



Wateraccu Noord-Veluwe

rapportage deskstudie technisch-realistische concepten

Ebbing van Tuinen (W+B)

Geerten van der Zalm (W+B)

Arjen van Nieuwenhuijzen (W+B)

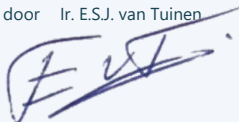
Olivier Klijn (H+N+S)

Project Wateraccu Noord-Veluwe
Opdrachtgever Provincie Gelderland
Document Rapportage deskstudie technisch-realistische concepten Wateraccu Noord-Veluwe
Status Definitief
Datum 29 maart 2024
Referentie 138024/24-004.720

Projectcode 138024
Projectleider Ir. E.S.J. van Tuinen
Projectdirecteur Ir. H.J. Mondeel

Auteur(s) Ir. G.W.E. van der Zalm, dr.ir. A.F. van Nieuwenhuijzen, O. Klijn MSc
Gecontroleerd door Ir. E.S.J. van Tuinen
Goedgekeurd door Ir. E.S.J. van Tuinen

Paraaf



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

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, 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.

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

Inhoudsopgave

- [Achtergrond en doel](#)
- [Onderzoeksgebied en systeembeschrijving Noord-Veluwe](#)
- [Ontwikkeling door de tijd](#)
- [Uitgangspunten en bouwstenen van de Wateraccu](#)
- [Beschouwde varianten van de Wateraccu](#)
- [Conclusies](#)
- [Aanbevelingen vervolgtraject](#)

Achtergrond

Menselijke ingrepen en klimaatverandering hebben er toe geleid dat er meer en vaker droogte optreedt met schade of ongemak voor vele functies. Eén van de opties om verdroging tegen te gaan is water aanvoeren en daarmee het systeem herstellen. Na het vaststellen van de drinkwaterreserveringsgebieden (DRG's) in juli 2022 door Provinciale Staten is de provincie Gelderland verdergegaan met het proces adaptieve strategie. In dit proces wordt de inzet van de nieuwe DRG's voor een toekomstige duurzame drinkwaterwinning in Gelderland voorbereid. Niet alleen de inzet van de DRG's maar ook andere winconcepten kunnen in dit proces worden verkend en toegepast. Waterbesparing en het Wateraccu-concept zijn hierbij belangrijke

thema's voor de middellange termijn.

In het bestuurlijk overleg van 23 maart 2023 heeft de werkregio Water en Klimaatadaptatie Noord-Veluwe op verzoek van de provincie Gelderland afgesproken de potentiële technische mogelijkheden van het concept Wateraccu te verkennen in de regio Noord-Veluwe.

Dit document presenteert de resultaten van deze verkenning.

Doel, werkwijze en scope van de deskstudie

Doel

Doel van dit project is het in beeld brengen van de potentie en bandbreedte voor technisch-realistische concepten voor een Wateraccu Noord-Veluwe

Werkwijze

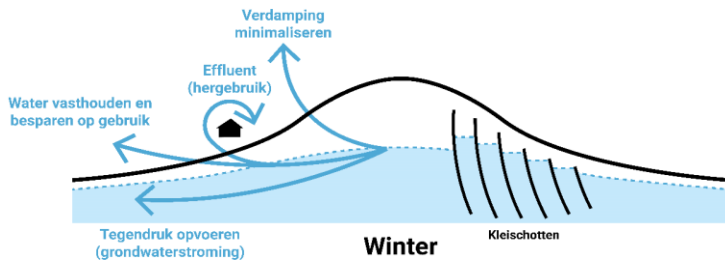
- In overleg (ambtelijk) met provincie Gelderland, Vitens, Waterschap Vallei en Veluwe en gemeente Oldebroek
- Inschatting benodigde maatregelen, effecten en kosten op basis van basis van bestaande literatuur, expert beoordeling en kengetallen
- Geen geohydrologische modelberekeningen, waardoor ook nog geen beeld van mogelijke grondwateroverlast door hogere grondwaterstanden als gevolg van de wateraccu

Wat is een Wateraccu

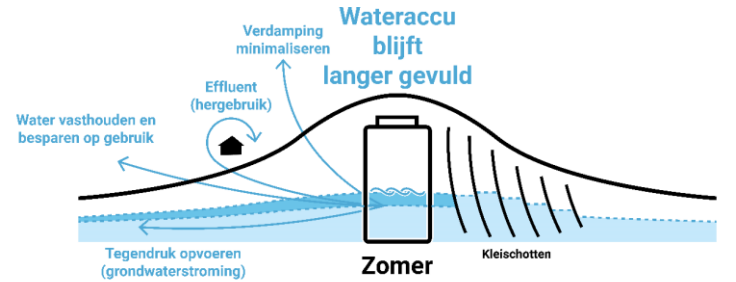
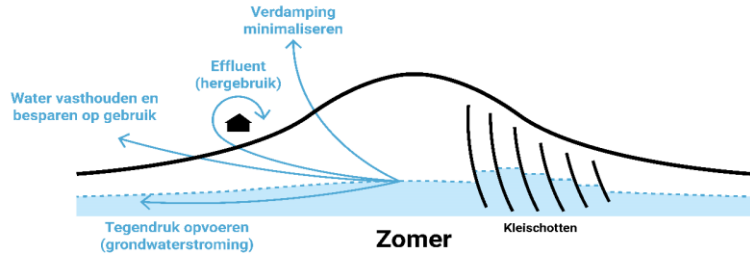
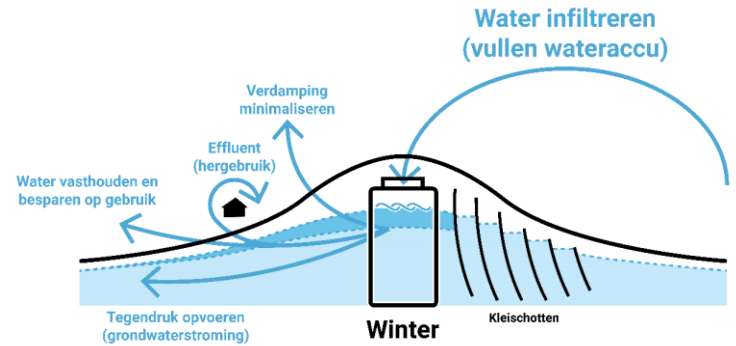
Een Wateraccu is een systeem waarbij in periodes dat er veel water beschikbaar is (in het algemeen het natte winterhalfjaar, met weinig verdamping) extra water in de grondwatervoorraad wordt opgeslagen, waarna het water in periodes dat er weinig water beschikbaar is (in het algemeen het zomerhalfjaar), gebruikt kan worden voor verschillende functies in het gebied.

Naast de Wateraccu zijn er ook andere mogelijkheden om watertekorten tegen te gaan. Hiervan zijn vier mogelijkheden ook opgenomen in de afbeeldingen hiernaast (zowel in huidige situatie als met wateraccu)

Huidige situatie



Situatie met wateraccu





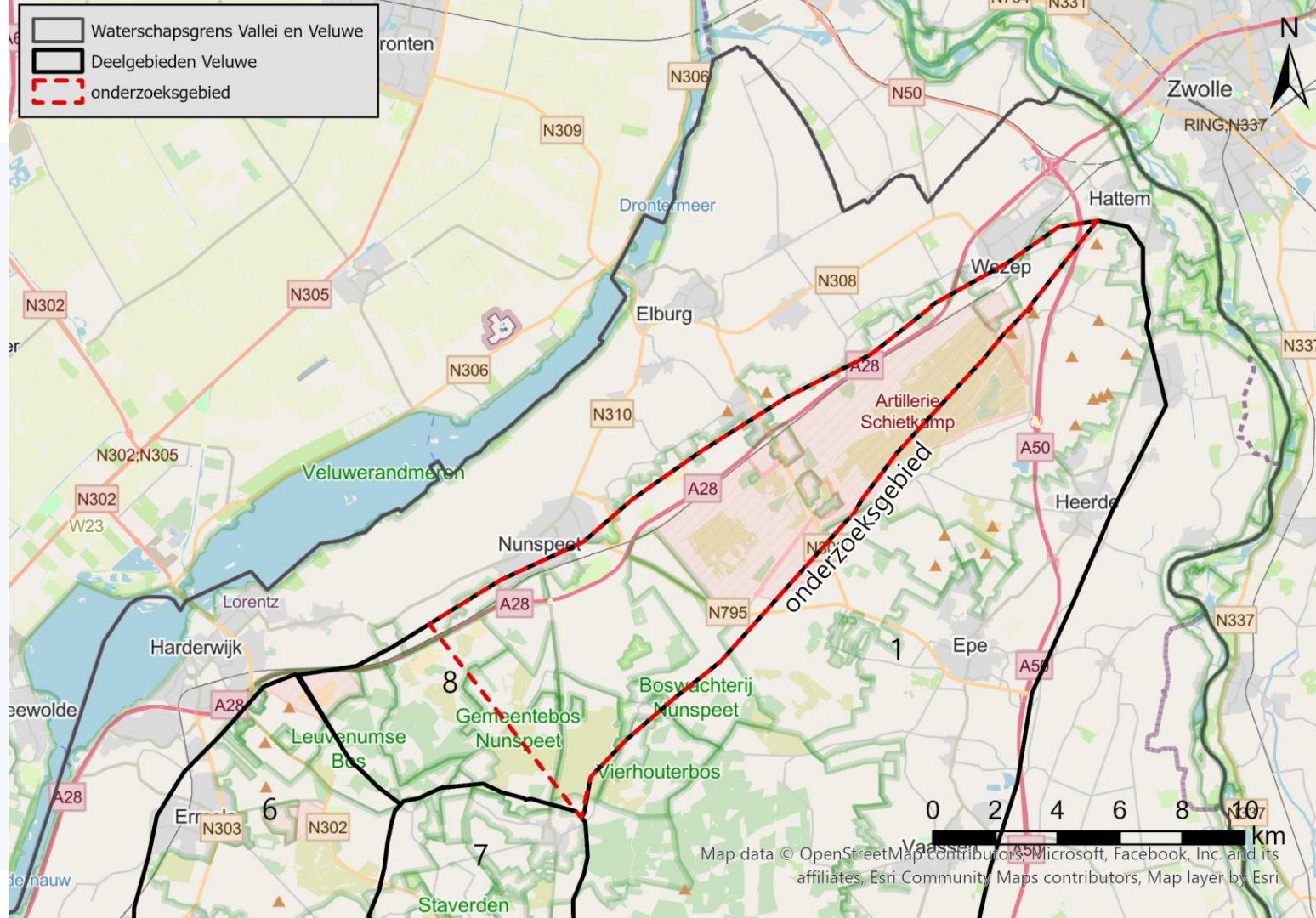
Onderzoeksgebied en Systembeschrijving Noord-Veluwe

Afbeelding: infiltratievijvers Epe, Vitens

Onderzoeksgebied en studiegebied

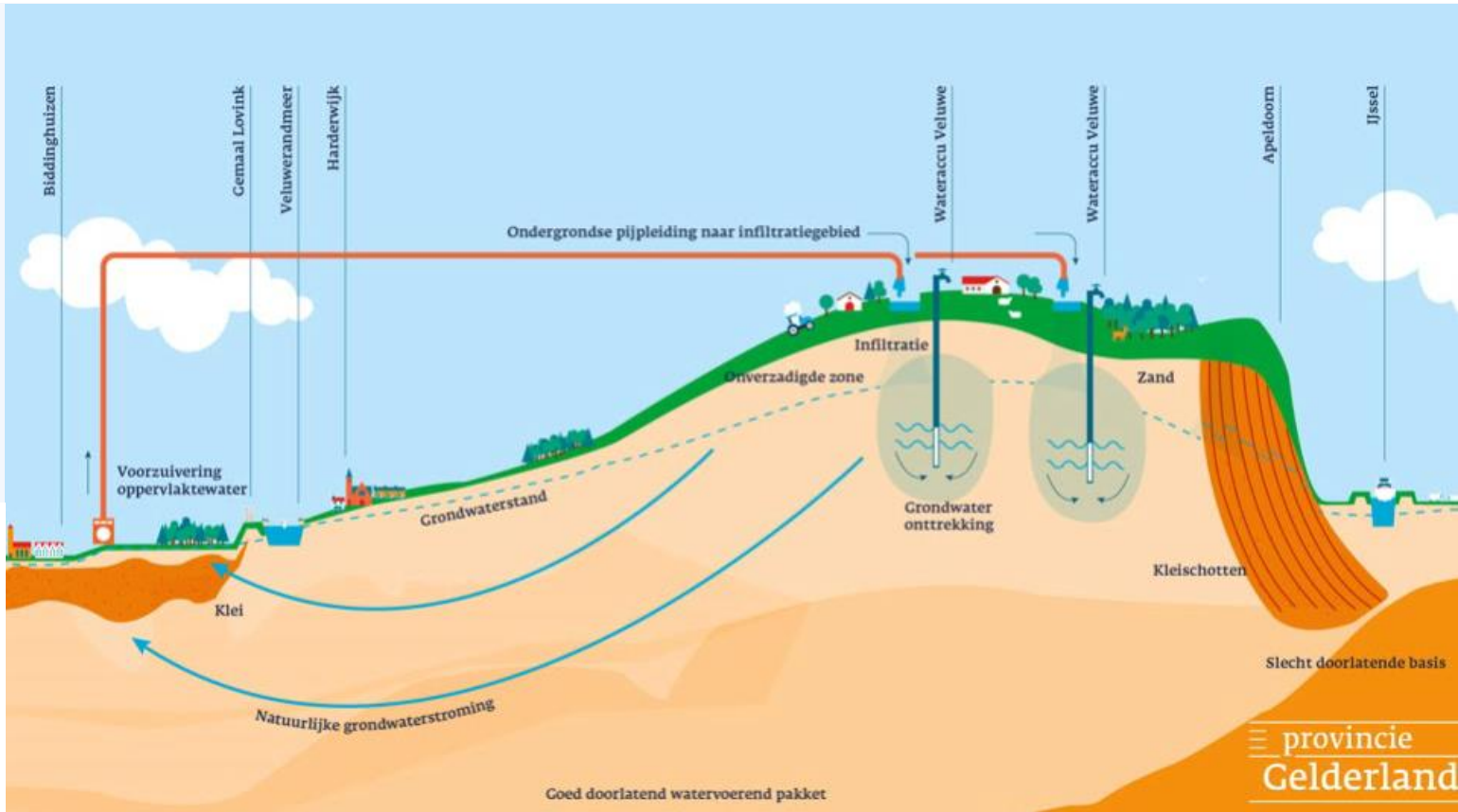
Deelgebied 8 op de Noord-Veluwe (binnen rode stippellijn) strekt zich uit van de Leuvenumsche Beek tot aan Hattem. Dit deelgebied is ongeveer 10.000 hectare (100 km²) groot, en is als **onderzoeksgebied** voor infiltratielocaties gekozen vanwege de relatief hoge ligging en homogene opbouw van het zandpakket, waardoor het geschikt is als wateraccu (gebied met extra opslag van water in het grondwater).

Het **studiegebied** is groter (de hele kaart hiernaast), want betreft ook de locaties waar voedingswater voor de wateraccu vandaan kan komen, en het gebied waar effecten van de wateraccu kunnen optreden



Systembeschrijving

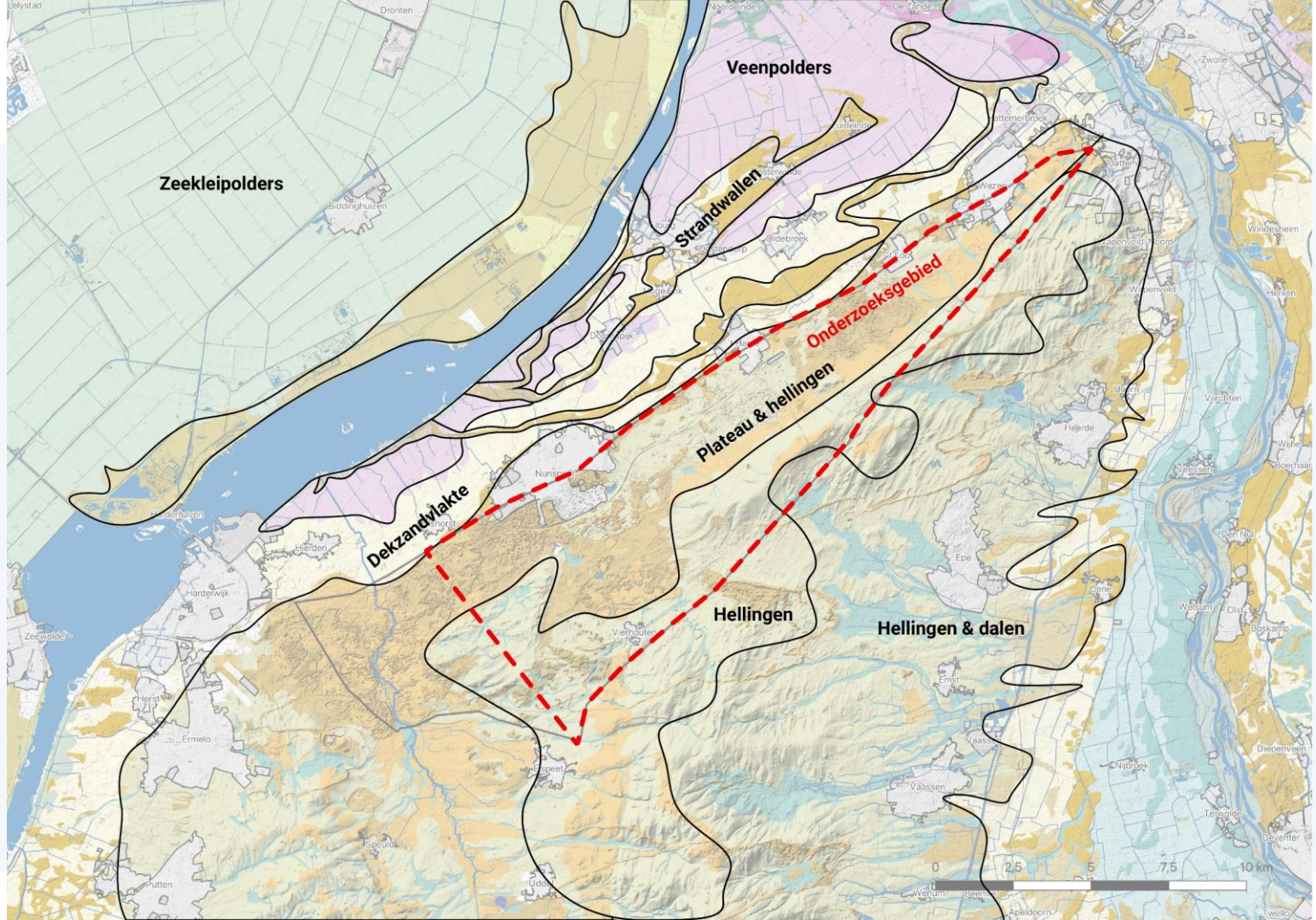
Het gebied is geohydrologisch gezien opgebouwd uit dikke en goed doorlatende zandpakketten op een slecht doorlatende en diep gelegen basis. Aan de zuidoostkant wordt grondwaterstroming beperkt door verticaal gestelde kleischotten. De ondergrondse afstroming van grondwater is daardoor hoofdzakelijk richting Flevoland, waar een kleilaag beperkt weerstand biedt tegen grondwaterstroming.



