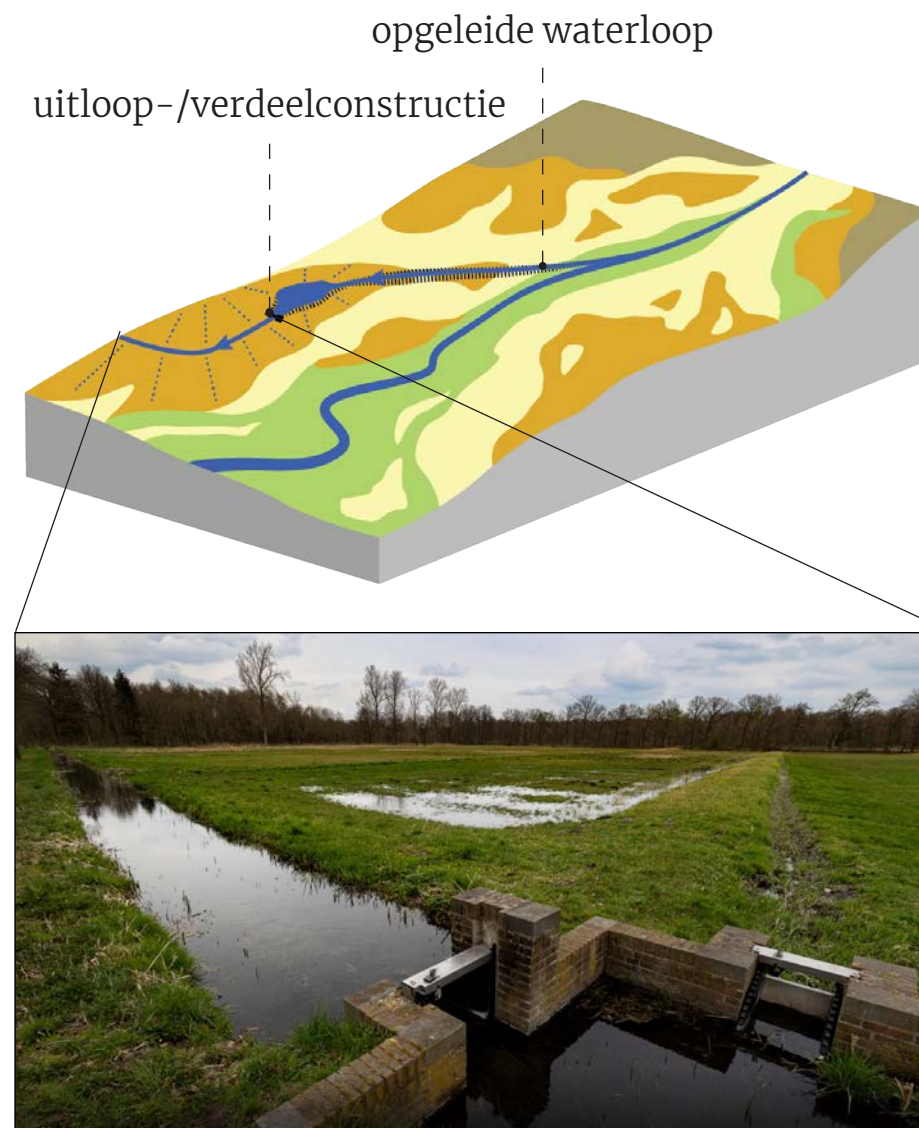


Fig. 104 Infiltratie beekwater via opgeleide waterloop

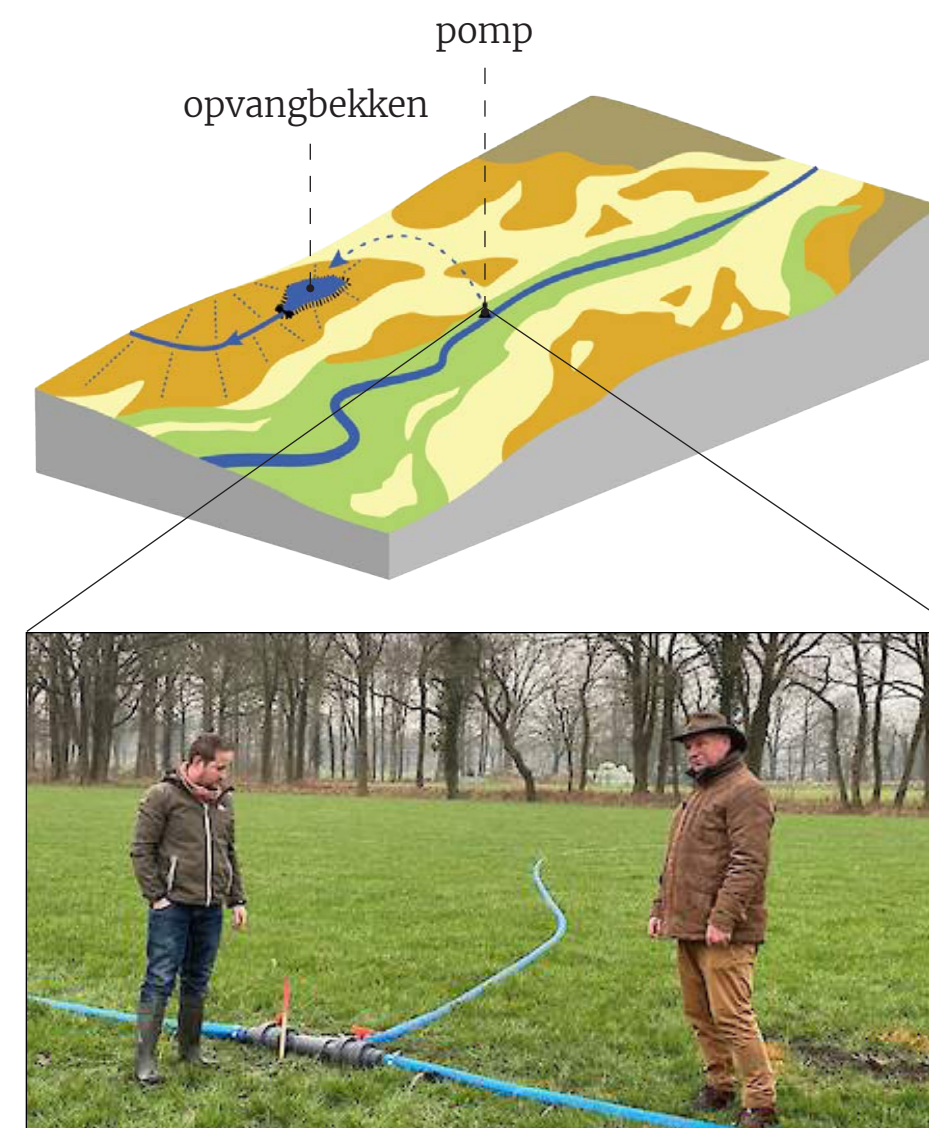


Fig. 105 Infiltratie beekwater via pompsystemen

Legenda

- Zandruggen < 50 hectare (geen infiltratie)
- Zandruggen > 50 hectare (100mm infiltratie)
- Stuwwalcomplexen (300mm infiltratie)

Inschatting individueel effect: **lokaal > 100mm**

Inschatting technische kosten: **€ 250 milj.**

Wie draait aan de knop: **collectief & privaat**

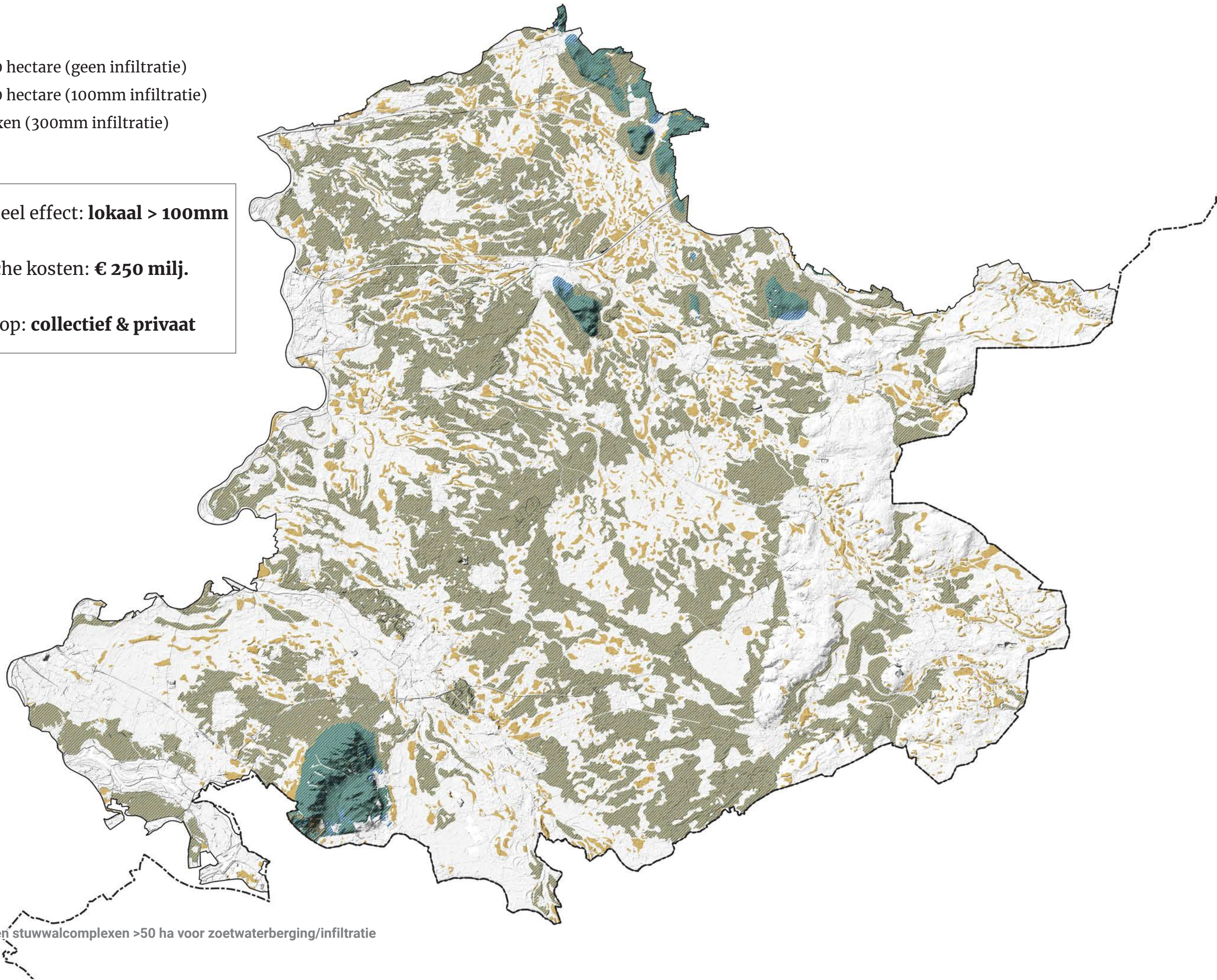


Fig. 106 Ligging zandruggen en stuwwalcomplexen >50 ha voor zoetwaterberging/infiltratie

Legenda

- Natte natuur
- 200m buffer rond natte natuur (grondwaterberekening uit)
- Beregeningsputten

Inschatting individueel effect: **lokaal**

Inschatting technische kosten: **€ 2,5 mln.**

Wie draait aan de knop: **collectief**

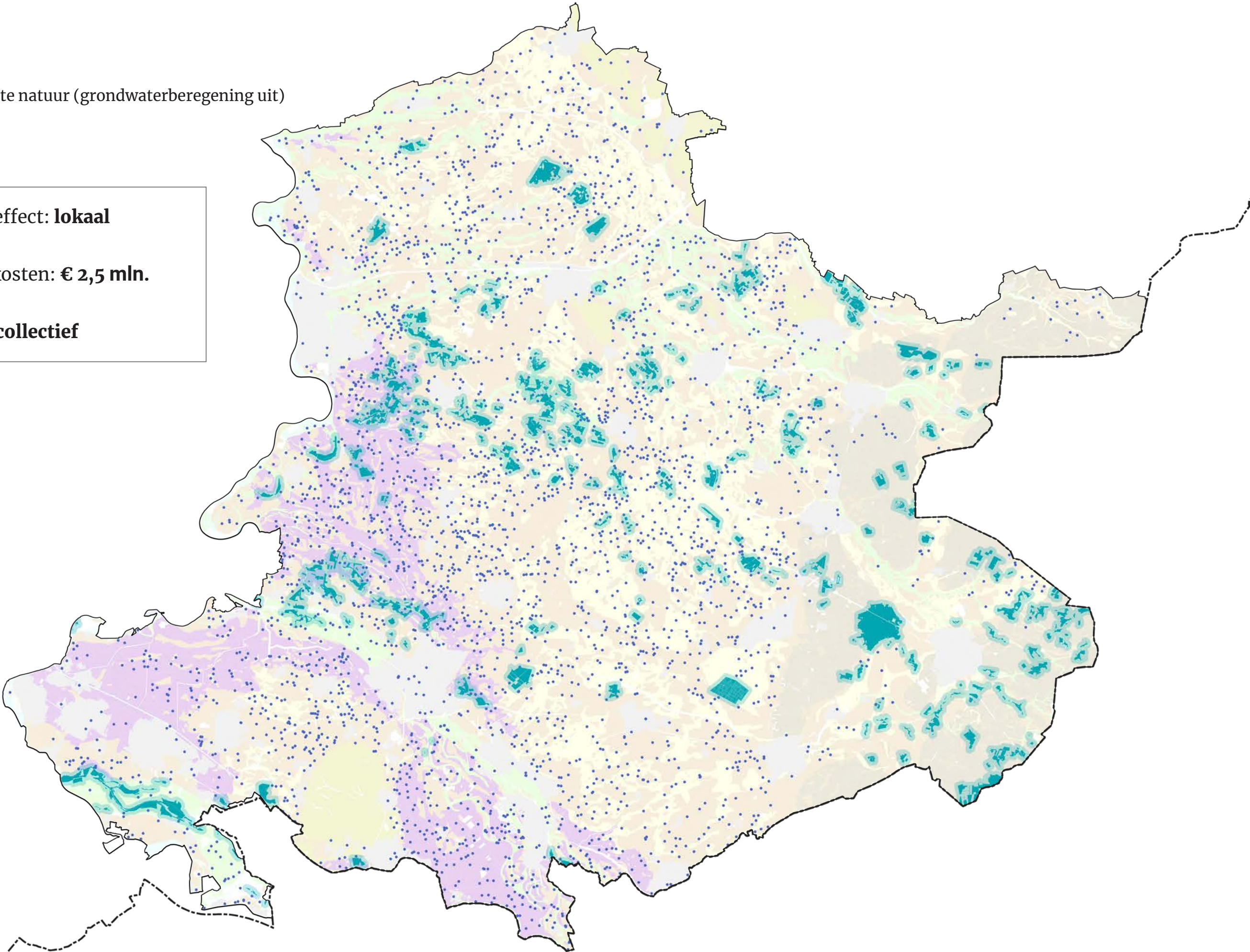


Fig. 107 Ligging grondwaterberekening rondom natte natuur (zone 200m)

