



**Datum**  
18 januari 2024

**Versie**  
1

# Hydrologisch monitoringplan AWD 2024-2029

Philip Nienhuis, Lukas Rolf

## colofon

---

<b>Opdrachtgever</b>	
Sector	Drinkwater
Afdelingen	Bron & Natuurbeheer en Productie
Projectleiders	Luc Geelen en Steven van Duijvenbode
Projectnummer	09.0003/185

---

<b>Opdrachtnemer</b>	
Afdeling	Onderzoek & Advies, team Hydrologie en Ecologie
Projectleider	Lukas Rolf (vakgroep Bronhydrologie)
Kwaliteitsborgers	P.T.W.J. Kamps
Projectnummer	09.0003/185
Projectnaam	Update Monitoringplan AWD

---

<b>Rapport</b>	
Rapporteurs	Philip Nienhuis, Lukas Rolf
Versie	2
Rapportnummer	
Trefwoorden	Hydrologie grondwater oppervlaktewater monitoring AWD
Te citeren als	Hydrologisch Monitoringplan AWD 2024-2029

---



# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>5</b>
<b>1 Informatiebehoefte</b>	<b>7</b>
1.1 Benodigde informatie	7
1.2 Gebruik van de verkregen informatie	9
<b>2 Globale aanpak van analyse informatiebehoefte</b>	<b>10</b>
2.1 Uitgangspunten	10
2.2 Evaluatie van de monitoring 2011 - 2022	10
2.3 Rol van het modelinstrumentarium	11
2.4 Resultaten van relevante eerder uitgevoerde analyses	11
<b>3 Van kennisbehoefte naar gewenst meetnet</b>	<b>13</b>
3.1 Inleiding	13
3.2 Benodigde concrete informatie en metingen	13
3.2.1 Welke hydrologische informatie is waar nodig?	13
3.2.2 Bij welke processen speelt die benodigde informatie een rol?	14
3.2.3 Welke gegevens zijn nodig om die processen te kunnen volgen?	15
3.2.4 Hoeveel informatie is nodig, met welke kwaliteit?	15
3.3 Meetdoelen van het reguliere meetnet	19
3.3.1 Aanvullende informatie	19
<b>4 De hydrologische meetnetten</b>	<b>21</b>
4.1 Meteo-meetnet	21
4.2 Oppervlaktewaterkwantiteitsmeetnet	21
4.3 Grondwaterkwantiteitsmeetnet	22
4.4 Primair meetnet en "divers" provincies Noord-Holland en Zuid-Holland	23
4.5 Grondwaterkwaliteitsmeetnetten	23
4.6 Calamiteitenmeetnetten	24
4.7 Verbeterpotentieel van het huidige grondwatermeetnet	25
<b>5 Verwerking van de gegevens, rapportages en evaluatie</b>	<b>25</b>
5.1 Kwaliteitscontrole	26
5.1.1 Vastlegging van verloop van de monitoring	26
5.1.2 IJking van de meetmiddelen en te bemeten objecten en onderhoud	26
5.1.3 Validatie en primaire bewerking	26
5.1.4 Secundaire kwaliteitscontrole	26
5.2 Gegevensopslag	27
5.3 Nabewerking en opslag van de nabewerking	27
5.4 Rapportages	27
5.5 Uitwisseling van gegevens met derden	28
5.6 Regelmatige evaluatie van de monitoring	28
<b>6 Samenvatting</b>	<b>29</b>
<b>7 Literatuur</b>	<b>30</b>
<b>8 Bijlagen</b>	<b>31</b>
8.1 Bijlage 1: Meteo-meetnet: Locaties van de regenmeters	31

8.2	Bijlage 2: Vaste meetnet voor grondwaterkwantiteit (januari 2024)	32
8.3	Bijlage 3: Overzicht provinciale grondwatermeetnetten	33
8.4	Bijlage 4: Meetnet chloride (meetcampagne 2019, zonder winputten)	34

## Voorwoord

In de Toekomstvisie Drinkwater is aangegeven dat Waternet (Drinkwater) zich voor de komende decennia richt op gebruik/behoud van de WRK en daarmee de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) als de belangrijkste primaire bron voor de drinkwatervoorziening.

Het hydrologische systeem in de AWD is relatief complex. Er zijn minimaal drie relevante watervoerende pakketten, met in de onderste twee een mobiele zoet/brak/zoute overgangszone. Het bovenste pakket is veelal onderverdeeld door begraven veenlagen waarvan de hydrologische eigenschappen plaatselijk van doorslaggevend belang zijn voor ecohydrologische waarden. Dit hele systeem wordt gevoed vanuit het neerslagoverschot en in en rond het infiltratie- en wingebied door infiltratie van voorgezuiverd Rijnwater. In en rond het infiltratie- en wingebied domineert de waterwinning de grondwaterpeilen, elders worden die gedomineerd door voeding uit het neerslagoverschot. De diepe grondwaterstijghoogtes in de westelijke helft van de AWD worden beïnvloed door getijde in de Noordzee. De grondwaterkwaliteit binnen het infiltratie- en wingebied wordt sterk beïnvloed door infiltratie van gebiedsvreemd WRK-water.

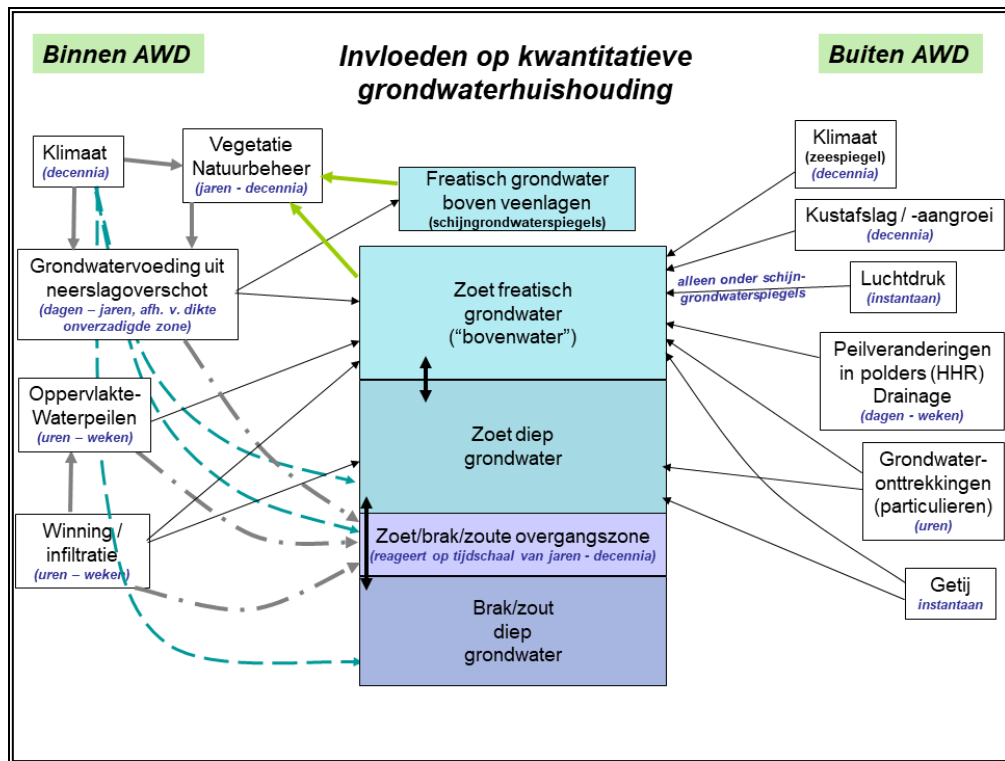
De waterwinning heeft grote invloed op de natuurwaarden in de AWD, via de infiltratie van WRK-water op de grondwaterkwaliteit en lokale grondwaterstanden. Via het diepe grondwater is er ook invloed op, en vanuit, de omgeving.

Een (vereenvoudigd) overzicht van de diverse invloeden, relaties en tijdschalen is weergegeven in Figuur 1 (pagina 6).

De informatie die de hydrologische monitoring genereert is essentiële om de waterwinning en het natuurbeheer te sturen en te optimaliseren. Ook is het belangrijk bij het communiceren en verantwoorden van Waternet's gebruik en beheer van de duinen naar andere bij de AWD betrokken partijen.

In dit rapport is aangegeven welke hydrologische informatie Waternet nodig heeft om op een efficiënte en effectieve manier de waterwinning en het natuurbeheer in de AWD te kunnen uitvoeren.

Dit rapport is een vervolg op, respectievelijk actualisering van, het "Monitoringplan AWD 2011-2020" (lit. [8]) op basis waarvan gedurende de jaren 2011-2023 de hydrologische monitoring in de AWD is gebaseerd.



Figuur 1: Globaal overzicht van invloeden en terugkoppelingen in en om de AWD op de kwantitatieve grondwaterhuishouding in de AWD; en relatieve tijdschaal van de beïnvloeding; voor wat betreft de zoet/brak/zoute overgangszone gaat het om de positie.

In dit Monitoringsplan staat beschreven:

- Welke hydrologische informatie nodig is voor reguliere procesvoering van de waterwinning het natuurbeheer in de AWD en de communicatie hierover met derden;
- Welke metingen met welke frequentie nodig zijn. , Hierbij wordt een onderverdeling in meetnetten gemaakt en bekeken welke gegevens elders kunnen worden verkregen;
- Welke bewerkingen de ruwe meetgegevens dienen te ondergaan (kwaliteitscontrole, aggregatie) en hoe de gegevens en de bewerkingen dienen te worden vastgelegd;
- Aan wie en op welke wijze de gegevens en/of de informatie uit die gegevens worden gerapporteerd.

# 1 Informatiebehoefte

Het volgende is een beknopte samenvatting van de inventarisatie van de informatiebehoefte in eerdere rapportages ("Optimalisatie Hydrologische Meetnetten AWD" [lit. 1]).

## 1.1 Benodigde informatie

Hydrologische informatie is nodig voor de volgende processen:

### 1. **Benchmarkprocessen BPF / BWK (Productie)**

Productie bedient de winmiddelen in de AWD en is ook "vergunninghouder". Welke informatie heeft Productie nodig?

- Of aan alle vergunningsvoorwaarden wordt voldaan. Op basis van de winvergunningsvoorwaarden dient regelmatig gerapporteerd te worden ("compliance-monitoring") over:
  1. Grondwaterstandsmetingen in een representatief aantal peilputten. Dit betreft kwartaalpeilingen in een aantal putten en continuumetingen in een 14-tal meetpunten verspreid over de AWD.
  2. Ligging en beweging van het zoet/brak/zout grensvlak (elke 5 jaar).
  3. Verbreiding van het geïnfiltreerde voorgezuiverde Rijnwater in de ondergrond (elke 5 jaar).

Voor de hydrologische monitoring zijn de waterpeilen in de geulen, win- en voorraadkanalen essentieel. Omdat deze al worden bemeaten vanwege de informatiebehoefte van Productie zelf, worden ze niet verder in het Monitoringplan uitgewerkt.
- Inzicht in de zoetwatervoorraad in het duin (oppervlaktewaterpeilen, (grond-) waterbalansen) en de mogelijkheid om aan de te verwachten drinkwatervraag te kunnen blijven voldoen.

Voor het door HYB (vakgroep Bronnenhydrologie) jaarlijks opgestelde Hydrologisch Jaaroverzicht worden per seizoen waterbalansen en isohypsenkaarten opgesteld voor de gehele AWD. Hiervoor worden alle beschikbare metingen gebruikt.
- Kennis over de hydrologische werking van de winmiddelen (i.v.m. onderhoud en optimalisatie).

