KRW toetsing grondwater, 2012

Maasstroomgebied

Provincie Noord-Brabant

14 december 2012
Definitief rapport
9X3355

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONING NEDERLAND B.V.
WATER

Boschveldweg 21
Postbus 525
5201 AM 's-Hertogenbosch
+31 73 687 41 11 Telefoon
+31 73 612 07 76 Fax
info@den-bosch.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel	KRW toetsing grondwater, 2012 Maasstroomgebied
Verkorte documenttitel	KRW grondwater Maas
Status	Definitief rapport
Datum	14 december 2012
Projectnaam	KRW toetsing 2012
Projectnummer	9X3355
Opdrachtgever	Provincie Noord-Brabant de heer M. ten Harkel
Referentie	9X3355/R00004/900642/AH/DenB

Auteur(s)	ir. F.Th. Verhagen, ir. W. Swierstra, ir. F.C.J. van Herpen, drs. M.E. van Vliet, drs. A. Krikken, H. Vermue MSc. & dr. H.P. Broers (Deltares)
Collegiale toets	drs. A. Wielinga
Datum/paraaf	17-12-12 .....
Vrijgegeven door	ir. A.P. van den Berg
Datum/paraaf	17-12-12 .....

A company of Royal Haskoning

SAMENVATTING EN EINDOORDEEL

Het KRW grondwatermeetnet is in 2012 getoetst. Op basis van de metingen uit de afgelopen jaren is een oordeel gevormd over de toestand per grondwaterlichaam en de trends. Niet alle testen zijn (nog) uitgevoerd. Deze worden laten uitgevoerd. In tabel 0.1 en 0.2 wordt een samenvatting gegeven van het oordeel per test per grondwaterlichaam. In deze tabellen is ook te zien in welk onderdeel van het rapport de toetsing is uitgewerkt. De rapportage geeft een feitelijke beschrijving van de uitgevoerde toetsing. De rapportage geeft geen verklaring en uitleg over de gevonden toetsresultaten en trends.

Tabel 0.1: Beoordeling kwantitatieve toestand per test en per grondwaterlichaam

Onderdeel in rapport	**Hoofdstuk 1**	**(Nog) niet uitgevoerd**	**(Nog) niet uitgevoerd**	**(Nog) niet uitgevoerd**
Grondwater lichaam	**Evenwicht onttrekking - aanvulling**	**Intrusies**	**Effect op oppervlakte water**	**Effect op terrestrische natuur**
Zand Maas	●	●	●	●
Zout Maas	●	●	●	●
Duin Maas	●	●	●	●
Maas Slenk Diep	●	●	●	●
Krijt Maas	●	●	●	●

- ● goed
- ● ontoereikend
- ● onbekend

De grondwaterkwaliteit is zowel getoetst voor de bestaande drempelwaarden, als de nieuwe concept drempelwaarden. Tabel 0.2 is gebaseerd op de nieuwe drempelwaarden.

Tabel 0.2: Beoordeling kwalitatieve toestand per test en per grondwaterlichaam

Onderdeel in rapport	**Paragraaf 2.6**	**(Nog) niet uitgevoerd**	**Paragraaf 2.6**
Grondwater lichaam	**Nitraten**	**Bestrijdings middelen**	**Drempelwaarde stoffen**
Zand Maas	●	●	●
Zout Maas	●	●	●
Duin Maas	●	●	●
Maas Slenk Diep	●	●	●
Krijt Maas	●	●	●

- ● goed
- ● ontoereikend
- ● onbekend

Daarnaast is bepaald of in de afgelopen 12 jaar sprake is van een significant stijgende trend, zodanig dat de concentratie in 2021 boven de drempelwaarde of de norm komt. Dit is niet het geval voor stoffen die nu nog niet de norm of drempelwaarde overschrijden (hoofdstuk 3).

Voor de afzonderlijke waterwinningen bestemd voor menselijke consumptie is nagegaan of voor afzonderlijke stoffen in de afgelopen 10 jaar sprake is van een stijgende trend. Dit is het geval voor vier winningen (en vier verschillende stoffen). De opwaartse trend is echter zeer gering, zodat dit waarschijnlijk geen verhoging in zuiveringsinspanning geeft (hoofdstuk 4).

INHOUDSOPGAVE

			Blz.
1	TRENDS EVENWICHT ONTTREKKING-AANVULLING		1
	1.1	Meetdoel	1
	1.2	Opzet van het meetnet	1
	1.3	Resultaat trendanalyse	1
	1.4	Achtergronden bij de trendanalyse	3
	1.4.1	Gegevens verzamelen en beoordelen	3
	1.4.2	Filtering van de tijdreeksen	5
	1.4.3	Selectie van de beste tijdreeksmodellen	5
	1.5	Toelichting bij de grafieken en de gevolgde denklijn	6
2	TOESTAND GRONDWATERKWALITEIT		8
	2.1	Meetdoel	8
	2.2	Opzet van het meetnet	8
	2.3	Resultaat toetsing	9
	2.4	Resultaat toetsing in detail per diepteniveau en homogeen gebiedstype	10
	2.5	Resultaat toetsing in klei-veen gebied	12
	2.6	Toetsing en vergelijking nieuwe drempelwaarden	12
	2.7	Methodiek toetsing op hoofdlijnen	15
	2.8	Toelichting bij correctie databestand	16
3	TRENDS IN GRONDWATERKWALITEIT		18
	3.1	Meetdoel	18
	3.2	Opzet van het meetnet	18
	3.3	Resultaat trendbepaling	18
	3.4	Resultaat trendbepaling met leeftijdsbepaling	20
	3.5	Toelichting bij de methodiek van trend bepaling	23
4	TRENDS KWALITEIT ONTTROKKEN WATER		25
	4.1	Meetdoel	25
	4.2	Opzet van het meetnet	25
	4.3	Resultaat toetsing	26
	4.4	Resultaat trendbepaling	28
	4.5	Toelichting bij de gehanteerde methodiek	30
LITERATUUR			33

BIJLAGEN
1. Tijdreeksmodellen grondwaterstand per peilbuis
2. Statistieken per peilbuis voor trendanalyse grondwaterkwantiteit
3. Resultaten trendanalyse m.b.v. tritium-helium datering voor landbouw-droog
4. Pompstations met aangeleverde REWAB data
5. Resultaat van de REWAB toetsing
6. Normen en toetsingskader Drinkwaterbesluit
7. Resultaten trendbepaling kwaliteit onttrokken water

1 TRENDS EVENWICHT ONTTREKKING-AANVULLING

1.1 Meetdoel

Het meetdoel voor de monitoring van het evenwicht van grondwateronttrekkingen en grondwateraanvulling is als volgt:

Het zodanig meten van grondwaterstijghoogten dat voldoende betrouwbaar vastgesteld kan worden, of los van meteorologische invloeden, sprake is van een structurele doorgaande daling van grondwaterstijghoogten.

Dit betekent dat de stijghoogte wel verlaagd mag worden ten gevolge van grondwateronttrekkingen, maar niet op zodanige wijze dat de stijghoogtedaling op langere termijn blijft doorgaan. In dat geval wordt meer grondwater onttrokken uit de aquifer dan er aangevuld wordt en is sprake van 'uitputting' van grondwater. Het meetnet is erop gericht om uitputting van grondwater te kunnen signaleren. Er is sprake van uitputting als er gemiddeld in het gehele grondwaterlichaam een structurele daling in stijghoogte optreedt. Dit betekent dat individuele peilbuizen wel een structurele daling in stijghoogte mogen hebben.

1.2 Opzet van het meetnet

Voor het meetprogramma evenwicht aanvulling-onttrekking is gebruik gemaakt van het in 2005 samengestelde meetnet (TNO & Grontmij, 2005). Dit meetnet bestaat uit een selectie van peilbuizen uit het provinciale primaire stijghoogtemeetnet. De filters zijn verdeeld over verschillende dieptes.

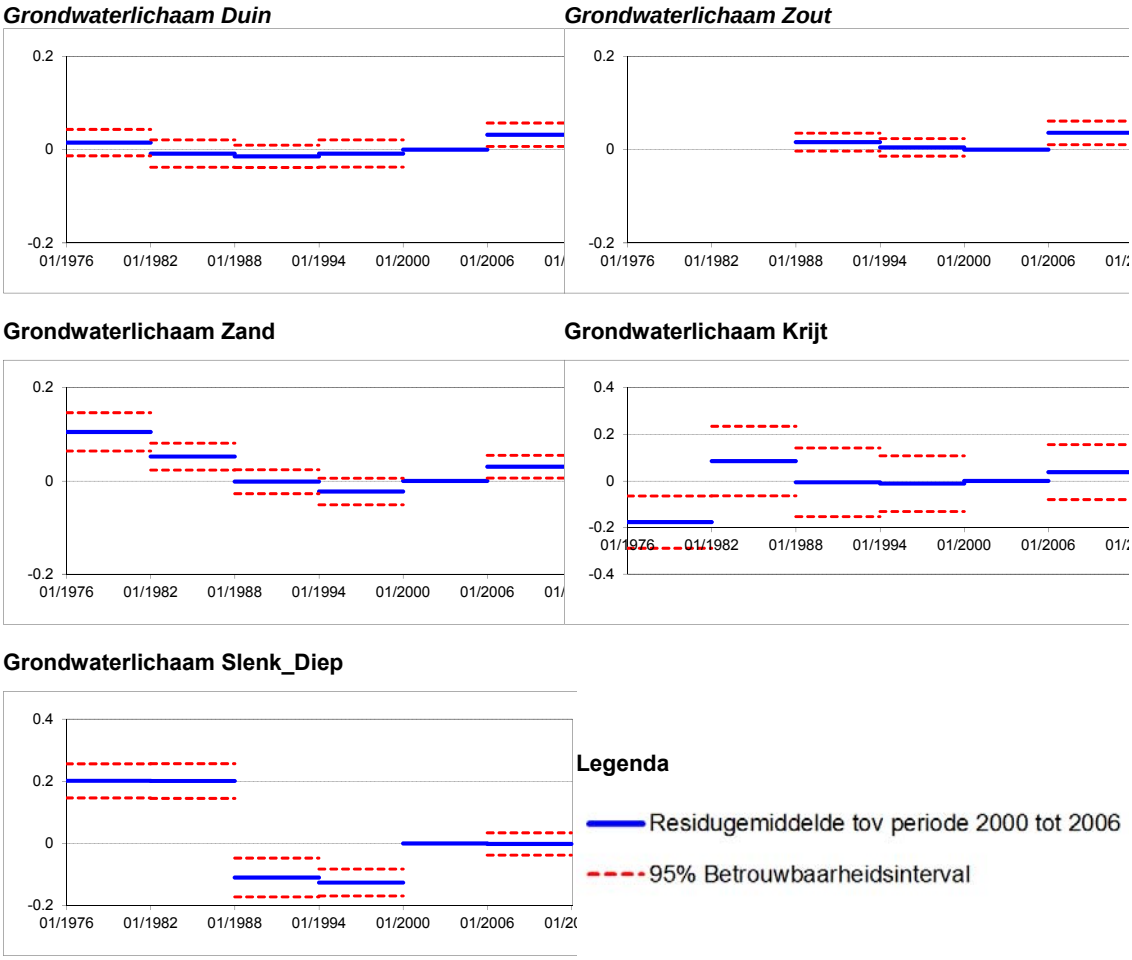
In totaal bestaat het meetnet uit 96 meetpunten, verdeeld over 5 grondwaterlichamen:

1) Grondwaterlichaam "Zout"	5 meetpunten
2) Grondwaterlichaam "Zand"	30 meetpunten
3) Grondwaterlichaam "Duin"	10 meetpunten
4) Grondwaterlichaam "Krijt"	25 meetpunten
5) Grondwaterlichaam "Slenk_Diep"	26 meetpunten

Sinds 2005 is de indeling in grondwaterlichamen aangepast. Het meetnet is hier sinds 2005 niet meer op aangepast. De bestaande meetpunten zijn door ons toegekend aan de nieuwe grondwaterlichamen.

1.3 Resultaat trendanalyse

Per grondwaterlichaam is de gemiddelde trend bepaald door de verschillende individuele trends per peilbuis over het grondwaterlichaam te middelen. Er is geen sprake van een dalende trend in de periode 2006-2012 ten opzichte van de referentieperiode 2000-2006 (zie figuur 1.1). De bovenkant van het betrouwbaarheidsinterval (rode lijn) ligt namelijk voor alle grondwaterlichamen hoger dan de gecorrigeerde grondwaterstand in de referentieperiode (blauwe lijn).



Figuur 1.1: Resultaat trendanalyse voor de zes grondwaterlichamen

Alle grondwaterlichamen laten vanaf 1980 een zelfde beeld zien, met relatief weinig veranderingen.

Uit het overzicht met de resultaten van de individuele peilbuizen per grondwaterlichaam (tabel 1.1) is het volgende te concluderen:

1. In vijf individuele putten is wel sprake van uitputting. De peilbuizen waar een structureel dalende trend is geconstateerd, worden vermeld in tabel 1.2. Uitgebreide meetresultaten, uitgesplitst per grondwaterlichaam, zijn opgenomen in bijlage 1.
2. Het filteren van het effect van neerslag en verdamping uit de diepere systemen is niet mogelijk voor alle peilbuizen. Vooral in de grondwaterlichamen Duin en Slenk_Diep werd voor meerdere peilbuizen geen relatie gevonden. In dit geval is de analyse gemaakt zonder correctie voor neerslag en verdamping.

Tabel 1.1: Resultaten tijdreeksanalyse (TRA) per grondwaterlichaam

Grondwaterlichaam	Aantal meetpunten			Gevallen van structurele daling
	Totaal	Beschikbaar in periode 2000 t/m 2011	Resultaat van de tijdreeksanalyse TRA-model/Geen TRA-model	TRA-model/Geen TRA-model
Zout	5	5	5/0	0/0
Zand	30	30	29/1	0/0
Duin	10	10	6/4	0/0
Krijt	25	24*	16/8	1/1
Slenk_Diep	25 (+1**)	22***(+1)	20 /2	3/0

* Peilbuis B62B1017_1 beschikt niet over metingen na 1998.

** Peilbuis tussen Benzenradebreuk en Heerlerheidebreuk. Dit grondwaterlichaam is komen te vervallen. De peilbuis maakt echter nog deel uit van het meetnet.

*** Peilbuizen B51D0126_3, B51E0067_3 en B60A0373_4 beschikten niet over voldoende metingen.

Tabel 1.2: Peilbuizen waar sprake is van een structureel dalende trend (op basis van 95 % betrouwbaarheidsinterval)

Grondwaterlichaam	Peilbuizen
Krijt	B60G0123_1 en B62A0331_1
Slenk_Diep	B45A0231_4 en B45G0166_3 en B51A0098_4

Bij peilbuis B62A0331, gelegen op het plateau, treden door de relatief dikke onverzadigde zone grote langjarige schommelingen op in grondwaterstand. Op langere termijn (laatste dertig jaar) treedt hier geen daling in grondwaterstand op.

1.4 Achtergronden bij de trendanalyse

De trendanalyse is uitgevoerd in drie stappen:

1. Gegevens verzamelen en beoordelen.
2. Het filteren van de tijdreeks.
3. Selectie van beste tijdreeksmodellen.

1.4.1 Gegevens verzamelen en beoordelen

Gegevens zijn bij verschillende instanties opgevraagd (tabel 1.3).

Tabel 1.3: Oorsprong van de gegevens

Gegevens	Instelling/internetsite
Stijghoogtemetingen	DINO (www.dinoloket.nl)
Oppervlaktewaterstanden (Maaspeilen)	Waterbase (www.waterbase.nl)
Onttrekkingen	Provincie en drinkwaterbedrijven
Neerslag en verdamping	KNMI

De gemeten grondwaterstanden zijn opgevraagd via het Dinoloket. Voor sommige peilbuizen kon geen data worden opgevraagd en verwerkt worden in de tijdreeksanalyse:

- De meetdata van peilbuis B62A0331 filter 2 zijn niet betrouwbaar. De meetreeks van dit filter ziet er namelijk heel anders uit dan de meetreeksen in omringende filters in het kalksteenpakket. Als alternatief is filter 1 gekozen die een meer betrouwbare en complete meetreeks heeft.
- Twee peilbuizen in Limburg (B62B1017001 en B60A0373004) hebben geen meetdata na 1998. Deze peilbuizen maken wel deel uit van het officiële KRW meetnet (zoals op het KRW portaal gepubliceerd), maar worden in de praktijk niet gebruikt. Metingen ontbreken vanaf 1998. Aangeraden wordt om het KRW meetnet hierop aan te passen. Deze peilbuizen zijn achterwege in de analyse.
- Twee peilbuizen in Noord-Brabant (B51D0126003 en B51E0067003) hebben geen meetdata na 2006/2007. Deze peilbuizen zijn achterwege in de analyse. Peilbuis B51D0126 is buiten gebruik geraakt vanwege aanleg particulier zwembad. Peilbuis B51E0067 is begin 2012 geautomatiseerd. Filter 3 is niet meegenomen, omdat deze sinds 1992 buiten gebruik is gesteld vanwege verstopping
- Diverse peilbuizen zijn niet actueel bijgewerkt in DINO (missende data in 2010 of 2011). Dit geldt zowel voor de provincie Noord-Brabant als Limburg. Er zijn meerdere oorzaken hiervoor. In sommige gevallen moest de controle van de metadata of meetdata van de peilbuizen nog uitgevoerd worden. In sommige gevallen is de peilbuis verloren gegaan door bouwwerkzaamheden. Aangeraden wordt om het bestand met KRW peilbuizen te controleren en te verbeteren.

Als eis (TNO/Grontmij, 2005) is gesteld dat minimaal 10 peilbuizen per grondwaterlichaam beschikbaar moeten zijn voor de analyse. Dit is voor het grondwaterlichaam Zout niet gehaald, aangezien hier het meetnet maar uit vijf peilbuizen bestaat. Maar in dit grondwaterlichaam wordt ook geen water onttrokken ten behoeve van de drinkwatervoorziening.

De gegevens van alle Maaspeil meetpunten zijn opgevraagd uit Waterbase.

Onttrekkingsgegevens zijn opgevraagd bij de Provincies Brabant en Limburg, het Waterleidingbedrijf Limburg (WML) en Evides:

- Bij Evides zijn de onttrekkingsgegevens opgevraagd voor het pompstation Ouddorp voor de analyse van het grondwaterlichaam “Duin”.
- Onttrekkingsgegevens van de drinkwaterbedrijven in Brabant (Brabant Water en Evides) zijn uit het provinciale onttrekkingen bestand van Brabant gehaald.
- Voor Limburg zijn de onttrekkingsgegevens van de WML zelf. Voor de overige winningen is gebruik gemaakt van het provinciale onttrekkingen bestand van Limburg. Voor de provincie Limburg zijn alleen winningen meegenomen met een groter vergund debiet dan 500.000 m^3/jaar, voor de provincie Brabant zijn alleen winningen meegenomen die ten minste 6 jaar meer dan 500.000 m^3/jaar hebben gewonnen. Dit resulteerde in Limburg in 44 onttrekkingen en in Brabant in 88 onttrekkingen.

1.4.2 Filtering van de tijdreeksen

De gegevens (stijghoogtemetingen, onttrekkingen, waterstanden, neerslag en verdamping) zijn in het pakket Menyanthes (www.menyanthes.nl) ingelezen en verwerkt. Met dit programma kan de invloed van neerslag, verdamping, onttrekkingen en oppervlaktewaterpeilen uit de meetreeks gefilterd worden. Deze invloeden zijn allemaal betrokken in de tijdreeksanalyse. Het betrekken van zo veel mogelijk variabelen (met een significante invloed op de te verklaren reeks) vergroot namelijk de betrouwbaarheid van het tijdreeksmodel. Een beter tijdreeksmodel geeft minder verschil tussen berekende waarden en gemeten waarden en kleinere residuen.

De analyse is per grondwaterlichaam uitgevoerd. Het model is als volgt verbeterd[1]:

1. Per grondwaterlichaam zijn alle peibuizen gefilterd op neerslag en verdamping. Vervolgens is voor de peilbuizen in de omgeving van de Maas gekeken of het tijdreeksmodel verbeterd kan worden door ook het Maaspeil mee te nemen in de analyse.
2. Per peilbuis is beoordeeld of een beter resultaat wordt verkregen als onttrekkingen in de omgeving van de peilbuis worden meegenomen.

In bijlage 2 is een overzicht opgenomen van de gevonden statistische relaties per peilbuis.

1.4.3 Selectie van de beste tijdreeksmodellen

Per peilbuis zijn meerdere tijdreeksvarianten gemaakt door de modelinvoer aan te passen. Uit de opgeslagen varianten is volgens onderstaande selectiecriteria het beste tijdreeksanalyse model bepaald:

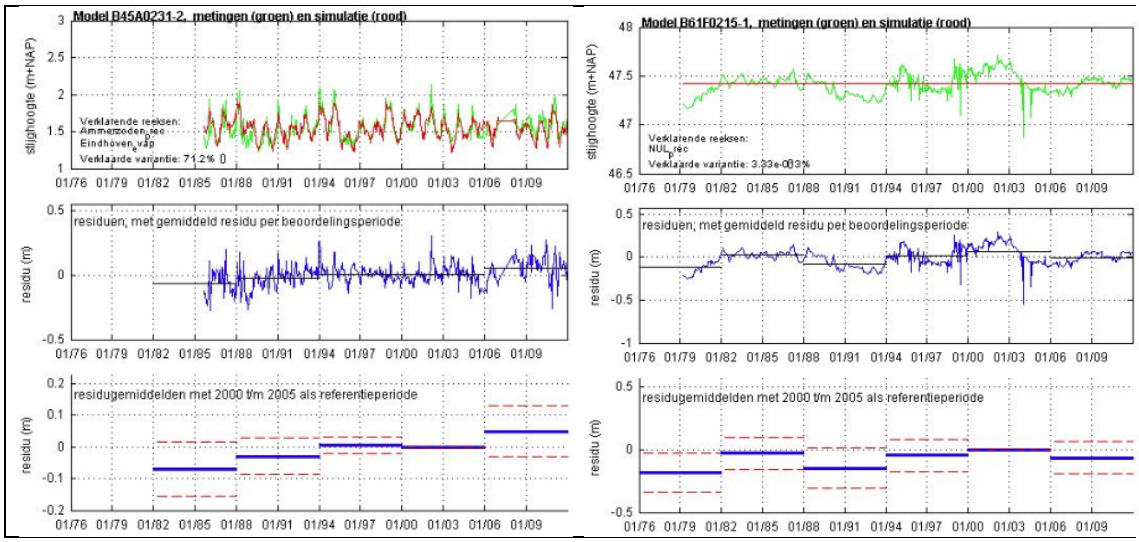
1. De verdampingsfactor en drainage basis is fysisch plausibel (verdampingsfactor tussen de 0 en 2, drainage basis afhankelijk van locatie van de peilbuis rond de 0 m + NAP nabij de zee en tot maximaal 150 m + NAP op de plateau's in Zuid Limburg).
2. Alle verklarende reeksen zijn statistisch significant. Een onttrekking met een verlaging van 10 cm plus of min 9 cm (95% betrouwbaarheid) wordt geaccepteerd; een onttrekking met een verlaging van 10 cm plus of min 11 cm niet.
3. Indien meerdere varianten van een peilbuis aan beide bovenstaande voorwaarden voldoen is het model geselecteerd met de beste (hoogste) verklaarde variantie. Indien per peilbuis geen variant voldeed aan bovenstaande criteria dan zijn de residuen bepaald door de gemeten waarden te vergelijken met 1 constante waarde; het tijdreeksmodel is dan als het ware een rechte lijn.

[1] Een betere variant wil zeggen een kleinere variantie en een aantoonbaar effect van een toegevoegde variabele (zoals Maaspeil of onttrekkingsdebiet).

1.5 Toelichting bij de grafieken en de gevolgde denklijn

In bijlage 1 worden alle TRA analyses in grafiekvorm gepresenteerd (zes tijdreeksen per pagina). Ter verduidelijking wordt aan de hand van figuur 1.2 uitgelegd hoe de grafieken zijn opgebouwd:

- In het bovenste plaatje wordt de gemeten (in groen) en berekende (in rood) tijdreeks gepresenteerd. In tekst wordt vermeld welk neerslag- en verdampingsstation is gebruikt voor de TRA-analyse. Als er nog meer extra verklarende variabelen zijn gebruikt wordt dit ook vermeld. De variantie geeft aan met welke nauwkeurigheid de meetreeks gesimuleerd kon worden. Indien er niet gecorrigeerd is voor weer of andere invloeden, is de gesimuleerde stijghoogte een rechte lijn.
- In het middelste plaatje worden de residuen weergegeven: de tijdreeksen na het uitfilteren van de weers- en andere invloeden. De gefilterde tijdstijghoogtereeksen zijn verdeeld in blokken van 6 jaar, conform de rapportagecyclus van de KRW.
- In het onderste plaatje is per 6 jaar het gemiddelde en het 95% betrouwbaarheidsinterval weergegeven. De periode 2000-2005 is de referentieperiode; het residu is hier op 0 gezet. Voor de peilbuizen waarvoor geen TRA model kon worden opgesteld is de onnauwkeurigheid van de voorspellingen groter; daarom is het 95% betrouwbaarheidsinterval groter.



Figuur 1.2: Twee voorbeelden van een TRA analyse, links gecorrigeerd voor neerslag en verdamping, rechts waarbij de residuen bepaald zijn ten opzichte van een constante waarde (rechte lijn)

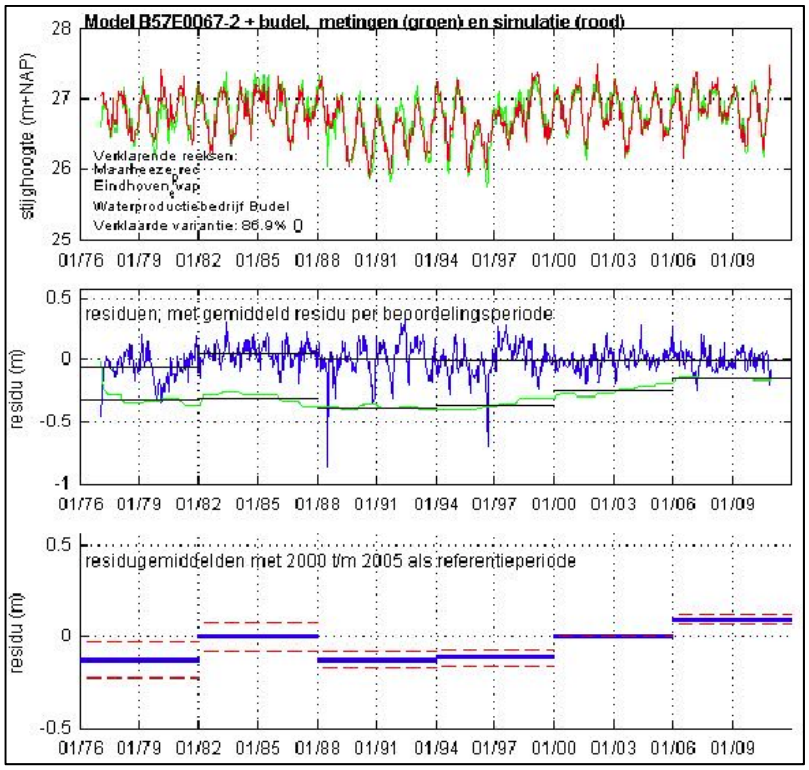
Wanneer is sprake van uitputting?

Er is sprake van uitputting indien de stijghoogte significant lager is dan in de voorgaande periodes van 6 jaar. Significant wil zeggen dat de gemeten stijghoogte buiten het 95% betrouwbaarheidsinterval valt van de voorgaande periodes. Als referentie periode geldt de periode 2000 t/m 2005. De beoordeling op uitputting vindt plaats alleen in de perioden na 2000-2005. In het voorbeeld van figuur 1.2 is te zien dat het bovenste 95% betrouwbaarheidsinterval in de periode 2006-2011 hoger ligt dan de gemeten stijghoogte in de referentieperiode 2000-2005.

Uitputting op het niveau van het grondwaterlichaam vindt alleen plaats als gemiddeld voor het gehele grondwaterlichaam het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de periode 2006 tot en met 2011 boven nul ligt.

De beoordeling of sprake is van uitputting, is uitgevoerd door alleen te corrigeren voor de invloed van neerslag en verdamping. Aangenomen wordt dat alle andere invloeden door de mens zijn veroorzaakt. Deze invloeden mogen geen uitputting veroorzaken. In de modellen waarin ook de invloed van Maaspeil of onttrekking is aangetoond, wordt deze invloed afgetrokken van de residugemiddelden in de beoordelingsperioden. In de figuren van bijlage 1 en in het voorbeeld van figuur 1.3 wordt de invloed van andere verklarende reeksen dan neerslag en verdamping weergegeven in de middelste figuur samen met de residuen van de tijdreeksanalyse. In het voorbeeld van figuur 1.3 geeft de groene lijn de invloed weer van pompstation Budel. De residugemiddelden in de onderste figuur zijn bepaald uit de residugemiddelden (blauwe lijn uit de middelste figuur) minus het gemiddelde van het effect van pompstation Budel (groene lijn uit de middelste figuur). De residuen in de periode 2000 t/m 2005 zijn ongeveer gelijk aan de residuen in de periode 2006 t/m 2011. Echter de verlaging als gevolg van pompstation Budel is kleiner geworden in de laatste periode waardoor per saldo voor deze beoordelingsperiode wel sprake is van een stijging van de stijghoogte ten opzichte van de referentieperiode.

Doordat andere verklarende reeksen dan neerslag en verdamping wel worden meegenomen bij de tijdreeksanalyse is de fit van het model beter en de variatie in de residuen kleiner, waardoor het uiteindelijke betrouwbaarheidsinterval ook kleiner is.



Figuur 1.3: Voorbeeld van een TRA analyse waar het effect van de winning Budel in is verwerkt (groene lijn in middelste figuur)

2 TOESTAND GRONDWATERKWALITEIT

2.1 Meetdoel

Het meetdoel voor de monitoring van de grondwater toestand kwaliteit is:

Het toetsen van de chemische toestand van een grondwaterlichaam. Dit wordt gedaan door de kwaliteit van het grondwater op basis van recente metingen te vergelijken met de drempelwaarden en kwaliteitseisen uit de Grondwaterrichtlijn en de communautaire Europese normen.

