



Oevergrondwaterwinning Alblasserwaard en Krimpenerwaard

Deelrapport mitigerende maatregelen

Oasen N.V.

4 augustus 2025

Project Oevergrondwaterwinning Alblasserwaard en Krimpenerwaard
Opdrachtgever Oasen N.V.

Document Millieuerapportage - Deelrapport mitigerende maatregelen
Status Eindconcept
Datum 4 augustus 2025
Referentie 137390/25-011.669

Projectcode 137390
Projectleider Ir. T.H. van Wee
Projectdirecteur Ir. H.J. Mondeel

Auteur(s) G. Roosen MSc, S.B. van Terwisga MSc
Gecontroleerd door Ir. T.H. van Wee
Goedgekeurd door Ir. T.H. van Wee

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Tekst- en datamining van (delen van) dit document, evenals enige verwerking of reproductie ervan door middel van kunstmatige intelligentie technologieën is uitdrukkelijk niet toegestaan, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Dit document (of delen ervan) mag niet worden verveelvoudigd en/of anderszins worden gebruikt op enigerlei wijze voor het trainen van kunstmatige intelligentie technologieën, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
2	MOGELIJKE MITIGERENDE MAATREGELEN	8
2.1	Infiltratie eerste watervoerende pakket	8
2.1.1	Werking	8
2.1.2	Ontwerpeisen en schetsontwerp	10
2.1.3	Effectberekening grondwatermodel	13
2.2	Opknippen peilgebieden	17
2.2.1	Werking	17
2.2.2	Ontwerpeisen en schetsontwerp	18
2.2.3	Effectberekening	19
2.3	Aanpassing percentage volgen bodemdaling	20
2.3.1	Werking	20
2.3.2	Ontwerpeisen en schetsontwerp	20
2.3.3	Effectberekening	21
2.4	Drukdrainage/A-WIS	21
2.4.1	Werking	21
2.4.2	Ontwerpeisen en schetsontwerp	22
2.4.3	Effectberekening	23
3	RESULTATEN	24
3.1	Infiltratie eerste watervoerende pakket	24
3.1.1	Infiltratie langs de Lekdijk	24
3.1.2	Infiltratie langs de regionale kering	35
3.2	Opknippen van peilgebieden	43
3.3	Aanpassing percentage volgen bodemdaling	47
3.4	Drukdrainage/A-WIS	51
3.5	Overzicht resultaten	57
3.5.1	Infiltratie eerste watervoerende pakket	57
3.5.2	Opknippen van peilgebieden	59
3.5.3	Aanpassing percentage volgen bodemdaling	60
3.5.4	Drukdrainage/A-WIS	61

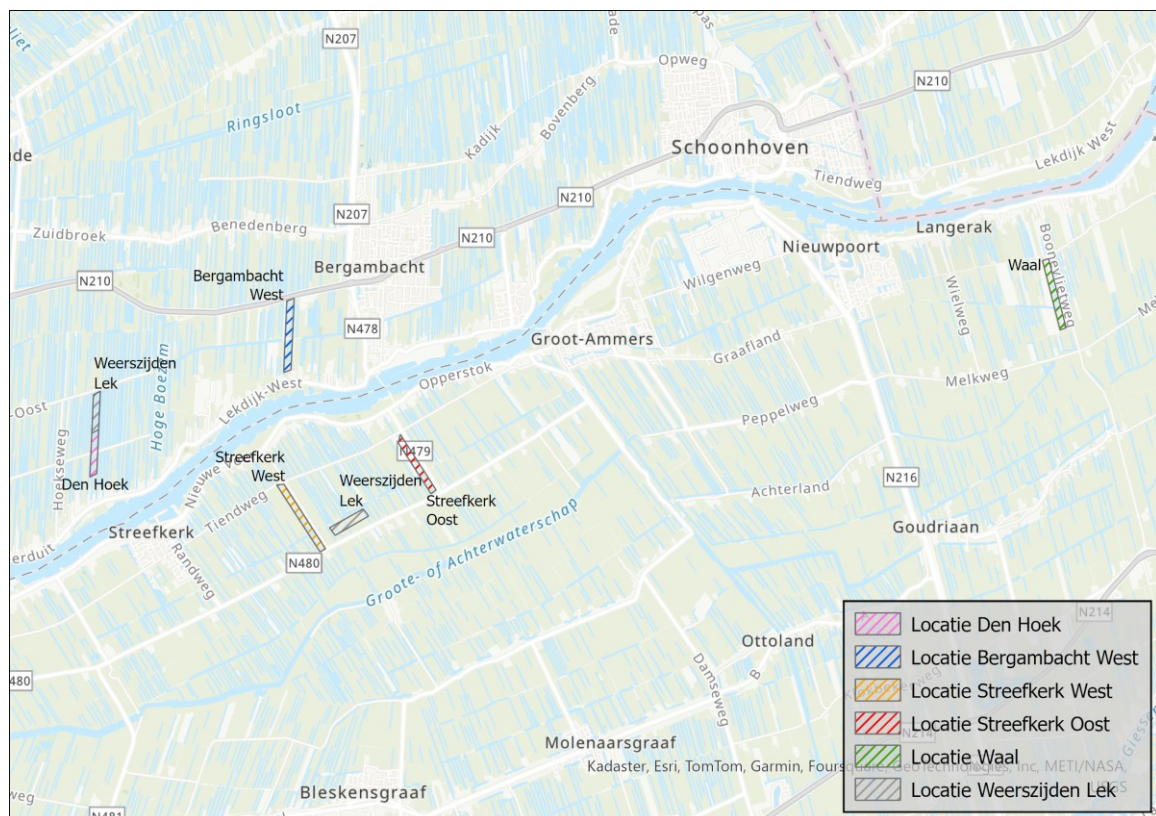
4	EFFECTIVITEIT	62
4.1	Effectiviteit mitigatie stijghoogteverlagingen onder de waterkeringen	62
4.2	Effectiviteit verminderen van de freatische verlagingen	64
5	CONCLUSIES EN ADVIES	66
5.1	Hydrologische effectiviteit	66
5.2	Bijkomende effecten als gevolg van de mitigerende maatregelen	67
5.3	Advies keuze mitigerende maatregelen	67
6	REFERENTIES	71
	Laatste pagina	71
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Infiltratie putten berekeningen	1
II	Herinfiltratie 15M Streefkerk West	2

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Door veranderende zuiveringsmethoden en een groeiende vraag naar drinkwater verwacht Oasen rond 2030 een tekort voor de leveringscapaciteit van drinkwater. Om leveringszekerheid te kunnen garanderen is extra win- en productiecapaciteit nodig. Voor de nieuwe winning voorziet Oasen een capaciteit van 8 miljoen m³ per jaar. Hiervoor zijn 6 locaties in beeld in de Alblasserwaard en de Krimpenerwaard. De zoekgebieden voor de locaties zijn gegeven in afbeelding 1.1.

Afbeelding 1.1 De 6 locatiealternatieven



Voor dit onderzoek is een expertgroep gevormd met deelnemers van de betrokken overheden. De experts brengen vanuit hun organisatie specifieke en relevante kennis aan. Op 2 oktober 2024 heeft de eerste expertsessie plaatsgevonden, waarbij geïnventariseerd is welke mitigerende maatregelen mogelijk gebruikt kunnen worden en welke onderzoeksmethodiek het beste te gebruiken is om de effectiviteit van de mitigerende maatregelen te bepalen. De uitgangspunten zijn beschreven in een startnotitie.

In het bestuurlijk overleg, wat heeft plaatsgevonden op 7 november 2024, is de startnotitie vastgesteld, waarna het deelonderzoek mitigerende maatregelen is uitgewerkt.

1.2 Definitie mitigatie en compensatie

In het rapport zal meerdere malen worden verwezen naar mitigerende maatregelen. Na afstemming met de expertgroep in het startoverleg, is de volgende definitie van een mitigerende maatregel gehanteerd: *'Mitigerende maatregelen zijn maatregelen die kunnen worden genomen om de negatieve effecten van de winning op het milieu te voorkomen of te minimaliseren (er treden minder effecten op).'*

De mitigatie zal hierbij gericht zijn op het verminderen van de **primaire effecten**, oftewel **hydrologische maatregelen** die de verlaging van de grondwaterstanden of stijghoogten beperken. Mitigerende maatregelen verschillen daarmee van compenserende maatregelen. In dit onderzoek worden compenserende maatregelen als volgt beschreven:

'Compenserende maatregelen zijn acties die worden ondernomen om onvermijdelijke negatieve effecten te herstellen of te verzachten, met als doel de ontstane schade te compenseren.'

Compensatie is dus gericht op de **secundaire effecten** die soms niet kunnen worden voorkomen, oftewel maatregelen die secundaire effecten kleiner maken.

Het onderzoek gaat over de **mitigerende maatregelen** voor het verminderen van de **primaire effecten**, oftewel **hydrologische** maatregelen die de verlaging van de grondwaterstanden of stijghoogten beperken. Afgeleide effecten op gebruiksfuncties en compenserende maatregelen voor eventuele resteffecten worden, met en zonder mitigerende maatregelen, in de expertgroep nadere analyse afgeleide effecten besproken.

1.3 Mitigerende maatregelen

Het doel van de mitigerende maatregelen is het verminderen van de afgeleide effecten ten gevolge van de winning. De afgeleide effecten waar hier rekening mee zijn gehouden zijn de volgende:

- waterkeringen;
- landbouw;
- natuur;
- infrastructuur/bebouwing;
- CO₂.

Voor het mitigeren van de effecten wordt gekeken naar twee mogelijke richtingen:

- 1 het verminderen van de stijghoogteverlagingen;
- 2 het verminderen van de freatische verlaging.

Om deze richtingen te verkennen is er in de uitgangspuntennotitie vastgelegd om de volgende (hydrologische) mitigerende maatregelen te onderzoeken op effectiviteit:

- verminderen verlaging stijghoogte:
 - infiltratie in het eerste watervoerende pakket, zowel langs de Lekdijk als langs de regionale kering;
- verminderen freatische verlaging:
 - het opknippen van peilgebieden;
 - variatie in welk percentage bodemdaling wordt geïndexeerd;
 - drukdrainage/A-WIS.

Een andere optie is om de winning op te splitsen in meerdere winlocaties. Dit is eerder onderzocht en heeft vorm gekregen in een extra locatiealternatief met 2 keer 4 Mm³/jaar. Het toevoegen van dit locatiealternatief is vastgelegd in het bestuurlijk overleg van 27 mei 2024.

Den Hoek (Krimpenerwaard) + Streefkerk Parallel (Alblasserwaard) wordt meegenomen als locatiealternatief, waarin ook nog aanvullende mitigerende maatregelen worden onderzocht. De mitigerende maatregelen voor Weerszijden Lek zijn hetzelfde als voor de andere 5 locatiealternatieven.

1.4 Doel en resultaat onderzoek

Het doel van dit rapport is om tot een voorstel te komen voor de mee te nemen maatregelen in fase I. Om tot dit voorstel te komen, wordt de hydrologische effectiviteit van de maatregelen verkend. Onderdeel hiervan is ook het bepalen van de randvoorwaarden voor de mitigerende maatregelen, waaronder deze maatregelen realistisch kunnen worden uitgevoerd.

Omdat dit een verkenning is naar de hydrologische effectiviteit, is er nog geen bepaling van de afgeleide effecten gemaakt. Deze kwantificering zal per onderwerp bepaald worden in de specifieke deelrapporten.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de mogelijke mitigerende maatregelen nader toegelicht en wordt een eerste schetsontwerp voor deze maatregelen gegeven. Deze maatregelen worden doorgerekend in hoofdstuk 3, waarna in hoofdstuk 4 de hydrologische effectiviteit van de mitigerende maatregelen wordt besproken. In hoofdstuk 5 volgen ten slotte de conclusie en het advies voor de keuze van mitigerende maatregelen.

MOGELIJKE MITIGERENDE MAATREGELEN

De mitigerende maatregelen die in de startnotitie zijn geïdentificeerd, worden in dit hoofdstuk verder uitgewerkt. Per mitigerende maatregel zal eerst worden gekeken naar de werking van deze maatregel, waarna de ontwerpeisen en randvoorwaarden voor de maatregel worden gebruikt om een schetsontwerp te maken. Vervolgens is de maatregel met het grondwatermodel doorgerekend ter verkenning van de effectiviteit.

2.1 Infiltratie eerste watervoerende pakket

2.1.1 Werking

Infiltratie in het eerste watervoerende pakket houdt in dat water wordt geïnfiltreerd in het eerste watervoerende pakket door middel van infiltratieputten. Het doel van deze infiltratie is om de verlaging van de stijghoogte te verminderen, zodat er minder diepe zettingen optreden.

Vanuit het infiltratiebesluit volgt dat het water dat gebruikt wordt voor de infiltratie minstens van dezelfde kwaliteit is als in het bestaande eerste watervoerend pakket. Om dit te bereiken zijn er twee opties:

- opnieuw infiltreren van onttrokken water;
- zuiveren van Lekwater tot drinkwaterkwaliteit.

Het zuiveren van het Lekwater vraagt om een ander en (veel uitgebreider) zuiveringsconcept met een andere reststroom dan de zuivering van het water uit het eerste watervoerend pakket. Daarnaast kan dit gezuiverde oppervlaktewater dan beter gelijk als drinkwater worden gebruikt, in plaats van dit water te infiltreren. Om deze reden is ervoor gekozen om als bron voor het water het onttrokken water te gebruiken. Het gevolg hiervan is dat er extra water moet worden onttrokken om te voldoen aan de 8 miljoen m³ en de aanvullende infiltratievraag.

De bedoeling van de infiltratie is in dit geval om de zettingen bij de keringen te verminderen. De infiltratie wordt dus geplaatst nabij de keringen. Het gaat hierbij zowel om de kering langs de Lekdijk als de regionale keringen in de Alblasserwaard. De primaire keringen en de regionale keringen worden afzonderlijk beschouwd.

Het zoekgebied voor het plaatsen van de putten is het gebied waar in de situatie zonder mitigerende maatregelen stijghoogteverlagingen optreden in het eerste watervoerend pakket ter plaatse van de beschermingszone van de keringen. Uiteraard worden de infiltratieputten gepland buiten de beschermingszone van de keringen en achter de woningen langs de dijk.

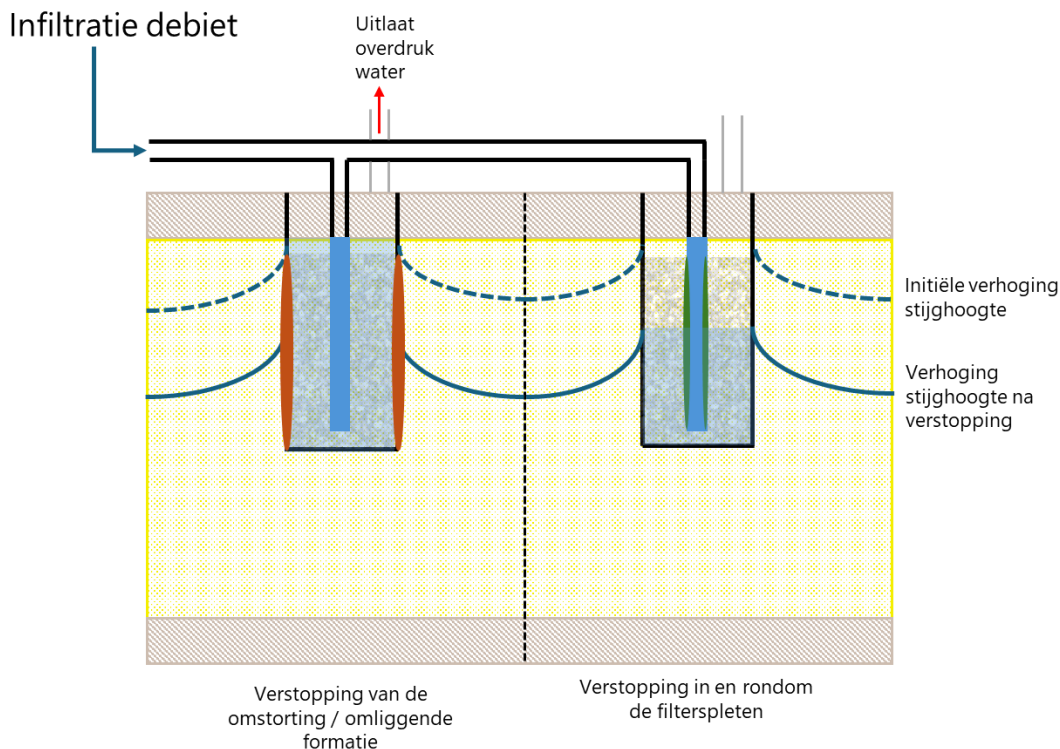
Aandachtspunten

Bij infiltratie spelen een aantal belangrijke aandachtspunten, namelijk:

- putverstopping;
- opbarstrisico bij de infiltratieput;
- ruimtegebruik van de putten;
- wateroverlast.

Door het infiltreren van grondwater kan het filter verstopen. Het effect hiervan is weergegeven in afbeelding 2.1. Verstopping kan komen door zowel chemische (neerslag van ijzer of mangaan) als biologische oorzaken. Door verstopping neemt de putcapaciteit in de tijd (geleidelijk) af, wat door regeneratie niet volledig wordt hersteld. Omdat deze maatregel gedurende de levensduur van de winning van kracht moet blijven, moet er ook bij verstopping voldoende infiltratiecapaciteit zijn om te voldoen aan de watervraag. Indien dit niet het geval is, moet de capaciteit van de winning na verloop van tijd worden verlaagd.

Afbeelding 2.1 Verandering stijghoogte door verstopping bij gelijkblijvende drukhoogte. In het geval van verstopping bij de filterspleten neemt de druk af tussen de spleten en de omstorting. Bij verstopping van de omstorting neemt de druk af tussen de omstorting en de omliggende formatie. In beide gevallen leidt dit tot een verminderd effect bij gelijkblijvende drukhoogte in de infiltratiebuis



Bij een verhoging van de stijghoogte is er zowel in de Alblasserwaard als de Krimpenerwaard sprake van een opbarst risico bij de infiltratieput. Lokaal kan er bij de putten een hogere stijghoogte ontstaan dan de kritische stijghoogtegrens voor opbarsten, omdat er ook een verhoging wordt veroorzaakt door het cumulatieve effect van de andere (nabij gelegen) infiltratieputten. Zonder beheersmaatregelen zal dit leiden tot opbarsten en mogelijk piping.

Om te voorkomen dat de stijghoogte in de infiltratievoorziening te hoog wordt, wordt er in het ontwerp een overstortpijp voorzien om dit risico in de uitvoering te beheersen. Deze overstortpijp voert water af als de stijghoogte hoger wordt dan de maximaal toelaatbare stijghoogte (kritische stijghoogtegrens). Als de stijghoogte in de put oploopt vanwege de verstopping en de overstort in werking treedt, wordt er geen of minder water geïnfiltreerd. Het gevolg hiervan is minder mitigatie van de stijghoogteverlaging en afname van de effectiviteit.

Lokaal kan een infiltratievoorziening dus leiden tot overcompensatie van de stijghoogte. Dit kan, naast het risico op opbarsten, ook een hogere grondwaterstand veroorzaken, waardoor lokaal wateroverlast toeneemt en de dijkveiligheid af kan nemen. Om dit te voorkomen is een uitgebreid regelschema nodig om te voorkomen dat de stijghoogte te veel toeneemt.

De infiltratievoorziening zal leiden tot aanvullend ruimtegebruik voor de drinkwaterwinning. Naast de ruimte voor de putten zelf, moet er ook ruimte zijn voor leidingwerk en onderhoudsruimte.

2.1.2 Ontwerpeisen en schetsontwerp

Voor het ontwerp zijn er een aantal eisen:

- de infiltratieputten worden in het invloedsgebied van de winning en zo dicht mogelijk bij de beschermingszone van de kering geplaatst om de stijghoogteverlagingen onder de keringen zo veel mogelijk te kunnen mitigeren. Zo dicht mogelijk betekent dat deze buiten de beschermingszone is geplaatst en achter eventuele bebouwing langs de kering;
- de infiltratievoorziening mag niet leiden tot opbarsten (in en rond de put), omdat hiermee een risico van piping (waterveiligheid) ontstaat en de leveringszekerheid van de winning in gevaar komt omdat er minder water geïnfiltreerd wordt (stijghoogteverlaging wordt dan minder gemitigeerd).

Naast de eisen zijn er ook een aantal randvoorwaarden. Deze zijn het gevolg van de bodemopbouw in het systeem:

- 1 de doorlatendheden van de ondergrond leiden tot een maximaal theoretisch infiltratiedebiet. Dit is het debiet dat op basis van de bodemkenmerken maximaal kan worden geïnfiltreerd;
- 2 de maximale stijghoogte blijft door de overstortvoorziening lager dan de stijghoogte bij opbarsten. Meer infiltreren dan de verhoging voor de kritische opbarstgrens toelaat, is dus niet zinvol.

Deze randvoorwaarden zorgen gezamenlijk voor een grens aan het infiltratiedebiet, waarbij het water geïnfiltreerd kan worden en er geen opbarsten optreedt. Als putten dicht bij elkaar staan, kunnen deze invloed hebben op elkaar. Dit zorgt ervoor dat het maximale debiet om opbarsten te voorkomen afhankelijk is van de putafstand.

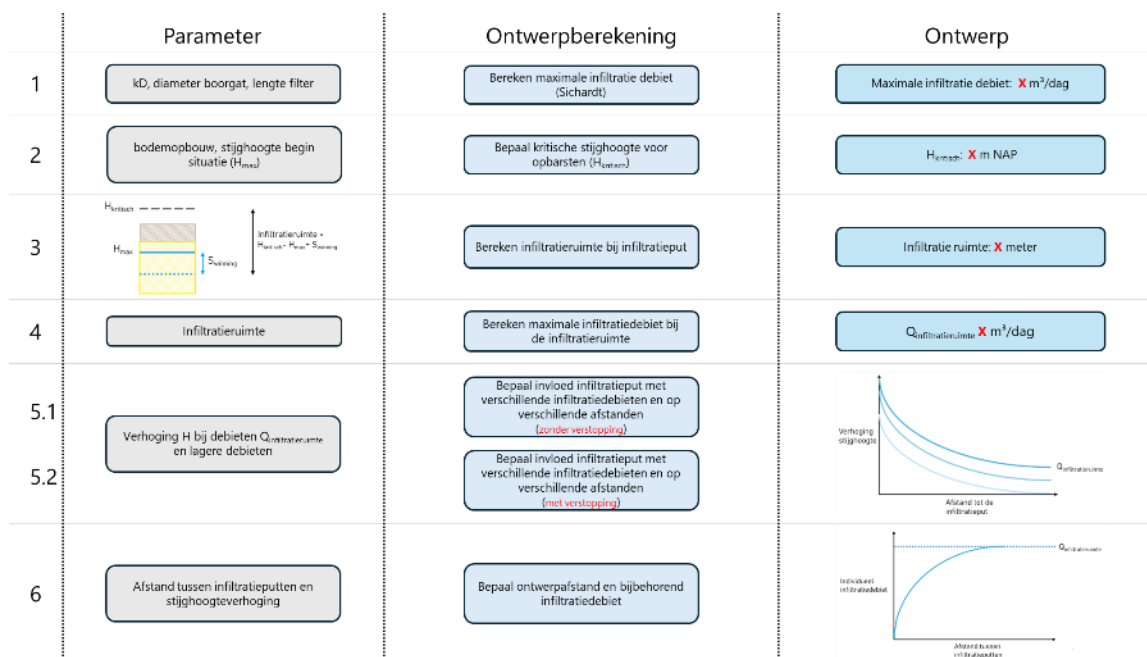
Putverstopping

In paragraaf 2.1.1 is aangegeven dat putverstopping een aandachtspunt is. Bij het bepalen van het schetsontwerp dient hier rekening mee gehouden te worden. De putverstopping zal in de tijd geleidelijk toenemen en kan door regeneratie worden vertraagd, maar niet volledig worden verholpen. Omdat de mate van putverstopping over tijd (en levensduur van de winning) verandert, is er voor de berekening een waarde op basis van expert-judgement aangehouden. Deze waarde is een afname van het maximale debiet met 50 %.

Bepalen maximaal infiltratie debiet

De randvoorwaarden zorgen voor een maximaal debiet. Afbeelding 2.2 laat het schema zien waarmee dit maximale debiet wordt bepaald. Dit schema wordt onder de afbeelding uitgebreider toegelicht.

Afbeelding 2.2 Schema voor het bepalen maximaal debiet



Stap 1 in het schema is de bepaling van het theoretische maximum infiltratiedebiet. Dit infiltratiedebiet wordt bepaald aan de hand van de formule van Sichardt. Omdat de bodemparameters per locatie kunnen verschillen, is dit maximale debiet locatieafhankelijk. Uit de berekening voor de huidige situatie volgen de maximale infiltratie debieten zoals weergegeven in tabel 2.1. De uitgangspunten om tot deze waarden te komen zijn gegeven in Tabel I.1.

Tabel 2.1 Berekende maximale infiltratie debieten

Herinfiltratie type	Den Hoek	Bergambacht West	Streefkerk West	Streefkerk Oost	Waal	Weerszijden Lek Alblasserwaard	Weerszijden Lek Krimpenerwaard
primaire waterkering [m ³ /dag]	1.700	1.460	1.550	1.700	1.550	1.550	1.700
regionale waterkering [m ³ /dag]	n.v.t	n.v.t	1.800	1.860	1.460	1.800	n.v.t

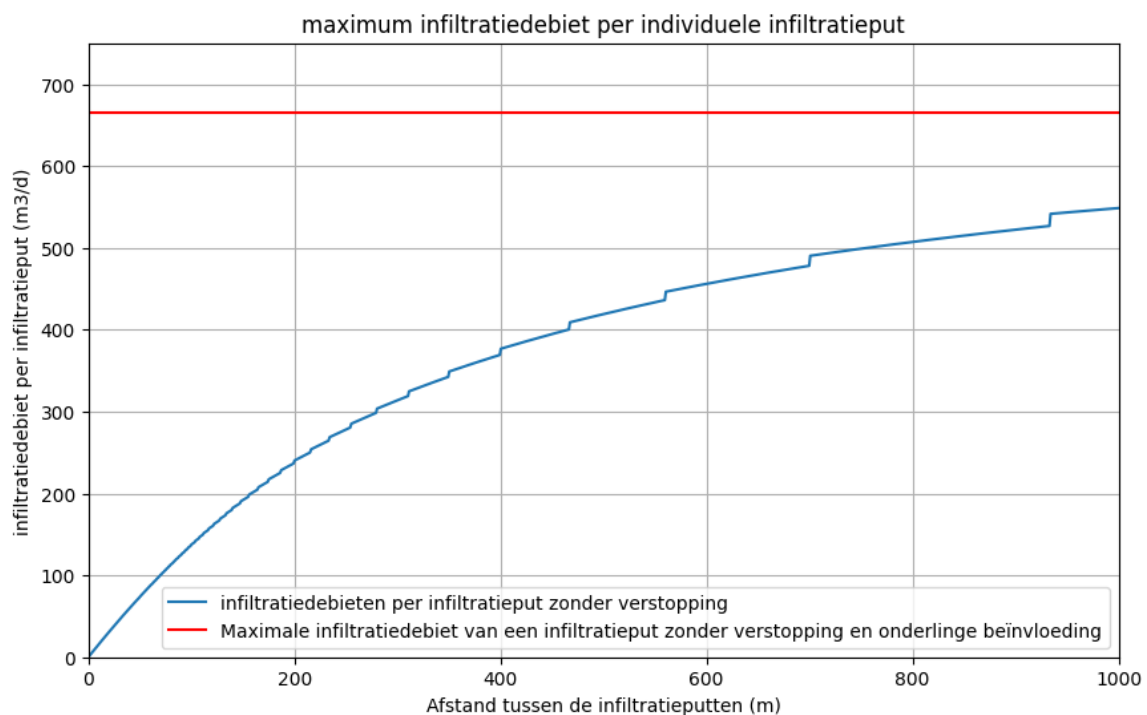
In stap 2 tot en met 6 wordt de grens van het debiet om opbarsten te voorkomen bepaald. De uitwerking van deze stappen zijn hieronder uitgebreider toegelicht:

- bepalen kritische stijghoogte:** de maximale stijghoogte wordt bepaald aan de hand van de bodemopbouw ter plaatse van het zoekgebied. De maximale berekende stijghoogte waarbij de ondergrond nog niet opbarst, is weergegeven in Tabel I.2;
- bepalen infiltratieruimte:** de infiltratieruimte wordt bepaald door de afstand tussen de GHG en de kritische stijghoogte. In werkelijkheid kan de stijghoogte hoger zijn dan de GHG en zou het veiliger zijn om uit te gaan van de maximum stijghoogte. In dat geval is het maximale infiltratiedebiet lager dan hier is bepaald. De maximale infiltratieruimte is weergegeven in Tabel I.2;

- 4 **bereken maximaal infiltratiedebiet voor opbarsten enkele put:** op basis van de formule van De Glee wordt aan de hand van de maximale verhoging van de stijghoogte op de boorgatwand en de bodemkenmerken een maximaal infiltratiedebiet bepaald voor een enkele put. Bij putverstopping zal het maximale infiltratiedebiet afnemen. In het geval zonder putverstopping is het maximale infiltratiedebiet voor de locatiealternatieven weergegeven Tabel I.3;
- 5 **bereken verhoging op afstand van put:** in de praktijk zal bij een voldoende kleine putafstand de verhoging bij de ene put invloed hebben op de verhoging bij een andere put. Om dit effect mee te nemen wordt de verhoging van de stijghoogte op verschillende afstanden van de infiltratieput bepaald. Dit wordt gedaan voor meerdere infiltratiedebieten;
- 6 **bereken maximum infiltratiedebiet voor opbarsten:** door middel van superpositie worden de verhogingen door de infiltratie bij elkaar opgeteld. Hiermee kan het maximale debiet per putafstand worden bepaald.