Legenda

- Legger watergang
- Top10NL watergang

Inschatting individueel effect:
10-30mm (d1) - 15-50mm (d2)

Inschatting technische kosten:
€ 85 mln. (d1) - 150 mln. (d2)

Wie draait aan de knop: **collectief & privaat**

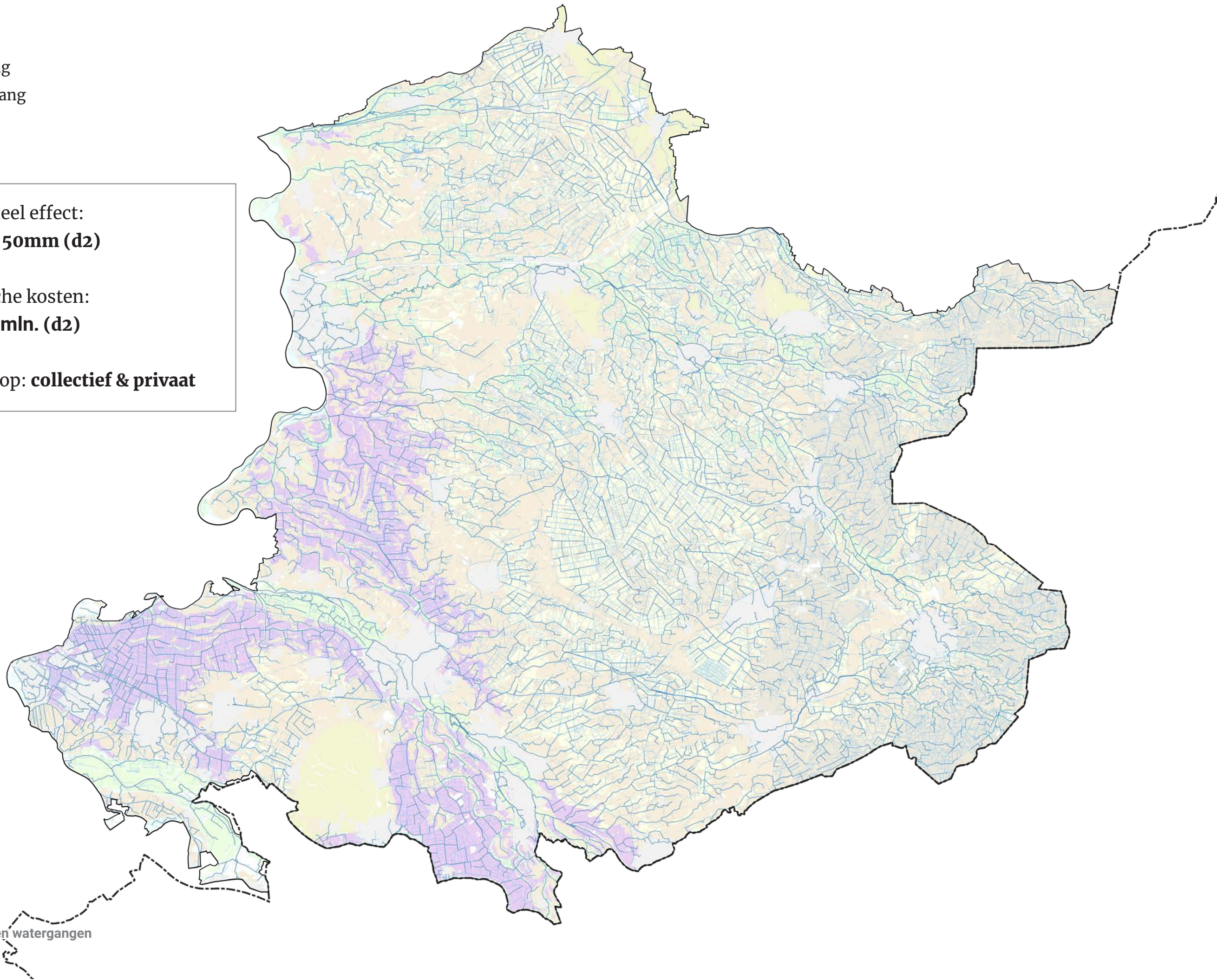


Fig. 108 Ligging te verondiepen watergangen

Legenda

Verhard gebied

Inschatting individueel effect:
lokaal 100mm (d1) - lokaal > 100mm (d2)

Inschatting technische kosten:
€ 150 mln. (d1) - 300 mln. (d2)

Wie draait aan de knop: **collectief & privaat**

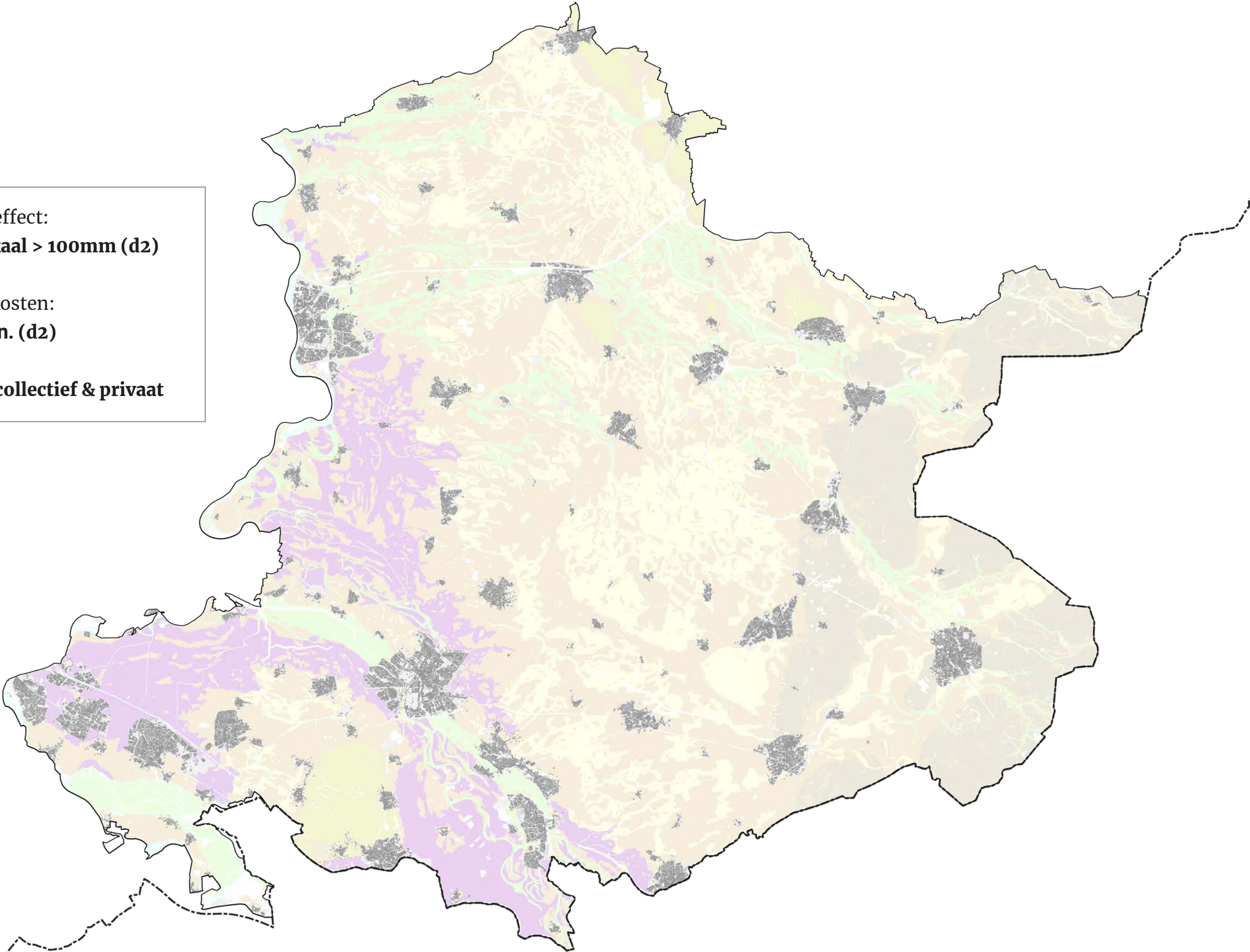


Fig. 109 Ligging verhard gebied voor afkoppelen en infiltreren neerslag

Legenda

 Aanwezigheid buisdrainage

Inschatting individueel effect:
10-30mm (d1) - 30-60mm (d2)

Inschatting technische kosten:
€ 30 mln. (d1) - 50 mln. (d2)

Wie draait aan de knop: **privaat**

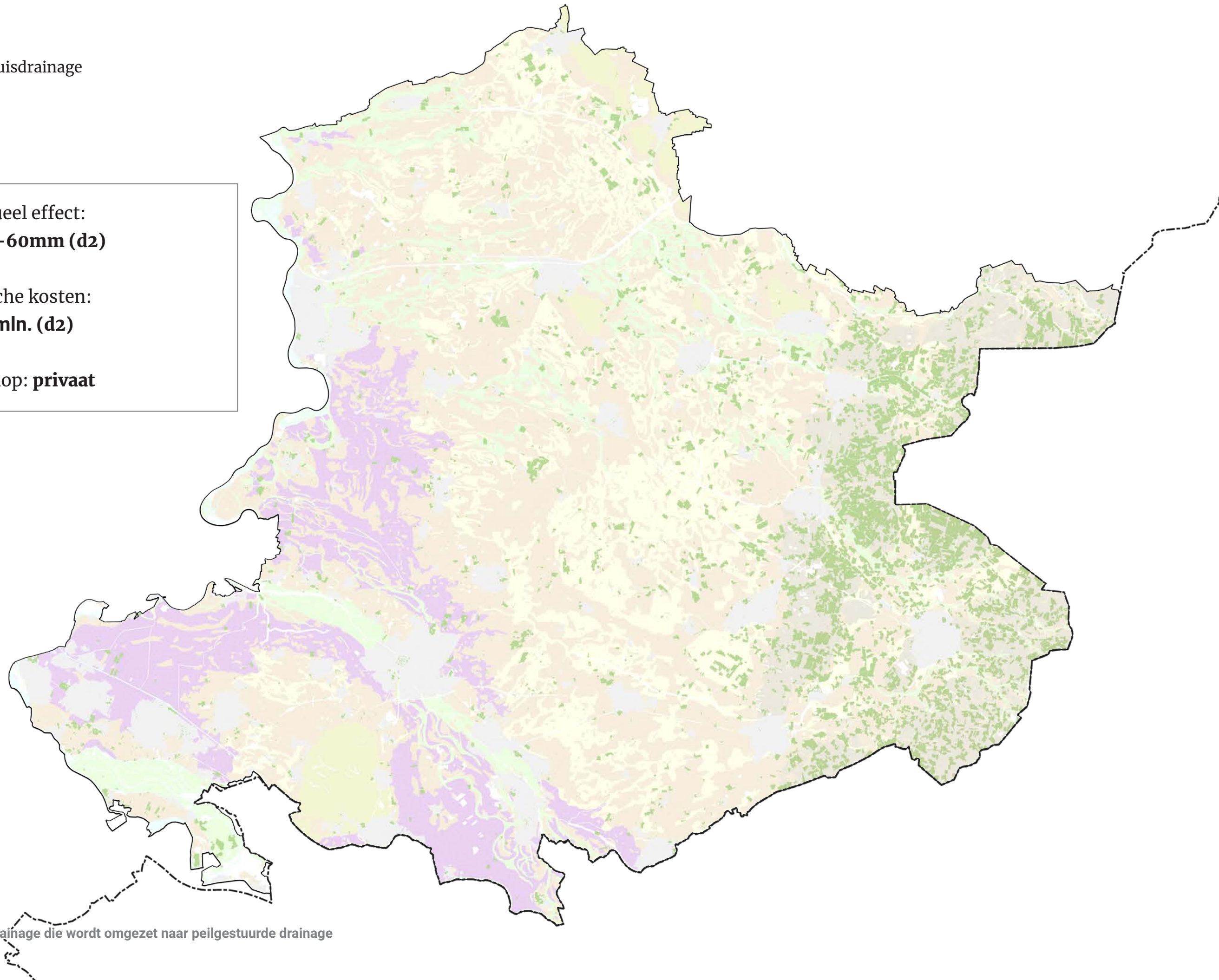


Fig. 110 Ligging bestaande drainage die wordt omgezet naar peilgestuurde drainage

- Legenda
- Waterwingebieden
 - Intrekgebieden

Inschatting individueel effect: **lokaal 300mm**

Inschatting technische kosten: **€ 15 mln.** (per jaar)

Wie draait aan de knop: **collectief**

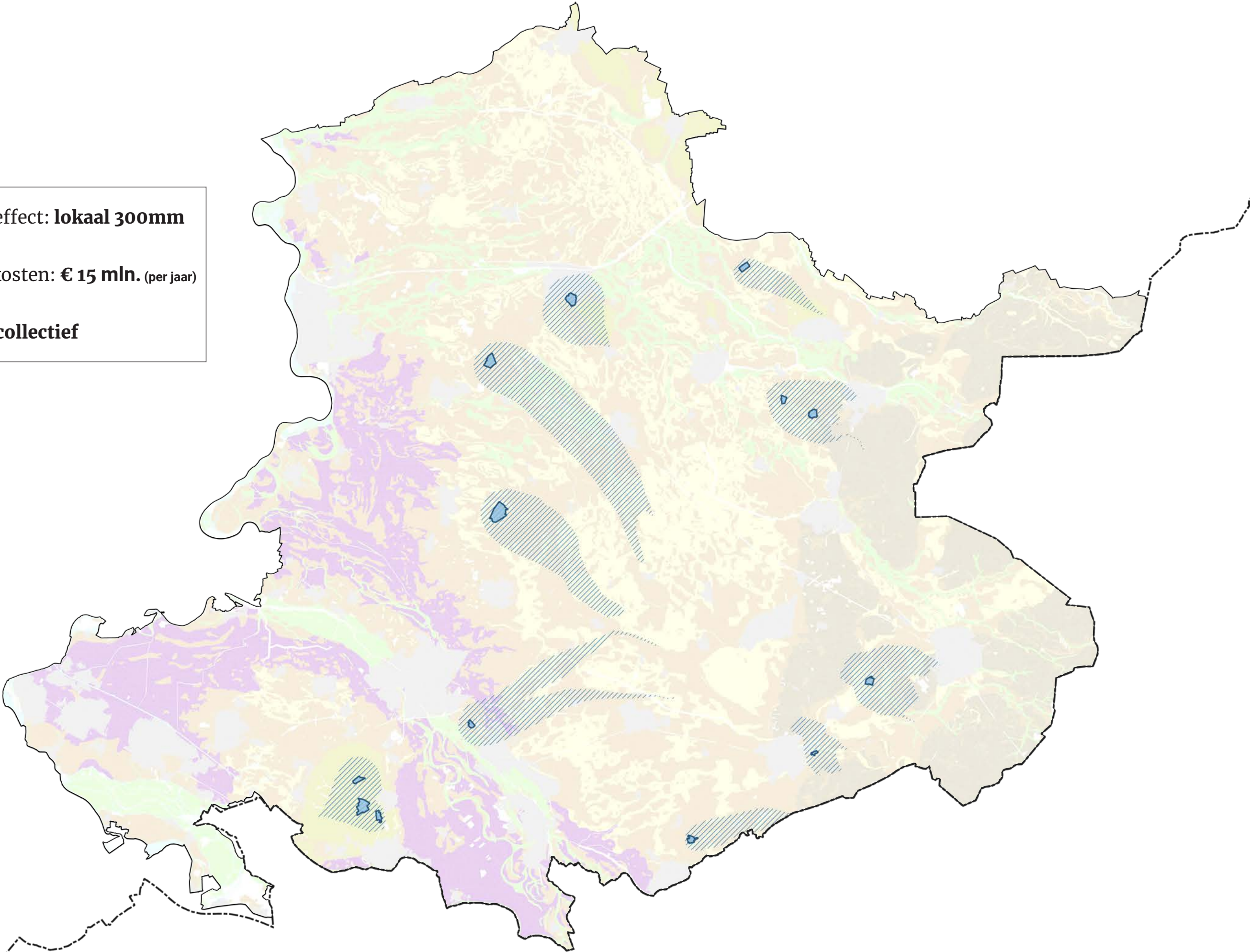


Fig. 111 Ligging van het intrekgebied van drinkwaterwinningen voor infiltratie (van dec t/m maart)

