

Evaluatie Infiltratieproject Epe



Vitens

september 2009
definitief

Evaluatie Infiltratieproject Epe

dossier : C4587-01-001
registratienummer : ON-D20090773
versie : 2

Vitens

september 2009
definitief

INHOUD**BLAD**

1	EVALUATIE INFILTRATIEPROJECT EPE	3
2	EVALUATIE BEDRIJFSVOERING	4
2.1	Samenvatting evaluatie 2005	4
2.2	Waterinname	4
2.3	Pompgebouw Zuuk	7
2.4	Locatie Hertenkamp, retentiebekken	8
2.5	Locatie Koekenbergweg – infiltratievijvers	10
2.6	Ingenomen en geïnfiltreerde hoeveelheden	11
2.7	Organisatorische aspecten intern & extern	14
2.8	Conclusies	15
3	EVALUATIE MONITORING KWALITEIT	16
3.1	Algemeen	16
3.2	Continue fysisch-chemische monitoring	16
3.3	Continue biomonitoring	16
3.4	Chemische analyses	19
3.5	Procedures monitoring	20
3.6	Aanbevelingen monitoring	20
3.7	Conclusie	21
4	GRONDWATERSTIJGHOOGTEN	22
4.1	Inleiding	22
4.2	Samenvatting evaluatie 2005	22
4.3	Tijdreeksanalyse en modelberekening	22
4.4	Effecten op stijghoogten	23
4.5	Conclusie	24
5	GRONDWATERKWALITEIT	25
5.1	Inleiding	25
5.2	Methode	25
5.3	Analyse grondwaterkwaliteit	26
5.4	Conclusies	29
6	OPPERVLAKTEWATER	30
6.1	Samenvatting evaluatie 2005	30
6.2	Effect op de afvoer van de beken	30
6.3	Kwaliteit oppervlaktewater	30
6.4	Conclusie	30
7	ECOLOGIE	31
7.1	Samenvatting evaluatie 2005	31
7.2	Ecologische effecten Tongerense Veen	31
7.3	Ecologische effecten Wisselse Veen	34
7.4	Ecologische effecten infiltratieveld	35
8	SAMENVATTING EN AANBEVELING	36

BIJLAGEN

1	Schematisch overzicht
2	Overzichtskaart
3	Productieverslagen inname 2004/2005 tot en met 2008/2009
4	Meetprogramma Beekwater
5	Tijdreeksanalyse
6	Gemeten en gemodelleerde stijging
7	Gemeten en gemodelleerde Gemiddelde grondwaterstand
8	Samenstelling verschillende locaties
9	Vergelijking Infiltratiewaarde aan IB-toetsingswaarden
10	Waterkwaliteit innamepunt Zuuk
11	Ligging PQ's
12	Vegetatieopnamen PQ's

1 EVALUATIE INFILTRATIEPROJECT EPE

Infiltratieproject Epe

In december 1998 is het voormalige N.V. Waterbedrijf Gelderland, thans Vitens, gestart met een infiltratieproject in het waterwingebied van pompstation Epe. In de periode van 1 september tot 1 mei wordt water ingenomen uit de Klaarbeek en Verloren Beek bij Zuuk, om het na transport en berging in de Hertenkamp te laten infiltreren in infiltratievijvers nabij het pompstation Epe. In totaal mag per jaar maximaal 2,2 mln m³ beekwater onttrokken worden aan de Klaarbeek en Verloren Beek. In Bijlage 1 is het systeem schematisch weergegeven en in Bijlage 2 is een overzichtskaart opgenomen.

Evaluatie 2005-2009

Het doel van deze infiltratie is het terugdringen van het verdrogende effect van de grondwateronttrekking van het pompstation. Voor het uitvoeren van de infiltratie is een infiltratievergunning in het kader van de Grondwaterwet afgegeven door Provincie Gelderland en een onttrekkingsvergunning door Waterschap Veluwe. In beide vergunningen wordt middels voorschriften aangedrongen op tussentijdse evaluaties. In 2005 is een evaluatie uitgevoerd van de periode 1999-2005. Voorliggende rapportage betreft de evaluatie van het Infiltratieproject Epe over de periode 2005-2009 waarbij de conclusies uit de eerste evaluatie meegenomen zijn.

Doel van de evaluatie

Doel van deze evaluatie is onder meer de bedrijfsvoering te Epe waar nodig te optimaliseren en aanbevelingen te doen voor andere infiltratieprojecten. Daarnaast worden de effecten van de infiltratie geëvalueerd. De beschreven effecten zijn zowel hydrologische effecten (effecten op (grond)waterstanden, (grond)waterkwaliteit, afvoer van de Klaarbeek) als ecologische effecten (effecten op flora en fauna). Door een beeld te geven van de effecten kan er beoordeeld worden of de infiltratie naar wens verloopt, en of de monitoring in zijn huidige vorm voortgezet kan worden.

Een ander doel van deze evaluatie is om inzicht te krijgen in de mogelijkheden tot uitbreiding. Vitens streeft ernaar om de infiltratie bij Epe zodanig uit te breiden dat uiterlijk in 2015 de winning geheel gecompenseerd is door infiltratie van oppervlaktewater. Het hoofddoel van de infiltratie is om de verdrogende effecten op het TOP-lijstgebied 'Wisselse en Tongerense Veen' te compenseren en om de watervoerendheid van de Horsthoekerspreng en de Heerdersprengen te herstellen. Dit streven komt voort uit de Overeenkomst Duurzame Drinkwatervoorziening Gelderland die door Vitens en Provincie Gelderland ondertekend is.

Werkwijze en leeswijzer

Vitens heeft de bedrijfsvoering en de monitoring geëvalueerd. De bevindingen zijn in hoofdstuk 2 en 3 opgenomen. De evaluatie van de effecten op grondwater, oppervlaktewater en ecologie is door DHV uitgevoerd en gerapporteerd in hoofdstuk 4 t/m 7. Bij elk onderdeel is een samenvatting van de evaluatie 1999-2005 opgenomen. In hoofdstuk 8 wordt een integrale conclusie gegeven.

Op basis van de resultaten van deze evaluatie is een quickscan uitgevoerd naar de mogelijkheden voor uitbreiding. Deze quickscan is apart gerapporteerd (Infiltratieproject Epe, Enkele varianten voor uitbreiding met kenmerk ON-D20092660).

2 EVALUATIE BEDRIJFSVOERING

2.1 Samenvatting evaluatie 2005

In de periode 1999-2005 is gemiddeld 1,2 miljoen m³/j geïnfiltreerd, met een maximum van 1,89 miljoen m³. Dit was minder dan de verwachte 1,8-2,2 miljoen m³ per jaar. Problemen in de bedrijfsvoering en met de beschikbaarheid van water waren hiervan de oorzaak.

Uit de onderzochte hydrologische en ecologische gegevens kon geen duidelijk effect van de verminderde netto-onttrekking op de doelgebieden (Wisselse en Tongerense Veen) aangetoond worden.

Op grond van de resultaten van de evaluatie is een aantal aanbevelingen gedaan ten aanzien van de bedrijfsvoering en de afstemming met waterschap Veluwe en de provincie. Een belangrijke aanbeveling van de eerste evaluatie was een meer flexibele innameperiode.

2.2 Waterinname

2.2.1 Debiet beken

Op de locatie Zuuk wordt beekwater ingenomen vanuit de Klarbeek en de Verloren Beek. Dit vindt conform de innamevergunning van Waterschap Veluwe plaats in de periode van 1 september tot 1 mei. Conform de vergunning moet een minimale afvoer van 25 l/sec door de Klar-/Verloren Beek gewaarborgd worden ten behoeve van een vispassage. Afvoermetingen van het waterschap nabij Zuuk zouden inzicht moeten geven in het werkelijke debiet. Het waterschap heeft echter tot op heden geen betrouwbare debietmeting in kunnen richten. In de praktijk neemt een medewerker van het waterschap contact op met Vitens om de inname te stoppen als het debiet als te laag geschat wordt op grond van een visuele waarneming. Vaak wordt dit ook door Vitensmedewerkers al tijdig ingeschat en de inname stopgezet.

2.2.2 Zwevend stof

Algemeen

In het ingenomen water is zand en ijzerhoudend slib aanwezig. Door beluchting vindt ijzeruitvloeking plaats. Het gevormde ijzerslib zet zich af in de transportleiding en is terug te vinden in de retentievijver en het infiltratieveld. Dit vormde vanaf het begin van het project een groot probleem voor de bedrijfsvoering. Dit fijne materiaal hindert de inname, het transport en het infiltreren van het water en leidt daardoor tot extra beheer en onderhoud. Er zijn met wisselend succes verschillende effect gerichte maatregelen uitgeprobeerd om de problemen te verminderen. Omdat de kwaliteit van het beekwater niet veranderd is blijft de bron van het probleem bestaan. Het verwijderen van slib en zand uit het infiltratiesysteem is inmiddels een vast onderdeel van de bedrijfsvoering geworden.

Proef verplaatsing innamepunt

In de eerste jaren van het project is gebleken dat er vanuit de Verloren Beek meer ijzerhoudend slib werd aangevoerd dan vanuit de Klarbeek. Daarom is het oorspronkelijke innamepunt bij de zandvang in 2002 verplaatst naar de Klarbeek. Deze verplaatsing heeft echter de slibproblematiek niet significant verminderd. Bovendien was er niet altijd voldoende debiet om in te nemen en trad bij lage afvoer een kortsluitstroom op, waardoor alsnog water vanuit de Verloren Beek werd ingenomen. Verder is er groot onderhoud aan de Klarbeek uitgevoerd, waarbij de bodem opnieuw beleemd is. Het leem op de oevers

begroeit slechts zeer langzaam waardoor nog steeds leem in het water zichtbaar is. In 2005 is daarom het innamepunt in de Klaarbeek heroverwogen, waarna besloten is het oorspronkelijke innamepunt weer te gebruiken.

Proef voorzuivering (interne rapportage Vitens, oktober 2005)

Om de bedrijfsvoering te optimaliseren is onderzoek gedaan naar de mogelijkheid van verwijdering van gesuspenderde stoffen/zwevende bestanddelen uit het water van de beek.

Zuivering van het water door microzeven leek in economische en bedrijfsmatige zin het meest kansrijk. In de periode april - augustus 2005 is hiermee een proef uitgevoerd. De proefinstallatie was opgebouwd uit een drietal onderdelen. Het beekwater, ingenomen uit de zandvang, werd eerst door een continu gereinigd filter van 50 µm geleid. Een deelstroom van het effluent van het 50 µm filter werd vervolgens door een 3 µm filter gefiltreerd. Dit filter werd na overschrijding van een ingestelde maximale drukval gereinigd.

Uit de proef bleek het volgende:

- Het 50 µm filter verwijderde nauwelijks gesuspenderde stoffen uit het beekwater. Het effect op de vervuiling van de transportleiding, de retentievijver en de infiltratievijvers zou bij inzet van een dergelijk filter minimaal zijn. Dit heeft te maken met het feit dat het zwevende stof uit zeer fijn materiaal bestaat.
- Het 3 µm filter verwijderde 80 tot 90% van de gesuspenderde stoffen. Inzet van een dergelijk filter zou een groot positief effect hebben op de mate van vervuiling van de transportleiding, de retentievijver en de infiltratievijvers. Het reinigingsmechanisme bleek echter zeer storingsgevoelig. Tevens zijn er aanwijzingen dat de vervuiling op het filter irreversibel is, waardoor de filters niet gespoeld kunnen worden maar vervangen moeten worden. Dit maakt deze zuiveringsmethode zeer kostbaar en bovendien onduurzaam.

Geconcludeerd werd dat voorzuivering door middel van microzeven niet rendabel is. De kosten van een dergelijke voorzuivering zouden aanzienlijk hoger zijn dan de kosten die in de huidige situatie gemaakt worden om het slib uit de transportleiding, het retentiebekken en de infiltratievijvers te verwijderen. Op grond hiervan is ervoor gekozen geen voorzuivering te realiseren.

Aanpassing innamepunt

Eind 2007 is een projectvoorstel opgesteld met nieuwe maatregelen om de slibproblematiek te verminderen. Dit voorstel bestond uit twee onderdelen, enerzijds een aantal aanpassingen aan het innamepunt, anderzijds het sluiten van de Hertenkamp. Vooralsnog is alleen besloten het eerste onderdeel uit te voeren. Het sluiten van de Hertenkamp is voor onbepaalde tijd uitgesteld, dit moet echter wel meegenomen worden in de afweging voor de uitbreiding van het infiltratieproject.

De aanpassingen bij het innamepunt betreffen:

- het vergroten van het innameoppervlak met roosters (vergroten innameopening);
- het plaatsen van inlaatschuiven die van onderaf openen om hiermee de innamediepte te kunnen instellen en om te voorkomen dat tijdens het schoonmaken van de kelder water naar binnen kan stromen;
- het aanpassen van de drijfbalk tot een gesloten ring;
- het verbeteren van de propvoorziening voor de transportleiding.

Deze aanpassingen zijn in juni 2009 gerealiseerd.

2.2.3 Drijvend materiaal

In de eerste jaren van het infiltratieproject waren er veel problemen met drijvend materiaal, zoals maaisel, blad en takken. Door te werken met drijfbalken is het probleem van toestroom van dit materiaal beperkt. Daarnaast zal in 2009 de innameopening en de drijfbalkconstructie aangepast worden.

2.2.4 Zandvang

Daar waar de Klaarbeek en de Verloren Beek samenkomen en als één beek verder stromen ligt de zandvang. Vanaf dit punt kruist de beek de snelweg via een duiker en stroomt verderop uit in het Apeldoorns Kanaal. Het doel van de zandvang is te voorkomen dat veel zand in het Apeldoorns Kanaal terechtkomt. Het innamepunt is gesitueerd aan het eind van de zandvang, met als achterliggende gedachte dat de zandvang zoveel mogelijk zand afvangt voordat de inname plaatsvindt. In de praktijk werd de zandvang echter onvoldoende vaak geleegd, waardoor in het ingenomen water aanzienlijke hoeveelheden zand en slib aanwezig bleven. Omdat de innameopening zo dicht bij de zandvang ligt, levert een volle zandvang extra problemen met slib/zand op voor het infiltratieproject. De zandvang is in 2005 en in 2008 gebaggerd.

De contacten en afspraken met het waterschap zijn, zoals in de evaluatie van 2005 werd aanbevolen, verbeterd. Het waterschap baggert de zandvang nu jaarlijks in augustus. De afvoer van de bagger is een probleem, omdat het hier gaat om klasse4-slib als gevolg van het arseengehalte. Dit is in het verleden een reden geweest voor het waterschap om het onderhoud uit te stellen.

Een ander probleem is dat juist het baggeren bij het innamepunt zelf moeilijk is. In het verleden was het probleem dat het waterschap met de gebruikte machines hier niet bij kon komen. Na het baggeren begin 2008 was materiaal achtergebleven bij de innameopening. Dit is in augustus 2008 in tweede instantie handmatig verwijderd door het waterschap. In het vervolg zal er met groot materieel gewerkt worden om de zandvang in één keer volledig te schonen.

Het verplaatsen of compartimenteren van de zandvang zou een bijdrage kunnen leveren aan de vermindering van de slibproblematiek. Dit is echter nog niet nader onderzocht.

2.2.5 Aanbevelingen inname

Aanbevelingen voor een nieuw infiltratieproject ten aanzien van de inname:

- een laag zwevend stofgehalte en een laag ijzergehalte in het te infiltreren water is van cruciaal belang voor de bedrijfszekerheid van een infiltratiesysteem. Hiermee moet bij de keuze van de bron, maar ook bij de keuze van de locatie van het innamepunt en bij situering van een zandvang rekening gehouden worden.

2.3 Pompgebouw Zuuk

2.3.1 Algemeen

Het ingenomen beekwater stort bij het innamepunt in een bufferkelder van 40 m³. De grootte van deze kelder is voldoende. Via een niveaumeting wordt een toerengeregelde pomp aangestuurd, die zorgt voor het verpompen van het water naar het retentiebekken bij de Hertenkamp. De maximale capaciteit van deze pomp bedraagt 580 m³/uur. Het innamedebiet is maximaal ca. 500 m³/uur. Op de foto rechts is het pompgebouw te zien met op de voorgrond de bovenzijde van de bufferkelder.



2.3.2 Bufferkelder

De bufferkelder aan de oostzijde van het gebouw heeft een inhoud van 40 m³. Aan het eind van ieder inname seizoen wordt de kelder schoongemaakt; zand, slib-, blad- en houtresten worden verwijderd. Door het werken met drijfbalken en roosters is de hoeveelheid materiaal verminderd. Toch blijft de hoeveelheid materiaal een probleem. Daarom zijn de drijfbalken in juni 2009 verder aangepast. Het schoonmaken van de bufferkelder vindt handmatig plaats. Tijdens het schoonmaken loopt er in de praktijk nog steeds wat water door de innameopening de kelder in. Uit veiligheidsoverwegingen zijn er in juni 2009 afsluitkleppen aangebracht, zodat er geen enkel risico meer is dat er water in de kelder stroomt tijdens het schoonmaken.

2.3.3 Pomp

De inname uit de Verloren Beek/Klaarbeek en het transport naar de retentievijver wordt geregeld met een toerengeregelde pomp met een capaciteit van 580 m³/uur. Deze pomp is niet geschikt om vuil water te verpompen. Ook voor de pomp is het dus wenselijk dat het in te nemen water zo schoon mogelijk is.

In 2007 zijn er problemen met de elektrische installatie geweest. Als de pomp op volle capaciteit draaide, ontstond er een verstoring van de netspanning in de omgeving. Omdat het enige tijd duurde voor duidelijk werd wat de oorzaak van het probleem was, is de inname in 2007 pas in november gestart. Om de problemen te voorkomen tot er een definitieve oplossing was, heeft de inname lange tijd op 70% gedraaid. In februari 2008 is het probleem opgelost door de bouw van een nieuwe frequentieomvormer, waarna vanaf maart de installatie weer op 100% kon draaien. Hierdoor is in het inname seizoen 2007/2008 minder dan 1 miljoen m³ geïnfiltreerd.

2.3.4 Leiding

De capaciteit van de transportleiding neemt af als gevolg van de afzetting van (ijzer)slib en zand. Hierdoor loopt het te verpompen debiet ook terug. De afzetting in de leiding is zodanig dat er regelmatig 'gepropt' moet worden: aan het begin van de leiding wordt een grote kunststof prop ingebracht, waarna deze door de druk van het water het op de binnenwand van de leiding afgezette materiaal los schuurt. De prop komt vervolgens aan het eind van de leiding tevoorschijn, waarna deze handmatig uit de Hertenkamp of de infiltratievijvers opgevisst moet worden. Momenteel wordt de leiding tijdens het innameseizoen enkele malen gepropt. In juni 2009 zijn enkele aanpassingen uitgevoerd waardoor het 'proppen' eenvoudiger en veiliger plaats kan vinden.

2.3.5 Aanbevelingen innamepunt en transportleiding

Aanbevelingen voor een nieuw infiltratieproject ten aanzien van het innamepunt en de transportleiding:

- Bij de keuze van de pomp en de dimensionering van de transportleiding e.d. moet er rekening mee gehouden worden dat het gaat om oppervlaktewater waarin zwevend materiaal aanwezig is, zodat het systeem op zich robuust genoeg is om dit materiaal te verwerken.
- Bij de inrichting van het systeem rekening houden met verwijderen van zwevend stof, blad, drijvend materiaal, enz. zodat het systeem goed beheerd en onderhouden kan worden.
- Een eventuele zandvang moet zich op voldoende afstand van de innameopening bevinden. De zandvang moet goed toegankelijk zijn voor onderhoud.

2.4 Locatie Hertenkamp, retentiebekken

Via de transportleiding (8 km, diameter 400 mm) komt het beekwater op de locatie Hertenkamp in het zogenaamde retentiebekken. Het water stroomt er vrij in. Aan de overzijde van het bekken staat het pompgebouw (zie foto's). Vanuit het pompgebouw wordt het water getransporteerd naar de infiltratievijvers aan de Koekenberg. De bodem van het bekken is voorzien van een waterdichte bentonietlaag om te voorkomen dat het water hier al infiltreert.

Het doel van het bekken was bij aanleg vooral een extra beveiliging in geval van calamiteiten. Bij een alarm bij het innamepunt kan de aanvoer naar de infiltratievijvers stopgezet worden en het ingenomen water tijdelijk opgevangen worden in het retentiebekken. Omdat er gewerkt wordt met een Early Warning System is het bekken nauwelijks op deze manier gebruikt. In de huidige situatie is de belangrijkste functie van het bekken de voorbezinking die hier optreedt. Een belangrijk deel van het ijzerslib en het fijne zand bezinkt in het bekken. Om de bezinking te verbeteren is de optredende kortsluitstroming (rechtstreeks van het inlaatpunt naar het pompgebouw) verminderd met behulp van een kunststof doekscherm en een antikolkschot om opwerveling bij het pompgebouw te beperken.



Foto links: uitstroming in de Hertenkamp

Foto rechts: pompgebouw Hertenkamp (Foto's Baukje Dijkstra, DHV).

Vitens huurt de Hertenkamp voor dit doel van de gemeente Epe voor een bedrag van € 10.000 per jaar. Vitens draagt ook zorg voor het onderhoud van de recreatieve voorzieningen. De retentievijver moet in de zomer leeg en schoon zijn voor recreatief gebruik. Hiervoor is een contract afgesloten met de gemeente Epe. Dit liep tot 1-1-2008 en is stilzwijgend verlengd tot 1-1-2013. Indien gewenst moet het contract uiterlijk per 1-7-2012 opgezegd worden.

Het is mogelijk om de Hertenkamp buiten het infiltratiesysteem te schakelen, het infiltratiewater gaat dan rechtstreeks naar de infiltratievijvers. In 2007 is overwogen om de retentievijver te verlaten en in plaats daarvan bij de infiltratievijvers een kleine vijver aan te leggen voor het ontvangen van de 'prop' en het 'propwater'. In de vijver zouden dan eenvoudige handbedienbare stuwtjes voor het opvangen van het propwater geplaatst worden. De Hertenkamp zou dan verlaten kunnen worden en het pompgebouw afgebroken. Deze afweging zal meegenomen worden in de voorbereiding van de uitbreiding van het systeem. In de huidige situatie is het niet gewenst het bekken uit te schakelen in verband met het belang van de voorbezinking die er optreedt.

2.4.1 Aanbevelingen retentiebekken

Aanbevelingen voor een nieuw infiltratieproject ten aanzien van het retentiebekken:

- Aanpassen van de inrichting van het bestaande systeem zodat de functie van het retentiebekken overbodig wordt.
- Daarna pas beëindiging van de inzet van de Hertenkamp als retentiebekken.

2.5 Locatie Koekenbergweg – infiltratievijvers

Algemeen:

Via de twee kilometer lange transportleiding komt het beekwater op de locatie Koekenbergweg – infiltratievijvers. Net als in het retentiebekken stroomt het water via een “trechter-beluchting” in de verschillende infiltratievelden. Bij de aanleg van het systeem waren er drie infiltratievelden die via stuwjes met schotten van elkaar gescheiden werden. Inmiddels zijn twee vijvers samengevoegd tot één grote vijver. Bediening van de stuwjes gebeurt handmatig. Als het waterpeil in de vijver stijgt wordt de stuw omgezet zodat het water in de andere vijver stroomt. Aandachtspunt zijn de wallen rondom de infiltratievelden. Deze moeten voorkomen dat het infiltratiewater het bos in stroomt. De infiltratievelden liggen op eigen terrein van Vitens. Er wordt dus geen huur of pacht betaald.



Foto links: Uitstroming in grote infiltratievijver, met op de achtergrond de kleine infiltratievijver, Foto rechts: Stuw tussen beide vijvers. (Foto's Baukje Dijkstra, DHV)

2.5.1 Infiltratievermogen

Het infiltratievermogen van de vijvers wordt negatief beïnvloed door het ijzerslib dat in het infiltratiewater aanwezig is. Wanneer de infiltratievelden na het seizoen droogvallen verpulvert het slib. Dit ingedroogde slib verwaait gedurende de zomerperiode. Aan het begin van het infiltraties seizoen infiltreert het water zeer goed, maar in de loop van het seizoen neemt de infiltratiesnelheid af en moet er regelmatig gewisseld worden tussen de beide vijvers. Dat varieert per infiltraties seizoen, maar kan oplopen tot enkele malen per week (seizoen 2008/2009).

In juni 2006 en maart 2007 is het slib tijdens en kort na het inname seizoen uit de infiltratievijvers verwijderd. Dit is grotendeels handmatig gebeurd, waarna het verzamelde materiaal met behulp van een kleine shovel en een kraan in een aantal vrachtwagens geladen is.

2.5.2 Bediening stuwen

De handmatige bediening van de stuwen functioneert goed, maar is door de hoge frequentie arbeidsintensief.

2.5.3 Beluchting

Het water wordt via een trechter belucht en ingebracht in de infiltratievelden net als in het retentiebekken, zie foto. De vraag is of een extra beluchting leidt tot meer ijzeruitvloeking en meer ijzerslib, waardoor het infiltratievermogen afneemt. Daarnaast nodigt de “fontein” (in mindere mate dan bij het retentiebekken) uit om er mee te spelen, takken in te gooien e.d.

2.5.4 Risico op verontreiniging door derden

De infiltratievelden vormen een openbaar gebied en zijn daarmee toegankelijk voor iedereen. Er staat een bordje ‘verboden toegang infiltratievelden’, maar dit wordt fysiek niet bemoeilijkt. Net als bij het retentiebekken is er geen beveiliging tegen verontreiniging door derden, voor zover dit al technisch mogelijk is. Er is dus een reëel risico op moedwillige verontreiniging van buitenaf.

2.5.5 Aanbevelingen infiltratievijvers

Aanbevelingen voor een nieuw infiltratieproject ten aanzien van de infiltratievijvers:

- Ook voor het functioneren van de infiltratievijvers is het van groot belang dat het te infiltreren water weinig of geen ijzerslib bevat.
- Met het oog op het voorkomen van ijzeruitvloeking en het verminderen van de aantrekkingskracht voor ongewenst gedrag nagaan of aanvoer onder de waterspiegel wenselijk is.
- Inrichting van meerdere vijvers, zodat ook bij jaarronde inname de vijvers roulerend droog kunnen vallen (en zo nodig slib verwijderd kan worden);
- Voorzieningen treffen zodat slib/zand kan bezinken op één plek, bijv. door een diep gedeelte te creëren in een overigens ondiepe infiltratievijver.
- Automatiseren van het wisselen van de vijvers, zodat dit op afstand geregeld kan worden.
- Nagaan of een deel van de transportleiding ter plaatse van de Koekenbergweg bovengronds gehaald kan worden en als beek/spreng zo het water naar de infiltratievijvers voert. Dit heeft ecologische en watertechnische voordelen, maar aandachtspunt is wel of dat qua capaciteit en benodigde afvoer gedurende het jaar mogelijk is. Dit heeft landschappelijke en recreatieve voordelen, maar vergroot wel het risico op verontreiniging.
- De heide rond de infiltratievijvers vergroten en een betere overgang bos-heide maken door naaldbospercelen aan oost en zuidrand gedeeltelijk te kappen en struweelrand te laten ontstaan. Dit heeft ecologische en recreatieve voordelen.

2.6 Ingenomen en geïnfiltreerde hoeveelheden

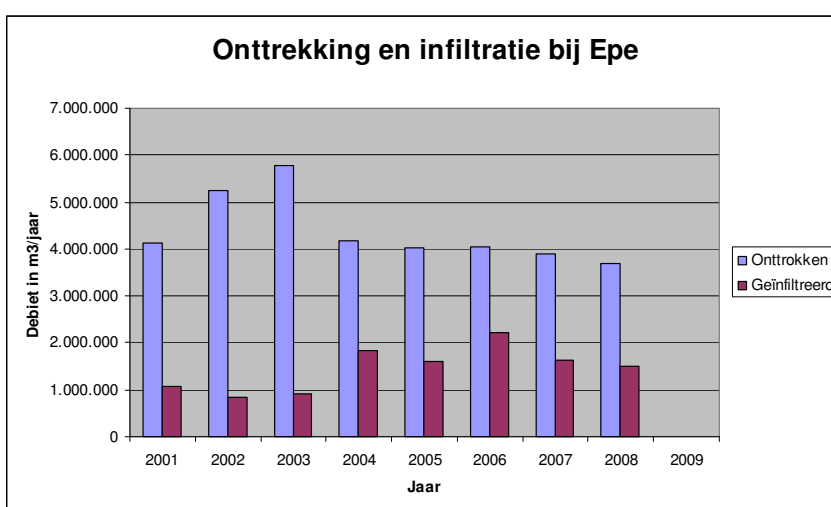
2.6.1 Innamevergunning

Omdat er onvoldoende inzicht was in de afvoer van de beken heeft Waterschap Veluwe in 2008 de bestaande innamevergunning met de innameperiode 1 september - 1 mei tijdelijk verlengd tot 2010. Reden voor het uitsluiten van waterinname tijdens de zomerperiode is de waterkwaliteit van het Apeldoorns Kanaal in de zomer: onduidelijk is of er voldoende water in het eerste pand van het Apeldoorns Kanaal terecht komt om een goede doorspoeling van de benedenstroomse panden te realiseren. In de periode tot 2010 gaat het waterschap de afvoeren meten om te kunnen bepalen of er ruimte is om ook tijdens de zomer water in te nemen voor het infiltratieproject zonder verslechtering van de

waterkwaliteit in het Apeldoorns Kanaal. De resultaten hiervan, in combinatie met het resultaat van de voorliggende evaluatie 2005-2009, zullen vervolgens meegenomen worden in een overleg met het waterschap over een eventuele uitbreiding van de innameperiode in de nieuwe innamevergunning. In de praktijk start de inname vaak later dan 1 september en wordt gedoogd dat de inname nog enkele weken doorgaat na 1 mei.

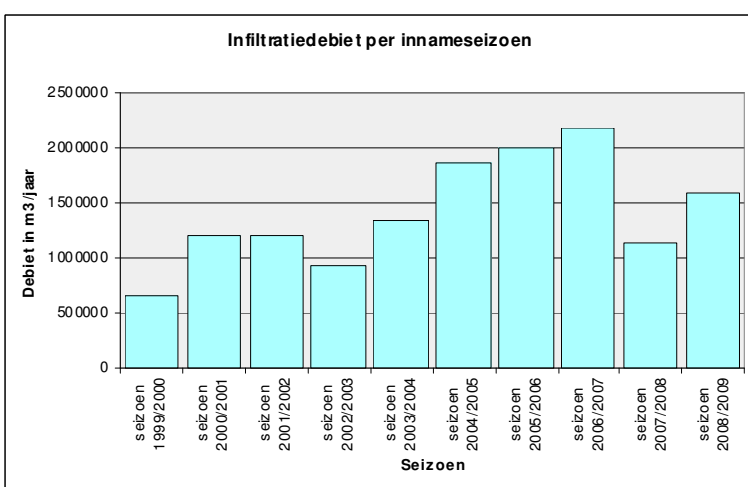
2.6.2 Infiltratie

In figuur 1 is de totale ingenomen hoeveelheid per innameseizoen weergegeven in verhouding tot de op de productielocatie Epe onttrokken hoeveelheid grondwater.

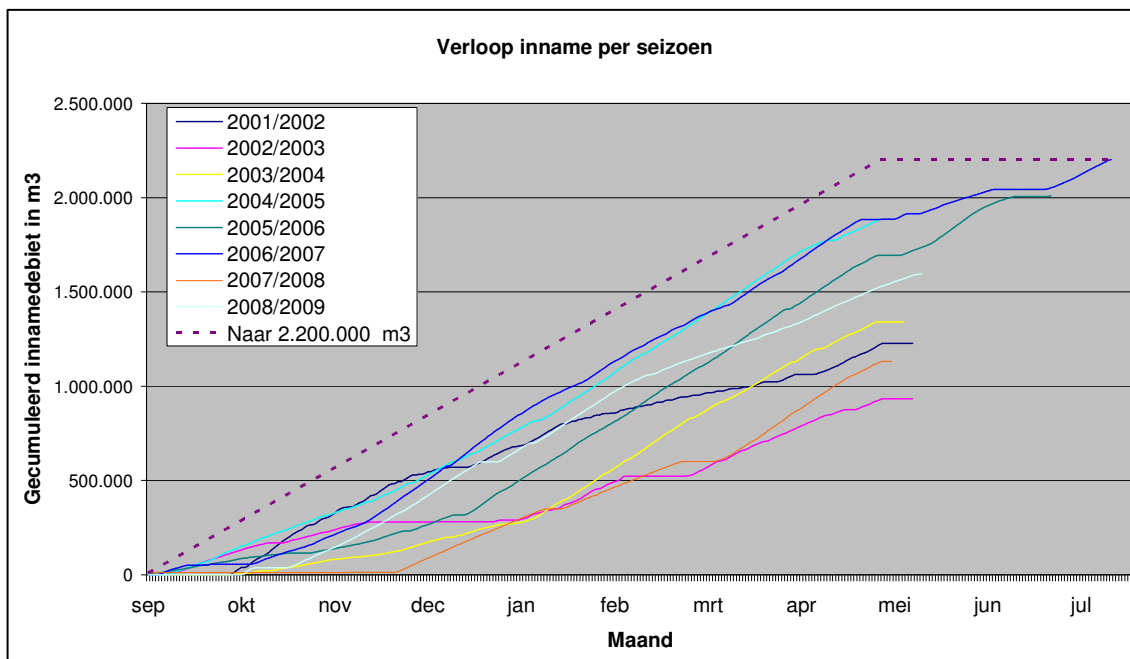


Figuur 1: Overzicht onttrokken en geïnfiltreerde hoeveelheden per kalenderjaar

Het innamedebiet per seizoen (september-mei) is weergegeven in figuur 2. In Bijlage 3 zijn de verslagen opgenomen van de seizoenen vanaf 2004.



Figuur 2: Infiltratiedebiet per innameseizoen



Figuur 3: Verloop inname in het seizoen

In figuur 3 is zichtbaar hoe de inname in de seizoenen vanaf 2001 verlopen is. Ter vergelijking is aangegeven hoe de infiltratie zou moeten verlopen om binnen het innamestijven op 2,2 miljoen m³ uit te komen. In het seizoen 2006-2007 is de inname traag gestart, maar is van november tot april het verloop van de inname vergelijkbaar met deze lijn. Ook in andere seizoenen zijn er periodes waarin de grafiek even steil is als de grafiek 'naar 2,2 miljoen m³'. Deze innamesnelheid is dus technisch haalbaar. In het seizoen 2006/2007 is nog tot in juli water ingenomen, waardoor uiteindelijk de volledige vergunde hoeveelheid van 2,2 miljoen m³ ingenomen is. Duidelijk is echter ook dat dit debiet binnen de innameperiode moeilijk haalbaar is gezien de kwetsbaarheid van het systeem. Zodra het systeem stil komt te liggen als gevolg van een technisch probleem wordt de kans dat het maximale debiet gerealiseerd wordt kleiner. Dit is het meest duidelijk in het seizoen 2007/2008, toen het systeem maandenlang niet ingezet kon worden en vervolgens op een niveau van 70% gedraaid heeft als gevolg van de problemen met de elektrische installatie.

Naast dergelijke onverwachte problemen vormen de vele storingen een belangrijke beperking voor het innamestijven door bijvoorbeeld verstopping, bladval en alarmering van de biomonitoring en de troebelheidsmeting, of een geringe watervoerendheid van de beken in droge perioden. De storingen zorgen voor een vermindering van de innametijd met 10 tot 20%. In drogere perioden is het innamestijven lager of nul afhankelijk van de afvoer van de beken. Dit hangt af van de weeromstandigheden en is daarom moeilijk te voorspellen.

In de eerste evaluatie is het verschil tussen de ingenomen hoeveelheid in Zuuk en de uitgaande hoeveelheid uit de Hertenkamp bepaald om de verliezen onderweg te meten. Hieruit bleek dat het verlies in de orde van 1% lag, gemiddeld 4,5 mm per dag. Geconstateerd werd dat de meting niet altijd even betrouwbaar was, maar dat er verder geen actie ondernomen hoefde te worden. Omdat er niets veranderd is aan het systeem is dit niet opnieuw geanalyseerd.

2.7 Organisatorische aspecten intern & extern

2.7.1 Externe organisatie

Waterschap Veluwe

Voor de externe organisatie heeft Vitens met name te maken met Waterschap Veluwe. Geconstateerd wordt dat het van belang blijft voor Vitens om regelmatig contact met het waterschap te hebben over deze zaken.

- Inname afhankelijk van debiet beken

De contacten over het al dan niet innemen afhankelijk van het debiet van de beken verlopen al langere tijd goed. Toch is het wenselijk om de continue debietmeting op orde te krijgen, zodat nauwkeuriger te bepalen is of de watervoerendheid van de beken voldoende is. Als dit goed geregeld zou zijn, kan de besturing van de inname geautomatiseerd worden en op afstand bediend worden.

- Baggeren zandvang

Sinds 2008 lopen de afspraken over het baggeren beter. Zo zijn de baggerwerkzaamheden voor 2009 in augustus uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van groot materieel, zodat de gehele zandvang in één ronde geschoond is.

- Innamevergunning

Wat betreft de innamevergunning ligt er de afspraak dat het waterschap in 2010 na zal gaan of het mogelijk is om gedurende een groter deel van het jaar water in te nemen. Zeker als de debietmeting dan functioneert, moet het mogelijk zijn dit dan goed aan te sturen.

Gemeente Epe

Daarnaast zijn er externe contacten met de gemeente Epe over de retentievijver de Hertenkamp. De contacten met de gemeente verlopen via de bedrijfsvoerder. Er zijn in de afgelopen 5 jaar geen problemen geweest in dit contact. Het contract met de gemeente Epe brengt echter wel aanzienlijke kosten met zich mee voor huur, beheer en onderhoud.

2.7.2 Interne organisatie

Bedrijfsvoering en monitoring

De bedrijfsvoering vergt veel tijd. Veel is handmatig geregeld, zoals het omzetten van de infiltratievijvers, het schonen van de bufferkelder en het proppen van de leidingen. Deze werkzaamheden keren regelmatig terug en vergen veel tijd. Daarnaast zijn er regelmatig storingen in het systeem. Elk innameseizoen kent andere problemen, waardoor het moeilijk is hierop te anticiperen.

Ook de monitoring vergt veel onderhoud doordat er veel storingen zijn. Dit betekent dat er regelmatig een medewerker procestechnologie naar toe moet om de problemen op te lossen.

Afhandeling alarm

Voor de afhandeling van een alarm van de continue monitoring en de chemische monitoring is in 2008 een procedure met werkaafspraken opgesteld. Omdat veel alarmen veroorzaakt worden door storingen en niet door een werkelijke calamiteit is de procedure in de praktijk nog niet gebruikt en is niet te beoordelen of deze goed werkt.

Interne afstemming

Omdat er diverse afdelingen betrokken zijn bij het project is het goed om ook intern met enige regelmaat af te stemmen.

2.7.3 Aanbevelingen organisatie

Aanbevelingen voor een nieuw infiltratieproject ten aanzien van organisatie:

- Zorgen voor goede contacten met de betrokken externe partijen en duidelijke afspraken;
- Na aanpassing van het systeem beëindiging inzet en contract Hertenkamp;
- Zoveel mogelijk automatiseren van de bedrijfsvoering;
- Verminderen aantal storingen door inrichting robuust systeem;
- Halfjaarlijks interne afstemming.

2.8 Conclusies

In het algemeen wordt geconstateerd dat het systeem moeizaam blijft functioneren. Het grootste probleem is de aanwezigheid van ijzerslib, fijn zand en in de herfst drijvend en zwevend blad in het innamewater. Dit beïnvloedt alle onderdelen van het infiltratiesysteem. Doordat er geen betrouwbare debietmeting plaats vindt in de Verloren Beek / Klaarbeek is er geen inzicht in het beschikbare debiet en kan de inname niet geoptimaliseerd worden. De toegestane innameperiode beperkt de innamehoeveelheid; als er langer ingenomen kan worden kan er meer geïnfiltreerd worden.

Er zijn diverse maatregelen getroffen om de technische problemen zoveel mogelijk op te lossen, zoals het regelmatig proppen van de leidingen, het verbeteren van het innamepunt en optimalisatie van het early warning system. Dit vermindert de problemen wel, maar lost ze niet op. 10-20 % van de innametijd gaat verloren door dit soort zaken (proppen leiding, reinigen zeven, alarm als gevolg van storingen enz.).

3 EVALUATIE MONITORING KWALITEIT

3.1 Algemeen

Om vervuiling van het grondwater in het intrekgebied te voorkomen en te voldoen aan het Infiltratiebesluit Bodembescherming wordt de kwaliteit van het beekwater op verschillende manieren gecontroleerd. De continuumonitoring is te verdelen in fysisch-chemische monitoring en biomonitoring en vindt plaats met het oog op calamiteiten middels een zogenaamd 'Early Warning System' (EWS). In het innamestation wordt het water continu gemonitord op een aantal macroparameters, daarnaast vindt er continu biomonitoring plaats. Een alarmering in één van deze systemen leidt tot stopzetting van de inname. Verder wordt het beekwater maandelijks bemonsterd en gecontroleerd op o.a. de parameters conform het 'Infiltratiebesluit Bodembescherming' (zie Bijlage 4).

3.2 Continue fysisch-chemische monitoring

De waterkwaliteit van het ingenomen water wordt elke minuut gemeten op de volgende parameters: pH, EGV (elektrisch geleidingsvermogen), zwevend stof, zuurstof en temperatuur.

De inname wordt gestopt wanneer de maximale toegestane hoeveelheid zwevend stof wordt overschreden (0,5 mg/l conform het Infiltratiebesluit Bodembescherming). Omdat bij regenval meer opwerveling optreedt in de beken en daarmee een hoog zwevend stofgehalte ontstaat, trad dit alarm zeer regelmatig op. In 2008 is bij wijze van proef een mobiele troebelheidsmeting bij het retentiebekken de Hertenkamp geplaatst. Eventuele pieken in het zwevend stofgehalte bij de inname worden in de transportleiding en in het retentiebekken afgevlakt, waardoor er aanzienlijk minder vaak een overschrijding optreedt en de inname minder vaak stilgelegd wordt. Dit zou de bedrijfsvoering en het totale infiltratiedebiet ten goede komen.

Uit oogpunt van het Infiltratiebesluit Bodembescherming, gericht op het voorkomen van verontreiniging van bodem of grondwater, is deze keuze ook goed te verantwoorden. Het zwevend stofgehalte in het retentiebekken komt het meest overeen met het zwevend stofgehalte in het infiltrerende water. Het zwevend stof bestaat voornamelijk uit fijn materiaal in de vorm van fijn zand en ijzerhoudend slib. Het materiaal dat de infiltratievijvers bereikt, slaat neer op de bodem van de infiltratievijver. Dit slib wordt regelmatig verwijderd. Het neergeslagen materiaal vormt daarom ook geen bedreiging voor de bodem of de grondwaterkwaliteit.

Omdat er in de Hertenkamp nagenoeg geen stroming optreedt, doet zich bij de verplaatste troebelheidsmeting echter mogelijk wel een ander probleem voor. Eventuele biomassa in het getransporteerde water kan een hogere troebelheid veroorzaken. De gemeten troebelheid is de som van het slib- en zandgehalte en de biomassa als gevolg van de algengroei. Omdat het water voedselarm is en in de winterperiode ingelaten wordt zal de omvang van dit probleem waarschijnlijk meevallen. Bij uitbreiding van de innameperiode kan dit probleem zich eventueel in warmere perioden voordoen.

De meetgegevens worden digitaal opgeslagen. Door wisseling van datasysteem zijn er problemen met het benaderen van oude gegevens. In de loop van 2009 zal dit probleem opgelost worden.

3.3 Continue biomonitoring

De waterkwaliteit wordt naast de fysisch-chemische continuumeting ook continu bewaakt door biomonitoring. Bij aanvang van het infiltratieproject is gestart met een mosselmonitor en een microtox. Inmiddels wordt gewerkt met een TOXcontrol en wordt de mogelijkheid onderzocht om een spectrolyser in te zetten.

3.3.1 Mosselmonitor

De mosselmonitor bevat uit acht zoetwassermosselen (*Dreissena polymorpha*, Driehoeksmossel). Bij een verontreiniging in het water sluiten de mosselen zich. Middels sensoren meet de mosselmonitor per mossel of de klep van de mossel zich verder opent of sluit. Afhankelijk van de mate van verandering van de klepstand, de tijdsduur en het aantal mosselen waarbij de verandering gemeten wordt, geeft de mosselmonitor een alarm af. Onderstaande figuur laat de gebruikte mosselmonitor zien.



Figuur 4: Mosselmonitor

In de praktijk van het infiltratieproject Epe werkt de mosselmonitor niet goed, omdat er regelmatig mosselen doodgaan. Dit wordt met name veroorzaakt door gebrek aan voedsel: beide beken voeren zeer voedselarm water af met weinig fytoplankton. Daarnaast vormt ook voor de mosselmonitor het aanwezige ijzerslib een probleem, omdat het systeem daardoor snel vervuult.

De mosselmonitor gaf regelmatig alarm zonder aanwijsbare verontreiniging van het ingenomen water. Daarnaast was het noodzakelijk om regelmatig (één tot twee keer per week) mosselen bij te voeren of te vervangen, wat zeer arbeidsintensief is. Omdat dit niet altijd gerealiseerd kon worden, waren de meetresultaten van de mosselmonitor vaak niet betrouwbaar. Daarom is in 2008 besloten de mosselmonitor uit te schakelen.

3.3.2 Microtox/Toxcontrol

Bij aanvang van het infiltratieproject is gebruik gemaakt van een Microtox. Dit is een bewakingssysteem dat gebruik maakt van een lichtgevend bacterie *Vibrio Fischeri*. Het principe van de bewaking berust op de afname van de lichtintensiteit als gevolg van stress door de aanwezigheid van toxische stoffen. De Microtox bleek zeer storinggevoelig en is in 2001 buiten bedrijf gesteld. Vanaf 2004 is de TOXcontrol gebruikt. Deze werkt volgens een vergelijkbaar principe als de Microtox. De bacteriën worden toegevoegd aan water. Een eventuele verontreiniging vermindert de lichtafgifte van de bacteriën. De TOXcontrol meet de lichtopbrengst van de bacteriën en vertaalt deze naar de toxiciteit van het ingenomen water. Als

referentie wordt drinkwater gebruikt. Bij detectie van een calamiteit wordt er een alarm afgegeven en stopt de inname.



Figuur 5: TOX-control

Vervuiling door het sediment is ook voor de TOXcontrol een probleem. Daarom wordt het apparaat wekelijks gecontroleerd. Verontreinigingen op ppb-niveau worden niet geregistreerd, bij grotere pieken wordt echter wel alarm geslagen.

Gezien het geringe aantal malen dat daadwerkelijk een alarm vanwege verslechtering van de waterkwaliteit geconstateerd is, is de meetfrequentie verlaagd van 1 x per half uur naar 1 x per uur. Vanwege het aantal storingen aan het apparaat wordt de instelling zodanig gewijzigd dat de ruwwaterpomp via de storings-PLC (Programmable Logic Controller (geautomatiseerd besturingssysteem)) automatisch uitschakelt als er binnen 4 uur een tweede alarm volgt. Ook wordt dan pas de autosamplerunit gestart om een monster te nemen voor labanalyse.

3.3.3 Spectrolyser

Vanwege de problemen die zich toch ook met de TOXcontrol voordoen, onderzoekt Vitens de mogelijkheid om een spectrolyser (merk S::CAN) te gebruiken.



Figuur 6: Spectrolyser van S::CAN

De spectrolyser is een spectrometer die werkt op basis van UV-absorptie. Het is daarmee in tegenstelling tot de TOXcontrol een fysische meting. Een spectrolyser werkt als volgt:

- UV-Vis scan van 200 – 759 nm;
- Fingerprint (herkennen individuele organische verbindingen);
- Aan de hand van de fingerprint worden op basis van de UV-absorptie gehalten berekend van bijv. nitraat, totaal organisch koolstof en opgelost organisch koolstof (TOC/DOC).

Er zijn proeven uitgevoerd met de spectrolyser, onder andere bij het innamepunt bij Zuuk in de periode december 2005 – april 2006. Hieruit bleek dat de spectrolyser een complementaire werking had ten opzichte van de TOXcontrol. Slechts in één situatie gaven beide metingen gelijktijdig een alarm af. In 2009 wordt nogmaals een proef uitgevoerd met de spectrolyser, op grond waarvan vervolgens besloten zal worden of dit meetapparaat aangeschaft zal worden naast de TOXcontrol.

Ook voor de spectrolyser geldt dat het hoge zwevendstofgehalte in het innamewater een mogelijk probleem vormt voor de werking van de meting.

3.4 Chemische analyses

In overeenstemming met de voorschriften bij de Grondwaterwetvergunning wordt het infiltratiewater geanalyseerd. De parameters zijn weergegeven in Bijlage 4.