Het belang van Productie is "operationeel" (kortere termijn) en ligt bij de eerstgenoemde punten vooral op monitoring van de actuele toestand. Deze informatiebehoefte kan in eerste instantie worden afgedekt met een relatief simpel meetnet en relatief simpele nabewerking. Voor onderzoek ten behoeve van optimalisatie van lokale winmiddelen zullen intensievere maar tijdelijke projectmeetnetten nodig zijn.

Bij Productie is ook de vergunninghouder ondergebracht.

Medio jaren 90 van de vorige eeuw zijn met de vergunningverleners informele afspraken gemaakt over de hydrologische monitoring. In grote lijnen houden deze afspraken in, dat het bestaande uitgebreide meetnet (kwartaalpeilingen), aangevuld met een 14-tal "continu-meetpunten" en de beschikbare grondwatermodellen, voldoet voor de kwantitatieve monitoring.

De huidige vergunning (12 januari 2010) noemt "uitvoering van het monitoringsplan uit het laatste door GS goedgekeurde Bedrijfsplan". In dat Bedrijfsplan worden de huidige hydrologische meetnetten beschreven.

### 2. **Benchmarkproces BWW (Bron & Natuurbeheer)**

Bron & Natuurbeheer heeft, behalve met de effecten van de waterwinning in het duin, ook te maken met lange termijneffecten op de ecologie in de AWD en op de omgeving, en met

het verantwoorden van effecten van de winning naar externe partijen. Waaraan heeft Bron & Natuurbeheer behoefte?

- Hydrologische kennis van de brongebieden, ten behoeve van optimalisatie en inpassing van natuurbeheer.
- Monitoring om vast te kunnen stellen of ingrepen in de AWD de beoogde effecten hebben (gehad) binnen en buiten de AWD. In principe valt dit voor een groot deel onder projectmeetnetten.  
Dit betreft bijvoorbeeld de effecten van Duinvernatting fase 1 en 2, capaciteitsuitbreiding in het kader van het project '70-75' en eventuele toekomstige duinvernatting (Westerkanaal, Oosterkanaal). De gewenste informatie betreft effecten op een ruimtelijke resolutie van enkele tientallen meters rondom de ingreep en enkele honderden meters daar buiten (ook buiten de AWD), met een tijdschaal van seizoenen (kwartalen), gericht op ecologische waarden (de voorjaarsgrondwaterstand is het belangrijkste). Voor inschatting van deze effecten is voldoende kennis van de huidige situatie nodig (= referentiesituatie).
- Monitoring voor detectie van invloed van de waterwinning op de omgeving en aldaar gelegen belangen van derden; en omgekeerd, detectie van invloed vanuit de omgeving op de AWD;
- Voldoende hydrologische kennis om tijdig te kunnen inspelen op ontwikkelingen waarvan de oorzaken (meestal) buiten de AWD liggen (klimaat, vegetatieverandering door successie, dynamiek van de primaire bron (Rijn), zeespiegelverandering, enz.). Deze autonome ontwikkelingen dienen van de andere hiervoor genoemde effecten te kunnen worden onderscheiden. De ruimtelijke resolutie zal honderden meters tot een kilometer bedragen en de temporele resolutie enkele jaren tot een decennium. Ook hiervoor is een kennis van de huidige (referentie)situatie nodig.  
Relevant hierbij is dat het hydrologisch systeem van de AWD zelf een zeer lang "geheugen" heeft. Voor seizoensgemiddelde neerslag (droge en natte jaren) is dit een flink aantal jaren, voor het zoet/brak/zoute grondwatersysteem zelfs enkele eeuwen (lit. [6]). Dit laatste houdt in dat de effecten van ingrepen in het verre verleden (bijvoorbeeld drooglegging Haarlemmermeer in 1852; overexploitatie van de zoetwaterbel in 1<sup>e</sup> helft 20<sup>e</sup> eeuw; start van infiltratie van voorgezuiverd Rijnwater in 2<sup>e</sup> helft 20<sup>e</sup> eeuw) thans waarschijnlijk nog lang niet volledig zijn uitgewerkt.

Samengevat heeft Bron & Natuurbeheer behoefte aan statusmonitoring en trenddetectie, en daarnaast -meer dan Productie- behoefte aan metingen waarmee de aanwezige hydrologische kennis voldoende onderhouden kan worden. Deze kennis is gericht op de bestaande brongebieden en naastliggende gebieden. De hiervoor benodigde meetnetten beslaan een veel groter areaal dan dat voor Productie en daarnaast een veel langere tijdshorizon, zowel in het verleden als in de toekomst. Voor concrete lokale projecten worden projectmeetnetten onderscheiden.

Bij Productie en Bron- en Natuurbeheer samen is ook de verantwoordelijkheid neergelegd voor wat informatiebehoefte die op een hoger niveau in de organisatie ligt:

### **3. Drinkwater**

Drinkwater als geheel heeft enige behoefte aan algemene hydrologische kennis ten behoeve van bijvoorbeeld regelmatig evaluaties van toekomstvisies e.d.

### **4. Waternet / OSB (Strategisch Centrum)**

- Hydrologische kennis ten behoeve van optimalisatie van de Watercyclus;
- Instandhouding en up-to-date houden van hydrologische kennis en het modelinstrumentarium die nodig zijn om alle bovenstaande punten te kunnen bedienen.

De algemene (geo-)hydrologische kennis die aanwezig is bij Bronnenhydrologie, die onder meer leunt op resultaten van de hydrologische monitoring, is belangrijk voor de andere hydrologische activiteiten binnen Waternet en daarmee voor de watercyclus.



### Samenvatting:

BPF/BWK (Productie) heeft voornamelijk behoefte aan actuele informatie. .  
De informatiebehoefte van BWW (Bron & Natuurbeheer) is veel meer gebaseerd op interpretatie en bundeling van de metingen (“kennisbehoefte”) en daarnaast meer gericht op de lange termijn. Dit geldt nog sterker voor Drinkwater en Waternet; die hebben primair kennisbehoefte die bovendien veel minder op de brongebieden zelf is gericht.

## **1.2 Gebruik van de verkregen informatie**

Alle metingen worden door Bronnenhydrologie gevalideerd en geanalyseerd en geïnterpreteerd. Dit laatste geschiedt veelal via het beschikbare modelinstrumentarium (o.a. het grondwatermodel AMWADU).

Gevalideerde metingen en andere relevante informatie uit de reguliere meetnetten worden doorgegeven aan de Basisregistratie Ondergrond ([www.basisregistratieondergrond.nl](http://www.basisregistratieondergrond.nl)). Op het moment van schrijven (begin 2024) is die aanlevering nog steeds in de opstartfase, maar verwacht wordt dat medio 2024 in ieder geval de metingen sinds 2021 beschikbaar zullen zijn. Aanlevering van metingen uit de voorafgaande periode zal daarna worden opgepakt.

Naast de metingen in het kader van de waterwinning worden ook andere metingen uitgevoerd. De op deze metingen gebaseerde rapportages worden gedeeld met derden.

Voorbeelden:

- In opdracht van de provincie Noord-Holland worden peilputten van het primaire meetnet gepeild (zowel in en om de AWD als rond de Zuidelijke Vechtplassen).
- In opdracht van de provincie Zuid-Holland worden 2 peilputten van het primaire meetnet ten zuiden van de AWD bemeten.
- In de AWD bevindt zich een officieel meetstation van het KNMI (“RM6”) dat dagelijks wordt afgelezen waarna de meting naar het KNMI wordt gestuurd.
- Op basis van de winvergunning wordt elke vijf jaar gerapporteerd over de actuele ligging en beweging van de zoet/brak/zoute overgangszone en de verbreiding van het geïnfiltreerde WRK-water.

## 2 Globale aanpak van analyse informatiebehoefte

### 2.1 Uitgangspunten

Voor een besluit kan worden genomen over voortzetting van de monitoring in de huidige vorm, is het eerst gewenst om van alle meetpunten de verkregen informatie te analyseren. Dat is in een aantal stappen gedaan; allereerst in de periode voor 2011, hieronder aangevuld met onder meer informatie uit evaluatie van de monitoring in de periode 2011-2022 (lit. [7]):

1. Het uitgangspunt is: *continuering van de huidige winning in het ondiepe watervoerend pakket van de AWD*. Op basis hiervan (inclusief geanticiperde uitbreiding tot maximaal 75 Mm<sup>3</sup>/jaar) wordt het monitoringplan ontworpen. Er is rekening gehouden met een eventuele toekomstige, al dan niet gedeeltelijke verschuiving naar, of aanvulling in, het diepe watervoerend pakket (diepfiltratie / AS(T)R).
2. Een kwaliteitsslag van de informatie van het gehele meetnet: In de afgelopen jaren is veel tijd en menskracht besteed om de informatie binnen de diverse databases op orde en betrouwbaar te krijgen. De meetgegevens en de bijbehorende metadata van de meetpunten voldoen aan de eisen van de Basisregistratie Ondergrond (BRO), een nationale database van ondergrondgegevens. Waternet is recent begonnen met het aanleveren van meetgegevens aan de BRO.
3. Afleiden van de kwaliteit van de meetreeksen en meetpunten:
  - a. Continuïteit (gaten in de meetreeksen), geohydrologische situatie;
  - b. Correlatie met tijdreeksen in naburige meetpunten en gebeurtenissen die in de buurt hebben plaatsgevonden;
  - c. Onderhoudstoestand van meetpunten, lekke stijgbuizen, bereikbaarheid. In de periode 2011-2022 zijn alle actieve meetpunten en meetraaien opgeknapt.
4. Achterhalen meetdoelen.

Veel meetpunten zijn ooit geplaatst voor een meetdoel dat soms al lang is achterhaald. Daarmee is niet gezegd dat zo'n meetpunt geen enkel nut meer heeft; soms kunnen afhankelijk van de situatie beter andere in de buurt gelegen meetpunten vervallen. Van alle meetpunten is daarom in de huidige situatie vastgesteld voor welke actuele meetdoelen zij voldoende bruikbare informatie kunnen bieden.
5. Optimalisatie meetnet
  - a. Twee of meer relatief dicht bij elkaar gelegen peilfilters zullen naar verwachting sterk gelijkende meetreeksen vertonen. In sommige gevallen is dit opzet, bijvoorbeeld raaien loodrecht op winmiddelen e.d. waar het gaat om achterhalen van langdurige trends. In veel andere gevallen kan sprake zijn van (inmiddels overbodige) redundantie.
  - b. In de diepere pakketten zal de correlatie tussen peilfilters, bij gelijke onderlinge afstand, sterker zijn dan in ondiepere pakketten. Het ondiepe (freatische) grondwater is sterk heterogeen beïnvloed, zowel ruimtelijk als in de tijd (winning, vegetatie, topografie, seizoensinvloed, etc), met toenemende diepte wordt dit sterk afgevlakt. De tussenruimte tussen peilfilters zal in het diepe grondwater dan ook flink groter kunnen zijn dan in het ondiepe grondwater. (Voor grondwaterkwaliteit gaat dit overigens niet op).

### 2.2 Evaluatie van de monitoring 2011 - 2022

De hydrologische monitoring gedurende de periode 2011-2022 is in 2023 geëvalueerd (lit. [7]), voor de uitgangspunten, gewenste en gerealiseerde opbrengsten, verloop en kosten. Ten aanzien van het vervolg van de monitoring in de komende jaren is de uitkomst dat gezien:

- toekomstplannen (capaciteitsuitbreiding 70-75),
- ontwikkelingen in de omgeving van de AWD,
- de huidige, bijgewerkte informatiebehoefte, en
- technologische ontwikkelingen

er thans geen aanleiding is om opzet van de monitoring en intensiteit van de metingen aan te passen.