Legenda

- Beekdalen
- Berekening

Inschatting individueel effect: **15-50mm**

Inschatting technische kosten: **€ 3 mln.**

Wie draait aan de knop: **collectief & privaat**

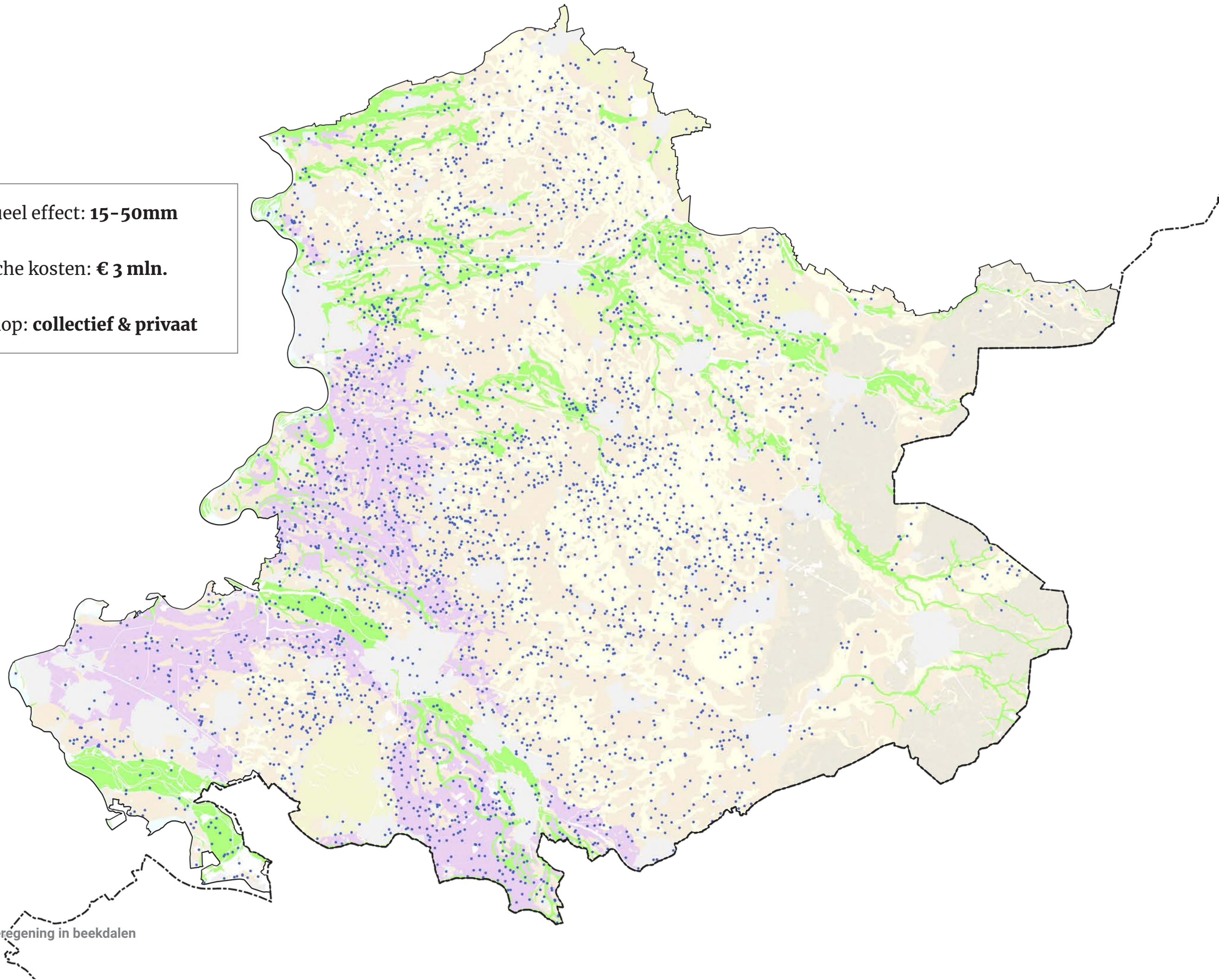


Fig. 112 ligging grondwaterberekening in beekdalen

Legenda

Beekdalen

Inschatting individueel effect: **40-80mm**

Inschatting technische kosten: € -

Wie draait aan de knop: **collectief**

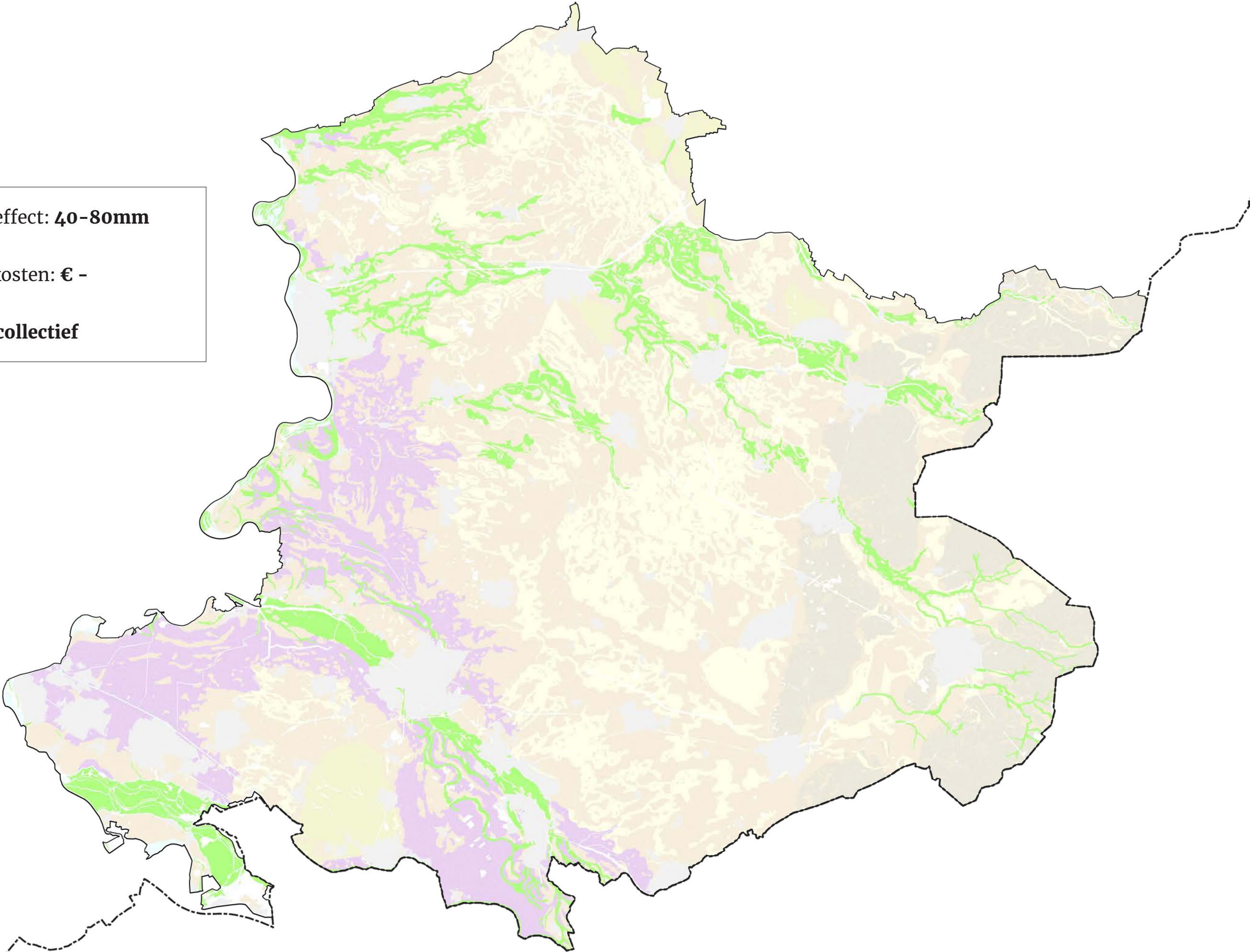


Fig. 113 ligging van de beekdalen waar drainainge wordt verwijderd

Legenda

— HEN/SED/KRW (hoofd)watergang (70cm omhoog en accoladeprofiel)

Inschatting individueel effect: **40-80mm**

Inschatting technische kosten: **€ 230 mln.**

Wie draait aan de knop: **collectief**

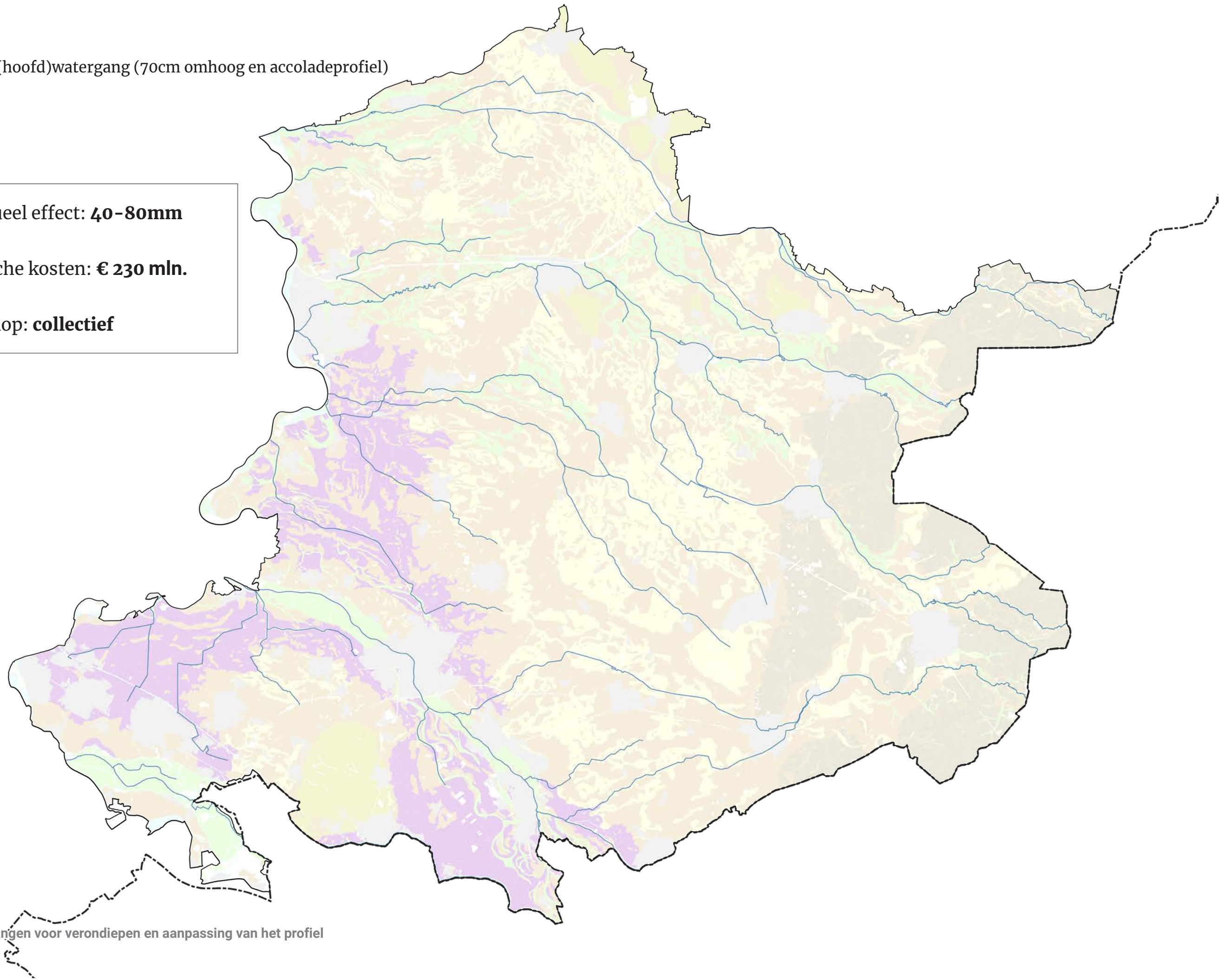


Fig. 114 ligging hoofdwatervangsten voor verondiepen en aanpassing van het profiel