Uit het maximum infiltratiedebiet voor opbarsten en het theoretische maximum infiltratiedebiet, volgt het maximum te infiltreren debiet. Deze waarde is enkel afhankelijk van de putafstand. Het maximale debiet om opbarsten te voorkomen is maatgevend, omdat deze voor alle putafstanden kleiner is dan het theoretisch maximum infiltratiedebiet. Een voorbeeld van de benadering voor het maatgevende debiet is gegeven in afbeelding 2.3. Hieruit blijkt dat voor de herinfiltratie langs de Lekdijk voor locatiealternatief Streefkerk West een putafstand van 100 meter, het maximum infiltratiedebiet zonder verstopping ongeveer 137,5 m³/d per put is. Bij een verstopping zal dit maximale debiet afnemen.

Afbeelding 2.3 Benadering van het maximuminfiltratiedebiet zonder opbarsten bij gebruik van meerdere infiltratiepunten



Op basis van de putafstand en het debiet per put, kan de totale infiltratiecapaciteit worden bepaald als over het hele beïnvloedingsgebied wordt geïnfiltreerd. In tabel 2.2 is een voorbeeld gegeven hoe de totale infiltratiecapaciteit is bepaald voor Streefkerk West. Voor de overige locaties is dezelfde methode toegepast.

Het totale debiet dat kan worden geïnfiltreerd neemt toe naarmate de putafstand afneemt. Er is relatief weinig verschil tussen een putafstand van 10 tot 50 meter.

Tabel 2.2 Voorbeeld analyse voor de herinfiltratie langs de Lekdijk voor locatiealternatief Streefkerk West

Put-afstand (m)	Maximaal debiet per put zonder verstopping [m ³ /d]	Aantal putten per kilometer	Debiet per kilometer [m ³ /d]	Totaaldebit per kilometer [Mm ³ /j]	Totaaldebit voor beïnvloedingsgebied {5,7 km} [Mm ³ /j]	Maximaal debiet voor beïnvloedingsgebied bij afname door verstopping met 50 % [Mm ³ /j]
10	15,5	100	1.550	0,57	3,23	1,62
25	38,1	40	1.525	0,56	3,17	1,59
50	73,7	20	1.475	0,54	3,07	1,54
100	137,5	10	1.375	0,50	2,86	1,43
200	240,1	5	1.200	0,44	2,50	1,25
500	419,0	2	838	0,31	1,74	0,87

Op basis van het maximaal te infiltreren debiet in combinatie met praktische uitwerking lijkt een putafstand vanaf 50 meter een minimale realistische onderlinge ontwerpafstand. Op kortere afstand is de onderlinge beïnvloeding van de putten groot en is er relatief veel invloed van kleine verschillen in ondergrond op het maximale infiltratiedebiet.

Voor het schetsontwerp is gekozen vanuit praktisch oogpunt voor een ontwerpputafstand van 100 meter. Er zijn putten op 100 meter afstand van elkaar gekozen over de gehele lengte waar er verlagingen groter dan 5 cm optreden in het eerste watervoerende pakket.

2.1.3 Effectberekening grondwatermodel

Zoals aangegeven in paragraaf 2.1.2 wordt uitgegaan van een ontwerpputafstand van 100 meter. In de basis worden de putten geplaatst over de gehele lengte van het invloedsgebied in het eerste watervoerende pakket. Het bijbehorende debiet per put zonder verstopping is weergegeven in Tabel 1.3. Voor de effectberekening in het grondwatermodel is uitgegaan van 50 % verstopping, zodat de verstopping die naar verwachting op gaat treden wordt meegenomen.

In werkelijkheid is het niet overal realistisch om infiltratieputten te plaatsen. Voorbeelden hiervan zijn de bebouwde kernen van Bergambacht en Streefkerk. De locaties waar in deze verkenning wordt geïnfiltreerd zijn gegeven in respectievelijk afbeelding 2.4 en afbeelding 2.5. Het gevolg hiervan is dat het aantal gemodelleerde putten lager kan zijn dan als er over het volledige invloedsgebied wordt geïnfiltreerd.

De gemodelleerde hoeveel infiltratieputten en het bijbehorende infiltratiedebiet uitgaande van onderling beïnvloeding, én 50 % verstopping is weergegeven in tabel 2.3.

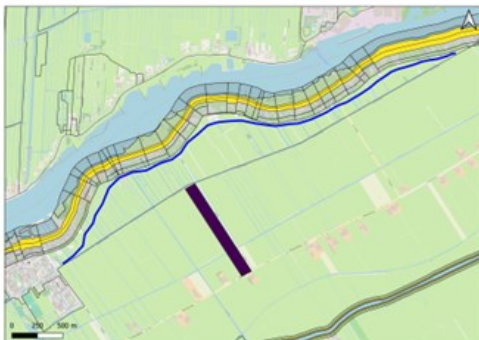
De extra onttrekking bij de Weerszijden Lek locatie vindt plaats op de locatie waar de infiltratie ook plaatsvindt. Dit betekent bijvoorbeeld dat er voor de modellering van infiltratie bij de primaire keringen in de Krimpenerwaard 4,5 Mm³/jaar wordt onttrokken en in de Alblasserwaard 4,4 Mm³/jaar.

Tabel 2.3 Totaal geïnfiltreerd debiet per locatie voor de primaire keringen en regionale keringen bij 100 m putafstand

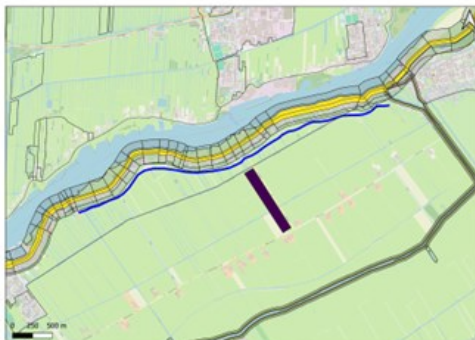
Locatie	Primaire keringen				Regionale keringen		
	Debiet [m ³ /d]	Aantal putten [-]	Totaal infiltratiedebiet [Mm ³ /jaar]		Debiet [m ³ /d]	Aantal putten [-]	Totaal infiltratiedebiet [Mm ³ /jaar]
Den Hoek	75	54	1,5		n.v.t	n.v.t	n.v.t
Bergambacht West	120	40	1,8		n.v.t	n.v.t	n.v.t
Streefkerk West	70	41	1,0		130	78	3,7
Streefkerk Oost	87	40	1,3		110	72	2,9
Waal	25	35	0,3		143	19	1,0
Weerszijden Lek Alblasserwaard	35	40	0,5		100	63	2,3
Weerszijden Lek Krimpenerwaard	32	36	0,4		n.v.t	n.v.t	n.v.t

Afbeelding 2.4 De rekenkundige locaties van de infiltratieputten aan de primaire waterkering (Lekdijk) voor de verschillende locatiealternatieven

Streefkerk west



Streefkerk oost



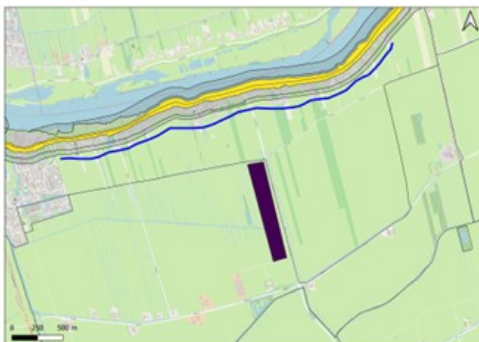
Den Hoek



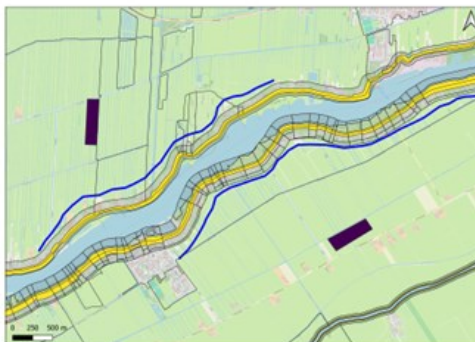
Bergambacht West



Waal



2x4



Infiltratieputten

— Infiltratie putten primaire waterkering

Waterkeringen

Waterstaatswerk

Beschermingszone

Puttenveld

Puttenveld

Orginele peilgebieden

Afbeelding 2.5 De rekenkundige locaties van de infiltratieputten aan de regionale waterkering (boezemkering) voor de verschillende locatiealternatieven

Streefkerk west



Streefkerk oost



Waal



2x4



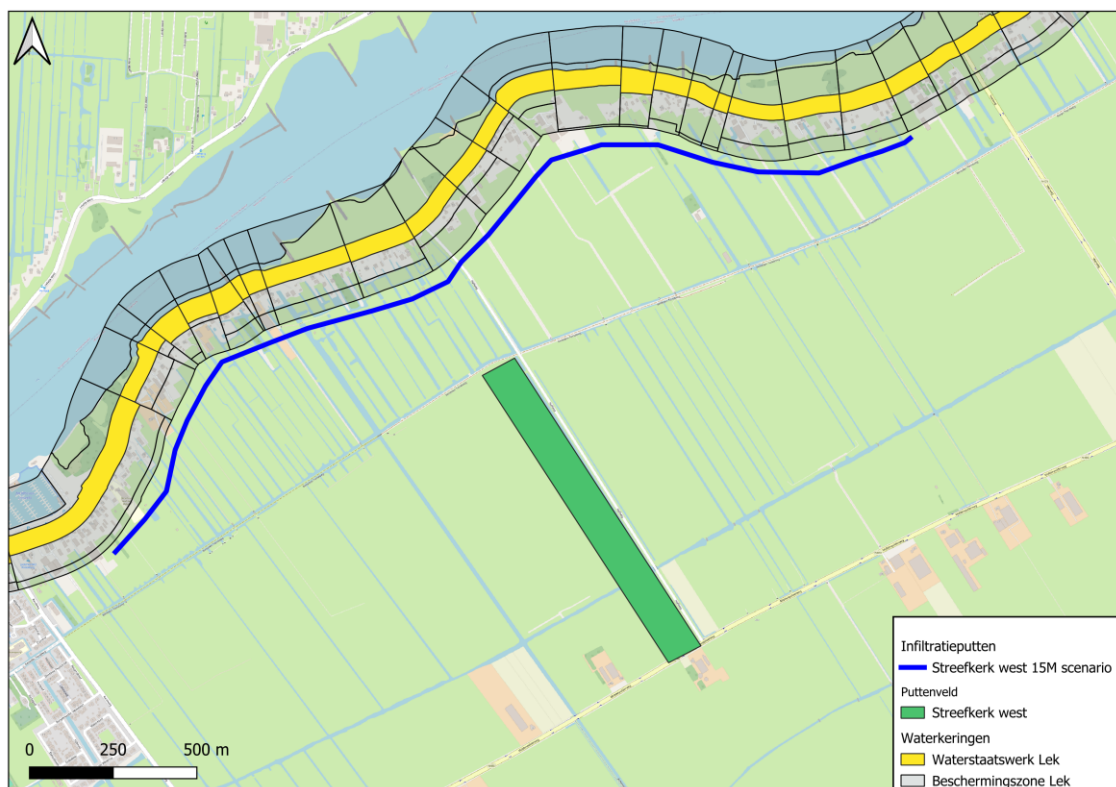
- Infiltratieputten**
 — Infiltratieputten regionale waterkering
- Waterkeringen**
 — Waterstaatswerk
 — Beschermingszone
- Puttenveld**
 — Puttenveld
 — Originele peilgebieden

Verkenning 0-effect

Vanuit het bestuurlijk overleg is gevraagd om te kijken of het mogelijk is om met infiltratie de effecten op de keringen volledig te mitigeren (0-effect). Uit de theoretische analyse in paragraaf 2.1.2 blijkt dat vanwege opbarsten een volledige mitigatie van de effecten in werkelijkheid niet mogelijk is.

In een grondwatermodel vindt opbarsten niet plaats, dus kan een hoger theoretisch en dus hypothetisch debiet worden toegevoegd. Daarom is aanvullend aan de ontwerp analyse nog een extra hypothetische analyse gedaan. Deze verkenning bestaat uit het infiltreren van een totaal infiltratiedebiet van 15,0 Mm³. Dit komt neer op een infiltratiedebiet per put van 1.175 m³/dag. De rekenkundige locaties van de infiltratieputten in dit hypothetische scenario zijn weergegeven in afbeelding 2.6.

Afbeelding 2.6 De rekenkundige locaties van de infiltratieputten aan de primaire waterkering Lekdijk voor het hypothetische extreme infiltratiescenario bij Streefkerk West



2.2 Opknippen peilgebieden

2.2.1 Werking

De bodemdaling die wordt veroorzaakt door de winning volgt niet de grenzen van de bestaande peilgebieden. Bij peilaanpassing van deze bodemdaling kan dit in grote peilgebieden leiden tot een over- en onderindexatie, waarbij rond de winning het peil te weinig wordt aangepast en verder weg het peil te veel wordt aangepast.

Om deze over- en onderindexatie te verminderen, kan een peilgebied worden opgeknipt in kleinere peilgebieden, waarbij de grootste effecten in een apart peilgebied vallen. In dit peilgebied zal dan relatief veel peilaanpassing plaatsvinden, maar in de andere peilgebieden hoeft er minder aangepast te worden.

Aandachtspunten

In het peilgebied rond de winning zal de peilaanpassing relatief hoog zijn. Het gevolg hiervan is dat dit peilgebied waarschijnlijk lager komt te liggen dan de omliggende gebieden. Dit leidt ertoe dat er kunstwerken, zoals stuwen en gemalen, nodig zijn voor de nieuwe peilgebieden.

Daarnaast kan het zijn dat er in de nieuwe peilgebieden bestaande A-watergangen liggen. Deze zijn ook belangrijk voor de water aan- en afvoer van andere peilgebieden. De aan- en afvoercapaciteit moet gelijk blijven, waardoor de A-watergangen mogelijk moeten worden omgelegd.

Het wordt erkend dat het opknippen een grote ingreep is op het watersysteem. Het opknippen van peilgebieden is echter een bewezen techniek en dus technisch gezien haalbaar (geen risico).

2.2.2 Ontwerpeisen en schetsontwerp

Voor het opknippen van peilgebieden zijn er een aantal ontwerpeisen. De belangrijkste eisen zijn:

- het gebied met de grootste bodemdaling moet binnen het nieuwe peilgebied liggen;
- bestaande aan- en afvoerstructuren moeten zo veel mogelijk intact worden gehouden;
- binnen de nieuwe peilgebieden moeten watergangen aanwezig zijn.

Met bovenstaande eisen zijn in overleg met Waterschap Rivierenland (Alblasserwaard) en het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard (Krimpenerwaard) de peilgebieden waar de winning plaatsvindt opgeknipt in kleinere peilgebieden. De schets van de nieuwe peilgebiedsgrenzen is weergegeven in afbeelding 2.7.

Afbeelding 2.7 Overzicht van de huidige peilgebieden en in rood de nieuwe grens van het extra peilgebied in het model voor de verschillende locatiealternatieven



2.2.3 Effectberekening

In het model wordt de indexatie berekend zoals deze ook is berekend in de situatie zonder mitigerende maatregelen. Uitgangspunt hierbij is dat de nieuwe peilgebieden weinig invloed hebben op de diepe zettingen en deze dus niet veranderen.

Het zomer- en winterpeil voor de nieuwe peilgebieden is in eerste instantie gelijk aan het peil in het peilgebied. Deze zal na de eerste indexatie van 2043 gaan afwijken.

2.3 Aanpassing percentage volgen bodemdaling

2.3.1 Werking

Aanpassing van het percentage volgen bodemdaling, houdt in dat het percentage van de bodemdaling dat wordt meegenomen in de aanpassing van de oppervlaktewaterpeilen verandert. Aanpassen van het percentage bodemdaling dat wordt gevolgd leidt ertoe dat er minder veenoxidatie plaatsvindt, waardoor de uitstoot van broeikasgassen zal verminderen en er minder bodemdaling plaatsvindt. Aanpassing van het percentage volgen bodemdaling is een lokale freatische maatregel.

Aandachtspunten

Als gevolg van het aanpassen van het percentage volgen bodemdaling zal de ontwateringsdiepte afnemen. Dit kan effect hebben op de gebruiksfuncties. Om dit effect te minimaliseren, wordt er onderscheid gemaakt tussen agrarisch gebied, bebouwing en peilgebieden bestaande uit natuur.

Daarnaast kan het zijn dat voor het minder volgen van de bodemdaling nog steeds aanpassingen nodig zijn aan kunstwerken (zoals stuwen of gemalen). Het aanpassen of vervangen van kunstwerken is een bewezen techniek en dus technisch gezien haalbaar (geen risico).

2.3.2 Ontwerpeisen en schetsontwerp

Het percentage van de bodemdaling dat wordt gevolgd moet passen bij de gebruiksfunctie van het peilgebied. Omdat geldt de afwijkende peilaanpassing alleen voor peilgebieden binnen (en grenzend aan) het invloedsgebied van de winning.

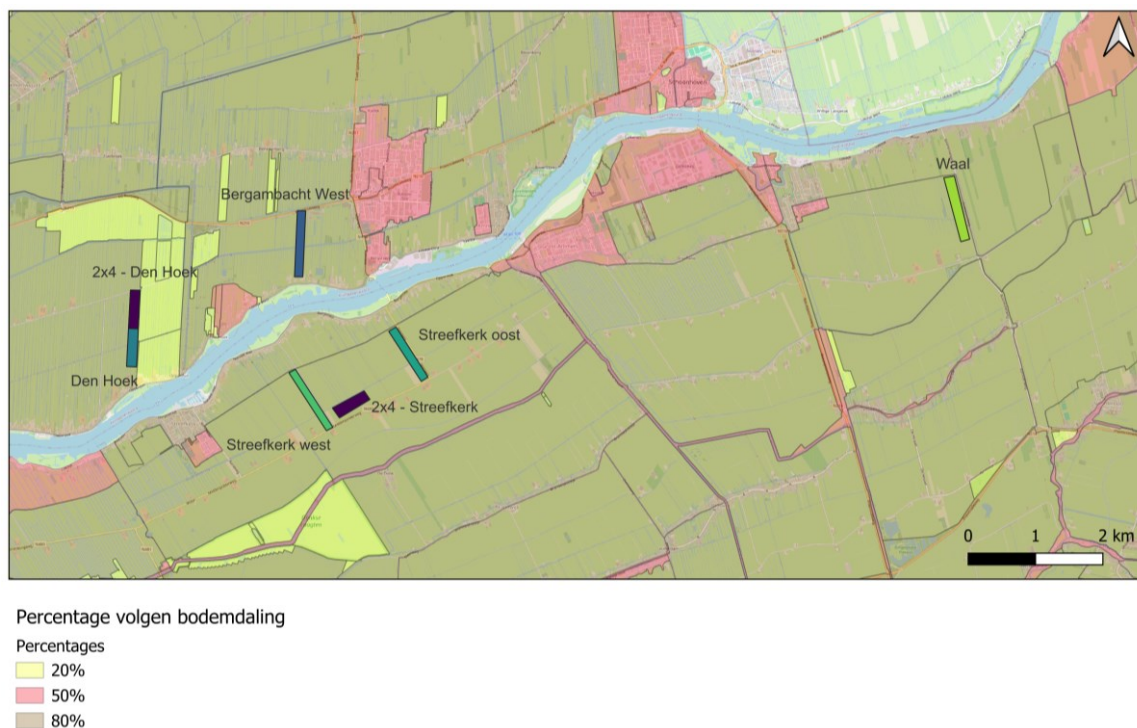
Over het algemeen geldt dat de ontwateringsdiepte het gevoeligst is bij de peilgebieden met een agrarische functie. Voor de stedelijke gebieden bestaan er al plannen om de indexatie aan te passen, zodat deze minder worden aangepast bij een bodemdaling. Voor natuurgebieden kan het ook gunstig zijn om te vernatten.

Dit leidt tot de volgende waarden voor het aanpassen van peilindexatie:

- agrarisch: 80 %;
- stedelijk: 50 %;
- natuur: 20 %.

De opdeling per peilgebied is weergegeven in afbeelding 2.8.

Afbeelding 2.8 Percentage van bodemdaling dat wordt meegenomen in de peilaanpassing



2.3.3 Effectberekening

In het model wordt de indexatie berekend zoals deze ook is berekend in de situatie zonder mitigerende maatregelen. Voor de relevante peilgebieden wordt het percentage indexatie aangepast.

2.4 Drukdrainage/A-WIS

2.4.1 Werking

Drukdrainage, of A-WIS (Automatisch Water Infiltratie Systeem), is een systeem dat de grondwaterstanden in de bodem reguleert door middel van ondergrondse drainagebuizen. Het systeem wordt zo ingericht dat deze alleen kan infiltreren, afhankelijk van de omstandigheden en de behoeften van de bodem en gewassen. Het doel is om de toename van de ontwateringsdiepte in de zomerperiode te verminderen en de CO₂-uitsluit in de veenweidegebieden daarmee te beperken. A-WIS is een lokale freatische maatregel.

Aandachtspunten

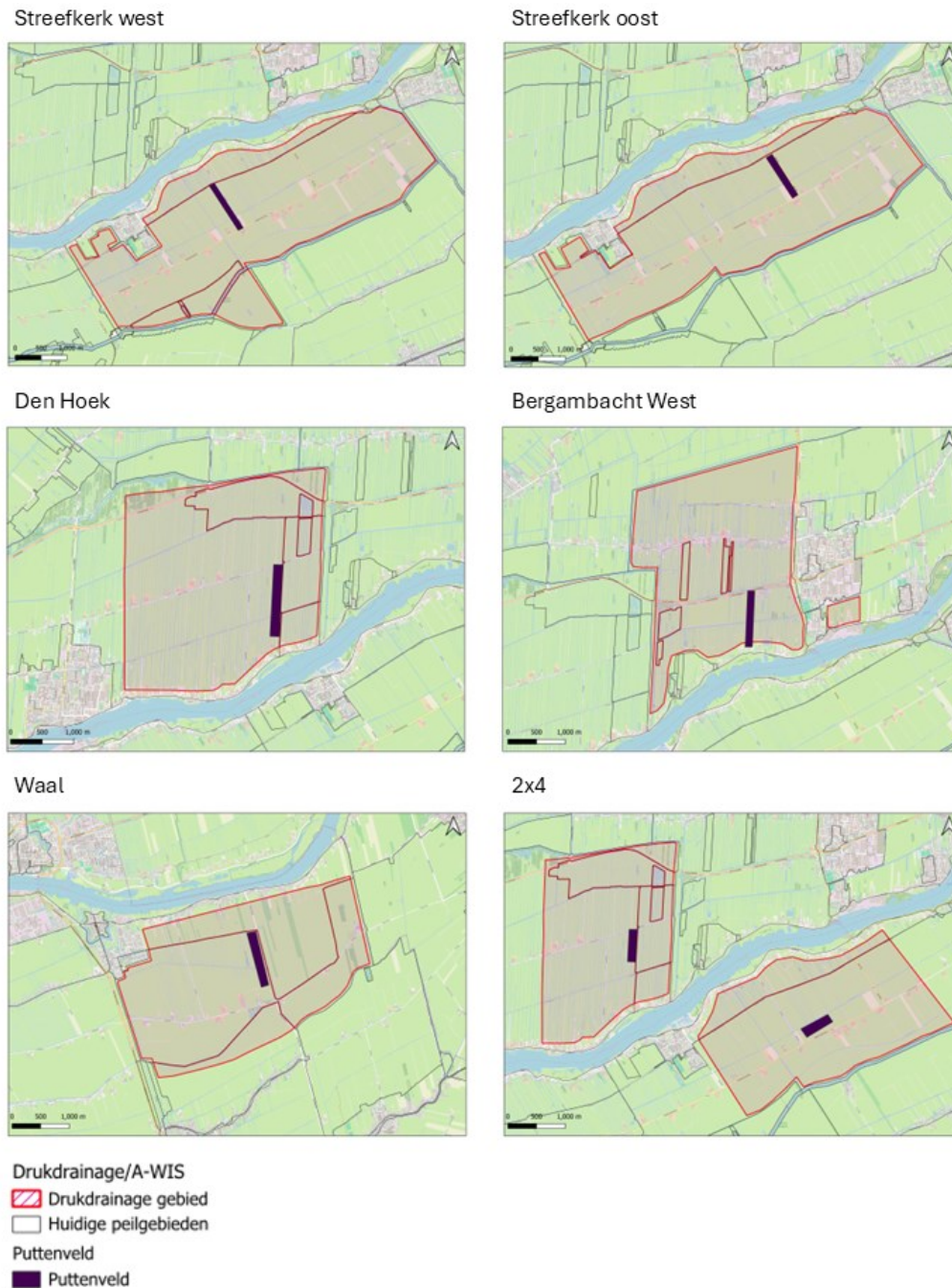
Het gebruik van A-WIS kan leiden tot een stijgende watervraag om aan de infiltratiebehoefte te voorzien. Daarnaast kunnen de infiltratiebuizen verstopt raken, waardoor de effectiviteit over de tijd afneemt. Een ander aandachtspunt bij A-WIS is dat het systeem versneld reageert, waardoor wateroverlast kan toenemen.

Met A-WIS wordt de grondwaterstand in het perceel beheerst door middel van ondergrondse drainagebuizen. De drainabuizen staan in verbinding met het oppervlaktewater. Het aanbrengen van drainagebuizen is een bewezen techniek en dus technisch gezien haalbaar. Mogelijk is ook aanpassing nodig aan watergangen of kunstwerken door de toegenomen aanvoer van water voor de infiltratie. De aanpassing van watergangen en kunstwerken is een bewezen techniek en dus technisch gezien haalbaar (geen risico).

2.4.2 Ontwerpeisen en schetsontwerp

Omdat A-WIS de verlaging van de freatische grondwaterstand tegengaat, is het enkel effectief om dit toe te passen in een gebied met freatische verlagingen. Voor maximaal effect worden deze systemen geplaatst in het hele gebied waar een freatische verlaging van meer dan 5 centimeter wordt berekend zonder mitigerende maatregelen.

Afbeelding 2.9 Overzicht van de ligging van de gebieden met A-WIS



2.4.3 Effectberekening

De A-WIS zijn modelmatig gemodelleerd door het opleggen van een vast peil in het gebied met drukdrainage. De peilen die hiervoor zijn gebruikt zijn de waterpeilen die horen bij de zomersituatie (GLG). Er wordt in deze verkenning alleen gekeken naar het effect in de GLG-situatie (de infiltratie).

3

RESULTATEN

3.1 Infiltratie eerste watervoerende pakket

In deze paragraaf worden de berekende resultaten van de infiltratie in het eerste watervoerend pakket beschouwd. In de resultaten wordt een vergelijking gemaakt tussen de effecten van de winning zonder de mitigerende maatregel (de referentiesituatie) en de effecten met mitigerende maatregel. De gebruikte methode voor de grondwatermodellering is in de basis toegelicht in het deelrapport geohydrologische effectberekeningen [ref. 1]. Voor de referentiesituatie is dezelfde methode gebruikt, alleen zijn de peilgebieden in dat geval niet aangepast. Het overzicht van de resultaten is gegeven in paragraaf 3.5.1.

3.1.1 Infiltratie langs de Lekdijk

Resultaten verkenning 0-effect

Om te analyseren of het bij hogere debieten mogelijk is om het effect volledig te mitigeren, zijn aanvullende berekeningen gemaakt. Deze berekeningen zijn gemaakt met debieten die in de praktijk niet haalbaar zijn, omdat dit zou leiden tot opbarsten.

Uit de theoretische berekeningen met het ontwerp gezien een onrealistisch hoog debiet blijkt dat het, zelfs met onrealistisch hoge waarden, niet mogelijk is om de verlagingen van de freatische grondwaterstand en stijghoogte onder de Lekdijk volledig te mitigeren. De afbeeldingen van de resultaten staan in afbeelding II.1 en afbeelding II.2.