### 2.3 Rol van het modelinstrumentarium

De door Bronnenhydrologie voor Drinkwater gebouwde hydrologische modellen zijn niet een doel op zich; het zijn vooral essentiële hulpmiddelen om alle hydrologische gebiedskennis overzichtelijk te ordenen en organiseren; in eerste instantie voor de hydrologen zelf en, na interpretatie, voor belanghebbende partijen binnen en eventueel buiten Waternet. Bij de verantwoording van de activiteiten van Waternet in de AWD en bij de optimalisatie van de waterwinning en natuurbeheer zijn de modellen essentieel.

Modellen kunnen nooit metingen vervangen; metingen dienen primair om de modellen te kunnen kalibreren en valideren. Belangrijk is dat de meetresultaten niet alleen dienen voor validatie van de modellen, maar dat de modellen ook heel goed bruikbaar zijn voor screening van de betrouwbaarheid en relevantie van de meetgegevens. Die modeluitkomsten zijn in dit monitoringplan gebruikt.

De vergunningverleners (provincies Noord- en Zuid-Holland) eisen dat er voldoende gegevens worden verzameld om een betrouwbaar modelinstrumentarium te kunnen onderhouden dat op afroep kan worden ingezet voor allerlei voorkomende vragen. Een schaalniveau is echter niet opgelegd. Dat schaalniveau volgt echter vanzelf uit de informatie die het modelinstrumentarium moet opleveren.

Omdat het modelinstrumentarium de meest efficiënte en effectieve manier vormt om de hydrologische informatie en kennis te ordenen en organiseren, is de informatiebehoefte van dat huidige modelinstrumentarium gebruikt als een belangrijke leidraad bij de opzet van de nieuwe hydrologische meetnetten.

Het is niet zo dat de informatiebehoefte van Drinkwater volgt uit de informatiebehoefte van het model, en die weer uit de informatiebehoefte van de Bronnenhydrologen. Het is juist omgekeerd, de informatiebehoefte van de hydrologen (en dus van de modellen) is niets anders dan de afgeleide informatiebehoefte van Drinkwater.

### 2.4 Resultaten van relevante eerder uitgevoerde analyses

Door M. Grol (1997, lit. [5]) is een eerste analyse uitgevoerd van kwartaalpeilingen. Daaruit bleek dat de AWD grofweg uiteenvallen in twee delen: de infiltratiegebieden waar de correlatie tussen meetreeksen in invoervariabelen als neerslag en waterpeilen moeizaam ging vanwege interferentie door de winning, en de gebieden daaromheen waar die correlatie duidelijk beter is.

Door KIWA (2004, lit. [4]) is in het kader van evaluatie van de maatregelen uit 1995/96 een uitgebreide tijdreeksanalyse uitgevoerd. En passant bleek daaruit eveneens dat tijdreeksanalyse in de infiltratiegebieden maar matig lukt, vanwege de te grote tijdintervallen (kwartaalpeilingen) en de veel snellere wisselingen van de winning.

De door H. Rolf (*mondelinge informatie*) gehanteerde methodiek bij de optimalisatie van de meetnetten van PWN in het Noord-Hollands duinreservaat (NHD) is in de AWD minder goed toepasbaar. Rolf voerde tijdreeksanalyse uit op alle toenmalige peilfilters in het NHD. Van alle peilfilters waarvan de tijdreeks voldoende kon worden verklaard door het neerslagoverschot hoefden in principe nog slechts enkele gemeten te blijven worden. Omdat PWN in het NHD een tweetal zeer compacte wingebieden heeft en het grootste deel van het NHD natuurgebied is, kon daarmee een aanzienlijke uitdunning worden verkregen.

Blijkens de resultaten van het bovengenoemde KIWA-onderzoek gaat dit voor de AWD veel minder makkelijk op, kennelijk omdat de wingebieden in de AWD veel uitgestrekter zijn dan die van PWN in het NHD. Alleen in het zuidelijke en oostelijke deel van de AWD, waar sinds medio jaren '90 geen winning meer plaats vindt en het Oosterkanaal op een constant peil wordt gehouden, is deze methodiek enigszins toepasbaar.

## 3 Van kennisbehoefte naar gewenst meetnet

### 3.1 Inleiding

Het interpreteren en omzetten van de informatiebehoefte naar een concreet meetnet is in de periode tot en met 2010 (in het kader van opstellen van het Monitoringplan AWD 2011-2020) in een aantal stappen gedaan:

1. Voor elke informatiebehoefte genoemd in paragraaf 1.1 is aangegeven wat voor soort concrete informatie gewenst is, hoe vaak en met welke dichtheid.
2. Daarna is een globaal en vooralsnog hypothetisch conceptueel meetnet opgesteld waarmee de gewenste informatie gemeten zou kunnen worden (eigenlijk meer een Programma van Eisen), en voor de diverse soorten meetpunten aangegeven aan wat voor voorwaarden ze zouden moeten voldoen.
3. Vervolgens is op een pragmatische wijze uitgezocht welke meetpunten van het huidige meetnet het beste passen bij het hypothetische meetnet en welke meetpunten het meest in aanmerking komen voor continuering en opname in het nieuwe meetnet.

Vermeden is om voor elk individueel meetpunt een of meer meetdoelen aan te geven, vervolgens de meetpunten te "sorteren" op basis van het totaal aan meetdoelen en op basis daarvan meetnetten te laten ontstaan uit een collectie aldus individueel bekeken meetpunten; laat staan om hier dan ook nog kosten per meetdoel bij te betrekken. Een motief om dit niet zo te doen is dat meetdoelen continu kunnen en zullen wijzigingen en elke wijziging soms onnavolgbare gevolgen heeft voor de relevantie van vrijwel alle andere meetpunten. De werkwijze in bovengenoemde punten 1-3 is veel efficiënter, flexibeler en overzichtelijker.

### 3.2 Benodigde concrete informatie en metingen

#### 3.2.1 Welke hydrologische informatie is waar nodig?

##### **Procesvoering Waternet**

Waternet zelf heeft voor procesvoering behoefte aan informatie over:

- Waterpeilen in geulen en kanalen. Op basis van actuele peilen wordt de waterwinning gestuurd. Tijdreeksen zijn nodig voor op- en uitbouw van hydrologische kennis;
- Waterbalansen van de AWD (flexibiliteit van de waterwinning);
- Waterkwaliteit van het teruggewonnen water;
- Ligging van het zoet/zout grensvlak (verziltingsgevaar, beïnvloeding waterkwaliteit grondwaterlichaam / KRW);
- Hydrologische en ecohydrologische processen binnen de AWD (die veelal op grotere schaal dan alleen de AWD spelen) en de effecten van de winning daarop. Dit inzicht is nodig bij het beheer van het natuurgebied maar ook voor verantwoording van dat natuurbeheer en de waterwinning in een belangrijk natuurgebied naar derden met belangen bij de AWD, zoals vergunningverleners, opdrachtgevers / eigenaars (Gemeente Amsterdam), belangengroepen enz.;
- Effecten van de waterwinning en aanpassingen daarvan op de hydrologische situatie in de directe omgeving van de AWD (belangen van derden);
- Effecten vanuit de omgeving die de hydrologische processen in de AWD kunnen beïnvloeden en waar de waterwinning op dient te worden aangepast (bijvoorbeeld stopzetting winning WLZK; klimaatverandering, zeespiegelrijzing);
- Hoe de waterwinning kan worden aangepast ten behoeve van meer natuurherstel en aan maatschappelijke veranderingen.
- Effecten van innamestops op de (eco)hydrologische processen in de AWD door de tijdelijke maar soms langdurige vermindering van het infiltratievolumes en het inzetten van de calamiteitenwinningen.

- Effecten van temperatuurveranderingen in het infiltratiewater door klimaatverandering of het kunstmatige onttrekken/lozen van thermische energie (aquathermie) op de (eco)hydrologie in de AWD. Ook de invloed op de productiecapaciteit door veranderde verblijftijden van het infiltratiewater in de bodem als gevolg van viscositeitseffecten welke temperatuurafhankelijk zijn.
- De verspreiding van verontreinigingen in de ruimte en diepte in de AWD om mogelijke (her)besmettingen en verontreinigingen van het grondwater en gewonnen drinkwater te voorkomen.

#### ***Vergunningseisen en afspraken***

De vergunningverleners eisen de volgende informatie:

- Regelmatige aanlevering van een aantal grondwaterstanden en stijghoogtes aan de Basisregistratie Ondergrond (BRO);
- Elke vijf jaar een rapportage over de veranderingen in de ligging van het zoet/zout-grensvlak in de voorgaande tien jaar;
- Elke vijf jaar een rapportage over de actuele verbreiding van het (gebiedsvreemde) infiltratiewater.

Daarnaast is wenselijk dat regelmatig (jaarlijks) een rapportage wordt opgesteld over het voldoen aan de vergunningsvoorwaarden ten aanzien van oppervlaktewaterpeilen en debieten die in het Bedrijfsplan staan vermeld. Deze rapportage hoeft niet te worden aangeleverd maar dient wel beschikbaar te zijn.

Waternet peilt voor derden (provincies Noord- en Zuid-Holland) in een aantal peilputten buiten de AWD (overigens ook rond de Zuidelijke Vechtplassen).

De effecten van de capaciteitsuitbreiding in de AWD (vergroting van de vergunde winning van 70 tot 75 Mm<sup>3</sup>/jaar) kunnen met de huidige meetpunten van Waternet, binnen en buiten de AWD worden gevolgd. In aanvulling daarop worden de gemeentelijke meetnetten van Bloemendaal, Bennebroek, Hillegom en Noordwijk gevolgd.

### **3.2.2 Bij welke processen speelt die benodigde informatie een rol?**

#### ***Natuurlijke processen (voornamelijk van belang voor BWW)***

- Grondwatervoeding uit het neerslagoverschot
- Natuurlijke afstroming naar zee en naar de binnenduinrand
- Gedrag van grondwater in de (lokaal soms dikke) onverzadigde zone
- Lange-termijnontwikkeling van het zoet/zout-grensvlak onder de AWD en de omgeving
- Aanpassing van de vegetatie (en daarmee evapotranspiratie) aan langjarige veranderingen van de diepte van de grondwaterspiegel door onder andere ecologische successie, klimaatverandering en zeespiegelverandering
- Geleidelijke verandering van ondiepe waterkwaliteit door externe factoren (bijvoorbeeld atmosferische depositie, vegetatieverandering, begrazing).

#### ***Waterwinning (merendeels van belang voor BPF, deels BWW)***

- Effecten van de waterwinning binnen de infiltratiegebieden
- Idem, buiten de infiltratiegebieden maar binnen de AWD
- Effecten van ingrepen (duinvernating) op de waterwinning
- Volgen van de voorraad winbaar water
- Reactie van het grondwater op aanpassingen van de waterwinning in het verleden en in de toekomst, binnen en buiten de AWD
- Verbreiding van het geïnfiltreerde WRK-water
- Herstel van de zoetwaterbel (zoet/brak/zout overgangszone).

#### **Effecten op de omgeving (BWW)**

- Grondwaterstands- en waterbalansveranderingen in de bollenstreek en bebouwde kommen vlak naast de AWD, als gevolg van duinvernating en optimalisatie van de winning.

#### **Effecten vanuit de omgeving (BWW, BPF)**

- Bemaling van de peilgebieden rondom de AWD (door HH van Rijnland)
- Invloed op waterkwaliteit vanuit de atmosfeer, bijvoorbeeld via droge depositie
- Bewaken waterkwaliteit van aangetrokken water (bijv. KWO-installaties) rondom extern gelegen winmiddelen als het Boogkanaal.

In Figuur 1 (pagina 7) zijn deze processen en onderlinge relaties weergegeven.