BIJLAGEN
BIJLAGE 2: EFFECTEN OP LOKAAL NIVEAU

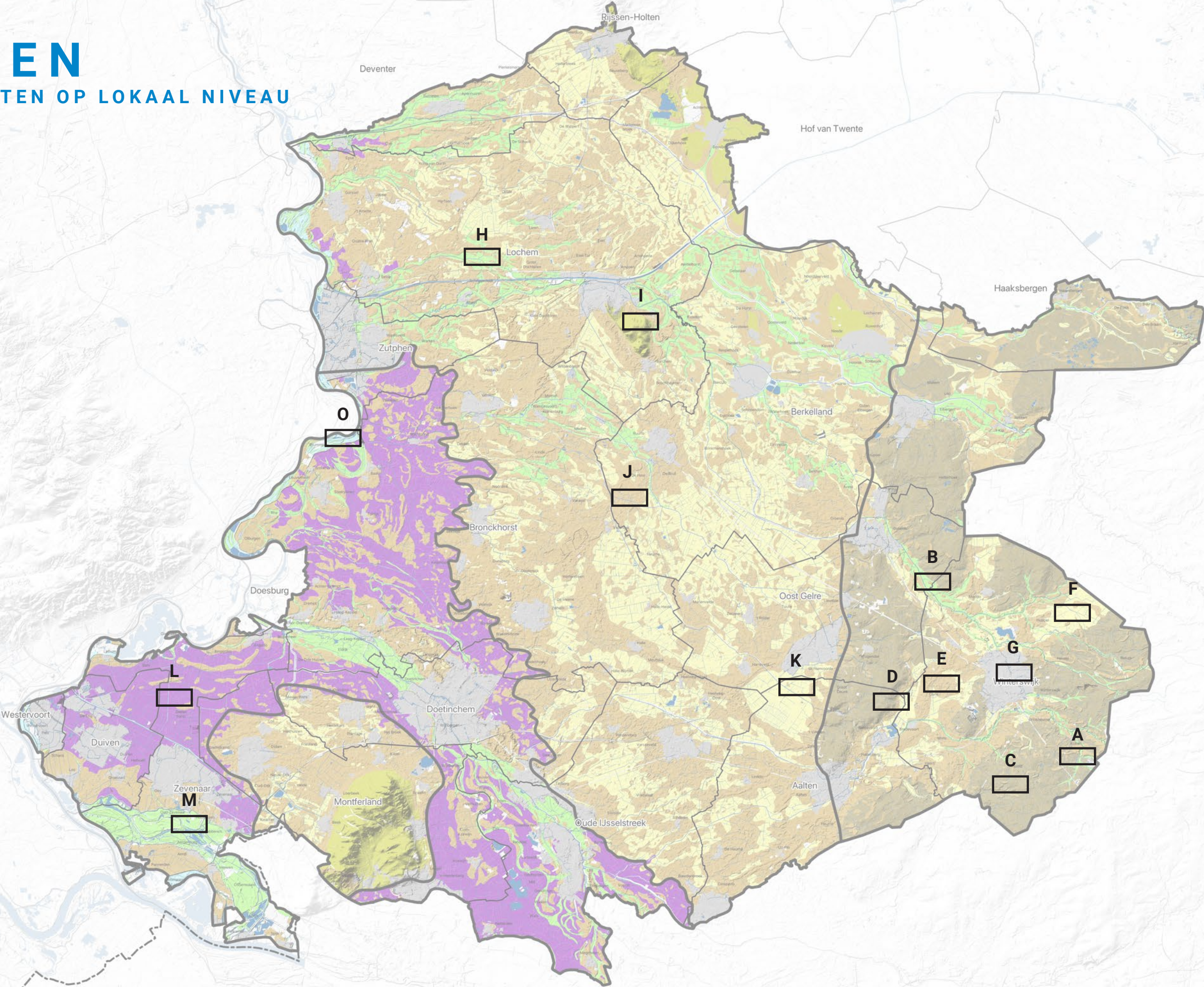
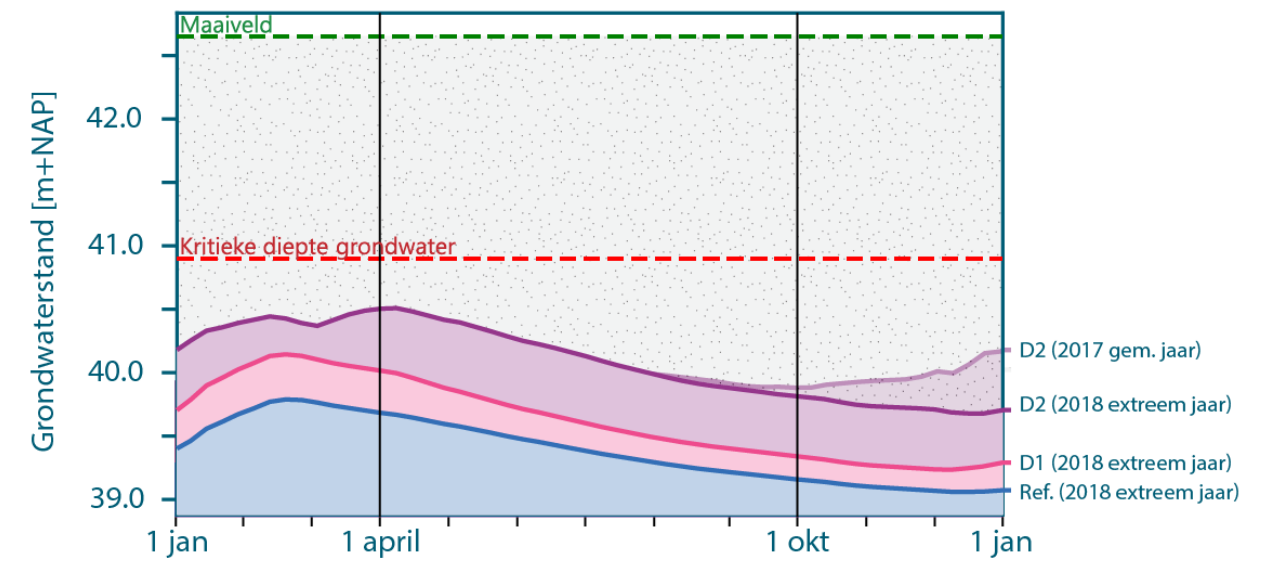


Fig. 115 Locaties doorsnedes

Locatie doorsnede en tijdgrafiek



Tijdgrafiek grondwaterstanden (1)



Legenda

- Beekdalen
- Stuwwalcomplexen
- Grote rivieren
- Zandruggen
- Plateau's
- Stedelijk watersysteem
- Vlake op klei
- Vlake op zand

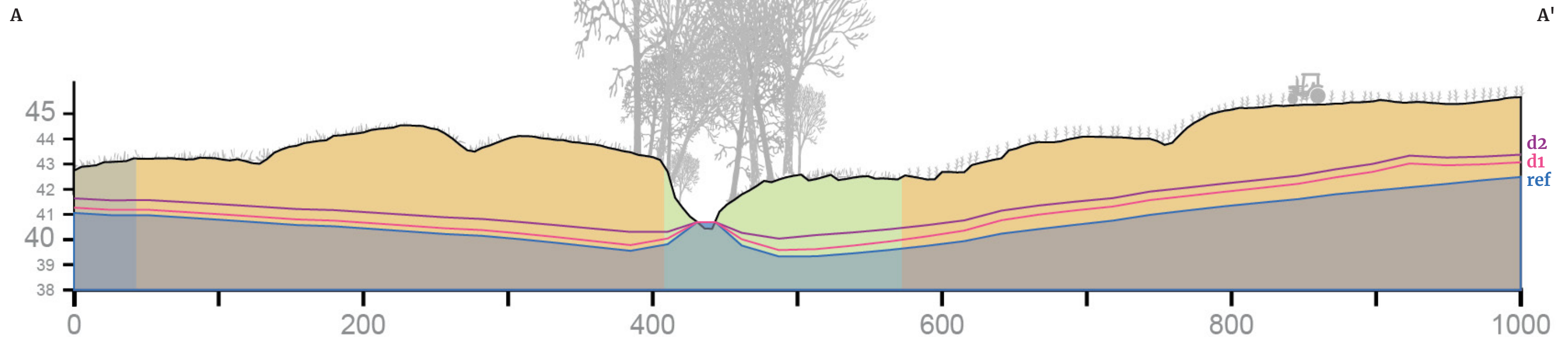
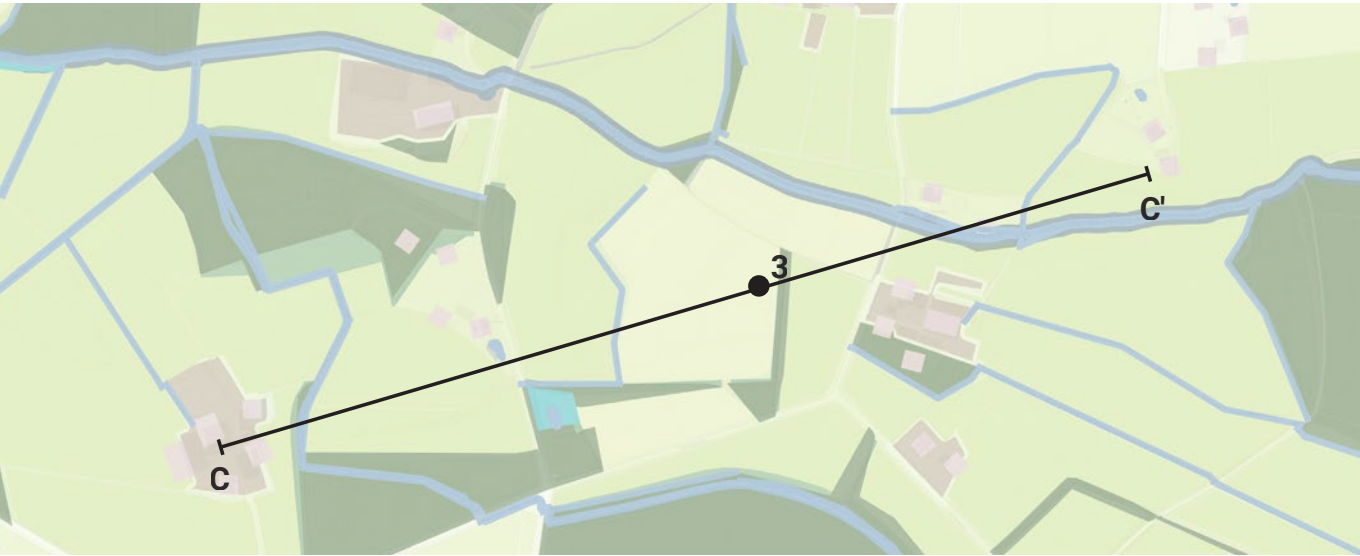
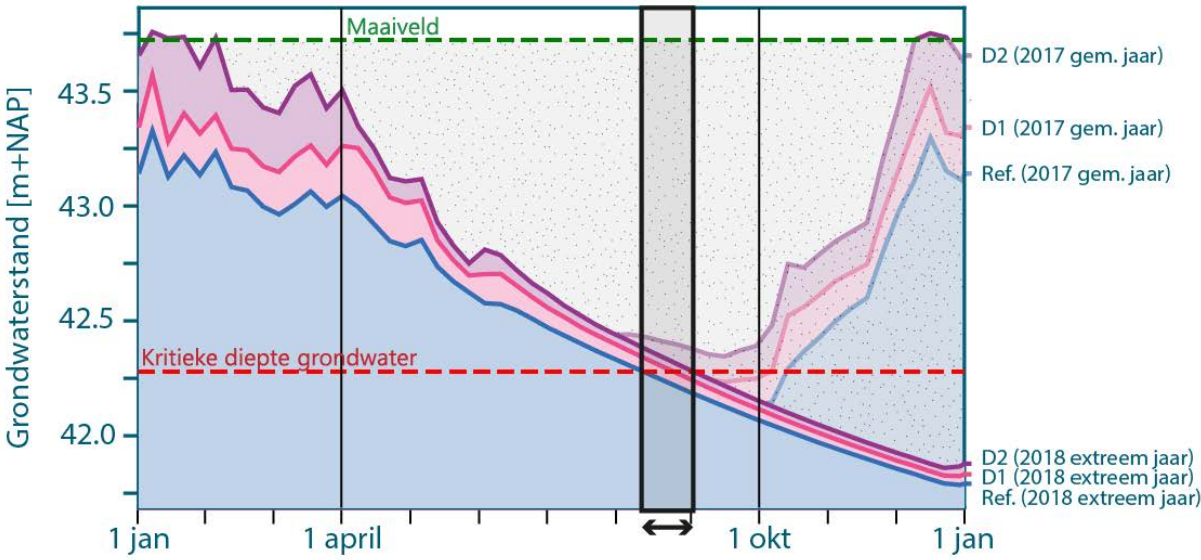


Fig. 116 Doorsnede A: beekdal bovenloop met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)

Locatie doorsnede en tijdgrafiek



Tijdgrafiek grondwaterstanden (3)



Legenda

- Beekdalen
- Stuwwalcomplexen
- Grote rivieren
- Zandruggen
- Plateau's
- Stedelijk watersysteem
- Vlakte op klei
- Vlakte op zand

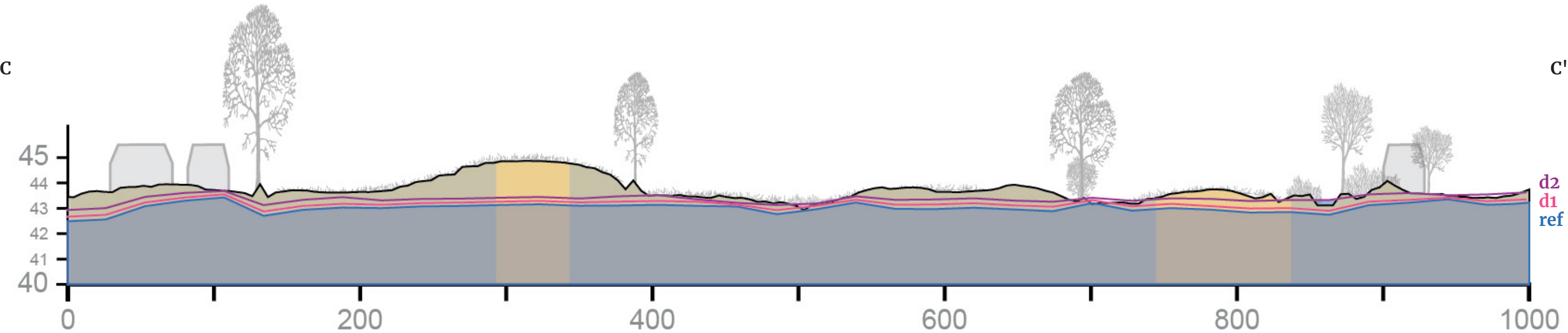


Fig. 117 Doorsnede C: plateau met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)

Locatie doorsnede en tijdgrafiek



Legenda

- Beekdalen
- Stuwwalcomplexen
- Grote rivieren
- Zandruggen
- Plateau's
- Stedelijk watersysteem
- Vlake op klei
- Vlake op zand