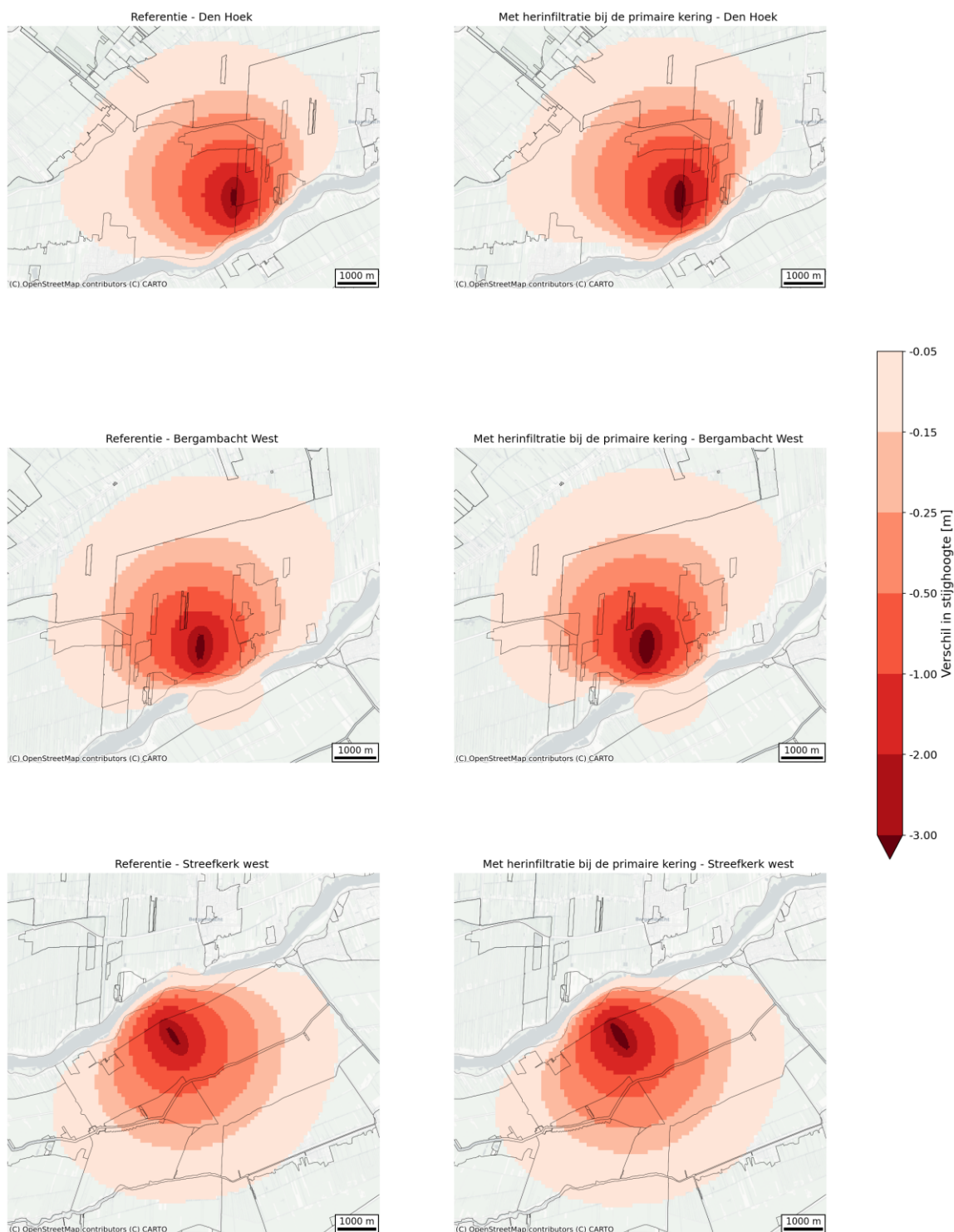
Door de extra onttrekking worden er verlagingen onder de Lekdijk gemodelleerd die verder liggen dan de verlagingen zonder extra onttrekking. Hierdoor blijft er een verlaging onder de Lekdijk, maar dan op een andere locatie. Bij het toevoegen van extra putten verplaatst de locatie van de verlaging zich. Daarom kan geconcludeerd worden dat het zelfs in een hypothetisch scenario niet mogelijk is om tot een situatie te komen waar er geen stijghoogteverlagingen optreden.

Effecten op stijghoogteverlagingen

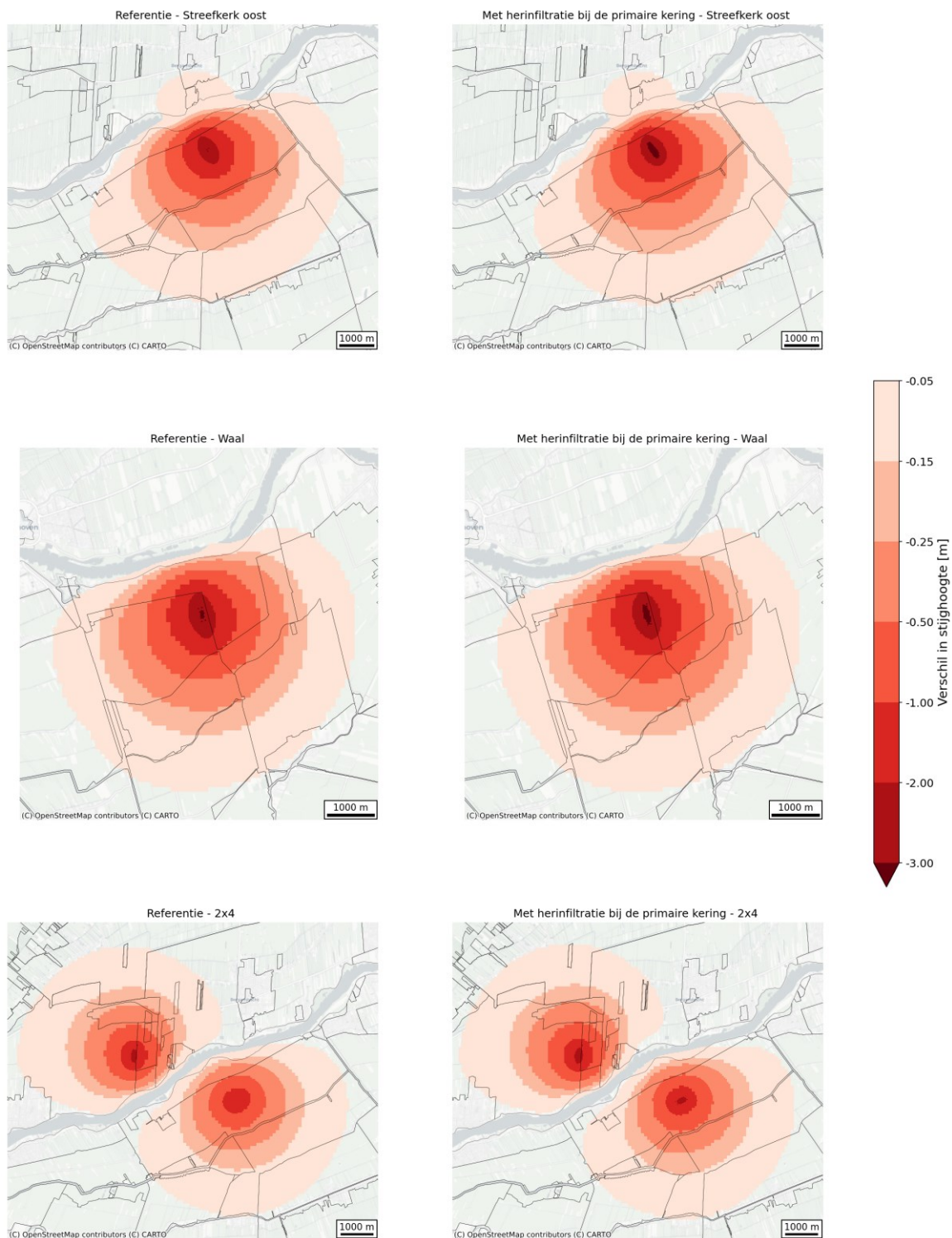
Ondanks infiltratie in het eerste watervoerend pakket langs de Lekdijk, blijven er stijghoogteverlagingen optreden onder de Lekdijk (afbeelding 3.1, afbeelding 3.2, afbeelding 3.3 en afbeelding 3.4). De herinfiltratie leidt tot een grotere maximale stijghoogteverlaging bij de Lekdijk voor bijna alle locatiealternatieven. Dit komt omdat de verlaging door de extra onttrekking lokaal groter is dan de verhoging door de infiltratie. Wel neemt het totale oppervlak waar er verlagingen van meer dan 5 centimeter optreden af. Dit is vooral merkbaar aan de randen van het invloedsgebied, omdat hier de verhoging door de herinfiltratie van het onttrokken water wel compenseert voor de extra onttrekking.

Ook leidt het extra onttrekkingsdebiet behorende bij de toegenomen infiltratie leidt tot sterkere verlagingen in het puttenveld en een vergroot oppervlakte waar sterkere verlagingen optreden.

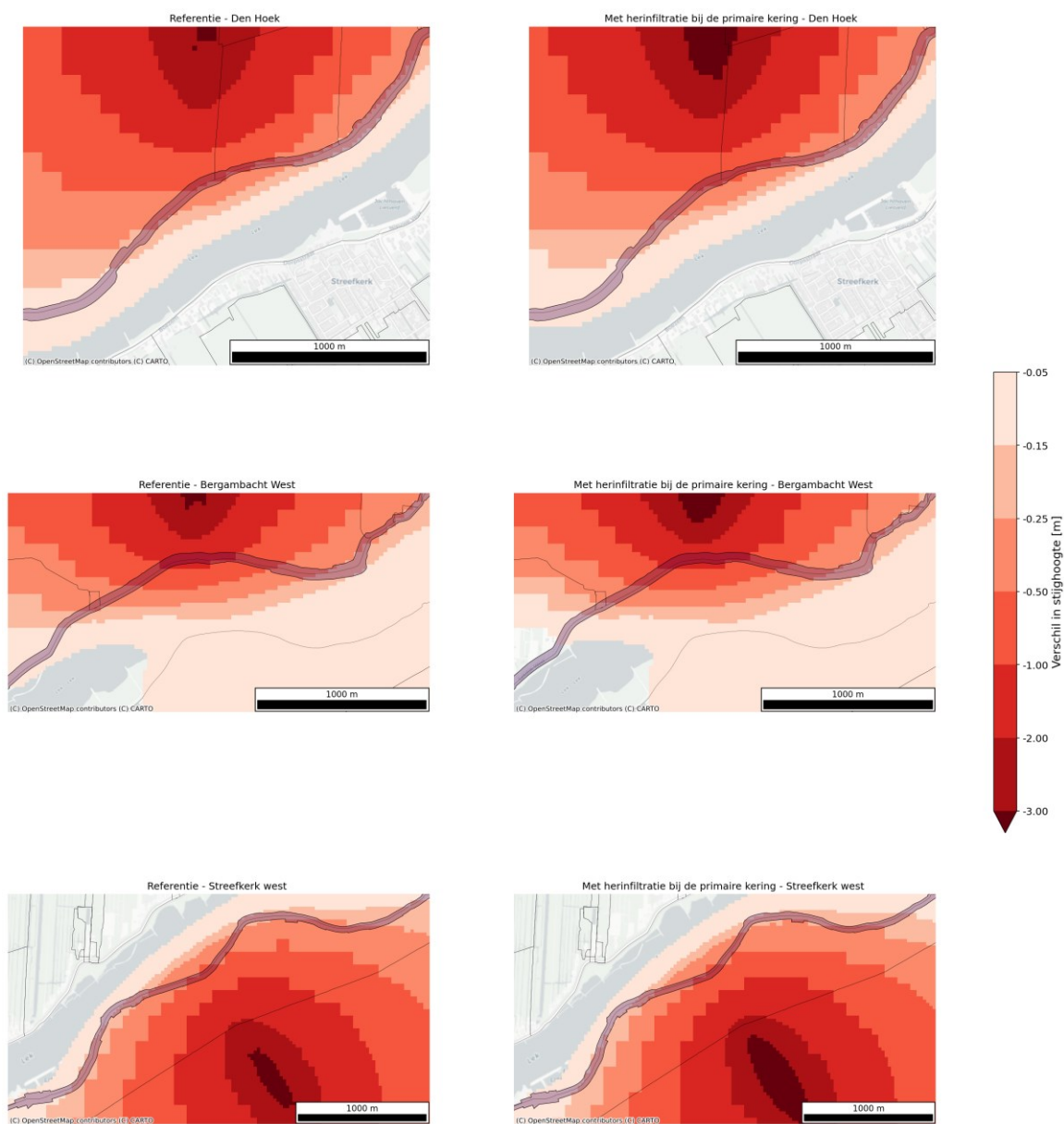
Afbeelding 3.1 Vergelijking van de stijghoogte verlaging van locatiealternatief Den Hoek, Bergambacht West, en Streefkerk West met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water



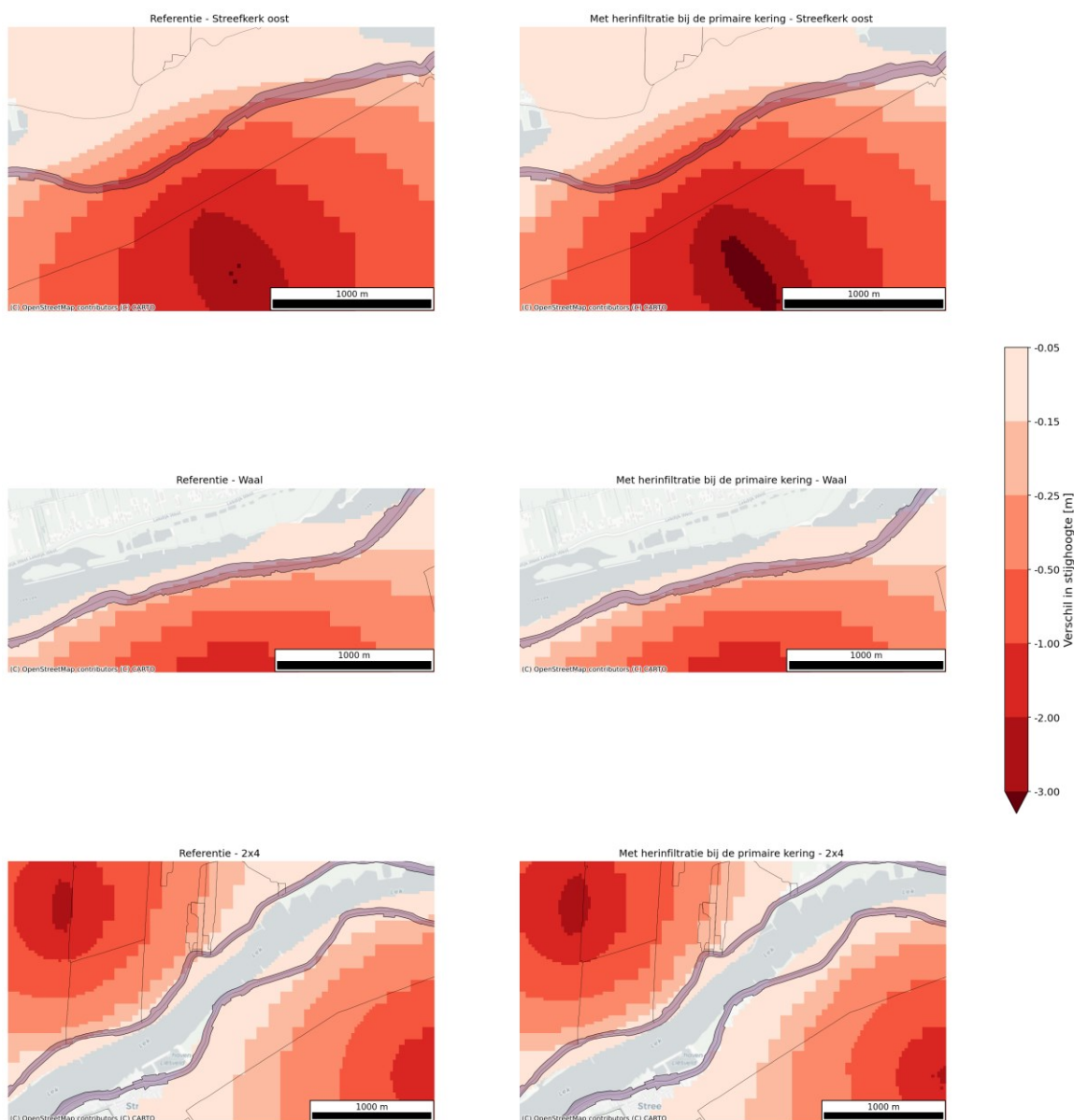
Afbeelding 3.2 Vergelijking van de stijghoogte verlaging van locatiealternatief Streefkerk Oost, Waal, en Weerszijden Lek (2x4) met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water



Afbeelding 3.3 Vergelijking van de stijghoogte verlaging van locatiealternatief Den Hoek, Bergambacht West, en Streefkerk West met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water, ingezoomd op de Lekdijk



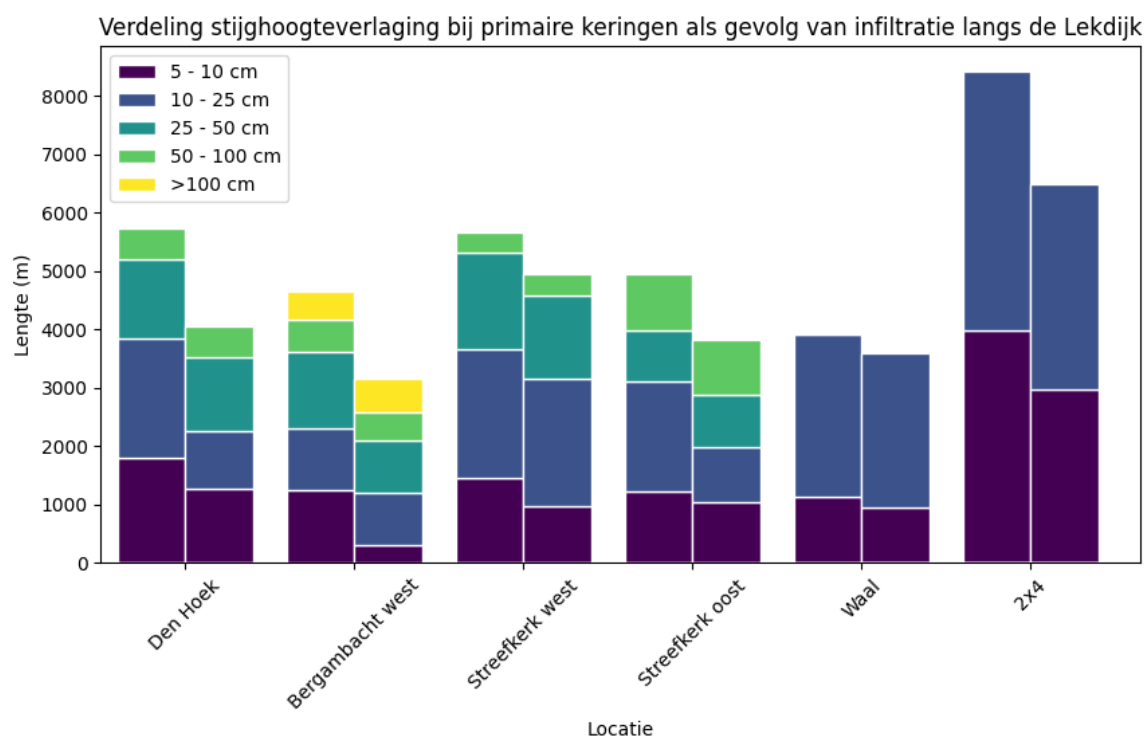
Afbeelding 3.4 Vergelijking van de stijghoogte verlaging van locatiealternatief Streefkerk Oost, Waal, en Weerszijden Lek (2x4) met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water, ingezoomd op de Lekdijk



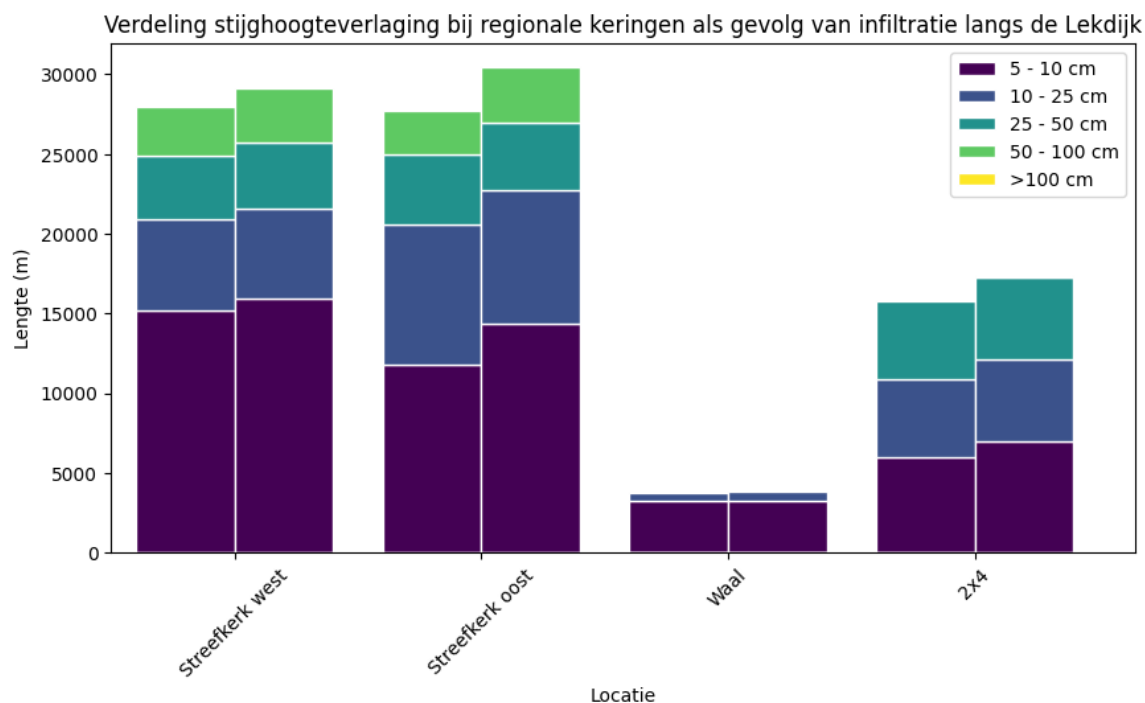
Het infiltreren van grondwater leidt tot een vermindering van de lengte van de Lekdijk die wordt beïnvloed door de winning (zie afbeelding 3.5). Met name de gebieden waar er voorheen een verlaging was van tussen de 5 - 10 cm en 10 - 25 cm zijn het sterkst afgenomen. Dit zijn de gebieden die het verste van de winning verwijderd zijn. De infiltratieputten zijn op deze locaties ook het meest effectief vanwege de balans tussen de extra onttrekking en de hoeveelheid infiltrerende water. De lengte waar er verlagingen groter dan 25 cm optreden blijft nagenoeg gelijk aan de referentiesituatie.

Het infiltreren van grondwater langs de Lekdijk leidt daarentegen tot een verhoging van de lengte van de regionale kering die wordt beïnvloed door de winning (afbeelding 3.6). De extra onttrekking leidt tot een groter invloedsgebied ten zuiden van de winning waardoor de lengte van de regionale kering die wordt beïnvloed door de winning toe neemt. Met name de gebieden waar er voorheen een verlaging was van tussen de 5 - 10 cm is het sterkst toegenomen.

Afbeelding 3.5 Verdeling van de stijghoogteverlagingen bij de primaire keringen als gevolg van infiltratie langs de Lekdijk. De linkerkant is de referentiesituatie, de rechterkant is de situatie met infiltratie



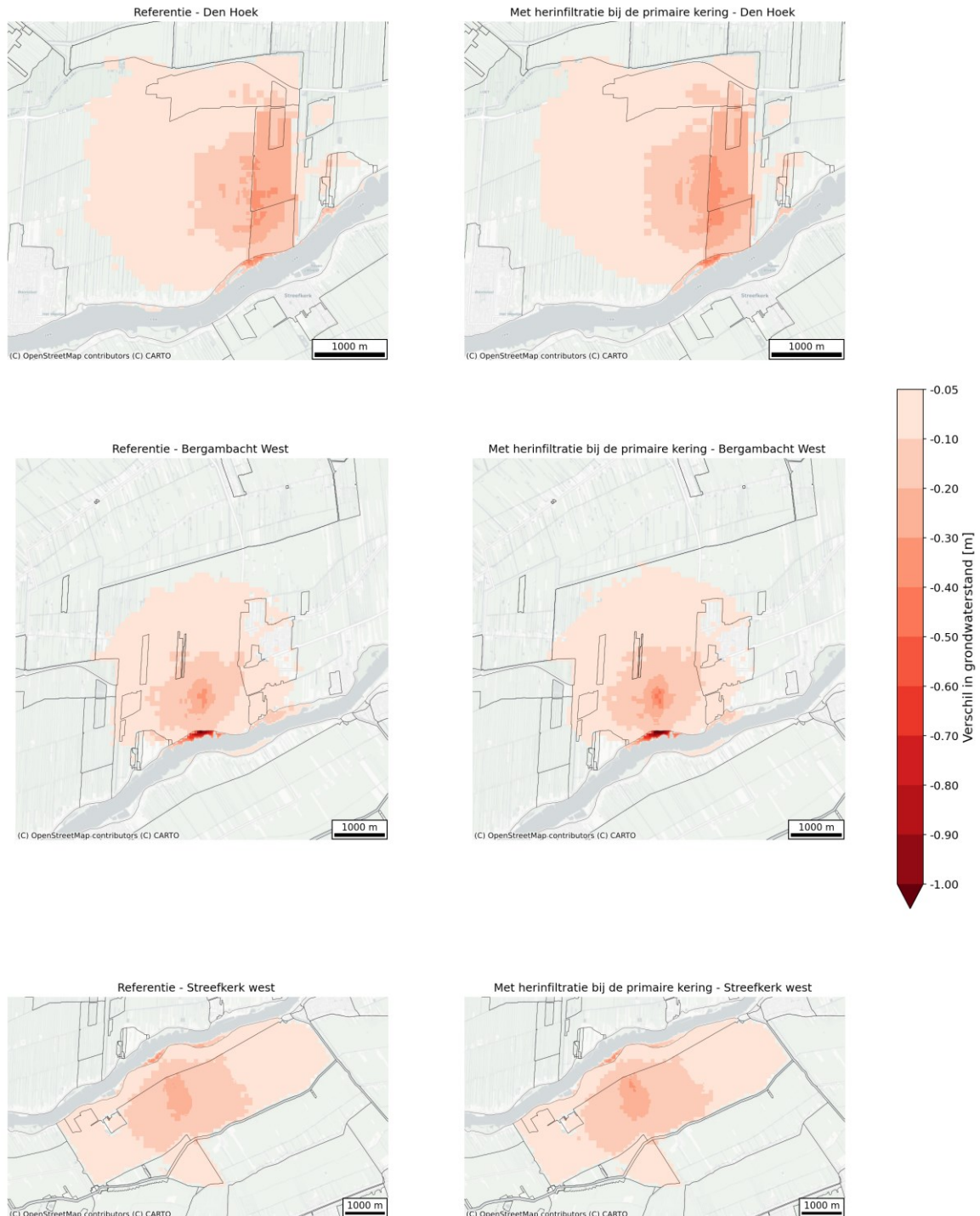
Afbeelding 3.6 Verdeling van de stijghoogteverlagingen bij de regionale keringen als gevolg van infiltratie langs de Lekdijk. De linkerkant is de referentiesituatie, de rechterkant is de situatie met infiltratie



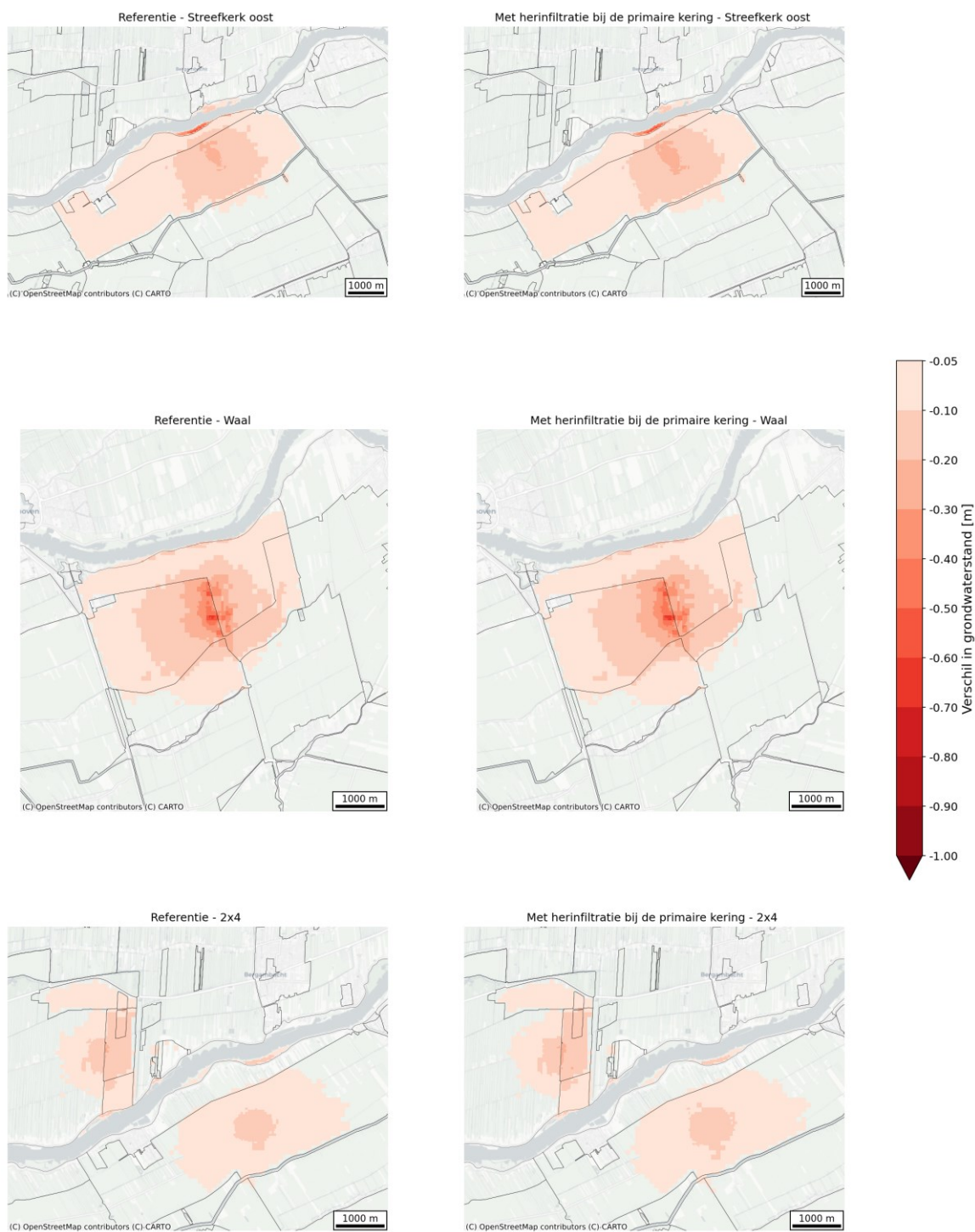
Effecten op freatische verlagingen

Ondanks infiltratie in het eerste watervoerende pakket langs de Lekdijk, blijven er freatische verlagingen optreden langs de Lekdijk (afbeelding 3.7, afbeelding 3.8, afbeelding 3.9 en afbeelding 3.10). De herinfiltratie leidt tot sterkere maximale freatische verlagingen in het gebied, omdat er ook meer grondwater onttrokken moet worden.