### **3.2.3 Welke gegevens zijn nodig om die processen te kunnen volgen?**

(... en de rapportages op te stellen)

#### **Kwantiteit / waterbalans van de AWD**

- Grondwaterstanden / stijghoogten, in elk geval in raaien evenwijdig aan de overheersende grondwaterstromingsrichting in de diepe watervoerende pakketten (= loodrecht op kust)
- Grondwaterstanden op diverse ecologische sleutellocaties boven en onder het Hollandveen
- Oppervlaktewaterpeilen in alle kanalen en geulen
- Continuering van de thans al uitgevoerde debietmetingen
- Hoeveelheden aangevoerd WRK-water en uit Oranjekom opgepompt ruwwater
- Alle drain- en winputdebieten
- Grondwatervoeding uit neerslag + verdeling over het duin
- Vegetatieverdeling (i.v.m. evapotranspiratie en effecten daarvan op grondwatervoeding uit het neerslagoverschot)
- Luchtdruk, voor “compenseren” diver-dataloggers en analyse van barometrische effecten
- In (vooral) diepe peilfilters: chloride / EGv / dichtheid (om zoetwaterstijghoogtes te kunnen berekenen in zoute pakketten)
- Langjarige meetreeksen ten behoeve van trenddetectie (klimaat / vegetatie)

#### **Hydrologische situatie in de directe omgeving van de AWD**

- Grondwaterstanden en stijghoogten (vooral 1<sup>e</sup> wvp) rondom de AWD
- Zeespiegel + getij
- Polderpeilen rondom AWD, met name in bollenstreek
- Neerslag en bemaling rondom de AWD

#### **Zoet/zout en verbreiding infiltratiewater**

- Chloridemetingen / Elektrisch Geleidingsvermogen (EGV) in een selectie van (vooral diepe) waarnemingsputten in en buiten de AWD
- Geohmmetingen in alle waarnemingsputten die met nog bruikbare geohmkabels zijn uitgerust
- Eventueel aanvullende chemische en/of isotopen-analyses
- Voldoende inzicht in achtergrond- (“natuurlijke”) grondwaterkwaliteit in de AWD
- Waterkwaliteitsgegevens van het aangevoerde WRK-water.

### **3.2.4 Hoeveel informatie is nodig, met welke kwaliteit?**

Dit is de kernvraag van de meetnetoptimalisatie, welke voor het voorgaande monitoringsplan (2011 – 2020) is uitgevoerd. Momenteel is er geen noodzaak voor een verdergaande optimalisatie (lit [7]).

De informatiebehoefte is de som van alle informatie die voor het voldoende volgen van alle bovengenoemde processen nodig is. Die processen werken zowel in de ruimte als de tijd op heel verschillende schalen. Ook de informatiebehoefte is heel heterogeen in tijd en ruimte. Daarom is allereerst een expliciete keuze nodig voor het te monitoren schaalniveau (resolutie), ofwel: wat wordt "voldoende" geacht?

- ⇒ Voor de waterwinning gaan we uit van het huidige meetprogramma voor oppervlaktewaterpeilen en debieten dat door Productie wordt uitgevoerd;
- ⇒ Voor het natuurbeheer mikken we op betrouwbare **vlakdekkende informatie per seizoen**.
- ⇒ Uitgangspunten daarbij zijn:
  - Continuering van de opzet van de huidige winning (in het ondiepe watervoerend pakket met infiltratie van WRK-water) met de huidige winmiddelen.
  - Uitbreiding van de maximale winning van 70 tot 75 Mm<sup>3</sup>/jaar ("AWD 70-75").
  - Geen reguliere winning uit het diepe (1<sup>e</sup>) watervoerend pakket behalve voor calamiteiten en onderhoud om die calamiteitsvoorziening in stand te houden.

In de tijd is informatie op seizoensintervallen gewenst, ofwel goed reconstrueerbare hydrologische situaties per seizoen, zodat ook de werkelijke pieken (hoogste grondwaterstanden in de lente en laagste in de herfst) worden gedetecteerd.

Een aantal relevante biotische en abiotische processen in de AWD werkt veel trager dan seizoenen: beweging van het zoet/zout grensvlak, adaptatie van vegetatie aan klimaat, en uitstralen van effecten van duinvernating gaan heel langzaam (ordegrootte decennia). Andere processen gaan juist relatief snel: het weer (neerslag, luchtdruk), getijden, peilfluctuaties in de aangrenzende poldergebieden. Al deze snelle invloeden werken ook door op de stijghoogtemetingen. Die invloeden moeten daarom ook worden gevolgd om de stijghoogtemetingen te kunnen corrigeren en de langzamere trends eruit te filteren.

Ruimtelijk gezien is er een belangrijk onderscheid tussen de diepe en ondiepe watervoerende pakketten.

De **diepere watervoerende** pakketten zijn niet direct toegankelijk; er is alleen harde informatie ter plaatse van boringen beschikbaar. Bekend is echter (uit eerdere analyses) dat alle hydraulisch relevante processen in die diepere watervoerend pakketten ruimtelijk relatief sterk gecorreleerd zijn over afstanden van ordegrootte enkele km's; een meetnet op onderlinge afstanden van 1 km (GW-raaien) is daarom voldoende intensief voor het volgen van natuurlijke processen. Wanneer winning plaatsvindt treden ter plaatse sterkere gradiënten op en dient het meetnet veel dichter te zijn.

De ruimtelijke correlatie van het zoet/zout grensvlak (de zoet/brak/zoute overgangszone) is veel minder sterk; door vroegere winning uit het diepe pakket, door de niet-continue verbreiding van de slechtdoorlatende lagen, en door de sinds 1850 gestarte diepe grondwaterstroming vanuit de Noordzee, onder de zoetwaterbel door naar de Haarlemmermeerpolder, is de ligging en de beweging vrij grillig.

De zoet/brak/zoute overgangszone vertoont een heel langzame beweging (ordegrootte verticaal dm tot m/jaar). Uit analyse van metingen in de afgelopen decennia blijkt dat deze beweging voldoende nauwkeurig, maar wel indirect, kan worden gevolgd op basis van jaarlijkse geohmmetingen, mits die elke 5 jaar kunnen worden gevalideerd aan directe chloridemetingen en mits er geen structurele waterwinning plaatsvindt uit de diepe watervoerende pakketten (dieper dan 15 à 20 m-NAP).

Waar het zoet/zout grensvlak relatief sterk helt en dus instabiel is (langs de kust en de binnenduinrand langs de zuidzijde van de AWD) is een dichter meetnet gewenst dan midden in de AWD.

Samenvattend: Voor het kunnen modelleren van het diepe en middeldiepe grondwater is een ruimtelijke meetnetresolutie van ordegrootte 1 km voldoende. De ruimtelijke resolutie kan worden gedekt met de bestaande GW-raaien.



In het **ondiepe watervoerend pakket** is er veel meer ruimtelijke en temporele variabiliteit op kleinere schaal: geulen, kanalen, topografisch reliëf, directe invloed van het weer (buien), etc. Bovendien komen plaatselijk schijngrondwaterspiegels voor die geen directe relatie hebben met het onderliggende grondwater maar ecologisch uiterst belangrijk zijn.

Het ruimtelijk en temporeel beeld van het ondiepe grondwater kan –anders dan bij het diepere grondwater- worden aangevuld met behulp van indirecte en vaak wel vlakdekkende waarnemingen aan de oppervlakte (bijvoorbeeld structureel vochtige plekken; vegetatiepatronen; “harde” randvoorwaarden als waterpeilen in grote oppervlaktewaterlichamen; kwelplasjes; zie Figuur 2).



Figuur 2: *Dagzomend grondwater in de extreem natte winter van 2023-2024 (dronefoto vanaf Kromme Schusterkanaal in zuidelijke richting)*

Omdat het praktisch onuitvoerbaar is om op elke individuele locatie te meten, ontkomen we voor het ondiepe grondwater niet aan een combinatie van (1) prioritering van te bemeten deelgebieden, (2) risicobenadering, (3) monitoring van voorbeeldgebieden en (4) ad-hoc metingen.

Voor een algemeen beeld zijn rond 1995 afspraken gemaakt over inrichten van vaste continu-meetpunten (uurmetingen) op veertien ecohydrologisch representatieve locaties in en net buiten de AWD. Het doel hiervan was het krijgen van een indruk van de dynamiek op een aantal representatief geachte locaties in de AWD.

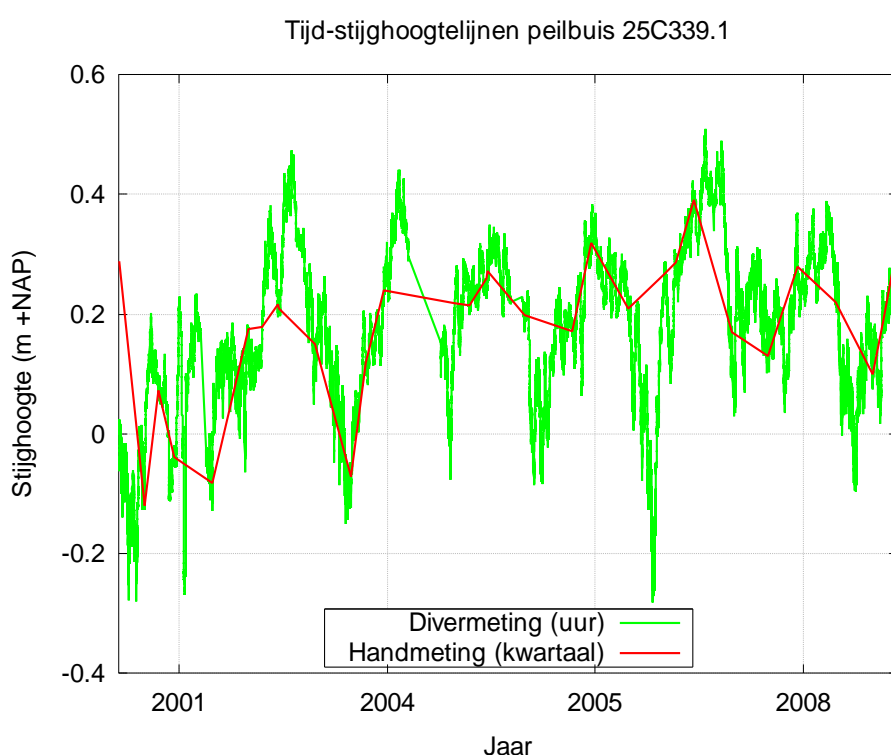
Binnen de infiltratiegebieden I, II en III domineert de waterwinning de grondwaterstanden, die daardoor sterker kunnen fluctueren dan elders in de AWD. Een vlakdekkend beeld van de grondwaterstand voor elk kwartaal kan vooralsnog worden verkregen door continuering van kwartaalpeilingen in een selectie van de P- en C-buizen.

***Samenvattend:*** Voor het basismetnet ondiep grondwater hebben we genoeg aan meetpunten ter plaatse van de diepere peilputten in de GW-raaien voor het middeldiepe/diepe meetnet, aangevuld met meetpunten op ecologisch gevoelige plekken (vochtige duinvalleien), een aantal meetpunten met filters boven en onder het Hollandveen, een aantal raaien loodrecht op winkanalen en de 14 vaste continu-meetpunten. Binnen de infiltratiegebieden I, II en III blijven de kwartaalpeilingen in een selectie van P- en C-buizen voorlopig in stand.

### **Meetfrequentie**

Uitgangspunt voor de kwantiteitsmetingen is informatie per kwartaal, met name de hoogste en laagste grondwaterstanden en stijghoogtes.