D

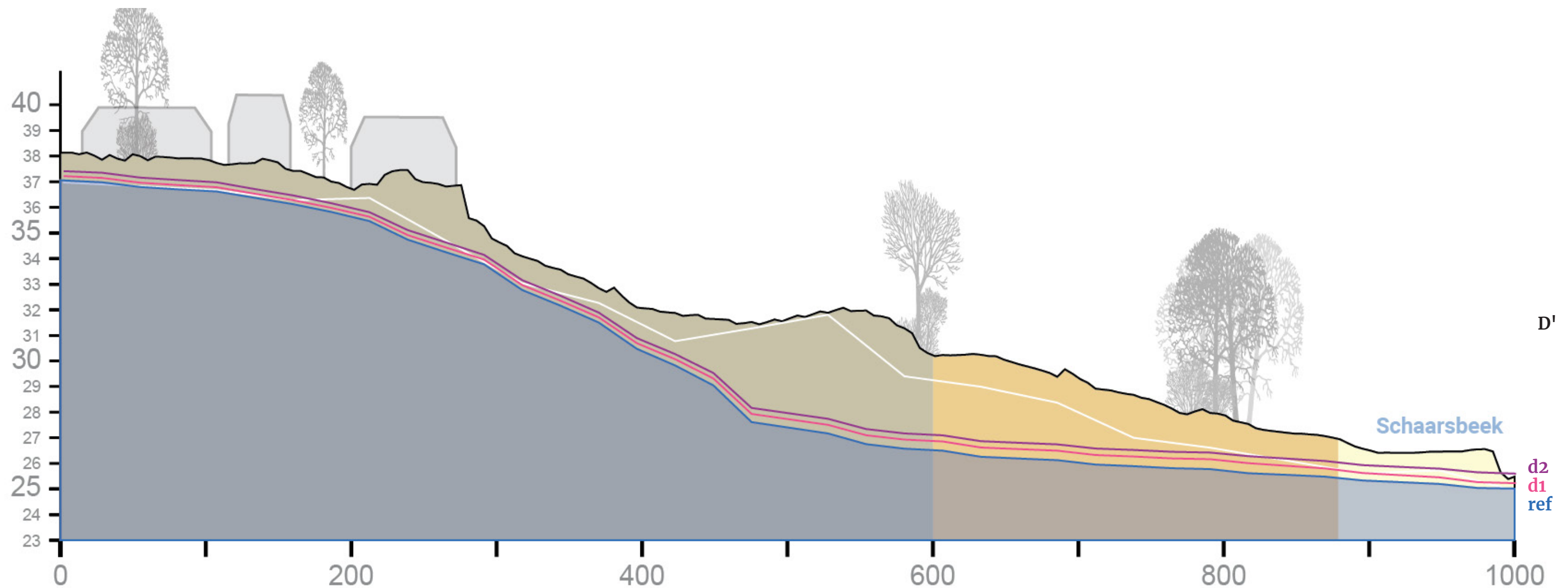
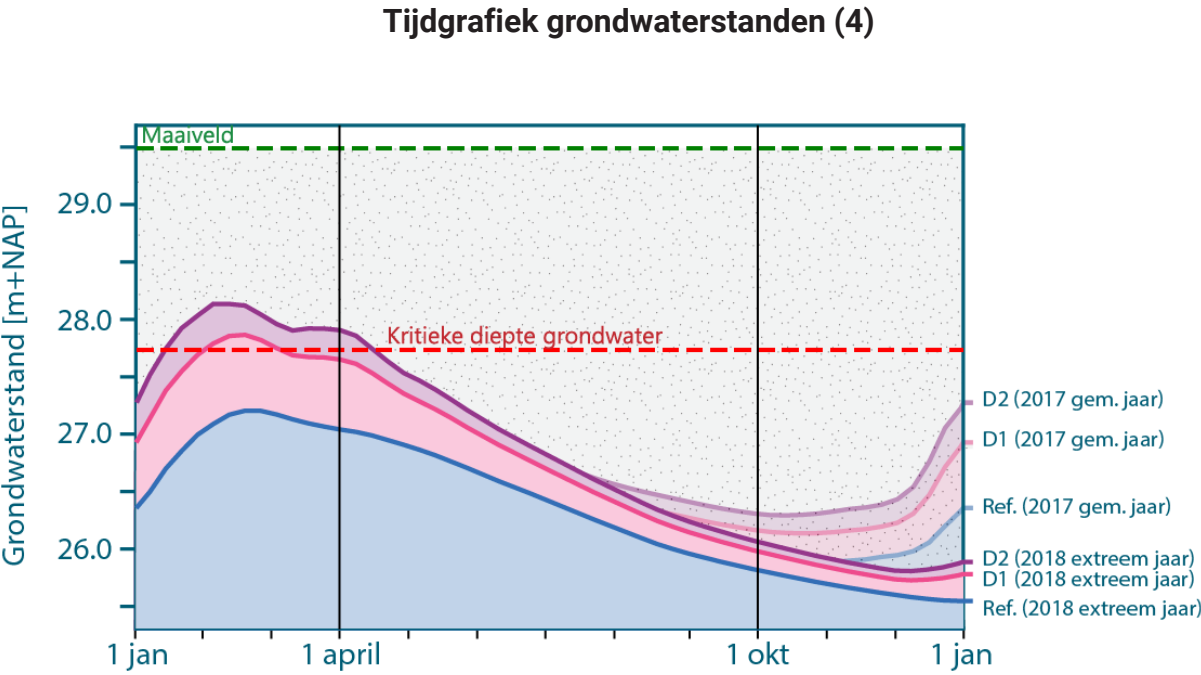


Fig. 118 Doorsnede D: plateaurand met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklin 1 (d1) en denklin 2 (d2)



- Legenda
- Beekdalen
 - Stuwwalcomplexen
 - Grote rivieren
 - Zandruggen
 - Plateau's
 - Stedelijk watersysteem
 - Vlakte op klei
 - Vlakte op zand

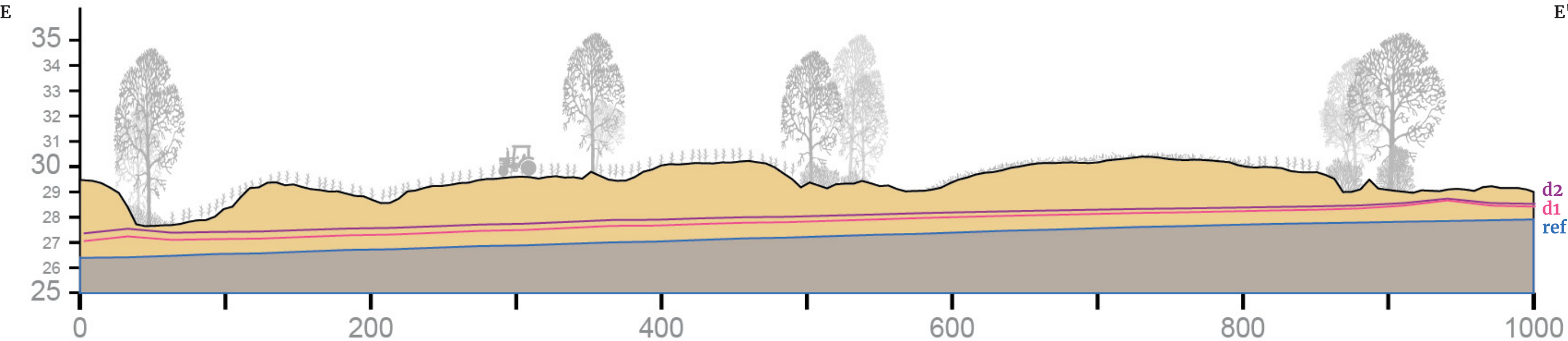
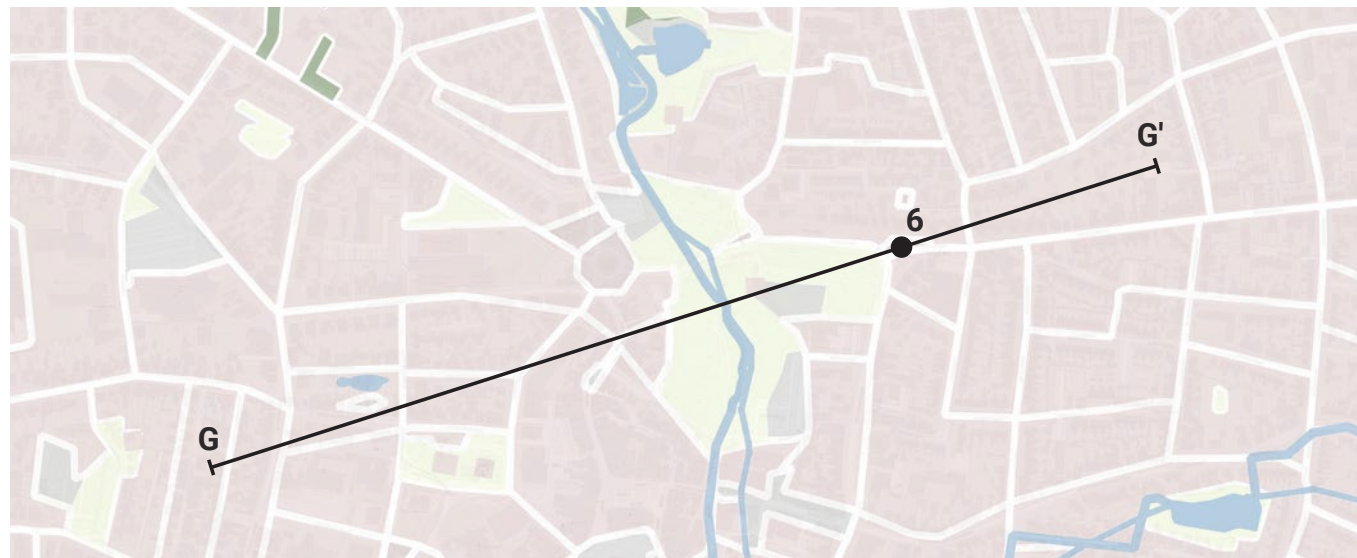
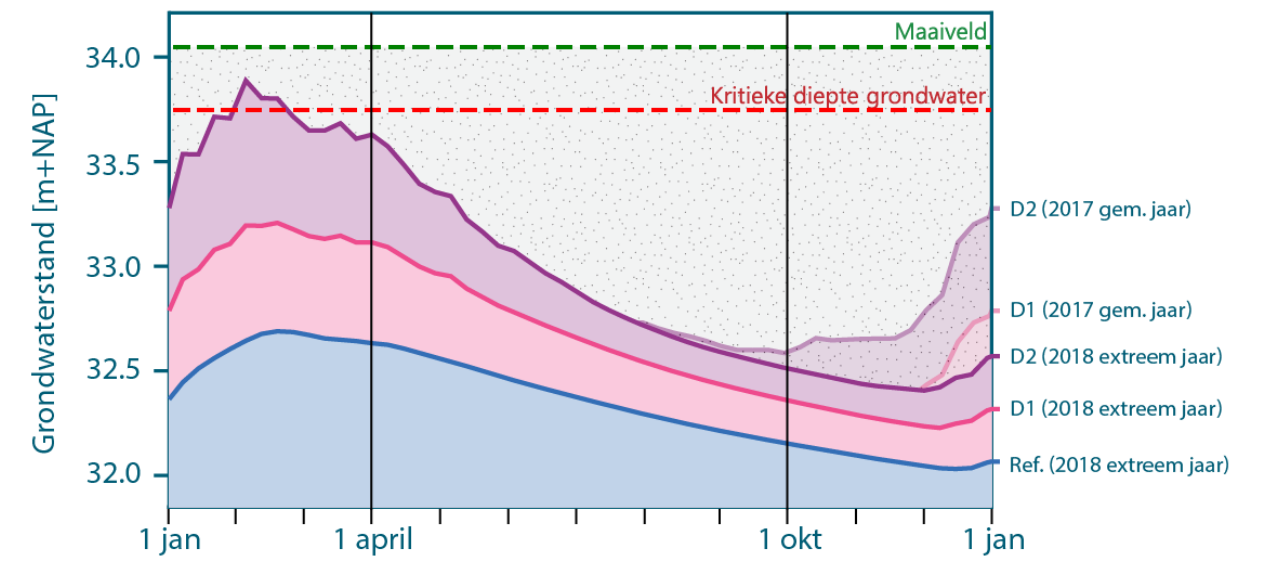


Fig. 119 Doorsnede E: zandruggen (Winterswijk) met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)

Locatie doorsnede en tijdgrafiek



Tijdgrafiek grondwaterstanden (6)



Legenda

- Beekdalen
- Stuwwalcomplexen
- Grote rivieren
- Zandruggen
- Plateau's
- Stedelijk watersysteem
- Vlakte op klei
- Vlakte op zand

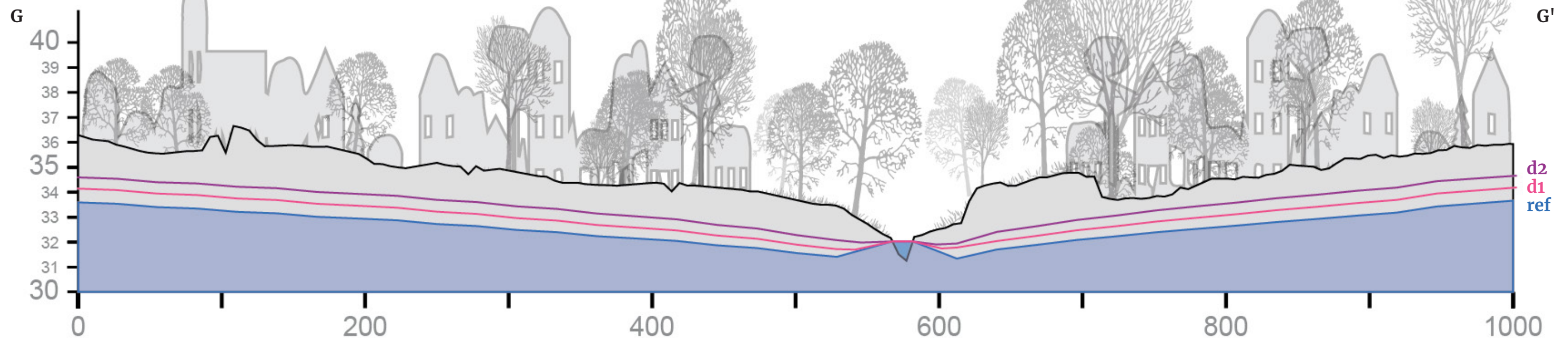


Fig. 120 Doorsnede G: stedelijk gebied (Winterswijk) met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)