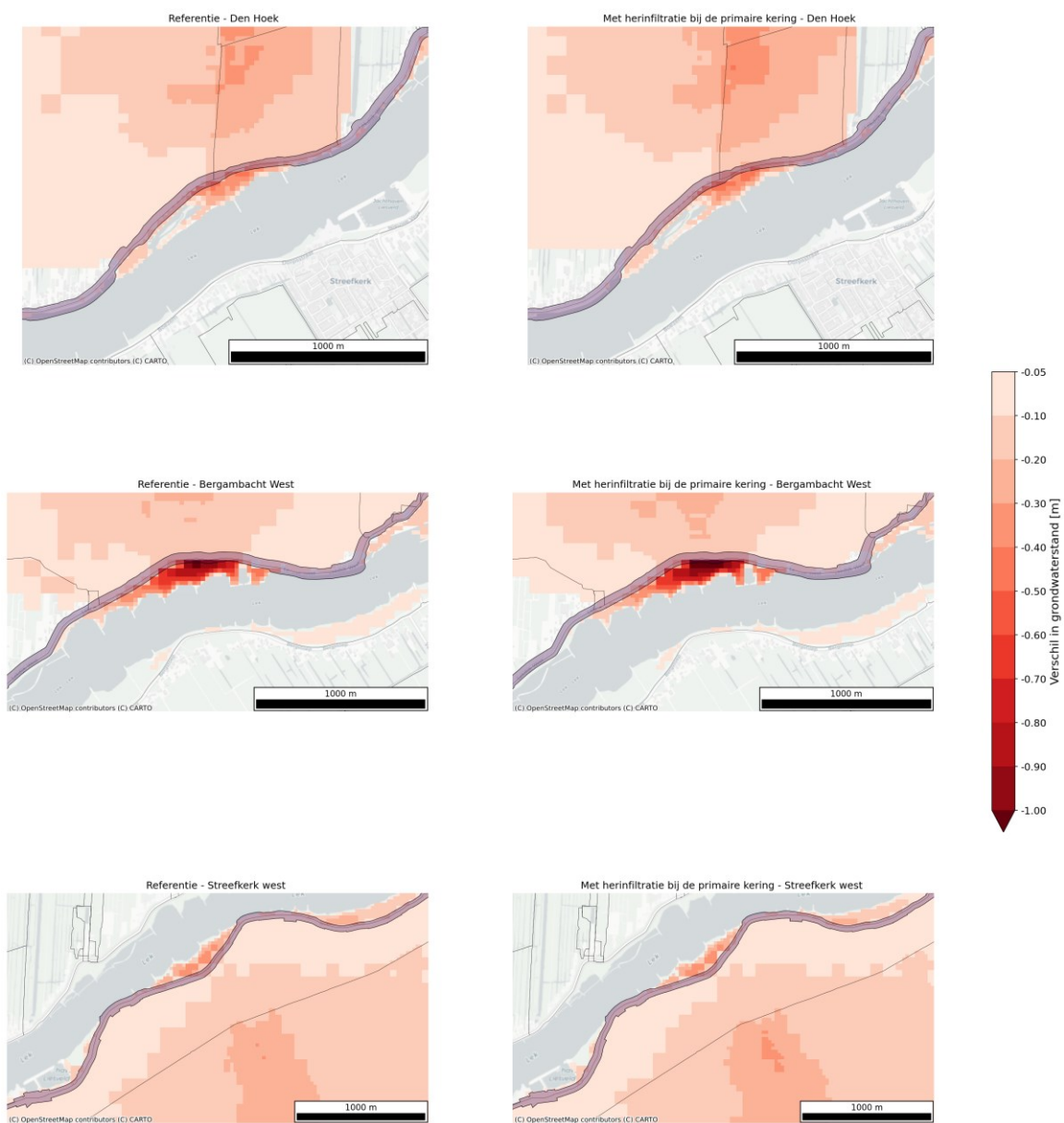
Afbeelding 3.7 Vergelijking van de freatische verlaging van locatiealternatief Den Hoek, Bergambacht West, Streefkerk West met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water



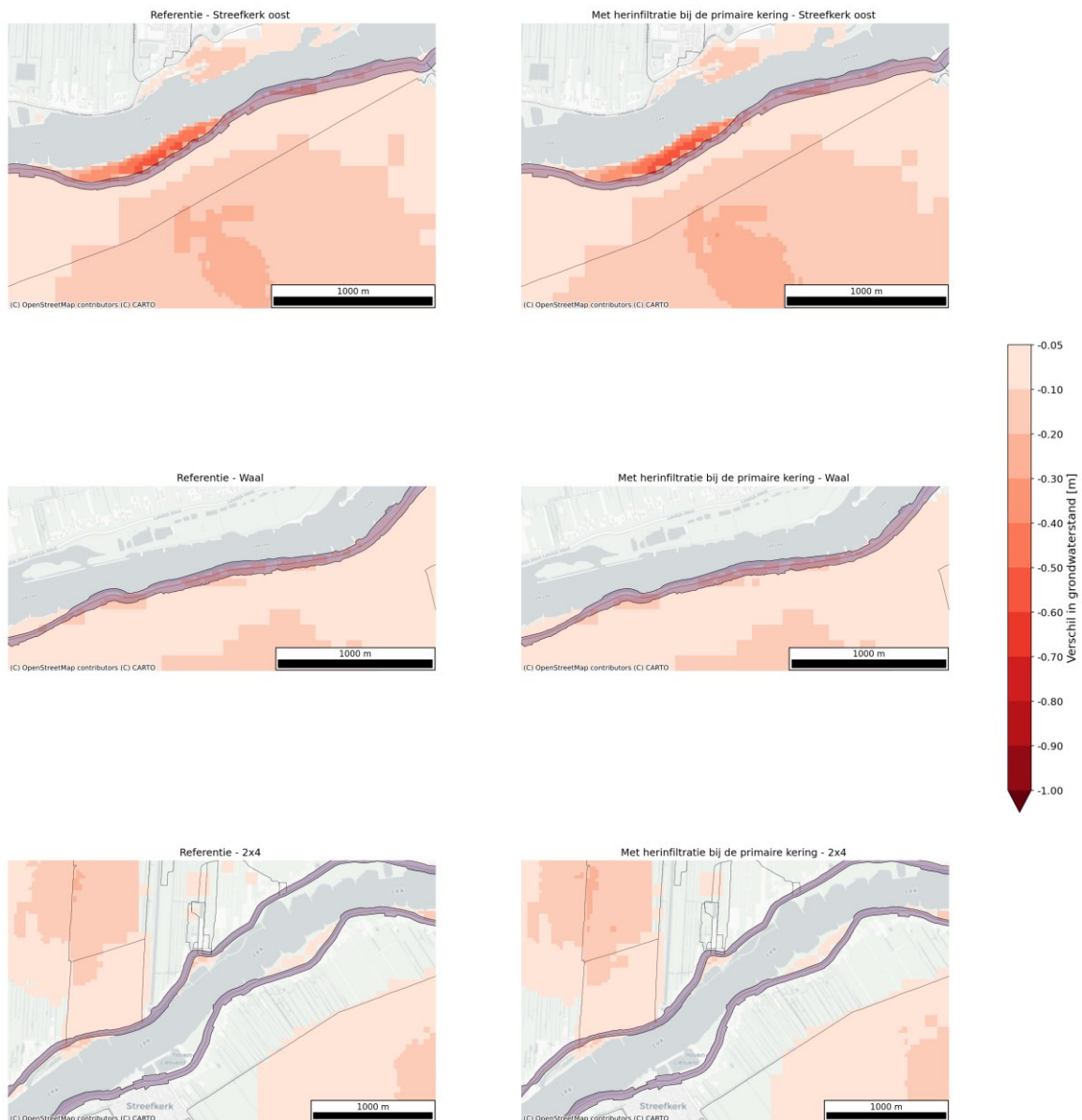
Afbeelding 3.8 Vergelijking van de freatische verlaging van locatiealternatief Streefkerk Oost, Waal, en Weerszijden Lek (2x4) met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water



Afbeelding 3.9 Vergelijking van de freatische verlaging van locatiealternatief Den Hoek, Bergambacht West, Streefkerk West met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water, ingezoomd op de Lekdijk



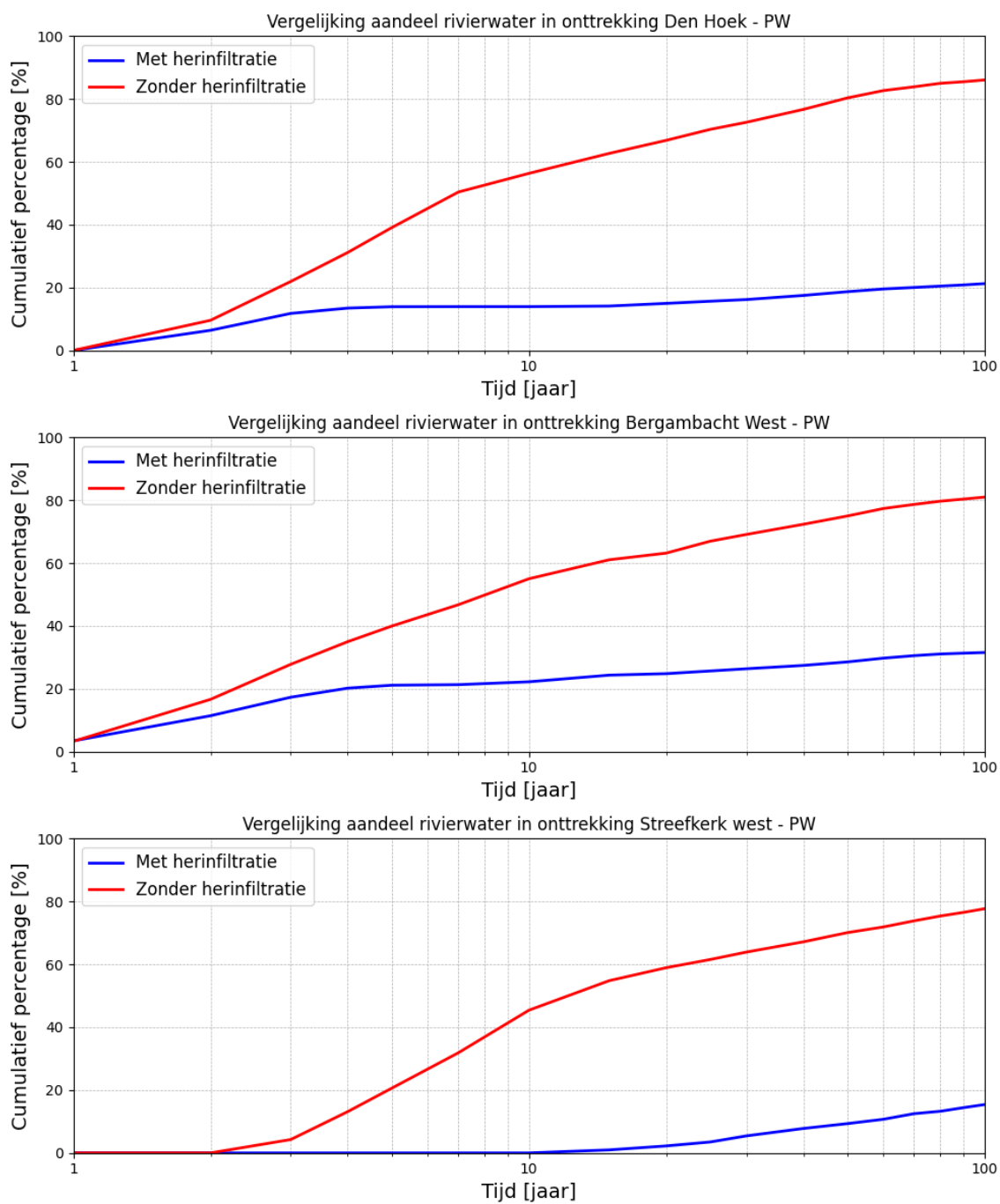
Abbeelding 3.10 Vergelijking van de freatische verlaging van locatiealternatief Streefkerk Oost, Waal, en Weerszijden Lek (2x4) met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water, ingezoomd op de Lekdijk



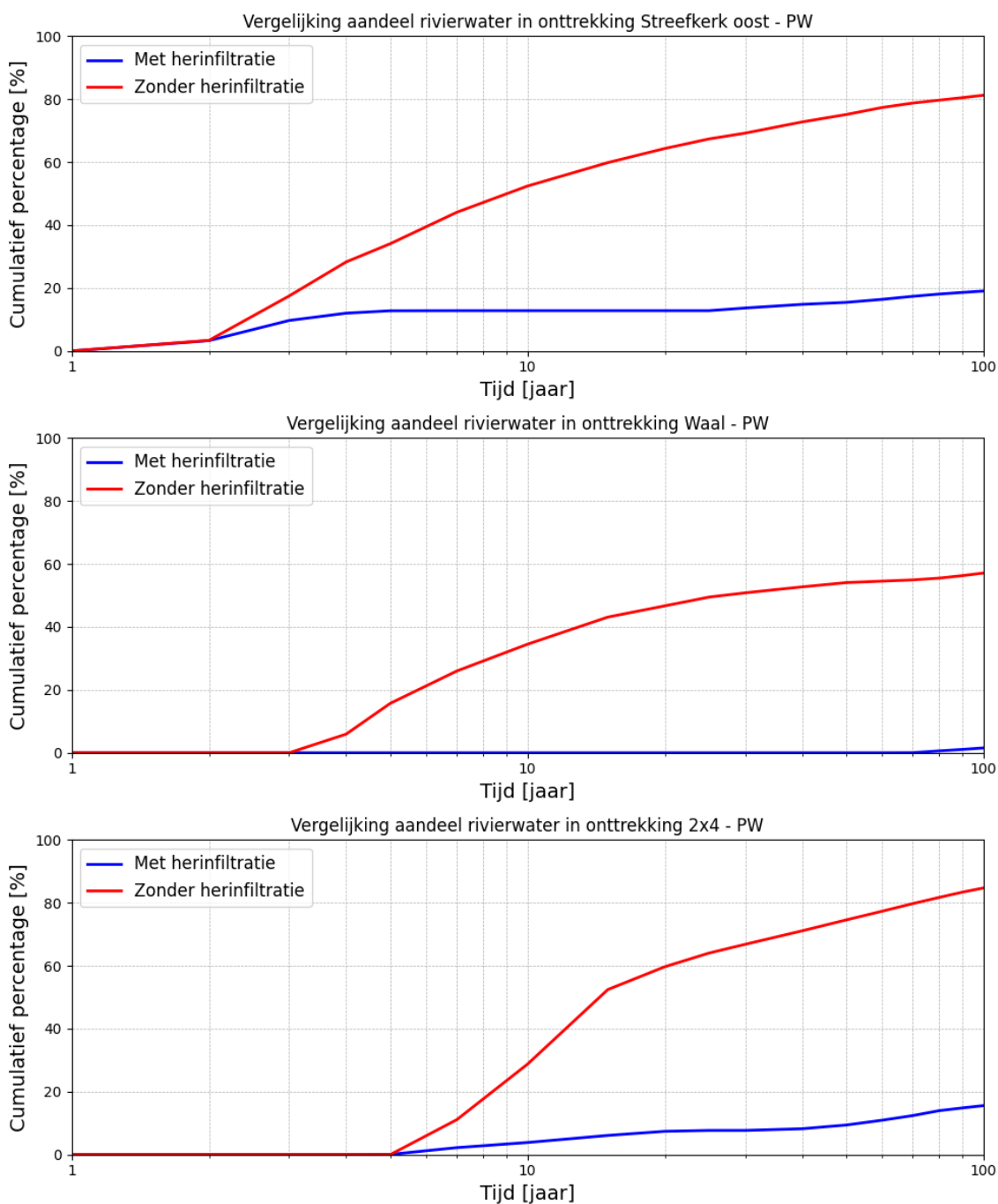
Aandeel rivierwater

De herinfiltratie van onttrokken grondwater resulteert in een rekenkundige vermindering van het aandeel rivierwater in de onttrekking (zie afbeelding 3.11 en afbeelding 3.12). Er wordt in deze berekeningen echter geen rekening gehouden met de afkomst van het geïnfiltreerde water, dat in eerste instantie ook afkomstig is van de rivier. Hierdoor wordt aan de start van de winning juist meer rivierwater aangetrokken. Op den duur kloppen de berekeningen wel, aangezien dan het geïnfiltreerde water wordt rondgepompt.

Afbeelding 3.11 Het aandeel rivierwater in de onttrekking van Den Hoek, Bergambacht West, en Streefkerk West met en zonder herinfiltratie langs de Lekdijk



Afbeelding 3.12 Het aandeel rivierwater in de onttrekking van Streefkerk Oost, Waal en Weerszijden Lek, met en zonder herinfiltratie langs de Lekdijk



3.1.2 Infiltratie langs de regionale kering

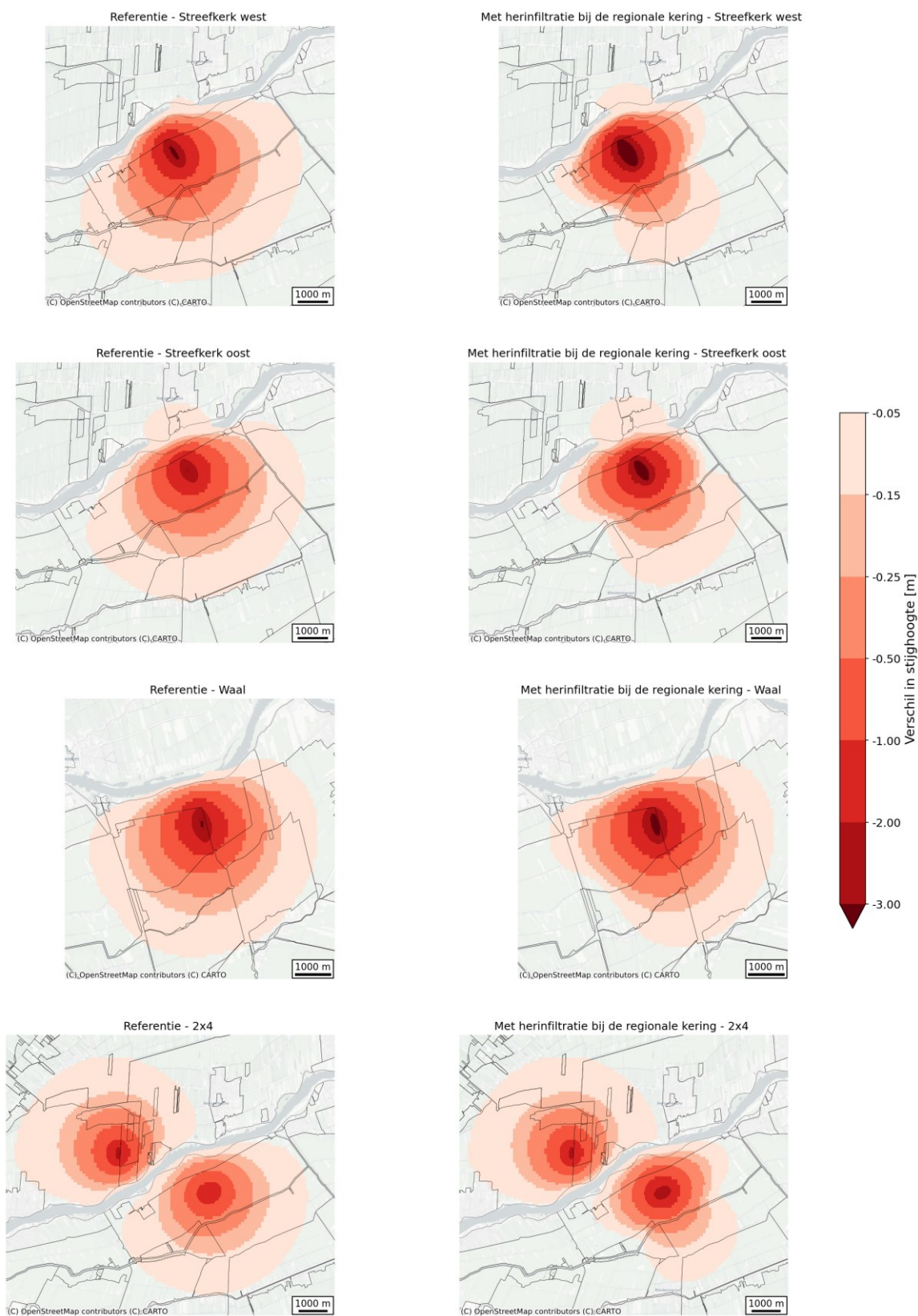
Stijghoogteverlaging

Ondanks infiltratie in het eerste watervoerend pakket langs de regionale kering, blijven er stijghoogteverlagingen optreden onder de boezemkering (afbeelding 3.13 en afbeelding 3.14). De herinfiltratie leidt tot een verhoging van de maximale stijghoogteverlaging bij de boezemkering voor alle locatiealternatieven behalve locatiealternatief Waal. Dit betekent dat de verhoging door de infiltratie van water niet compenseert voor de extra onttrekking. Voor locatiealternatief Waal ligt de boezemkering ver van de winning verwijderd, hierdoor kan de herinfiltratie de verlaging wel volledig compenseren.

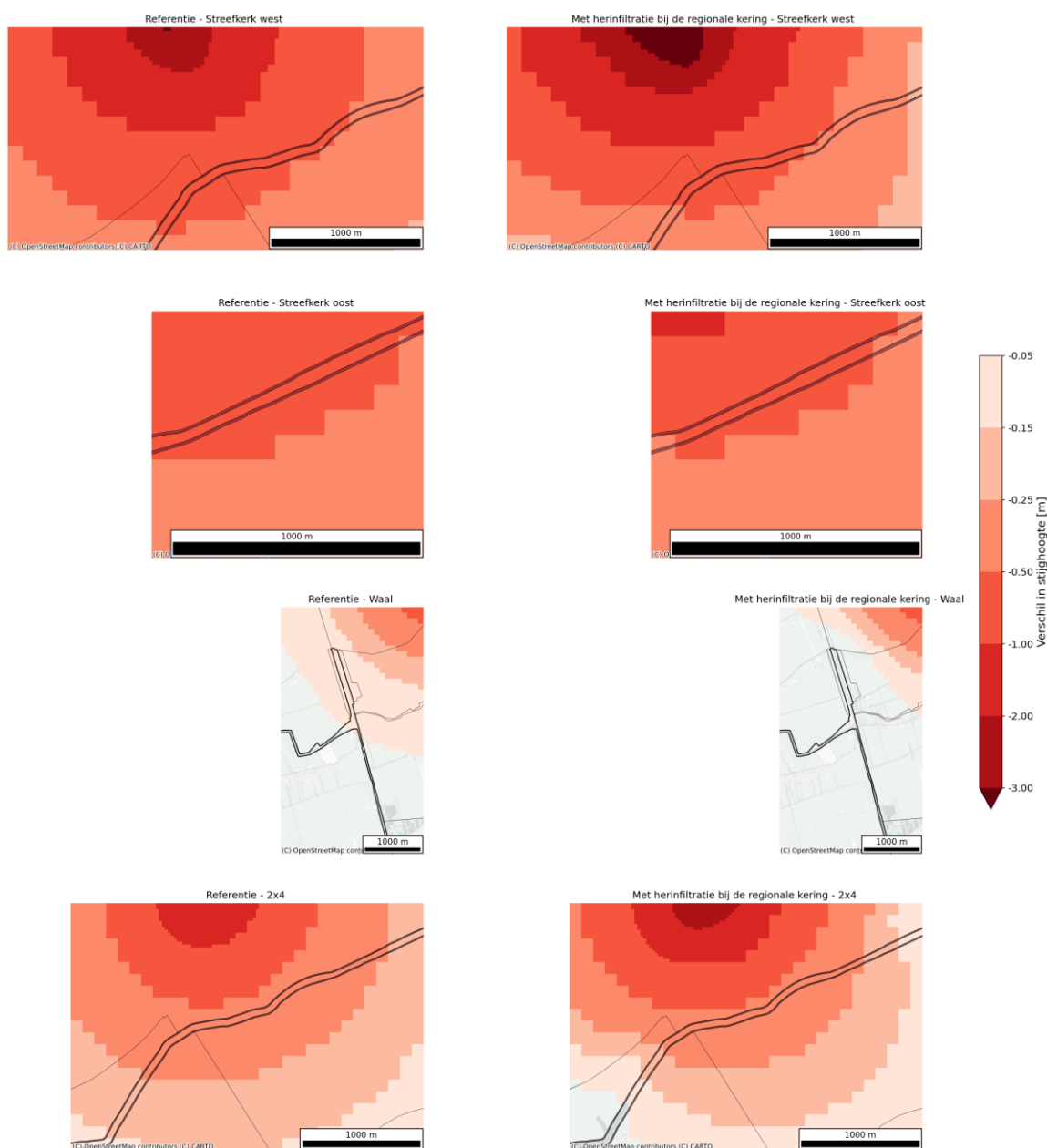
Wel neemt het oppervlak af waar er verlagingen optreden. Het oppervlak neemt af aan de randen van het invloedgebied omdat hier de verhoging door de herinfiltratie van het onttrokken water wel compenseert voor de extra onttrekking.

Ook leidt het extra onttrekkingsdebiet behorende bij de toegenomen infiltratie leidt tot sterkere verlagingen in het puttenveld. Tevens zorgt infiltratie langs enkel de boezemkering tot een sterkere verlaging van de stijghoogtes onder de Lekdijk.

Afbeelding 3.13 Vergelijking van de stijghoogte verlaging van locatiealternatief Streefkerk West, Streefkerk Oost, Waal en Weerszijden Lek met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water langs de regionale kering



Afbeelding 3.14 Vergelijking van de stijghoogte verlaging van locatiealternatief Streefkerk West, Streefkerk Oost, Waal en Weerszijden Lek met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water langs de regionale kering, ingezoomd op de regionale kering

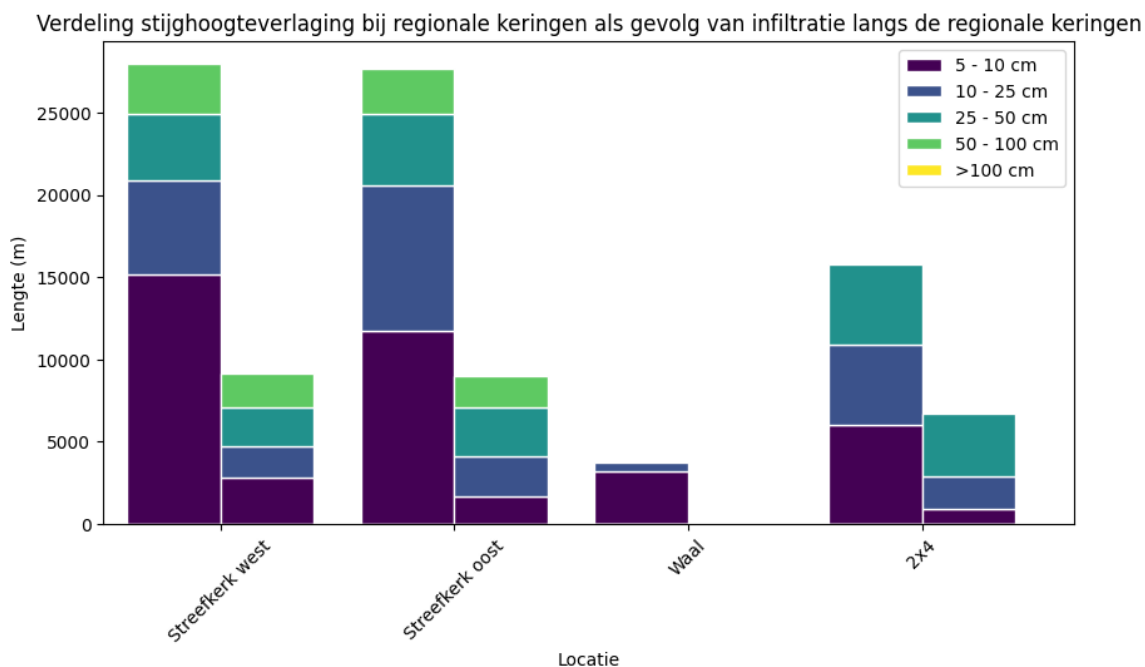


Het infiltreren van grondwater leidt tot een vermindering van de lengte van de kering die wordt beïnvloed door de winning (zie afbeelding 3.15). Met name de gebieden waar er voorheen een verlaging was van tussen de 5 - 10 cm en 10 - 25 cm zijn het sterkst afgenomen. Dit zijn de gebieden die het verste van de winning verwijderd zijn. De infiltratieputten zijn op deze locaties ook het meest effectief vanwege de balans tussen de extra onttrekking en de hoeveelheid infiltratie water. De lengte waar er verlagingen groter dan 25 cm optreden neemt licht af ten opzichte van de referentiesituatie. De verlagingen bij locatiealternatief Waal worden volledig gemitigeerd. De regionale kering ligt ver van locatiealternatief Waal vandaan en daarom zijn de infiltratieputten in staat de verlagingen onder de regionale kering volledig te mitigeren.