Uit Fourier-analyse is bekend dat om regelmatig terugkerende signalen (hier: seizoensinvloeden) te kunnen analyseren, er met een minstens tweemaal zo hoge frequentie gemeten (“gesampled”) dient te worden ingeval van een oneindig lange ruisvrije meetreeks. Voor kortere meetreeksen en bij “ruis” is een hogere meetfrequentie nodig. Voor het interpreteren van de seizoensextremen zou daarom minimaal 8 maal per jaar dienen te worden gemeten. Praktisch gezien, en omdat we met eindige meetreeksen te maken hebben met –inderdaad- vaak veel “ruis”, is het beter om uit te gaan van maandelijkse peilingen. Uit tijdreeksanalyse van metingen buiten die vaste meetpunten is afgeleid dat kwartaalpeilingen onvoldoende representatief zijn voor de dynamiek in het ondiepe grondwater. In *Figuur 3* zijn bijvoorbeeld van een willekeurig peilfilter tijdreeksen weergegeven van handmetingen (kwartaalpeilingen) en dataloggermetingen (om het uur). Duidelijk te zien is dat met kwartaalpeilingen de werkelijke extremen worden gemist. Dit spoort met de analyse dat het huidige meetnet in de AWD weliswaar relatief dicht is in de ruimte, maar juist heel (te) ijl in de tijd. Met maandpeilingen kunnen die pieken veel beter worden gedetecteerd.



*Figuur 3: Hand- en datalogger-metingen in peilbuis 25C339.1*

Vanwege de dynamiek van de waterwinning zou binnen de infiltratiegebieden in theorie een veel hogere meetfrequentie gewenst zijn in het ondiepe watervoerend pakket (“bovenwater”). Maar omdat we mikken op vlakdekkende informatie per seizoen volstaan voorlopig de maandpeilingen in een beperkt aantal peilputten en momentopnames (kwartaalpeilingen in een selectie van P-, D- en C-buizen). Wanneer er meer duidelijkheid is over de samenhang met het meetnet voor onderhoudstoestand van de drains kan dit meetnet zo nodig verder worden geoptimaliseerd.

Sinds 2006 zijn in het kader van Monitoring De Zijk circa 50 meetpunten tijdelijk uitgerust met 2 à 3 divers; daarmee is plaatselijk de tijdresolutie verbeterd, maar de meetreeksen zijn nog kort in vergelijking met de responstijd van het hydrologische systeem. De meeste van deze projectmeetpunten zijn inmiddels in het reguliere dataloggermeetnet opgenomen.

Alle grondwaterpeilingen moeten worden gecorrigeerd voor getij, luchtdruk en dichtheid, alvorens er mee gerekend kan worden. De eerste twee invloeden werken relatief homogeen door en kunnen met een (deels mobiel) meetnet van dataloggers worden gemeten. Historische waterstandsmetingen kunnen daarmee achteraf worden gecompenseerd. Voor correctie voor dichtheid kunnen de geohmmetingen en vijfjaarlijkse chloridemetingen worden gebruikt.

### 3.3 Meetdoelen van het reguliere meetnet

Uit de voorgaande paragrafen volgen als concrete meetdoelen voor het reguliere meetnet:

- Zo goed mogelijk vaststellen van de **grondwateraanvulling** uit het neerslagoverschot; dit is een van de drijvende krachten van het hydrologische systeem. De huidige meetfrequentie (dagelijks aflezen van de twee dagregenmeters, aangevuld met de automatische regenmeter (meetinterval 10 min.) in het noordpuntje van infiltratiegebied III) is voldoende gezien de traagheid van het grootste deel van het hydrologisch systeem. N.B. de automatische regenmeter is destijds geïnstalleerd om samen met buienradar beter inzicht te krijgen in de ruimtelijke heterogeniteit van de neerslag over de AWD.
- Monitoren van de **luchtdruk** voor compenseren van datalogger-reeksen en barometrische effecten op stijghoogtes (door KNMI meteo-station Schiphol).
- Volgen van alle **oppervlaktewaterpeilen** en **debieten** in de AWD en daarbuiten (dat laatste minder gedetailleerd met toenemende afstand tot de AWD). Dit zijn –samen met grondwatervoeding uit neerslag- de belangrijkste randvoorwaarden voor het hydrologische systeem.
- **Vlakdekkend** volgen van de **grondwaterstanden** op een ruimteschaal van honderden meters tot een kilometer ten behoeve van ecologie en voorraad. Lokaal (op ecohydrologisch gevoelige locaties) moet dit meetnet dichter zijn. Een meetinterval van een maand voldoet voor het kunnen vastleggen en modelmatig simuleren van seizoensomstandigheden.
- Volgen van de lokale **schijngrondwaterspiegels** boven het Hollandveen, deze zijn plaatselijk heel belangrijk voor de ecohydrologische situatie en waterbalansen.
- Vlakdekkend volgen van de **diepe stijghoogtes** in en om de AWD (vaststellen van trends, basisgegevens voor modelsimulaties) op maandbasis.
- Langs de randen van de AWD **in de tijd relatief intensief** meten van externe invloeden op de AWD (getij, peilbeheer in oppervlaktewater, drainage; deze invloeden gaan primair via het diepe grondwater).
- Op een aantal locaties binnen de AWD **in de tijd relatief intensief** meten van **grondwaterstanden** en stijghoogtes (locale, kleinere en daardoor meestal snellere systemen; representatieve locaties).
- Bewaken van de **zoet/brak/zoute overgangszone** in het diepe grondwater; deze beweegt langzaam, jaarlijks bemonsteren van de geohmkabels en vijfjaarlijkse chloridebemonstering en –analyse, aangevuld met wat kan worden afgeleid uit stijghoogtemetingen, voldoet;
- Volgen van de verbreiding van het **geïnfiltreerde WRK-water**. Deze verbreiding gaat eveneens langzaam.

Een aantal neven-doelen waarop is gelet:

- Zo min mogelijk “impact” op de duinen (zo min mogelijk verplaatsingen met vervoermiddelen, zo min mogelijk maaiwerk).
- Zo makkelijk mogelijk bereikbare meetpunten.

#### 3.3.1 Aanvullende informatie

In de jaren 2005-2010 is veel aandacht besteed aan een kwaliteitsslag en integratie van alle tot dusver verzamelde informatie en gegevensverwerking. Dat heeft destijds enerzijds ongewenste vertraging bij de meetnetoptimalisatie opgeleverd, anderzijds is veel duidelijker geworden hoe een efficiënt en effectief meetnet er uit zou moeten zien (zowel qua informatie-inhoud als qua onderhoud en nabewerking).

Een belangrijk aandachtspunt is de gemiddelde hoeveelheid werk per meetpunt: aansturing, transport, meting, invoer, validatie, nabewerking, opslag, investering en afschrijving, beheer van hulpmiddelen, software, etc. Een effectieve kwaliteitsbeheersing van het gehele traject van veldmetingen tot en met opslag van de bewerkte en gevalideerde metingen, in tegenstelling tot alleen maar deel-optimaliseren van individuele schakeltjes in deze keten, zal sterk helpen bij het zo efficiënt mogelijk uitvoeren van de monitoring en vermijden van verborgen kosten. Vanaf circa 2014 is door de integratie van alle grondwatermonitoring binnen Waternet hierin een belangrijke slag geslagen. Daarna is vanaf circa 2018 in het kader van de overgang van aanleveren van grondwatergegevens van DinoLoket naar de BRO, een tweede grote kwaliteitsslag gemaakt, nu echter primair op metagegevens.

Voor automatisch meten blijkt in de AWD het economisch omslagpunt in het algemeen te liggen bij een meetfrequentie van vaker dan 1 à 2 maal per week. Voor lagere frequenties zijn handmetingen per saldo goedkoper en betrouwbaarder, behalve uiteraard bij lastig bereikbare meetpunten.

Over een optimale meetfrequentie is op pag. 17 al opgemerkt dat uitgaande van een informatiebehoefte van betrouwbare informatie per seizoen, maandpeilingen aangevuld met automatische continuumetingen op strategisch gekozen locaties, voldoende nauwkeurig zijn voor een traag hydrologisch systeem als de duinen.

## 4 De hydrologische meetnetten

De basismetnetten betreffen (min of meer in volgorde van hydrologische kringloop):

- Meteo-meetnet (neerslag)
- Oppervlaktewaterkwantiteitsmeetnet (waterpeilen, waterbalans)
- Grondwaterkwantiteitsmeetnet (grondwaterstanden, stijghoogtes)
- Grondwaterkwaliteitsmeetnet (zoet/zout, verbreiding infiltratiewater)
- Primaire meetnet en datalogger-meetnet van provincies Noord-Holland en Zuid-Holland

Naast de basismetnetten kunnen voor een bepaald doeleinde ook (temporele) projectmeetnetten worden ingericht. Deze meetnetten zijn geen onderdeel van het hier gepresenteerde langjarige monitoringsplan. Voorbeelden van projectmeetnetten uit het recente verleden zijn de aanvullende monitoring De Zijk voor het volgen van de effecten van project Duinvernating Fase II en het projectmeetnet stopproef Oosterkanaal voor het uitvoeren van een pompproef-analyse na het stopzetten van de diepe winningen langs het Oosterkanaal.

### 4.1 Meteo-meetnet

Neerslaggegevens binnen de AWD worden door Waternet zelf gemeten, alle verdampingsgegevens en neerslaggegevens van buiten de AWD worden betrokken van het KNMI. De metingen met door Waternet zelf bemeeten barometer op Leiduin zijn vervangen door die van KNMI-station Schiphol.

Het belangrijkste doel van het meteo-meetnet (bijlage 1) zijn is het vaststellen van de grondwatervoeding uit het neerslagoverschot, na de waterwinning de belangrijkste drijvende kracht achter de grondwaterstroming in de AWD.

Het meteo-meetnet blijft voorsnog bestaat uit drie regenmeters: De dagelijks met de hand opgenomen regenmeters RM6 (Tilanuspad, tevens KNMI-meetstation), RM11 op het Waternet-bedrijventerrein Leiduin en RM12 in het noorden van infiltratiegebied 3 (zie overzichtskaart in 8.1).

In het verleden bevatte het meteo-meetnet negen aanvullende regenmeters in twee raaien in de AWD. De meerwaarde van de aanvullende metingen rechtvaardigde echter de benodigde inspanning voor instandhouding en bemeeten van de apparatuur niet. De metingen waren ook niet altijd even betrouwbaar, mede vanwege opschietende begroeiing en (soms) vandalisme.

### 4.2 Oppervlaktewaterkwantiteitsmeetnet

#### Oppervlaktewaterpeilen

De kanaal- en geulpeilen worden hier genoemd omdat zij grote invloed hebben op de grondwaterstroming in de AWD. Deze peilen worden drie maal per week met de hand (en plaatselijk automatisch) gemeten door Productie. Het is uiterst belangrijk dat de meting van deze waterpeilen wordt gecontinueerd.

Dit oppervlaktewaterpeilmeetnet dient primair voor besturing van de waterwinning. Het meetnet voor oppervlaktewaterkwantiteit behelst alle peilschalen, meetstuwen en debietmeters van de afdeling Productie en wordt door Productie bemeeten in het kader van de procesvoering van waterwinning.

### Meetnet waterbalans

De voeding vanuit de WRK en de onttrekking vanuit de Oranjekom zijn de belangrijkste posten van de waterbalans en daarmee van groot belang voor de hydrologie van de AWD; ze worden door Productie bijgehouden.

Voor de interne waterbalansen zijn de met de drains teruggewonnen debieten benodigd. Deze worden ook binnen de procesvoering van de waterwinning gemeten. Het debiet van de twaalf drains en van vier stuwen in de toevoersloten wordt telemetrisch bemeten.

De afstroming van grondwater vanuit de AWD naar zee en de binnenduinrand en de opbouw van de grondwatervoorraad (zoetwaterbel) worden met het grondwatermodel berekend op basis van het kwantiteitsmeetnet.

