



# Grondwateroverlast in de Gemeente Bloemendaal

## Verkenning oorzaken en formulering vragen voor vervolgonderzoek

Gé van den Eertwegh en Flip Witte

Rapport

Datum: 25 juni 2024

Opdrachtgever: Gemeente Bloemendaal





## Colofon

**Titel:**

Grondwateroverlast in de Gemeente Bloemendaal: Verkenning oorzaken en formulering vragen voor vervolgonderzoek

**Datum:**

25 juni 2024

**Opdrachtgever:**

Gemeente Bloemendaal

**Projectteam KnowH<sub>2</sub>O:**

G.A.P.H. van den Eertwegh en J.P.M. Witte (FWE)

**Kader:**

Dit rapport is uitgebracht naar aanleiding van een door de gemeenteraad aangenomen motie (unaniem) d.d. 14 maart 2024. 'Moties vreemd agendapunt 20 - planmatig onderzoek ter voorkoming van grondwateroverlast en klimaatadaptatie'

**Foto's:**

J.P.M. Witte en G.A.P.H. van den Eertwegh

*Aan dit rapport kunnen geen rechten worden ontleend. De auteurs aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden in dit rapport, en/of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport. Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.*



## Inhoud

|                                                                                    |             |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>DEEL I</b> .....                                                                | <b>i</b>    |
| <b>Samenvatting, conclusies, aanbevelingen en onderzoeksvragen</b> .....           | <b>i</b>    |
| <b>Samenvatting</b> .....                                                          | <b>ii</b>   |
| <b>Conclusies</b> .....                                                            | <b>iv</b>   |
| <i>Algemeen</i> .....                                                              | <i>iv</i>   |
| <i>Hoofdconclusies</i> .....                                                       | <i>iv</i>   |
| <i>Specifieke conclusies uit de hoofdstukken van Deel II</i> .....                 | <i>vi</i>   |
| <b>Aanbevelingen</b> .....                                                         | <b>vii</b>  |
| <i>Volgordelijkheid voorgestelde acties 2024/2025</i> .....                        | <i>viii</i> |
| <b>Onderzoeksvragen</b> .....                                                      | <b>viii</b> |
| <i>Hoofdlijn</i> .....                                                             | <i>viii</i> |
| <i>Wetgeving-bestuur en politiek-financieel</i> .....                              | <i>ix</i>   |
| <b>DEEL II</b> .....                                                               | <b>1</b>    |
| <b>Het onderzoek</b> .....                                                         | <b>1</b>    |
| <b>Index</b> .....                                                                 | <b>2</b>    |
| <b>1 Inleiding</b> .....                                                           | <b>3</b>    |
| 1.1 <i>Aanleiding</i> .....                                                        | <i>3</i>    |
| 1.2 <i>Doelstelling</i> .....                                                      | <i>4</i>    |
| 1.3 <i>Betrokkenen bij deze opdracht</i> .....                                     | <i>4</i>    |
| 1.4 <i>Opzet van dit rapport</i> .....                                             | <i>4</i>    |
| <b>2 Een basaal begrip van grondwaterstroming</b> .....                            | <b>6</b>    |
| 2.1 <i>Water in de onverzadigde zone boven de grondwaterstand</i> .....            | <i>6</i>    |
| 2.2 <i>De zoetwaterlens van de duinen en haar relatie met het achterland</i> ..... | <i>8</i>    |
| 2.3 <i>De bodem als waterbuffer</i> .....                                          | <i>11</i>   |
| 2.4 <i>De relatie tussen regen, afvoer en berging</i> .....                        | <i>13</i>   |
| <b>3 Het grondwater in de duinen en zijn relatie met het poldergebied</b> .....    | <b>14</b>   |
| 3.1 <i>De geschiedenis van het water in de duinen</i> .....                        | <i>14</i>   |
| 3.2 <i>De invloed van vernattingsmaatregelen in de duinen</i> .....                | <i>16</i>   |
| 3.2.1 <i>Vernatting van de AWD</i> .....                                           | <i>16</i>   |
| 3.2.2 <i>Vernatting van Nationaal Park Zuid-Kennemerland</i> .....                 | <i>17</i>   |
| 3.3 <i>Toekomstige ontwikkelingen in de duinen</i> .....                           | <i>19</i>   |
| 3.4 <i>Conclusies</i> .....                                                        | <i>20</i>   |
| <b>4 Grondwater in bebouwd gebied</b> .....                                        | <b>22</b>   |

|          |                                                                                                                                       |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1      | <i>Van regio naar bebouwd gebied</i> .....                                                                                            | 22        |
| 4.2      | <i>Ontwatering en afwatering</i> .....                                                                                                | 25        |
| 4.3      | <i>Recente grondwateroverlast in de Gemeente Bloemendaal</i> .....                                                                    | 27        |
| 4.4      | <i>Grondwatermetingen Gemeente Bloemendaal</i> .....                                                                                  | 29        |
| 4.5      | <i>Conclusies</i> .....                                                                                                               | 31        |
| <b>5</b> | <b>De neerslag van 2023-2024 in perspectief</b> .....                                                                                 | <b>33</b> |
| 5.1      | <i>Neerslag vanaf oktober 2023</i> .....                                                                                              | 33        |
| 5.2      | <i>Effecten klimaatveranderingen op neerslag en verdamping</i> .....                                                                  | 36        |
| 5.3      | <i>Conclusies</i> .....                                                                                                               | 38        |
| <b>6</b> | <b>Maatregelen tegen grondwateroverlast</b> .....                                                                                     | <b>40</b> |
| 6.1      | <i>Inleiding</i> .....                                                                                                                | 40        |
| 6.2      | <i>Structurele mitigerende maatregelen vanaf 2002</i> .....                                                                           | 41        |
| 6.3      | <i>Acties korte termijn (zomer 2024 en winter 2024/2025)</i> .....                                                                    | 42        |
| 6.4      | <i>Acties middellange termijn (tot 2030-2035)</i> .....                                                                               | 43        |
| 6.5      | <i>Conclusies en aanbevelingen</i> .....                                                                                              | 44        |
| <b>7</b> | <b>Verantwoordelijkheden van betrokkenen</b> .....                                                                                    | <b>45</b> |
| 7.1      | <i>Inleiding</i> .....                                                                                                                | 45        |
| 7.2      | <i>Overheden en instanties – verantwoordelijkheden en taken gemeente</i> .....                                                        | 45        |
| 7.3      | <i>Eigenaren</i> .....                                                                                                                | 46        |
| 7.4      | <i>Communicatie van/naar eigenaren naar/door gemeente</i> .....                                                                       | 47        |
| <b>8</b> | <b>Financiering van beheersing grondwateroverlast</b> .....                                                                           | <b>49</b> |
|          | <b>Referenties</b> .....                                                                                                              | <b>50</b> |
|          | <b>Bijlage A: Grondwaterstanden en tijdreeksmodellen met neerslag en referentiegras-<br/>verdamping als invoer</b> .....              | <b>52</b> |
|          | <b>Bijlage B: Neerslag en verdamping van 1981 t/m 2023</b> .....                                                                      | <b>64</b> |
|          | <b>Bijlage C: Ontwikkelingen Binnenduinrand</b> .....                                                                                 | <b>66</b> |
|          | <b>Bijlage D: Ter illustratie - informatie uit Gemeente Haarlem</b> .....                                                             | <b>67</b> |
|          | <b>Bijlage E: Begrippen en nomenclatuur</b> .....                                                                                     | <b>69</b> |
|          | <b>Bijlage F: Bodemdaling – verwachting onder beperkte klimaatverandering en een vast<br/>oppervlaktewaterpeil</b> .....              | <b>79</b> |
|          | <b>Bijlage G: Omgevingswet en gemeentelijke taken</b> .....                                                                           | <b>80</b> |
|          | <b>Bijlage H: Ter illustratie - foto's Bloemendaal Dorp, vijver omgeving Bispinckpark</b> .....                                       | <b>81</b> |
|          | <b>Bijlage I: Deelnemers NPZK – betrokken beheerders. Bron: PWN</b> .....                                                             | <b>82</b> |
|          | <b>Bijlage J: Duinrellen op kaart</b> .....                                                                                           | <b>83</b> |
|          | <b>Bijlage K: Globale richting stroming grondwater in watervoerend pakket 2 in regio Zuid-<br/>Kennemerland in 1995 en 2020</b> ..... | <b>92</b> |
|          | <b>Bijlage L: Naaldbos en loofbos in regio Zuid-Kennemerland</b> .....                                                                | <b>93</b> |



## **DEEL I**

### **Samenvatting, conclusies, aanbevelingen en onderzoeksvragen**

## Samenvatting

De gemeente Bloemendaal en haar inwoners werden vanaf oktober 2023 tot ten minste de eerste zes maanden van 2024 geteisterd door enorme grondwateroverlast: kruipruimtes, kelders, souterrains en zelfs een enkele woonkamer liepen onder water; muren van gebouwen kregen schade door optrekkend vocht; paden en wegen werden onbereikbaar. Inwoners deden vanaf oktober 2023 melding bij de gemeente van de grondwateroverlast in en bij hun woningen.

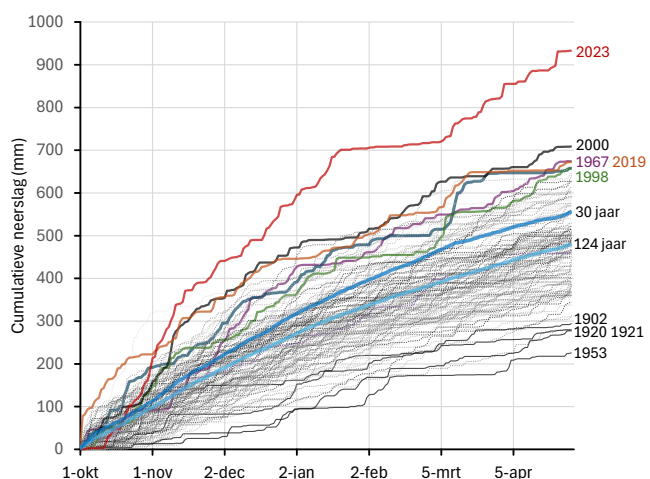
De grondwateroverlast trad op in een periode met extreme neerslaghoeveelheden. Op basis van de gemeten neerslag op het KNMI te station Overveen is de statistische kans op zoveel neerslag in een half jaar tijd kleiner dan eens in de duizend jaar. De grote hoeveelheid neerslag trof niet alleen de gemeente Bloemendaal, maar een veel groter gebied<sup>1</sup> in de streek. Hierdoor steeg vrijwel overal de grondwaterstand.

Er valt weinig te doen aan de hoeveelheid neerslag die op aarde valt, maar de overheid kan wel maatregelen treffen om grondwateroverlast te voorkomen en bij daadwerkelijke overlast helpen om die te bestrijden.

Over de structurele en actuele aanpak van deze overlast zijn in de gemeenteraad van Bloemendaal vragen gerezen. In een unaniem aangenomen gemeenteraadsmotie van 14 maart 2024 werd het college van B&W opgeroepen nader onderzoek te laten doen naar de oorzaken van de grondwateroverlast, het beleid, de verantwoordelijke instanties, mogelijke maatregelen en de financiële consequenties, ook met het oog op klimaatverandering. Een zeer breed geformuleerde oproep die, als hij niet nader wordt gespecificeerd, tot een lange studie kan leiden die alle kanten op kan gaan. Daarom is KnowH<sub>2</sub>O door de gemeente Bloemendaal verzocht de motie uit te werken tot concrete vragen voor een nader uit te voeren vervolgonderzoek. Om de onderzoeksvragen enigszins in te perken, is in Deel II van dit rapport eerst verkend waardoor de grondwateroverlast in de gemeente zou kunnen zijn ontstaan en welke vermeende onderzoeksvragen bij voorbaat al kunnen worden uitgesloten, en welke niet.

De huidige ont- en afwateringsstelsels van gemeente en hoogheemraadschap waren niet op de extreme hoeveelheid neerslag van afgelopen tijd berekend. De nagestreefde ontwateringsdiepte voor gebouwen (hoogheemraadschap van Rijnland, 2020; Wareco, 2021b) kon niet overal worden gerealiseerd, met grondwateroverlast tot gevolg. En de door de gemeente reeds getroffen structurele mitigerende maatregelen tegen grondwateroverlast sinds 2002 (gemeente Bloemendaal e.a., 2007; Wareco, 2021a) bleken de gevolgen van de hevige regenval ook onvoldoende te hebben beperkt. Aanbevolen wordt daarom de hydrologische effectiviteit van de reeds getroffen maatregelen te evalueren en, indien nodig, extra maatregelen te treffen.

De vraag is, of de ontstane grondwateroverlast is verergerd door een aantal structurele veranderingen in het landschap en de waterhuishouding binnen de gemeentegrenzen. Van verschillende kanten is vooral gewezen op de vernatting van de duinen, met name in het Nationaal Park Zuid-Kennemerland (Grontmij, 1999), waar de winning van grondwater door waterbedrijf PWN in het najaar van 2002 helemaal is beëindigd. Op basis van de nu ter beschikking staande kennis



Cumulative precipitation from 1900/1901 to 2023/2024. Blue lines show averages over 124 and 30 years.

<sup>1</sup> <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/gegevens/monv>

komt dit rapport tot de conclusie dat een structurele verhoging van de grondwaterstand in het bebouwd gebied van de gemeente Bloemendaal vrijwel overal afwezig tot gering is (0 tot 0,20 m; Baggelaar, 2006; Schaars e.a., 2006). *Deze conclusie is gebaseerd op tot uiterlijk juni 2005 gemeten grondwaterstanden.* Nu er langere meetreeksen van de grondwaterstand beschikbaar zijn, is het de moeite waard de destijds uitgevoerde analyse over te doen (was destijds in 2006 ook een van de aanbevelingen). Daarbij dient de nieuwe studie de effecten van neerslag en verdamping niet alleen te scheiden van de gevolgen van het beëindigen van de grondwaterwinning, maar ook van andere veranderingen in het duinlandschap.

Goed onderhouden duinrellen, als onderdeel van de afwatering, hadden een deel van de vernattingschade waarschijnlijk kunnen voorkomen. Duinrellen voerden samen met duinbeken juist in natte tijden water uit de duinen af (Ten Haaf en Bakker, 1986). Een aantal duinrellen in de streek is verwaarloosd, omdat ze nauwelijks nog water voerden nadat door de winning van drinkwaterwinning, vanaf halverwege de 19<sup>e</sup> eeuw, de grondwaterstand in de duinen aanzienlijk was verlaagd. Aanbevolen wordt op zeer korte termijn de verwaarloosde duinrellen te herstellen, op te schonen en daarna goed te onderhouden, zodat ze bij een volgende extreme neerslaggebeurtenis weer functioneren. Eventueel kunnen ook nieuwe duinrellen worden gegraven, die vrijwel alle jaren droog staan en alleen gaan functioneren bij extreem veel neerslag gedurende een langere tijd.

Inwoners moeten in principe zelf zorgdragen voor de waterbeheersing van hun eigen perceel, maar dat wil niet zeggen dat de overheid geen taak heeft in het bestrijden en voorkomen van grondwateroverlast. Zo dient de gemeente zich te bekommeren om de zorgen van haar inwoners. Klachten en meldingen van inwoners dienen serieus te worden genomen en van de overheid mag worden verlangd dat zij een actieve rol speelt in de bestrijding van grootschalige acute grondwateroverlast.

Dit rapport besluit met een aantal vragen voor vervolgonderzoek, waarvan de belangrijkste zijn:

1. Welke operationele (anno nu) en welke structurele veranderingen in de gemeente kunnen op korte termijn (binnen twee jaar) worden genomen om schade door grondwateroverlast te voorkomen?
2. Hebben structurele veranderingen in de gemeente de grondwateroverlast verergerd, zoals aanpassingen van het rioolsysteem, het verkleinen of dempen van waterpartijen en de toename van het verhard oppervlak en, zo ja, zijn deze veranderingen dan geheel of gedeeltelijk weer terug te draaien, op korte termijn? (binnen twee jaar)
3. Met welke maatgevende neerslag moet worden rekening gehouden bij de dimensionering van ont- en afwateringsstelsels in de gemeente, gegeven dat door klimaatverandering naar verwachting vaker perioden met veel neerslag zullen gaan voorkomen?
4. Welke maatregelen kunnen op de middellange termijn (tot 2030-2035) worden genomen om grondwateroverlast zoveel mogelijk te voorkomen, daarbij rekening houdend met de potentiële toename van de neerslag ten gevolge van klimaatverandering?
5. Hoe kunnen verantwoordelijke overheden (gemeente, hoogheemraadschap, provincie) en de eigenaren van percelen en bebouwing optimaal samenwerken in het bestrijden en voorkomen van grondwateroverlast?

In de volgende paragrafen geven we de conclusies, aanbevelingen en vervolgvragen van ons onderzoek. Voor degenen die ook geïnteresseerd zijn in de achtergrond van ons onderzoek verwijzen we naar Deel II van dit rapport.



# Conclusies

## Algemeen

*De gemeente Bloemendaal en haar inwoners zijn vanaf het najaar van 2023 en tot bij het verschijnen van dit rapport (juni 2024) geteisterd door enorme grondwateroverlast: kruipruimtes, kelders, souterrains en zelfs een enkele woonkamer liepen onder water; muren van gebouwen kregen schade door optrekkend vocht; paden en wegen werden onbereikbaar. De ontwatering en afwatering van het bebouwd gebied in de binnenduinrand en in de lagere gebiedsdelen van de gemeente bleken ontoereikend om te hoge grondwaterstanden te voorkomen. Voor zover de overlast nu nog bestaat, dient die zo snel mogelijk te worden aangepakt door de gemeente en haar inwoners, waarbij de gemeente een coördinerende rol op zich zou kunnen nemen.*

*Het grondwaterbeheer vraagt om actieve aandacht en waar nodig, zoals bij grondwateroverlast, om ingrepen, operationeel en structureel. Dat is temeer nodig nu als gevolg van klimaatverandering meer neerslag in de wintermaanden én intensievere buien zijn te verwachten. We adviseren een taakgroep op te richten – met in ieder geval vertegenwoordigers van provincie, hoogheemraadschap, gemeente – die de strategie tegen grondwateroverlast op de middellange en lange termijn uitwerkt en dat de bevoegdheid krijgt bij acute grondwateroverlast maatregelen af te kondigen.*

## Hoofdconclusies

1. In de duinen stonden en staan (juni 2024) valleien, paden, wegen onder water ten gevolge van de extreme neerslag vanaf het najaar van 2023. Met als gevolg overlast voor bezoekers van de duinen.
2. De terrein-beherende organisaties in de duinen wegen de belangen af van recreanten en natuur. Daarbij zijn die organisaties gehouden aan de Europese wettelijke verplichtingen die voortvloeien uit de Natura 2000 status, waaronder vrijwel het hele duingebied valt.
3. In het bebouwd gebied hebben kruipruimten, souterrains, kelders, een enkele woonkamer te maken gehad met hoge grondwaterstanden en -overlast, met aanzienlijke materiële en emotionele schade tot gevolg (feitelijke omvang onbekend).
4. De overlast in het bebouwd gebied vond en vindt (juni 2024) vaak plaats in de binnenduinrand en op relatief lage gronden met een ondiepe grondwaterstand ten opzichte van maaiveld. Op deze plekken kan weinig neerslag in de bodem worden geborgen. Door de verhoogde grondwaterstand is er ook deels op hogere gronden sprake van grondwateroverlast, van de binnenduinrand richting de duinen.
  - a. De bebouwing op deze gronden is veelal niet aangepast aan zulke natte omstandigheden, bijvoorbeeld met waterdichte kelders (zie ook Bouwbesluit 1992, 2003, 2012, voor bestaande bouw en nieuwbouw). Waterdicht gemaakte kelders bleken niet altijd waterdicht.
  - b. Door maaiveld daling van venige bodems (krimpen en oxidatie van organische stof) kan de grondwaterstand in de loop der tijd steeds dichterbij het maaiveld komen te staan.
5. Gedupeerde huizenbezitters en perceeleigenaren zijn zelf aan de slag gegaan om het grondwater buitenshuis te houden. Zo schaften ze pompen aan om de grondwaterspiegel rond hun woning te verlagen, waarbij ze het onttrokken grondwater bij gebrek aan ontwateringsmiddelen in de omgeving noodgedwongen loosden op het riool.
6. De overlast blijkt een direct gevolg van de zeer extreme neerslag gedurende een lange periode (ten minste zes tot acht maanden) op regionale schaal, waardoor overal in de streek en ook binnen de gemeente Bloemendaal de grondwaterstand steeg. De kans op zoveel neerslag in een half jaar tijd is minder dan eens in de duizend jaar.
7. De huidige ont- en afwateringsstelsels van gemeente en hoogheemraadschap waren niet in staat zoveel neerslag te verwerken en dus om grondwateroverlast te voorkomen.

- a. Ze waren niet op zoveel neerslag berekend en het is wenselijk te onderzoeken of de huidige stelsels dienen te worden aangepast. De werking en omvang van deze stelsels worden mede bepaald door toepassing van zogenaamde ontwerpbuien, die geen normgetallen zijn.
- b. Ontwatering vindt plaats op basis van streefwaarden voor de ontwateringsdiepte; er zijn geen normgetallen. Gemeente en hoogheemraadschap hanteren verschillende generieke streefwaarden voor de ontwateringsdiepte. Eenduidigheid lijkt gewenst, mogelijk met een uitsplitsing naar getalswaarden binnen deelgebieden van de gemeente.
8. Voor de ontwatering en afwatering van de duinen en de binnenduintrand zijn duinbeken en duinrellen belangrijk. Door verwaarlozing functioneert een deel van deze watergangen nauwelijks nog.
9. Bij het voorkómen en bestrijden van grondwateroverlast spelen verschillende partijen een rol.
  - a. Van de gemeente mag een actieve rol worden verwacht bij ernstige en wijdverspreide grondwateroverlast<sup>2</sup>.
  - b. De gemeente is hoeder van haar inwoners, een coördinerende en faciliterende rol past bij grootschalige grondwateroverlast.
  - c. De gemeente is verantwoordelijk voor de waterbeheersing in het gemeentelijk grondgebied, voor zover de watergangen niet vallen onder het beheer van het hoogheemraadschap. De gemeente heeft een grondwatertaak (zie Omgevingswet).
  - d. Het hoogheemraadschap is verantwoordelijk voor de watergangen (oppervlaktewater) die vallen onder haar beheer.
  - e. De provincie kan vanuit haar wettelijke positie direct en indirect langjarig en actief toezicht houden op de toestand van het grondwater, zeker wanneer deze beïnvloed wordt door structurele maatregelen (strategisch grondwaterbeheer). De provincie kan inzake grondwateroverlast haar rol als toezichthouder op andere wateroverheden versterken, zowel bestuurlijk als technisch-inhoudelijk.
  - f. Eigenaren zijn verantwoordelijk voor de grondwatersituatie op hun eigen terrein.
10. Naast de vele regenval zijn er structurele veranderingen die kunnen hebben bijgedragen aan de lokale grondwateroverlast in de bebouwde kom.
  - a. Waterschade zou door vernatting van de duinen kunnen zijn verergerd:
    - De vernatting van de AWD heeft zeer waarschijnlijk niet geleid tot structurele verhoging van de grondwaterstand in het bebouwd gebied van de gemeente Bloemendaal. Infiltratie van gezuiverd rivierwater en het neerslagoverschot houden de grondwateronttrekkingen in balans en modelberekeningen tonen een geringe (<0,05 m) tot afwezige structurele verhoging buiten de AWD. Het peil van het Oosterkanaal is gelijk gebleven.
    - De vernatting van de duinen in Nationaal Park Zuid-Kennemerland in combinatie met structurele mitigerende drainagemaatregelen heeft waarschijnlijk sinds 2002 op slechts een beperkt aantal plekken geleid tot een, meestal geringe (0 tot 0,20 m) structurele verhoging van de grondwaterstand in het bebouwd gebied van de gemeente. Deze conclusie is gebaseerd op een in 2006 uitgevoerde statistische analyse van grondwaterstandsmetingen (data tot uiterlijk juni 2005). Deze conclusie kan bijgesteld worden op basis van een nieuw uit te voeren analyse, die ook gebruik maakt van veldmetingen vanaf juni 2005. Deze nieuwe analyse is destijds in 2006 als aanbeveling reeds opgenomen in de rapportage van toen.
  - b. Her en der zijn er structurele wijzigingen in de waterhuishouding van de gemeente opgetreden die, achteraf gezien, de gevolgen van de hevige regenval zouden kunnen hebben verergerd, zoals:

---

<sup>2</sup> <https://iplo.nl/thema/water/beheer-watersysteem/wateroverlast/grondwateroverlast/>

- Een deel van de duinrellen is verwaarloosd sinds de duinen door opkomst van de drinkwaterwinning verdroogden, zodat ze hun drainerende en afwaterende functie nu niet meer vervullen.
  - Inbreiding en toename van het verhard oppervlak in particuliere tuinen en in de openbare ruimte in bebouwd gebied.
  - Afkoppelen van hemelwater van het riool.
  - Verkleinen of dempen van vijvers.
  - Onvoldoende baggeren van vijvers.
11. De verwachting is dat in de toekomst door klimaatverandering vaker extreme natte én extreme droge perioden gaan voorkomen.
- a. Adaptatie van het waterbeheer aan klimaatverandering lijkt bij de gemeente nog substantieel vorm te moeten krijgen.
  - b. De ont- en afwateringsstelsels van gemeente en hoogheemraadschap zijn onder andere gedimensioneerd op kengetallen voor een neerslagduur- en intensiteit. Mogelijk dienen die getallen nu te worden herzien en dienen stelsels opnieuw gedimensioneerd te worden, rekening houdend met de werkelijke grondwatersituatie.

## Specifieke conclusies uit de hoofdstukken van Deel II

De volgende conclusies zijn in de hoofdstukken 3-8 van Deel II getrokken:

1. De duinen waren voordat de drinkwaterwinning op gang kwam en voor de inpoldering van de Haarlemmermeer tot omstreeks 1850 natter dan tegenwoordig. De drinkwaterwinning heeft tot de jaren 1980 de grondwaterstand in de duinen verlaagd. Die verlaging is vanaf de jaren 1980 gedeeltelijk tenietgedaan ten behoeve van het herstel van natte duinvalleien.
2. De vernatting van de AWD heeft zeer waarschijnlijk niet geleid tot verhoging van de grondwaterstand in het bebouwd gebied van de gemeente Bloemendaal (zie boven). Momenteel is en wordt in het kader van een milieu effect rapportage (m.e.r.) een actualiserende studie uitgevoerd in het kader van de vergunningsprocedure voor uitbreiding van de grondwaterwinning.
3. De vernatting van Nationaal Park Zuid-Kennemerland in combinatie met mitigerende drainagemaatregelen heeft waarschijnlijk op een zeer beperkt aantal plekken geleid tot een meestal geringe (0 tot 0,20 m) structurele verhoging van de grondwaterstand in het bebouwd gebied van de gemeente Bloemendaal. Deze conclusie is gebaseerd op een statistische analyse van grondwaterstanden van bijna 20 jaar geleden. Een nieuwe analyse van grondwaterstanden aan de hand van metingen vanaf die tijd is wenselijk en zou tot nieuwe inzichten kunnen leiden.
4. In de gemeente Bloemendaal viel vanaf oktober 2023 extreem veel regen. De totale hoeveelheid in zeven maanden bij KNMI-station Overveen bedroeg ruim 930 mm. Dat is 380 mm meer dan normaal in de afgelopen 30 jaar, en 475 mm meer dan de afgelopen eeuw. De kans op zoveel neerslag is kleiner dan eens in de duizend jaar. Overal in de streek is daardoor de grondwaterstand gestegen.
5. Structurele maatregelen sinds 2002 zijn deels niet effectief (genoeg) gebleken (Wareco, 2021a) en deels (nog) niet onderzocht op hun hydrologische werking (Wareco, 2021b). De aard, omvang en locaties van getroffen maatregelen zijn onderwerp van nader onderzoek en evaluatie. Met dit onderzoek kunnen de reeds uitgevoerde maatregelen (welke, waar, hoe intensief) geëvalueerd en bijgesteld worden.
6. Grondwaterstandsmetingen blijven doorgaan, maar een grondige evaluatie van het meetnet kan dienen om de volgende vragen te beantwoorden: wat kan er aan metingen en meetlocaties af en wat moet erbij, voor een compleet grondwaterbeeld in de gemeente. Dit moet nader onderzocht worden (combinatie met punt 5 hierboven).
7. Er wordt aandacht gegeven door de gemeente aan het 'proces' van het grondwaterbeheer, terwijl er meer aandacht kan worden gegeven aan het reduceren van de overlast: is het beleid en het beheer inhoudelijk effectief en werken de maatregelen technisch-inhoudelijk goed?

8. Maatregelen genoemd in het grondwaterbeheerplan 2022-2026 van de gemeente kunnen meer SMART (specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch, tijdgebonden) worden geformuleerd.
9. De benodigde financiële middelen voor maatregelen en succesvolle bestrijding van grondwateroverlast zijn onvoldoende bekend.
10. Door klimaatverandering kunnen perioden met veel neerslag en zware buien vaker voorkomen. Dit noopt tot een verbetering van de ontwatering, afwatering en berging van water. Het is raadzaam hier rekening mee te houden in de ruimtelijke ordening, bij bouwprojecten en bij de planning, het ontwerp en de uitvoering van maatregelen.
11. Waar nu (juni 2024) nog grondwateroverlast is, dienen op korte termijn maatregelen te worden getroffen, zoals het oppompen en afvoeren van grondwater in het bebouwd gebied. De gemeente kan daarbij een coördinerende rol op zich nemen.

## Aanbevelingen

Uit de hoofdstukken 7 en 8 concluderen we dat het wenselijk is zo gauw mogelijk een taakgroep op te richten – met in ieder geval vertegenwoordigers van provincie, hoogheemraadschap, gemeente – die de strategie tegen grondwateroverlast op de middellange en lange termijn uitwerkt en dat de bevoegdheid krijgt bij acute overlast maatregelen af te kondigen. Het lijkt ons logisch, gezien de zorgplicht naar haar inwoners, dat gemeente deze taakgroep organiseert, waarna de regie in handen zou kunnen komen van de provincie. Klimaatverandering zal waarschijnlijk meer financiële inspanningen vergen om de gevolgen daarvan te bestrijden. Dat is des te meer reden om constructief samen te werken.

Voorts stellen we voor dat de *gemeente Bloemendaal* het *initiatief neemt* de volgende acties uit te voeren, dan wel door andere partijen te laten uitvoeren:

1. Maak een concreet actieplan voor korte-termijn 'pompen en afvoeren' binnen de gemeente, daar waar overlast plaatsvindt. Houd er daarbij rekening mee dat de overlastsituatie anno nu (stand juni 2024) voortduurt, dan wel terug kan keren vanaf de herfst van 2024. Ondersteuning en draagvlak van medeoverheden (onder andere van de provincie Noord-Holland, het hoogheemraadschap van Rijnland, PWN) en met name van inwoners voor dit actieplan zijn nodig.
2. Herhaal de in 2006 uitgevoerde statische analyse van gemeten grondwaterstanden om te achterhalen wat de invloed is geweest van het beëindigen van de winningen van PWN en van mitigerende maatregelen en mogelijk andere veranderingen.
3. Zet op korte termijn een technisch onderzoek uit naar de grondwaterhuishouding en hoe die samenhangt met de opgetreden grondwateroverlast en met de streefwaarden voor ontwateringsdiepte en de afwatering. Gebruik de resultaten van dit onderzoek voor een meerjarige aanpak van grondwateroverlast voor de middellange termijn (tot 2030-2035).
4. Zet de kosten en baten van alle uitgevoerde structurele ingrepen en mitigerende maatregelen sinds 2002 en van de schade door grondwateroverlast op een rij, als basis voor een langjarig financieringsplan (doorkijk bijvoorbeeld naar 2035) en mogelijk een regionale Maatschappelijke Kosten en Baten Analyse (MKBA).
5. Maak het grondwaterbeheerplan concreter in een volgende planronde, en stem dat SMART af met het Beleidsplan Grondwater.
6. Maak een uitvoeringsprogramma 'Herstel de Rel'. We hebben namelijk geconstateerd dat duinbeken en duinrellen onder zeer natte omstandigheden onverminderd nodig zijn en mogelijk ook steeds vaker nodig zullen zijn ten gevolge van klimaatverandering (Hoofdstuk 5).

## Volgordelijkheid voorgestelde acties 2024/2025

### Zomer 2024:

- a. Gemeentelijk actieplan (2024/2025) uitvoeren inzake grondwater in bebouwd gebied oppompen en afvoeren.
- b. Daarvoor financiering organiseren.
- c. Reeds getroffen maatregelen: functionaliteit controleren en indien nodig herstellen of uitbreiden (incl. beheer en onderhoud).

*NB: we schrijven nu juni 2024, binnen 5 à 6 maanden is het herfst 2024. Tegen die tijd daalt de verdamping, komt het neerslagoverschot op gang als het regent, met als gevolg dat grondwateraanvulling gaat plaatsvinden en grondwaterstanden gaan stijgen.*

### Winter 2024/2025:

- d. Situatie monitoren en bij grondwateroverlast actief ingrijpen.
- e. Gemeentelijk actieplan uitbreiden voor middellange termijn tot 2030-2035 met tenminste geen-spijt acties.
- f. Lopend onderzoek begeleiden en communiceren met inwoners.

### Zomer 2025:

- g. Situatie monitoren en bij grondwateroverlast actief ingrijpen.
- h. Gemeentelijk actieplan voor middellange termijn (tot 2030-2035) bijstellen aan de hand van resultaten onderzoek.

## Onderzoeksvragen

### Hoofdlijn

#### Korte termijn (zomer 2024 en winter 2024/2025):

1. Hoe kan de gemeente meer en sneller maatregelen uitvoeren op basis van meldingen en metingen, op basis van bestaande kennis en kunde?
2. Hoe kan de aanpak van grondwateroverlast het beste bestuurlijk worden georganiseerd? Te denken valt aan een taakgroep bestaande uit vertegenwoordigers van gemeente, hoogheemraadschap en provincie die gemandateerd zijn bij acute overlast. Een klankbordgroep met bijvoorbeeld eigenaren van percelen en gebouwen kan erbij georganiseerd worden.
3. Hebben structurele veranderingen in de gemeente de grondwateroverlast verergerd, zoals het afkoppelen van regenwater van het riool, het dempen van waterpartijen en de toename van het verhard oppervlak en, zo ja, zijn deze veranderingen dan geheel of gedeeltelijk weer terug te draaien, liefst op korte termijn? Denk aan een project als 'Herstel de Rel'.
4. Welke structurele veranderingen in de gemeente kunnen op korte termijn nog meer worden genomen om schade door grondwateroverlast te voorkomen?
5. Zijn deze maatregelen te financieren met andere middelen dan alleen die uit de gemeentelijke begroting?
6. Is het wenselijk gemeentelijk budget te reserveren om inwoners van de gemeente bij acute grondwateroverlast bij te staan en, zo ja, hoe groot zou dit budget dan dienen te zijn?

#### Middellange termijn (tot 2030-2035):

7. Hoe kan worden geborgd dat de overheid bij haar ruimtelijke-ordering-beleid eerder en meer rekening houdt met de potentiële gevolgen van natschade? Denk aan richtlijnen in de provinciale omgevingsverordening en in het gemeentelijke omgevingsplan.

8. Met welke maatgevende neerslag moet worden rekening gehouden bij de dimensionering van ont- en afwateringsstelsels, gegeven het feit dat het klimaat verandert, waardoor naar verwachting vaker perioden met veel neerslag zullen gaan voorkomen?
9. Moeten streefwaarden en waternormen bij bouwopgaven worden herzien? Denk aan de ontwateringsdiepte, de aanleg van waterretentiedaken, en de hoeveelheid onverhard oppervlak dat gewenst is op een bouwperceel.
10. Waar in de gemeente zijn er mogelijkheden voor waterberging in, en drainage door, nieuw aan te leggen vijvers en watergangen (nieuwe duinrellen die vrijwel altijd droog staan en alleen bij dreigende overlast gaan afvoeren)?
11. Welke maatregelen kunnen waar worden genomen om wateroverlast zoveel mogelijk te voorkomen, daarbij rekening houdend met de potentiële toename van de neerslag ten gevolge van klimaatverandering?

## Wetgeving-bestuur en politiek-financieel

### Wetgeving

12. In haar Grondwaterbeheerplan 2022-2026 kwalificeert de gemeente de maatregelen met de termen 'doelmatig' en 'doeltreffend'. Wat beschouwt de gemeente als 'doeltreffend' in kader van de uitvoering van maatregelen tegen grondwateroverlast? En wat is het verschil tussen 'doelmatig' en 'doeltreffend'?
13. Wat beschouwt de gemeente concreet onder 'zorgplicht (grond)water'? Wat hoort daar wel bij en wat niet? Idem onder haar 'grondwatertaak'?
14. Welke specifieke verplichtingen, zowel publiekrechtelijk als privaatrechtelijk heeft de gemeente Bloemendaal onder de huidige grondwatertaak volgens nationale wetgeving?
15. In hoeverre kunnen de huidige wettelijke kaders worden aangepast, uitgebreid of anders toegepast/geïnterpreteerd worden, om beter te reageren op uitzonderlijke hydrologische gebeurtenissen?
16. Hoe kunnen de verantwoordelijkheden en verplichtingen van betrokken partijen, zoals waterschap, provincie, gemeente en eigenaren van percelen en gebouwen juridisch worden gecombineerd en versterkt bij het adresseren en oplossen van grondwaterproblemen?

### Bestuur en politiek

17. Welke bestuurlijke maatregelen zijn mogelijk en noodzakelijk om korte en middellange-termijnoplossing voor de grondwaterproblemen te vinden?
18. Hoe kan de gemeente haar beleid en samenwerking met regionale partners zoals waterschap en provincie optimaliseren om grondwateroverlast effectiever aan te pakken?
19. Welke rol speelt het gemeentebestuur in het faciliteren van dialoog en besluitvorming tussen verschillende belanghebbenden met betrekking tot grondwaterbeheer?
20. Welke strategieën kunnen worden ontwikkeld om blijvend publieke steun te vergaren voor grootschalige aanpassingen of uitvoeringsprojecten, die noodzakelijk zijn voor effectief grondwaterbeheer?

### Financiën

21. Wat zijn anno 2024 de beschikbare middelen en menskracht en wat zijn opties voor de gemeente om de benodigde financiering van grondwaterbeheer-projecten te organiseren, structureren en te waarborgen tot 2035?

## **DEEL II**

### **Het onderzoek**

## Index

|                             |    |                                   |      |
|-----------------------------|----|-----------------------------------|------|
| afvoercapaciteit .....      | 12 | maatgevende neerslagbui .....     | 12   |
| AWD.....                    | 8  | Mm <sup>3</sup> /jaar.....        | 17   |
| bergingscapaciteit.....     | 12 | ontwateringsdiepte .....          | 25   |
| drainagemiddel .....        | 8  | onverzadigde zone .....           | 6    |
| drooglegging.....           | 25 | percoleren .....                  | 6    |
| ET <sub>ref</sub> .....     | 36 | potentiaalverschil.....           | 7, 8 |
| grondwateraanvulling .....  | 6  | potentieel neerslagoverschot..... | 37   |
| herhalingsfrequentie .....  | 12 | potentiële neerslagtekort.....    | 37   |
| herhalingstijd .....        | 26 | regenduurlijn .....               | 12   |
| hydraulische weerstand..... | 8  | signaal.....                      | 6    |
| m.v. ....                   | 12 | wadi .....                        | 5    |

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In het bebouwd gebied van de Gemeente Bloemendaal trad in de winter van 2023-2024 tot en met in ieder geval juni 2024 flinke grondwateroverlast op in de binnenduinrand met uitlopers. Ondergelopen kruipruimten, kelders, souterrains, paden en wegen waren het gevolg. Door gebrekkige hulp van de zijde van de overheid gingen gedupeerde huizenbezitters zelf aan de slag om het water buiten de deur te houden. Zo schaften ze pompen aan om de grondwaterspiegel rond hun woning te verlagen, waarbij ze het onttrokken grondwater loosden op het riool (Figuur 1); een noodgedwongen handeling die volkomen begrijpelijk is, omdat ze water nergens anders kwijt konden.

Ingenieursbureau Aveco de Bondt (voorheen Wareco Ingenieurs, kortweg Wareco) deed in opdracht van de gemeente een onderzoek naar de overlast. Op 7 maart 2024 presenteerde het bureau in het gemeentehuis de resultaten: de oorzaken van de overlast zijn toe te schrijven aan de extreme neerslag in het najaar van 2023 (in drie maanden tijd viel er 600 mm neerslag, 250 mm meer dan normaal; Kuiper en Gijsbertsen (2024)) en het vroege voorjaar van 2024. Op korte termijn kunnen geen concrete maatregelen tegen de grondwateroverlast worden genomen, aldus het bureau.

Deze uitslag vroeg om een second opinion, aldus een unaniem aangenomen raadsmotie van 14 maart 2024, getiteld *'Second opinion met het oog op het voorkomen grondwateroverlast en klimaatadaptatie'*. In die motie werd het college opgeroepen nader onderzoek te laten doen naar de oorzaken van de wateroverlast, het beleid, de verantwoordelijke instanties, de mogelijke maatregelen en de financiële consequenties, ook met het oog op klimaatverandering. Een zeer breed geformuleerde oproep die, als hij niet nader wordt gespecificeerd, tot een lange studie kan leiden die alle kanten dreigt op te gaan. Daarom is KnowH2O door de gemeente verzocht de motie uit te werken tot concrete vragen voor een nader uit te voeren vervolgonderzoek. Dit leidde op 4 april 2024 tot een opdracht van de gemeente aan dit adviesbureau (zaaknummer gemeente: 1246523) om vragen op te stellen voor een vervolgonderzoek. De resultaten van deze opdracht worden in dit rapport beschreven. Er zijn inhoudelijke inventarisaties gedaan, om richting te geven aan vervolgvragen voor nader onderzoek, teneinde de brede oproep te versmallen en concreet uit te werken.



Figuur 1. Particuliere oplossing tegen wateroverlast: een nieuw aangeschafte pomp onttrekt grondwater en loost het op een regenpijp die uitkomt in het riool.