De analyse wordt uitgevoerd op basis van de overschrijding van maximaal 20% van de meetpunten per grondwaterlichaam. De toetsing is uitgevoerd op de KRW relevante stoffen: nitraat, totaal-fosfaat, arseen, chloride, nikkel, cadmium en lood. Er is gebruik gemaakt van de metingen in de jaren 2008-2010. De KRW toetsing van bestrijdingsmiddelen is niet in dit rapport opgenomen. Deze toetsing vindt apart plaats binnen de Brede Screening bestrijdingsmiddelen van het Maasstroomgebied.

2.2 Opzet van het meetnet

Voor het meetprogramma grondwaterkwaliteit is gebruik gemaakt van het KRW meetnet grondwaterkwaliteit Maasstroomgebied. De KRW meetpunten zijn een selectie uit de al langer bestaande provinciale en landelijk meetnet grondwaterkwaliteit. De meetnetten zijn globaal verdeeld over een diepte interval van 10 meter onder maaiveld (ondiep) en 25 meter onder maaiveld (diep). Dit meetnet is in 2009 aangemeld aan Brussel als officieel KRW grondwatermeetnet. De indeling in grondwaterlichamen is na deze tijd nog aangepast. We hebben de meetpunten toegekend aan de nieuwe grondwaterlichamen. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de beschikbare meetpunten. Niet in al deze meetpunten zijn metingen verricht in de periode 2008-2010.

Tabel 2.1: Beschikbare meetpunten per grondwaterlichaam en diepteniveau

Grondwaterlichaam	Ondiep (10 m)	Diep (25m)	Totaal
Zand	110	85	195
Zout	1	1	2
Duin	2	2	4
Krijt	25	n.v.t	25
TOTAAL	**138**	**88**	**226**

In het grondwaterlichaam Slenk_Diep zijn geen peilbuizen beschikbaar. Voor een analyse van de grondwaterkwaliteit in grondwaterlichaam diep is gebruik gemaakt van de metingen van het onttrokken water ten behoeve van de drinkwatervoorziening.

De meetpunten in het grondwaterlichaam Zand-Maas zijn ingedeeld in homogene gebiedstypen. De verdeling per homogeen gebiedstype is gepresenteerd in tabel 2.2.

Tabel 2.2: Verdeling van meetpunten per homogene gebiedstypen voor grondwaterlichaam Zand-Maas

	Limburg		Noord-Brabant	
Homogeen gebiedstype	**Ondiep (10 m)**	**Diep (25m)**	**Ondiep (10 m)**	**Diep (25m)**
Kwel	3	3	0	0
Landbouw droog	13	13	36	35
Landbouw nat	8	7	18	0
Natuur	6	6	21	16
Stad	5	5	0	0
Onbekend	0	0	1	0
TOTAAL	**35**	**34**	**76**	**51**

2.3 Resultaat toetsing

De drempelwaarde wordt voor nikkel, cadmium, P-tot en NO_3 in één of meerdere grondwaterlichamen overschreden (tabel 2.3). Duin en Slenk_Diep zijn de enige grondwaterlichamen waar geen drempelwaarde of norm wordt overschreden in meer dan 20% van de meetpunten. Deze twee grondwaterlichamen zijn dus in goede toestand. De overige grondwaterlichamen zijn 'niet in goede toestand'.

Tabel 2.3: Overschrijdingspercentage per stof per grondwaterlichaam (ondiep + diep)

	Cl	Ni	As	Cd	Pb	P-tot	NO3
Zand (NBr)	2%	19%	6%	19%	2%	11%	17%
Zand (Lim)	1%	25%	6%	22%	0%	39%	25%
Zand total	2%	21%	6%	20%	1%	21%	19%
Zout	n.v.t.	50%	0%	0%	0%	0%	0%
Duin	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Krijt	0%	0%	0%	0%	0%	52%	44%
Slenk_Diep	0%	nb	nb	nb	nb	n.v.t.	0%

Toelichting bij de afkortingen		Toelichting bij de kleuren	
nb	Geen of onvoldoende metingen beschikbaar	17%	>15% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm
n.v.t.	Geen drempelwaarde voor het grondwaterlichaam	39%	>20% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm

Opgemerkt wordt dat voor de grondwaterlichamen Zout (2 meetpunten) en Duin (4 meetpunten) maar een zeer beperkt aantal meetpunten beschikbaar is. Daardoor is de toevalkans op overschrijding van de drempelwaarden groter dan bij een regulier aantal meetpunten (tenminste 20 per grondwaterlichaam).

Voor Slenk_Diep is gebruik gemaakt van de REWAB data (zie ook hoofdstuk 4) van de kwaliteit van het gemengde ruwe water van de diepe drinkwateronttrekkingen. Voor de vier metalen zijn geen of nauwelijks metingen beschikbaar.

Metalen zijn geen verplichte stoffen voor de REWAB[2]. Deze worden alleen gemeten als er in het verleden ook hogere concentraties van een bepaalde stof zijn aangetoond.

In het grondwaterlichaam Zand zijn juist veel meetpunten aanwezig. Daarom is in tabel 2.3 ter informatie ook een onderscheid gemaakt tussen het Brabantse en Limburgse deel.

2.4 Resultaat toetsing in detail per diepteniveau en homogeen gebiedstype

De overschrijdingen vinden voornamelijk op het ondiepe niveau plaats. De toetsing is opnieuw uitgevoerd voor de afzonderlijke diepteniveaus (tabel 2.4). Dan blijkt dat de alle overschrijdingen van de 20% norm plaats vinden in het ondiepe niveau, met uitzondering van fosfaat.

Tabel 2.4: Overschrijdingspercentage per stof per grondwaterlichaam per diepteniveau (in %)

		Cl		Ni		As		Cd		Pb		P-tot		NO3	
		o	d	o	d	O	d	o	d	o	d	o	d	o	d
Zand	NB	4	0	**24**	12	5	6	26	8	3	0	13	8	28	0
	Lb	3	0	**40**	9	6	6	34	9	0	0	21	59	47	3
	Tot	4	0	**29**	11	5	6	29	8	2	0	15	28	34	1
Zout		n.v.t.	n.v.t.	**100**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Duin		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krijt		0	n.v.t.	0	n.v.t.	0	n.v.t.	0	n.v.t.	0	n.v.t.	52	n.v.t.	44	n.v.t.

Toelichting bij de afkortingen

n.v.t.	geen drempelwaarde voor het grondwaterlichaam
NB	Noord-Brabant
Lb	Limburg
Tot	Totaal
o	Ondiep
d	Diep

Toelichting bij de kleuren

17%	>15% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm
24 %	>20% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm

Vergelijking met resultaat toetsing 2008

Ten opzichte van de toetsing in 2008 (Arcadis 2008) zijn meer overschrijdingen gevonden. Toen werd, op basis van meetdata 2007, alleen voor de volgende drie grondwaterlichamen een overschrijding gevonden:

- Zand Maas: nitraat (ondiep);
- Zout Maas: nikkel (ondiep);
- Krijt Maas: nitraat.

[2] Metalen worden wel gemeten in het REIN water. Dit is echter na zuivering. Soms worden metalen ook in de afzonderlijke pompputten gemeten.

Door ons worden meer overschrijdingen gevonden:

- Cadmium en nikkel voor het niveau ondiep Zand-Maas. De reden is dat de concentratieniveaus in 2007 voor deze stoffen veel lager lagen dan de voorgaande jaren (2000-2006) en ook de jaren gebruikt in voorliggende toetsing (2008-2010). Alleen meetjaar 2007 is dus niet representatief.
- Fosfaat voor het diepe niveau. De reden is dat er nog fouten in het basisbestand van 2008 zaten (verkeerde eenheden).
- Nikkel voor het ondiepe niveau in Zout-Maas. Dit is gebaseerd op slechts één meetpunt en wordt veroorzaakt door een uitschieter.

In tabel 2.5 is een onderscheid gemaakt in homogene gebiedstypes. Voor de meetpunten in Zuid-Holland zijn geen gebiedstypes beschikbaar. Deze data is niet opgenomen in de tabellen. Te zien is dat in het homogene gebiedstype landbouw droog de overschrijding percentages hoger zijn dan in landbouw nat. In het gebiedstype natuur komen minder overschrijdingen voor van fosfaat en nitraat. De gebiedstypes kwel en stad hebben maar weinig meetpunten. Daarom kunnen hier minder sterke conclusies uit worden getrokken.

Tabel 2.5: Overschrijdingspercentage per stof per homogeen gebiedstype binnen het grondwaterlichaam Zand-Maas per diepteniveau (in %)

		Cl		Ni		As		Cd		Pb		P-tot		NO3	
		o	d	o	d	o	D	o	d	o	d	o	d	o	D
Land-	NB	6	0	**22**	14	0	6	**31**	9	3	0	14	11	**44**	0
bouw	Lb	8	0	**62**	8	15	8	**31**	8	0	0	**15**	**62**	**54**	8
droog	Tot	6	0	**33**	13	4	6	**31**	8	2	0	14	**25**	**47**	2
Land-	NB	0	nb	17	nb	**17**	nb	11	nb	6	nb	**22**	nb	**17**	nb
bouw	Lb	0	0	**25**	0	0	0	13	0	0	0	**38**	**71**	**38**	0
nat	Tot	0	nb	**19**	nb	12	nb	12	nb	4	nb	**27**	nb	**23**	nb
Natuur	NB	5	0	**33**	6	5	6	**33**	6	0	0	5	0	10	0
	Lb	0	0	**33**	0	0	**17**	**50**	0	0	0	0	**67**	**17**	0
	Tot	4	0	**33**	5	4	9	**37**	5	0	0	4	**18**	11	0
Kwel	NB	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
	Lb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**33**	**100**	**33**	0
Stad	NB	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
	Lb	0	0	**40**	**40**	0	0	**80**	**40**	0	0	**20**	0	**80**	0

Toelichting bij de afkortingen

nb	Geen of onvoldoende metingen beschikbaar
NB	Noord-Brabant
Lb	Limburg
Tot	Totaal
o	Ondiep
d	Diep

Toelichting bij de kleuren

17%	>15% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm
24 %	>20% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm

2.5 Resultaat toetsing in klei-veen gebied

Het voormalige klei-veen grondwaterlichaam is opgegaan in het grote grondwaterlichaam Zand. De meetpunten die onder de klei liggen zijn minder risicovol. Daarom wordt het grondwater eens in de vier jaar gemeten. De laatste metingen dateren uit 2007 en zijn daarom niet meegenomen bij de toetsing (data 2008-2010). De gemeten grondwaterkwaliteit in 2007 voor de meetpunten onder de klei is apart in beeld gebracht ten behoeve van de RWSR rapportage Noord-Brabant (tabel 2.6). Opgemerkt moet worden dat het aantal meetpunten klein is. Een overschrijding in één meetpunt kan daarom tot een hoog overschrijdingspercentage voor het gehele gebied geven.

Tabel 2.6: Overschrijdingspercentage (van de nieuwe drempelwaarden) per stof voor de meetpunten gelegen onder klei binnen het grondwaterlichaam Zand-Maas in Noord-Brabant per diepteniveau (in %)

	Cl		Ni		As		Cd		Pb		P-tot		NO3	
	o	d	o	d	o	d	o	d	o	d	o	d	o	d
Klei	10	30	0	0	20	20	0	0	0	0	20	0	0	0

Toelichting bij de afkortingen

nb	Geen of onvoldoende metingen beschikbaar
o	Ondiep
d	Diep

Toelichting bij de kleuren

	>15% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm
17%	
	>20% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm
24 %	

2.6 Toetsing en vergelijking nieuwe drempelwaarden

Op verzoek van het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft het RIVM in 2011 verschillende opties bekeken van de methode waarmee de drempelwaarden voor stoffen, zoals zware metalen, in grondwater worden vastgesteld. Het RIVM beveelt aan om geen attenuatie- en verdunningsfactoren te gebruiken in de methodiek, omdat er op dit moment nog te weinig kennis bestaat over de natuurlijke processen die de concentratie van de stoffen in het grondwater verminderen. Daarnaast wordt aanbevolen om bij het bepalen van drempelwaarden alleen onderscheid te maken tussen de achtergrondconcentratie van stoffen in zoet en in brak/zout grondwater. Deze twee aanbevelingen zijn vertaald in nieuwe drempelwaarden die zijn voorgelegd aan de Landelijke werkgroep grondwater (tabel 2.7). De drempelwaarden zijn nog in concept en zijn nog niet in het BKMW opgenomen.

Tabel 2.7: Vergelijking oude (in zwart) en nieuwe drempelwaarden (in rood)

	Cl	Ni	As	Cd	Pb	P-tot
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg P/l
Zand	140/160	30/20	15/13,2	0,5/0,35	11/7,4	0,4/2,0
Zout	NR	30/20	19,5/18,7	0,5/0,35	11/7,4	8,2/6,9
Duin	240/160	30/20	15/13,2	0,5/0,35	11/7,4	5,4/2,0
Slenk_Diep	140/160	30/20	15/13,2	0,5/0,35	11/7,4	NR
Krijt	140/160	30/20	15/13,2	0,5/0,35	11/7,4	0,2/2,0

NR Niet relevant. Er is geen drempelwaarde afgeleid. De norm voor nitraat is gelijk gebleven.

Om een idee te krijgen van de invloed van de nieuwe drempelwaarden is de toetsing opnieuw uitgevoerd voor de nieuwe drempelwaarden (tabel 2.8). Voor twee stoffen verandert het oordeel per grondwaterlichaam. Het grondwaterlichaam Zand-Maas is nu voor cadmium in slechte toestand en voor fosfaat in goede toestand. Het grondwaterlichaam Krijt-Maas is nu voor fosfaat in een goede toestand. Het eindoordeel verandert niet per grondwaterlichaam.

Tabel 2.8: Overschrijdingspercentage per stof per grondwaterlichaam voor de nieuwe drempelwaarden (in %)

	Cl	Ni	As	Cd	Pb	P-tot	NO3
Zand (NBr)	2%	**26%**	6%	**22%**	2%	1%	17%
Zand (Lim)	1%	**28%**	6%	**26%**	**20%**	**0%**	**25%**
Zand totaal	2%	**27%**	6%	**24%**	8%	**1%**	19%
Zout	n.v.t.	**50%**	0%	0%	0%	0%	0%
Duin	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Krijt	0%	0%	0%	0%	4%	**0%**	**44%**
Slenk_Diep	0%	nb	nb	nb	nb	n.v.t.	0%

Toelichting bij de afkortingen

nb	Geen of onvoldoende metingen beschikbaar
n.v.t.	geen drempelwaarde voor het grondwaterlichaam
NB	Noord-Brabant
Lb	Limburg
Tot	Totaal
o	Ondiep
d	Diep

Toelichting bij de kleuren

17%	>15% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm
26%	>20% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm
22%	Overschrijdingen van 20% die niet plaats vonden bij de oude drempelwaarden
1%	Overschrijdingen van 20% die is verdwenen bij de nieuwe drempelwaarden

Voor de volledigheid worden ook de overschrijdingen gepresenteerd uitgesplitst naar diepteniveau (tabel 2.9) en homogeen gebiedstype (tabel 2.10). Uit deze tabellen komt het volgende beeld uit de nieuw gehanteerde drempelwaarden:

- De 20% norm wordt voor nikkel, cadmium en lood meer overschreden dan met de oude drempelwaarden. Dit vindt bijna altijd plaats op het ondiepe meetinterval (10 meter).
- De 20% norm wordt voor fosfaat nergens meer overschreden.

Tabel 2.9: Overschrijdingspercentage per stof per grondwaterlichaam per diepteniveau voor de nieuwe drempelwaarden (in %)

		Cl		Ni		As		Cd		Pb		P-tot		NO3	
		o	d	o	d	o	d	o	d	o	d	o	d	o	d
Zand	NB	3	0	36	12	5	6	32	8	3	0	1	0	28	0
	Lb	3	0	43	12	6	6	40	12	26	15	0	0	47	3
	Tot	3	0	38	12	5	6	35	9	10	6	1	0	34	1
Zout		n.v.t.	n.v.t.	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Duin		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krijt		0		0		0		0		4		0		44	

Toelichting bij de afkortingen

nb	Geen of onvoldoende metingen beschikbaar
n.v.t.	Geen drempelwaarde voor het grondwaterlichaam
NB	Noord-Brabant
Lb	Limburg
Tot	Totaal
o	Ondiep
d	Diep

Toelichting bij de kleuren

17%	>15% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm
26%	>20% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm
22%	Overschrijdingen van 20% die niet plaats vonden bij de oude drempelwaarden
1%	Overschrijdingen van 20% die is verdwenen bij de nieuwe drempelwaarden

Tabel 2.10: Overschrijdingspercentage per stof per homogeen gebiedstype binnen het grondwaterlichaam Zand-Maas per diepteniveau voor de nieuwe drempelwaarden (in %)

		Cl		Ni		As		Cd		Pb		P-tot		NO3	
		o	d	o	d	o	d	o	d	o	d	o	d	o	d
Land-	NB	3	0	42	14	0	6	42	9	3	0	0	0	44	0
bouw	Lb	8	0	62	8	15	8	38	15	15	0	0	0	54	8
droog	Tot	4	0	47	13	4	6	41	10	6	0	0	0	47	2
Land-	NB	0	nb	17	nb	17	nb	11	nb	6	nb	0	nb	17	nb
bouw	Lb	0	0	38	0	0	0	25	0	25	0	0	0	38	0
nat	Tot	0	nb	23	nb	12	nb	15	nb	12	nb	0	nb	23	nb
Natuur	NB	5	0	43	6	5	6	33	6	0	0	5	0	10	0
	Lb	0	0	33	0	0	17	50	0	50	17	0	0	17	0
	Tot	4	0	41	5	4	9	37	5	11	5	4	0	11	0
Kwel	NB	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
	Lb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	33	0
Stad	NB	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
	Lb	0	0	40	60	0	0	80	40	40	20	0	0	80	0

Toelichting bij de afkortingen

nb	Geen of onvoldoende metingen beschikbaar
n.v.t.	Geen drempelwaarde voor het grondwaterlichaam
NB	Noord-Brabant
Lb	Limburg
Tot	Totaal
o	Ondiep
d	Diep

Toelichting bij de kleuren

17%	>15% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm
26%	>20% van de meetpunten heeft concentratie hoger dan de drempelwaarde of de norm
22%	overschrijdingen van 20% die niet plaats vonden bij de oude drempelwaarden
1%	overschrijdingen van 20% die is verdwenen bij de nieuwe drempelwaarden

2.7 Methodiek toetsing op hoofdlijnen

Als eerste stap is beoordeeld of in één van de meetpunten de drempelwaarde of norm wordt overschreden. Als er sprake is van een overschrijding van één van deze stoffen op één van de meetlocaties, wordt nagegaan of er sprake is van een overschrijding op het niveau van het hele grondwaterlichaam. Als criterium wordt in het protocol gehanteerd of er sprake is van een overschrijding op meer dan 20% van alle meetpunten (metingen op 10 en 25 m gezamenlijk).

Gemeten waardes kleiner dan de detectielimiet zijn in de berekening meegenomen als de helft van de detectielimiet.

Per meetpunt is het rekenkundig gemiddelde van de beschikbare meetwaardes voor de betreffende stof per diepteklasse bepaald. Deze waarde is vervolgens getoetst aan de norm. Het aantal overschrijdingen per grondwaterlichaam per diepteklasse is bepaald. De metingen van de laatste drie jaar (2008-2010) zijn gebruikt voor de analyse. De metingen van 2011 waren nog niet beschikbaar voor het Brabantse gedeelte. Daarom is gekozen voor de meetperiode 2008-2010.

De gemeten waarden zijn vergeleken met de geldende normen en drempelwaarden (zie tabel 2.6 in het hoofdrapport) voor het betreffende grondwaterlichaam.

2.8 Toelichting bij correctie databestand

Er is gebruik gemaakt van de databestanden met gemeten concentraties. Deze databestanden zijn aangeleverd door de provincies en deels uit DINO gehaald. Voor de validatie van de gegevens is een KRW validatieprotocol opgesteld door een werkgroep van het Platform Meetnetbeheerders. De bedoeling is dat de provincies dit protocol doorlopen voordat gegevens aan DINO worden aangeleverd. In de praktijk is dit als volgt gehanteerd:

- De Provincie Limburg heeft het protocol nog niet gebruikt.
- De Provincie Zuid-Holland heeft het protocol gebruikt voor recente data. Echter dit voorkwam niet dat er toch nog foutjes in het databestand zaten.
- De Provincie Noord-Brabant heeft het protocol nog niet gebruikt. De gegevens die vanaf 2007 naar DINO zijn getransporteerd, zijn wel op een vergelijkbare wijze gevalideerd als in het KRW-protocol. Echter, de validatie van het totaalbestand is onvoldoende uitgevoerd, omdat er nog steeds fouten in het bestand bleken te zitten.

Vooraf is de dataset door ons gecontroleerd. De dataset is zowel gebruikt voor de toetsing van de data als de trendbepaling (hoofdstuk 3).

De volgende controles zijn door ons op de datasets uitgevoerd:

1. Controle op benamingen putten en filters.
2. Controle op de juiste indeling ondiep en diep.
3. Controle en toekenning van KRW-gebiedstypen.
4. Controle en toekenning grondwaterlichamen.
5. Controle op volledigheid analyseresultaten (beschikbare parameters).
6. Controle op volledigheid meetreeks.
7. Controle op eenheden (mgN/l vs mgNO3/l, mgPO4/l vs mgP/l, mg/l vs µg/l).
8. Controle op voorkomen ijzer en nitraat.
9. Controle op relatie aluminium, zink en cadmium versus pH.

Een aantal van bovenstaande controles worden hieronder verder toegelicht.

Ad 1. Controle op benamingen putten en filters

- Putfilter 114/4 in 2010 moet zijn 114/3.
- Putfilter 1823/2 uit 2008 uit de dataset gehaald. Dit filter had metadata van filter 1 toegekend gekregen, terwijl daarnaast ook filter 1 en 3 van deze put zijn bemonsterd.

Ad 2. Controle op de juiste indeling ondiep en diep

In de Limburgse data was de metadata van filter 1 van put 2229 aan filter 3 toegekend, waardoor dit filter in eerste instantie aan diepteklasse ‘ondiep’ was toegekend.

Ad 3. Controle en toekenning van KRW-gebiedstype indeling
Bij toekenning van de meetpunten aan de KRW-gebiedstype indeling is gebruik gemaakt van het definitieve meetnetontwerp uit 2009. Na het uitvoeren van de toetsing bleken er nog een aantal filters toegekend te zijn aan het foutieve grondwaterlichaam. Dit zijn:

- Meetpunt 1802 (Woensdrecht) ligt in grondwaterlichaam Schelde (en niet in Zand-Maas).
- Meetpunt 1803 (Putte) ligt in grondwaterlichaam Schelde (en niet in Zand-Maas).
- Meetpunt 137 (Almkerk) ligt in grondwaterlichaam Rijn-West (en niet in Zand-Maas).

Aangeraden wordt om het meetnet bestand te controleren en te verbeteren.

Ad 4. Controle en toekenning grondwaterlichamen
Bij toekenning van de meetpunten aan de grondwaterlichamen is gebruik gemaakt van het definitieve meetnetontwerp uit 2009. Alle meetpunten, die in dit ontwerp tot klei-veen grondwaterlichaam behoorden, zijn nu toegekend aan Zand-Maas.

Ad 5. Controle op volledigheid analyseresultaten (beschikbare parameters)

- Voor een deel van de Brabantse LMG-putten ontbrak de totaal-fosfaatconcentratie in de meetjaren 2003 t/m 2007.
- In de Brabantse dataset ontbreekt de bemonsteringsdatum over meetjaar 2008.
- In 2007 ontbreekt de waarde van de detectielimiet van nitraat, maar was wel een <-teken opgenomen (Brabantse dataset).

Ad 6. Controle op volledigheid meetreeks
In 2009 en 2010 zijn LMG-putten, behorende tot het KRW-meetnet, zowel door de provincie als door RIVM geanalyseerd. De afzonderlijke zijn beide in de dataset opgenomen. De hoogte van de waarden uit de landelijke en provinciale dataset zijn met elkaar vergeleken. De waarden waren van een vergelijkebare grootte. Voor de trendanalyse is alleen gebruik gemaakt van de provinciale data.

Ad 7. Controle op eenheden (mgN/l t.o.v. mgNO3/l, mgPO4/l vs mgP/l, mg/l vs µg/l)

- Totaal-fosfaat van de LMG-putten in Noord-Brabant, die door RIVM zijn bemonsterd, is weergegeven in mg P/l in plaats van mgPO4/l. Dit geldt voor de meetjaren 2003 t/m 2008.
- Nitraatconcentraties van de LMG-putten in Noord-Brabant, die door RIVM zijn bemonsterd, is weergegeven in mg N/l in plaats van mgNO3/l. Dit geldt voor de meetjaren 2003 t/m 2008.

Naast de KRW stoffen zijn nog een paar fouten gesignaleerd. Voor de volledigheid worden deze ook vermeld:

- Limburgse zinkdata zijn een factor 1000 te hoog.
- Limburgse mangaandata van de LMG-putten zijn een factor 1000 te hoog.
- Bij de Brabantse mangaan en aluminiumdata worden waarschijnlijk de eenheden mg/l en µg/l door elkaar heen gebruikt. Dit is nog niet verbeterd in het databestand.

3 TRENDS IN GRONDWATERKWALITEIT

3.1 Meetdoel

Het meetdoel voor de monitoring van de trends in grondwater kwaliteit is:

Het beoordelen of er sprake is van een significante toename van verontreinigende stoffen in het grondwaterlichaam.

Er wordt bepaald of er in de afgelopen 12 jaar (periode 1998-2010) sprake is van een significant stijgende trend, zodanig dat de concentratie in 2021 boven de drempelwaarde of de norm komt. Er is gekozen voor een periode van 12 jaar, omdat voor deze periode de trends statistisch betrouwbaar genoeg vastgesteld kunnen worden. Met langere meetreeksen kunnen de trends meer betrouwbaar worden vastgesteld.

De trendanalyse is uitgevoerd op de KRW relevante stoffen: nitraat, totaal-fosfaat, arseen, chloride, nikkel, cadmium en lood.

3.2 Opzet van het meetnet

Voor het meetprogramma grondwaterkwaliteit is gebruik gemaakt van het KRW meetnet grondwaterkwaliteit Maasstroomgebied. Dit meetnet is eerder beschreven in paragraaf 2.2.

3.3 Resultaat trendbepaling

Tabel 3.1 tot en met 3.4 geven de resultaten weer van de trendanalyse. In de tabellen zijn de significant dalende of stijgende trends weergegeven. De grootte van de daling of stijging is uitgedrukt als een percentage ten opzichte van de norm. Dit is zichtbaar in de grootte en kleur van de pijl. De richting van de pijl geeft weer of sprake is van een dalende of stijgende trend. De achtergrondkleur van de tabel geeft aan of het grondwaterlichaam op die diepte in slechte toestand is (zie paragraaf 2.4). In dat geval is de tabel roze gekleurd.

Uit de tabellen 3.1 tot en met 3.4 blijkt dat voor de meeste stoffen en gebiedstypen geen significante trends zijn aangetoond. Er zijn meerdere redenen dat er weinig significante trends aangetroffen worden:

1. Er is gecorrigeerd voor hoge detectielimieten waardoor (lage) meetwaarden ‘verloren’ gaan.
2. Sommige KRW-gebiedstypen en de grondwaterlichamen Duin en Zout bestaan uit weinig meetpunten (respectievelijk twee en één meetpunt).
3. De meetfrequentie is soms laag en dan zijn er minder dan vier meetwaarden per meetfilter beschikbaar binnen de gekozen periode. Een dergelijk meetpunt wordt dan niet bij de trendanalyse betrokken.

In Zout Maas worden de meeste trends, zowel dalend als stijgend, aangetoond (tabel 3.1). Dit is echter op basis van weinig meetpunten gedaan. De nitraatconcentratie daalt licht in het grondwaterlichaam Krijt. Het grondwaterlichaam Duin is het enige grondwaterlichaam (niveau ondiep) dat een stijgende trend heeft en nu nog onder de drempelwaarde zit. Er is gecontroleerd of met de bepaalde stijgende trend (1,48 mg/l chloride per jaar) van de afgelopen jaren de drempelwaarde voor chloride wordt overschreden in 2021. Dit is niet het geval. De mediane concentraties chloride in de twee betreffende peilbuizen (40 en 80 mg/l) bevinden zich nog ruim onder de drempelwaarde van 240 mg/l (of 160 mg/l voor de nieuwe drempelwaarden).

Tabel 3.1: Significante trends per stof en per grondwaterlichaam. 0 is het ondiepe niveau en d is het diepe niveau

		Cl		Ni		As		Cd		Pb		P-tot		NO3	
		o	d	o	d	o	d	o	d	o	d	o	d	o	d
Zand	NB														
	Lb														
	Tot	↓													
Zout				↑	↓										
Duin		↑													
Krijt														↓	

Percentage meetpunten per grondwaterlichaam waarvoor norm overschreden wordt:

>20% overschrijding

Niet relevant

Percentage van de significante toe- of afname (trends per jaar) ten opzichte van de norm:

↓↑ < 1%

↓↑ 1-5%

↓↑ >5%

Wanneer wordt gekeken naar de trends per gebiedstype treedt de grootse verandering in trend op voor fosfaat in het Limburgse kwelgebied. Ondiep stijgen de concentraties; diep dalen deze (tabel 3.2).