Incidenteel zijn bij deze analyses overschrijdingen van de toetsingswaarden in het IB waargenomen. Alleen in oktober 2002 heeft een éénmalig verhoogd gehalte van MCPA en 2,4-D ertoe geleid dat de infiltratie enige tijd gestopt is. Na herbemonstering is deze verontreiniging niet meer aangetroffen en is de infiltratie weer gestart.

3.5 Procedures monitoring

3.5.1 Procedure normoverschrijding bij laboratoriumonderzoek

Het beekwater wordt regelmatig onderzocht op een groot aantal fysisch/chemische parameters. In Bijlage 4 zijn die parameters met hun toetsingswaarde en meetfrequentie opgenomen. Bij een overschrijding van een waarde bemonstert het lab binnen 24 uur het beekwater en de retentievijver opnieuw en de uitslag wordt binnen 5 werkdagen gemeld. Op basis van de resultaten van dat onderzoek wordt besloten of de inname gestopt moet worden. Vervolgens wordt de aard en omvang en de oorzaak van de verontreiniging onderzocht en zo mogelijk opgelost. Als de betreffende parameter(s) weer voldoen wordt de inname weer gestart.

3.5.2 Procedure alarmering EWS-systemen

De Toxcontrol genereert bij verslechtering van de waterkwaliteit een alarm. Bij ieder alarm wordt de bedrijfsvoerder die dienst heeft automatisch via de semafoon geïnformeerd. In het logboek wordt bij elk alarm de datum en tijd van het alarm en de op dat tijdstip geregistreerde waarden van de monitormetingen genoteerd. Als er een tweede alarm volgt binnen 4 uur, wordt de inname gestopt (automatisch via storings-PLC). Bij een tweede alarm binnen 4 uur krijgt het laboratorium opdracht om binnen 24 uur het water in de autosampler op te halen en het beekwater en het water in de retentievijver te bemonsteren. De monsters dienen binnen 24 uur bij het lab afgeleverd te worden en vervolgens binnen 5 werkdagen te worden onderzocht op de parameters in Bijlage 4. Pas als de verontreiniging niet meer aangetroffen wordt, kan de inname weer gestart worden.

3.5.3 Fysisch/chemisch monitoren

Bij het innamepunt wordt het ingenomen water continu gecontroleerd op een aantal parameters. De meetgegevens worden opgeslagen. Deze gegevens worden bij de evaluatie meegenomen. De alarmwaarde van de troebelheidsmeter bij de Hertenkamp is ingesteld op 50 FTE (Formazine troebelingsseenheden). Aangenomen is dat bij overschrijding van dit niveau de kans bestaat dat in de infiltratievijvers de IB-toetsingswaarde voor zwevend stof van 0,5 mg/l overschreden zou kunnen worden (er is geen eenvoudige omrekening van troebelheid in FTE naar zwevend stof in mg/l mogelijk). Bij overschrijding van de alarmwaarde schakelt de ruwwaterpomp via de storings-PLC uit. Als de troebelheid weer is afgenomen tot onder de 50 FTE wordt de inname zonder nader onderzoek weer automatisch gestart.

3.6 Aanbevelingen monitoring

Aanbevelingen voor een nieuw infiltratieproject ten aanzien van monitoring:

- De monitoring moet goed afgestemd worden op de waterkwaliteit, zodat de monitoring zo min mogelijk storingsgevoelig is.
- De plaats van de monitoring in het systeem moet geoptimaliseerd worden.
- Registratie en archivering van de meetgegevens moet goed geregeld worden.

3.7 Conclusie

Een goede monitoring van het systeem is absoluut noodzakelijk om de kwaliteit te bewaken en verontreiniging van het grondwater te voorkomen. Zeker als er voor een minder stabiele bron van innamewater wordt gekozen. Het is dan van groot belang dat de monitoring robuust en niet storingsgevoelig is, zodat het aantal loze alarmeringen minimaal is. De procedure bij monitoring moet goed geborgd zijn in de organisatie.

4 GRONDWATERSTIJGHOOGTEN

4.1 Inleiding

Doel van dit deel van de evaluatie is het vaststellen van de opgetreden effecten op de grondwaterstanden als gevolg van de infiltratie van beekwater nabij drinkwaterwinning Epe.

Het grondwatersysteem in het gebied rond Epe bestaat min of meer uit de uitlopers van de waterscheiding van de Veluwe. Bijlage 2 toont een overzicht van de situatie en daarnaast ook de gemodelleerde isohypsen van het grondwater rondom waterwinning en infiltratie Epe. Het grondwater rondom Epe stroomt richting de IJssel.

4.2 Samenvatting evaluatie 2005

In 2005 is geconstateerd dat de meetperiode nog te kort was om vast te stellen of het doel van de infiltratie, namelijk het bestrijden van de verdroging, bereikt wordt. Wel is geconcludeerd dat er dichtbij het infiltratieveld een duidelijk verband was tussen de infiltratie en de grondwaterstanden. Op grotere afstand was dit verband minder duidelijk. In 2005 is aanbevolen om op langere termijn een stijghoogteanalyse uit te voeren.

4.3 Tijdreeksanalyse en modelberekening

Tijdreeksanalyse

Het effect van de infiltratie op de grondwaterstanden is onderzocht door middel van het evalueren van grondwatermetingen rond de infiltratie met behulp van tijdreeksanalyse. Met tijdreeksanalyse wordt op basis van statistiek de relatie vastgesteld tussen de gemeten infiltratie en de gemeten grondwaterstand in de omgeving van het infiltratiegebied. In Bijlage 5 staat een toelichting bij de uitgevoerde tijdreeksanalyse. In totaal zijn 217 peilbuizen geanalyseerd, waarvan 42 peilbuizen voldeden aan de in Bijlage 5 gehanteerde criteria. Daarvan bleken er 29 peilbuizen een statistisch significant effect van de infiltratie te hebben.

Als gevolg van de infiltratie is de grondwaterstand verhoogd. Deze verhoging is, net als de infiltratie, niet constant in de tijd. In de winterperiode is de verhoging groot, in de zomerperiode neemt de verhoging af. Bijlage 6 toont de uit tijdreeksanalyse vastgesteld gemiddelde verhoging (in m) over de periode 1998-2008. De resultaten uit de tijdreeksanalyse zijn betrouwbaar, omdat deze gebaseerd zijn op metingen. Om echter op grotere afstand een ruimtelijk inzicht van de stijging te krijgen is lastiger met tijdreeksanalyse te bereiken, vanwege de grotere invloed van andere factoren als beek- en drainagepeilen.

Modelberekening

Van het onderzoeksgebied is een grondwatermodel (Modelleeromgeving Veluwe, TNO 2002) beschikbaar. Met dit model zijn de effecten van de infiltratie stationair berekend. Het voordeel van een berekening met een model is dat daardoor een gebiedsdekkend beeld ontstaat van de effecten van de infiltratie.

De infiltratie bedroeg van 1998 tot 2008 gemiddeld 1,3 miljoen m³/jaar. Met het model is deze situatie stationair gesimuleerd. In Bijlage 6 is met contourlijnen de met het model berekende verhoging gepresenteerd. De verhogingscontouren zijn ovaal als gevolg van de anisotropie in het eerste watervoerende pakket. Door deze contouren te vergelijken met de uitkomst van de tijdreeksanalyse, ontstaat er een indicatie van de kwaliteit van het grondwatermodel.

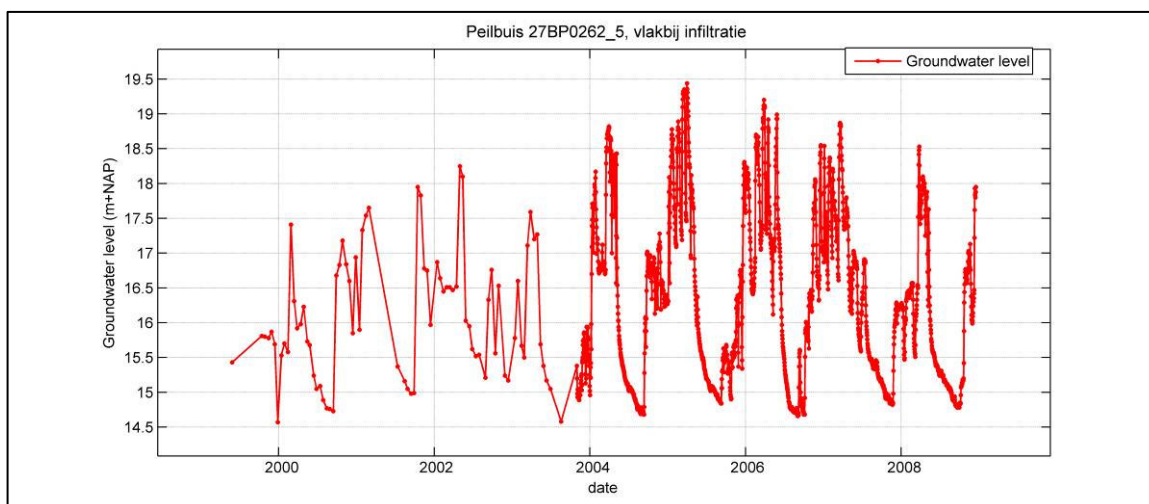
Daarnaast is het model getoetst op betrouwbaarheid aan de hand van de gemiddelde grondwaterstand. De met het model berekende gemiddelde grondwaterstand komt redelijk overeen met de gemeten gemiddelde grondwaterstand, zie Bijlage 7. Ten westen van de infiltratie en rond de infiltratie zelf ligt de door het model berekende grondwaterstand lager dan de metingen (blauwe punten). De grondwaterstand wordt in dat gebied dus door het model onderschat. Ten oosten van de infiltratie wordt de grondwaterstand door het model overschat (rode punten). Bij het interpreteren van modelresultaten moet met deze verschillen rekening gehouden worden. Statistisch gezien zijn deze verschillen overigens niet significant (gemiddelde van de fouten is kleiner dan twee keer de standaardafwijking), zodat het model statistisch gezien betrouwbaar is. Desondanks is het voor het berekenen van de scenario's en zeker voor een MER, raadzaam om het model te optimaliseren.

4.4 Effecten op stijghoogten

Met de infiltratie wordt een deel van het effect van de winning teniet gedaan. De infiltratie en de winning hebben nagenoeg hetzelfde invloedsgebied, omdat de afstand tussen de infiltratie en de winning klein is. Het effect van de winning kan opgeheven worden door evenveel te infiltreren als te winnen.

Effect nabij infiltratieveld

Figuur 7 betreft een peilbuis, vlakbij het infiltratieveld. De infiltratie vindt alleen in het winterseizoen plaats. Dit seizoenseffect is dicht bij de infiltratie duidelijk merkbaar, het verschil in zomer- en winterpeil is in sommige jaren meer dan 4 meter.

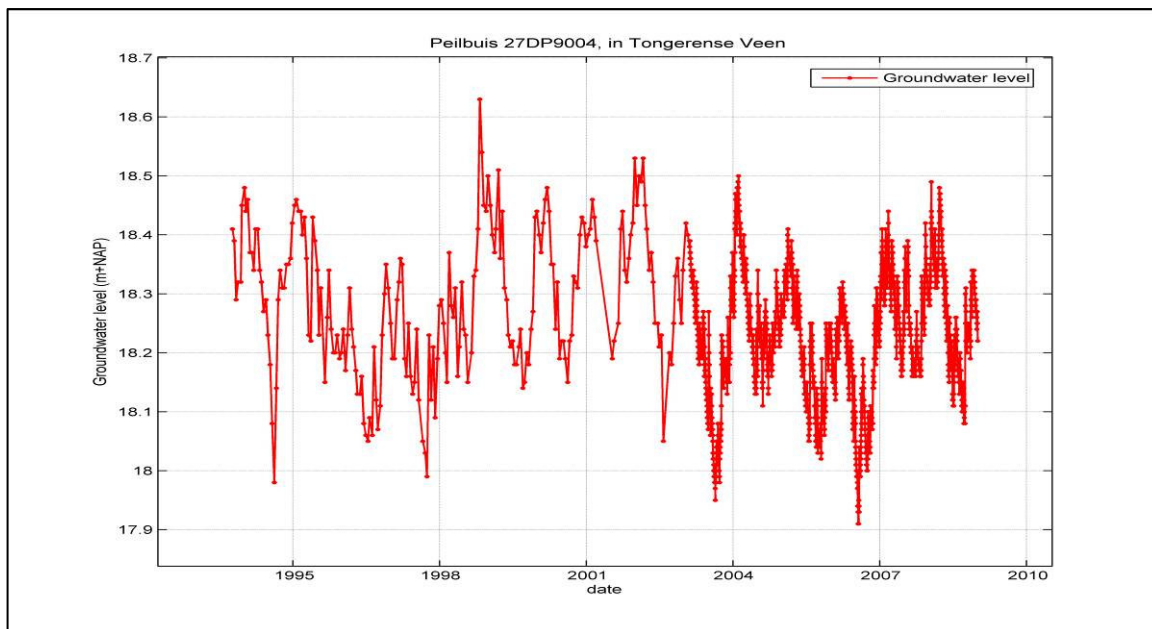


Figuur 7: Peilbuis nabij infiltratievijvers

Effect op Tongerense en Wisselse Veen

Het Tongerense en Wisselse Veen zijn voor verdroging kwetsbare gebieden. Het is dus noodzakelijk om een goed beeld te krijgen van de grondwatersituatie in en rondom deze veengebieden. Figuur 8 geeft een peilbuis in het Tongerense Veen weer. De invloed van droge en natte perioden is goed te zien, terwijl de amplitude min of meer hetzelfde blijft, wat een indicatie is dat er geen invloed is te zien van de onttrekking en infiltratie. Dit blijkt ook uit de tijdreeksanalyse (zie Bijlage 5), onttrekking en infiltratie zijn hier niet

significant. Andere factoren, zoals neerslagoverschot en afvoer via omliggende beken, bepalen hier voornamelijk de grondwaterstanden.



Figuur 8: Peilbuis in Tongerense Veen

In de modeluitkomsten wordt wel een lichte stijging van de grondwaterspiegel berekend van maximaal 20 cm in het Tongerense Veen en maximaal 5 cm in het Wisselse Veen. Wellicht is er dus enig effect wat op basis van de metingen niet statistisch is aan te tonen.

Effect nabij Epe

Voor de bebouwing in en rondom Epe is het noodzakelijk om te kijken of er eventueel wateroverlast kan ontstaan als gevolg van de, door infiltratie veroorzaakte, grondwaterstijging. Als criterium hanteren we hiervoor een grondwaterstand van 90 cm beneden maaiveld, mocht deze hoger worden dan is er kans op grondwateroverlast. Aangezien de selectie van meetpunten er toe heeft geleid dat er geen peilbuizen zijn geselecteerd binnen de bebouwde kom van Epe, is met tijdreeksanalyse niets te zeggen over de geobserveerde stijging. Aangezien het model redelijk betrouwbaar is gebleken, is er op basis van de modeluitkomsten een stijging van maximaal 15 cm te verwachten aan de noordwestrand van Epe en enkele centimeters in het overige deel van de bebouwing. De grondwaterstanden liggen vrij diep in Epe, van 1,25 tot 4,1 meter beneden maaiveld, dus er is geen risico op grondwateroverlast.

4.5 Conclusie

Als gevolg van de infiltratie is de grondwaterstand in de omgeving van de infiltratievijvers significant verhoogd. Deze verhoging is, net als de infiltratie, niet constant in de tijd. In de winterperiode is de verhoging groot, in de zomerperiode neemt de verhoging af.

Nabij het Wisselse en Tongerense Veen is op basis van de statistische analyse van de meetgegevens geen verhoging van de grondwaterstanden als gevolg van de infiltratie aangetoond. Met het model is een verhoging van 5 – 20 centimeter berekend in het Wisselse en Tongerense Veen. Aan de noordwestrand van Epe is een verhoging berekend als gevolg van de infiltratie van circa 15 centimeter. Aangezien de grondwaterstanden hier ver beneden maaiveld staan heeft dit geen gevolgen voor de bebouwing.

5 GRONDWATERKWALITEIT

5.1 Inleiding

De infiltratie van water uit de Klarbeek kan effect hebben op de grondwaterkwaliteit in de omgeving van het infiltratieveld. In dit hoofdstuk worden de effecten van de infiltratie op de grondwaterkwaliteit in beeld gebracht.

Samenvatting evaluatie 2005

In de voorgaande rapportage Evaluatie infiltratieproject Epe van juni 2005 is een aantal parameters in het infiltratiewater en grondwater geanalyseerd. Hieruit blijkt dat de samenstelling van het infiltratiewater verschilt van het grondwater in pH, chloride, calcium, waterstofbicarbonaat, hardheid en ijzer. Deze parameters veranderen door transport door de bodem. Het is niet duidelijk of en hoe groot de effecten zijn op het grondwater in de directe omgeving van de infiltratievijver. Het effect van de infiltratie op het gewonnen water is verwaarloosbaar aangezien maar een relatief beperkte hoeveelheid infiltratiewater wordt opgepompt en omdat het infiltratiewater zich in de bodem aanpast door chemische reacties.

5.2 Methode

Gegevens

Bij het infiltratieveld aan de Koekenbergweg staat een waarnemingsput peilbuis C 27BP0263. Het pompstation ligt aan de Dellenweg circa 1 km ten noorden van het infiltratieveld. Hier wordt het water opgepompt met de winputten A6, A7, A8, B5, B7, B8, B9. Bij de winning staat peilbuis 27BP0356. Zie bijlage 2 voor de overzichtskaart.

Van de volgende locaties zijn kwaliteitsgegevens beschikbaar:

- Klarbeek-Zuuk (het innamepunt van water van de Klarbeek bij Zuuk);
- Innamepunt Zandvang bij Hertenkamp (retentiebekken);
- Peilbuis C 27BP0263. Dit is een waarnemingsput bij het infiltratieveld. De metingen van filterdiepte 5,8 tot 6,1 m-mv zijn in dit rapport gebruikt. Peilbuis 27BP0263 heeft maar enkele metingen.
- De peilbuis 27BP0356 staat bij de winning. Peilbuis 27BP0356 heeft maar enkele metingen. De filterdiepte van de peilbuis 27BP0356 is 14,0 tot 15,0 m-mv.
- Winputten A6, A7, A8, B5, B7, B8 en B9 staan bij de winning. Deze staan dicht bij elkaar. Ze zijn als 1 put beschouwd. De gemiddelde concentratie van de parameters van de peilbuizen samen is berekend. De filterdiepte van de winputten is 25-80 meter beneden maaiveld.

Methode analyse effecten van infiltratie op omgeving

De samenstelling van het infiltratiewater, van het water in de winputten en van het water in een aantal waarnemingsfilters is geanalyseerd op macroparameters die in de evaluatie van 2005 ook in beschouwing zijn genomen. Het minimum, maximum en gemiddelde van deze parameters is bepaald. Uitgangspunt voor de bepaling van het minimum, maximum en gemiddelde is dat als de concentratie onder de detectiegrens is, de detectiegrens is aangehouden (daardoor worden de gehalten voor sommige stoffen overschat). De samenstelling van het water is per locatie met elkaar vergeleken om uitspraken te kunnen doen over de effecten van de infiltratie op de omgeving.

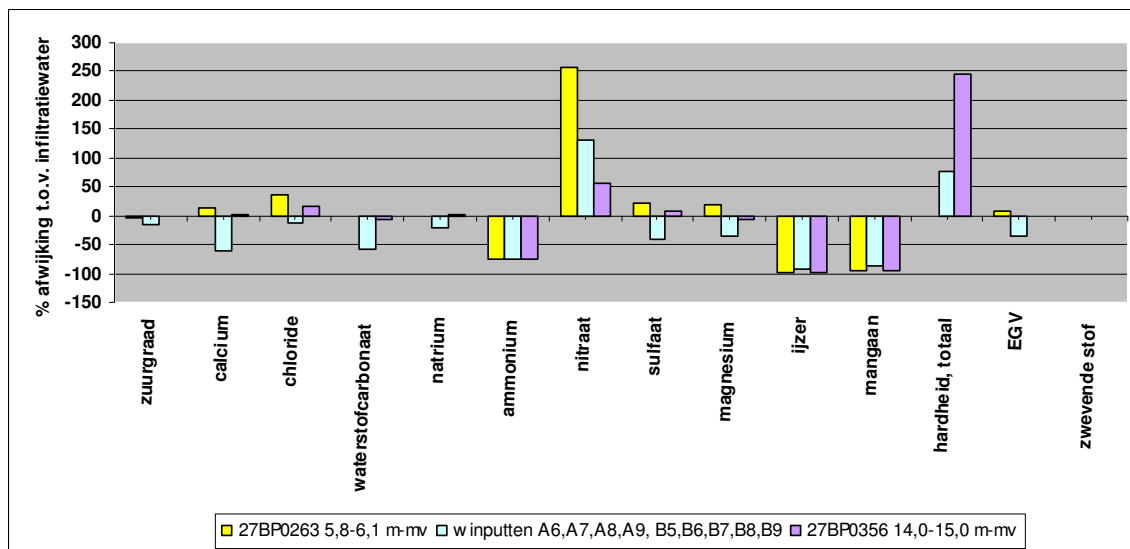
Methode toetsing infiltratiewater aan IB

Daarnaast is het infiltratiewater, gemeten bij het innamepunt getoetst aan het Infiltratiebesluit Bodembescherming. Minimum, maximum en gemiddelde zijn getoetst aan de toetsingswaarden van het infiltratiebesluit bodembescherming. Het aantal overschrijdingen is ook bepaald.

5.3 Analyse grondwaterkwaliteit

Grondwaterkwaliteit

De infiltratie kan effect hebben op de grondwaterkwaliteit in de directe omgeving. In Bijlage 8 is de samenstelling van het infiltratiewater, van het water in de winputten en van het water in een aantal waarnemingsfilters weergegeven. Het water bij de waarnemingsput 27BP0263, de winputten bij de winning en een peilbuis in de buurt van de winning (peilbuis 27BP0356) is vergeleken met het infiltratiewater. In figuur 9 staan de gemiddelde concentraties uitgezet in percentage t.o.v. het infiltratiewater, gemeten bij het innamepunt. Een positieve procentuele afwijking betekent dat de concentratie hoger is dan het infiltratiewater en een negatieve afwijking betekent een lagere concentratie. In de figuur ontbreken soms staafdiagrammen. Dit komt omdat er bij die locatie dan geen meting is verricht naar de betreffende parameter (Bijlage 8). Duidelijk zichtbare trends zijn een afname van de nitraatconcentratie en een toename van totale hardheid in de bodem op weg naar de winputten.



Figuur 9: Gemiddelde concentratie in percentages t.o.v. het infiltratiewater

Vergelijking infiltratiewater met grondwater in winputten

Om te bepalen of het infiltratiewater effect heeft op de kwaliteit van het opgepompte grondwater in de winputten is de samenstelling van beide soorten water met elkaar vergeleken. De hardheid is hoger in het grondwater dan het infiltratiewater. Het opgepompte water is slechts deels infiltratiewater, vermengd met natuurlijk grondwater. De verwachting is dat het infiltratiewater geen of beperkte invloed heeft op de grondwaterkwaliteit in de winputten. De ijzer- en mangaanconcentratie is afgenomen, omdat tijdens het infiltreren in de bodem het ijzer en mangaan op de bodem van de vijver achter blijft.

Vergelijking infiltratiewater met grondwater in omgeving

De infiltratie kan effect hebben op de kwaliteit van het grondwater in de directe omgeving van de infiltratievijver. Het infiltratiewater, gemeten bij innamepunt zandvang bij Hertenkamp, lijkt op de samenstelling van het grondwater nabij het infiltratieveld, gemeten in de waarnemingsput peilbuis 27BP0263. In de waarnemingsput 27BP0263 komt de samenstelling van het water redelijk overeen met de samenstelling van het infiltratiewater. Verschillen zijn voor een deel te wijten aan het lage aantal waarnemingen in de waarnemingsput 27BP0263. De concentraties van calcium, chloride, nitraat, sulfaat en magnesium zijn hoger in het grondwater dan in het infiltratiewater.

Vergelijking van infiltratiewater met grondwater in peilbuis bij pompstation

De concentraties van calcium, chloride en magnesium zijn hoger in het grondwater, gemeten in peilbuis 27BP0356 dan in infiltratiewater en de zuurgraad en EGV zijn hoger. De concentraties van ammonium, sulfaat, nitraat en ijzer zijn lager in grondwater dan in infiltratiewater. Peilbuis 27BP0356 is beperkt bemonsterd. De resultaten zijn daarom minder betrouwbaar dan de observaties bij de winputten.

5.3.1 Infiltratiebesluit Bodembescherming (IB)

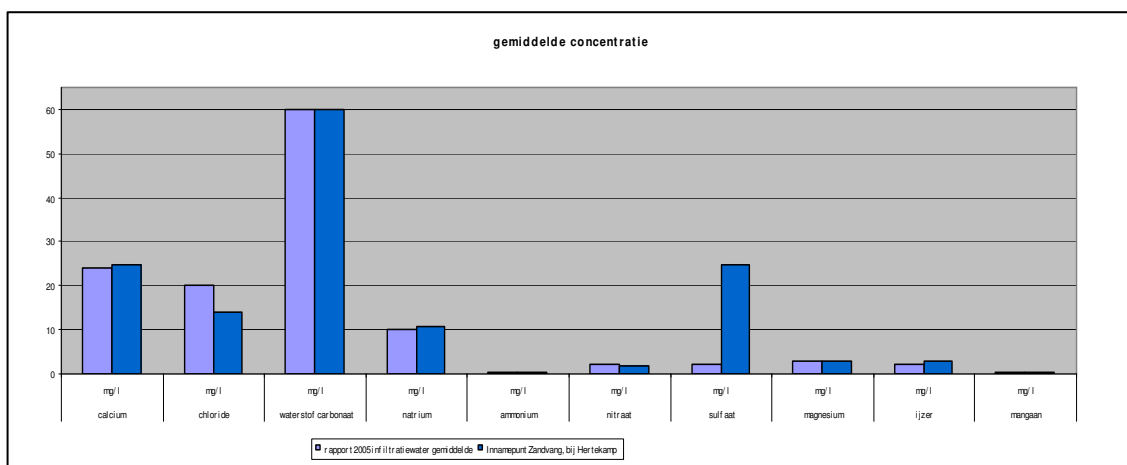
Open infiltratie kan negatieve bijeffecten hebben. Daarom wordt het infiltratiewater regelmatig geanalyseerd. De resultaten worden steeds getoetst aan het IB. Het IB bevat regels met betrekking tot infiltratie van oppervlaktewater in de bodem. Uit de toetsing blijkt dat enkele parameters de toetsingswaarden van het IB overschrijden. Het procentuele minimum, maximum en gemiddelde t.o.v. de toetsingswaarden van het infiltratiewater van de macro parameters en zware metalen staat in Bijlage 9.

Het zwevende stofgehalte overschrijdt regelmatig de toetsingswaarde. De overschrijdingen van kwik zijn niet met zekerheid vast te stellen. Voor kwik is de detectiegrens (0,10 µg/l) hoger dan de toetsingswaarde van het infiltratiebesluit (0,05 µg/l). Daarom is niet duidelijk of aan de toetsingswaarde wordt voldaan. Duidelijk is dat het zwevende stof een aandachtspunt is. De overige parameters voldoen op enkele metingen na aan de toetsingswaarden van het infiltratiebesluit.

5.3.2 Veranderingen van de grondwaterkwaliteit vanaf 1998

Infiltratiewater

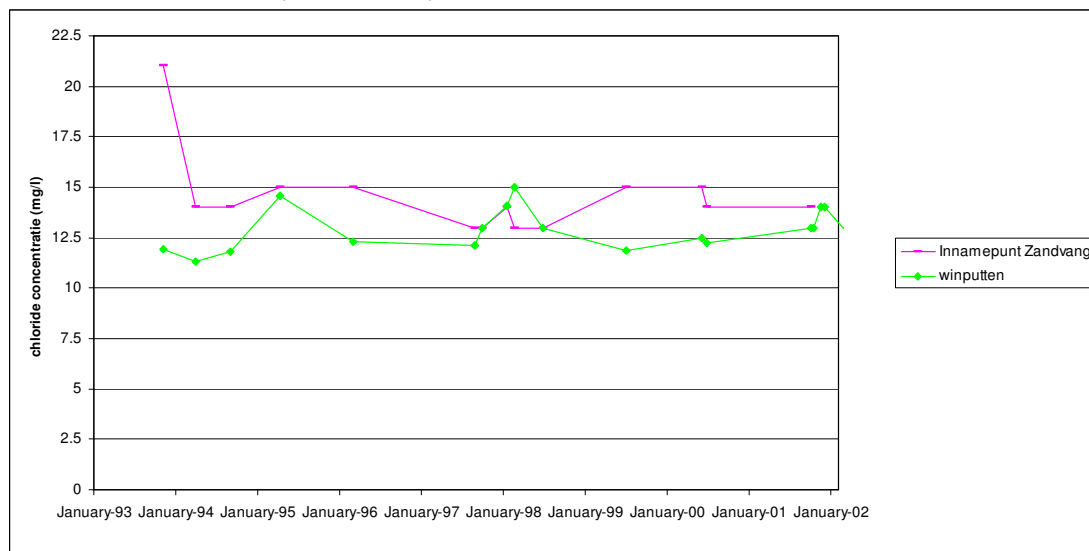
De gemiddelde concentraties van de parameters in het infiltratiewater, van de periode 1999-2005 (Evaluatie Infiltratieproject Epe, maart 2005) zijn vergeleken met het de meetresultaten van 2005 tot 2009 (figuur 10). Voor het infiltratiewater geldt dat sulfaat in de loop van de tijd is toegenomen. Voor de overige parameters die een toe- of afname laten zien, zijn de verschillen niet significant.



Figuur 10: Gemiddelde concentratie van het infiltratiewater van meetresultaten voor 2005 vergeleken met meetresultaten na 2005

Grondwater

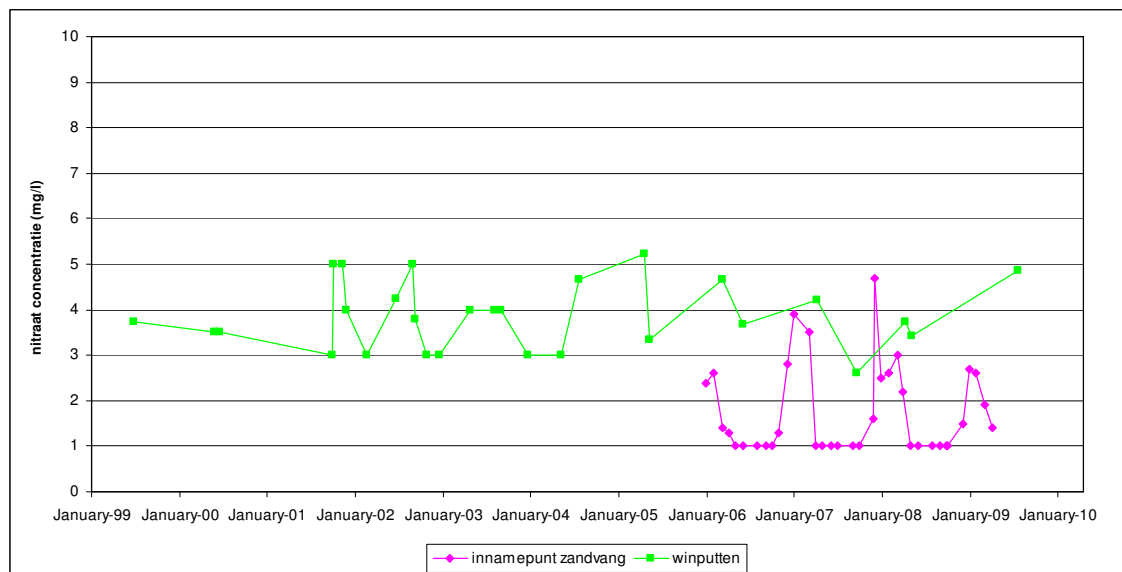
Op basis van het chloridegehalte is geanalyseerd wat de veranderingen zijn van het oppervlaktewater, infiltratiewater en grondwater in de tijd en of deze hetzelfde gedrag vertonen. Chloride blijft opgelost in water en hecht zich niet aan de bodem, daarom kan deze goed als tracer gebruikt worden om de stroming van (grond)water te volgen. In figuur 11 is geen trend te zien in de tijd. Het blijkt dat de chlorideconcentratie redelijk constant blijft.



Figuur 11: De chloride concentratie van het infiltratiewater bij innamepunt en van het grondwater in de winputten van 1994 tot 2002

Op basis hiervan kunnen geen conclusies getrokken worden over de mogelijke effecten van de infiltratie op de grondwaterkwaliteit. Mogelijke is een evenwichtssituatie opgetreden, mogelijk wordt het infiltratiewater verdund voordat het bij de winputten aankomt en mogelijk heeft de infiltratie geen effect op de omgeving.

Voor de parameter nitraat is een zelfde vergelijking gemaakt, zie figuur 12. De nitraatconcentratie in de winputten ligt hoger. Dit zijn echter geen hoge waarden voor grondwater.



Figuur 12: De nitraatconcentratie van het infiltratiewater bij innamepunt en van het grondwater in de winputten van 1999 tot 2009

5.4 Conclusies

Uit deze toetsing volgt dat het zwevend-stofgehalte een aandachtspunt is. Dit overschrijdt regelmatig de toetsingswaarde. Het zwevend-stofgehalte is zowel milieuhygiënisch als operationeel een probleem. De detectielimiet van kwik is hoger dan de toetsingswaarde, waardoor niet kan worden vastgesteld of kwik daadwerkelijk een probleem vormt. Het is niet waarschijnlijk dat kwik een probleem vormt.

Het sulfaatgehalte blijkt in het algemeen te zijn toegenomen. Verder is de verwachting dat het infiltratiewater geen of beperkte invloed heeft op de grondwaterkwaliteit in de winputten.

6 OPPERVLAKTEWATER

6.1 Samenvatting evaluatie 2005

Het effect van de infiltratie op de afvoer van de beken kon niet vastgesteld worden, omdat er geen afvoergegevens beschikbaar waren. Ook het effect van de infiltratie op de waterkwaliteit in de beken kon in 2005 niet vastgesteld worden.

6.2 Effect op de afvoer van de beken

Daar waar de beken het grondwater 'aansnijden' zal de grondwaterstandverhoging effect hebben op de afvoer door de beken. In hoofdstuk 4 is geconcludeerd dat de invloed van de infiltratie in het Tongerense en Wisselse Veen gering is. De invloed op de afvoer van de beken die in het Tongerense en Wisselse Veen liggen zal daarom ook gering zijn. De infiltratie zal wel een wat groter effect hebben op de Heerder- en Horsthoekerbeken. De sprengkoppen van deze beken beginnen, waar de invloed van de infiltratie tussen de 10 en 25 cm is (Bijlage 6). Deze grondwaterstijging zal invloed hebben op de afvoer van de Heerder- en Horsthoekerbeken. De afvoer in deze beken wordt, evenals in de beken in het Tongerense en Wisselse Veen, niet of sporadisch gemeten, waardoor er geen observaties zijn om de modeluitkomsten te verifiëren. Bovendien is het dus ook niet goed mogelijk om iets te zeggen of de eerder genoemde norm van een minimaal debiet van 25 l/s onderschreden wordt.

6.3 Kwaliteit oppervlaktewater

Gegevens

Metingen van de kwaliteit van het water in de beken zijn beschikbaar van 1998 tot 2008. In de Verloren beek zijn 10 meetpunten, in de Klaarbeek 5, in de Vlasbeek 3 en in de Paalbeek 1 meetpunt. Een meetpunt in de Klaarbeek is het innamepunt van het water voor de infiltratie. Bij het innamepunt Zuuk zijn metingen van de waterkwaliteit beschikbaar van januari 1998 tot december 2008 (Bijlage 10).

Effect van infiltratie op waterkwaliteit beken

In de stroomgebieden van de Klaarbeek, Vlasbeek, Verloren beek en Paalbeek wordt op basis van de modeluitkomsten geen of een heel geringe invloed verwacht als gevolg van de infiltratie. Als we stellen dat er een toename van de afvoer optreedt van maximaal 10%, zal door de verdunning van het infiltratiewater met het overige grondwater alvorens het uittreedt in de beken, de verandering van de waterkwaliteit van de beken klein zijn.

In de stroomgebieden van de Heerder- en Horsthoekerbeken neemt de afvoer toe en zal het infiltratiewater minder verdund in de beken terecht komen. Echter, gelet op de geringe verschillen in grondwaterkwaliteit rondom de infiltratievijver en de winning zal de kwaliteit niet of slechts zeer gering verminderen.

6.4 Conclusie

De invloed van de infiltratie op de afvoer van de beken in het Tongerense en Wisselse Veen is zeer gering. De invloed op de Heerder- en Horsthoekerbeken is groter, maar meetgegevens zijn niet voor handen.

Het effect van de infiltratie op de kwaliteit van het oppervlaktewater is vanwege de geringe kwantitatieve invloed en vanwege verdunning zeer klein.

7 ECOLOGIE

De infiltratie heeft onder andere tot doel om de verdrogende effecten van de grondwaterwinning Epe op het TOP-lijstgebied 'Wisselse en Tongerense veen' te compenseren.

In het kader van het provinciale programma 'Projectmonitoring Natuur' wordt het door de infiltratie beoogde natuurherstel gevolgd door het verrichten van vegetatieonderzoek. Dit wordt uitgevoerd door het maken van vegetatieopnames in permanente quadranten (PQ's). Veranderingen zowel in het vochtgetal volgens Ellenberg en het aantal kwelindicatoren worden gevolgd.

Op basis van beschikbare monitoringsgegevens is per PQ beschreven welke ontwikkelingen te constateren zijn in de aanwezige flora en fauna. Daarbij wordt zo mogelijk een relatie gelegd met de infiltratie, waarbij wel opgemerkt moet worden dat de ontwikkeling van flora en fauna een langzaam proces is waarbij een gewenst natuurstype niet alleen afhankelijk is van grondwaterstanden, maar ook van andere factoren, zoals bijvoorbeeld de aanwezigheid van zaden in de bodem. De ligging van de beoordeelde PQ's is weergegeven in Bijlage 11.

7.1 Samenvatting evaluatie 2005

Tongerense Veen

Er zijn 6 PQ's onderzocht op basis van vegetatieopnames in de periode 1983-2004. Op basis van de zes onderzochte PQ's kan niet geconcludeerd worden dat de omstandigheden door de infiltratie van water in het waterwingebied Epe natter zijn geworden, maar tegen de landelijke trend in zijn de PQ's ook niet verdroogd.

In het gebied van het Tongerense Veen zijn verschillende hydrologische en natuurbeheermaatregelen uitgevoerd. Waarschijnlijk hebben deze een groter effect op de natuurlijke vegetatie dan de infiltratie in het waterwingebied van Epe.

Wisselse Veen

Er zijn in de evaluatie van 2005 geen ecologische effecten beschreven voor het Wisselse Veen.

Infiltratieveld

Door de aanleg van het infiltratieveld zijn jaarlijks droogvallende bekkens ontstaan. Er is echter ook een plasje waar permanent water in staat. Hier heeft zich een rijke watervegetatie ontwikkeld, en komen ook amfibieën voor. Langs de randen van de infiltratiebekkens komen pioniersoorten voor, daaromheen heide, met opslag van Grove den. De landschappelijke ligging van een nat ecosysteem als het infiltratieveld zo hoog op de Veluwe is niet natuurlijk. Wel heeft het infiltratieveld een vrij hoge ecologische waarde, met name vanwege de hoge diversiteit aan biotopen.

7.2 Ecologische effecten Tongerense Veen

In het Tongerense Veen zijn zes PQ's gemonitord (Bijlage 11). In de periode 1983-2005 zijn per PQ drie tot vier vegetatieopnames gemaakt. Hieronder is per PQ beschreven hoe de vegetatie zich in deze periode ontwikkeld heeft. De vegetatieopnames zijn weergegeven in Bijlage 12.

PQ 654 ligt in een natte heide en bestaat voornamelijk uit Gagel met daaronder vrij veel Veenmos en hier en daar bijzondere planten zoals Kleine zonnedauw. In 1983 was Dopheide dominant aanwezig, vanaf

1996 was dit slechts lokaal nog vrij veel aanwezig. Verder is het verschijnen van Witte en Bruine snavelbies vanaf 2001 opvallend. Ook lijkt er ten opzichte van 1983 een toename te zijn van Veenmos. Het aandeel freatofyten (aan grondwater gebonden plantensoorten) was in 1996 eenmalig ongeveer 20% lager dan in de overige jaren. Het is niet bekend wat hier de oorzaak van is. Abiotisch lijken er geen veranderingen te zijn opgetreden. De omstandigheden zijn in alle opnamen nat, zuur en voedselarm. Een eventuele verhoging van de grondwaterstand door de infiltratie zou in dit PQ ook moeilijk te detecteren zijn omdat de waterstand hier al hoog is. Gagel (veel aanwezig) is een indicatorsoort voor kwel van relatief basenarm tot matig basenrijk grondwater.

PQ 769 ligt in een nat en voedselarm grasland. Binnen het PQ komt vrij veel Moerasstruisgras, Pitrus, en Wateraardbei voor. In de ondergroei komt veel Veenmos voor, wat duidt op zure omstandigheden. Het is opvallend dat in 2005 meer soorten zijn aangetroffen (36) dan in 1983 en 1996 (respectievelijk 22 en 25). Mogelijk is dit veroorzaakt door het lastige terugvinden van het PQ en de heterogeniteit van de vegetatie in het grasland. Het is daarom niet zeker dat de locatie van het PQ elk jaar hetzelfde is geweest.

Er is een toename te zien van Wateraardbei, Wilg en Haakveenmos. Verder is in 2005 een groter aantal mossoorten aangetroffen dan voorgaande jaren (m.n. Platmos, Gewoon haarmos, Fraai veenmos). Het aandeel freatofyten is ongeveer gelijk gebleven.

Ook in dit PQ lijken de veranderingen in de abiotische omstandigheden klein te zijn: nat, matig zuur en matig voedselarm. Veldrus (lokaal vrij veel aanwezig) is een indicatorsoort van zijdelings uittredend jong, matig tot sterk gebufferd basenarm grondwater.

PQ 958 is een opname van het water en de oevers van de Klarbeek. Kleine egelskop, Drijvend fonteinkruid en Klein kroos zijn de meest voorkomende soorten. De soorten Fioringras, Gewone dotterbloem, Gekroesd fonteinkruid en Drijvend fonteinkruid zijn in 2005 voor het eerst aangetroffen, terwijl Sterrenkroos, Holpijp, en Duizendknoopfonteinkruid verdwenen zijn.

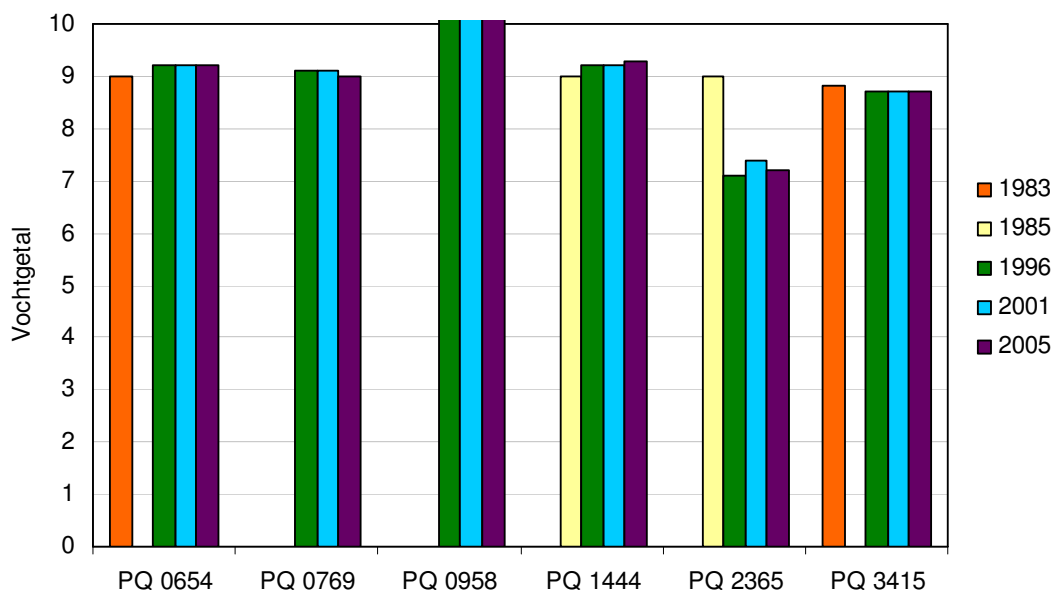
Gewone dotterbloem (in 2005 voor het eerst één of enkele exemplaren aangetroffen) en Holpijp (t/m 2001 verspreid aanwezig met geringe bedekking) zijn indicatorsoorten van mesotrofe tot eutrofe omstandigheden die onder invloed staan van kwel van matig basenrijk grondwater. Duizendknoopfonteinkruid (t/m 2001 lokaal vrij veel aanwezig) duidt op invloed van kwel van relatief basenarm tot matig basenrijk grondwater. Het aandeel freatofyten is zeer hoog, en is ongeveer gelijk gebleven. Aan de abiotische omstandigheden van de beek lijkt dan ook niet veel te zijn veranderd.

PQ 1444 ligt in de dezelfde natte heide als PQ 654, maar dan op een geplagd gedeelte. In de omschrijving van de opname van 1985 staat dat het om geplagde heide gaat. De hoge bedekking van Pijpenstrootje (lokaal dominant) duidt er echter op dat de heide toen nog niet geplagd was. Waarschijnlijk is dat pas na 1985 gebeurd. Dit verklaart ook de afname van Pijpenstrootje. Binnen het PQ komt in 2005 weer vrij veel Pijpenstrootje voor, met Bruine snavelbies en Veenpluis. In de ondergroei komt veel Geoord veenmos voor. Doordat de bodem na het plaggen nog niet helemaal dichtgegroeid was, zijn diverse soorten toegenomen, zoals Zwarte zegge, Gewone waterbies, Veenpluis en Pijpenstrootje. Bruine snavelbies, een pioniersoort is afgenomen. Gagel (lokaal meerdere exemplaren) is een indicatorsoort voor kwel van relatief basenarm tot matig basenrijk grondwater. De omstandigheden lijken natter te zijn geworden. Dit is ook te zien in het vochtgetal en het percentage freatofyten. De vernatting is al ingezet in de periode tussen 1985 en 1996, dus vóór de infiltratie in waterwingebied Epe. Waarschijnlijk is dit veroorzaakt door plaggen tussen 1985 en 1996 (maaiveldverlaging dus natter).

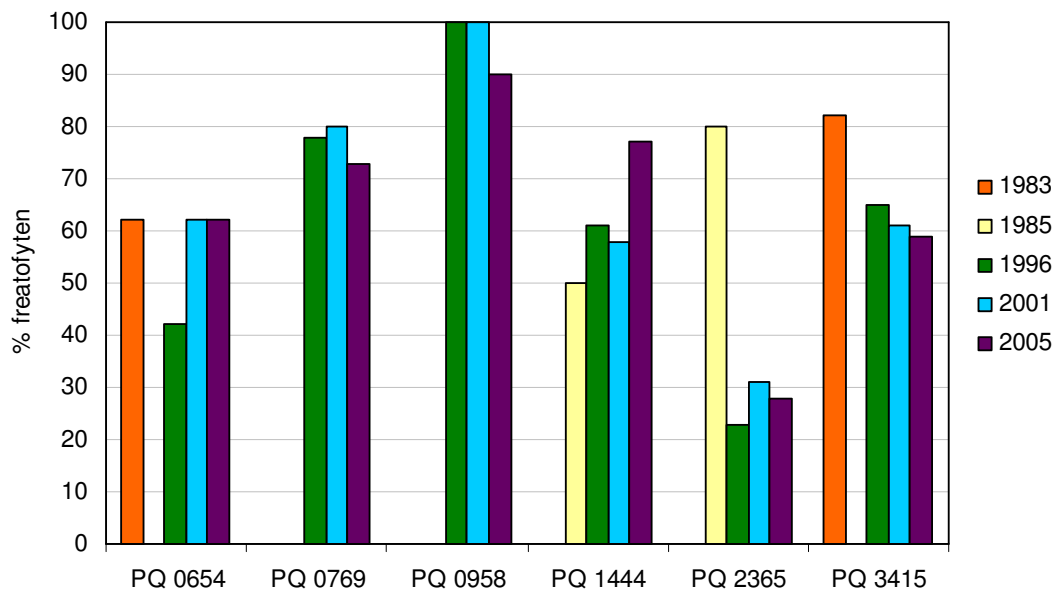
PQ 2365 betreft een greppel langs een Elzensingel. Zwarte els is hier dan ook de dominante soort. Verder komen Gewoon struisgras, Gladde witbol, Gewoon sterrenmos en Groot platmos veel voor. Veranderingen van de vegetatie zijn waarschijnlijk terug te voeren op natuurlijke fluctuaties, verstoringen en afbakening van het PQ en hebben geen relevante betekenis. In de periode 1985-1996 (dus voor de start van de

infiltratie) zijn de omstandigheden van de greppel flink verdroogd, zie figuur 13 en 14, waarin een afname van zowel het vochtgetal als het aandeel freatofyten te zien is. De drogere omstandigheden zijn terug te zien in de vegetatiesamenstelling; onder andere aan het afnemen en verdwijnen van soorten zoals Sterrenkroos, Holpijp, Moerasspirea en Klein kroos. De reden van de verdroging is waarschijnlijk gelegen in de ontwatering voor de aangrenzende landbouwpercelen. Sinds die ontwatering lijken geen grote veranderingen in de abiotische omstandigheden te zijn opgetreden.