## 1.2 Doelstelling

Het doel van deze studie is vragen te formuleren die via onderzoek kunnen bijdragen aan het voorkomen van wateroverlast in de Gemeente Bloemendaal. Meer specifiek dienen die vragen betrekking te hebben op de volgende aspecten (zie ook de eerdergenoemde motie en de offerte van KnowH<sub>2</sub>O van 27 maart 2024):

1. De oorzaken van de hoge grondwaterstanden en grondwateroverlast;
2. Het aandeel van diverse actoren in de grondwateroverlast (vroeger, nu en in toekomst);
3. De relatie tussen overlast en wetgeving, beleid, beheer en uitgevoerde inrichtingsmaatregelen;
4. De partijen die wettelijk en beleidsmatig invloed kunnen uitoefenen op het beperken en voorkómen van grondwateroverlast;
5. De maatregelen die door verschillende actoren op korte en (middel)lange termijn getroffen kunnen worden;
6. De financiële consequenties van deze maatregelen voor alle betrokken partijen.

Dit rapport beoogt relevante onderzoeksvragen (voor nader onderzoek) op te leveren. Omdat we hierin richting willen geven (niet alles hoeft nader onderzoek), geven we ook aan welke bevindingen reeds leiden tot antwoorden op vragen.

## 1.3 Betrokkenen bij deze opdracht

|                |                                                                                                          |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opdrachtgever: | Gemeente Bloemendaal, B&W namens de gemeenteraad                                                         |
| Projectleider: | dr. ir. G.A.P.H. (Gé) van den Eertwegh (KnowH <sub>2</sub> O)                                            |
| Uitvoering:    | dr. ir. G.A.P.H. (Gé) van den Eertwegh (KnowH <sub>2</sub> O)<br>prof. dr. ir. J.P.M. (Flip) Witte (FWE) |

Er zijn diverse eigenaren van percelen en woningen geraadpleegd voor deze opdracht en dit rapport die binnen de Gemeente Bloemendaal wonen. We hebben diverse ervaringen in telefoongesprekken gehoord, hebben een veldbezoek in de gemeente gedaan op 3 mei 2024 en hebben documenten en stukken gekregen. We hebben via dhr. Huiberts van de gemeente diverse malen gevraagde gegevens en informatie ontvangen en gesprekken gevoerd. Op 23 mei 2024 hebben we als spreker actief deelgenomen aan een informatieavond over de grondwateroverlast, georganiseerd door Hart voor Bloemendaal. Ook uit de gemeenten Velsen en Haarlem kwamen ons berichten over grondwateroverlast ter ore. Kortom, er zijn vele mensen betrokken geweest bij de totstandkoming van dit rapport, die ons van nuttige informatie hebben voorzien.

## 1.4 Opzet van dit rapport

Dit rapport zou in principe hier kunnen eindigen met een lijst van onderzoeksvragen. Dat doen we echter niet, omdat zo'n lijst zonder inzicht in het hydrologisch systeem van de gemeente Bloemendaal wel heel uitputtend zou zijn. Om de onderzoeksvragen enigszins in te perken, willen we daarom eerst verkennen waardoor de wateroverlast in de gemeente zou kunnen zijn ontstaan en welke vermeende oorzaken bij voorbaat al kunnen worden uitgesloten. We pellen de mogelijke onderzoeksvragen dus af tot we realistische vragen overhouden.

Grondwateroverlast kan beter worden begrepen als basale kennis aanwezig is over de stroming van grondwater en de reactie van de grondwaterspiegel op onttrekkingen en het weer. Daarom doen we in Hoofdstuk 2 een poging om de lezer deze kennis bij te brengen, in de hoop daarmee misverstanden over de oorzaken van grondwateroverlast zoveel mogelijk te voorkomen.

De grondwateroverlast in de Gemeente Bloemendaal wordt in het publieke debat toegeschreven aan drie factoren. Naast aan (1) extreme neerslag aan twee structurele oorzaken: (2) een stelsel voor ontwatering (gericht op diepte van grondwaterstand) en afwatering (gericht op afvoer van water)

dat onvoldoende op neerslagextremen is toegesneden en (3) vernattingsmaatregelen in de duinen in combinatie met structurele maatregelen voor de ont- en afwatering in de duinen, in de binnenduinrand en specifiek in het bebouwd gebied. Daarnaast (4) kunnen we nog andere mogelijke oorzaken bedenken, zoals de zakking van veenbodems ten gevolge van het ontwateren van land (geldt niet voor zandgrond zonder veen). Het is evident dat de eerste drie factoren, en bij punt drie dus ook de structurele aanpassing van de ont- en afwatering, van belang zijn en dat het nuttig is daarnaar nader onderzoek te doen. De relatie tussen het water in de duinen en het water in het bewoond gebied is in het verleden uitvoerig bestudeerd, onder andere in het kader van m.e.r.-studies van drinkwaterbedrijven. In Hoofdstuk 3 zetten we de resultaten op een rij en voegen er gegevens aan toe, waarna we concluderen of meer onderzoek wenselijk is of niet.

De lijst met onderzoeksvragen willen we ook specificeren door te verkennen waar de wateroverlast in het bebouwd gebied is opgetreden en of die locaties verklaarbaar zijn vanuit bijvoorbeeld hun afstand tot het duinmassief, de nabijheid van verhard oppervlak of wadi's (laagten in het landschap waar water in kan worden geborgen), en de aanwezigheid van veen in de ondergrond. Dit doen we in Hoofdstuk 4.

De neerslag in de afgelopen maanden van 2023/2024 en een korte schets van de meest recente KNMI-scenario's voor 2050 en 2100 (KNMI, 2023) geven we in Hoofdstuk 5.

In Hoofdstuk 6 gaan we in op reeds genomen en mogelijk nog te nemen maatregelen tegen grondwateroverlast.

In Hoofdstuk 7 bespreken we welke partijen daarvoor verantwoordelijk zijn en in Hoofdstuk 8 stippen we het onderwerp financiën aan.

De conclusies uit deze hoofdstukken zijn terecht gekomen in Deel I van dit rapport, samen met aanbevelingen en vragen voor vervolgonderzoek. Deze vragen zijn uiteindelijk het product waarvoor de gemeente Bloemendaal KnowH<sub>2</sub>O heeft benaderd.

## 2 Een basaal begrip van grondwaterstroming

### 2.1 Water in de onverzadigde zone boven de grondwaterstand

Neerslag die niet verdampt of niet via het maaiveld afstroomt naar het oppervlaktewater, komt uiteindelijk bij het grondwater terecht. Dit wordt de grondwateraanvulling genoemd. Gemiddeld over een lange reeks van jaren en verschillende begroeiingstypen bedraagt de grondwateraanvulling ongeveer 1 millimeter per dag (1 liter per vierkante meter per dag), maar deze hoeveelheid kan in werkelijkheid aanzienlijk variëren. Kaal zand en korstmosrijke vegetaties verdampen weinig, zodat de grondwateraanvulling daar relatief hoog is, terwijl dichte opstanden van naaldbos relatief veel verdampen, met een relatief lage grondwateraanvulling tot gevolg (Voortman e.a., 2019). In de duinen is in het verleden reeds naaldbos gekapt om diverse redenen (zie o.a. website PWN). Het verkleinen van het areaal naaldbos levert aldus in principe meer grondwater op, het absolute areaal naaldbos dat mogelijk zou verdwijnen bepaalt de mate waarin de grotere grondwateraanvulling merkbaar is in het duingebied op grotere schaal (Bijlage L). De grondwateraanvulling is de brandstof waarmee de stroming van grondwater wordt aangedreven. We komen daar in de volgende paragraaf op terug.

Er zit een vertraging in hoe de grondwaterspiegel reageert op de neerslag. Die vertraging treedt op in de zone tussen het grondoppervlak of maaiveld en de grondwaterspiegel: de onverzadigde zone, die zo wordt genoemd omdat de poriën tussen de zandkorrels naast water ook lucht bevatten (Figuur 2). Zomerse regenbuien worden grotendeels opgevangen in de bovenste bodemlaag, waaruit planten hun water halen om te verdampen. Zulke buien, als ze niet al te groot zijn, bereiken dus nooit het grondwater. Pas als de bodem een zekere hoeveelheid water bevat, kan dat aan de plantenwortels 'ontsnappen' en naar beneden sijpelen (percoleren) naar het grondwater. Dat gebeurt natuurlijk vooral buiten het groeiseizoen. De onverzadigde zone zorgt ervoor dat de dynamiek in het weer als afgevlakt signaal vertraagd terecht komt bij het grondwater: hoe dieper deze zone, des te geringer de variaties in grondwateraanvulling (damping) en des te langer de regenval tijdens een natte periode erover doet om als signaal het grondwater te bereiken (vertraging). De snelheid waarmee een neerslagbui zich in een diepe onverzadigde zone naar beneden verplaatst (als drukgolf<sup>3</sup>) bedraagt ongeveer 1 m per 4 tot 5 dagen (Jansen, 2013)<sup>4</sup>. Het signaal van een natte periode komt dus na ca. een maand aan bij een zeven meter diepe grondwaterspiegel. Ingenieursbureau Wareco (Kuiper en Krajenbrink, 2013) heeft in peilbuizen gemeten grondwaterstanden statistisch geanalyseerd en komt op grond daarvan tot reactiesnelheden die samenhangen met verschillende 'geohydrologische zones': duinen die heel traag reageren, het poldergebied dat heel snel reageert, en de duinrand die er qua reactiesnelheid tussenin zit (Figuur 3).

Stel dat van een flinke neerslagbui op een zekere dag 10 mm het grondwater weet te bereiken, dat op die specifieke dag de grondwateraanvulling dus 10 mm bedraagt, hoeveel stijgt de grondwaterstand dan? Dat is geen 10 mm stijging, omdat de bodem in de onverzadigde zone al bezet is met zandkorrels én omdat in de poriën tussen die zandkorrels (ca. 35% van de grond) al water zit dat zich aan de zandkorrels hecht. De grondwaterstand stijgt dus met meer dan die 10 mm. Hoeveel meer hangt af van de hoeveelheid water die in de bodem al aanwezig is. Hoe ondieper de grondwaterstand, des te meer de bodemporiën al bezet zijn met water dat vanuit het

---

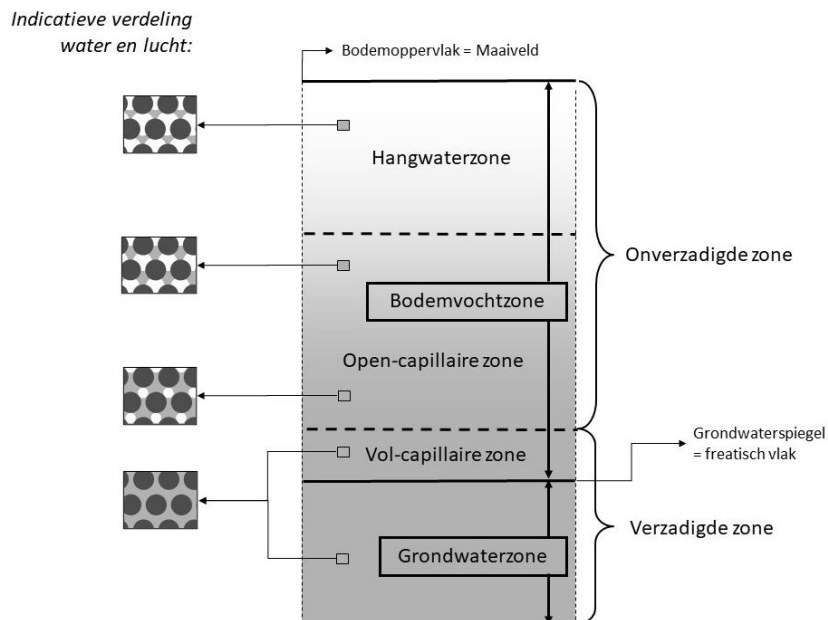
<sup>3</sup> Vergelijk het met een steen die in een vijver wordt gegooid: de golven die daardoor ontstaan geven een drukverplaatsing weer en niet de snelheid waarmee waterdeeltjes zich van het trefpunt verwijderen.

<sup>4</sup> Zie ook: <http://grondwaterformules.nl/index.php/vuistregels/reistijd-dynamiek/vertraging-grondwateraanvulling>

grondwater capillair is opgestegen (Figuur 2). Bij een grondwaterstand van 50 cm onder maaiveld zal de stijging 12 cm bedragen, bij 100 cm diep grondwater 5 cm en bij een grondwaterstand van 5 m onder maaiveld 3,5 cm (Tabel 1)<sup>5</sup>. Dit zijn indicatieve cijfers, want de precieze stijging hangt af van de hoeveelheid vocht die de bodem bij aanvang had. De stijging is nooit permanent, want door de hogere grondwaterstand zal er grondwaterstand versterkt wegstromen naar de omgeving.

Is de bodem volledig verzadigd met water, dan komt de extra neerslag op het maaiveld terecht. Een duinvallei, bijvoorbeeld, gaat dan onder water lopen. Van dit oppervlaktewater gaat een dempende werking op de omliggende grondwaterstand uit, want 10 mm neerslag betekent hier slechts 10 mm stijging, dus aanzienlijk minder dan de stijging in aangrenzende duinheuvels: daardoor ontstaat er een potentiaalverschil, een verschil tussen de grondwaterstand in de duinheuvel en het waterpeil in de vallei.

Samengevat: hoe ondieper de grondwaterstand, des te sneller en meer die stijgt na een bepaalde regenbui (mm/dag); hoe lager de grondwaterstand, des te beter men beschermd is tegen grondwateroverlast.

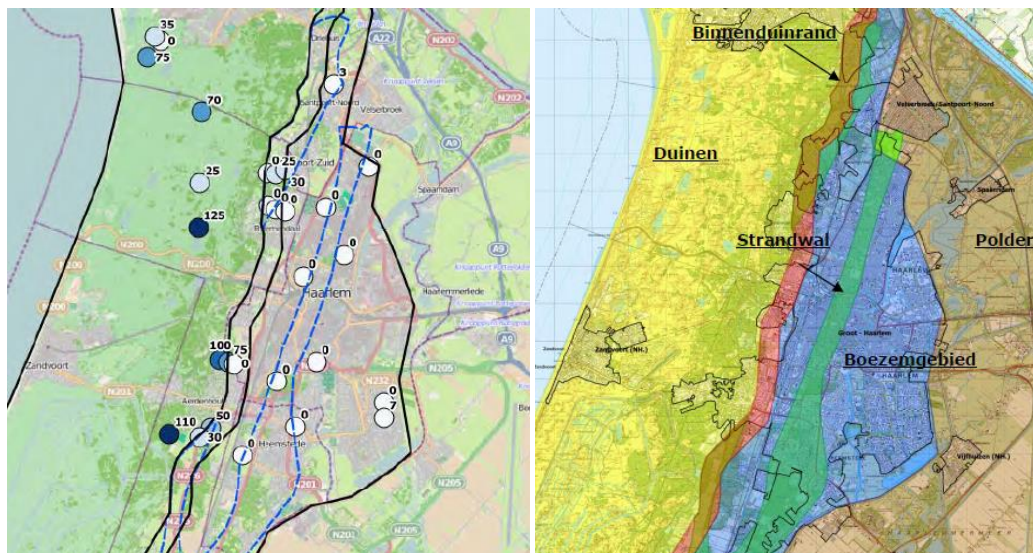


Figuur 2. Indicatieve verdeling van water en lucht in de bodem.

Tabel 1. Indicatieve kortstondige stijging van de grondwaterstand door een grondwateraanvulling van 1 cm op een dag.

| Diepte onder het maaiveld | Hoeveelheid grondwateraanvulling op een dag | Kortstondige stijging grondwaterstand | Factor | Toelichting                                              |
|---------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| 50 cm                     | 1 cm                                        | 12 cm                                 | 12     | Poriën van zand gevuld met water door capillaire werking |
| 100 cm                    | 1 cm                                        | 5 cm                                  | 5      | Poriën van zand minder gevuld met water                  |
| 500 cm                    | 1 cm                                        | 3,5 cm                                | 3,5    | Poriën van zand veel minder gevuld met water             |
| Oppervlaktewater          | 1 cm                                        | 1 cm                                  | 1      | Bergingscapaciteit 100%                                  |

<sup>5</sup> Aannamen: evenwichtsprofiel, bodemfysische eenheid B1 (leemarm, zeer fijn tot matig fijn zand), parameters van Wösten e.a. (2013).



Figuur 3. Links: berekende vertraagde reactie van de grondwaterstand op de neerslag in dagen na een neerslaggebeurtenis, met donkerblauw = grote vertraging, lichtblauw = kleine vertraging, wit = geen vertraging. Rechts: geohydrologische zones. Bron: Kuiper en Krajenbrink (2013).

## 2.2 De zoetwaterlens van de duinen en haar relatie met het achterland

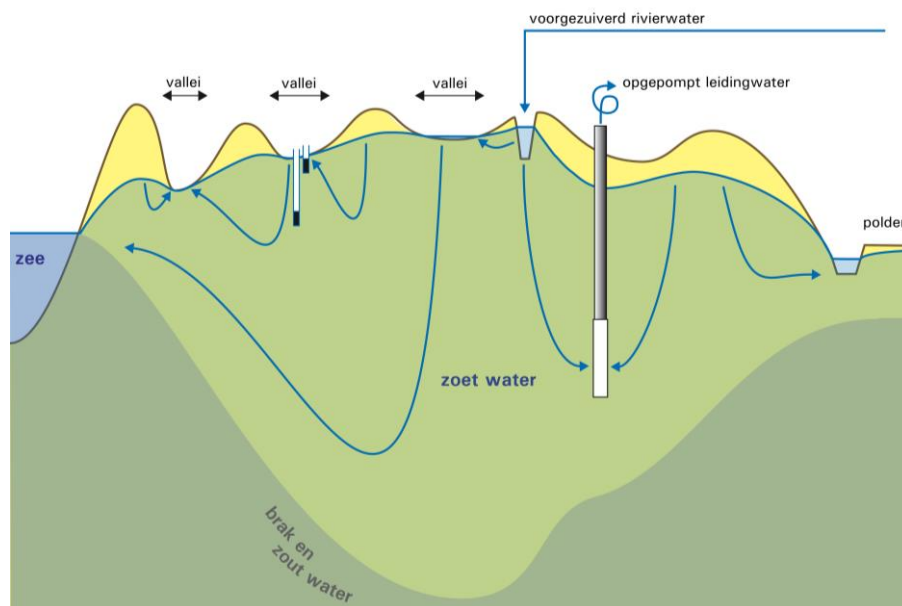
Door de grondwataanvulling is onder de duinen een lensvormig lichaam van zoet water ontstaan, tot tientallen meters dik, dat drijft op brak en zout grondwater (zoet grondwater is lichter dan brak of zout grondwater). Figuur 4 geeft dit sterk geschematiseerd weer. Door de grondwataanvulling is de grondwaterstand onder de duinen gestegen en daardoor is er een peilverschil ontstaan met het oppervlaktewater in de omgeving: aan de westkant is dat de zee, aan de oostkant zijn dat duinrellen, meertjes en sloten, en binnen in het duin zijn dat de duinvalleien en eventuele watergangen. Dit peilverschil (potentiaalverschil) zorgt ervoor dat het grondwater naar die omgeving wegstroomt.

Tegenwoordig bereikt in de Amsterdamse Waterleiding Duinen (AWD) niet het gehele neerslagoverschot de drainagemiddelen, zoals de zee en de ontwaterende sloten en andere watergangen, maar wordt een deel afgevangen door waterbedrijf Waternet dat het grondwater oppompt. Dit opgepompte water wordt door Waternet voor 80-85% gecompenseerd door de infiltratie van voorgezuiverd rivierwater. De overige 15-20% wordt via het neerslagoverschot aangevuld (neerslag minus verdamping; Waternet, 2024).

De mate van opbolling van de grondwaterstand hangt af van de grondwataanvulling én de hydraulische weerstand die het water onderweg naar de drainagemiddelen ondervindt. Die weerstand wordt bepaald door hoe makkelijk het doorstroomde sediment water doorlaat (klei en veen doen dat moeilijker dan fijn zand), én door de afstand tot de drainagemiddelen die moet worden afgelegd.

Grondwaterstroming heeft een analogie met de stroming van elektriciteit. De stroming is evenredig aan het potentiaalverschil (verschil in waterpeil) en omgekeerd evenredig aan de weerstand (hoe verder weg de drainagemiddelen en hoe fijner het sediment, des te groter de weerstand tegen stroming). Wat de zaak echter compliceert is dat de weerstand afhankelijk is van de hoogte van de grondwaterspiegel. Lopen duinvalleien namelijk onder water, dan worden die de drainagemiddelen voor het grondwater onder nabijgelegen duinheuvels zodat de weerstand tegen grondwaterstroming onder die heuvels daalt: in plaats van de lange weg naar een oppervlaktewater zoals het Brouwerskolkje, kan het grondwater nu naar een ondergelopen duinvallei stromen. Met

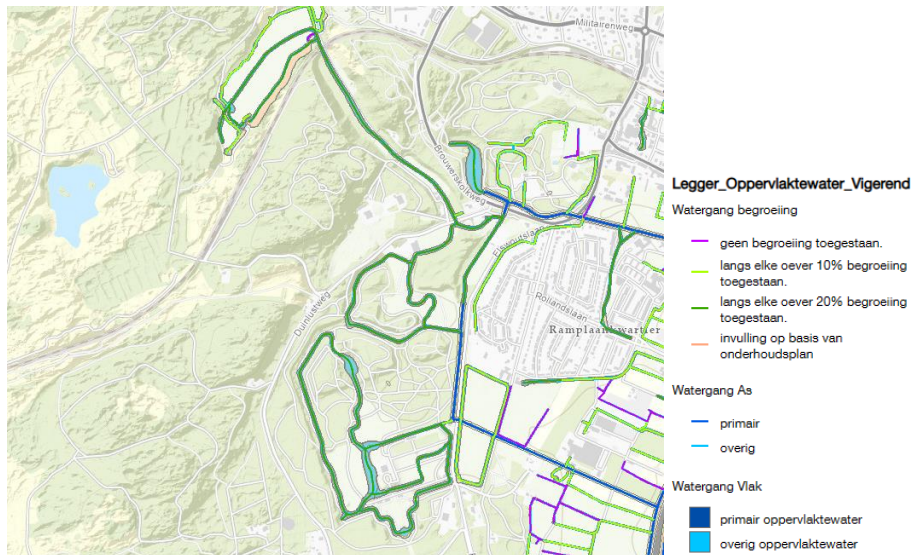
andere woorden: het grondwater reageert niet-lineair op de neerslag: twee keer zoveel neerslag(overschot) betekent minder dan twee keer zoveel opbolling.



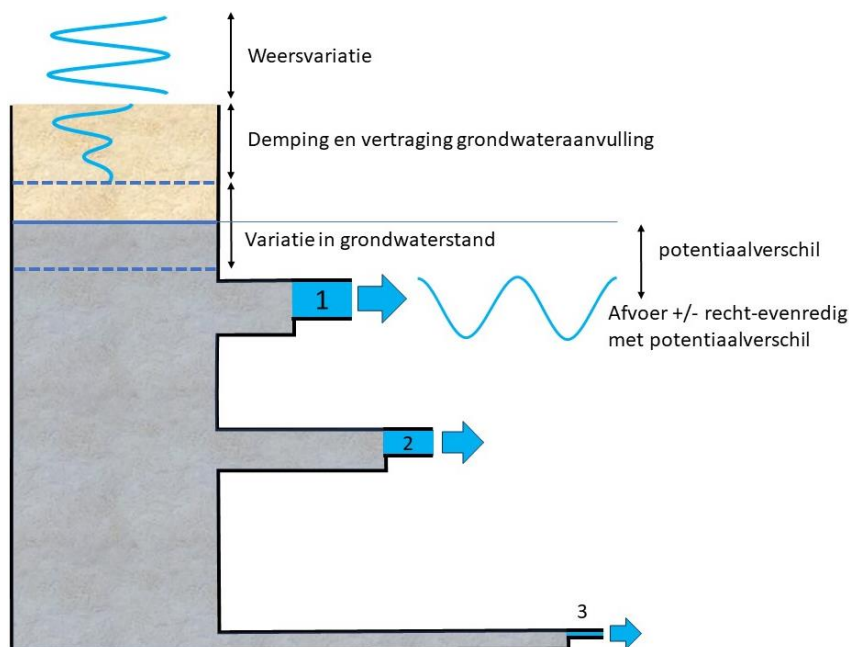
Figuur 4. Sterk geschematiseerde weergave van de stroming van grondwater onder de duinen (Witte e.a., 2007).

De ondergrond kan ook worden opgevat als een communicerend vat waarin aan de ene kant het neerslagoverschot ingaat, en aan de andere kant uitstroming naar de zee (naar het westen) en het oppervlaktewater plaatsvindt (naar het oosten). Deze uitstroming wordt in de volksmond ook wel eens als 'lek' benoemd: water 'lekt' uit de duinen weg naar zee en naar de binnenduinrand en de polders, via grondwaterstroming. Dat water stroomt van gebieden met hoge grondwaterstanden in m +NAP (NB: niet te verwarren met m ten opzichte van maaiveld) naar gebieden met lagere grondwaterstanden (gemiddelde waterniveau Noordzee = NAP).

Van west naar oost de duinen hebben we duinen, waar water infiltreert, dan de binnenduinrand waar soms waterpartijen aanwezig zijn, en dan een poldergebied met sloten en kanalen (Figuur 5). Als communicerend vat met verschillende uitgangen kunnen we de stroming van grondwater in deze doorsnede voorstellen zoals weergegeven in Figuur 6. De grootte van de peilen geven de veronderstelde grootte van de grondwaterstroming naar drie verschillende drainageniveaus aan; hoe de verdeling over de drie niveaus werkelijk is kan niet aan deze figuur worden ontleend.



Figuur 5. Uitsnede van de duinen tot het poldergebied bij het Ramplaankwartier (Overveen), met de watergangen volgens de legger van het hoogheemraadschap van Rijnland.



Figuur 6. Conceptueel model van de stroming van grondwater in de duinen naar verschillende drainageniveaus: (1) de duinvalleien, (2) vijvers, duinbeken en duinrellen direct grenzend aan de duinen, (3) polders en boezem Rijnland.

Drainageniveau 1 weerspiegelt de stroming naar waterpartijen binnen het duinmassief, zoals naar de grachten in de AWD en diverse duinmeertjes. Hieronder vallen ook de duinvalleien die bij hevige neerslag onder water staan. Vanuit de duinheuvels is het een korte route door het zand naar deze waterpartijen, dus een route met relatief weinig weerstand.

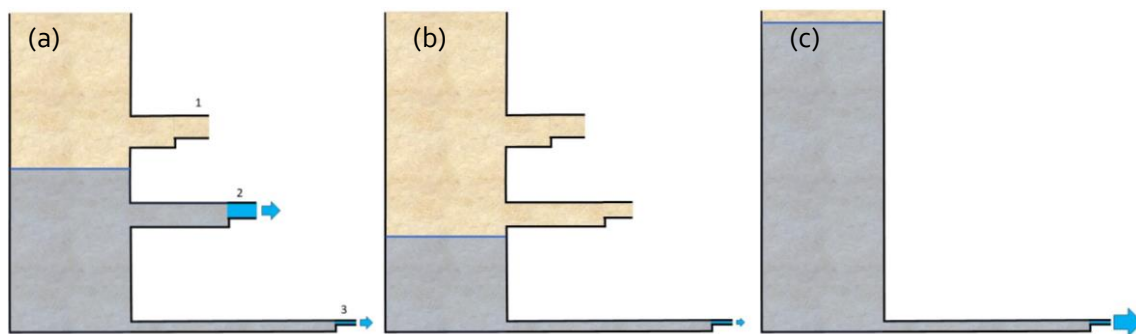
Drainageniveau 2 zijn de vijvers en andere watergangen die direct grenzen aan de duinen, zoals het Brouwerskolkje en de waterpartijen in landgoed Elswout. Dat deze watergangen hun drainerende werking goed doen blijkt uit het gegeven dat ze een vast hoog waterpeil hebben, ook in extreem droge zomers. Er is dus altijd voldoende grondwatervoeding vanuit de duinen om de waterpartijen op niveau te houden. Dat werkt dempend door op schommelingen in de grondwaterstand ten oosten van de waterpartijen, waar de bebouwing begint. Waar goed functionerende vijvers en watergangen aan de binnenduintrand ontbreken, zoals in het westen van Aerdenhout, zal het

grondwater een langere weg naar drainageniveau 3 moeten vinden. Het is aannemelijk dat veranderingen in de duinen daardoor sterker doorwerken in de grondwaterstand van het bebouwd gebied. Overigens zijn er in Aerdenhout, en ook elders in de Gemeente Bloemendaal, diverse duinrellen aanwezig die door verwaarlozing niet meer functioneren (zie Bijlage J voor kaartmateriaal en informatie; Provincie Noord-Holland, 1991). In goed onderhouden staat zouden ze ook tot drainageniveau 2 kunnen worden gerekend.

Drainageniveau 3 weerspiegelt het poldergebied. Het is een lange weg vanuit de duinen naar dit gebied, waarbij de bovengrond uit veen of klei kan bestaan. Dat zijn redenen voor een grote hydraulische weerstand en dus niet de gemakkelijkste weg voor de stroming van het grondwater vanuit de duinen naar de binnenduintrand, strandwallen en polders.

In vervolg op onze communicerend-vat-analogie laten Figuur 7a en b zien hoe bij een zakkend grondwaterpeil de weerstand tegen grondwaterstroming toeneemt zodat het duinmassief steeds minder snel water verliest. Zijn drainageniveau 1 en 2 afwezig, zie Figuur 7c, dan zal de grondwaterstand in de duinen omhoog moeten om de ontvangen grondwateraanvulling kwijt te kunnen.

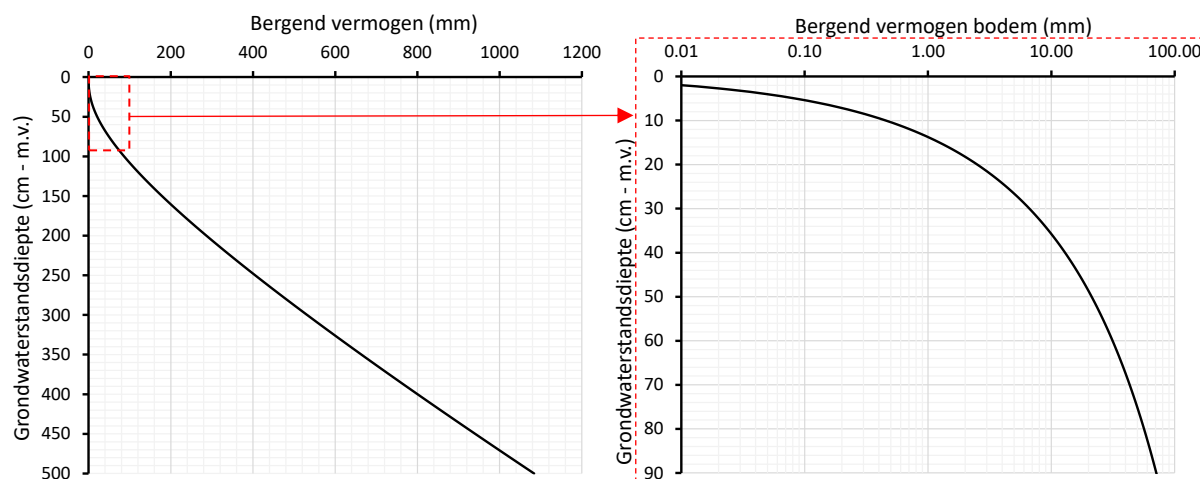
Hoe het grondwater naar de drainageniveaus stroomt en hoe de grondwaterstand reageert op neerslag, verdamping en grondwateronttrekkingen, kan met computermodellen worden nagebootst. Grondwatermodellen waarin de ondergrond is geschematiseerd in lagen met een bepaalde weerstand tegen grondwaterstroming, waarin de verdamping wordt berekend en de toestroom naar waterpartijen. We laten daar in het volgende hoofdstuk voorbeelden van zien.



*Figuur 7. Bij het leeglopen van de duinen kunnen steeds meer drainageniveaus uitvallen: eerst niveau 1 (a) en dan niveau 2 (b). Het potentiaalverschil neemt af en de weerstand neemt toe zodat er steeds minder waterverlies uit het duin is. Is alleen het derde drainageniveau (c) aanwezig, dan bouwt zich een groot potentiaalverschil op om de grondwateraanvulling uit de duinen kwijt te kunnen. Hoe groter dit potentiaalverschil, des te hoger worden de grondwaterstanden in het duingebied.*

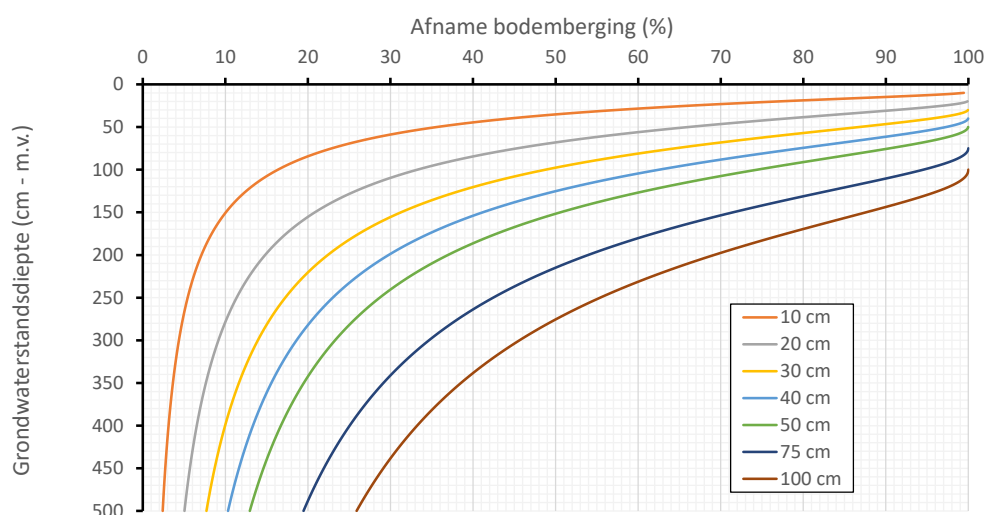
## 2.3 De bodem als waterbuffer

Boven de grondwaterspiegel bevatten de bodemporiën lucht waarin water kan worden geborgen. Dat is belangrijk voor het opvangen van neerslagbuien. Hoe dieper de grondwaterstand, des te meer de bodem aan neerslagwater kan bergen. In Figuur 8 is dit op basis van enkele aannamen en een analytische vergelijking weergegeven: het is een sterk vereenvoudigde benadering van de werkelijkheid. Zolang de grondwaterstand maar diep genoeg zit, is het bergend vermogen van de bodem daar min of meer recht-evenredig aan. Bij ondiepe grondwaterstanden is de relatie echter sterk niet-lineair. Zo is het bergend vermogen bij een grondwaterstand van 60, 30 en 10 cm beneden maaiveld respectievelijk 70, 10 en 0,5 mm.



Figuur 8. Relatie tussen grondwaterstand beneden maaiveld (y-as) en de hoeveelheid water die nog in de bodem kan worden (x-as). De rechterfiguur is een uitsnede van de linker figuur voor het natte bereik, met het bergend vermogen op een logaritmische schaal. Aannamen, zie voetnoot 5 op pagina 7.

Structurele verhoging van de grondwaterstand, door welke reden dan ook, leidt dus tot een lager bergend vermogen zodat de kans op wateroverlast bij een hevige regenbui kan toenemen. De relatie tussen verhoging van de grondwaterstand en de procentuele afname van het bergend vermogen is in Figuur 9 weergegeven (weer dezelfde aannamen als bij vorige figuur). Deze informatie is van belang omdat hij aangeeft dat de gevolgen van een structurele verhoging voor het vermogen om buien op te vangen, sterk afhangt van de oorspronkelijke diepte van de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld. Bij een diepe grondwaterstand hoeft een structurele verhoging van 10 of 20 cm niet zoveel uit hoeft te maken voor het opvangen van een langdurig natte periode; bij 500 cm beneden maaiveld (m.v.) en een stijging van 10-20 cm daalt het bergend vermogen bijvoorbeeld met slechts 2-5%. Bij 200 cm diep grondwater wordt dat 7-12% en bij 50 cm wordt dat al 35-65%. De gevolgen van een structurele verhoging is dus groter naarmate de grondwaterstand aanvankelijk ondieper beneden maaiveld lag.



Figuur 9. Relatie tussen grondwaterstand beneden maaiveld (y-as), de stijging van de grondwaterstand (in klassen van 10 tot 100 cm) en de procentuele afname van het vermogen van de bodem om water te bergen (x-as). Aannamen: zie voetnoot 5 op pagina 7.

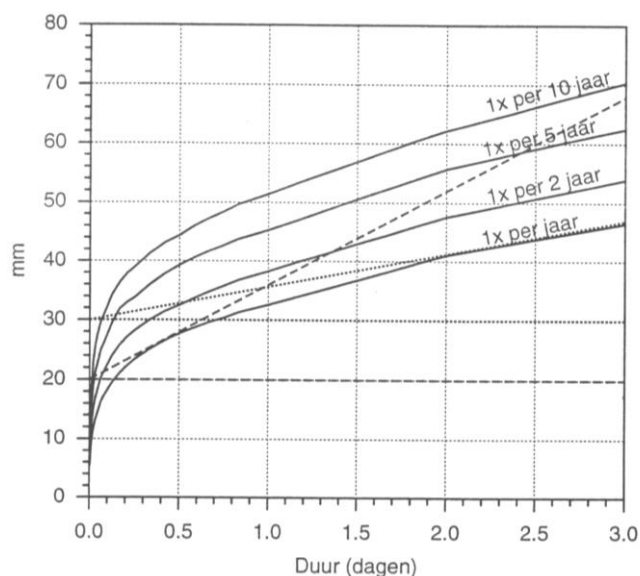
## 2.4 De relatie tussen regen, afvoer en berging

Een regenbui kan dus worden geborgen in de bodem en in het oppervlaktewater en die berging dient voldoende te zijn om schade door te hoge grondwaterstanden te voorkomen. Gaat de grondwaterstand of het oppervlaktepeil omhoog, dan wordt er meer water afgevoerd, respectievelijk via de ondergrond en via het oppervlaktewater. Er bestaat dus een relatie tussen de hoeveelheid regen, de bergingscapaciteit en de afvoer die nodig is om overlast te voorkomen. Die relatie is inzichtelijk te maken met de methode van Ribbius en Kragt (1954).

Deze methode is gebaseerd op zogenaamde regenduurlijnen. Die geven voor verschillende herhalingsfrequenties de hoeveelheid regen die maximaal valt in een aaneengesloten periode van een bepaalde duur. Figuur 10 geeft een willekeurig voorbeeld. In deze figuur kunnen we bijvoorbeeld aflezen dat er 1 keer per jaar gedurende twee aaneengesloten dagen een hoeveelheid neerslag van 41 mm valt, en dat eens per 10 jaar in twee aaneengesloten dagen een hoeveelheid van 63 mm is te verwachten. Is de bergingscapaciteit bekend (die bijvoorbeeld volgt uit de afstand van de grondwaterstand tot de bodem van de kruipruimte), dan zet je die uit op de y-as en vanaf dat punt trek je een raaklijn met de eerder beschreven regenduurlijn. In Figuur 10 is dat gedaan voor twee bergingscapaciteiten (20 en 30 mm) en een geaccepteerde herhalingsfrequentie van 1 keer per jaar. De hellingshoek van deze raaklijn is de benodigde afvoercapaciteit. Het snijpunt levert de maatgevende neerslagbui met van een bepaalde duur (x-as) en intensiteit (y-as) op.

Wat deze figuur duidelijk maakt is dat een kleine bergingscapaciteit gepaard dient te gaan met een groter afvoercapaciteit, wat vraagt om korte afstand tussen de watergangen, zoals je dat ziet in een poldergebied. Wat de figuur ook duidelijk maakt is dat de benodigde afvoercapaciteit meer dan evenredig afneemt met de bergingscapaciteit. Bij een diepe grondwaterstand (veel bergingscapaciteit) kunnen watergangen dus veel verder van elkaar liggen.

We komen in Hoofdstuk 5 op regenduurlijnen terug.



*Figuur 10. Bepaling van de noodzakelijke afvoercapaciteit bij twee bergingscapaciteiten om ongewenste peilen met een herhalingsfrequentie van verschillende jaren te voorkomen. Gestreepte lijn: afvoercapaciteit bij een bergingscapaciteit van 20 mm en een herhalingsfrequentie van 1 keer per jaar; gestippelde lijn: idem, bij een bergingscapaciteit van 30 mm. De X-as loopt tot een duur van drie aangesloten dagen met neerslag.*

### 3 Het grondwater in de duinen en zijn relatie met het poldergebied

#### 3.1 De geschiedenis van het water in de duinen

De duinen zijn heel lang, zeg tot voor 1850, erg nat geweest, met natuurlijke variatie door de invloed van nattere en drogere jaren. Duinvalleien werden uitgeblazen tot het niveau waar het grondwater zo hoog stond dat het bodemvocht voor voldoende cohesie tussen de zandkorrels zorgde. In winter en voorjaar stond het grondwater in de valleien aan of net boven maaiveld. Het grondwater stroomde (en stroomt) *gedeeltelijk naar de zee en gedeeltelijk naar de binnenduintrand*, waar het aan de oppervlakte kwam in duinrellen en naar het verderaf gelegen poldergebied. De grondwaterstand fluctueerde door afwisseling van droge en natte perioden plaatselijk meer dan twee meter (Schaars e.a., 2006). Historische bronnen getuigen van de 'waterweelde':

"Oude buurlieden verklaren in een stuk over verponding van land op 12 oktober 1596 *'dat dit land eertijds geen land, maar een groot binnenwater was geweest'*. Zij spraken over een binnenwater gelegen ten zuiden van de Zandvoorteweg op de noordelijke uitloper van het Vogelenzangse veen, een moerassig gebied, dat de Sudse genoemd werd. In het genoemde jaar stond het land onder water, zodat men op de schaats naar Zandvoort kon komen. Nummer 270 van het archief in Bloemendaal meldt over het vogelrijtgen van Bentveld, visserij, vogelarij en zwanerij. De jacht op dit wild was door de heer van Brederode in het jaar 1488 in pacht gegeven". (Anonymous, ?)

"De duinvlakten konden in de winter en het voorjaar ook langdurig onder water staan. Zo blijkt uit oude bronnen (Gevers, 1826) dat men bij tijd en wijle door het duin van Zandvoort naar Vogelenzang kon schaatsen.