Tabel 3.2: Significante trends per stof en per gebiedstypen. 0 is het ondiepe niveau en d is het diepe niveau

		Cl		Ni		As		Cd		Pb		P-tot		NO3	
		o	d	o	d	o	d	o	d	o	d	o	d	o	d
Land-	NB	↓													
bouw	Lb														
droog	Tot	↓													
Land-	NB	↓													
bouw	Lb														
nat	Tot	↓													
Natuur	NB		↓												
	Lb														
	Tot														
Kwel	NB	↑													
	Lb						↑					↑	↓		
Stad	NB														
	Lb		↑												
Rivierklei (Nbr)			↑												
Zeeklei (Nbr)															

Percentage meetpunten per grondwaterlichaam waarvoor norm overschreden wordt:

>20% overschrijding

Percentage van de significante toe- of afname (trends per jaar) ten opzichte van de norm:

↓↑	< 1%
↓↑	1-5%
↓↑	>5%

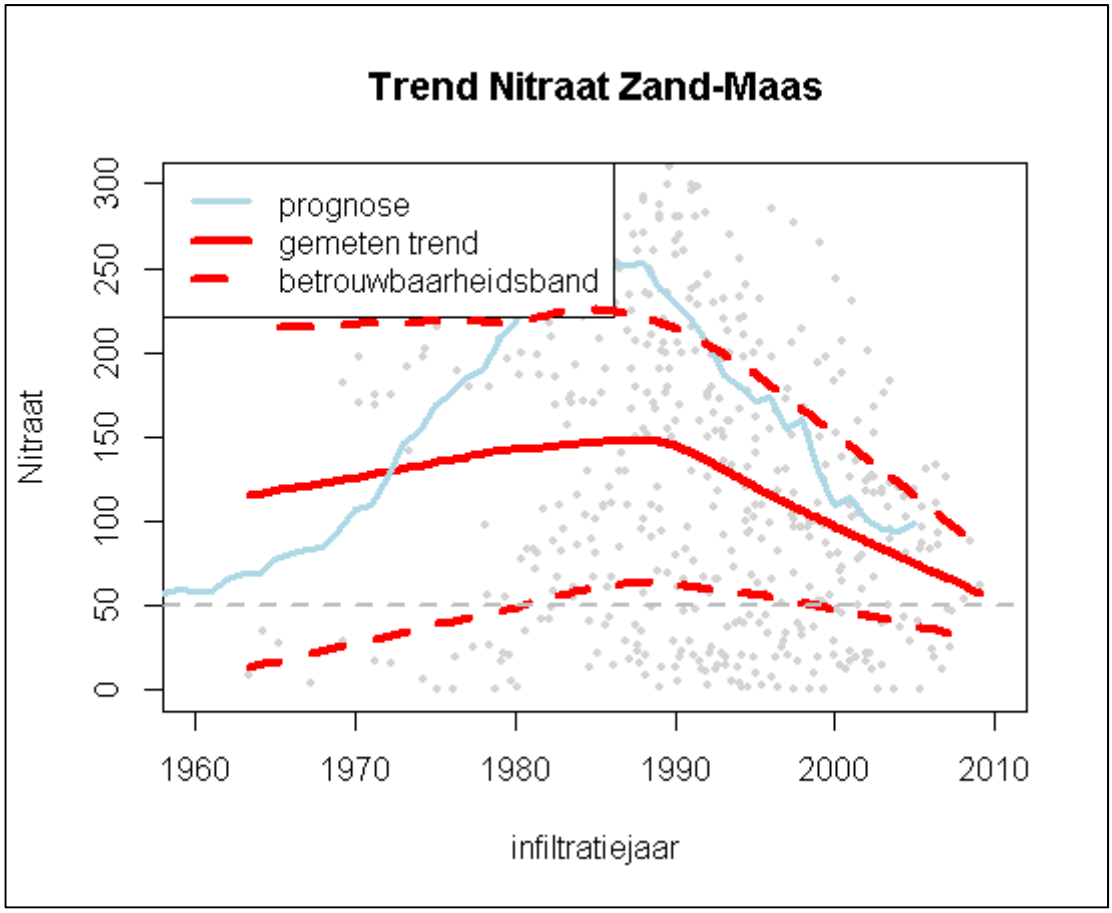
3.4 Resultaat trendbepaling met leeftijdsbepaling

Een reden dat er moeilijk trends kunnen worden aangetoond is dat meetresultaten van verschillende leeftijd met elkaar worden vergeleken. Door de leeftijd van het grondwater te bepalen (met Tritium-Helium) kan een trendanalyse worden uitgevoerd op basis van het infiltratiejaar. In bijlage 3 wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van deze analyse, uitgevoerd door Deltares.

Na datering van het grondwater is voor het gebiedstype ‘landbouw-droog’ een geaggregeerde trend vastgesteld. Dit gebeurt door de meetreeksen niet uit te zetten tegen het meetjaar, zoals gebruikelijk, maar door ze uit te zetten tegen het infiltratiejaar (=meetjaar minus de leeftijd van het water in het filter).

Ter illustratie wordt de trend voor nitraat getoond (met alleen de oxische, nitraat-houdende monsters). Voor nitraat wordt een duidelijke trendomkering op basis van alle oxische metingen over de periode 1990-2010 (Figuur 3.1). Nitraat piekt in 1985 op het hoogtepunt van de nitraatuitspoeling naar grondwater en vlak voor het invoeren van de mestwet. Sinds 1985 is een duidelijke afname te zien als gevolg van het gevoerde mestbeleid. De mediane trend (doorgetrokken lijn) ligt lager dan de reconstructie op basis van de mestcijfers (Visser et al, 2007), maar de bovenste betrouwbaarheidsband volgt die reconstructie zeer goed. De trend in nitraatconcentraties is aanzienlijk.

De mediane concentraties nemen af van circa 150 mg NO_3/l in 1985 tot 60 mg NO_3/l in 2010.



Figuur 3.1: Geaggregeerde trend per jaar voor nitraat. Doorgetrokken lijn is nitraat trend, onderbroken lijnen geven het gebied aan waarin 50% van alle monsters liggen, de norm is 50 mg/l. De prognose geeft een schatting van de nitraatinput uit meststoffen, gebaseerd op gegevens over historische mestgiften

De Mann-Kendall trend toets is voor elke stof uitgevoerd op twee subsets van de gehele dataset: op metingen in water dat tussen 1960 en 1980 is geïnfiltreerd, en op metingen in water dat tussen 1990 en 2000 is geïnfiltreerd. De periode 180-1990 is bewust buiten de analyse gehouden, omdat rond deze tijd de trendomkering plaats vindt. Trendomkering kan daarmee statistisch significant worden aangetoond: als de trend tussen 1960 en 1980 significant stijgt en tussen1990 en 2000 significant daalt. Significante trendomkering is op die manier aangetoond voor oxidatievermogen[3]. Voor nitraat en sulfaat zijn wel significant dalende trends aangetoond in jong (1990-2010) grondwater, maar geen significant stijgende trends in oud grondwater (tabel 3.3).

Voor nikkel, koper en zink zijn er duidelijk reactieve trends waarbij de stoffen vertraagd in de ondergrond doordringen, omdat ze worden geadsorbeerd aan de ondergrond.

[3] Oxidatievermogen is een goede indicator voor het mestgebruik. De capaciteit wordt bepaald door de hoeveelheid nitraat en sulfaat in het grondwater.

Doordat cadmium, nikkel en koper in hoge concentraties de afgelopen 50 jaar via mest, en bij cadmium en zink ook via atmosferische depositie, aan de bodem zijn toegevoegd, zijn bovenin de verzadigde zone verhoogde concentraties van deze stoffen ontstaan. De stoffen worden vervolgens geadsorbeerd aan organisch materiaal en ijzeroxiden en de cadmium-, nikkel- en koperfronten verplaatsen zich dus slechts langzaam in de diepte. Dit heeft overigens consequenties voor de kwaliteit van het oppervlaktewater want uit voorspellingen in Noord-Brabant blijkt dat deze trend in het grondwater leidt tot langzaam stijgende concentraties in het ontvangende oppervlaktewater (Heerdink et al. 2008). De cadmium, zink- en kopertrends zijn dus wel degelijk relevant voor de KRW.

Tabel 3.3: Trends bepaald met de Mann-Kendall trend toets voor gebiedstype landbouw-droog in Limburg én Brabant, gerelateerd aan het jaar van infiltratie

Mann-Kendall trends	**Infiltratiejaar**		**Significante**
Stof	**1960-1980**	**1990-2010**	**trendomkering**
Nitraat (oxisch)		↓	
Sulfaat (oxisch)		↓	
Oxidatiecapaciteit	↑	↓	*
Chloride		↓	
Nikkel			
Arseen			
Cadmium			
Lood			
Totaal-fosfaat			
Nikkel			

Genoemde trends zijn significant (P < 0.05 eenzijdig).

Percentage van de significante toe- of afname (trends) ten opzichte van de norm:

↓↑ < 1%

↓↑ 1-5%

↓↑ >5%

De analyse is ook uitgevoerd voor de afzonderlijke meetnetten van Noord-Brabant en Limburg. Voor de Provincie Noord-Brabant werden soortgelijke trends gevonden (tabel 3.4) als het gehele gebied, echter geen trendomkering. Voor Limburg zijn geen significante trends aangetoond. Deze tabel is daarom achterwege gelaten in dit rapport.

Tabel 3.4: Trends bepaald met de Mann-Kendall trend toets voor gebiedstype landbouw-droog in Noord-Brabant, gerelateerd aan het jaar van infiltratie

Mann-Kendall trends	Infiltratiejaar		Significante
Stof	1960-1980	1990-2010	trendomkering
Nitraat (oxisch)	-	↓	
Sulfaat (oxisch)	-	↓	
Oxidatiecapaciteit	-	↓	
Chloride	-	↓	
Nikkel	-	-	
Arseen	-	-	
Cadmium	-	-	
Lood	-	-	
Totaal-fosfaat	-	-	
Nikkel	-	-	

Genoemde trends zijn significant (P < 0.05 eenzijdig).

Percentage van de significante toe- of afname (trends) ten opzichte van de norm:

↓↑ < 1%

↓↑ 1-5%

↓↑ >5%

3.5 Toelichting bij de methodiek van trend bepaling

Methodiek

De statistisch trendanalyse is uitgevoerd per meetpunt met een robuuste lijnschatter en die resultaten zijn vervolgens geaggregeerd per homogeen gebiedstype of grondwaterlichaam. Deze “Mann-Kendall trend toetsmethode” is gelijk aan die is toegepast in TNO (2004) en wordt in dit rapport tevens verder toegelicht.

De trendanalyse op basis van dateringen is uitgevoerd voor het gebiedstype landbouw-droog. De dataset is in twee subsets, oud en jong grondwater, verdeeld aan de hand van het infiltratiejaar. Het infiltratiejaar is bepaald door de leeftijd van het water in het filter van het meetjaar af te trekken. Oud grondwater is grondwater dat is geïnfiltreerd in de periode 1960-1980 en jong grondwater in de periode 1990-2010. In bijlage 3 wordt verder ingegaan op de dateringen, uitgevoerd door Deltares. Trendanalyse op basis van de dateringen is naast bovenstaande parameters uitgevoerd voor sulfaat en oxidatievermogen. Bij deze trendanalyse op basis van dateringen wordt voor nitraat, sulfaat en oxidatievermogen de gehele beschikbare meetreeks gebruikt in plaats van 1998-2010. Dit is in overeenstemming met de methodiek van Deltares (zie bijlage 3).

Bij het bepalen van trendanalyses voor het grondwaterlichaam Zand-Maas hebben we geen rekening gehouden met een naar oppervlakte gewogen gemiddelde. Hiermee sluiten we aan bij het protocol voor toestand- en trendbeoordeling (LWG, 2012).

Detectielimieten

Voorafgaand aan de trendanalyse hebben we de data gecorrigeerd voor de hoogst voorkomende detectielimiet, zodat dalende detectiegrenzen niet als dalende trends worden aangemerkt. Tabel 3.5 toont de hoogste detectielimieten per provincie over de meetreeks 1998-2010. Alle waarden onder de hoogste detectielimiet zijn vervangen door de halve waarde van de hoogste detectielimiet. De detectielimieten verschillen per provincie. Voor de trendanalyse per provincie is hier rekening mee gehouden door de hoogste detectielimiet per provincie te gebruiken.

Tabel 3.5: Hoogste detectielimieten per provincie over periode 1998-2010

Parameter	Detectielimiet Noord-Brabant	Detectielimiet Limburg	Detectielimiet Krijt-Maas (bronnen)	Detectielimiet Zuid-Holland
Nitraat (mg/l)	0.5	1.5	-	0,26
Totaal-fosfaat (mg/l)	0.58	0.19	0.767	-
Arseen (µg/l)	1.5	5	10	2
Chloride (mg/l)	-	5*	0.05	-
Nikkel (µg/l)	1.174	1.174	5	1,174
Cadmium (µg/l)	0.101	0.5	0.5	0,1
Lood (µg/l)	5	15	25	1

* detectielimiet <5 mg/l voor chloride komt slechts één keer voor, daarom is de totale meetreeks niet voor deze waarde gecorrigeerd.

Voor de trendanalyse op basis van dateringen voor gebiedstype landbouw-droog is voor nitraat, sulfaat en oxidatievermogen een langere meetreeks gebruikt. Daarom is voor nitraat en sulfaat over deze meetreeks een aparte correctie op de hoogste detectielimiet uitgevoerd (zie tabel 3.6).

Tabel 3.6: Hoogste detectielimieten per provincie over periode 1980-2010

Parameter	Detectielimiet Noord-Brabant	Detectielimiet Limburg
Nitraat (mg/l)	1.3	3
Sulfaat (mg/l)	5	10

Aanpassingen databestand

Voor het uitvoeren van de trendanalyse zijn naast bovengenoemde correctie op detectielimieten nog een aantal aanpassingen doorgevoerd.

In de dataset van Limburg zijn sommige meetwaarden door de provincie gelabeld met een ‘x’ als zijnde onbetrouwbaar. Deze gegevens zijn buiten de data-analyse gehouden. De bronnen van grondwaterlichaam Krijt-Maas zijn meerdere keren per jaar geanalyseerd. Per jaar is een jaargemiddelde berekend. Dit jaargemiddelde is gebruikt voor de trendanalyse.

Van het eerste filter van meetpunt bij Budel (1847/1) zijn de cadmiumresultaten uit de dataset verwijderd. De concentraties van cadmium en zink zijn sterk verhoogd door uitspoeling vanuit zinkassen (TNO 2004).

4 TRENDS KWALITEIT ONTTROKKEN WATER

4.1 Meetdoel

Het meetdoel voor de monitoring van de toestand en trends van de kwaliteit van het onttrokken water is:

Het beoordelen of er sprake is van een significante toename van concentraties van stoffen in het onttrokken ruwe water en of dit leidt of heeft geleid tot een toename van de zuiveringsinspanning.

Hiertoe wordt voor de betreffende winning voor afzonderlijke stoffen nagegaan of er over de afgelopen 10 jaar sprake is van een stijgende trend en of de zuiveringsinspanning ten opzichte van het referentiejaar 2000 dus is toegenomen.

De trendanalyse is uitgevoerd op alle voor drinkwater relevante stoffen. Dit zijn de stoffen uit tabel II en IIIc uit bijlage A van het drinkwaterbesluit (zie bijlage 6).

4.2 Opzet van het meetnet

De test moet worden uitgevoerd voor alle stoffen die in het kader van de Drinkwaterrichtlijn in het ruwe (dus ongezuiverde) water worden gemeten. De punten van beoordeling zijn de winningen zelf. Er is gebruik gemaakt van REWAB database met gegevens over de kwaliteit van het gemengde opgepompte grondwater (zie kader).

Wat wordt in REWAB gerapporteerd
In de REWAB-database wordt informatie verzameld over de drinkwaterkwaliteit in Nederland. Drinkwaterbedrijven leveren hiervoor jaarlijks gegevens aan op basis van het wettelijk voorgeschreven meetprogramma (Drinkwaterregeling). Voor het grondwater dat wordt opgepompt voor de drinkwaterbereiding, is er een beperkt verplicht meetprogramma (http://wetten.overheid.nl/BWBR0002339/geldigheidsdatum_06-10-2009#BijlageB).

Er zijn bedrijven die voor bepaalde winningen meer stoffen meten en dit al dan niet via REWAB rapporteren. Dit meetprogramma kan bovendien per jaar verschillen. Gegevens van waarnemingsputten en individuele winputten worden niet gerapporteerd in REWAB. Voor het gemengde opgepompte ruwwater worden per onderzochte parameter in elk geval de jaargemiddelde-, minimum- en maximumconcentratie, de rapportagegrens en het aantal uitgevoerde metingen gerapporteerd. Een jaargemiddelde concentratie kan zijn berekend op basis van 1 tot 100 meetwaarden. Een concentratie van een parameter die in REWAB wordt gerapporteerd, kan dus zijn gebaseerd op een momentopname of een gemiddelde waarin seizoensinvloeden zijn verwerkt. Ook kan de meting per zuiveringslocatie of na menging van verschillende locaties zijn verricht.

De REWAB gegevens zijn aangeleverd door
- Brabant Water voor de periode 2002-2010;
- WML voor de periode 2002-2011;
- Evides voor de periode 2005-2010.

In totaal zijn voor 68 winningen gegevens aangeleverd (bijlage 4).

4.3 Resultaat toetsing

Alle gemeten concentraties zijn getoetst aan de 75% grens van de drinkwaternorm aan de jaargemiddeld gemeten concentratie. Het resultaat is dat in totaal 153 maal een overschrijding plaats vindt.

De drie pompstations met de meeste (> 10) overschrijdingen zijn (tabel 4.1):
- Ouddorp;
- Heel;
- Vierlingsbeek.

De vier stoffen waarvoor het vaakst een overschrijding (> 10) plaats vindt zijn (tabel 4.2):
- som pesticiden;
- nitraat;
- bentazon;
- 1,2-dichloorpropaan.

Tabel 4.1: Aantal stoffen per jaar waarbij een overschrijding plaats vindt van de jaargemiddeld gemeten concentratie ten opzichte van de 75% van de drinkwaternorm

Locatie	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Totaal
Beegden						1	1	1	1	4
Bergen							1	1	1	3
Boxmeer	1		1		1		1	1	1	6
Breda - Dorst			1	1	1	1	1	1	1	7
Budel							1	1		2
Craubeek	1	1			1			1		4
De Tombe			1		2	1		1		5
Eindhoven (Aalsterweg)				1		1				2
Geulle					1					1
Grubbenvorst						1		1	1	3
Halsteren				2	1	1	1	1	1	7
Heel	6		3	2	3	1	1	2	1	19
Heer - Vroendaal		1		2	2	1		1		7
Macharen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Nuland									1	1
Ouddorp				5	4	8	6	5	5	33
Roodborn	1	1	1	1	2	1		1	1	9
Roosteren	1		1	1	1	1		1	1	7
Vierlingsbeek	2	2	3	1	3	3	2	1	3	20
Vredeoord			2							2
Waterval		1	1							2
Totaal	**13**	**7**	**15**	**17**	**23**	**22**	**16**	**21**	**19**	**153**

Tabel 4.2: Aantal pompstations per jaar per stof waarbij een overschrijding plaats vindt van de jaargemiddeld gemeten concentratie ten opzichte van de 75% van de drinkwaternorm

Stof	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Totaal
1-(3,4-dichloorfenyl)-3-methylureum	1									1
1,2-dichloorpropaan	1	1	1			2	2	2	2	11
1,3- en 1,4- dimethylbenzeen (som)				1						1
Aminomethylfosfonzuur (ampa)	1		1	1	1	1		1	1	7
Antimoon				1						1
Arseen			1	1	1	1	1	1	1	7
Bentazon	2	1	2	1	2	3	4	4	4	23
Bis(2-methoxyethyl)ether (Diglyme)						1	1			2
Boor									1	1
Cafeïne								1		1
Chlooretheen			2	1		1				4
Chloortoluron						1				1
Chloridazon					1	1				2
Cis-1,2-dichlooretheen			1							1
Dibroommethaan		1								1
Dichloormethaan			1						1	2
Diuron	1				1					2
Ethyleendiaminetetra-azijnzuur (EDTA)									1	1
Fenamifos					5					5
Fluoride	1									1
Glyfosaat	1			1	1	1	1	1		6
Isoproturon						1	1	1		3
Lood				1						1
Nicosulfuron						1				1
Nikkel	1	1	1	1	1		1	1	1	8
Nitraat	2	3	3	2	4	3	1	4	2	24
Nitriet				1	1	1	1	1	1	6
Pirimifos-methyl					1					1
Som Pesticiden (berekend)	2		2	5	4	4	3	4	4	28
Totaal	13	7	15	17	23	22	16	21	19	153

Er is ook een gedetailleerd overzicht opgenomen van de overschrijding per stof per pompstation (een combinatie van tabel 4.1 en 4.2). Deze uitgebreide tabel is opgenomen in bijlage 5.

4.4 Resultaat trendbepaling

Voor alle 153 maal waar de 75% van de drinkwaternorm is overschreden is voor het bijbehorende pompstation de trendontwikkeling in kwaliteit voor de betreffende stof bepaald over de meetperiode 2002 – 2010. Dit geeft 40 verschillende trendberekeningen, omdat stoffen vaak in meerdere jaren in hetzelfde pompstation boven de 75% grens uitkomen. Daarnaast is als eis gesteld dat minimaal zes verschillende metingen nodig zijn voor het uitvoeren van een trendanalyse. Te korte meetreeksen zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

Van deze 40 trends is de verdeling als volgt:
- 19 met een (licht) dalende trend (groen in tabel 4.3);
- 16 zonder een trend;
- met een (licht) stijgende trend (rood in tabel 4.3).

De trends zijn weergeven in verandering in concentratie per jaar.

Opgemerkt moet worden dat de gevonden stijgende trends zeer licht zijn. Ten tweede moet opgemerkt worden dat het aantal metingen beperkt is. De betrouwbaarheid van de aangetoonde trend is daarom ook klein (bijlage 7). De geringe trends zijn logisch te verklaren omdat gebruik wordt gemaakt van het gemengde ruw water. Waterbedrijven zorgen ervoor dat de kwaliteit van het onttrokken water redelijk constant blijft in de tijd.

Er zijn dus vier pompstations met een stijgende trend. Geen van de vier trends is zo groot dat de norm van het drinkwaterbesluit in 2021 naar waarschijnlijkheid niet zal worden overschreden (zie bijlage 7). Voor pompstation Vierlingsbeek is dit zeker niet het geval, omdat deze locatie in 2012 wordt gesloten.

Tabel 4.3: Trends in jaarlijkse verandering in concentratie van het ruw onttrokken water in de periode 2002-2010 (Voor een uitgebreide toelichting zie bijlage 7)

Pompstation	Parameter	Eenheid	Trend verandering (concentratie per jaar)
Craubeek	Nitraat	mg/l NO3	-1,8
Heel	Bromaat	µg/l BrO3	-0,5
Heel	Antimoon	µg/l Sb	-0,4
Heel	Aminomethylfosfonzuur (ampa)	µg/l	-0,3
Halsteren	1,3- en 1,4- dimethylbenzeen (som)	µg/l	-0,2
Breda - Dorst	Arseen	µg/l As	-0,1
Heel	Som Pesticiden (berekend)	µg/l	-0,1
Ouddorp	Som Pesticiden (berekend)	µg/l	-0,1
Breehei	2,6-dimethylaniline	µg/l	-0,1
Heel	Fluoride	mg/l F	-0,1
Herten	2,6-dimethylaniline	µg/l	-0,1
Hunsel	2,6-dimethylaniline	µg/l	-0,1
Ouddorp	Bromaat	µg/l BrO3	-0,1
Waterval	Dichloormethaan	µg/l	-0,1
Heel	Glyfosaat	µg/l	0,0
Heel	Diuron	µg/l	0,0
Heel	2,6-dimethylaniline	µg/l	0,0
Ouddorp	Nitriet	mg/l NO2	0,0
Roosteren	Som Pesticiden (berekend)	µg/l	0,0
Beegden	Bentazon	µg/l	0,0
Boxmeer	Bentazon	µg/l	0,0
Budel	Bentazon	µg/l	0,0
Eindhoven (Aalsterweg)	Chlooretheen	µg/l	0,0
Halsteren	Som Pesticiden (berekend)	µg/l	0,0
Heel	1-(3,4-dichloorfenyl)-3-methylureum	µg/l	0,0
Heel	Chlooretheen	µg/l	0,0
Heel	Pirimifos-methyl	µg/l	0,0
Macharen	Bentazon	µg/l	0,0
Ouddorp	Glyfosaat	µg/l	0,0
Ouddorp	Aminomethylfosfonzuur (ampa)	µg/l	0,0
Ouddorp	1,2-dichloorpropaan	µg/l	0,0
Ouddorp	Dichloormethaan	µg/l	0,0
Vierlingsbeek	1,2-dichloorpropaan	µg/l	0,0
Vierlingsbeek	Bentazon	µg/l	0,0
Waterval	Dibroommethaan	µg/l	0,0
Grubbenvorst	1,2-dichloorpropaan	µg/l	0,1
Roodborn	Nitraat	mg/l NO3	0,2
Ouddorp	Lood	µg/l Pb	0,7
Vierlingsbeek	Nitraat	mg/l NO3	4,0

4.5 Toelichting bij de gehanteerde methodiek

De informatiebehoefte voor de drinkwaterfunctie in de KRW-cyclus is nader uitgewerkt in het rapport “Gegevensbehoefte Drinkwater voor de KRW” (RIVM, 2012). In dit rapport is beschreven welke informatie nodig is om te kunnen rapporteren of de KRW doelstellingen voor de waterkwaliteit bij winningen voor drinkwater zijn behaald.

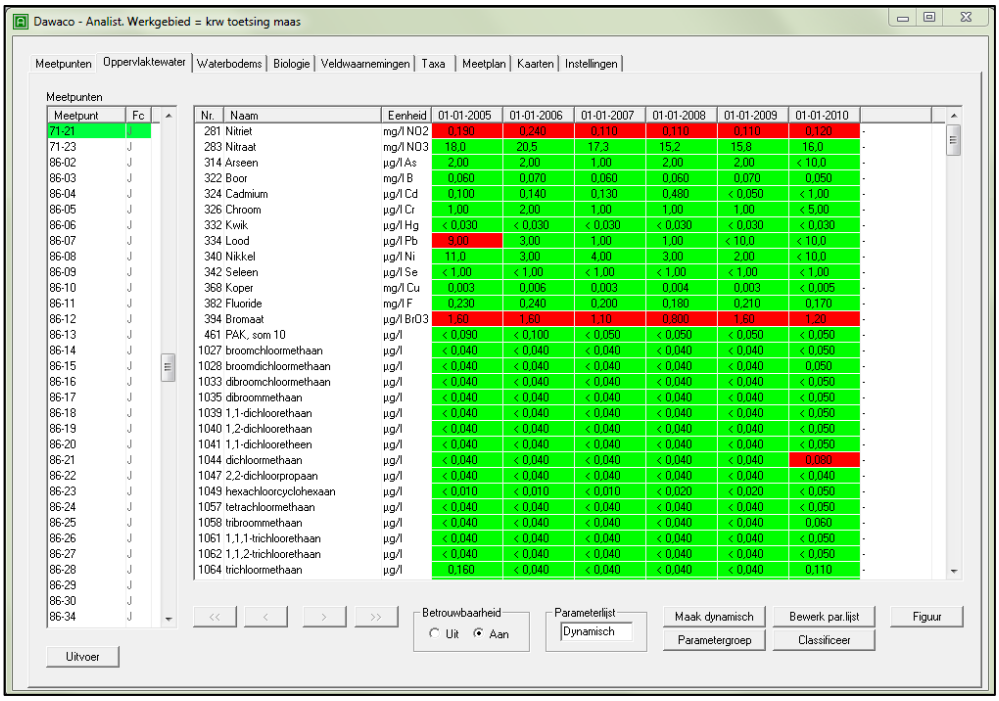
De KRW bevat zowel in artikel 7 als in artikel 4 doelstellingen voor grondwaterlichamen met winningen voor menselijke consumptie. Bij de karakterisering en de toestandbeoordeling wordt naar beide artikelen gekeken. Bij de karakterisering wordt beoordeeld of er aan de doelstellingen zal worden voldaan, bij de toestandbeoordeling of er aan de doelstellingen is voldaan.

Methode toetsing drinkwaterwinningen
De toetsing van de drinkwaterwinningen dient uitgevoerd te worden voor twee artikelen van de KRW: artikel 4: toestandsbeoordeling grondwaterlichamen en artikel 7 (geschiktheid grondwater voor drinkwatervoorziening). Voor de toetsing van artikel 4 kan gebruik worden gemaakt van de toetsing van artikel 7. Dit betekent voor de informatiebehoefte bij winningen tijdens de toestandbeoordeling:

- Beoordeling van trends voor drempelwaardestoffen waarvoor overschrijding in het KRW-monitoringsprogramma is aangetroffen op basis van REWAB data.
- Toetsing aan artikel 7.2 en artikel 7.3 van de KRW op basis van REWAB-data (respectievelijk drinkwater- en grondwaterdata) voor die stoffen waarvoor bij de karakterisering is vastgesteld dat deze een probleem vormen voor de winning. Om het effect van maatregelen aan maaiveld vast te kunnen stellen, zullen ook andere informatiebronnen, zoals meetgegevens van waarnemingsputten in combinatie met het conceptueel model van het intrekgebied, noodzakelijk zijn. Deze analyse is niet uitgevoerd in dit rapport.

Voor deze studie is alleen de toetsing van artikel 7.3 van de KRW uitgevoerd voor alle relevante stoffen uit het Drinkwaterbesluit (artikel 7.3 stelt dat de kwaliteit van water bestemd voor menselijke consumptie niet mag verslechteren, zodat op termijn de zuiveringsinspanning kan verminderen). Hiervoor zijn de jaargemiddelde waarnemingen uit de REWAB-dataset vergeleken met de normen uit het Drinkwaterbesluit (tabel II – chemische parameters en tabel IIIc – indicatoren – signaleringsparameters). Hiervoor is een waarde van 75% van de norm gehanteerd. Vervolgens is voor de stoffen waar 75% van de norm is overschreden een trendbepaling uitgevoerd. Som-parameters voor PAK en PCB zijn als zodanig aangeleverd in de REWAB-data. Som-parameters voor pesticiden is zelf bepaald door optellen van de pesticiden boven de detectiegrens.

De toetsing is uitgevoerd met behulp van het programma Dawaco (zie figuur 4.1). Er is gebruik gemaakt van een lineair regressiemodel.



Figuur 4.1: Voorbeeld van toetsing in DAWACO

Parameters waarvoor de rapportagegrens hoger is dan de norm zijn wel getoetst in Dawaco (en komen er dus ook uit als “overschrijding”) maar zijn verder niet meer meegenomen in de analyse.

Trendanalyse

Het is een Nederlandse keuze om de tests met behulp van trendbepaling uit te voeren (RIVM, 2011a). Er worden ook geen harde eisen gesteld aan de berekening van deze trends (tabel 4.4). Voor de toestand- of trendbeoordeling moet wel kunnen worden bepaald of een trend statistisch en milieuhygiënisch significant (relevant) is. Hiervoor gelden de vereisten zoals beschreven door Grath et al. (2001). Voor de trendanalyse is in deze studie lineaire regressie toegepast. Deze analyse leidt niet tot een uitspraak over een trendomkering.