PQ 3415 ligt in een vochtig Elzenbroekbos. Zwarte els is hier dan ook de dominante soort. Verder komen Zachte berk, Zompzegge, Ruwe smele, Brede stekelvaren, Fijn Laddermos, Mannagras, Grote wederik, Wilg en Gewoon tujamos (lokaal) vrij veel voor. In de soortensamenstelling van het PQ is vrij veel veranderd. Toegenomen soorten zijn met name Brede stekelvaren, Mannagras en Haakveenmos en afgenomen soorten zijn Pijpenstrootje en Smalle stekelvaren. Gestreepte witbol, Gewoon klauwtjesmos en Gewoon kantmos zijn in 2005 voor het eerst aangetroffen. Hoewel het vochtgetal ongeveer gelijk is gebleven is het aandeel freatofyten tussen 1983 en 1996 sterk afgenomen. Na 1996 is het percentage freatofyten ongeveer gelijk gebleven. Een deel van de veranderingen in soortensamenstelling is waarschijnlijk te vinden in het lastige opsporen van het PQ. Een aantal van de verdwenen soorten komen elders in het bos wel voor. Ondanks de veranderingen in de soortensamenstelling, lijken de abiotische omstandigheden weinig te zijn veranderd. Langs de bosrand loopt een sprenghoeve met een sinds kort ecologisch aangelegde oever. Deze heeft waarschijnlijk een groot effect op de hydrologie van het bos.



Figuur 13: Verloop indicatiewaarden vocht (Ellenberg, 1 is droog, 10 is watervegetatie) (Bron: Turboveg database Provincie Gelderland)



Figuur 14: Percentage freatofyten (aan grondwater gebonden plantensoorten) (Bron: Turboveg database Provincie Gelderland)

Conclusie Tongerense Veen

Op basis van de zes onderzochte PQ's is geen duidelijke verandering waar te nemen die duidt op het natter worden van de omstandigheden sinds het begin van de infiltratie. Tegen de landelijke trend in zijn de PQ's echter niet verdroogd.

Er is wel sprake van veranderingen in soortensamenstelling. De samenstelling van de vegetatie is echter ook, behalve van grondwaterstanden, van verschillende andere factoren afhankelijk, bijvoorbeeld de aanwezigheid van zaden in de bodem. Ook zijn in het gebied van het Tongerense Veen verschillende hydrologische en natuurbeheermaatregelen uitgevoerd. Waarschijnlijk hebben die een groter effect gehad op de vegetatie dan de infiltratie in het waterwingebied.

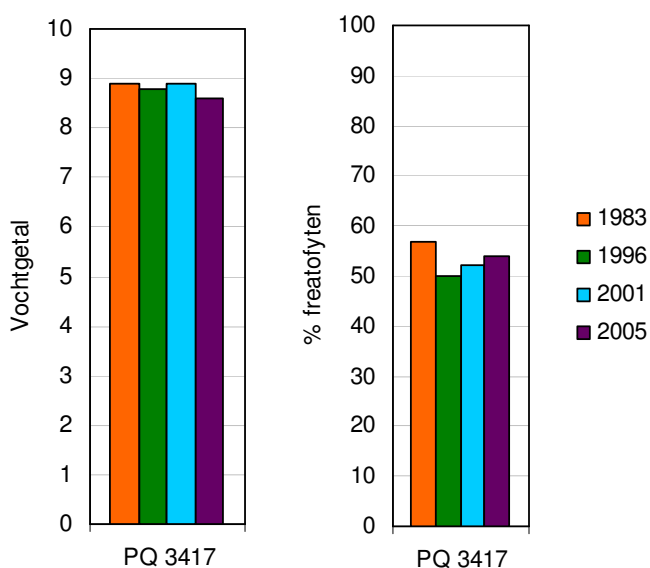
7.3 Ecologische effecten Wisselse Veen

In het Wisselse Veen is één PQ gemonitord. In de periode 1983-2005 zijn vier vegetatieopnames gemaakt. Hieronder is beschreven hoe de vegetatie zich in deze periode ontwikkeld heeft. De vegetatieopnames zijn opgenomen in Bijlage 12.

PQ 3417 is gelegen in een Berkenbroekbos. Zwarte els is (lokaal) dominant. Verder komen Zachte berk, Zompzegge, Ruwe smele, Brede stekelvaren, Fijn laddermos, Mannagras, Grote wederik, wilg en Gewoon tujamos vrij veel voor. Het is opvallend dat bij de opeenvolgende inventarisaties steeds meer soorten aangetroffen worden (oplopend van 18 soorten in 1983 tot 37 in 2005). Mogelijk ligt dit aan een verschil in inventarisatie-inspanning of een moeilijk terug te vinden PQ in een heterogeen terrein. Het lijkt niet waarschijnlijk dat daadwerkelijk een dergelijk grote toename van soorten is opgetreden. Figuur 15 laat zien dat er nauwelijks veranderingen zijn opgetreden in het vochtgetal en het aandeel freatofyten (aan grondwater gebonden plantensoorten).

Binnen het PQ is een toename geconstateerd van Zwarte els, Zachte berk, Brede stekelvaren, Haakveenmos en Gewoon puntmos. Het voorkomen van Pijpenstrootje is afgenomen. Gestreepte witbol, Gewoon klauwtjesmos, Gewoon kantmos, Plaatjesmos en Geoord veenmos zijn in 2005 voor het eerst aangetroffen.

Blaaszegge is een indicatorsoort van mesotrofe tot eutrofe omstandigheden die onder invloed staan van kwel van matig basenrijk grondwater. Van deze soort is echter alleen in 1983 één of enkele exemplaren aangetroffen.



Figuur 15: Verloop indicatiewaarden vocht (Ellenberg, 1 is droog, 10 is watervegetatie), en percentage freatofyten (Bron: Turboveg database Provincie Gelderland)

Conclusie Wisselse Veen

Op basis van het onderzochte PQ is ook voor het Wisselse Veen geen duidelijke verandering waar te nemen die duidt op het natter worden van de omstandigheden sinds het begin van de infiltratie. Tegen de landelijke trend in is het PQ echter niet verdroogd. Mogelijk is dit het effect van de infiltratie.

Er is wel sprake van veranderingen in soortensamenstelling. De samenstelling van de vegetatie is echter ook, behalve van grondwaterstanden, van verschillende andere factoren afhankelijk, bijvoorbeeld de aanwezigheid van zaden in de bodem.

7.4 Ecologische effecten infiltratieveld

Sinds de vorige evaluatie (2005) zijn er geen aanvullende inventarisaties gedaan op het infiltratieveld. Er zijn in dit rapport daarom ook geen aanvullende effecten beschreven. Voor een beschrijving van de natuurwaarden van het infiltratieveld in 2004 wordt verwezen naar de rapportage 'Evaluatie infiltratieproject Epe' (Vitens 2005).

Zoals in dit rapport ook vermeld, blijft het wenselijk om opslag van Grove den door beheer te beperken. Dit om teveel naalddinval in de infiltratiebekkens te voorkomen en voor behoud van het heidelandschap, dat hier ook al vóór de aanleg van het infiltratieveld aanwezig was.

8 SAMENVATTING EN AANBEVELING

Evaluatie infiltratieproject Epe

In december 1998 is gestart met een infiltratieproject in het waterwingebied van pompstation Epe met als doel het terugdringen van het verdrogende effect op waardevolle natuur in de omgeving van de grondwateronttrekking. Waterschap Veluwe heeft ten behoeve van de infiltratie vergunning verleend om per jaar maximaal 2,2 mln m³ water te onttrekken aan de Klaarbeek / Verloren Beek. In 2005 is een evaluatie uitgevoerd van de periode 1999-2005. Voorliggende samenvatting betreft de evaluatie van het Infiltratieproject Epe over de periode 2005-2008 waarbij de conclusies uit de eerste evaluatie meegenomen zijn. Doel van deze evaluatie is om de bedrijfsvoering te optimaliseren, te controleren of de effecten overeen komen met de verwachtingen. Daarnaast zullen de resultaten gebruikt worden om inzicht te krijgen in mogelijkheden tot uitbreiding van de infiltratie. Vitens streeft ernaar om de infiltratie zodanig uit te breiden dat uiterlijk in 2015 de winning geheel gecompenseerd is door infiltratie van oppervlaktewater. Het hoofddoel van de infiltratie is om de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving te compenseren. Hierdoor zal het effect op het TOP-lijstgebied 'Wisselse en Tongerense Veen' en op de watervoerendheid van de Horsthoekerspreng en de Heerdersprengen afnemen. Deze maatregel maakt deel uit van de Overeenkomst Duurzame Drinkwatervoorziening Gelderland die Vitens eind 2008 met de Provincie Gelderland afgesloten heeft.

Het infiltratiesysteem

Ten zuidoosten van Epe is het innamepunt aan de Bekenwalweg te Epe. Vanuit de Klaarbeek / Verloren Beek wordt water ingenomen en verpompt via een ondergrondse leiding naar de retentievijver bij het Hertenkamp. In deze vijver bezinkt zwevend stof. In de vijver zijn doekschotten geplaatst dwars op de stromingsrichting om de snelheid te minimaliseren en de bezinking te verbeteren. Het water wordt vervolgens naar het infiltratieveld verpompt. Het infiltratieveld bestaat uit twee infiltratievijvers die afwisselend ingezet worden. Door middel van een handmatig bediend stuwte wordt het vullen van de infiltratievijvers geregeld. In Bijlage 1 is het infiltratiesysteem schematisch weergegeven.

Evaluatie bedrijfsvoering

Tussen 1998 en 2008 is jaarlijks in de winterperiode water geïnfiltreerd. De gemiddelde infiltratie bedroeg 1,3 miljoen m³/jaar. Geconstateerd is dat het systeem moeizaam blijft functioneren. Het grootste probleem is de aanwezigheid van ijzerslib en fijn zand in het innamewater. Dit heeft op alle onderdelen van het infiltratiesysteem invloed (zowel de leiding als de bodem van het infiltratieveld slibben dicht). Daarnaast vormen de beschikbare hoeveelheid water en de toegestane innameperiode een probleem. Doordat er geen betrouwbare debietmeting plaats vindt in de Verloren Beek / Klaarbeek is er geen inzicht in het beschikbare debiet en kan de inname niet geoptimaliseerd worden. De toegestane innameperiode beperkt de innamehoeveelheid; als er langer ingenomen kan worden kan er meer geïnfiltreerd worden.

Er zijn diverse maatregelen getroffen om de technische problemen zoveel mogelijk op te lossen, zoals het regelmatig proppen van de leidingen, het verbeteren van het innamepunt en optimalisatie van het 'early warning system'. Deze maatregelen maken de problemen beter beheersbaar, maar lossen ze niet op. 10-20% van de inname tijd gaat verloren door beheer- en onderhoudswerkzaamheden zoals het proppen van de leiding, het reinigen van de zeven en alarmmeldingen als gevolg van storingen enz.

Evaluatie monitoring

Een goede monitoring van het systeem is noodzakelijk om de kwaliteit te bewaken en verontreiniging van het grondwater te voorkomen, zeker als voor een bron van innamewater wordt gekozen die kwetsbaarder is voor verontreinigingen dan de huidige inname. Het is dan van groot belang dat de monitoring robuust en niet storingsgevoelig is, zodat het aantal loze alarmeringen beperkt zal zijn. De procedure bij monitoring

moet goed geborgd zijn in de organisatie. Aanbevelingen voor een nieuw infiltratieproject ten aanzien van monitoring:

- Monitoring goed afstemmen op de waterkwaliteit, zodat deze zo min mogelijk storingsgevoelig is;
- De plaats van de monitoring in het systeem optimaliseren;
- Registratie en archivering van de meetgegevens goed regelen.

Hydrologische effecten

Door middel van tijdreeksanalyse is op basis van statistiek de relatie vastgesteld tussen de gemeten infiltratiedebieten en de gemeten grondwaterstand in de omgeving van het infiltratiegebied. In totaal zijn 217 tijdreeksen van de grondwaterstand geanalyseerd. Uit 42 daarvan kon een statistisch significant effect van de infiltratie worden afgeleid. Als gevolg van de infiltratie is de grondwaterstand verhoogd. Deze verhoging is, net als de infiltratie, niet constant in de tijd. In de winterperiode is de verhoging groot, in de zomerperiode neemt de verhoging af. Bijlage 6 toont de uit tijdreeksanalyse vastgestelde gemiddelde verhoging over de periode 1998-2008.

Nabij het Wisselse en Tongerense Veen is op basis van de statistische analyse van de meetgegevens geen verhoging van de grondwaterstanden als gevolg van de infiltratie aangetoond. Met een bestaand grondwatermodel (Modelleeromgeving Veluwe) is een verhoging van 5 – 20 centimeter berekend in het Wisselse en Tongerense Veen. Aan de noordwestrand van Epe is een verhoging berekend als gevolg van de infiltratie van circa 15 centimeter. Aangezien de grondwaterstanden hier ver beneden maaiveld staan heeft dit geen gevolgen voor de bebouwing. Het blijkt dat de rekenresultaten redelijk overeenkomen met de metingen. Het model is daarom in dit oriënterende stadium geschikt voor het globaal vergelijken van varianten voor uitbreiding. Om meer in detail te kunnen rekenen, bijvoorbeeld voor een MER-studie, is een modeloptimalisatie wenselijk.

Effecten infiltratie op grondwaterkwaliteit

De kwaliteit van het innamewater wordt gemonitord en is getoetst aan de toetsingswaarden van het Infiltratiebesluit Bodembescherming. Uit deze toetsing volgt dat het zwevend-stofgehalte een aandachtspunt is. Dit overschrijdt regelmatig de toetsingswaarde. Het zwevend-stofgehalte is zowel milieuhygiënisch als operationeel een probleem. De detectielimiet van kwik is hoger dan de toetsingswaarde, waardoor niet kan worden vastgesteld of kwik daadwerkelijk een probleem vormt. Het is niet waarschijnlijk dat kwik een probleem vormt. Het sulfaatgehalte blijkt in het algemeen te zijn toegenomen. Verder is de verwachting dat het infiltratiewater geen of beperkte invloed heeft op de grondwaterkwaliteit in de winputten.

Effecten infiltratie op oppervlaktewaterkwaliteit

De invloed van de infiltratie op de afvoer van de beken in het Tongerense en Wisselse Veen is zeer gering. De invloed op de Heerder- en Horsthoekerbeken is groter, maar meetgegevens zijn niet voor handen. Het effect van de infiltratie op de kwaliteit van het oppervlaktewater is vanwege de geringe kwantitatieve invloed en vanwege verdunning zeer klein.

Ecologische effecten

De monitoringsgegevens van zes PQ's in het Tongerense Veen en een PQ in het Wisselse Veen zijn geanalyseerd. Op basis van de onderzochte PQ's is geen duidelijke verandering waar te nemen die duiden op het natter worden van de omstandigheden sinds het begin van de infiltratie. Dit gaat tegen de landelijke trend in, waarin natuur over het algemeen verder verdroogd is.

In het gebied van het Tongerense Veen zijn verschillende hydrologische en natuurbeheermaatregelen uitgevoerd. Waarschijnlijk hebben die een groter effect op de vegetatie dan de infiltratie nabij het waterwingebied en hebben die ervoor gezorgd dat het gebied niet verder verdroogd is. Daarnaast is een

wijziging in de vegetatie niet alleen afhankelijk van hogere of lagere grondwaterstanden, maar ook afhankelijk van andere factoren, zoals de aanwezigheid van zaden in de bodem.

COLOFON

Opdrachtgever	: Vitens
Project	: Evaluatie Infiltratieproject Epe
Dossier	: C4587-01-001
Omvang rapport	: 39 pagina's
Auteur	: Evert de Lange
Bijdrage	: Jolijn van Engelenburg, Baukje Dijkstra, Marcel van der Veer
Interne controle	: Jos Peters
Projectleider	: Jos Peters
Projectmanager	: Otto Hettinga
Datum	: 7 september 2009
Naam/Paraaf	: 

DHV B.V.

Ruimte en Mobiliteit

Verlengde Kazernestraat 7

7417 ZA Deventer

Postbus 927

7400 AX Deventer

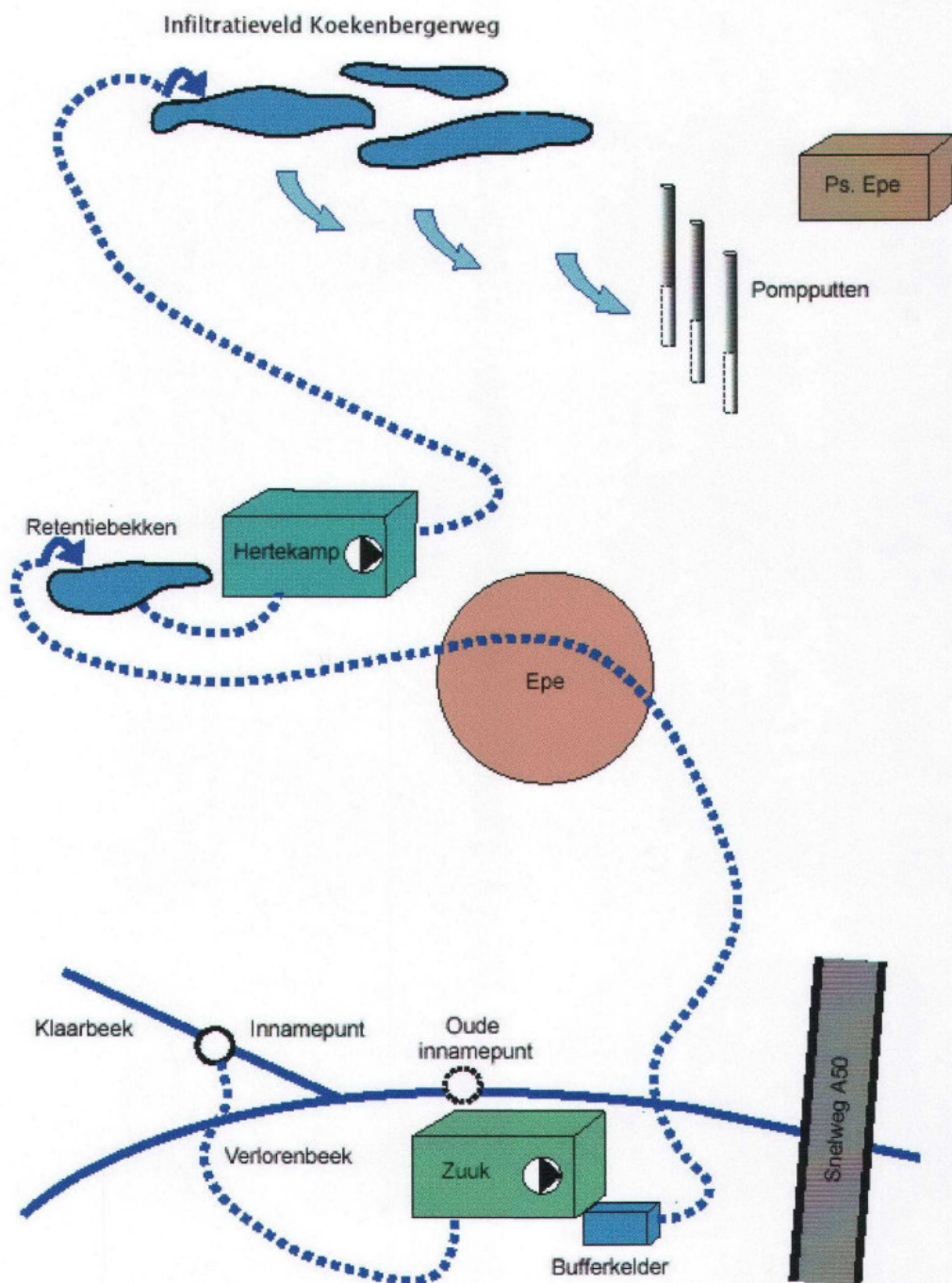
T (0570) 63 93 00

F (0570) 63 93 01

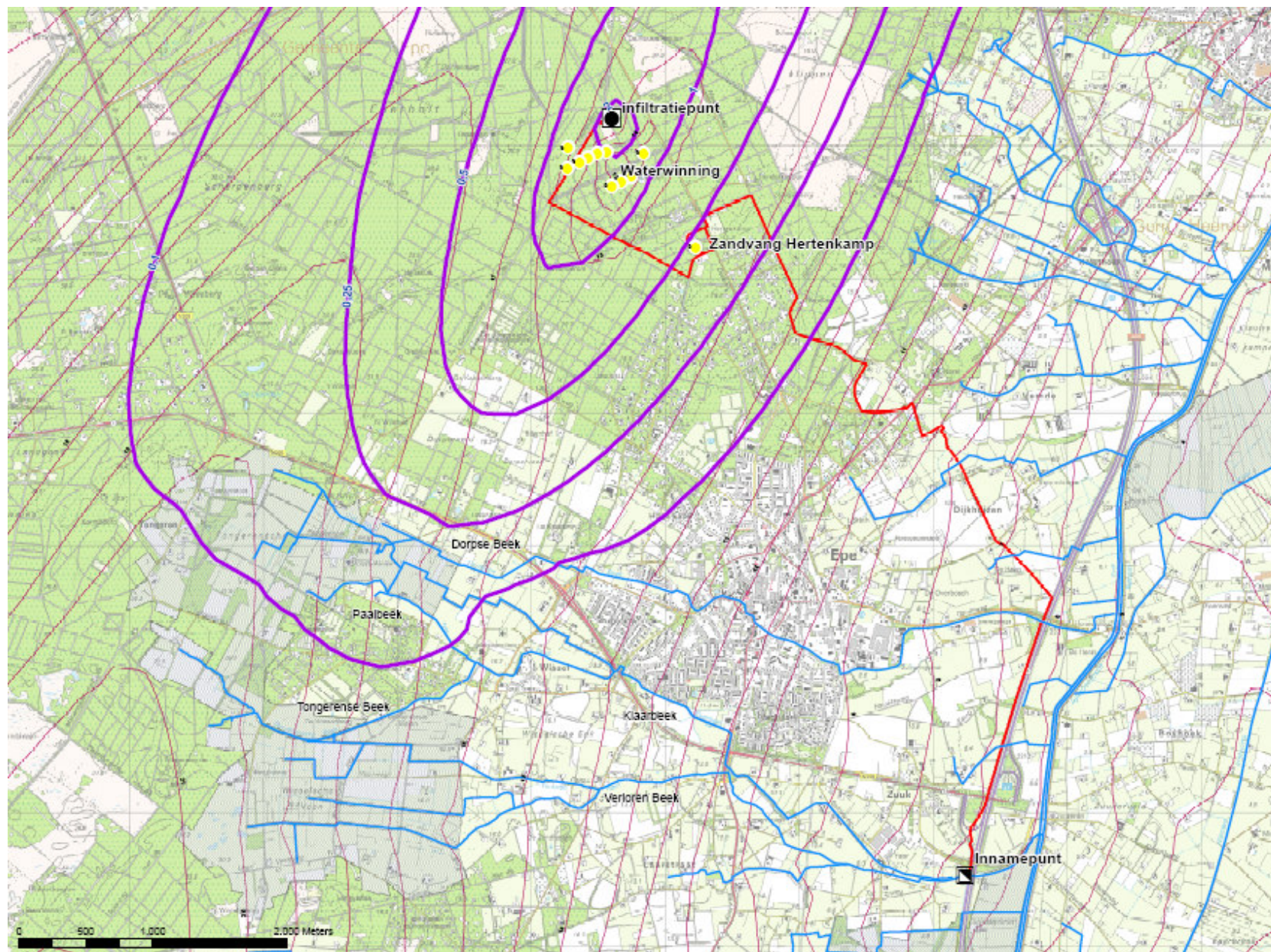
E deventer@dhv.com

www.dhv.nl

BIJLAGE 1 Schematisch overzicht



BIJLAGE 2 Overzichtskaart



BIJLAGE 3 Productieverslagen inname 2004/2005 tot en met 2008/2009

Innameseizoen 2004/2005

Inname

Het hele seizoen zijn er veel problemen geweest door verstopping van de bedrijfswaterpomp met als gevolg stilstand en capaciteitsvermindering. Daarnaast heeft de pomp enkele malen stilgestaan als gevolg van een te hoge troebelheid en eenmaal een alarm door de mosselmonitor.

Verder kwam het regelmatig voor dat niet de maximale capaciteit werd gehaald door het dichtslibben van de zuigkorf, waardoor terugspoelen van de zuigkorf noodzakelijk was. Dit dichtslibben was het grootste probleem. Het vele vuil veroorzaakte de regelmatige verstopping van de bedrijfswaterpomp. Het reservoir werd schoongemaakt met behulp van twee pompen (een voor het vuil boven het waterniveau en een tweede voor het slib). De verstoppingen van het anti kolkshot zijn niet minder geworden.

April 2005 is de proef met de microzeven gestart.

Monitoring

In november 2004 is de Toxcontrol geplaatst. Met behulp van een bioreactor werden zelf de benodigde bacteriën gekweekt. Er waren nogal wat opstartproblemen. Toxcontrol is ook gevoelig voor verstopping door het ijzerslib en zand.

De mosselmonitor is in oktober gecontroleerd drie nieuwe mosselen geplakt. In december is een mosselbak geleverd en aangesloten. Hierin is de mosselmonitor geplaatst.

Leidingweerstand

In november liep de leidingweerstand zo hoog op dat de leiding gepropt moest worden. Na het proppen kan er 2000m³ per dag meer worden verpompt. In januari opnieuw gepropt.

Infiltratie

Na inname van 440000 m³ is in november de infiltratie overgezet naar de andere infiltratievijver. Bij een stand van 765000m³ begin januari overgezet naar de eerste infiltratievijver. Eind januari was er een hoog niveaumelding en is weer van vijver gewisseld. Omdat de infiltratie moeizamer ging werden de infiltratievijvers na ca 7 dagen weer over gezet. De aanvoer van water was voldoende. De problemen zaten bij het infiltratie veld waar het water moeilijk infiltreerde, met name vanaf januari 2005.

Innameseizoen 2005/2006

Inname

In augustus 2005 zijn de zandvang en de bufferkelder schoongemaakt. De mosselen in de nieuwe mossel bak geplaatst en stand-by gezet. Op 1 september is de inname gestart. Door de lage afvoer van de beek ook een beperkte inname via de schuif in de brievenbus. Aan het begin van het seizoen zijn roosters geplaatst voor de innameopening met drijfbalken. Voor de roosters is ook een automatische sproeibesturing aangebracht. Deze heeft echter gedurende het seizoen 2005/2006 niet goed gewerkt, waardoor er nog steeds veel problemen waren met verstopping en de roosters handmatig gereinigd moesten worden.

In oktober waren er problemen met de pomp van de Hertenkamp. Hierdoor heeft de inname ruim een week stilgelegen. In maart raakte het anti-kolkshot in de Hertenkamp verstopt. Door de teruglopende capaciteit van de pomp loopt het waterniveau in de Hertenkamp en stopt de inname bij Zuuk.

In verband met voldoende water is de inname pas half juni 2006 gestopt.

Leiding

Vanwege oplopende leidingweerstand is de leiding in januari gepropt met nieuwe proppen. In maart en april opnieuw gepropt.

Monitoring

Er hebben zich geen problemen voor gedaan met de water kwaliteit. De biomonitoring werkte redelijk. De mosselbak moet door de aanvoer van veel zwevend materiaal regelmatig schoongemaakt worden. Zolang dit regelmatig gespoeld wordt geeft dit geen problemen. In maart zijn de mosselen vervangen. De TOXcontrol werkte goed, maar kon gedurende enige tijd geen alarmsignaal afgeven als gevolg van elektronische problemen.

Infiltratie

De infiltratie verliep goed, maar nam wel af in de loop van het seizoen. In januari en twee maal in maart gewisseld van vijver. De infiltratievijvers zijn na het innameseizoen in juni 2006 schoongemaakt.

Innameseizoen 2006/2007

Inname

In september op een laag niveau gestart met de inname. In september is de zandvang gedeeltelijk leeggehaald door het waterschap, het gedeelte voor de innameroosters was echter niet leeggehaald.

In september trad een grote storing op waardoor een groot deel van de installatie gerepareerd moest worden en de inname twee weken stilgelgen heeft.

Vanaf oktober was er voldoende water aanwezig. De hoge waterafvoer in combinatie met blad veroorzaakte veel problemen. Door de grote hoeveelheid slib veel problemen met de roosters en de bedrijfswaterpomp. Het spoelen van de roosters functioneerde nu overigens wel goed. Ook ontstond er opnieuw een hoogwateralarm in Hertenkamp door verstopping van het rooster en het antikolkschot, waardoor de inname bij Zuuk stilgelegd werd.

In april/mei was er weinig water beschikbaar en is er weinig ingenomen. In mei/juni is er nog enige tijd op lage capaciteit water ingenomen.

Infiltratie

In november de eerste wisseling van infiltratievijvers. Door het hoge slibgehalte zeer regelmatig wisseling van de vijvers (wekelijks). Daarom zijn de infiltratievijvers in maart al schoongemaakt. Daarna verliep de infiltratie weer goed.

Leidingweerstand

Door het hoge slibgehalte waren er veel problemen met oplopende leidingweerstand en dus regelmatig proppen van de leiding.

Monitoring

Een aantal mosselen zijn vervangen. Verder zijn er geen problemen gemeld met de monitoring.

Innameseizoen 2007/2008

Inname

In 2007 waren er problemen met de elektrotechnische installatie. Hierdoor kon de inname pas in november starten op een laag niveau (300 m³/uur). In februari is het probleem opgelost door de bouw van

een nieuwe frequentieomvormer, waarna vanaf maart de installatie weer op 100 % kon draaien. In januari 2008 is de zandvang gebaggerd. Hierbij is opnieuw materiaal achtergebleven ter hoogte van de innameopening. Dit is later handmatig door het waterschap verwijderd.

Monitoring

De werking van de mosselmonitor bleef problematisch, daarom gestart met onderzoek naar de mogelijkheid van een alternatief.

Leidingweerstand

Door de late start en het lage innamedebiet is de leiding tot maart niet gepropt, daarna twee maal in maart.

Infiltratie

Door de late start en het lage innamedebiet is pas in maart gewisseld van infiltratievijver, daarna in april opnieuw gewisseld.

Innameseizoen 2008/2009

Inname

Omdat de communicatie tussen Zuuk en Hertenkamp sterk verouderd was en er geen reserveonderdelen meer waren is deze vervangen en geupdate. Er is een blokkade geweest bij de Hertenkamp die geen hoogwateralarm afgaf in Zuuk. Hierdoor bleef de innamepomp draaien en steeg het niveau in de Hertenkamp zo hoog dat de pompenkelder van de Hertenkamp volliep en zo een storing veroorzaakte.

De hoeveelheid water in de beken was matig en er werd dus niet maximaal gepompt.

Monitoring

De proef met de verplaatste troebelheidsmeter loopt. De proef met de spectrolyser is nog niet gestart. De mosselmonitor is uitgeschakeld. De TOXcontrol functioneert goed.

Leidingweerstand

Er is slechts twee keer gepropt tijdens het innameseizoen. Minder afzetting in de leidingen dan andere jaren. De oorzaak hiervan is onduidelijk. Mogelijk is dit een gevolg van de lagere innamedebieten (minder opwerveling in de bufferkelder en daardoor minder zwevend stof in het getransporteerde water of de lagere temperaturen/biofilmvorming).

Infiltratie

Vanaf januari veel problemen met de infiltratiesnelheid. Wisseling van de vijvers 1 tot 2 maal per week. Oorzaak niet bekend. Theorie is dat mogelijk de koude winter hier een effect op heeft gehad: Hertenkamp was bevroren, waardoor onder het ijs het slib mogelijk niet bezonk maar verder stroomde naar de infiltratievijvers. Dit is echter nog niet gebleken uit de hoeveelheid slib in de Hertenkamp.

BIJLAGE 4 Meetprogramma Beekwater

Parametergroep	Parameter	eenheid	meetfrequentie	Infiltratiebesluit	norm
Macro parameters	zuurgraad (pH)		12	ja	⁽¹⁾
	EGV	mS/m	12	nee	-
	zwevend stof	mg/l	12	ja	0,5 ⁽²⁾
	calcium	mg/l	12	ja	⁽¹⁾
	chloride	mg/l	12	ja	200
	waterstofcarbonaat	mg/l	12	ja	⁽¹⁾
	natrium	mg/l	12	ja	120
	ammonium	mg/l (N)	12	ja	2,5
	nitraat	mg/l (N)	12	ja	5,6
	totaal-fosfaat	mg/l (P)	12	ja	0,4
	sulfaat	mg/l	12	ja	150
	fluoride	mg/l	2	ja	1
	cyaniden totaal	µg/l	12	ja	10
	arsen	µg/l	12	ja	10
Zware metalen	barium	µg/l	12	ja	200
	cadmium	µg/l	12	ja	0,4
	cobalt	µg/l	12	ja	20
	chromium	µg/l	12	ja	2
	koper	µg/l	12	ja	15
	kwik	µg/l	12	ja	0,05
	nikkel	µg/l	12	ja	15
	lood	µg/l	12	ja	15
	zink	µg/l	12	ja	65
	ijzer	mg/l	12	nee	-
	mangaan	mg/l	12	nee	-
	som	µg/l	2	ja	0,5
	som	µg/l	2	ja	0,1
	endosulfan	µg/l	2	ja	0,05
Bestrijdingsmiddelen <i>organochloorbestrijdingsmiddelen</i>	α-HCH	µg/l	2	ja	0,05
	-HCH (lindaan)	µg/l	2	ja	0,05
	DDT (incl. DDD en DDE)	µg/l	2	ja	0,05
	dichloorpropeen	µg/l	2	ja	0,05
	aldrin	µg/l	2	ja	0,05
	dieldrin	µg/l	2	ja	0,05
	endrin	µg/l	2	ja	0,05
	heptachloor	µg/l	2	ja	0,05
	heptachloorepoxide	µg/l	2	ja	0,05
	hexachloorbutadieen	µg/l	2	ja	0,05
	hexachloorbenzeen	µg/l	2	ja	0,05
	azinfos-methyl	µg/l	2	ja	0,1
	dichloorvos	µg/l	2	ja	0,1
	dimethoat	µg/l	2	ja	0,1
<i>organofosforbestrijdingsmiddelen</i>	mevinfos	µg/l	2	ja	0,1
	parathion	µg/l	2	ja	0,1
	triazines/triazinonen/aniliden	µg/l	2	ja	0,1
	atrazine	µg/l	2	ja	0,1
	simazin	µg/l	2	ja	0,1
	metolachloor	µg/l	2	ja	0,1
	MCPA	µg/l	2	ja	0,1
	mecoprop	µg/l	2	ja	0,1
	2,4 D	µg/l	2	ja	0,1
	ureumherbiciden	µg/l	2	ja	0,1
	chloortoluron	µg/l	2	ja	0,1
	isoproturon	µg/l	2	ja	0,1
	metoxuron	µg/l	2	ja	0,1
	linuron	µg/l	2	ja	0,1
<i>chloorfenolen</i>	trichloorfenolen	µg/l	2	ja	0,1
	tetrachloorfenol	µg/l	2	ja	0,1
	pentachloorfenol	µg/l	2	ja	0,1
	diversen	µg/l	2	ja	0,1
	dinoseb	µg/l	2	ja	0,1
	2,4 dinitrofenol	µg/l	2	ja	0,1
	bentazon	µg/l	2	ja	0,1
	minerale olie	µg/l	2	ja	200
	Olie	µg/l	2	ja	0,1
	PAK's	µg/l	2	ja	0,02
	anthraceen	µg/l	2	ja	0,02
	fenanthreen	µg/l	2	ja	0,02
	cryseer	µg/l	2	ja	0,02
	fluorantheen	µg/l	2	ja	0,02
Gehalogeneerde koolwaterstoffen	benzo(a)anthraceen	µg/l	2	ja	Σ 0,1
	benzo(k)fluorantheen	µg/l	2	ja	
	benzo(a)pyreen	µg/l	2	ja	
	benzo(ghi)peryleen	µg/l	2	ja	
	indeno(123cd)pyreen	µg/l	2	ja	
	trichlooretheen	µg/l	12	ja	0,5
	tetrachlooretheen	µg/l	12	ja	0,5
	trihalomethanen	µg/l	12	ja	2
	dichloorfenolen	µg/l	2	ja	0,5
	AOX	µg/l	12	ja	30

⁽¹⁾ Punt van aandacht bij de vergunningverlening ivm lokale situatie

⁽²⁾ In het infiltratiewater mag 70 dagen per jaar een concentratie aanwezig zijn boven de hier genoemde

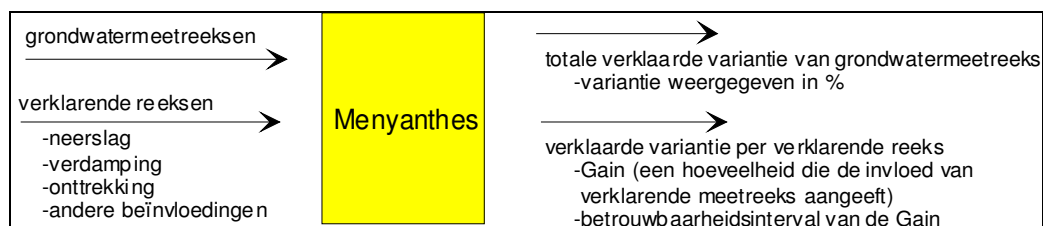
BIJLAGE 5 Tijdreeksanalyse

Methode tijdreeksanalyse

Tijdreeksanalyse is een zuiver statistische analyse waarbij gemeten grondwaterreeksen worden verklaard uit zogenaamde “verklarende” reeksen, zoals neerslag, verdamping en/of andere invloeden op basis van de best mogelijke fit. Hierbij wordt geen rekening gehouden met fysische relaties tussen de verklarende en de te verklaren reeksen. Het is dus noodzakelijk dat gecontroleerd wordt of de resultaten logisch zijn en fysisch te verklaren. Voor de tijdreeksanalyse is gebruik gemaakt van het model Menyanthes dat ontwikkeld is door Kiwa. Figuur B5.1 geeft een schematisering weer van de werking van Menyanthes.

Met Menyanthes kan tevens op basis van de vastgestelde invloed per verklarende meetreeks een voorspelling gedaan worden over de grondwaterstand in perioden waarin geen grondwaterstanden bekend zijn maar wel metingen van alle verklarende meetreeksen.

Figuur B5.1: Schematisering Menyanthes



Tijdreeksanalyse levert voor elke tijdreeks de volgende resultaten op:

De relatie tussen de verklarende reeksen (vb. neerslag en verdamping) en de grondwaterstand. Deze relatie is de zogenaamde “gain”. De gain voor neerslag en verdamping is gelijk aan de hydrologische parameter drainageweerstand, die als volgt de opbolling van de grondwaterstand boven het ontwateringsniveau bepaalt:

$$Opbolling = W * (P - E)$$

Opbolling =	Hoogte van de grondwaterspiegel bij constante grondwateraanvulling	[m]
W =	Gain = Drainageweerstand	[dagen]
P =	Neerslag	[m/dag]
E =	Verdamping	[m/dag]
P-E =	Grondwateraanvulling	[m/dag]

De opbolling als gevolg van de infiltratie wordt bepaald met:

$$Opbolling = W * infiltratie$$

Met infiltratie in m³ per dag;

De drainagebasis (het ontwateringsniveau in meters ten opzichte van NAP);

De verklaarde variantie van de tijdreeks van de grondwaterstand.

Gegevens+selectie

In het gebied rondom het infiltratiepunt nabij Epe zijn meetreeksen van grondwaterstanden beschikbaar van de volgende bronnen:

- Het meetnet van Vitens, bestaande uit 91 peilbuizen op 78 locaties;
- Het meetnet van TNO, bestaande uit 231 peilbuizen op 187 locaties. Hieronder vallen 3 locaties met diepere metingen;

75 meetreeksen van de peilbuizen van Vitens zijn tevens doorgegeven aan TNO. Hierdoor overlappen deze meetreeksen elkaar met als voordeel dat ze met elkaar te vergelijken zijn. De meetreeksen van Vitens waren over het algemeen langer dan de reeksen van TNO. Opvallend genoeg misten er bij de data van Vitens een aantal van deze overlappende meetreeksen enkele maanden (vooral in 2001) met metingen, die wel door TNO waren geregistreerd. Deze reeksen zijn aangevuld met metingen van TNO. Uiteindelijk is er na het verwijderen van lege bestanden en de overlappende bestanden, een dataset ontstaan met 217 peilbuizen. In Figuur B5.1 staan de locaties van alle peilbuizen, waarbij opgemerkt moet worden dat er 2 peilbuizen niet op de kaart staan, vanwege hun locatie op grote afstand van het infiltratiepunt. In Tabel B5.1 staat een overzicht van de gegevens van deze peilbuizen, gesorteerd op afstand ten opzichte van het infiltratiepunt. Overige informatie in deze tabel betreft de lengte van de datareeks, de hoogte van het maaiveld ter plaatse en voor zover beschikbaar de ligging van het filter ten opzichte van maaiveld. Daarnaast zijn er voor de periode 1-6-1999 tot 13-3-2008 gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG), gemiddelde grondwaterstand (GG), gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG), gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en grondwatertrap (GT) waarden berekend voor een inventarisatie van de grondwatersituatie in het gebied en om de betrouwbaarheid van het model te onderzoeken, middels het vergelijken van de geobserveerde en gemodelleerde gemiddelde grondwaterstand. In Figuur B5.2 staat een kaart met daarop de met statistiek berekende gemiddelde grondwaterstand.

Tabel B5.1 is het beginpunt van een selectie die gemaakt is voor het evalueren van de effecten. Deze selectie is gemaakt op basis van de ligging van de peilbuizen aan de hand van de door het model berekende stijging van de grondwaterstand als gevolg van de infiltratie. De selectiecriteria van de meetreeksen die als invoer voor de tijdreeksanalyse dienen zijn:

- De peilbuizen binnen het gebied met een berekende stijging van 0.33 meter zijn geselecteerd om de effecten te evalueren, alsmede de betrouwbaarheid van het model te onderzoeken. Daarnaast is er een aantal punten om heen geselecteerd om de elipsachtige vorm van de berekende effecten te onderzoeken;
- Tevens is er geselecteerd op lengte van de datareeks. Als criterium is hierbij genomen een consistente datareeks van ten minste 8 jaar, waarbij een aanzienlijk deel (>5 jaar) van de data binnen de periode valt waarin de infiltratie werkzaam is;
- Als laatste worden de peilbuizen geselecteerd die in het Tongerense Veen liggen.

Na toepassing van deze criteria zijn er 42 peilbuizen rondom het infiltratiepunt geselecteerd, waaronder 2 locaties met diepere boringen en 17 peilbuizen in het Tongerense Veen.

Als verklarende reeksen zijn in de tijdreeksanalyse opgenomen:

- Neerslagreeks van 1988-2009 van het KNMI-station Epe (Figuur B5.3);
- Verdampingsreeks van 1988-2009 van het KNMI-station Deelen (Figuur B5.3);
- Onttrekkingsreeks van 1988-2009 van Vitens (Figuur 1 in hoofdrapport);
- Infiltratiereeks van 1999-2009 van Vitens (Figuur 2 in hoofdrapport).

Uitgangspunten tijdreeksanalyse

Bij de tijdreeksanalyse zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Grondwaterstanden reageren lineair op neerslag en verdamping;
- Oppervlaktepeilen en drainageniveaus zijn constant, ze kunnen dus ook in zeer natte en/of droge periodes gehandhaafd blijven;
- Naast de genoemde verklarende reeksen zijn er geen andere ingrepen die invloed hebben op de dynamiek van de grondwaterstanden, zoals bronbemalingen of de aanleg van nieuwe drainagesystemen.

Methode van beoordeling van tijdreeksen

De tijdreeksanalyse wordt uitgevoerd om het volgende vast te stellen:

- Het functioneren van het grondwatersysteem bij de peilbuis, aan de hand van de term drainagebasis (m tov NAP);
- De statistisch berekende invloed van de grondwaterstijging als gevolg van de infiltratie;
- De betrouwbaarheid van de uitkomsten van het model, door middel van het vergelijken van de gemodelleerde stijging en de statistisch geobserveerde stijging.

Omdat tijdreeksanalyse zuiver statistisch is, dienen de uitkomsten nauwgezet geanalyseerd te worden. De volgende criteria zijn aangehouden om te bepalen of de uitkomsten betrouwbaar zijn:

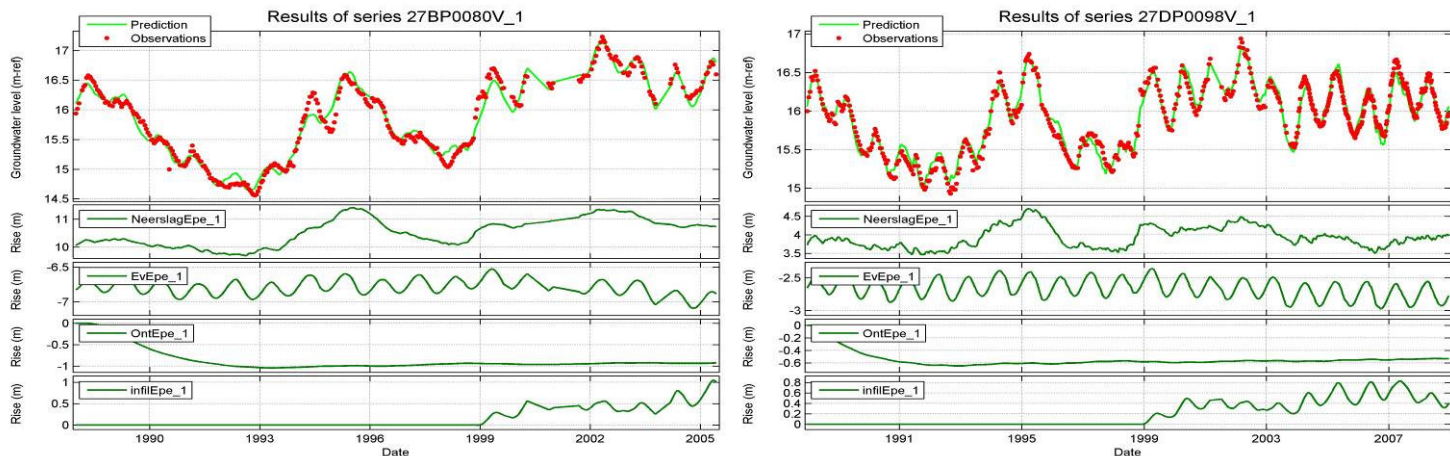
- De plausibiliteit van de door tijdreeksanalyse vastgestelde drainagebasis;
- De verklaarde variantie van de gemeten stijghoogtereeks moet groter zijn dan 70%;
- Het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de gain moet kleiner zijn dan de gain zelf van de verklarende reeksen neerslag, verdamping en infiltratie ($\text{gain} > 2 \cdot \text{standaarddeviatie}$);
- Het realisme van de modeluitkomsten: een berekende opbolling van de grondwaterstand als gevolg van verdamping is bijvoorbeeld niet realistisch.