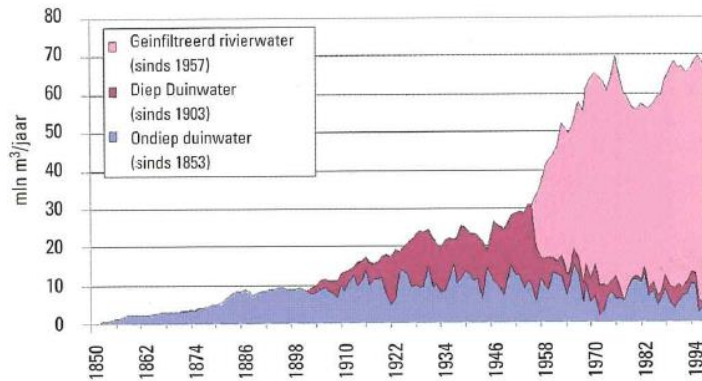
...Van oudsher waren de duinvalleien in gebruik voor het weiden van vee en het verbouwen van gewassen. De betreffende boeren hadden regelmatig te kampen met wateroverlast (en met droogte). In een verhandeling over het bereikbaar maken van duinvalleien schrijft Gevers (1826) over de natte jaren 1816 en 1817 (veel neerslag): *'...In het Schulpveld bij Zandvoort, stond alles tot in den zomer blank, en het water kwam zelfs tot in de woning het Paradijs'* .... Er werden greppels gegraven o.a. op het Haasveld en het Vogelenveld in het centrum van de duinen, deze sloten aan op duinbeken en zorgden zo voor een betere ontwatering." (Schaars e.a., 2006).

Door het droogleggen van de Haarlemmermeer (1848-1852) ontstond een diepe droogmakerij met kwel, grondwater dat omhoog stroomt in de bodem en in percelen en in oppervlaktewater uitmondt. Deze kwel vindt deels zijn oorsprong in het duinwater, dat via diepe stroombanen deels in de Haarlemmermeerpolder terechtkomt.

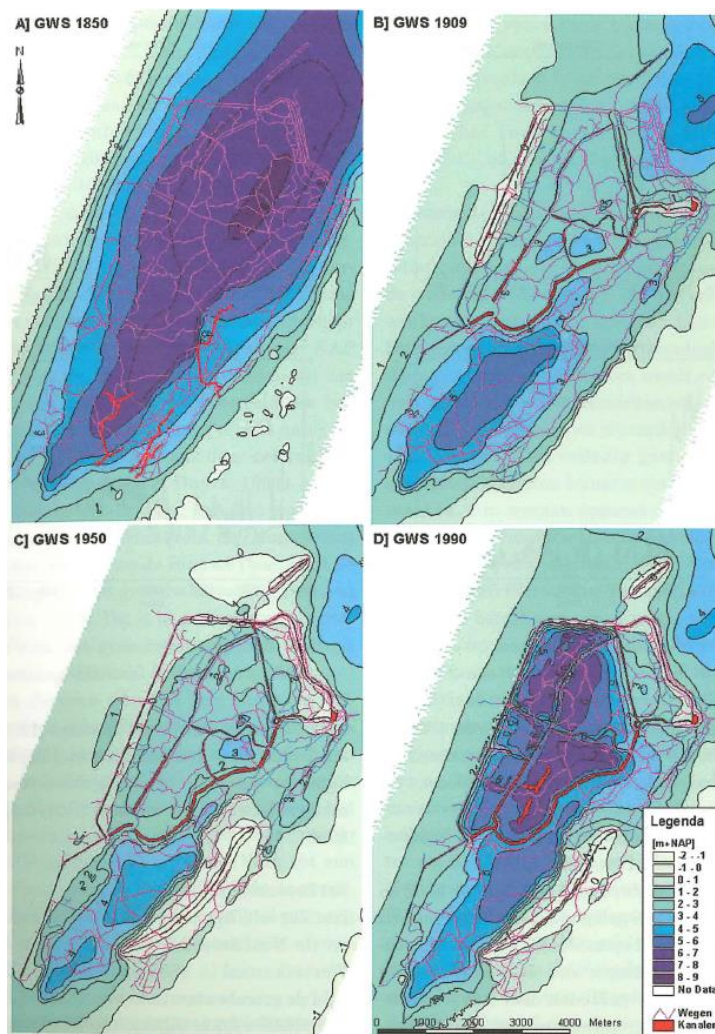
Door winning van grondwater voor de drinkwatervoorziening daalden de grondwaterstand in de duinen vanaf de tweede helft van de negentiende eeuw. Dat illustreren we hier aan de hand van de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD), maar van andere gebieden kan eenzelfde soort ontwikkeling worden geschetst. Kamps en Olsthoorn (2001) hebben de ontwikkelingen van de drinkwaterwinning in de AWD beschreven (Figuur 11) en de gevolgen daarvan voor de grondwaterstand met een geohydrologisch model nagebootst (Figuur 12).

Na ernstige vervuiling van de Amsterdamse grachten en de uitbraak van cholera, begon men in de AWD op initiatief van Jacob van Lennep vanaf 1853 water te winnen ten behoeve van de drinkwatervoorziening van Amsterdam. Aanvankelijk gebeurde dit met een steeds uitgebreider netwerk van winkanalen, maar dat bleek al vanaf 1880 ontoereikend waarna men grondwater uit diepe putten begon te onttrekken. Door deze onttrekking raakten de winputten geleidelijk aan verzilt, een aantasting waarvoor de directeur van het Amsterdamse waterbedrijf, ir. J.K.M. Pennink,

al in 1900 voor had gewaarschuwd. Zijn plan om de winning te compenseren met rivierwater uit de Lek werd uiteindelijk pas in 1957 uitgevoerd (De Vries, 1982). Met de aanvoer van rivierwater heeft de grondwaterstand zich weer gedeeltelijk hersteld in het deel van de AWD waar het rivierwater wordt geïnfiltreerd. Elders binnen de AWD bleven de grondwaterstanden laag.



Figuur 11. Drinkwaterproductie door de AWD van de waterwinning in 1853 verdeeld in de winning van duinwater uit het bovenste pakket (kanalen), winning uit het diepe pakket (putten) en van rivierwater (Bron: Kamps en Olsthoorn, 2001).



Figuur 12. Ontwikkeling van de grondwaterstand in de AWD, weergegeven met de winkanalen: A) situatie voor 1850, B) 1909 alleen winning in het noordelijk duingebied, C) maximale winning duinwater, D) 1990 alle infiltratiegebieden in productie (Bron: Kamps en Olsthoorn, 2001).

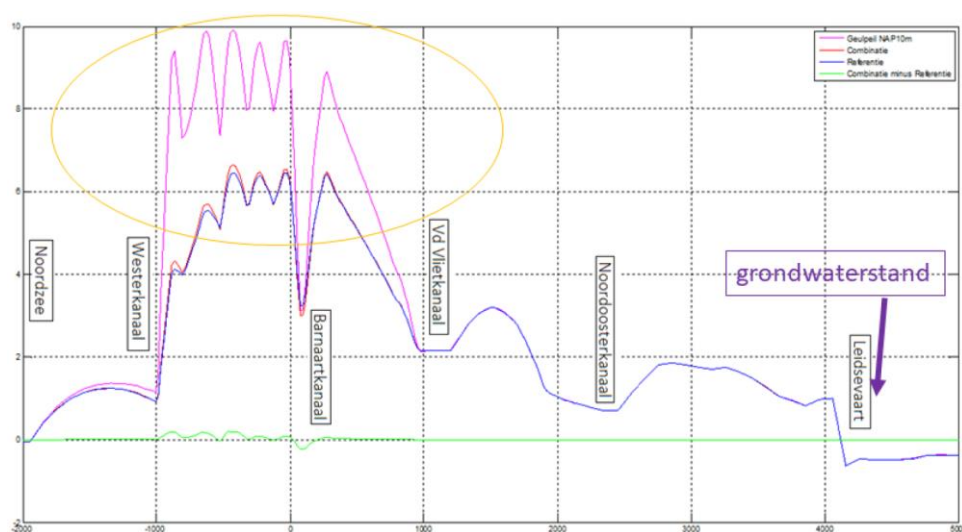
Wat we met deze korte schets willen illustreren is dat de duinen vóór de komst van de drinkwaterwinning veel natter waren dan nu. Vergeleken met lang geleden, zeg meer dan 40 jaar terug, toen de verdrogingsbestrijding op gang begon te komen, heeft de drinkwaterwinning juist gezorgd voor lagere grondwaterstanden in de duinen. De situatie van toen heeft niet geleid tot grondwateroverlast in de duinen, noch in de duinrand en het poldergebied. Dat kan anders zijn gesteld met het waterbeheer door de drinkwaterbedrijven in de afgelopen decennia, zeg de laatste 40 jaar tot heden, toen er meer aandacht in de bedrijfsvoering kwam voor het herstel van natte duinvalleien via maatregelen tegen verdroging van de duinen. Dit heeft mede te maken met de wettelijke status van Natura 2000 gebied Kennemerland-Zuid (o.a.: Provincie Noord-Holland, 2023; Ecologische Autoriteit, 2024). In de volgende paragraaf gaan we daarop in voor de AWD en Nationaal Park Zuid-Kennemerland.

### 3.2 De invloed van vernattingsmaatregelen in de duinen

De effecten van hydrologische maatregelen kunnen op twee manieren worden beoordeeld: aan de hand van geohydrologische modellen die de stroming van grondwater nabootsen, en aan de hand van metingen in peilbuizen van de grondwaterstand. Beide methoden komen hierna kort en exemplarisch aan de orde. Het past buiten het bestek van deze studie alle onderzoeken te beschrijven die zijn gedaan naar de gevolgen van vernattingsmaatregelen.

#### 3.2.1 Vernatting van de AWD

In de AWD zijn door Schaars e.a. (2006) met een geohydrologisch model diverse scenario's onderzocht om de "natte natuur te herstellen" (zie ook Koenraadt e.a., 2006). In een voorkeursscenario, dat maatregelen omvat die medio 2007 zouden zijn gerealiseerd (het valt buiten het bestek van deze opdracht om na te gaan of dat ook is gebeurd), wordt het waterpeil verhoogd van het Kromme Schusterkanaal en van het Nieuwkanaal en wordt het noordelijk deel van het Van Limburg Stirumkanaal (VKS) gedempt. Uit de modelberekeningen blijkt dat er in dit scenario geen grondwaterstandsverhoging in het poldergebied plaatsvindt, omdat het Oosterkanaal zijn huidige peil houdt. De grondwaterstandsverhoging vindt richting de zeeduinen plaats. In een hypothetisch scenario waarin alle winningen worden stopgezet en de infiltratiekanalen dichtgegooid, stijgt de grondwaterstand in de duinen aanzienlijk; plaatselijk tot wel 7 m. Buiten het duin treedt een lichte vernatting op, langs de binnenduinrandzone minder dan 0,05 m (nader onderzoek, zie Hoofdstuk 9). In de polder is de toename van de grondwaterstand bijna overal minder dan 0,05 m.



Figuur 13. Berekende grondwaterstanden in dwarsdoorsnede ingeval van voorkeurs- en worst-case scenario (Kamps en Nienhuis, 2023). Blauw = huidige grondwaterstand; oranje = grondwaterstand voorkeursscenario; paars = grondwaterstand 'worst case' scenario; groen = verschil huidige grondwaterstand met voorkeursscenario.

Op basis van een analyse door Olsthoorn (2000) kon worden geconcludeerd dat natschade aan bollenteelt tussen Vogelenzang en Voorhout niet kon worden toegeschreven aan vernattingsmaatregelen in de AWD.

Kamps en Nienhuis (2023) onderzochten recent ten behoeve van een m.e.r. naar de uitbreiding van de wincapaciteit de AWD van 70 naar 75 miljoen kubieke meter per jaar ( $\text{Mm}^3/\text{jaar}$ ) ook verschillende scenario's, waaronder een voorkeurscenario. In het voorkeursscenario wordt het infiltratie-winsysteem intensiever benut, het peil in het Barnaartkanaal verlaagd en om die extra winning te compenseren wordt het peil in de geulen verhoogd. In een 'worst-case scenario', bedoeld om eventuele effecten van de peilverhoging op de omgeving te onderzoeken, bedraagt de peilverhoging in de geulen 10 meter. Ondanks deze forse ingreep laten de resultaten "zien dat het uiterst onwaarschijnlijk is dat hydrologische effecten van het voorkeursscenario merkbaar zullen zijn buiten de AWD", aldus Kamps en Nienhuis (2023) (Figuur 13). We gaan ervan uit dat ten behoeve van de genoemde m.e.r. nader onderzoek inzake de AWD-invloed op grondwaterstanden buiten de AWD reeds voldoende heeft plaatsgevonden en anders nog zal plaatsvinden in het kader van de m.e.r. procedure (Arcadis, 2023; Waternet, 2024a, 2024b).

### 3.2.2 Vernatting van Nationaal Park Zuid-Kennemerland

De waterwinning van PWN in Nationaal Park Zuid-Kennemerland (areaal ongeveer 3.800 ha) varieerde van 1975 tot 1990 tussen de 12 en 15  $\text{Mm}^3/\text{jaar}$ , waarna deze eerst geleidelijk afnam tot circa 10 miljoen  $\text{m}^3$  in 1997 en daarna snel tot circa 5  $\text{Mm}^3/\text{jaar}$  in 1999, om ten slotte in september 2002 helemaal te stoppen (Baggelaar, 2004). Om grondwateroverlast te voorkomen zijn er diverse structurele, mitigerende drainagemaatregelen voorgesteld (Grontmij, 1999; Anonymous, 2000) (zie ook gemeente Bloemendaal e.a. (2007)). Nader onderzoek (zie Deel I) moet uitwijzen in welke mate, aard en omvang deze maatregelen zijn ontworpen, uitgevoerd en hydrologisch effectief zijn.

Leijnse (2002) concludeerde op basis van diverse modelstudies van verschillende onderzoekers dat de toename destijds van grondwateroverlast in Heemstede voor het grootste deel veroorzaakt werd door de toegenomen neerslag in de jaren daaraan voorafgaand. De grotere neerslagsommen zorgden voor een berekende stijging van de grondwaterstand van 0,4-0,5 m. De stijging van de grondwaterstand door de stopzetting van de waterwinning in de duinen van Zuid-Kennemerland raamde hij op maximaal 0,07 m. Hij concludeerde verder: "Nader gedetailleerd onderzoek naar de geohydrologie in Heemstede lijkt in dit verband weinig zin te hebben, omdat dat, mede gezien de sterke heterogeniteit van de ondergrond weinig nieuwe informatie zal opleveren". Van Herwijnen (2003) concludeerde dat de effecten van veranderingen in de stijghoogte in het wadzandpakket (21 tot 31 m -NAP) "nagenoeg volledig" doorwerken in de grondwaterstanden. Dit zou kunnen betekenen dat er een grotere invloed kan zijn van de stopzetting van de waterwinningen. Effectieve structurele mitigerende maatregelen zijn dan van groter belang (nader onderzoek, zie Deel I).

De verandering van de grondwaterstanden en stijghoogten ten gevolge van het sluiten van de winningen en de drainagemaatregelen is door Baggelaar (2006) beoordeeld aan de hand van een statistische analyse van grondwaterstanden en stijghoogten, gemeten in een groot aantal peilbuizen. De verwerkte veldmetingen in de tijdreeksanalyse zijn ook van na de stopzetting van de winningen, maximaal tot juni 2005. De nadruk lag in dit onderzoek op zogenaamde urgentiegebieden: gebieden waar wateroverlast destijds te verwachten was.

Een van de resultaten van zijn onderzoek is weergegeven in Figuur 14. Driehoekige symbolen in deze kaart hebben betrekking op veranderingen die zijn berekend met statistisch minder betrouwbare modellen, bij ronde symbolen waren die modellen wel betrouwbaar. De betrouwbaarheid is voor iedere peilbuis afzonderlijk beoordeeld; er is dus niet gekeken of niet-betrouwbare veranderingen in hun ruimtelijke samenhang weer wel een betrouwbare verandering aangeven.

Uit dit kaartbeeld blijkt dat in de duinen, zoals beoogd, de grondwaterstand vrijwel overal omhoog is gegaan (gele, oranje, rode, paarse en zwarte symbolen). Over het bebouwde gebied van de Gemeente Bloemendaal kan het volgende worden gemeld:

- a. In Aerdenhout zien we naast groene symbolen (geen effect) ook verschillende peilbuizen die geel zijn gemarkeerd, dat wil zeggen dat aan ze een berekende grondwaterstandsverhoging van 0 tot 0,20 m is toegekend (op basis van data tot uiterlijk juni 2005).
- b. In het duingebied ten noorden van de Zeeweg tot het Openluchttheater is er sprake van een grondwaterstandsverlaging van tussen de 0 en 0,50 m (lichtblauwe en donkerblauwe symbolen).
- c. In het overgrote bebouwde gebied, d.w.z. in het poldergebied, is vrijwel nergens grondwaterstandsverandering gedetecteerd.

De onderzoeker komt onder andere tot de volgende conclusies:

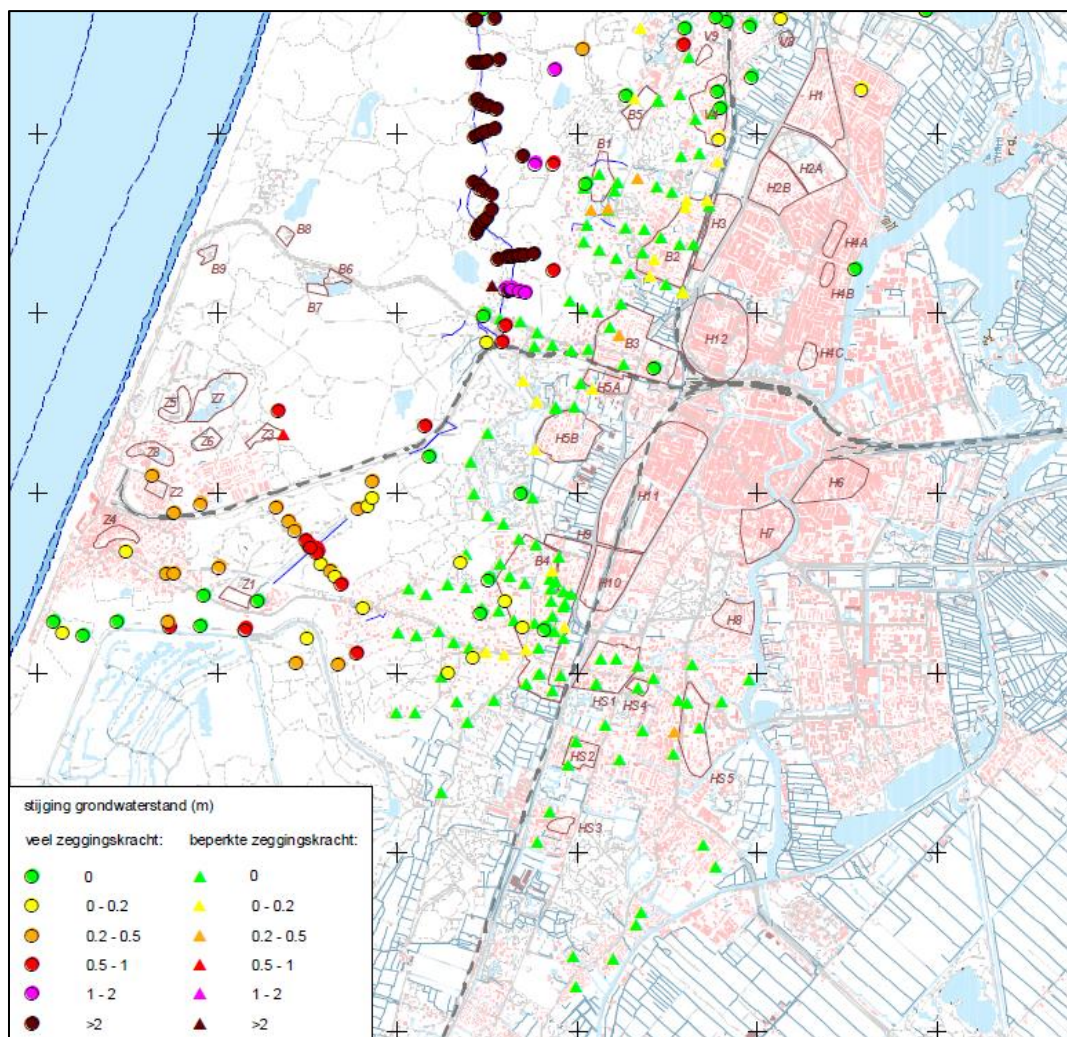
- d. Door het stopzetten van de grondwaterwinning van PWN in het duingebied van Zuid-Kennemerland is de grondwaterstand in het duingebied het meest gestegen ten opzichte van 1980 t/m 1990: een tot enkele meters (met als maximum 4,8 m).
- e. Vooral naar het oosten neemt de berekende stijging van de grondwaterstand zeer sterk af. In de bebouwde kommen van Bloemendaal, Heemstede en Velsen heeft het stopzetten van de grondwaterwinning van PWN dan ook niet geleid tot regionale, maar slechts tot lokale (en beperktere) stijgingen van de grondwaterstand.
- f. De drainagemaatregelen hebben lokaal tot dalingen van de grondwaterstand geleid van tussen de 0,05 en 0,40 m.

In een tabel, waarvan het deel over de Gemeente Bloemendaal hier is overgenomen (Tabel 2), heeft Baggelaar (2004) zijn resultaten voor een aantal urgentiegebieden samengevat.

Ingenieursbureau Wareco deed ook onderzoek naar de wateroverlast in de gemeente gedurende de winter van 2012-2013 (Kuiper en Krajenbrink, 2013) en trok daarbij uit de studie van Baggelaar (2006) de conclusie: "Achteraf (in 2006) is door middel van metingen en analyse bewezen ... dat de wijzigingen in de duinen niet tot een grondwaterstandstijging in het bebouwde gebied heeft geleid". Nader uit te voeren onderzoek op basis van langere tijdreeksen (tot en met quasi heden) kan leiden tot een recent beeld van de ontwikkeling van grondwaterstanden en stijghoogten in de tijd en de redenen van deze ontwikkeling (zie Deel I).

*Tabel 2. Berekende verandering in de grondwaterstand van enkele urgentiegebieden (Figuur 14 voor de locaties) ten gevolge van het stoppen van de drinkwaterwinning en aanvullende drainagemaatregelen (uitsnede uit de tabel 2 van Baggelaar, 2006). 'Aantal resultaten' verwijst naar het aantal peilbuizen dat voor de analyse is gebruikt.*

| Gemeente    | Code | Locatie                           | Aantal resultaten |                           |      | Gem<br>[m] | Min<br>[m] | Max<br>[m] |
|-------------|------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------|------|------------|------------|------------|
|             |      |                                   | Totaal<br>[-]     | Zeggingskracht<br>Beperkt | Veel |            |            |            |
| Bloemendaal | B1   | Bloemendaal-Zuidwest              | 1                 | 1                         | 0    | 0.00       | 0.00       | 0.00       |
|             | B2   | Bloemendaal-Oost                  | 8                 | 8                         | 0    | -0.02      | -0.29      | 0.18       |
|             | B3   | Overveen-Midden en -Oost          | 4                 | 3                         | 1    | 0.06       | 0.00       | 0.25       |
|             | B4   | Aerdenhout-Noordoost              | 27                | 24                        | 3    | 0.02       | 0.00       | 0.19       |
| Heemstede   | H51  | Omgeving Laan van Rozenburg       | 4                 | 4                         | 0    | -0.07      | -0.18      | 0.00       |
|             | H52  | Geleerdenwijk                     | 2                 | 2                         | 0    | -0.13      | -0.26      | 0.00       |
|             | H54  | Koediefsaan / Van Slingelandtlaan | 1                 | 1                         | 0    | -0.15      | -0.15      | -0.15      |
|             | H55  | Componistenwijk                   | 2                 | 2                         | 0    | 0.00       | 0.00       | 0.00       |



Figuur 14. Netto verandering van de grondwaterstand door het stoppen van de winningen en door drainagemaatregelen (uitsnede uit Kaart 2 van Baggelaar, 2006). Stijging grondwaterstand in eenheid m.

### 3.3 Toekomstige ontwikkelingen in de duinen

Deltares (2022) gaat in op klimaatveranderingen en effecten hiervan op de binnenduinrand van Noord-Holland. Hierin worden de risico's op grondwateroverlast in het stedelijk gebied geschetst ('urgentie hoog' en 'ruimtelijke impact sterk'). In de PPLG startnotitie gebiedsproces Zuid-Kennemerland (Provincie Noord-Holland, 2023) is te lezen dat het watersysteem onvoldoende duurzaam is en het risico op wateroverlast toeneemt door klimaatveranderingen. De regionale klimaatvisie van het hoogheemraadschap van Rijnland (2022) geeft aan dat het water in Kennemerland soms hoger, soms lager komt dan nu het geval, met schade en maatschappelijke kosten tot gevolg.

Los van klimaatverandering zijn er enkele structurele ontwikkelingen in het duingebied te voorzien die gevolgen kunnen hebben voor de waterhuishouding.

Zoals bekend vallen de duinen vrijwel geheel onder het netwerk van Europees beschermde natuurgebieden (Natura 2000). In Nederland is het Rijk verantwoordelijk voor het behalen van de afgesproken natuurdoelen, maar de uitvoering is gedelegeerd aan provincies. Provincie Noord-Holland is verantwoordelijk voor natuurprojecten, maar de uitvoering is meestal in handen van een terreinbeherende organisatie (bijvoorbeeld PWN, Natuurmonumenten).

Provincie Noord-Holland en PWN zijn voornemens om tot 2030 (naald)bomen te kappen in het Natura 2000-gebied Kennemerland-Zuid<sup>6</sup>. Beoogde doelen hiermee zijn reductie van verdamping en het bevorderen van verstuiwing. Dat eerste zal leiden tot een plaatselijke verhoging van de grondwaterstand, daar waar naaldbomen verdwijnen. Waternet is voornemens de waterwinning in de AWD te vergroten en is daarvoor een m.e.r.-procedure en vergunningsaanvraag gestart (Arcadis, 2023). Volgens de oplegnotitie voor de vergunningprocedure zal de extra onttrekking 5 Mm<sup>3</sup>/jaar zijn (2024-2026), oplopend tot 10 Mm<sup>3</sup>/jaar (na 2030) (Waternet, 2024b). De extra winning zal deels worden gecompenseerd door de extra infiltratie van rivierwater en voor het resterende deel door het huidige infiltratiesysteem beter te laten werken, zodat de gevolgen voor de grondwaterstand naar verwachting beperkt zullen zijn.



Figuur 15. Natura 2000 nabij de Gemeente Bloemendaal<sup>7</sup>.

### 3.4 Conclusies

- a. De duinen waren rond 1850, voordat de drinkwaterwinning op gang kwam, veel natter dan tegenwoordig.
- b. De drinkwaterwinning heeft, naast onder andere de aanleg van de Haarlemmermeerpolder, de grondwaterstand in de duinen aanzienlijk verlaagd tot de jaren 1980.
- c. Die verlaging is vanaf de jaren 1980 gedeeltelijk tenietgedaan ten behoeve van het herstel van natte duinvalleien met maatregelen tegen verdroging van de duinen.

<sup>6</sup> zie <https://www.pwn.nl/veelgestelde-vragen/waarom-kapt-pwn-bomen-het-duingebied>

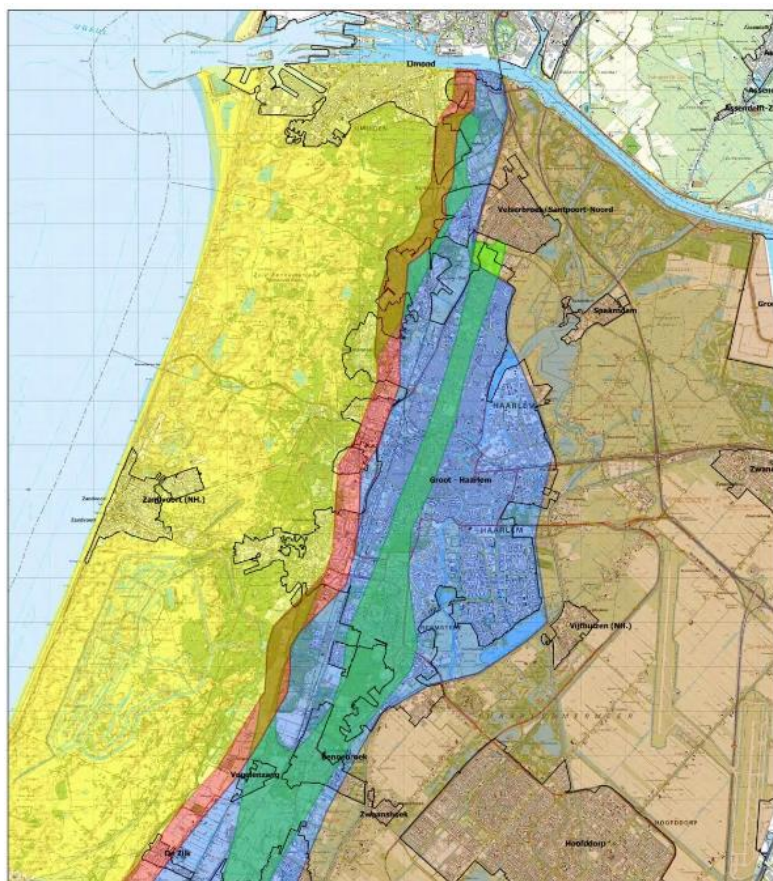
<sup>7</sup> bron: <https://www.natura2000.nl/gebieden/noord-holland>

- d. De vernatting van de AWD heeft zeer waarschijnlijkheid niet geleid tot verhoging van de grondwaterstanden in het bebouwd gebied van de gemeente Bloemendaal; het peil van het Oosterkanaal is onveranderd.
- e. De vernatting van de duinen in het Nationaal Park Zuid-Kennemerland in combinatie met geplande structurele mitigerende drainagemaatregelen heeft zeer waarschijnlijk op een beperkt aantal plekken geleid tot een (meestal beperkte: 0 tot 0,20 m) structurele verhoging van de grondwaterstand in het bebouwd gebied van de gemeente Bloemendaal (op basis van data tot uiterlijk juni 2005).
- f. Punt van nader onderzoek is of de geplande maatregelen ook daadwerkelijk zijn uitgevoerd, correct en effectief werken en van een aard en omvang zijn, dat ze de effecten van de vernatting op de grondwaterstanden in het bebouwd gebied voldoende mitigeren.
- g. De meest recente statistische analyse van structurele grondwaterstandsveranderingen dateert van 2006. Om een actueel beeld te krijgen zou deze analyse, nu we bijna 20 jaar langere meetreeksen hebben, overgedaan kunnen worden. Waarbij dit keer niet alleen het neerslagoverschot en de grondwaterwinning als verklarende variabelen worden meegenomen, maar ook gekeken wordt naar de invloed van het verwijderen van naaldbomen en de werking van ontwatering en afwatering in duinen en binnenduinrand.

## 4 Grondwater in bebouwd gebied

### 4.1 Van regio naar bebouwd gebied

Het grondwater in het bebouwde gebied van de Gemeente Bloemendaal stroomt globaal van de duinen in het noordwesten naar het zuidoosten en oosten richting de Haarlemmermeerpolder (Bijlage K). De overgang van duinen naar binnenduinrand is scherp, waarbij het maaiveld op korte afstand varieert van hoog (duinen) naar laag (binnenduinrand). Deze overgang is typisch een zone waarin grondwater kan uittreden en natte plekken kunnen optreden.



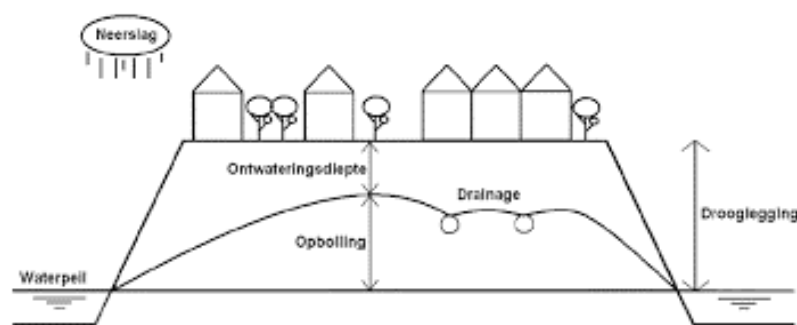
Zuid-Kennemerland met Zandvoort (links) en Haarlem (rechts), rechtsonder Hoofddorp: duinen (geel), binnenduinrand (rood). De strandwal (groen) ligt vlakbij, in het boezemgebied (blauw). Bron: Wareco

*Figuur 16. Geohydrologische eenheden van Zuid-Kennemerland volgens Wareco (Kuiper en Krajenbrink, 2013). Duinen in geel, Binnenduinrand in rood, strandwallen in groen en polders in blauw.*

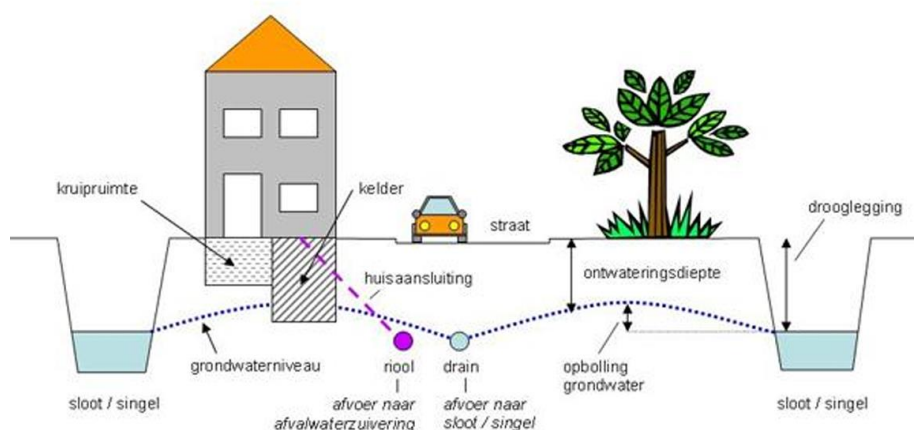
De voeding van het grondwater in de regio vindt plaats door het neerslagoverschot (neerslag minus verdamping) en infiltratiewater via externe wateraanvoer in de duinen. Onttrekkingen door AWD in het gebied ten zuiden van de Zandvoortselaan (N201) zijn stabiel en er is een toename gepland, waarvoor de m.e.r.-procedure loopt (stand mei 2024). De onttrekkingen van PWN in Zuid-Kennemerland zijn afgebouwd vanaf 1990 en gestopt in augustus/september 2002.

Vanaf het duingebied naar binnenduinrand zijn duinbeken (natuurlijk) en duinrellen (gegraven) aanwezig (geweest) om grondwater af te voeren, speciaal in natte perioden met veel neerslag. Uiteindelijk mondden deze uit in de boezem van Rijnland, die ook water ontvangt van de bemalen polders. Via de boezemgemalen gaat het water richting het Noordzeekanaal. De Haarlemmermeerpolder trekt ondergronds grondwater uit de regio aan, dat als kwelwater in de diepe polder aanwezig is.

In het bebouwde gebied ziet de grondwatersituatie er schematisch uit als in Figuur 17 en Figuur 18.



Figuur 17. Ontwatering bebouwd gebied (bron: HDSR, 2019).



Figuur 18. Ontwatering bebouwd gebied (bron: Gemeente Amsterdam, Water in Irenebuurt, 2015).

Als de ontwatering onvoldoende is, treedt grondwateroverlast op. Om deze overlast te reduceren zijn bewoners en bedrijven in de streek sinds oktober 2023 bezig met het oppompen van grondwater en het afvoeren ervan, als dan niet via het riool. Tabel 3 toont de cijfers voor drooglegging en ontwatering die het hoogheemraadschap van Rijnland (2020) hanteert; voor stedelijk gebied is de gewenste ontwateringsdiepte 1,20 m. De gemeente Bloemendaal hanteert een gewenste ontwateringsdiepte van 0,70 m (generieke waarde). Deze gewenste waarden zijn streefwaarden (of richtwaarden), er zijn geen wettelijke normgetallen. In het Nationale Kennisprogramma Bodemdaling (Aveco de Bondt en Fugro, 2022) wordt een ontwateringsdiepte van 0,90 m beneden vloerpeil genoemd als 'gangbaar criterium'.

Kortom, een punt van nader onderzoek voor gemeente Bloemendaal wordt het concreet, helder en specifiek binnen gebiedsdelen van de gemeente bepalen van de te realiseren minimale ontwateringsdiepte in bebouwd gebied, bestaand zowel als nieuw. Daarbij zou ook aangegeven moeten worden met welke waterhuishoudkundige maatregelen deze ontwateringsdiepte daadwerkelijk kan worden bereikt. NB: in het bebouwd gebied zou steeds in gedachten moeten worden gehouden wanneer de bebouwing is ontstaan, wat het vloerpeil is en onder welke condities de bouw vergund is en heeft plaatsgevonden. De NAP-hoogte van het maaiveld ter plekke speelt hierbij ook een rol.

Tabel 3. Richtwaarden voor droogleggingen (bron: Rijnland, Nota Peilbeheer, 2020)  
<https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR661462>

| Bodemtype<br>Grondgebruik | Veen*<br>[m]       | Klei<br>[m]        | Moerige gronden<br>[m] | Zand<br>[m]        |
|---------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Grasland                  | ≤ 0,60             | 0,80 – 0,95        | 0,85 – 0,90            | 0,85 – 0,90        |
| Akkerbouw                 | -                  | 0,90 – 1,25        | 0,95 – 1,10            | 0,90 – 1,05        |
| Glastuinbouw              | 0,55               | 0,85               | -                      | 0,55 – 0,80        |
| Boomteelt                 | 0,45               | 0,85               | -                      | -                  |
| Bollenteelt               | -                  | -                  | -                      | 0,60 – 0,80        |
| Agrarisch + natuur        | ≤ 0,55             | -                  | -                      | -                  |
| Natuur                    | Afh. van doelttype | Afh. van doelttype | Afh. van doelttype     | Afh. van doelttype |
| Stedelijk                 | 1,20               | 1,20               | 1,20                   | 1,20               |

\*Om verdere maaiveldaling te beperken, mag in gebieden met een veenbodem het peil slechts worden verlaagd met de mate van in het verleden opgetreden maaiveldaling.

#### *Toelichting hoogheemraadschap van Rijnland (2020)*

"In de zone vanaf het maaiveld tot aan de grondwaterstand is bodemopbouw en de vochthuishouding bepalend voor de geschiktheid voor het grondgebruik. De ontwateringsdiepte (de afstand van de grondwaterspiegel tot het maaiveld) bepaalt in grote mate de vochthuishouding. Het grondgebruik of de functie is in de meeste gevallen gerelateerd aan de bodemopbouw, met uitzondering van woonwijken. De gewenste ontwatering is vervolgens weer daarop afgestemd door middel van de slootafstand, eventuele aanwezige drainage en het door de waterbeheerder in te stellen peil. De drooglegging (het hoogteverschil tussen maaiveldligging en peil in de watergang) is daarbij een middel om een gewenste ontwatering tot stand te brengen. Bij het peilbesluit is daarom de drooglegging een belangrijke factor waarop het in te stellen peil wordt gebaseerd.

De drooglegging is in de regel een richtwaarde die afhankelijk is van grondgebruik, bodemopbouw, gewenste vochthuishouding in relatie tot variaties per seizoen, bewerkbaarheid en/of draagkracht van de grond. Deze richtwaarden zijn gebaseerd op een voor ontwatering normale gemiddelde meteorologische situatie. In de variabele Nederlandse klimatologische omstandigheden is er daarom regelmatig sprake van afwijking van deze normaal gemiddelde situatie en is altijd sprake van een zekere variatie in de grondwaterstand.

Bij bemalen drainage (drains wateren dan af op een put waar door middel van een pomp een gewenst grondwaterpeil kan worden ingesteld) is de vochthuishouding en grondwaterstand in een perceel vrijwel onafhankelijk van het slootpeil. De drooglegging is dan niet meer gerelateerd aan het tot stand brengen van een bepaalde ontwatering van het perceel.

In onderstaande tabel [red.: Tabel 3] zijn richtwaarden gegeven voor droogleggingen. Het bepalen van de daadwerkelijke drooglegging in een peilgebied is maatwerk en zal worden bepaald met behulp van de Waternoodsystematiek, zoveel mogelijk rekening houdend met de klimaatopgave, bodemdaling en ecologische waarden."

Toepassing van de Waternoodsystematiek houdt in dat grondwaterstanden en het regime ervan op een bepaalde plek passen bij de functie van die plek: bebouwd gebied, landbouw, natuur. In de praktijk betekent dit: grondwaterstand wordt niet te hoog en niet te laag.

## 4.2 Ontwatering en afwatering

Ontwatering en afwatering (afvoer) zijn nodig om het bebouwd gebied voldoende droog te houden zodat waterschade wordt voorkomen. Als er een toestroming is van grondwater én er sprake is van regenval en een neerslagoverschot, dan worden de grondwaterstanden in het bebouwd gebied hoger en het verschil tussen het maaiveld en het grondwaterpeil (de ontwateringsdiepte) kleiner. Als het verschil tussen het maaiveld en het polderpeil (de drooglegging) onvoldoende is ontstaat er wateroverlast bij een zogenaamde maatgevende neerslagbui (ontwerpbui, leidraadbui). Bij deze buien (en bij kleinere buien) zal een stelsel van ontwatering en afwatering niet tot wateroverlast leiden. De hydraulische capaciteit van het ontworpen stelsel kan zo'n maatgevende bui dus aan, grotere buien waarschijnlijk niet. Ontwerpbuizen zijn er voor normale situaties en voor extreme situaties<sup>8</sup>. Er zijn ook zogenaamde composietbuizen voor ontwerpdoeleinden van stelsels<sup>9</sup>. Ontwerp-, leidraad- en composietbuizen vormen geen wettelijke normbuizen voor het ontwerp van stelsels voor ontwatering en afwatering. Een gemeente kan daarin zelf keuzes maken (beleid), die in documenten als een omgevingsplan en/of gemeentelijk waterprogramma gerapporteerd kunnen worden.

Drooglegging komt tot stand via greppels, drainagebuizen en waterpeilen in drainerende watergangen. De afvoer van water vindt plaats via watergangen en via lekke riolen. Het rioolsysteem (verbeterd gescheiden, gescheiden, gemengd stelsel) is vaak dicht, zodat rioolwater onderweg naar een RWZI niet eruit kan stromen en grondwater niet het riool kan binnendringen en zo tot afvoer komen. Bij een lekkend riool kan dat wel. Een hemelwaterriool zorgt voor afvoer van regenwater via een apart riool dat niet naar een waterzuiveringsinstallatie geleid te worden. Een infiltratie(transport)riool dient ertoe om regenwater te laten infiltreren op plekken waar de grondwaterstand lager is dan het waterpeil in het riool. Als lekke riolen worden vervangen of gerepareerd, dan kan er verhoging van grondwaterstanden optreden in de buurt van de gedichte rioolbuizen.