Tabel 4.4: Samenvatting van wat mogelijk is met verschillende tijdreeksen van waarnemingen (RIVM, 2011)

Tijdreeks (aantal meetjaren in een waarnemingspunt, bij jaarlijkse waarneming)	**Mogelijk gebruik**
2	Het verschil kan functioneren als een signaal voor verder onderzoek
3 tot 8	Met lineaire regressie een indicatie geven van een stijging of daling per waarnemingspunt
8 tot 15	Met lineaire regressie en voldoende onderscheidend vermogen aangeven of er sprake is van een significant stijgende of dalende trend
4 tot 30	Met behulp van een bi-sectie-model aantonen dat er sprake is van trendomkering

Vergelijking drempelwaarden en drinkwaterbesluit

Voor de beoordeling van de trends is gebruik gemaakt van de 75% norm uit het drinkwaterbesluit. In de toetsing van het grondwaterlichaam Slenk_Diep is dezelfde REWAB data vergeleken met de drempelwaarden. In tabel 4.5 zijn beide normen met elkaar vergeleken. Te zien is dat de 75% norm van het drinkwaterbesluit meestal lager ligt dan de drempelwaarde. Uitzondering is cadmium waar de drempelwaarde lager ligt.

Tabel 4.5: Drempelwaarden voor grondwaterlichaam Slenk_Diep vergeleken met de normen uit het drinkwaterbesluit

	Eenheid	**Drempelwaarde Slenk_Diep**	**Norm drinkwaterbesluit**	**75% van drinkwaterbesluit**
Cl	mg/l	140	Niet relevant	Niet relevant
Ni	µg/l	30	20	15
As	µg/l	15	10	7,5
Cd	µg/l	0,5	5	3,75
Pb	µg/l	11	10	7,5
Nitraten	mg/l NO3	50	50	37,5

LITERATUUR

(Arcadis 2008). Bepaling chemische toestand grondwaterlichamen Maasstroomgebied. Arcadis memo 11 december 2008 door R.J. Hoijtink aan de Thematische werkgroep monitoring Maasstroomgebied, subdeel grondwater.

(Grath 2001). The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results. Final Report. Austrian Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management (Ref.: 41.046/01-IV1/00 and GZ 16 2500/2-I/6/00), European Commission (Grant Agreement Ref.: Subv 99/130794), in kind contributions by project partners. Vienna, Austria. Grath, J. Scheidleder, A., Uhlig, S., Weber, K., Kralik, M., Keimel, T., Gruber, D. (2001).

(LWG 2012). Landelijke werkgroep grondwater. Protocol voor toestand- en trendbeoordeling van grondwaterlichamen KRW. Concept versie 4. 15 juni 2012.

(RIVM 2010). Uitwerking 7.3 KRW voor grondwaterlichamen. Drinkwaterfunctie bij karakterisering en toestandbeoordeling van grondwaterlichamen. RIVM rapport 607300012/2010. M.C. Zijp, S. Wuijts en H.H.J. Dik.

(RIVM 2011a). Voorstellen II voor trendbepaling in grondwater voor de KRW en de GWR. RIVM rapport 607402008/2011. W. Verweij, J.G. Meijles en H. Reijnders.

(RIVM 2011b). Methodiekontwikkeling Drempelwaarden Grondwater. Achtergrondconcentraties en Attenuatie- en Verdunningsfactoren. RIVM Rapport 607402003/2011 A.C.M. de Nijs, W. Verweij, E. Buis en G. Janssen.

(RIVM 2012). Gegevensbehoefte Drinkwater voor de KRW. S. Wuijts, H.F.R. Reijnders , W. Verweij en M.C. Zijp. RIVM Rapport 607402006/2012.

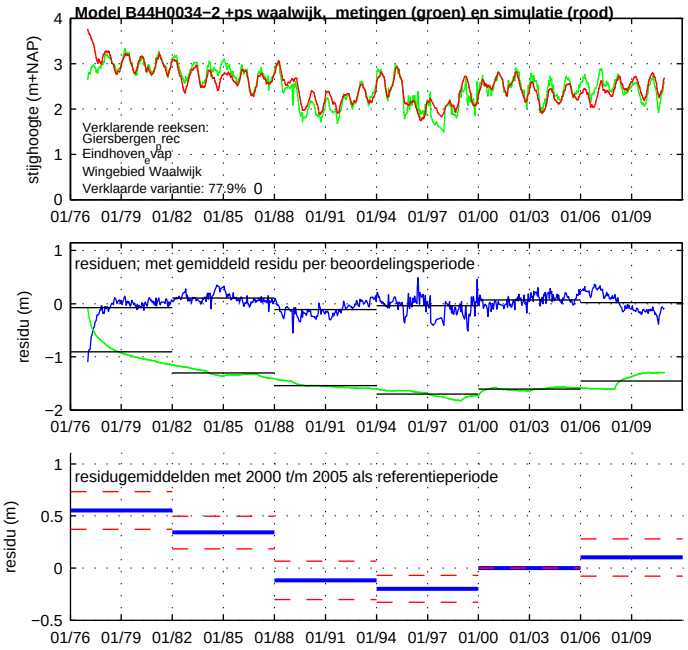
(TNO 2004). B. Van der Grift, J.C. Rozemeijer, M. van Vliet en H.P. Broers. De kwaliteit van het grondwater in de provincie Noord-Brabant, Rapportage over de toestand van 2003 en trends in de periode 1992 t/m 2003. TNO-rapport NITG 04-206-B.

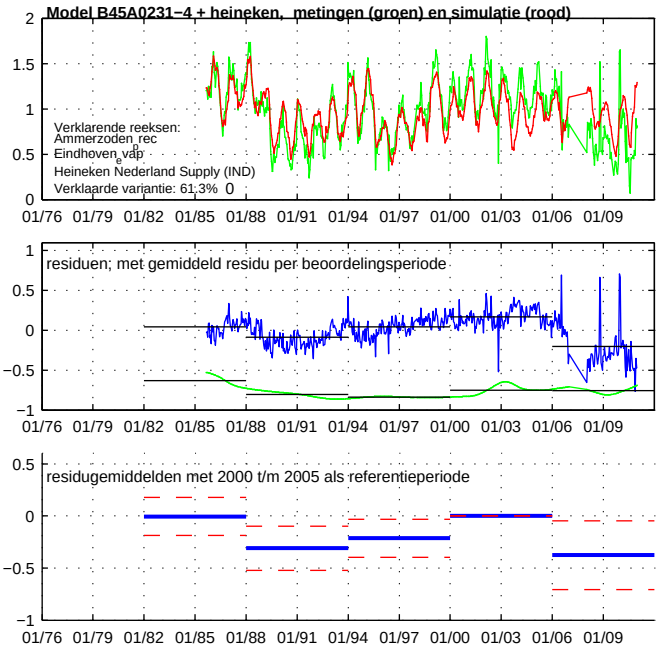
(TNO/Grontmij, 2005). Opzet van het KRW-Meetprogramma grondwater voor het stroomgebied Maas, H.P. Broers, P. Schipper (Grontmij), R. Stuurman, F.C. van Geer, en G van Oyen. TNO rapport NITG 05-176-A. 16 december 2005.

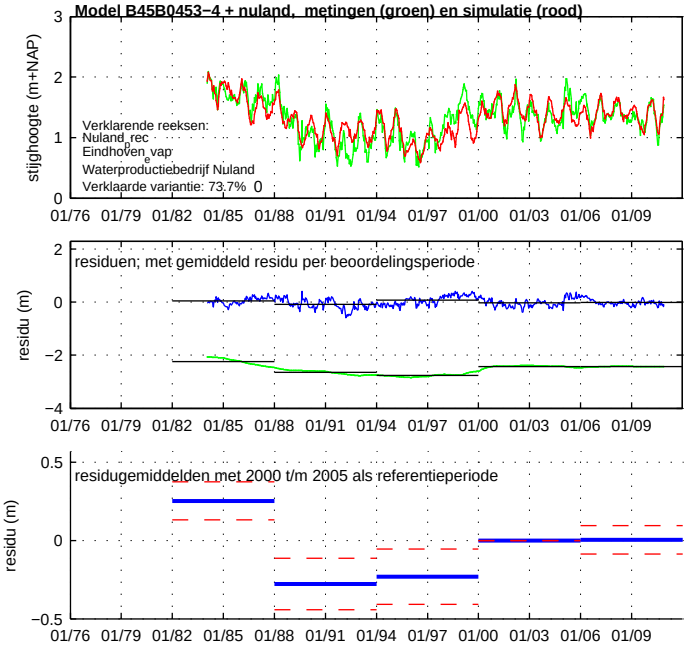
Visser, A., H.P. Broers, & M.F.P. Bierkens (2007) Demonstrating trend reversal in groundwater quality in relation to time of recharge determined by 3H/3He dating. Environmental Pollution 148(3): 797-807.

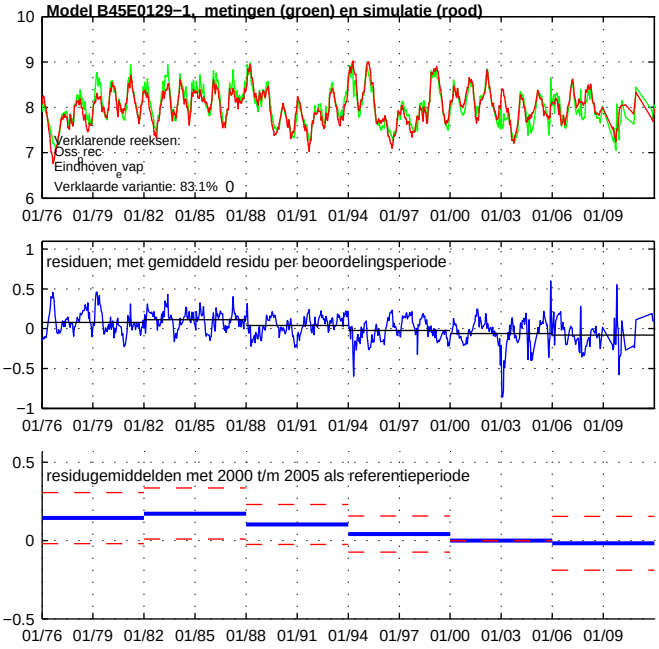
Bijlage 1
Tijdreeksmodellen grondwaterstand per peilbuis

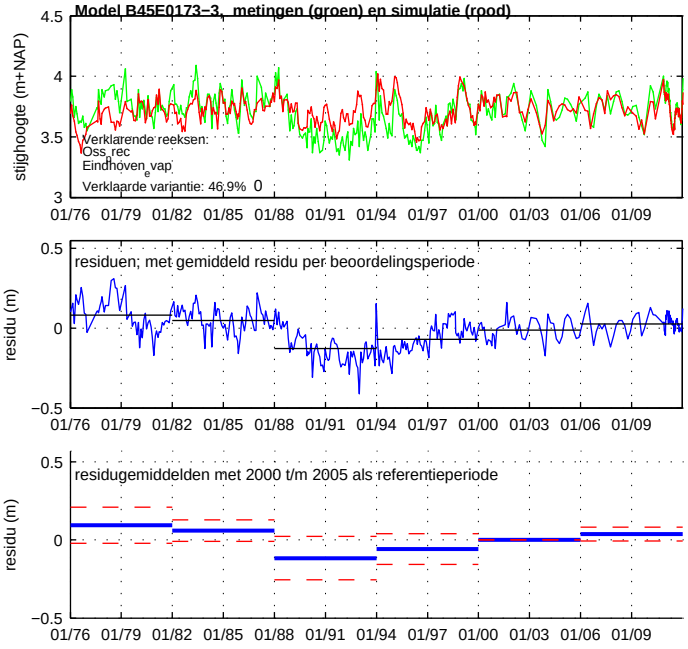
Grondwaterlichaam Slenk - Diep

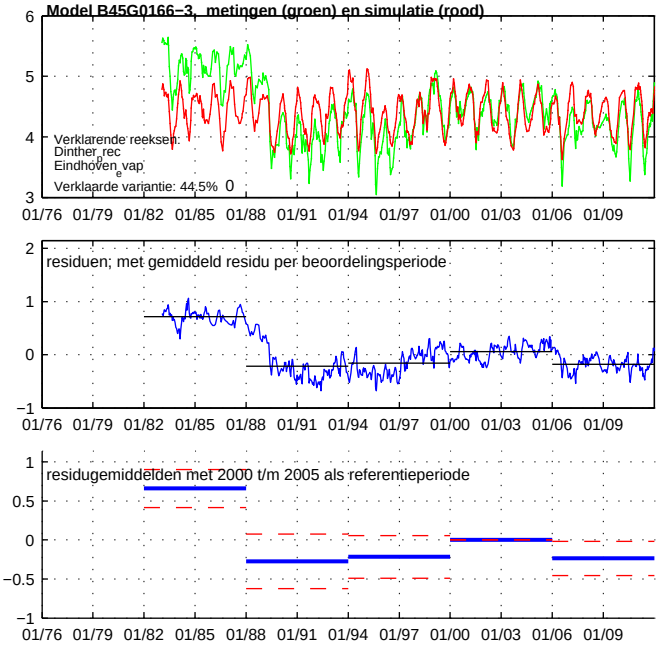




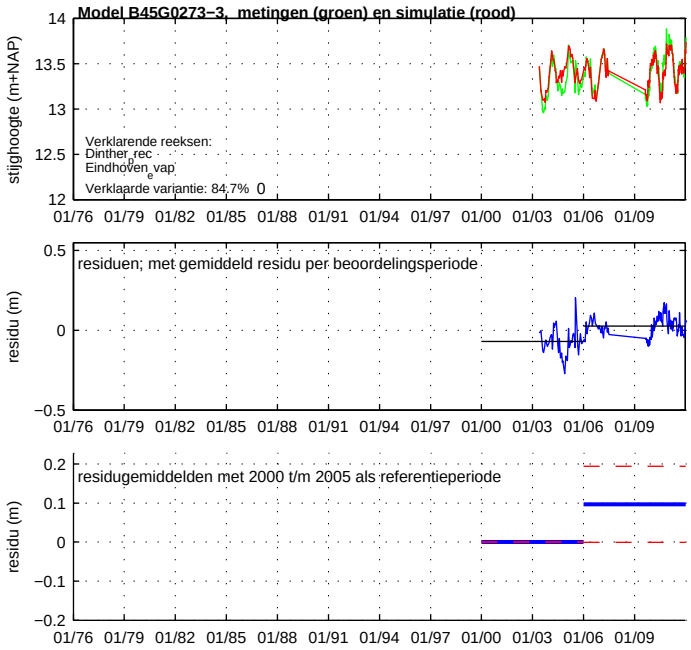


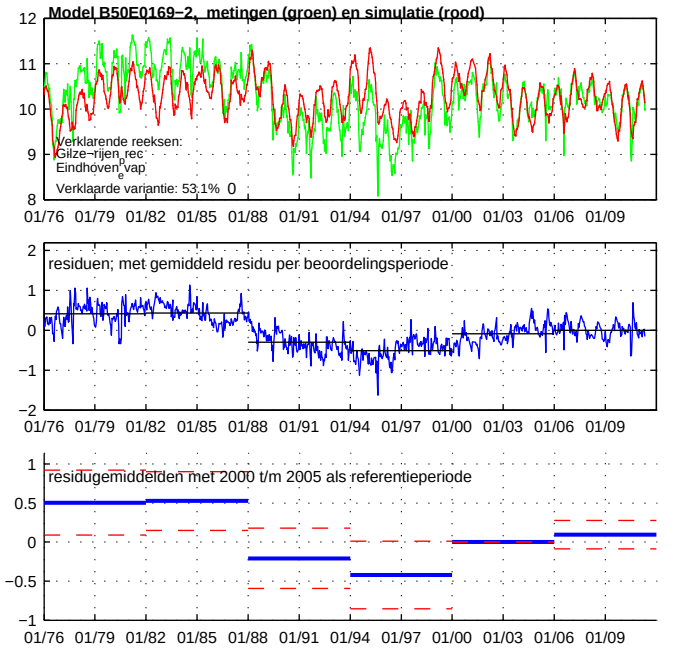


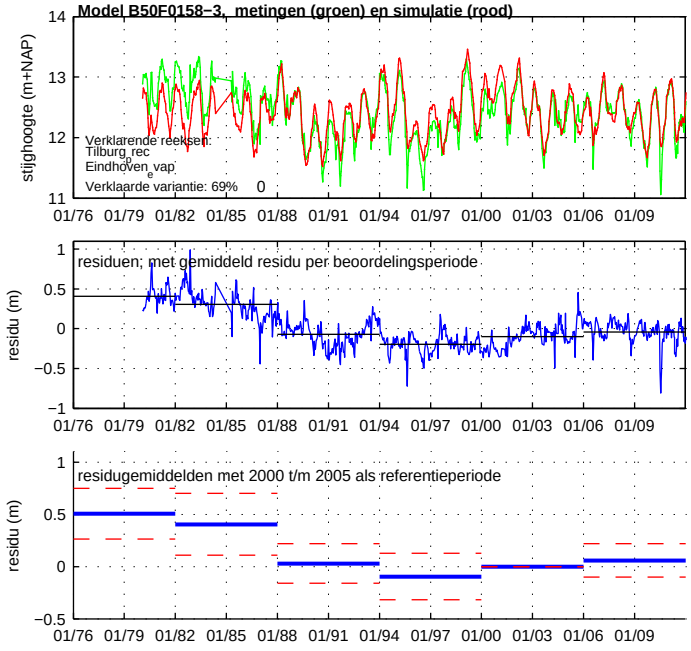


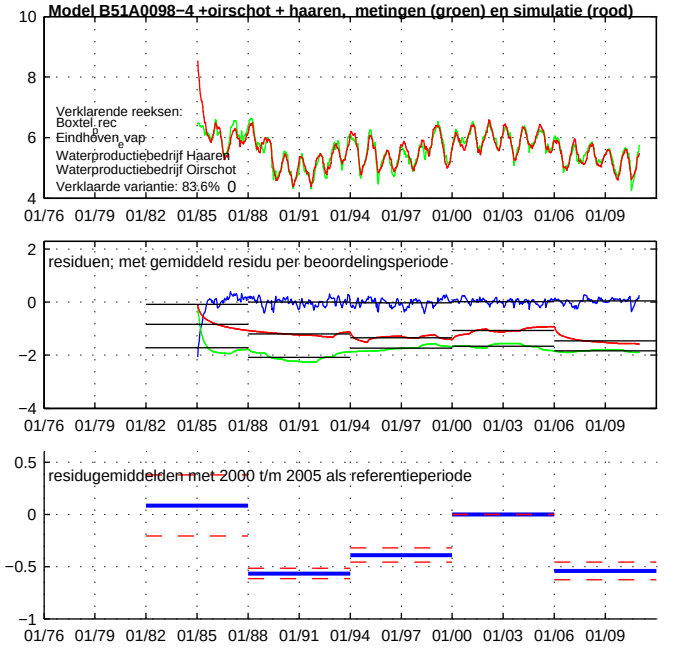


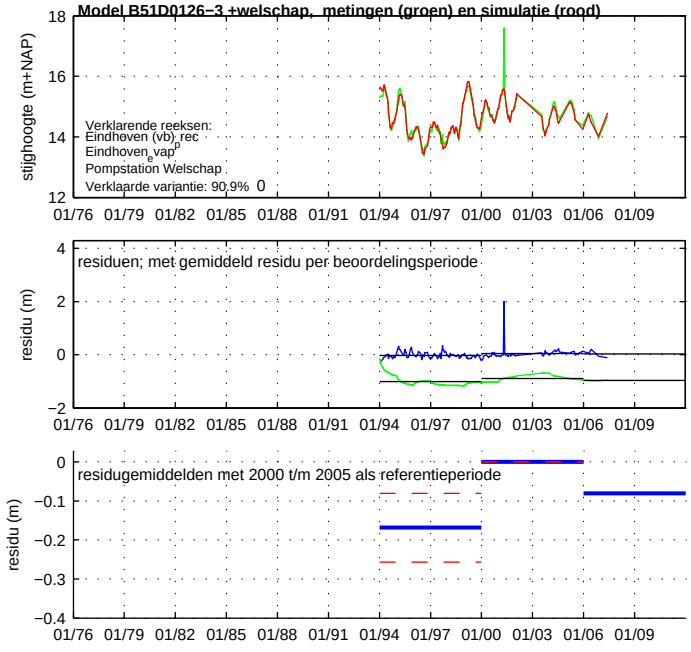
Deze figuur is aangemaakt op: 30−Jun−2012

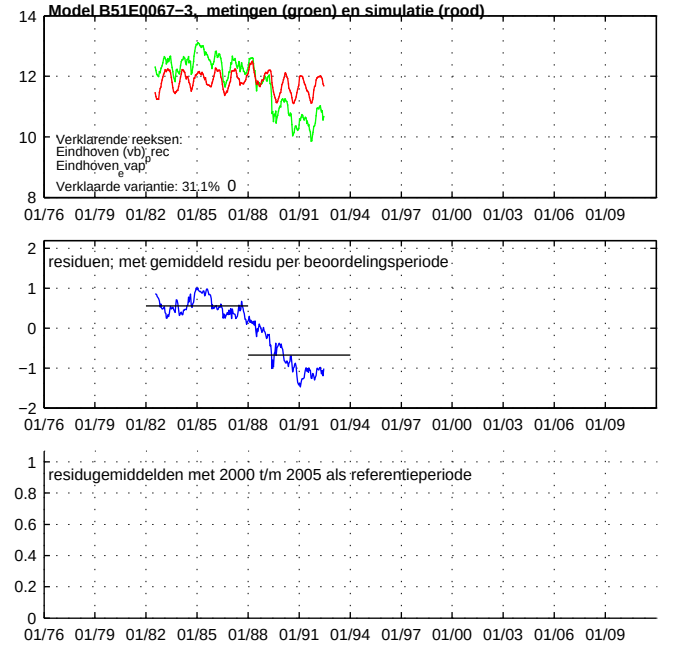




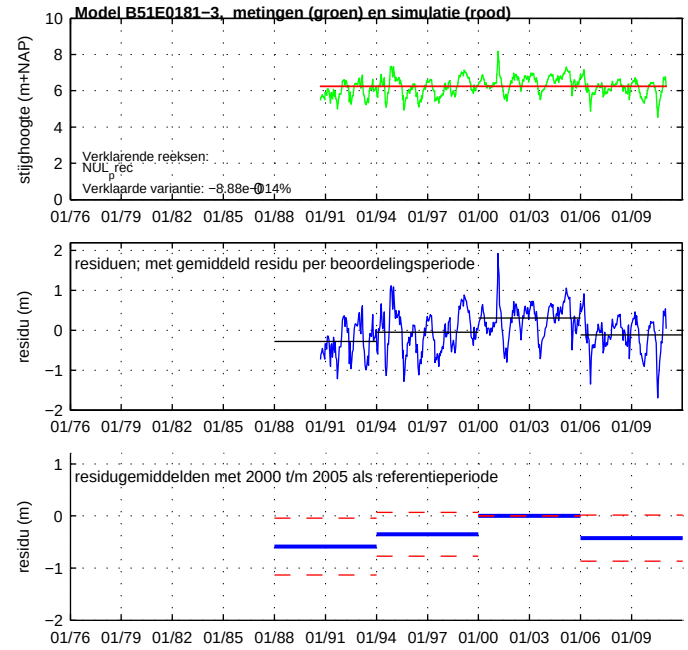


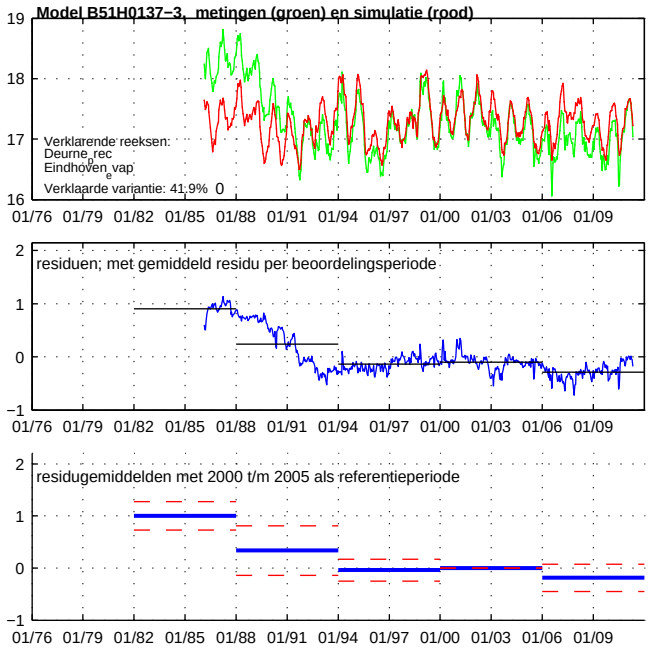


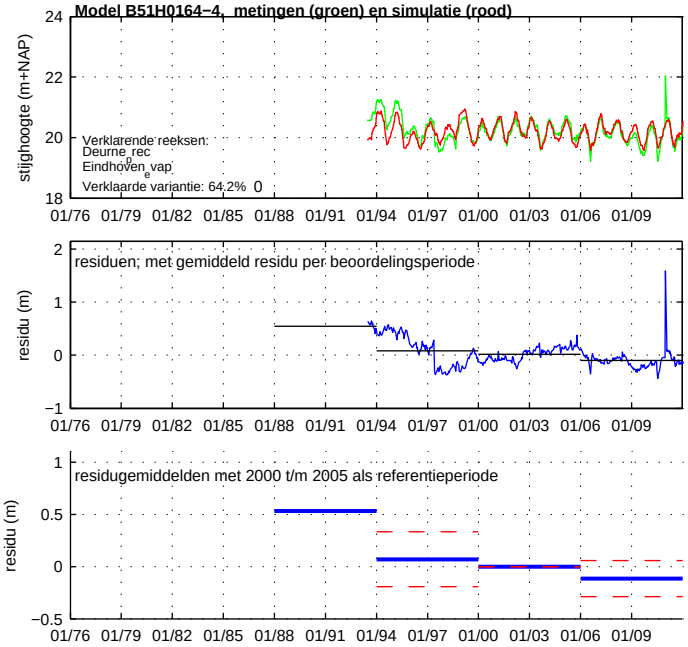


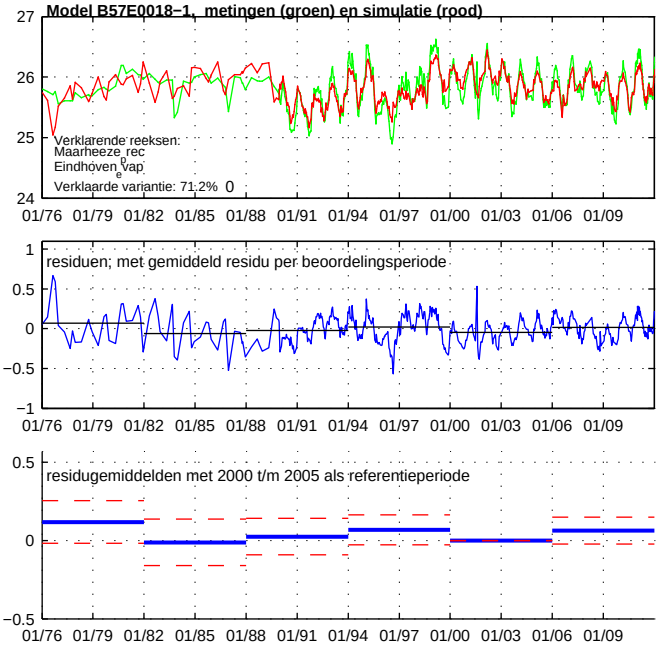


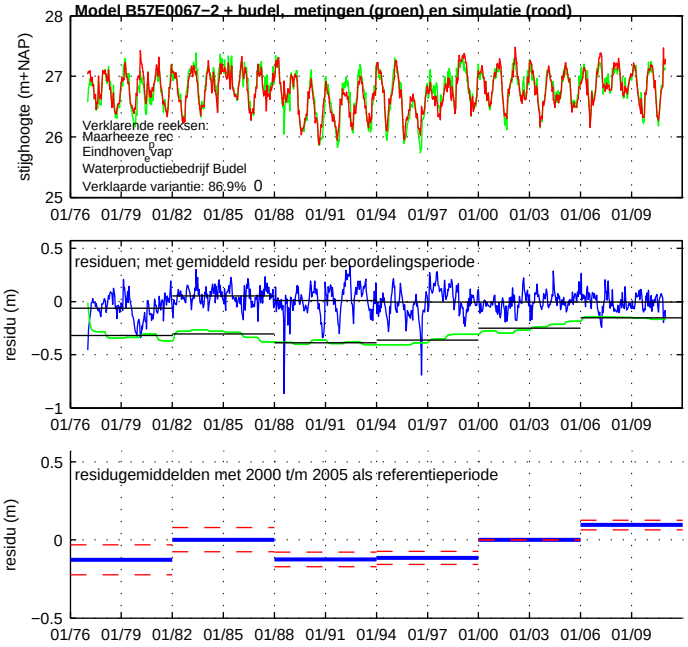
Deze figuur is aangemaakt op: 30−Jun−2012