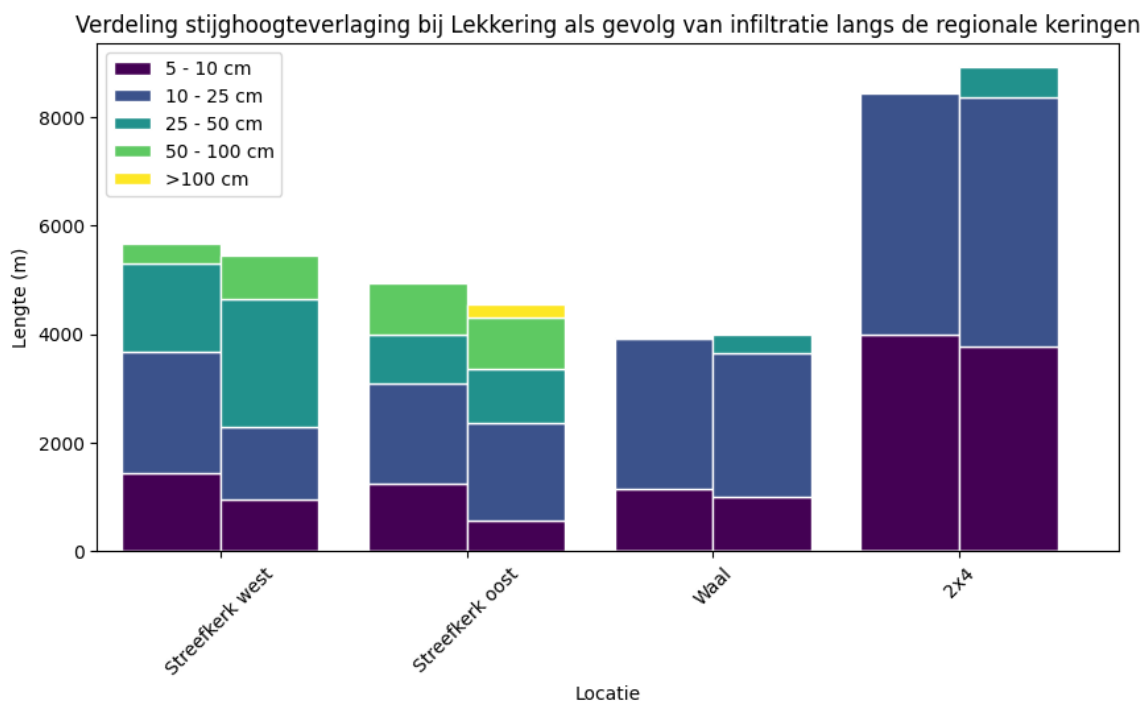
Het infiltreren van grondwater langs de regionale keringen leidt daarentegen tot een sterkere verlagingen onder de Lekkering (afbeelding 3.16). Ook neemt de lengte van de Lekkering die wordt beïnvloed door de winning toe voor locatiealternatieven Weerszijden Lek en Waal.

De lengte van de kering die wordt beïnvloed door de winning neemt af voor locatiealternatieven Streefkerk West en Streefkerk Oost, omdat de herinfiltratieputten dicht bij de Lekkering liggen.

Afbeelding 3.15 Verdeling van de stijghoogteverlagingen bij de regionale keringen als gevolg van infiltratie langs de regionale kering. De linkerkant is de referentiesituatie, de rechterkant is de situatie met infiltratie



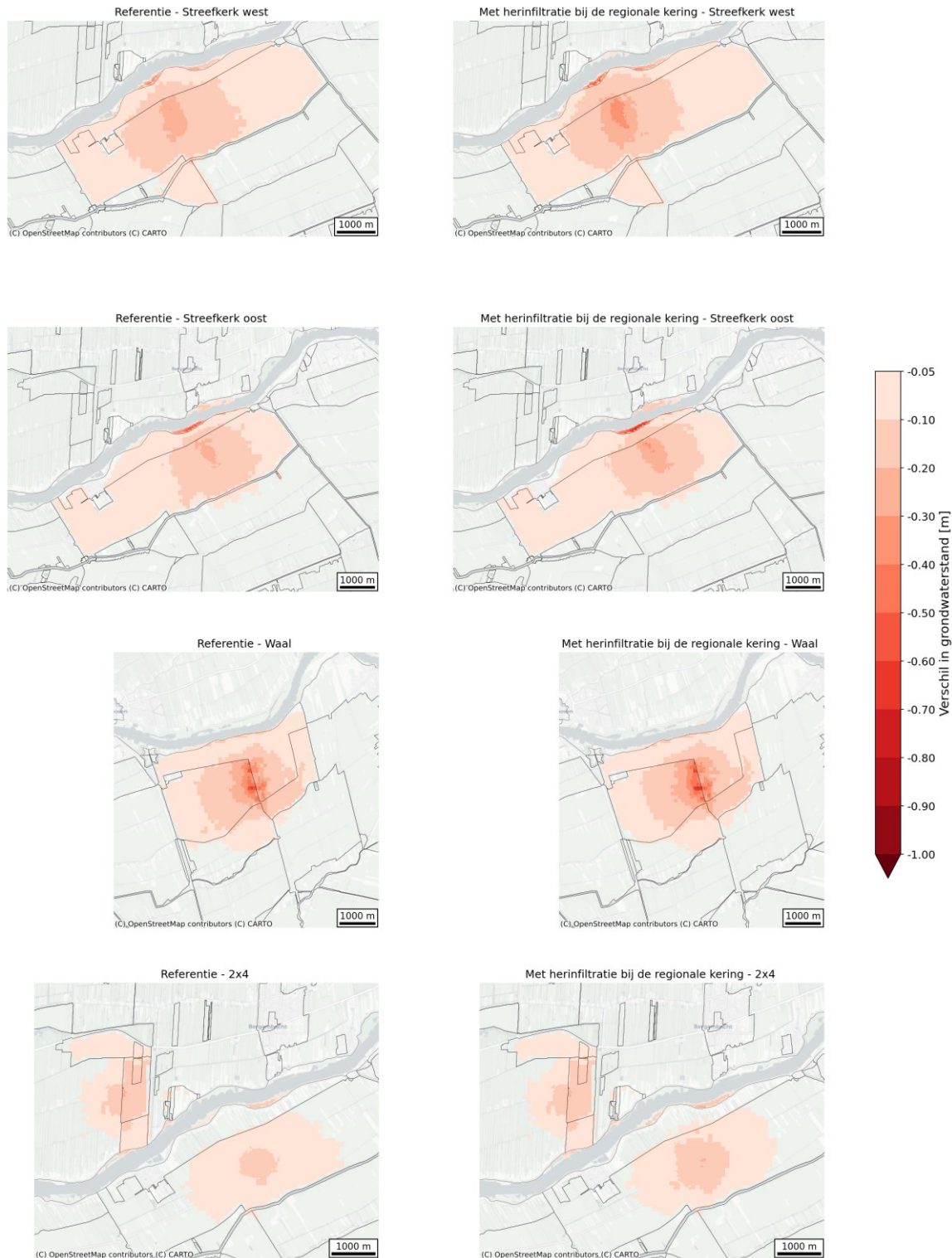
Afbeelding 3.16 Verdeling van de stijghoogteverlagingen bij de Lekkering als gevolg van infiltratie langs de regionale kering. De linkerkant is de referentiesituatie, de rechterkant is de situatie met infiltratie



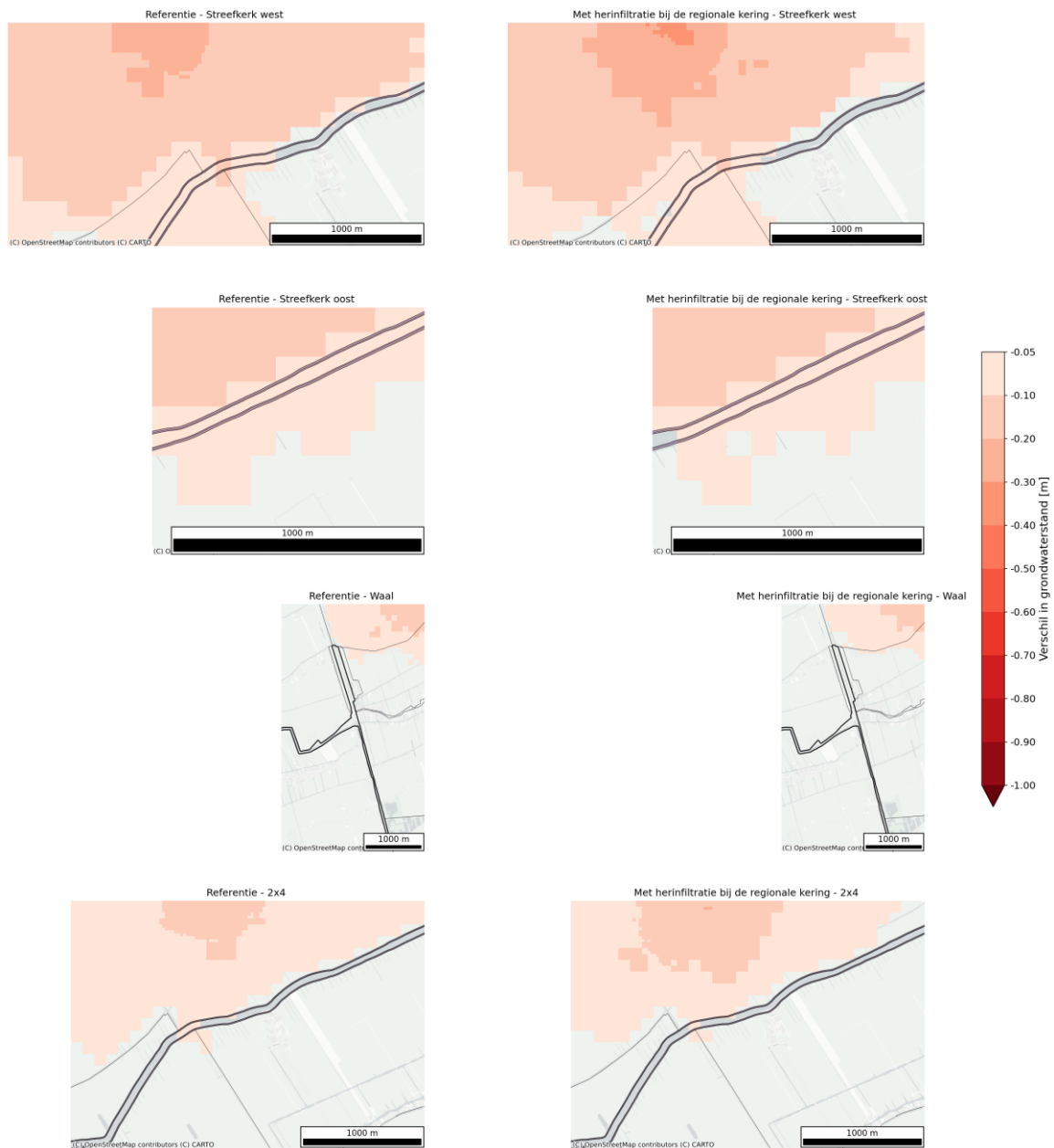
Freatische verlaging

Ondanks infiltratie in het eerste watervoerende pakket langs de regionale kering, blijven er freatische verlagingen optreden onder de regionale kering (afbeelding 3.13, afbeelding 3.14, afbeelding 3.17 en afbeelding 3.18). De herinfiltratie leidt tot sterkere maximale freatische verlagingen. Dit betekent dat de verhoging door de herinfiltratie van het onttrokken water niet compenseert voor de extra onttrekking.

Afbeelding 3.17 Vergelijking van de freatische verlaging van locatiealternatief Streefkerk West, Streefkerk Oost, Waal en Weerszijden Lek met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water langs de regionale kering



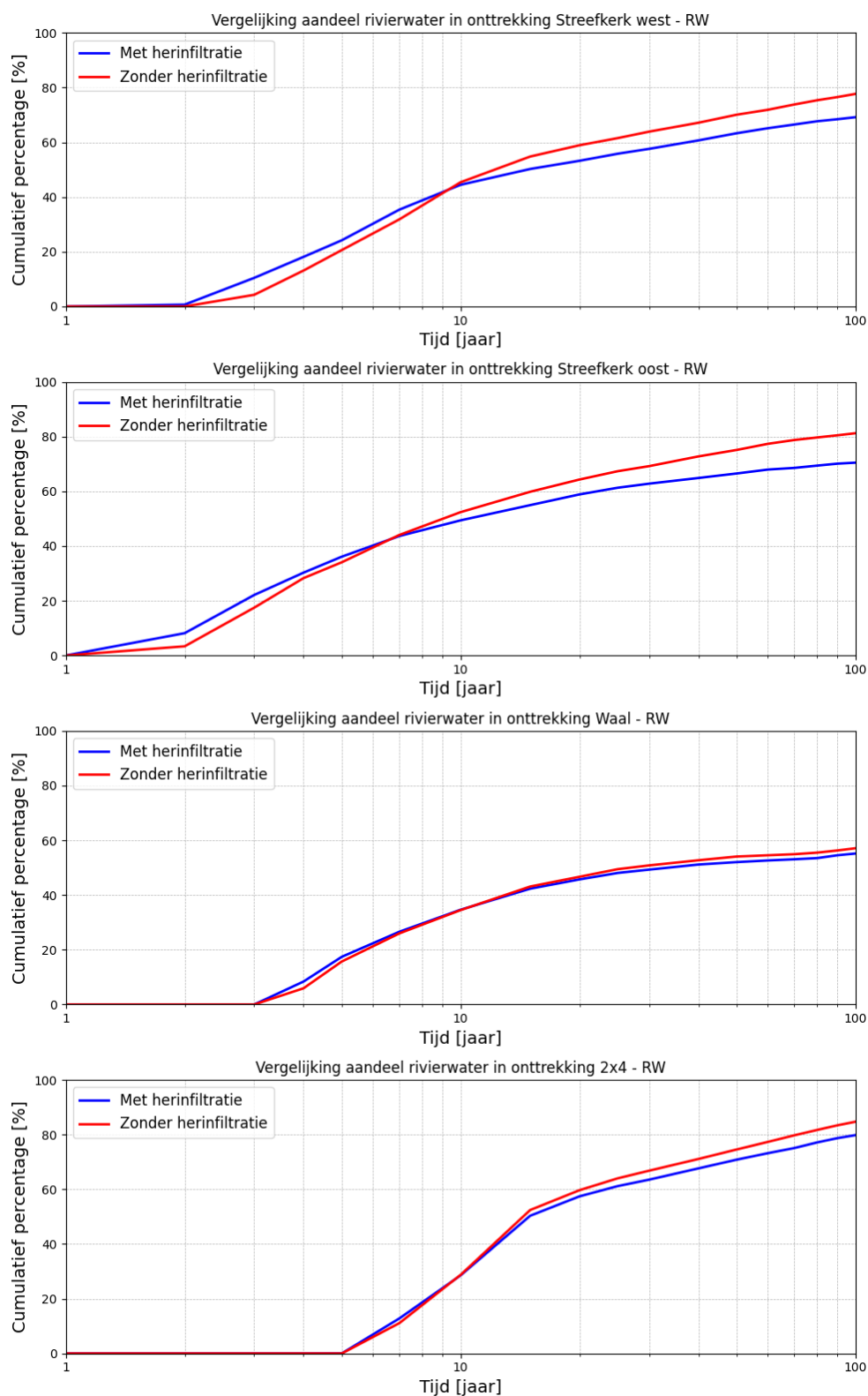
Afbeelding 3.18 Vergelijking van de freatische verlaging van locatiealternatief Streefkerk West, Streefkerk Oost, Waal en Weerszijden Lek met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water langs de regionale kering, ingezoomd op de regionale keringen



Aandeel rivierwater

De herinfiltratie van onttrokken grondwater resulteert in een rekenkundige vermindering van het aandeel rivierwater in de onttrekking (zie afbeelding 3.19).

Abbeelding 3.19 Het aandeel rivierwater in de onttrekking van Streefkerk West, Streefkerk Oost, Waal en Weerszijden Lek met en zonder herinfiltratie langs de regionale kering



3.2 Opknippen van peilgebieden

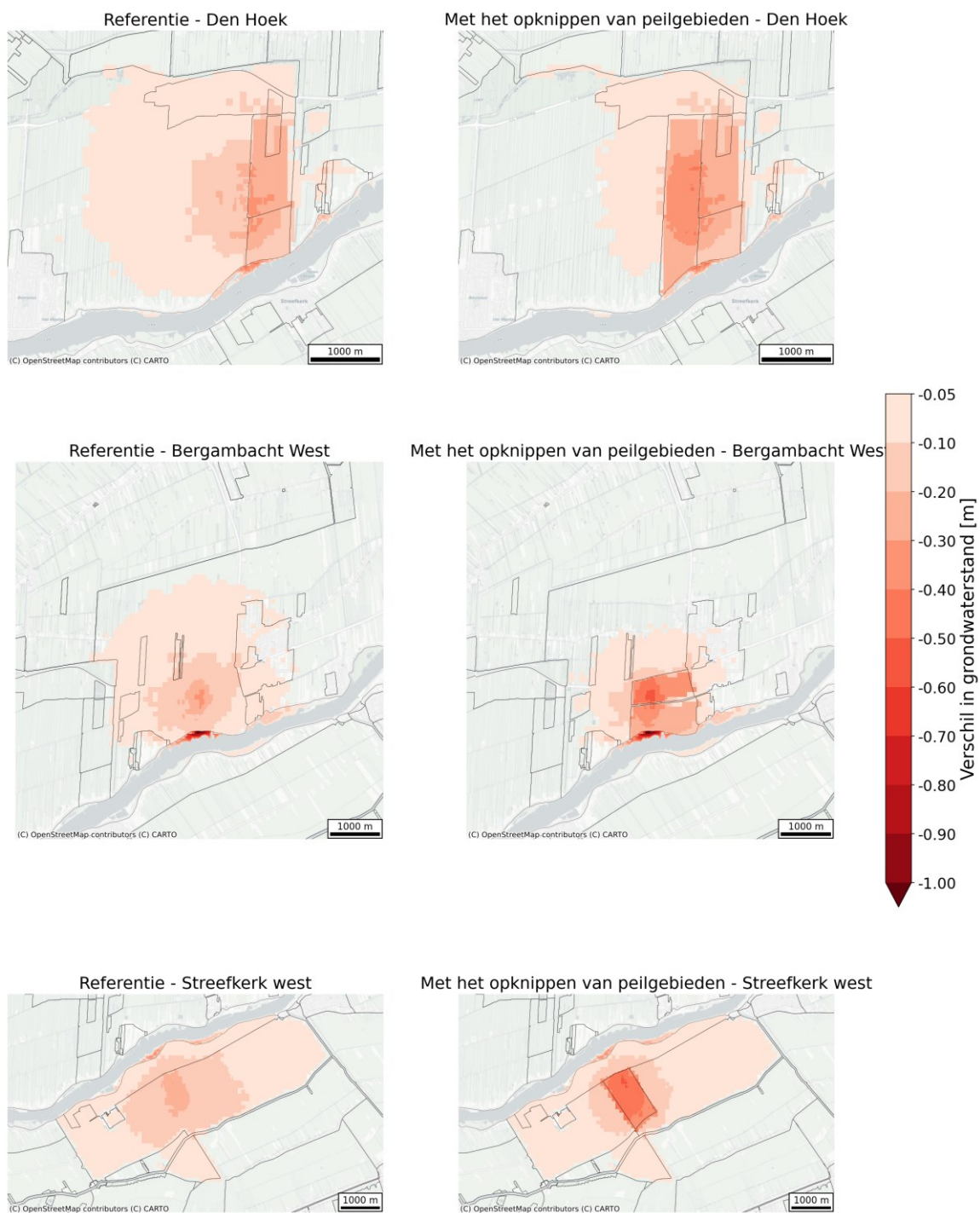
In deze paragraaf worden de berekende resultaten van het opknippen van peilgebieden beschouwd. In tabel 3.4 is een overzicht gegeven van de numerieke uitkomsten voor het opknippen van peilgebieden.

Freatische grondwaterstand

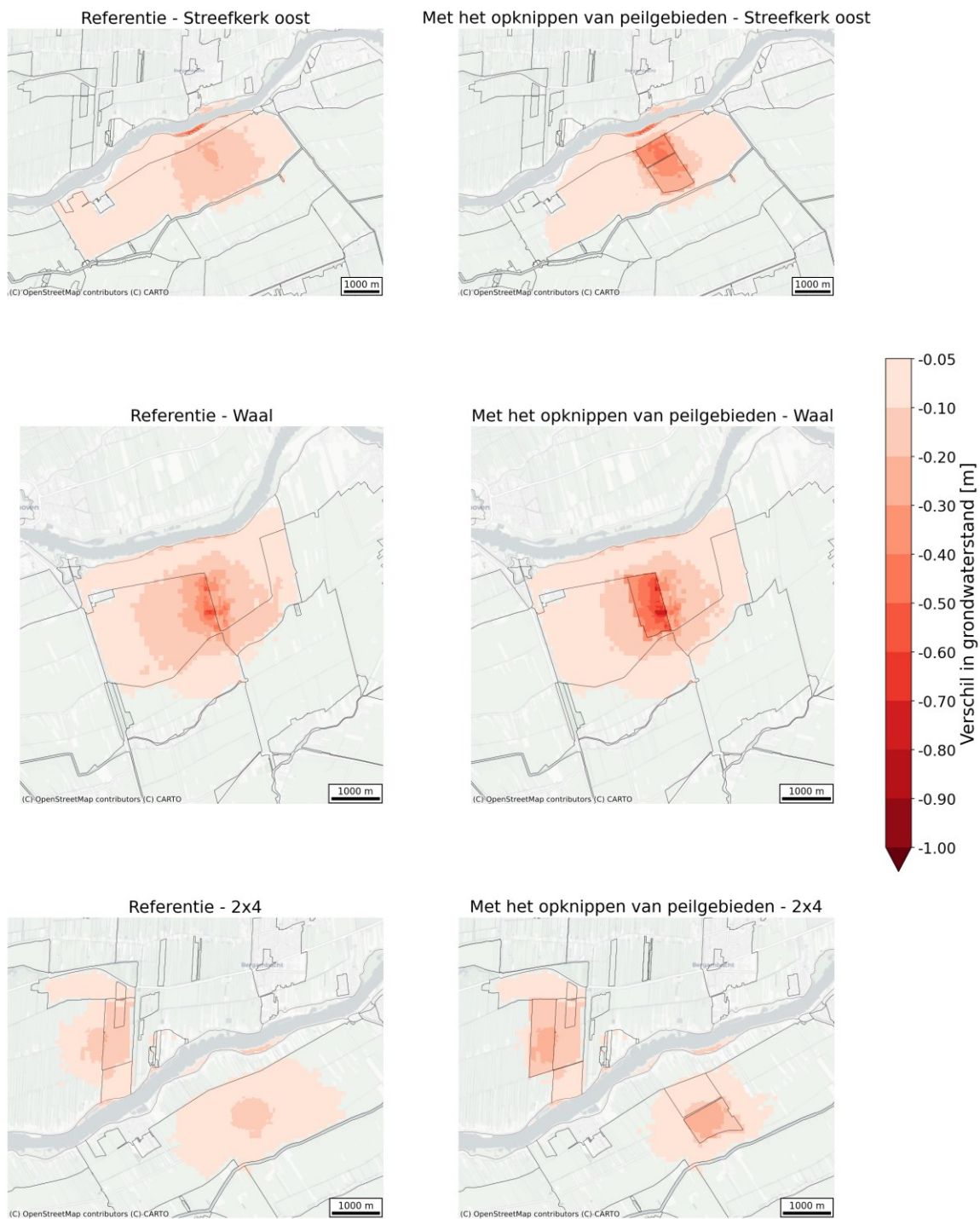
De effecten van het opknippen van de peilgebieden rondom de winningen van de locatiealternatieven zijn weergegeven in afbeelding 3.20 en afbeelding 3.21. Het opknippen van de peilgebieden leidt tot een afname in het oppervlak waar verlagingen optreden als gevolg van de onttrekking. Het totale oppervlak neemt af omdat de peilgebieden rondom het opgeknipte peilgebied nu minder wordt geïndexeerd dan voorheen.

Wel leidt het opknippen van de peilgebieden tot een sterkere verlaging van de freatische grondwaterstand in het nieuwe peilgebied zelf. De freatische grondwaterstand in het nieuwe peilgebied is afgenomen omdat dit peilgebied nu sterker wordt geïndexeerd dan voorheen.

Afbeelding 3.20 Vergelijking van de freatische verlaging van locatie alternatieven Den Hoek, Bergambacht West, en Streefkerk West met en zonder het opknippen van het peilgebied (Gemiddelde situatie)



Afbeelding 3.21 Vergelijking van de freatische verlaging van locatie alternatieven Streefkerk Oost, Waal, en Weerszijden Lek (2x4) met en zonder het opknippen van het peilgebied (Gemiddelde situatie)

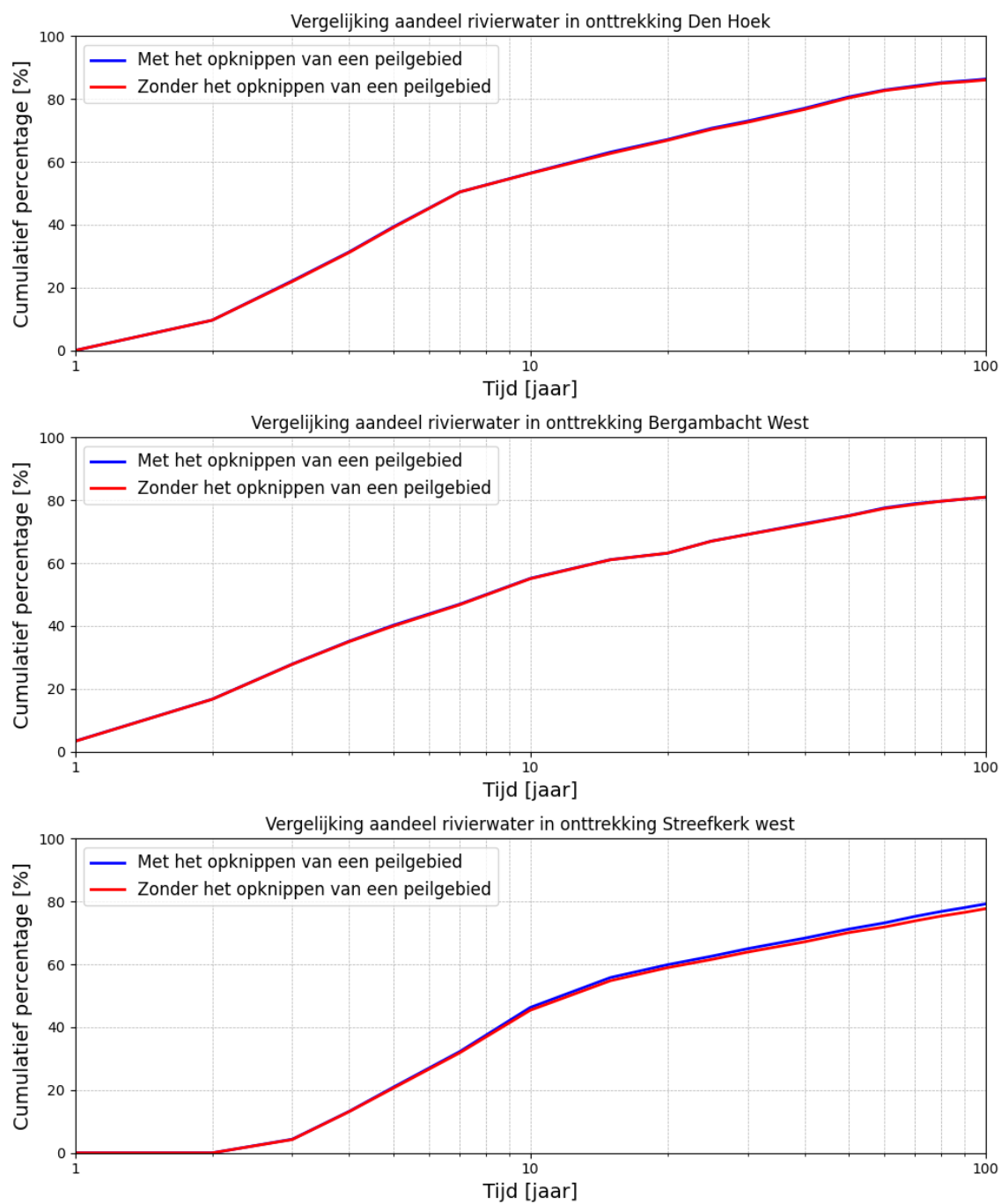


Aandeel Lekwater

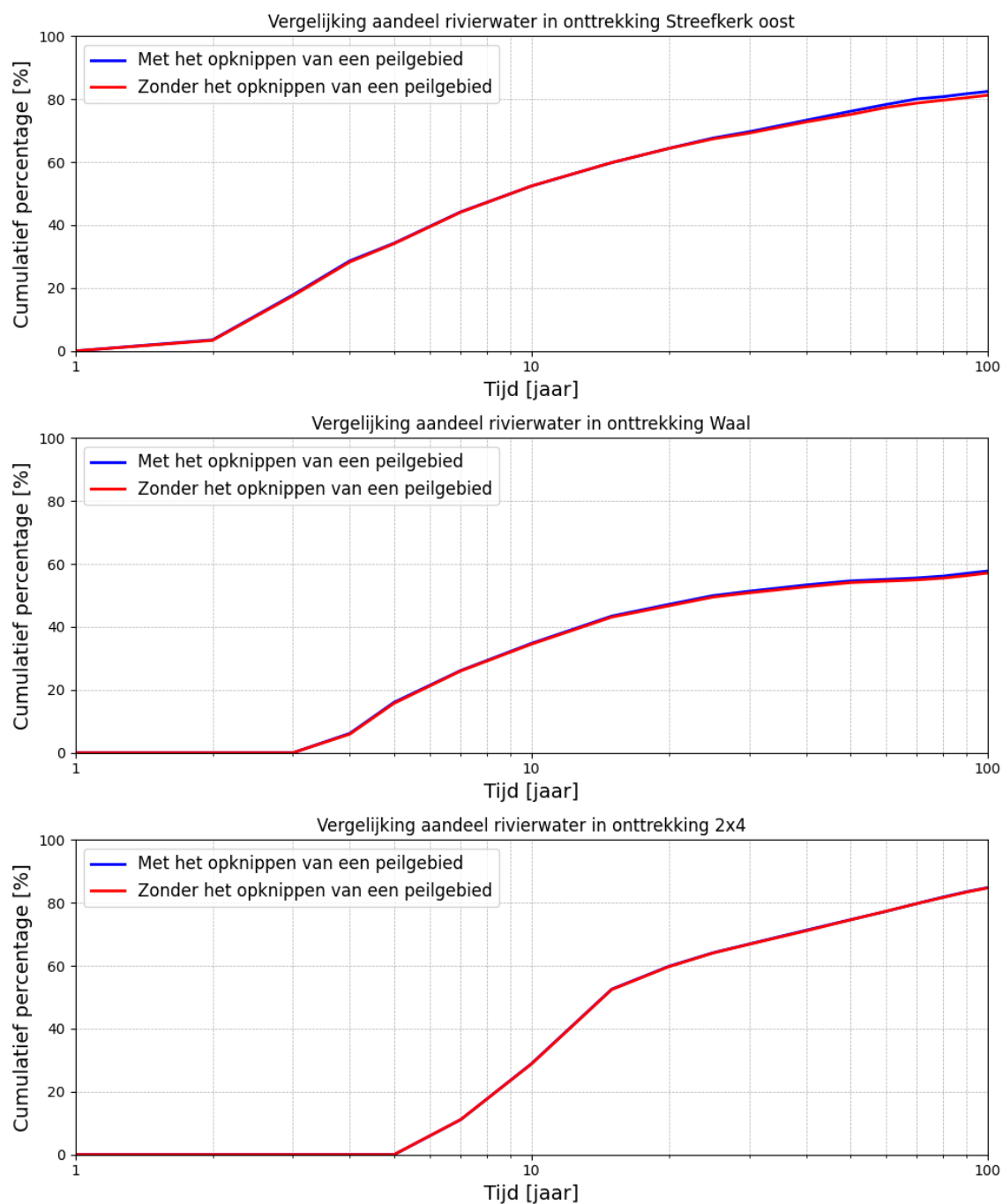
In afbeelding 3.22 en afbeelding 3.23 is het aandeel rivierwater in de onttrekkingen van de verschillende locatiealternatieven gegeven met en zonder het opknippen van peilgebieden.