In de Gemeente Bloemendaal zijn de volgende middelen voor ontwatering en afwatering van belang:

- a. De drinkwaterwinning
- b. Duinbeken en duinrellen van duinen naar binnenduinrand;
- c. Vijvers die kunnen overlopen naar lageregelegen gebiedsdelen of boezemwater;
- d. Watergangen buiten de polders;
- e. Polderwatergangen incl. peilbeheer en bemaling;
- f. Boezem Rijnland met boezemgemalen;
- g. Riolering.

Ontwerp, dimensionering en staat van onderhoud en beheer bepalen *alle samen* de functionaliteit en werking van deze systemen. Als bijvoorbeeld duinrellen zijn verdwenen of niet meer kunnen functioneren, of als vijvers verkleind of verdwenen zijn, dan komt de afwatering in het nauw. Een mogelijk voorbeeld hiervan is de vijver nabij de Bloemendaalseweg – Bispinckpark in Bloemendaal Dorp (zie ook Bijlage H). Voor locaties binnen het bebouwd gebied waar de waterhuishouding, waaronder de afwatering, in de loop van de afgelopen (tientallen) jaren is gewijzigd, is nader onderzoek nodig, om te bezien of de afwatering nog functioneel toereikend.

In een notitie van hoogheemraadschap van Rijnland (2004) over de waterhuishoudkundige problemen in de duinstreek) staat het volgende te lezen:

---

<sup>8</sup> <https://www.riool.net/ontwerpbuizen-met-statistische-herhalingstijd>

<sup>9</sup>

<https://www.riool.net/composietbuizen#:~:text=Het%20grote%20voordeel%20van%20de,buiduren%20een%20representatieve%20neerslaghoeveelheid%20bevat>

### Dempen oppervlaktewater

Oppervlaktewater heeft als o.a. als functie de aan- en het afvoer van (grond)water te verzorgen. Met behulp van het oppervlaktewaterpeilbeheersing wordt gestuurd in mate waarin percelen worden ontwaterd of van water voorzien.

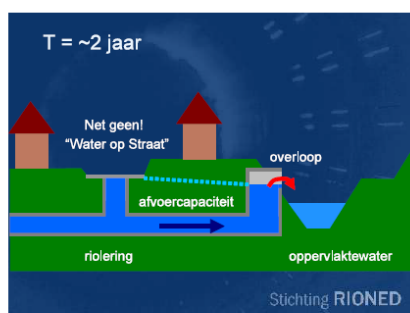
Bij demping van oppervlaktewater wordt de afstand tussen percelen en watergang vergroot, waardoor grote verschillen kunnen ontstaan tussen de grondwaterstand in het midden van het perceel (hoog in de winter, laag in de zomer) en de randen van het perceel. De grondwaterstand aan de randen van het perceel worden bepaald door het oppervlaktewaterpeil in de watergang en de intree/uittreeweestand van het perceel. In het verleden zijn in de Duinstreek zeer veel sloten gedempt, met name bij de ontwikkeling van stedelijk gebied. Dit was op dat moment mogelijk, omdat in de duinen veel water onttrokken werd en de grondwaterstanden laag waren. Het dempen van droogstaande watergangen is vaak zonder vergunning van Rijnland gebeurd, maar zelfs daar waar geen goedkeuring is verleend zijn sloten gedempt. De hoge raad heeft bepaald dat droge sloten niet tot de competentie van de waterschappen behoren. Nu zou een veel dichter netwerk van afwateringsloten te adviseren zijn bij de ontwikkeling van nieuw stedelijk gebied, mede gezien de verwachte klimaatverandering.

In bijlage 2 staan afbeeldingen van de boezemkaart uit 1884 en recente kaarten uit het GIS. Hierin valt op het grote aantal watergangen dat in 1884 aanwezig was in de binnenduinstrand.

Voor de dimensionering van het riool en de berging van water op straat en elders zijn onderstaande afbeeldingen van Stichting Rioned (2006) illustratief (Figuur 19). Deze afbeeldingen laten zien dat de dimensionering van het riool en van de bergingsmogelijkheden daarbuiten gebaseerd zijn op neerslaggebeurtenissen met een bepaalde herhalingsjijd. Dit is de reciproque van kans op voorkomen: een herhalingsjijd van 2 jaar betekent dat de kans op het optreden in een jaar van ten minste zo'n neerslaghoeveelheid 50% is.

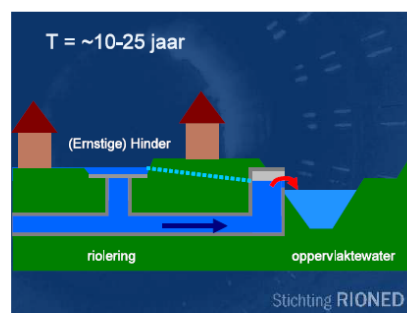
#### 1 Toetsing afvoercapaciteit rioolstelsel

Het rioolwater wordt afgevoerd naar de overlopen (riooloverstorten). De toetsing vindt plaats met behulp van een bui die een herhalingsjijd van  $T=2$  jaar heeft. De afvoercapaciteit van het rioolstelsel naar de overstorten is hierbij de bepalende factor. Het watersysteem kan dit soort buien makkelijk verwerken. Bij de toetsing van de afvoercapaciteit van rioolstelsels wordt daarom weinig rekening gehouden met hoge buitenwaterstanden.



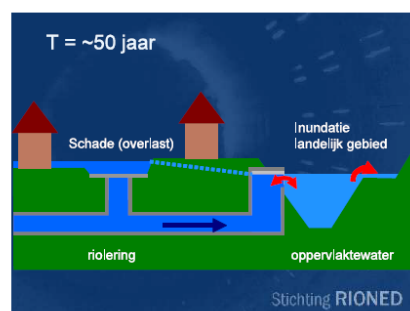
#### 2 'Water op straat' met (ernstige) hinder

Bij een bui zwaarder dan de ontwerp-bui van  $T=2$  jaar kan er (vaak) kortdurend 'water op straat' ontstaan. In de meeste gevallen is dit acceptabel en de hinder beperkt tot grote plassen op de weg. Bij nog zwaardere buien kan deze hinder meer ernstige vormen aannemen, zoals belemmering van het verkeer, onderlopen van tunnels en het opdrijven van putdeksels. Hogere buitenwaterstanden kunnen de werking van het rioolstelsel gaan belemmeren.



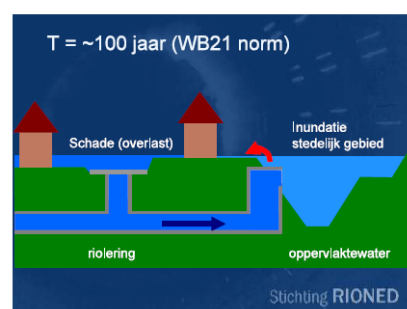
#### 3 'Wateroverlast' met schade

Bij de zeer zware buien kan de berging op straat overbelast raken waardoor overlast met (materiele of economische) schade kan ontstaan, zoals het onderlopen van gebouwen of het langduriger belemmeren van het verkeer. In het watersysteem is er in de open leidingen vaak voldoende ruimte voor het bergen van het regenwater. Dit is belangrijk omdat de afvoercapaciteit van watersystemen, vooral in vlakke gebieden, beperkt is.



#### 4 Inundatie (WB21 norm)

Het inunderen vanuit watersystemen wordt doorgaans beschouwd met een herhalingsjijd van  $T=100$  jaar. In deze situatie raakt de bergingscapaciteit van het watersysteem overbelast en kunnen er gebieden inunderen. Vaak wordt geprobeerd de overlast af te leiden door extra berging van water te zoeken in zogenaamde noodoverloopgebieden.



Essentieel verschil tussen riolering en oppervlaktewater is de **duur** van de overlast. Kort durend voor de riolering en langer voor de trager afvoerende watersystemen. Vaak zullen wateroverlast door riolering en oppervlaktewater niet door dezelfde buien worden veroorzaakt.

Figuur 19. De dimensionering van het riool en waterberging (bron: Stichting Rioned, 2006).

Het riool wordt qua capaciteit ontworpen aan de hand van een zogenaamde 'ontwerp-bui': een kunstmatige bui van een bepaalde duur en intensiteit die met een bepaalde herhalingsjijd wordt

overschreden<sup>10</sup> (zie ook paragraaf 2.4). De vraag is of de huidige riolen, en trouwens ook het hele ont- en afwateringsstelsel, momenteel nog voldoen, nu het klimaat reeds aan verandering onderhevig is. Die verandering heeft mogelijk invloed op de duur en de intensiteit van neerslagbuien, en dus om de ontwerpbui waarmee het riool wordt gedimensioneerd (KNMI, 2023). Daarom zijn historische neerslaggebeurtenissen nog in 2019 vertaald naar verschillende klimaatscenario's<sup>11</sup>. Dat er met de nieuwe klimaatscenario's uit 2023 veel aan de ontwerpbuien zal veranderen, is niet de verwachting<sup>12,13</sup>. Met de gebeurtenis van afgelopen maanden, is het de vraag of dat terecht is.

#### 4.3 Recente grondwateroverlast in de Gemeente Bloemendaal

In de periode oktober 2023 t/m maart 2024 heeft de gemeente meldingen ontvangen van grondwateroverlast. De overlast in en bij woningen hebben we in Figuur 20 op kaart gezet. Deze kaart is daarna aangevuld met meldingen (Figuur 21) aan ons verstrekt door de Dorpsraad Bennebroek (Figuur 20, rechts).

Figuur 21 toont dat de locaties waar sinds 2002 maatregelen zijn getroffen door de gemeente niet overall overeenkomen met locaties waarvoor meldingen zijn gedaan van grondwateroverlast. Het is ons niet bekend in welke mate de getroffen maatregelen effectief waren, of ze op de juiste plek zijn genomen en of ze geëvalueerd, bijgesteld en aangepast zijn op basis van grondwaterstandsmetingen.

We hechten eraan op te merken dat dat een deel van de schade die afgelopen half jaar optrad wellicht voorkomen had kunnen worden. Zo kwamen we tijdens ons veldbezoek op 3 mei 2024 duinrellen tegen die waren dichtgeslibd en volgestort met snoeiafval (Figuur 22). Ook het verkleinen van een vijver in de nabijheid van een historische woning (gemeentemonument, Figuur 23) zou de wateroverlast hebben kunnen verergeren, tenzij die verkleining gepaard is gegaan met ons onbekende compenserende maatregelen.

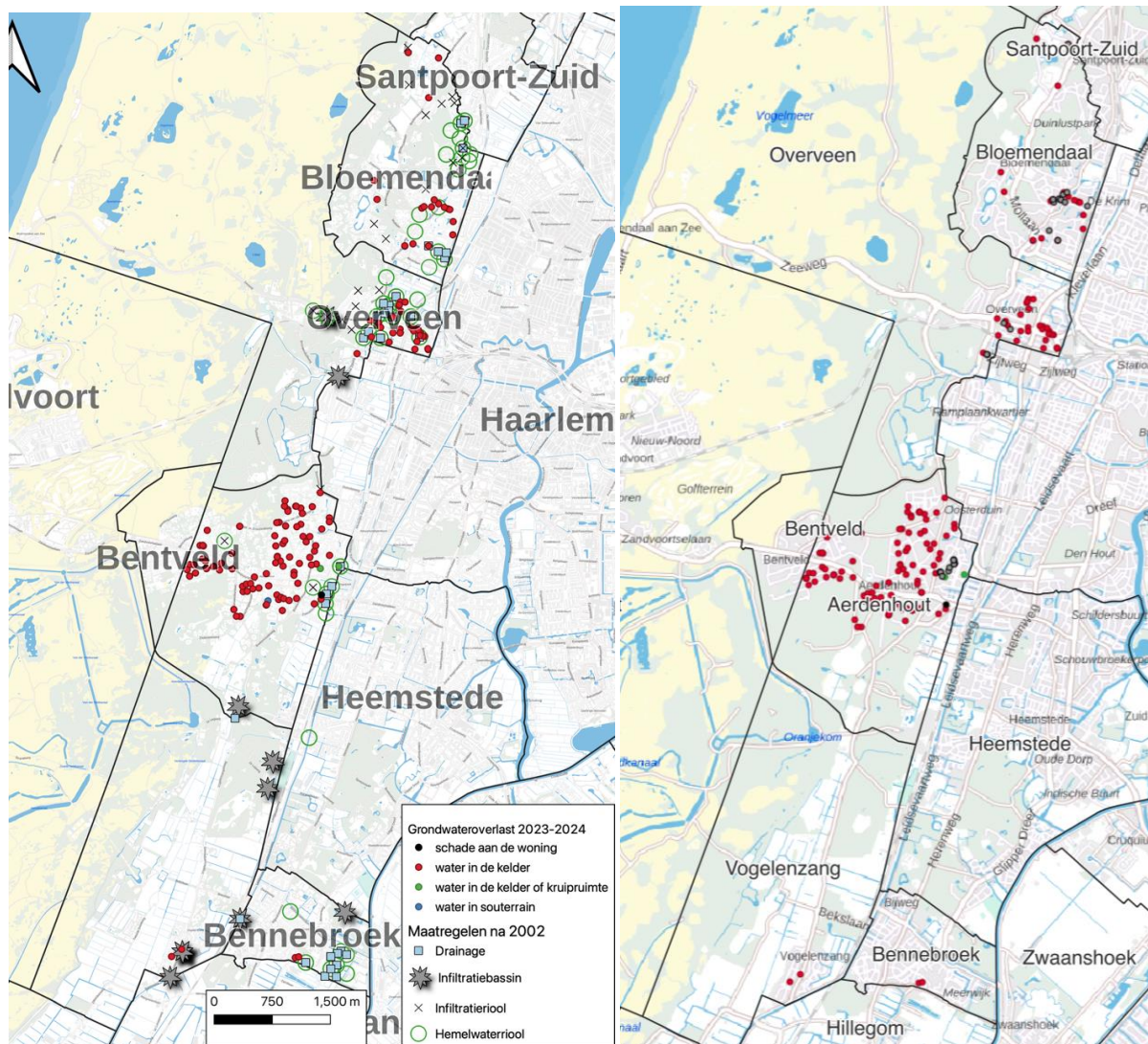
---

<sup>10</sup> <https://www.riool.net/ontwerpbuien-met-statistische-herhalingstijd>

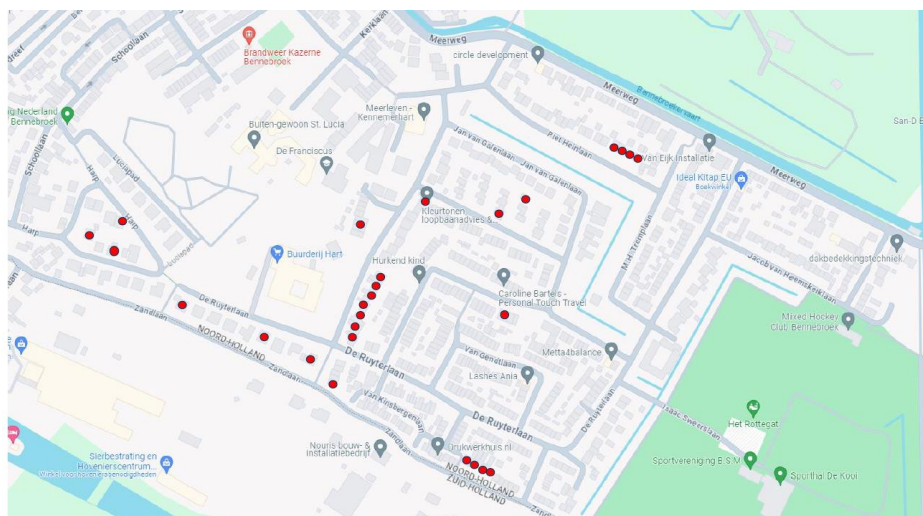
<sup>11</sup> <https://www.stowa.nl/publicaties/neerslagstatistiek-en-reeksen-voor-het-waterbeheer-2019>

<sup>12</sup> <https://www.stowa.nl/nieuws/stowa-meteo-onderzoek-2021-2024-afgerond-geen-grote-veranderingen>

<sup>13</sup> Michel Moens, 2024; mondelinge mededelingen



Figuur 20. Meldingen grondwateroverlast aan woningen. Periode oktober 2023 t/m 7 maart 2024. Bron: Gemeente Bloemendaal (dhr. Huiberts), in het rechter kaartje aangevuld met meldingen in Aerdenhout (bron: bewoners; in grijs). Ook op de linker kaart: maatregelen getroffen door gemeente sinds 2002 aan drainage en riool.



Figuur 21. Meldingen grondwateroverlast in kruipruimtes, kelders en/of tuinen. Stand van zaken 24 mei 2024. Bron: Dorpsraad Bennebroek.



*Figuur 22. Vervallen stenen bruggetje over een volledig dichtgeslibde duinrel op de Tijo van Eeghenschool in Aerdenhout.*



*Figuur 23. Historisch pand met uitbouw (links). De afstand tot de huidige ZZO-gelegen vijver bedraagt nu 80 meter. Die vijver was vroeger een stuk groter en lag toen dichterbij. Rechts een braakliggend terrein waar goede mogelijkheden liggen een ontwateringssloot aan te leggen die uitkomt op de vijver.*

#### 4.4 Grondwatermetingen Gemeente Bloemendaal

De gemeente meet sinds langere tijd (>25 jaar) grondwaterstanden in haar gebied (Tabel 4; zie ook De Kuster en Groen, 2011). We hebben een deel van deze meetgegevens ingezien (bron: dhr. Huiberts, gemeente Bloemendaal), maar binnen het kader van deze opdracht deze niet kunnen analyseren.

*Tabel 4. Meetnet grondwaterstanden Gemeente Bloemendaal. Bron: Wareco (2021).*

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| Aantal meetpunten freatisch                       | 81   |
| Aantal meetpunten diepere watervoerende pakketten | 18   |
| Aantal meetpunten (totaal)                        | 99   |
| Hoogfrequente (telemetrische) metingen sinds      | 2015 |

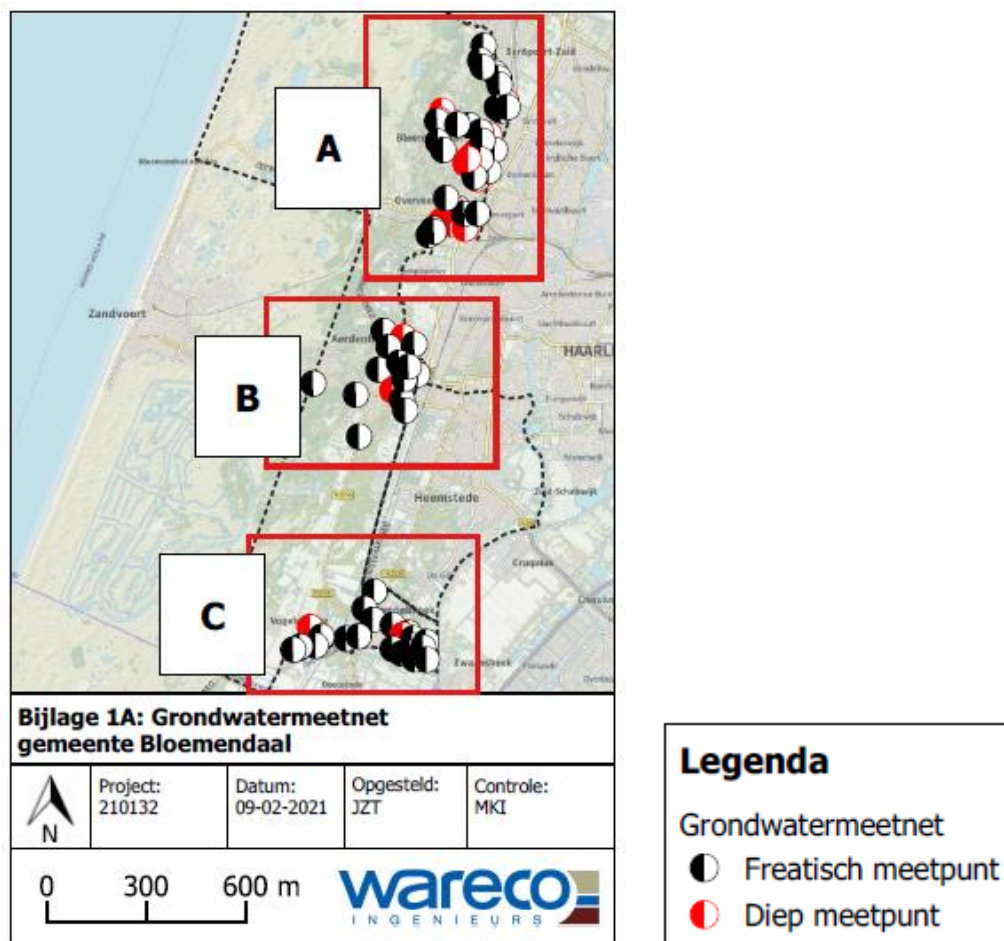
In het Grondwaterbeheerplan 2022-2026 van de gemeente Bloemendaal (Wareco, 2021a) zijn bestaande metingen uitgewerkt (Figuur 24) en maatregelen genoemd die getroffen zijn. Van twee soorten maatregelen geven we hier een samenvatting van hun effectiviteit/werking volgens Wareco (2021a):

Horizontale drainage:

- a. Werking valt tegen, nader onderzoek nodig;
- b. Levensduur valt mee, deze was korter verwacht;
- c. Onderhoud: doorspuiten is nodig, 1 à 2 keer per jaar.

Verticale drainage ('deep wells'; zie bijvoorbeeld Beets e.a. (2015)):

- d. Werking valt tegen, deels onvoldoende; nader onderzoek nodig; niet-homogene onttrekkingen;
- e. Veel grondwater opgepompt; kan wellicht minder;
- f. Onderhoud (doorspuiten) en aansturing pompen verbeteren.



Figuur 24. Ter illustratie: monitoring meetnet grondwaterstanden gemeente Bloemendaal. Bron: Wareco (2021a).

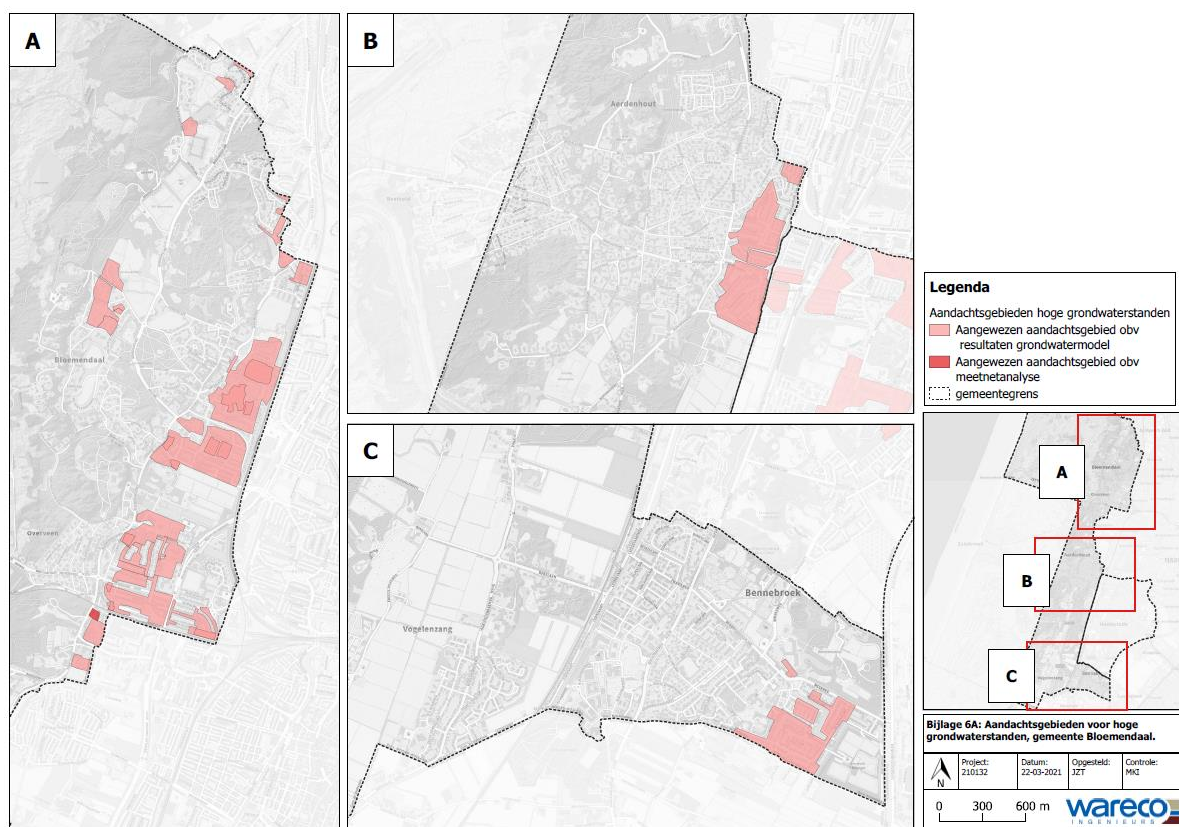
In Figuur 25 zijn gebieden aangegeven die aandacht verdienen omdat daar de grondwaterstand daar mogelijk te hoog kan komen of te laag zou zijn. Opvallend in deze figuur is dat een klein gebied bij Overveen (kaart A) op basis van *metingen* een aandachtsgebied is (gebied met te hoge en/of te lage grondwaterstand; Wareco (2021a)). Dit betekent dat op basis van metingen en berekeningen met het grondwatermodel, gebieden elders in de gemeente niet tot aandachtsgebied worden geclassificeerd. Dat kan te maken hebben met de meetperiode en ook het meetnet zelf, maar ook

(en/of) met het grondwatermodel (geactualiseerd in 2021; Wareco (2021a)), waardoor er geen problemen lijken te zijn. Er wordt door Wareco geconstateerd dat de streefwaarde voor ontwatering van 0,70 m in gebiedsdelen niet wordt gehaald, ondanks horizontale of verticale drainage. Het is en blijft buiten natter dan gedacht. Dit vereist nader onderzoek, volgens Wareco (2021b). Onduidelijk is of en zo ja, in welke mate de gemeente aan de slag is gegaan met de aanbevelingen in het rapport (nader onderzoek nodig).

Omgang met klimaatadaptatie en grondwater in Gemeente Bloemendaal, (citaat Wareco, 2021a):

*Anticiperen op gevolgen klimaatverandering (par. 6.2.)*

13. Bij ieder project in de openbare ruimte rekening houden met gevolgen klimaatverandering voor grondwater en de kansen die het project biedt om gevolgen te beperken, om beetje bij beetje op doelmatige wijze de gemeente klimaatbestendig te maken.



Figuur 25. Aandachtsgebieden hoge grondwaterstanden op basis van grondwatermodel en op basis van metingen in gemeente Bloemendaal (2021). Bron: Wareco (2021a).

## 4.5 Conclusies

Op basis van het Grondwaterbeheerplan 2022-2026 van de gemeente Bloemendaal (Wareco, 2021a) constateren we:

- a. Er is nader onderzoek nodig naar de hydrologische effectiviteit van maatregelen en de aard en omvang van deze maatregelen; daarmee waar nodig huidige maatregelen (welke, waar, hoe intensief) evalueren en bijstellen;

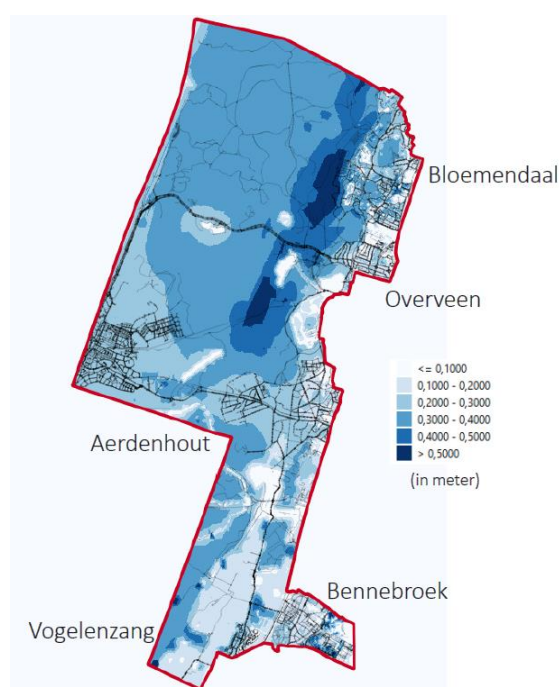
- b. Bestaande grondwatermetingen blijven doorgaan, maar er is geen evaluatie van het meetnet: wat kan eraf en wat moet erbij, voor een compleet grondwaterbeeld in de gemeente?
- c. Er wordt door Gemeente Bloemendaal en Wareco aandacht gegeven aan 'het proces' van grondwaterbeheer, terwijl er onzes inziens meer aandacht kan worden gegeven aan de reductie en/of oplossing van de grondwateroverlast: is het beleid inhoudelijk effectief, werken de maatregelen technisch-inhoudelijk?
- d. Maatregelen en aanvullingen/wijzigingen/verbeteringen daarin: de conclusies zijn te weinig concreet en zeker niet SMART (specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch, tijdgebonden;
- e. De beschikbare financiële middelen zijn wellicht beperkt en zijn waarschijnlijk onvoldoende qua uitvoering van concrete en fysieke maatregelen tegen grondwateroverlast; nader onderzoek is nodig naar de benodigde financiële middelen.

## 5 De neerslag van 2023-2024 in perspectief

### 5.1 Neerslag vanaf oktober 2023

Als er veel neerslag valt en in de bodem infiltreert, dan stijgt de grondwaterstand. Als de grondwaterstand stijgt, komt het afvoerproces op gang (Hoofdstuk 2). Als er te weinig afvoer plaatsvindt, stijgt de grondwaterstand verder en wordt de ontwateringsdiepte kleiner (paragraaf 4.1). Als deze laatste te klein wordt, ontstaat grondwateroverlast. Maatregelen en acties kunnen zich dan richten op de ontwatering en afwatering in het bebouwd gebied, vanaf de duinen naar de binnenduinrand en de polders.

De grondwateroverlast in de winter van 2023-2024 kan niet alleen een gevolg zijn van extreem veel neerslag, maar ook van structurele veranderingen in het landschap, zoals de vernatting van duinen en het onderhoud en beheer van ont- en afwateringsstelsels in de bebouwde kom. Hier gaan we in op de hoeveelheid neerslag. Aveco de Bondt heeft in haar presentatie van 7 maart 2024 al aangegeven dat er in de winter van 2023-2024 meer neerslag is gevallen dan normaal, zie Figuur 26.



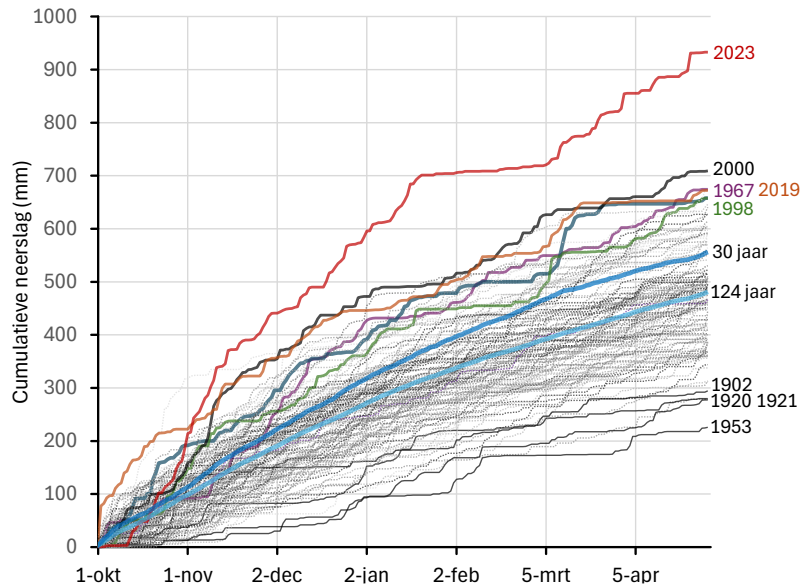
Figuur 26. Afwijking van de neerslag in januari 2024 ten opzichte van het gemiddelde in die maand. Bron: Aveco de Bondt (7 maart 2024).

Maar hoe uitzonderlijk was de neerslag nu eigenlijk in de afgelopen natte maanden vanaf het einde van het groeiseizoen in 2023?

Om die vraag te beantwoorden nemen we als voorbeeld het KNMI-neerslagstation Overveen (stationnummer 225) waarvan we de dagelijkse neerslag van 1 oktober 1900 t/m 30 april 2024 analyseren. Van ieder jaar nemen berekenen we de neerslagsom die op iedere dag vanaf het einde van het groeiseizoen (30 september) is gevallen. De neerslagsom van bijvoorbeeld 10 oktober bevat dus alle neerslagen van 1 t/m 10 oktober opgeteld (cumulatief). We tellen door tot 30 april omdat in de maand april ook veel neerslag in de gemeente viel. Het resultaat van deze exercitie is weergegeven in Figuur 27. Jaren met een exceptioneel hoge of lage neerslagsom op 30 april zijn apart aangegeven, evenals, met blauwe lijnen, de gemiddelde sommen over de afgelopen 124 en 30 jaar.

We kijken verderop ook nog naar de maanden juli, augustus en september 2023.

Uit vergelijking van de gemiddelden kan worden opgemaakt dat er onder het huidige klimaat (gedefinieerd als de weersgesteldheid over een periode van 30 jaar) meer neerslag valt dan vroeger. Het opvallendste aan Figuur 27 is echter de uitbijter 2003-2024. In het afgelopen winterhalfjaar, preciezer in de zeven maanden oktober t/m april, zijn records van voorgaande jaren verbroken. Vooral in december, januari, maart en april zien we dat het verschil met vorige recordjaren zich opbouwt.

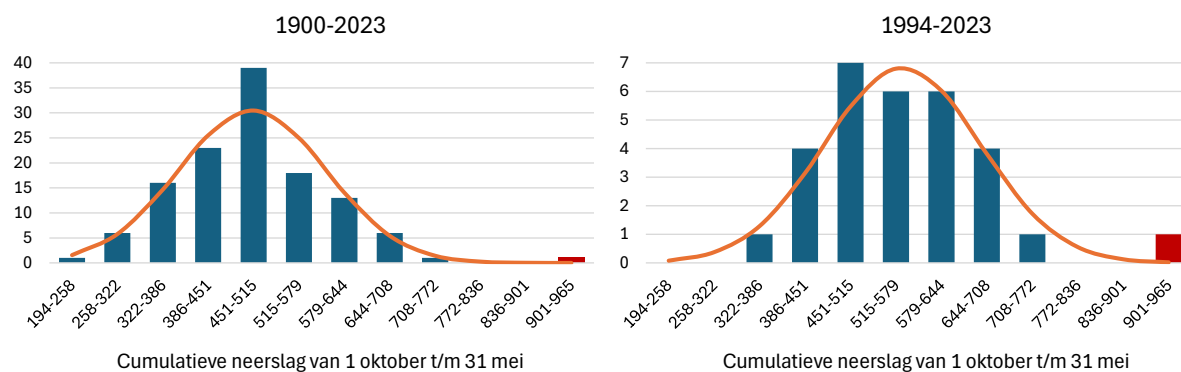


*Figuur 27. Cumulatieve neerslag (mm) voor de startjaren 1900 t/m 2023. Jaartallen in de grafiek geven het jaar waarop begonnen is met tellen van de neerslagsom; 2003 heeft dus betrekking op het winterhalfjaar 2023-2024. De blauw lijnen geven het gemiddelde over de afgelopen 124 en 30 jaar aan.*

De frequentieverdeling van de cumulatieve neerslag op 30 september van alle jaren is weergegeven in de vorm van staafdiagrammen in Figuur 28, met het winterhalfjaar 2023-2024 apart in rood gemarkeerd. Ook via deze visualisatie valt op hoe uitzonderlijk extreem de neerslag van de afgelopen winter was, of je dat nu over de afgelopen 124 jaar bekijkt (linker diagram), of over de afgelopen 30 jaar (rechter diagram).

Met een statistische analyse is de uitzonderlijkheid te kwantificeren. Beide staafdiagrammen vertonen bij benadering een klokvormige (normale) verdeling, zodat een zogenaamde Student-t toets kan worden toegepast. In beide gevallen blijkt 2023-2024 dan een kans op voorkomen te hebben van minder dan eens in de tienduizend jaar. Er bestaat vast een geavanceerdere statistische methode om de kans beter te kwantificeren, maar we verwachten niet dat die tot een wezenlijk andere uitkomst zal leiden. Laten we het er voorzichtig op houden dat de kans op zoveel neerslag kleiner is dan eens in de duizend jaar.

In deze berekening is natuurlijk geen rekening gehouden met systematische veranderingen in het klimaat en dit brengt onzekerheid met zich mee qua grootte en omvang, niet qua richting (KNMI, 2023). Zulke systematische veranderingen worden door wetenschappers geanalyseerd, maar toepassing van hun kennis in de analyse van onze neerslaggegevens zou, als dat al mogelijk zou zijn, te veel vergen van onze studie. Aangezien het klimaat gedefinieerd is als de weersgesteldheid over een periode van 30 jaar kunnen we wel stellen dat de analyse over de dertigjarige periode (rechter grafiek in Figuur 28) representatief is voor de huidige weersgesteldheid bij meteorologisch station Overveen.

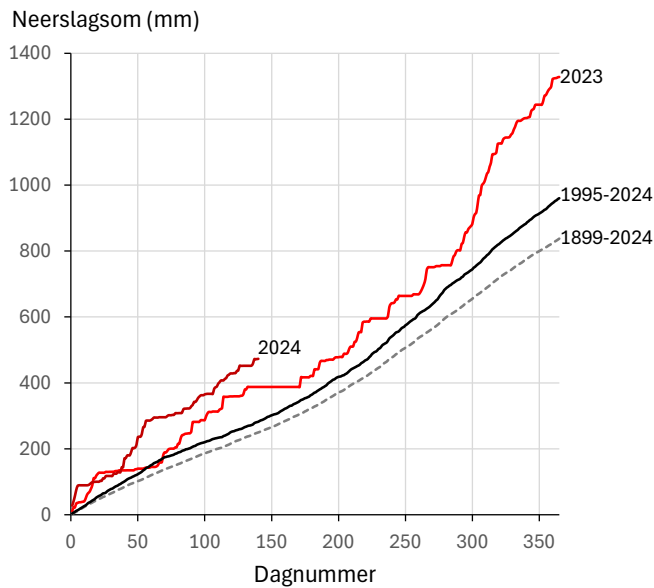


*Figuur 28. Frequentieverdeling van de cumulatieve neerslag op 30 april voor de 124 startjaren 1900 t/m 2023 (links) en de 30 startjaren 1994-2003. De rode staaf betreft 2023-2024.*

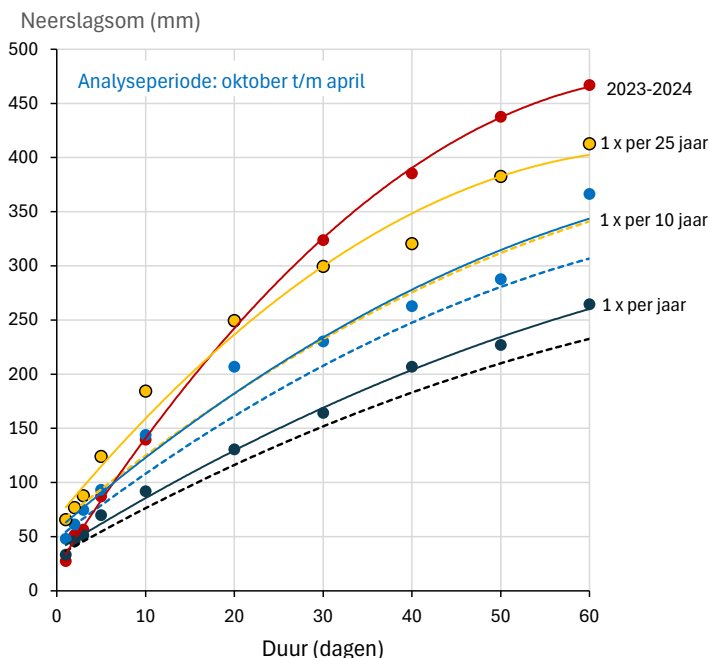
Aan deze analyse willen we nog de volgende twee zaken toevoegen.

Op de eerste plaats merken we op dat ook vóór de maand oktober 2023 er al veel neerslag was gevallen (Figuur 29). Het groeiseizoen eindigde met een natte tweede helft van de maand juni (vanaf dagnummer 172 in figuur) en een natte maand augustus. De overlastsituatie vanaf het najaar van 2023 bouwde zich dus al op in de zomer 2023.

Op de tweede plaats willen we benadrukken dat een lange periode met veel neerslag die heel gelijkmatig over de dagen is verdeeld, minder overlast geeft dan eenzelfde neerslaghoeveelheid die in een kortere periode valt. Overlast-gevende neerslag hangt samen met de bergingscapaciteit van het gebied, en met de duur van de neerslagperiode en de hoeveelheid neerslag in die periode (zie paragraaf 2.4). De bergingscapaciteit is gebiedsafhankelijk, maar de samenhang tussen neerslagduur en neerslaghoeveelheid niet. In Figuur 30 is die samenhang in de vorm van neerslagduurlijnen (tot 60 dagen) met verschillende herhalingsfrequenties weergegeven, zowel voor de afgelopen 30 (doorgetrokken lijn) als over de periode afgelopen 123 jaar (stippellijn). Het verschil tussen de doorgetrokken lijn en de stippellijn geeft het effect van reeds opgetreden klimaatverandering weer: de hoeveelheid neerslag die gemiddeld over de afgelopen 123 jaar een keer per 25 jaar voorkwam, komt onder het huidige klimaat (afgelopen 30 jaar) een keer per 10 jaar voor. Ook uit deze grafiek blijkt hoe uitzonderlijk afgelopen neerslagperiode is geweest. Het verschil met '1 x per 25 jaar'-lijn is overigens nog groter als we een periode van meer dan 60 dagen nemen.



Figuur 29. Cumulatieve neerslag (mm) vanaf 1 januari voor 2023, 2024 en gemiddeld over de afgelopen 30 en 125 jaar.



Figuur 30. Neerslagduurlijnen gebaseerd op de periode 1 oktober t/m 30 januari over de afgelopen 30 (doorgetrokken lijn) en over de periode afgelopen 123 jaar (stippellijn). 2023-2024 is apart aangegeven en niet in de berekening van de andere duurlijnen meegenomen.