## 4.3 Grondwaterkwantiteitsmeetnet

Het basismetnet grondwaterkwantiteit omvat het meetnet voor het zeer diepe grondwater, het middeldiepe grondwater en het bovenwater (ondiep, meestal freatisch grondwater en de (schijn)grondwaterspiegels boven het Hollandveen). Het meetnet omvat 482 meetlocaties. Een overzicht van alle meetlocaties voor het grondwaterkwantiteitsmeetnet is weergegeven in bijlage 2.

Terwijl sommige meetlocaties maar één peilfilter bevatten, wordt op vele meetlocaties de grondwaterstand met meerdere peilfilters op verschillende dieptes gemeten. Alle 970 actieve peilfilters (stand: januari 2024) worden met de hand bemeten en in 155 peilfilters wordt de grondwaterstand aanvullend met automatische drukopnemers met een meetinterval van één uur gemeten.

Categorie	Aantal locaties	Handmatig bemeten peilfilters	Automatisch bemeten peilfilters (handmatige controlemeting)
Datalogger-uitleesronde per kwartaal	89	179	155
Handmeting maandelijks	152	550	
Handmeting infiltratiegebied per kwartaal	241	241	
<b>Totaal</b>	<b>482</b>	<b>970</b>	<b>155</b>

De met automatische drukopnemers uitgeruste peilfilters worden eens per kwartaal uitgelezen. Dan wordt ook een handmatige controlemeting uitgevoerd en worden ook alle peilfilters zonder drukopnemer op dezelfde meetlocatie handmatig bemeten.

Verdeeld in vijf zogenoemde peilroutes worden 550 peilfilters op 152 meetlocaties maandelijks handmatig gemeten.

In de infiltratiegebieden van de AWD worden per kwartaal 241 ondiepe peilfilters handmatig bemeten om het gedrag van het infiltratiewater en het functioneren van de drains (ondergrondse winmiddelen) te monitoren. Een groot deel van deze peilfilters meet de waterstand in de drains en de stijghoogte in en om de omstorting van de drains.

Voor de opbouw van het vaste grondwatermeetnet is gestart met het diepe en middeldiepe grondwater. Er is daarbij zoveel mogelijk uitgegaan van de klassieke "GW-raaien", dat zijn putten op een onderlinge afstand van circa 1 km gerangschikt in rijen die loodrecht op de kustlijn liggen. Sommige geselecteerde peilputten hebben geen aparte filters voor elk ter plaatse onderscheiden ondiep watervoerend pakket (boven/onder Hollandveen); in die gevallen zijn zo dichtbij mogelijk gelegen ondiepe meetpunten erbij gezocht.

Het ondiepe grondwater wordt beïnvloed door veel heterogenere randvoorwaarden dan het middeldiepe en diepe grondwater. Daarom zijn tussen de GW-raaien plaatselijk aanvullende meetpunten opgenomen die dienen om lokale verschijnselen te kunnen volgen: invloed van kanalen, meer uitgestrekte schijngrondwaterspiegels boven het Hollandveen, natte/vochtige duinvalleien, etc. Waar Hollandveen voorkomt is ook boven het Hollandveen een datalogger geïnstalleerd.

Enkele GW-raaien lopen door in de binnenduinrand. In de bollengebieden en naast de AWD gelegen bebouwde kommen blijft het huidige meetnet in stand.

In de zeereep is een drietal waarnemingsputten uitgerust met één datalogger per watervoerend pakket ten behoeve van getijcorrecties. In vier waarnemingsputten in de zeereep worden maandelijks handpeilingen uitgevoerd

Buiten de AWD staan nog enkele tientallen met divers uitgeruste peilfilters. Deze metingen zijn nodig om genoemde snelle fluctuaties vanuit "buiten" uit de reeksen in de AWD zelf te filteren (analoog aan de effecten van getij en luchtdruk). Deze meetpunten worden ook gebruikt om de invloed van de AWD op de grondwaterstanden in de omgeving te monitoren.

#### **4.4 Primair meetnet en "divers" provincies Noord-Holland en Zuid-Holland**

In opdracht van de provincie Noord-Holland bemeeet Waternet 29 peilputten van het primaire meetnet van Noord-Holland in de AWD en omstreken (zie overzichtskaart in 8.3). In het zuidelijke deel van de AWD bemeeet Waternet 2 locaties in opdracht van de provincie Zuid-Holland.

De peilputten zijn opgenomen in de reguliere meetroutes van Waternet. De meetgegevens worden door Waternet verwerkt, gevalideerd en aangeleverd aan de BRO.

#### **4.5 Grondwaterkwaliteitsmeetnetten**

De grondwaterkwaliteitsmeetnetten dienen voor het volgen van:

1. Beweging van het zoet/zout grensvlak
2. Verbreiding van het geïnfiltreerde WRK-water.

Daarnaast wordt incidenteel onderzoek naar de verspreiding van verontreinigingen in de AWD gedaan, waarbij ook grondwatermeetpunten bemonsterd worden. Tot nu toe betreft dit geen regelmatige meetcampagne. Naar verwachting zal er in toekomst meer onderzoek naar verricht worden.

##### Ad 1. Zoet/zout grensvlak

Alle geselecteerde in de GW-raaien gelegen diepe en middeldiepe peilfilters worden opgenomen in de vijfjaarlijkse chloridebemonstering. De diepe winputten (calamiteitenwinningen) worden ook tijdens de vijfjaarlijkse chloridemeetcampagne bemonsterd.

Het meetnet voor het volgen van beweging van het zoet/zout grensvlak behelst:

- Jaarlijks uitlezen van alle geïnstalleerde geohmkabels. Deze ook 'zoutwachters' genoemde kabels zijn verticaal in boorgaten geïnstalleerd. In de AWD zijn 90 actieve zoutwachter kabels in 75 boorgaten geïnstalleerd (zie overzichtskaart in 8.4). Met behulp van elektrodes wordt de elektrische weerstand van de verzadigde bodem gemeten, waaruit het elektrische geleidingsvermogen (EGV) van het grondwater wordt afgeleid. Dit EGV is een goede indicator voor het zoutgehalte van het grondwater.
- Vijfjaarlijkse grondwaterbemonstering en analyse op chloride en EGV in alle peilputten uitgerust met geohmkabels, alle peilputten van het zeer diepe grondwater-

kwantiteitsmeetnet (deze overlappen grotendeels), en vijfjaarlijkse bemonstering en analyse op chloride en EGV in alle winputten.

Een overzicht van het zoet/zout meetnet zoals dat in 2019 is bemonsterd staat in bijlage 4. In de volgende chloridemeetcampagne in 2024 zullen voor een groot deel dezelfde meetpunten worden bemonsterd. De 240 te bemonsteren winputten zijn niet getoond.

#### Ad 2. Verbreiding infiltratiewater

De verbreiding van het infiltratiewater kan grotendeels worden gevolgd op basis van de chloridemetingen, gebaseerd op het contrast tussen enerzijds de door zoutlozingen in de Rijn van de Franse kalimijnen destijds flink verhoogde chloridegehalten, en anderzijds het duinwater met relatief lage chloridegehalten. Omdat in de loop van de tijd dit contrast lokaal is vervaagd (doordat veel van het oudste en dus “zoutste” geïnfiltreerde Rijnwater inmiddels alweer uit het systeem is teruggewonnen) dienen de chloridemetingen eventueel plaatselijk te worden aangevuld met natuurlijke tracers (verhouding Cl<sup>-</sup>/Br<sup>-</sup>) en isotopenanalyses (<sup>16</sup>O/<sup>18</sup>O).

Dit meetnet dient dus een heel ander doel dan het meetnet voor het zoet/zout grensvlak; het front van het infiltratiewater ligt op een andere plaats en ondieper dan het zoet/zout grensvlak. De chlorideconcentraties liggen ook aanzienlijk lager (< 150 mg/L) dan die in het brakke/zoute grondwater (tot tienduizenden mg/L). De beide meetnetten overlappen slechts gedeeltelijk en daarom is een aantal aanvullende ondiepere meetpunten nodig.

Na het analyseren van de chloridemonsters wordt een eerste inschatting gemaakt waar het front tussen het infiltratiewater en het natuurlijke duinwater zich ongeveer bevindt. In peilfilters op dit grensvlak worden dan 30 á 40 aanvullende grondwatermonsters genomen. Ingeval van verminderde chloridecontrasten (zie boven) kan met behulp van aanvullende tracers de meest waarschijnlijke bron van het aangetroffen water worden bepaald.

In de infiltratiegebieden I, II en III is nauwelijks of geen sprake van laterale verbreiding van het infiltratiewater vanwege de geometrie van en de gehanteerde peilen in de winkanalen. In de infiltratie/voorraadgebieden IV-V beweegt het front, onder de regenwaterlenzen, heel geleidelijk in oostwaartse richting.

Onder de infiltratiegebieden beweegt het front zich steeds meer naar de diepte. Omdat de aanvulling van de zoetwaterbel voor het overgrote deel plaatsvindt vanuit de infiltratiegebieden (circa 6 à 7 Mm<sup>3</sup>/jaar) is het onvermijdelijk dat op de heel lange termijn (eeuwen) bij continuering van de huidige winning de zoetwaterbel aldaar uiteindelijk voor een aanzienlijk deel uit infiltratiewater zal bestaan.

Er moet worden gezorgd dat de betreffende peilputten goed blijven functioneren. Het meetnet voor het volgen van de verbreiding van het geïnfiltreerde WRK-water is deels mobiel omdat het “front” zich steeds meer naar het oosten en naar de diepte verplaatst.

#### **4.6 Calamiteitenmeetnetten**

Omdat dit monitoringplan is gebaseerd op waterwinning uit alleen het “bovenwater” (ondiepe watervoerend pakket), maar er wel een winning (thans bedoeld voor calamiteiten) aanwezig is in het diepe watervoerend pakket, dient er een voorziening te zijn voor het volgen van effecten van langduriger onttrekking uit dit diepe grondwater (zeg: langer dan een week). De voornaamste meetdoelen hiervan zijn

- 1) Het volgen van (verminderen van) “de voorraad”;
- 2) Tijdig detecteren van ongewenste bewegingen van de zoet/brak/zoute overgangszone;
- 3) Het zo goed mogelijk vaststellen van extra wegzijging van ondiep grondwater naar het diepe watervoerend pakket, ter onderscheiding van de “normale” wegzijging.

Verwachte gevolgen van een langdurige diepe winning met de huidige winputten zijn onder meer:



1. Snelle en zich snel voortplantende stijghoogteverlagingen in het diepe watervoerend pakket. Van de pieken ten gevolge van de maandelijkse testonttrekkingen is bekend dat die tot voorbij de spoorlijn Heemstede-Leiden nog vrij goed van andere invloeden te onderscheiden zijn. Verwacht kan worden dat langduriger stijghoogteverlagingen op allerlei manieren merkbaar zullen zijn in de bollenstreek en de naast de AWD gelegen urbane gebieden
2. Optrekken van zout of brak grondwater van grotere diepte. In extreme gevallen kan dit water in de winputten komen.
3. Beïnvloeding van de waterkwaliteit in de voorraadkanalen door het diepe grondwater dat daarin wordt gepompt (het diepduinwater bevat relatief meer fosfaat hetgeen voor algengroei in de winkanalen kan zorgen).

Een opzet voor zo'n calamiteitenmeetnet zal –indien gewenst- later worden opgesteld. Als schot voor de boeg kan worden gesteld dat de nu beschikbare meetpunten, informatie en modellen waarschijnlijk voldoen. De extra hydrologische monitoring zal waarschijnlijk bestaan uit extra geohm- en chloridemetingen, extra peilrondes in enkele tientallen diepe peilputten en een opzet voor regelmatige rapportage op basis waarvan kan worden bijgestuurd.