Systembeschrijving

Op basis van de geomorfologische kaart van Nederland is te zien dat in het studiegebied verschillende landschapstypen voorkomen.

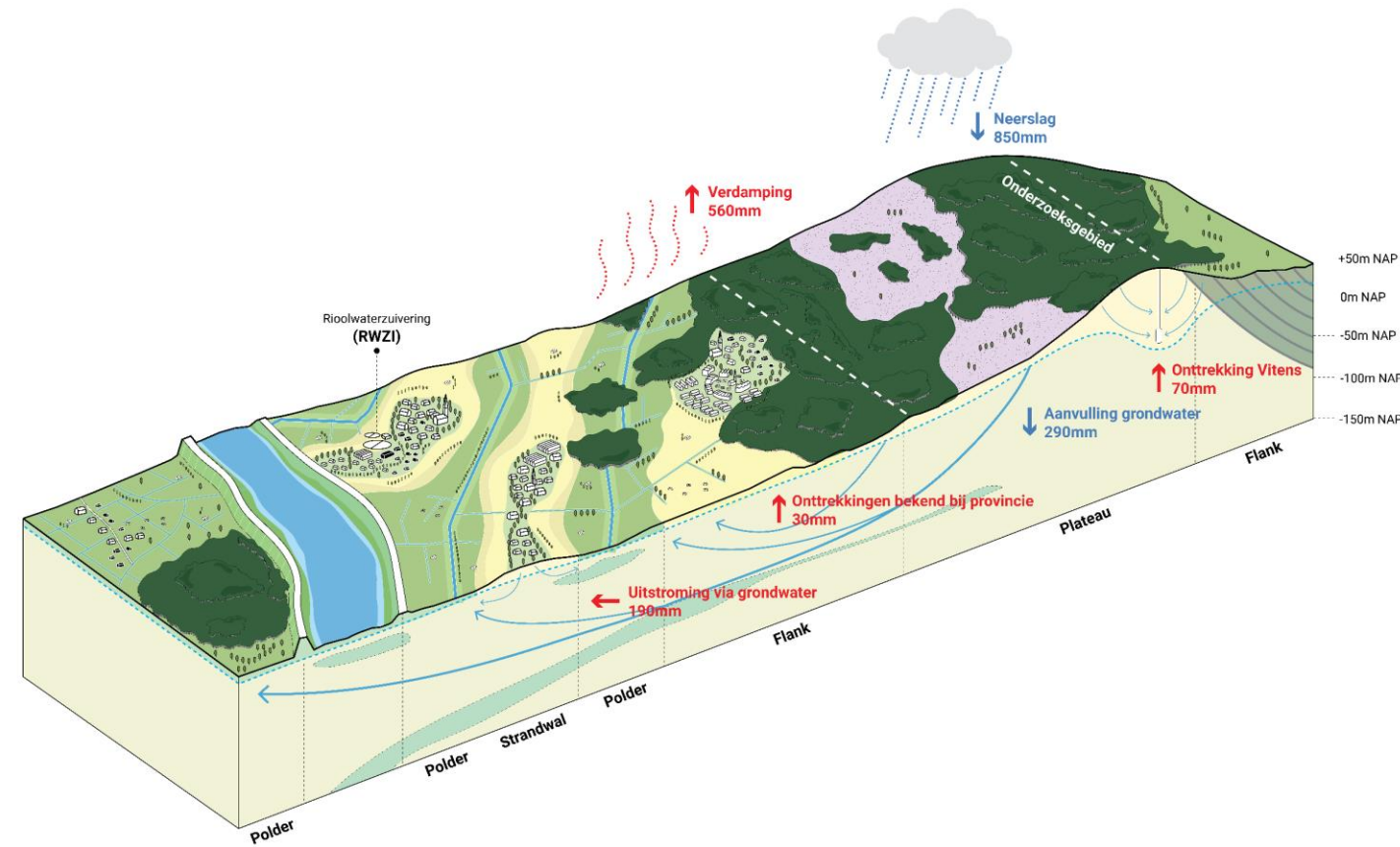
Het onderzoeksgebied bestaat hoofdzakelijk uit (relatief hoog gelegen) plateau's en hellingen. Ten zuidoosten van het onderzoeksgebied liggen vooral hellingen en dalen. Ten noordwesten van het onderzoeksgebied liggen een laaggelegen dekzandvlakte, afgewisseld met hogere strandwallen en lage veenpolders.



Systembeschrijving

In de versimpelde doorsnede hiernaast zijn de belangrijkste componenten van het systeem en de globale waterbalans van deelgebied 8 weergegeven

Waterbalans	mm/j
Neerslag	850
Verdamping	560
Grondwateraanvulling	290
Onttrekkingen Vitens	70
Onttrekkingen bekend bij provincie	30
Uitstroming (restpost)	190

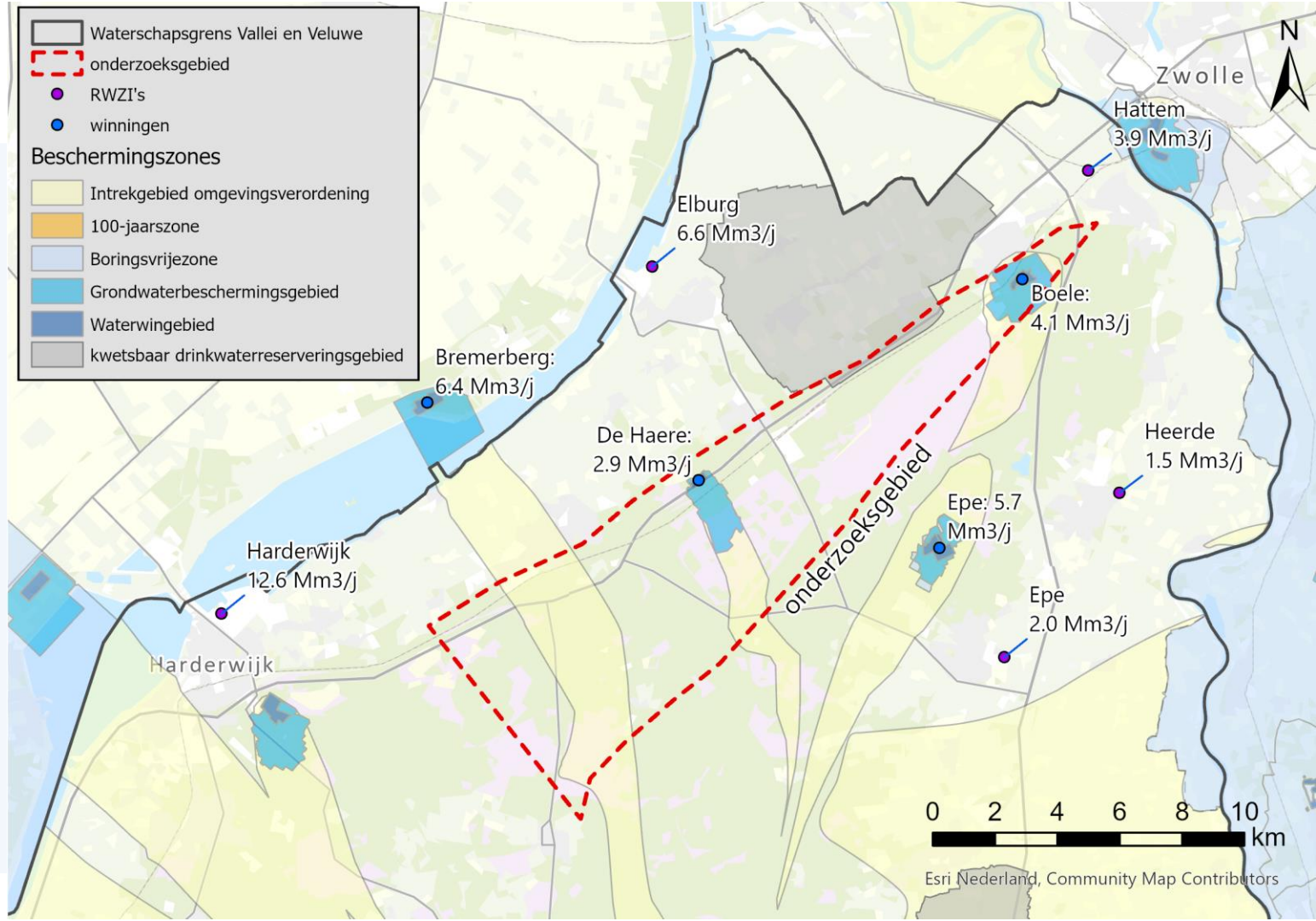


Systembeschrijving

In en rond het onderzoeksgebied zijn vier drinkwaterwinningen aanwezig: Epe, Boele, De Haere en Bremerberg. Daarnaast is er een

drinkwaterreserveringsgebied aangewezen tussen drinkwaterwinning Boele en Elburg. De intrekgebieden laten zien waar het water van de diverse winningen vandaan komt. De vorm van de intrekgebieden is mede bepaald door de aanwezigheid van kleischotten op de ostrand van de Veluwe.

Bij de verschillende stedelijke kernen zijn RWZI's aanwezig, waar het stedelijk rioolwater wordt gezuiverd tot loosbaar effluent.

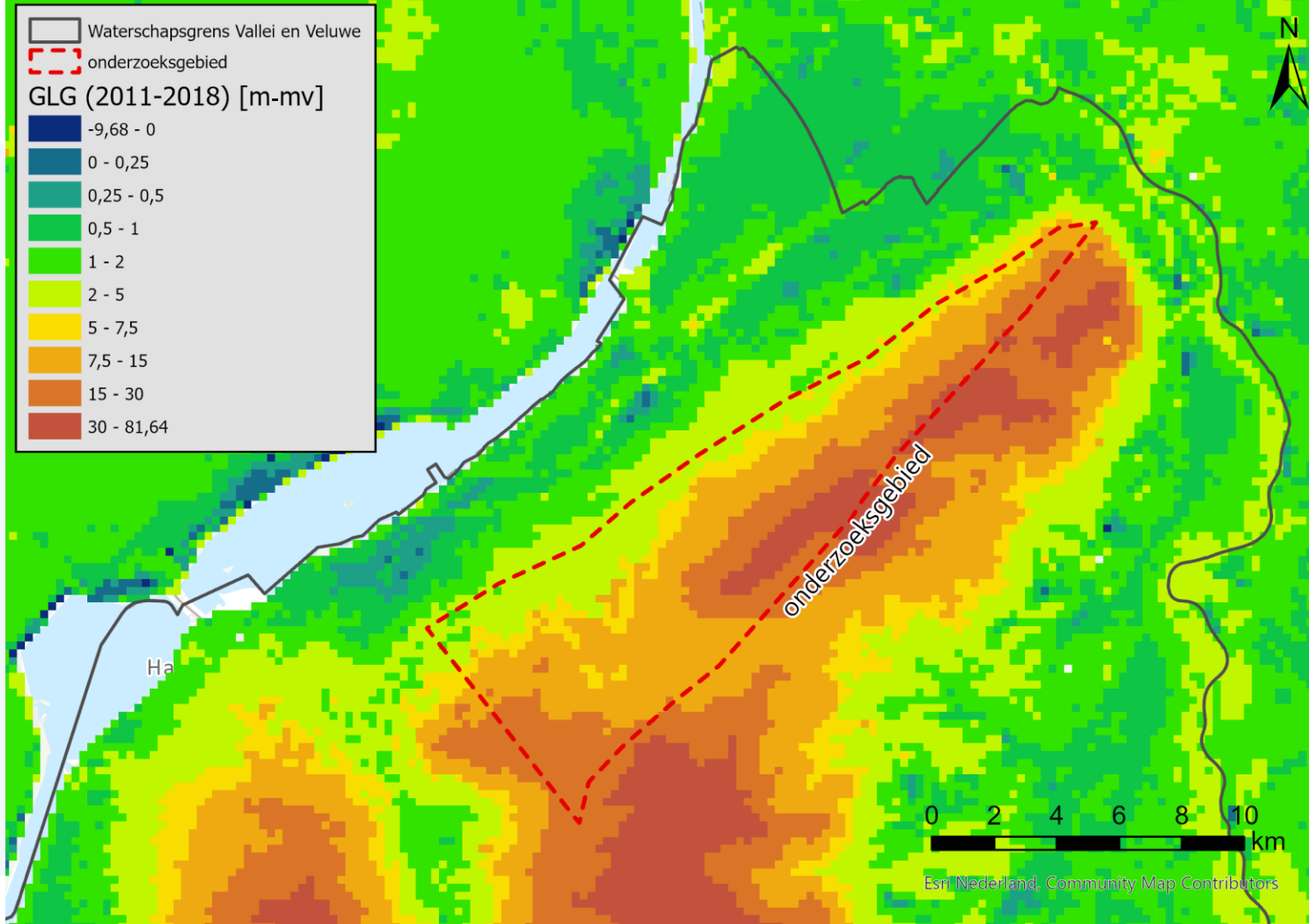


Systembeschrijving

De gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) ligt tussen 50 cm en 2 meter onder maaiveld in de lagere delen van het onderzoeksgebied, maar zakt tot 30 meter onder maaiveld en dieper op de hoger gelegen zandgronden.

In [bijlage 1](#) zijn kaarten opgenomen van de GHG, de peilgebieden en watergangen in het gebied, landgebruik, verdamping en grondwateraanvulling

Bron: Landelijk Hydrologisch Model



Systembeschrijving

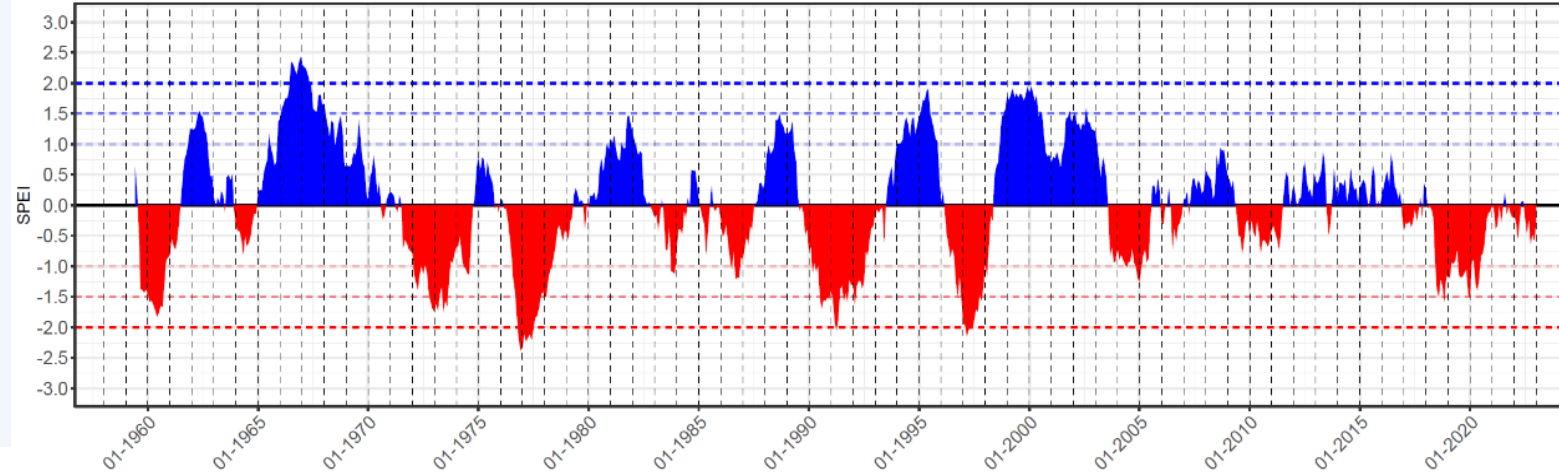
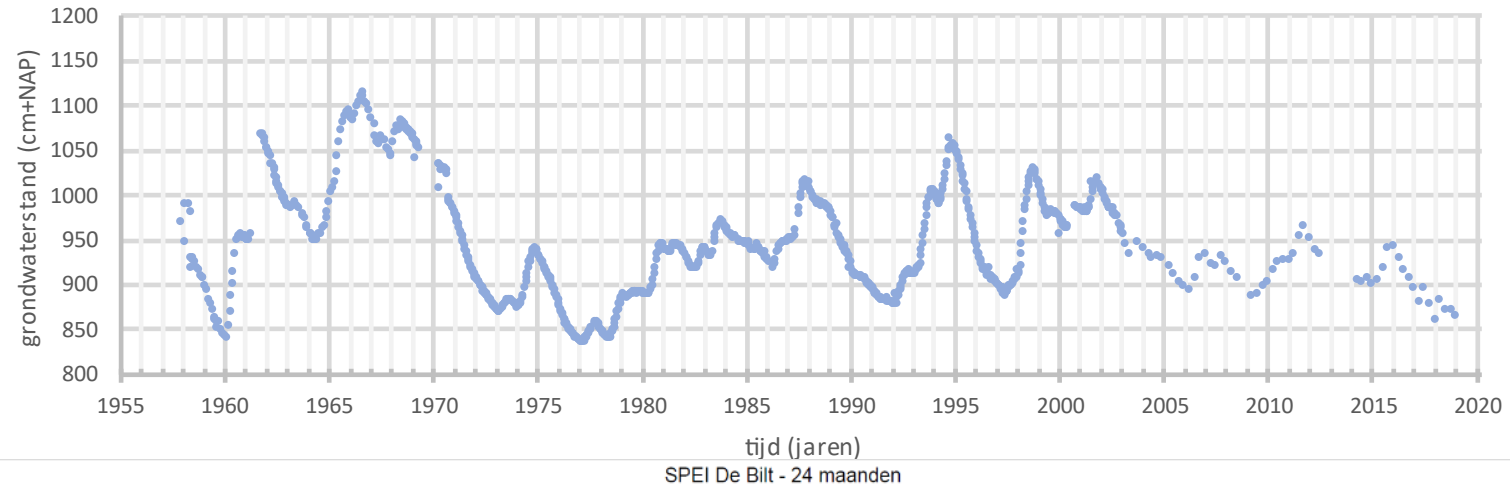
Over de tijd zit er veel variatie in de grondwaterstanden op de Veluwe. De grondwaterstand is globaal gezien een resultante van neerslag, verdamping, onttrekkingen en grondwaterstromen. De grondwaterstand op de Veluwe heeft ter plaatse van de hiernaast weergegeven peilbuismeting, gelegen aan de Zuidweg in het midden van het onderzoeksgebied, een verschil van circa 250 cm tussen de laagste en hoogste gemeten grondwaterstand. De SPEI* van 24 maanden geeft voor het langzame systeem van de Veluwe een inzicht in de grondwaterstandsdynamiek gedreven door de wisselwerking van neerslag en verdamping.

*Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index is een maat voor of een jaar relatief nat of droog is. Het vergelijkt het verschil tussen neerslag en verdamping met wat er normaal (in de referentieperiode) in die periode mag worden verwacht

Bron boven: Grondwaterstanden in Beeld

Bron beneden: RHDHV

Grondwaterstand peilbuis B27B0001 (Zuidweg)

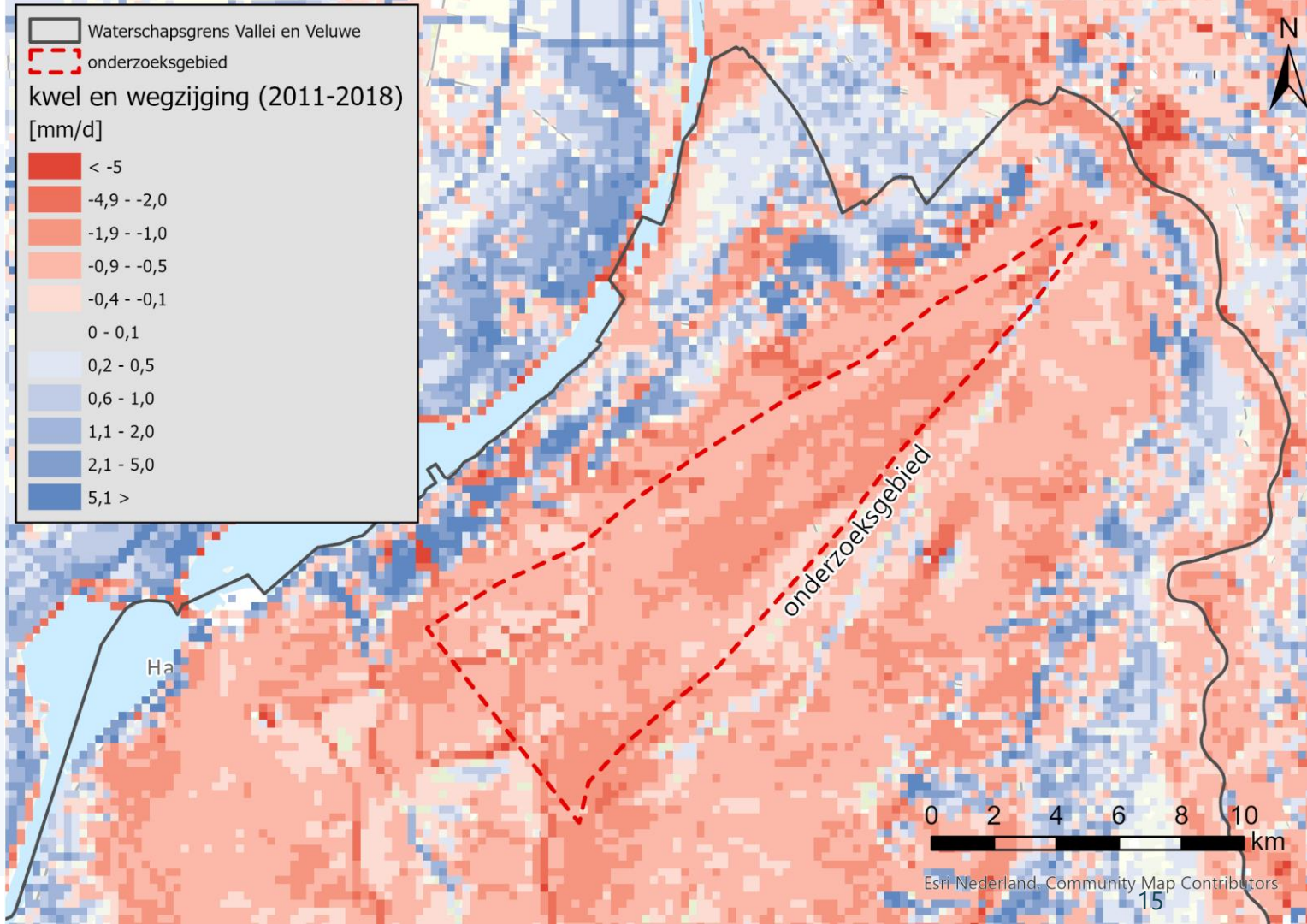


Gebaseerd op gegevens van: 31-07-1957 tot 01-01-2024

Systeembeschrijving

Op de hoger gelegen zandgronden in het onderzoeksgebied infiltreert water het hele jaar (rode kleuren). Dit water verplaatst zich hoofdzakelijk in noordwestelijke richting, om als kwel (blauwe kleuren) omhoog te komen op het oude land en in de Flevopolder.

Bron: Landelijk Hydrologisch Model

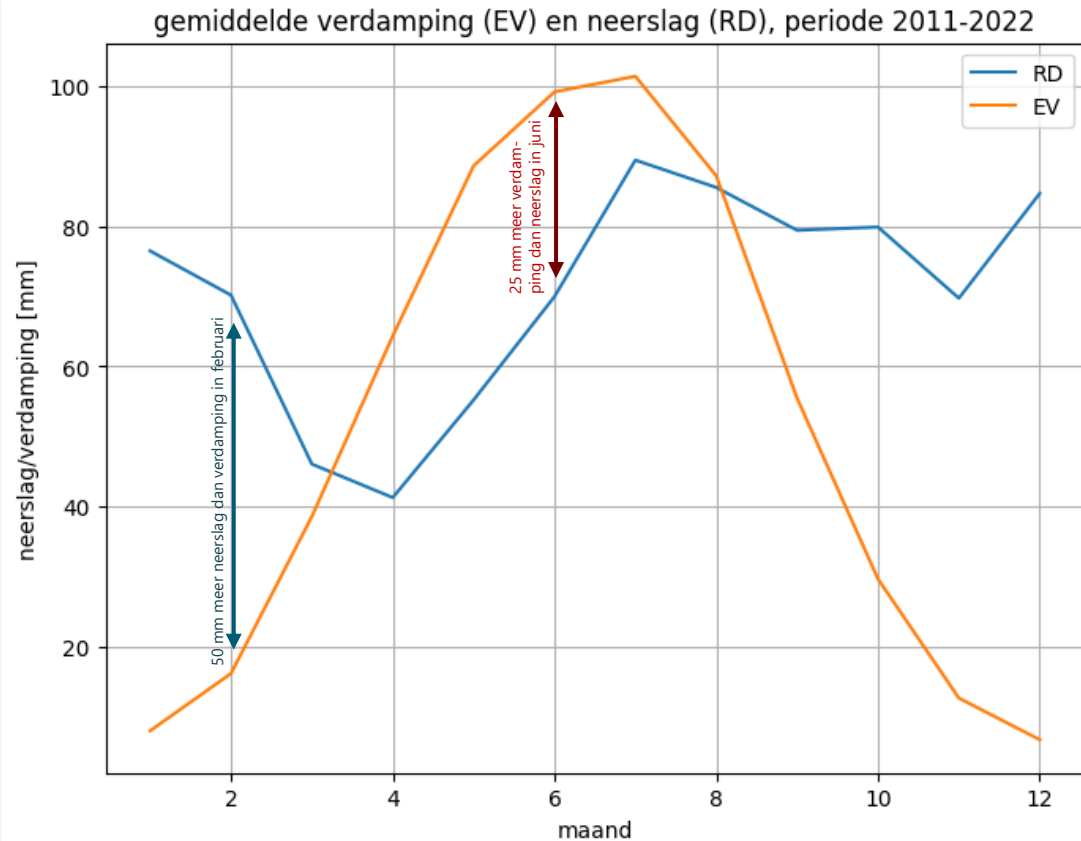


Systembeschrijving

Gemiddeld valt er jaarlijks, in de periode van 2011-2022, 850 mm neerslag bij meetpunt Oldebroek. Het meest dichtbij gelegen meetpunt voor verdamping, in Heino, heeft een gemiddelde verdamping voor diezelfde periode gemeten van 610 mm per jaar. De figuur laat de gemiddelde neerslag en verdamping per maand zien voor de periode 2011-2022. Hierop is te zien dat er in de natte maanden (september t/m maart) een gemiddeld neerslagoverschot is van 40 tot 80 mm per maand. Van april t/m augustus is er een neerslagtekort van 10 tot 25 mm per maand.

De KNMI klimaatscenario's van 2023 laten zien dat richting 2050 en 2100 de zomers steeds droger worden, en de winters natter.

Bron: KNMI, 2023



Systembeschrijving

In het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) is voor de periode 2011-2018 een grondwateraanvulling (verschil tussen neerslag en verdamping) berekend van gemiddeld 290 mm/jaar voor het onderzoeksgebied. Dit komt overeen met 29 miljoen m³ water per jaar.

De onttrekking van de twee drinkwaterwinningen binnen het onderzoeksgebied is 7 miljoen m³ water per jaar.

Aanvullend zijn er bij de provincie onttrekkingen van in totaal 3 miljoen m³ water per jaar bekend.

Er blijft daarmee circa 19 miljoen m³ water per jaar over wat in het grondwater terechtkomt en langzaam wegstroomt.

*het onderzoeksgebied is circa 10.000 ha groot	mm/jaar	Mm ³ /jaar
Berekende grondwateraanvulling (LHM 4.1)	290	29
Onttrekkingen Vitens	70	7
Onttrekkingen bekend bij provincie	30	3
Restpost uitstroming en overige onttrekkingen	190	19

Systembeschrijving

In een eerder opgestelde waterbalans van de provincie Overijssel (2022, Witteveen+Bos), ook op basis van het LHM, is de onzekerheid in neerslag, verdamping en grondwateraanvulling op gebiedsniveau geschat op 10 tot 15 %. Dit is destijds bepaald in nauwe afstemming met Deltares. Dit resulteert in de hiernaast aangegeven bandbreedte

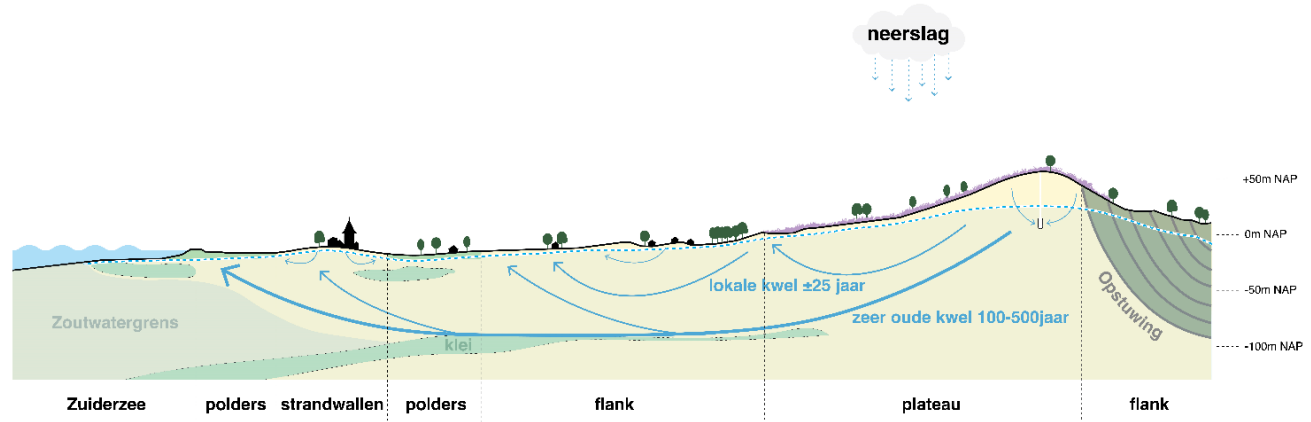
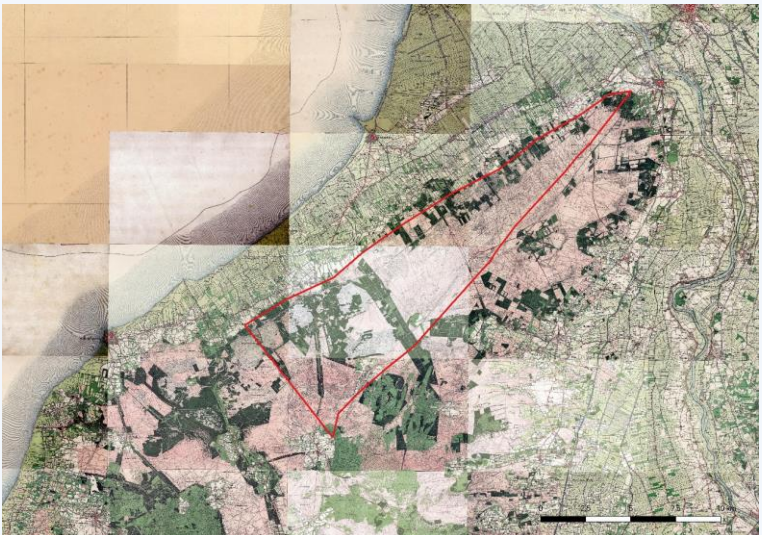
Bandbreedte door onzekerheid	mm/jaar	Miljoen m ³ /jaar
Berekende grondwateraanvulling (LHM 4.2)	240 - 340	24 - 34
Restpost uitstroming en overige onttrekkingen	160 - 220	16 - 22



Ontwikkeling door de tijd

Ontwikkeling door de tijd

1900

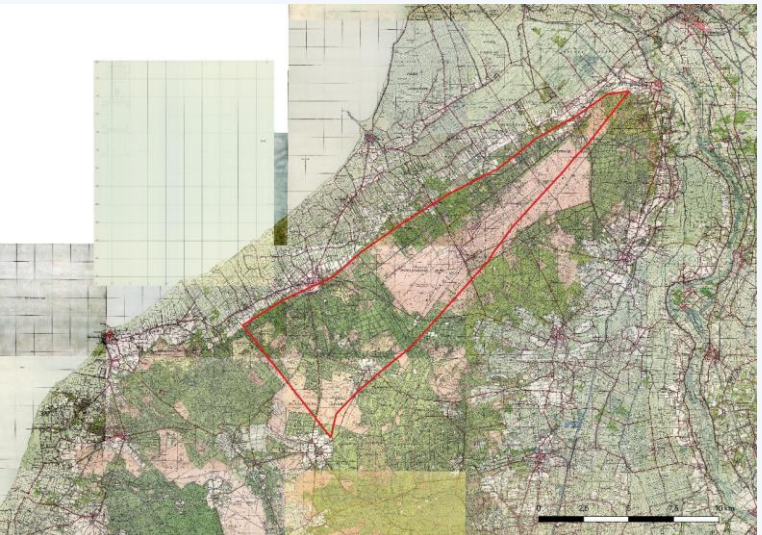


1900

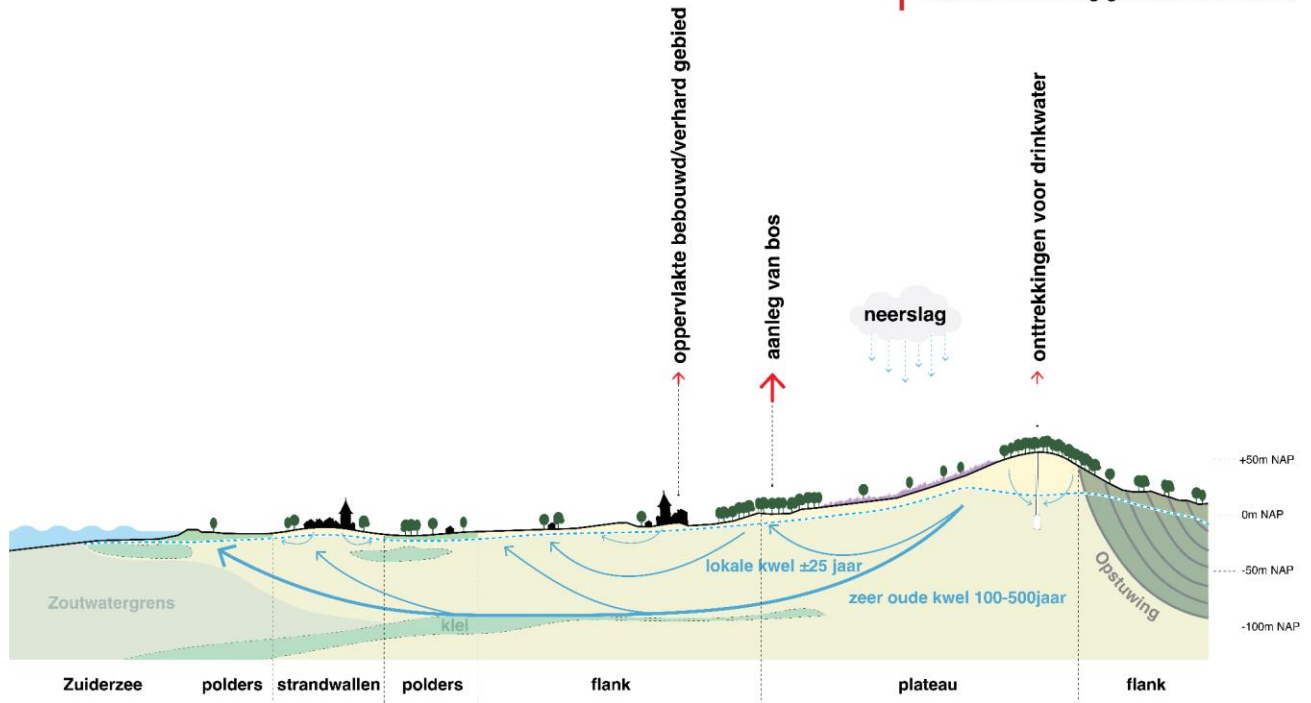
De rode en blauwe pijlen geven de veranderingen aan in de periode 1900-1950