Het opknippen van het peilgebied leidt tot een verwaarloosbare verhoging van het aandeel rivierwater wat terechtkomt in de onttrekking. Dit komt omdat de maximale verlaging lichtelijk is toegenomen waardoor er een sterkere aantrekking op het rivierwater is ontstaan.

Afbeelding 3.22 Het aandeel rivierwater in de onttrekking van Den Hoek, Bergambacht West, en Streefkerk West met en zonder opknippen van peilgebieden



Afbeelding 3.23 Het aandeel rivierwater in de onttrekking van Streefkerk Oost, Waal en Weerszijden Lek, met en zonder opknippen van peilgebieden



3.3 Aanpassing percentage volgen bodemdaling

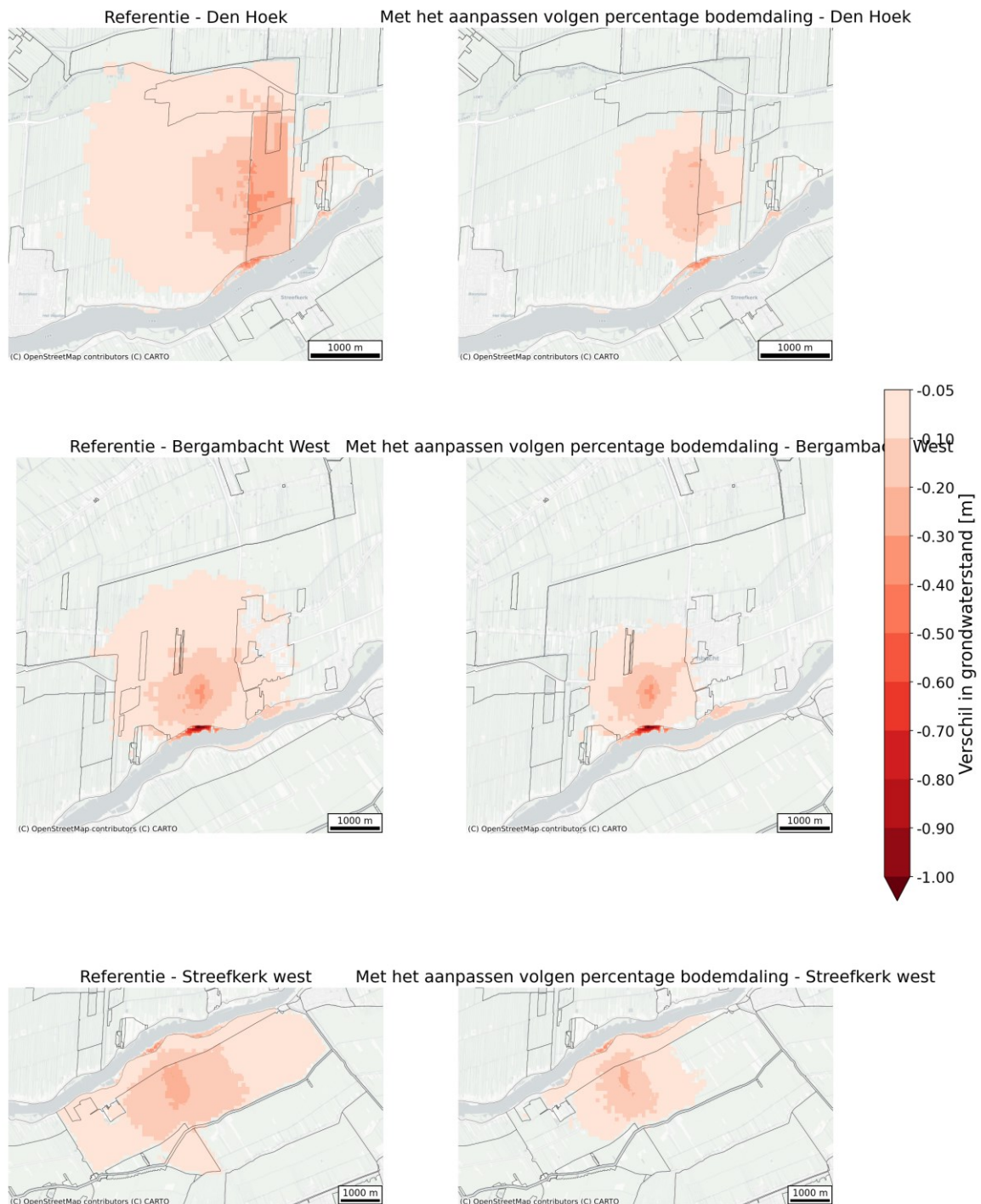
In deze paragraaf worden de berekende resultaten van het aanpassen percentage volgen bodemdaling beschouwd. In tabel 3.5 is een overzicht gegeven van de numerieke uitkomsten.

Freatische grondwaterstand

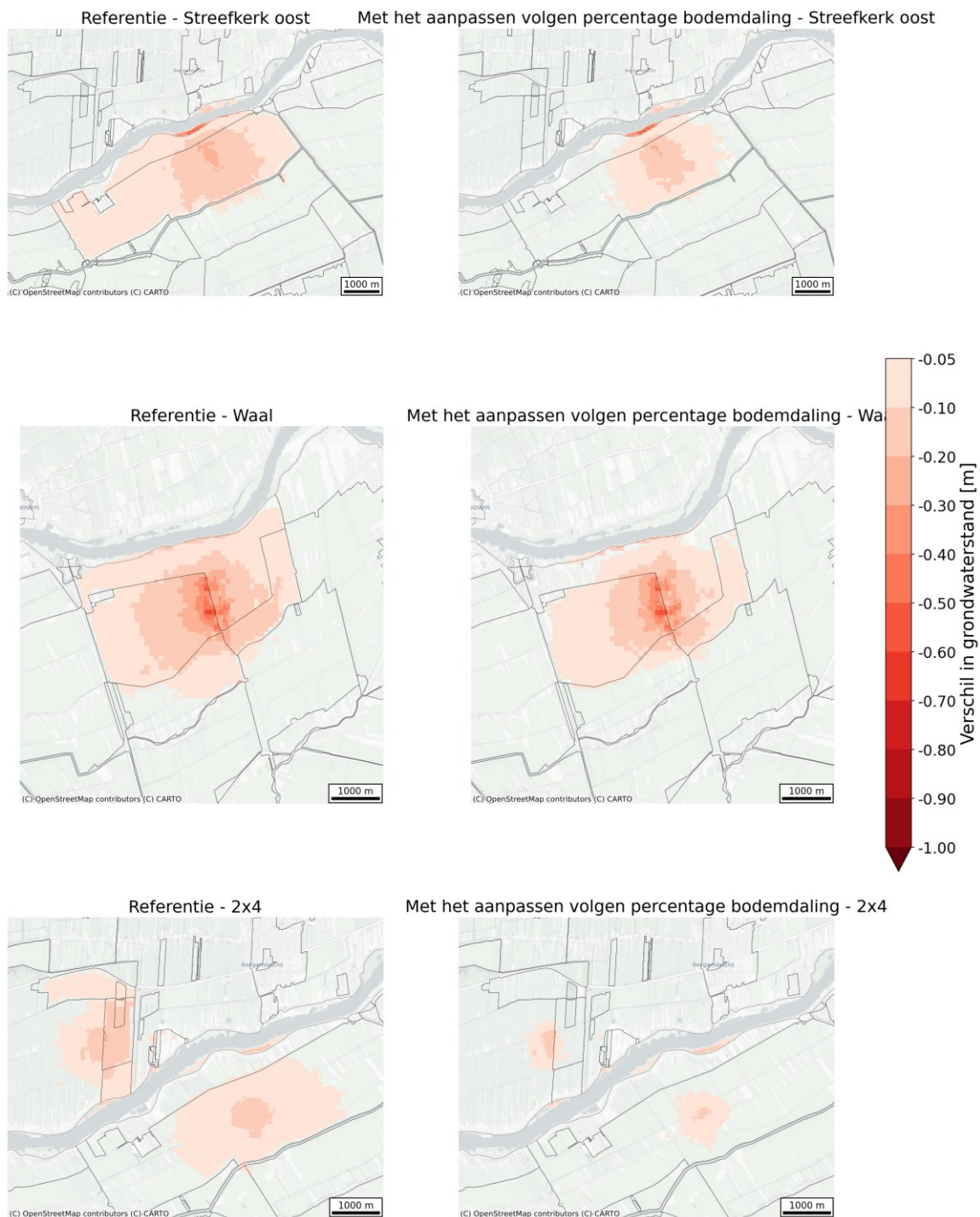
De effecten van de aanpassing percentage volgen bodemdaling voor de locatiealternatieven zijn weergegeven in afbeelding 3.24 en afbeelding 3.25.

Het aanpassen van het percentage bodemdaling leidt tot een vermindering van de maximale freatische verlaging en de oppervlakte van de freatische verlaging voor elk van de zes locatiealternatieven. De verlagingen in de uiterwaarden blijven echter gelijk, aangezien er hier geen wijzigingen zijn aangebracht ten opzichte van de modellen zonder de aanpassing in het percentage bodemdaling.

Afbeelding 3.24 Vergelijking van de freatische verlaging van locatie alternatieven Den Hoek, Bergambacht West, en Streefkerk West met en zonder aanpassing percentage volgen bodemdaling (Gemiddelde situatie)



Afbeelding 3.25 Vergelijking van de freatische verlaging van locatie alternatieven Streefkerk Oost, Waal, en Weerszijden Lek (2x4) met en zonder aanpassing percentage volgen bodemdaling (Gemiddelde situatie)

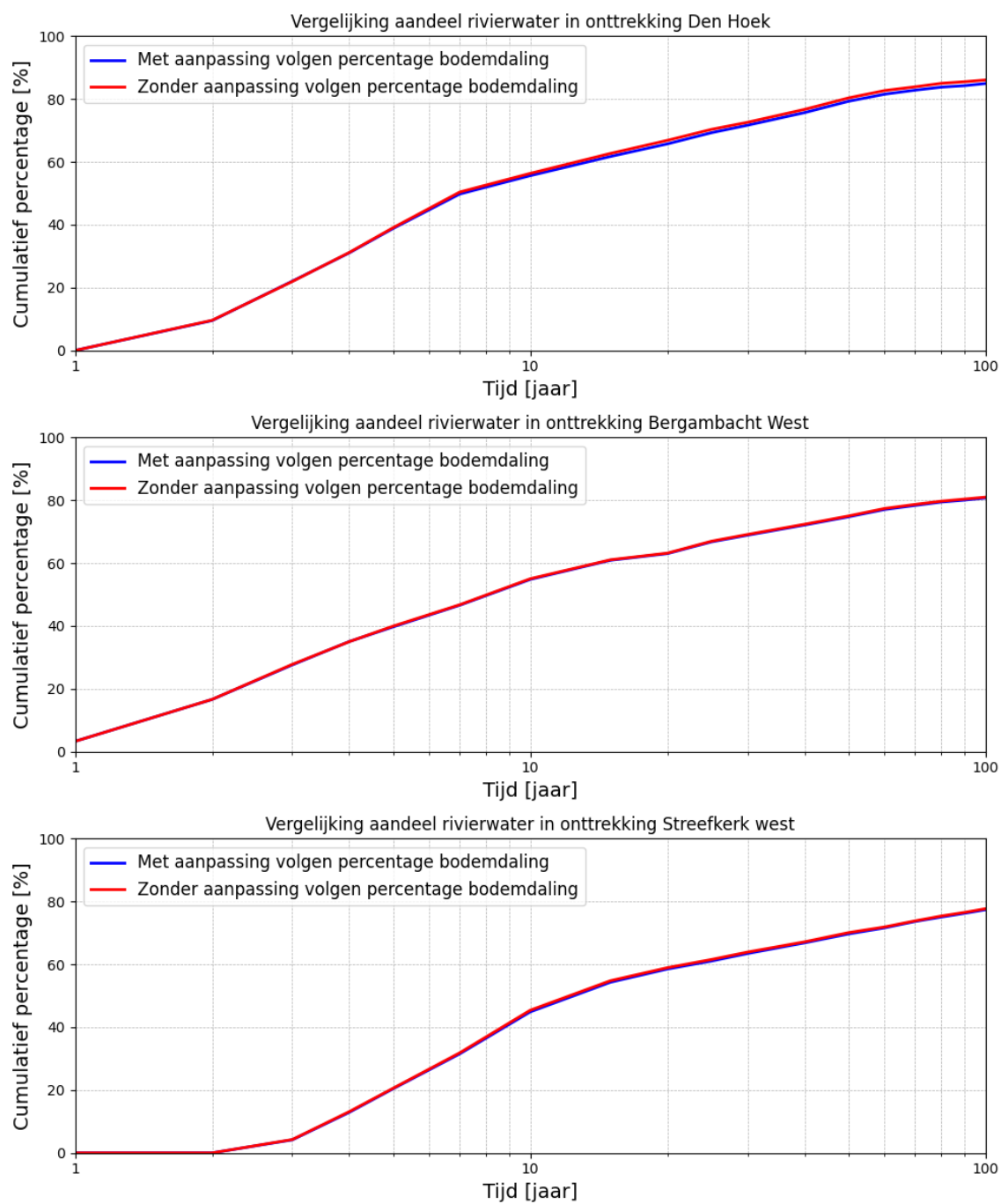


Aandeel Lekwater

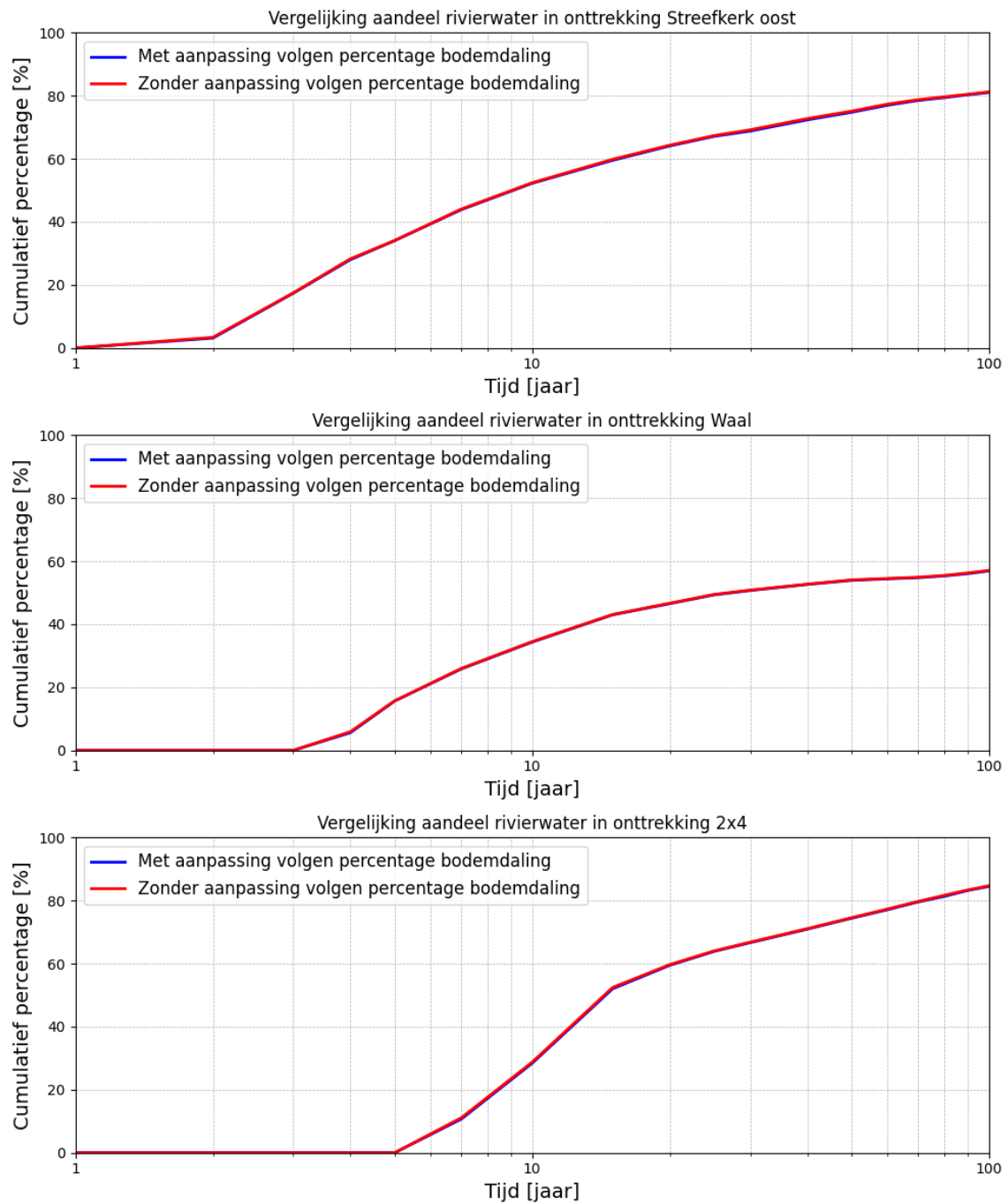
In afbeelding 3.26 en afbeelding 3.27 is het aandeel rivierwater in de onttrekkingen van de verschillende locatiealternatieven gegeven met en zonder de aanpassing percentage volgen bodemdaling.

De aanpassing van het volgen percentage bodemdaling resulteert in een minimale vermindering in het aandeel rivierwater wat terecht komt in de onttrekking. Door de vermindering in de indexatie en de daaropvolgende afname van de maximale freatische verlaging zal er minder rivierwater worden aangetrokken.

Afbeelding 3.26 Het aandeel rivierwater in de onttrekking van Den Hoek, Bergambacht West, en Streefkerk West met en zonder aanpassing percentage volgen bodemdaling



Afbeelding 3.27 Het aandeel rivierwater in de onttrekking van Streefkerk Oost, Waal, en Weerszijden Lek (2x4) met en zonder aanpassing percentage volgen bodemdaling



3.4 Drukdrainage/A-WIS

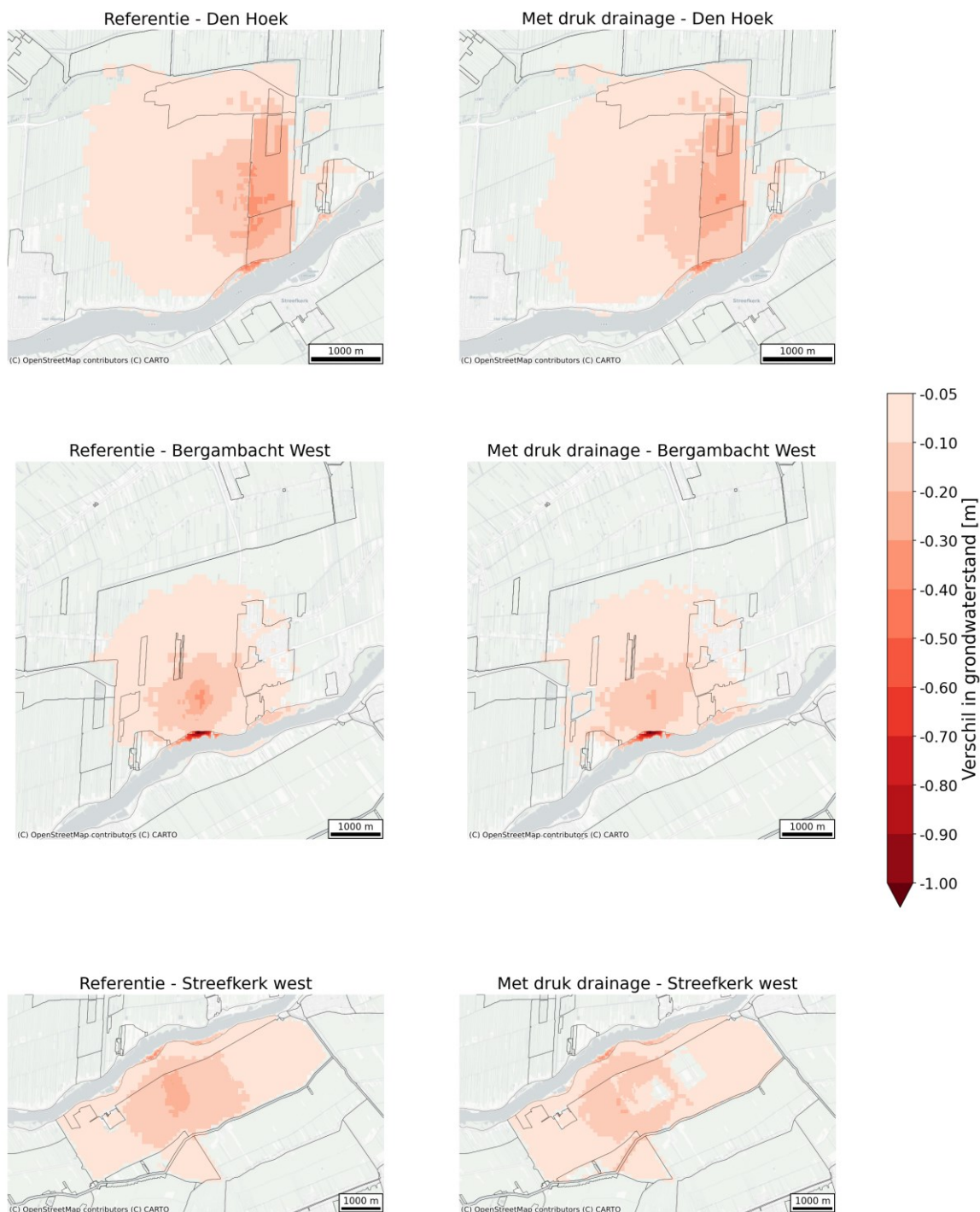
In deze paragraaf worden de berekende resultaten van het toepassen van drukdrainage/A-WIS beschouwd. In tabel 3.6 is een overzicht gegeven van de numerieke uitkomsten.

Freatische grondwaterstand

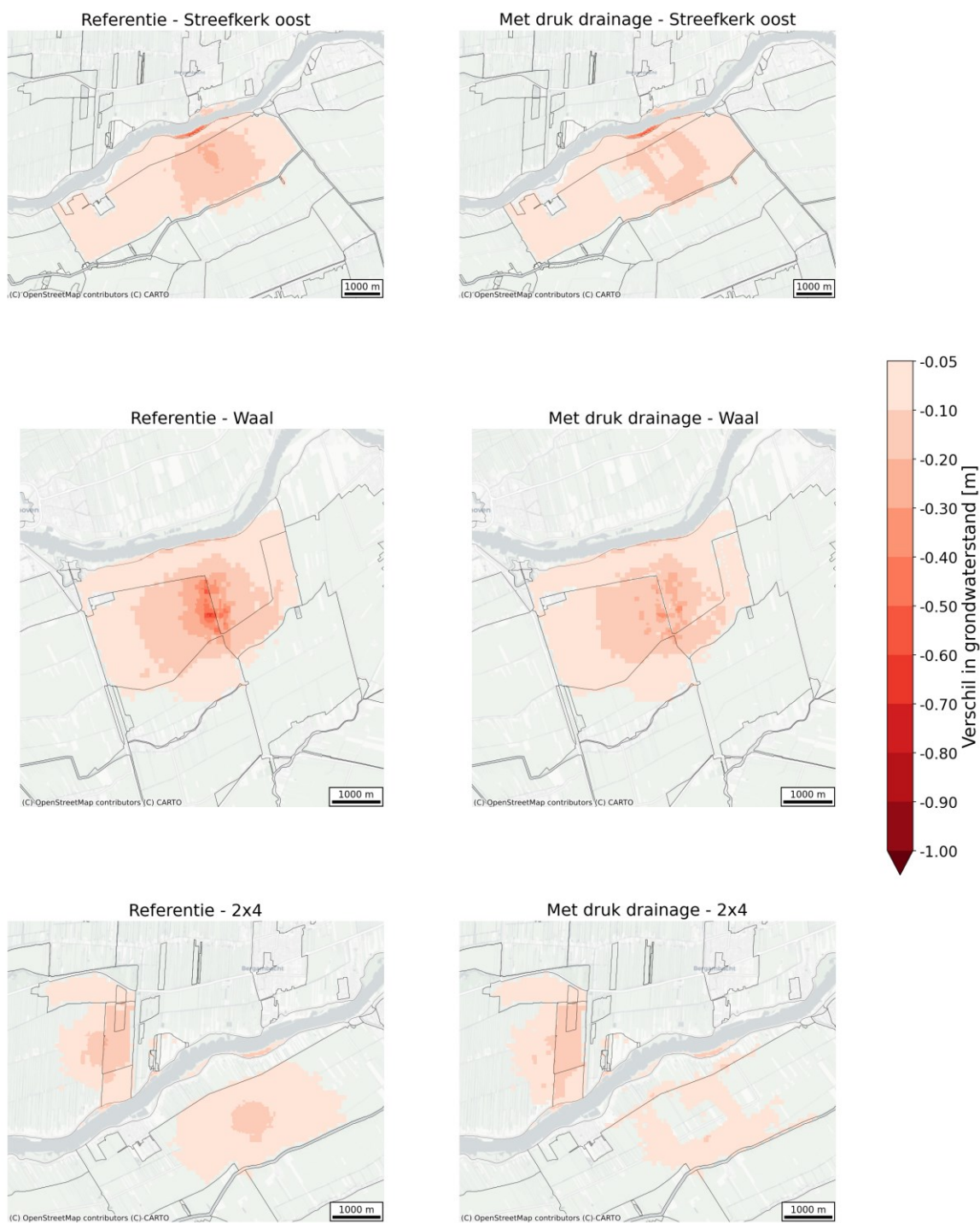
De effecten van de toepassing van drukdrainage voor de locatiealternatieven zijn weergegeven in afbeelding 3.28 en afbeelding 3.29.

Het gebruiken van drukdrainage leidt tot een vermindering van de freatische verlagingen ter plaatse van het gebied waar de drukdrainage is gemodelleerd. De drukdrainage leidt tot een lichte vermindering op het oppervlak van de freatische verlagingen, maar wel op de grootte van de verlaging (dit vanwege de ligging en relatief beperkte oppervlak van de A-WIS). Het berekende debiet dat benodigd is voor de drukdrainage in de GLG-situatie voor de locatiealternatieven zijn weergegeven in tabel 3.1.