## 5.2 Effecten klimaatveranderingen op neerslag en verdamping

Het KNMI heeft in 2023 haar recente klimaatscenario's gepubliceerd (KNMI, 2023). Voor de zichtjaren 2050 en 2100 zijn vier scenario's omschreven en doorgerekend. Omdat we in dit rapport de grondwateroverlast aan de natte kant als thema hebben, nemen we het natte scenario onder hoge emissies (Hn) voor neerslag en referentiegewasverdamping ( $ET_{ref}$  is de verdamping van een korte grasmat die van voldoende zoet water wordt voorzien) in de jaren 2050 en 2100 in ogenschouw.

Het KNMI heeft een methodiek publiek ter beschikking gesteld om het huidige weer (periode van 30 jaar: 1991-2020) zoals dat wordt gemeten wordt op hun stations om te zetten naar het weer in 2050

en 2100. Daarmee kunnen tijdreeksen van dagelijkse neerslag en referentiegewasverdamping worden getransformeerd naar tijdreeksen in 2050 en 2100. Voor het neerslagstation Overveen hebben we getransformeerde tijdreeksen voor de neerslag gebruikt. Van dit station wordt door het KNMI geen verdamping bepaald. Daarom zijn we voor de verdamping uitgeweken naar de meteorologische stations De Kooy en Schiphol, waarvan we de naar scenario Hn getransformeerde tijdreeksen voor de referentiegewasverdamping middelden. De verkennende analyse van het klimaat (neerslag, verdamping, en neerslagoverschot) levert het volgende op.

#### *Violin plots - uitleg*

*Violin plots (figuren): een statistische figuur, waarin de verdeling van de data te zien is. In ongeveer het midden van elke violin ('viool') is het gemiddelde (stippellijn) en mediaan te zien (lijn; 50% percentiel). De lijn beneden is het 5% percentiel (5% van alle data heeft een lagere waarde), de bovenste lijn markeert het 95% percentiel (5% van alle data heeft een hogere waarde).*

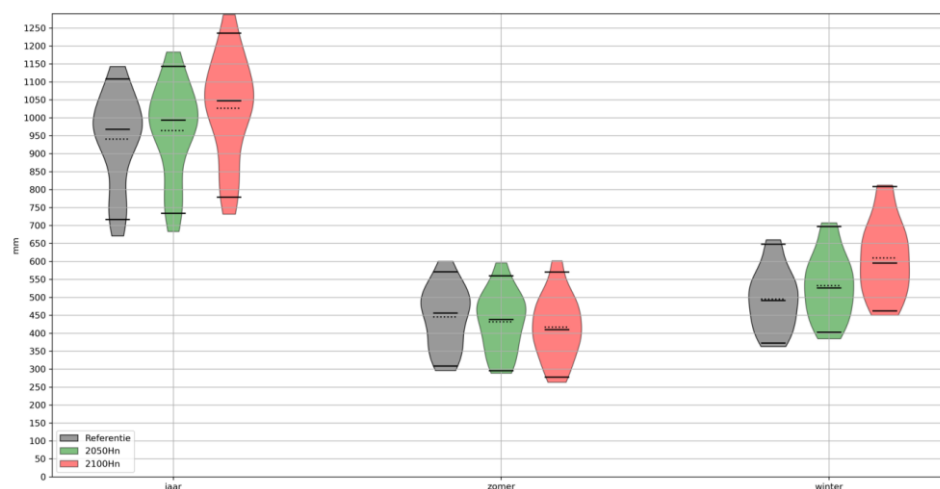
De neerslag in het winterhalfjaar oktober t/m maart neemt toe van 500 (huidige situatie) naar 525 (rond jaar 2050) en 600 mm (rond jaar 2100) (Figuur 31). Extreme neerslagbuien nemen licht toe. De neerslag in het zomerhalfjaar april t/m september neemt af van 450 (huidig) naar 430 (in 2050) en 410 mm (in 2100). Ok dan nemen de extremen nemen licht toe.

ET<sub>ref</sub> in het winterhalfjaar oktober t/m maart neemt toe van 110 (huidig) naar 120 (2050) en 125 mm (2100) (Figuur 32). De extremen blijven ongeveer gelijk. De verdamping in het zomerhalfjaar april t/m september neemt toe van 490 (huidig) naar 525 (in 2050) en 545 mm (in 2100). De extremen blijven ongeveer gelijk.

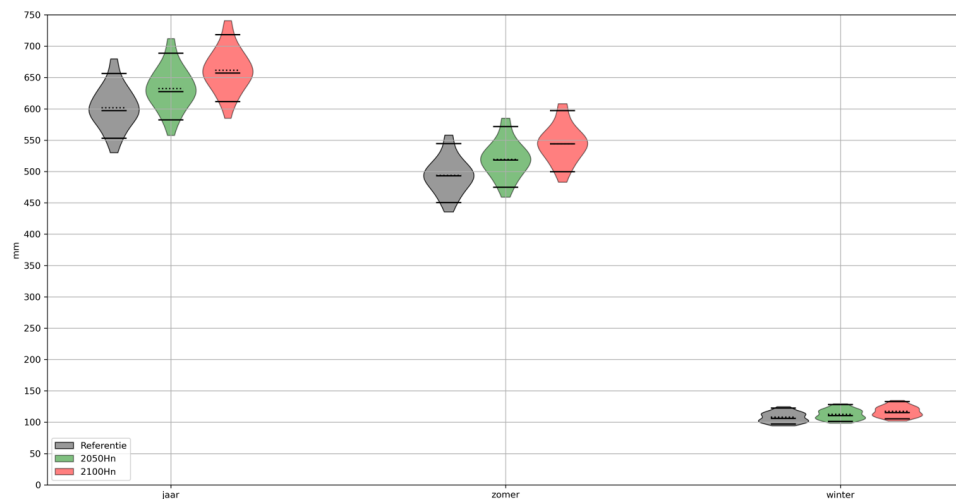
Het potentiële neerslagoverschot (neerslag minus ET<sub>ref</sub>) in het winterhalfjaar oktober t/m maart neemt toe van 380 mm (huidig) naar 420 mm (2050) en 475 mm (2100) (Figuur 33). De extremen blijven ongeveer gelijk tussen nu en 2050, nemen daarna toe tot 2100.

Het potentiële neerslagtekort (= negatief neerslagoverschot) in het zomerhalfjaar april t/m september neemt toe van 50 (huidig) naar 90 (in 2050) en 130 mm (in 2100). Extremen blijven ongeveer gelijk tussen nu en 2050, nemen daarna toe tot 2100.

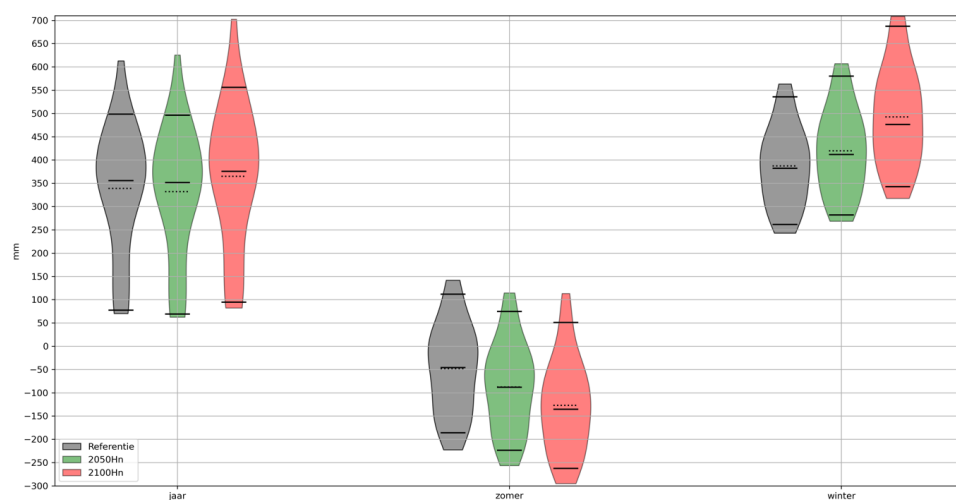
Op basis van het neerslagoverschot worden binnen nu en 25 jaar de winters gemiddeld 10% natter. De zomers worden in deze periode tweemaal zo droog. De kans op gemiddeld hogere grondwaterstanden in de winter neemt dus toe bij het Hn-scenario, op basis van het verwachte weer in 2050.



*Figuur 31. Violin plots voor de totale neerslag per jaar, in het zomerseizoen, en in het winterseizoen. Resultaten voor het huidige klimaat (referentie 1991-2020) en het toekomstige klimaat in 2050 en 2100 onder het KNMI '23 scenario Hn. Zwarte horizontale lijn komen overeen met de 5, 50, en 95% percentielen. De stippellijn is het gemiddelde over 30 jaar.*



Figuur 32. Violin plots voor de totale referentiegewasverdamping. Zie verder de toelichting onder Figuur 31.



Figuur 33. Violin plots voor het totale neerslagoverschot per jaar. Zie verder de toelichting onder Figuur 31.

### 5.3 Conclusies

- In de gemeente Bloemendaal viel doorlopend vanaf oktober 2023 tot en met half januari 2024 extreem veel regen. Vanaf begin maart 2024 viel er weer extreem veel neerslag, in ieder geval tot en met april 2024. De totale hoeveelheid neerslag in die zeven maanden bij KNMI-station Overveen bedroeg ruim 930 mm. Dat is 380 mm meer dan normaal in de afgelopen 30 jaar, en 475 mm meer dan de afgelopen eeuw. De kans op zoveel neerslag is kleiner dan eens in de duizend jaar.
- Door klimaatverandering kunnen perioden met veel neerslag en zware buien vaker voorkomen. Dit noopt tot een aanpassing van de ontwatering, afwatering en mogelijkheden tot berging van water. Het is raadzaam hier bij de planning, het ontwerp en de uitvoering van maatregelen rekening mee te houden. Begin deze eeuw werd al gerapporteerd over de problematiek in de streek; zie ook hoogheemraadschap van Rijnland (2004):

*Conclusie:*

De problemen met grondwateroverlast doen zich al tientallen jaren voor en komen vooral aan het licht in perioden met veel neerslag. De positie van het gebied achter de duinen werkt grondwateroverlast in de hand (kwelgebied). Een verband met grote veranderingen in de drinkwaterwinning in de duinen is zeker aanwezig. Bij DZH (jaren 50) en GWA traden deze veranderingen al eerder op en bij PWN speelt dat nu. De grondwaterproblematiek wordt echter vaak ook door lokale factoren (vervanging riolering, aanwezigheid veenlagen etc.) bepaald. Te verwachten is dat door de verwachte klimaatverandering de problematiek steeds grotere vormen zal aannemen.

## 6 Maatregelen tegen grondwateroverlast

### 6.1 Inleiding

Maatregelen tegen grondwateroverlast moeten uiteindelijk technisch werken, effectief zijn en het probleem van de overlast reduceren en mogelijk oplossen voor alle betrokkenen.

Grondwateroverlast kan ontstaan bij zowel hoge als lage grondwaterstanden. We beschouwen hier de natte kant, concreet de overlast ten gevolge van te hoge grondwaterstanden. Die ontstaan als er bij een grondwatersysteem teveel water instroomt, en/of te weinig wordt geborgen en/of er te weinig wordt afgevoerd. Dit kun je regionaal beschouwen, maar ook lokaal.

Wetgeving, beleid en beheer leiden tot uitvoering van werken en maatregelen buiten, die de grondwaterstanden beïnvloeden. Een aantal voorbeelden zijn de N2000 doelen voor natuur in de regio die vernatting van de duinen vereisen (wettelijke plicht), onttrekkingen van grondwater die groter of kleiner worden in ruimte en tijd (drinkwater, industrie, landbouw, ...), aanpassingen aan de regionale afwatering via duinbeken en duinrellen, inbreidingen in bebouwd gebied die ten koste kan gaan van lokale ontwatering en afwatering via bijvoorbeeld vijvers en aanpassingen aan het rioolsysteem.

Maatregelen kunnen incidenteel zijn, bijvoorbeeld bij kortdurende grondwateroverlast het tijdelijk plaatsen van pompen om water af te voeren, of structureel, bijvoorbeeld het permanent vergroten van de afwatering van de duinen door duinrellen. Met name structurele maatregelen leiden tot een structureel andere werking van het grondwatersysteem, die structureel in de gaten moet worden gehouden via monitoring, evaluatie en aanpassing van getroffen maatregelen, opdat ze blijven werken, welk weer het ook is.

Daarnaast speelt dus het klimaat en het weer een rol. Als het niet regent en wel verdamping optreedt, dan volgt waarschijnlijk een stabiele dan wel dalende grondwaterstand, regionaal en lokaal. Verdamping speelt met name een rol in de periode maart t/m september. In de andere maanden is de verdamping ook aanwezig, maar kleiner. Als het veel regent, maar niet zo intensief, dan vult de berging in grond- en oppervlaktewater zich langzaam en gestaag en stijgen de grondwaterstanden en de stijghoogten in de watervoerende pakketten (onder andere het wadzandpakket; matig watervoerend). Er vindt geleidelijk een toenemende afvoer plaats van grondwater via vrij-afwaterende gebieden, vanuit de polders via gemalen naar de boezem van Rijnland en in het boezemland direct naar de boezem. Als het intensief regent kan er ook snelle afvoer optreden via verhard oppervlak en van hellende terreinen. Dan kan er ook wateroverlast ontstaan ('water op straat'), naast grondwateroverlast.

De plannen en rapporten voor de gemeente Bloemendaal die hier als kader dienen zijn de volgende:

- a. Grondwaterbeheersplan Bloemendaal en omgeving 1996, 1997 (diverse plannen; Grontmij, 1999);
- b. Stedelijk Waterplan 2007 (gemeente Bloemendaal e.a., 2007) met een pakket aan maatregelen tegen grondwateroverlast; met in bijlage van dat plan een MS Excel sheet met concrete maatregelen en wie deze wanneer uitvoert (incl. beoogde trekker van uitvoering);
- c. Onderzoek grondwateroverlast regio Zuid-Kennemerland (Wareco, 2013);
- d. Grondwaterbeleidsplannen 2016 en 2021 (Wareco, 2021b);
- e. Grondwaterbeheerplan 2021 (Wareco, 2021a).

Deze laatste twee (versies uit 2021) zijn momenteel van kracht. Daar gaan we hier kort op in, omdat deze plannen de huidige tijd betreffen (planperiode 2022-2026).

In het stedelijk waterplan uit 2007 is destijds reeds rekening gehouden met de gevolgen van het stopzetten van de grondwateronttrekkingen in de duinen door PWN in najaar 2002. Het treffen van

structurele maatregelen door provincie Noord-Holland, hoogheemraadschap van Rijnland en gemeente Bloemendaal is destijds gestart.

Onderzoeken ten aanzien van de hydrologische effecten van de grondwateronttrekkingen in Zuid-Kennemerland en aanpalende maatregelen in de lagergelegen gebieden ten oosten van de duinen zijn in de 90-er jaren en daarna gedaan. Ook zijn er evaluaties geweest op basis van metingen en modelberekeningen van na de stopzetting van de grondwaterwinningen (Baggelaar, 2004, 2006). De grondwateronttrekkingen en waterinfiltratie in het AWD-gebied zijn de laatste jaren tot op heden relatief stabiel in de tijd geweest (Waternet, 2024b). We richten ons daarom op technische maatregelen buiten in de streek die te maken hebben met de waterhuishouding in algemene zin en het stoppen van de grondwateronttrekkingen door PWN in augustus/september 2002.

## 6.2 Structurele mitigerende maatregelen vanaf 2002

In een stuk van de Tweede Kamer, vergaderjaar 2001-2002, Aangangsels van de Handelingen (nr. 1103), met vragen van Kamerleden Hillen en Biesheuvel d.d. 23-4-2002 en antwoorden van de regering, staat een aantal structurele mitigerende maatregelen genoemd:

7

Nee, de meest geschikte maatregel varieert per gebied en per object. Naast verticale drainage zoals aangelegd bij begraafplaatsen in Driehuis kunnen de volgende maatregelen worden genoemd: horizontale drainage (zoals toegepast in Haarlem); ophogen van terreinen (zoals gedaan voor een camping en volkstuincomplex in de duinen); bouwkundige maatregelen (zoals het waterdicht maken van kelders en souterrains) en het graven van sloten (zoals in Bloemendaal).

Ook staat er te lezen:

Hervatting van de duinwaterwinning zal gezien de inmiddels getroffen maatregelen geen wezenlijke bijdrage leveren aan verminderen van grondwateroverlast. Daarnaast zou hervatting ook ongewenst zijn. Het stopzetten van de duinwaterwinning past in het anti-verdrogingsbeleid van het Rijk. In de duinen wordt gestreefd naar een natuurlijk grondwaterregime met natte en vochtige duinvalleien en hierbij behorende bijzondere planten- en diersoorten.

Maatregelen die door gemeente in ieder geval sinds 2002, maar deels ook daarvoor al zijn genomen betreffen ontwerp, aanleg, monitoring en beheer en onderhoud van:

- a. Horizontale drainage;
- b. Infiltratiebassin;
- c. Riool: infiltratie, hemelwater;
- d. Verticale drainage met pompen (niet op onze kaart).

Een maatregel kan in potentie pas effectief zijn als ontwerp, aanleg, monitoring en beheer en onderhoud *alle tegelijk goed zijn uitgevoerd*. Daarna komt het erop neer of de juiste maatregel op de juiste plek op de juiste manier werkt tegen de grondwateroverlast. Dan pas ontstaat een effectieve maatregel in de praktijk buiten.

Uit beschikbare stukken van gemeente Bloemendaal en Wareco/Aveco de Bondt blijkt:

- a. Waar welke maatregel is aangelegd;
- b. Dat er grondwaterstanden en stijghoogten worden gemeten, al dan niet continu in de tijd;
- c. Dat maatregelen deels het beoogde effect hebben, deels niet;
- d. Er wordt door de gemeente geanticipeerd op veranderende omstandigheden en ervaringen met de maatregelen, bijvoorbeeld het schoonspuiten van drainagebuizen; het is onbekend of er overall, altijd en adequaat geanticipeerd wordt door de gemeente op veranderende omstandigheden;
- e. Onvoldoende duidelijk is dat alle geplande maatregelen zijn uitgevoerd door de gemeente (of in opdracht van de gemeente) sinds 2002, inclusief tijdigheid en correctheid van uitvoering;
- f. Niet dat een overall en integrale evaluatie heeft plaatsgevonden of plaatsvindt die als resultaat heeft of het geheel aan maatregelen (welke, wanneer, waar) inhoudelijk effectief is en de grondwateroverlast ten aanzien van het stopzetten van de winningen door PWN volgens plan gereduceerd is;
- g. Onvoldoende of er voldoende middelen, menskracht en capaciteit zijn om het onderwerp 'grondwateroverlast' als geheel structureel en langjarig goed te geleiden.

De maatregelen en grondwateroverlastmeldingen op kaart (Hoofdstuk 4) komen in de ruimte niet altijd overeen. Dit is een aspect dat nader beschouwd zou moeten worden in een evaluatie (nader onderzoek, zie Deel I).

*Daarnaast, en ook belangrijk is de vraag welke maatregelen niet getroffen zijn of welke aspecten van de waterhuishouding binnen de gemeente niet in stand gehouden zijn, dan wel niet verbeterd zijn, gedurende de afgelopen 20 jaar (of langer). Daarbij moet gedacht worden aan de instandhouding en werking van duinrellen, aan ontwatering en afwatering in bebouwd gebied en aan aanpassingen aan het gehele rioolsysteem. Ook klimaatadaptatie door de gemeente is belangrijk. Hierbij speelt wellicht en natuurlijk de taakverdeling tussen gemeente, bewoners/huiseigenaren/bedrijven, hoogheemraadschap en provincie een rol, maar de gemeente is de eerste partij binnen de gemeente en in het bebouwd gebied om hieraan actief en zo mogelijk anticiperend te werken.*

De thema's en begrippen rondom de grondwatertaak van de gemeente<sup>14</sup>, zoals het nemen van maatregelen, 'zorgplicht' en 'doelmatigheid' komen vaker terug in stukken en rapporten van de gemeente dan wel in opdracht van de gemeente. Het is niet duidelijk wat hiermee bedoeld wordt.

Uit de stukken blijkt dat er in de streek twee streefwaarden voor de gewenste ontwateringsdiepte binnen bebouwd gebied worden gehanteerd, te weten 0,70 m (gemeente Bloemendaal) en 1,20 m (hoogheemraadschap van Rijnland). Dit maakt het onhelder waar welk getal geldt, daarnaast zijn deze getallen beide generiek, niet gebied-specifiek. Maatregelen buiten moeten hierop aansluiten. De genoemde streefwaarden zijn geen wettelijke norm (nader onderzoek; zie Deel I).

Een punt van nader onderzoek is het gevoerde peilbeheer in de praktijk door het hoogheemraadschap, in peilbeheerste watergangen en vijvers (periode 2000-heden), met name in perioden met veel neerslag (nader onderzoek, Deel I).

### 6.3 Acties korte termijn (zomer 2024 en winter 2024/2025)

Structurele mitigerende maatregelen tegen grondwateroverlast zijn in een bepaalde mate in ruimte en tijd uitgevoerd door de gemeente, waarbij het niet duidelijk is of dit het gehele pakket van

---

<sup>14</sup> <https://iplo.nl/thema/water/grondwater/taken-bevoegdheden-grondwater/#h4195bgeo-6fbc-49a4-8c06-cof3c9fe8a15>

maatregelen is zoals gepland vanaf 1999 (Grontmij, 1999), of het geheel aan maatregelen werkt en of het anders/beter kan gekund. Hoe dan ook, de afgelopen maanden sinds oktober 2023 is via onder andere meldingen van eigenaren steeds meer helder geworden, dat er grootschalige grondwateroverlast bij en in woningen is. Wegens de uitzonderlijk grote hoeveelheid neerslag die toen viel kan uit deze overlast niet worden opgemaakt dat de maatregelen sinds 2002 (en eerder) tegen de overlast door het stoppen van de winningen onvoldoende zijn geweest. Evenmin kunnen we vaststellen of de bovengrondse afwatering via oppervlaktewater en de ondergrondse riolering voldoende afwatering bieden. *Het laat zien dat het systeem als geheel, de waterhuishouding incl. de uitgevoerde maatregelen, momenteel (juni 2024) niet in staat is om het grondwater in goede banen te leiden. Dit vereist meer uitzoekwerk en nader onderzoek (Deel I). Dat kan parallel gestart worden om geen tijd te verliezen.* Er zal daarbij onderscheid gemaakt kunnen worden tussen weersomstandigheden waarvoor normen, streefwaarden en doelen worden gehanteerd, en situaties van overlast die zo extreem zijn, dat ze daarbuiten vallen. Normen, streefwaarden en doelen hangen altijd samen met het bedrag dat de maatschappij ervoor over heeft om risico's op schade te voorkomen.

*Het probleem van de grondwateroverlast is aanwezig (juni 2024) en dient op korte termijn met maatregelen aangepakt te worden.* De belangrijkste concrete maatregel in het bebouwd gebied betreft het afpompen van grondwater, met daling van grondwaterstand tot gevolg, en afvoeren naar de boezem van Rijnland, al dan niet via poldergemalen. De boezemgemalen moeten het afvoeren naar het buitenwater, zoals boezemgemaal Spaarndam loost op het IJ (onder beheer van Rijkswaterstaat). Dit kunnen de bewoners, huiseigenaren, eigenaren van bedrijven oppakken, bij voorkeur samen met de gemeente (ontvangen van water), die samenwerkt met het hoogheemraadschap (ontvangen en afvoeren van water), alle onder toezicht van de provincie Noord-Holland. Samenwerking onder regie, met concreet resultaat buiten in het gebied. We schrijven nu juni 2024, binnen 5 à 6 maanden is het herfst 2024. Tegen die tijd daalt de verdamping, komt het neerslagoverschot op gang als het regent, met als gevolg dat grondwateraanvulling gaat plaatsvinden en grondwaterstanden gaan stijgen.

Het afpompen van grondwater moet technisch goed uitgevoerd worden, waarbij het lijkt dat verticale drainage met pompen beter zou kunnen voldoen dan horizontale drainage met pompen. Als de horizontale buizen rondom woningen bijvoorbeeld niet diep genoeg liggen en in beperkte mate de grondwaterstand onder een woning beïnvloeden, dan is deze maatregel minder geschikt. De technische kwestie van 'drainage' behoeft op korte termijn een advies van bijvoorbeeld een kleine groep experts op het vlak van ontwatering, drainage, afwatering en pompsystemen.

#### 6.4 Acties middellange termijn (tot 2030-2035)

Het is zaak om nu een slagvaardige taakgroep op te tuigen, die de samenwerking regelt en langjarig regie voert op een structureel programma en proces ten aanzien van operationeel en tactisch grondwaterbeheer in de streek. Dit team kan gevormd worden vanuit bestaande organisaties en inwoners. De gemeente is verantwoordelijk voor het grondwater binnen de gemeente (Waterwet, Wet milieubeheer, Omgevingswet). De provincie is de strategisch beheerder van het grondwater in de streek (Waterwet).

Als er nu concrete, operationele maatregelen getroffen worden, waarbij op korte termijn parallel een evaluatie start inzake de werking van de lokale én regionale waterhuishouding, dan kan er tijd en ruimte gemaakt worden voor een programma waarin de operationele maatregelen een plek hebben én er parallel en tijdig aan structurele maatregelen wordt gewerkt. Een soort deltaplan voor de streek, waarin concreet ook aan klimaatadaptatie wordt gewerkt.

## 6.5 Conclusies en aanbevelingen

We concluderen dat het op korte termijn (zomer 2024) nodig is extra maatregelen te treffen tegen grondwateroverlast in de gemeente. Grondwater oppompen en afvoeren, daar waar overlast is. Daarnaast zijn reeds getroffen maatregelen sinds 2002 deels niet effectief (genoeg) gebleken en deels niet expliciet onderzocht op hun hydrologische werking (Wareco, 2021a). De aard, omvang en locaties van getroffen maatregelen is onderwerp van onderzoek en evaluatie.

De aanbevelingen van dit rapport *voor de gemeente* ten aanzien van getroffen en snel te treffen maatregelen zijn in volgorde:

- a. Communiceer tijdig, helder en duidelijk naar inwoners over de taak en rol van de gemeente en de kortetermijnoplossingen;
- b. Werk samen met de inwoners;
- c. Maak een concreet actieplan voor korte-termijn 'pompen en afvoeren' binnen de gemeente, daar waar overlast plaatsvindt. Houd er daarbij sterk rekening mee dat de overlastsituatie voortduurt, dan wel terugkeert vanaf de herfst van 2024;
- d. Vind ondersteuning en draagvlak bij medeoverheden en inwoners voor dit actieplan; met name ook bij andere gemeenten in de kuststreek van (Zuid- en) Noord-Holland;
- e. Organiseer met betrokkenen en wettelijk verantwoordelijken een middellangetermijn-aanpak van mogelijke wateroverlast en grondwateroverlast; geleid door een team met een regisseur en met mandaat van de provincie;
- f. Zet op korte termijn een technisch georiënteerd nader onderzoek uit, dat binnen een jaar een toets oplevert van de huidige werking van de waterhuishouding in de streek. Toetsen op grondwateroverlast met gebied-specifieke doelen voor ontwatering en afwatering. Baseer op de uitkomsten ervan een meerjarige aanpak van grondwateroverlast voor de middellange termijn (tot 2030-2035).

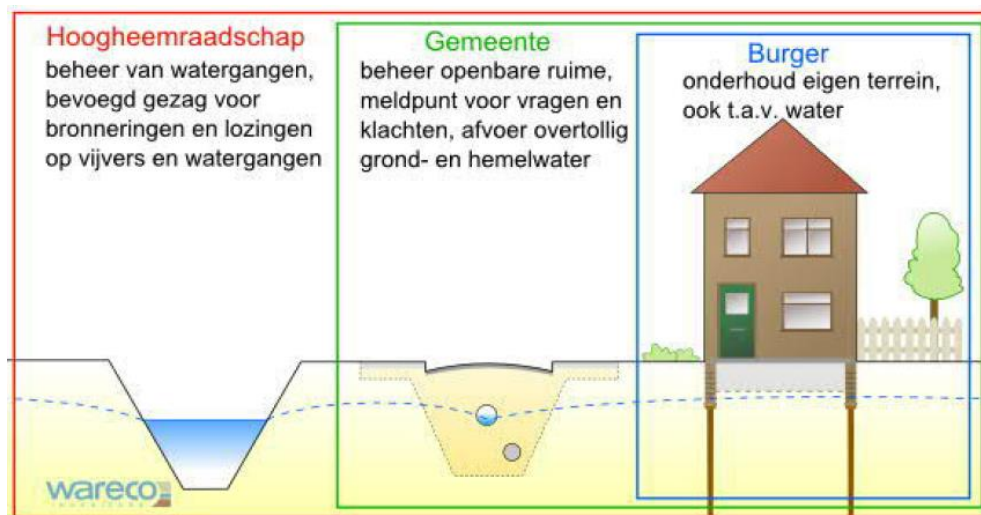
## 7 Verantwoordelijkheden van betrokkenen

### 7.1 Inleiding

Het grondwater in Nederland is niemands eigendom (Hennekens, 1999). Het beleid erover en het beheer ervan is wel geregeld, te beginnen in wetten. De wetgeving voor water en waterbeheer vinden we terug in meerdere wetten, onder andere:

- a. Waterwet
- b. Omgevingswet
- c. Wet milieubeheer

Daarin staan wettelijke verantwoordelijkheden, taken en bevoegdheden van afzonderlijke (overheid)organisaties benoemd (Figuur 34). Omdat er soms sprake is van overlap, grijze gebieden en in de praktijk dan wel collegiaal bestuur van die organisaties, is het zaak om samen af te spreken, wie het mandaat heeft inzake grondwateroverlast en het reduceren en oplossen daarvan, buiten in het veld.



Figuur 34. Taken en verantwoordelijkheden in grondwaterbeheer van hoogheemraadschap (rode lijn, omhullend), gemeente (groene lijn) en burger (blauwe lijn; bron: Wareco (2021a)). De provincie is volgens de Waterwet toezichthouder op gemeente en hoogheemraadschap en strategisch grondwaterbeheerder.

### 7.2 Overheden en instanties – verantwoordelijkheden en taken gemeente

Langjarig beleid en beheer op basis van wetgeving en van de thematiek is nodig voor het aanpakken van de overlast, waarin ook de inwoners/huis-grond-eigenaren een rol, taak en verantwoordelijkheid dragen. Provinciale waterplannen vormen de formele kapstok voor het waterbeheerplan van het waterschap en het waterplan van de gemeente. Deze zouden dan op hun beurt weer inhoudelijk verbonden moeten zijn met plannen inzake ruimtelijke ordening en bestemmingsplannen en Rijksplannen voor water van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Voorbeelden van een gemeenteplan en een lijst met (water)maatregelen in zo'n plan zijn:

- a. Gemeente Velsen, 2016, bestemmingsplan Duingebied<sup>15</sup>

<sup>15</sup> [https://www.nwro.velsen.nl/ruimtelijkeplannen/NL.IMRO.0453.BPo600DUINGEBIED1-O001/t\\_NL.IMRO.0453.BPo600DUINGEBIED1-O001.html](https://www.nwro.velsen.nl/ruimtelijkeplannen/NL.IMRO.0453.BPo600DUINGEBIED1-O001/t_NL.IMRO.0453.BPo600DUINGEBIED1-O001.html)

- b. Gemeente Bloemendaal, 2007, met maatregelentabel gemeentelijk waterplan (MS Excel sheet)<sup>16</sup>

Gemeenten hebben wettelijk gezien een rol, taken en verantwoordelijkheden, die op hun beurt uitmonden in een rol- en taakopvatting in de praktijk. Het hoogheemraadschap is daarbij een gelijke waterpartner, de provincie ook, waarbij de provincie daarnaast inzake waterbeheer toezichthouder op de gemeente is. De perceeleigenaar heeft op en onder zijn/haar eigendom zelf de taak voor het grondwater.

De gemeente is de grondwaterbeheerder en heeft ontvangstplicht voor het water dat de eigenaar af wil voeren. Zie (4-6-2024)<sup>17</sup>:

*"Gemeenten hebben een grondwatertaak (voorheen heette dit grondwaterzorgplicht). Het betekent dat zij in openbaar gebied maatregelen moeten treffen om nadelige gevolgen van de grondwaterstand zo veel mogelijk te voorkomen of te beperken. De maatregelen zijn vooral gericht op de waterhuishouding."*

Als we ons richten op hoge grondwaterstanden en afvoer, dan ontstaat de volgende situatie. De bewoner voert overtollig water (regenwater, grondwater, ...) af vanaf zijn eigendom. Dit water wordt dan door de gemeente 'in ontvangst' genomen. De gemeente kan dit water via het riool afvoeren (al dan niet naar een RWZI van het hoogheemraadschap van Rijnland) en/of elders in de buurt via infiltratie weer onderdeel laten worden van grondwater. Als overal het grondwater hoog staat, dan kan er weinig tot geen infiltratie naar het grondwater plaatsvinden. Als het riool te veel wateraanbod krijgt, is het rioolsysteem 'vol'. Als het grondwater blijft toestromen van de zijkant of van beneden (kwel), dan kan de bewoner het grondwater niet kwijt. Dat grondwater kan bij de burens 'stroomopwaarts' vandaan komen. Deze burens kunnen burgers zijn, maar ook een terreinbeheerder of een overheid. Om een lang verhaal kort te maken: samenwerking tussen betrokkenen is noodzakelijk, met respect voor rol, taak en verantwoordelijkheid van betrokkenen. De gemeente is beheerder van het grondwater in de gemeente en is het loket voor haar burgers.

Omgevingswet – artikel 2.16.1.a.2 inzake gemeentelijke taken voor de fysieke leefomgeving luidt:

*"het treffen van maatregelen in het openbaar gemeentelijke gebied om structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de op grond van deze wet aan de fysieke leefomgeving toegedeelde functies zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover het treffen van die maatregelen doelmatig is en niet op grond van artikel 2.17, 2.18 of 2.19 tot de taak van een waterschap, een provincie of het Rijk behoort".*

### 7.3 Eigenaren

In het landelijk gebied is de aanvoer en afvoer van oppervlaktewater de taak van het hoogheemraadschap en de ontwatering van de landbouwpercelen de taak van de perceeleigenaar.

In het bebouwd gebied dragen eigenaren van percelen, huizen en bedrijven zorg voor water op en in hun terrein en huizen. Zie (4-6-2024)<sup>18</sup>:

*"Een perceel-/gebouweigenaar heeft ook een eigen verantwoordelijkheid om te zorgen voor de goede staat van zijn perceel en de werken en gebouwen op dat perceel."*

---

<sup>16</sup> <https://gemeenteraad.bloemendaal.nl/Documenten/A33b-Maatregelentabel-2024000815.pdf>

<sup>17</sup> <https://iplo.nl/thema/water/stedelijk-afvalwater/stedelijk-waterbeheer/grondwatertaak-gemeente/>

<sup>18</sup> <https://iplo.nl/thema/water/beheer-watersysteem/wateroverlast/grondwateroverlast/>

In het Burgerlijk Wetboek 5, titel 4, artikel 39 staat te lezen<sup>19</sup>:

*"De eigenaar van een erf mag niet in een mate of op een wijze die volgens artikel 162 van Boek 6 onrechtmatig is, aan eigenaars van andere erven hinder toebrengen door wijziging te brengen in de loop, hoeveelheid of hoedanigheid van over zijn erf stromend water of van het grondwater, dan wel door gebruik van water dat zich op zijn erf bevindt en in open gemeenschap staat met het water op eens anders erf."*

Een van de vragen over grondwateroverlast bij een gebouw door (te) hoge grondwaterstanden is hoe die hoge grondwaterstanden en diens gevolge grondwaterstroming tot stand komt.

Dat kan in het geval van de situatie in de Gemeente Bloemendaal een gevolg zijn van een combinatie van (in ruimte en tijd specifiek):

- a. Groter aanbod van grondwater door het verminderen van grondwateronttrekkingen in de duinen;
- b. Groter aanbod van grondwater door een groot neerslagoverschot in de gehele streek;
- c. Minder afvoer van grondwater via duinbeken en duinrellen in duinen, binnenduinrand en benedenstrooms richting boezemland;
- d. Minder en minder goed werkende maatregelen (aard, omvang, functioneel) tegen grondwateroverlast dan gedacht, gepland en uitgevoerd in het bebouwd gebied;
- e. Hogere waterpeilen in polders;
- f. Structurele vermindering van de ontwatering en afwatering in bestaand bebouwd gebied door inbreiding van de afgelopen 10-30 jaar.

Als hoge grondwaterstanden onder of bij een gebouw lokaal zijn veroorzaakt door de eigenaar (met perceel, werken en gebouwen), dan levert dat een andere situatie op qua verantwoordelijkheid. Hier zal juridisch nader onderzoek plaats moeten vinden.

#### 7.4 Communicatie van/naar eigenaren naar/door gemeente

Het proces, de organisatie en de communicatie van en naar eigenaren en inwoners naar en door de gemeente dienen 'beperking en oplossing van grondwateroverlast' (zie ook Hoofdstuk 6) als inhoudelijk doel te hebben. Tijdigheid, transparantie, feitelijkheid van oorzaken en gevolgen, taakopvatting, rolbewustheid, verwachtingen over en weer bepalen, een luisterend oor en locatiebezoek bij overlast zijn belangrijke elementen voor de gemeente Bloemendaal.

Uit het grondwaterbeleidsplan van de gemeente (Wareco, 2021b):

Vooralsnog verstrekken de gemeenten informatie (met maatwerk) in het kader van het behandelen van overlastmeldingen. Verder communiceren de gemeenten met bewoners en bedrijven in het kader van voorgenomen werken in de openbare ruimte. In het kader van een project worden nieuwsbrieven, inloopbijeenkomsten met uitleg en toelichting opgezet. Daarbij wordt soms, als het nodig is omdat er een verhoogd risico is op grondwateroverlast of -onderlast, ingegaan op grondwatertechnische aspecten. Deze activiteiten worden in stand gehouden.

---

<sup>19</sup> [https://wetten.overheid.nl/BWBR0005288/2024-01-01#Boek5\\_Titeldeel4](https://wetten.overheid.nl/BWBR0005288/2024-01-01#Boek5_Titeldeel4)

En uit het grondwaterbeheerplan van de gemeente (Wareco, 2021a):

De gemeente onderneemt onder meer de volgende activiteiten in dit kader:

- communiceren met inwoners en bedrijven, verlenen van goede service, indien sprake is van grondwaterproblemen;
- inzicht geven in de grondwaterstanden in stedelijk gebied, met behulp van het grondwatermeetnet en het grondwatermodel;
- beoordelen of, waar en wanneer de aanleg van waterbeheersende maatregelen (bijvoorbeeld drainage of drainage-infiltratiesystemen) doelmatig is, uitvoeren waar doelmatig;
- het onderhouden van de grondwatervoorzieningen;
- het in ontvangst nemen en verwerken van overtollig grondwater van particulier terrein, indien doelmatig;
- duidelijk maken welke waterbeheersende maatregelen bij nieuwbouwlocaties passend zijn, of redelijkerwijs verwacht mag worden dat particulieren hemelwater op eigen terrein verwerken;
- bij nieuwbouw ervoor zorgen dat een hoge of lage grondwaterstand niet tot problemen leidt;
- zoveel mogelijk voorkomen dat bij bouw- en civieltechnische werken (zoals bij een rioolvervanging) grondwaterproblemen ontstaan.

De bestuurders (B&W, gemeenteraad) en de betrokken ambtenaren hebben hier allen een rol in te vervullen.

Dat geldt ook voor inwoners inzake het doen van meldingen, het documenteren van de overlast en eventuele schade, het voeren van briefwisselingen etc.

Nadere evaluatie over de communicatie tussen gemeente en betrokken burgers is nuttig en nodig, met als doel verbetering van de onderlinge communicatie, ter begeleiding van de samenwerking en van de beperking en indien mogelijk oplossing van de grondwateroverlast (als hoger doel).

## 8 Financiering van beheersing grondwateroverlast

Dit hoofdstuk gaat over kosten en wie betaalde en betaalt wat aan deze kosten (kostentoedeling):

- a. ter preventie van schade en grondwateroverlast;
- b. ter adaptatie en mitigatie van deze overlast;
- c. ter genezing en reparatie van geleden schade.

Uit de voorgaande hoofdstukken blijkt meteorologisch, hydrologisch, wettelijk en bestuurlijk de kwestie 'grondwateroverlast' een meerkoppig wezen te zijn. Kosten en investeringen in de streek zijn zowel gemaakt als gedaan door betrokken overheden zoals het Rijk (o.a. via subsidies, zie Van Brussel en Veel, 2007; Kuipers en Van Rijn, 2012), Provincie Noord-Holland, Hoogheemraadschap van Rijnland, PWN, Gemeente Bloemendaal, als ook door eigenaren van gebouwen.

De grondwateroverlast sinds oktober 2023 is onderwerp van onderzoek. Er wordt schade geleden en er is overlast, er worden kosten gemaakt door diverse partijen om de overlast te beperken. Wie maakt en heeft anno nu welke kosten en welke kosten horen bij wie? Welke kosten zijn gemoeid met de kortetermijnoplossing 2024/2025? Wie betaalt welk deel daarvan? Het wordt een vraag voor het nader onderzoek om hierop een antwoord te geven. Parallel kan een kostenraming gemaakt worden voor een middellange-termijnplan met uitvoering t/m 2035.

Een financieel expert zal in een nader onderzoek in moeten gaan op kosten en kostentoedeling, nu (2024/2025) en de komende jaren (zichttijd 2030-2035 en 2050).

Inzake doelmatige besteding van financiële middelen door de overheid en door eigenaren van percelen en gebouwen kan wellicht een regionale Maatschappelijke Kosten en Baten Analyse (MKBA) soelaas bieden (zie bijvoorbeeld CPB/PBL, 2013).