Ontwikkeling door de tijd

1900-1950: Omvorming open gronden Veluwe en aanleg van bossen



- Legenda**
- ↓ lichte toename aanvulling grondwatervoorraad
 - ↓ toename aanvulling grondwatervoorraad
 - ↑ lichte afname aanvulling grondwatervoorraad
 - ↑ afname aanvulling grondwatervoorraad

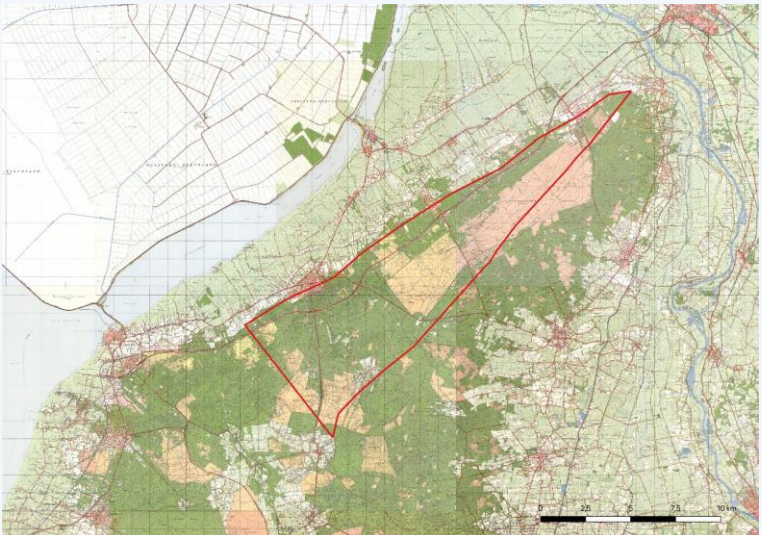


1950

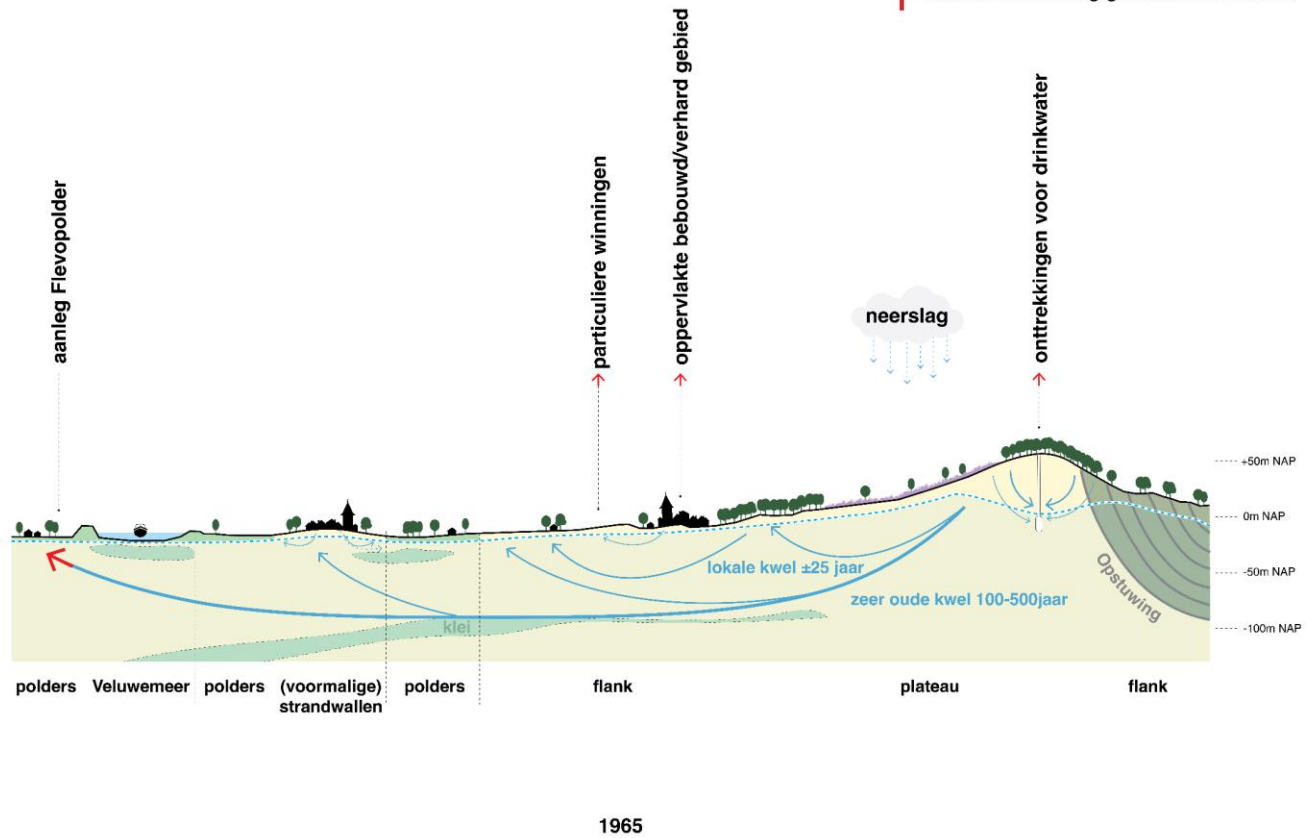
De rode en blauwe pijlen geven de veranderingen aan in de periode 1950-1965, en niet de cumulatieve veranderingen vanaf 1900

Ontwikkeling door de tijd

1950-1965: Aanleg Flevopolder

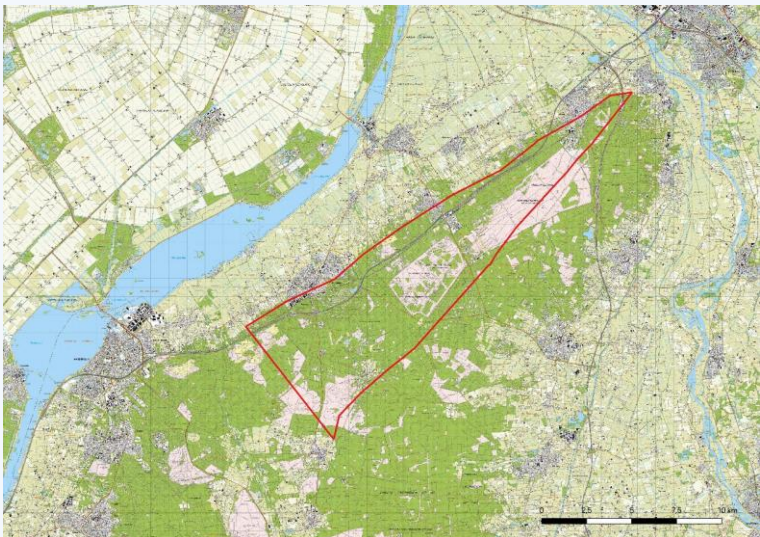


- Legenda**
- ↓ lichte toename aanvulling grondwatervoorraad
 - ↓ toename aanvulling grondwatervoorraad
 - ↑ lichte afname aanvulling grondwatervoorraad
 - ↑ afname aanvulling grondwatervoorraad

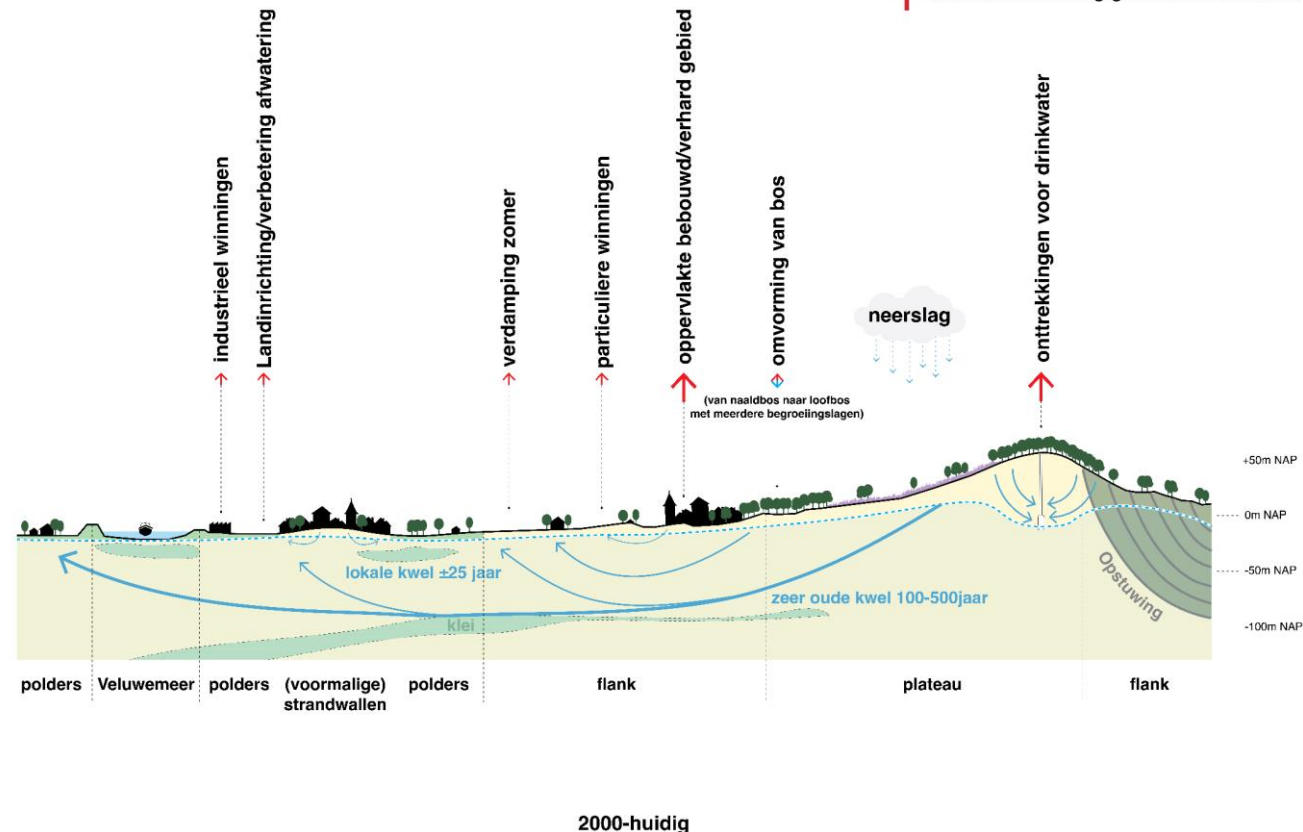


Ontwikkeling door de tijd

1965 - heden: Sterke ontwikkeling drainage, stedelijk gebied uitbreiding, RWZI's en grondwateronttrekkingen



De rode en blauwe pijlen geven de veranderingen aan in de periode 1965-heden, en niet de cumulatieve veranderingen vanaf 1900



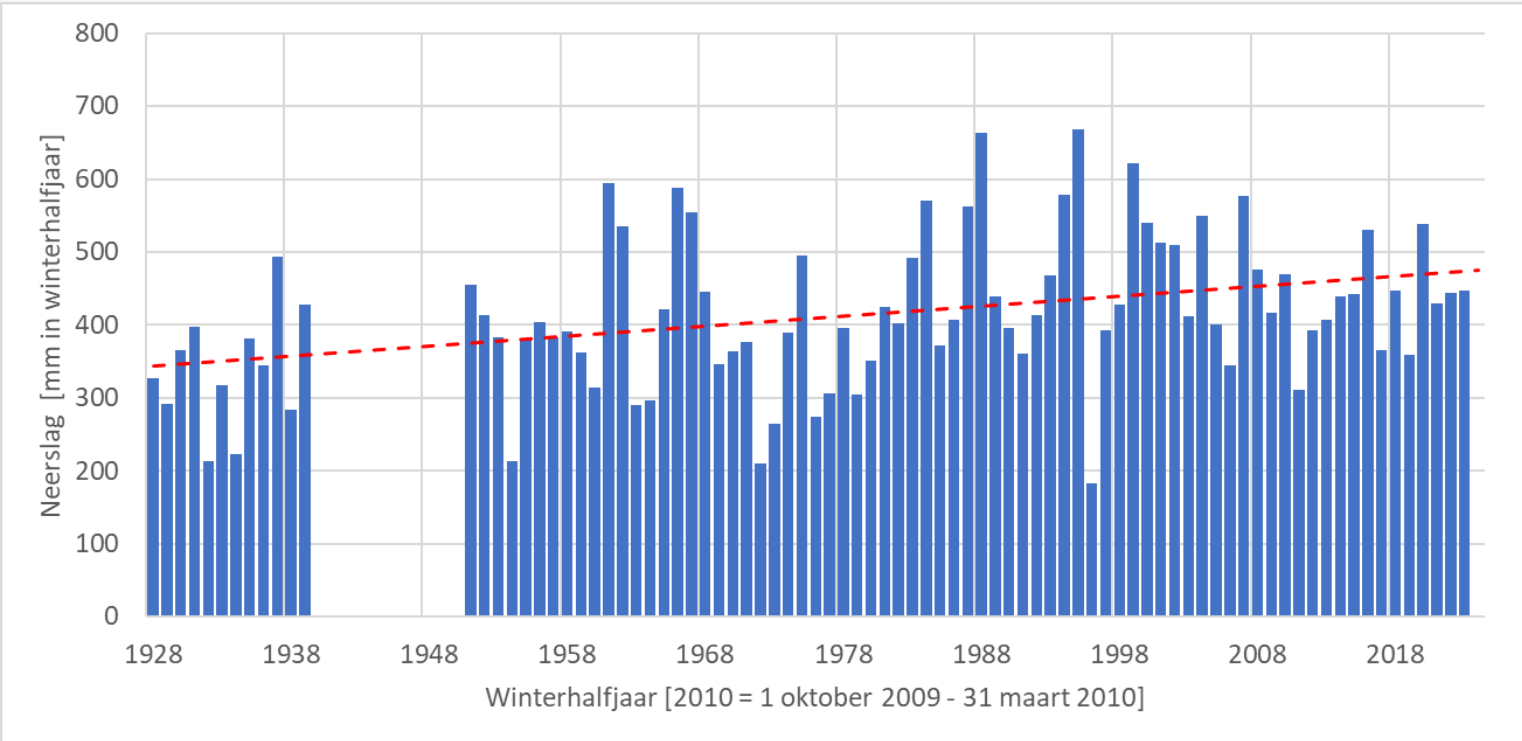
Legenda

- ↓ lichte toename aanvulling grondwatervoorraad
- ↓ toename aanvulling grondwatervoorraad
- ↑ lichte afname aanvulling grondwatervoorraad
- ↑ afname aanvulling grondwatervoorraad

Ontwikkeling door de tijd

In de periode van 1928 tot 2023 is er een trend van ongeveer 1,3 mm/jaar, 130 mm gedurende de gehele periode, toename van neerslag. Dit geldt voor het jaartotaal en voor het wintertotaal (hiernaast weergegeven)

NB In de klimaatscenario's KNMI 2023 worden (naar 2050) de winters natter en de zomers droger. Het concept van de wateraccu wordt daardoor (nog) effectiever dan in de huidige situatie