Afbeelding 3.28 Vergelijking van de freatische verlaging van locatie alternatieven Den Hoek, Bergambacht West, en Streefkerk West met en zonder drukdrainage (GLG situatie)



Afbeelding 3.29 Vergelijking van de freatische verlaging van locatie alternatieven Streefkerk Oost, Waal, en Weerszijden Lek (2x4) met en zonder drukdrainage (GLG situatie)



Tabel 3.1 Berekende debiet dat benodigd is voor de drukdrainage in de GLG-situatie

Locatiealternatief	Berekende debiet dat benodigd is voor de drukdrainage in de GLG-situatie [m ³ /dag]
Den Hoek	2.460
Bergambacht West	2.260
Streefkerk West	5.100

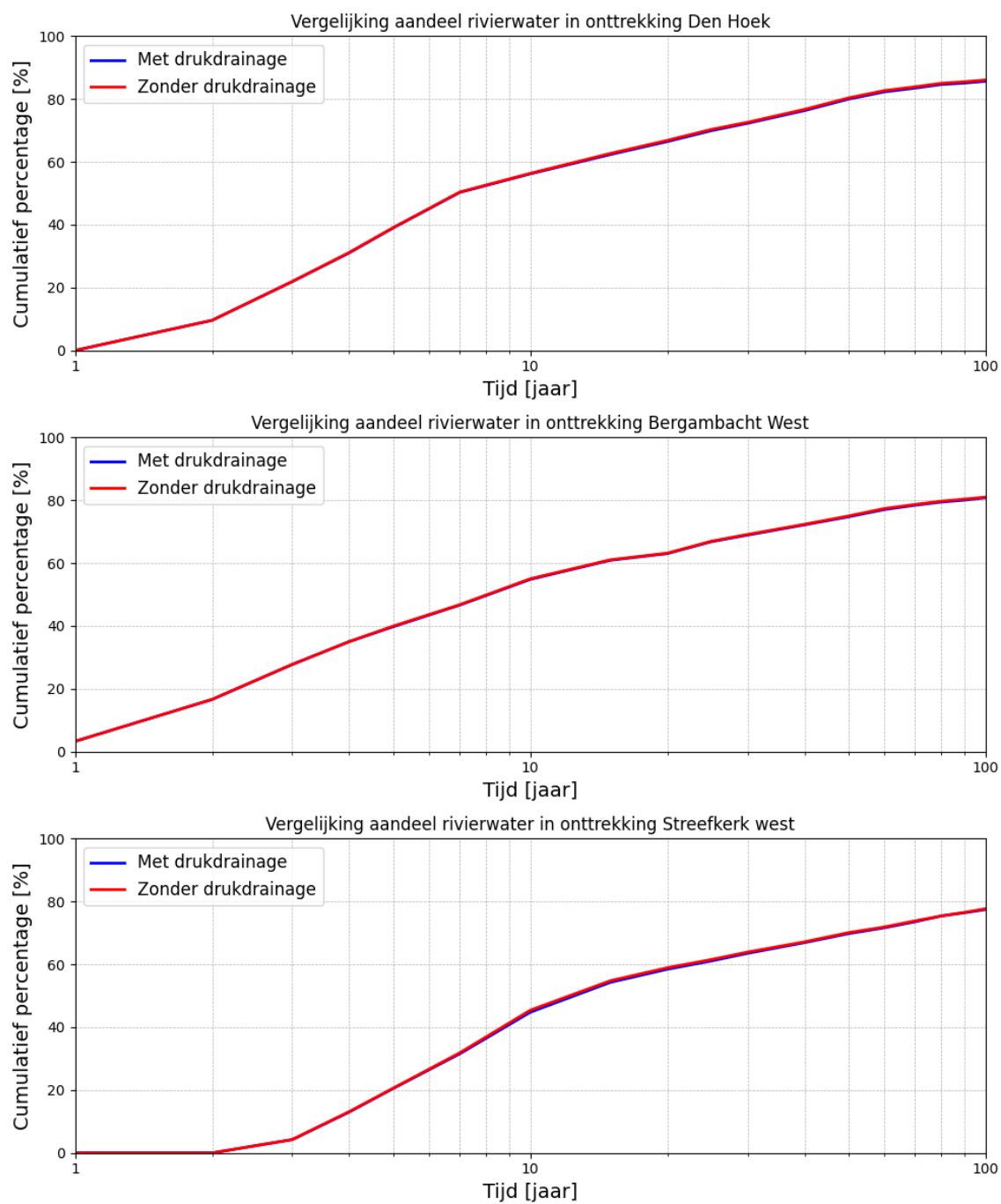
Locatiealternatief	Berekende debiet dat benodigd is voor de drukdrainage in de GLG-situatie [m ³ /dag]
Streefkerk Oost	4.600
Waal	3.970
Weerszijden Lek	3.840

Aandeel Lekwater

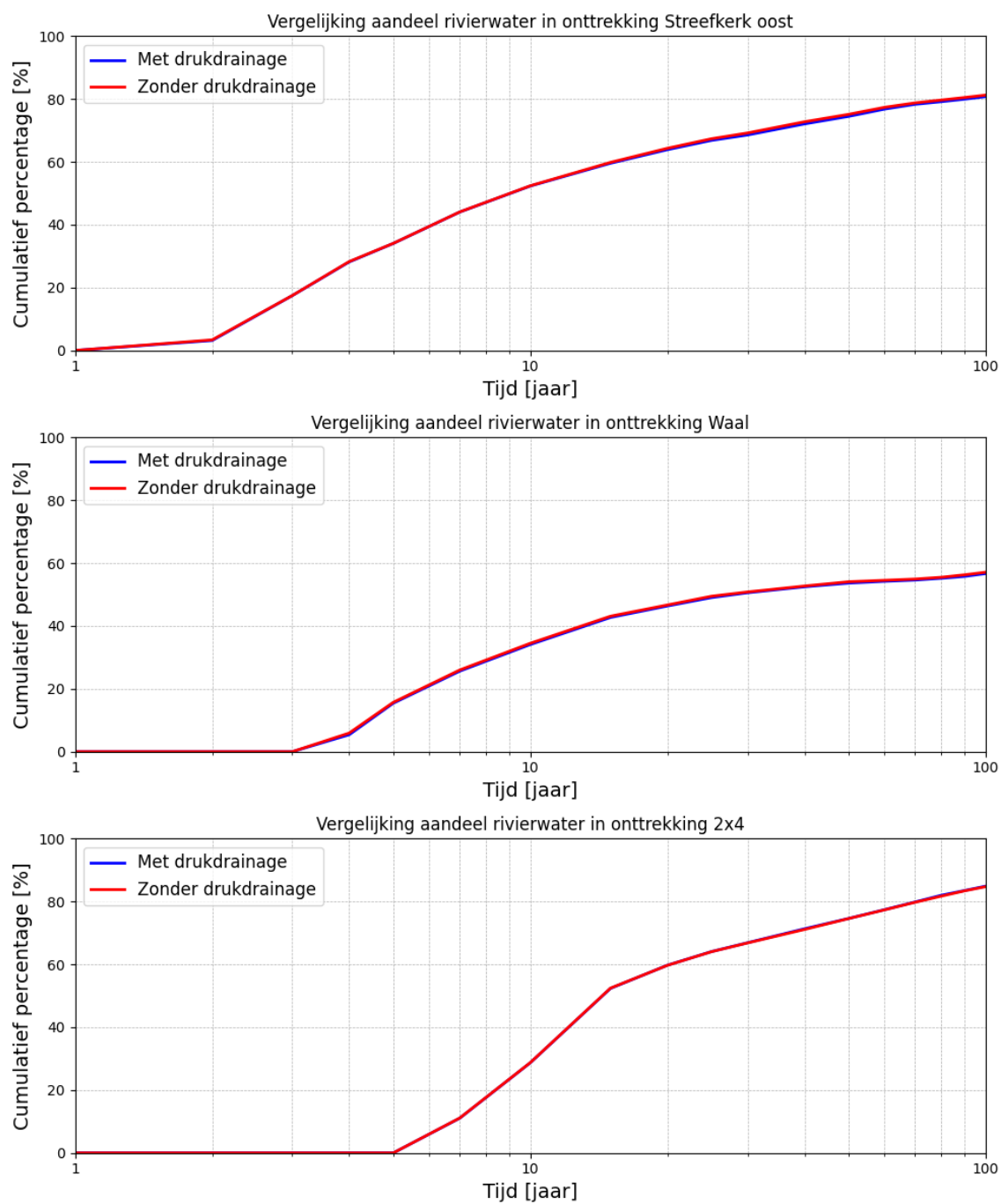
In afbeelding 3.30 en afbeelding 3.31 is het aandeel rivierwater in de onttrekkingen van de verschillende locatiealternatieven gegeven met en zonder de aanpassing percentage volgen bodemdaling.

Drukdrainage resulteert in een verwaarloosbaar verschil in het aandeel rivierwater wat terecht komt in de onttrekking. Dit komt omdat drukdrainage slechts zeer lokaal werkt en daarmee niet van sterke invloed is op de grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket.

Afbeelding 3.30 Het aandeel rivierwater in de onttrekking van Den Hoek, Bergambacht West, en Streefkerk West met en zonder drukdrainage



Afbeelding 3.31 Het aandeel rivierwater in de onttrekking van Streefkerk Oost, Waal, en Weerszijden Lek (2x4) met en zonder drukdrainage



3.5 Overzicht resultaten

In onderstaande paragrafen zijn overzichtstabellen weergegeven voor de verschillende mitigerende maatregelen.

3.5.1 Infiltratie eerste watervoerende pakket

Primaire kering

In tabel 3.2 is een overzicht gegeven voor de van de resultaten van infiltratie in het eerste watervoerende pakket langs de primaire kering. De resultaten zijn gegeven voor de gemiddelde situatie.

Tabel 3.2 Overzichtstabel resultaten mitigerende maatregelen voor infiltratie eerste watervoerende pakket langs de primaire kering

Locatiealternatief met en zonder mitigerende maatregel	Freatische verlaging		Stijghoogte verlaging WVP1						Aandeel lekwater [% na 10 jaar start winning]
	maximaal binnendijs [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal onder de Lekdijk [m]	lengte verlaging >5 cm onder de Lekdijk [m]	maximaal regionale kering [m]	lengte verlaging >5 cm onder de regionale kering [km]	
Referentie Den Hoek	-0,36	934	-3,28	3.118	-0,68	5,7	n.v.t.	n.v.t.	56,3
Den Hoek met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,4	920	-3,82	2.323	-0,73	4	n.v.t.	n.v.t.	13,9
Referentie Bergambacht West	-0,37	993	-3,45	3.226	-1,39	4,6	n.v.t.	n.v.t.	55,0
Bergambacht West met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,44	1.018	-4,08	3.231	-1,54	3,1	n.v.t.	n.v.t.	22,2
Referentie Streefkerk West	-0,3	1.537	-3,32	3.499	-0,7	5,7	-0,75	27,9	45,4
Streefkerk West met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,33	1.539	-3,71	3.538	-0,71	4,9	-0,82	29,1	0
Referentie Streefkerk Oost	-0,27	1.396	-3,03	3.549	-0,83	4,9	-0,67	27,7	52,4
Streefkerk Oost met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,3	1.387	-3,45	3.620	-0,86	3,8	-0,72	30,4	12,8
Referentie Waal	-0,64	1.176	-3,13	2.670	-0,25	3,9	-0,11	3,7	34,5
Waal met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,66	1.179	-3,24	2.680	-0,25	3,6	-0,12	3,8	0
Referentie Weerszijden Lek totaal	-0,22	933	-2,25	5.054	-0,22	8,4	-0,46	15,7	28,8'
Weerszijden Lek totaal met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,23	955	-2,47	5.157	-0,21	6,5	-0,51	17,3	6,3'
Referentie Weerszijden Lek Krimpenewaard	-0,22	358	-2,25	2.386	-0,21	3,9	n.v.t.	n.v.t.	28,8'
Weerszijden Lek Krimpenewaard met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,23	365	-2,47	2.475	-0,19	3,0	n.v.t.	n.v.t.	6,3'
Referentie Weerszijden Lek Alblasserwaard	-0,15	575	-1,98	2.668	-0,22	4,5	-0,46	15,7	28,8'

Locatiealternatief met en zonder mitigerende maatregel	Freatische verlaging		Stijghoogte verlaging WVP1						Aandeel lekwater [% na 10 jaar start winning]
	maximaal binnendijs [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal onder de Lekdijk [m]	lengte verlaging >5 cm onder de Lekdijk [m]	maximaal regionale kering [m]	lengte verlaging >5 cm onder de regionale kering [km]	
Weerszijden Lek Alblasserwaard met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,17	590	-2m21	2.682	-0,21	3,4	-0,51	17,3	6,3*

* Dit is het totale aandeel van rivierwater wat er terecht komt in beide winning, er is hierbij geen onderscheid gemaakt tussen de winning ten noorden, en zuiden van de Lek.

Regionale kering

In tabel 3.3 is een overzicht gegeven voor de van de resultaten van infiltratie in het eerste watervoerende pakket langs de regionale kering. De resultaten zijn gegeven voor de gemiddelde situatie.

Tabel 3.3 Overzichtstabel resultaten mitigerende maatregelen voor infiltratie eerste watervoerende pakket langs de regionale kering

Locatiealternatief met en zonder mitigerende maatregel	Freatische verlaging		Stijghoogte verlaging WVP1						Aandeel lekwater [% na 10 jaar start winning]
	maximaal binnendijs [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal onder de Lekdijk [m]	lengte verlaging >5 cm onder de Lekdijk [m]	maximaal regionale kering [m]	lengte verlaging >5 cm onder de regionale kering [km]	
Referentie Streefkerk West	-0,3	1.537	-3,32	3.499	-0,7	5,7	-0,75	27,9	44,8
Streefkerk West met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,4	1.530	-4,72	2.224	-1,0	5,4	-0,77	9,2	44,5
Referentie Streefkerk Oost	-0,27	1.396	-3,03	3.549	-0,83	4,9	-0,67	27,7	52,3
Streefkerk Oost met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,34	1.376	-4,02	2.493	-1,1	4,6	-0,65	8,9	12,8
Referentie Waal	-0,64	1.176	-3,13	2.670	-0,25	3,9	-0,11	3,7	34,1
Waal met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,74	1.175	-3,5	2.323	-0,29	4,0	0	0	34,6
Referentie Weerszijden Lek Alblasserwaard	-0,15	575	-1,98	2.668	-0,22	4,5	-0,46	15,7	28,7*
Weerszijden Lek Alblasserwaard met infiltratie eerste watervoerende pakket	-0,21	573	-2,99	1.823	-0,29	4,7	-0,49	6,7	28,6*

* Dit is het totale aandeel van rivierwater wat er terecht komt in beide winning, er is hierbij geen onderscheid gemaakt tussen de winning ten noorden, en zuiden van de Lek.

3.5.2 Opknippen van peilgebieden

In tabel 3.4 is een overzicht gegeven voor de van de resultaten van het opknippen van peilgebieden. De resultaten zijn gegeven voor de gemiddelde situatie.

Tabel 3.4 Overzichtstabel resultaten mitigerende maatregelen voor het opknippen van peilgebieden

Locatiealternatief met en zonder mitigerende maatregel	Freatische verlaging		Stijghoogte verlaging WVP1						Aandeel lekwater [% na 10 jaar start winning]
	maximaal binnendijks [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal onder de Lekdijk [m]	lengte verlaging >5 cm onder de Lekdijk [m]	maximaal regionale kering [m]	lengte verlaging > 5 cm onder de regionale kering [km]	
Referentie Den Hoek	-0,36	934	-3,28	3.118	-0,68	5,7	n.v.t.	n.v.t.	56,3
Den Hoek met opknippen van peilgebieden	-0,42	630	-3,29	3.020	-0,69	5,5	n.v.t.	n.v.t.	56,4
Referentie Bergambacht West	-0,37	993	-3,45	3.226	-1,39	4,6	n.v.t.	n.v.t.	55,0
Bergambacht West met opknippen van peilgebieden	-0,58	568	-3,47	3.126	-1,4	4,6	n.v.t.	n.v.t.	55,1
Referentie Streefkerk West	-0,3	1.537	-3,32	3.499	-0,7	5,7	-0,75	27,9	45,4
Streefkerk West met opknippen van peilgebieden	-0,53	1.537	-3,35	3.493	-0,71	5,6	-0,76	27,9	56,3
Referentie Streefkerk Oost	-0,27	1.396	-3,03	3.549	-0,83	4,9	-0,67	27,7	52,4
Streefkerk Oost met opknippen van peilgebieden	-0,47	1.261	-3,05	3.534	-0,83	4,9	-0,68	27,7	52,4
Referentie Waal	-0,64	1.176	-3,13	2.670	-0,25	3,9	-0,11	3,7	34,5
Waal met opknippen van peilgebieden	-0,79	1.180	-3,15	2.652	-0,26	3,9	-0,1	3,4	34,8
Referentie Weerszijden Lek totaal	-0,22	933	-2,25	5.054	-0,22	8,4	-0,46	15,7	28,8*
Weerszijden Lek totaal met opknippen van peilgebieden	-0,29	727	-2,26	4.994	-0,22	8,4	-0,46	15,7	29,9*
Referentie Weerszijden Lek Krimpenervaard	-0,22	358	-2,25	2.386	-0,21	3,9	n.v.t.	n.v.t.	28,8*
Weerszijden Lek Krimpenervaard met opknippen van peilgebieden	-0,29	333	-2,26	2.343	-0,21	3,9	n.v.t.	n.v.t.	28,9*
Referentie Weerszijden Lek Alblasserwaard	-0,15	575	-1,98	2.668	-0,22	4,5	-0,46	15,7	28,8*
Weerszijden Lek Alblasserwaard met opknippen van peilgebieden	-0,26	393	-1,98	2.650	-0,22	4,5	-0,46	15,7	28,9*

* Dit is het totale aandeel van rivierwater wat er terecht komt in beide winning, er is hierbij geen onderscheid gemaakt tussen de winning ten noorden, en zuiden van de Lek.

3.5.3 Aanpassing percentage volgen bodemdaling

In tabel 3.5 is een overzicht gegeven voor de van de resultaten van het aanpassen percentage volgen bodemdaling. De resultaten zijn gegeven voor de gemiddelde situatie.

Tabel 3.5 Overzichtstabel resultaten mitigerende maatregelen voor aanpassing percentage volgen bodemdaling

Locatiealternatief met en zonder mitigerende maatregel	Freatische verlaging		Stijghoogte verlaging WVP1						Aandeel lekwater [% na 10 jaar start winning]
	maximaal binnendijks [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal onder de Lekdijk [m]	lengte verlaging >5 cm onder de Lekdijk [m]	maximaal regionale kering [m]	lengte verlaging >5 cm onder de regionale kering [km]	
Referentie Den Hoek	-0,36	934	-3,28	3.118	-0,68	5,7	n.v.t.	n.v.t.	56,3
Den Hoek met aanpassen percentage volgen bodemdaling	-0,23	314	-3,25	2.651	-0,67	5,4	n.v.t.	n.v.t.	55,6
Referentie Bergambacht West	-0,37	993	-3,45	3.226	-1,39	4,6	n.v.t.	n.v.t.	55,0
Bergambacht West met aanpassen percentage volgen bodemdaling	-0,36	471	-3,44	2.816	-1,39	4,4	n.v.t.	n.v.t.	54,8
Referentie Streefkerk West	-0,3	1.537	-3,32	3.499	-0,7	5,7	-0,75	27,9	45,4
Streefkerk West met aanpassen percentage volgen bodemdaling	-0,26	733	-3,3	2.939	-0,69	5,4	-0,72	19,7	44,9
Referentie Streefkerk Oost	-0,27	1.396	-3,03	3.549	-0,83	4,9	-0,67	27,7	52,4
Streefkerk Oost met aanpassen percentage volgen bodemdaling	-0,24	660	-3,02	2.995	-0,82	4,8	-0,65	18,8	52,2
Referentie Waal	-0,64	1.176	-3,13	2.670	-0,25	3,9	-0,11	3,7	34,5
Waal met aanpassen percentage volgen bodemdaling	-0,61	916	-3,11	2.434	-0,25	3,8	-0,09	2,4	34,4
Referentie Weerszijden Lek totaal	-0,22	933	-2,25	5.054	-0,22	8,4	-0,46	15,7	28,8*
Weerszijden Lek totaal met aanpassen percentage volgen bodemdaling	-0,17	183	-2,23	4.124	-0,21	7,8	-0,44	11,8	
Referentie Weerszijden Lek Krimpenervaard	-0,22	358	-2,25	2.386	-0,21	3,9	n.v.t.	n.v.t.	28,8*
Weerszijden Lek Krimpenervaard met aanpassen percentage volgen bodemdaling	-0,17	71	-2,23	1.996	-0,20	3,5	n.v.t.	n.v.t.	28,4*
Referentie Weerszijden Lek Alblasserwaard	-0,15	575	-1,98	2.668	-0,22	4,5	-0,46	15,7	28,8*
Weerszijden Lek Alblasserwaard met aanpassen percentage volgen bodemdaling	-0,12	112	-1,96	2.128	-0,21	4,3	-0,44	11,8	28,4*

* Dit is het totale aandeel van rivierwater wat er terecht komt in beide winning, er is hierbij geen onderscheid gemaakt tussen de winning ten noorden, en zuiden van de Lek.

3.5.4 Drukdrainage/A-WIS

In tabel 3.6 is een overzicht gegeven voor de resultaten van het toepassen van drukdrainage/A-WIS. De resultaten zijn gegeven voor de GLG-situatie waarin drukdrainage wordt toegepast.

Tabel 3.6 Overzichtstabel resultaten mitigerende maatregelen voor drukdrainage/A-WIS

Locatiealternatief met en zonder mitigerende maatregel	Freatische verlaging		Stijghoogte verlaging WVP1						Aandeel lekwater [% na 10 jaar start winning]
	maximaal binnendijks [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal [m]	totale oppervlakte > 5 cm [ha]	maximaal onder de Lekdijk [m]	lengte verlaging >5 cm onder de Lekdijk [km]	maximaal regionale kering [m]	lengte verlaging >5 cm onder de regionale kering [km]	
Referentie Den Hoek	-0,37	936	-3,28	3.118	-0,68	5,7	n.v.t.	n.v.t.	56,3
Den Hoek met drukdrainage	-0,31	808	-3,27	3.096	-0,68	5,7	n.v.t.	n.v.t.	56,4
Referentie Bergambacht West	-0,37	926	-3,45	3.219	-1,39	4,6	n.v.t.	n.v.t.	55,0
Bergambacht West met drukdrainage	-0,23	745	-3,44	3.200	-1,39	4,6	n.v.t.	n.v.t.	55,1
Referentie Streefkerk West	-0,30	1.594	-3,32	3.546	-0,70	5,7	-0,75	27,9	45,4
Streefkerk West met drukdrainage	-0,22	1.531	-3,30	3.511	-0,70	5,7	-0,74	27,8	46,3
Referentie Streefkerk Oost	-0,28	1.330	-3,04	3.562	-0,83	4,9	-0,67	27,7	52,4
Streefkerk Oost met drukdrainage	-0,24	1.269	-3,02	3.533	-0,82	4,9	-0,66	26,9	52,4
Referentie Waal	-0,65	1.030	-3,13	2.670	-0,25	3,9	-0,11	3,7	34,5
Waal met drukdrainage	-0,37	948	-3,09	2.598	-0,25	3,9	-0,10	3,4	34,8
Referentie Weerszijden Lek totaal	-0,22	933	-2,25	5.054	-0,22	8,4	-0,46	15,7	28,8*
Weerszijden Lek totaal met drukdrainage	-0,18	727	-2,24	5.017	-0,21	8,4	-0,46	15,5	28,8*
Referentie Weerszijden Lek Krimpenewaard	-0,22	307	-2,25	2.323	-0,21	3,9	n.v.t.	n.v.t.	28,8*
Weerszijden Lek Krimpenewaard met drukdrainage	-0,18	246	-2,24	2.313	-0,2	3,9	n.v.t.	n.v.t.	28,9*
Referentie Weerszijden Lek Alblasserwaard	-0,15	586	-1,98	2.725	-0,22	4,5	-0,46	15,7	28,8*
Weerszijden Lek Alblasserwaard met drukdrainage	-0,14	381	-1,97	2.704	-0,21	4,5	-0,46	15,5	28,9*

* Dit is het totale aandeel van rivierwater wat er terecht komt in beide winning, er is hierbij geen onderscheid gemaakt tussen de winning ten noorden, en zuiden van de Lek.

4

EFFECTIVITEIT

4.1 Effectiviteit mitigatie stijghoogteverlagingen onder de waterkeringen

Voor het mitigeren van stijghoogteverlagingen is er één maatregel geïdentificeerd, welke is doorerekend. Dit is het herinfiltreren van het onttrokken water bij de waterkeringen. Deze maatregel is doorerekend voor zowel primaire keringen als voor regionale keringen. De effectiviteit wordt berekend door te bepalen hoe goed deze stijghoogteverlagingen rond de kering kunnen worden gemitigeerd.

De effectiviteit van de stijghoogteverlagingen is op drie manieren bepaald:

- 1 afname van de maximale verlaging bij de kering, dus het verschil in de maximale verlaging zonder en met infiltratie;
- 2 afname van de lengte kering met een verlaging van meer dan 5 cm;
- 3 gemiddelde effectiviteit, het gemiddelde van de vermindering van de verlaging (in percentage) voor elke locatie op de kering.

De afgeleide effectiviteit is weergegeven in tabel 4.1 voor primaire keringen en in tabel 4.2 voor de regionale keringen. Hieruit blijkt dat de effectiviteit voor het verminderen van de maximale verlaging bij de Lekdijk in bijna alle gevallen negatief is. Dit betekent dat de maximale verlaging groter wordt. Dit komt omdat de infiltratie over een groot deel plaatsvindt, en de extra onttrekking hier dus veel effect heeft. Dit is schematisch weergegeven in afbeelding 4.1. De infiltratie heeft met name effect op de lengte waar een verlaging van meer dan 5 centimeter wordt gemodelleerd.

Voor de regionale keringen lijkt de effectiviteit hoger te zijn. Vanwege de grotere afstand van de Lek is de stijghoogte hier lager, waardoor het maximale infiltratiedebiet hoger is. Dit komt terug in een hogere gemiddelde effectiviteit en een grotere afname van de lengte met een verlaging van meer dan 5 centimeter.

Het verschil in effectiviteit tussen locatiealternatieven wordt (deels) veroorzaakt door de positie van het puttenveld ten opzichte van de keringen. Zo ligt het puttenveld van Streefkerk West verder van de kering af dan Den Hoek, waardoor bij Den Hoek het effect van de extra onttrekking relatief groot is. Daarnaast liggen er in de omgeving van locatie Waal weinig regionale keringen op grotere afstand, waardoor de effectiviteit hier 100 % is. De lengte die wordt gemitigeerd is echter beperkt.

Tabel 4.1 Effectiviteit reductie verlaging stijghoogte primaire keringen. Negatieve getallen betekent dat het effect groter wordt ten opzichte van de referentiesituatie zonder mitigerende maatregelen

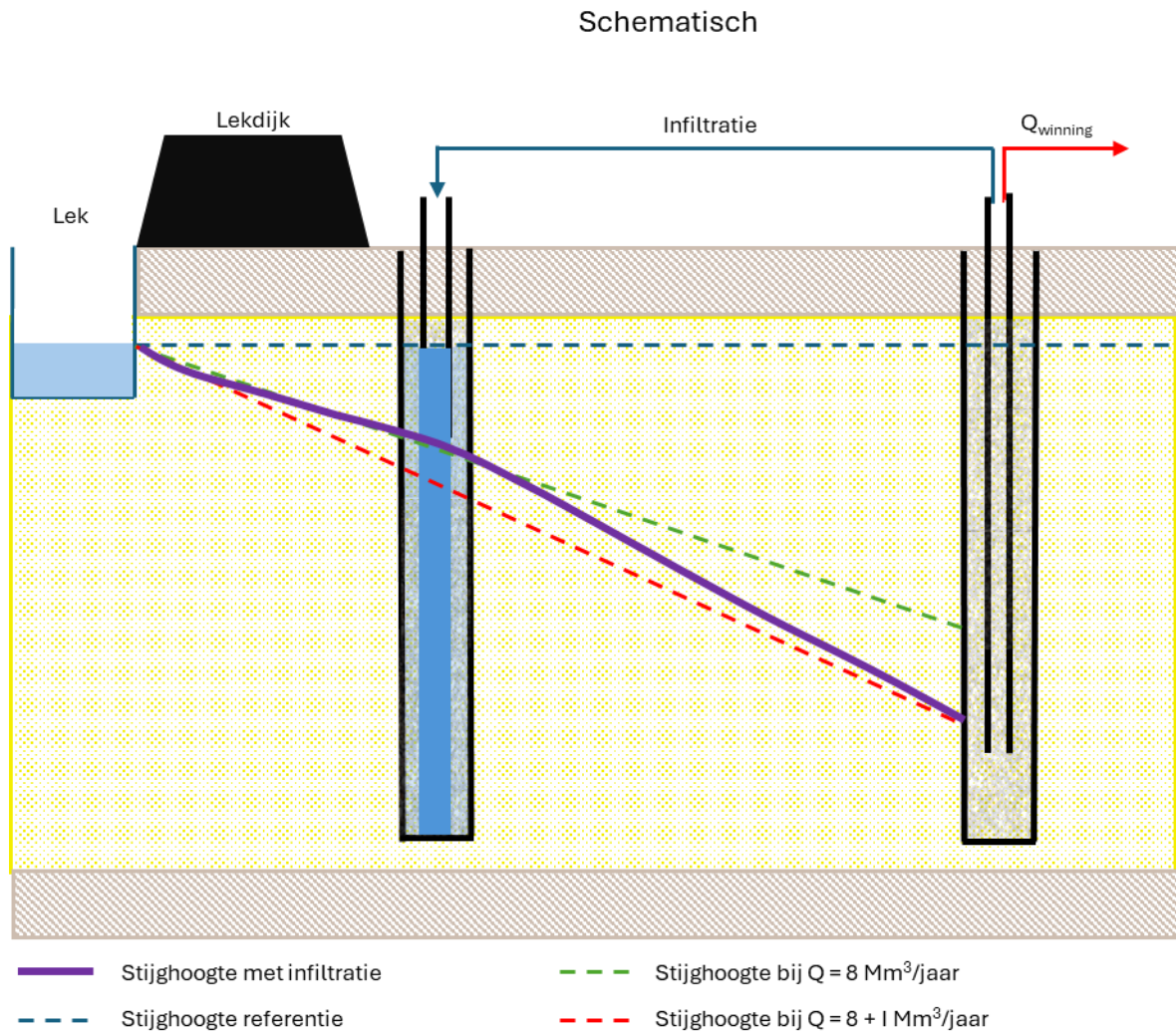
Locatie	Onttrokken debiet [Mm ³ /jaar]	Infiltratie debiet [Mm ³ /jaar]	Aantal infiltratie putten [-]	Effectiviteit maximale verlaging [%]	Effectiviteit afname lengte verlaging > 5 cm [%]	Gemiddelde effectiviteit [%]
Den Hoek	9,5	1,5	54	-7	30	12
Bergambacht West	9,8	1,8	40	-10	33	6
Streefkerk West	9,0	1,0	41	-1	14	10

Locatie	Onttrokken debiet [Mm ³ /jaar]	Infiltratie debiet [Mm ³ /jaar]	Aantal infiltratie putten [-]	Effectiviteit maximale verlaging [%]	Effectiviteit afname lengte verlaging > 5 cm [%]	Gemiddelde effectiviteit [%]
Streefkerk Oost	9,3	1,3	40	-4	22	18
Waal	8,3	0,3	35	0	8	8
Weerszijden Lek totaal	8,9	0,9	76	5	23	12
Weerszijden Lek Alblasserwaard	8,5	0,5	40	5	24	14
Weerszijden Lek Krimpenerwaard	8,4	0,4	36	10	23	11

Tabel 4.2 Effectiviteit reductie verlaging stijghoogte regionale keringen. Negatieve getallen betekent dat het effect groter wordt ten opzichte van de referentiesituatie zonder mitigerende maatregelen

Locatie	Onttrokken debiet [Mm ³ /jaar]	Infiltratie debiet [Mm ³ /jaar]	Aantal infiltratie putten [-]	Effectiviteit maximale verlaging [%]	Effectiviteit afname lengte verlaging > 5 cm [%]	Gemiddelde effectiviteit [%]
Streefkerk West	11,7	3,7	78	-3	67	27
Streefkerk Oost	10,9	2,9	72	3	68	31
Waal	9,0	1,0	19	100	100	100
Weerszijden Lek	10,3	2,3	63	-7	57	17

Afbeelding 4.1 Schematische weergave van de onttrekking en infiltratie. De extra onttrekking leidt tot extra verlaging van de stijghoogte. De infiltratie zorgt wel voor een verhoging van de stijghoogte maar deze compenseert bij de dijk slechts een deel van de verlaging



4.2 Effectiviteit verminderen van de freatische verlagingen

Voor het verminderen van de freatische verlagingen zijn drie mitigerende maatregelen onderzocht:

- opknippen van peilgebieden;
- aanpassing van het percentage volgen bodemdaling;
- drukdrainage/A-WIS.