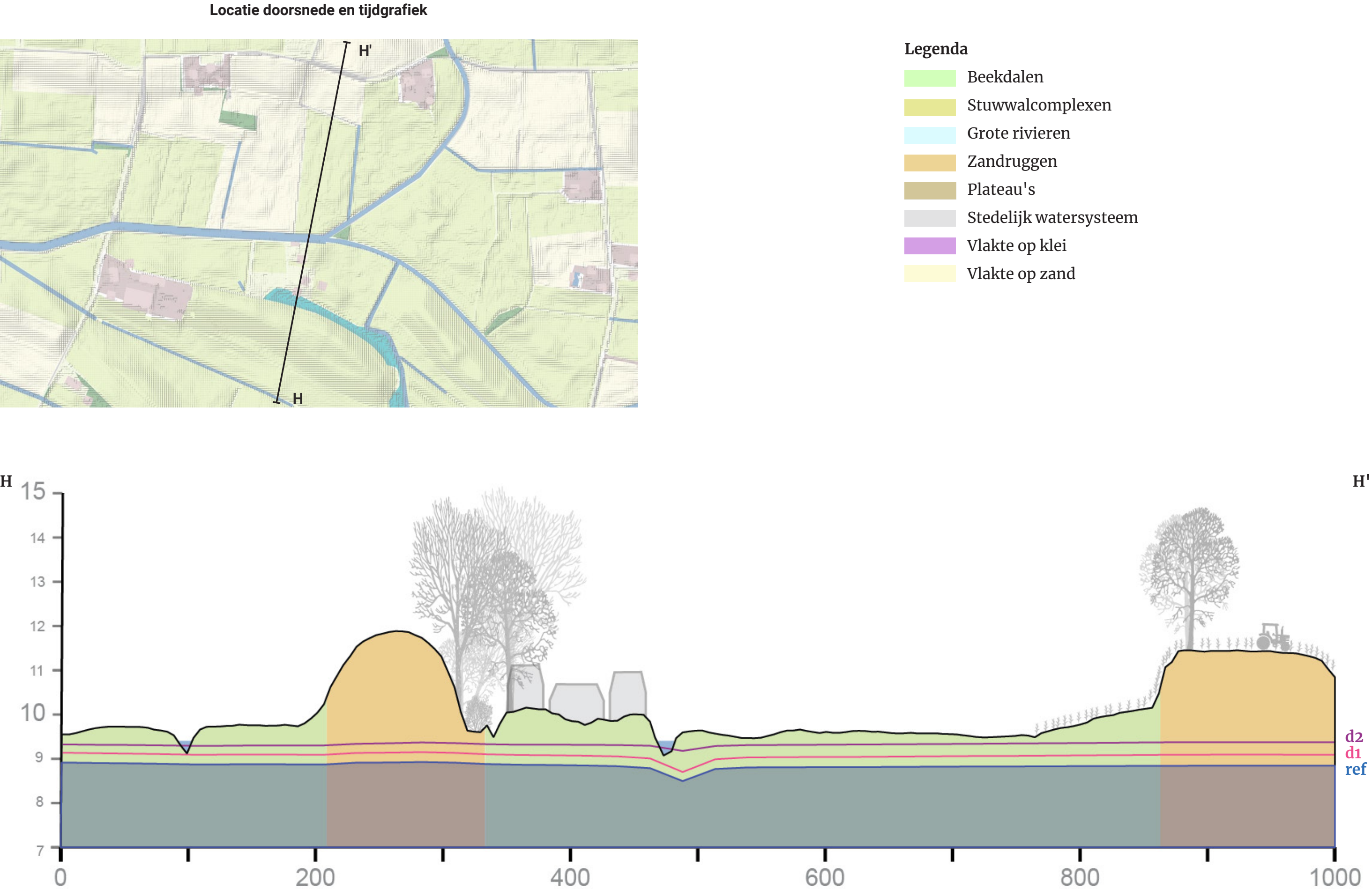
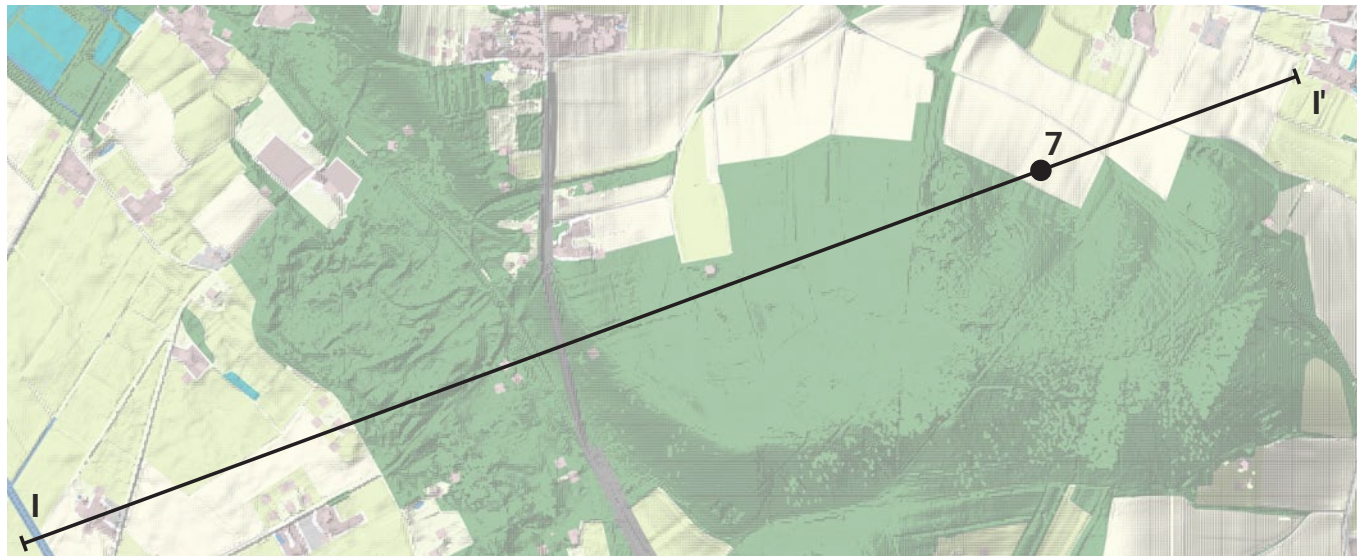
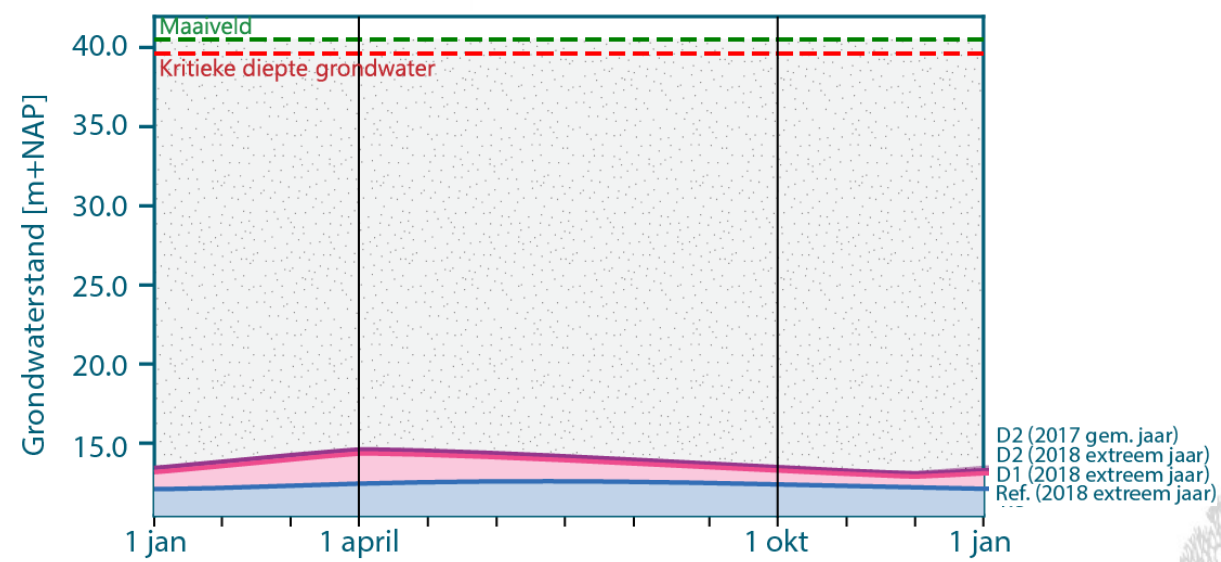


Fig. 121 Doorsnede H: beekdal benedenloop (centrale Achterhoek) met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)

Locatie doorsnede en tijdgrafiek



Tijdgrafiek grondwaterstanden (7)



I

d2
d1
ref

0

200

400

600

800

1000

I'

50

49

48

47

46

45

44

43

42

41

40

39

38

37

36

35

34

33

32

31

30

29

28

27

26

25

24

23

22

21

20

19

18

17

16

15

14

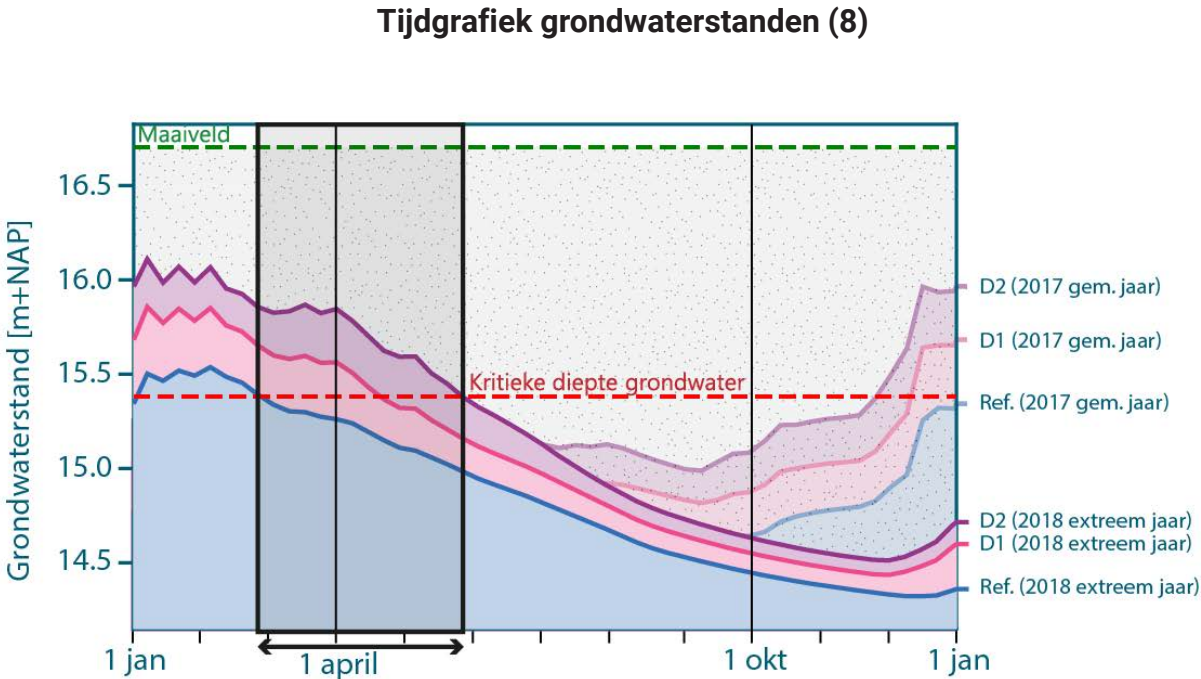
13

12

11

10

Fig. 122 Doorsnede I: stuwwal met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)



- Legenda
- Beekdalen
 - Stuwwalcomplexen
 - Grote rivieren
 - Zandruggen
 - Plateau's
 - Stedelijk watersysteem
 - Vlakte op klei
 - Vlakte op zand

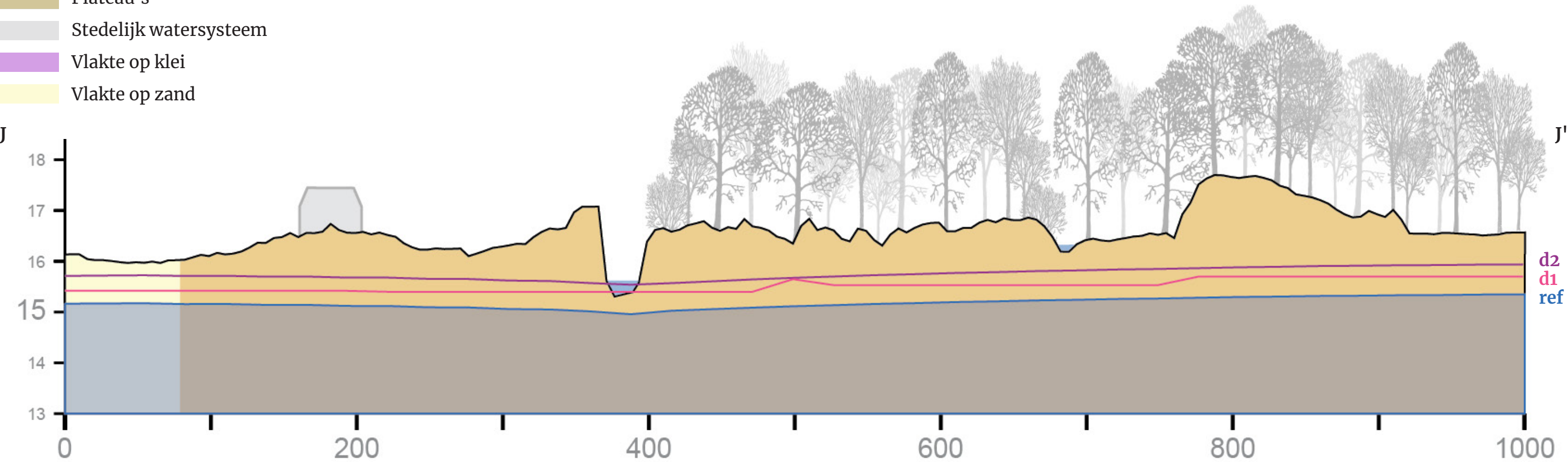
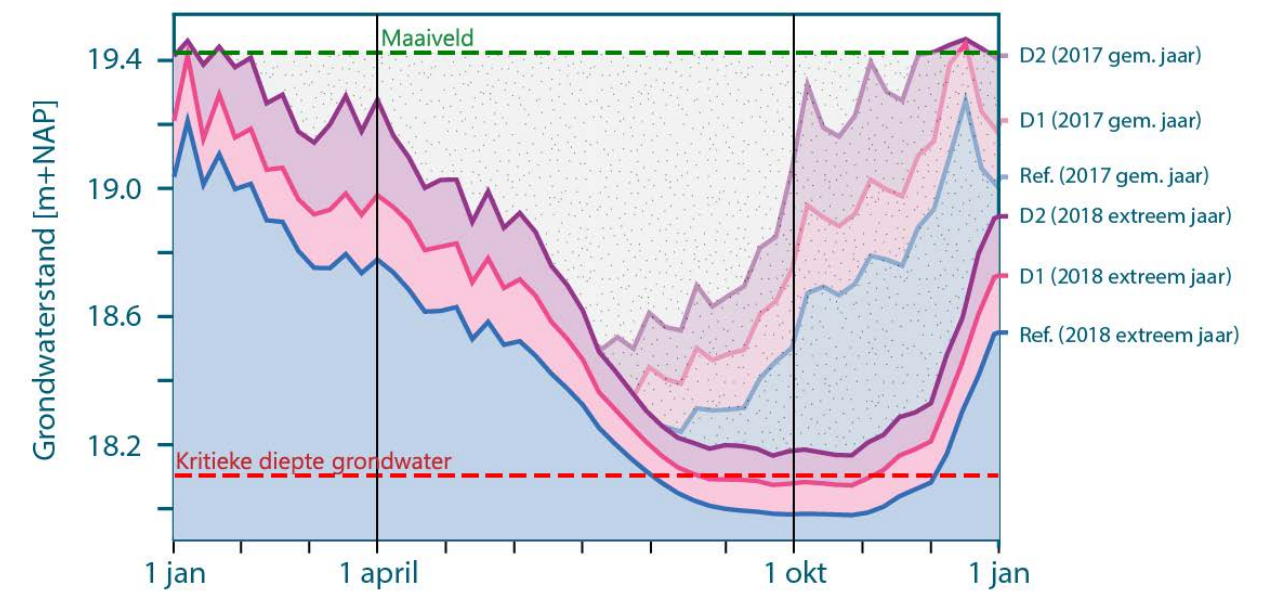