Ontwikkeling door de tijd

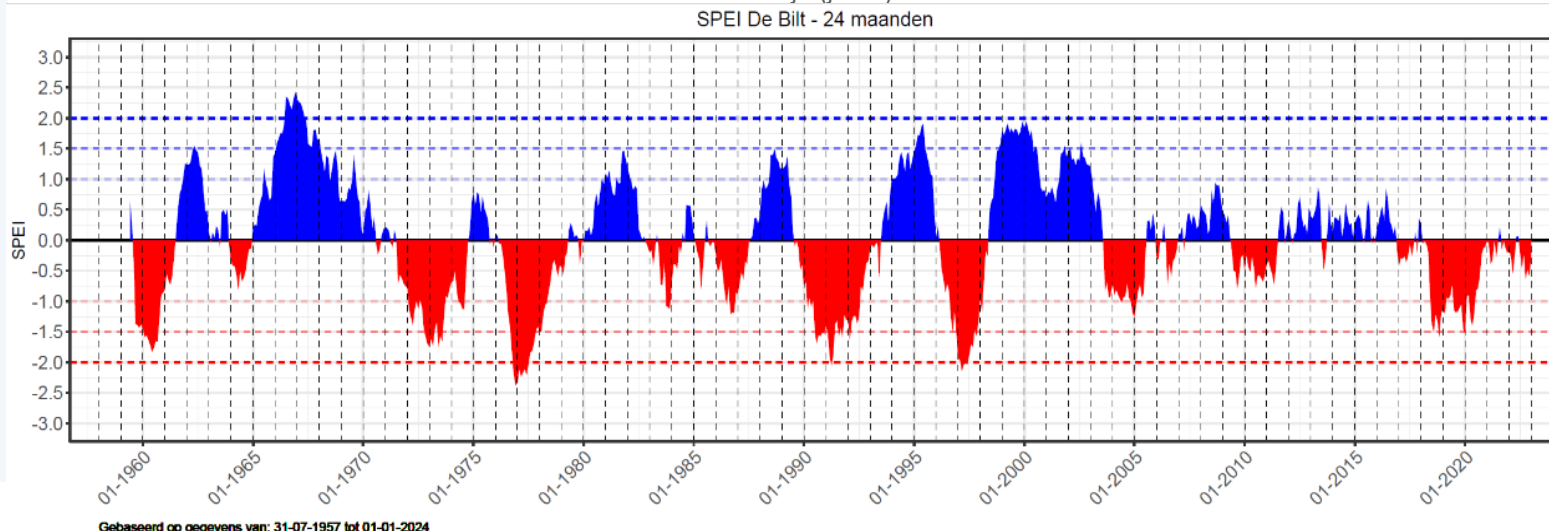
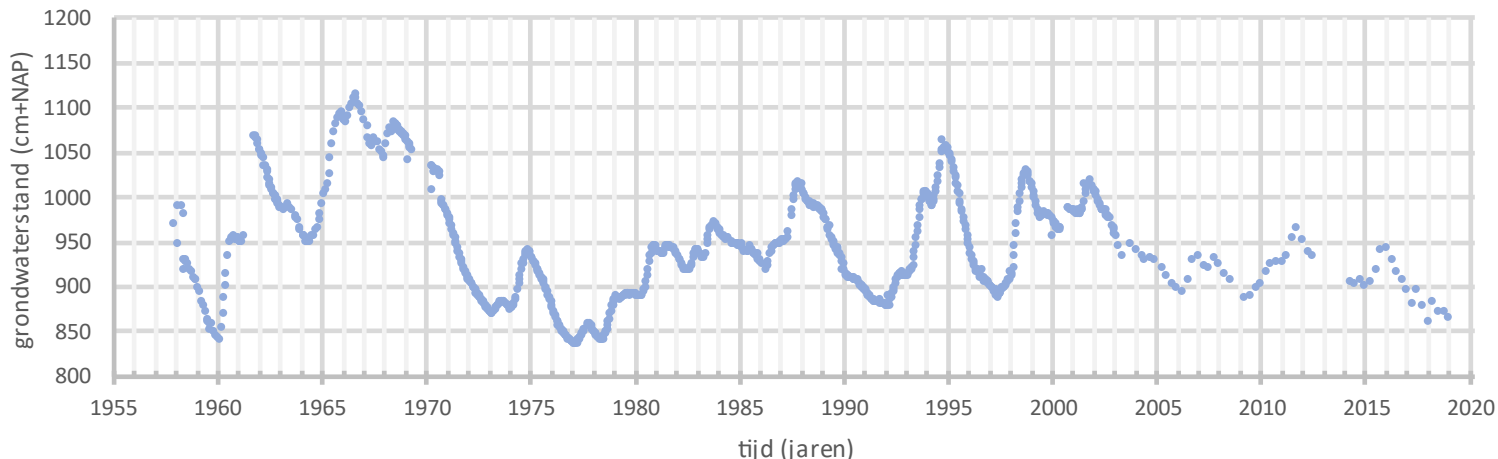
De verandering van de grondwaterstand is de resultante van aan de ene kant toenemende neerslag en aan de andere kant toenemende ontwatering van de flanken, onttrekkingen van grondwater, toename bebouwd gebied (diepere ontwatering, minder infiltratie regenwater), inpoldering van de Flevopolders en toenemende verdamping (van o.a. bos) door klimaatverandering. De SPEI* van 24 maanden geeft een inzicht in de grondwaterstandsdynamiek gedreven door de wisselwerking van neerslag en verdamping.

*Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index is een maat voor of een jaar relatief nat of droog is. Het vergelijkt het verschil tussen neerslag en verdamping met wat er normaal (in de referentieperiode) in die periode mag worden verwacht

Bron boven: Grondwaterstanden in Beeld

Bron beneden: RHDHV

Grondwaterstand peilbuis B27B0001 (Zuidweg)





Uitgangspunten en bouwstenen van de Wateraccu

Uitgangspunten wateraccu

- Het natuurlijke bodem- en watersysteem in balans brengen en houden
- Risico's op verontreiniging van de bodem en het watersysteem voorkomen --> daarom het aanvoerwater eerst voldoende zuiveren (eisen Omgevingswet) en dan pas infiltreren: aandacht voor het risico van gebiedsvreemd water op natuur in kwelgebieden en langs beken
- Streven naar een goede kosteneffectiviteit:
 - Bij voorkeur een zo schoon mogelijke bron van aanvoerwater (kleinere zuiveringsinspanning), die dichtbij het infiltratiepunt is gelegen (minder transportkosten voor het aanvoerwater)
- Een goede benutting en effectief vasthouden van het geïnfilterde water in grondwatersysteem Noord-Veluwe:
 1. water op een zo hoog mogelijk punt infiltreren --> dit is bovenop de Noord-Veluwe, net ten westen van de kleischotten die een barrière vormen voor grondwaterstroming in zuidoostelijke richting
 2. Water zo lang mogelijk door de bodem laten stromen, om het water zoveel mogelijk vast te houden tussen winter- en zomerperiode --> daarom infiltreren via infiltratievijvers in plaats van infiltreren via ondergrondse buizen.

Uitgangspunten wateraccu

Voor Wateraccu alleen gebruik maken van (voor te zuiveren) oppervlaktewater als bron:

- Water onttrekken uit grondwaterpakket veroorzaakt elders verdroging en is daarmee onwenselijk
- Oppervlaktewater is ruim aanwezig in het winterhalfjaar en daarmee een beschikbare bron. Inname van oppervlaktewater vindt alleen plaats in het winterhalfjaar
- Effluent van RWZI's is in dit project niet als mogelijke bron voor de Wateraccu meegenomen, omdat "Waterfabriek"-oplossingen ook in de zomerperiode toepasbaar zijn en dan een meteen bruikbare bron van schoon water vormt met meerwaarde voor lokale benutting (natuur, landbouw, industrie, grondwatersuppletie), die niet eerst in de Wateraccu hoeft te worden opgeslagen. Een voorbeeld hiervan is de in ontwikkeling zijnde waterketensluiting Epe van Vitens en Waterschap Vallei en Veluwe



Uitgangspunten wateraccu: Omgevingswet

- Sinds 1 januari 2024 is de Omgevingswet ingegaan
- Hierin is een omgevingsvergunning vereist voor een milieubelastende activiteit (zoals de Wateraccu)
- Ook geldt er een specifieke zorgplicht:

“Degene die een milieubelastende activiteit, een lozingsactiviteit op een oppervlaktewaterlichaam of een lozingsactiviteit op een zuiveringstechnisch werk verricht en weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat die activiteit nadelige gevolgen kan hebben voor de belangen, bedoeld in artikel 2.2, is verplicht:

 - a) alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van diegene kunnen worden gevraagd om die gevolgen te voorkomen;
 - b) voor zover die gevolgen niet kunnen worden voorkomen: die gevolgen zoveel mogelijk te beperken of ongedaan te maken; en
 - c) als die gevolgen onvoldoende kunnen worden beperkt: die activiteit achterwege te laten voor zover dat redelijkerwijs van diegene kan worden gevraagd.”
- Daarom is momenteel zuivering van het aanvoerwater nodig, en daarmee is ook verwerking van een reststroom nodig. Daarom een voorkeur voor zuivering dichtbij een RWZI waar de reststroom (na reststroombehandeling en eventuele uitbreiding RWZI) verwerkt zou kunnen worden.
- Bevoegd gezag voor de Omgevingswet is, via de bruidsschatregeling, hoogstwaarschijnlijk de provincie

Uitgangspunten wateraccu: wat bepaalt het technische speelveld

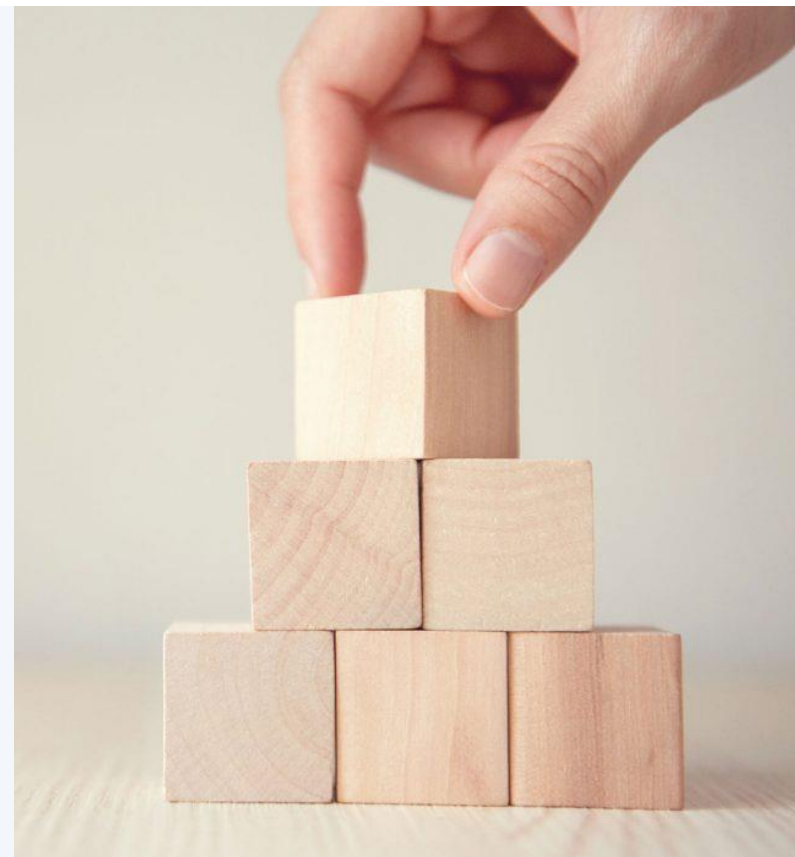
- Waterbeschikbaarheid in de bron: hoeveel water is er beschikbaar in het natte winterhalfjaar?
- Afstand tussen de bron en de accu: hoe ver moet water verpompt worden?
- Kwaliteit van de bron*: hoe intensief moet er gezuiverd worden?
- Acht oppervlaktewaterbronnen bekeken: IJssel, randmeren, kwel oude land, kwel nieuwe land, de Grift, het Apeldoorns Kanaal, effluent van RWZI's en gemaal Lovink (polderwater uit de Flevopolder)
- Drie indicatieve infiltratiepunten zijn gekozen op de hoogste punten in het onderzoeksgebied om een inschatting van de transport- en energiekosten te maken, daarbij is geen rekening gehouden met eigendom van de grond, locatie van de bestaande waterwinningen of andere randvoorwaarden

* De waterkwaliteit van de bronnen is bepaald op basis van het waterkwaliteitsportaal. Een verdere analyse van de waterkwaliteit van de bronnen, en de verwachte ontwikkelingen daarin zou onderscheidend kunnen zijn voor de uiteindelijke zuiveringsmaatregelen

Bouwstenen

Er is gekeken naar de volgende bouwstenen van de wateraccu

1. Innamepunt en kwaliteit bron
2. Zuivering en verwerken reststroom (spoelwater en concentraatstroom)
3. Transportleidingen
4. Infiltratievijvers





Beschouwde varianten van de Wateraccu

Afbeelding: infiltratievijvers Schalterberg, Vitens

Aannames voor de technische bandbreedte voor een Wateraccu

Als ondergrens voor een Wateraccu Noord-Veluwe is uitgegaan van 8 miljoen m³ per (half)jaar omdat dit overeen komt met de capaciteit die in het drinkwaterreserveringsgebied tussen Hattem en Elburg is opgenomen.

Als bovengrens voor een Wateraccu is uitgegaan van 50 miljoen m³ per (half)jaar omdat dit overeen komt met het volume aan water dat tussen de laagste en hoogste geobserveerde grondwaterstand kan worden opgeslagen in het onderzoeksgebied (bij een porositeit van het zandpakket van 0,2).

Uitgespreid over het gebied van de Wateraccu van circa 10.000 ha, komt 50 miljoen m³ per jaar water overeen met een waterschijf van 500 mm per jaar



Varianten

Om de breedte van het speelveld in beeld te brengen zijn de volgende varianten voor (vulling van) de wateraccu bekeken:

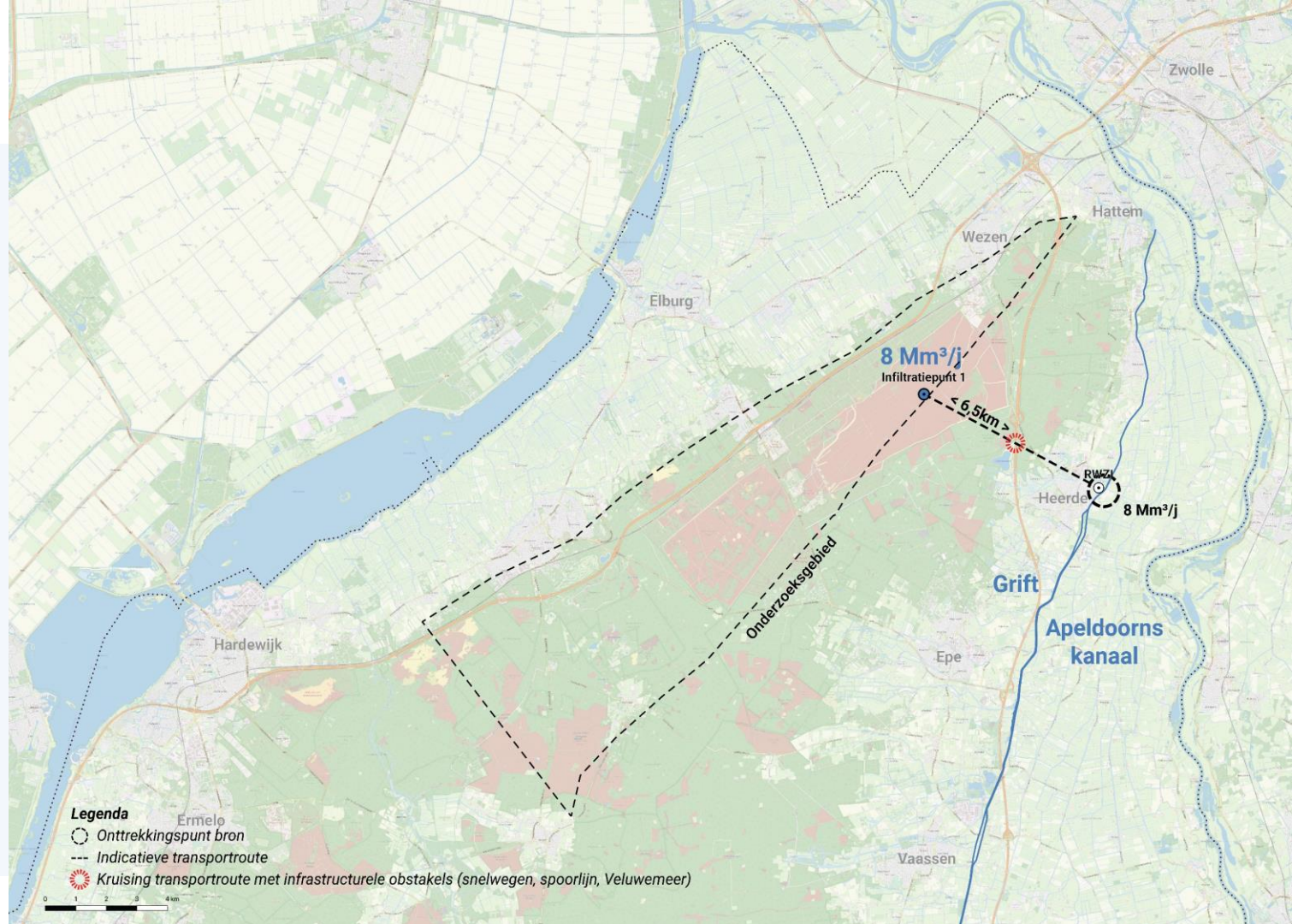
1. Klein en schonere bron (8 miljoen m³ gedurende het winterhalfjaar)
2. Groot en dichtbij (50 miljoen m³ gedurende het winterhalfjaar)
3. Groot en schonere bron (50 miljoen m³ gedurende het winterhalfjaar). Gelijk aan variant 2, maar dan met een zo schoon mogelijke bron om zuiveringskosten te minimaliseren, afstand tot infiltratielocatie is groter dan in variant 2

In alle varianten is ervoor gekozen om het innamepunt zo dicht mogelijk bij een RWZI te plaatsen, omdat daar de reststroom die ontstaat bij het zuiveringsproces na voorbehandeling zou kunnen worden verwerkt. Hiervoor is wel een uitbreiding van de RWZI's nodig.