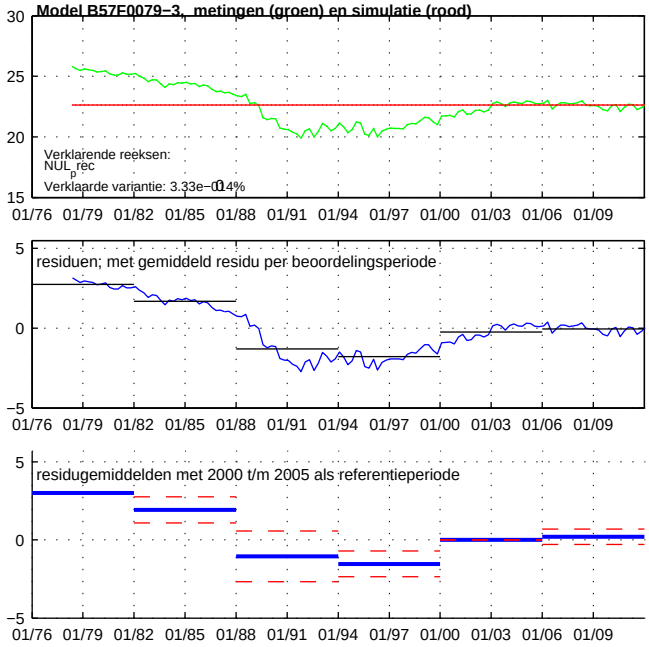




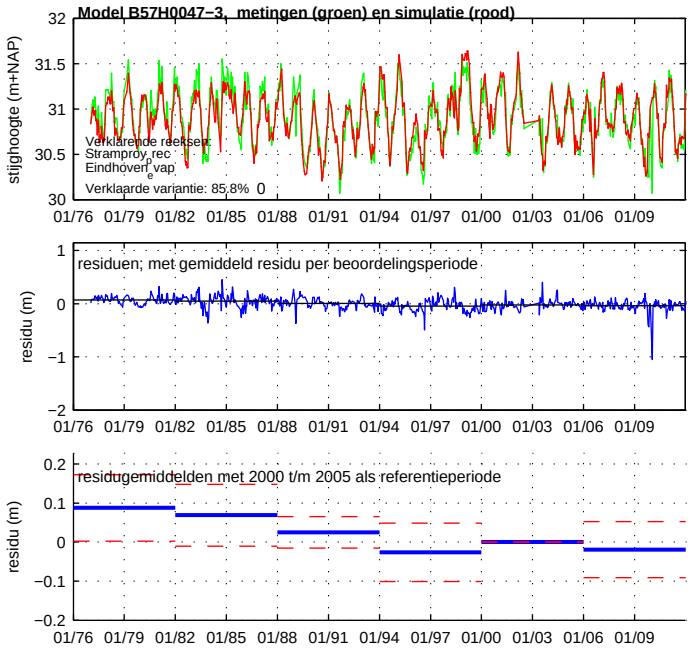


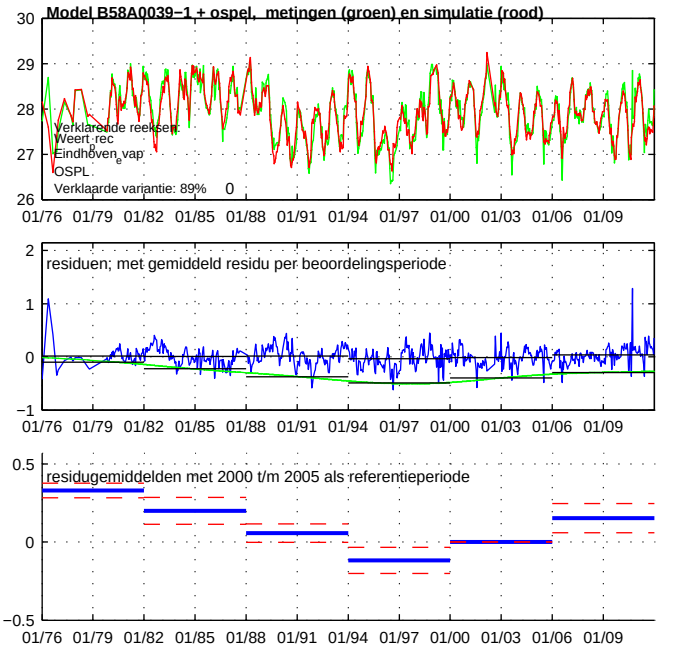


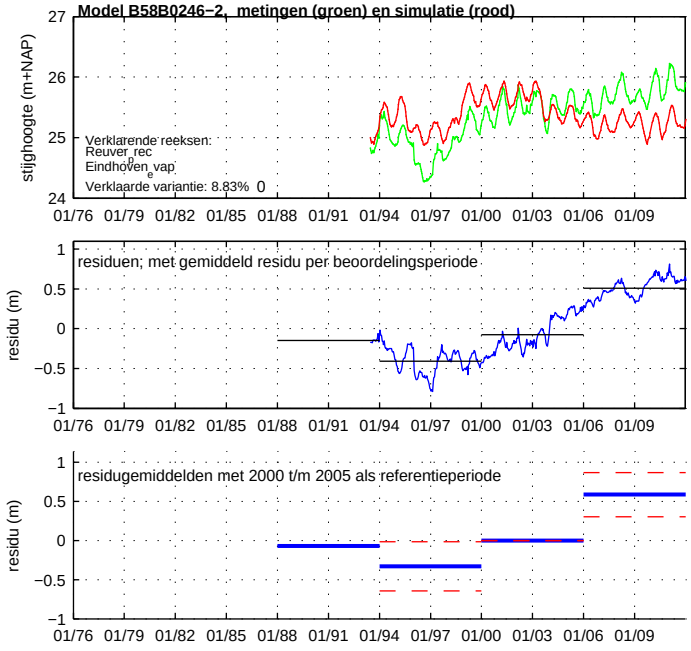


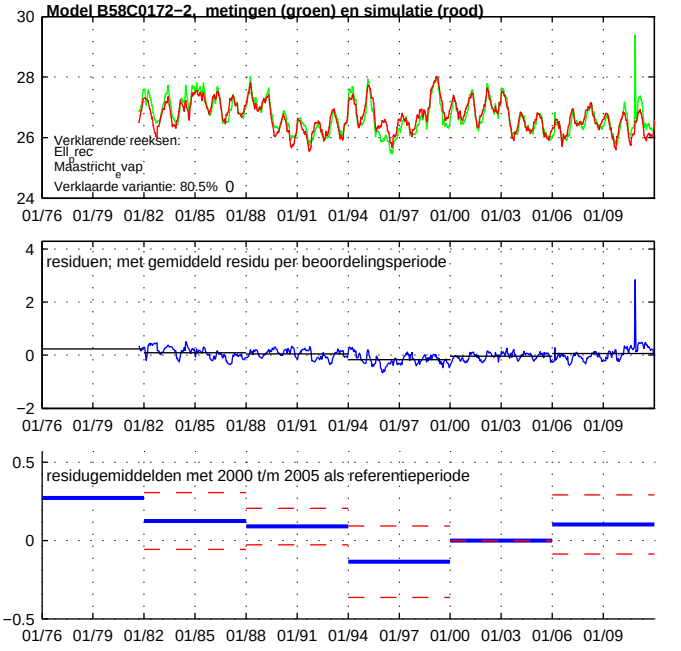


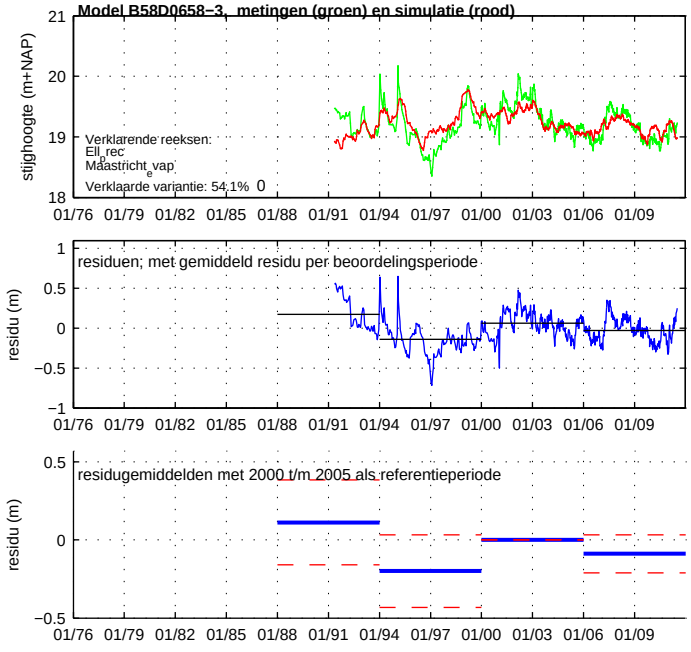
Deze figuur is aangemaakt op: 30−Jun−2012

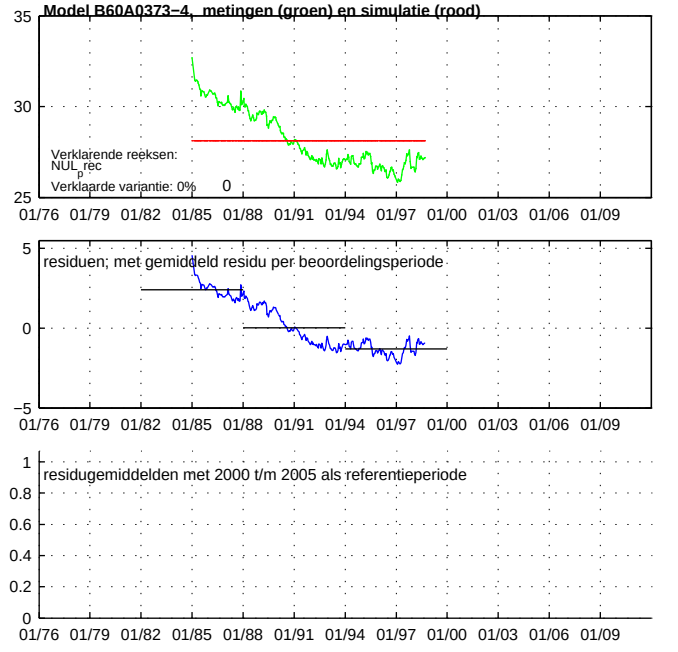




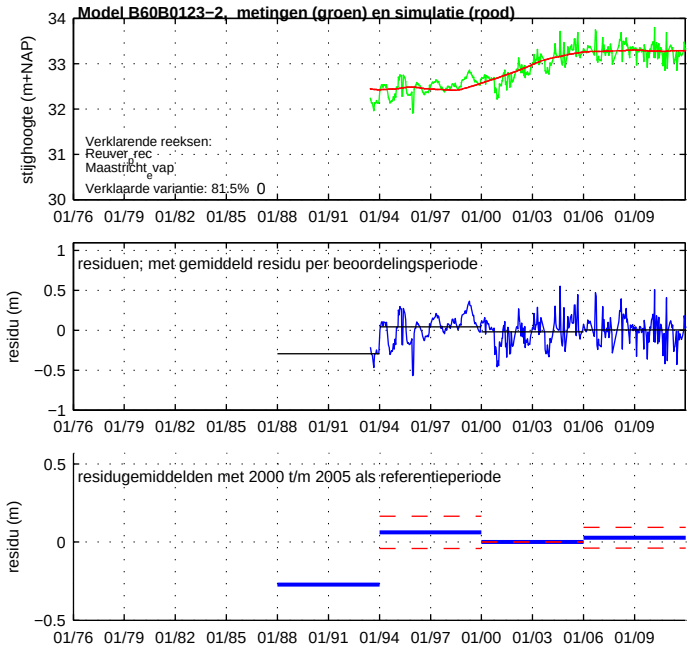


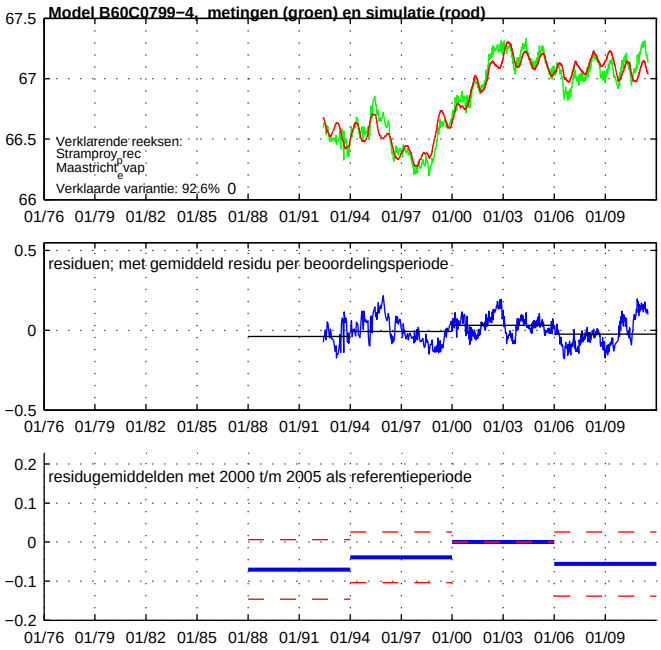






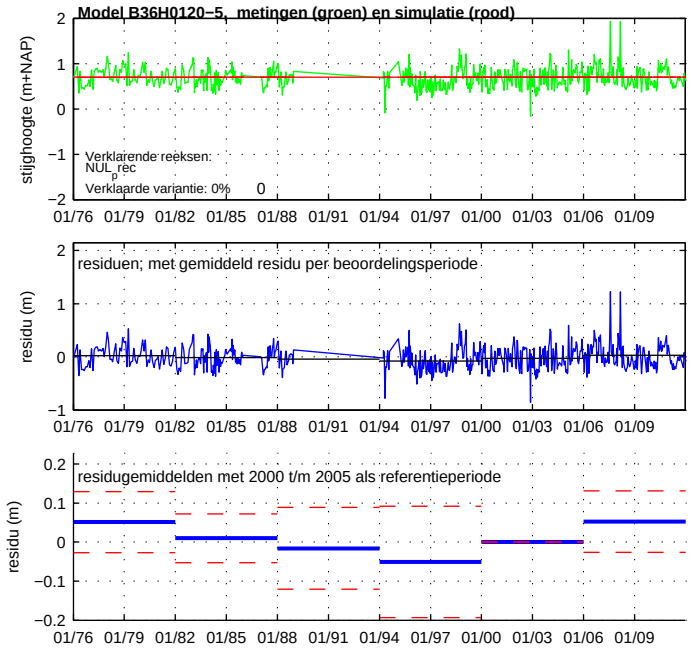
Deze figuur is aangemaakt op: 30−Jun−2012

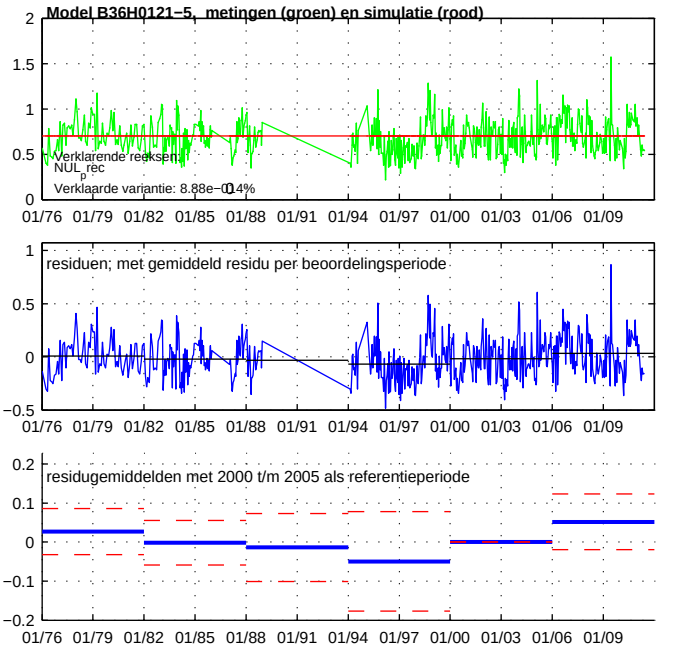


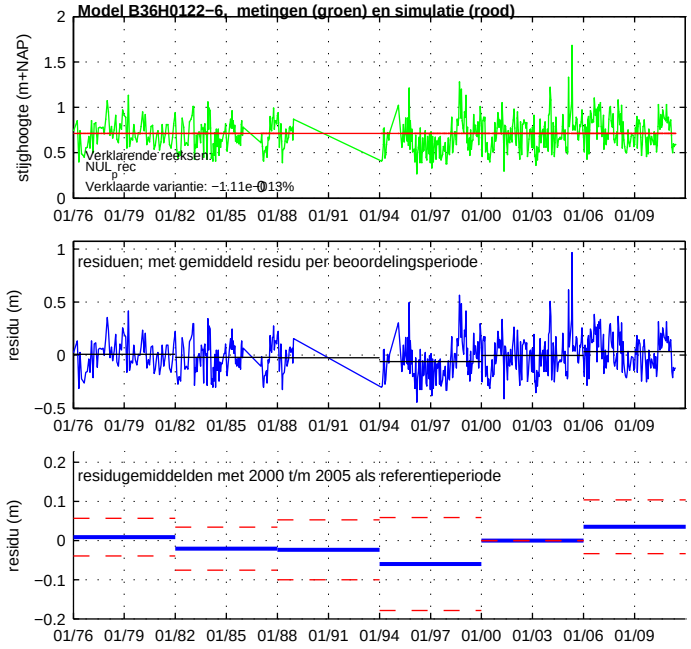


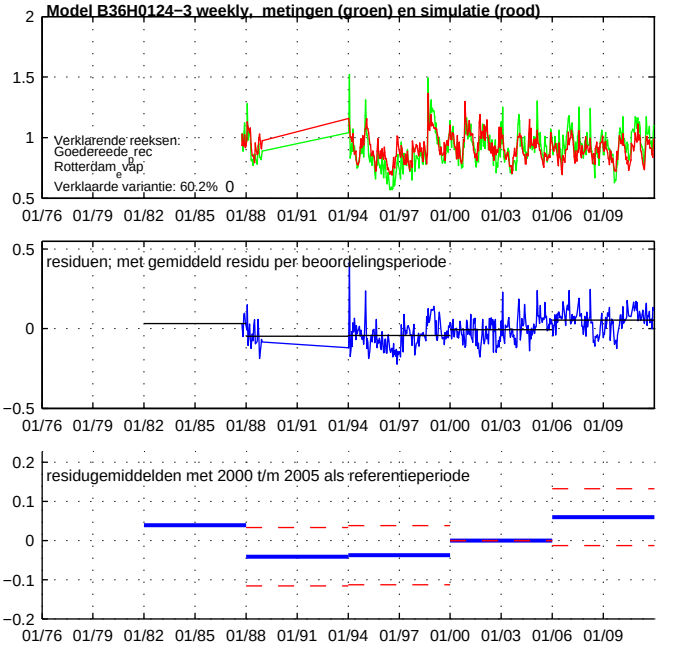
Deze figuur is aangemaakt op: 30−Jun−2012

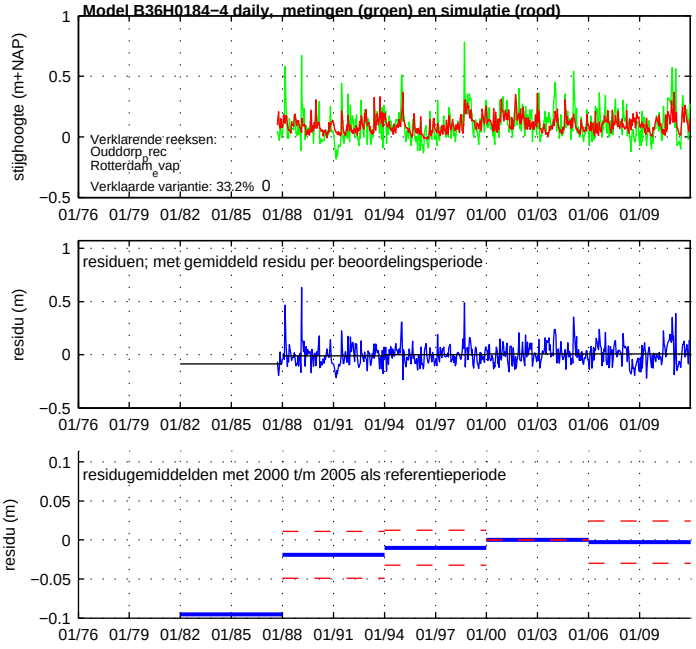
Grondwaterlichaam Duin

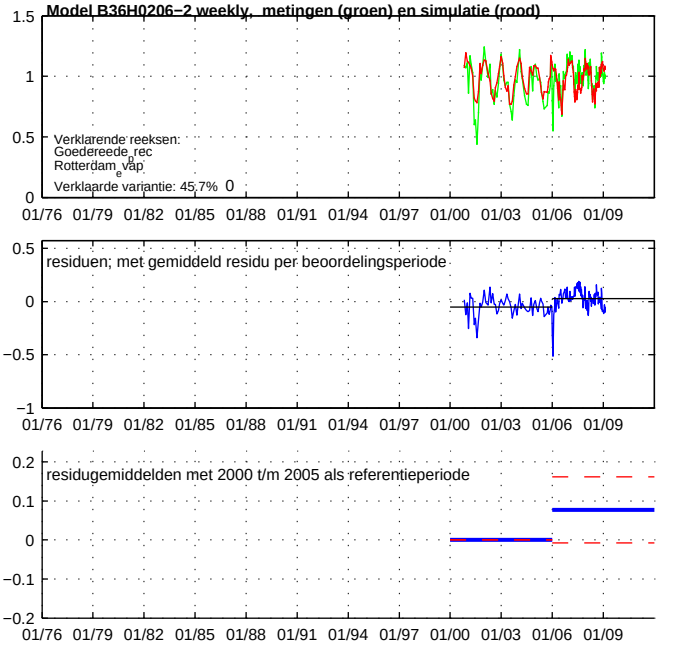




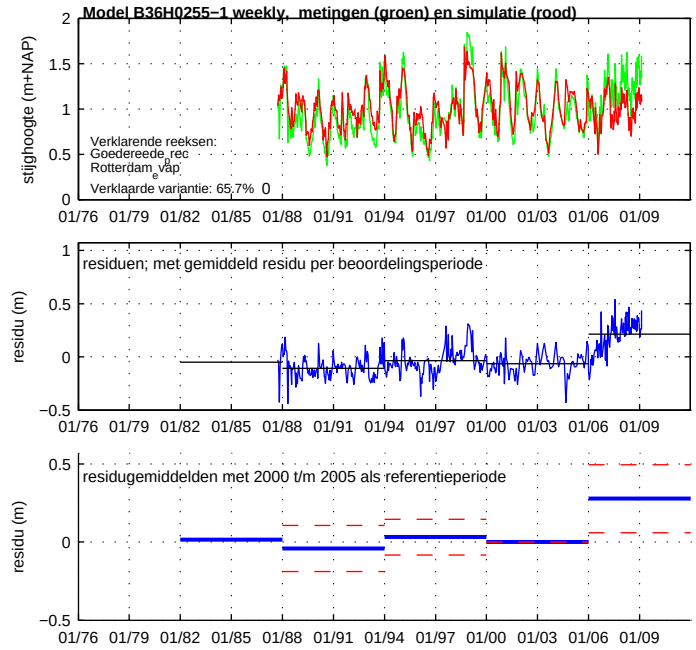


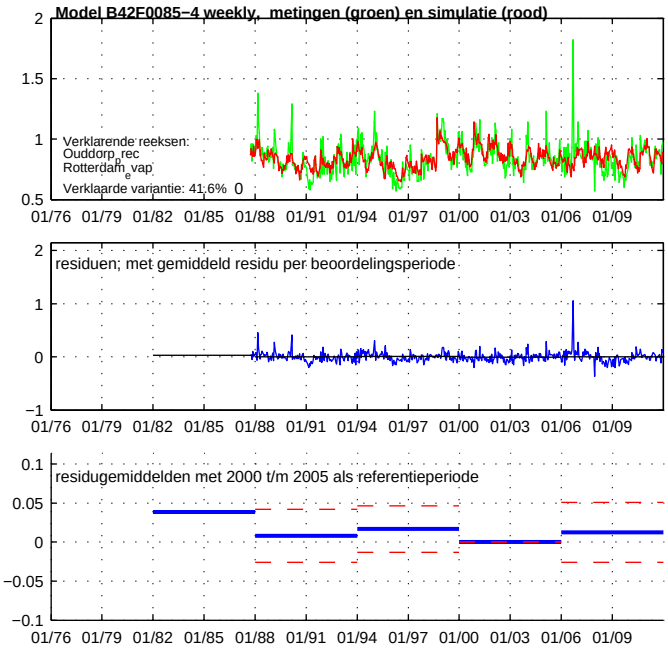


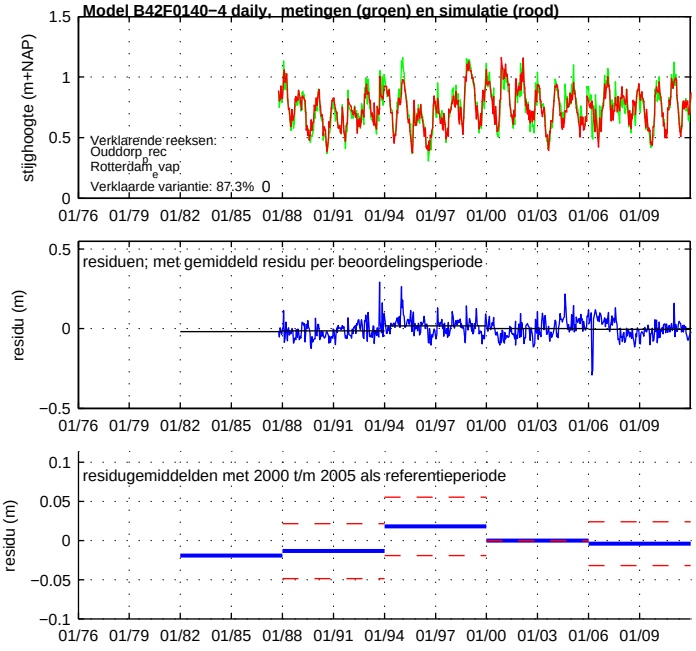


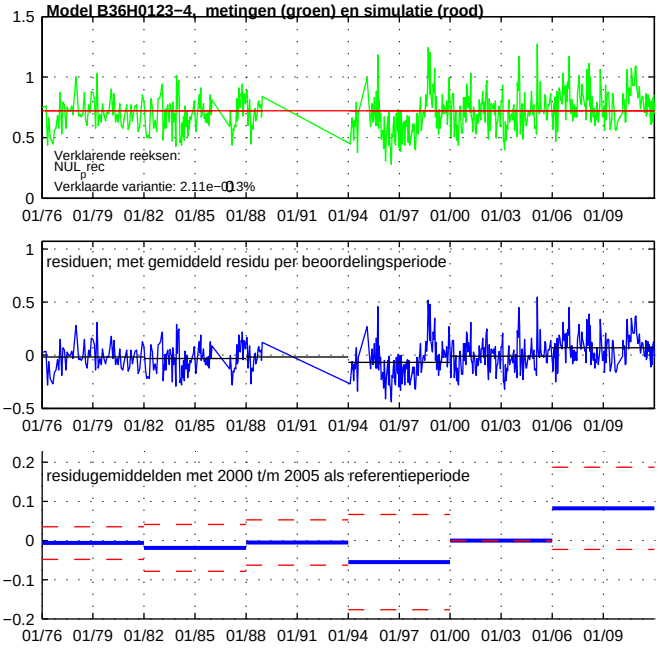


Deze figuur is aangemaakt op: 28−Jun−2012



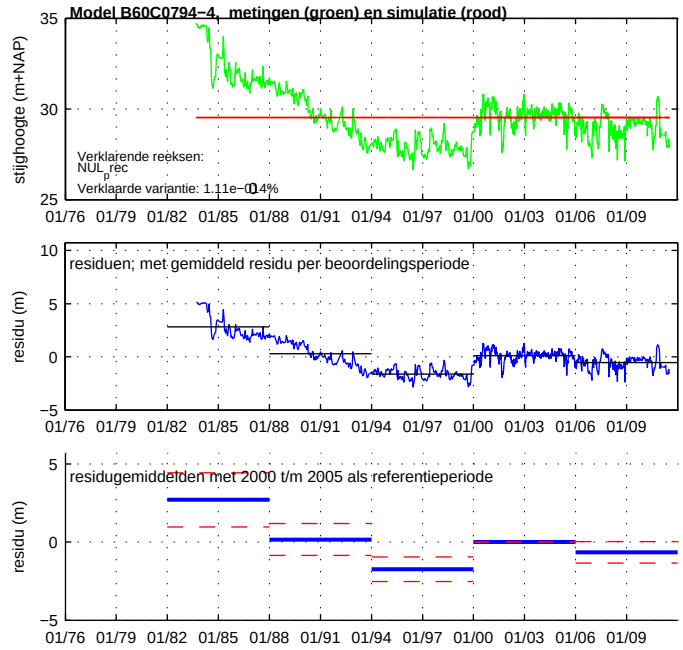


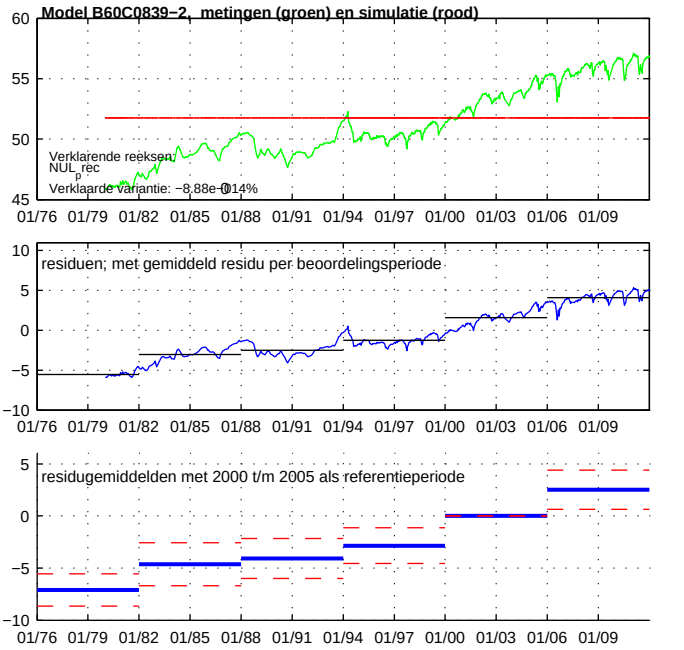


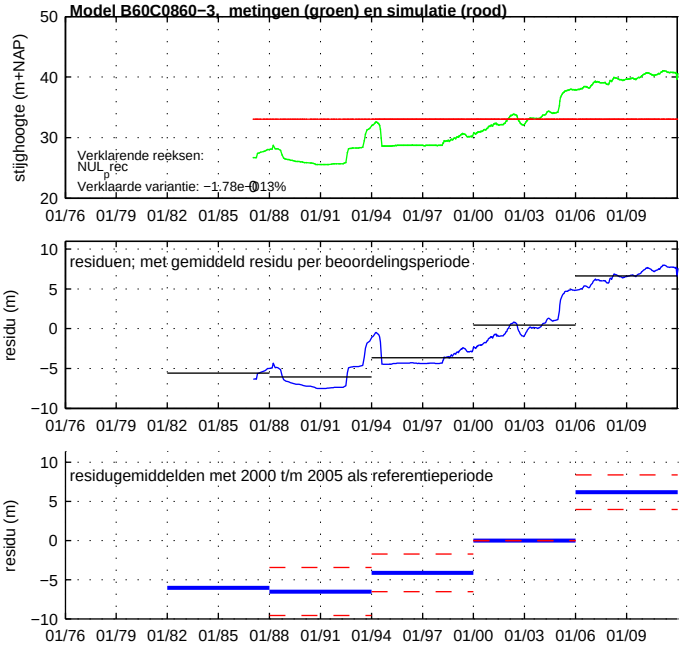


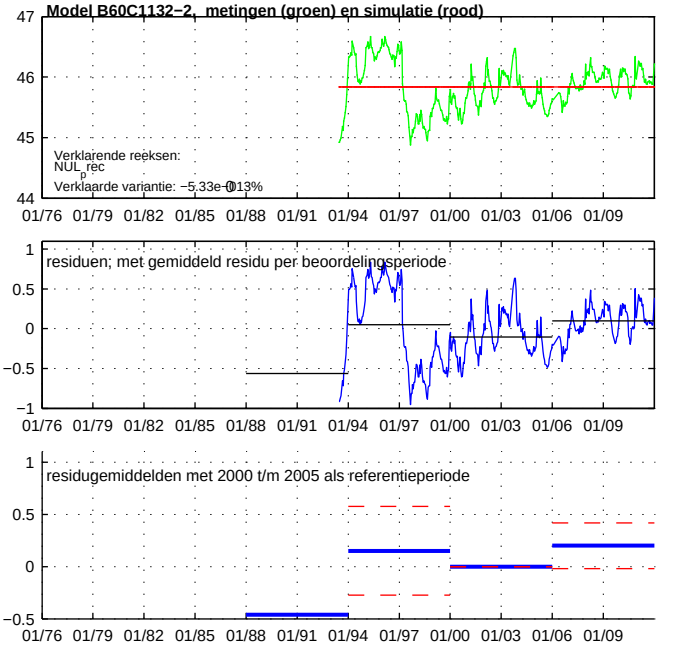
Deze figuur is aangemaakt op: 28−Jun−2012