Resultaten van de tijdreeksanalyse

In Tabel B5.2 staat de tabel met de resultaten van de 42 geselecteerde peilbuizen. Deze tabel bestaat uit:

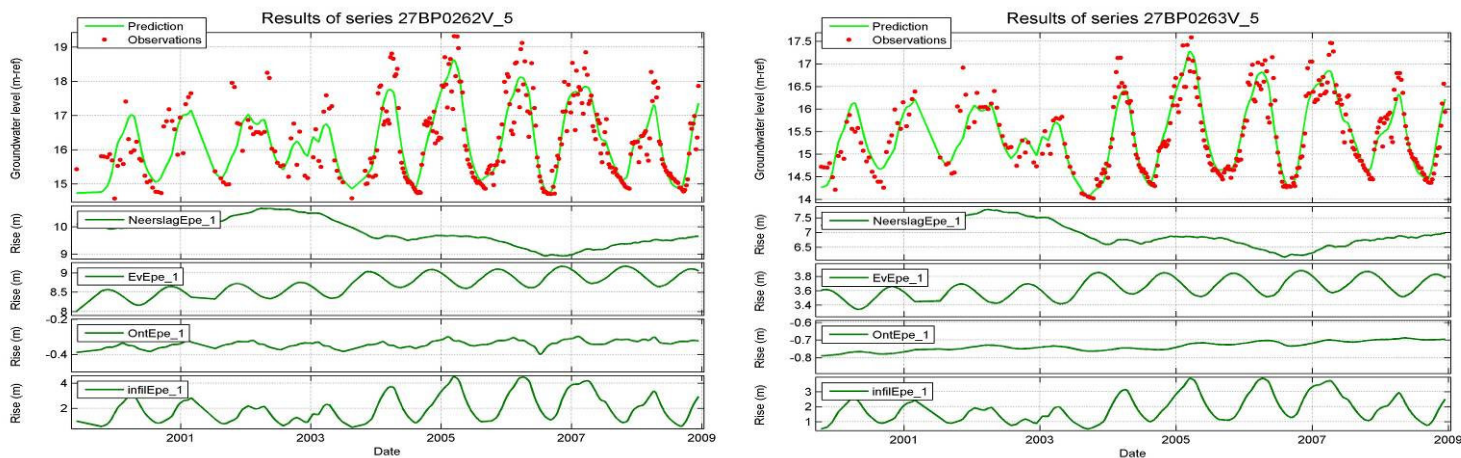
- Basisgegevens: naam, afstand tot infiltratiepunt, hoogte maaiveld en de hoogte van de bovenkant van het filter van de peilbuis;
- Verklaarde variantie;
- Drainagebasis;
- Per verklarende reeks: de gain, de standaarddeviatie en of de gain betrouwbaar is;
- Totale geschiktheid op basis van de hierboven genoemde criteria voor betrouwbaarheid;
- De berekende opbolling van de grondwaterstand als gevolg van de infiltratie van 1.3 miljoen kubieke meter water.

De bijbehorende grafieken van de geselecteerde peilbuizen staan in Figuur B5.4. Twee voorbeelden van peilbuizen die goed verklaard kunnen worden aan de eerder genoemde verklarende reeksen staan in Figuur B5.5.



Figuur B5.2: twee meetreeksen, goed te verklaren door tijdreeksanalyse

In figuur B5.2 worden de meetreeksen goed verklaard door het tijdreeksmodel. De invloed van de infiltratie is ook duidelijk te zien vanaf het moment waarop begonnen is met infiltreren. In Figuur B5.3 staan twee peilbuizen die niet goed verklaard worden door de tijdreeksanalyse.



Figuur B5.3: twee meetreeksen, niet goed te verklaren door tijdreeksanalyse

Het opvallende aspect van Figuur B5.3 is dat de verdamping een positieve invloed heeft op de opbolling van de grondwaterstand, wat onrealistisch is. De verklaarde variantie van deze twee figuren voldoet wel aan het genoemde criterium van 70%.

Conclusie tijdreeksanalyse

Rondom het infiltratiepunt zijn, aan de hand van de genoemde criteria, 29 van de 42 peilbuizen geschikt om de stijging van de grondwaterstand te onderzoeken in combinatie met het model. In het Tongerense Veen zijn geen van de peilbuizen geschikt bevonden om de stijging van de grondwaterstand te onderzoeken. Bijlage 6 bevat het overzicht van de wel en niet geschikte peilbuizen rondom het infiltratieveld en in het veen met de bijbehorende stijging als gevolg van de infiltratie. De weergegeven lijnen van de modeluitvoer zijn er om de uitkomsten van de tijdreeksanalyse te vergelijken met de uitkomsten berekend met het model.

Overzicht overige figuren en tabellen genoemd in Bijlage 5

Figuur B5.4: Locaties peilbuizen

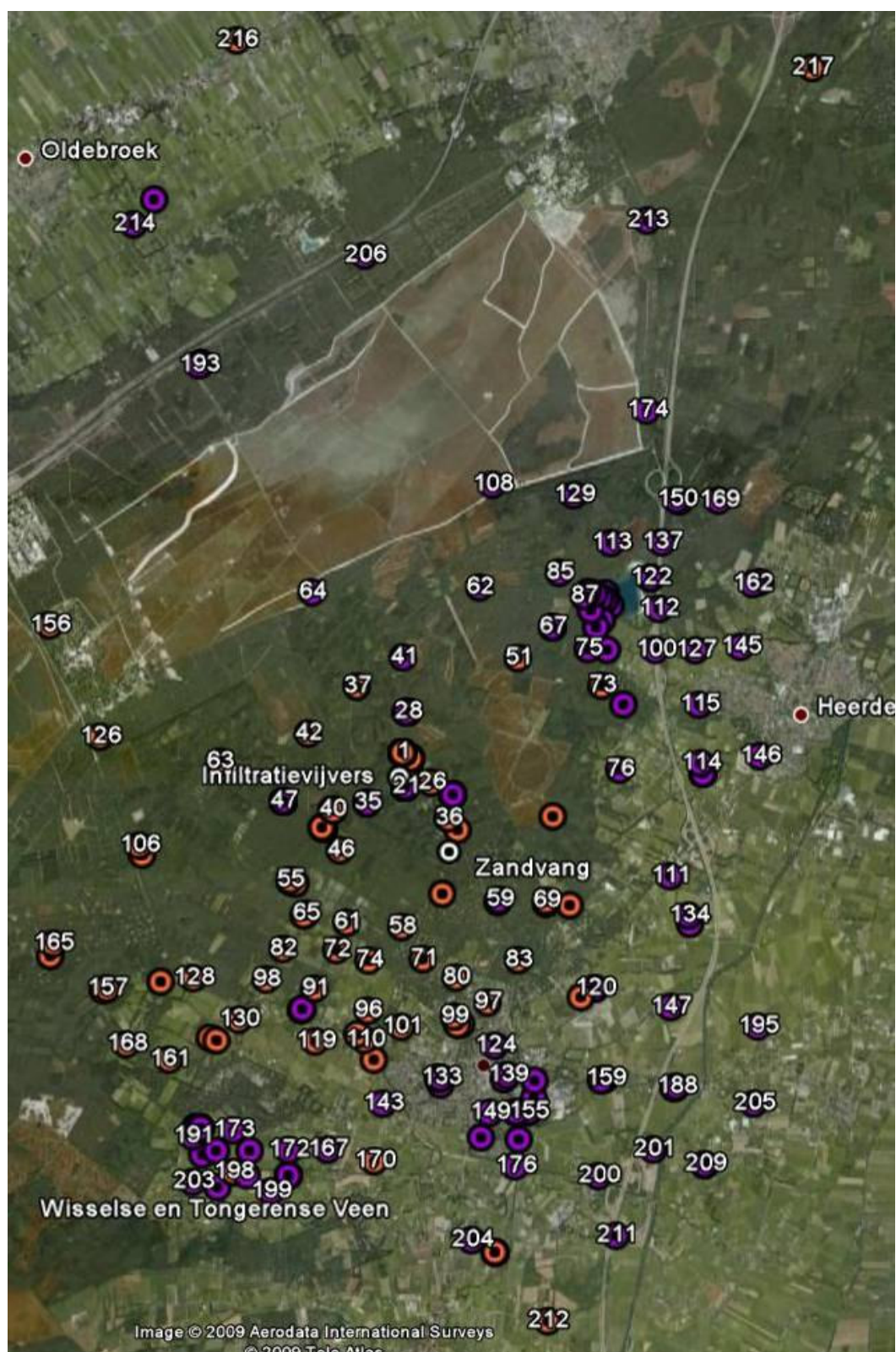
Figuur B5.5: Kaart met gemiddelde grondwaterstand op basis van meetreeksen

Figuur B5.6: Neerslag en verdamping

Figuur B5.7: Menyanthes uitvoer

Tabel B5.1: Overzicht alle peilbuizen

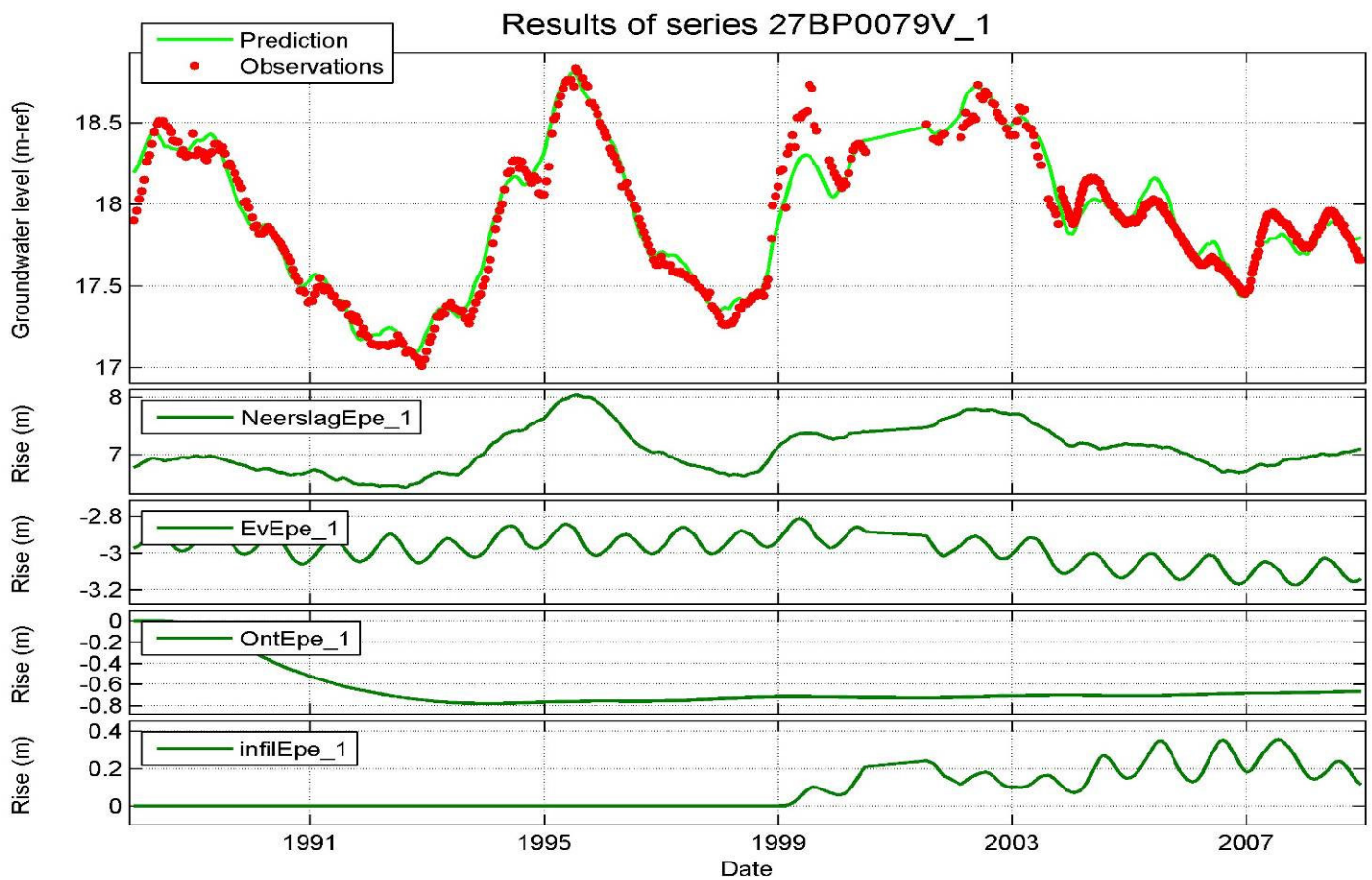
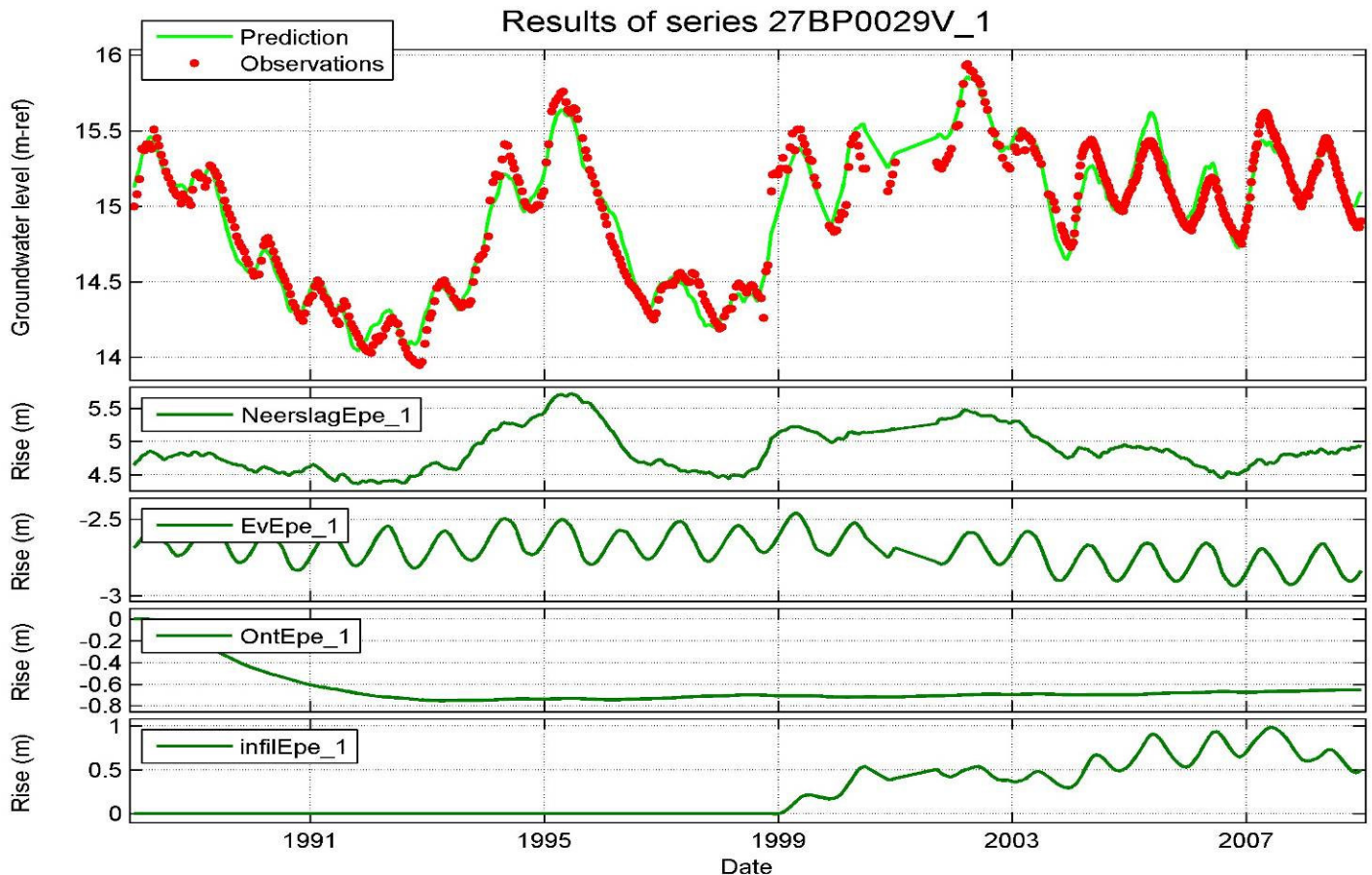
Tabel B5.2: Geselecteerde peilbuizen

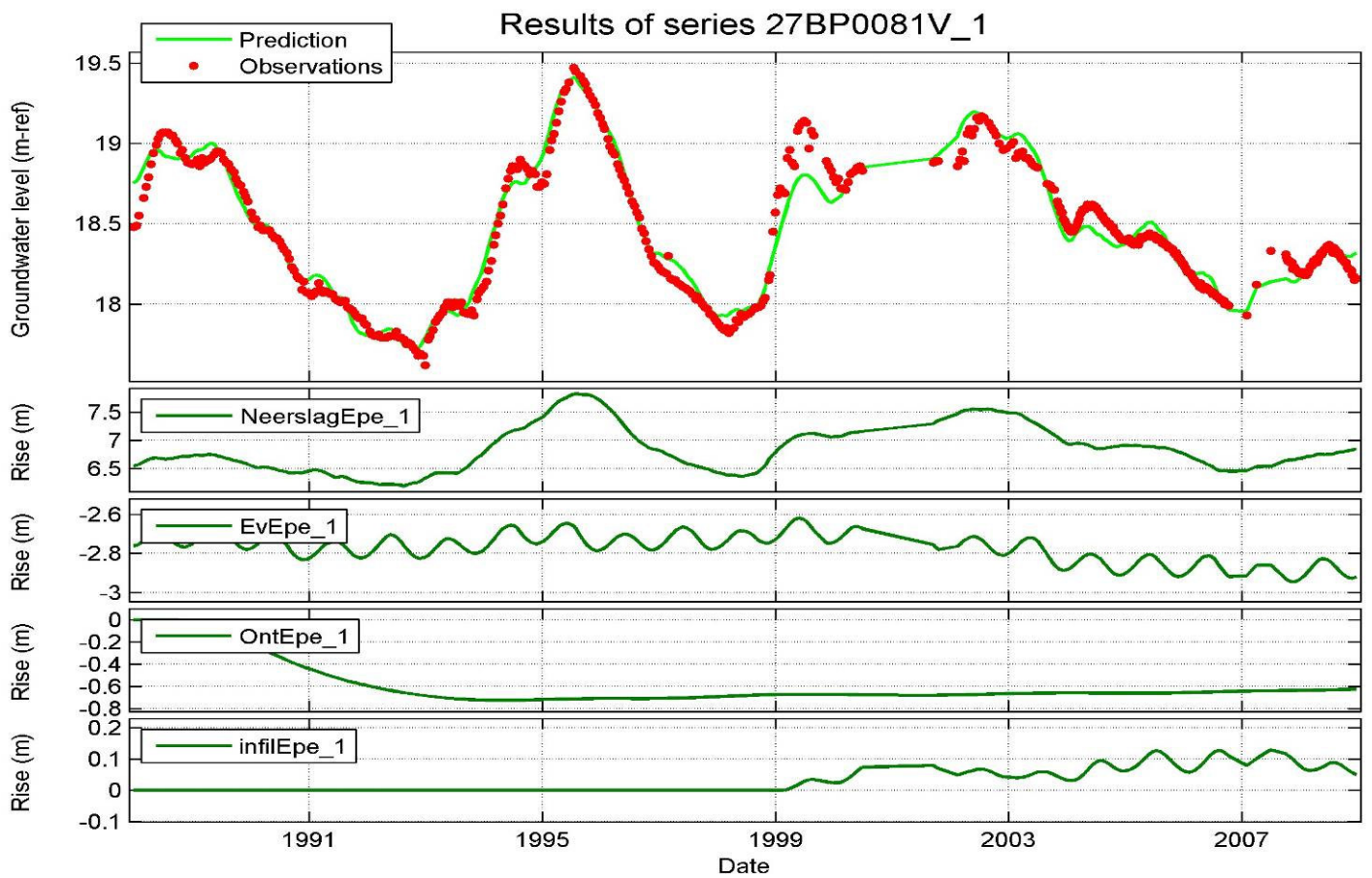
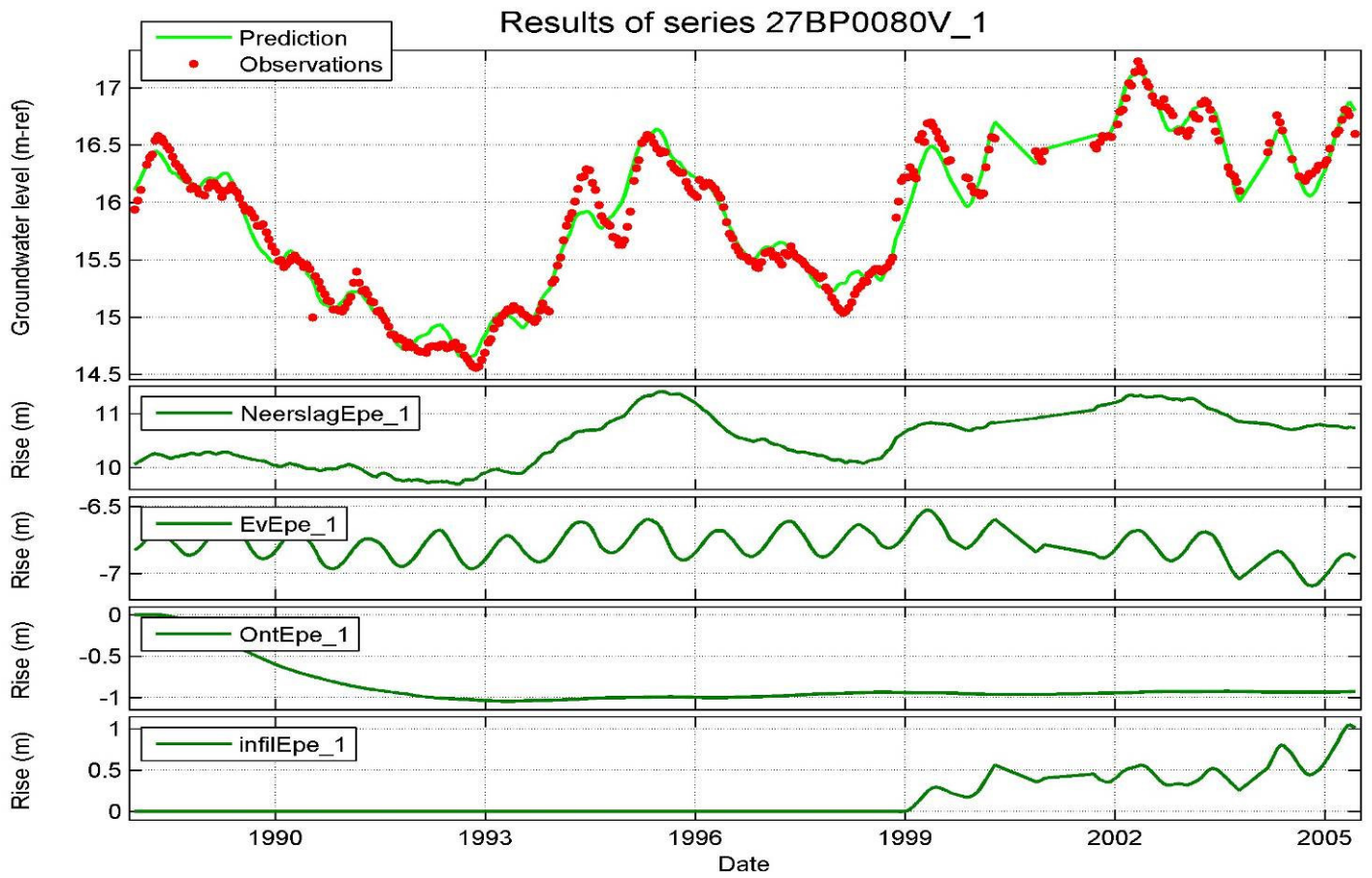


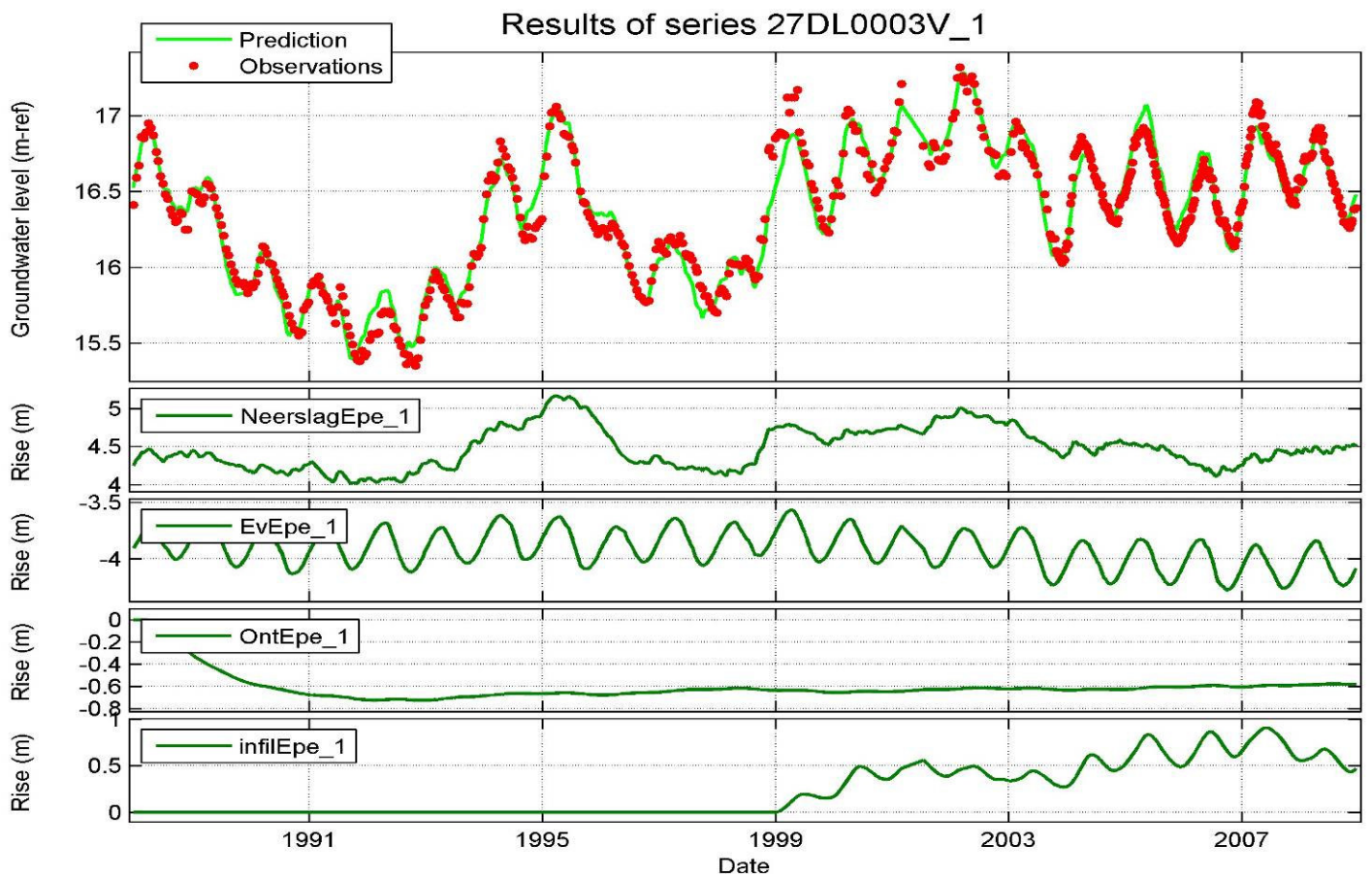
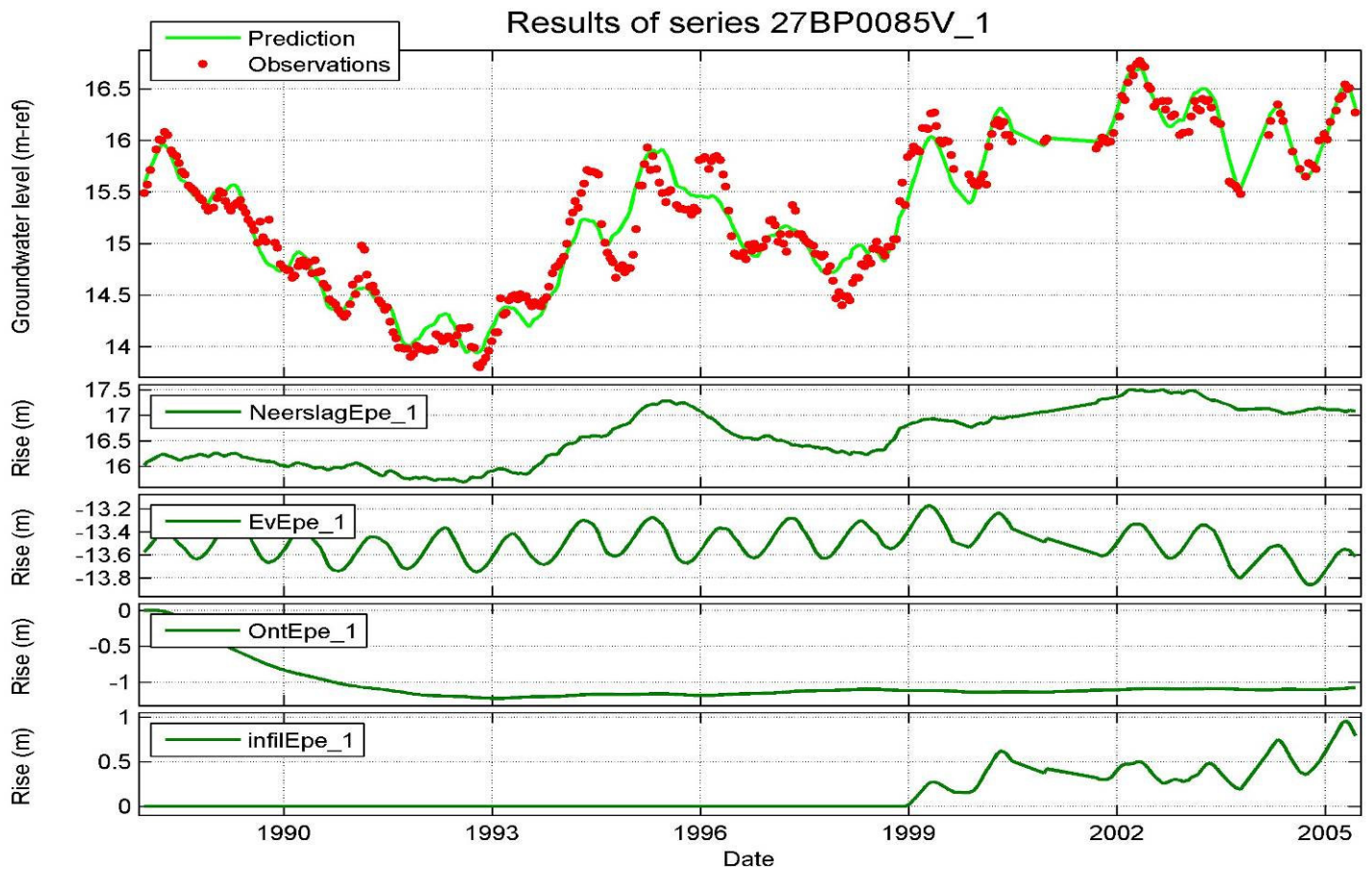
Figuur B5 4: Locaties Peilbuizen

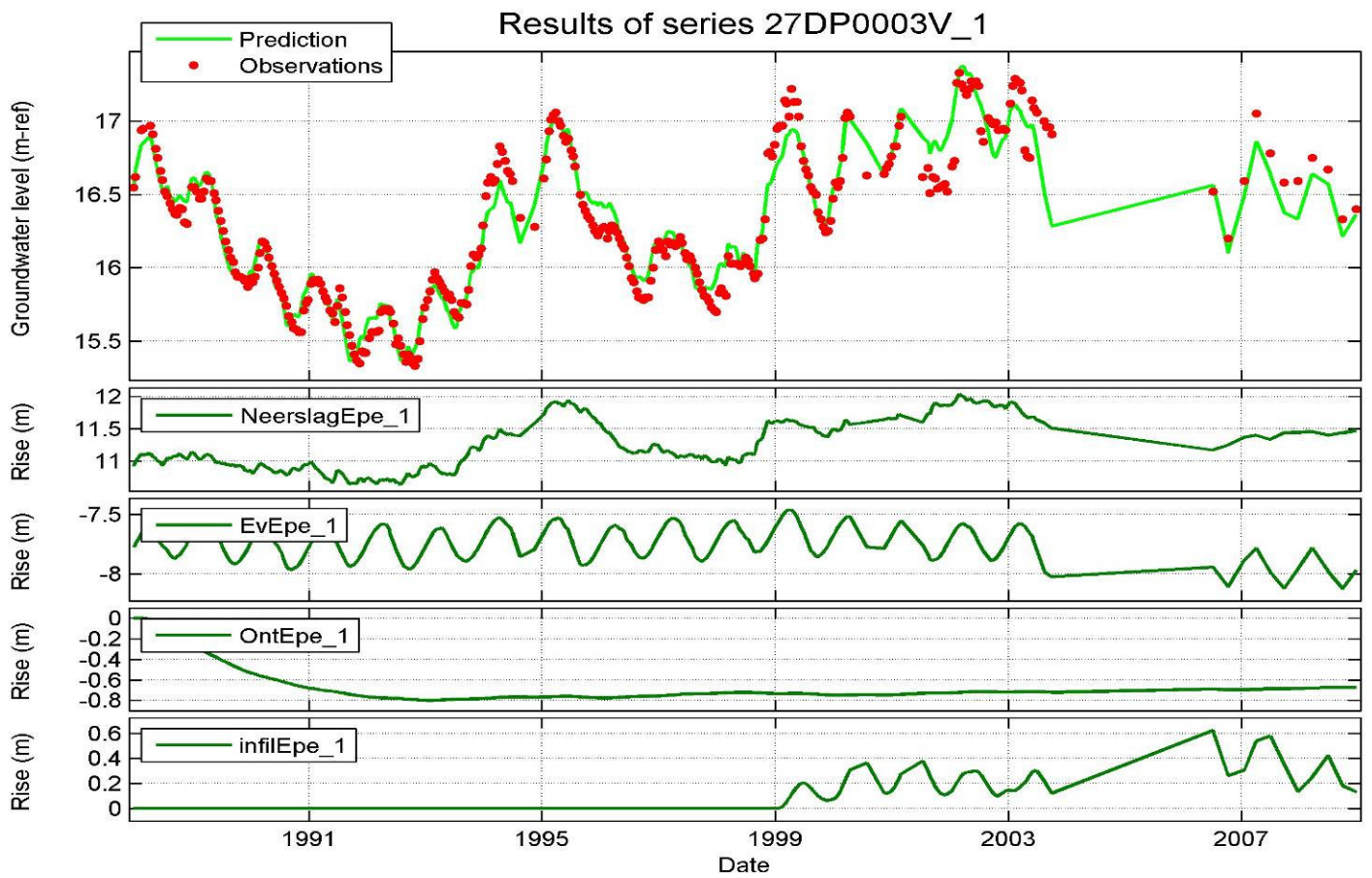
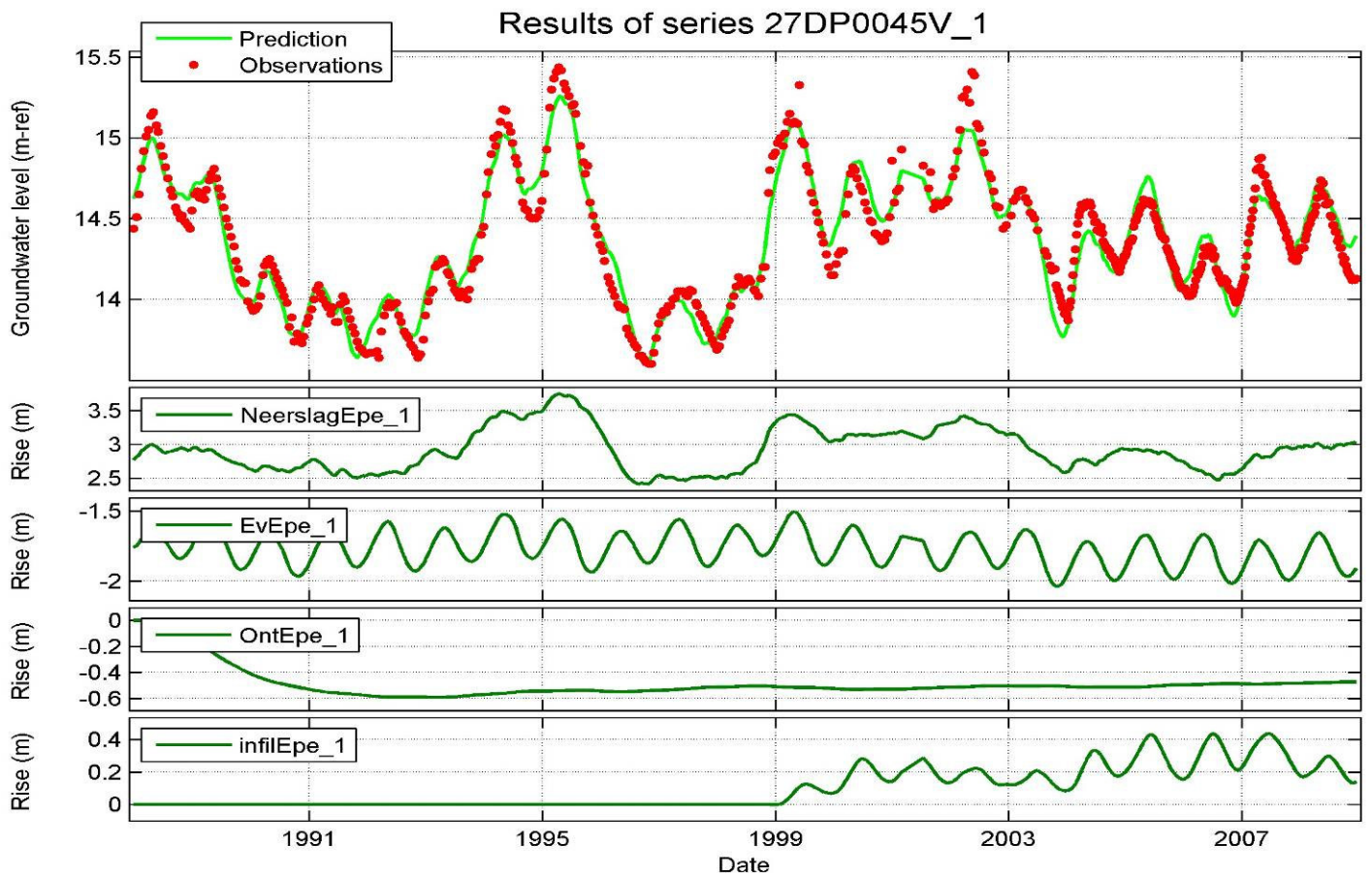


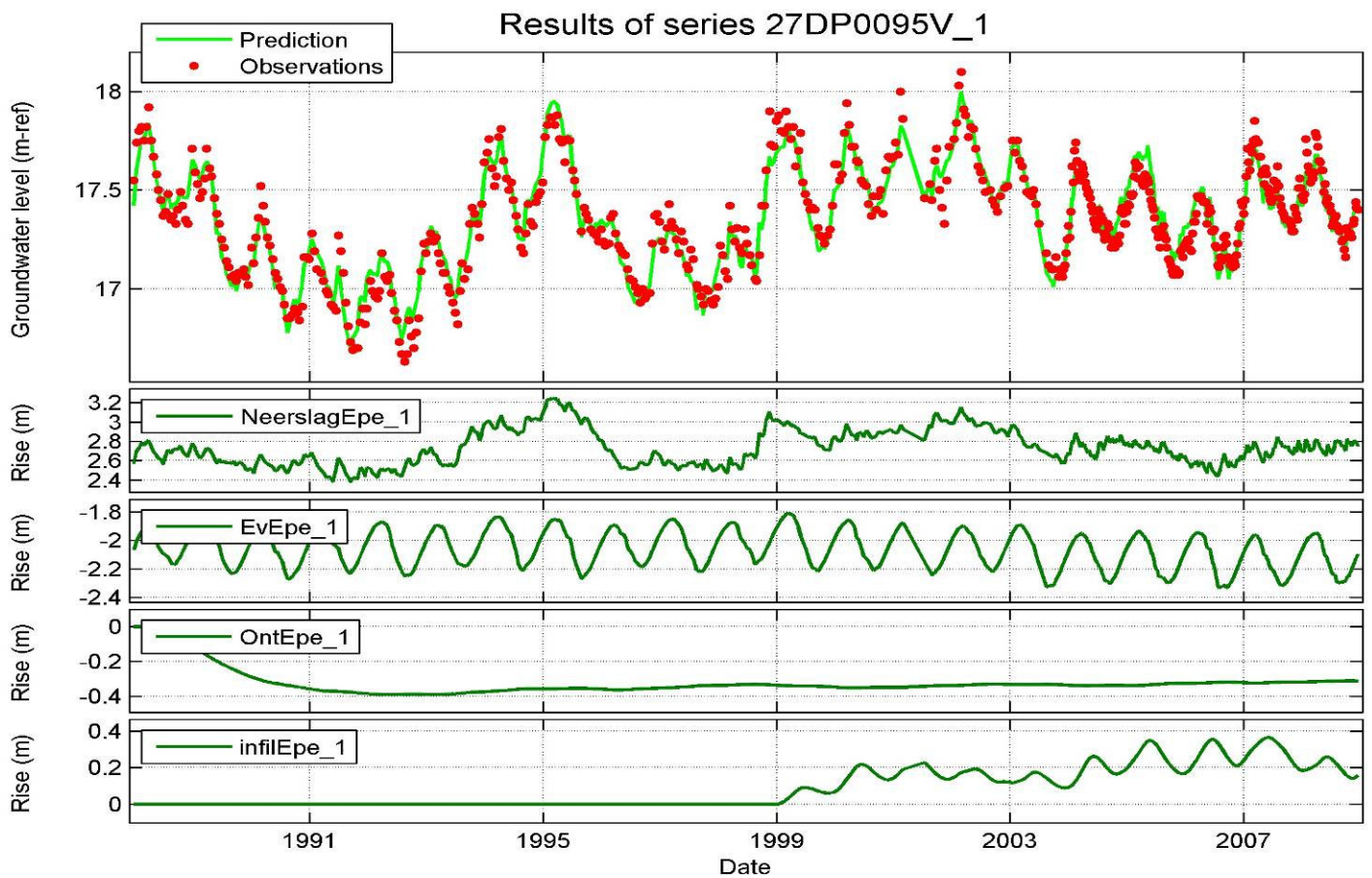
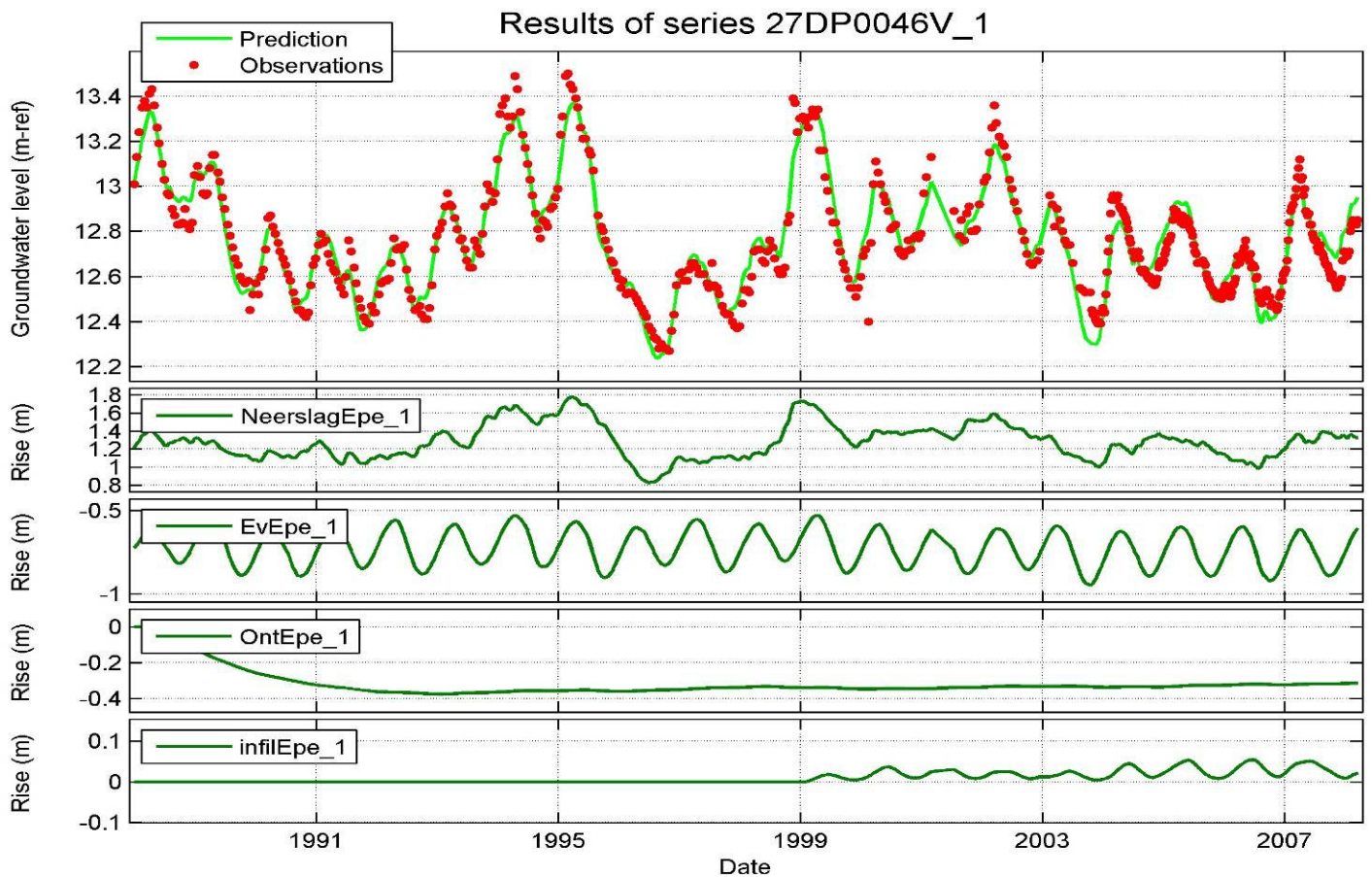
Figuur B5.7: Menyanthes uitvoer