#### 4.7 Verbeterpotentieel van het huidige grondwatermeetnet

Ofschoon het huidige grondwatermeetnet relatief uitgebreid is, zitten er enkele structurele zwakke plekken in:

1. Langs de westelijke begrenzing van de AWD, vooral onder het strand en enkele honderden meters in zee, is de ligging van het zoet/zout grensvlak onbekend, terwijl uit modelsimulaties is gebleken dat deze onzekerheid sterk doorwerkt op de betrouwbaarheid van langere-termijn berekeningen. Duidelijk is dat aanvullende informatie nodig is. Om dit zoveel mogelijk te ondervangen lopen twee projecten: Skytem (airborne geofysica vanuit een helikopter) en "Zoetwatertongen" waarvan de resultaten in 2024 worden opgeleverd. Of dit dan voldoende is dient na afloop van deze projecten te worden vastgesteld.
2. Een analoge situatie bestaat langs de noordrand. Sinds PWN de winning en hydrologische monitoring in Zuid-Kennemerland heeft stopgezet beweegt het zoet/zout grensvlak zich aldaar naar beneden, hetgeen merkbaar is tot in de AWD. Dit kan worden opgevangen door opnemen van een of meer voormalige peilputten van PWN in het zoet/zout meetnet.

Ook ten zuiden van de AWD is er enige onzekerheid over de ligging van het zoet/zout grensvlak. Om een verandering in het diepe grondwater, beter te kunnen volgen zou een aanvullende diepe waarnemingsput ten zuiden van De Zilk waardevol zijn.

## 5 Verwerking van de gegevens, rapportages en evaluatie

Naast uitvoering van de eigenlijke metingen vormen de volgende handelingen een integraal en essentieel onderdeel van de monitoring:

1. (Primaire en secundaire) Kwaliteitscontrole;
2. Opslag van de ruwe gegevens;
3. Eventuele bewerking en opslag van de bewerkingen;
4. Regelmatige rapportages, waarin inbegrepen:
  - Hydrologische Jaaroverzichten
  - Rapportages aan vergunningverleners
5. Uitwisseling met derden;
6. Regelmatige evaluatie van de monitoring.

## 5.1 Kwaliteitscontrole

De kwaliteitscontrole is er op gericht dat de betrouwbaarheid van metingen ook achteraf nog kan worden gecontroleerd. Daarvoor is het volgende nodig:

1. De mogelijkheid om altijd te kunnen achterhalen hoe een meetwaarde tot stand is gekomen, inclusief validatie
2. Regelmatige ijking en onderhoud van de meetmiddelen en te meten objecten.
3. Validatie en primaire bewerking van de meetgegevens, zo snel mogelijk na de meting.
4. Op regelmatige tijdstippen secundaire kwaliteitscontrole van de metingen, meestal in het kader van rapportages of modelleringen.

### 5.1.1 Vastlegging van verloop van de monitoring

Voor alle metingen in het kader van de hydrologische monitoring dienen duidelijke werkinstructies beschikbaar te zijn. Alle gegevens die (al dan niet achteraf) nodig zijn voor interpretatie van de metingen, maar ook niet meer dan dat, dienen duidelijk te worden vastgelegd. Dit betreft naast het meetresultaat zelf in ieder geval een aanwijzing van diegene die de meting(en) heeft uitgevoerd, meettijd en –datum, en degene die de validatie heeft gedaan. Afhankelijk van het soort meting zijn aanvullende gegevens nodig. Concrete aanwijzingen per type meting staan in het Meetplan.

### 5.1.2 Ijking van de meetmiddelen en te bemeten objecten en onderhoud

Alle meethulpmiddelen (peillinten, elektrische en elektronische hulpmiddelen) dienen regelmatig te worden gekalibreerd en onderhouden. In werkinstructies wordt per meetmethode gespecificeerd hoe en hoe vaak deze ijking dient te geschieden.

De kwaliteit van laboratoriumanalyses van watermonsters e.d. wordt gedekt door de kwaliteitssysteem van de betrokken laboratoria.

Afhankelijk van het type meting en het belang van sommige individuele meetpunten dient de onderhoudstoestand van die meetpunten actief te worden gemonitord. Dit geldt met name voor automatische metingen; “gaten” in de meetreeksen hiervan die pas na lange tijd worden opgemerkt, laat staan pas na lang wachten op reparatie worden opgelost, leiden direct tot problemen.

De te bemeten objecten moeten regelmatig worden “geijkt” en onderhouden. Voor peilputten en peilfilters betreft dit regelmatige waterpassing van de referentiehoogtes (bovenkant peilbuis). De resultaten van deze ijking en het uitgevoerde onderhoud dienen in een archief duidelijk te worden vastgelegd.

### 5.1.3 Validatie en primaire bewerking

Zo snel mogelijk na de meting en eventuele invoer worden de ruwe meetgegevens gevalideerd, dat wil zeggen gecontroleerd op evidente fouten. Voor deze validatie dienen duidelijke werkinstructies beschikbaar te zijn.

Na deze eerste controle worden de metingen waar nodig bewerkt tot direct bruikbare metingen; bijvoorbeeld: gemeten waterstanden in peilbuizen worden omgerekend naar stijghoogtes ten opzichte van NAP, geohmmetingen worden omgerekend tot lokale EGV's.

Waar van toepassing worden de aldus bewerkte gegevens vervolgens op een hoger abstractieniveau verder gevalideerd, bijvoorbeeld door ze te vergelijken met andere metingen in de directe omgeving.

Hoe sneller de primaire validatie en bewerking geschiedt, hoe meer kans er is om foute metingen te corrigeren en eventueel de metingen tijdig overnieuw te doen.

### 5.1.4 Secundaire kwaliteitscontrole

Secundaire kwaliteitscontrole vindt onder meer plaats in het kader van regelmatige rapportages en (soms) projecten waarin de gegevens echt worden gebruikt, bijvoorbeeld in het kader van Hydrologische Jaaroverzichten..

## 5.2 Gegevensopslag

Opslag dient zoveel mogelijk in digitale vorm te geschieden. Alle ruwe meetgegevens dienen bewaard te blijven. Alle analoog verkregen meetgegevens (met de hand opgeschreven meetwaarden) dienen na digitalisatie (invoer) en validatie te worden opgeslagen. Binnen Waternet is de wens om alle meetinformatie, dus ook hydrologische informatie, in drie separate databases op te slaan, te weten: ruimtelijke gegevens van meetobjecten, onderhoudsinformatie van meetobjecten en de meetgegevens zelf.

Het door afd. Productie beheerde oppervlaktemeetnet maakt al gebruik van deze ICT-architectuur. Het door afd. Onderzoek & Advies beheerde grondwatermeetnet gebruikt de speciaal ontwikkelde database GWNet. Omdat deze database niet meer aan de ICT-eisen van Waternet voldoet is er de ambitie om GWNet te vervangen door een systeem dat binnen de bovengenoemde ICT-architectuur van Waternet past en aan alle ICT-eisen voldoet. In 2024 wordt begonnen met het onderzoeken van mogelijkheden.

## 5.3 Nabewerking en opslag van de nabewerking

De ruwe meetgegevens plus de uitgevoerde nabewerking vormen altijd het uitgangspunt bij gegevensopslag, niet de bewerkte gegevens zelf.

Indien ruwe metingen eerst moeten worden bewerkt voor ze bruikbaar zijn, bijvoorbeeld waterstanden in peilbuizen die worden omgerekend naar stijghoogtes ten opzichte van NAP, moet worden gearchiveerd *hoe* de ruwe metingen worden bewerkt en – indien van toepassing – welke aanvullende gegevens of metingen daarbij zijn gebruikt.

Dit houdt niet zozeer in dat de bewerkte gegevens niet zouden mogen worden opgeslagen; maar te allen tijde moeten bewerkte gegevens opnieuw kunnen worden gereconstrueerd uit de ruwe meetgegevens en aanvullende gegevens. De reden is dat soms pas na jaren kan blijken dat bewerkingen en correcties van gegevens in voorkomende gevallen toch niet afdoende waren en aanvullende validatie en nabewerking wenselijk blijkt.

## 5.4 Rapportages

Na afloop van elk kalenderjaar wordt een Hydrologisch Jaaroverzicht gecompileerd op basis van de kwantiteitsmetingen in het betreffende jaar. Dit rapport omvat:

- Het verloop van de waterpeilen in alle geulen en kanalen in de AWD;
- Waterbalansen en deelwaterbalansen van de AWD;
- Isohypsenkaarten van de onderscheiden watervoerende lagen, representatief voor elk seizoen;
- Een overzicht van belangrijk onderhoud of wijzigingen aan het winsysteem van de AWD (b.v. het schonen van de drains en een analyse van de effectiviteit hiervan);
- Een overzicht van hydrologische gebeurtenissen in het betreffende jaar.

Opbrengsten van de bovenbeschreven onderdelen van het Hydrologisch Jaaroverzicht zijn:

- Verantwoorden van het gevoerde hydrologisch beheer van de AWD, niet in het minst naar de vergunningverleners en derden;
- Weliswaar *en passant*, maar evengoed essentieel: een secundaire kwaliteitscontrole in samenhang met alle andere (soorten) metingen, waardoor de betrouwbaarheid van de diverse meetgegevens zeer sterk verbetert;
- Mogelijkheid voor snelle naslag van hydrologisch relevante zaken (het “hydrologisch geheugen”);
- Betrouwbaarder gegevens, waardoor onder andere de voorspellende waarde van de modellen sterk wordt verbeterd ten opzichte van de situatie dat de gegevens na validatie alleen maar worden opgeslagen en er niet meer naar wordt omgekeken.

Om de vijf jaar wordt een aparte rapportage opgeleverd met daarin een beschrijving van:

- De bewegingen van het zoet/zout grensvlak in het grondwater onder de AWD in de voorgaande 10 jaar;
- De actuele verbreiding van het geïnfilterde WRK-water.

## 5.5 Uitwisseling van gegevens met derden

Een aantal meetgegevens wordt, na validatie en eventuele primaire bewerking, periodiek ter beschikking gesteld aan derden:

1. De dagelijkse neerslagmetingen van RM06 (Tilanuspad) worden dagelijks doorgegeven aan het KNMI.
2. De gemeten grondwaterstanden worden doorgestuurd naar de landelijke database Basisregistratie Ondergrond (BRO).

Omgekeerd vraagt Waternet van derden regelmatig hydrologische gegevens op. Dit betreft onder meer, veelal op projectbasis:

1. Grondwaterstanden van de gemeentelijke meetnetten van omliggende gemeentes (voornamelijk gemeente Bloemendaal);
2. Meteorologische gegevens van het KNMI (actuele verdamping, neerslag rondom de AWD);
3. Waterstanden van het Hoogheemraadschap van Rijnland (waterpeilen in polders rondom de AWD) en Rijkswaterstaat (getij / waterstanden in de Noordzee);
4. Grondwaterstanden in een aantal niet door Waternet bemeten peilputten in de wijde omgeving van de AWD.

## 5.6 Regelmatige evaluatie van de monitoring

Regelmatige evaluatie van de hydrologische monitoring is noodzakelijk omdat:

- De percepties ten aanzien van kosten en opbrengsten van monitoring voortdurend ter discussie blijven staan;
- Door technologische ontwikkelingen opties voor verbeterde meetmethodes en automatisering van de monitoring geëvalueerd dienen te worden;
- Belangen, verplichtingen en inzichten van Waternet en andere belanghebbenden (kunnen) verschuiven;
- Verwacht kan worden dat ten gevolge van verdergaande duinvernassing en duinherstel de inrichting en uitvoering van de waterwinning steeds verder onder druk komt te staan. Omdat hierbij ook natuurlijke processen met een soms zeer lange responstijd kunnen worden beïnvloed moet hierop tijdig kunnen worden geanticipeerd.