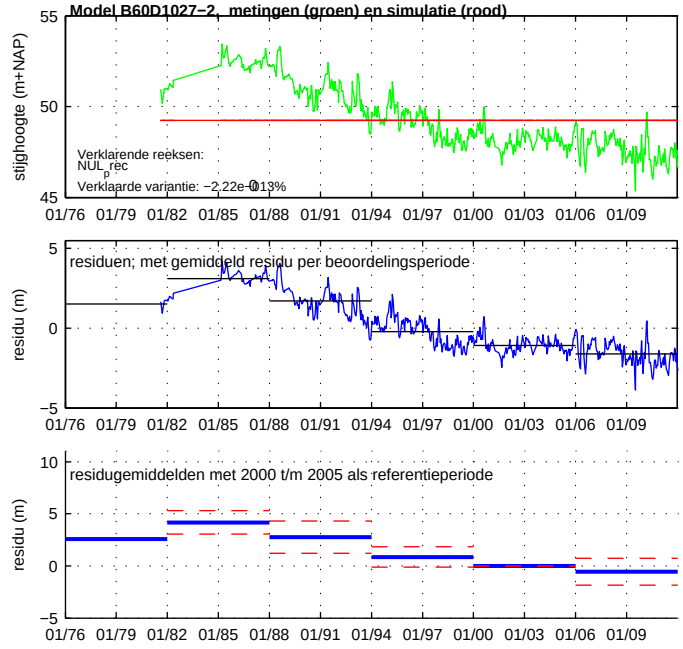
Grondwaterlichaam Krijt

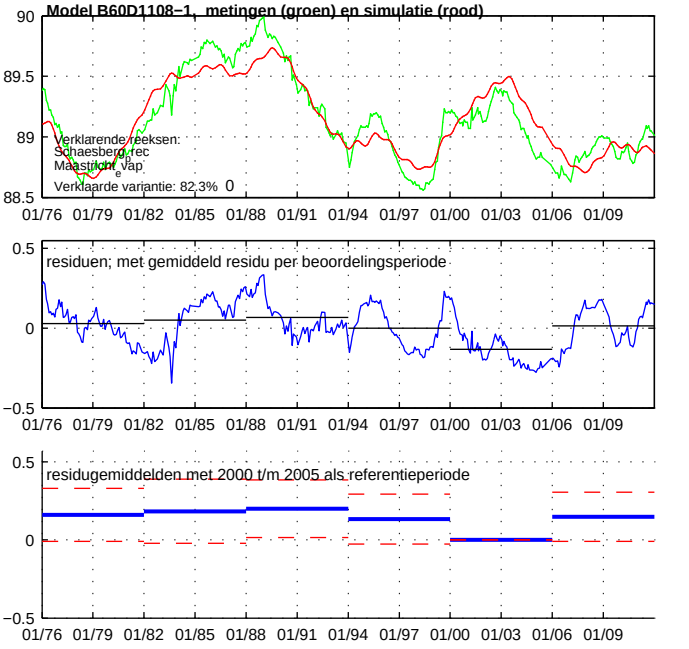




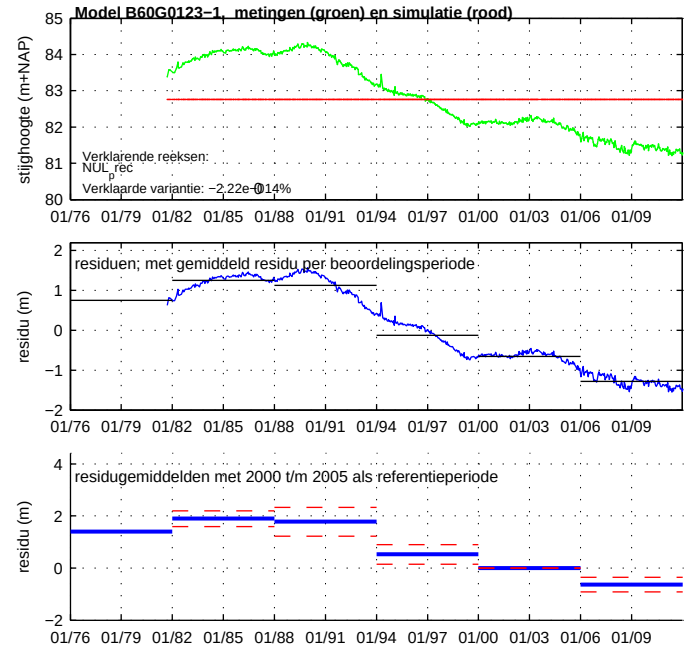


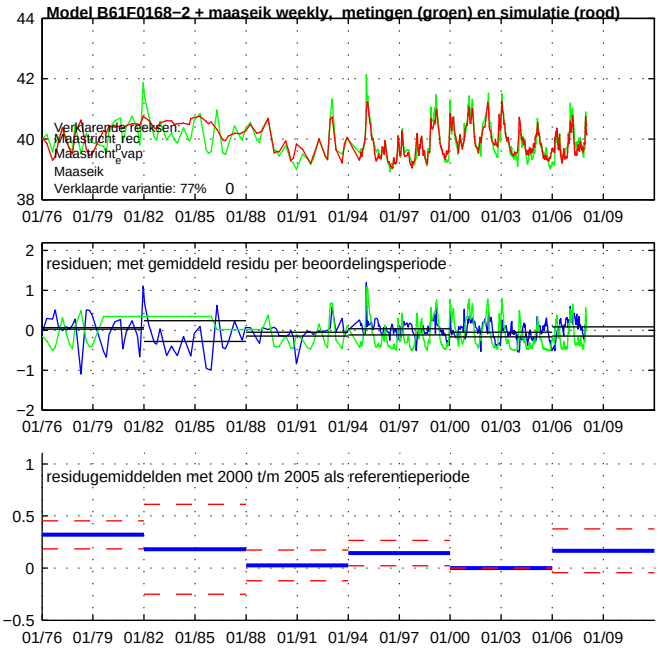


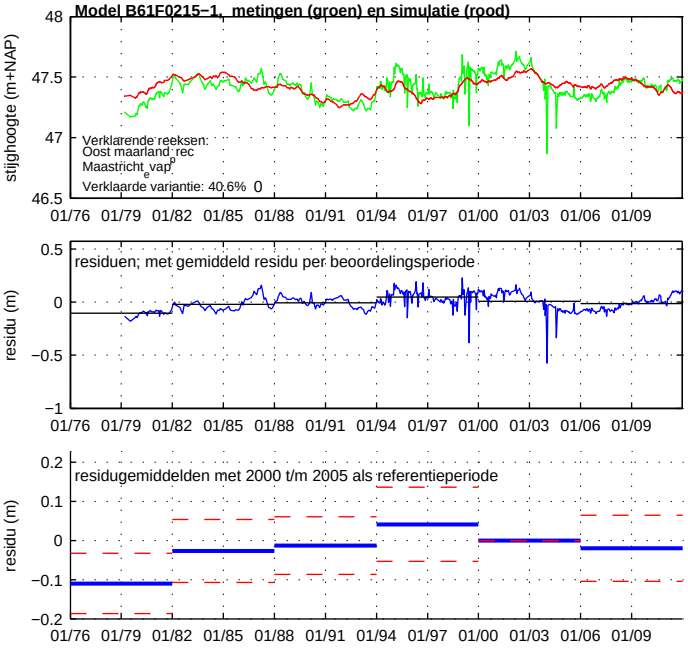


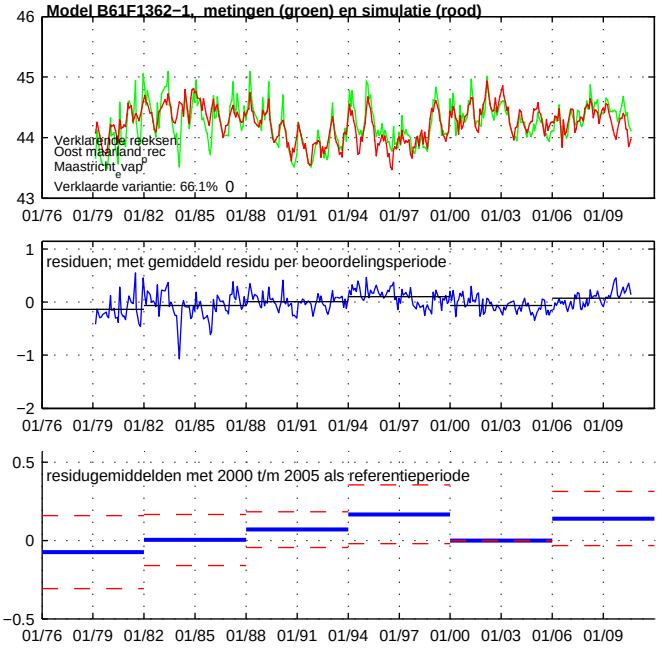


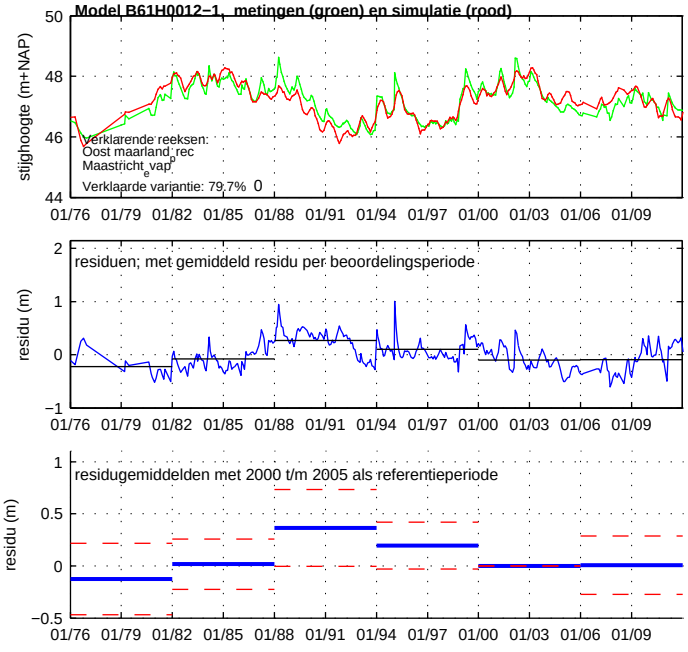
Deze figuur is aangemaakt op: 30−Jun−2012

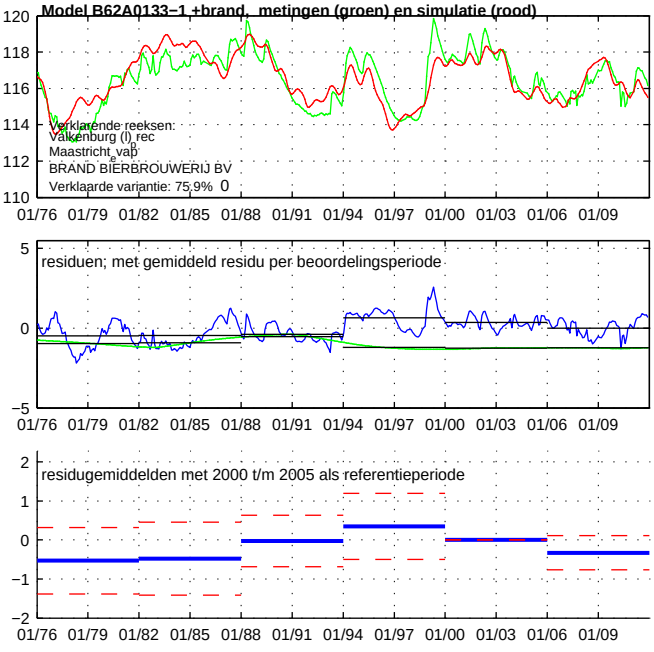




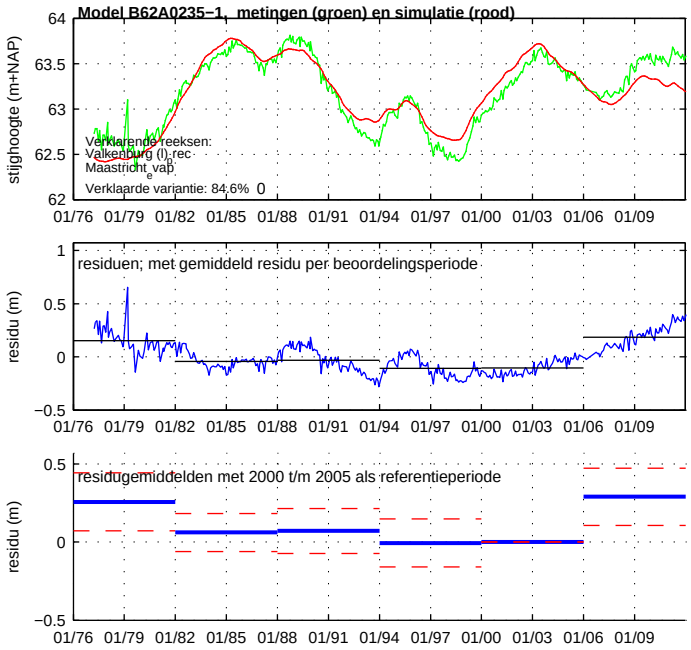


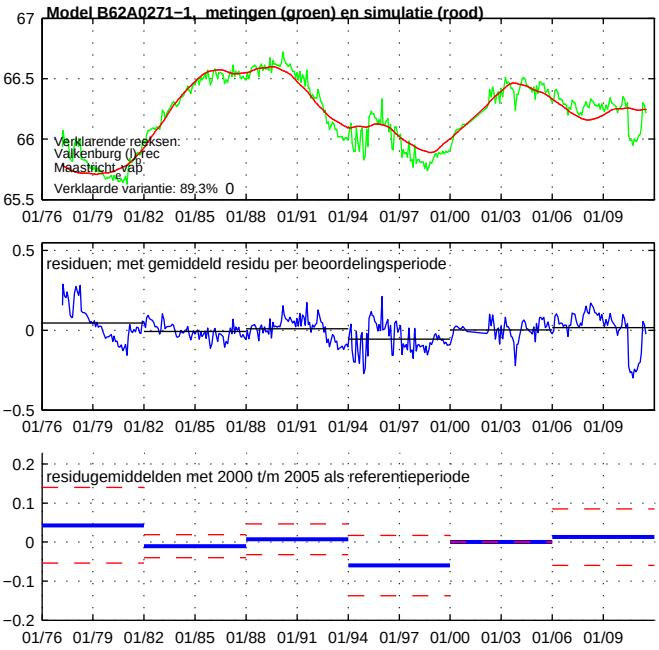


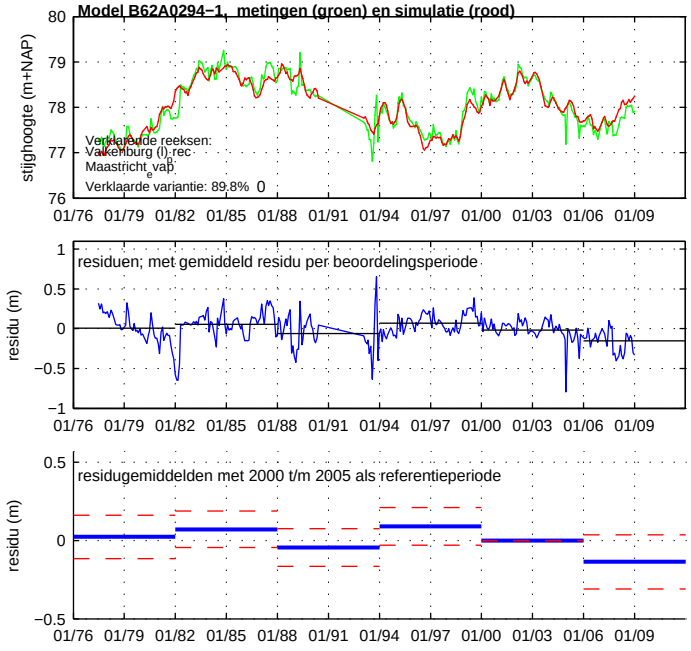


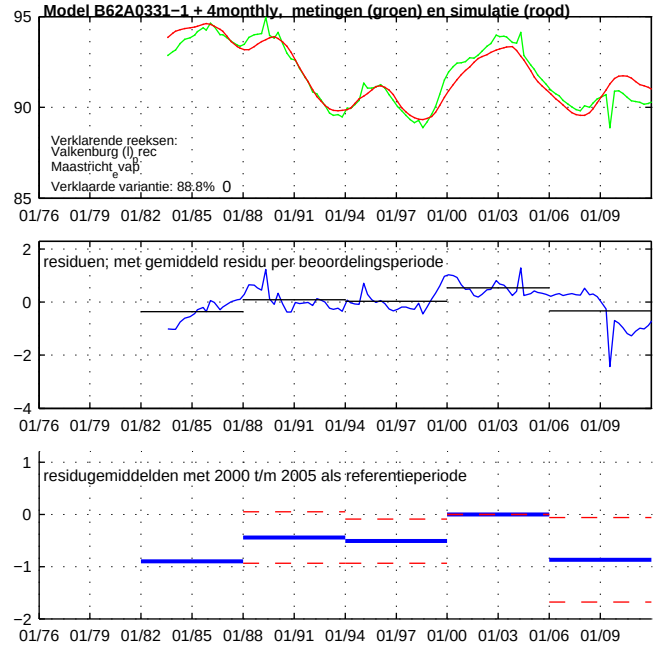


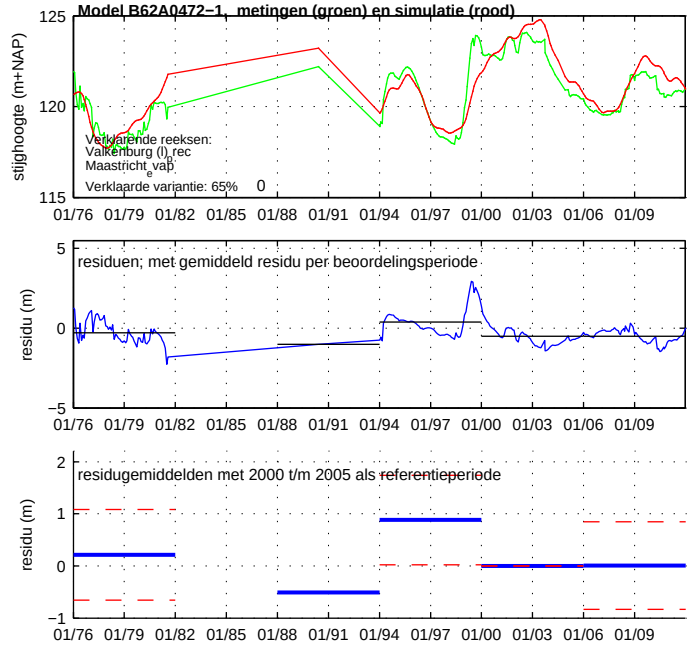
Deze figuur is aangemaakt op: 30−Jun−2012

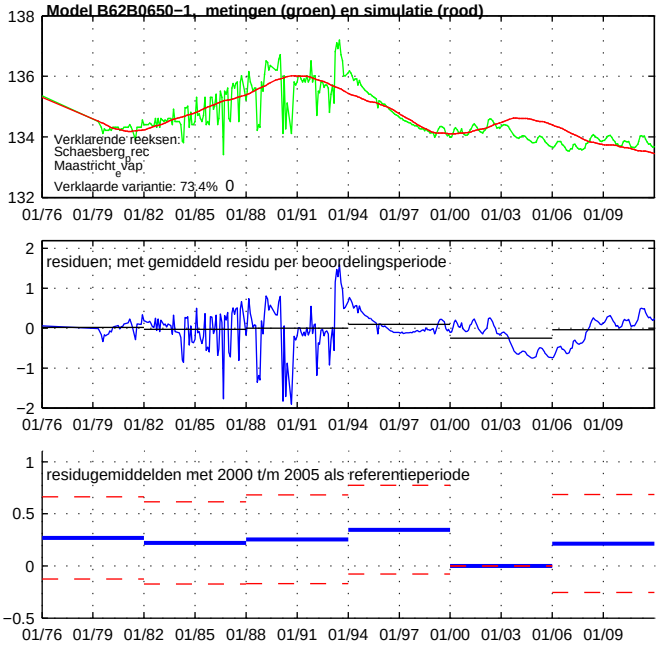




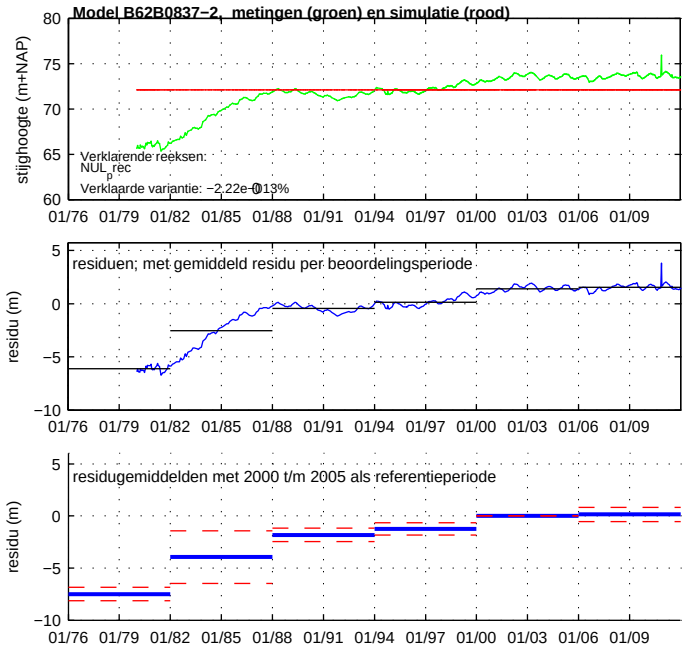


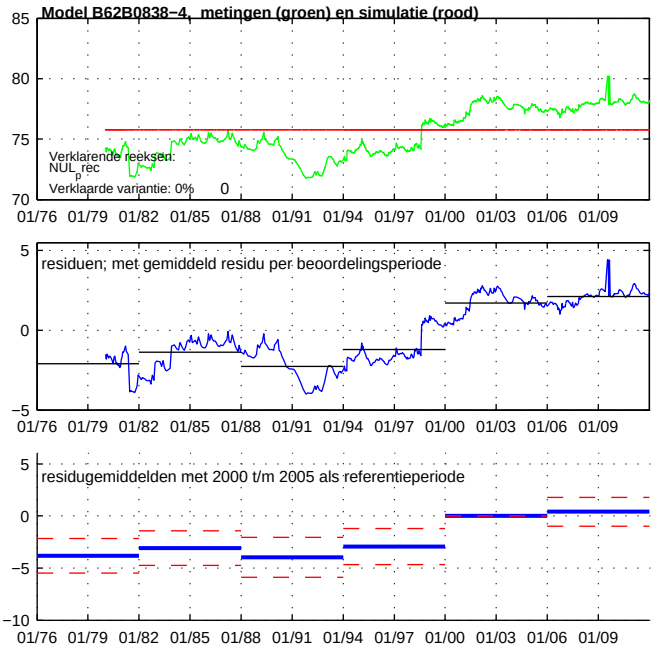


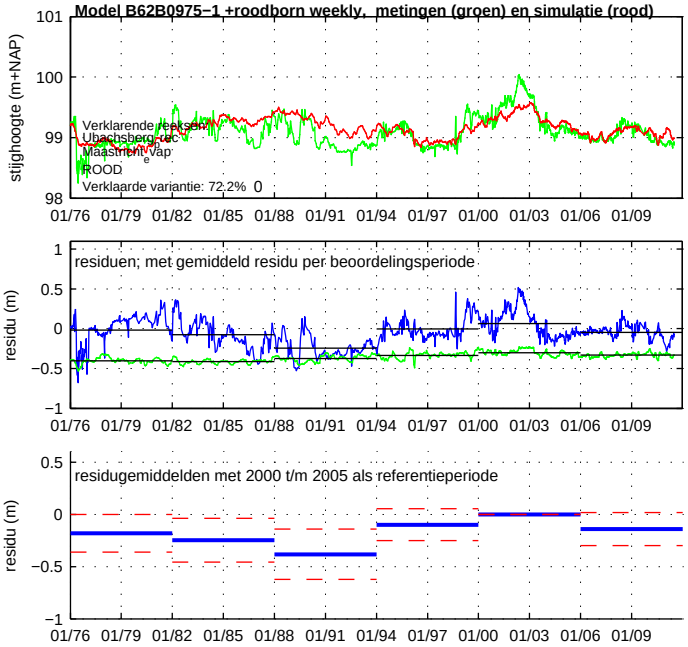


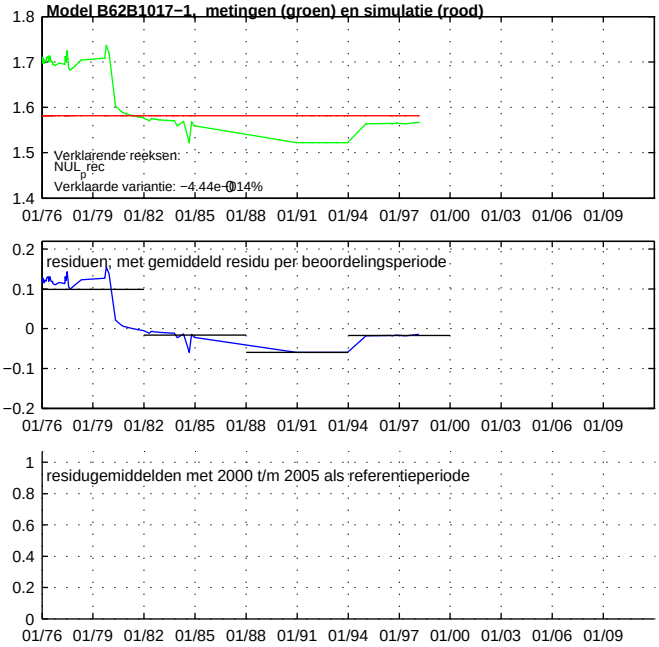


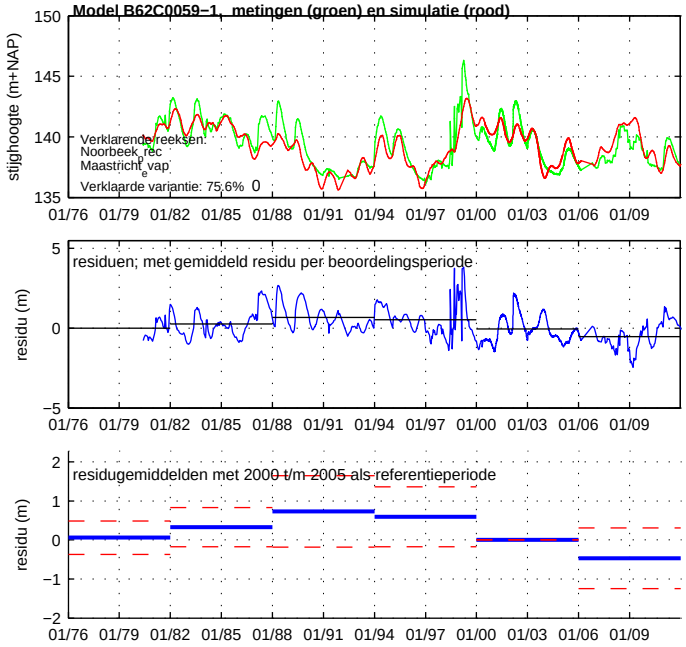
Deze figuur is aangemaakt op: 30−Jun−2012