Fig. 123 Doorsnede J: zandruggen (centrale Achterhoek) met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)

Locatie doorsnede en tijdgrafiek



Tijdgrafiek grondwaterstanden (9)



Legenda

- Beekdalen
- Stuwwalcomplexen
- Grote rivieren
- Zandruggen
- Plateau's
- Stedelijk watersysteem
- Vlake op klei
- Vlake op zand

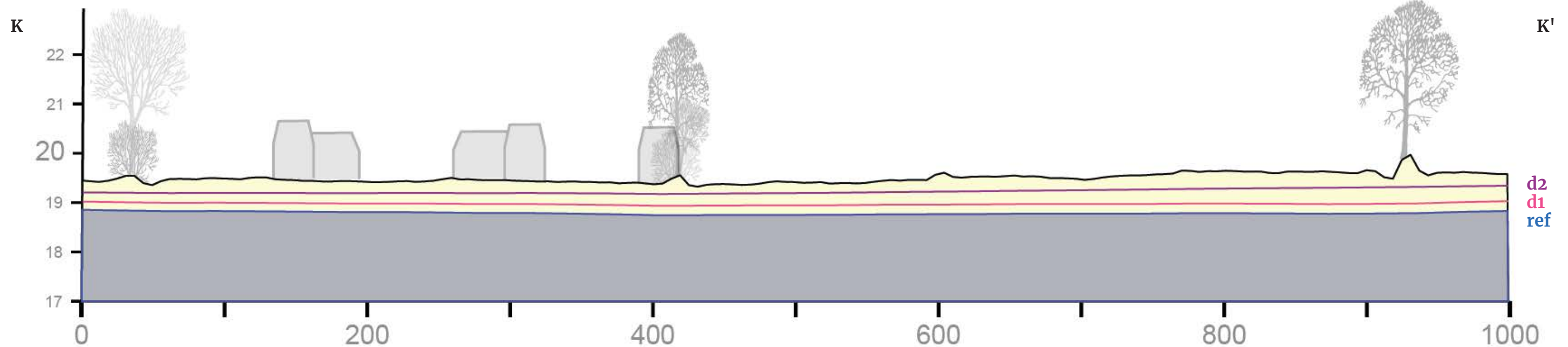
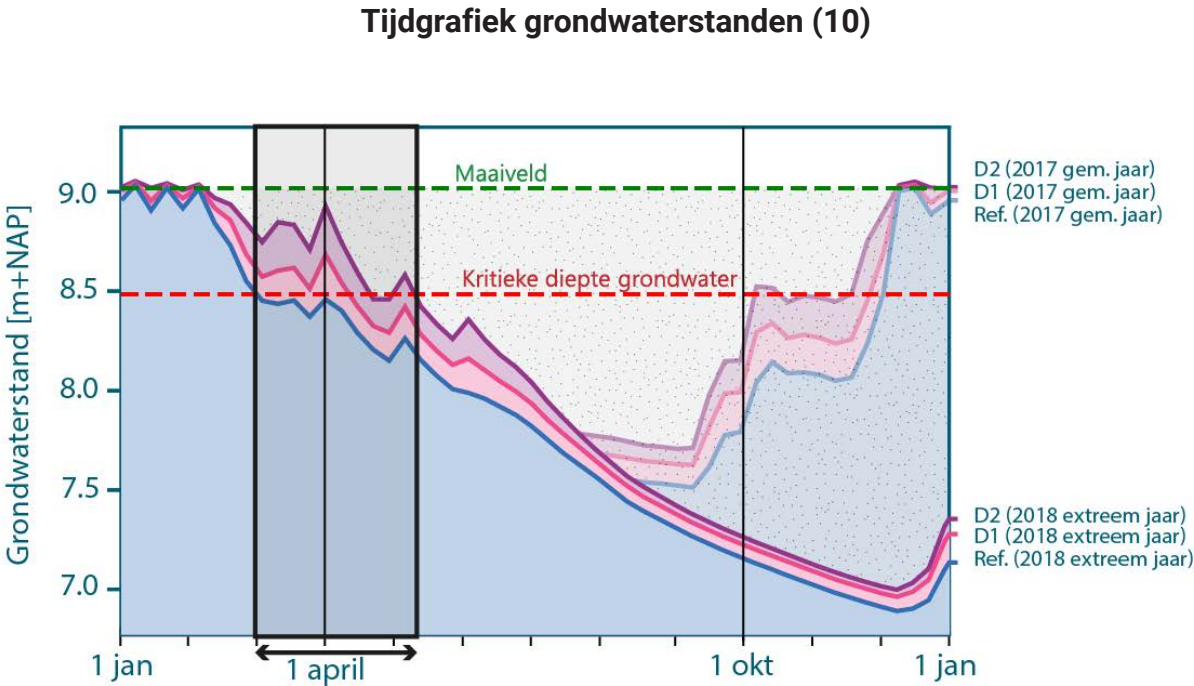
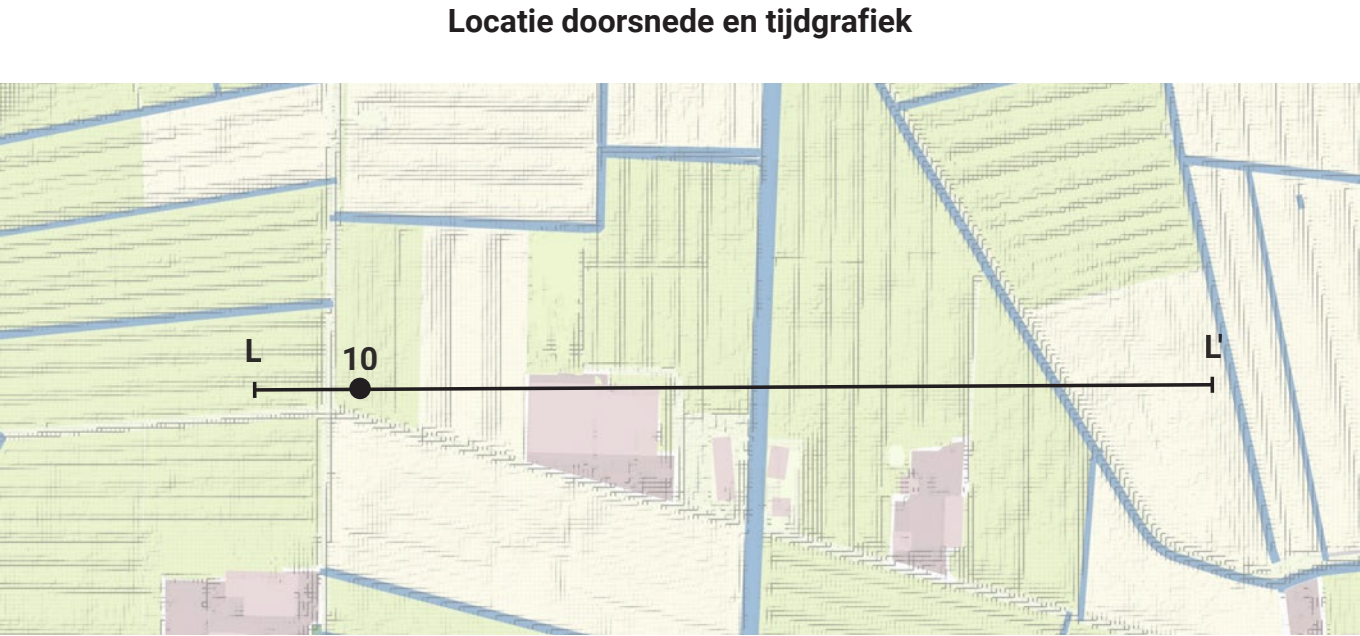


Fig. 124 Doorsnede K: vlakte op zand (centrale Achterhoek) met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)



- Legenda
- Beekdalen
 - Stuwwalcomplexen
 - Grote rivieren
 - Zandruggen
 - Plateau's
 - Stedelijk watersysteem
 - Vlakte op klei
 - Vlakte op zand

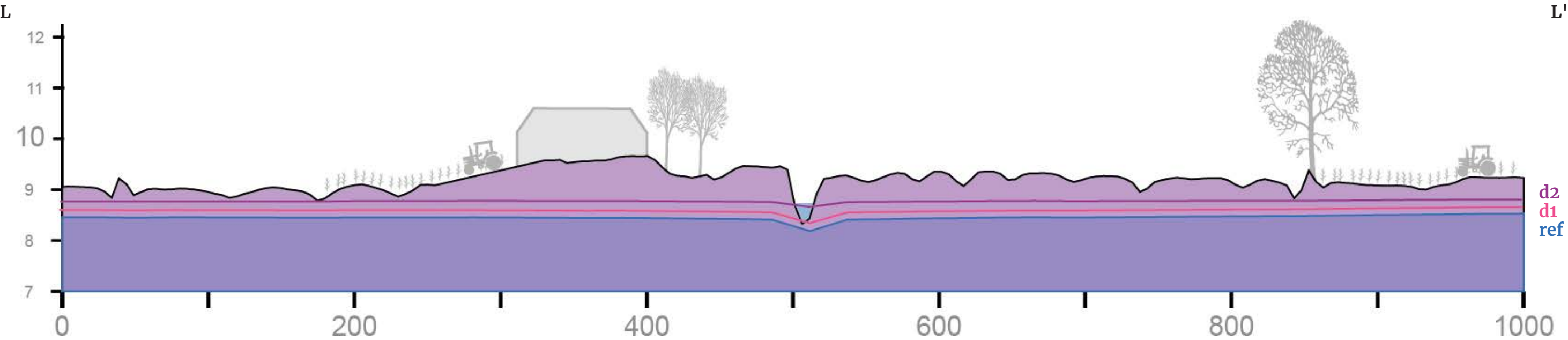
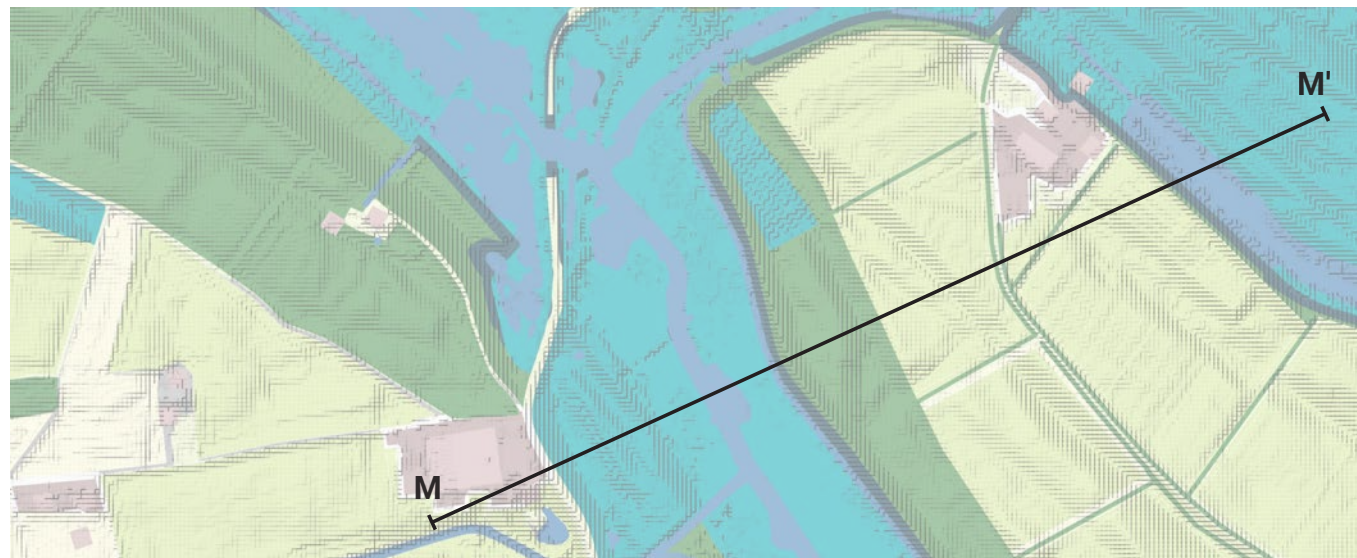


Fig. 125 Doorsnede L: vlakte op klei met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)

Locatie doorsnede en tijdgrafiek



Legenda

- Beekdalen
- Stuwwalcomplexen
- Grote rivieren
- Zandruggen
- Plateau's
- Stedelijk watersysteem
- Vlake op klei
- Vlake op zand