## Referenties

- Anonymous** (2000) Nattere Kennemerduinen én kelders; in: *H<sub>2</sub>O*, vol 21, pag. ——— (?) De Relle van Bentveld.
- Arcadis** (2023) M.e.r.-beoordelingsnotitie – Uitbreiding productiecapaciteit Amsterdamse Waterleidingduinen.
- Aveco de Bondt en Fugro** (2022) Kennisprogramma Bodemdaling. Factsheet – standaard voor een ‘actief grondwaterpeilbeheer’ systeem.
- Baggelaar, P.K.** (2004) Schets van de nieuwe grondwatersituatie in het westelijk duingebied van Zuid-Kennemerland. Icastat 1-59.
- (2006) Evaluatie hydrologische effecten stopzetten grondwaterwinning PWN in Zuid-Kennemerland. Icastat 78.
- Beets, W., E. Hagens en M. Ten Hagen** (2015) Dweilen voor kraan open gaat; in: *H<sub>2</sub>O online*, vol 16 november 2015, pag.
- De Vries, J.J.** (1982) Anderhalve eeuw hydrologisch onderzoek in Nederland: overzicht van de ontwikkeling van de wetenschappelijke kennis van het water in Nederland tussen 1830 en 1980, beschouwd vanuit een geohydrologische gezichtshoek; Rodopi, Amsterdam.
- Deltares** (2022) Effecten klimaatverandering binnenduinrand Noord-Holland.
- Ecologische Autoriteit** (2024) Advies over de Natuurdoelanalyse Kennemerland-Zuid.
- gemeente Bloemendaal, hoogheemraadschap van Rijnland en Wareco** (2007) Waterplan Bloemendaal – voorontwerp. Definitief.
- Grontmij** (1999) Beëindigen PWN-winningen Zuid-Kennemerland. Grondwateronderzoek naar de gevolgen voor de ontwatering in bebouwd gebied en beoordeling van de nodige maatregelen tegen grondwateroverlast. Grontmij Advies & Techniek bv 75.
- Hennekens, H.P.J.A.M.** (1999) Water. Een openbare zaak.
- hoogheemraadschap van Rijnland** (2004) Waterhuishoudkundige problemen in de duinstreek.
- (2020) Nota Peilbeheer.
- (2022) De blauwe lens op Kennemerland. Rijnlandse regionale klimaatvisie.
- Jansen, F.** (2013) Watersysteemanalyse de Veluwe. Op weg naar een helder beeld van het Veluwe water, Van Hall Larenstein, Arnhem.
- Kamps, P. en G. Nienhuis** (2023) Capaciteitsuitbreiding AWD van 70 naar 75 Mm<sup>3</sup>. Onderdeel grondwatermodellering. Waternet.
- Kamps, P.T.W.J. en T.N. Olsthoorn** (2001) Verdroging en vernatting van de AWD; in: *Landschap : tijdschrift voor landschapsecologie en milieukunde*, vol 18, no 3, pag 147-160.
- KNMI** (2023) KNMI’23 klimaatscenario’s voor Nederland. KNMI 64.
- Koenraadt, R., L. Geelen en W. Cornelissen** (2006) Oplossing voor verdroging Amsterdamse Waterleidingduinen komt dichterbij; in: *H<sub>2</sub>O*, vol 6, 2006.
- Kuiper, M. en C. Gijsbertsen** (2024) Grondwatersituatie winter 2023/2024 Bloemendaal. Aveco de Bondt.
- Kuiper, M.J. en H.J. Krajenbrink** (2013) Onderzoek grondwateroverlast regio Zuid-Kennemerland. Wareco ingenieurs.
- Kuipers, M. en J. Van Rijn** (2012) PWN herstelt wat verloren ging in Zuid-Kennemerland; in: *H<sub>2</sub>O*, vol 25/26, 2012.
- Leijnse, A.** (2002) Analyse wateroverlast Heemstede. TNO-NITG.
- Olsthoorn, T.N.** (2000) Een kleilaag met gaten? Naar aanleiding van vernattingsschade aan 47 percelen in de Duin- en Bollenstreek in 1997; in: *Stromingen (Netherlands)*, vol 6, no 4, pag 5-12.
- Provincie Noord-Holland** (1991) Duinrellen – provinciedekkend kaartmateriaal. Provincie Noord-Holland, Afdeling Water.

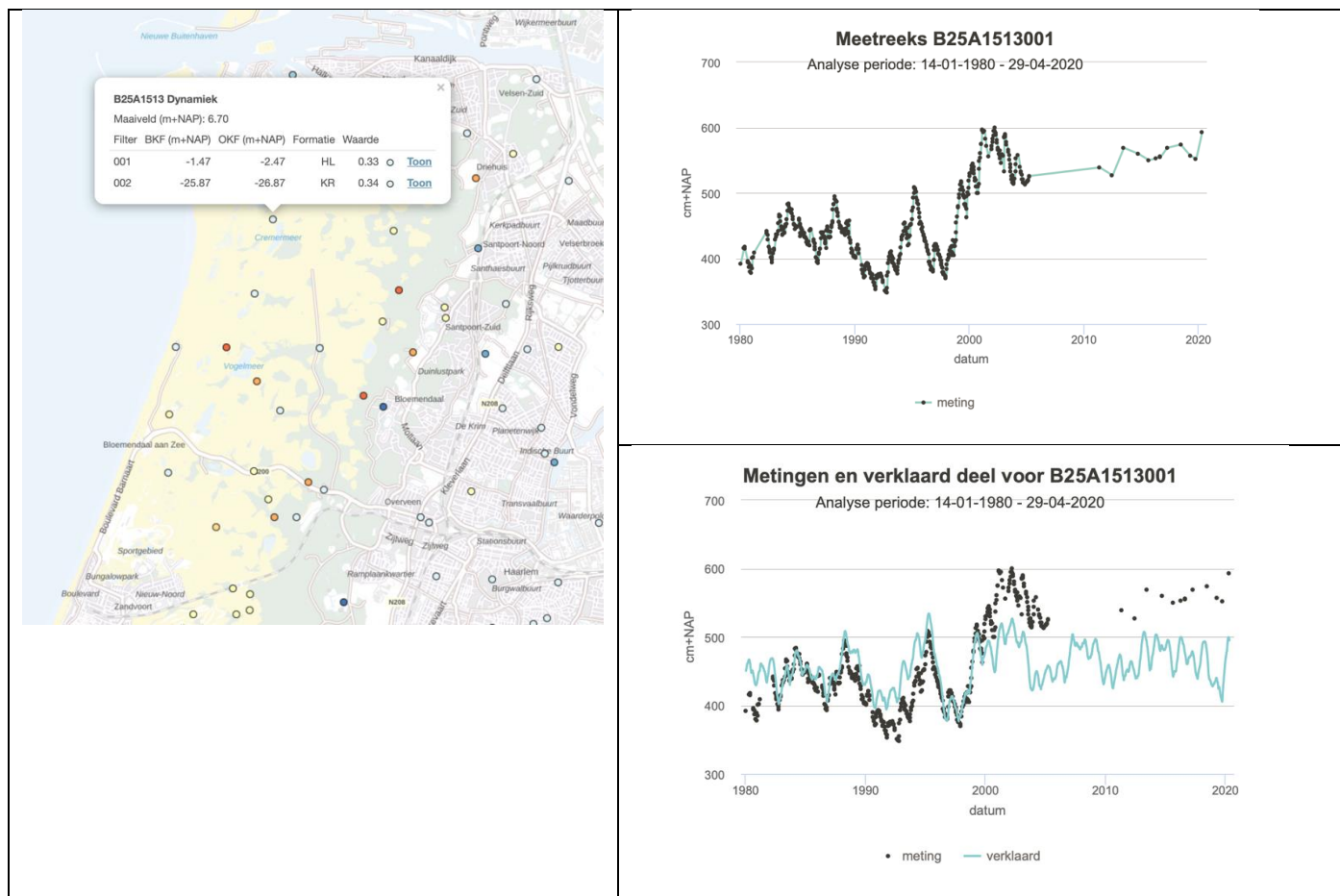
- (2023) Samenwerken aan een duurzame binnenduinrand. Startnotitie gebiedsproces Zuid-Kennemerland. PPLG Noord-Holland.
- Ribbius, F.J. en C. Kragt** (1954) Het verband tussen riolering en zuivering; in: *Publieke werken*, vol 10, 1954.
- Schaars, F., F. Van Vliet, W. Beekman, K. Maas en C. Schellingen** (2006) Optimalisatie natuur en waterwinning in de Amsterdamse Waterleidingduinen. Milieueffectrapport 'Korte termijn'. Deelrapport 'Hydrologie'. Kiwa, Oranjewoud & Artesia.
- Stichting Rioned** (2006) Stedelijke wateropgave. vergelijking normen voor water op straat en inundatie; 8.
- Ten Haaf, C. en T.W.M. Bakker** (1986) De duinzoom, een kansrijke gradiënt; in: *De Levende Natuur*, vol 87, no 5, pag 162-168.
- Van Brussel, J. en P. Veel** (2007) Verdroging Kennemerduinen bestreden; in: *H<sub>2</sub>O*, vol 18, 2007.
- Van Herwijnen, T.** (2003) Toepassing van tijdreeksanalyse van grondwaterpeilen; in: *Stromingen*, vol 9, no 2, 2003.
- Voortman, B.R., M. Van Huijgevoort en J.P.M. Witte** (2019) Verdamping van natuurterreinen berekend met AZURE. Parametrisatie van heide op basis van lysimetermetingen en een vergelijking met literatuorcijfers. KWR Watercycle Reserach Institute 47.
- Wareco** (2013) Onderzoek grondwateroverlast regio Zuid-Kennemerland.
- (2021a) Grondwaterbeheerplan gemeente Bloemendaal 2022-2026. Definitief.
- (2021b) Grondwaterbeleidsplan gemeenten Bloemendaal en Heemstede. Definitief.
- Waternet** (2024a) Bedrijfsplan infiltratie- en winning Amsterdamse Waterleidingduinen (2024-2029).
- (2024b) Versterken drinkwater- en natuurfunctie Amsterdamse Waterleidingduinen met oog voor de omgeving. Oplegnotitie.
- Witte, J.P.M., C.J.S. Aggenbach en J. Runhaar** (2007) Deel II. Grondwater voor Natuur; in: *Beoordeling van de grondwatertoestand op basis van de Kaderrichtlijn Water*, vol. RIVM rapport 607300003, 47-102. RIVM, Bilthoven.
- Wösten, J.H.M., F. De Vries, T. Hoogland, H.T.L. Massop, A. Veldhuizen, H. Vroon, J. Wesseling, J. Heijkers en A. Bolman** (2013) BOFEK2012, de nieuwe bodemfysische schematisatie van Nederland. Alterra 88.

## Bijlage A: Grondwaterstanden en tijdreeksmodellen met neerslag en referentiegewas-verdamping als invoer

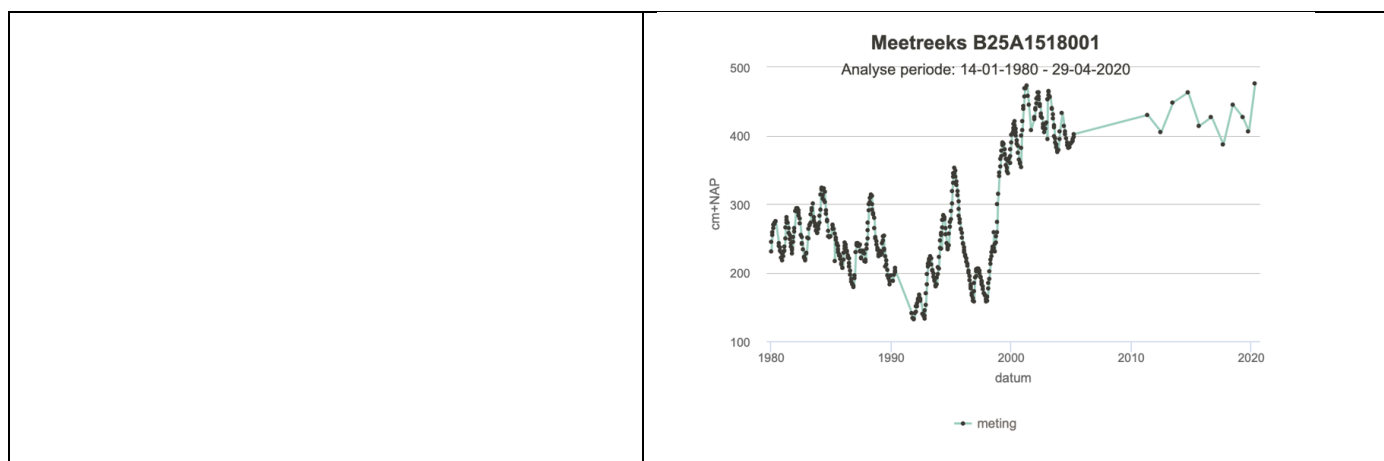
Voor de analyse van de grondwaterstanden beschikbaar op <https://grondwatertools.nl>, een website van de Geologische Dienst Nederland (onderdeel van TNO). Hiervoor hebben we verspreid over het gebied een aantal peilbuizen geselecteerd die 30 jaar of meer aan data hebben.

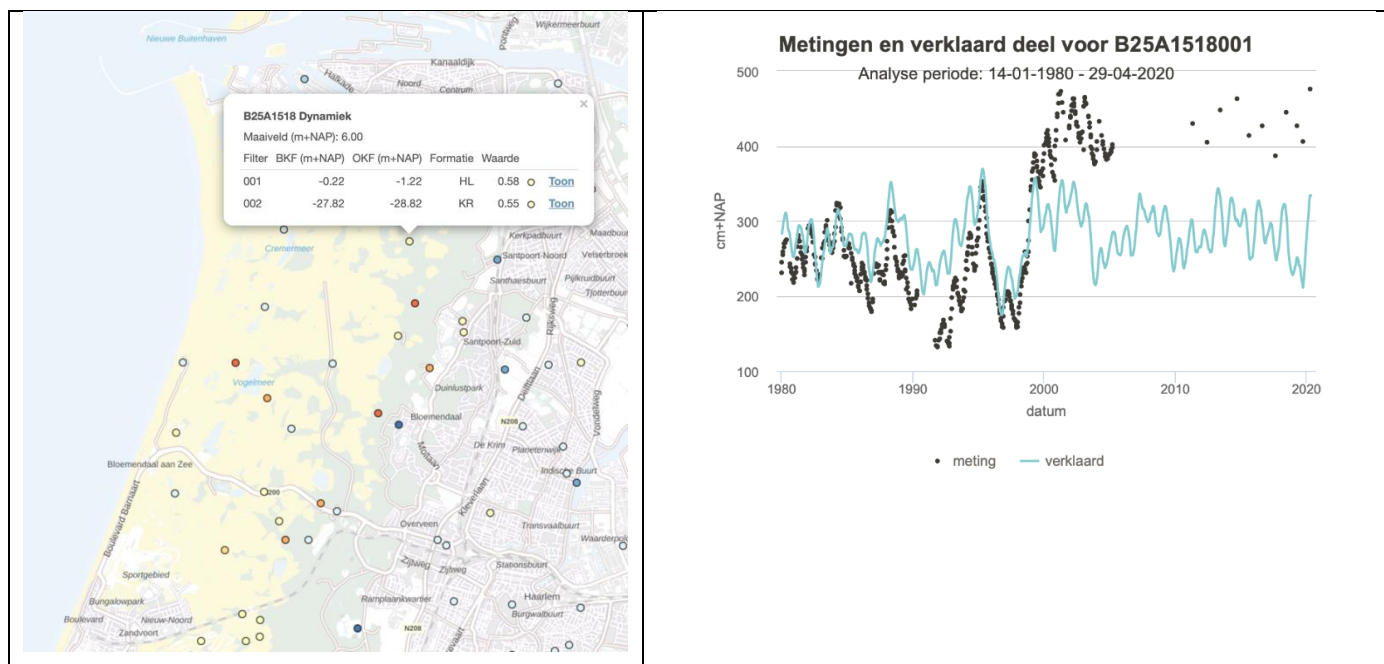
Naast de metingen zijn er tijdreeksmodellen gebruikt: deze kunnen de grondwaterstand voorspellen op basis van de **neerslag en de verdamping**. De tijdreeksmodellen geven aan hoeveel procent van de metingen “verklaard” kunnen worden door neerslag en verdamping. Invloed van onttrekkingen en van andere zaken zijn **niet** meegenomen.

Voor het overgrote deel van de meetlocaties zien we dat de grondwaterstanden stijgen en hoog blijven na ca. 1998. De tijdreeksmodellen laten zien dat met name het deel na ca. 1998 niet goed verklaard kan worden aan de hand van alleen neerslag en verdamping. Naarmate we dichterbij de woonkern komen is de stijging in grondwaterstand na ca. 1998 minder overtuigend.

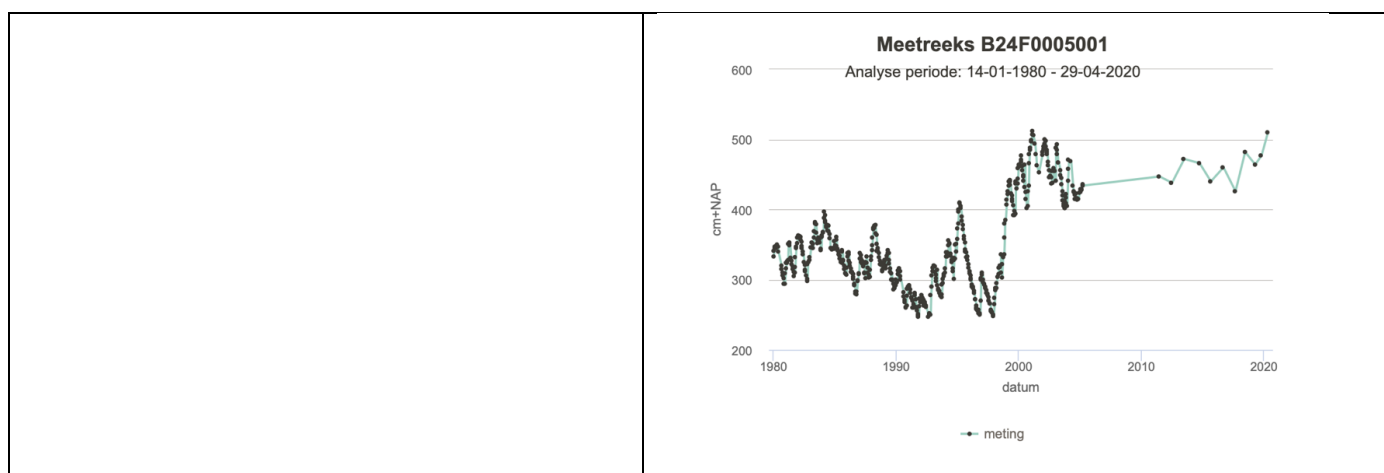


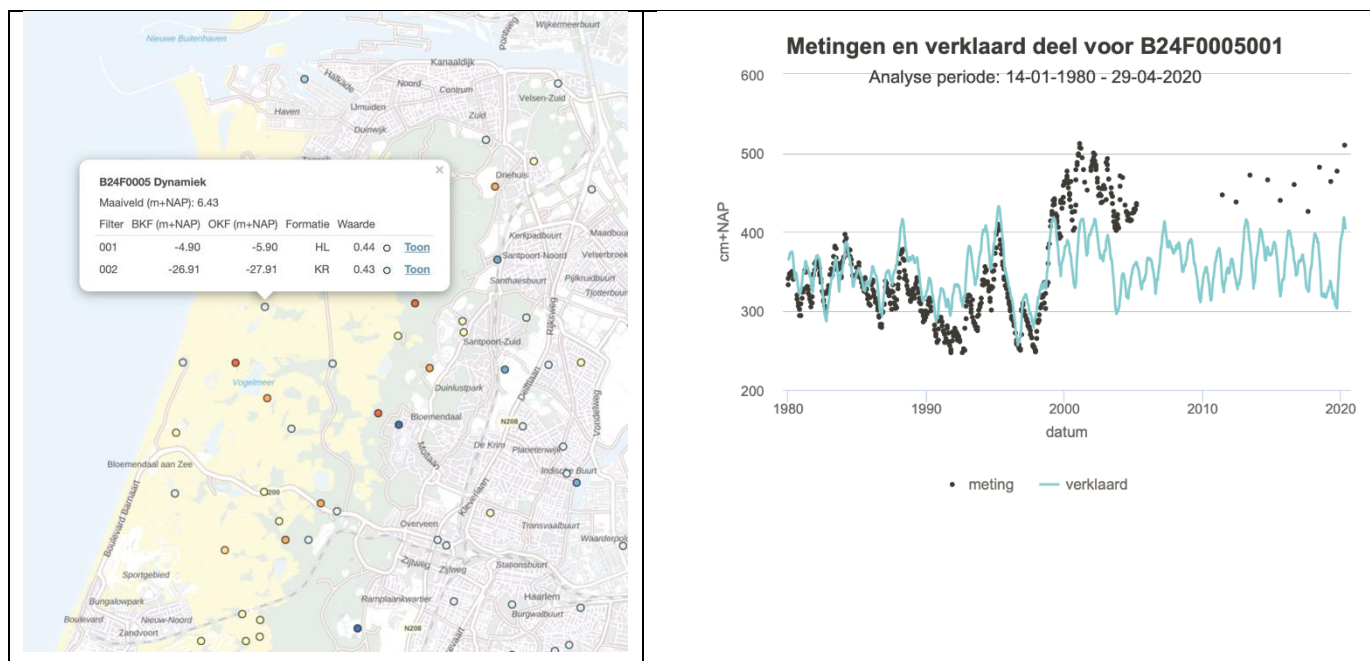
Figuur 35 Peilbuis B25A1513001. Verklaard door neerslag en verdamping: 50%.



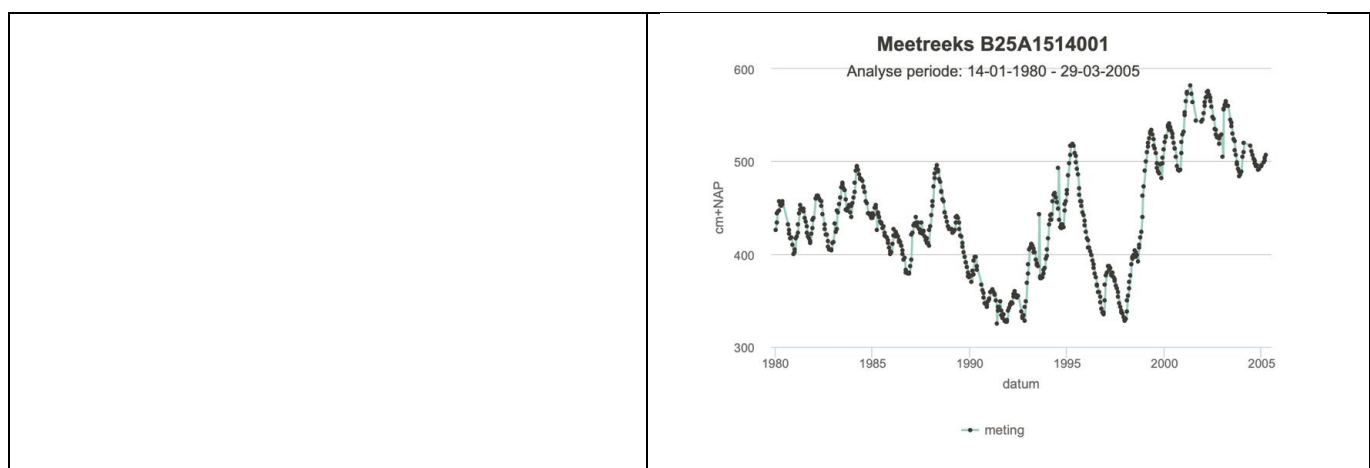


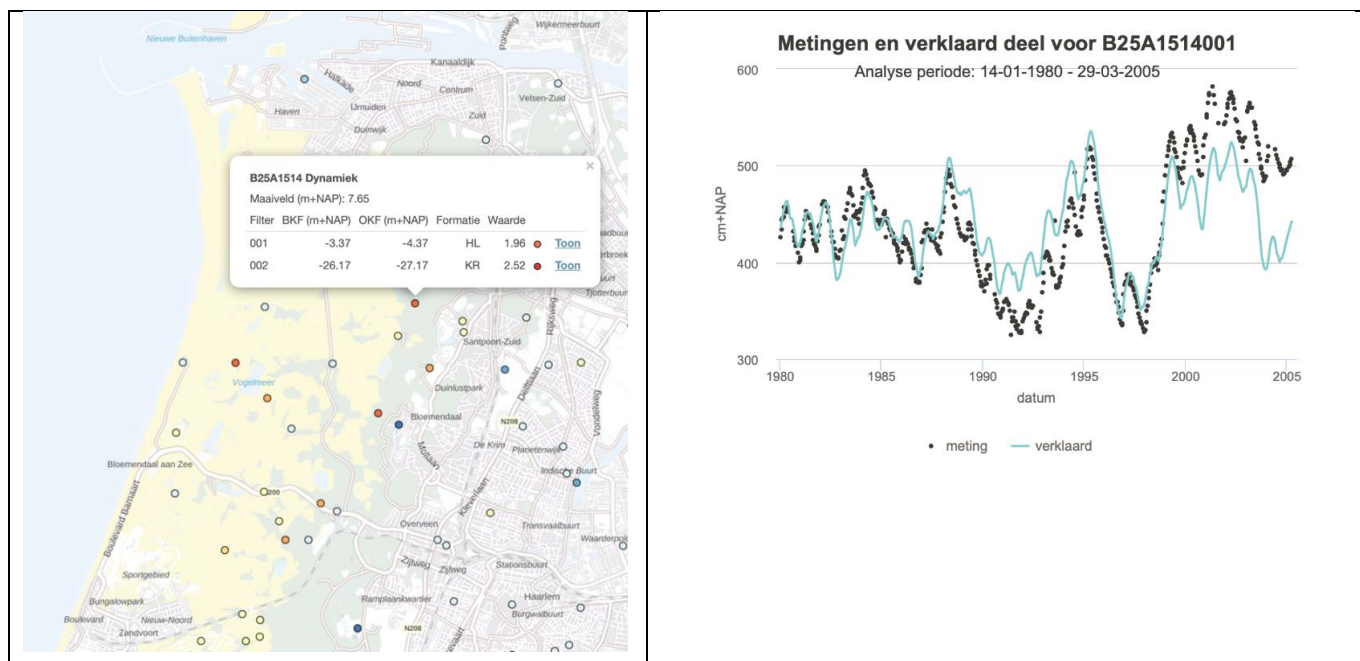
Figuur 36 Peilbuis B25A1518001. Verklaard door neerslag en verdamping: 32%.



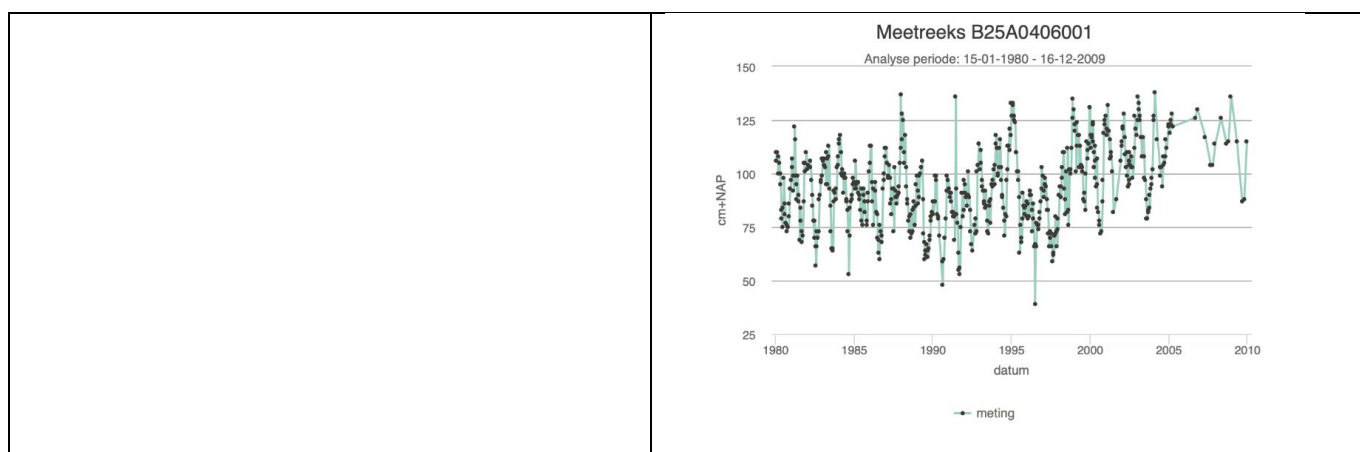


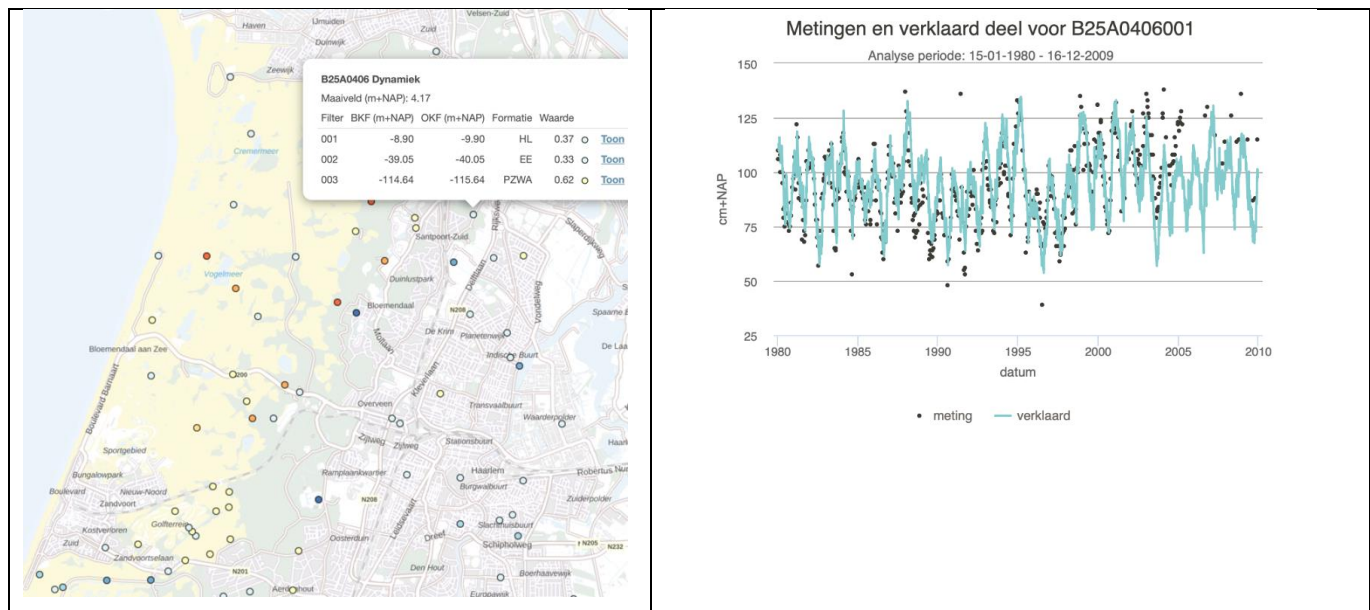
Figuur 37 Peilbuis B24F0005001. Verklaard door neerslag en verdamping: 40%.





Figuur 38 Peilbuis B25A1514001. Verklaard door neerslag en verdamping: 62%.

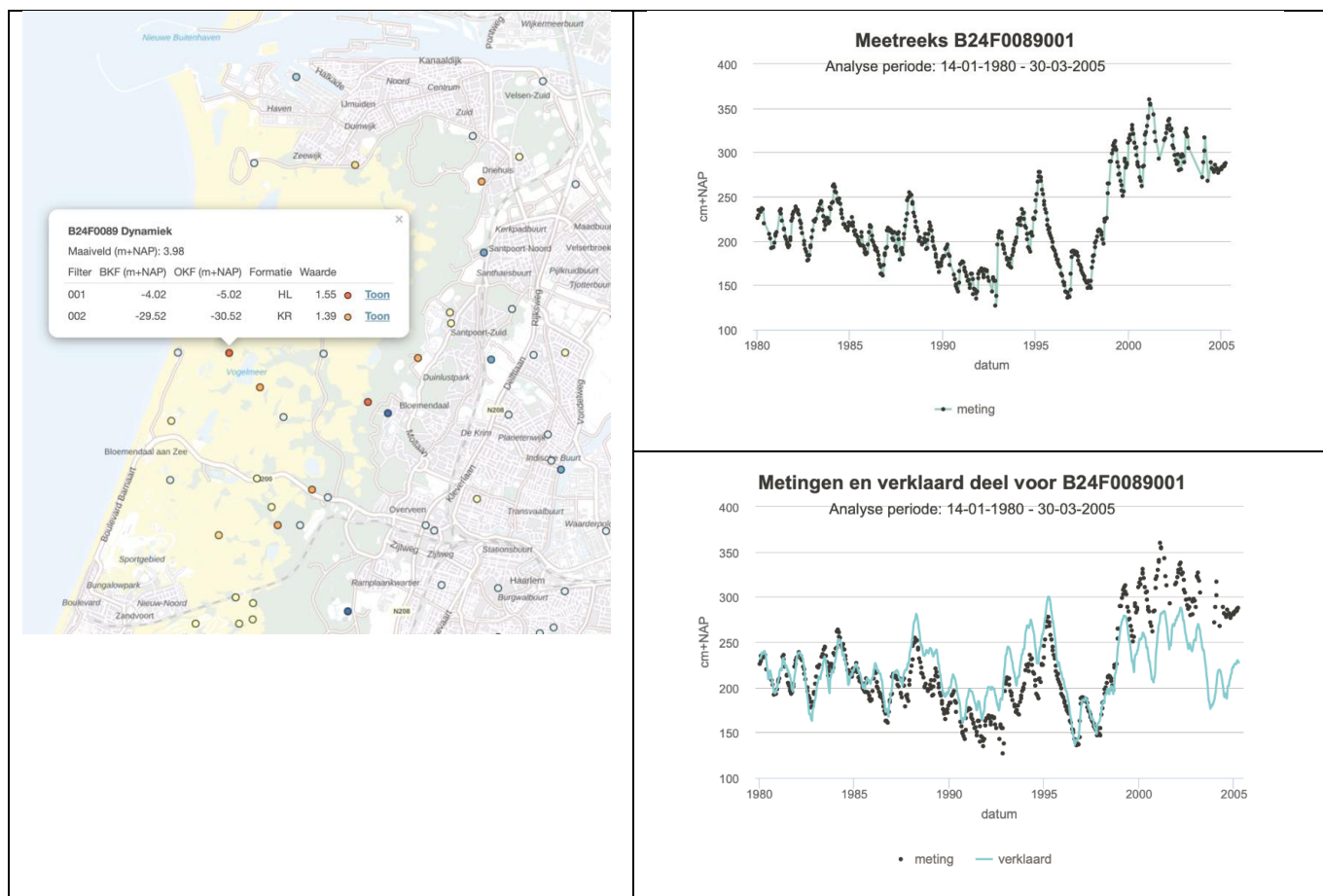




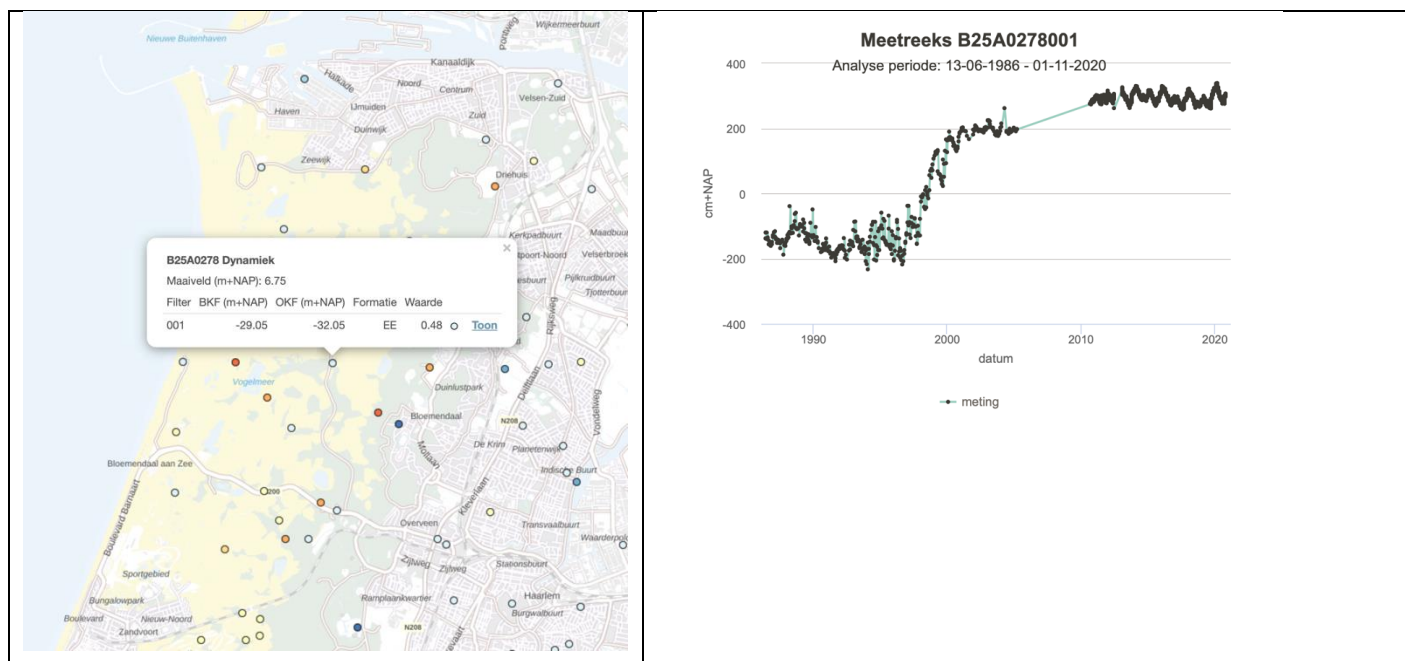
Figuur 39 Peilbuis B25A0406001 (ondiep filter). Verklaard door neerslag en verdamping: 69%.



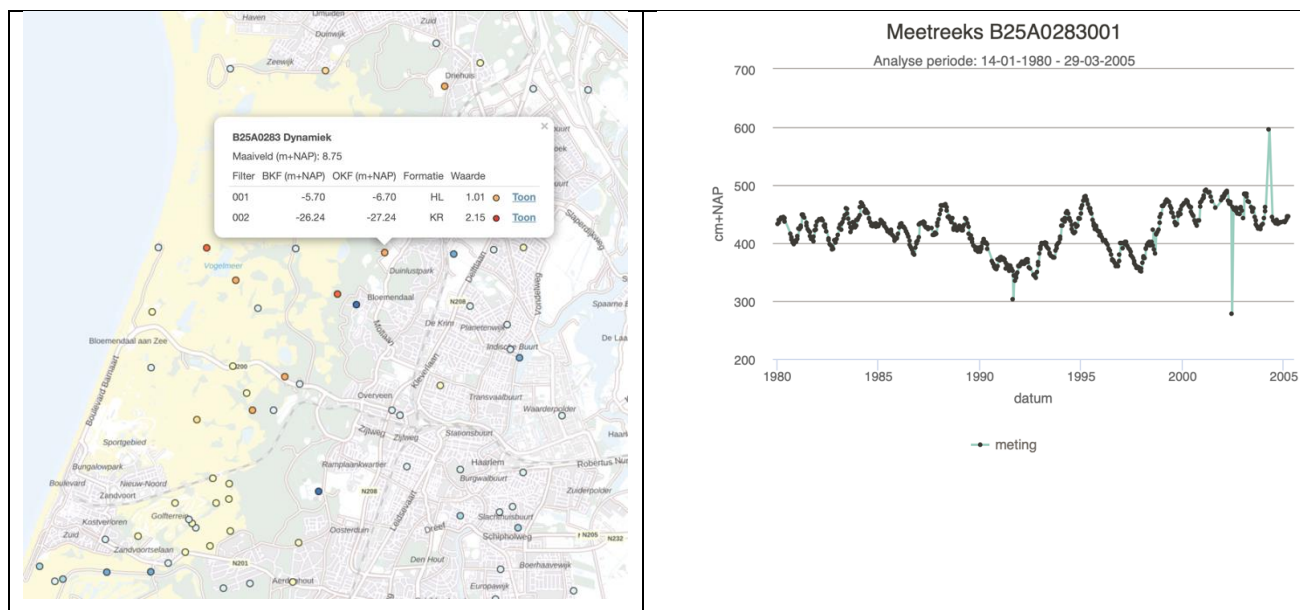
Figuur 40 Peilbuis B25A0406002 (diep filter). Tijdreeksmodel kon niet worden afgeleid.



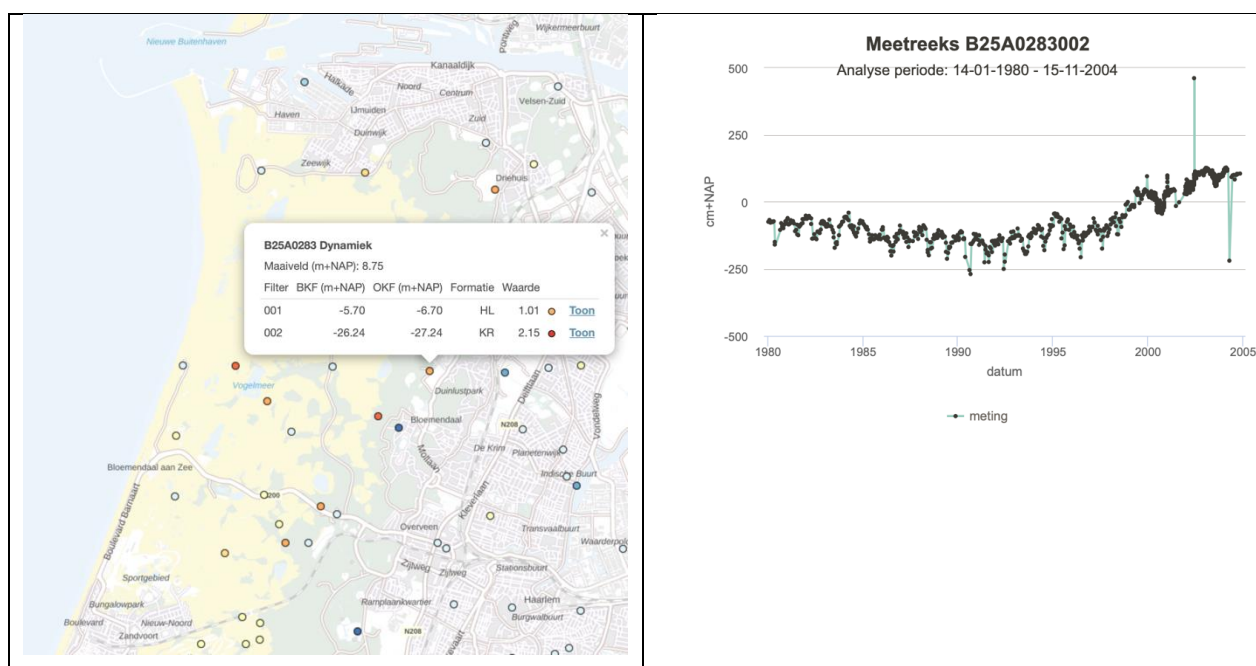
Figuur 41 Peilbuis B24F0089001. Verklaard door neerslag en verdamping: 58%.