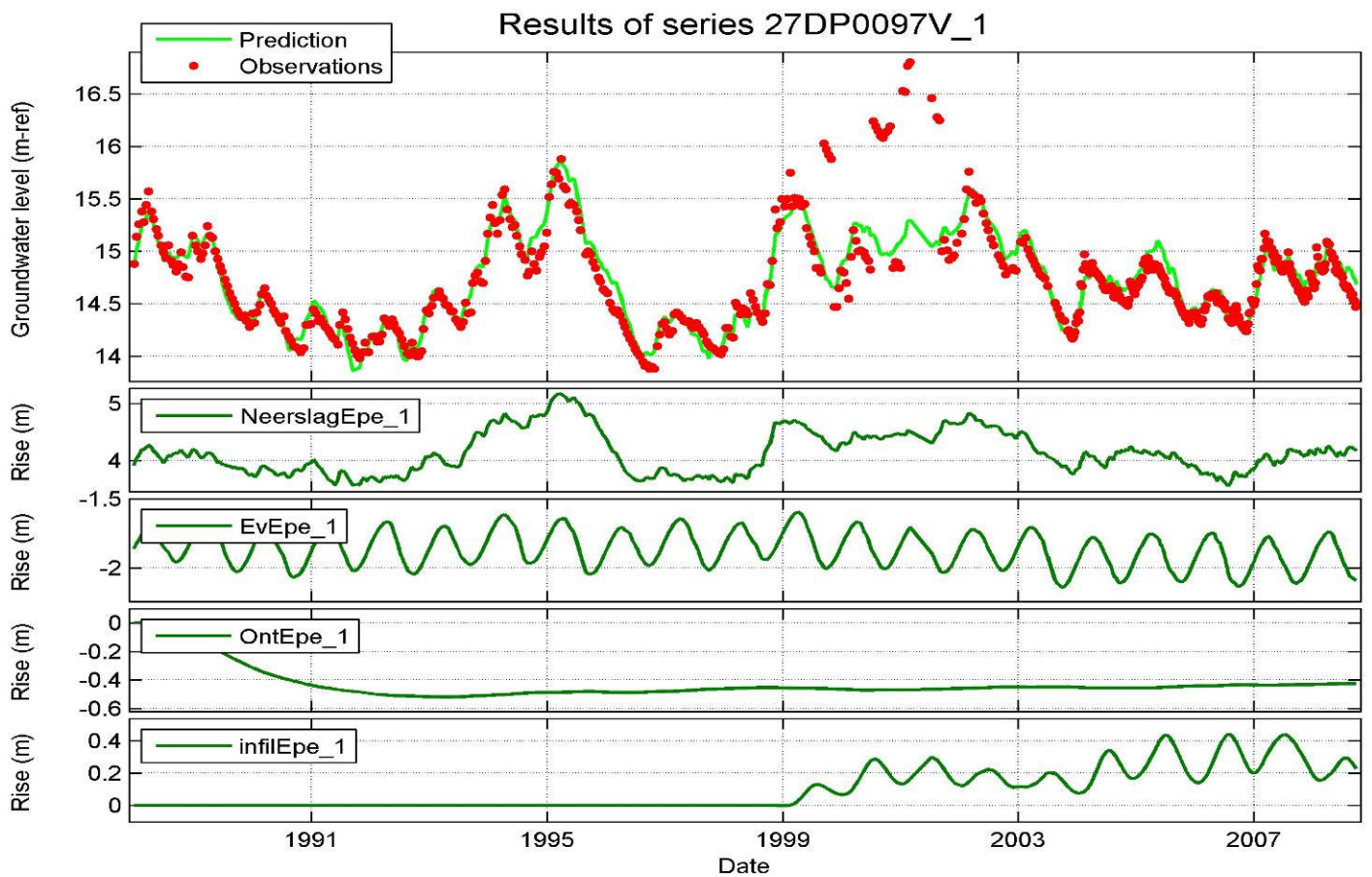
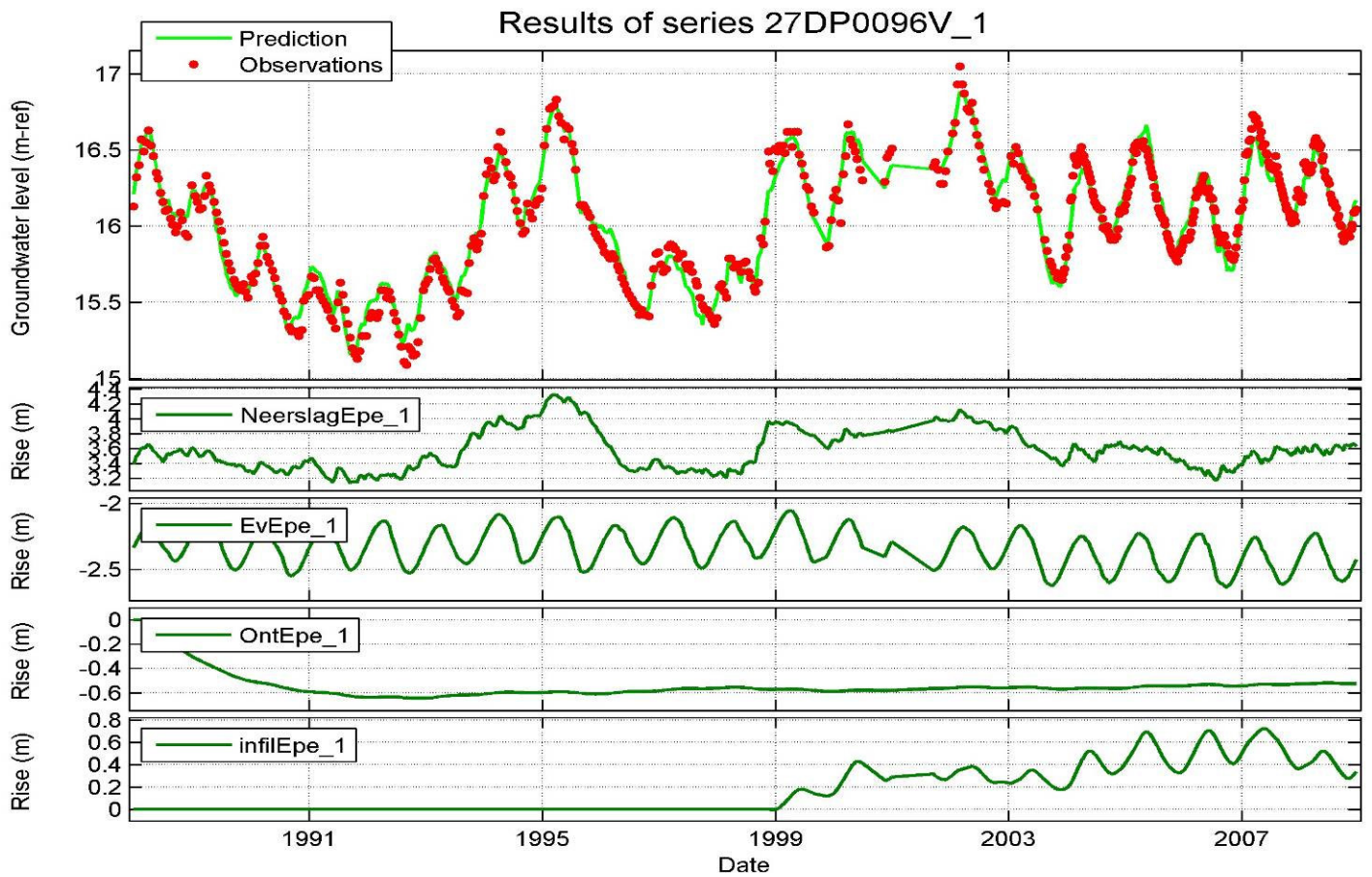


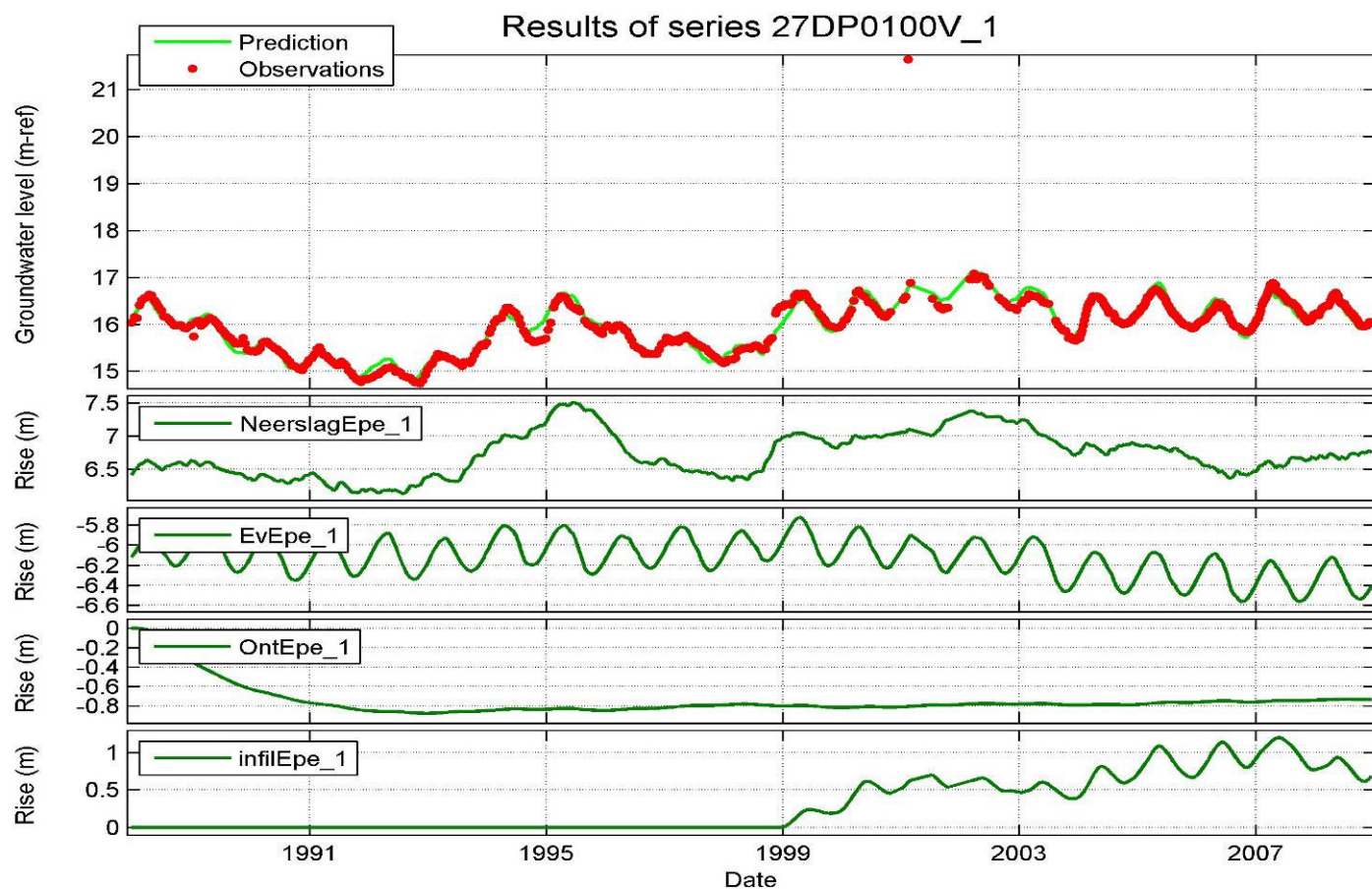
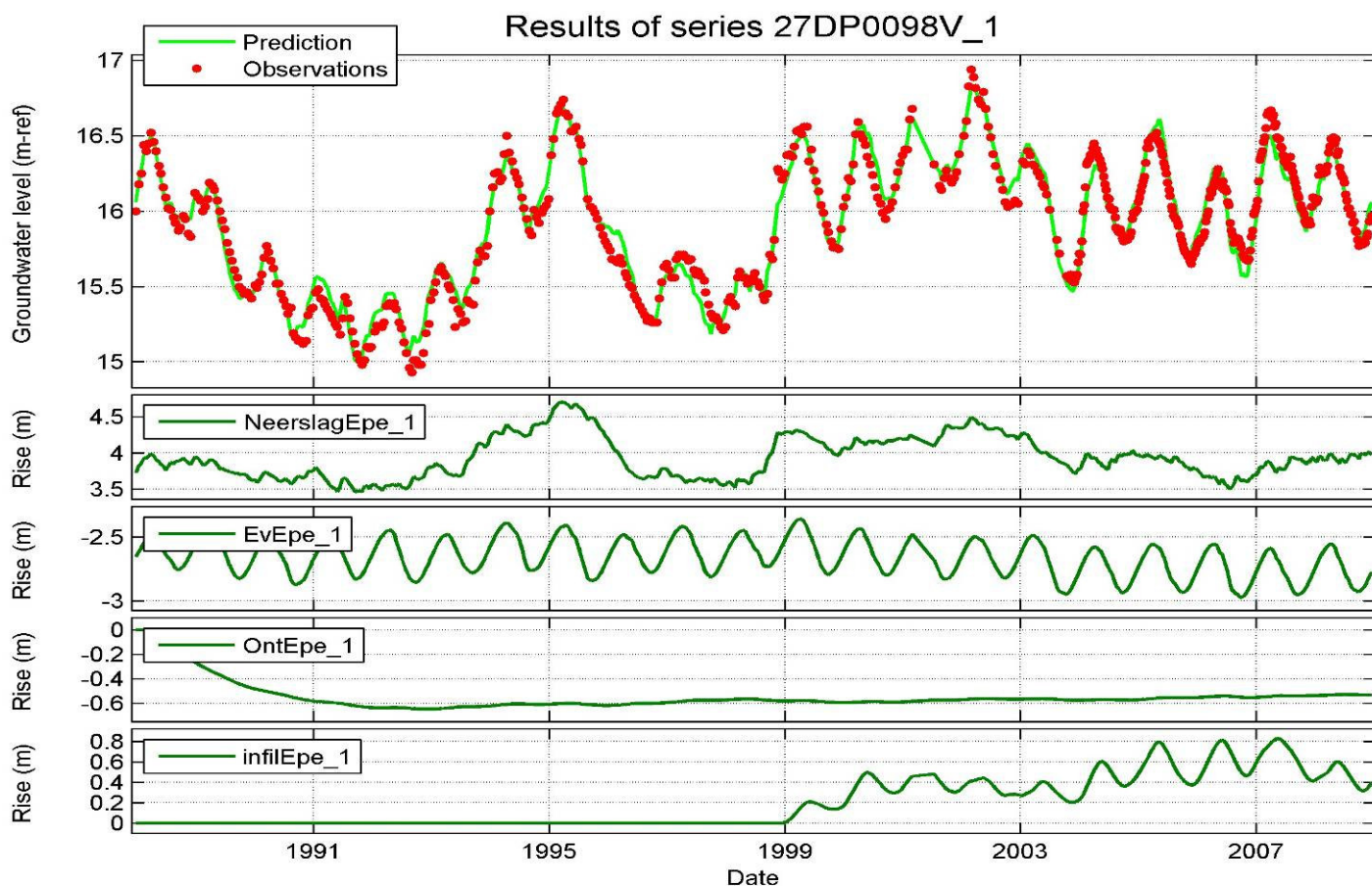


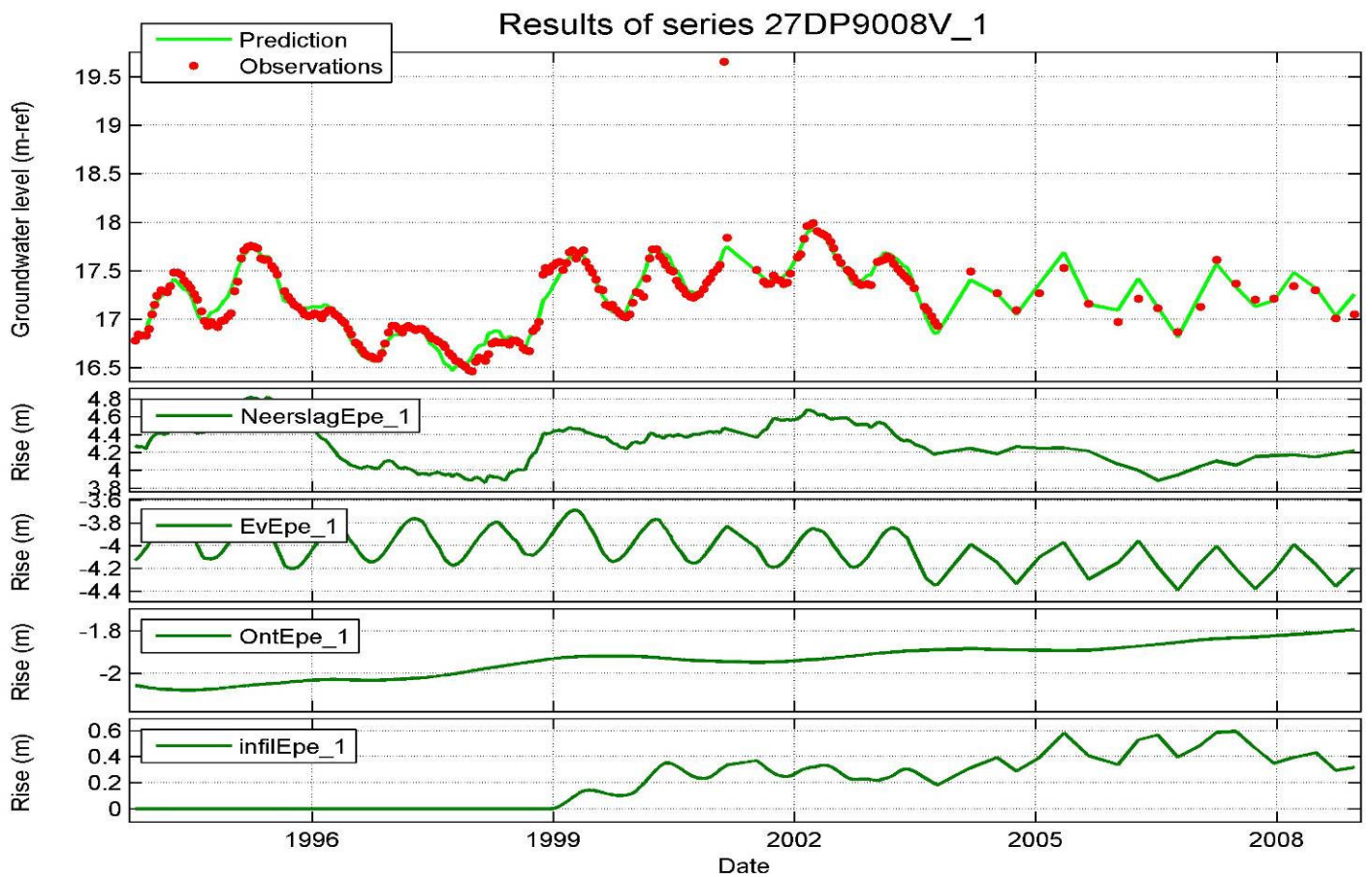
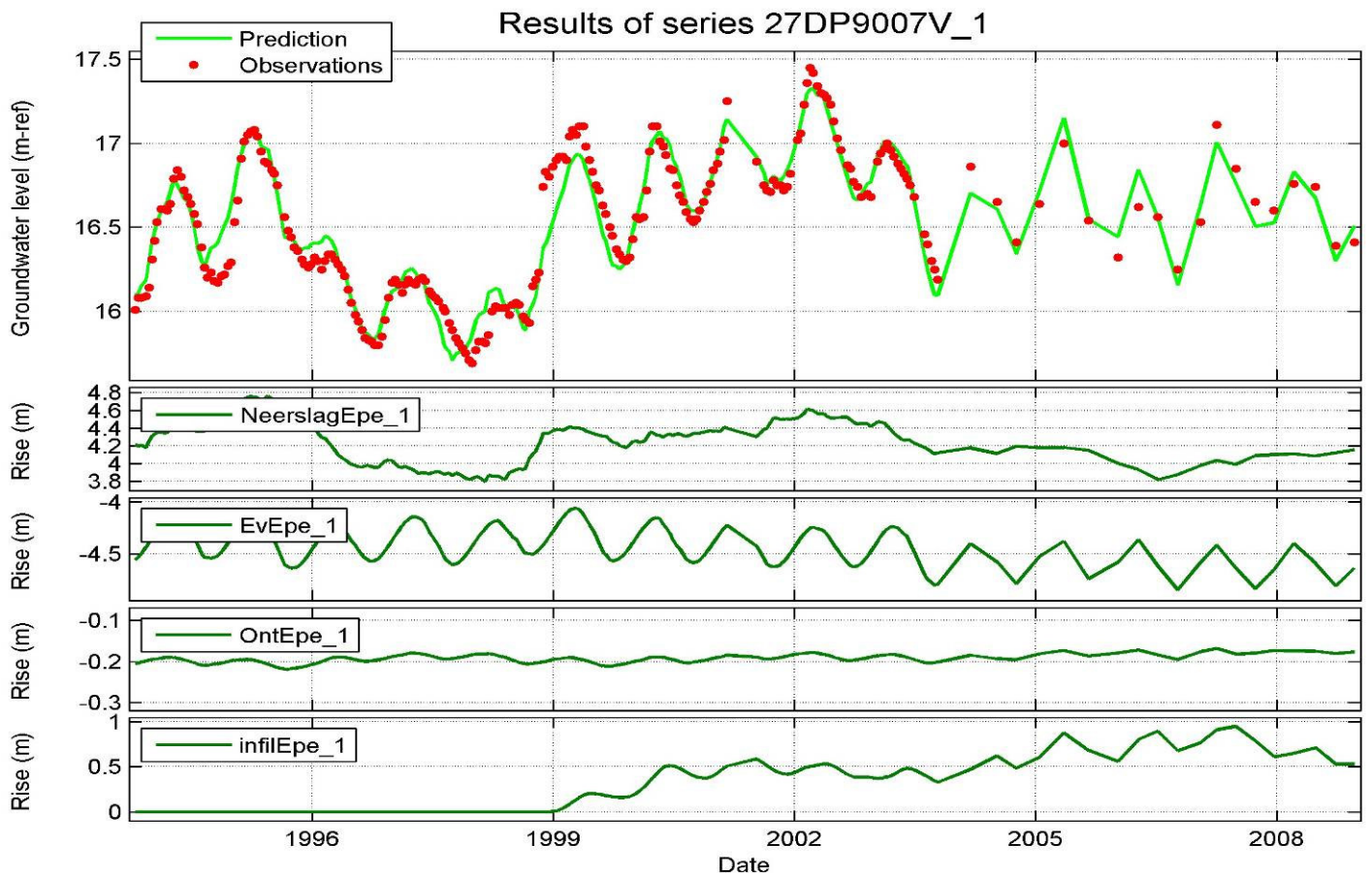


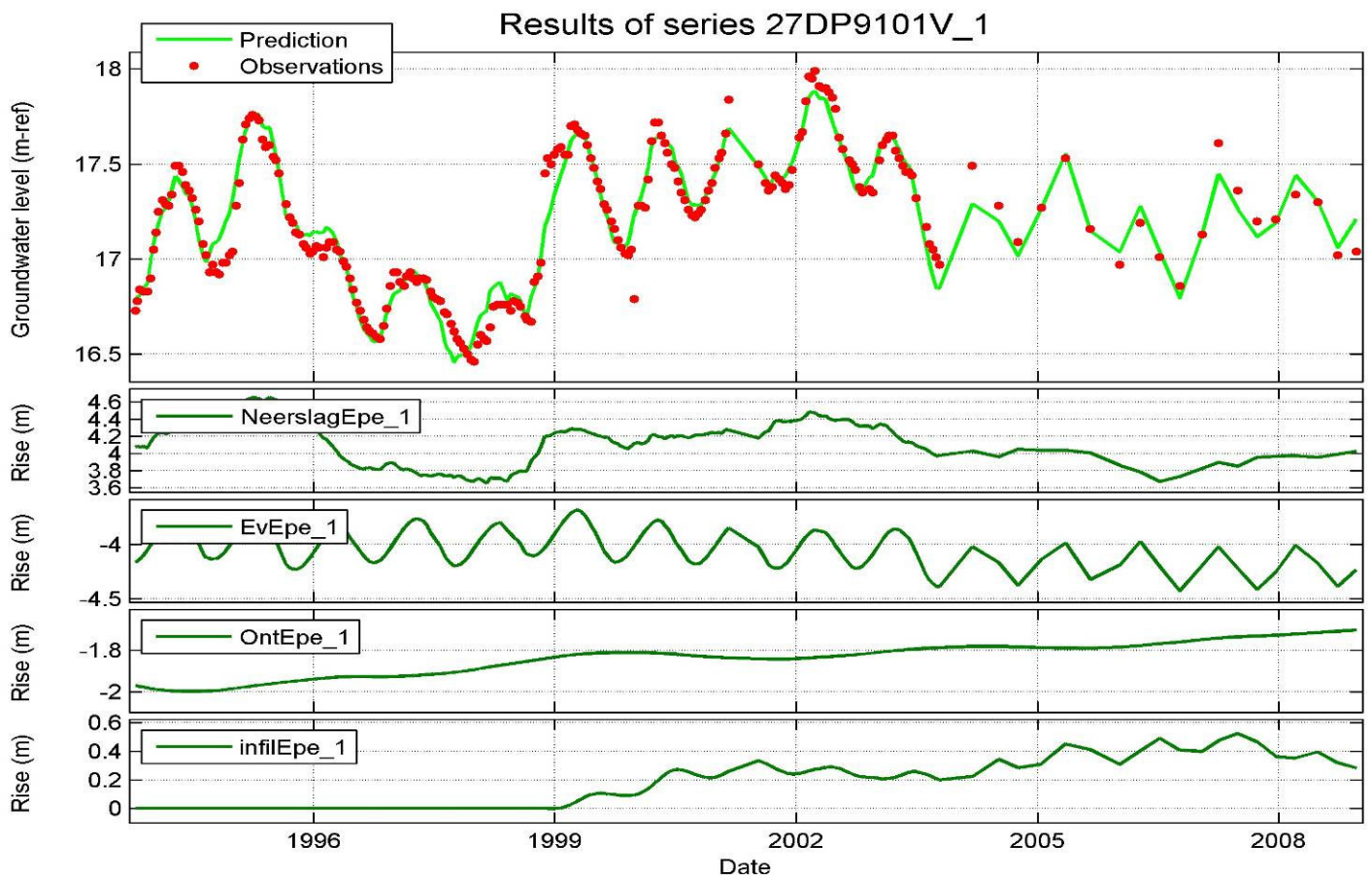
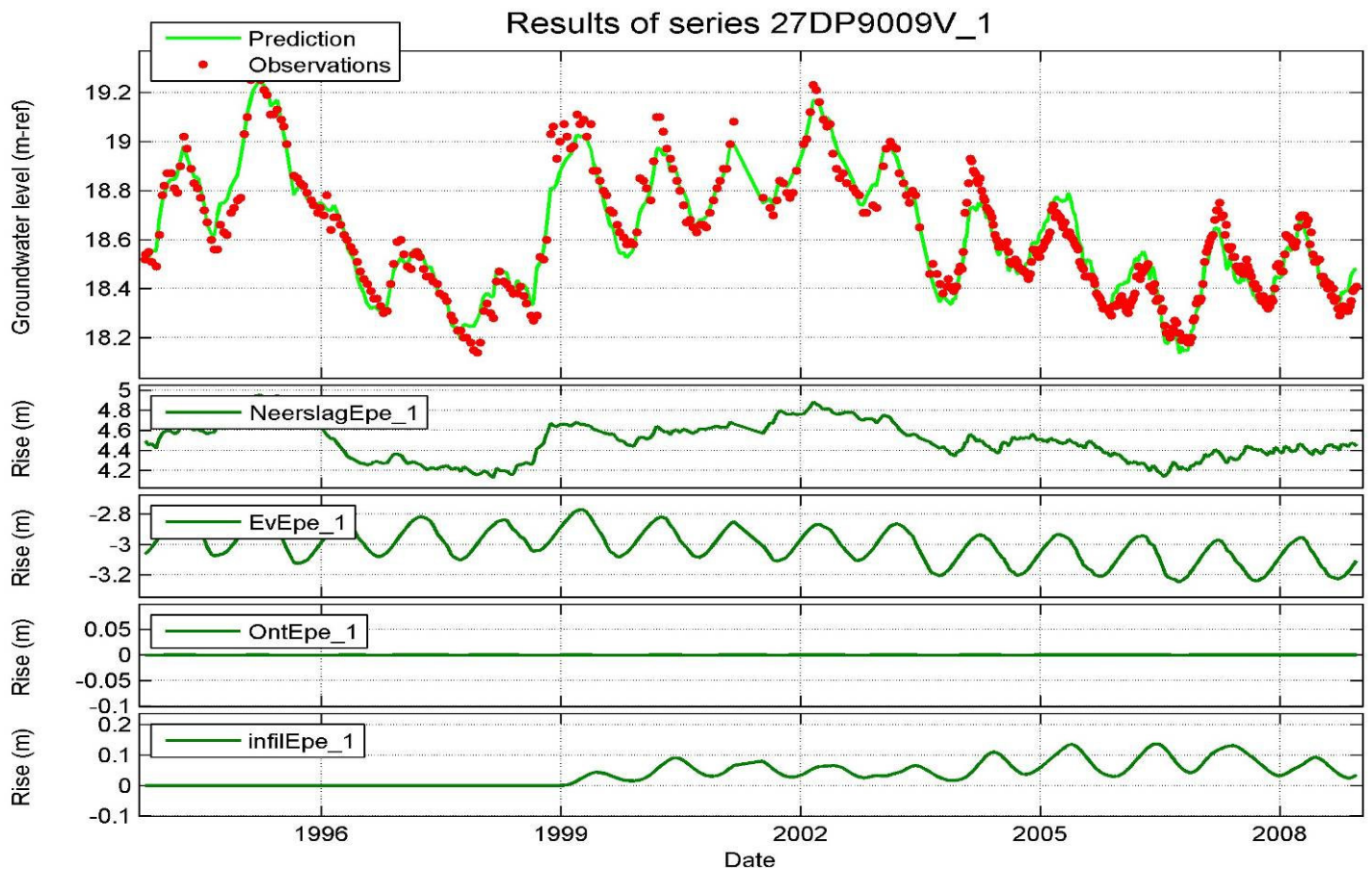


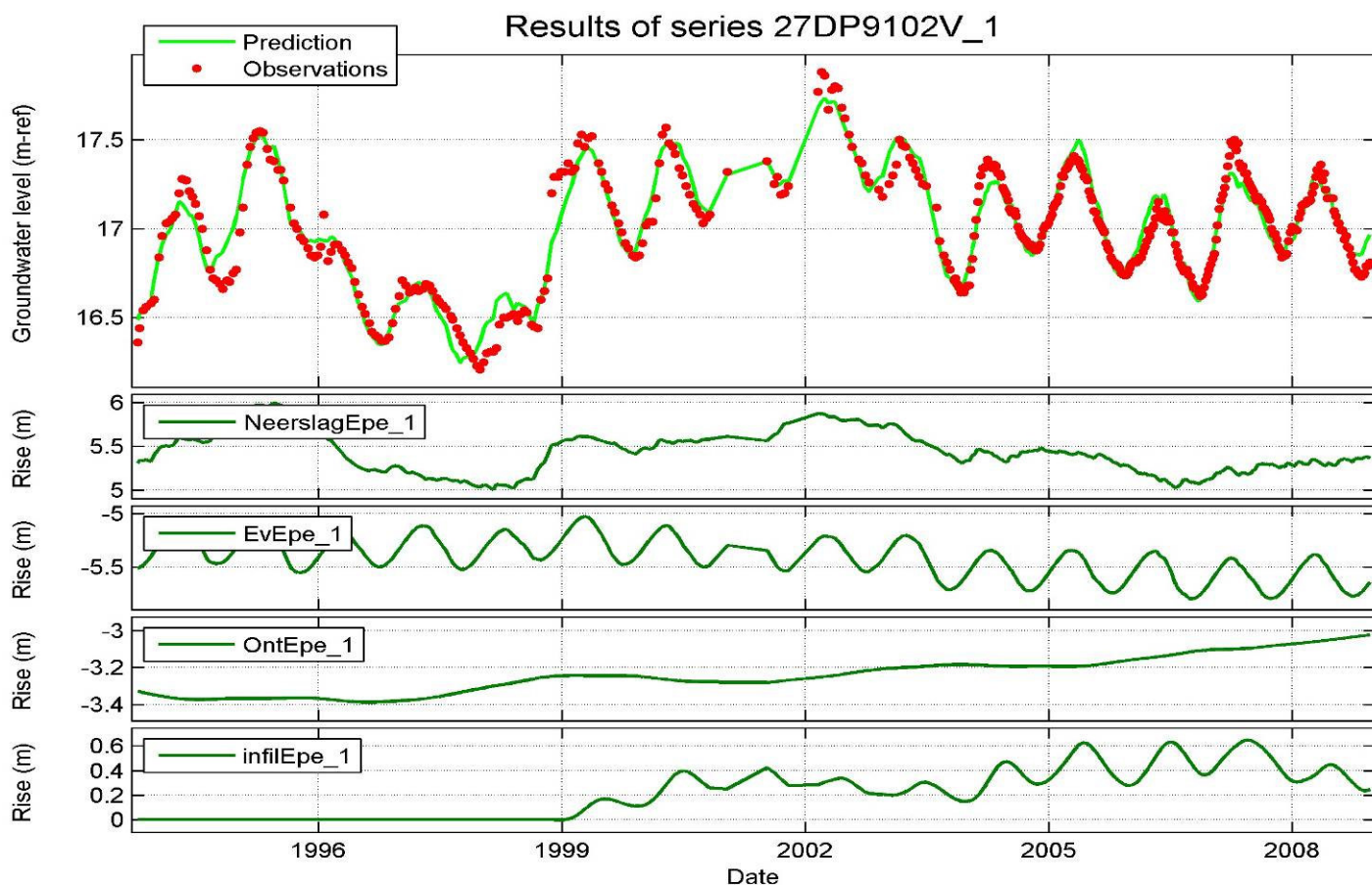
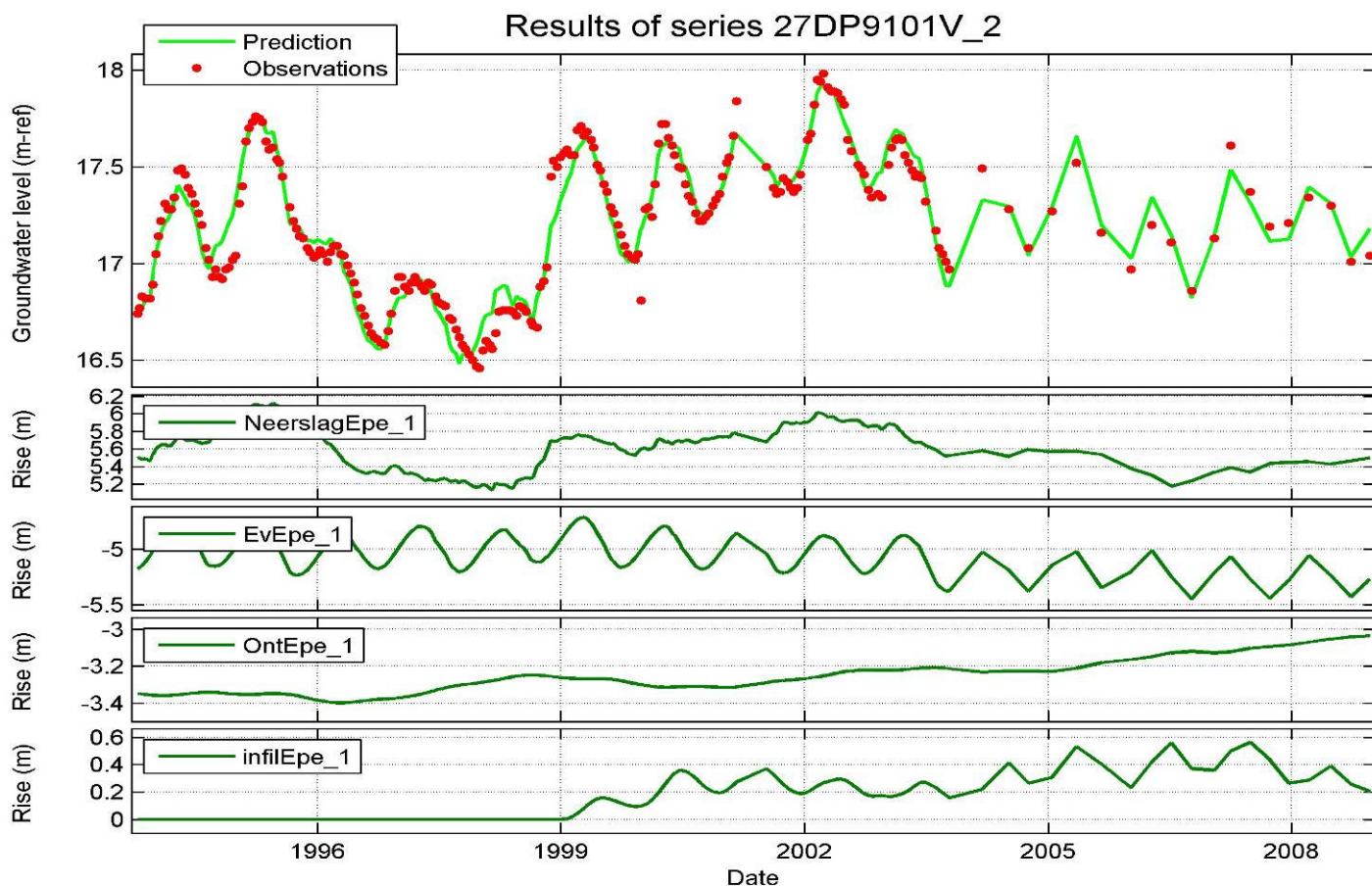




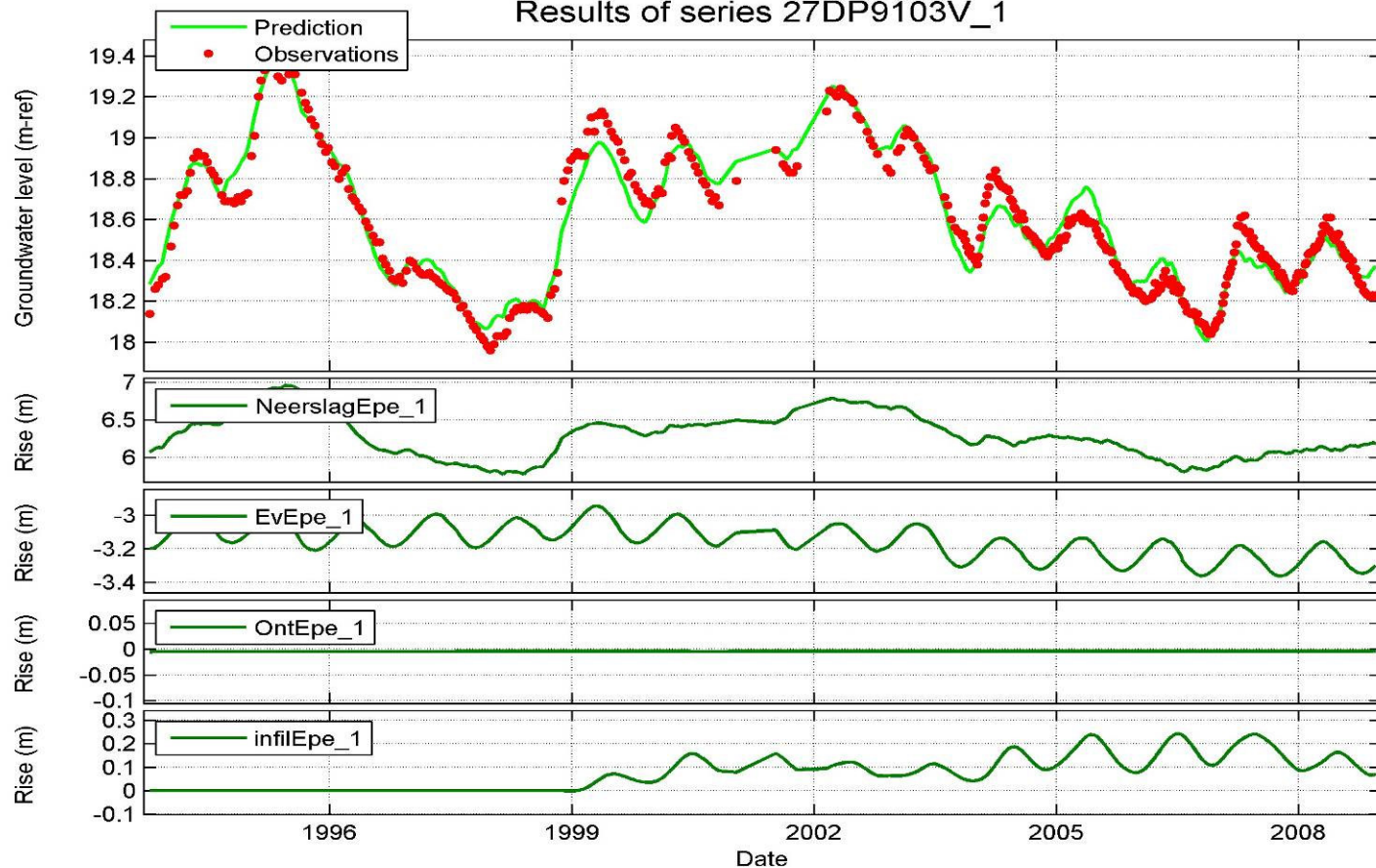




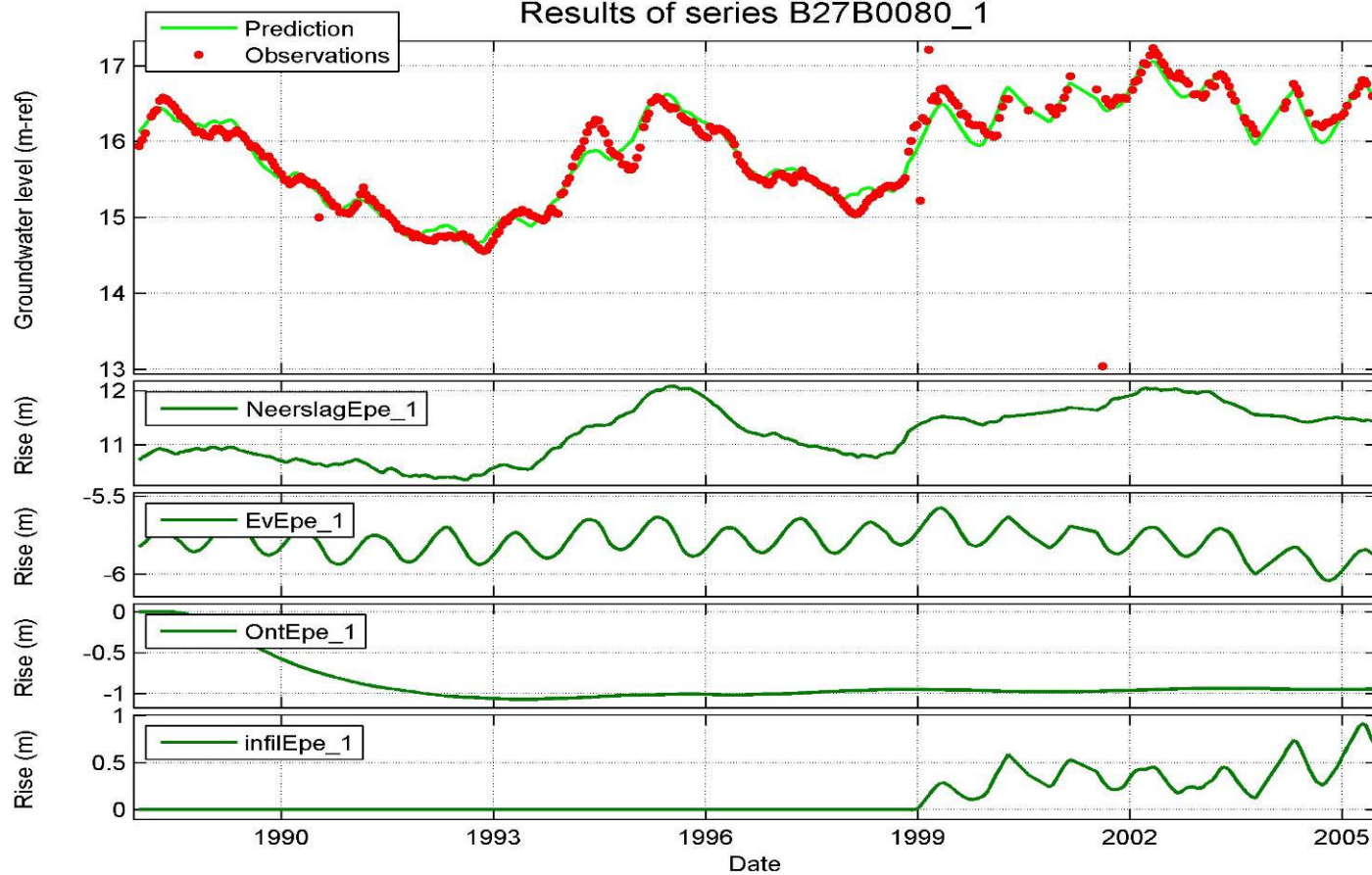


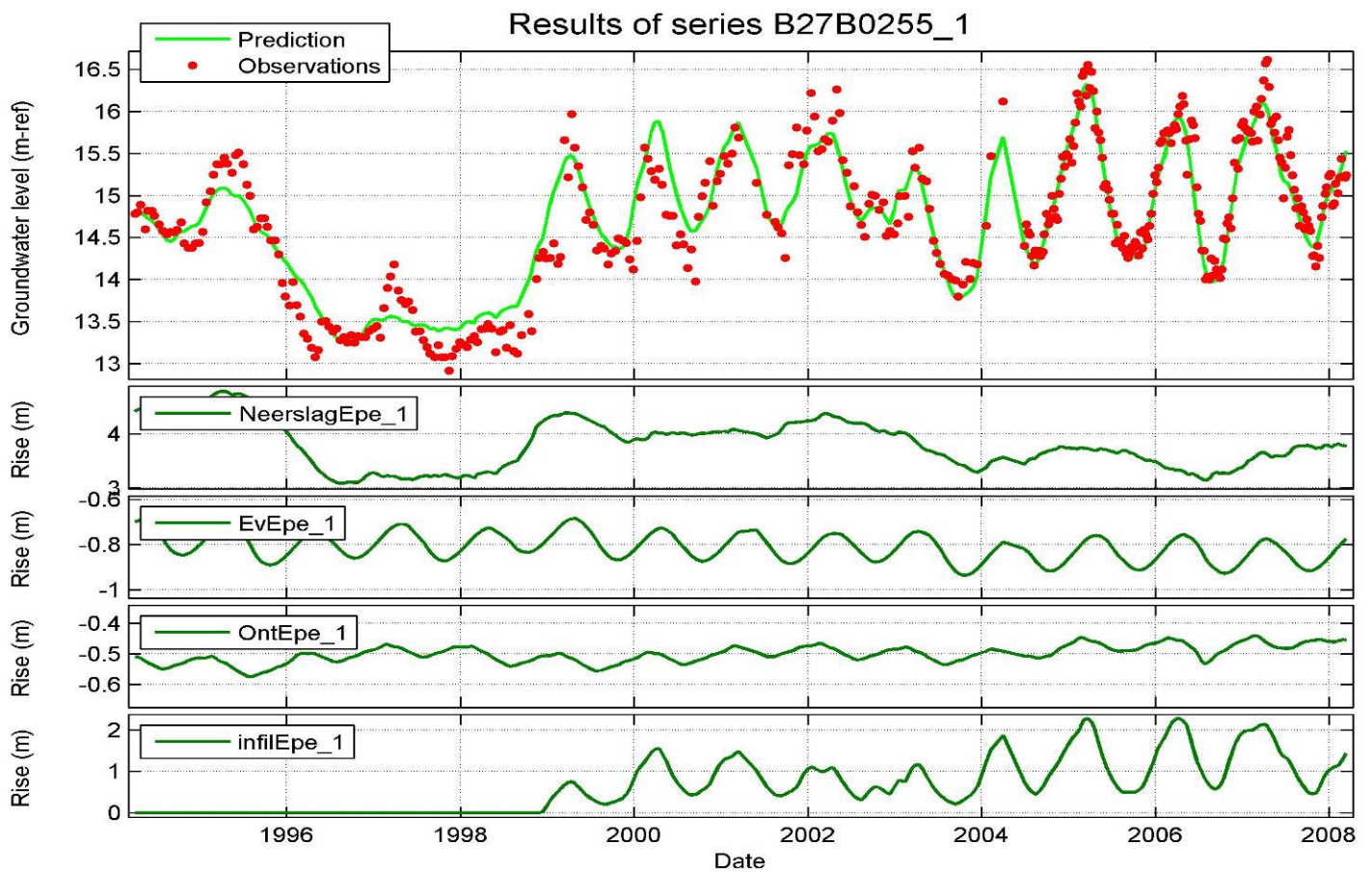
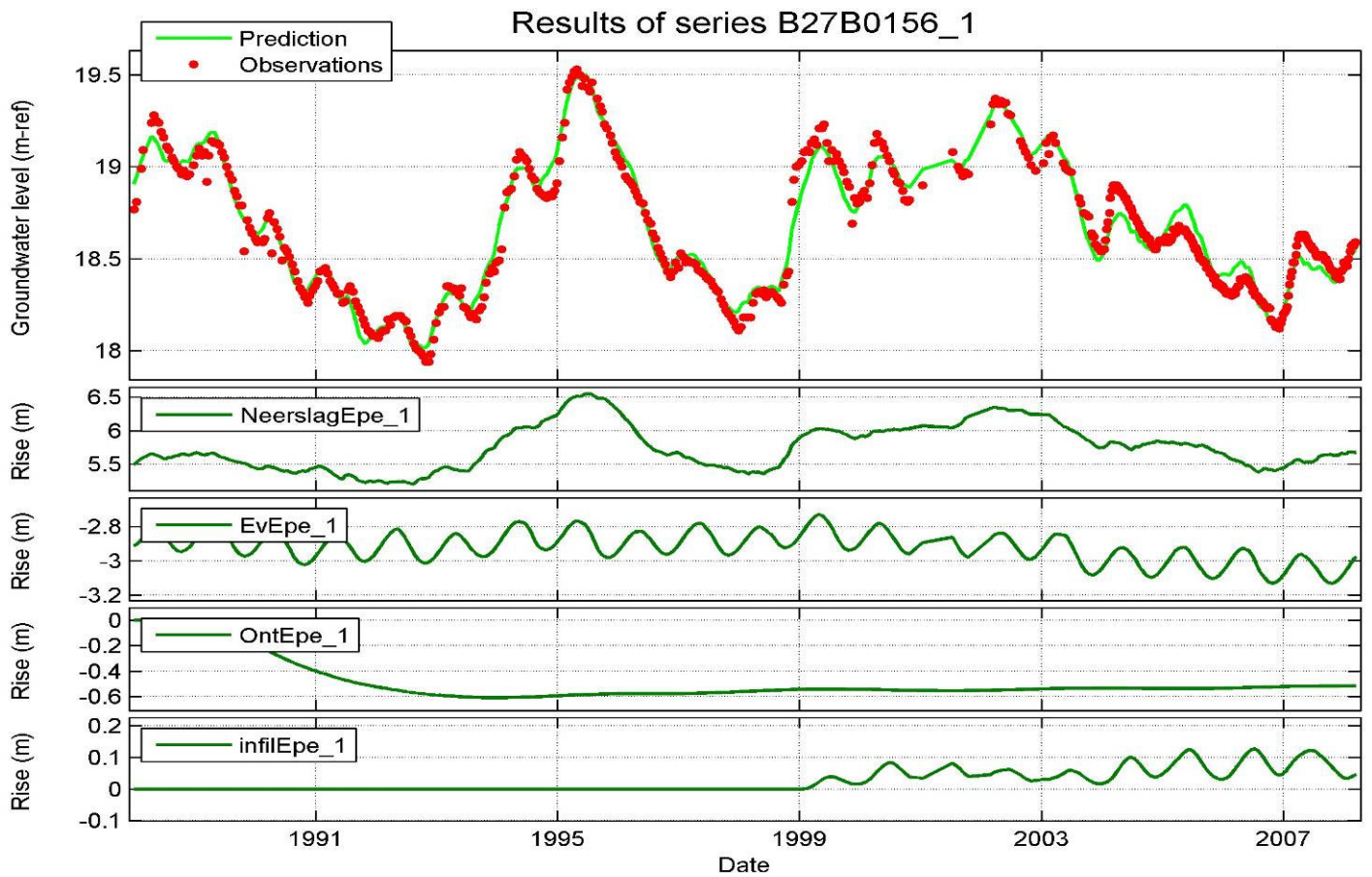