Variant 1: Klein en schonere bron

Relatief schoon water uit de Grift en het Apeldoorns Kanaal wordt ingekomen vlakbij de RWZI Heerde en op/bij die RWZI voorgezuiverd. Reststromen zouden na voorbehandeling op de RWZI verwerkt kunnen worden.

Naast de horizontale afstand wordt ook een hoogteverschil van circa 35 meter overbrugd.

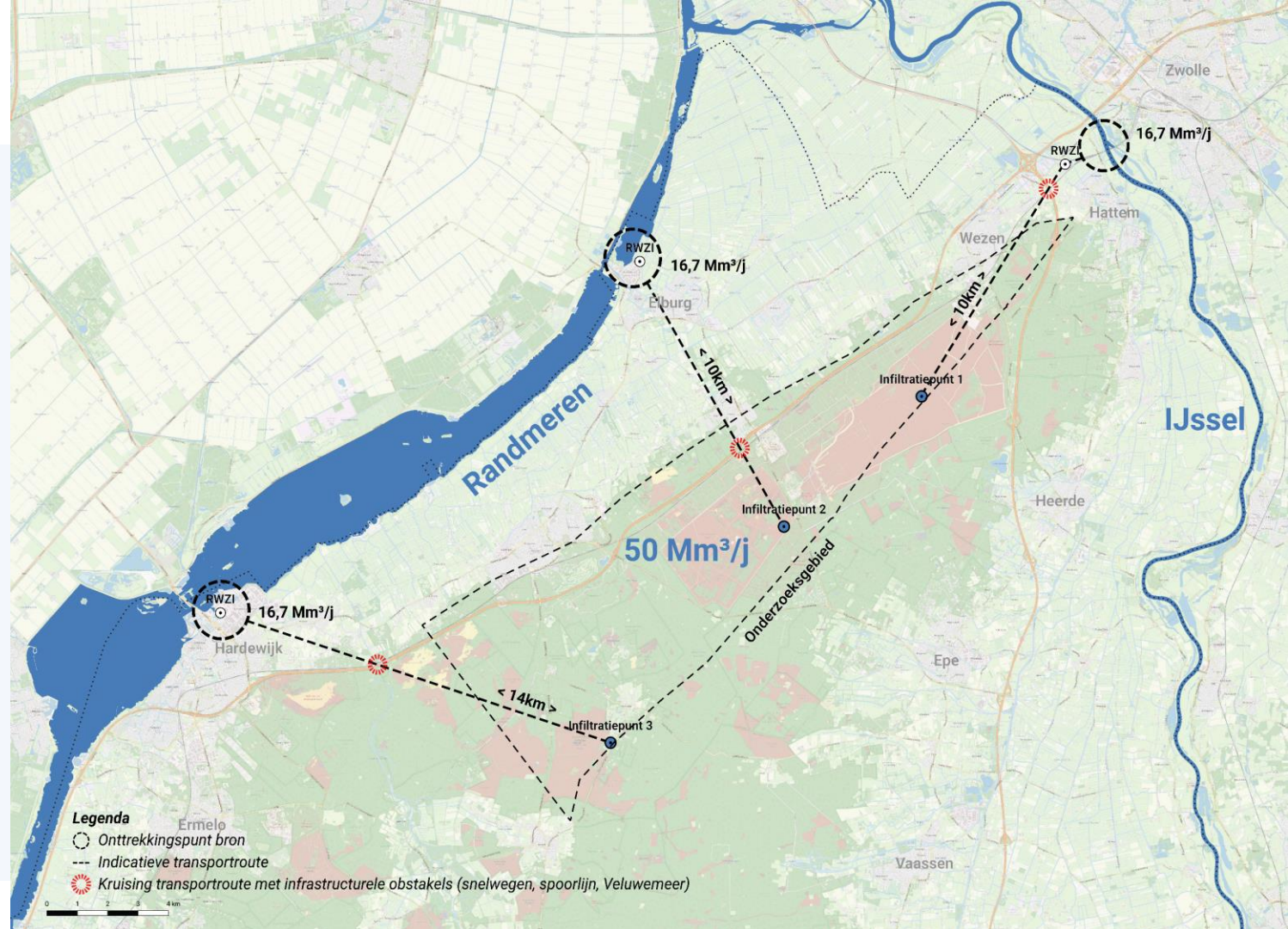


Variant 2: Groot en dichtbij

Vanuit de Randmeren en de IJssel bij Hattem kan veel water ingenomen worden, maar de waterkwaliteit is minder goed dan water uit Grift en Apeldoorns Kanaal

Inname en zuivering nabij RWZI's Hattem, Elburg en Harderwijk. Reststromen zouden na voorbehandeling op die RWZI's verwerkt kunnen worden.

Naast de horizontale afstand wordt ook een hoogteverschil van circa 35 (infiltratiepunt 1 en 3) en 57 meter (infiltratiepunt 2) overbrugd.

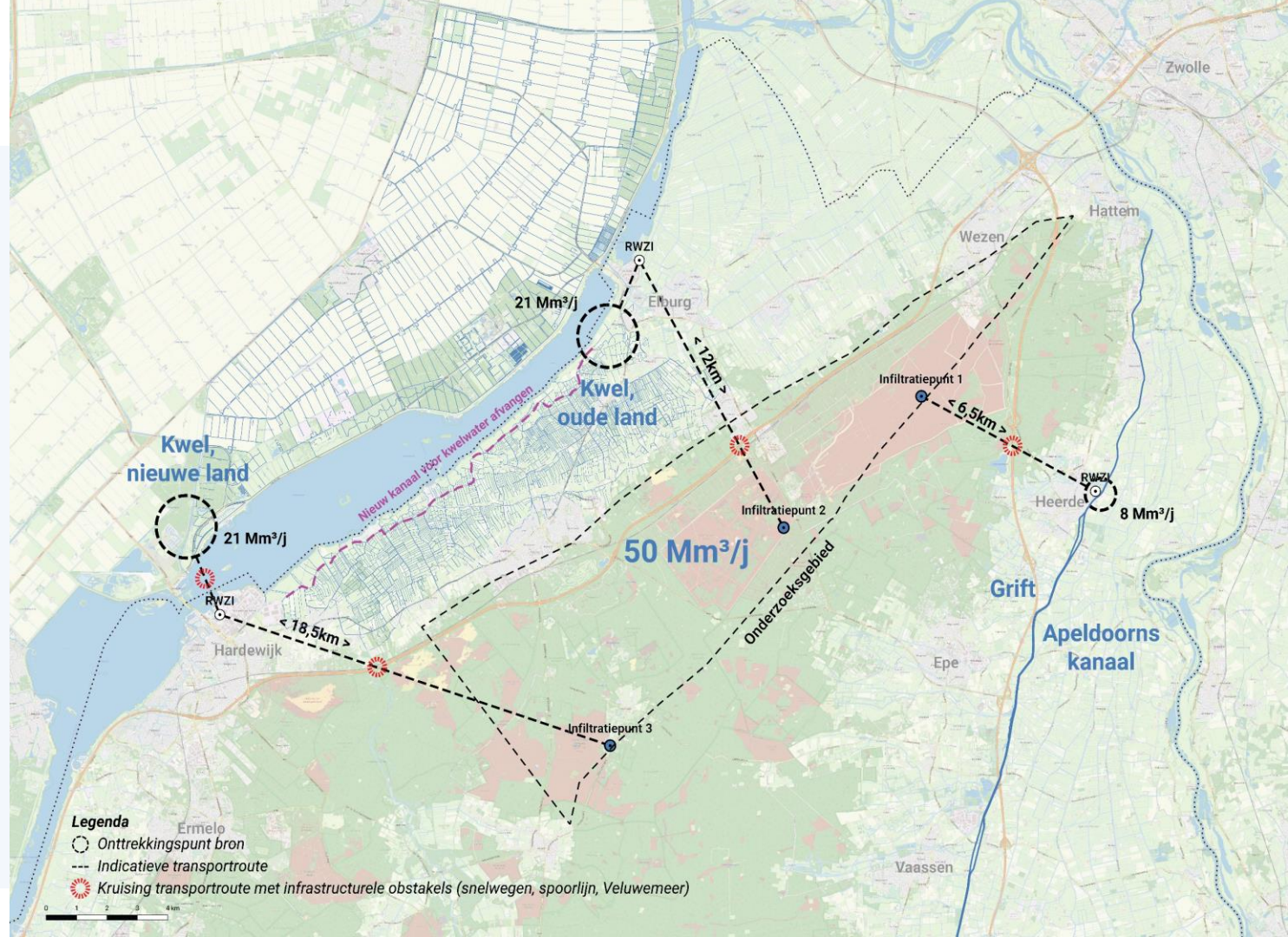


Variant 3: Groot en schonere bron

Kwelwater vanuit het oude en nieuwe land en water uit de Grift en het Apeldoorns kanaal is van betere kwaliteit dan water uit de IJssel en de Randmeren.

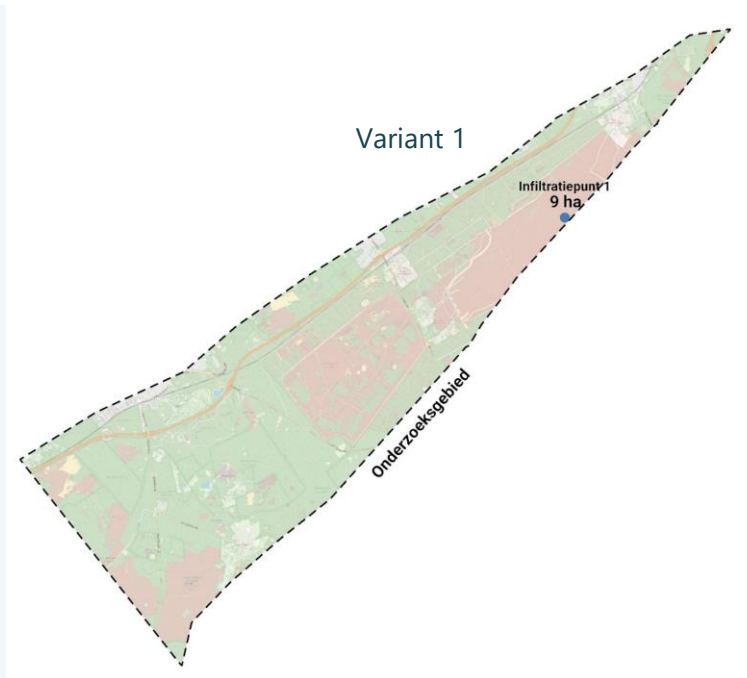
Inname vanuit het oppervlaktewater en zuivering nabij RWZI's Heerde, Elburg en Harderwijk. Reststromen zouden na voorbehandeling op die RWZI's verwerkt kunnen worden.

Naast de horizontale afstand wordt ook een hoogteverschil van circa 35 (infiltratiepunt 1 en 3) en 57 meter (infiltratiepunt 2) overbrugd.



Ruimtebeslag infiltratievijvers

- De infiltratiesnelheid in de vijvers is circa 50 cm per dag, maar afhankelijk van aan- of afwezigheid van slib kan dit toe- of afnemen
- Er wordt geïnfiltreerd gedurende 180 dagen
- Daarmee is het totaal benodigd oppervlak van infiltratievijvers circa 9 hectare (variant 1) tot 54 hectare (variant 2 en 3, drie keer 18 hectare)



Indicatieve kosten en klimaatimpact zuivering, transport en infiltratie

- Twee zuiveringsroutes voor oppervlaktewater zijn met een quickscan verkend:
 - Omgekeerde osmose (RO), inclusief voorbehandeling: zeer schoon water (permeaat = H_2O), maar met hoog energie- en chemicaliënverbruik, forse investeringskosten en ontstaan van concentraatreststroom die verwerkt moet worden. Dit kan na concentraatbehandeling mogelijk op de verschillende RWZI's verwerkt worden, eventueel na uitbreiding van RWZI-capaciteit*.
 - Combinatie van voorbehandeling met actief-koolfilters en ultraviolet/waterstofperoxidebehandeling: lagere energievraag, minder chemicaliënverbruik en kleinere en minder verontreinigde reststroom in de vorm van filterspoelwater. UV/ H_2O_2 behandeld filtraat is zeer schoon maar iets minder van kwaliteit dan RO-permeaat.
- Transport via persleidingen is indicatief berekend op basis van rechte lijn tussen innamepunt, zuivering (naast RWZI's) en indicatief infiltratiepunt.
- Indicatieve kosten (investering, CAPEX+OPEX), chemicaliën- en energiegebruik en CO_2 -emmissies zijn bepaald op basis van quick scan-kengetallenmethode met een onzekerheidsmarge van 50 %

* kosten voor eventuele uitbreiding van RWZI's zijn niet meegenomen in de quickscan

Indicatieve kosten en klimaatimpact zuivering, transport en infiltratie

- Investerings zijn bepaald op basis van nacalculatie van vergelijkbare systemen inclusief aanleg zuivering, leidingen en infiltratievijvers, maar omvatten niet de benodigde infrastructuur voor waterinname, verwerking van brijnstromen, eventuele uitbreiding van RWZI's of de aanleg van een kanaal voor verzamelen van kwelwater (variant 3).
- De totale jaarlijkse kosten bevatten de energie- en chemicaliënkosten, reststroombehandeling, arbeid (OPEX) en de afschrijving van de investeringen (CAPEX) over 20 jaar met een rentevoet van 2,7 %. Alle kosten zijn inclusief BTW.
- De totale productiekosten in EUR/m³ zijn bepaald door de totale jaarlijkse kosten te delen door de jaarlijks te infiltreren hoeveelheid water.
- Investerings voor de aanleg van infiltratievijvers is ingeschat op basis van aanlegkosten van de infiltratievijvers Epe (bron: Vitens). De onderhoudskosten van de infiltratievijvers Epe, eens per drie jaar uitgevoerd, waren in 2023 circa EUR 30.000 voor een oppervlak van 6 ha (<EUR 0,002 per m³ geïnfiltreerd water).
- Het energieverbruik en de kosten van watertransport houden rekening met de afstand tussen innamepunt, RWZI en infiltratiepunt in een rechte lijn en het te overbruggen hoogteverschil
- De CO₂-equivalent-emissies zijn berekend vanuit operationeel energie- en chemicaliënverbruik op basis van EcoInvent3.6 databases met Nederlandse Elektriciteitsmix 2022 en als alternatief een Groene Wind Elektriciteitsmix 2022. In bouwmaterialen ingebedde CO₂ is niet meegenomen.

Indicatieve kosten en klimaatimpact voor zuivering, transport en infiltratie

	Zuiveringsmethode (voorbehandeling: rooster, voorfilter, cartridgefilter)	Investeringskosten (miljoen EUR)	Energieverbruik (kWh/jaar)	CO ₂ uitstoot (ton per jaar), Nederlandse elektriciteitsmix	CO ₂ uitstoot (ton per jaar), groene wind-energie
Variant 1, 8 Mm ³ /j Klein en schonere bron	Omgekeerde osmose	94	13.191.000	5.900	2.500
	Actief-koolfilters en ultraviolet/waterstofperoxide	57	2.971.000	1.100	300
Variant 2, 50 Mm ³ /j Groot en dichtbij	Omgekeerde osmose	592	84.820.000	36.900	15.300
	Actief-koolfilters en ultraviolet/waterstofperoxide	361	19.934.000	7.100	2.000
Variant 3, 50 Mm ³ /j Groot en schonere bron	Omgekeerde osmose	602	85.512.000	37.000	15.200
	Actief-koolfilters en ultraviolet/waterstofperoxide	371	20.623.000	7.200	2.000

Bij deze kosten dient rekening gehouden te worden met een onzekerheidsmarge van 50%

Indicatieve kosten en energiegebruik voor zuivering, transport en infiltratie

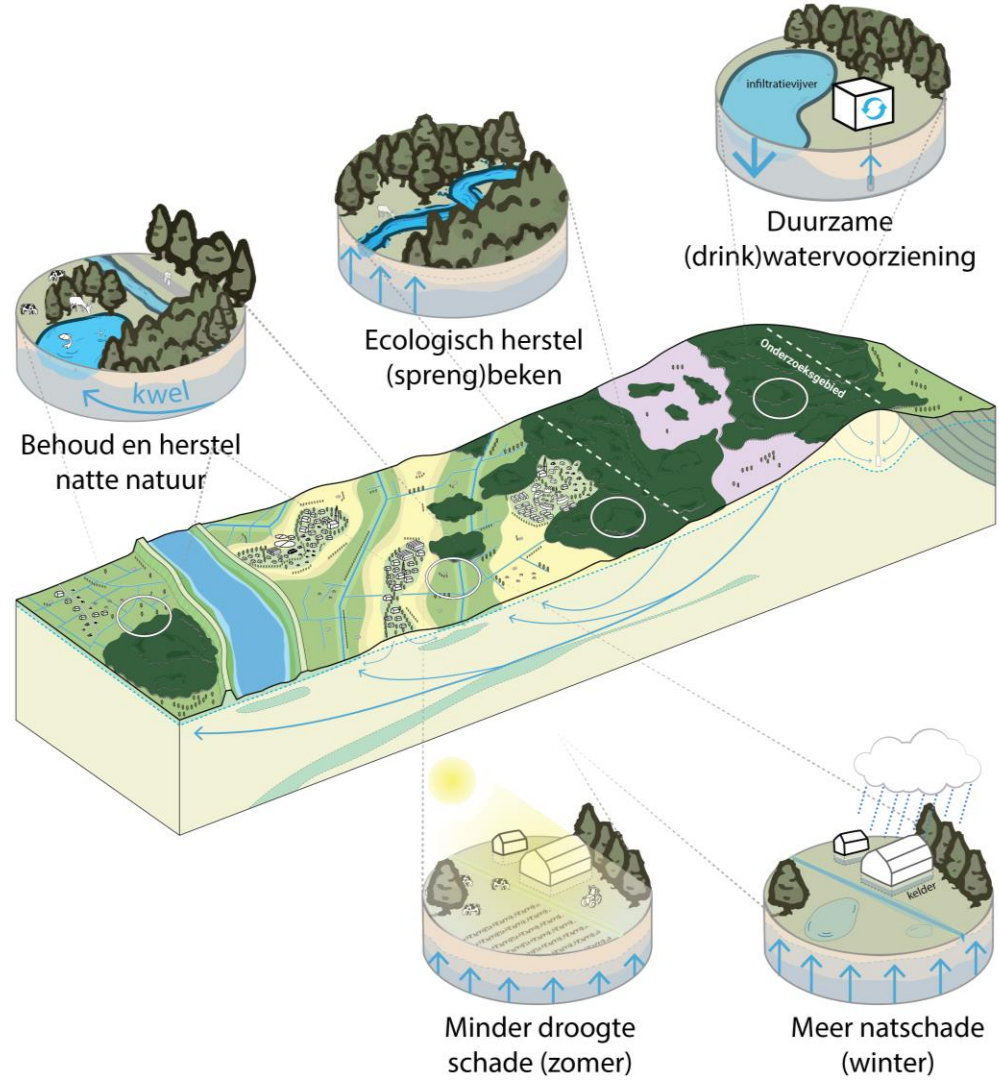
	Zuiveringsmethode (voorbehandeling: rooster, voorfilter, cartridgefilter)	Totale productiekosten (EUR/m ³)	Energieverbruik (kWh/m ³)
Variant 1, 8 Mm ³ /j Klein en schoon	Omgekeerde osmose	1,5	1,7
	Actief-koolfilters en ultraviolet/waterstofperoxide	0,7	0,4
Variant 2, 50 Mm ³ /j Groot en dichtbij	Omgekeerde osmose	1,5	1,7
	Actief-koolfilters en ultraviolet/waterstofperoxide	0,7	0,4
Variant 3, 50 Mm ³ /j Groot en schoon	Omgekeerde osmose	1,5	1,7
	Actief-koolfilters en ultraviolet/waterstofperoxide	0,7	0,4