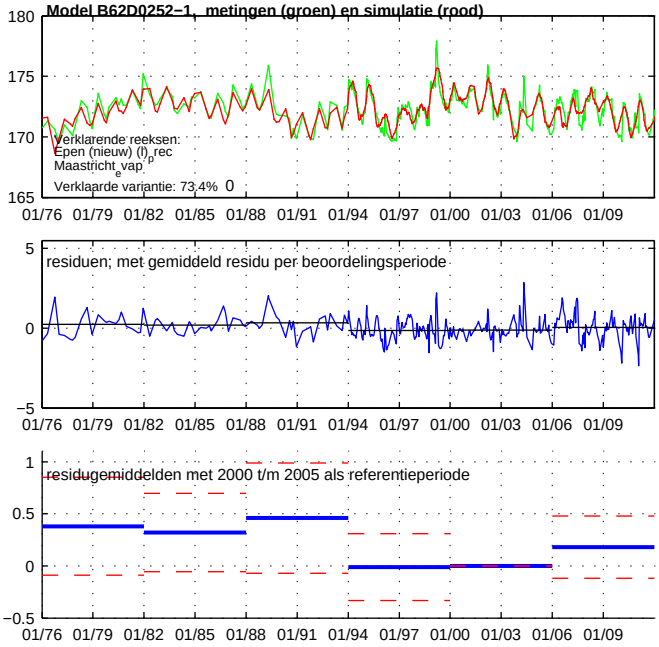




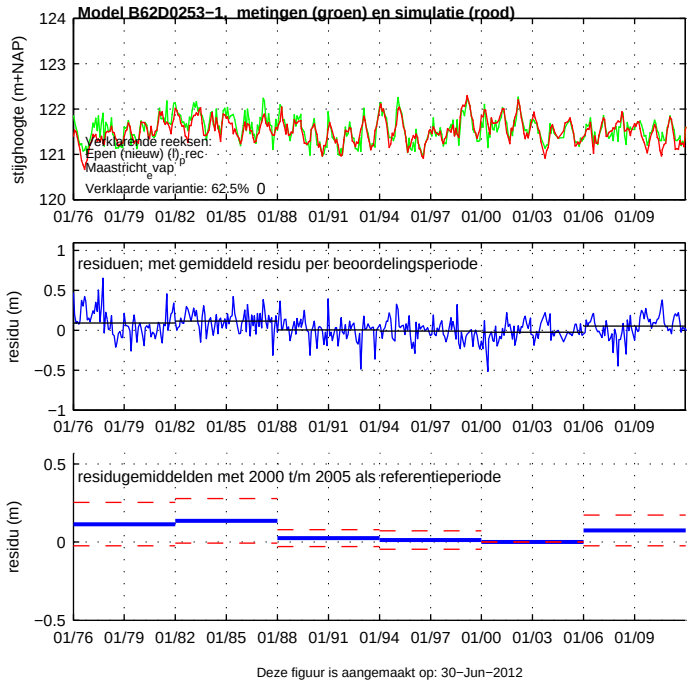






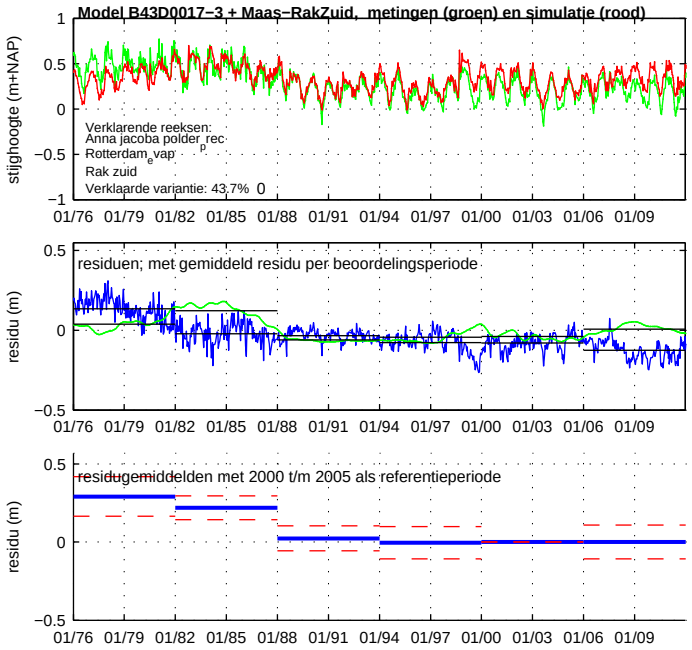


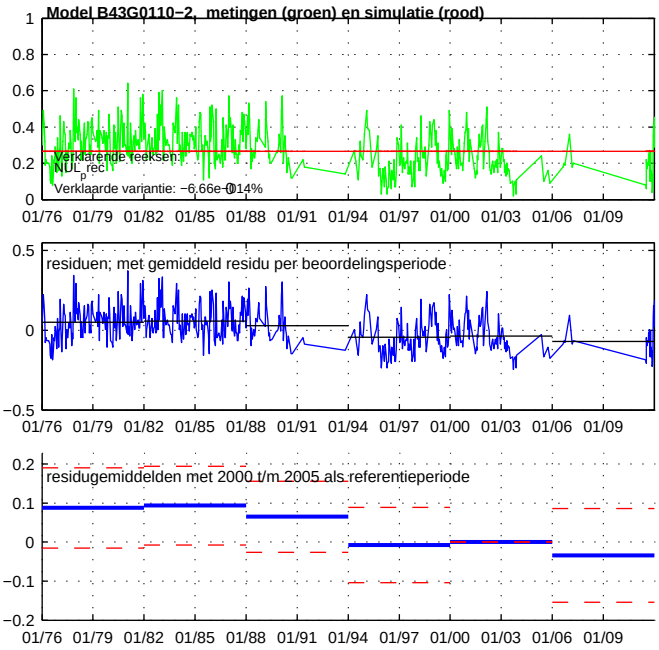
Deze figuur is aangemaakt op: 30−Jun−2012

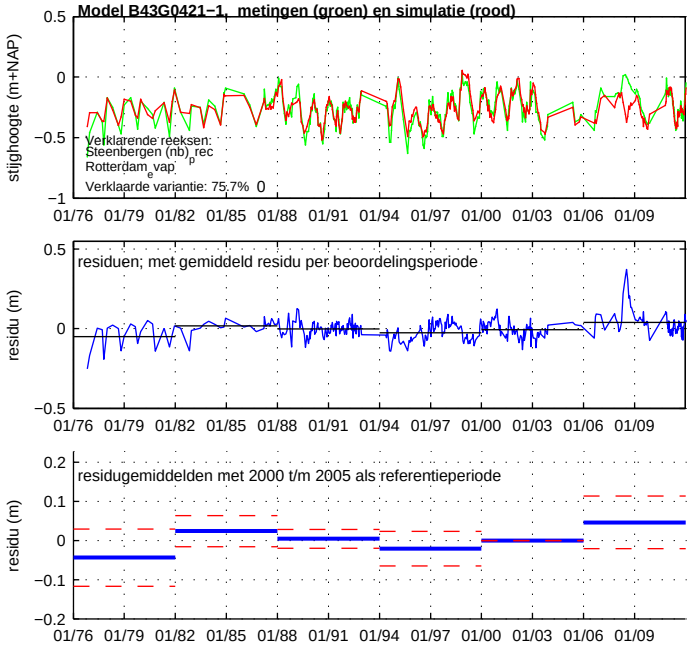


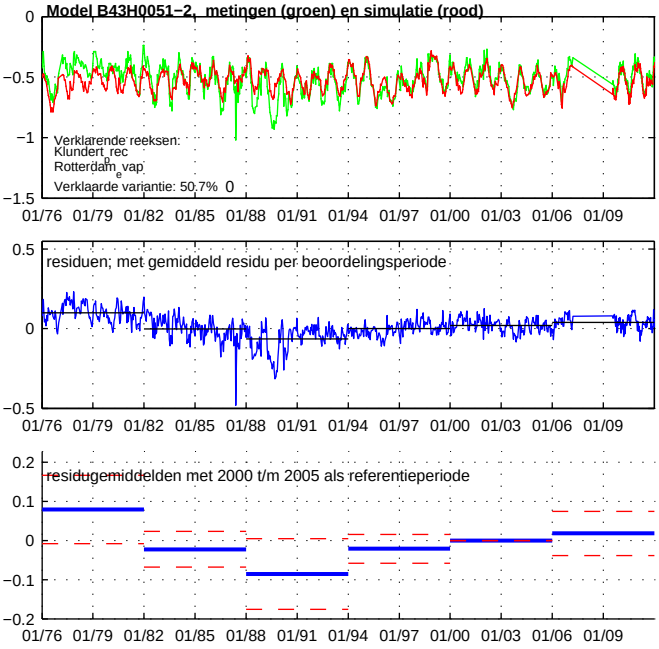
Deze figuur is aangemaakt op: 30−Jun−2012

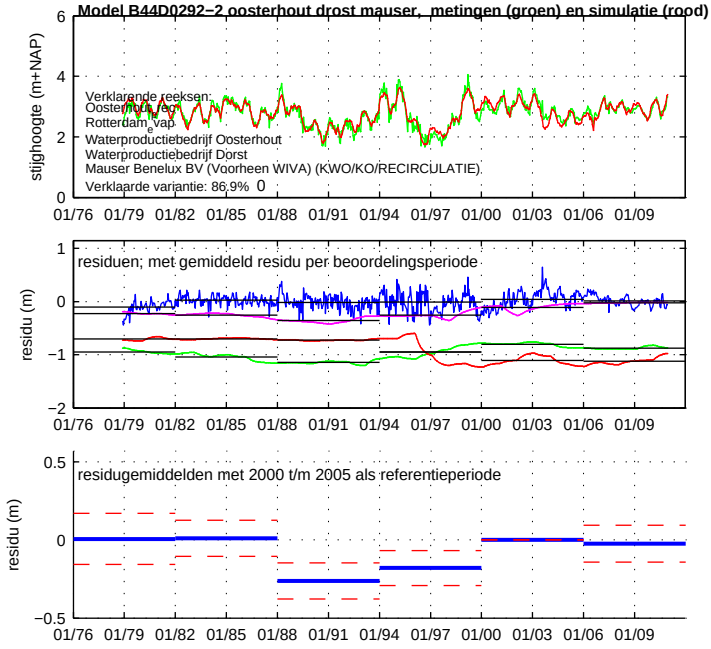
Grondwaterlichaam Zand

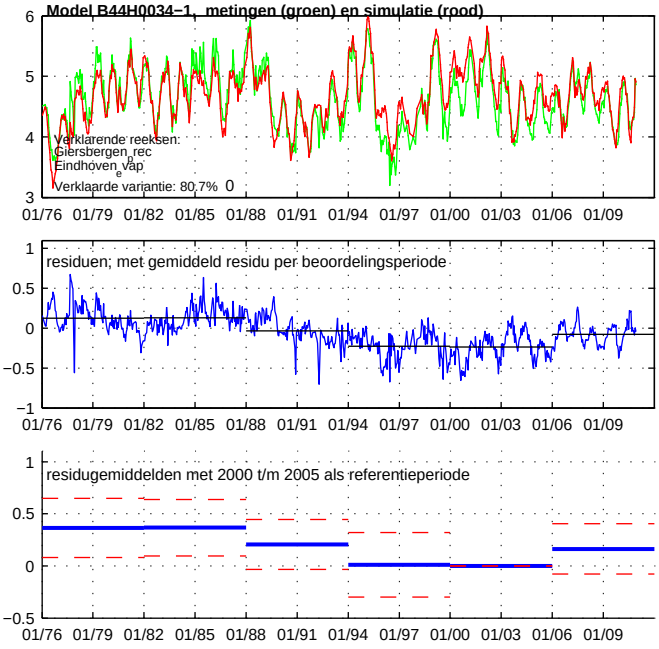




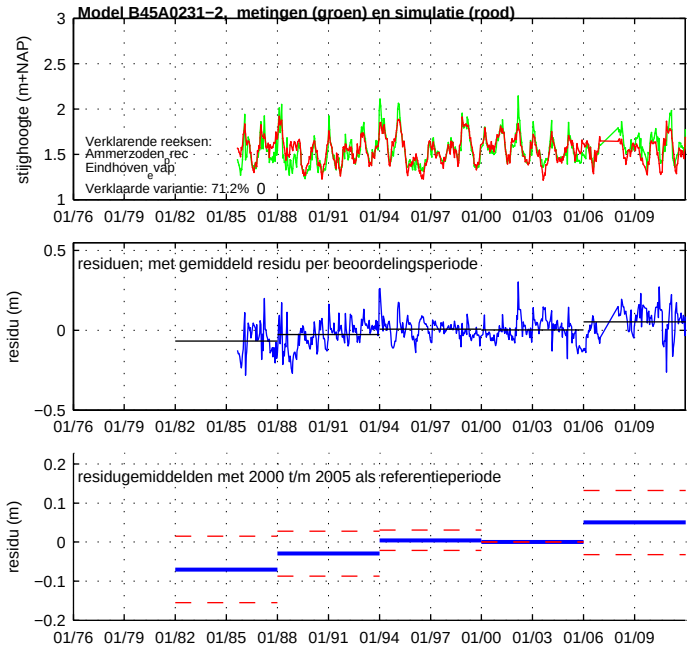


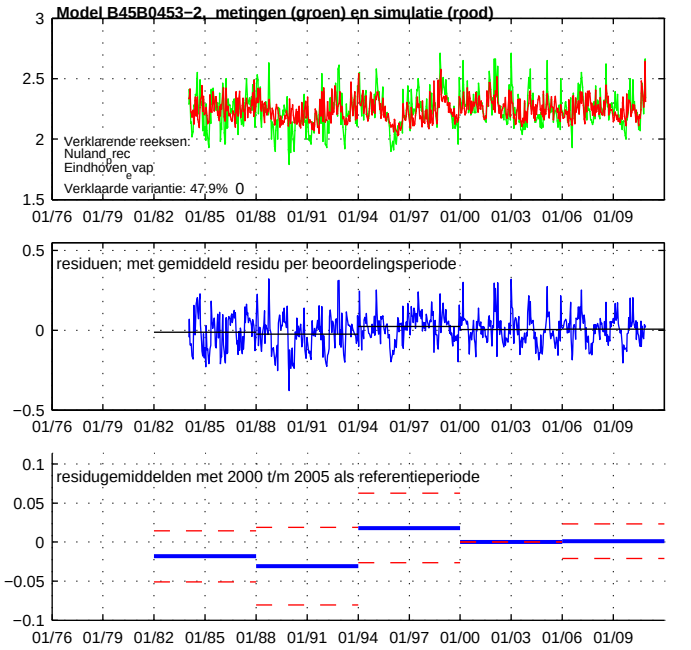


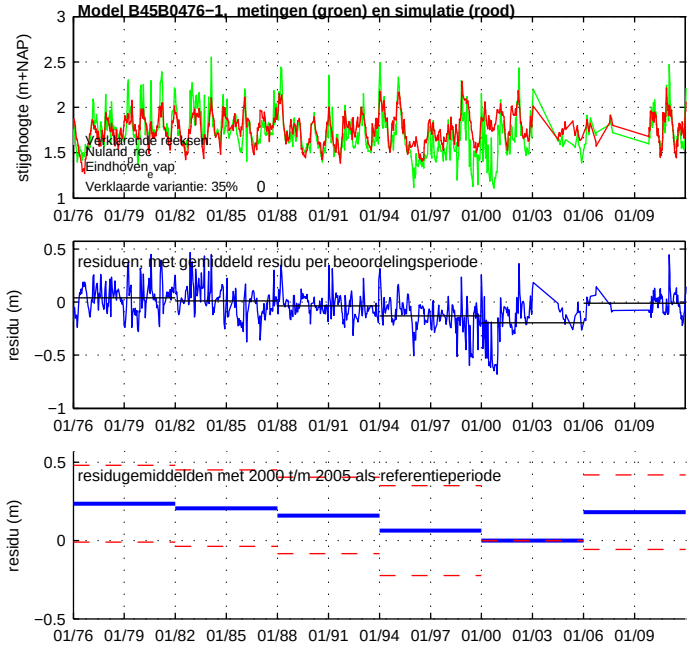


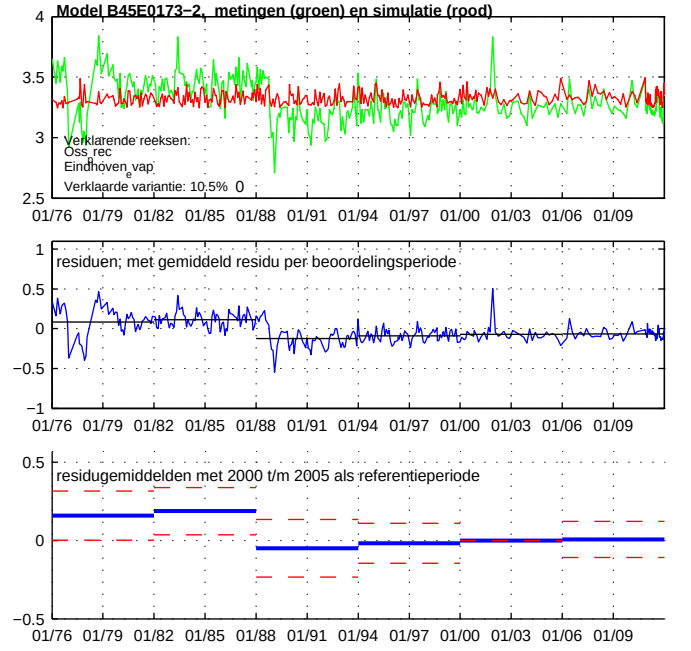


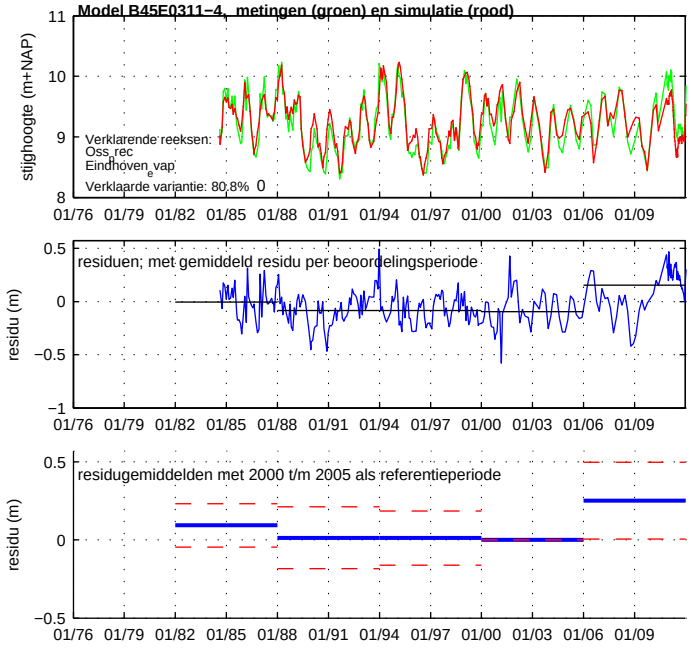
Deze figuur is aangemaakt op: 28−Jun−2012

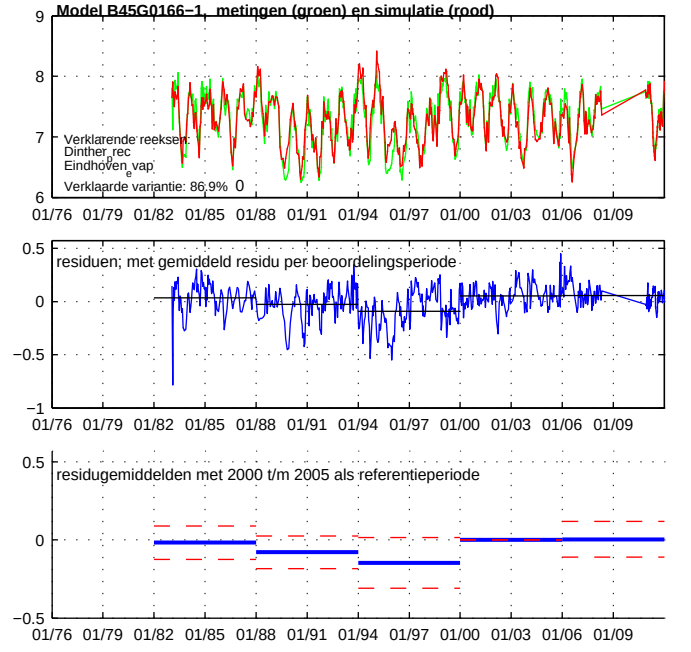




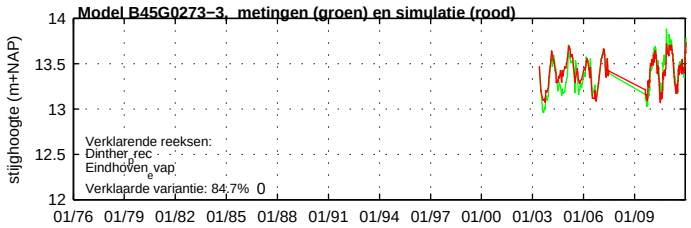


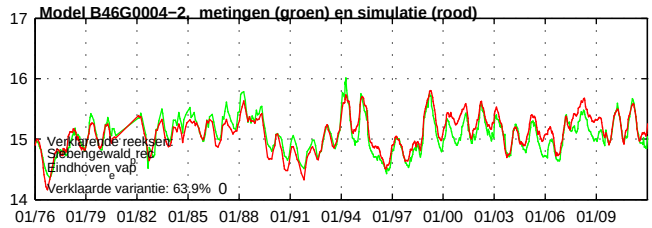


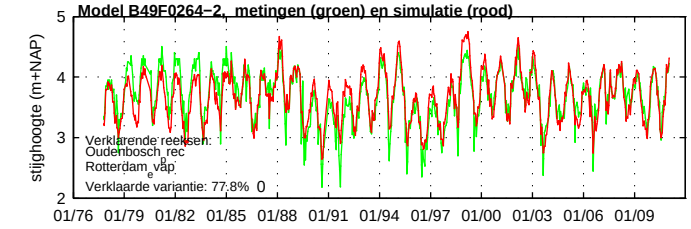


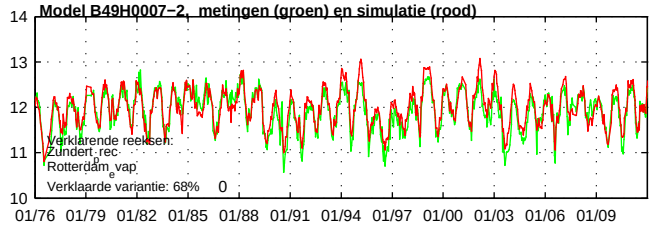


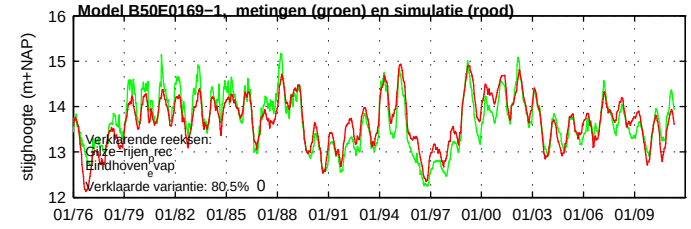
Deze figuur is aangemaakt op: 28−Jun−2012

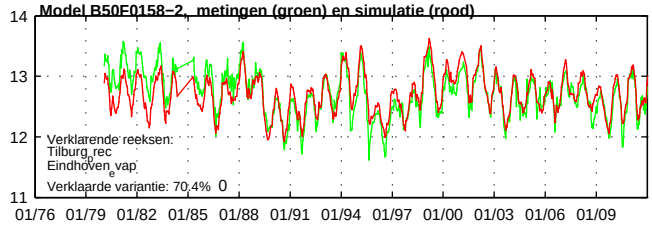




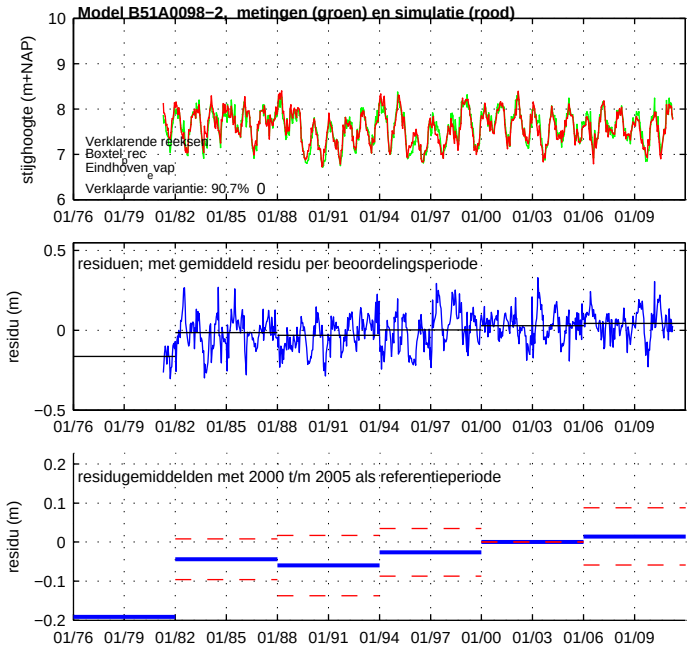


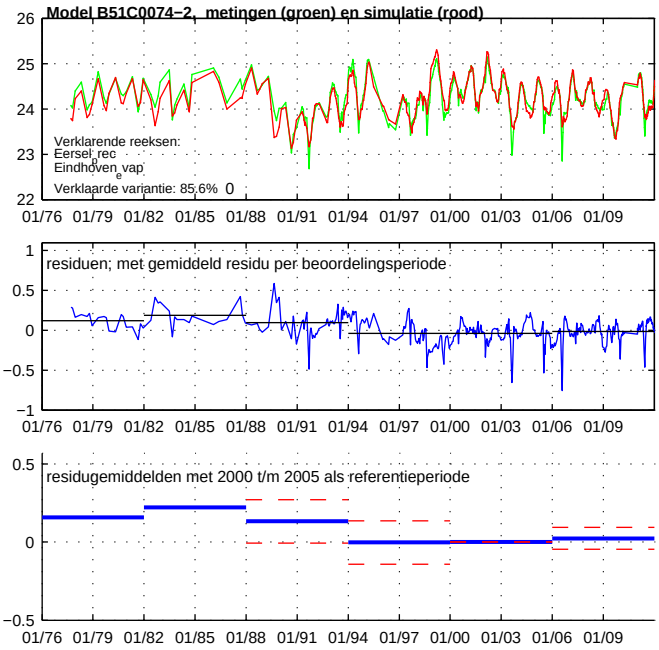


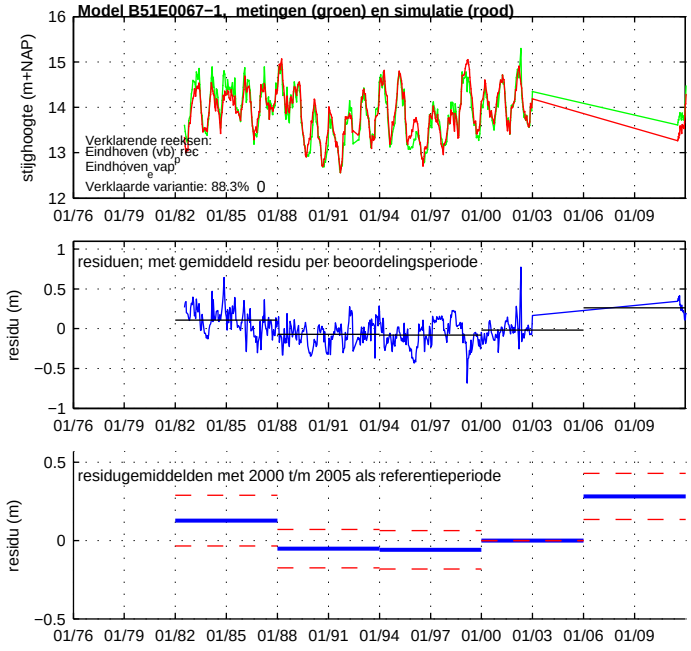


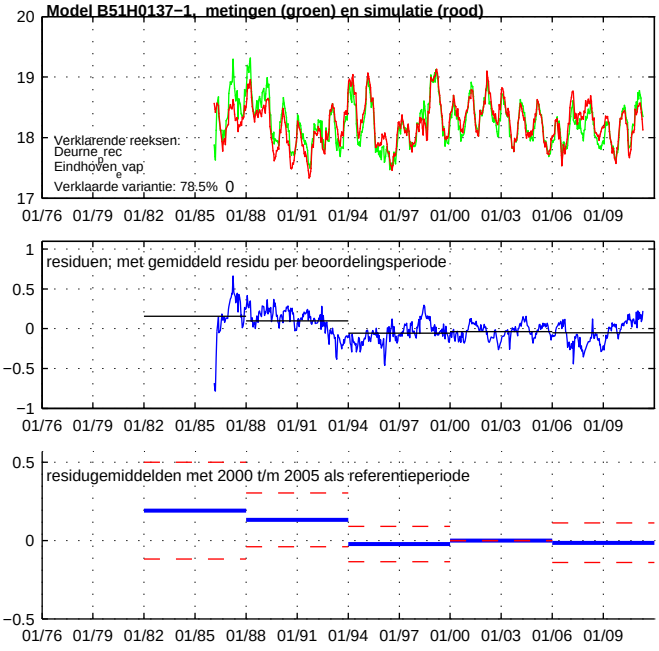


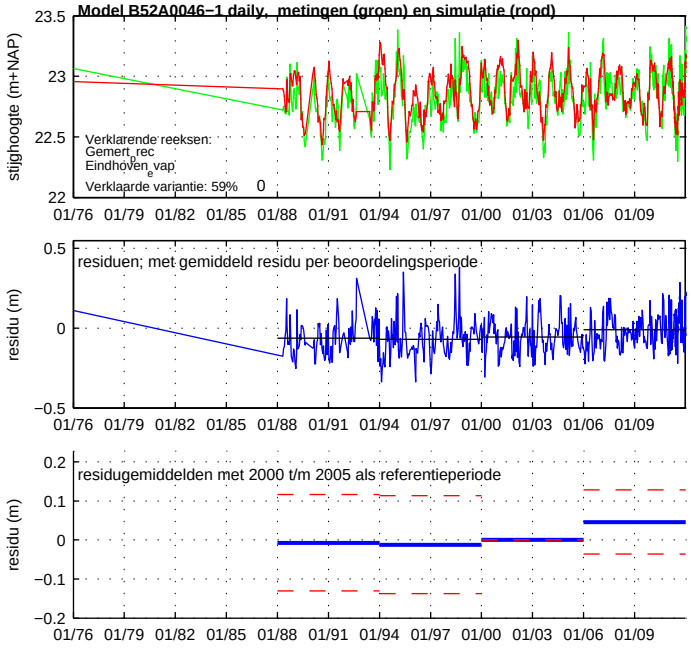
Deze figuur is aangemaakt op: 28−Jun−2012