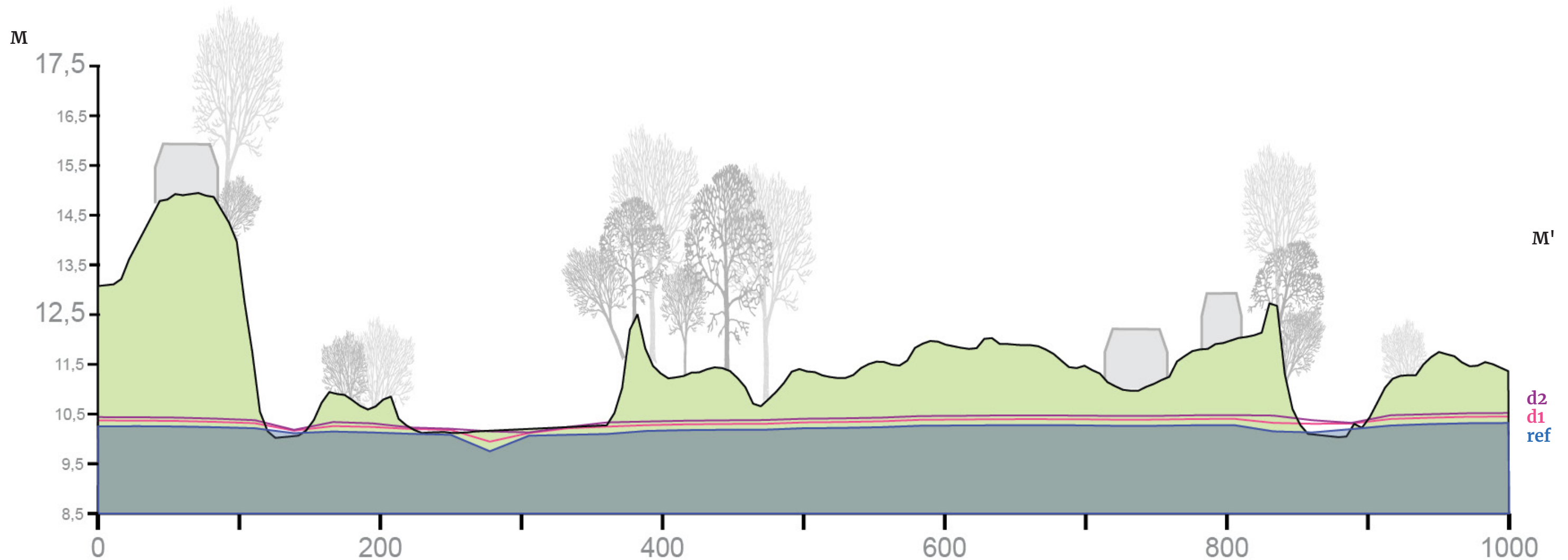
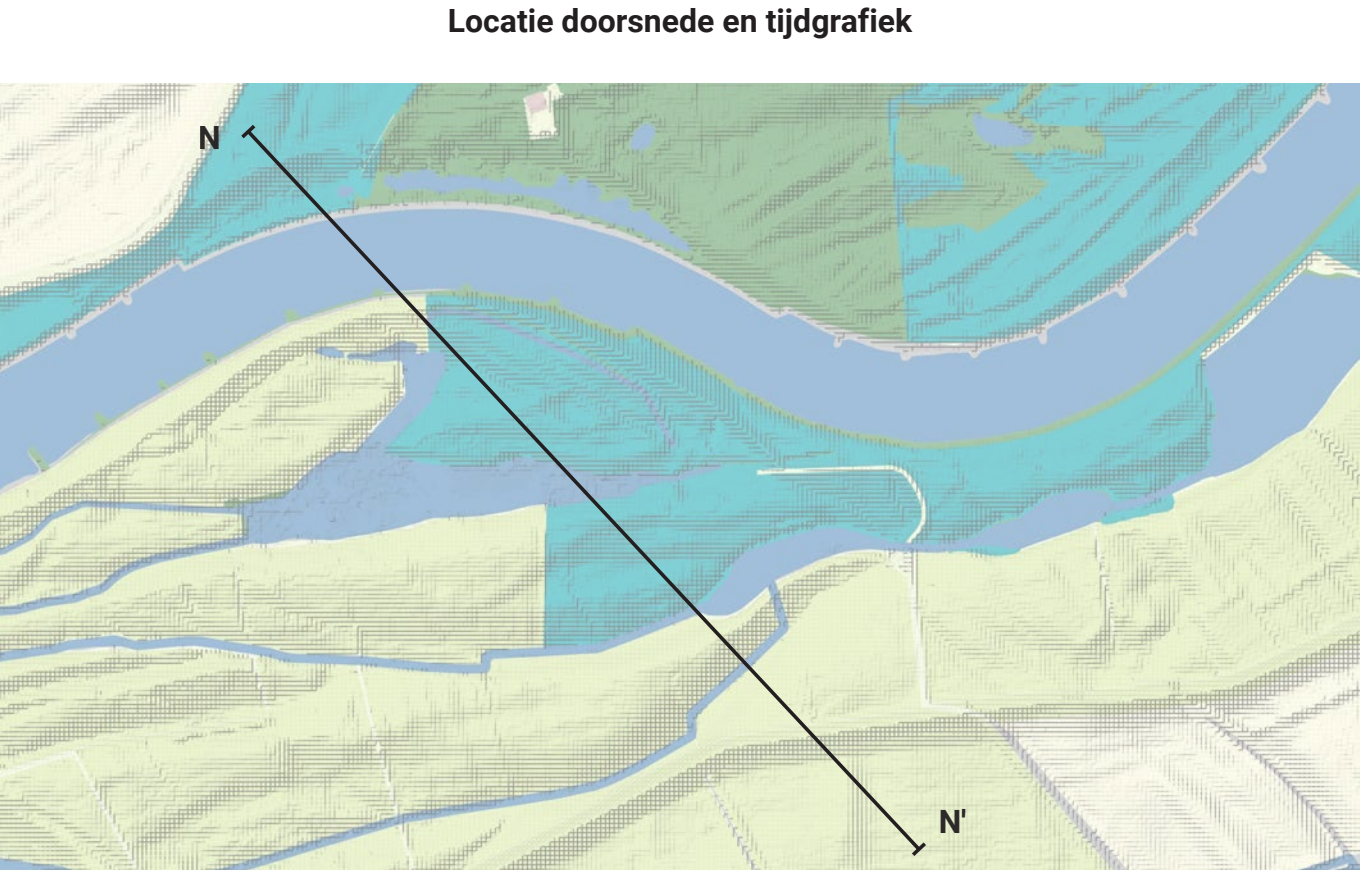


Fig. 126 Doorsnede M: beek-/ rivierdal met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)



- Legenda
- Beekdalen
 - Stuwwalcomplexen
 - Grote rivieren
 - Zandruggen
 - Plateau's
 - Stedelijk watersysteem
 - Vlakte op klei
 - Vlakte op zand

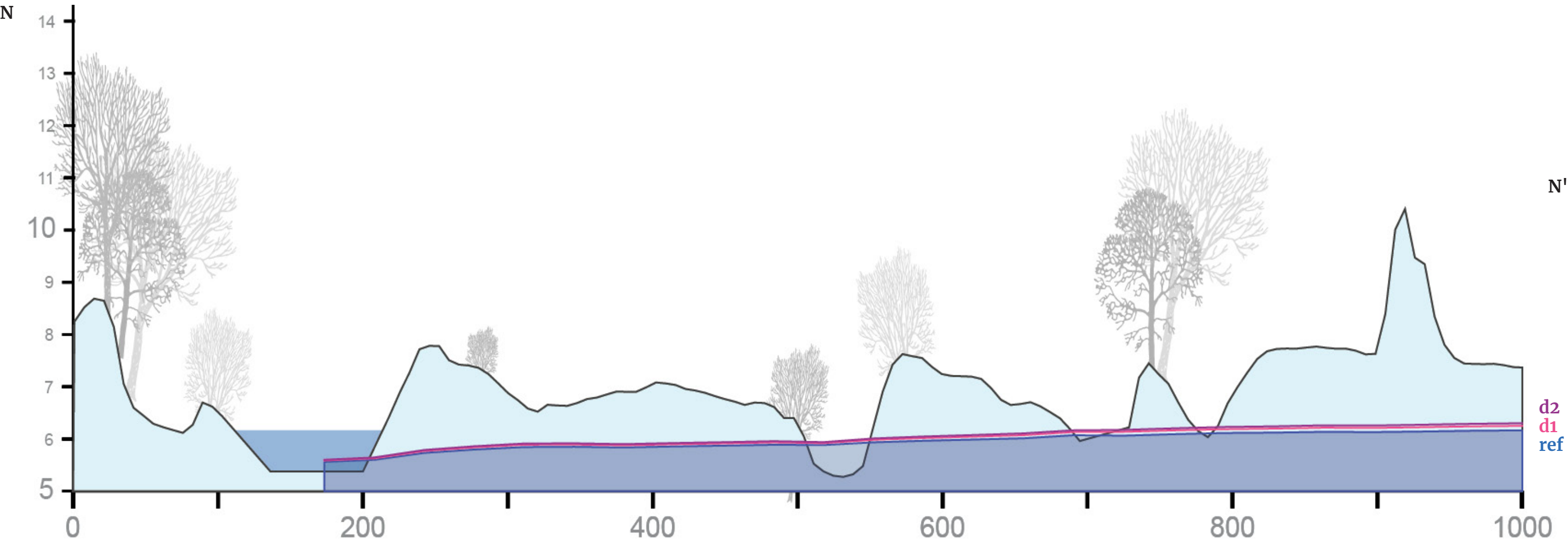


Fig. 127 Doorsnede N: grote rivieren met locatieaanduiding, indicatie van de GVG en grondwaterstandsverloop voor de huidige situatie (ref), denklijn 1 (d1) en denklijn 2 (d2)

BIJLAGEN

BIJLAGE 3: GEBIEDSSPECIFIEKE AANPASSING VAN MAATREGELEN

In de gebiedsspecifieke uitwerking voor Winterswijk zijn enkele optimalisaties van het maatregelenpakket doorgevoerd.

Op het watersysteemtype plateau's wordt het snel heel erg nat, als de drainagebasis omhoog gaat. Het water kan hier immers niet infiltreren. In dit watersysteemtype zijn daarom de volgende aanpassingen doorgevoerd:

- De watergangen worden met 30 cm verondiept, in plaats van met 50 cm in denklijn 2.
- Het ontwateringsniveau van de peilgestuurde drainage in de winter wordt 50 cm beneden maaiveld, in plaats van 30 cm beneden maaiveld in denklijn 2.

In andere watersysteemtypen zijn de volgende aanpassingen doorgevoerd:

- De bodem van de hoofdwatgangen in beekdalen wordt verhoogd met 50 cm in plaats van met 70 cm in denklijn 2. Dit is gedaan omdat er anders bijna geen grondwatervoeding meer plaatsvindt naar de beken die een KRW-doelstelling hebben waarbij stromend water een belangrijk kenmerk is.
- Infiltratie van zandruggen op grote oppervlakten is weliswaar heel effectief, maar praktisch niet uitvoerbaar als de top van de zandruggen te ver van een beek afliegen (hoe krijg je zoveel water op de juiste plek?). Ten opzichte van denklijn 2 is de infiltratie daarom verschoven naar de kleinere zandruggen in het oosten, die dicht bij de beek liggen. Deze zandruggen liggen ook bovenstrooms waardoor nalevering van water vanuit deze 'spons' ook benedenstrooms voordelen oplevert (via grondwaterstroming of via beekafvoer). Verder uitbreiden van de maatregel naar het westen, benedenstrooms kan eventueel een aanvullende maatregel in de toekomst zijn.

Verder zijn een aantal maatwerkaanpassingen specifiek voor het gebied van Winterswijk doorgevoerd:

- Opheffing van kunstmatige doorsnijding van zandruggen uit het verleden, en het water weer via oorspronkelijke routes laten afwateren. Specifiek voor de Ratumse beek is deze maatregel toegevoegd. Op detailniveau zou dit wellicht op andere plekken nog uitgewerkt kunnen worden.
- Natuurlijke, ingesloten laagtes zijn op kaart gezet en mogen in de winter en bij piekbuien inunderen tot 50 cm boven maaiveld. Daartoe wordt drainage weggehaald en worden watergangen gedempt. Hoofdwatgangen die door ingesloten laagtes lopen worden niet gedempt.

GEBIEDSSPECIFIEK:
GEBIEDSSPECIFIEKE UITWERKING

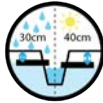
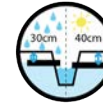
	Beekdalen	Zandruggen	Plateaus	Stedelijk gebied	Vlakte op zand
					
Grondwaterberekening rondom natte natuur uit (zone 200m)					
Watergangen verondiepen met 50cm			 30cm		
100mm zoetwaterberging in zandruggen in de buurt van beeksystemen (van dec t/m maart)		 100mm			
100% afkoppelen en infiltreren neerslag verhard gebied				 100%	
Peilgestuurde drainage (winter: 50cm onder mv, zomer: 40cm onder mv)					
Drinkwaterwinningen compenseren (in de winter: december t/m maart)					
Grondwaterberekening uit					
Drainage eruit					
Hoofdwatgangen met 50cm verondiepen en profiel aanpassen					

Fig. 128 Maatregelenpakket doorerekend in 1e gebiedsspecifieke uitwerking

BRONNEN

- 1 **H+N+S**, (2021). Het watersysteem van de Achterhoek: probleem, opgave en handelingsperspectief [rapport].
- 2 **H+N+S**, (2022). Feitenbeeld watersysteem Liemers: conform feitenbeeld droogte Achterhoek [rapport].
- 3 **Witteveen+Bos** (2019). Onderbouwing uitvoeringsprogramma Zoetwater Oost-Nederland, concept [Rapport].
- 4 **Sweco** (2019). Verkenningen voorraadbeheer WRIJ [Rapport].

Intellectuele eigendomsrechten met betrekking tot uitgaven

Alle intellectuele eigendomsrechten met betrekking tot de inhoud, waaronder tekst, geluid en/of beeld, van deze uitgave berusten bij H+N+S B.V. en/of haar licentiegevers. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van H+N+S B.V. en/of haar licentiegevers, is het niet toegestaan om enige inhoud openbaar te maken en/of te verveelvoudigen. [Voor zover openbaarmaking en/of verveelvoudiging is toegestaan, moet steeds de bron worden vermeld indien dit wettelijk of contractueel verplicht is. Commercieel of onrechtmatig gebruik van enige inhoud van deze uitgave is niet toegestaan.]

Inspanningsverplichting achterhalen rechthebbenden

H+N+S B.V. heeft haar uiterste best gedaan om rechthebbenden van de inhoud, waaronder tekst, geluid en/of beeld, van deze uitgave te achterhalen. Indien u (mede)rechthebbende bent op enige inhoud en voor het gebruik daarvan niet als (mede)rechthebbende bent genoemd of daarvoor geen toestemming hebt verleend waar die wel vereist was, verzoeken wij u onmiddellijk contact op te nemen via mail@hnsland.nl.

Disclaimer ten aanzien van uitgaven

H+N+S B.V. heeft uiterste zorg besteed aan de inhoud van deze uitgave. H+N+S B.V. wijst echter iedere vorm van aansprakelijkheid af voor onvolkomenheden of onjuistheden ten aanzien van de inhoud van de uitgave. H+N+S B.V. behoudt zich het recht voor de inhoud van de uitgave te wijzigen zonder dit vooraf aan te kondigen.

Levering van concepten

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van H+N+S B.V. is het niet toegestaan om enige door H+N+S B.V. geleverde concepten, waaronder concept uitgaven, openbaar te maken en/of te verveelvoudigen.

COLOFON

Dit onderzoek is uitgevoerd door **H+N+S Landschapsarchitecten** en **Witteveen+Bos**.
In nauwe samenwerking met **Waterschap Rijn & IJssel**.

Projectteam H+N+S

Lodewijk van Nieuwenhuijze
Olivier Klijn
Peter Veldt
Paul Godfroy

Projectteam W+B

Ebbing van Tuinen
Jacqueline Bulsink
Harm-Jan Benninga
Frank Versteegen
Geerten van der Zalm

Opdrachtgever en partners

Waterschap Rijn en IJssel, namens Aanpak Droogte Achterhoek
Gedelegeerd opdrachtgever: Nila Taminiau en Ronald van Ark

Vormgeving en lay-out

H+N+S Landschapsarchitecten en Witteveen+Bos

Foto's en afbeeldingen

H+N+S Landschapsarchitecten en Witteveen+Bos, tenzij anders vermeld

Datum

juni 2023

Kernteam Aanpak Droogte Achterhoek

Richard Krabben (gemeenten Achterhoek)
Rutger Traag (gemeenten Liemers)
Aleid Diepeveen (8RHK)
Wim Goedhart (Terreinbeherende organisaties)
Hille Kraak (LTO)
Wouter Engel (Vitens)
Pim Beerling (Provincie Gelderland)
Stieneke Roelofsen (Provincie Gelderland)
Ronald van Ark (Waterschap Rijn en IJssel)
Gerard van Santen (programmamleider Aanpak Droogte Achterhoek)

Projectnummer

2844



H+N+
S+ +

Witteveen + Bos

H+N+S
Landschapsarchitecten

Bezoekadres
Soesterweg 300
3812 BH
Amersfoort

Postadres
Postbus 1603
3800 BP
Amersfoort