Bij deze kosten dient rekening gehouden te worden met een onzekerheidsmarge van 50%

Ter vergelijking: Per 1 januari 2024 is de leveringsprijs voor drinkwater van Vitens EUR 1,04 per m³ + Belasting op levering EUR 0,46 per m³

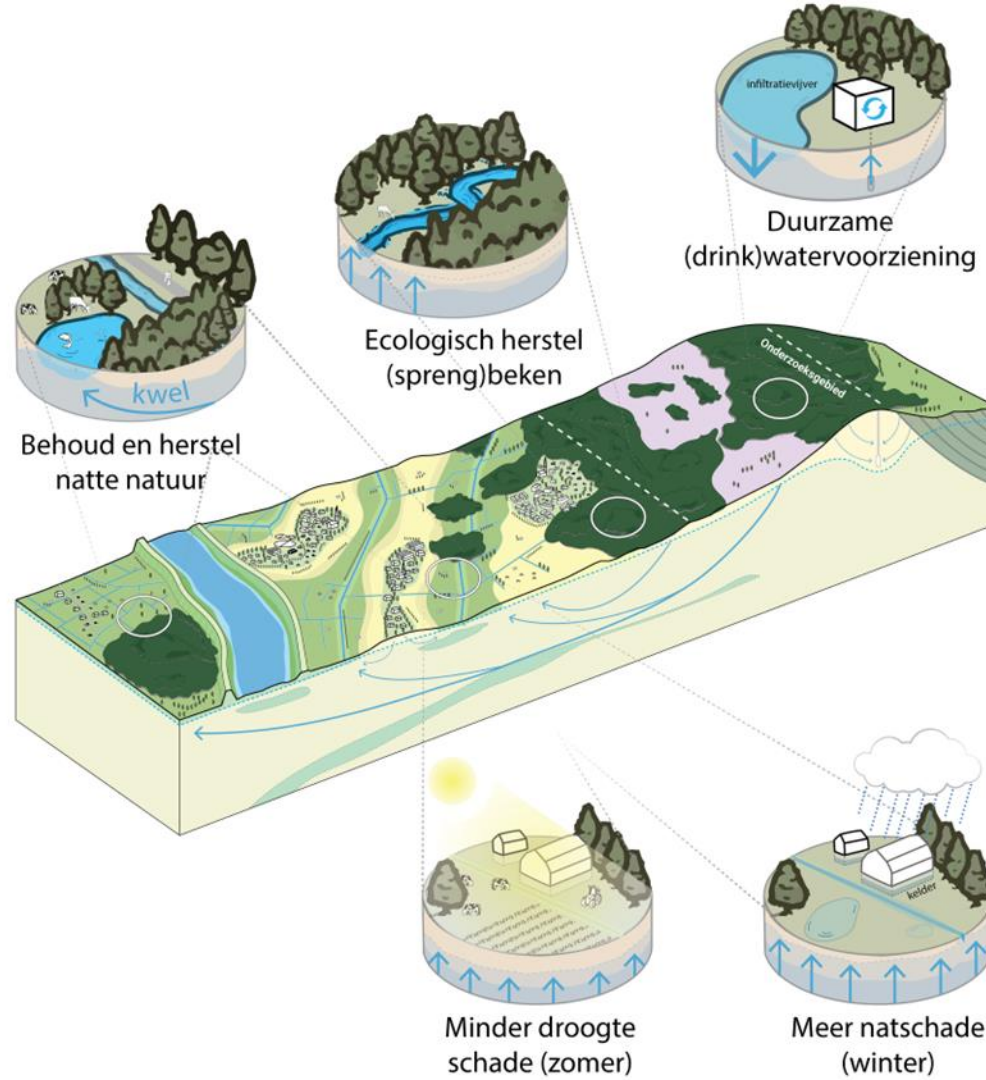
Beschouwing

- Transporteren, zuiveren en infiltreren kost maatschappelijk geld en resulteert in klimaatimpact: energie- en chemicaliënverbruik en bijbehorende CO₂-uitstoot
- Mogelijke andere maatschappelijke kosten zijn:
 - Natschade voor landbouw
 - Natschade in bebouwd gebied
- Een bredere maatschappelijke kosten-batenafweging (MKBA) in een vervolg kan hier meer inzicht in geven.



Beschouwing

- Hier tegenover staan mogelijke maatschappelijke voordelen/baten:
 - duurzame drinkwatervoorziening
 - behoud en herstel natte natuur (hogere grondwaterstanden in Natura 2000 gebieden en andere natuur, waardoor tevens de kritische depositiewaarden voor stikstof hoger worden)
 - minder droogteschade voor de landbouw
 - ecologisch herstel van beken door meer voeding met schoon grondwater en langer watervoerend (KRW)
- Een bredere maatschappelijke kosten-batenafweging (MKBA) in een vervolg kan hier meer inzicht in geven.



Beschouwing

- Klimaatverandering (KNMI 2023 scenario's):
 - zomers droger, winters natter
 - groeiseizoen wordt langer, dus meer watergebruik door verdamping
 - toenemende watertekorten zomer
 - tekorten zomer (gedeeltelijk) compenseren met opslaan overschotten uit de winter in wateraccu
- Wel van belang om waterverlies uit de wateraccu zo veel mogelijk te beperken door infiltratielocaties te zoeken waar het opgewerkte en geïnfiltreerde water niet te snel wegstroomt → 90% behouden tussen infiltratie in winter en gebruik in zomer lijkt haalbaar (nader te onderzoeken)



Conclusies

Afbeelding: infiltratievijvers Epe, Vitens

Conclusies

Een Wateraccu is een op middellange termijn technisch realiseerbaar concept om zoetwaterbeschikbaarheid op de Noord-Veluwe in de toekomst te verbeteren:

- De Noord-Veluwe is geohydrologisch geschikt als Wateraccu vanwege het dikke zandpakket.
- Er is voldoende oppervlaktewater in de nabij omgeving beschikbaar gedurende het winterhalfjaar om een Wateraccu van 8 tot 50 miljoen m³ per jaar te voeden
- Er zijn technische maatregelen en (drinkwater)technieken voorhanden om oppervlaktewater tot voldoende kwaliteit infiltratiewater te zuiveren.
- De productiekosten voor infiltratiewater zijn qua orde grootte vergelijkbaar met de leveringsprijs van Vitens-drinkwater inclusief

belasting op levering.

- De totale productiekosten van omgekeerde osmose zijn ruim 2 keer hoger dan een zuivering met actief-koolfilters en ultraviolet/waterstofperoxidebehandeling.
- Het energiegebruik van de zuiveringsroute met omgekeerde osmose is ruim 4 keer hoger dan een zuivering met actief-koolfilters en UV/H₂O₂.
- De emissie van CO₂-equivalenten door elektriciteit en chemicaliën van de omgekeerde osmose zuivering is ruim 5-7 keer hoger dan de route met actief-koolfilters en UV/H₂O₂.
- Het ruimtebeslag voor de infiltratievijvers is 9 (variant 1) tot 54 (variant 2 en 3) hectare bij een infiltratiesnelheid van 50 cm/dag.



Aanbevelingen vervolgtraject

Aanbevelingen voor vervolg

- Geef deze inhoudelijke verkennende deskstudie een vervolg in de vorm van een pre-verkenning, waarbij de regio betrokken blijft en een nadere technische uitwerking op schets- of voorontwerpniveau plaatsvindt.
- Kijk hierbij naar de gewenste omvang, locatie, bron en verdieping van zuiveringstechniek, met detaillering van kosten, klimaatimpact, ecologische en omgevingsimpact. Daarbij rekening houdend met klimaatscenario's en gewenste te ondersteunen huidige en toekomstige functies en meekoppelkansen.

Aanbevelingen voor vervolg

- Bekijk bovendien wat het systeem aankan: welke mate van impact ontstaat er:
 - Functies: de baten en schade aan de functies en meekoppelkansen in beeld brengen;
 - Infiltratielocatie: gebruik een geohydrologisch model om meest gunstige locatie te bepalen. Criteria kunnen zijn "geïnfiltreerd water effectief vasthouden" en "geïnfiltreerd water komt ten goede aan de belangrijkste watervragende functies"
 - Bron: onderzoek of er dermate schone bronnen zijn dat met goedkope zuiveringstechnieken, met minder energieverbruik en minder CO₂ uitstoot kan worden volstaan
 - Zuiveringstechniek: Beschouw of zuiveringskosten, energieverbruik en brijnproductie verminderd kunnen worden met andere zuiveringsinspanning of andere technische oplossing.
- Synergie: onderzoek synergiekansen met andere initiatieven van waterketensluiting zoals Waterfabriek.
- Effecten: gebruik een geohydrologisch model om de effecten op stijging van grondwaterstanden in beeld te brengen en in het verlengde daarvan de effecten van hogere grondwaterstanden voor de grondgebruiksfuncties: landbouw, natuur, bebouwd gebied (afname droogteschade en/of toename wateroverlast/natschade?)
- Effecten: wat zijn de neveneffecten bij de bron van het infiltratiewater?
- Economische en maatschappelijke haalbaarheid (MKBA) van een wateraccu, en juridische haalbaarheid dienen nader uitgewerkt te worden



www.witteveenbos.com

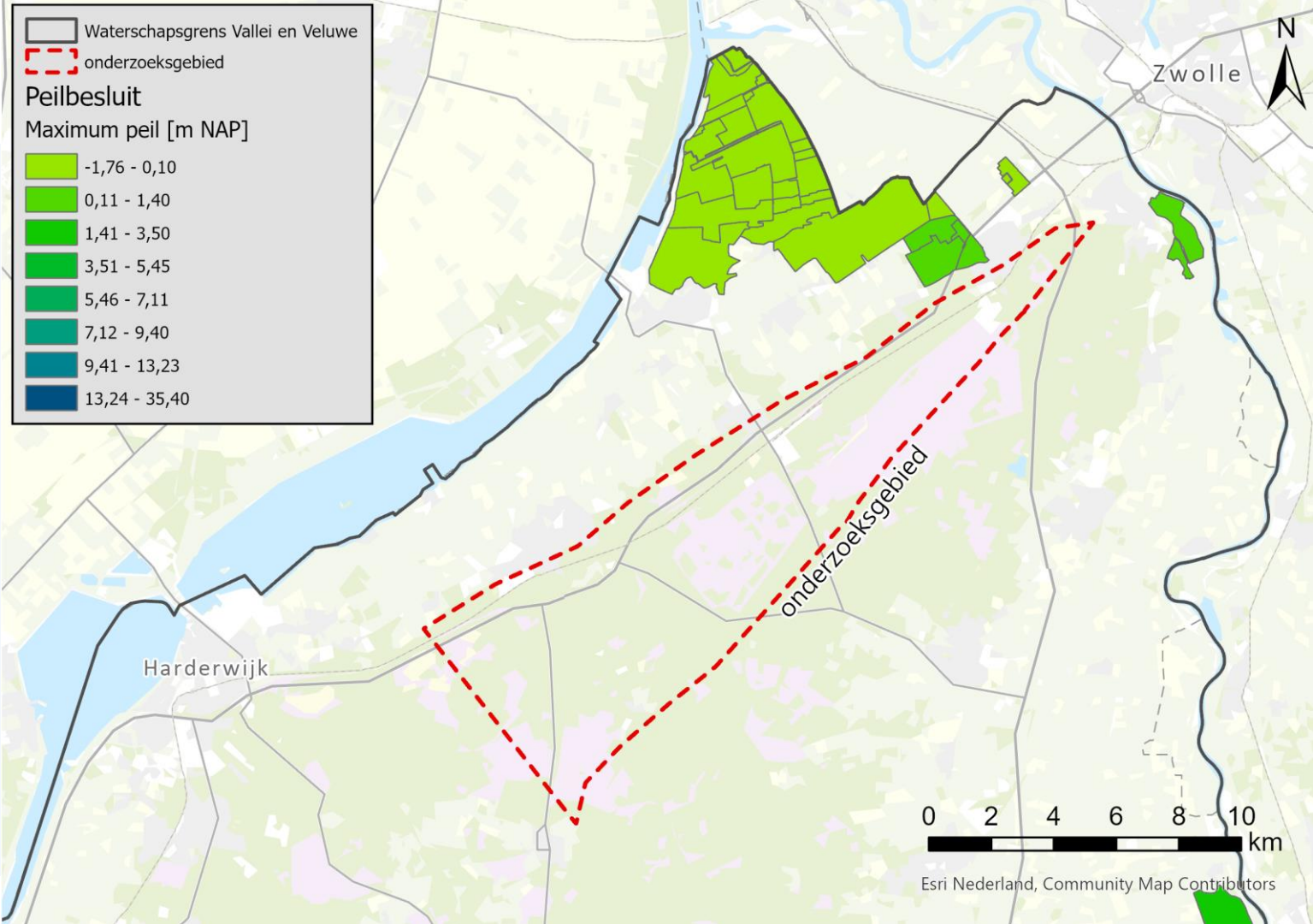
www.hnsland.nl



Bijlage 1: systeembeschrijving

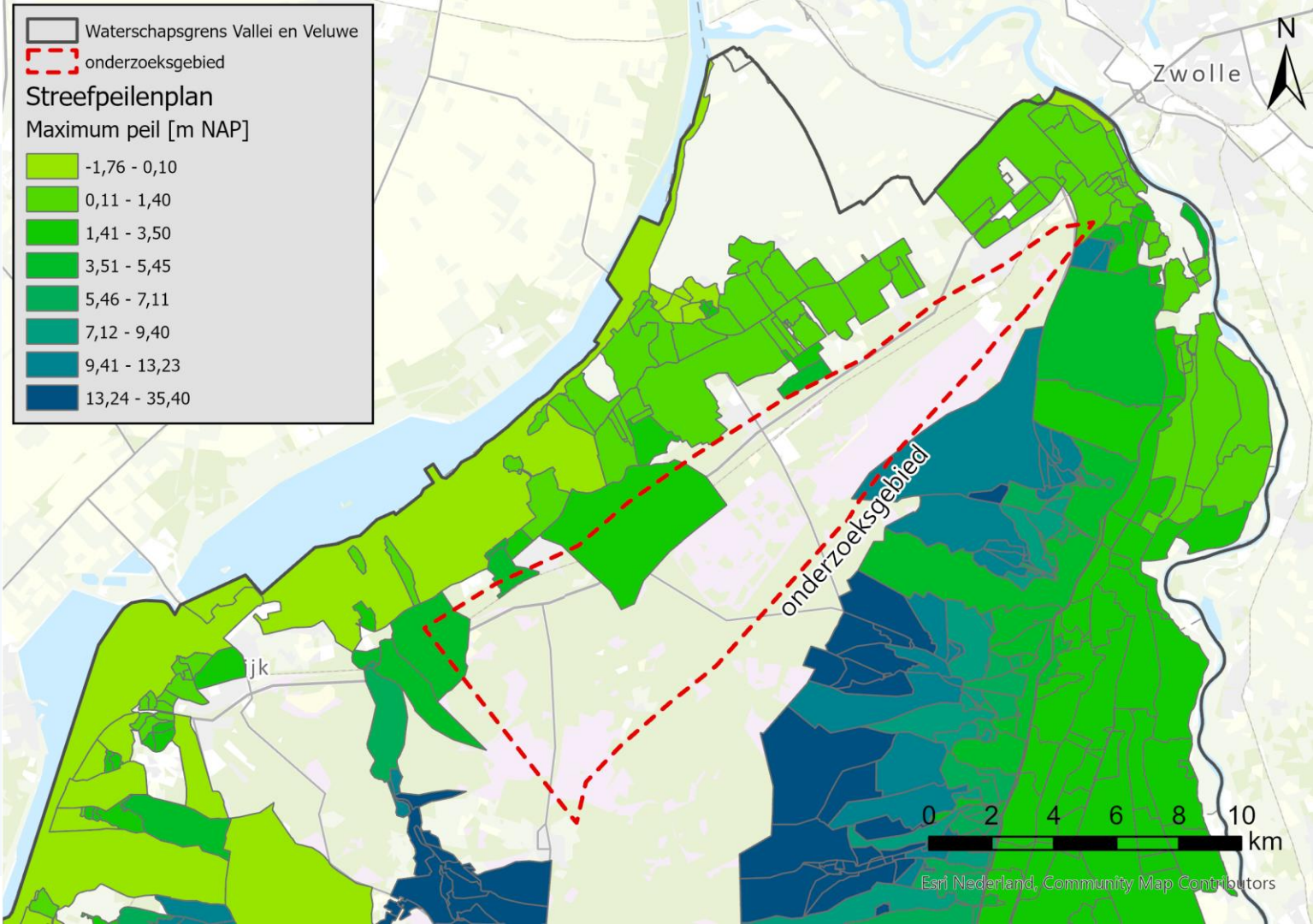
Systembeschrijving

In de noordhoek van het gebied is een peilbesluit van kracht. Hier zijn de peilen lager dan NAP +0 m en kan er niet vrij afgewaterd worden op de randmeren.