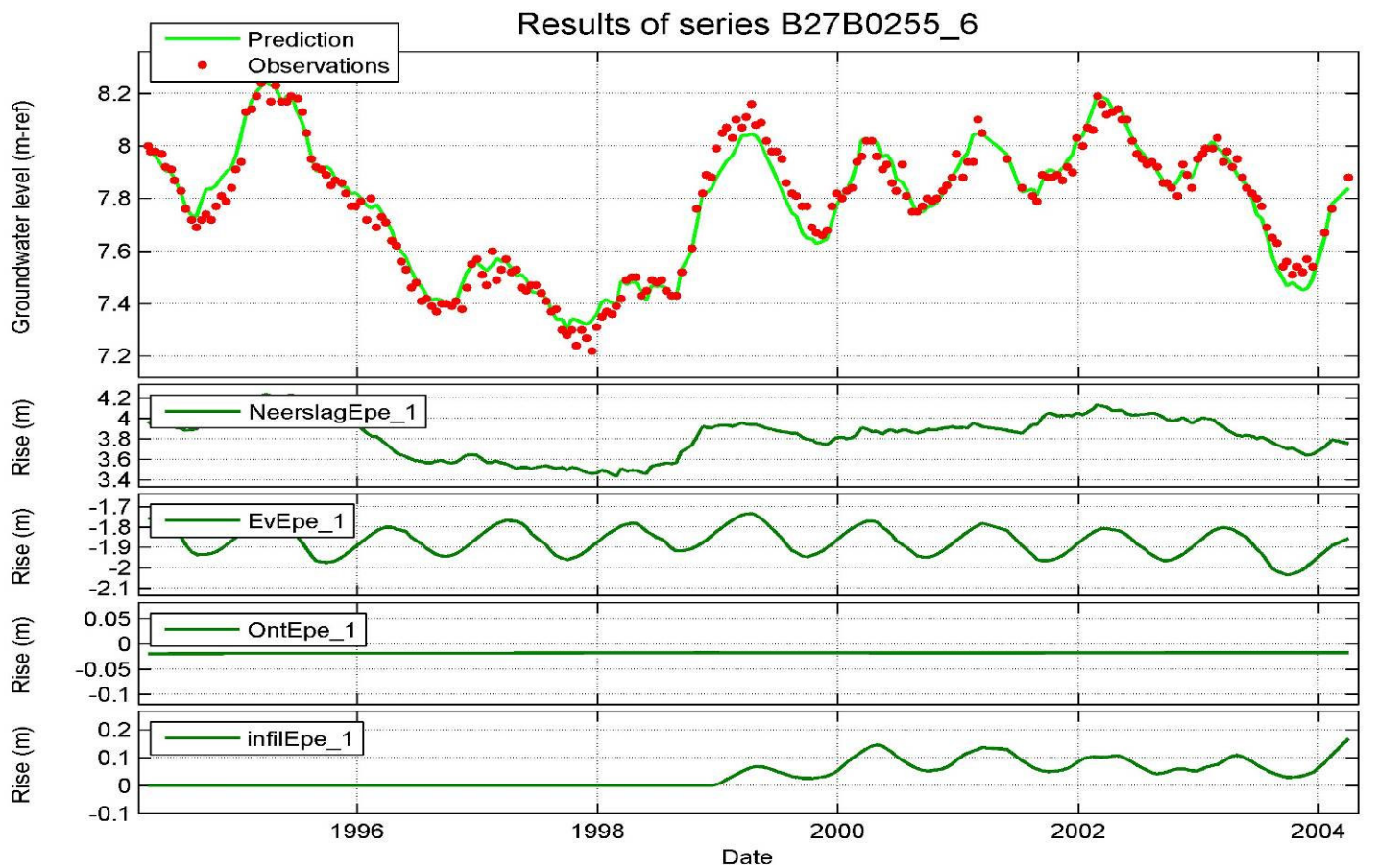
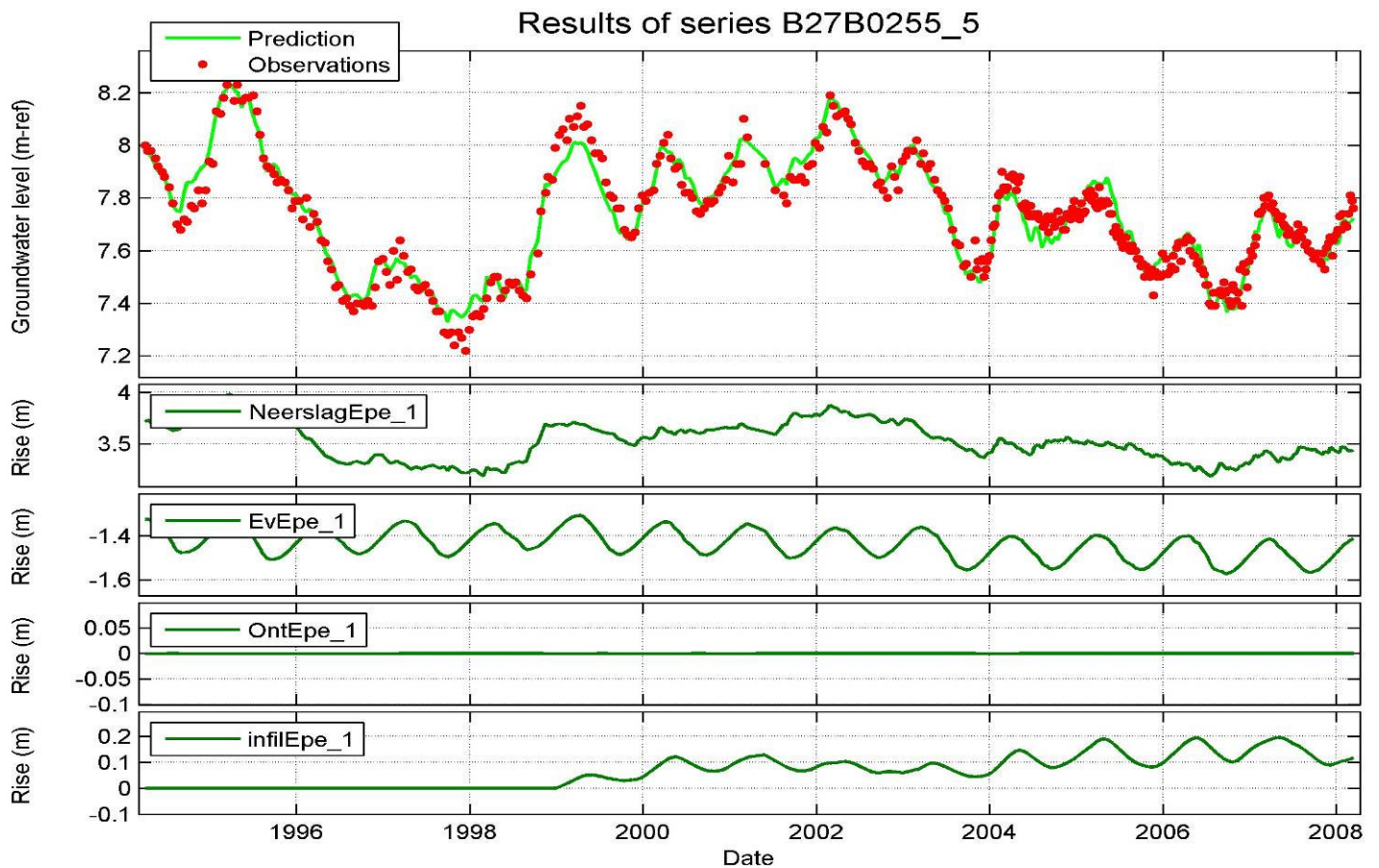
Results of series 27DP9103V_1

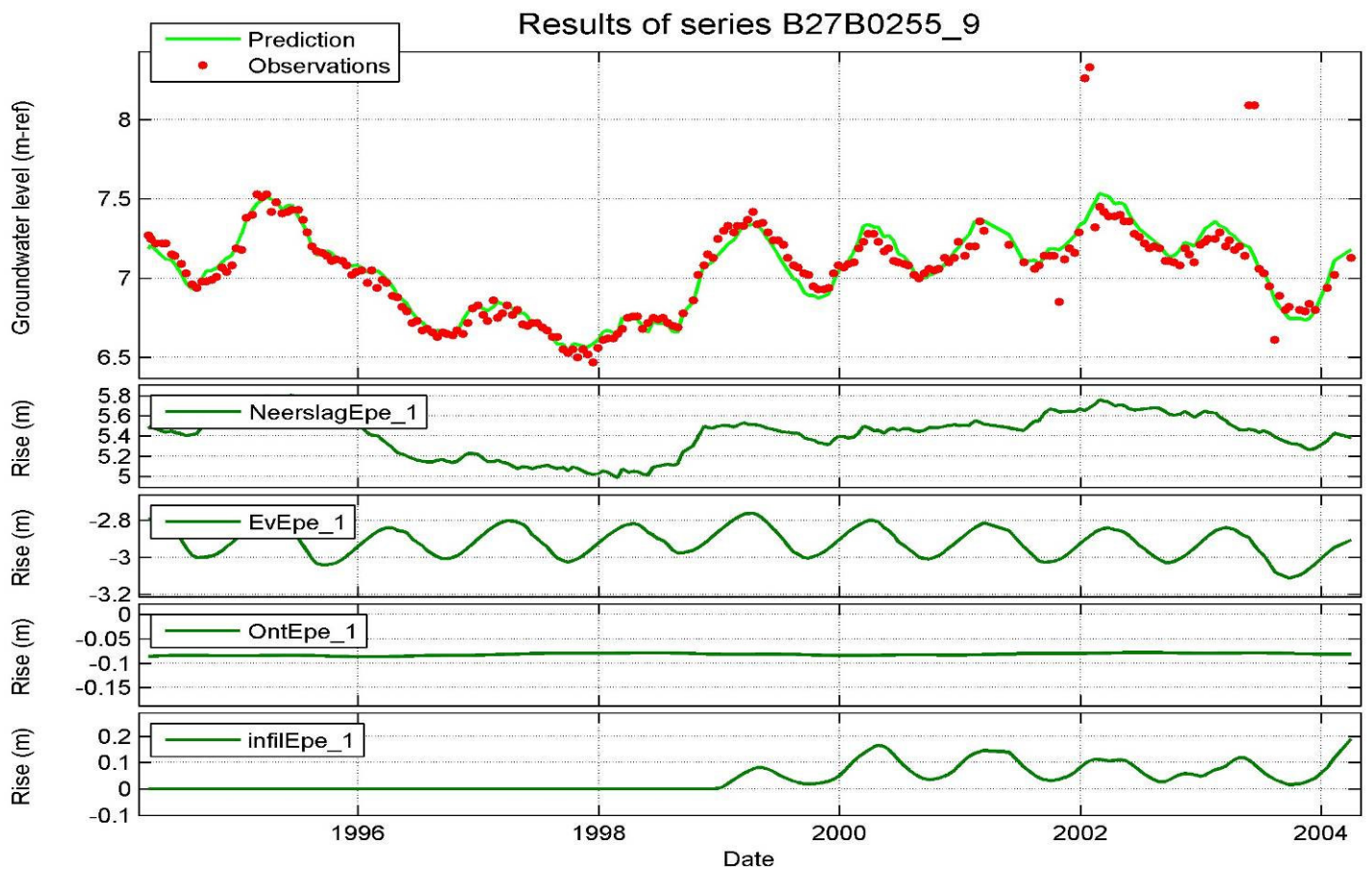
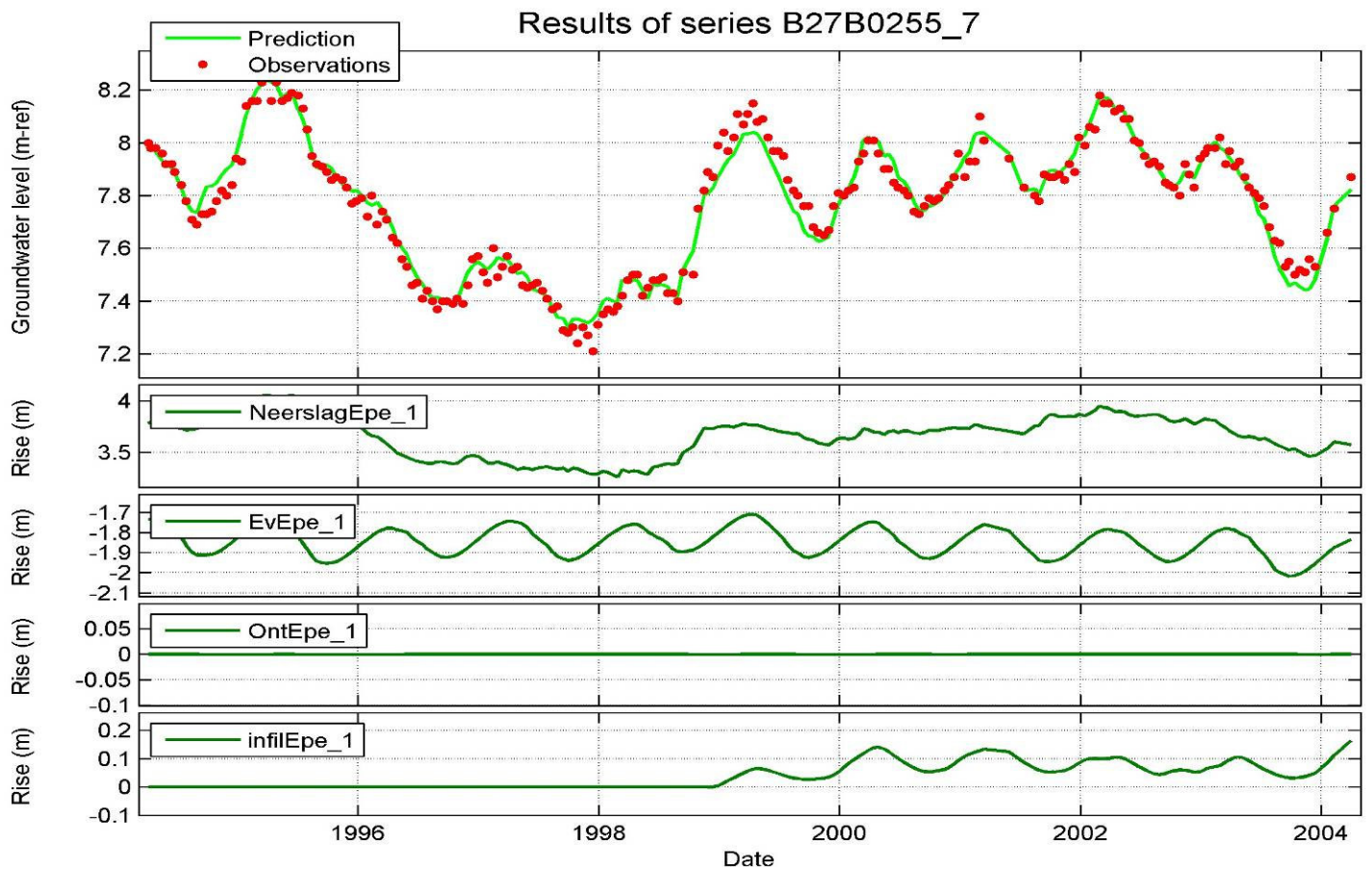


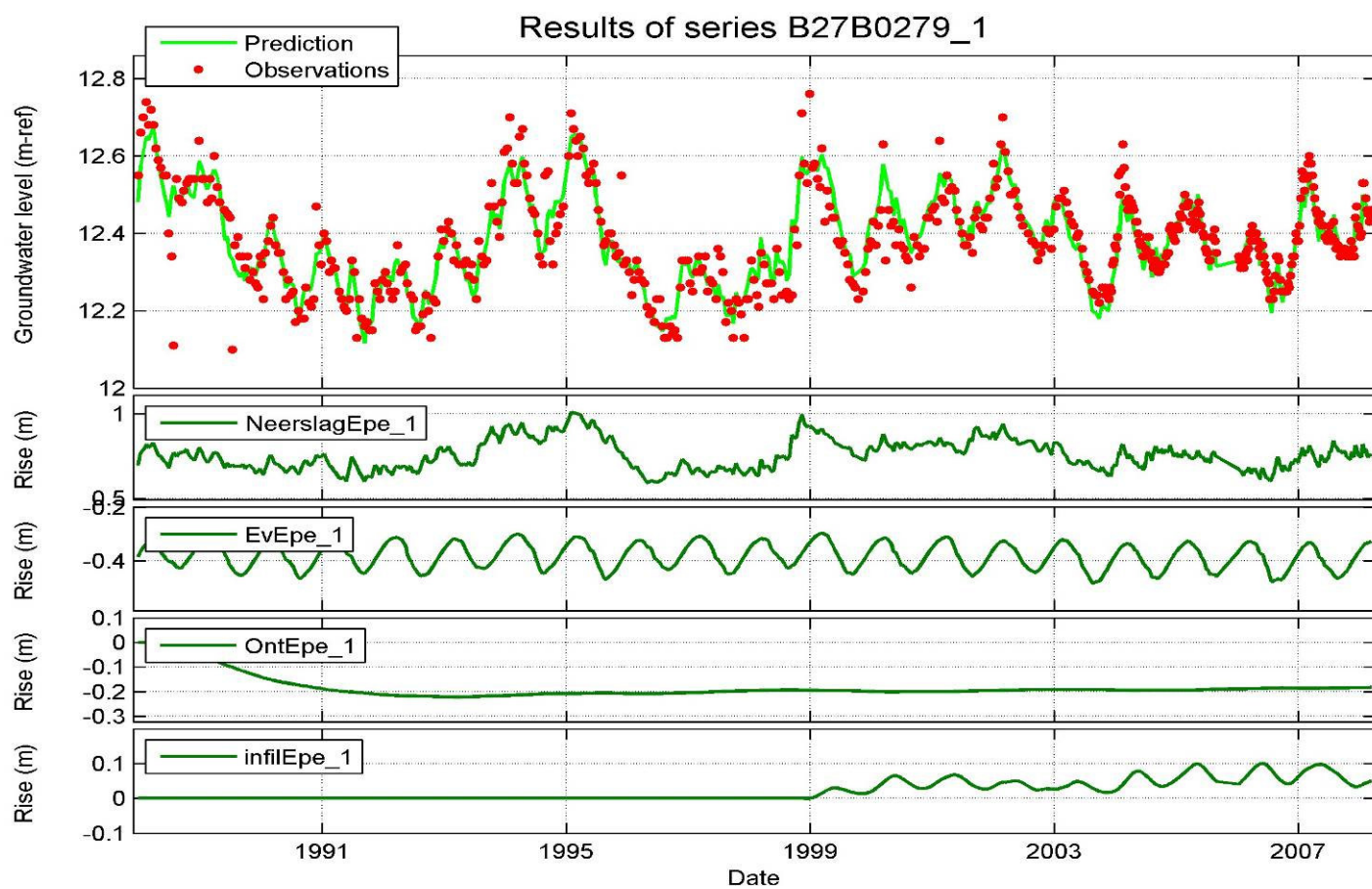
Results of series B27B0080_1



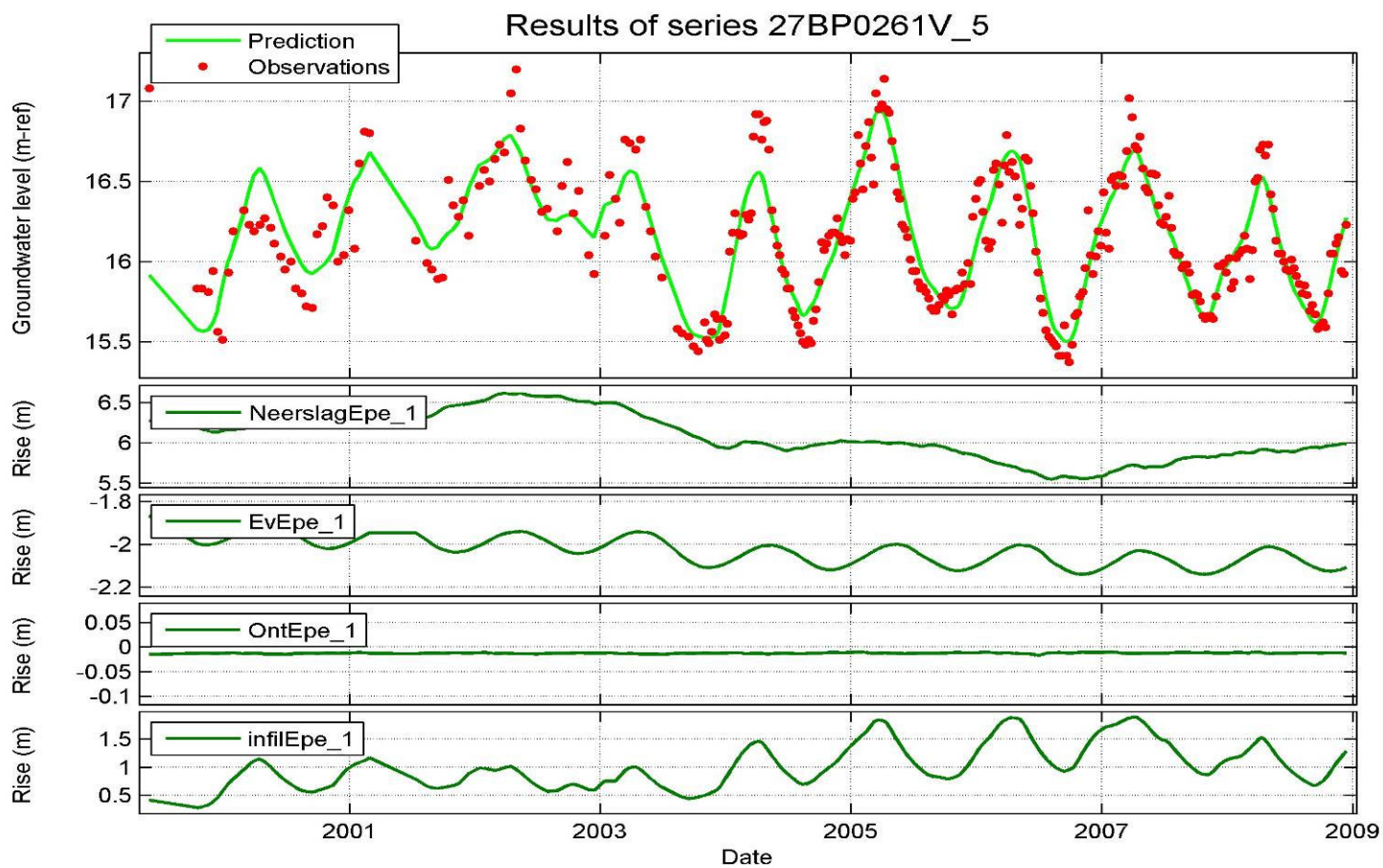
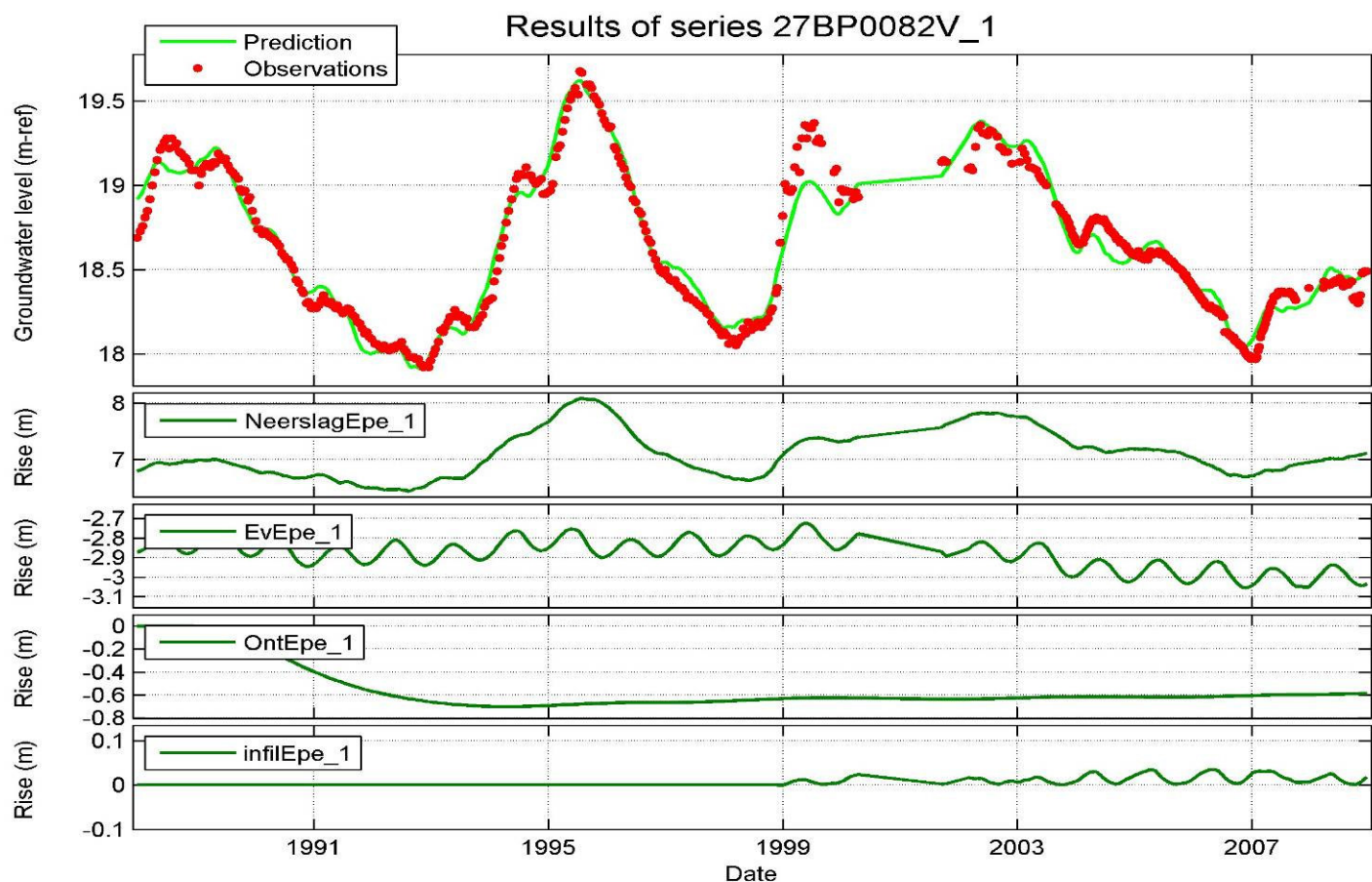


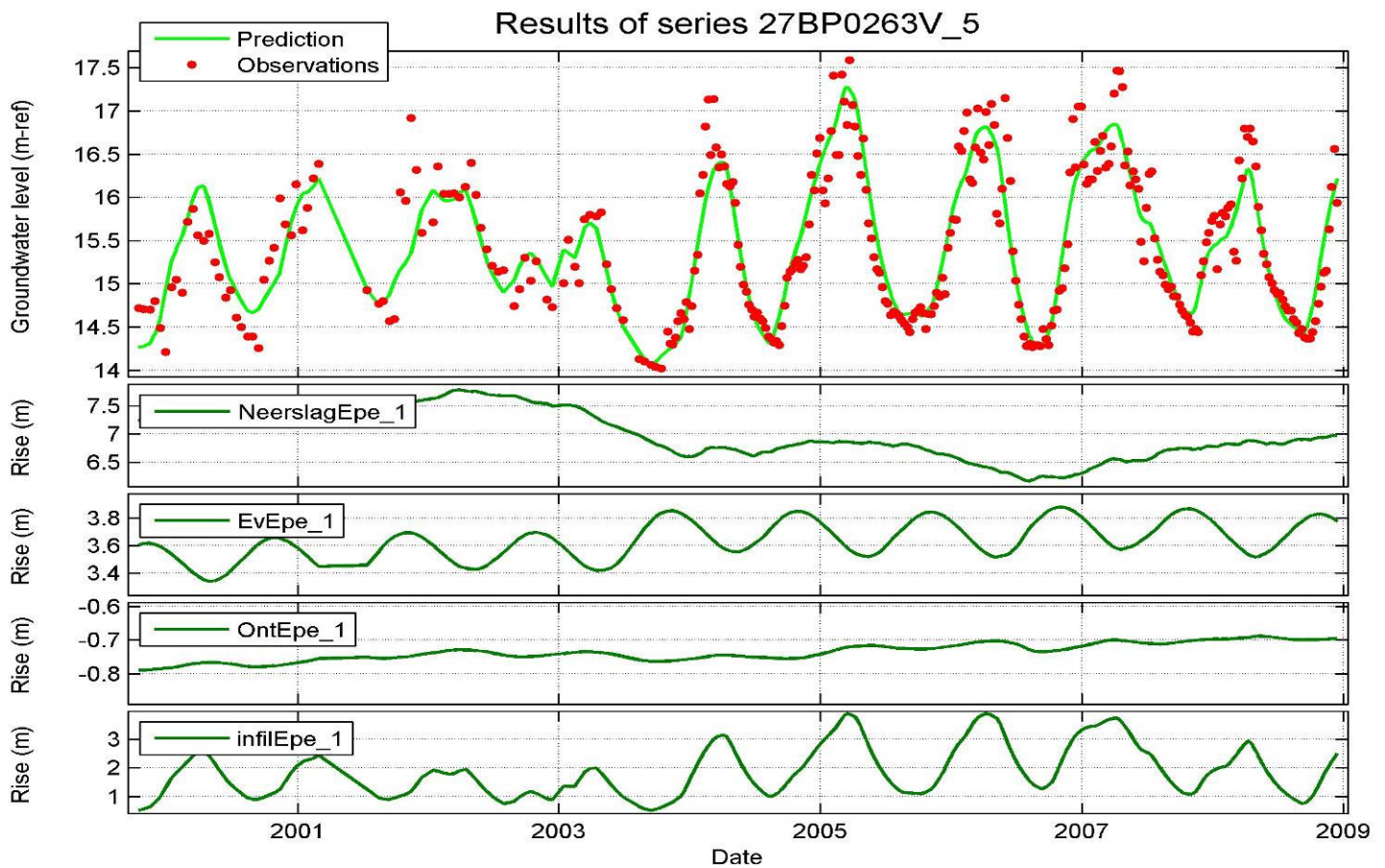
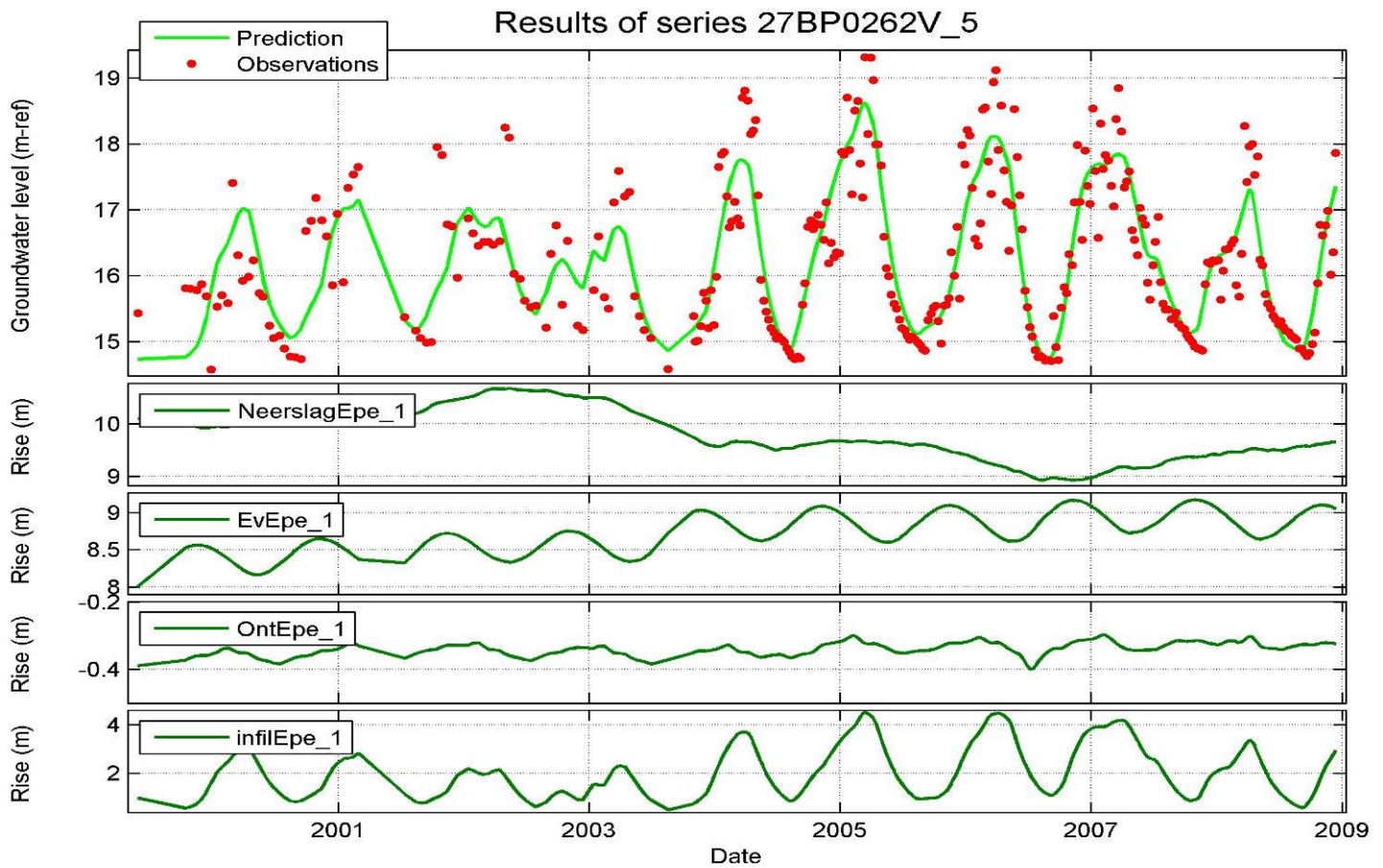


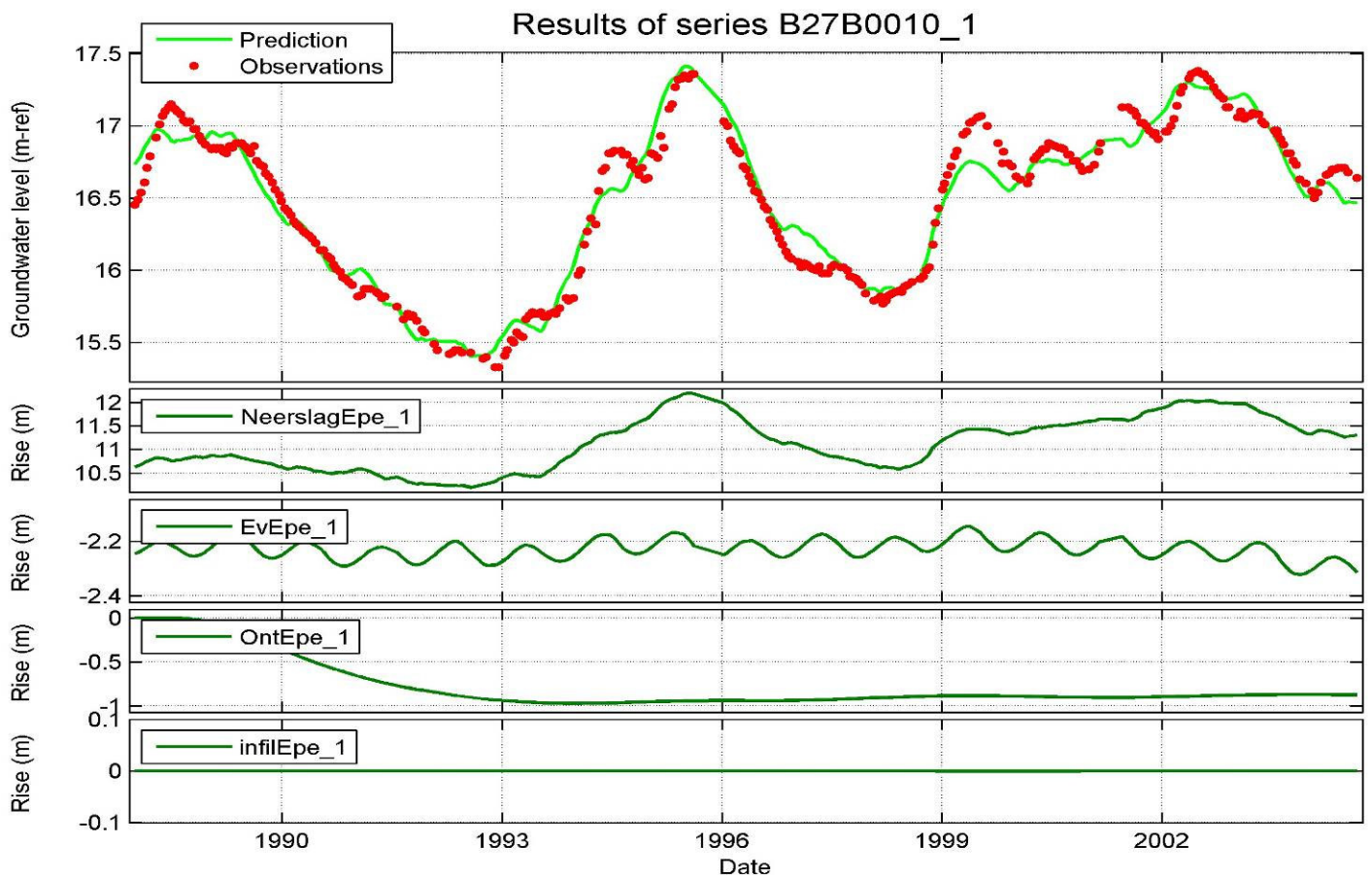
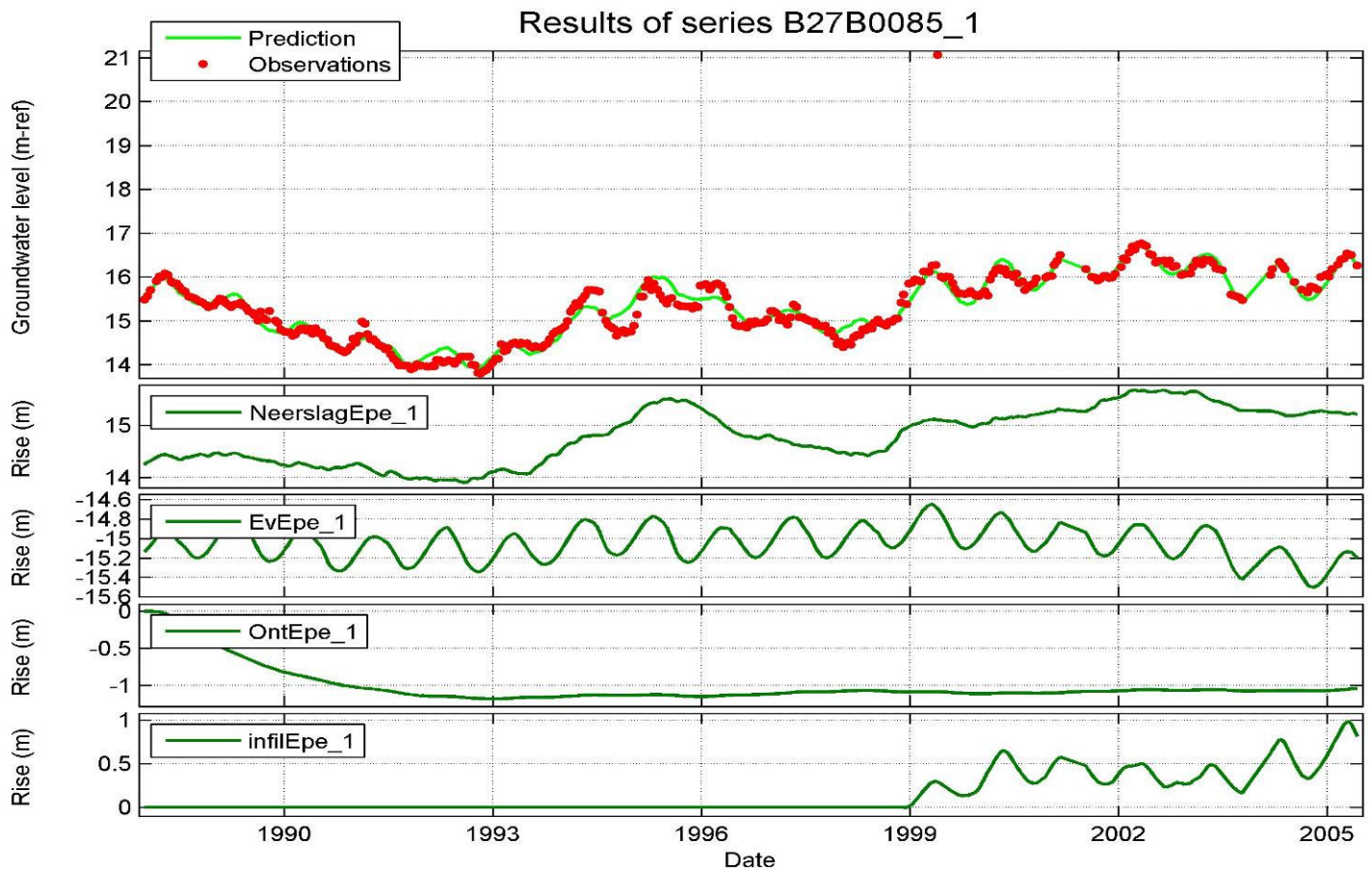


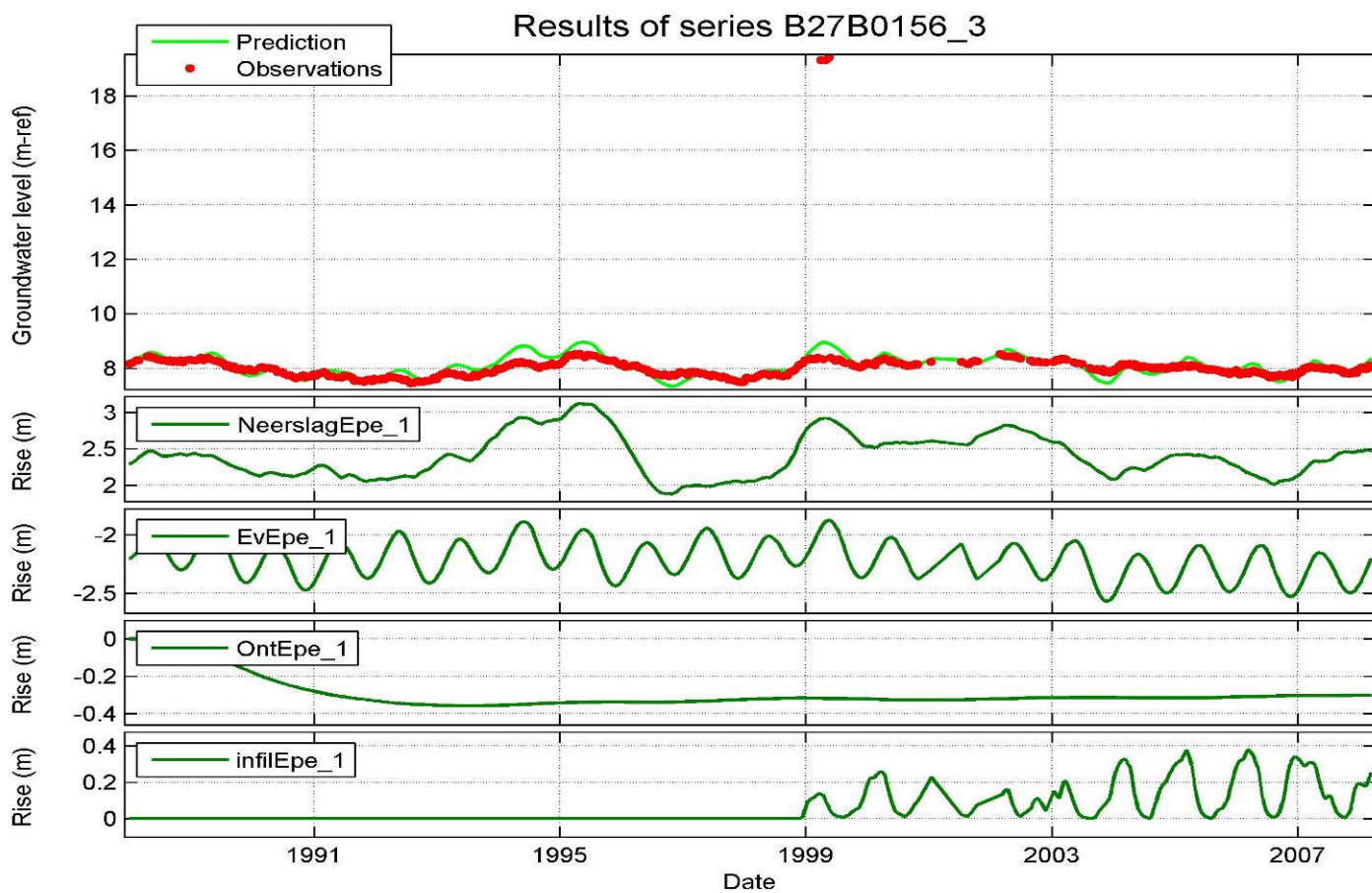
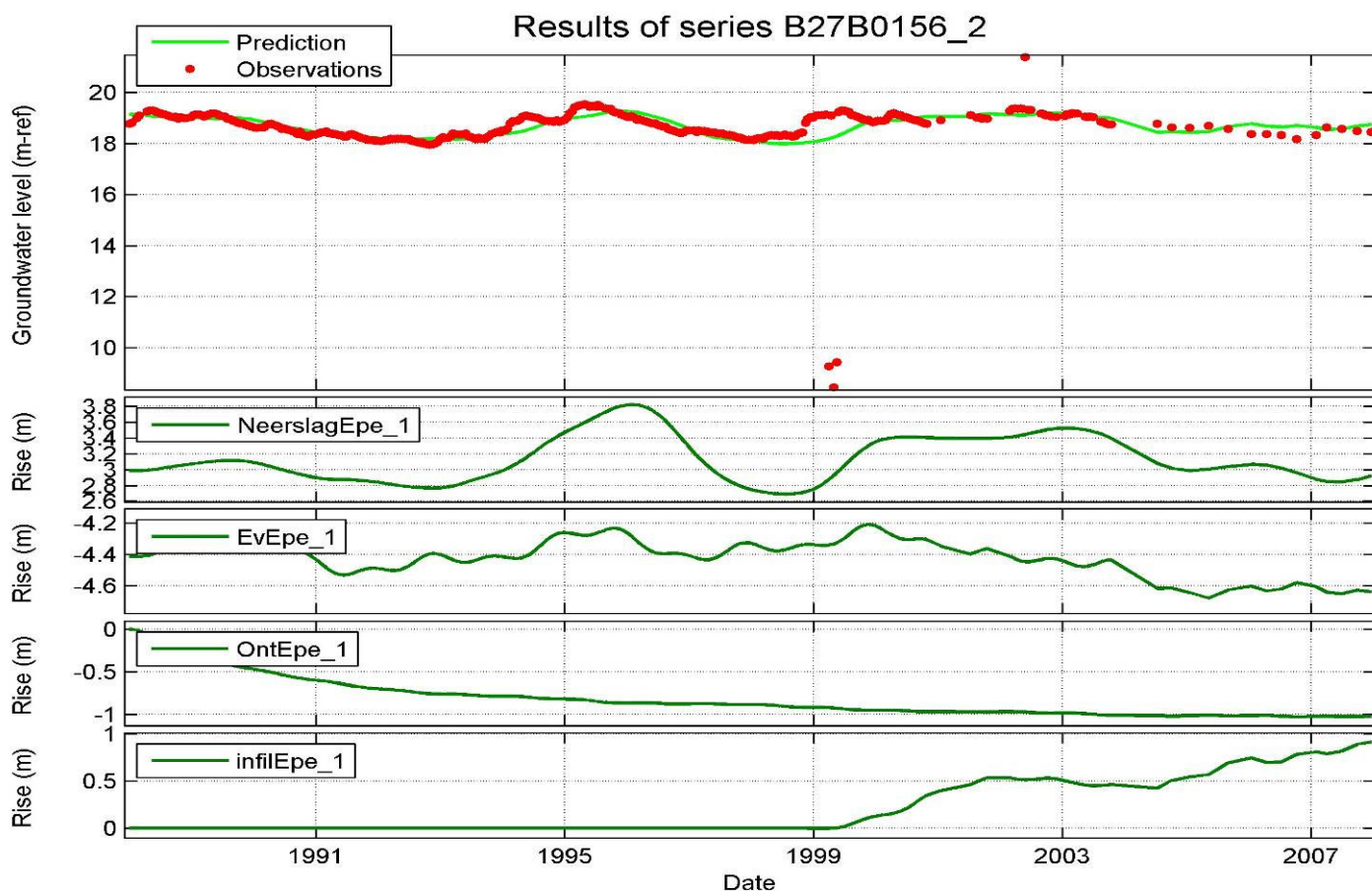