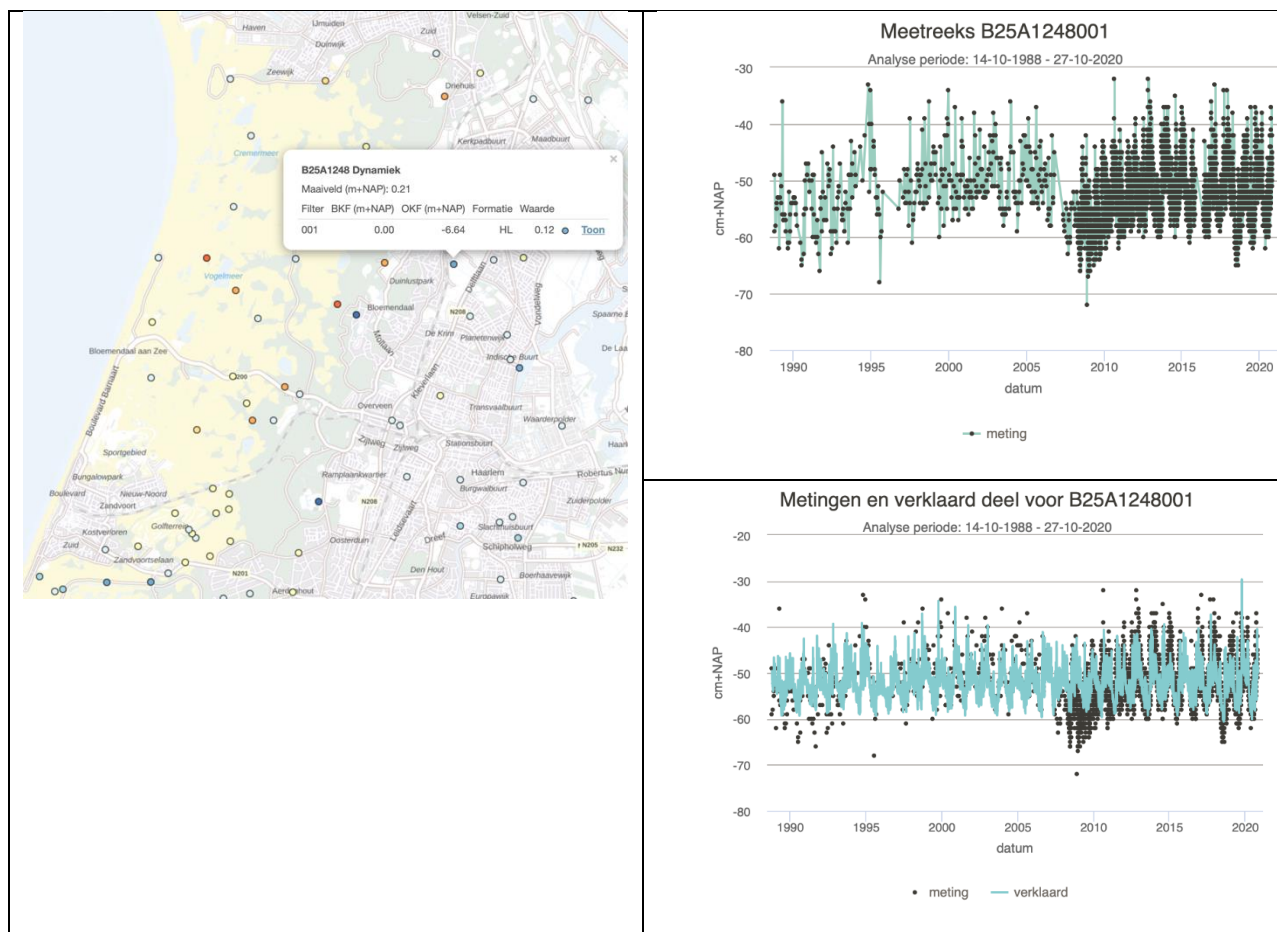
Figuur 42 Peilbuis B25A0278001 (diep filter). Tijdreeksmodel kon niet worden afgeleid.



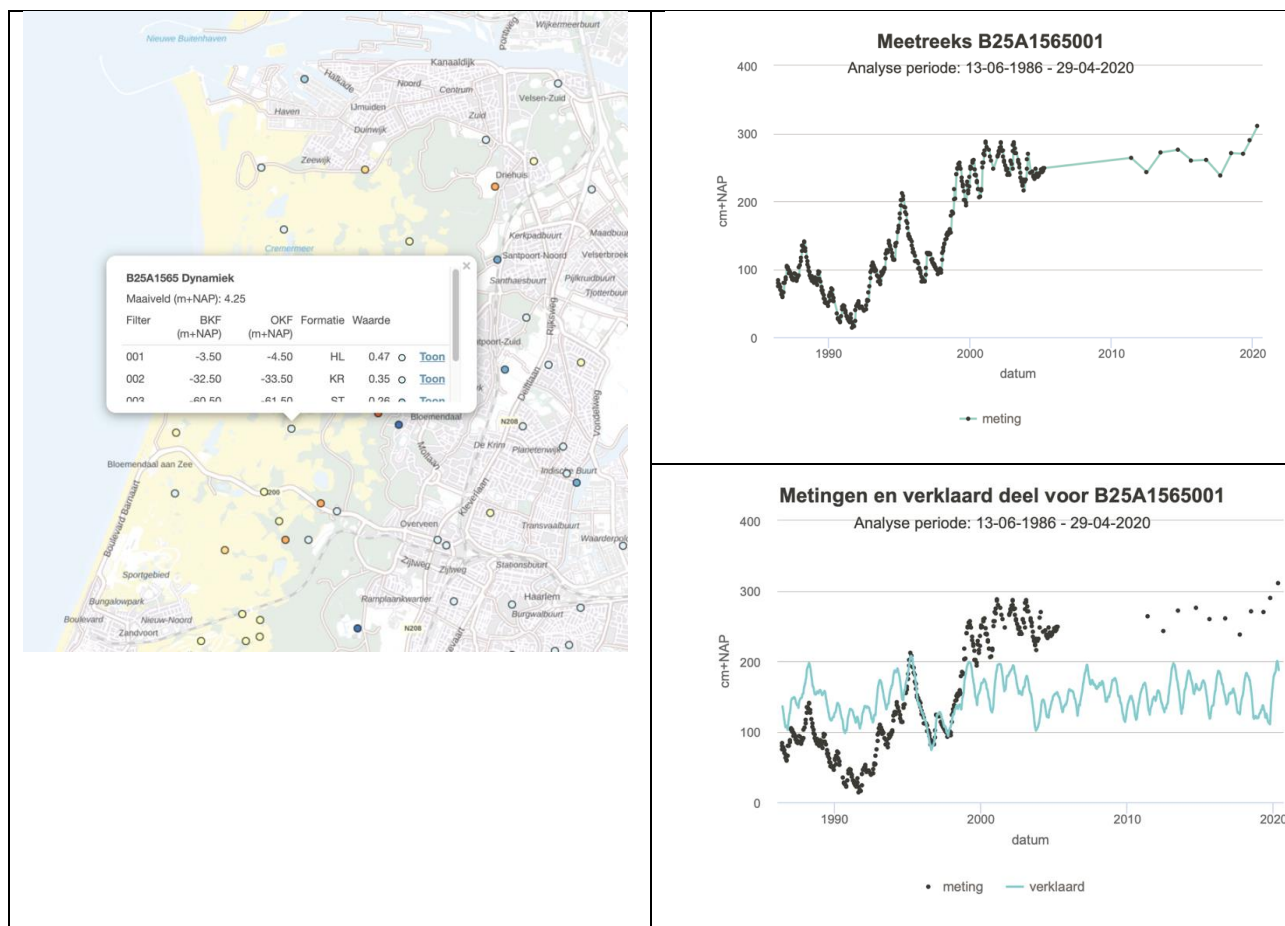
Figuur 43 Peilbuis B25A0283001 (ondiep filter). Tijdreeksmodel kon niet worden afgeleid.



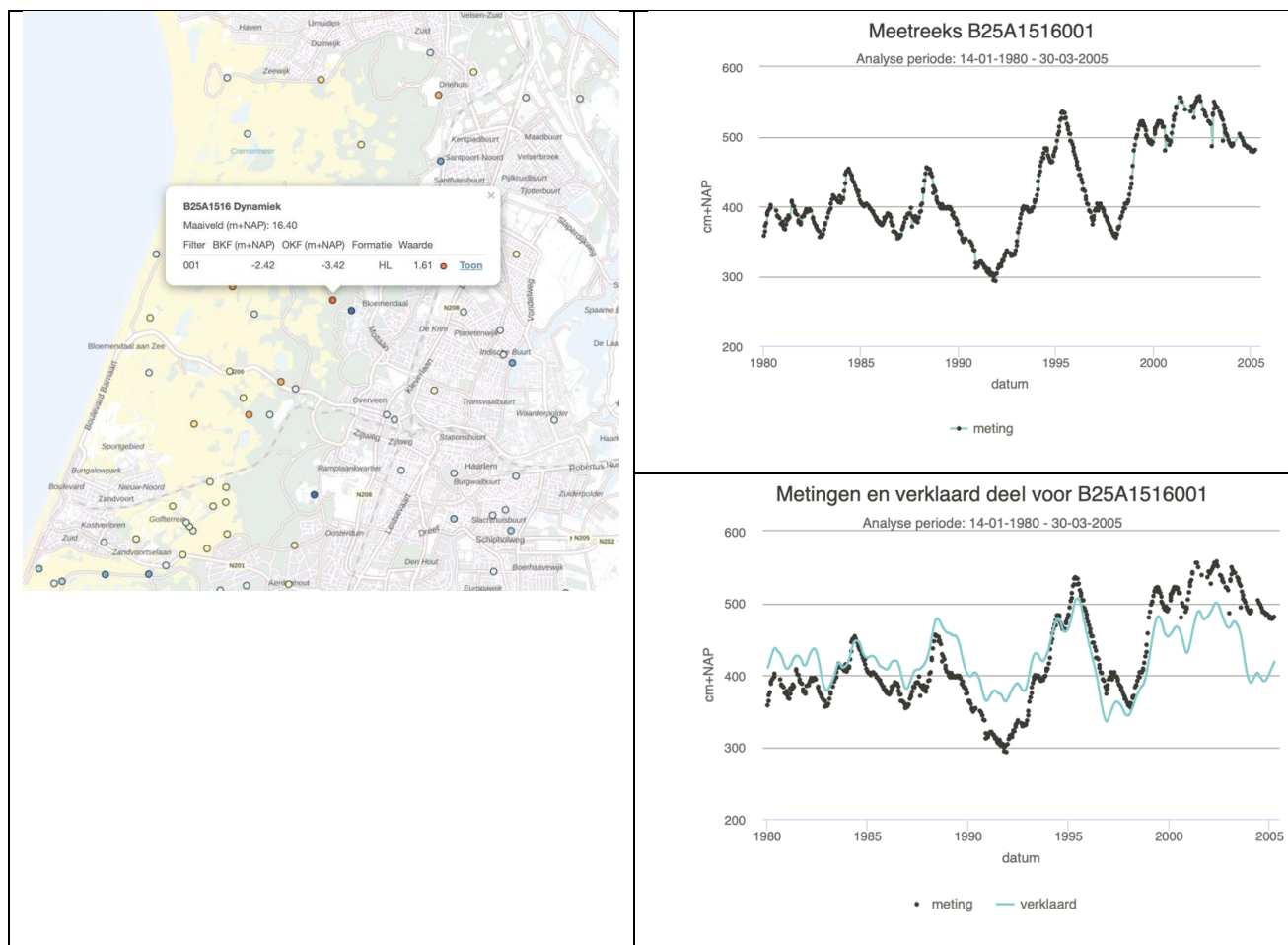
Figuur 44 Peilbuis B25A0283002 (diep filter). Tijdreeksmodel kon niet worden afgeleid.



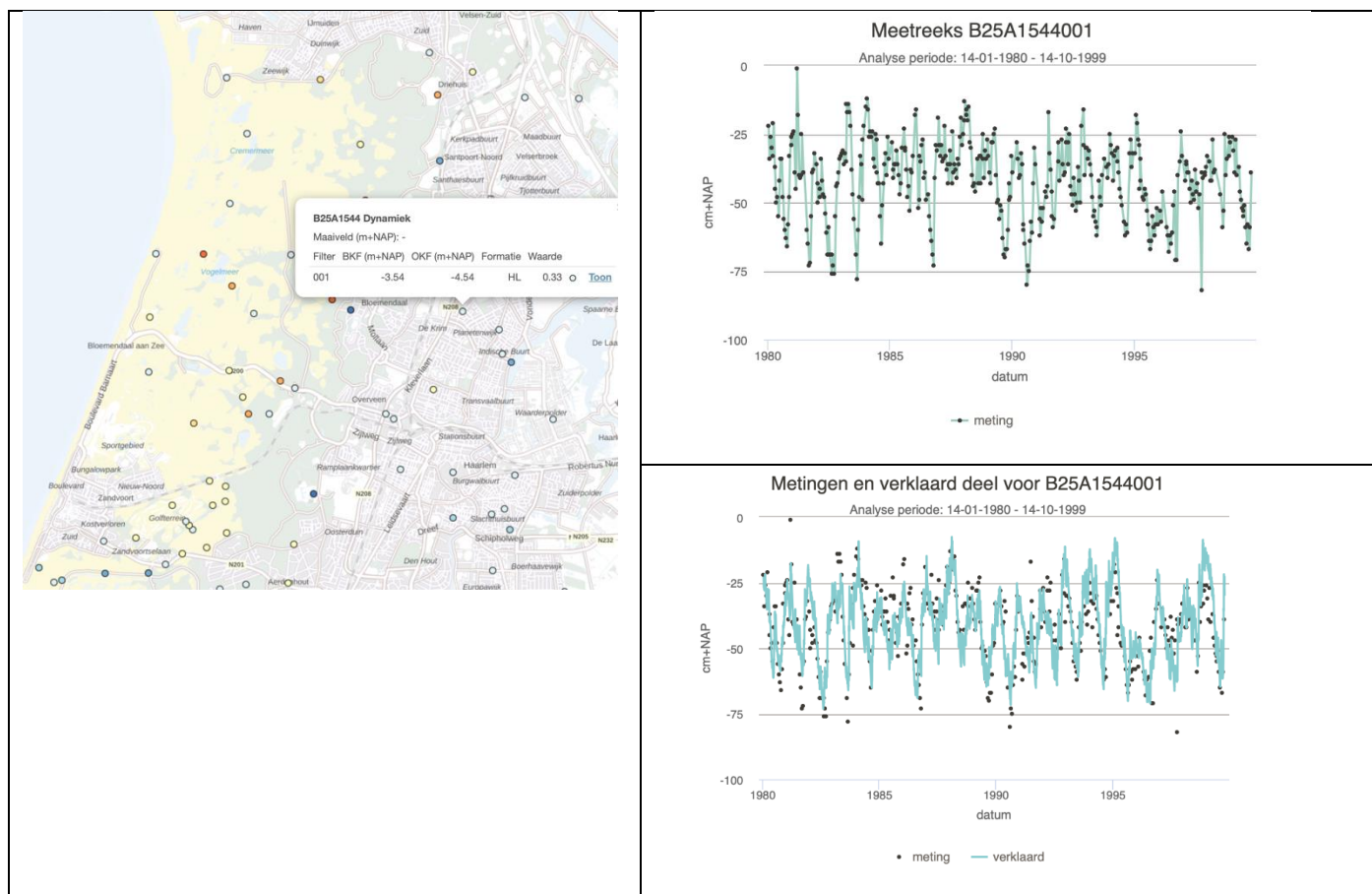
Figuur 45 Peilbuis B25A1248001. Verklaard door neerslag en verdamping: 44%.



Figuur 46 Peilbuis B25A1565001. Verklaard door neerslag en verdamping: 24%.



Figuur 47 Peilbuis B25A1516001. Verklaard door neerslag en verdamping: 56%.



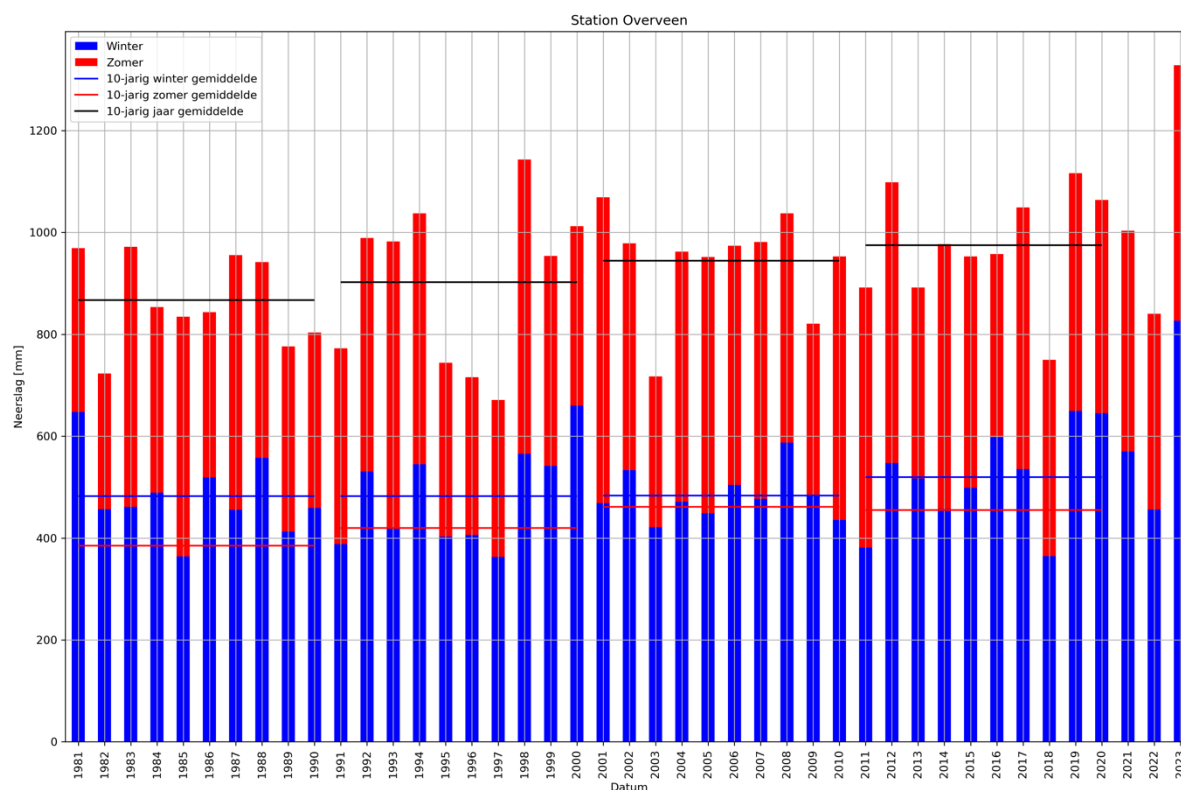
Figuur 48 Peilbuis B25A1544001. Verklaard door neerslag en verdamping: 64%.

## Bijlage B: Neerslag en verdamping van 1981 t/m 2023

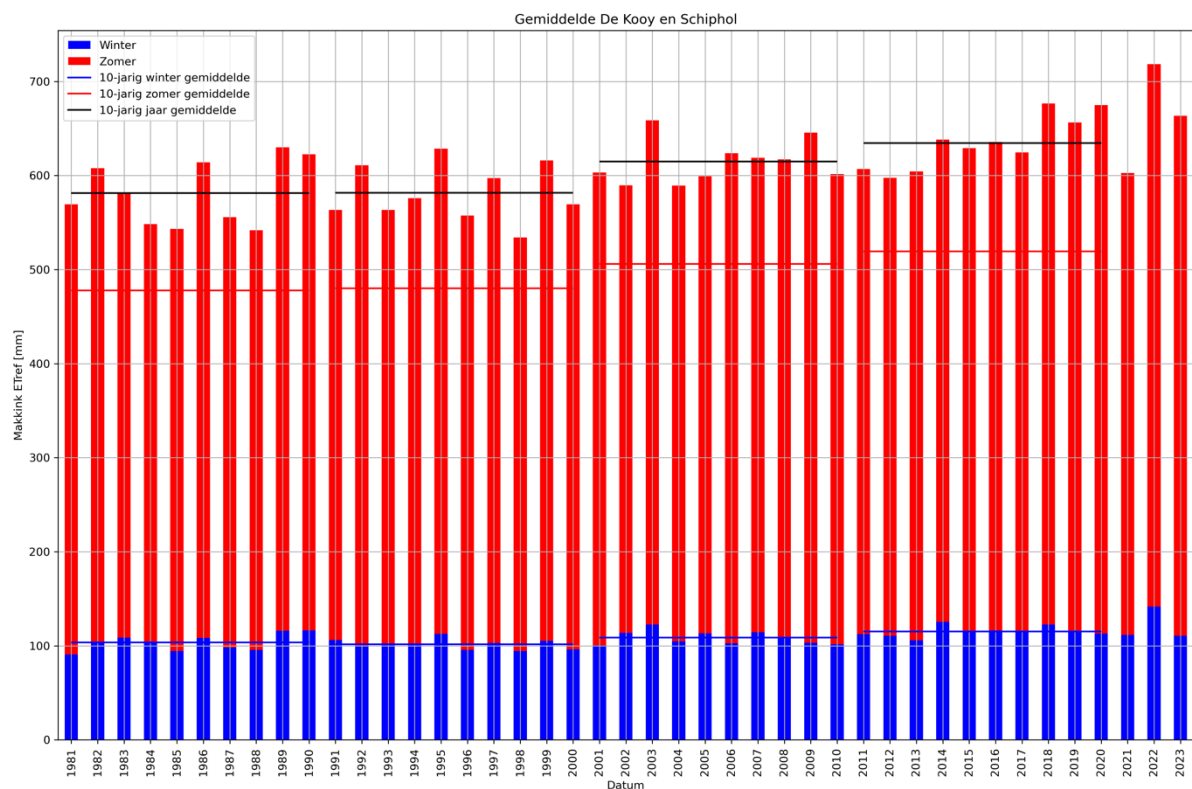
KNMI Station Overveen

KNMI Stations De Kooy en Schiphol - referentiegewas-verdamping volgens Makkink, gemiddeld voor deze twee stations

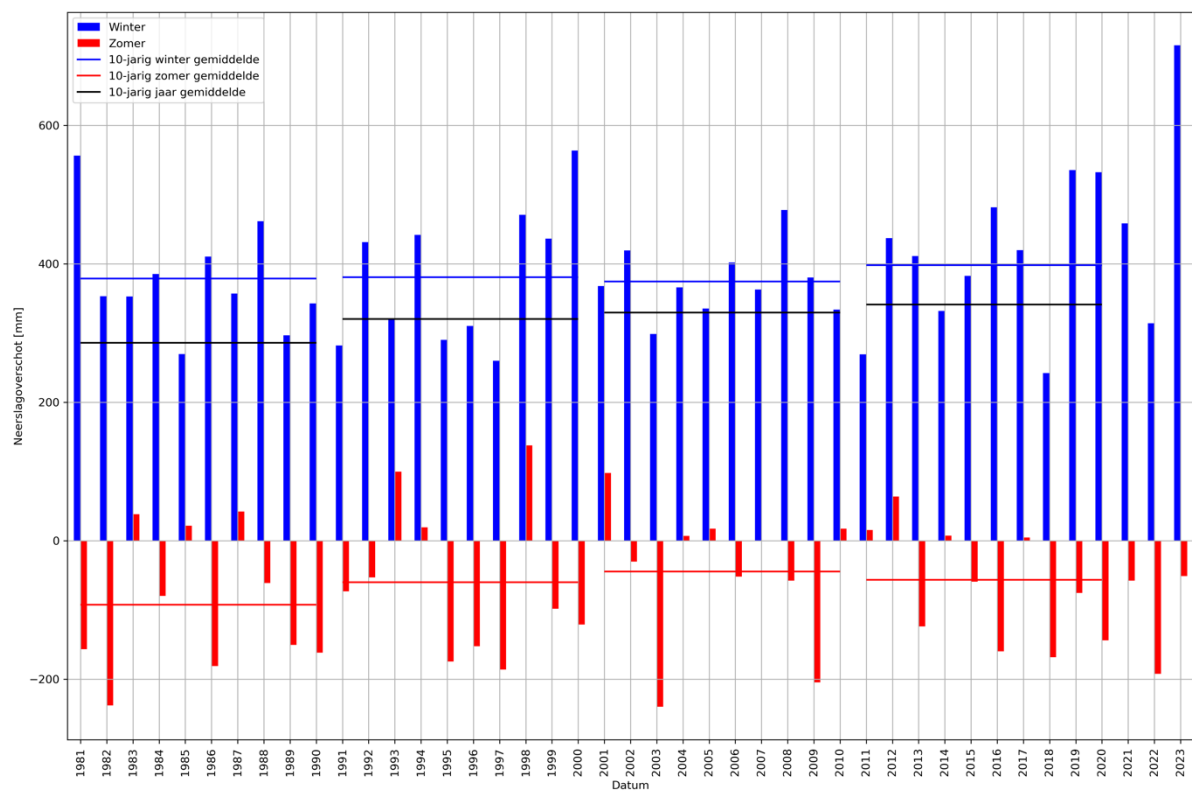
Voor een verkennende analyse van het klimaat (neerslag, verdamping, en neerslagoverschot) is voor de neerslag gebruik gemaakt van KNMI-station Overveen. Voor de Makkink referentiegewas-verdamping is gebruik gemaakt van het gemiddelde van de KNMI-stations De Kooy en Schiphol.



Figuur 49 Neerslag voor het winter- en zomerseizoen (stacked), alsmede de 10-jarige gemiddelden.



Figuur 50 Verdamping voor het winter- en zomerseizoen (stacked), alsmede de 10-jarige gemiddelden.



Figuur 51 Neerslagoverschot voor het winter- en zomerseizoen, alsmede de 10-jarige gemiddelden.

## Bijlage C: Ontwikkelingen Binnenduinrand

Bron: Ontwikkelperspectief Binnenduinrand - Gedeelde Weelde (december 2018)

Water Ambitie: tot stand brengen van een robuust, klimaatbestendig en ecologische waardevol watersysteem voor de Binnenduinrand. De grondwaterspiegel zal naar verwachting de komende decennia stijgen als gevolg van klimaatveranderingen. Om de gevolgen hiervan op te kunnen vangen heeft de Binnenduinrand belang bij een robuust watersysteem, dat bestand is tegen piekbuien en droogte. In het kader van het deltaplan klimaatadaptatie kijken gemeenten samen met het hoogheemraadschap, aan de hand van klimaatstresstesten, waar mogelijke knelpunten in het watersysteem zijn. Hieraan wordt overigens al gewerkt; zo zijn oorspronkelijke duinrellen hersteld en zijn “deep drains” aangelegd om wateroverlast voor bewoners te voorkomen. Naast de technische kant van het waterbeheer moet optimaal gebruik gemaakt worden van het stromend water om natuurwaarden te herstellen en de ruimtelijke kwaliteit van het landschap te vergroten. Stromend water kan hierbij het sturende element in de ruimtelijke inrichting zijn. Door het herstellen van bestaande en historische duinbeken en het beter benutten en vasthouden van kwelwater, is het zowel mogelijk om wateroverlast te voorkomen als de landschappelijke, natuur- en belevingswaarden van het gebied te vergroten.

Andere opgaven zijn:

- langer bergen van kwelwater aan de voet van de binnenduinrand in open gebieden en deze benutten voor natuurontwikkeling;
- beschermen van natuurwaarden van het kwelwatersysteem tegen het minder schone en de komende decennia verder verziltende boezemwater (overigens kan het schone kwelwater weer worden gebruikt om juist het verziltende boezemwater te ontzilten);
- aanleg van waterbergings- en waterinfiltratiesystemen in stedelijk gebied.

In overleg met Rijnland wordt gezien hoe aan bovenstaande opgaven invulling kan worden gegeven, bijvoorbeeld via de strategische samenwerkingsagenda's tussen Rijnland en de betrokken gemeenten, waarbij ook de natuurbeheerorganisaties, PWN en Waternet worden betrokken.

## Bijlage D: Ter illustratie - informatie uit Gemeente Haarlem

Bron: Uitvoeringsprogramma grondwater Haarlem, 2024-2033 (Gemeente Haarlem, 2023 – Wareco en Sweco)

waarmee het uitstroomniveau van de drainageleidingen wordt geregeld, af en toe van de leidingen afvallen, of tijdens onderhoudswerkzaamheden kapotgaan of niet goed worden teruggeplaatst. Hierdoor zakt het drainagepeil, wat een risico is voor kwetsbare funderingen.

### **Drainage in groengebieden**

In tegenstelling tot de drainage in de openbare weg hebben we onvoldoende in beeld waar drains liggen in het groen, of achter damwanden en kades. Ook van de werking en staat van onderhoud is onvoldoende bekend. De verwachting is dat deze drainage vaak is aangelegd om jarenlang mee te gaan en daarbij moeilijk bereikbaar is voor beheer.

### **2.2.2 Grondwatermeetnet en -model**

Het grondwatermeetnet van de gemeente Haarlem bestaat uit 205 peilbuizen (april 2023), waarvan 145 actieve freatische peilbuizen (voor het meten van de stand van het ondiepe grondwater) en 60 peilbuizen met een filterstelling in het wadzandpakket (zie figuur 2-4), voor het meten van de druk van het water in het diepere zandpakket. Het grondwatermeetnet van Haarlem wordt ongeveer tweemaal per maand hand bemeaten. Het meetnet wordt aangepast om betere informatie te geven over de grondwaterstand.

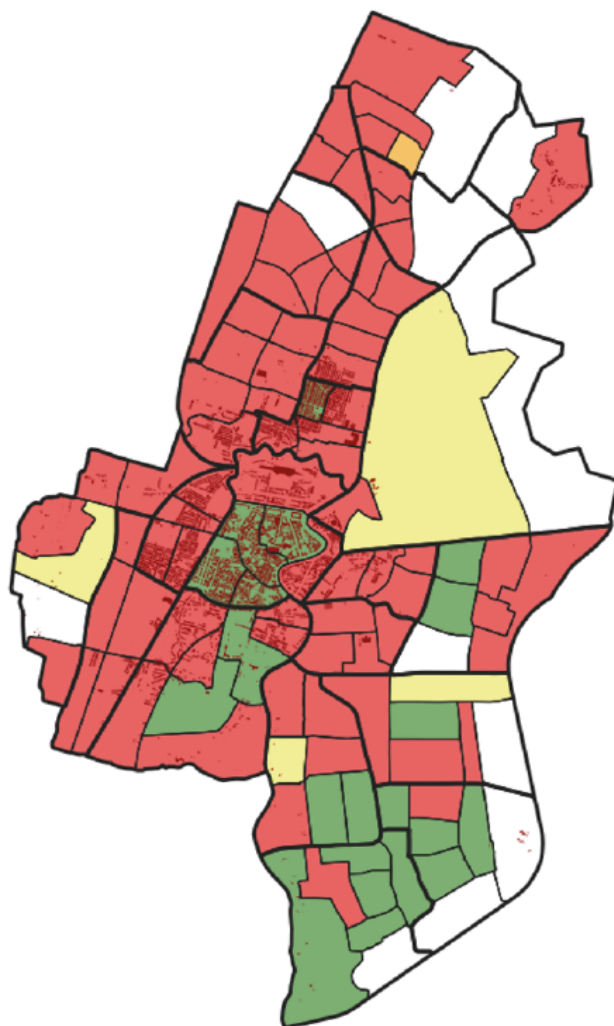
De gemeente Haarlem beschikt ook al vele jaren over een gekalibreerd stedelijk grondwatermodel,

dat inzicht geeft in de dagelijkse fluctuaties van de grondwaterstand op straatniveau. Hiermee zijn scenarioberekeningen gedaan, zoals voor de effecten van klimaatverandering (zie figuur 2-6). Het model wordt ingezet om naast het meetnet informatie te hebben voor bijvoorbeeld het behandelen van meldingen, het voorbereiden van rioolvervanging en nieuwbouw (ontwerp, bemaling) en het beheer en onderhoud van drainagesystemen. Het onderhoud en het beheer van de drainagesystemen en het grondwatermeetnet en de afhandeling van overlastmeldingen is uitbesteed aan de DBC-partner van de gemeente. De ervaring leerde dat scherpe doelomschrijvingen en randvoorwaarden nodig zijn om de uitvoeringspartners in staat te stellen de grondwaterbeheertaken uit te kunnen voeren. Na evaluatie blijkt dat het meldingssysteem onvoldoende in staat is om onderscheid te maken in de verschillende soorten (water)overlast en overlast en ook onvoldoende is afgestemd met het funderingsloket.

## **2.3 De werking van het systeem**

### **2.3.1 Regionaal grondwatersysteem**

Het grondwatersysteem van de regio rond Haarlem bestaat uit verschillende grondwatersystemen die elkaar beïnvloeden: het duinengebied, de binnenduinrand, het boezemgebied, de strandwallen en de polder (zie figuur 2.7). De binnenduinrand is een



**Figuur 2.10** Aandachtsgebieden grondwateroverlast. De risicoscores voor grondwateroverlast zijn gebaseerd op bouwjaar en ontwateringsdiepte in een RHG (representatief hoogste grondwaterstand)-situatie in 2050, op buurtniveau. De roodgekleurde buurten (bebouwing voor 1992 en minder dan 50 cm ontwatering) zijn de gebieden waar het risico op grondwateroverlast hoog is.



## Bijlage E: Begrippen en nomenclatuur

Bron: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (2019)

AB (of VV) = Algemeen bestuur

Afvoergebied = Cluster van peilgebieden met als gemeenschappelijk kenmerk dat ze via een gemeenschappelijk punt hun water lozen op een hoofdsysteem. Dit noemde men vroeger in bemalen Nederland een polder. Het gebied voert af op bijvoorbeeld een boezem, rivier of kanaal.

AWB = Algemene wet bestuursrecht

Beheermarge = Afwijking van het peil uit het peilbesluit als gevolg van reguliere weersomstandigheden en aan-en afvoer van water. De grootte van deze beheermarge (vaak +/- 5cm t.o.v. het peilbesluitpeil) is vastgelegd in het peilbesluit.

Bemalingsgebied = Gebied waarvan de afwatering door éénemaal plaatsvindt. Een bemalingsgebied kan uit meerdere peilgebieden bestaan

Bodemdaling = Daling van het grondoppervlak als gevolg van krimp, klink, zetting, oxidatie en/of verdichting. De grondsoort en de mate van ontwatering spelen hierin een belangrijke rol.

Bodemdaling remmende maatregelen = Verzamelnaam voor bijvoorbeeld een infiltratiesysteem (ook wel onderwaterdrainage genoemd), drukdrainage, natte teelten en andere maatregelen die bodemdaling tegengaan. Zie respectievelijke omschrijvingen elders.

Boezem(water) = Het stelsel van gemeen liggende, met elkaar in open verbinding staande waterlopen dat geen onderdeel is van een polder en waarop het water van lageregelegen polders wordt uitgeslagen en dienend voor eventueel tijdelijke berging en afvoer naar bv. een rivier.

Conserverend peilbesluit = Een peilbesluit waarin alléén de bestaande praktijksituatie wordt vastgelegd en bestuurlijk wordt vastgesteld.

Drainage = Afvoeren van overtollig grondwater via drainagebuizen

Drooglegging = Hoogteverschil tussen het peil in de sloot (streefpeil) en het aanliggende grondoppervlak (maaiveld).

Droogleggingsnorm = De optimale drooglegging voor een bepaalde combinatie van functie, grondsoort en grondgebruik, geldend bij winterpeil.

Drukdrainage = Het aansluiten van onderwaterdrains op een put waarin het peil met behulp van een pomp onafhankelijk van het slootwaterpeil opgezet of verlaagd kan worden.

Duurzaam = Een maatschappelijk verantwoorde ontwikkeling van de leefomgeving, waar de sociale, economische en ecologische duurzaamheid ('people, planet, profit') met elkaar in balans zijn

Dynamisch peilbeheer = Dynamisch peilbeheer is een vorm van peilbeheer waarbij het waterpeil wordt gestuurd binnen een van tevoren vastgestelde boven- en ondergrens. Afhankelijk van de grondwaterstand, het bodemvochtgehalte en de weersomstandigheden kan het oppervlaktewaterpeil op elk gewenst moment worden ingesteld op een waarde tussen de vastgestelde boven en ondergrens. Het is een anticiperend peilbeheer.

Ecologische voorziening = Vispassage, natuurvriendelijke oever, en elke andere voorziening ten behoeve van de aquatische ecologie.

Eerste watervoerend pakket = De eerste bodemlaag vanaf het aardoppervlak (vaak opgebouwd uit zand en/of grind), waarin het grondwater zicht relatief gemakkelijk kan verplaatsen en die aan de

bovenzijde begrensd wordt door een mogelijk slecht doorlatende laag met een vrije waterspiegel en aan de onderzijde begrensd wordt door een ondoorlatende laag.

EHS = Ecologische hoofdstructuur

Flexibel peilbeheer = Vorm van peilbeheer waarbij het waterpeil vrij kan fluctueren binnen een vooraf vastgestelde boven- en ondergrens. Onder invloed van neerslag, verdamping, kwel en wegzijging kan het peil fluctueren binnen deze marges. Het water wordt afgevoerd wanneer het waterpeil de bovengrens overschrijdt. Het waterschap laat water in, wanneer het waterpeil zakt tot onder de ondergrens. Er wordt dus niet gestuurd op grondwaterstanden zoals bij dynamisch peilbeheer.

Flexibilisering peilbeheer = Verbeteren van het peilbeheer zonder vast te houden aan starre peilregimes wanneer dit niet nodig is.

Freatisch grondwater = Water in de verzadigde zone van de bovenste bodemlaag (deklaag) met een vrije grondwaterspiegel. Dit grondwater staat rechtstreeks in verbinding met de atmosferische luchtdruk. Het is het grondwater dat als eerste wordt aangetroffen bij graaf- en boorwerkzaamheden.

Functie (gebieds-) = In de omgevingsvisies die gemeenten en provincie opstellen voor hun gebied worden functies toegekend zoals landbouw, natuur, of bebouwd gebied (stedelijk).

Gebiedsvisie = Plan op hoofdlijnen voor de waterhuishouding van een gebied. Wordt ook raamwaterplan genoemd. Daarin is op hoofdlijnen beschreven welke opgave in het watersysteem de komende jaren in deelplannen aangepakt gaan worden om het waterbeheer robuust, duurzaam en toekomstbestendig in te richten. Daarbij wordt vaak een conserverend peilbesluit genomen, waarbij de praktijksituatie wordt vastgesteld.

Gebiedsvreemd water = Water dat van elders in een (peil)gebied wordt ingelaten. Dit water heeft meestal een waterkwaliteit die niet van nature voorkomt in dit (peil)gebied

Grondwaterlichaam = Een samenhangende grondwatermassa in een of meer watervoerende lagen.

Grondwaterstand = De diepte van het grondwater onder maaiveld. De grondwaterstand varieert door het jaar heen onder invloed van neerslag en verdamping en is over het algemeen in de winter hoger (door een neerslagoverschot) en in de zomer lager (door een verdampingoverschot)

GS = Gedeputeerde staten (van provincie)

Hoogwatervoorziening = Gebied rond bebouwing waarvan in het peilbesluit is aangegeven dat ten behoeve van de bescherming van de fundering het oppervlaktewaterpeil op een hoger peil wordt gehouden dan het omringende gebied.

Inlaten = Laten instromen van water in een gebied. De bedoeling is meestal om de waterstand in een gebied op peil te houden, de waterkwaliteit te verbeteren of de waterstand aan te passen aan gewenste productieomstandigheden.

Infiltratiesysteem = Het met behulp van drainagebuizen kunstmatig ontwateren van de bodem, of het brengen van oppervlaktewater in de bodem. De drainagebuizen liggen onderwater. In de winterperiode draineren de drainagebuizen en in de zomerperiode brengen de drainagebuizen oppervlaktewater in de bodem. Ook wel onderwaterdrainage genoemd.

Kaderrichtlijn Water (KRW) = Europese richtlijn die ervoor moet zorgen dat kwaliteit en ecologie van het oppervlakte- en grondwater in de nabije toekomst op orde is. De maatregelen die genomen moeten worden, zijn samengebracht in het stroomgebiedbeheerplan voor de Rijn 2016-2021.

Keur = Verordening van het waterschap met regels die het waterschap hanteert bij de bescherming van waterkeringen, watergangen, watersystemen, kunstwerken en grondwater.

Kritisch bodemtype = Meest kwetsbaar bodemtype voor bodemdaling: veen is het meest kwetsbaar, klei het minst.

KRW = Kaderrichtlijn Water

KWA = Kleinschalige Wateraanvoer

KWA+ = Klimaatbestendige Wateraanvoer

Kwel (water) = Kwel is grondwater dat onder druk uit de bodem aan het oppervlak komt of grondwater dat onder druk, van een lagergelegen bodemlaag naar een hogere gelegen bodemlaag verplaatst.

Laag zomer- en hoog winterpeil = Vast laag zomerpeil en hoog winterpeil. Dit is een natuurlijker peil dan het veel gehanteerde (hoog) zomer- en (laag) winterpeil

Legger = Openbaar register van de beheerder als bedoeld in artikel 5.1 van de Waterwet en/of artikel 78 van de Waterschapswet, inclusief leggerkaart, waarin onderhoudsplicht en de vereiste onderhoudstoestand (profiel) van waterstaatswerken staan aangegeven, alsmede de beschermingszones.

Maaiveld daling = Zie bodemdaling

m.e.r. = Milieueffectrapportage

N2000 = Natura 2000, netwerk van natuurgebieden met wettelijke status (verplichting)

Nachtvorstschade-bestrijding = Voorkomen van schade aan bloesem van fruitteelt in het voorjaar bij nachtvorst, door middel van beregening uit het oppervlaktewater.

NAP = Normaal Amsterdams Peil, het peil ten opzichte waarvan waterpeilen worden uitgedrukt

Natuurlijk peil = Waterpeil dat niet wordt gestuurd of met alleen een bovengrens (zonder ondergrens)

Natuurlijk peilbeheer = Bij natuurlijk peilbeheer is eigenlijk geen sprake van beheer, maar van het vrij laten van het waterpeil (dus zonder een boven- of ondergrens). Op dit moment wordt dit niet toegepast bij het waterschap.

Onderbemaling = Een gebied waarin door middel van een werk (pomp, schuif e.d.) een lager peil wordt gehandhaafd dan het in het peilbesluit vastgelegde peil.

Onderhoud = Gewoon onderhoud omvat a) het verwijderen van voorwerpen, materialen en stoffen die de afvoer, aanvoer en/of berging van water hinderen, b) schonen (maaïen en indien nodig verwijderen van begroeiing) en c) het in stand houden van oevers, taluds en bijbehorende verdedigingswerken. Zie voor de uitgebreide uitleg de legger.