Het hydrologisch monitoringplan wordt elke vijf jaar geëvalueerd en, op basis van de resultaten, waar noodzakelijk aangepast. Deze evaluatie betreft voornamelijk of de actuele meetvragen en informatiebehoefes van de betrokken partijen nog voldoende worden beantwoord.

## 6 Samenvatting

De waterwinning heeft grote invloed op de natuurwaarden in de AWD door infiltratie van WRK-water op de grondwaterkwaliteit en lokale grondwaterstanden. Via het diepe grondwater is er ook invloed op de omgeving. Door de netto-onttrekking van duinwater (er wordt meer water gewonnen dan geïnfiltreerd wordt), stroomt ten opzichte van een natuurlijke situatie minder water naar de omliggende gebieden. Een (vereenvoudigd) overzicht van de diverse invloeden, relaties en tijdschalen is weergegeven in Figuur 1 (pagina 6).

Het monitoringplan voor de Amsterdamse Waterleidingduinen en omgeving is gericht op het vlakdekkend kunnen vastleggen van de hydrologische toestand per seizoen en het volgen van de snellere dynamiek op strategisch gekozen locaties in en rond de AWD. Het basismetnet dient ook voor het volgen van bewegingen van het zoet/zout grensvlak en verbreiding van het geïnfiltreerde WRK-water. Met deze informatie kan de algemene hydrologische en ecohydrologische situatie in de AWD voldoende worden gevolgd en zijn handvatten aanwezig voor meer gedetailleerde projectmeetnetten. Het modelinstrumentarium is als leidraad gebruikt, conform de (impliciete) eisen van de vergunningverleners. Het meetnet is ook geschikt om eventuele gevolgen van het aanpassen van de peilen in de AWD, zoals bij het uitbreiden van de productiecapaciteit (AWD 70-75), te kunnen volgen.

Het basismetnet, inclusief procesmetingen voor de waterwinning en metingen in opdracht van de provincies, bestaat uit circa 3 regenmeters, in totaal circa 970 peilfilters in 482 grondwatermeetpunten, 75 peilputten met in totaal 90 geohmkabels, alle winputten (alleen ten behoeve van chloridemetingen), alle debietmeters en alle meetpunten waarmee met de hand oppervlaktewaterpeilen worden gemeten. Tevens is er een deels mobiel ad-hoc meetnet voor het volgen van de verbreiding van het geïnfiltreerde WRK-water.

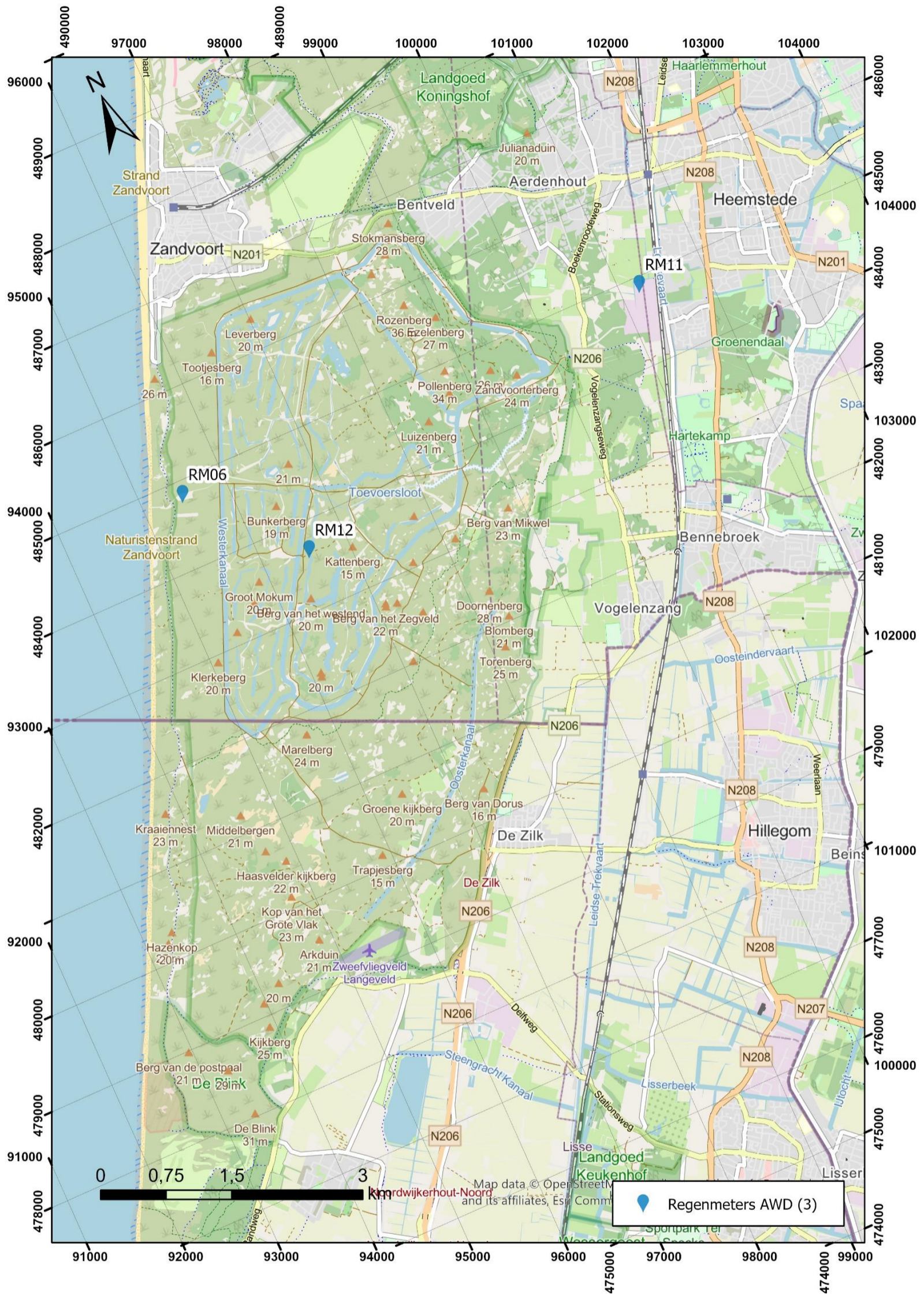
Uit een evaluatie in 2023 is gebleken dat de fysieke meetnetten en ingezamelde gegevens voldoen aan de huidige kennisbehoeftes; er zijn geen plannen noch behoeftes om de basismetnetten in de komende jaren significant te veranderen.

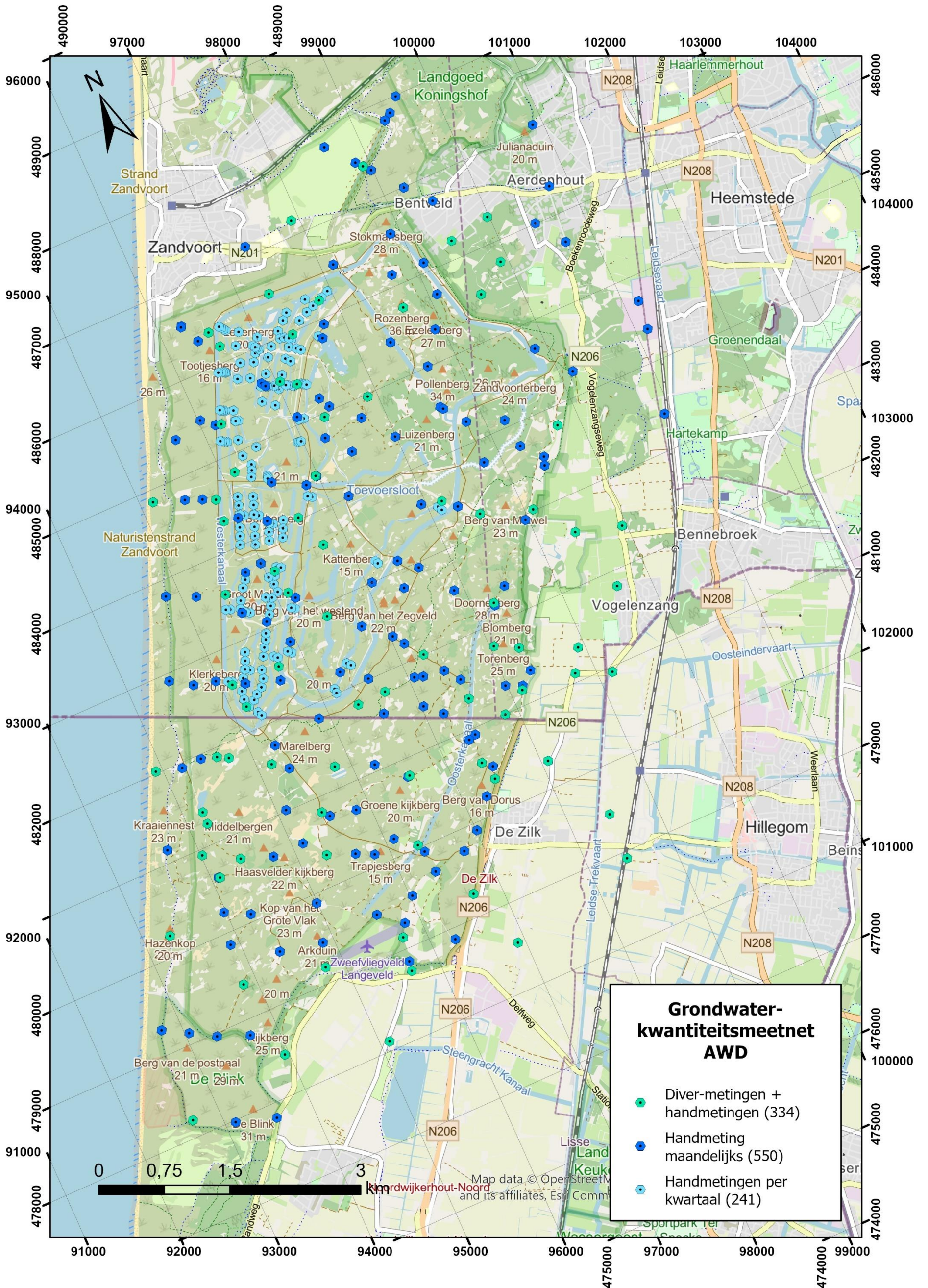
## 7 Literatuur

- [1] Nienhuis, P., P. Kamps, F. Smits, T. Olsthoorn (2009) Optimalisatie Hydrologische Meetnetten AWD. Intern Waternet rapport
- [2] Van der Salm, P. (2004) Optimalisatie Monitoring (Grond)watermeetnet Amsterdamse Waterleidingduinen. Intern WLB rapport.
- [3] Van Vliet, F. (2005) Meetplan Monitoring Grondwater en Meteorologie. Intern WLB-rapport
- [4] KIWA (2004) Effecten van vernattingsmaatregelen in de Amsterdamse waterleidingduinen. Rapp. nr. KWR 03.092
- [5] Grol, M (1997) Ruimtelijke patronen in de freatische grondwaterstand van de waterleidingduinen. Intern GWA rapport
- [6] Bakker, T.W.M. (1971) Nederlandse Kustduinen. Geohydrologie. Ph.D. thesis, Pudoc, Wageningen
- [7] Nienhuis et al (2023) Evaluatie Monitoring AWD 2011-2022. Intern Waternet rapport
- [8] Nienhuis, P.R. (2010) Hydrologisch Monitoringplan AWD 2011-2020. Intern rapport Waternet

# 8 Bijlagen

## 8.1 Bijlage 1: Meteo-meetnet: Locaties van de regenmeters







8.3 Bijlage 3: Overzicht provinciale grondwatermeetnetten