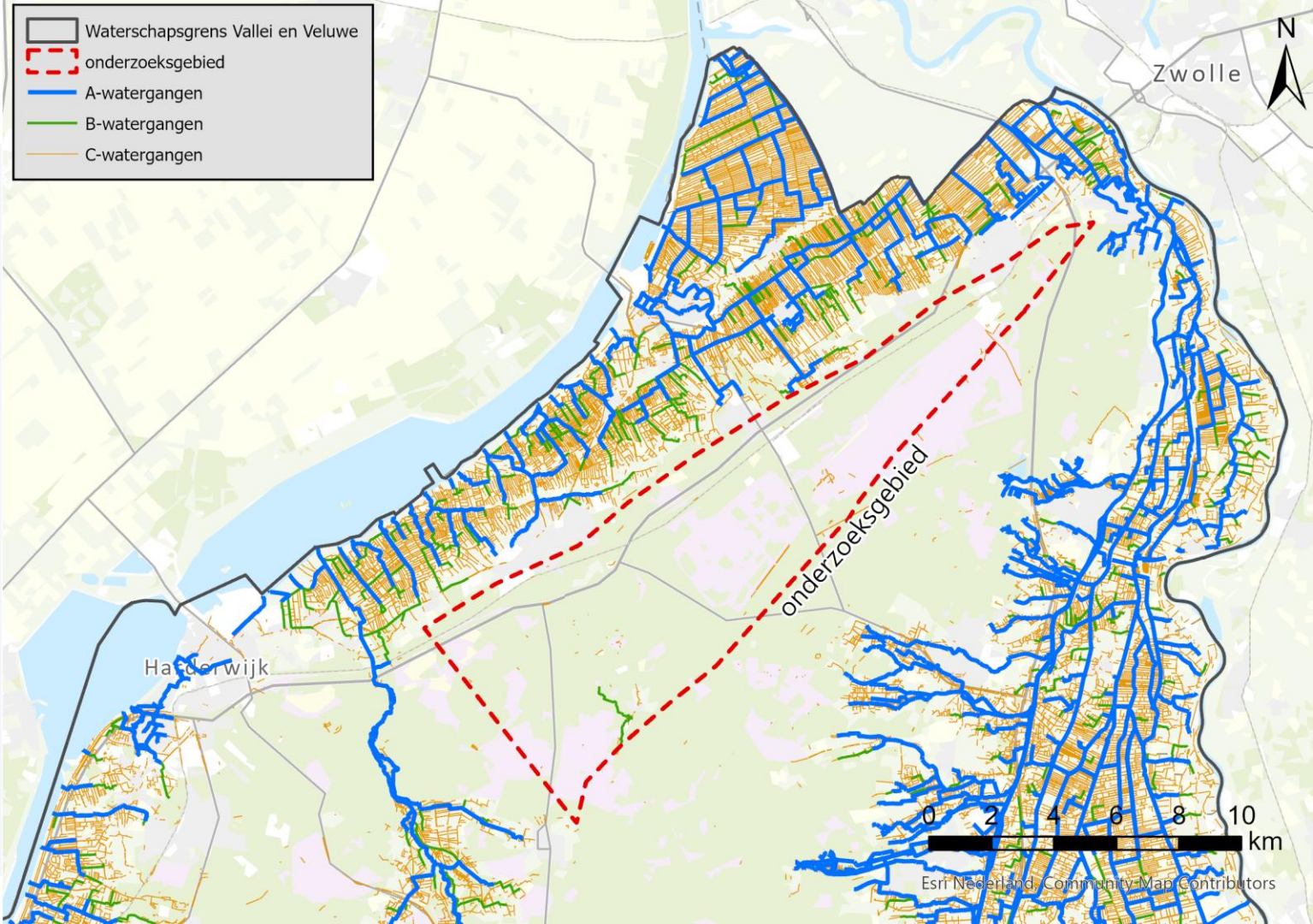
Systembeschrijving

In de rest van het gebied is een streefpeilenplan van kracht. Hier is er vrije afwatering via stuwen en andere objecten, waarbij peilen in droge perioden niet altijd gehandhaafd kunnen worden.



Systembeschrijving

In het onderzoeksgebied liggen nauwelijks watergangen. De Leuvenumsche Beek ligt net ten zuidwesten van het deelgebied en ligt ver genoeg om geen hydrologische invloed te hebben op het onderzoeksgebied.

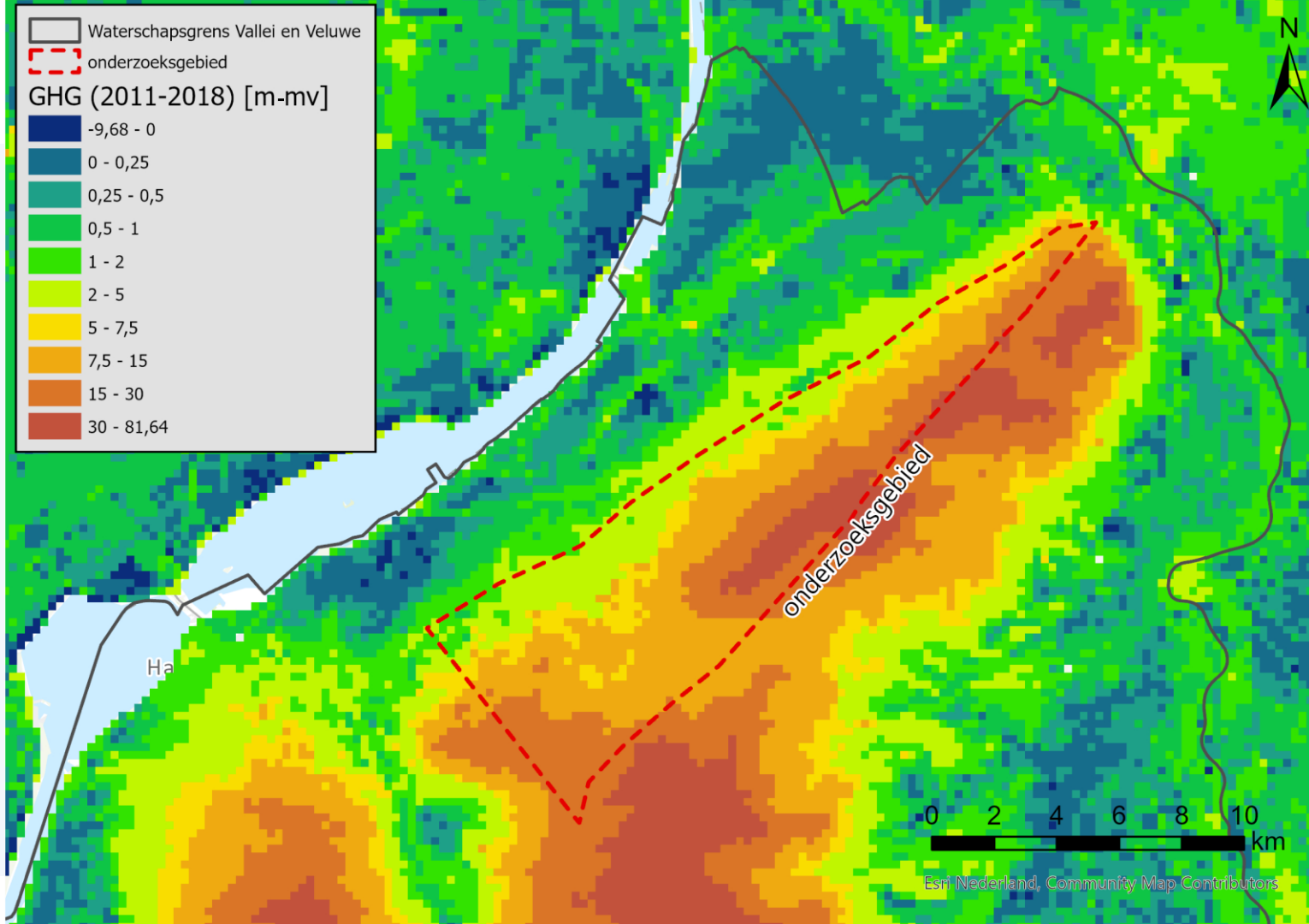


Systembeschrijving

De gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) ligt tussen Wezep, Elburg en Kampen maximaal 80 cm diep. Richting Hattem en de hogere zandgronden van de Veluwe ligt de GHG dieper dan 2 meter, en kan maximaal 30 meter onder maaiveld liggen.

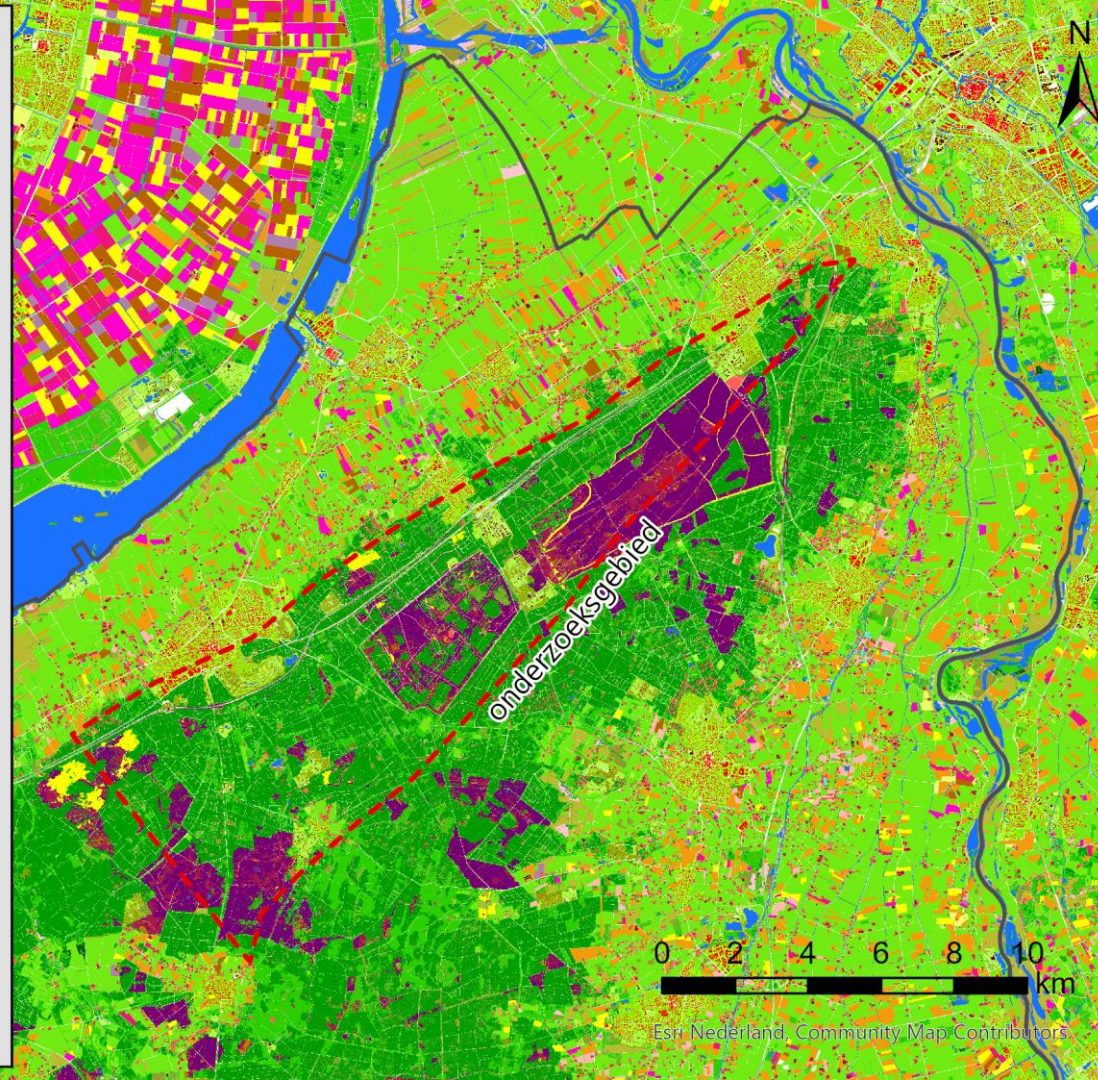
Daar waar de grondwaterstanden diep zijn, is er relatief veel ruimte om (extra) water op te slaan in de ondergrond. Deze ruimte is ook afhankelijk van de porositeit, de ruimte tussen zandkorrels, van de ondergrond.

Bron: Landelijk Hydrologisch Model



Systembeschrijving

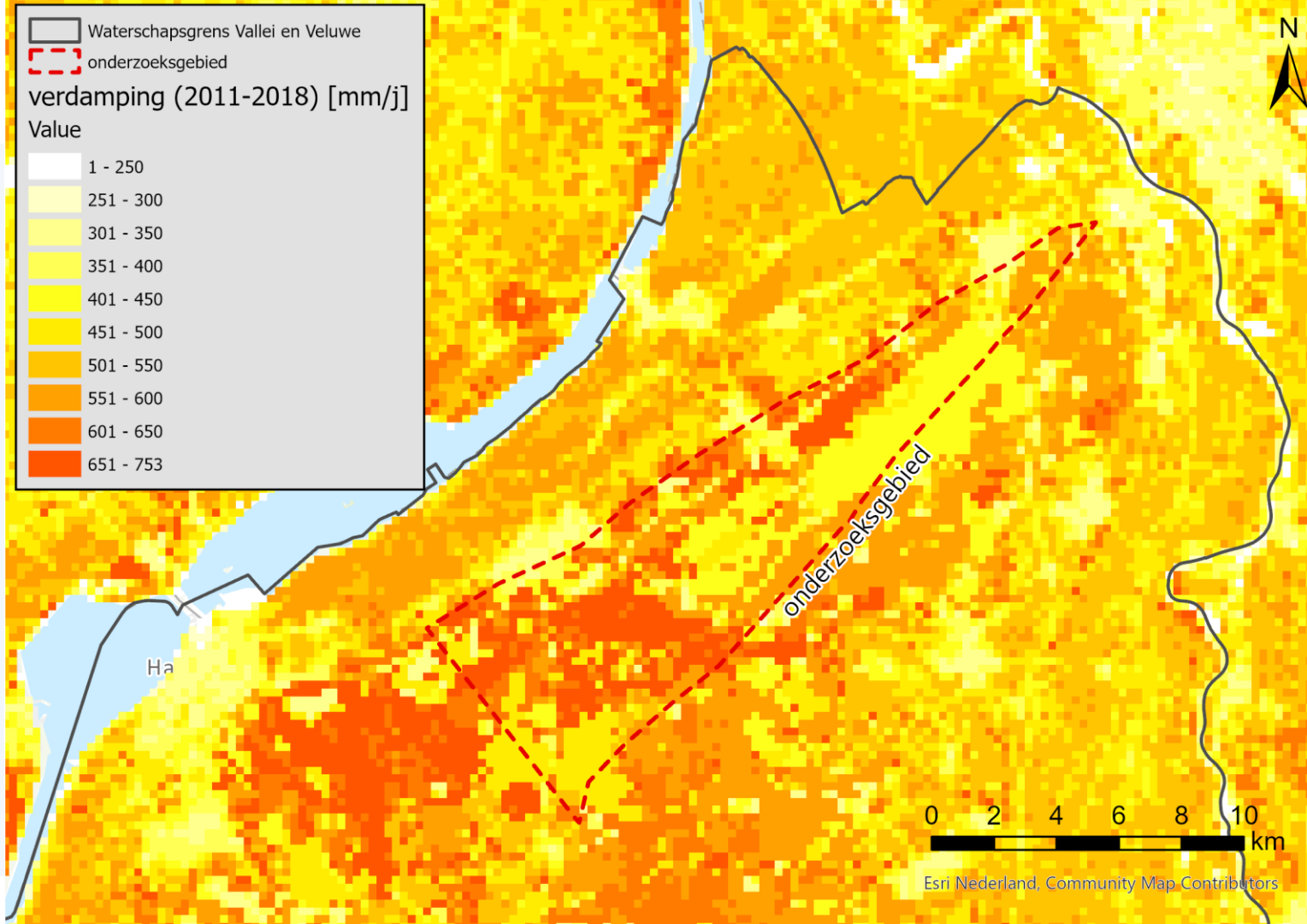
In het onderzoeksgebied komt overwegend naaldbos en heide voor. Dit bepaald in belangrijke mate de verdamping en de grondwateraanvulling.



Systembeschrijving

De gemiddelde verdamping tussen 2011 en 2018 is sterk afhankelijk van het landgebruik. Naaldbos verdampt significant meer water dan de heide in het onderzoeksgebied.

Bron: Landelijk Hydrologisch Model



Systembeschrijving

En ook de grondwateraanvulling is daarmee sterk beïnvloed door het landgebruik. De heidegebieden zijn goed terug te zien op de grondwateraanvullingkaart van 2011 tot 2018 als gebieden met de hoogste grondwateraanvulling. Omvorming van landgebruiktype (van bos naar heide) kan dus ook de grondwateraanvulling verhogen.

Bron: Landelijk Hydrologisch Model