Onderwaterdrainage = Zie infiltratiesysteem.

Ontwateringsdiepte = Verschil tussen het maaiveld en het (gemiddeld hoogste) grondwaterpeil.

Opmaling = Het door middel van een werk (pomp, inlaat, stuw e.d.) handhaven van een hoger peil dan het in het peilbesluit vastgelegde peil.

Peilafwijking = Op- en onderbemalingen. Dit zijn afwijkingen van de waterstanden in het peilbesluit waarvoor een vergunning is afgegeven door het waterschap of die als zodanig in het peilbesluit zijn opgenomen.

Peilbeheer = Het vaststellen en handhaven van het waterpeil in rivieren, beken en sloten. Verschillende vormen van peilbeheer zijn mogelijk.

Peilbeheer, dynamisch = Zie "dynamisch peilbeheer"

Peilbeheer, flexibel = Zie "flexibel peilbeheer"

Peilbeheer, natuurlijk = Zie "natuurlijk peilbeheer"

Peilbesluit = Een besluit van de beheerder op grond van artikel 5.2 van de Waterwet, waarbij waterstanden of bandbreedten waarbinnen waterstanden kunnen variëren, zijn vastgesteld, die gedurende de daarin aangegeven periode worden nagestreefd. Het peilbesluit bestaat uit een tabel met waterpeilen, een peilbesluitkaart en een toelichting.

Peilbesluit, conserverend = Zie "conserverend peilbesluit"

Peilfasering = Het in stappen verlagen van het slootpeil.

Peilgebied = Cluster van gebieden waarin één en hetzelfde peil wordt nagestreefd, zoals vastgelegd in het peilbesluit voor dat gebied.

Peilindexatie = Zie peilaanpassing.

Peilaanpassing = Neerwaartse bijstelling van het waterpeil ten opzichte van voorgaande peilbesluiten. Bij peilaanpassing wordt de natuurlijke maaiveldddaling gevolgd. De drooglegging verandert niet ten opzichte van voorgaande peilbesluiten.

Peilwijziging = Neerwaartse of opwaartse bijstelling van het waterpeil ten opzichte van voorgaande peilbesluit. De drooglegging verandert (wordt groter of kleiner) ten opzichte van voorgaande peilbesluiten.

Peilverandering = Elke mogelijke verandering (verhoging of verlaging) van het peil, dus een peilwijziging of een peilindexatie/peilaanpassing.

Praktijkpeil = Waterstand die werkelijk in een watergang aanwezig is, afgelezen van de peilschaal.

Primaire watergang = Watergangen die van overwegend belang zijn voor de waterbeheersing. Ook wel hoofdwatgang. Deze zijn in beheer en vaak ook in eigendom van het waterschap.

Raamwaterplan = Zie gebiedsvisie.

Regionale waterkering = Een waterkering, aangewezen op grond van een provinciale verordening en opgenomen in de Legger van het waterschap. Deze keringen bieden overwegend bescherming tegen overstrooming vanuit binnenwater.

Robuust en duurzaam watersysteem = Een watersysteem dat weerstand en veerkracht heeft (het watersysteem kan tegenstand bieden aan en herstellen van problemen, flexibel is voor het aanpassen aan toekomstige situatie zoals klimaatverandering en zowel nu als op lange termijn betaalbaar en beheerbaar is).

Secundaire watergang = Oppervlaktewater dat van beperkt belang is voor de waterbeheersing.

Streefpeil = De in het peilbesluit opgenomen na te streven oppervlaktewaterstand.

Sturingsmarge = Een tijdelijke afwijking van het peil uit het peilbesluit, groter dan de beheermarge, en bedoeld om te kunnen anticiperen op weersomstandigheden of op een uitzonderlijk grote watervraag zoals bv. voor nachtvorstschadebestrijding.

Tertiaire watergang = Alle andere watergangen dan primaire en secundaire watergangen, zoals bijvoorbeeld scheislotten en binnensloten. Deze zijn in beheer en eigendom bij andere partijen dan het waterschap.

Vast peil = Een peil dat niet mag variëren

Veen = Veen bestaat uit plantaardig materiaal. Er is sprake van een veenbodem wanneer in de bovenste 80 cm van het bodemprofiel minimaal 40 cm veen voorkomt.

Veenoxidatie = Het proces waardoor veen in de bodem afbreekt en bodemdaling optreedt.

Verdringingsreeks = Volgorde van functies die van water worden voorzien tijdens extreme droogte.

Verdroging natuur = Situatie waarbij in een natuurgebied een afname van de hoeveelheid (grond)water of kwel is of de kwaliteit van het (ingelaten) water onvoldoende is voor de natuurwaarden.

Vernatting = Verhoging van de grondwaterstand: actieve peilverhoging, drooglegging actief verkleinen door verhogen waterpeil; passieve vernatting, drooglegging passief laten verkleinen door bodemdaling

Versnippering = Het ontstaan van (veel) kleine gebieden met hun eigen watersysteem door het splitsen van peilgebieden of het toestaan van onderbemalingen.

Verzilting = Toename van het zoutgehalte in de bodem of water. Dit gebeurt als gevolg van opkwellend zout grondwater of indringing van zeewater via het oppervlaktewatersysteem.

Vigerend beleid = Het op dit moment geldende beleid.

Wabo = Wet algemene bepalingen omgevingsrecht

Waterbeheerplan = Het beleidskader van het waterschap waarin voor 6 jaar staat hoe het waterschap zorgt voor een duurzaam, schoon en veilig watersysteem. Zie het Waterbeheerplan Waterkoers 2016-2021.

Waterkoers = Zie Waterbeheerplan.

Waterkwaliteit = Alles dat te maken heeft met de (fysisch-chemische en ecologische) kwaliteit van het water.

Waterkwantiteit = Alles dat te maken heeft met de hoeveelheid water en de waterpeilen.

Wateropgave Wateroverlast = De maatregelen die nodig zijn om het watersysteem op orde te brengen voor wateroverlast, dat wil zeggen overlast als gevolg van hevige neerslag en/of onvoldoende ontwatering (hier worden dus geen overstromingen als gevolg van een dijkdoorbraak mee bedoeld). Het Programma Omgaan met Wateroverlast is belast met de uitvoering hiervan.

Watertekort = Situatie waarin er niet genoeg water aanwezig is om (gebruiks)functies optimaal te bedienen, zoals beregeningswater voor landbouw.

Watertoets = Procesinstrument dat door het waterschap wordt gebruikt om ervoor te zorgen dat andere overheden en instanties voldoende rekening houden met water. De watertoets is van toepassing op alle plannen van deze partijen die gevolgen (kunnen) hebben voor het watersysteem.

Wegzijging = Neerwaartse stroming van grondwater.

Winterpeil = Een vast peil dat in de winterperiode (meestal september tot april) wordt gehanteerd. De periode wordt in het peilbesluit vastgelegd en mag ook afhangen van de weersgesteldheid.

Zomerpeil = Een vast peil dat in de zomerperiode (meestal april tot september) wordt gehanteerd. De periode wordt in het peilbesluit vastgelegd en mag ook afhangen van de weersgesteldheid.

Zomer- en winterpeil = Een vast hoog zomerpeil en laag winterpeil (zie ook Winterpeil, Zomerpeil, Laag zomer- en hoog winterpeil)

Bron: hoogheemraadschap van Rijnland (2020)

### Actualisatietermijn

Vaste termijn die werd opgelegd met als doel te borgen dat een peilbesluit actueel is. Wanneer deze termijn verstreken is moet het peilbesluit worden herzien. De plicht om peilbesluiten actueel te houden is nog steeds opgenomen in de omgevingsverordeningen van de Provincies Noord- en Zuid-Holland maar de rigide vaste actualisatietermijn is weggelaten. Daarmee is het de verantwoordelijkheid van het waterschap om in te schatten of een peil nog actueel is en zo niet te herzien.

### Beheermarge

Geeft de onvermijdelijke variatie aan van het peil binnen een peilvak met inachtneming van hydraulische processen.

### Bosbo

Beheersysteem dat ondersteunt bij het operationele peilbeheer in Rijnland en de peilen veelal automatisch inregelt.

### Drainage

Drainage bestaat uit leidingen (drains) in de grond waar water kan infiltreren gericht op ontwatering zodat het land voldoende draagkracht heeft en natschade wordt voorkomen. De drainage komt boven of in de sloten uit en het peilbeheer kan invloed hebben op de drainagewerking.

Onderwaterdrainage wordt onder het slootpeil aangelegd waarbij water passief de buizen in- en uit kan lopen. Doel is ontwateren in natte perioden en beperken van het uitzakken van grondwaterpeilen in droge perioden. Het peilbeheer stuurt de drainage werking

Bij bemalen- of drukdrainage kan actief het grondwaterpeil worden beïnvloed door bemaling (afvoer) of infiltratie (aanvoer). De drains komen meestal in een pompput uit en zijn dus onafhankelijk van het peilbeheer.

### Drooglegging

Afstand tussen gemiddeld/mediaan maaiveldhoogte en het waterpeil

### Droogleggingsrichtlijnen

Geven de bandbreedtes van de drooglegging die past bij de functie. De richtlijnen zijn uitgesplitst voor de verschillende soorten grondgebruik en bodemtype. De richtlijnen zijn gebaseerd op theoretische modellen en praktijkervaring voor gemiddelde situaties. Onder specifieke omstandigheden zoals kwel/infiltratie of wijze van drainage kan aanleiding zijn voor afwijking

### Landgebruik (functie)

De functie/bestemming zoals deze door de algemene democratie is bepaald en vastgelegd in een formeel ruimtelijk plan.

### LGN

Landelijk Grondgebruik Nederland. Een kaart dat veelal op satellietdata gebaseerd is en weergeeft welk landgebruik aanwezig is.

#### Maaiveldcriterium

De wateroverlastnormering schrijft een functie-specifiek beschermingsniveau voor uitgedrukt in een herhalingskans. Afhankelijk van de functie is een maaiveldcriterium gedefinieerd waar een lager bescherming niveau geldt. Dit gaat bijvoorbeeld over taluds nabij watergangen waar het beschermingsniveau niet doelmatig is te realiseren.

#### Wateroverlastnormering

Normering voor bescherming tegen wateroverlast zoals vastgelegd in omgevingsverordeningen van de provincies Noord- en Zuid-Holland waar het beheergebied aan moet voldoen. Deze normering differentieert per landgebruik en geeft aan hoeveel land maximaal mag inunderen vanuit de watergangen bij een bepaalde herhalingskans. De herhalingskans is gebaseerd op neerslagstatistiek van het KNMI.

#### Ontwatering

Proces van afvoeren van water uit de bodem om draagkracht en gewasschade te voorkomen. Het peilbeheer geeft een randvoorwaarde maar de ontwatering, evenals voorzieningen als drainage of grondverbetering, is een private verantwoordelijkheid.

#### Opbarsting

Verstoring van de bodem doordat de grondwaterdruk in het onderliggende zandpakket groter is dan het gewicht van de bovenliggende bodemlagen

#### Operationele marge

Geeft aan hoeveel speelruimte de peilbeheerder heeft om af te wijken van het streefpeil bij extreme omstandigheden, zoals langdurige droogte of zware verwachte neerslag.

#### Peilindexatie

Het peil tussentijds aanpassen aan de bodemdaling waardoor de drooglegging gelijk blijft.

#### Peilregime

Geeft aan of het peil het hele jaar door op eenzelfde peil staat of dat deze (per seizoen) verschilt. Mogelijk peilregimes zijn: vast peil, zomer- en winterpeil, flexibel peil en dynamisch peil. Dit wordt verder uitgelegd in bijlage 6.2.

#### Versnippering

Proces waarbij peilvakken worden opgeknipt. Dit is over het algemeen niet wenselijk, maar kan in sommige gevallen uitkomst bieden om bijvoorbeeld bodemdaling beter te kunnen remmen.

Bron: Werkgroep Afvoerberekeningen DLG – Richtlijnen voor het berekenen van afwateringsstelsels in landelijke gebieden (19798).

#### Bijlage 1

##### BEGRIPPEN

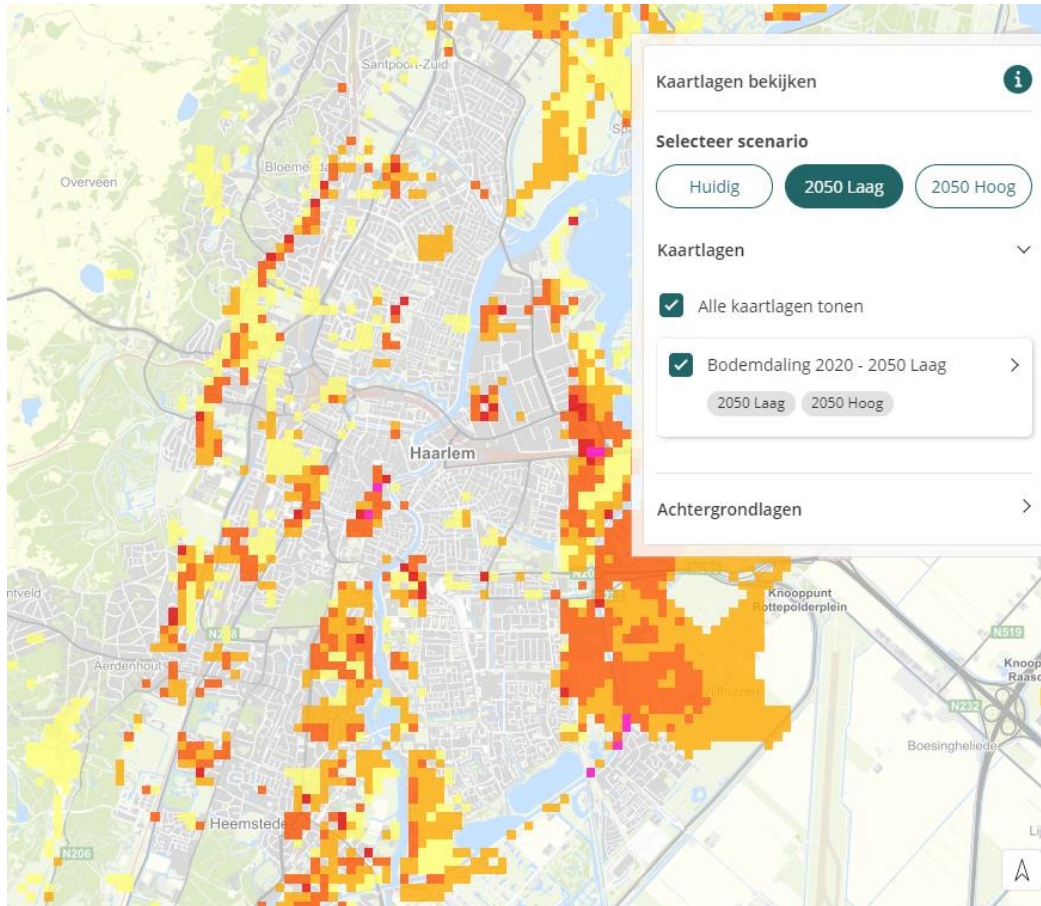
|                                    |                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Afvoerdichtheid:                   | De stroomdichtheid van de afvoer, berekend als afvoer per eenheid afwaterend oppervlak.                                                                                  |
| Afvoerverlooplijn:                 | De kromme die het verband aangeeft tussen de afvoerintensiteit en de tijd.                                                                                               |
| Afwatering:                        | De afvoer van water via een stelsel van open waterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied.                                                                  |
| Basisafvoer:                       | Verloop van de afvoer in de regenloze periode.                                                                                                                           |
| Catchment model:                   | Model waarmee de totale waterhuishouding van een gebied beschreven wordt.                                                                                                |
| Drooglegging:                      | De diepte van de waterlijn onder het maaiveld.                                                                                                                           |
| Droogweerafvoer (dwa):             | Verloop van de rioolafvoer in de regenloze periode.                                                                                                                      |
| Evaporatie:                        | Verdamping van open water. Deze omvat ook de neerslag die achterblijft op het plantendek en landoppervlak en de verdamping van kale grond.                               |
| Gemiddeld hoogste grondwaterstand: | Het gemiddelde van de drie hoogste veertiendaagse waarnemingen per jaar gemeten over een lange periode.                                                                  |
| Hydraulische straal:               | De verhouding tussen natte oppervlakte en natte omtrek.                                                                                                                  |
| Hoog waterpeil:                    | Het peil dat 1 à 2 dagen per jaar wordt bereikt of overschreden.                                                                                                         |
| Infiltratie:                       | De overgang van water van de oppervlakte in de bodem.                                                                                                                    |
| Lozing:                            | wateringsgebied.                                                                                                                                                         |
| Maatgevende afvoer:                | De hoeveelheid water die per eenheid van tijd minstens uit een gebied moet worden afgevoerd om binnen dat gebied de gewenste beheersing van de waterstand te verkrijgen. |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Maatgevende afvoerdichtheid: | De hoeveelheid water die per eenheid van oppervlakte en per eenheid van tijd minstens uit een gebied moet worden afgevoerd om binnen dat gebied de gewenste beheersing van de waterstand te verkrijgen.                                  |
| Maximaal waterpeil:          | Het peil dat 1 à 2 dagen per 100 jaar wordt bereikt of overschreden.                                                                                                                                                                     |
| Minimum drooglegging:        | De afstand tussen maaiveld en de waterlijn onder maatgevende omstandigheden.                                                                                                                                                             |
| Model:                       | Een groep van formulering en (c.q. nabootsingen) van een proces, waarbij een onderscheid kan worden gemaakt in een passieve groep van formuleringen (relaties gebaseerd op wetmatigheden) en een actieve groep (randen tijdvoorwaarden). |
| Neerslagdichtheid:           | De hoeveelheid neerslag die per eenheid van oppervlakte en per eenheid van tijd valt.                                                                                                                                                    |
| Norm:                        | Eis met een min of meer algemene geldigheid die gebruik wordt bij het opstellen van een ontwerp.                                                                                                                                         |
| Normaal waterpeil:           | Het peil dat 10 à 20 dagen per jaar wordt bereikt of overschreden.                                                                                                                                                                       |
| Normgevende grootheid:       | De grootheid die als norm wordt gebruikt.                                                                                                                                                                                                |
| Ontwatering:                 | De afvoer van water uit de percelen naar een stelsel van waterlopen. Drains, greppels en sloten worden gerekend tot het ontwateringssysteem.                                                                                             |
| Ontwateringsbasis:           | Het laagste niveau dat door het grondwater wordt bereikt.                                                                                                                                                                                |
| Ontwateringsdiepte:          | De diepte van de grondwaterspiegel tijdens maatgevende omstandigheden.                                                                                                                                                                   |
| Ontwerp norm:                | Vooraf opgestelde eis die wordt gebruikt als uitgangspunt voor een ontwerp.                                                                                                                                                              |

|                         |                                                                                                                                              |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Perkolatie:             | Het wegzakken van water uit, of door het bodemvocht tot het grondwater.                                                                      |
| Polder:                 | Een gebied waarin de waterstand kan worden beheerst, onafhankelijk van de omgeving.                                                          |
| Polderpeil:             | Het peil dat in de sloten in een polder wordt gehandhaafd om de grondwaterstand te beïnvloeden.                                              |
| Regenduurlijn:          | Een regenduurlijn is de omhullende van de maxima van de neerslag voor verschillende perioden, welke met gelijke frequentie kunnen voorkomen. |
| Regenwaterafvoer (rwa): | Verloop van de rioolafvoer tijdens neerslag eventueel verminderd met de droogweerafvoer.                                                     |
| Samengestelde norm:     | Combinatie van normgevende grootheden die als norm wordt gebruikt.                                                                           |
| Snelle afvoer:          | Afvoer rechtstreeks ten gevolge van neerslag.                                                                                                |
| Staartverloop:          | Afvoer na een afvoertop als er geen neerslag meer is.                                                                                        |
| Stroomgebied:           | Gebied dat bijdraagt tot de afvoer van een rivier.                                                                                           |
| Tijdconstante:          | Het tijdsverloop waarover de waarde van een (zuivere) uitputtingsgrootheid is gereduceerd met een factor 1/e.                                |
| Toetsings norm:         | Eis die wordt gebruikt ter toetsing van een ontwerp.                                                                                         |
| Transformatie:          | Verschuiving en afvlakking in de tijd.                                                                                                       |
| Translatie:             | Verschuiving in de tijd.                                                                                                                     |
| Transpiratie:           | Het vocht dat door de begroeiing aan de atmosfeer wordt afgestaan.                                                                           |
| Wateraanvoer:           | Het (kunstmatig) aanvoeren van water ten einde in droge perioden te voorkomen dat watertekorten optreden.                                    |
| Waterconservering:      | Het beperken of voorkomen van waterafvoer ten einde in droge perioden water tekorten te beperken of te voorkomen.                            |

## Bijlage F: Bodemdaling – verwachting onder beperkte klimaatverandering en een vast oppervlaktewaterpeil

Bron: <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>



Figuur 52. Bodemdaling in Zuid-Kennemerland bij KNMI (2023) klimaatscenario 2050 Laag.

## Bijlage G: Omgevingswet en gemeentelijke taken

Bron: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0037885/2024-01-01>

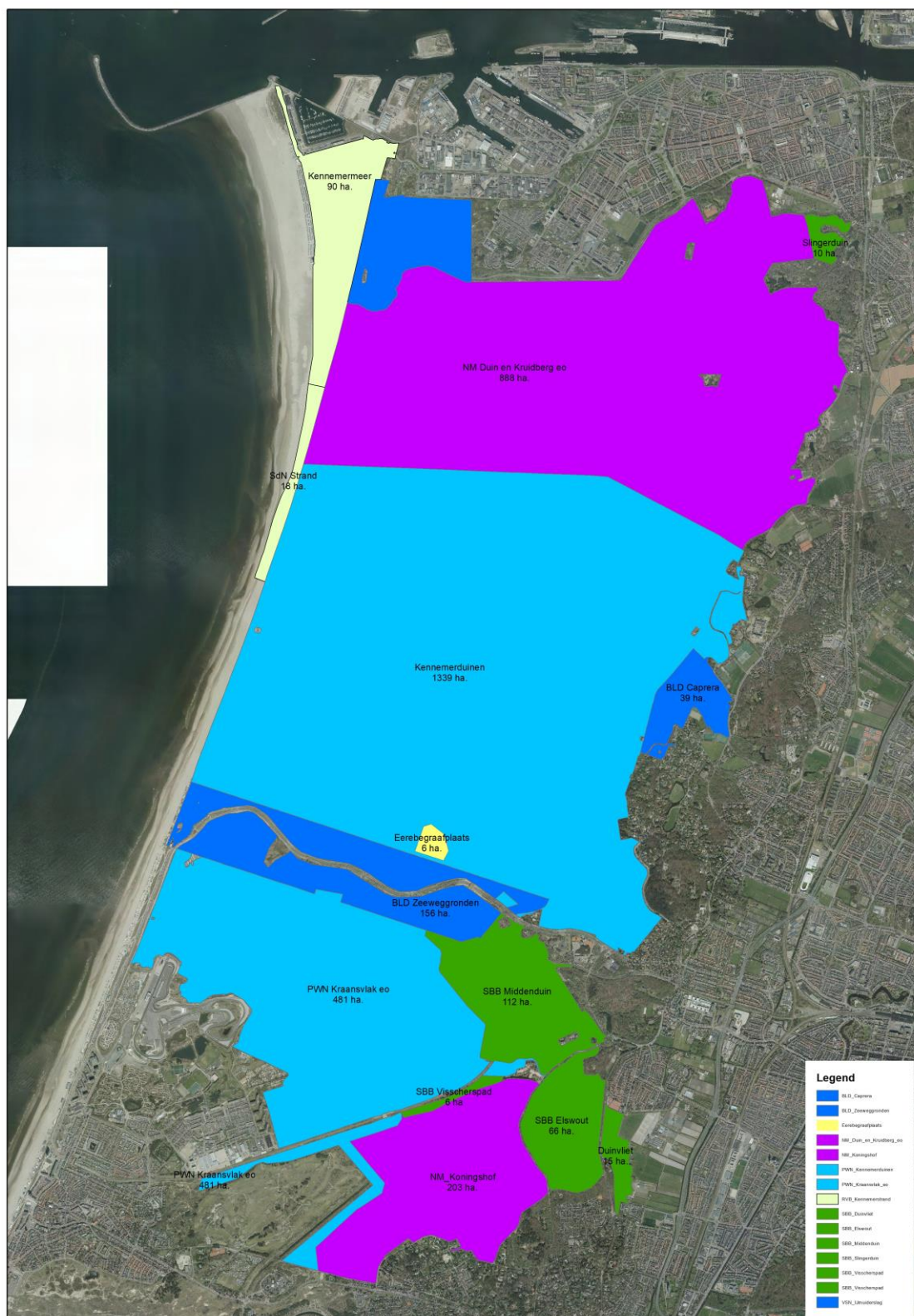
### Artikel 2.16. (gemeentelijke taken voor de fysieke leefomgeving)

- **1** Bij het gemeentebestuur berusten, naast de elders in deze wet en op grond van andere wetten aan dat bestuur toegedeelde taken voor de fysieke leefomgeving, de volgende taken:
  - **a.** op het gebied van het beheer van watersystemen en waterketenbeheer:
    - **1°.** de doelmatige inzameling van afvloeiend hemelwater, voor zover de houder het afvloeiend hemelwater redelijkerwijs niet op of in de bodem of een oppervlaktewaterlichaam kan brengen, en het transport en de verwerking daarvan,
    - **2°.** het treffen van maatregelen in het openbaar gemeentelijke gebied om structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de op grond van deze wet aan de fysieke leefomgeving toegedeelde functies zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover het treffen van die maatregelen doelmatig is en niet op grond van [artikel 2.17](#), [2.18](#) of [2.19](#) tot de taak van een waterschap, een provincie of het Rijk behoort,
    - **3°.** de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater,
    - **4°.** het beheer van watersystemen, voor zover toegedeeld bij omgevingsverordening als bedoeld in [artikel 2.18, tweede lid](#), of bij ministeriële regeling als bedoeld in [artikel 2.20, derde lid](#),
    - **5°.** de zuivering van stedelijk afvalwater, in gevallen waarin toepassing is gegeven aan [artikel 2.17, derde lid](#),
  - **b.** het behoeden van de staat en werking van openbare wegen, voor zover niet in beheer bij een waterschap, een provincie of het Rijk, voor nadelige gevolgen van activiteiten op of rond die wegen,
  - **c.** de beheersing van geluid afkomstig van wegen in beheer bij de gemeente, lokale spoorwegen, voor zover deze niet zijn aangewezen op grond van [artikel 2.13a, eerste lid, aanhef en onder b](#), en industrieterreinen, voor zover deze niet zijn aangewezen op grond van [artikel 2.12a, eerste lid](#).
- **2** Op grond van het eerste lid, onder a, onder 3°, wordt stedelijk afvalwater ingezameld en getransporteerd naar een zuiveringstechnisch werk als dat vrijkomt:
  - **a.** op de percelen, gelegen binnen een bebouwde kom van waaruit stedelijk afvalwater met een vervuilingswaarde van ten minste tweeduizend inwonerequivalenten als bedoeld in de richtlijn stedelijk afvalwater wordt geloosd, door middel van een openbaar vuilwaterriool,
  - **b.** op andere percelen, voor zover dit doelmatig kan worden uitgevoerd door middel van een openbaar vuilwaterriool.
- **3** In plaats van een openbaar vuilwaterriool en een zuivering-technisch werk kunnen andere passende systemen in beheer bij een gemeente, een waterschap of een rechtspersoon die door een gemeente of waterschap met het beheer is belast, worden toegepast, als daarmee hetzelfde niveau van het beschermen van het milieu wordt bereikt.

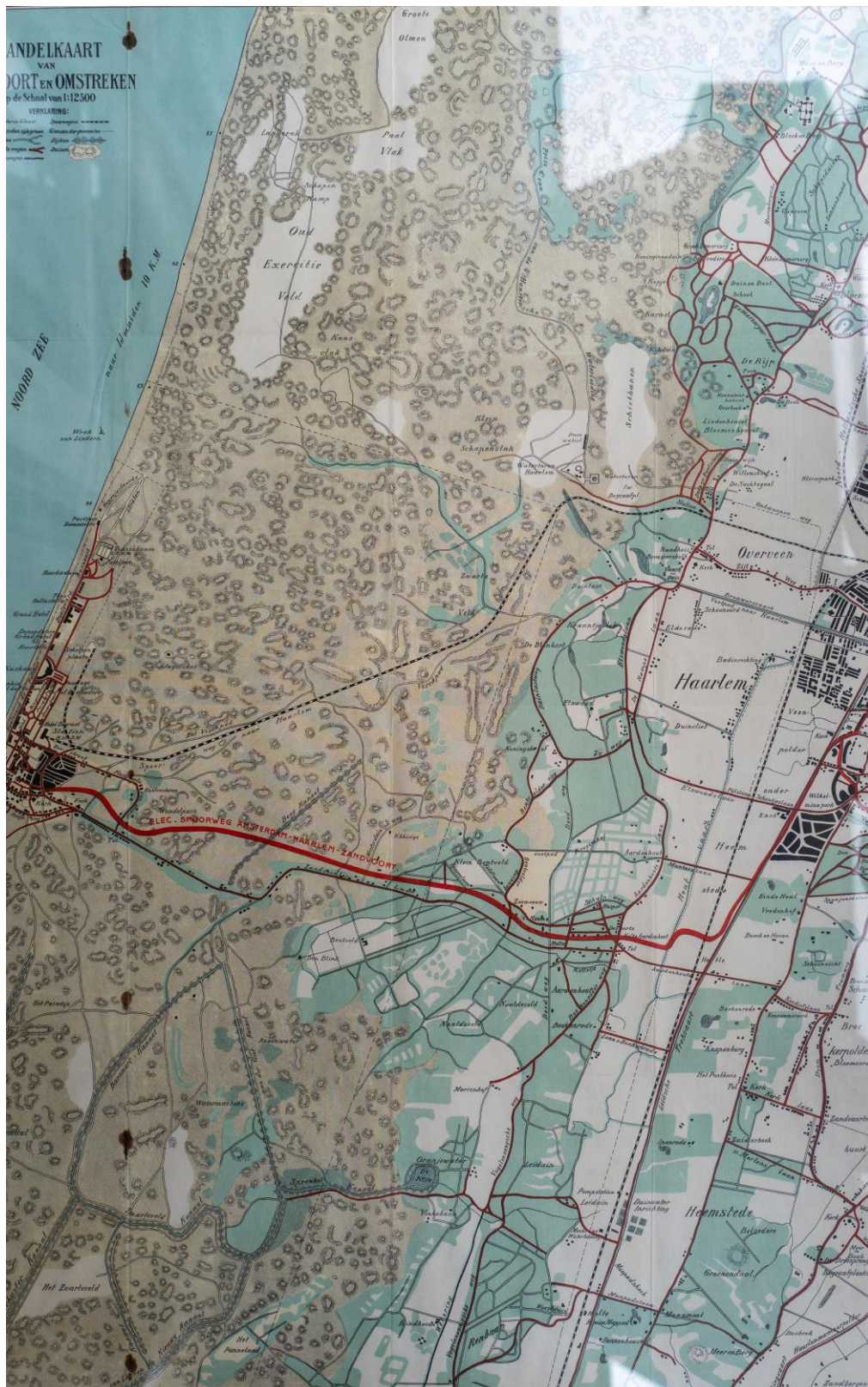
## Bijlage H: Ter illustratie - foto's Bloemendaal Dorp, vijver omgeving Bispinckpark



## Bijlage I: Deelnemers NPZK – betrokken beheerders. Bron: PWN

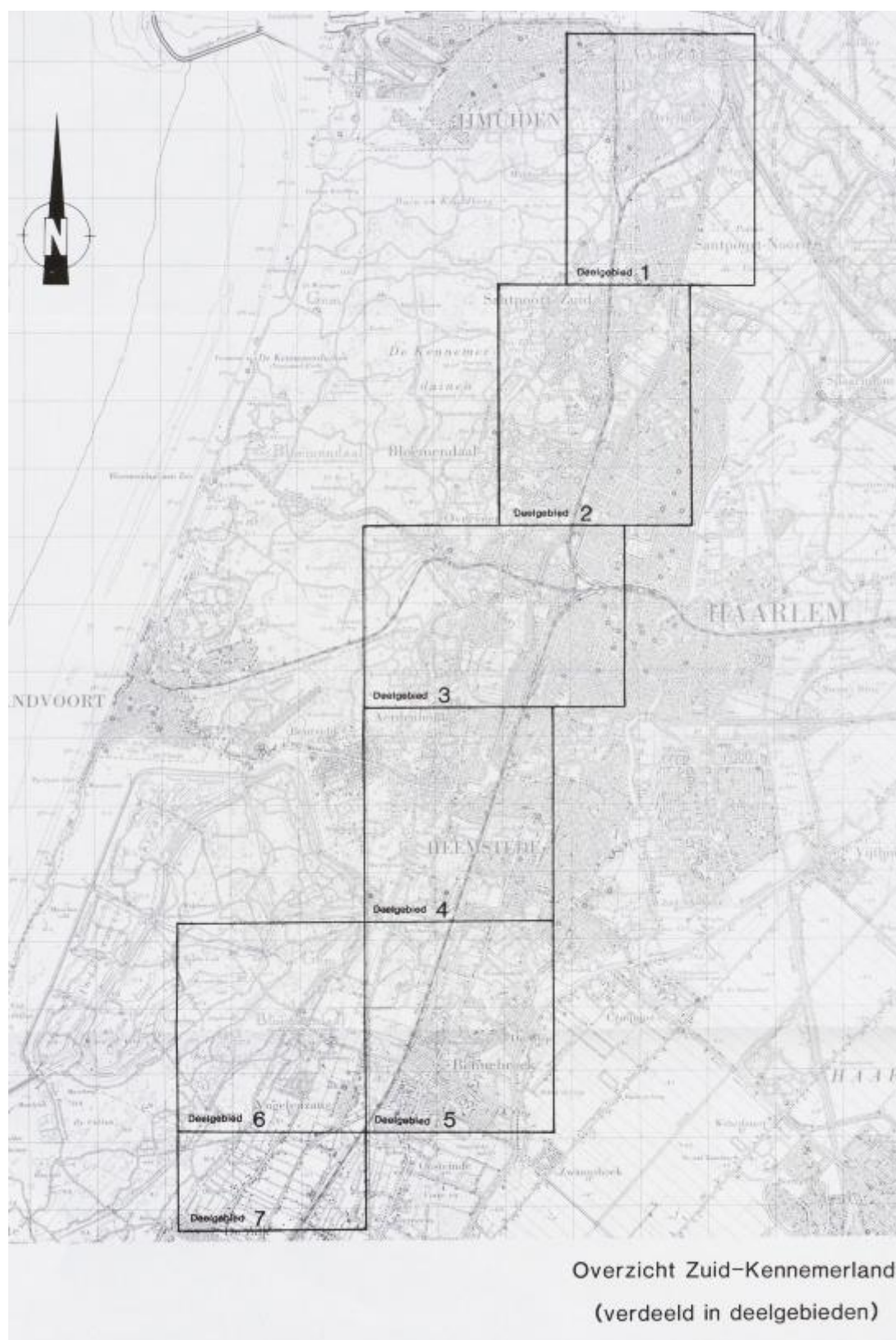


## Bijlage J: Duinrellen op kaart



Wandelkaart voor Zandvoort en Omgeving. Bron en jaartal onbekend. Oorspronkelijke schaal 1:12.500.

Duinrellen: Provincie-dekkend kaartmateriaal (Provincie Noord-Holland, 1991).











- stroomrichting
- \* verdwijnt in riool
- (—) stuw

Kartering Duinrellen Zuid-Kennemerland

Deelgebied 4



- stroomrichting
- \*— verdwijnt in riool
- ┐— stuw

Kartering Duinrellen Zuid-Kennemerland

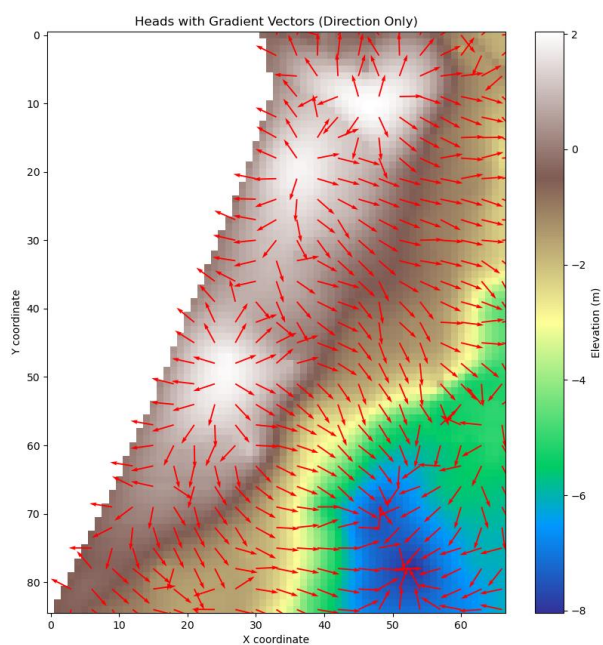
Deelgebied 5



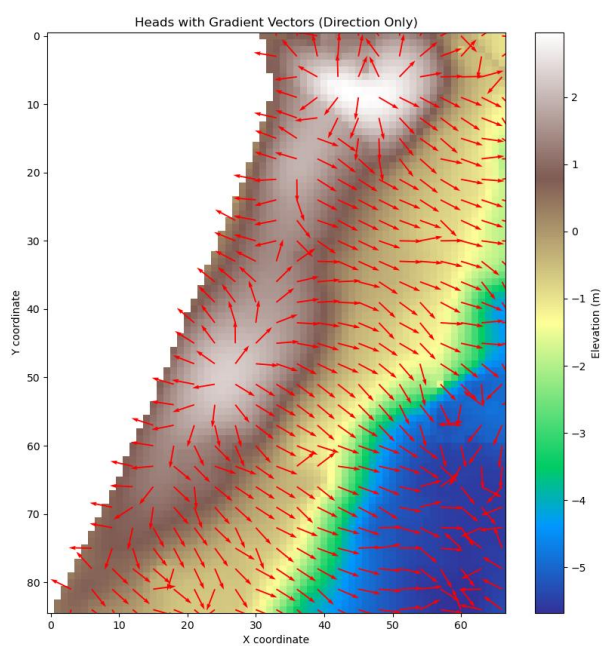


## Bijlage K: Globale richting stroming grondwater in watervoerend pakket 2 in regio Zuid-Kennemerland in 1995 en 2020

Bron: TNO-GDN [www.grondwatertools.nl](http://www.grondwatertools.nl) (isohypsen stijghoogte) en eigen nabewerking; jaargemiddelde situatie voor 1995 en 2020



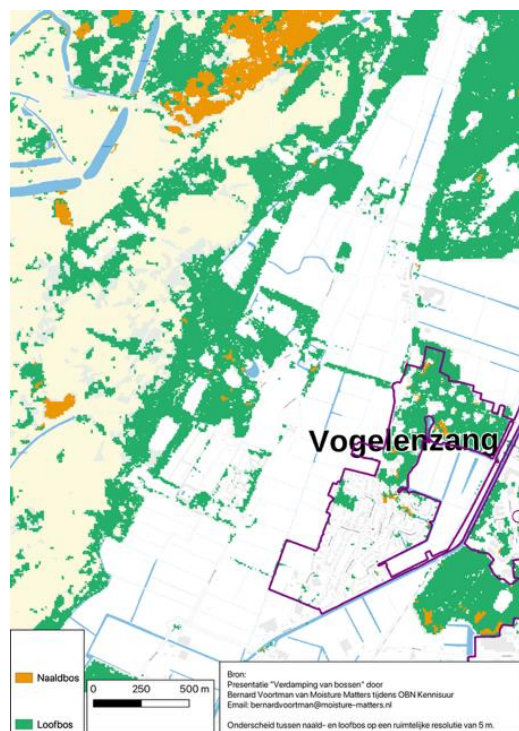
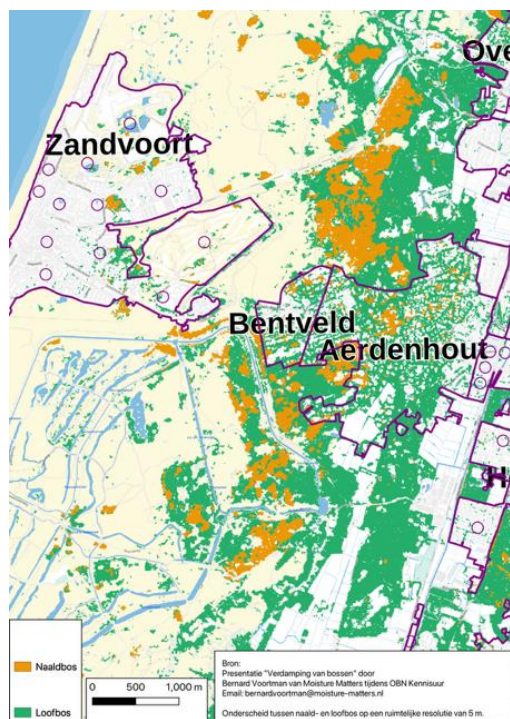
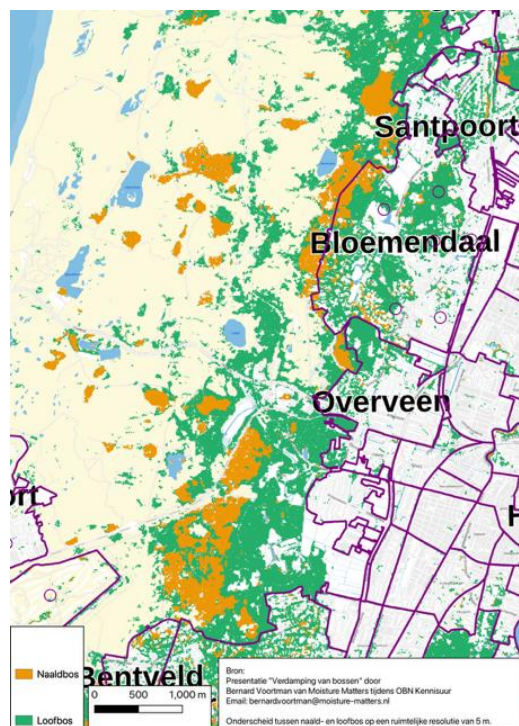
Situatie 1995



Situatie 2020

## Bijlage L: Naaldbos en loofbos in regio Zuid-Kennemerland

Bron: <https://www.natuurkennis.nl/activiteit/kennisuur-verdamping-van-bossen/> op basis van kaarten verdamping van naaldbos en loofbos (Moisture Matters).





© KnowH2O - 2024