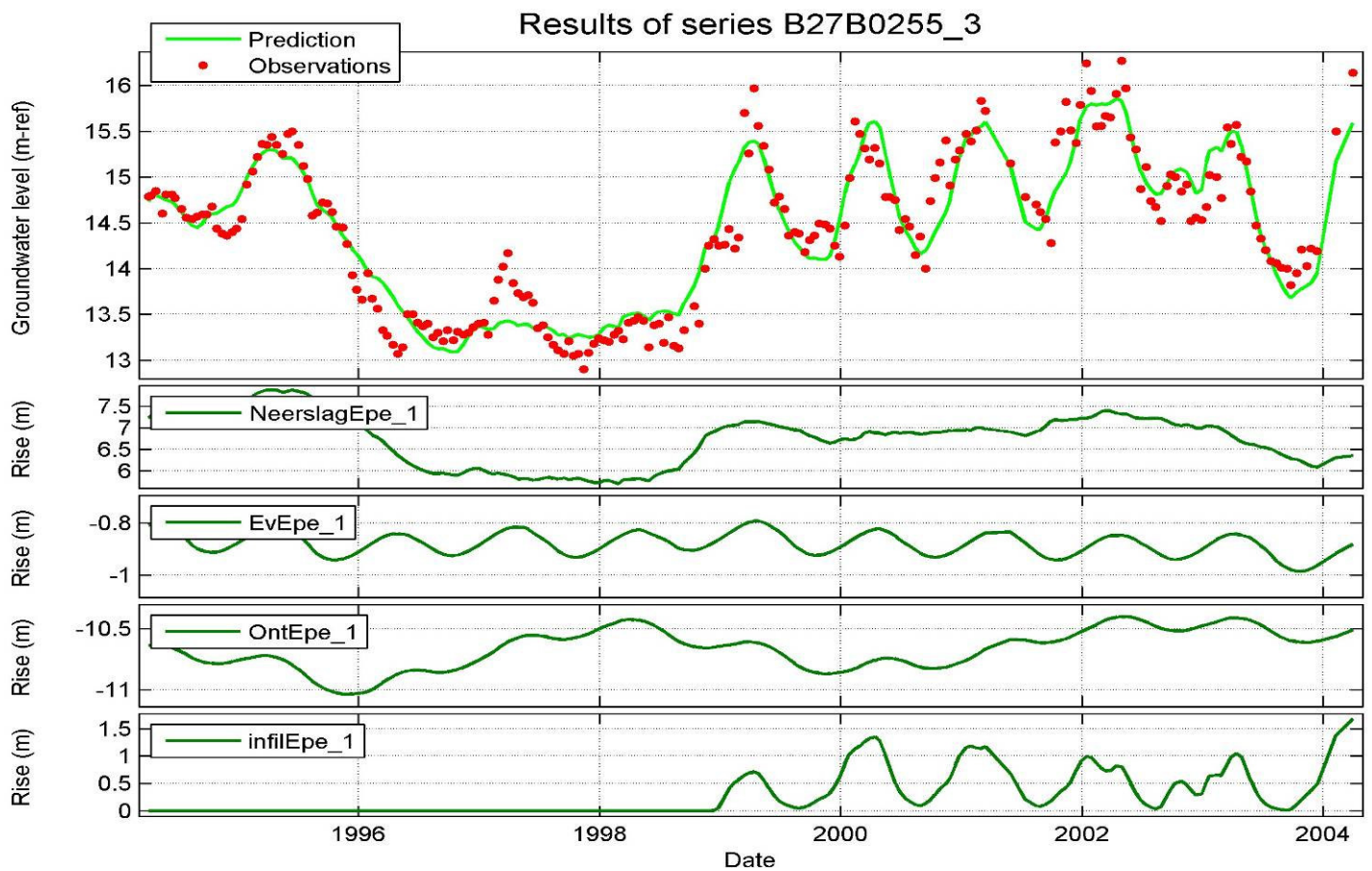
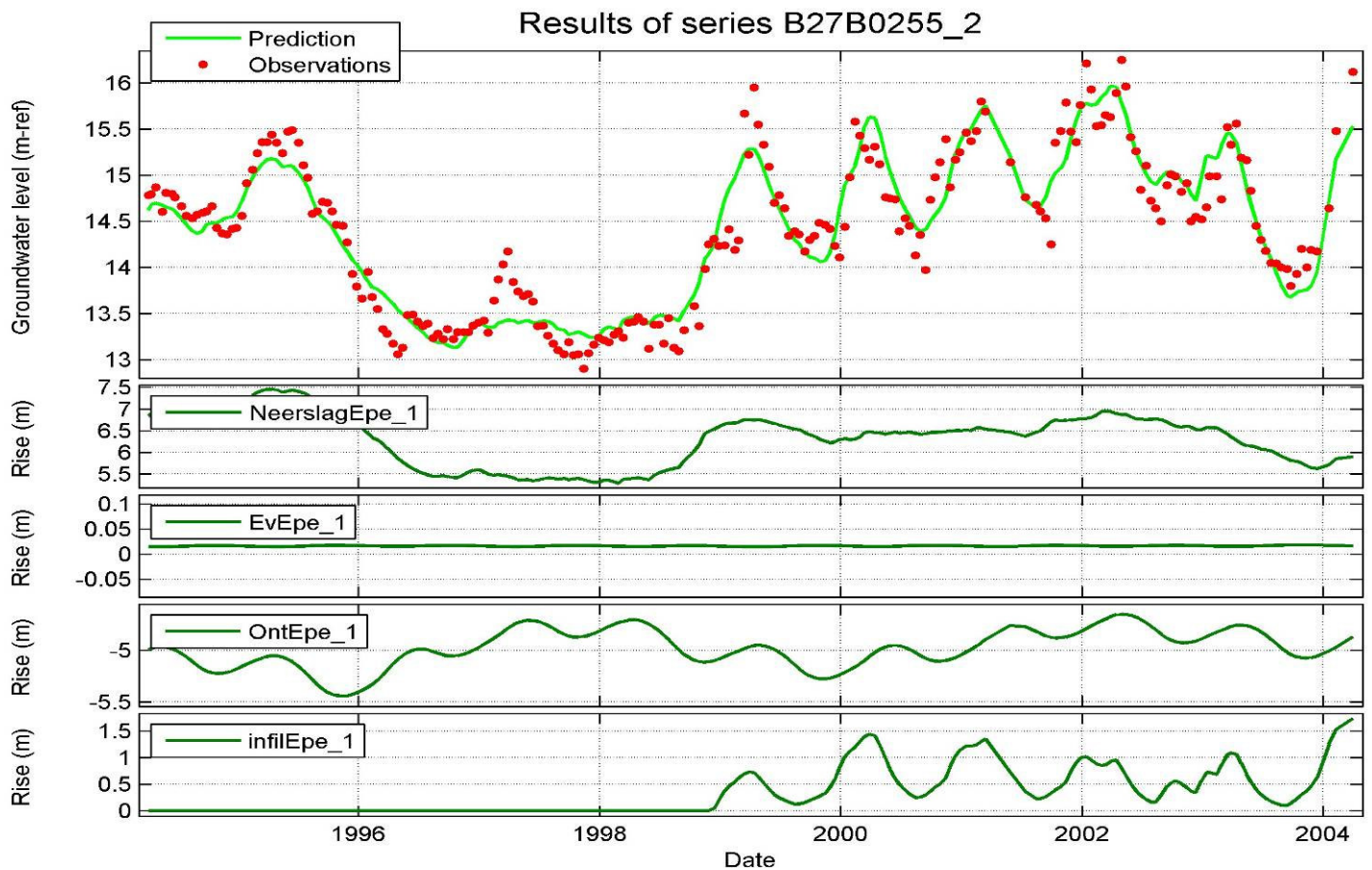
Niet significant meetreeksen

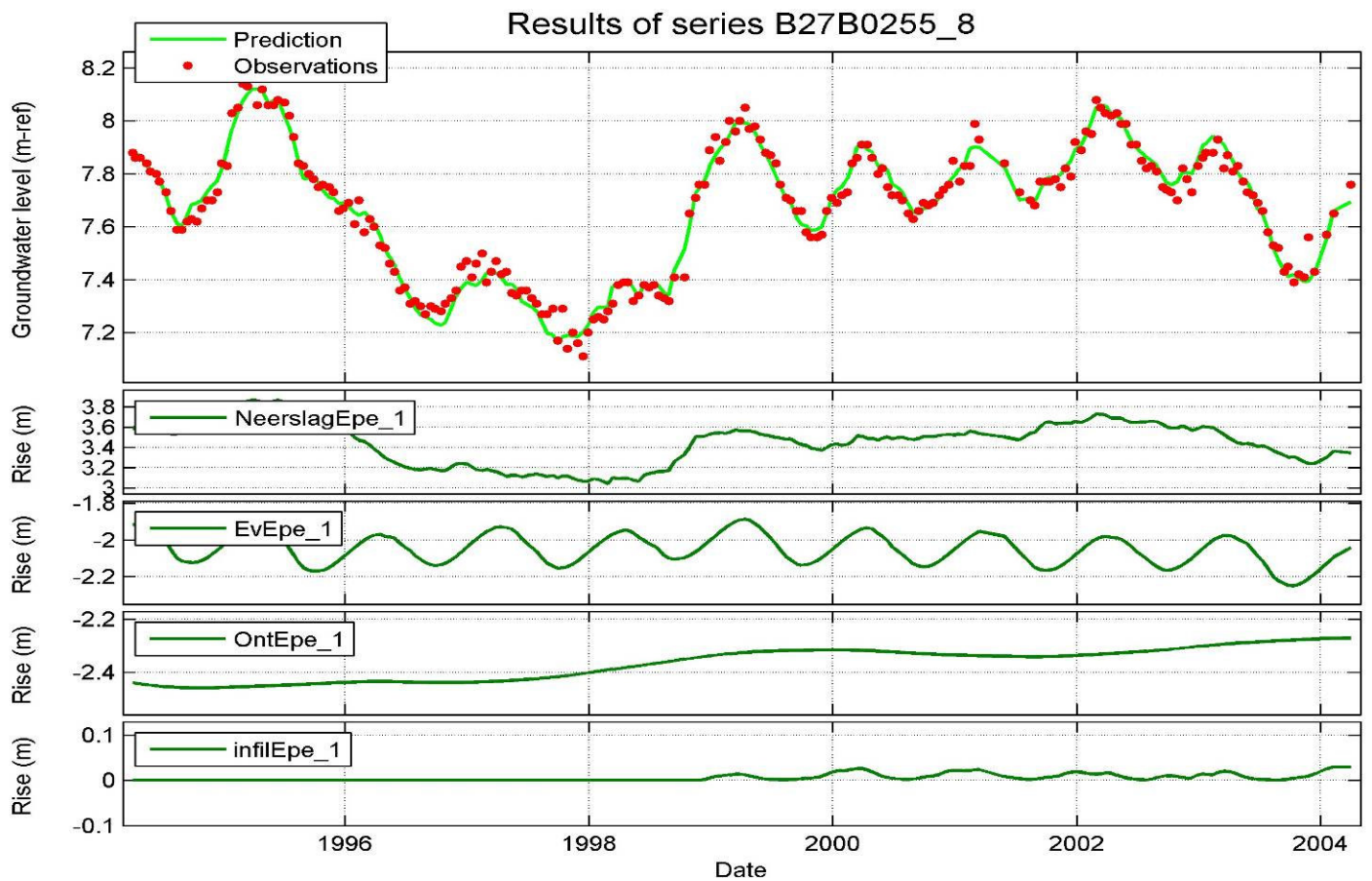
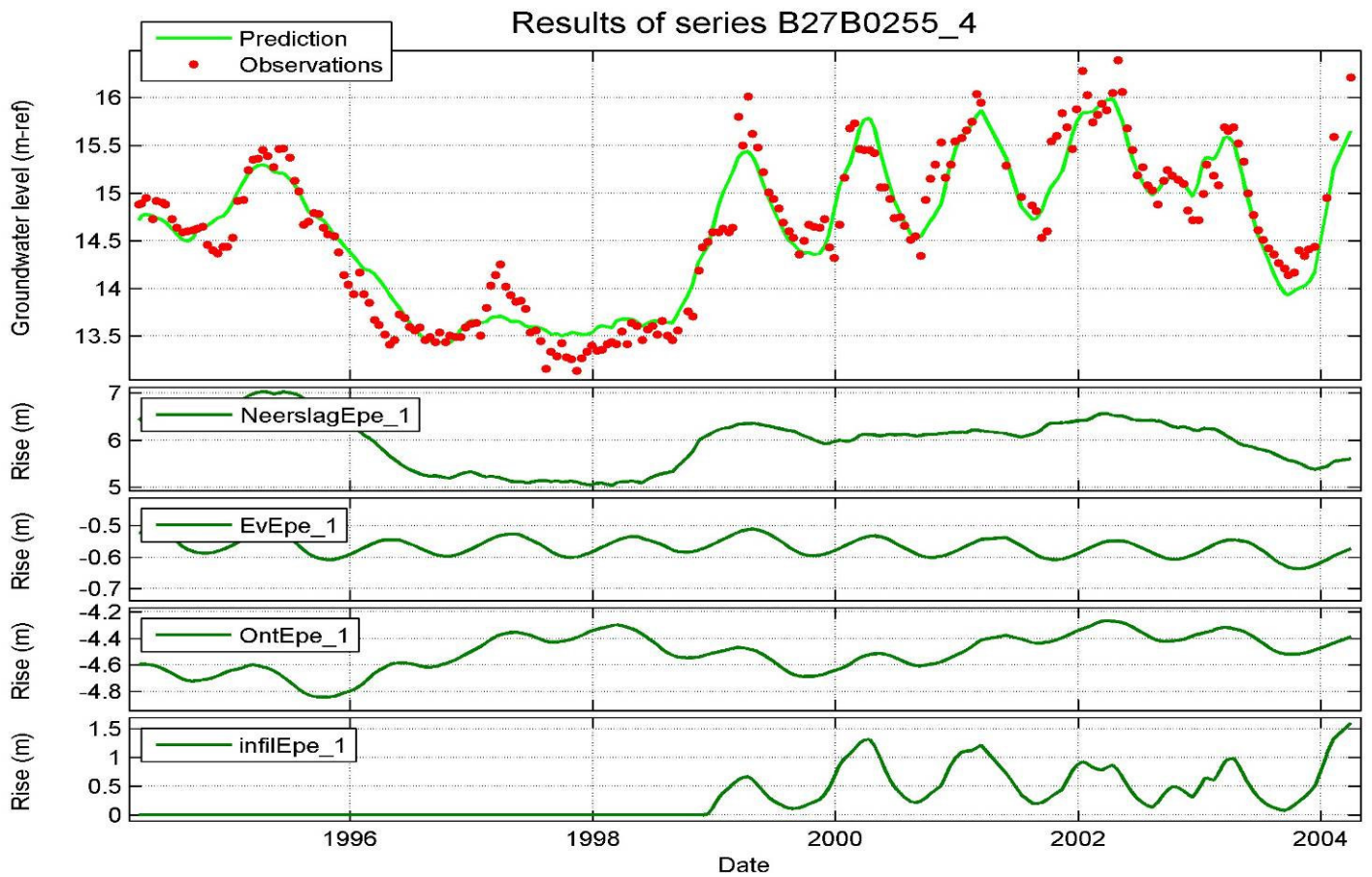


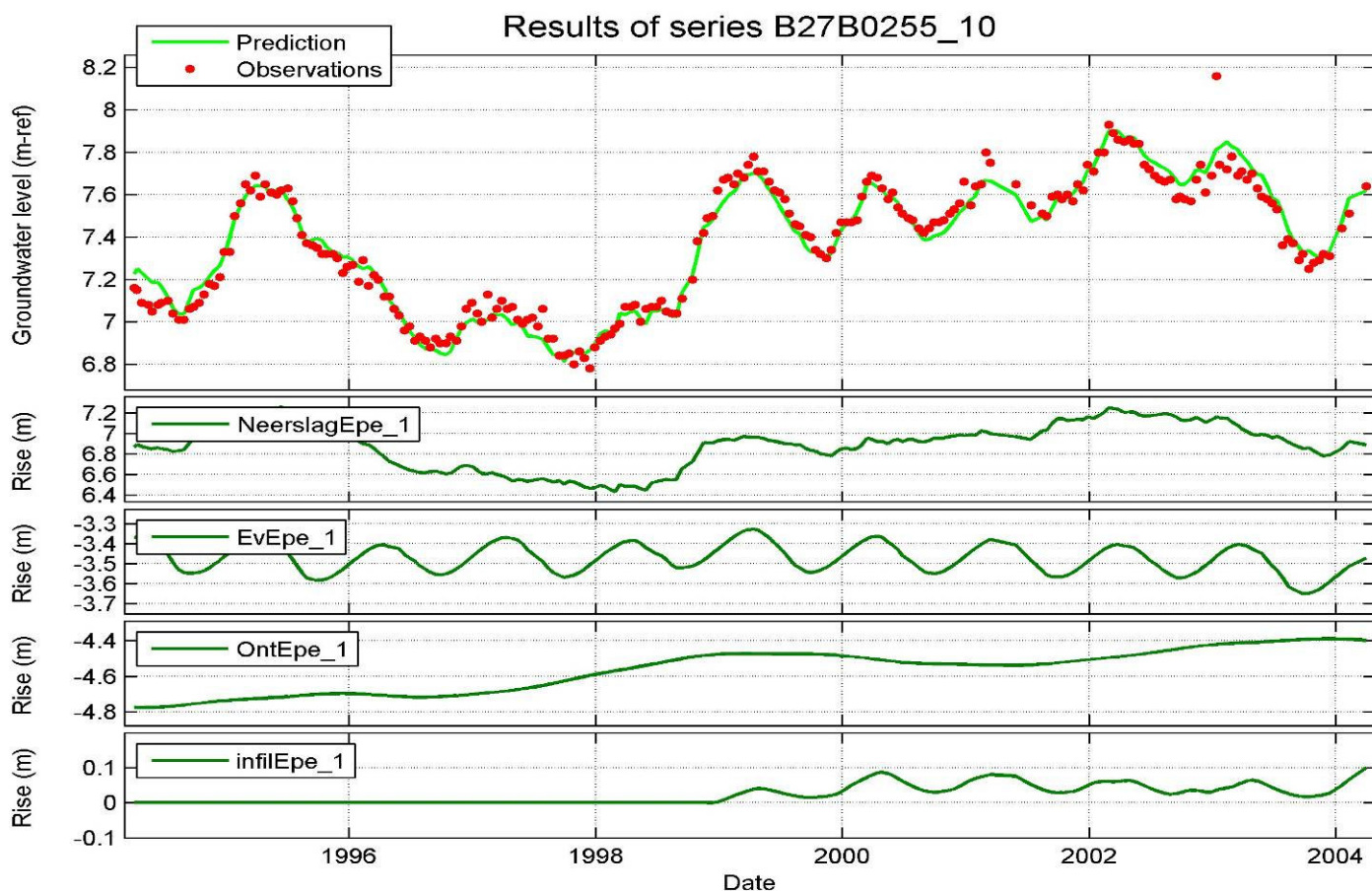












Tabel B5.1: Overzicht alle peilbuizen

Basisgegevens												Gemiddelden 1/6/99 tot 13/3/08				
ID	Naam	Filter Nr.	Bron	X-coord	Y-coord	Afstand tot infiltr. punt(m)	start datum	eind datum	MV	Filter onder	Filter boven	GLG	GG	GVG	GHG	GT
				[m]	[m]	[m]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	27BP0261	1	V	194550	488230	46,1	28-5-1999	9-5-2008	23,46							
2	27BP0261	2	V	194550	488230	46,1	28-5-1999	9-5-2008	23,46							
3	27BP0261	3	V	194550	488230	46,1	28-5-1999	18-12-2008	23,46			-76,68	-16,71	16,61	16,72	VIII
4	27BP0261	4	V	194550	488230	46,1	28-5-1999	18-12-2008	23,46			15,85	16,29	16,55	16,68	VIII
5	27BP0261	5	V	194550	488230	46,1	28-5-1999	17-12-2008	23,46	10,46	8,46	15,65	16,16	16,7	16,73	VIII
6	27BP0262	1	V	194650	488160	76,2	28-5-1999	9-5-2005	22,55							
7	27BP0262	2	V	194650	488160	76,2	28-5-1999	9-5-2005	22,55							
8	27BP0262	3	V	194650	488160	76,2	28-5-1999	17-12-2008	22,55			16,1	16,34	16,1	17,1	VIII
9	27BP0262	4	V	194650	488160	76,2	28-5-1999	18-12-2008	22,55			15,02	16,03	16,32	17,24	VIII
10	27BP0262	5	V	194650	488160	76,2	28-5-1999	17-12-2008	22,55	9,55	7,55	14,91	16,34	17,69	18,07	VIII
11	27BP0263	1	V	194630	488070	142,7	15-11-1999	9-5-2005	21,5							
12	27BP0263	2	V	194630	488070	142,7	15-11-1999	9-5-2005	21,5							
13	27BP0263	3	V	194630	488070	142,7	15-11-1999	18-12-2008	21,5							
14	27BP0263	4	V	194630	488070	142,7	15-11-1999	17-12-2008	21,5			14,51	15,53	16,38	16,55	VIII
15	27BP0263	5	V	194630	488070	142,7	15-11-1999	17-12-2008	21,5	8,5	6,5	14,42	15,39	16,34	16,49	VIII
16	B27B0255	1	T	194590	487810	397,0	5-4-1994	13-3-2008	22,71	-51,54	-56,35	14,23	15,05	15,82	15,9	VIII
17	B27B0255	2	T	194590	487810	397,0	5-4-1994	1-4-2004	22,71	-80,72	-85,53					
18	B27B0255	3	T	194590	487810	397,0	5-4-1994	1-4-2004	22,71	-112,92	-117,73					
19	B27B0255	4	T	194590	487810	397,0	5-4-1994	1-4-2004	22,71	-130,81	-135,62					
20	B27B0255	5	T	194590	487810	397,0	5-4-1994	13-3-2008	22,71	-161,11	-165,92	7,6	7,74	7,87	7,89	VIII
21	B27B0255	6	T	194590	487810	397,0	5-4-1994	1-4-2004	22,71	-174,83	-179,64					
22	B27B0255	7	T	194590	487810	397,0	5-4-1994	1-4-2004	22,71	-217,3	-222,11					
23	B27B0255	8	T	194590	487810	397,0	5-4-1994	1-4-2004	22,71	-261,83	-266,64					
24	B27B0255	9	T	194590	487810	397,0	5-4-1994	1-4-2004	22,71	-281,48	-286,29					

Basisgegevens												Gemiddelden 1/6/99 tot 13/3/08				
ID	Naam	Filter Nr.	Bron	X-coord	Y-coord	Afstand tot infiltr. punt(m)	start datum	eind datum	MV	Filter onder	Filter boven	GLG	GG	GVG	GHG	GT
				[m]	[m]	[m]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
25	B27B0255	10	T	194590	487810	397,0	5-4-1994	1-4-2004	22,71	-299,48	-304,29					
26	27BL9005	1	V	194910	487865	468,4	28-5-1999	18-8-2005	21,4							
27	B27B0080	1	T	194579	488726	519,1	13-9-1962	8-6-2005	23,31	12,71	11,61					
28	27BP0080	1	V	194600	488730	523,1	2-1-1980	8-6-2005	23,31							
29	27B-0385	1	V	194601	488731	524,1	31-8-2005	17-12-2008	23,31							
30	27B-0386	1	V	194601	488731	524,1	14-7-2005	17-12-2008	23,31							
31	B27B0090	1	T	195180	487725	761,9	14-2-1968	2-5-1973	22,13	-8,87	-9,87					
32	B27B0090	2	T	195180	487725	761,9	14-2-1968	2-5-1973	22,13	-31,87	-32,87					
33	B27B0090	3	T	195180	487725	761,9	14-2-1968	2-5-1973	22,13	-51,87	-52,87					
34	B27B0085	1	T	194127	487598	765,0	26-4-1962	8-6-2005	25,72	5,72	4,52					
35	27BP0085	1	V	194120	487600	767,7	2-1-1980	8-6-2005	25,72							
36	27DP9015	1	V	195125	487430	943,4	28-5-1999	17-12-2008	21,45			14,28	14,6	14,83	14,9	VIII
37	27BP0079	1	V	193970	489030	1030,4	28-1-1981	17-12-2008	28,75	14,65	13,55	17,71	17,92	18	18,07	VIII
38	27BP0251	1	V	193710	487500	1128,8	7-10-1993	14-10-2003	22,9							
39	27DP0045	1	V	195250	487290	1129,8	28-1-1980	17-12-2008	20,51	6,02	5,17	14,13	14,45	14,66	14,72	VIII
40	27BP0252	1	V	193690	487510	1138,3	8-10-1993	18-3-2004	23,27							
41	B27B0354	1	T	194530	489400	1194,5	14-5-1958	1-5-1973	25,72							
42	27BP0081	1	V	193380	488440	1232,2	2-1-1980	17-12-2008	37,56	14,41	13,41	18,17	18,38	18,38	18,52	VIII
43	27DP9102	1	V	193600	487270	1363,1	11-10-1993	18-12-2008	23,57	13,13	12,07	16,73	17,06	17,31	17,34	VIII
44	27DP9100	1	V	193590	487280	1363,6	13-10-1993	18-3-2004	22,9							
45	27DP9103	1	V	193570	487290	1371,6	12-10-1993	18-12-2008	23	14,04	12,98	18,27	18,49	18,64	18,66	VIII
46	27DP0100	1	V	193800	487010	1434,2	28-1-1980	18-12-2008	23	10,5	9,5	15,87	16,27	16,58	16,62	VIII
47	B27B0156	1	T	193090	487600	1618,2	20-1-1970	13-3-2008	28,04	-13,95	-14,95	18,38	18,58	18,72	18,74	VIII
48	B27B0156	2	T	193090	487600	1618,2	21-1-1970	20-12-2007	28,04	-86,95	-87,95					

Basisgegevens												Gemiddelden 1/6/99 tot 13/3/08				
ID	Naam	Filter Nr.	Bron	X-coord	Y-coord	Afstand tot infiltr. punt(m)	start datum	eind datum	MV	Filter onder	Filter boven	GLG	GG	GVG	GHG	GT
				[m]	[m]	[m]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
49	B27B0156	3	T	193090	487600	1618,2	22-1-1970	13-3-2008	28,04	-176,95	-177,95	7,84	7,98	8,09	8,1	VIII
50	27DP9020	1	V	195075	486500	1774,6	8-4-1999	17-12-2008	19,87							
51	27BP0029	1	V	195950	489420	1822,4	28-1-1980	17-12-2008	21,07	9,57	8,57	14,92	15,24	15,45	15,5	VIII
52	27DP0046	1	V	196420	487480	1969,1	28-1-1980	18-3-2008	17,9	3,53	2,75	12,55	12,76	12,98	12,98	VIII
53	27DP9007	1	V	193260	486590	2093,7	20-10-1993	18-12-2008	21,1	12,65	11,59	16,6	16,89	17,22	17,21	VIII
54	27DP9008	1	V	193220	486610	2104,1	20-10-1993	18-12-2008	21,21	12,75	11,69	17,29	17,53	17,82	17,82	VIII
55	27DP9009	1	V	193190	486630	2108,8	19-10-1993	18-12-2008	21,47	14,05	12,99	18,44	18,62	18,82	18,85	VIII
56	27DP9101	1	V	193200	486620	2109,7	15-10-1993	18-12-2008	21,28	15,92	14,86	17,24	17,53	17,82	17,81	VIII
57	27DP9101	2	V	193200	486620	2109,7	15-10-1993	18-12-2008	21,28	3,37	2,31	17,23	17,52	17,81	17,81	VIII
58	27DP0099	1	V	194580	486080	2127,0	28-1-1980	17-12-2008	17,72			14,25	14,54	14,78	14,8	VIII
59	B27D0113	1	T	195780	486440	2130,3	14-3-1951	29-3-2005	16,42		-24,58					
60	27D-0487	1	V	195760	486411	2143,5	19-5-2005	17-12-2008	16,49							
61	27DP0098	1	V	193900	486120	2198,1	28-1-1980	18-12-2008	18,55	9,55	8,55	15,81	16,15	16,47	16,49	VIII
62	B27B0275	1	T	195460	490280	2248,2	27-2-1969	28-2-1986	23,06	15,06	14,06					
63	27BP0082	1	V	192290	488070	2304,1	28-1-1980	17-12-2008	44,17	7,17	6,17	18,45	18,61	18,69	18,73	VIII
64	B27B0011	1	T	193390	490180	2309,3	28-1-1959	28-1-2004	35,06	9,26	8,26					
65	27DL0003	1	V	193390	486220	2321,2	28-1-1981	17-12-2008	19,48	15,63	15,03	16,31	16,63	16,91	16,94	VIII
66	27DP0003	1	V	193370	486200	2348,7	8-1-1980	18-12-2008	19,25	9,45	8,45	16,73	17,05	17,21	17,28	VIII
67	B27B0278	1	T	196370	489810	2395,4	29-4-1976	28-2-1986	20,22	13,72	12,72					
68	B27B0278	2	T	196370	489810	2395,4	27-2-1969	3-7-1975	20,22	12,22	11,22					
69	27D-0488	1	V	196356	486438	2499,6	21-5-2005	17-12-2008	14,57							
70	27DW0009	1	V	196360	486400	2529,5	2-1-1980	17-7-2000	15,09							
71	27DP9022	1	V	194850	485690	2530,4	6-4-1999	17-12-2008	17,97			13,59	13,85	14,11	14,11	VIII
72	27DP0096	1	V	193780	485780	2558,6	28-1-1980	18-12-2008	18,09	10,99	9,99	15,89	16,22	16,52	16,56	VIII

Basisgegevens												Gemiddelde van 16999 tot 133088				
ID	Naam	Filter Nbr.	Bron	XX-coörd	YY-coörd	Afstaadd tot infiltr. opvat(t/m)	startdatum	eiendatum	MWV	Filter oader	Filter boven	GGG	GGG	GGVG	GGHG	GCT
				[r/m]	[r/m]	[r/m]			[r/m]	[r/m]	[r/m]	[r/m]	[r/m]	[r/m]	[r/m]	
797	227DP09787	11	W	1989660	4895070	2582080	3081519899	28-1219828	193845			10,26	10,61	10,97	11,01	VIII
798	227DP09972	11	W	1982820	4855600	2529682	2881119880	27-0220088	168893	9,73	8,73	14,742	14,781	14,796	15,784	VIII
799	B27B030388	11	TV	1988250	4895990	2528460	3081519899	19-02519805	143888	12,15	11,65					
760	B27B03282	11	TT	1992605	4880565	2833962	2885919902	1343120088	13282	119873	109823	11,63	11,8	11,89	11,99	VII
701	227DP99084	11	W	1986500	4863860	2335780	2865419999	17712220088	124974			113632	113663	123184	123187	VI
782	B27B02391	11	TT	1992835	4888050	2358217	14282119981	1353920983	167196	107186	95886	12,31	12,4	12,48	12,52	VIII
793	B27B03279	11	TV	1995890	4895890	2809031	2885519999	13-0220088	153765	12,91	11,91	13169	131742	131825	132895	VIII
804	227DP0022	11	W	1995800	4854900	2837180	244519995	17712220088	173629			13,19	13,52	13,84	13,87	VIII
805	B27B03387	11	TV	1989360	4895880	2826668	3081119881	19712219808	167381	12,85	12,35	16,4	16,6	16,76	16,83	VII
806	227DP0093	11	W	1991320	4857820	2837658	2881919805	17-112120089	39,59	12,4	11,4	17,24	17,45	17,65	17,71	VIII
807	227DP90202	11	W	1980260	4856900	2888067	884119980	17412120085	130739			11,55	11,86	12,16	12,24	VIII
808	B27B030350	11	TT	1985890	4890560	2805984	3081119869	1288119804	28,27	142037	131537					
869	B27B02762	11	TV	1984460	4884860	2930774	2282119881	28-2219808	206827	13,82	12,82	14,64	14,8	14,83	14,96	VII
860	B27B033865	11	TV	1989860	4890680	2958473	3041919887	19712219808	155461	11,96	11,46	14,09	14,35	14,45	14,61	VI
871	B27B03091	11	TT	1987880	4886700	2959001	3051119890	835319808	178182	141088	131688	6,64	6,97	7,16	7,3	VII
882	B27B03382	11	TT	1988609	4890561	3869267	815119808	193112319803	175387	164866	153866					
893	B27B03237	11	TT	1988800	4890860	3865166	3071219869	19282719876	182162	135052	125552					
904	B27B03289	11	TT	1989890	4888800	3866012	3061219896	16110119808	150753	126752	115553					
915	2807B0983	11	VT	1995298	4858890	3867271	2881919802	17112120088	181427	7,89	7,39	16,01	16,3	16,56	16,61	VIII
926	B27B03281	11	TT	1998263	4888603	3369687	2283619990	28-2219885	170486	76134	65134					
937	B27B03714	21	TT	1998263	4888603	3369687	2782919802	2742619990	170489	6684	5684					
948	B27B03304	11	TV	1996800	4885260	3368986	3041119880	19282819808	168888	12,36	11,86					
959	B27B033816	11	TV	1998200	4882650	3368837	3041919887	19712219808	168856	12,96	12,46	15,4	15,67	15,78	15,97	IV
980	2807D0941	11	VT	1996880	4855370	3390945	28-1219862	17112220081	159938			13,72	13,94	14,15	14,18	VIII

Basisgegevens												Gemiddelden 1/6/99 tot 13/3/08				
ID	Naam	Filter Nr.	Bron	X-coord	Y-coord	Afstand tot infiltr. punt(m)	start datum	eind datum	MV	Filter onder	Filter boven	GLG	GG	GVG	GHG	GT
				[m]	[m]	[m]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
121	B27D0243	1	T	196980	485370	3709,5	14-2-1978	13-3-1987	9,18	6,64	6,14					
122	B27B0170	1	T	197570	490440	3723,8	29-4-1976	28-2-1986	16,91	12,99	11,99					
123	B27B0170	2	T	197570	490440	3723,8	27-2-1969	28-6-1972	17,38	5,88	4,88					
124	B27D0114	1	T	195760	484640	3754,0	14-3-1951	3-1-2008	13,33	-5	-24					
125	27DL0107	1	V	194270	484440	3780,6	14-9-1987	17-12-2008	15,92			13,65	13,93	14,17	14,28	VIII
126	27BP0001	1	V	190810	488350	3782,7	10-1-1980	2-10-2008	37,55			9,67	9,9	9,9	10,06	VIII
127	B27B0174	1	T	198140	489560	3799,1	27-2-1969	14-1-2008	11,48	2,16	1,16					
128	27DP9011	1	V	192020	485400	3805,8	21-10-1993	1-1-2009	20,67			19,76	19,94	20,05	20,15	IV
129	B27B0273	1	T	196600	491440	3806,9	28-3-1969	28-2-1986	29,16	16,16	15,16					
130	27DP9004	1	V	192590	484900	3864,7	6-10-1993	1-1-2009	18,8			18,1	18,25	18,33	18,4	II
131	27D-0490	1	V	195071	484231	4005,0	25-5-2005	17-12-2008	14,73							
132	27DL0018	1	V	195070	484230	4005,9	14-1-1980	29-8-2000	14,84							
133	B27D0248	1	T	195100	484230	4009,6	13-9-1963	14-10-1976	14,84	11,31	10,81					
134	B27D0231	1	T	198120	486290	4016,9	14-11-1952	17-7-1967	6,92							
135	B27D0235	1	T	198140	486190	4083,0	28-11-1953	14-9-1976	7,37	5,77	5,27					
136	B27D0247	1	T	195100	484150	4088,9	28-1-1958	13-3-1959	14,36	11,86	11,36					
137	B27B0169	1	T	197700	490880	4100,9	27-2-1969	28-10-1973	19,64	8,14	7,14					
138	27DP9010	1	V	191620	485350	4121,1	21-10-1993	1-1-2009	21,99			20,13	20,36	20,57	20,63	VII
139	B27D0251	1	T	195920	484280	4146,1	13-5-1962	17-9-1990	10,74	8,19	7,69					
140	B27D0250	1	T	195880	484230	4181,0	28-1-1958	14-2-1961	11,68	10,31	9,81					
141	27D-0489	1	V	192323	484640	4226,4	19-5-2005	1-1-2009	19,72							
142	27DL0016	1	V	192240	484670	4246,5	14-1-1980	19-5-2005	19,82							
143	B27D0090	1	T	194390	483900	4311,6	15-1-1990	13-3-2008	14,62	-4,3	-5,38	13,52	13,78	13,98	14,11	IV
144	B27D0252	1	T	196260	484220	4322,6	28-1-1958	16-4-1974	10,96	7,46	6,96					

Basisgegevens												Gemiddelden 1/6/99 tot 13/3/08				
ID	Naam	Filter Nr.	Bron	X-coord	Y-coord	Afstand tot infiltr. punt(m)	start datum	eind datum	MV	Filter onder	Filter boven	GLG	GG	GVG	GHG	GT
				[m]	[m]	[m]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
145	B27B0280	1	T	198695	489613	4339,1	8-9-1972	14-3-1989	9,61	5,11	4,61					
146	B27B0099	1	T	198960	488270	4370,5	28-1-1950	15-8-2005	7,99	-4,21	-24,21					
147	B27D0245	1	T	197920	485160	4513,7	16-12-1952	14-2-1973	6,19							
148	B27D0361	1	T	196255	484003	4521,7	28-3-1972	28-10-1981	9,81	5,68	5,18					
149	B27D0359	1	T	195708	483813	4534,0	28-3-1972	1-5-1985	10,61	7,54	7,04					
150	B27B0013	1	T	197870	491410	4584,5	23-9-1958	27-4-1990	26,01	10,21	9,21					
151	B27B0243	1	T	197910	491390	4599,3	14-6-1990	13-3-2008	25,73	10,83	9,83	13,72	13,86	13,96	13,98	VIII
152	B27D0264	1	T	196040	483830	4610,9	28-1-1958	14-4-1965	10,5	8,94	8,44					
153	B27D0265	1	T	196040	483820	4620,4	13-8-1965	13-2-1976	10,27	7,74	7,24					
154	B27D0363	1	T	196187	483838	4651,7	27-7-1979	1-5-1985	10,2	7,17	6,17					
155	B27D0362	1	T	196185	483833	4655,7	28-3-1972	13-10-1978	10,43	6,11	5,61					
156	27BP0002	1	V	190160	489710	4678,0	10-1-1980	18-9-2000	25,66							
157	27D-0496	1	V	190960	485250	4682,0	21-9-2006	1-1-2009	27,5							
158	B27D0256	1	T	197080	484240	4683,7	14-2-1978	13-3-2008	8,63	6,71	5,63	6,78	7,05	7,24	7,33	VII
159	B27D0255	1	T	197130	484260	4693,7	16-12-1952	13-5-1977	8,64							
160	27DP0007	1	V	190910	485230	4733,4	2-1-1980	20-9-2006	28,38							
161	27DP9013	1	V	191740	484390	4763,6	22-10-1993	1-1-2009	21,38			19,93	20,12	20,21	20,35	VII
162	B27B0310	1	T	198830	490390	4769,0	14-12-1989	13-3-2008	11,66	7,77	6,77	10,64	10,81	10,86	11,01	IV
163	B27D0360	1	T	195613	483508	4809,1	28-3-1972	28-3-1984	11,65	7,45	6,95					
164	B27B0309	1	T	198923	490415	4863,1	8-9-1972	28-11-1989	11,26	8,72	8,22					
165	27D-0495	1	V	190280	485790	4941,5	21-9-2006	1-1-2009	27,77							
166	B27D0118	1	T	196078	483493	4943,3	28-3-1972	29-10-1979	11,19	6,54	6,04					
167	B27D0415	1	T	193720	483320	4963,8	14-4-1995	28-2-2009	16,4	14,61	13,61	15,44	15,63	15,63	15,85	IV
168	27DP9012	1	V	191210	484570	4965,1	22-10-1993	1-1-2009	23,38			20,56	20,77	20,98	21,04	VIII

Basisgegevens												Gemiddelden 1/6/99 tot 13/3/08				
ID	Naam	Filter Nr.	Bron	X-coord	Y-coord	Afstand tot infiltr. punt(m)	start datum	eind datum	MV	Filter onder	Filter boven	GLG	GG	GVG	GHG	GT
				[m]	[m]	[m]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
169	B27B0274	1	T	198390	491410	4969,8	28-3-1969	28-2-1986	25,6	13,6	12,6					
170	27DP9003	1	V	194300	483190	5025,4	30-9-1993	1-1-2009	14,09			13,33	13,55	13,72	13,82	II
171	27DP0001	1	V	190250	485640	5042,3	8-1-1980	21-9-2006	27,56							
172	B27D0414	1	T	193240	483305	5084,5	9-11-1994	14-3-2003	16,65	16,38	15,38					
173	B27D0412	1	T	192550	483535	5098,0	13-1-1995	28-2-2009	18,14	16,57	15,57	17,32	17,5	17,56	17,72	IV
174	B27B0009	1	T	197480	492500	5175,1	23-9-1958	29-8-1994	42,95	14,15	13,15					
175	B27D0413	1	T	192760	483290	5246,5	9-11-1994	28-2-2008	17,4	16,24	15,24					
176	B27D0266	1	T	196040	483160	5251,2	13-10-1952	15-1-1968	9,8							
177	B27D0388	1	T	192150	483555	5253,1	7-3-1989	14-6-1989	16,08	15,73	15,48					
178	B27D0388	2	T	192150	483555	5253,1	7-3-1989	14-6-1989	16,08	15,26	15,01					
179	B27D0389	1	T	192140	483555	5257,7	28-6-1989	28-2-2009	19,28	18,68	18,18	19,14	19,26	19,29	19,36	I
180	B27D0389	2	T	192140	483555	5257,7	28-6-1989	28-2-2009	19,28	17,16	16,66	19,13	19,25	19,29	19,35	I
181	B27D0390	1	T	192120	483555	5267,1	7-3-1989	28-12-2008	19,27	18,74	18,49	19,07	19,21	19,26	19,31	I
182	B27D0391	1	T	192110	483555	5271,8	7-3-1989	28-9-1994	19,37	18,88	18,63					
183	B27D0392	1	T	192100	483560	5272,1	28-6-1989	28-10-2008	19,4	18,62	18,37	19,16	19,31	19,36	19,4	I
184	B27D0393	1	T	192095	483560	5274,4	28-6-1989	28-5-1991	19,26	18,83	18,58					
185	B27D0393	2	T	192095	483560	5274,4	28-6-1989	14-9-2007	19,26	18,91	18,66					
186	B27D0393	3	T	192095	483560	5274,4	28-6-1989	14-7-1999	19,26	17,25	16,75					
187	B27D0258	1	T	197980	484160	5279,2	14-5-1963	14-1-1971	5,96	4,35	3,85					
188	B27D0257	1	T	198010	484180	5283,3	16-12-1952	14-8-1962	6,15							
189	B27D0404	1	T	193245	482995	5382,7	28-9-1989	28-2-2009	15,8	15,18	14,68	15,45	15,57	15,55	15,7	I
190	B27D0404	2	T	193245	482995	5382,7	28-9-1989	28-2-2009	15,8	13,22	12,72	15,4	15,52	15,5	15,65	I
191	B27D0409	1	T	192050	483450	5392,6	14-4-1995	14-10-2008	19,45	18,43	17,43					
192	B27D0410	1	T	192345	483280	5414,4	14-4-1995	14-8-1998	18,43	16,98	15,98					

Basisgegevens												Gemiddelden 1/6/99 tot 13/3/08				
ID	Naam	Filter Nr.	Bron	X-coord	Y-coord	Afstand tot infiltr. punt(m)	start datum	eind datum	MV	Filter onder	Filter boven	GLG	GG	GVG	GHG	GT
				[m]	[m]	[m]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
193	B27B0387	1	V	199040	490760	9832,4	28-9-2004	28-12-2008	20,92	0,12	-0,88					
194	B27B0287	1	T	191970	492980	5444,8	14-2-1989	20-3-2008	11,27	0,39	-0,69	4.98	5.19	5.37	5.41	VIII
195	B27D0262	1	T	199000	484940	5488,3	15-12-1952	14-12-1979	4,36							
196	B27D0411	1	T	192175	483230	5532,0	14-4-1995	28-12-2008	19,43	18,67	17,67					
197	B27D0419	1	T	192730	482985	5543,4	9-11-1994	28-2-2009	17,24	16,13	15,13	16,52	16,64	16,66	16,78	II
198	27DP9002	1	V	192560	483020	5570,1	30-9-1993	1-1-2009	17,84			17,1	17,23	17,29	17,41	II
199	B27D0420	1	T	193025	482790	5638,5	9-11-1994	28-2-2009	16,08	14,35	13,35	15,52	15,65	15,64	15,8	II
200	B27D0270	1	T	197070	483060	5713,3	13-10-1952	14-11-1972	8,19							
201	B27D0269	1	T	197740	483400	5747,2	17-12-1952	28-5-1997	6,48	4,91	4,41					
202	B27D0418	1	T	192370	482830	5817,3	9-11-1994	28-2-2009	18,1	16,95	15,95	17,24	17,42	17,46	17,66	IV
203	B27D0417	1	T	192065	482890	5886,1	9-11-1994	28-2-2009	19,23	17,62	16,62	18,61	18,71	18,74	18,82	II
204	B27D0278	1	T	195520	482240	6039,0	15-10-1952	17-9-1990	11,24	8,65	8,15					
205	B27D0272	1	T	198970	483990	6080,1	16-12-1952	14-6-1972	5,44							
206	B27B0005	1	T	193960	494340	6165,3	28-1-1959	28-8-2004	11,94	-0,86	-1,86					
207	27DP0114	1	V	195810	482100	6227,7	17-4-1990	11-12-2008	9,84			8,65	9,08	9,29	9,55	III
208	B27D0115	1	T	195820	482090	6239,4	14-3-1951	28-3-1990	10,08		-27,41					
209	B27D0274	1	T	198380	483230	6255,8	13-10-1952	14-12-1977	5,69							
210	B27D0275	1	T	198380	483220	6263,7	28-4-1978	15-10-1990	5,69	3,23	2,73					
211	B27D0279	1	T	197300	482330	6471,7	14-10-1952	13-6-1975	6,41							
212	27DL0039	1	V	196480	481260	7199,5	14-1-1980	29-8-2000	7,73							
213	B27B0004	1	T	197440	494840	7219,4	23-9-1958	28-8-2004	30,47	11,27	10,27					
214	B27B0305	1	T	191100	494670	7345,1	14-2-1989	20-3-2008	4,86	2,44	1,36	3.44	3.84	4.13	4.29	VI
215	B27B0304	1	T	191350	494980	7508,1	11-6-1985	12-2-1988	4,77		2,77					
216	27B-0389	1	V	192330	496960	9040,1	16-7-2004	17-12-2008	2,09							