Het opknippen van peilgebieden zorgt ervoor dat de grootste grondwaterstandsverlagingen zich meer zullen concentreren rondom de winning, omdat het originele peilgebied niet meer over-geïndexeerd wordt voor de optredende bodemdaling rondom de winning. Door het opknippen neemt de freatische verlaging in de overige peilgebieden af, in zowel oppervlakte als de daling zelf.

Het aanpassen van het percentage volgen bodemdaling leidt tot een sterke afname van het oppervlak dat beïnvloed is door een verlaging van de freatische grondwaterstand. Het heeft beperkt effect op de maximale freatische verlaging. Een aandachtspunt bij het uitwerken van deze maatregelen is dat de ontwateringsdiepte kan verminderen, waardoor het peilgebied mogelijk minder geschikt kan zijn voor sommige vormen van landgebruik.

De A-WIS zijn er toe in staat om lokaal ter plaatse van het A-WIS de freatische verlagingen sterk te verminderen. Het heeft dus met name invloed op waar de A-WIS wordt toegepast. Daar waar A-WIS wordt toegepast is deze effectief. Bij de nu ontworpen gebieden heeft de A-WIS met name invloed op het gebied met de maximale freatische verlagingen. Daardoor wordt het totale invloedsgebied met verlagingen slechts beperkt beïnvloed.

CONCLUSIES EN ADVIES

In de voorgaande hoofdtukken is de effectiviteit van de verschillende mitigerende maatregelen weergegeven en zijn aandachtspunten benoemd bij deze mitigerende maatregelen. Dit hoofdstuk bevat de conclusies en geeft een advies welke mitigerende maatregelen zinvol zijn, en dus worden betrokken in het verdere onderzoek naar de locatiekeuze.

5.1 Hydrologische effectiviteit

Effectiviteit mitigatie stijghoogteverlaging door infiltratie bij de primaire kering (Lekdijk)

Infiltratie leidt niet tot nul zetting bij de kering. Bij het maatgevende debiet is berekend dat een deel van de stijghoogteverlaging onder de Lekdijk kan worden gemitigeerd. Dit heeft met name een effect op de locaties verder van de winning af. Dichter bij de winning zorgt infiltratie juist voor extra verlaging, omdat het effect van de extra onttrekking groter is.

Uit de (model)berekeningen volgt de volgende effectiviteit¹ van de reductie van de stijghoogteverlaging onder de Lekdijk:

- tussen de -10 % en +10 % voor de afname van maximale verlaging van de stijghoogte;
- tussen +8 % en +33 % voor de afname van de beïnvloede totale lengte van stijghoogteverlagingen;
- tussen +6 % en +18 % voor de gemiddelde (gewogen) afname van de stijghoogteverlaging.

Uit de theoretische modelberekeningen met een (hypothetisch/niet haalbaar) ontwerp en een onrealistisch hoog infiltratiedebiet van 15 Mm³/jaar (en daarmee een onttrekking van 23 Mm³/jaar) blijkt dat het niet mogelijk is om de verlagingen van de stijghoogte onder de Lekdijk volledig te mitigeren.

Effectiviteit mitigatie stijghoogteverlaging door infiltratie bij de secundaire kering (boezemkade)

Infiltratie leidt niet tot nul zetting bij de kering. Bij het maatgevende debiet is berekend dat een deel van de stijghoogteverlaging onder de regionale kering kan worden gemitigeerd. Dit heeft met name een effect op de locaties verder van de winning af. Dichter bij de winning zorgt infiltratie juist voor extra verlaging, omdat het effect van de extra winning groter is.

Uit de (model)berekeningen volgt de volgende effectiviteit¹ van de reductie van de stijghoogteverlaging onder de regionale kering:

- tussen de -7 % en +3 % voor de reductie van de maximale verlaging van de stijghoogte, met uitzondering van locatiealternatief Waal waar 100 % mitigatie is berekend;
- tussen de +57 % en +68 % voor de afname van de totale beïnvloede lengte van stijghoogteverlagingen, met uitzondering van locatiealternatief Waal waar 100 % mitigatie is berekend;
- tussen de +17 % en +31 % voor de gemiddelde (gewogen) afname van de stijghoogteverlaging, met uitzondering van locatiealternatief Waal waar 100 % mitigatie is berekend.

Locatiealternatief Waal scoort 100 % op de mitigatie van de stijghoogte onder de regionale kering. De reden hiervoor is dat de regionale kering zich op een relatief grote afstand van 2,4 km van de onttrekking bevindt.

¹ Een negatieve effectiviteit betekent dat het effect groter wordt ten opzichte van de referentiesituatie zonder mitigerende maatregelen (maximale verlaging onder de kering neemt toe).

Hierdoor is de maximale verlaging van de stijghoogte onder de regionale kering in de referentiesituatie zonder mitigerende maatregelen beperkt tot maximaal 11 cm, en een lengte van 1,6 km waar de regionale kering wordt beïnvloed. Bovendien heeft de extra onttrekking door herinfiltratie minder invloed op de verlagingen onder de regionale kering vanwege de verre afstand. Dit resulteert in een volledige (100 %) mitigatie van de stijghoogte onder de regionale kering.

Effectiviteit mitigatie freatische verlagingen

De verschillende mitigerende maatregelen voor het verminderen van de freatische verlagingen (ten behoeve van het verminderen van veenoxidatie) zijn allemaal effectief. Het opknippen van een peilgebied zorgt ervoor dat de effecten op een kleiner oppervlakte merkbaar zijn. Met het aanpassen van het percentage volgen bodemdaling (ten gevolge van de winning) kan er gericht geïndexeerd worden voor de effecten van de winning.

Uit berekeningen van de maaiveldaling volgt dat het aandeel van veenoxidatie in de totale bodemdaling ongeveer een tiende tot ruim een derde is op de punten met de meeste bodemdaling [ref. 2]. Dit betekent dat zelfs bij volledige mitigatie van de freatische verlagingen er maaiveldaling als gevolg van de winning blijft optreden.

5.2 Bijkomende effecten als gevolg van de mitigerende maatregelen

Door het nemen van mitigerende maatregelen kunnen ook (ongewenste) neveneffecten optreden.

Neveneffect infiltratie

Doordat er voor het infiltreren van het water extra grondwater moet worden onttrokken, leidt de infiltratie ook tot een grotere en diepere onttrekkingskegel waarin de stijghoogten en grondwaterstanden worden verlaagd. De effecten op de keringen zijn hierbij als volgt berekend:

- als gevolg van de infiltratie bij de regionale kering (en de extra onttrekking daarvoor) leidt deze extra onttrekking tot een toename van de maximale stijghoogteverlaging bij de Lekdijk van ca. 10 tot 30 cm;
- als gevolg van de infiltratie bij de Lekdijk (en de extra onttrekking daarvoor) leidt deze extra onttrekking tot een toename van de maximale stijghoogteverlaging bij de regionale keringen van ca. 10 cm;

Daarnaast leidt de grotere en diepere onttrekkingskegel waarin de stijghoogten en grondwaterstanden worden verlaagd ook tot grotere afgeleide effecten voor andere thema's, zoals landbouw, natuur en bebouwing.

Tot slot leidt de infiltratie bij de primaire kering tot percentueel fors minder aangetrokken rivierwater en wordt er dus meer 'polderwater' uit het eerste watervoerend pakket in de omgeving aangetrokken.

Neveneffect opknippen peilgebieden, het wijzigen van het percentage peilaanpassing en A-WIS

De maatregelen om de freatische verlagingen te verminderen hebben weinig tot geen uitstralingseffecten op de grondwaterstanden en stijghoogten in de omgeving. Echter, deze (lokale) maatregelen hebben wel allemaal aandachtspunten, zoals aanpassingen aan het watersysteem voor het opknippen van peilgebieden, verandering van mogelijke landgebruik bij het wijzigen van het percentage peilaanpassing en de extra wateraanvoer bij A-WIS. Daarnaast heeft A-WIS impact op de waterberging ten tijde van piekbuien van neerslag omdat er door de hogere grondwaterstanden in de zomer dan minder berging beschikbaar is.

5.3 Advies keuze mitigerende maatregelen

In dit rapport is onderzocht met welke mitigerende maatregelen de primaire hydrologische effecten verkleind kunnen worden. Het hydrologische onderzoek van de maatregelen heeft inzichten opgeleverd in de effectiviteit en uitstralingseffecten.

Op basis van deze bevindingen en expert judgement wordt een advies gegeven over welke maatregelen in de eerste fase van de MER meegenomen kunnen worden als effectieve mitigerende maatregel. Hierbij is het van belang dat de mitigerende maatregelen ook zorgen voor locatie onderscheidende effecten.

Infiltratie bij de primaire en secundaire kering: mitigatie van zettingen

Het wordt aanbevolen om de infiltratie bij Lekdijk en regionale keringen **niet** als mitigerende maatregel in fase 1 van het MER op te nemen. Uit de berekeningen volgt dat deze maatregel weinig effect heeft op de vermindering van de maximale stijghoogteverlagingen onder de keringen. Bovendien brengt infiltratie achter de kering risico's met zich mee voor waterveiligheid en zekerheid voor levering van drinkwater. Ook zorgt de benodigde extra grondwateronttrekking juist voor een extra daling van de grondwaterstand onder de keringen en beïnvloedt dit andere functies, zoals landbouw, natuur en infrastructuur, negatief.

Dit advies wordt onderbouwd met de volgende argumenten:

- uit berekeningen volgt een **zeer lage effectiviteit** (-10 tot 33 % van de bandbreedte van de 3 effectiviteitscriteria, zie vorige pagina) bij infiltratie bij de primaire kering (Lekdijk), daarnaast neemt de maximale stijghoogteverlaging onder regionale kering juist toe met ca. 10 cm als gevolg van de extra onttrekking;
- uit berekeningen volgt een **lage effectiviteit** (-7 tot 68 % van de bandbreedte van de 3 effectiviteitscriteria, zie vorige pagina) bij infiltratie bij de secundaire kering, daarnaast neemt de maximale stijghoogteverlaging onder primaire kering (Lekdijk) juist toe met ca. 10 tot ca. 30 cm als gevolg van de extra onttrekking;
- infiltratie bij de primaire kering zorgt ervoor dat het **aandeel rivierwater fors afneemt** en er dus meer 'polderwater' wordt aangetrokken;
- er zullen verstoppingen optreden bij de infiltratieputten. Op basis van expert-judgement wordt verwacht dat in het eerste watervoerend pakket de overgang van zuurstofrijk naar zuurstofarm aanwezig is, wat leidt tot een hoger risico op verstopping. Ook met regeneratie zal de infiltratiecapaciteit over de tijd terugnemen en daardoor neemt de al lage effectiviteit van de mitigatie van de stijghoogteverlaging nog verder af. Bij meer verstoppingen dan het ontwerpuitgangspunt van 50 % wordt het infiltratiedebiet niet gehaald en worden de stijghoogteverlagingen minder gemitigeerd dan bij het ontwerpuitgangspunt. Bevoegd Gezag kan dan vanuit vergunningverlening de winning stopzetting wat een groot **risico is voor de leveringszekerheid**;
- door infiltratie kan de stijghoogte dermate toenemen dat opbarsten optreedt. De kans hierop wordt versterkt door verstoppingen, omdat er extra druk nodig is voor voldoende infiltratie. In de nabijheid van een waterkering kan opbarsten ook zorgen voor piping (risico op waterveiligheid):
 - als **beheersmaatregel** kan een overstort worden aangelegd die het niet-geïnfiltreerde water afvoert op het watersysteem van het waterschap bij de kritische stijghoogte voor opbarsten. Dit zorgt ervoor dat opbarsten wordt voorkomen, maar leidt er wel toe dat de infiltratiecapaciteit over verloop van tijd afneemt;
- de infiltratievoorziening vereist een complex regelschema. De stijghoogte verschilt in de ruimte en in de tijd, zoals door veranderingen van waterstanden in de Lek. Het infiltratiedebiet per put moet hier nauwkeurig op afgestemd worden om de effecten voldoende te mitigeren, maar niet leiden tot overcompensatie of opbarsten. Het is mogelijk dat deze precieze afstemming niet kan worden bepaald;
- lokaal kan een infiltratievoorziening leiden tot 'overmitigatie'. Dit kan een hogere stijghoogte veroorzaken, en mogelijk tot de macro-instabiliteit van de dijk leiden (risico op waterveiligheid);
- de betrouwbaarheid van de infiltratievoorziening bepaalt de betrouwbaarheid van de waterlevering. Als de infiltratie niet meer goed functioneert en de winning toch tot leidt tot zetting bij de kering, moet de drinkwaterwinning mogelijk worden verminderd of zelfs worden stopgezet. Dit heeft gevolgen voor de leveringszekerheid van drinkwater;
- door extra onttrekking wordt de 'onttrekkingskegel' dieper, hetgeen tot **extra neveneffecten** leidt op landbouw, natuur en bebouwing;
- de infiltratievoorzieningen leiden tot extra landgebruik, nodig voor het plaatsen van de putten en voorzieningen (wegen) voor beheer en onderhoud.

Voor fase 1 wordt infiltratie bij de kering niet nader onderzocht omdat het niet onderscheidend is. Voor fase 2 (met de voorkeurslocatie):

- wordt geadviseerd om nader (veld)onderzoek naar haalbaarheid van de infiltratie bij de boezemkering uit te voeren omdat de infiltratie *relatief* een groter effect heeft dan bij de Lekdijk;
- wordt opgemerkt dat infiltratie bij de Lekdijk niet voor de hand ligt deze mee te nemen maar deze voor fase 2 ook nog niet uit te sluiten.

Opknippen van peilgebieden: mitigatie van maaiveldddaling en veenoxidatie

Het wordt aanbevolen om het opknippen van peilgebieden wel als mitigerende maatregel in het MER op te nemen. Uit de berekeningen volgt dat deze maatregel een positief effect heeft op de vermindering van de freatische grondwaterstandsverlaging, en dus de andere functies, zoals landbouw en bebouwing, positief beïnvloedt.

Door het opknippen van een peilgebied kan er gericht geïndexeerd worden voor de bodemdalingseffecten (veenoxidatie) van de winning, waardoor de freatische verlagingen grotendeels binnen het (opgeknippte) peilgebied van de winning zullen vallen. Voor het opknippen van een peilgebied is wel waterhuishoudkundige aanpassing van het watersysteem nodig.

Aanpassen percentage volgen bodemdaling: mitigatie van maaiveldddaling en veenoxidatie

Het wordt aanbevolen om de aanpassen van het percentage volgen bodemdaling bij de peilindexatie nu niet als mitigerende maatregel in het MER fase 1 op te nemen. Dit betekent geen aanpassing ten opzichte van de referentiesituatie (100 % peilindexatie). Deze mate van indexatie komt overeen met de huidige afspraken van waterschap Rivierenland om volledig te compenseren voor effecten als gevolg van drinkwaterwinningen. Voor het bepalen van de effecten in het MER is dit een worst case benadering. Hieronder wordt uitgebreider toegelicht waarom deze aanbeveling wordt gedaan.

Uit de berekeningen volgt dat deze maatregel een positief effect heeft op de vermindering van de freatische grondwaterstand en daarmee op de vermindering van de veenoxidatie. Omdat de maaiveldddaling als gevolg van de winning bestaat uit diepe zettingen en veenoxidatie, heeft het aanpassen van de mate van peilindexatie een beperkte invloed op de totale maaiveldddaling.

Daarnaast volgt vanuit het juridisch instrument 'Peilbesluit' het criterium 'peil volgt functie'. Hiermee kan het waterschap niet zomaar de drooglegging in het agrarisch gebied laten afnemen tot minder dan 40 cm [ref. 3].

Het percentage van de bodemdaling dat wordt gevolgd moet passen bij de gebruiksfunctie van het peilgebied. Opgemerkt wordt dat onderscheid gemaakt moet worden tussen autonome maaiveldddaling en extra maaiveldddaling als gevolg van de winning. Bij waterschap Rivierenland is in peilbesluiten vastgelegd dat in agrarische peilgebieden de bodemdaling veroorzaakt door een drinkwateronttrekking voor 100 % wordt geïndexeerd [ref. 3]. Er zijn geen afspraken of richtlijnen hoe om te gaan met extra maaiveldddaling als gevolg van een winning in een natuurgebied of stedelijk gebied. Daar kan het wenselijk zijn om minder of niet te indexeren, zoals dat nu ook al praktijk is voor autonome bodemdaling.

Het is op dit moment niet mogelijk om het specifieke percentage te bepalen waarmee de bodemdaling wordt gevolgd. Het bepalen van de percentages van mate van volgen van de extra maaiveldddaling dient plaats te vinden in het kader van een peilbesluit in overleg met de landbouw, terreinbeherende instanties en gemeenten op basis van monitoring en evaluatie van de gemeten maaiveldddaling, met onderscheid in autonome maaiveldddaling en maaiveldddaling als gevolg van de winning.

A-WIS: mitigatie van maaiveldddaling en veenoxidatie

Het wordt aanbevolen om A-WIS niet als mitigerende maatregel in het MER van fase 1 op te nemen. Voor het bepalen van de effecten in het MER is dit een worst case benadering. De belangrijkste reden om A-WIS niet in fase 1 van het MER op te nemen, is dat A-WIS afstemming met de agrarische sector en perceelegeigenaren vergt, waardoor niet gegarandeerd kan worden dat de maatregel daadwerkelijk uitvoerbaar is. Daarnaast is A-WIS voor fase 1 niet onderscheidend voor de primaire hydrologische effecten omdat het in principe bij alle winlocaties op dezelfde wijze kan worden toegepast.

Uit de berekeningen volgt dat deze maatregel (lokaal) een positief effect heeft op de vermindering van de freatische grondwaterstandsverlaging, en daarmee op de vermindering van de veenoxidatie. Omdat de maaiveldddaling als gevolg van de winning bestaat uit diepe zettingen en veenoxidatie, heeft het aanpassen van de mate van peilindexatie een beperkte invloed op de totale maaiveldddaling.

A-WIS lijkt een goede maatregel, maar zit ook nog in de onderzoeksfase (praktijkproeven). Hierbij wordt de effectiviteit op de reductie van CO₂-uitstoot en bodemdaling en de impact van de afname van waterberging onderzocht. Ook in de Alblasserwaard wordt een pilot uitgevoerd. In fase 2 kan worden bepaald of het onderzoek naar A-WIS voldoende informatie heeft opgeleverd en of het effectief is om deze maatregel (lokaal) toe te passen. Hiervoor moet dan ook onderzoek worden gedaan naar het watersysteem, onder andere of het haalbaar is om de extra benodigde hoeveelheid water aan te voeren.

In onderstaande tabel is een samenvatting van het advies opgenomen.

Tabel 5.1 Samenvatting advies mitigerende maatregelen

Maatregel	Meenemen	Feedback expert-groep
infiltratie bij Lekdijk	X	akkoord voor fase 1 (niet onderscheidend), voor fase 2 ligt het niet voor de hand deze mee te nemen maar ook nog niet uitsluiten
infiltratie bij boezem	X	akkoord voor fase 1 (niet onderscheidend), voor fase 2 advies voor nader (veld)onderzoek naar haalbaarheid omdat de infiltratie relatief een groter effect heeft dan bij de Lekdijk
opkippen peilgebieden	✓	akkoord
aanpassen percentage volgen bodemdaling	X	akkoord
A-WIS	X	akkoord

REFERENTIES

- 1 Witteveen+Bos, 2025, Oevergrondwaterwinning Alblasserwaard en Krimpenerwaard - Deelrapport geohydrologische effectberekeningen, referentie 143484/25-010.489.
- 2 Witteveen+Bos, 2025, Oevergrondwaterwinning Alblasserwaard en Krimpenerwaard - Deelrapport maaiveldddaling. Referentie: 143484/25-010.487.
- 3 Witteveen+Bos, 2023, Toelichting op het peilbesluit Alblasserwaard. Referentie: 122780/23-013.152.

Bijlage(n)



BIJLAGE: INFILTRATIE PUTTEN BEREKENINGEN

Tabel I.1 Parameters die zijn gebruikt in de berekeningen van het maximale infiltratie debiet. De parameters zijn afgeleid uit het grondwatermodel

Paramater	Streefkerk West PW	Streefkerk West RW	Streefkerk Oost PW	Streefkerk Oost RW	Waal PW	Waal RW	Weerszijden Lek ALB PW	Weerszijden Lek ALB RW	Weerszijden Lek KRIMP PW	Den Hoek PW	Bergambacht West PW
maaiveld [m NAP]	-1	-1,5	-1,1	-1,7	-0,8	-1,1	-1	-1,5	-1,2	-1,2	-1
dikte deklaag [m]	9	5	10	8	10	10	9	5	11	11	12
kv deklaag [m/dag]	0,004	0,0045	0,0045	0,006	0,006	0,008	0,004	0,0056	0,008	0,008	0,007
C [dag ⁻¹]	2250	1111	2222	1333	1667	1250	2250	1111	1375	1375	1714
dikte WVP1 [m]	30	35	37	35	40	35	30	35	32	32	36
Kh wvp1 [m/dag]	45	60	55	65	45	40	45	60	55	55	40
kD [m²/dag]	1350	2100	2035	2275	1800	1400	1350	2100	1760	1760	1440
Qmax (m³/d)	1550	1800	1700	1860	1550	1460	1550	1800	1700	1700	1460

Tabel I.2 Bepaalde parameters uit de grondopbouw en grondwatermodel om tot de maximale infiltratieruimte te komen

Paramater	Streefkerk West PW	Streefkerk West RW	Streefkerk Oost PW	Streefkerk Oost RW	Waal PW	Waal RW	Weerszijden Lek ALB PW	Weerszijden Lek ALB RW	Weerszijden Lek KRIMP PW	Den Hoek PW	Bergambacht West PW
H _{krit} [m NAP]	-0,25	-0,9	-0,15	-1,25	0	-0,22	-0,25	-0,9	0,1	0,1	0
H _{max} [m NAP]	-0,5	-1,25	-0,15	-1,25	0	-1,3	-0,5	-1,25	0	0	0
S _{winning} [m]	0,7	0,74	0,83	0,65	0,23	0,11	0,21	0,44	0,19	0,63	1,35
H _{inf} [m NAP]	0,95	1,09	0,83	0,9	0,23	1,19	0,46	0,79	0,29	0,73	1,35

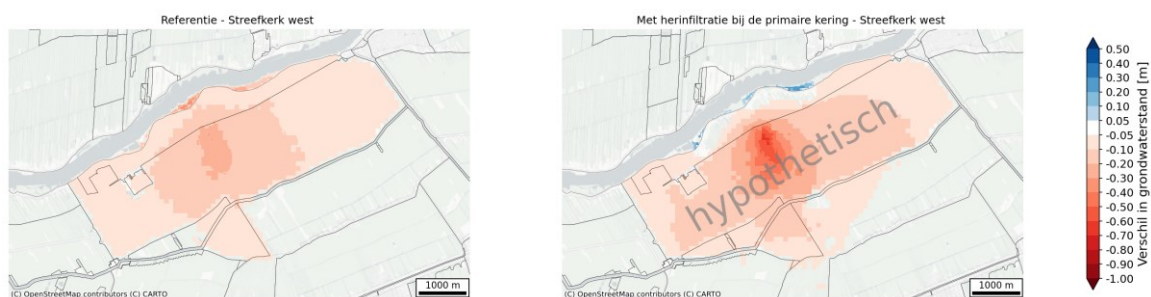
Tabel I.3 Rekenkundig gebruikte infiltratie debieten

Paramater	Streefkerk West PW	Streefkerk West RW	Streefkerk Oost PW	Streefkerk Oost RW	Waal PW	Waal RW	Weerszijden Lek ALB PW	Weerszijden Lek ALB RW	Weerszijden Lek KRIMP PW	Den Hoek PW	Bergambacht West PW
maximale infiltratie debiet voor 1 put zonder onderlinge invloed en zonder verstopping (m³/d)	660	1193	857	1055	213	879	320	864	265	668	1011
infiltratie debiet van 1 put met onderlinge invloed en een putafstand van 100 m en 50 % verstopping (m³/d)	70	130	87	110	25	143	35	100	32	75	120
aantal gebruikte putten in het grondwatermodel [-]	41	78	40	72	35	19	40	63	36	54	40
totale infiltratie debiet [M³/jaar]	1,0	3,7	1,3	2,9	0,3	1,0	0,5	2,3	0,4	1,5	1,8

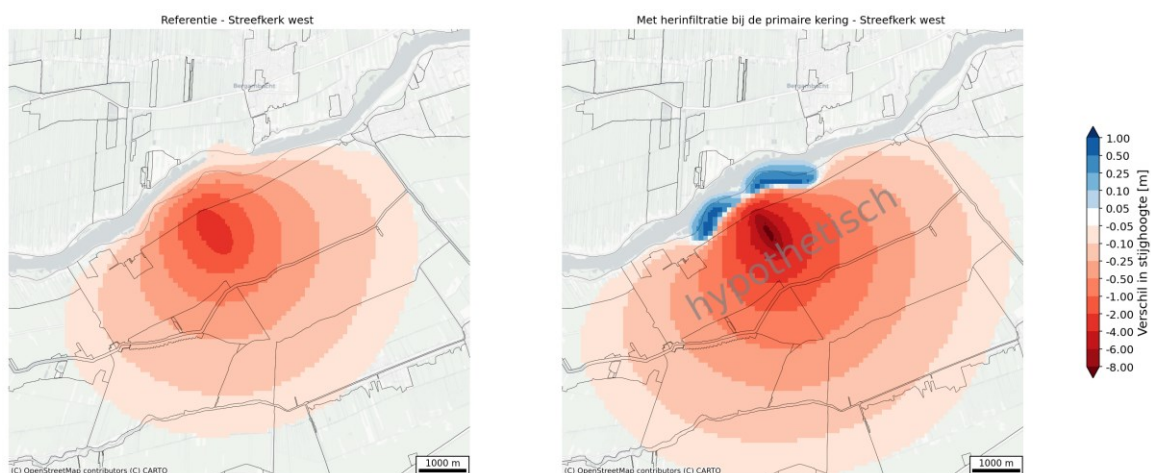


BIJLAGE: HERINFILTRATIE 15M STREEFKERK WEST

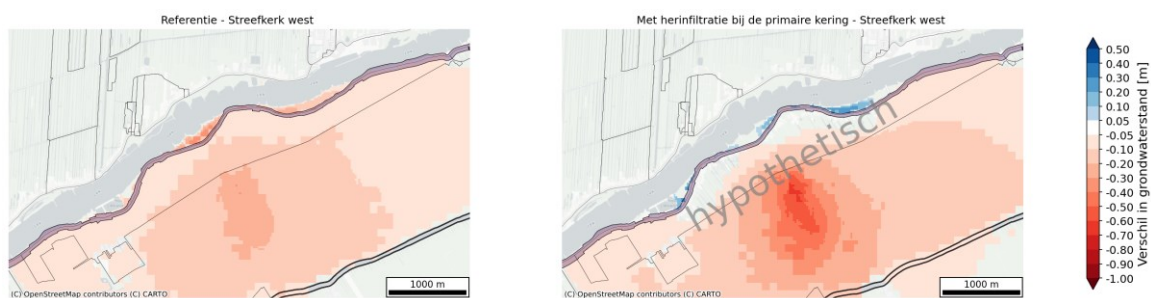
Afbeelding II.1 Vergelijking van de freatische verlaging van locatiealternatief Streefkerk West met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water voor het scenario van 15M



Afbeelding II.2 Vergelijking van de stijghoogteverlaging van locatiealternatief Streefkerk West met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water voor het scenario van 15M



Afbeelding II.3 Vergelijking van de freatische verlaging van locatiealternatief Streefkerk West met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water voor het scenario van 15M (ingezoomd)



Afbeelding II.4 Vergelijking van de stijghoogteverlaging van locatiealternatief Streefkerk West met en zonder het herinfiltreren van onttrokken water voor het scenario van 15M (ingezoomd)