Toelichting

ID: object code gebruikt in figuur 5.4

Naam: code van de peilbuis

Filternummer: nummer van de eventuele aanwezige verschillende filters

Bron: V staat voor Vitens en T voor TNO

X- en Y- coördinaten

Afstand tot het infiltratiepunt

Begin en eind datum van de meting

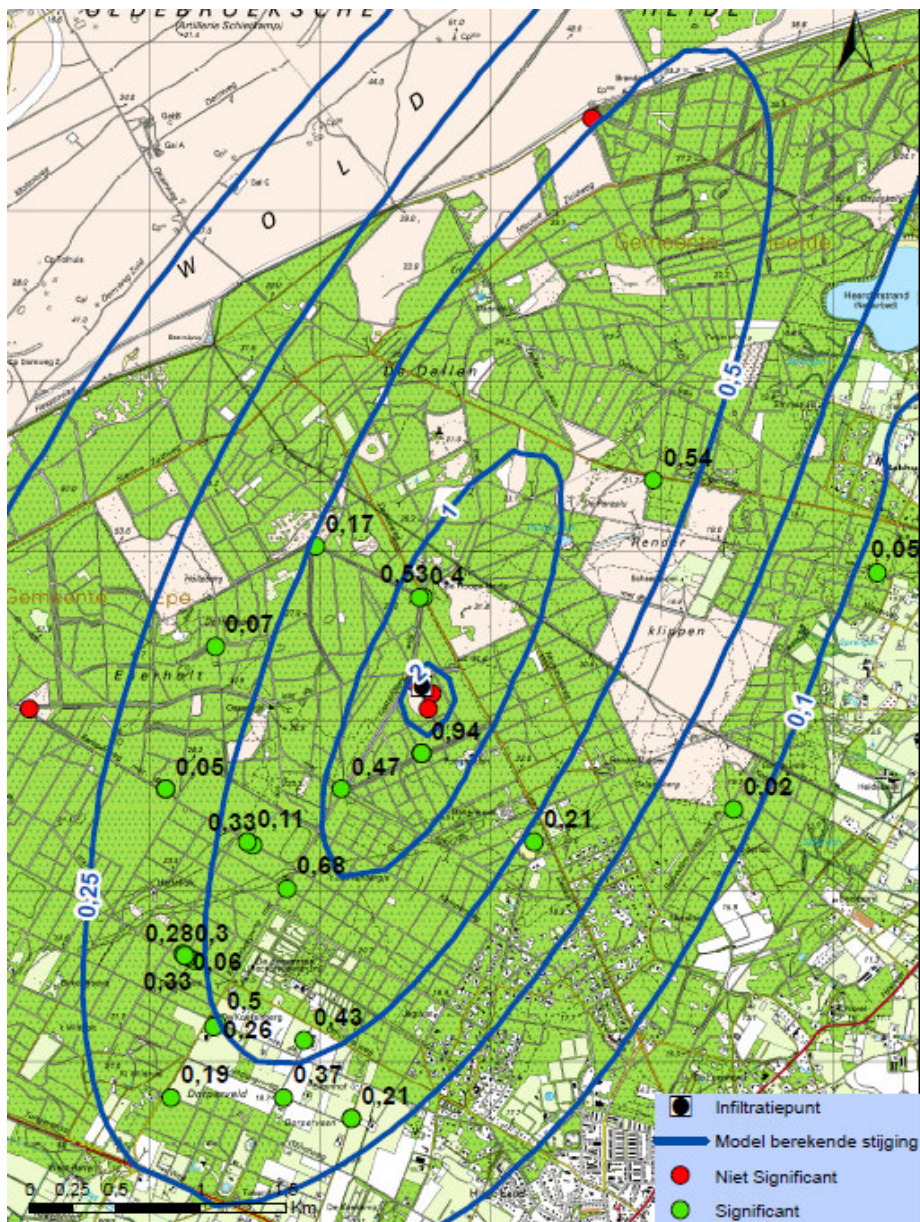
MV: Maaiveld niveau

Filter onder en boven: de diepte tov NAP waarop de filter zich bevindt

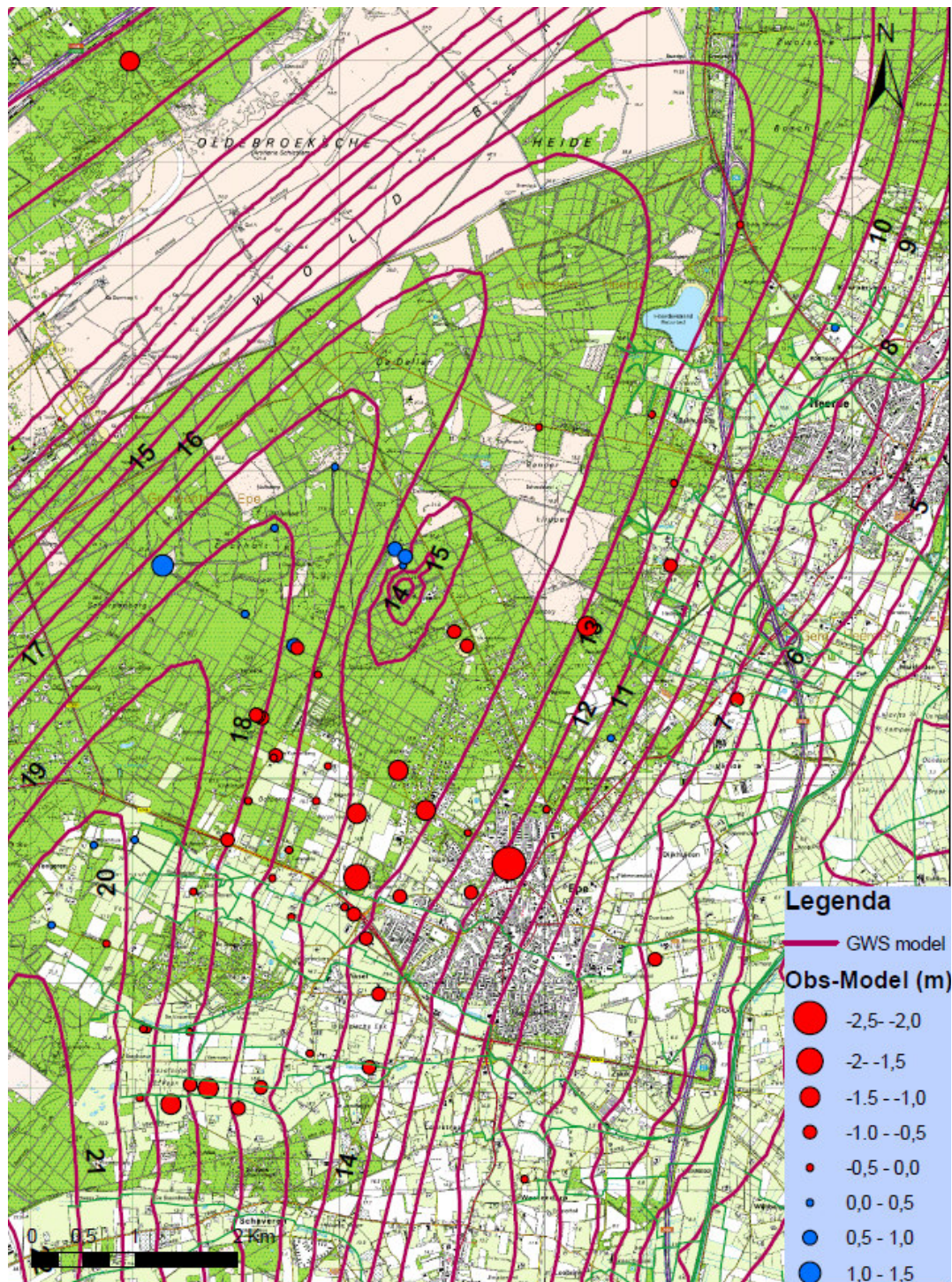
GxG- waarden

GT: berekende grondwatertrap

BIJLAGE 6 Gemeten en gemodelleerde stijging



BIJLAGE 7 Gemeten en gemodelleerde Gemiddelde grondwaterstand



BIJLAGE 8 Samenstelling verschillende locaties

LOCATIE		Klaarbeek-Zuuk, oppervlaktewater				Innamepunt Zandvang, bij Hertekamp				Peilput 27BP0263 5,8-6,1 m-mv				Winputten A6,A7,A8,A9, B5,B6,B7,B8,B9				PB 27BP0356 14,0-15,0 m-mv			
Parameter:	Eenheid	Min	Max	gem	N	Min	Max	gem	N	Min	Max	gem	N	Min	Max	gem	N	Min	Max	gem	N
zuurgraad	pH	6.57	8.57	7.45	199	6.92	7.91	7.38	38.00	7.11	7.11	7.11	1	5.95	6.93	6.33	16	7.24	7.24	7.24	1
calcium	mg/l	20.00	35.00	25.88	28	13.00	30.70	24.74	38.00	28.40	28.40	28.40	1	6.00	22.50	9.91	100	25.20	25.20	25.20	1
chloride	mg/l	8.83	76.00	15.93	199	9.00	21.00	13.84	38.00	19.00	19.00	19.00	1	8.00	16.00	12.13	120	13.00	21.00	16.00	3
waterstof carbonaat	mg/l					37.00	79.00	60.13	38.00	60.00	60.00	60.00	1	5.00	58.00	24.66	120	53.00	58.00	56.33	3
natrium	mg/l	8.94	13.10	10.66	28	7.75	34.00	10.65	38.00					7.50	9.90	8.46	8	11.00	11.00	11.00	1
ammonium	mg/l	0.03	0.46	0.14	199	0.05	0.84	0.19	37.00	0.05	0.05	0.05	1	0.00	0.05	0.05	88	0.05	0.05	0.05	3
nitraat	mg/l	1.00	3.88	1.46	64	1.00	10.00	1.66	38.00	5.90	5.90	5.90	1	1.00	8.80	3.85	79	1.50	4.00	2.60	3
sulfaat	mg/l	14.00	43.30	23.46	199	14.00	33.00	24.74	38.00	30.00	30.00	30.00	1	6.00	26.00	14.63	80	24.00	29.00	26.67	3
magnesium	mg/l	2.40	3.66	2.89	28	1.99	3.21	2.77	38.00	3.30	3.30	3.30	1	1.10	3.10	1.82	100	2.62	2.62	2.62	1
ijzer	mg/l	1.05	5.12	2.62	12	0.31	18.00	3.01	209.0	0.02	0.02	0.02	1	0.01	0.65	0.18	60	0.02	0.02	0.02	1
mangaan	mg/l	0.08	0.36	0.24	12	0.08	0.44	0.25	38.00	0.01	0.01	0.01	1	0.01	0.08	0.03	60	0.01	0.01	0.01	1
hardheid, totaal	mmol/l					0.40	0.90	0.73	38.00					0.28	3.90	1.30	24	0.76	4.30	2.53	4
EGV	mS/m	9.10	45.20	20.62	199	11.60	21.50	18.26	38.00	19.60	19.60	19.60	1	9.00	18.00	11.77	48	18.20	18.20	18.20	1
zwevende stof	mg/l	2.40	114.0	10.32	52	2.00	360	12.38	207.0												

BIJLAGE 9 Vergelijking Infiltratiewaarde aan IB-toetsingswaarden

Parameter	Eenheid	Toetsings- waarde	minimum	maximum	gemiddel de	aantal metingen	Aantal overschrijdingen	eerste meting	laatste meting
Macroparameters									
zuurgraad	pH	nvt	6.92	7.91	7.38	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
zwevende stof	mg/l	0.50	2.00	360.00	12.38	207.00	207	1/5/1900	12/5/2009
calcium	mg/l	nvt	13.00	30.70	24.74	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
chloride	mg/l	200.00	9.00	21.00	13.84	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
waterstofcarbona at	mg/l	nvt	37.00	79.00	60.13	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
natrium	mg/l	120.00	7.75	34.00	10.65	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
ammonium	mg/l	3.21	0.05	0.84	0.19	37.00	0	1/17/2006	11/2/2009
nitraat	mg/l	25.00	1.00	4.70	1.78	37.00	0	1/17/2006	11/2/2009
totaal fosfaat	mg/l	1.23	0.09	1.60	0.22	38.00	1	1/17/2006	11/2/2009
sulfaat	mg/l	150.00	14.00	33.00	24.74	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
fluoride	mg/l	1.00	0.05	0.06	0.05	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
cyaniden totaal	µg/l	10.00	2.00	5.00	4.92	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
Zware metalen									
arseen	µg/l	10.00	1.18	10.00	4.15	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
barium	µg/l	200.00	15.90	127.00	26.86	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
cadmium	µg/l	0.40	0.10	0.20	0.11	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
cobalt	µg/l	20.00	0.20	4.00	0.75	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
chromium	µg/l	2.00	0.50	4.00	1.07	38.00	1	1/17/2006	11/2/2009
koper	µg/l	15.00	4.00	20.00	10.59	38.00	3	1/17/2006	11/2/2009
kwik	µg/l	0.05	0.02	0.10	0.09	40.00	33	1/17/2006	11/2/2009
nikkel	µg/l	15.00	1.00	10.00	1.66	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
lood	µg/l	15.00	0.55	10.00	1.28	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
zink	µg/l	65.00	5.00	20.00	7.20	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
Parameter	Eenheid	Toetsings-	minimum	maximum	gemiddel	aantal	Aantal	eerste	laatste

		waarde			de	metingen	overschrijdingen	meting	meting
Bestrijdingsmiddelen									
som	µg/l	0.50	<	<	<	248.00	0		
Organochloorbestrijdingsmiddelen									
Som	µg/l	0.10	<	<	<	108.00	0		
endosulfan	µg/l	0.05	0.02	0.02	0.02	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
a-HCH	µg/l	0.05	0.02	0.02	0.02	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
g-HCH (lindaan)	µg/l	0.05	0.02	0.02	0.02	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
DDT incl. DDD & DDE	µg/l	0.05	0.02	0.02	0.02	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
dichloorpropeen	µg/l	0.05							
aldrin	µg/l	0.05	0.02	0.02	0.02	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
dieldrin	µg/l	0.05	0.02	0.02	0.02	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
endrin	µg/l	0.05	0.02	0.02	0.02	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
heptachloor	µg/l	0.05	0.02	0.02	0.02	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
heptachloorepoxide	µg/l	0.05	0.05	0.05	0.05	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
hexachloorbutadiën	µg/l	0.05	0.05	0.05	0.05	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009
hexachloorbenzenen	µg/l	0.05	0.02	0.02	0.02	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
organofosforbestrijdingsmiddelen									
azinfos-methyl	µg/l	0.10	0.05	0.05	0.05	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
dichloorvos	µg/l	0.10	0.05	0.05	0.05	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
dimethoaat	µg/l	0.10	0.05	0.05	0.05	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
mevinfos	µg/l	0.10	0.05	0.05	0.05	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
parathion	µg/l	0.10	0.05	0.05	0.05	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
Parameter	Eenheid	Toetsings-	minimum	maximum	gemiddel	aantal	Aantal	eerste	laatste

			waarde			de	metingen	overschrijdingen	meting	meting
triazines/triazinonen/analiden										
Atrazine	µg/l	0.10	0.05	0.05	0.05	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
simazine	µg/l	0.10	0.05	0.05	0.05	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
metolachloor	µg/l	0.10					0			
chloorfenoxylherbiciden										
MCPA	µg/l	0.10	0.02	0.05	0.03	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
mecoprop	µg/l	0.10	0.02	0.05	0.03	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
2,4 D	µg/l	0.10	0.05	0.10	0.06	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
ureumherbiciden							0			
chloortoluron	µg/l	0.10	0.02	0.10	0.04	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
isoproturon	µg/l	0.10	0.01	0.10	0.04	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
metoxuron	µg/l	0.10	0.01	0.10	0.04	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
linuron	µg/l	nvt	0.05	0.10	0.06	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
chloorbromuron	µg/l	nvt	0.02	0.10	0.04	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
diuron	µg/l	nvt	0.01	0.10	0.04	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
monuron	µg/l	0.10	0.01	0.10	0.04	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
chloorfenolen										
trichloorfenolen	µg/l	0.10	0.10	0.10	0.10	7.00		3/24/2006	3/16/2009	
tetrachloorfenol	µg/l	0.10	0.10	0.10	0.10	7.00		3/24/2006	3/16/2009	
pentachloorfenol	µg/l	0.10	0.10	0.10	0.10	7.00		3/24/2006	3/16/2009	
diversen										
dinoseb	µg/l	0.10								
2,4 dinitrofenol	µg/l	0.10					0			
bentazon	µg/l	0.10	0.01	0.05	0.02	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
olie							0			
minerale olie	µg/l	200.00	50.00	50.00	50.00	6.00	0	3/24/2006	3/16/2009	
Parameter	Eenheid	Toetsings- waarde	minimum	maximum	gemiddel de	aantal metingen	Aantal overschrijdingen	eerste meting	laatste meting	

PAK's										
	acenaftheen	µg/l	nvt	0.01	0.02	0.01	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
	fluoreen	µg/l	nvt	0.01	0.01	0.01	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
	naftaleen	µg/l	0.10	0.01	0.04	0.01	45.00	0	1/17/2006	11/2/2009
	anthraceen	µg/l	0.02	0.01	0.01	0.01	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
	fenanthreen	µg/l	0.02	0.01	0.02	0.01	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
	chryseen	µg/l	0.02	0.01	0.01	0.01	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
PAK(6 Borneff)	fluorantheen	\						0		
PAK(6 Borneff)	benzo(a)anthracen							0		
PAK(6 Borneff)	benzo(k)fluorantheen	- µg/l	S 0,1	0.01	0.01	0.01	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
PAK(6 Borneff)	benzo(a)pyreen							0		
PAK(6 Borneff)	benzo(ghi)perylene							0		
PAK(6 Borneff)	indeno(123cd)pyreen	/						0		
Gehalogeneerde koolwaterstoffen										
	trichlooretheen	µg/l	0.50					0		
	tetrachlooretheen	µg/l	0.50					0		
	trihalomethanen	µg/l	2.00					0		
	dichloorfenolen	µg/l	0.50	0.10	0.10	0.10	7.00	0	3/24/2006	3/16/2009
	AOX	µg/l	30.00	10.00	32.00	13.58	38.00	1	1/17/2006	11/2/2009
	Parameter	Eenheid	Toetsingswaarde	minimum	maximum	gemiddelde	aantal metingen	Aantal overschrijdingen	eerste meting	laatste meting

Aromaten										
benzeen	µg/l	nvt	0.01	0.05	0.04	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009	
tolueen	µg/l	nvt	0.01	0.10	0.05	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009	
xyleen	µg/l	nvt	0.01	0.05	0.03	38.00	0	1/17/2006	11/2/2009	

BIJLAGE 10 Waterkwaliteit innamepunt Zuuk

parameter	eenheid	minimum	maximum	Gemiddelde	aantal metingen	eerste meting	laatste meting
1,2-dichloorbenzeen	µg/l	0.20	0.20	0.20	1	10/16/2003	10/16/2003
1,2-xyleen	µg/l	0.20	0.20	0.20	2	10/16/2003	10/16/2003
1,3-dichloorbenzeen	µg/l	0.20	0.20	0.20	1	10/16/2003	10/16/2003
1,4-dichloorbenzeen	µg/l	0.20	0.20	0.20	1	10/16/2003	10/16/2003
2,2',3,4,4',5,5'-heptachloorbifenyyl	µg/l	0.01	0.01	0.01	1	6/18/2002	6/18/2002
2,2',3,4,4',5'-hexachloorbifenyyl	µg/l	0.01	0.01	0.01	1	6/18/2002	6/18/2002
2,2',4,4',5,5'-hexachloorbifenyyl	µg/l	0.01	0.01	0.01	1	6/18/2002	6/18/2002
2,2',4,5,5'-pentachloorbifenyyl	µg/l	0.01	0.01	0.01	1	6/18/2002	6/18/2002
2,2',5,5'-tetrachloorbifenyyl	µg/l	0.01	0.01	0.01	1	6/18/2002	6/18/2002
2,3',4,4',5-pentachloorbifenyyl	µg/l	0.01	0.01	0.01	1	6/18/2002	6/18/2002
2,3,4,5-tetrachloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,3,4,6-tetrachloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,3,4-trichloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,3,5,6-tetrachloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,3,5-trichloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,3,6-trichloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,3-dichloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,4,4'-trichloorbifenyyl	µg/l	0.01	0.01	0.01	1	6/18/2002	6/18/2002
2,4,5-trichloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,4,6-trichloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,4'-dichloordifenyldichloorethaan	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,4'-dichloordifenyldichlooretheen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,4'-dichloordifenyyltrichloorethaan	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,4-dichloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2,6-dichloorbenzamide	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
2,6-dichloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
2-chloorfenol	µg/l	0.10	0.10	0.10	2	6/18/2002	10/16/2003
3,4,5-trichloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
parameter	eenheid	minimum	maximum	Gemiddelde	aantal metingen	eerste meting	laatste meting

3,4-dichloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
3,5-dichloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
3-chloorfenol	µg/l	0.10	0.10	0.10	2	6/18/2002	10/16/2003
4,4'-dichloordifenyldichloorethaan	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
4,4'-dichloordifenyldichlooretheen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
4,4'-dichloordifenyldichloorethaan	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
4-chloorfenol	µg/l	0.10	0.10	0.10	2	6/18/2002	10/16/2003
4-dimethylaminosulphotoluidide	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
acenafteen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
aldrin	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
alfa-endosulfan	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
alfa-hexachloorcyclohexaan	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
aluminium	µg/l	50.00	225.00	108.00	12	1/10/2008	12/12/2008
ammonium	mg/l	0.03	0.46	0.14	199	1/13/1998	12/12/2008
Antimoon	µg/l	1.00	1.00	1.00	12	1/10/2008	12/12/2008
antraceen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
arseen	µg/l	2.00	8.20	4.28	12	1/10/2008	12/12/2008
atrazine	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
barium	µg/l	19.00	34.00	28.25	12	1/10/2008	12/12/2008
benzeen	µg/l	0.20	0.20	0.20	1	10/16/2003	10/16/2003
benzo(a)antraceen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
benzo(a)pyreen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
benzo(b)fluorantheen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
benzo(g,h,i)peryleen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
benzo(k)fluorantheen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
beta-hexachloorcyclohexaan	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
biochemisch zuurstofverbruik over 5 dagen	mg/l	2.00	2.00	2.00	4	3/23/2005	12/16/2005
bupirimaat	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
cadmium	µg/l	0.02	0.10	0.10	64	1/13/1998	12/12/2008
parameter	eenheid	minimum	maximum	Gemiddelde	aantal metingen	eerste meting	laatste meting

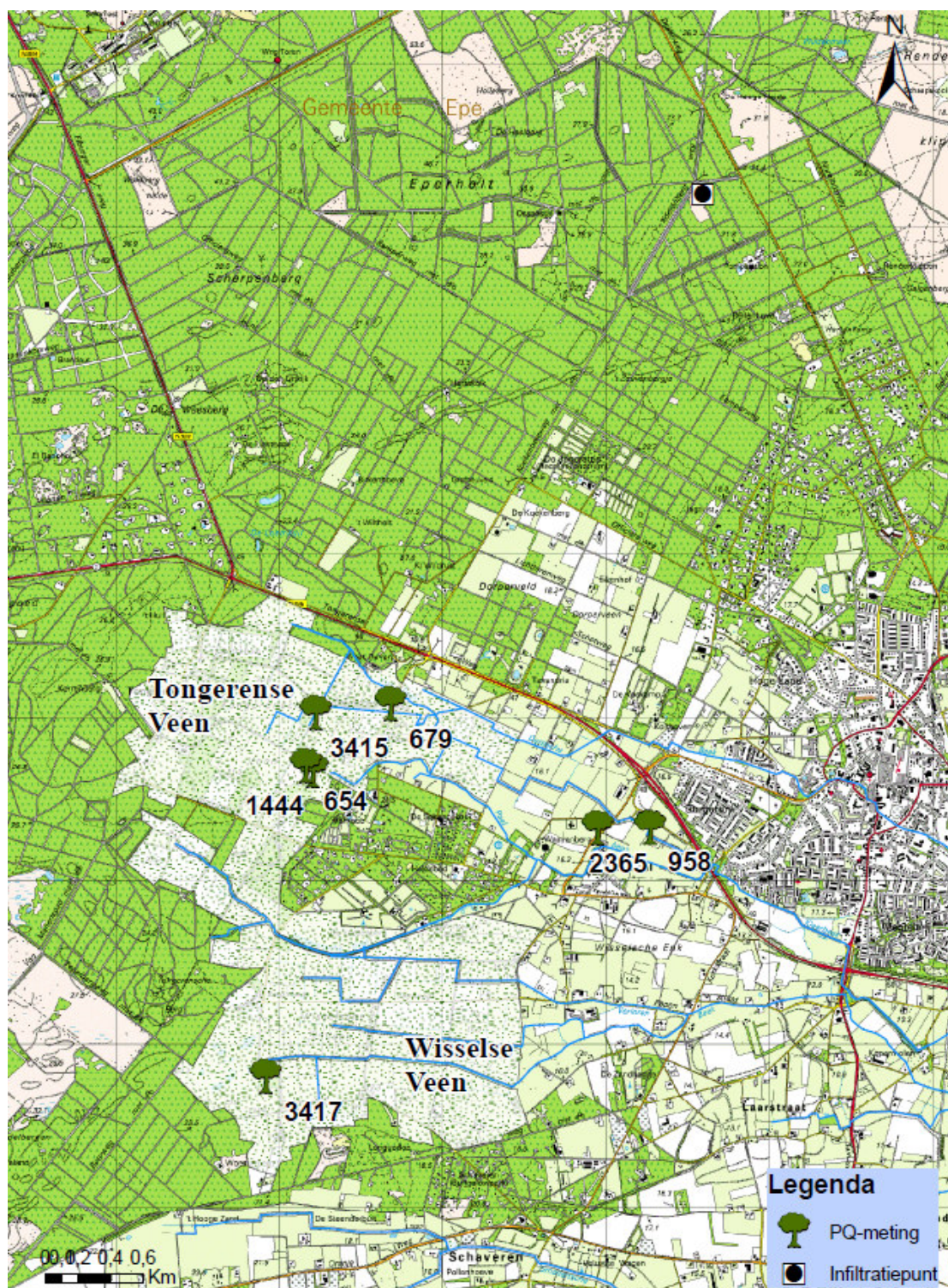
calcium	mg/l	20.00	35.00	25.88	28	2/10/1998	12/12/2008
carbaryl	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
chloorbenzeen	µg/l	0.20	0.20	0.20	1	10/16/2003	10/16/2003
chloorfenvinfos	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
chloorprofam	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
chloorthalonil	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
chloridazon	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
chloride	mg/l	8.83	76.00	15.93	199	1/13/1998	12/12/2008
chlorofyl-a	µg/l	10.00	10.00	10.00	7	6/18/2002	10/16/2003
chroom	µg/l	0.40	9.00	1.34	64	1/13/1998	12/12/2008
chryseen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
deltamethrin	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
desethylatrazine	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
desisopropylatrazine	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
diazinon	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
dibenzo(a,h)antraceen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
dichlobenil	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
dichloorvos	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
dieldrin	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
dimethoat	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
dimethomorf	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
dodemorf	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
Doorzicht	cm	1.00	90.00	43.91	199	1/13/1998	12/12/2008
endrin	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
esfenvaleraat	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
ethofumesaat	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
ethylazinfos	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
ethylbenzeen	µg/l	0.20	0.20	0.20	1	10/16/2003	10/16/2003
ethylparathion	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
parameter	eenheid	minimum	maximum	Gemiddelde	aantal metingen	eerste meting	laatste meting
fenanthreen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003

fenoltaleine alkaliniteit	mmol/l	0.00	0.04	0.03	28	2/10/1998	12/12/2008
fenoxycarb	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
Feofytine a	µg/l	0.01	0.01	0.01	7	6/18/2002	10/16/2003
fluorantheen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
fluoreen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
flutolanil	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
furalaxyl	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
gamma-hexachloorcyclohexaan (lindaan)	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
Geleidendheid	mS/m	9.10	45.20	20.62	199	1/13/1998	12/12/2008
heptachloor	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
heptachloorepoxide	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
hexachloorbenzeen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
ijzer	mg/l	1.05	5.12	2.62	12	1/10/2008	12/12/2008
indeno(1,2,3-c,d)pyreen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
isodrin	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
kalium	mg/l	1.30	6.00	2.86	28	2/10/1998	12/12/2008
kobalt	µg/l	1.00	1.10	1.01	12	1/10/2008	12/12/2008
koper	µg/l	0.62	5.04	1.53	64	1/13/1998	12/12/2008
kresoxim-methyl	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
kwik	µg/l	0.00	0.06	0.01	64	1/13/1998	12/12/2008
lood	µg/l	0.18	5.00	3.94	64	1/13/1998	12/12/2008
Magnesium	mg/l	2.40	3.66	2.89	28	2/10/1998	12/12/2008
malathion	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
Mangaan	µg/l	82.00	360.00	242.75	12	1/10/2008	12/12/2008
metalaxyl	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
metamitron	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
methidathion	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
methylazinfos	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
parameter	eenheid	minimum	maximum	Gemiddelde	aantal metingen	eerste meting	laatste meting
metolachloor	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003

metribuzin	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
mevinfos	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
molybdeen	µg/l	1.00	1.00	1.00	12	1/10/2008	12/12/2008
N,N-diethyl-3-methylbenzamide	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
naftaleen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
Natrium	mg/l	8.94	13.10	10.66	28	2/10/1998	12/12/2008
nikkel	µg/l	1.00	3.88	1.46	64	1/13/1998	12/12/2008
nitraat	mg/l	0.05	1.64	0.39	192	1/13/1998	12/12/2008
nitriet	mg/l	0.01	0.09	0.02	199	1/13/1998	12/12/2008
orthofosfaat	mg/l	0.00	0.22	0.02	199	1/13/1998	12/12/2008
parathion-methyl	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
pendimethalin	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
pentachloorfenol	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
pirimicarb	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
pirimifos-methyl	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
prochloraz	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
procimidon	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
propachloor	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
propazine	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
propoxur	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
prosulfocarb	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
pyreen	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
pyrimethanil	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
simazine	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
som 1,3- en 1,4-xyleen	µg/l	0.20	0.20	0.20	2	10/16/2003	10/16/2003
som cholinesteraseremmers	µg/l	0.10	0.10	0.10	1	6/18/2002	6/18/2002
som nitraat en nitriet	mg/l	0.05	1.28	0.34	166	8/21/2000	12/12/2008
stikstof Kjeldahl	mg/l	0.06	2.62	0.68	199	1/13/1998	12/12/2008
parameter	eenheid	minimum	maximum	Gemiddelde	aantal metingen	eerste meting	laatste meting
Stroomsnelheid	cm/s	0.00	80.00	20.20	186	1/13/1998	11/5/2007
sulfaat	mg/l	14.00	43.30	23.46	199	1/13/1998	12/12/2008

Tellurium	µg/l	0.20	0.20	0.20	12	1/10/2008	12/12/2008
Temperatuur	oC	0.70	21.80	11.69	199	1/13/1998	12/12/2008
terbutylazine	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
tetrahydroftaalimide	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
Thallium	µg/l	1.00	1.00	1.00	12	1/10/2008	12/12/2008
tin	µg/l	0.20	0.30	0.21	12	1/10/2008	12/12/2008
tolclofos-methyl	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
tolueen	µg/l	0.20	0.20	0.20	1	10/16/2003	10/16/2003
totaal alkaliniteit	mmol/l	0.81	1.46	1.06	28	2/10/1998	12/12/2008
totaal fosfaat	mg/l	0.02	0.83	0.09	199	1/13/1998	12/12/2008
trans-heptachloorepoxide	µg/l	0.01	0.01	0.01	2	6/18/2002	10/16/2003
triadimenol	µg/l	0.05	0.05	0.05	1	10/16/2003	10/16/2003
vanadium	µg/l	1.00	1.20	1.03	12	1/10/2008	12/12/2008
zilver	µg/l	1.00	1.00	1.00	12	1/10/2008	12/12/2008
zink	µg/l	3.40	20.57	6.85	64	1/13/1998	12/12/2008
zuurgraad	DIMSLS	6.57	8.57	7.45	199	1/13/1998	12/12/2008
zuurstof	%	4.60	139.90	50.43	396	1/13/1998	12/12/2008
Zwevende stof	mg/l	2.40	114.00	10.32	52	1/13/1998	12/4/2006

BIJLAGE 11 Ligging PQ's



BIJLAGE 12 Vegetatieopnamen PQ's

In deze bijlage zijn de vegetatieopnamen te vinden die gebruikt zijn voor de evaluatie van de ecologische effecten. Het gaat om de vegetatieopnamen van de volgende PQ's:

- Tongerense veen
 - PQ 654
 - PQ 769
 - PQ 958
 - PQ 1444
 - PQ 2365
 - PQ 3415
- Wisselse veen
 - PQ 3415

Per vegetatieopname is vermeld welke soorten zijn aangetroffen en wat de bedekking was. De bedekking is genoteerd volgens de vegetatieschaal van Tansley:

Code	Tansley	Bedekking / aantal
1	r	'rare': 1 of enkele exemplaren
2	l	lokaal meerdere exemplaren
3	o	'occasional': verspreid aanwezig, bedekking gering
4	lf	lokaal vrij veel aanwezig
5	f	'frequent': vrij veel, maar geen grote bedekking
6	la	lokaal abundant
7	a	'abundant': veel aanwezig of veel bedekkend (>20%)
8	ld/cd	lokaal dominant of co-dominant
9	d	'dominant': hoge (en hoogste) bedekking.

PQ 0654

Datum			09-06-1983	28-06-1996	03-07-2001	29-06-2005
opname nummer			101490	149607	158092	163837
<i>Calluna vulgaris</i>	Struikhei	186		1	2	2
<i>Campylopus pyriformis</i>	Breekblaadje	2637		2	1	
<i>Carex panicea</i>	Blauwe zegge	248	5			
<i>Drosera intermedia</i>	Kleine zonnedauw	417		4	3	4
<i>Erica tetralix</i>	Gewone dophei	473	9	4	4	4
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Veenpluis	476	5	4	4	4
<i>Hypnum cupre s.l. speci</i>	Gewoon klauwtjesmos (G)	2788	5			
<i>Hypnum jutlandicum</i>	Heideklauwtjesmos	2792		4	4	
<i>Juncus tenuis</i>	Tengere rus	690	5			
<i>Molinia caerulea</i>	Pijpenstrootje	832	5	4	4	4
<i>Myrica gale</i>	Wilde gagel	849	9	7	7	7
<i>Phragmites australis</i>	Riet	933	3			
<i>Quercus robur</i>	Zomereik	1037	1			
<i>Rhamnus frangula</i>	Sporkehout	530		2		
<i>Rhynchospora alba</i>	Witte snavelbies	1068			3	2
<i>Rhynchospora fusca</i>	Bruine snavelbies	1069			4	4
<i>Sphagnum denticulatum</i>	Geoord veenmos	2996		8	9	9
<i>Sphagnum palustre</i>	Gewoon veenmos	3015	3			
<i>Warnstorfia fluitans</i>	Vensikkelfmos	2705		1		

PQ 0769

Datum				30-05-1996	27-06-2001	07-06-2005
opname nummer				149528	158085	163829
Agrostis canina	Moerasstruisgras	1544		8	7	7
Anthoxanthum odoratum	Gewoon reukgras	66				2
Aulacomnium palustre	Roodviltmos	2544		3	2	2
Betula pubescens	Zachte berk	139		1	2	2
Brachytheciu rutabulum	Gewoon dikkopmos	2567		1	4	3
Calamagrostis canescens	Hennegras	173		3	4	2
Calliergon cordifolium	Hartbladig puntmos	2619		4	4	4
Calliergon stramineum	Sliertmos	2623			2	3
Calliergonel cuspidata	Gewoon puntmos	2620			4	4
Carex curta	Zompzegge	219		3	2	3
Carex nigra	Zwarte zegge	244		1	3	4
Carex rostrata	Snavelzegge	260				2
Cirsium palustre	Kale jonker	335		1		2
Dryopteris carthusiana	Smalle stekelvaren	426		3	3	3
Epilobium palustre	Moerasbasterdwederik	456			4	4
Eriophorum angustifolium	Veenpluis	476		5	4	3
Galium palustre	Moeraswalstro	2376				4
Hydrocotyle vulgaris	Gewone waternavel	641		4	4	4
Juncus acutiflorus	Veldrus	670		4	4	4
Juncus effusus	Pitrus	680		3	5	5
Lophocolea bidentata	Gewoon kantmos	3384		3		4
Lythrum salicaria	Grote kattenstaart	785				3
Plagiothecium species	Platmos (G)	2880				2
Polytrichum commune	Gewoon haarmos	2923			3	3
Potentilla palustris	Wateraardbei	346		4	7	6
Rhamnus frangula	Sporkehout	530				2
Rhytidiadel squarrosus	Gewoon haakmos	2976		4	4	4
Rubus fruticosus	Gewone braam	1634				2
Rumex acetosa	Veldzuring	1093		1	3	3
Salix aurita	Geoorde wilg	1117		3	2	6
Salix cinerea	Grauwe en Rossige wilg	1119			3	3
Sphagnum fallax	Fraai veenmos	3005				5
Sphagnum fimbriatum	Gewimperd veenmos	3006		2		5
Sphagnum species	Veenmos (G)	2995			5	
Sphagnum squarrosum	Haakveenmos	3023		5	5	7
Spiraea salicifolia	Theeboompje	1892				2
Warnstorfia fluitans	Vensikkemos	2705		4	4	4

PQ 0958

Datum				28-06-1996	28-08-2001	09-08-2005
opname nummer				149576	158135	163859
Agrostis stolonifera	Fioringras	18				2
Alisma plantago-aquatica	Grote waterweegbree	28		2	2	1
Callitriche platycarpa	Gewoon sterrenkroos	184		3		
Callitriche species	Sterrenkroos (G)	6097			2	
Caltha palust s. palus	Gewone dotterbloem	187				1
Equisetum fluviatile	Holpijp	463		2	3	
Equisetum palustre	Lidrus	466		3		2
Glyceria fluitans	Mannagras	584		4	4	2
Lemna minor	Klein kroos	723			3	4
Persicaria hydropiper	Waterpeper	972		1		
Phalaris arundinacea	Rietgras	930			3	
Potamogeton alpinus	Rossig fonteinkruid	986		4	4	3
Potamogeton crispus	Gekroesd fonteinkruid	990				2
Potamogeton natans	Drijvend fonteinkruid	995				5
Potamogeton polygonifolius	Duizendknoopfonteinkruid	1000		4	6	
Sparganium emersum	Kleine egelskop	1231		4	6	5
Sparganium erectum	Grote en Blonde egelskop	1229		3	4	3
Zygmales species	Draadwier	2131			5	

PQ 1444

Datum			17-07-1985	28-06-1996	03-07-2001	29-06-2005
opname nummer			114911	149608	158093	163838
Betula pendula	Ruwe berk	140	3			
Betula pubescens	Zachte berk	139	3	2	1	
Calluna vulgaris	Struikhei	186	1	1	1	
Campylopus pyriformis	Breekblaadje	2637		1		
Carex nigra	Zwarte zegge	244			1	3
Carex panicea	Blauwe zegge	248	3	4		
Drosera intermedia	Kleine zonnedaauw	417	6	4	4	4
Drosera rotundifolia	Ronde zonnedaauw	418		2		
Eleocharis palustris	Gewone waterbies	437			4	4
Erica tetralix	Gewone dophei	473	5	4	3	2
Eriophorum angustifolium	Veenpluis	476		4	4	5
Juncus bulbosus	Knolrus s.l.	2343		1	4	3
Juncus effusus	Pitrus	680	1	2		
Molinia caerulea	Pijpenstrootje	832	8	4	3	5
Myrica gale	Wilde gagel	849	5	5	2	2
Pinus sylvestris	Grove den	943		1		
Rhamnus frangula	Sporkehout	530	1		1	
Rhynchospora fusca	Bruine snavelbies	1069	6	7	5	5
Salix repens	Kruipwilg	1124	4			
Sphagnum denticulatum	Geoord veenmos	2996			9	8
Sphagnum fallax	Fraai veenmos	3005		5		
Sphagnum species	Veenmos (G)	2995	3			

PQ 2365

Datum			15-08-1985	20-05-1996	02-08-2001	09-08-2005
opname nummer			114975	149447	158125	163848
Acer pseudoplatanus	Gewone esdoorn	2		4	3	3
Agrostis capillaris	Gewoon struisgras	19		2	6	5
Agrostis stolonifera	Fioringras	18	3		4	
Alisma plantago-aquatica	Grote waterweegbree	28	1			
Alnus glutinosa	Zwarte els	36	9	9	9	9
Athyrium filix-femina	Wijfjesvaren	119	1			
Callitriche species	Sterrenkroos (G)	6097	5			
Calystegia sepium	Haagwinde	188		4	2	2
Carex ovalis	Hazenzegge	246				1
Dactylis glomerata	Kropaar	390				2
Deschampsia cespitosa	Ruwe smele	397		1		
Dicranella heteromalla	Gewoon pluïjesmos	2667			2	4
Dryopteris carthusiana	Smalle stekelvaren	426		2	2	2
Dryopteris dilatata	Brede stekelvaren	419		3	5	3
Elytrigia repens	Kweek	446		5	3	4
Epilobium tetragonum	Kantige basterdwederik s.l.	1642				1
Equisetum fluviatile	Holpijp	463	5	3	2	
Festuca arundinacea	Rietzwenkgras	514			3	2
Festuca rubra	Rood zwenkgras s.s.	520			3	2
Filipendula ulmaria	Moerasspirea	526	3			
Glechoma hederacea	Hondsdrif	582			2	
Glyceria fluitans	Mannagras	584	3			
Holcus lanatus	Gestreepte witbol	631		3		
Holcus mollis	Gladde witbol	632		7	5	5
Juncus effusus	Pitrus	680	3			1
Lemna minor	Klein kroos	723	2			
Lolium perenne	Engels raaigras	756		2		3
Lophocolea bidentata	Gewoon kantmos	3384		3		
Lysimachia vulgaris	Grote wederik	784	3		1	
Mnium hornum	Gewoon sterrenmos	2820		4	2	6
Persicaria hydropiper	Waterpeper	972	1			
Phalaris arundinacea	Rietgras	930		3	5	3
Plagiothecium nemorale	Groot platmos	2888				6
Poa trivialis	Ruw beemdgras	959		4	5	4
Polygonatum multiflorum	Gewone salomonszegel	964		1		
Prunus serotina	Amerikaanse vogelkers	1020		1		
Ranunculus acris	Scherpe boterbloem	1040			1	1
Ranunculus repens	Kruipende boterbloem	1056		1		
Rubus fruticosus	Gewone braam	1634	3	2	5	3
Scutellaria galericulata	Blauw glidkruid	1173	5			
Sparganium erectum	Grote en Blonde egelskop	1229	5	1	2	2
Stellaria media	Vogelmuur	1250		3		
Tarax. sect. Ruderalia	Gewone paardebloemen	2430		2		2
Valeriana officinalis	Echte valeriaan	1333	3			

PQ 3415

Datum			09-06-1983	06-05-1996	29-05-2001	30-05-2005
opname nummer			101378	149434	158079	163824
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	36	3	7	7	8
<i>Agrostis canina</i>	Moerasstruisgras	1544	5	4	4	5
<i>Angelica sylvestris</i>	Gewone engelwortel	60		1		
<i>Athyrium filix-femina</i>	Wijfjesvaren	119		2	3	3
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	139	3	5	5	5
<i>Brachytheciu rutabulum</i>	Gewoon dikkopmos	2567		1	4	3
<i>Calliergon cordifolium</i>	Hartbladig puntmos	2619			5	4
<i>Calliergonel cuspidata</i>	Gewoon puntmos	2620		3	5	4
<i>Calypogeia fissa</i>	Moerasbuidelmos	3321			3	
<i>Cardamine pratensis</i>	Pinksterbloem	205	3	3	3	2
<i>Carex curta</i>	Zompzegge	219	7	5	4	5
<i>Carex echinata</i>	Sterzegge	228		2	2	3
<i>Carex nigra</i>	Zwarte zegge	244			2	2
<i>Carex pseudocyperus</i>	Hoge cyperzegge	254	3	3	3	3
<i>Carex rostrata</i>	Snavelzegge	260		3	4	3
<i>Carex vesicaria</i>	Blaaszegge	267	1			
<i>Cirsium palustre</i>	Kale jonker	335		1	2	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Ruwe smele	397	3	3	5	5
<i>Dryopteris carthusiana</i>	Smalle stekelvaren	426	3	3	2	2
<i>Dryopteris dilatata</i>	Brede stekelvaren	419		2	3	5
<i>Eurhynchium praelongum</i>	Fijn laddermos	2729		4	5	5
<i>Galium palustre</i>	Moeraswalstro	2376	3	4	4	4
<i>Glyceria fluitans</i>	Mannagras	584		2	6	6
<i>Holcus lanatus</i>	Gestreepte witbol	631				1
<i>Hypnu cupre s.l. speci</i>	Gewoon klauwtjesmos (G)	2788				2
<i>Hypnum jutlandicum</i>	Heideklauwtjesmos	2792		1	3	1
<i>Juncus conglomeratus</i>	Biezenknoppen	679	3		2	2
<i>Juncus effusus</i>	Pitrus	680	1	5	3	3
<i>Lemna minor</i>	Klein kroos	723			6	4
<i>Leptodictyum riparium</i>	Beekmos	2512		2		
<i>Lonicera periclymenum</i>	Wilde kamperfoelie	759		3	2	3
<i>Lophocolea bidentata</i>	Gewoon kantmos	3384				1
<i>Lycopus europaeus</i>	Wolfspoot	780	3		3	3
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Grote wederik	784	4	4	4	5
<i>Melastiza species</i>	Korthaarschijfje	2942		3		
<i>Mentha aquatica</i>	Watermunt	813		2		
<i>Mnium hornum</i>	Gewoon sterrenmos	2820		4	4	4
<i>Molinia caerulea</i>	Pijpenstrootje	832	5	4	3	3
<i>Poa trivialis</i>	Ruw beemdgras	959			2	2
<i>Polytrichum commune</i>	Gewoon haarmos	2923		1		
<i>Pterygoneurum species</i>	Plaatjesmos (G)	2975				2
<i>Quercus robur</i>	Zomereik	1037			2	3
<i>Rhamnus frangula</i>	Sporkehout	530		1	1	1
<i>Rubus fruticosus</i>	Gewone braam	1634		1	2	2
<i>Rumex acetosa</i>	Veldzuring	1093			1	1
<i>Salix aurita</i>	Geoorde wilg	1117	3			1
<i>Salix cinerea</i>	Grauwe en Rossige wilg	1119	5	1	1	5
<i>Sorbus aucuparia</i>	Wilde lijsterbes	1227		3	3	3
<i>Sphagnum denticulatum</i>	Geoord veenmos	2996				4
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	Gewimperd veenmos	3006		2	4	3
<i>Sphagnum squarrosum</i>	Haakveenmos	3023		1	4	4
<i>Thuidium tamariscinum</i>	Gewoon thujamos	3046		4	4	5
<i>Viola palustris</i>	Moerasviooltje	1385		4	4	3

PQ 3417

Datum			10-6-1983	29-4-1996	18-6-2001	31-5-2005
opname nummer			101392	149444	158069	163816
Agrostis canina	Moerasstruisgras	1544	4	4	6	4
Alnus glutinosa	Zwarte els	36	7	6	7	7
Aulacomnium palustre	Roodviltmos	2544		1		1
Betula pubescens	Zachte berk	139	7	7	7	7
Brachytheciu rutabulum	Gewoon dikkopmos	2567			4	4
Calamagrosti canescens	Hennegras	173	3			
Cardamine flexuosa	Bosveldkers	202				4
Carex curta	Zompzegge	219	4	6	5	6
Carex echinata	Sterzegge	228		1	3	3
Carex nigra	Zwarte zegge	244			4	3
Carex rostrata	Snavelzegge	260	4	4	4	3
Cephalozia species	Maanmos (G)	3326		1		
Dicranum scoparium	Gewoon gaffeltandmos	2679		2	4	2
Dryopteris carthusiana	Smalle stekelvaren	426	3	3	4	4
Dryopteris dilatata	Brede stekelvaren	419		1	3	2
Epilobium tetragonum	Kantige basterdwederik	1642				1
Eurhynchium praelongum	Fijn laddermos	2729				4
Galeo bifid + G. tetra	Gespleten en Gewone	2222				1
Galium palustre	Moeraswalstro	2376				2
Glyceria fluitans	Mannagras	584			6	6
Holcus lanatus	Gestreepte witbol	631			4	5
Juncus conglomeratus	Biezenknoppen	679				2
Juncus effusus	Pitrus	680	3	1	4	3
Lonicera periclymenum	Wilde kamperfoelie	759			1	2
Lysimachia vulgaris	Grote wederik	784			2	
Mnium hornum	Gewoon sterrenmos	2820	5	5	5	5
Molinia caerulea	Pijpenstrootje	832	5	3		3
Molinia caerulea	Pijpenstrootje	832			3	
Phragmites australis	Riet	933	5		3	2
Plagio dentic v. denti		2884		1	4	
Poa trivialis	Ruw beemdgras	959		2		
Pohlia nutans	Gewoon peermos	2920			4	
Polytrichum commune	Gewoon haarmos	2923		1	4	4
Prunus serotina	Amerikaanse vogelker	1020			1	
Pseudoscleropodi purum	Groot laddermos	2942				2
Quercus robur	Zomereik	1037			2	3
Rhamnus frangula	Sporkehout	530	5		2	3
Rubus fruticosus ag.	Gewone braam	1634	3			2
Rubus idaeus	Framboos	1091				1
Salix aurita	Geoorde wilg	1117	3			
Salix cinerea	Grauwe en Rossige wi	1119			2	
Sorbus aucuparia	Wilde lijsterbes	1227	3	2	3	3
Sphagnum fallax	Fraai veenmos	3005				4
Sphagnum fimbriatum	Gewimperd veenmos	3006	5	5	5	5
Sphagnum palustre	Gewoon veenmos	3015		6	5	5
Sphagnum species	Veenmos (G)	2995	5			
Sphagnum squarrosum	Haakveenmos	3023	9		5	4
Tetraphis pellucida	Viertandmos	3035		1	3	2