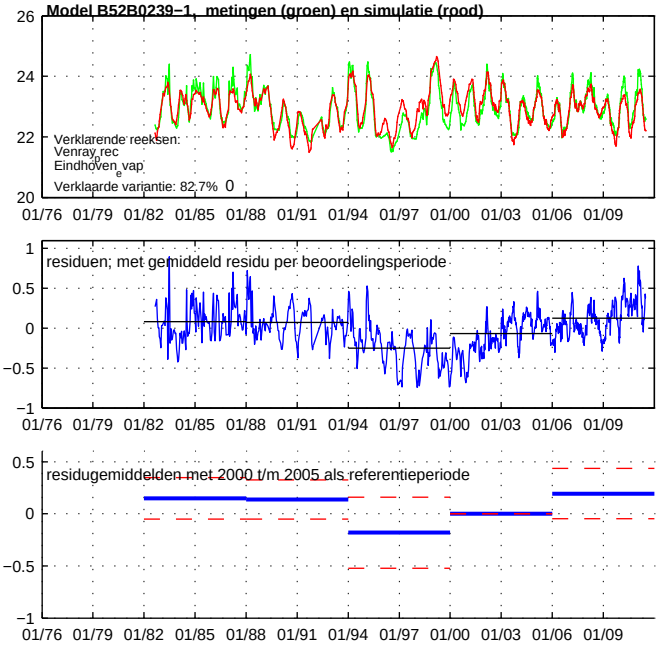




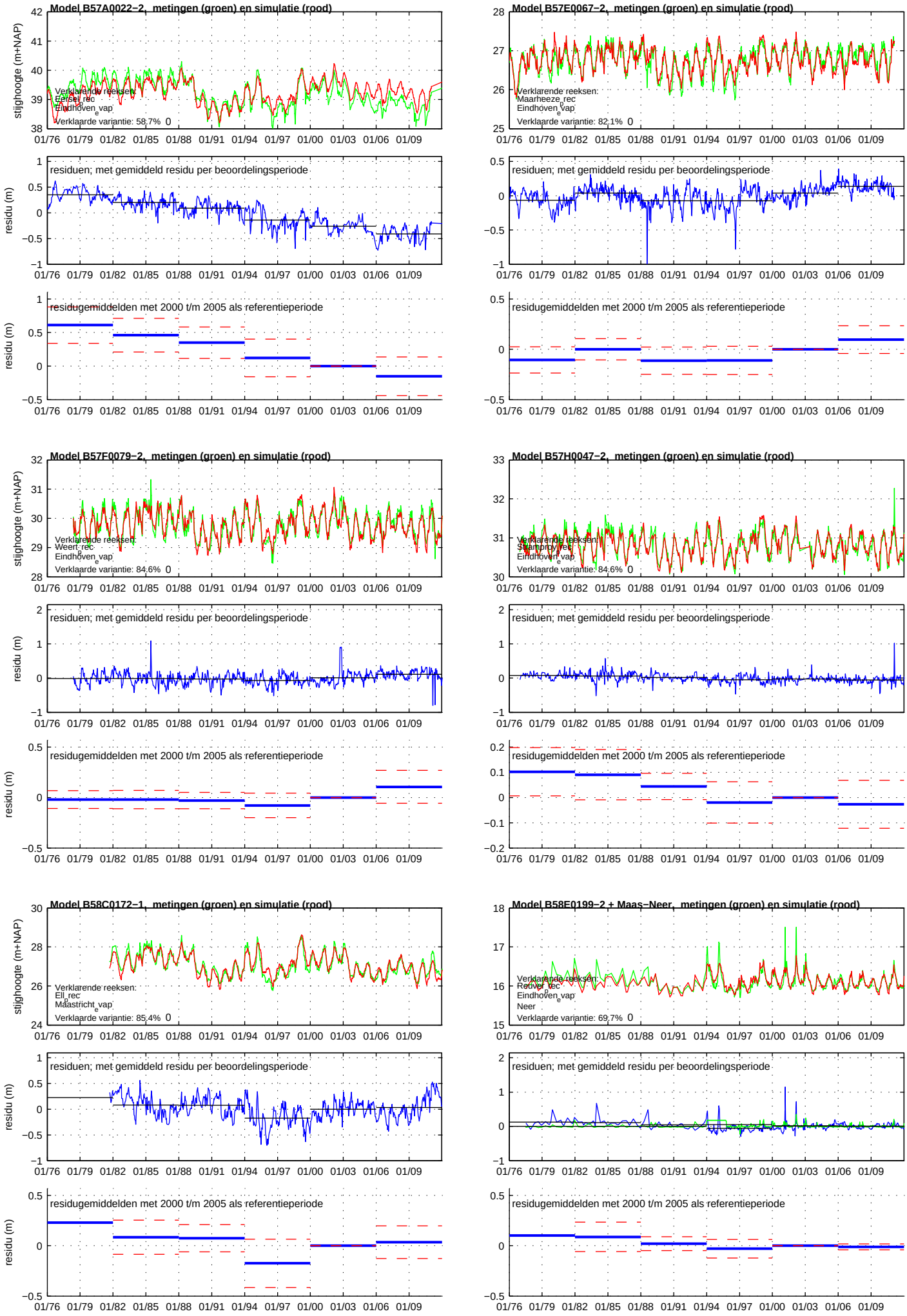






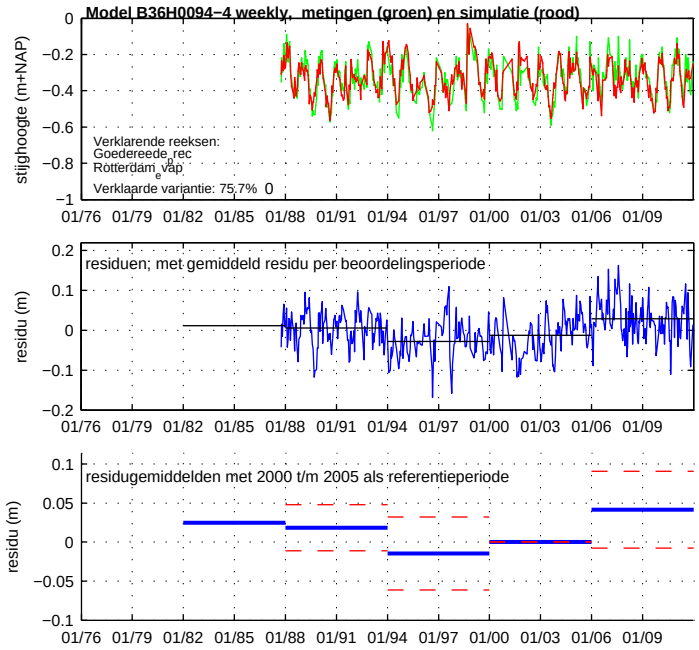


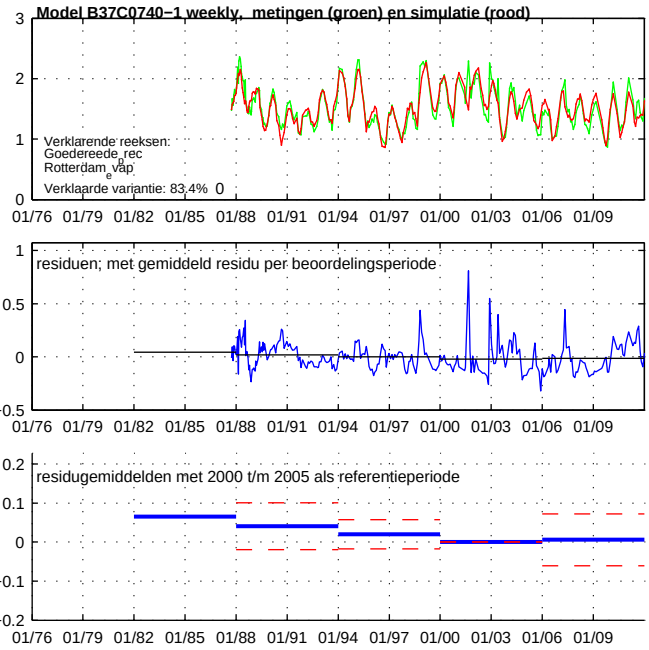
Deze figuur is aangemaakt op: 28−Jun−2012

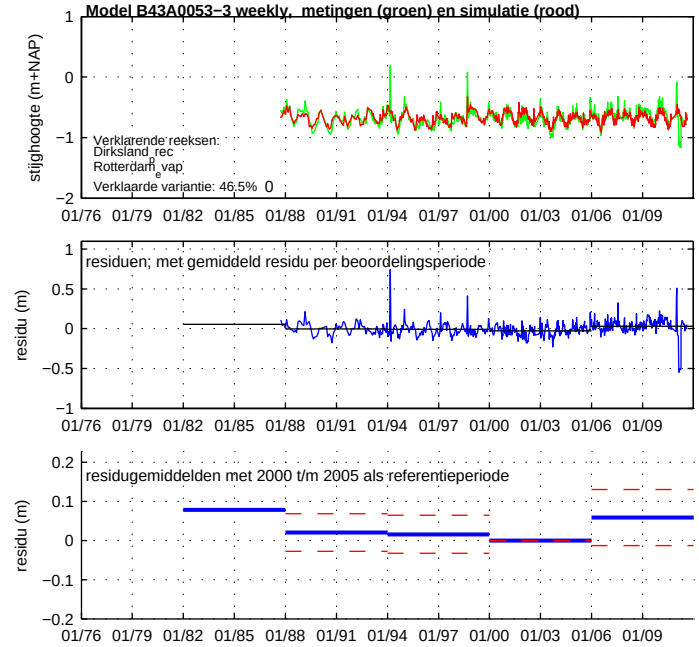


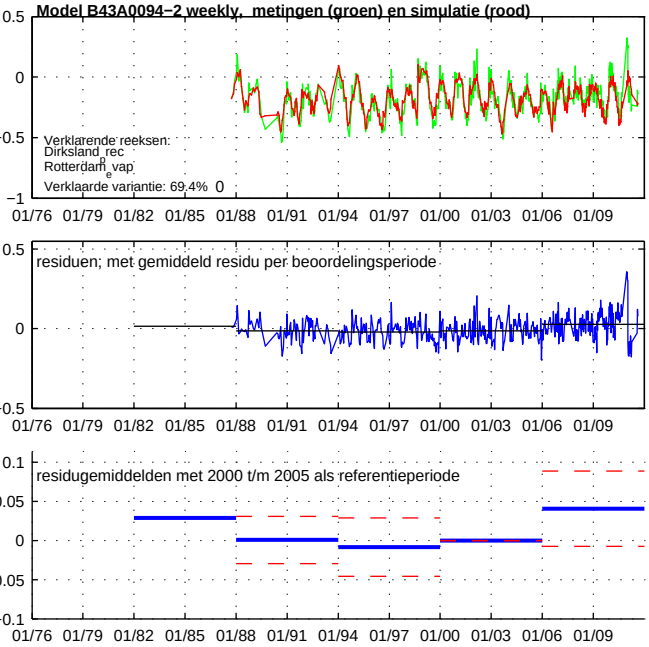
Deze figuur is aangemaakt op: 28−Jun−2012

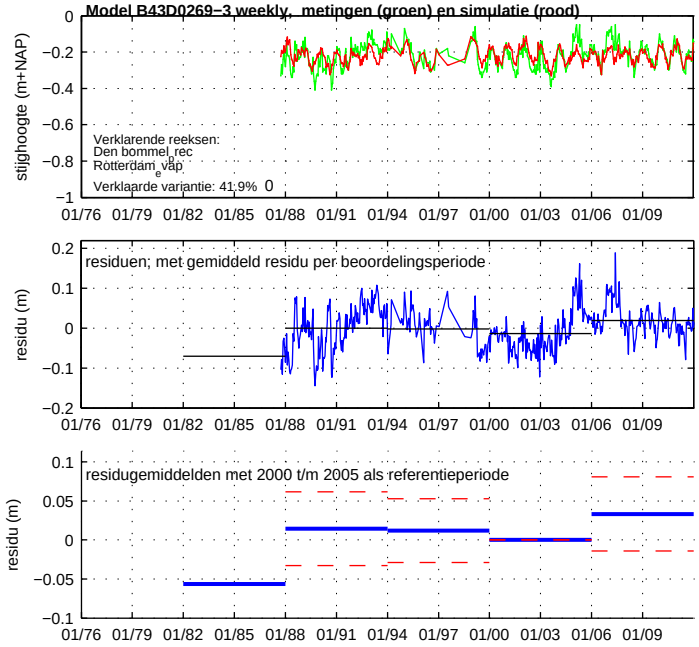
Grondwaterlichaam Zout











Deze figuur is aangemaakt op: 28−Jun−2012

Bijlage 2
Statistieken per peilbuis voor trendanalyse grondwaterkwantiteit

Grondwaterlichaam Diep			Model 1/tijdstap week	Model 2	Model 3	
			Alleen neerslag en verdamping	Inclusief Maas	Inclusief onttrekkingen	
Peilbuis	XCOORD	YCOORD	Verklaarde variantie	Verklaarde variantie	Verklaarde variantie	Pompstation
B44H0034_2	133826	407881	15,5		77,9	PS Waalwijk
B45A0231_4	148732	414534	50,2		61,3	Heineken
B45B0453_4	156476	416844	41,3		73,7	Nuland
B45E0129_1	165217	416352	83,1			
B45E0173_3	161860	420780	46,9			
B45G0166_3	160601	403980	44,5			
B45G0273_3	169164	408390	84,7			
B50E0169_2	129149	393687	53,1			
B50F0158_3	132765	391879	69			
B51A0098_4	147080	398050	56,1		83,6	Oirschot en Haaren
B51D0126_3	151060	384940	35,1		90,9	Welschap
B51E0067_3	161870	388880	31,1			
B51E0181_3	160775	394145	Afgekeurd neerslag niet significant		Afgekeurd neerslag niet significant	Son
B51H0137_3	177676	386793	41,9			
B51H0164_4	175940	379420	64,2			
B57E0018_1	162534	369445	71,2			
B57E0067_2	169717	367785	82,1		86,9	Budel
B57F0079_3	175830	365080	Afgekeurd neerslag niet significant			
B57H0047_3	174815	356360	85,8			
B58A0039_1	187040	366020	80,9		89	Ospel
B58B0246_2	194150	365030	8,83			
B58C0172_2	182885	352580	80,5			

Grondwaterlichaam Diep			Model 1/tijdstap week	Model 2	Model 3	
			Alleen neerslag en verdamping	Inclusief Maas	Inclusief onttrekkingen	
Peilbuis	XCOORD	YCOORD	Verklaarde variantie	Verklaarde variantie	Verklaarde variantie	Pompstation
B58D0658_3	192105	357030	54,1			
B60A0373_4	187822	338931	Afgekeurd neerslag niet significant			
B60B0123_2	199701	347040	81,5			
B60C0799_4	189175	330460	92,6			

Geselecteerde tijdreeksanalyse model

Geen tijdreeksanalyse model mogelijk

Grondwaterlichaam Duin			Model 1/tijdstap week	Model 1/tijdstap dag	Model 2	Model 3	
			Alleen neerslag en verdamping	Alleen neerslag en verdamping	Inclusief Maas	Inclusief onttrekkingen	
Peilbuis	XCOORD	YCOORD	Verklaarde variantie	Verklaarde variantie	Verklaarde variantie	Verklaarde variantie	Pompstation
B36H0120_5	49702	425582	Neerslag niet significant	Neerslag niet significant		Onttrekking niet significant	Ouddorp
B36H0121_5	49764	425561	Neerslag niet significant	Neerslag niet significant		Onttrekking niet significant	Ouddorp
B36H0122_6	49824	425541	Neerslag niet significant	Neerslag niet significant		Onttrekking niet significant	Ouddorp
B36H0123_4	49939	425502	Neerslag niet significant	Neerslag niet significant		Onttrekking niet significant	Ouddorp
B36H0124_3	54397	427495	60,2	56,4		Onttrekking niet significant	Ouddorp
B36H0184_4	51258	426683	35,1	33,2		Onttrekking niet significant	Ouddorp
B36H0206_2	57260	428295	45,7	11,3		Onttrekking niet significant	Ouddorp
B36H0255_1	54965	427445	65,7	29,8		Onttrekking niet significant	Ouddorp
B42F0085_4	50199	424535	41,6	40,4		Onttrekking niet significant	Ouddorp
B42F0140_4	52691	424763	86,9	87,3		Onttrekking niet significant	Ouddorp

Geselecteerde tijdreeksanalyse model

Geen tijdreeksanalyse model mogelijk

Grondwater-lichaam Krijt			Model 1/tijdstap week	Model 1/verdampingsfactor = 1	Model 1/tijdstap 4 maanden	Model 2		Model 3	
			Alleen neerslag en verdamping	Alleen neerslag en verdamping		Inclusief Maas		Inclusief onttrekkingen	
Peilbuis	XCOORD	YCOORD	Verklaarde variantie	Verklaarde variantie		Verklaarde variantie		Verklaarde variantie	Pompstation
B60C0794_4			Neerslag niet significant						
B60C0839_2			Neerslag niet significant						
B60C0860_3			Neerslag niet significant						
B60C1132_2			Neerslag niet significant						
B60D1027_2			Verdampingsfactor afgekeurd	Neerslag niet significant					
B60D1108_1			82,3						
B60G0123_1			Verdampingsfactor afgekeurd	Neerslag niet significant					
B61F0168_2			63,8			77	Maaseik		
B61F0215_1			40,6						
B61F1362_1			66,1			Maas niet significant	Sint Pieter		
B61H0012_1			79,7			Maas niet significant	Sint Pieter	Onttrekking niet significant	Ssilitas
B62A0133_1			74,9					75,9	Brand
B62A0235_1			84,6						
B62A0271_1			89,3						
B62A0294_1			89,8						
B62A0331_1			Neerslag niet significant		88,8				
B62A0472_1			65						
B62B0650_1			73,4						

Grondwater-lichaam Krijt			Model 1/tijdstap week	Model 1/verdampingsfactor = 1	Model 1/tijdstap 4 maanden	Model 2		Model 3	
			Alleen neerslag en verdamping	Alleen neerslag en verdamping		Inclusief Maas		Inclusief onttrekkingen	
Peilbuis	XCOORD	YCOORD	Verklaarde variantie	Verklaarde variantie		Verklaarde variantie		Verklaarde variantie	Pompstation
B62B0837_2			Neerslag niet significant						
B62B0838_4			Neerslag niet significant					Onttrekking niet significant	IN de Koning
B62B0975_1			64,5					72,2	Roodborn
B62B1017_1			Neerslag niet significant						
B62C0059_1			75,6						
B62D0252_1			73,4						
B62D0253_1			62,5						

Geselecteerde tijdreeksanalyse model

Geen tijdreeksanalyse model mogelijk

Grondwaterlichaam Zand			Model 1/tijdstap week	Model 1/tijdstap 1 dag	Model 2		Model 3	
			Alleen neerslag en verdamping		Inclusief Maas		Inclusief onttrekkingen	
Peilbuis	XCOORD	YCOORD	Verklaarde variantie		Verklaarde variantie		Verklaarde variantie	Pompstation
B43D0017_3	73423	403240	27,2		43,7	Maas Rak Zuid		
B43G0110_2	88876	411431	Neerslag niet significant		Maas niet significant	Maas Rak Noord		
B43G0421_1	86860	404460	75,7					
B43H0051_2	93270	408860	50,7					
B44D0292_2	118189	402795	74,2				86,9	Oosterhout drost en mauser
B44H0034_1	133826	407881	80,7					
B45A0231_2	148732	414534	71,2					
B45B0453_2	156476	416844	47,9				Onttrekking niet significant	Nuland
B45B0476_1	150700	415646	35					
B45E0173_2	161860	420780	10,5				Onttrekking niet significant	Lith
B45E0311_4	166846	417391	80,8					
B45G0166_1	160601	403980	86,9					
B45G0273_3	169164	408390	84,7					
B46G0004_2	202771	401495	63,9				Onttrekking niet significant	Berg
B49F0264_2	92013	393137	77,8					
B49H0007_2	96000	383615	68					
B50E0169_1	129149	393687	80,5					
B50F0158_2	132765	391879	70,4					
B51A0098_2	147080	398050	90,7					
B51C0074_2	146340	378970	85,6					

Grondwaterlichaam Zand			Model 1/tijdstap week	Model 1/tijdstap 1 dag	Model 2		Model 3	
			Alleen neerslag en verdamping		Inclusief Maas		Inclusief onttrekkingen	
Peilbuis	XCOORD	YCOORD	Verklaarde variantie		Verklaarde variantie		Verklaarde variantie	Pompstation
B51E0067_1	161870	388880	88,3					
B51H0137_1	177676	386793	78,5					
B52A0046_1	183002	396973	Neerslag niet significant	59				
B52B0239_1	198720	389620	82,7					
B57A0022_2	146950	364180	58,7					
B57E0067_2	169717	367785	82,1					
B57F0079_2	175830	365080	84,6					
B57H0047_2	174815	356360	84,6					
B58C0172_1	182885	352580	85,4					
B58E0199_2	204992	369546	63,6		69,7	Maas Neer		

Geselecteerde tijdreeksanalyse model

Geen tijdreeksanalyse model mogelijk

Grondwaterlichaam Zout			**Model 1/tijdstap week**	**Model 1/tijdstap dag**	**Model 2**	
			Alleen neerslag en verdamping	**Alleen neerslag en verdamping**	**Inclusief Maas**	
Peilbuis	**XCOORD**	**YCOORD**	**Verklaarde variantie**	**Verklaarde variantie**	**Verklaarde variantie**	
B36H0094_4	58321	426261	75,7	74,2	Maas niet significant	Brouwershaven en Hellevoetsluis
B37C0740_1	65411	428149	83,4	83,4	Maas niet significant	Brouwershaven en Hellevoetsluis
B43A0053_3	64038	415661	46,5	32	Maas niet significant	Brouwershaven en Hellevoetsluis
B43A0094_2	64300	423508	69,4	59,9	Maas niet significant	Brouwershaven en Hellevoetsluis
B43D0269_3	73235	412122	41,9	41,8	Maas niet significant	Brouwershaven en Hellevoetsluis

Geselecteerde tijdreeksanalyse model

Geen tijdreeksanalyse model mogelijk

Bijlage 3
Resultaten trendanalyse m.b.v. tritium-helium dateringen voor landbouw-droog

Resultaten trendanalyses m.b.v. tritium-helium dateringen voor landbouw-droog

1. Inleiding

Naast de Mann-Kendall trend toetsen voor de verschillende diepten 10 en 25 meter zijn ook de trends en trendomkering bepaald met behulp van de tritium-helium dateringen voor het homogene gebiedstype landbouw-droog. In deze bijlage zijn de resultaten van deze trendtoets beschreven voor het gebiedstype landbouw-droog in het grondwaterlichaam Zand-Maas. In de bijlage is voor enkele stoffen dezelfde analyse gegeven, maar dan voor Noord-Brabant en Limburg apart.

2. Methode

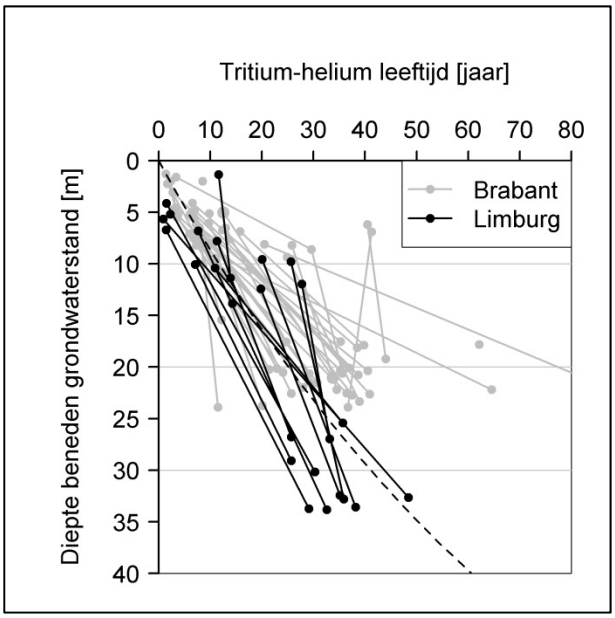
De methode van trendanalyse is uitgebreid beschreven in het eerdere rapport 2009-U-R81132 (Broers et al. 2009) en in een artikel in H2O (Visser et al. 2010), en daarnaast in een tweetal internationale publicaties (Visser et al. 2007, 2009. De methode is ook beschreven als een van de methoden voor het vaststellen van trendomkering in het EU richtsnoer no. 18 (Grath et al. 2008, Case studies 7 en 8). Om herhaling te voorkomen wordt hier slechts kort het principe uitgelegd.

2.1 Dateringen

In 2008 zijn 28 filters in Limburg en 44 filters in Noord-Brabant van de meetnetten grondwaterkwaliteit gedateerd, in aanvulling op een reeks meetpunten die al eerder als test waren gedateerd om tijdreeksen te krijgen van de grondwaterkwaliteit ten behoeve van trendanalyse. Voor dit doel zijn alle filters van het gebiedstype ‘landbouw-droog’ geselecteerd, het gebiedstype dat het meest kwetsbaar is gebleken voor uitspoeling van meststoffen naar het diepere grondwater. Veranderingen in de waterkwaliteit in dit gebiedstype zijn beleidsmatig relevant in het kader van bescherming van de (diepe) grondwatervoorraad. In deze studie is de tritium-helium methode toegepast voor grondwaterdatering. Die wordt gemakkelijk verward met de klassieke dateringsmethode op basis van alleen tritium. De klassieke tritiumbepaling is echter niet meer toepasbaar voor het grondwaterkwaliteitsmeetnet. Deze methode was gebaseerd op het lokaliseren van de tritium-piek afkomstig van atoomproeven in de 50-er jaren. Inmiddels is deze piek de diepe filters op 25 m gepasseerd. De tritiumconcentraties in jonger grondwater vertonen geen kenmerkende veranderingen op basis waarvan de leeftijd van grondwater kan worden vastgesteld. De nieuwe tritium-helium methode daarentegen is tot op enkele jaren nauwkeurig en ook toepasbaar op grondwater dat jonger is dan 50 jaar. Tritium-helium is op dit moment internationaal de meest gangbare methode om grondwater te dateren.

De grondwaterleeftijden ter plaatse van de filters van het provinciale en landelijke meetnet grondwaterkwaliteit in Brabant en Limburg zijn berekend op basis van de concentraties van 3H en 3He gemeten in grondwater. 3H is een radioactief isotoop van waterstof met een halfwaardetijd van 12,32 jaar, en het vervalproduct is 3He, een stabiele isotoop van helium. Door het verval van 3H neemt de concentratie 3He in grondwater toe. Uit de verhouding van deze isotopen kan de “leeftijd” van grondwater sinds het passeren van de grondwaterspiegel berekend worden.

De resultaten van de datering worden getoond in Figuur 1 waarin de leeftijd van het grondwater als functie van de diepte voor de PMG meetpunten in Noord-Brabant (grijs) en in Limburg (zwart) in het gebiedstype ‘landbouw-droog’ is weergegeven. Filters uit dezelfde put zijn via een getrokken lijn met elkaar verbonden.



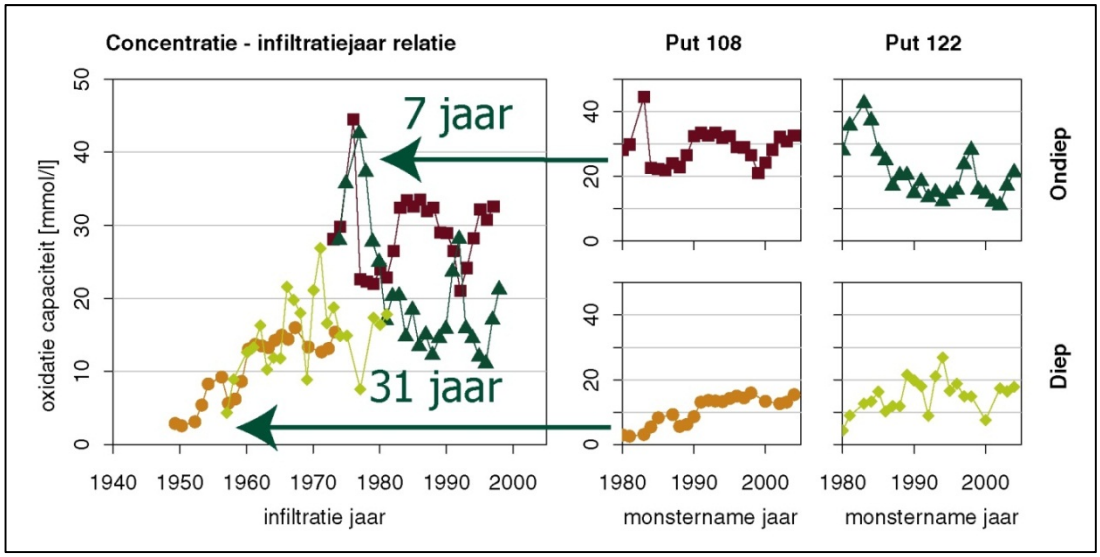
Figuur 1: Resultaten van de datering: de leeftijd van het grondwater als functie van de diepte

Uit de figuur blijkt duidelijk dat de leeftijd van het grondwater met de diepte toeneemt, zowel voor de hele groep meetpunten samen als voor de individuele meetpunten. De gemiddelde leeftijd van het grondwater stemt redelijk overeen met de theoretische benadering volgens de formule van Ernst (onderbroken lijn). Echter, de spreiding in leeftijden is groot. Op circa 10 meter diepte varieert de leeftijd tussen 8 en circa 30 jaar, op 20 m diepte tussen 20 en 40 jaar met enkele uitschieters naar boven. Juist deze spreiding in leeftijden maakt trendanalyse zo lastig zonder dateringen. Immers, het water op dezelfde meetdiepte geanalyseerd, komt uit een heel andere infiltratieperiode. De trendanalyse techniek op basis van tritium-helium lost dit probleem op.

2.2 Trendanalyses op basis van de dateringen

Na datering van het grondwater wordt het gebiedstype ‘landbouw-droog’ als geheel een geaggregeerde trend vastgesteld. Dit gebeurt door de meetreeksen niet uit te zetten tegen het meetjaar, zoals gebruikelijk, maar door ze uit te zetten tegen het infiltratiejaar (=meetjaar minus de leeftijd van het water in het filter). De individuele meetreeksen van de putten 108 en 122 tonen bijvoorbeeld geen duidelijke trend wanneer ze worden uitgezet tegen het jaar van monstername (Figuur 2, rechts). Door de vier reeksen samen in één grafiek uit te zetten tegen het jaar van infiltratie (links) begint zich een trend af te tekenen.

De trends in grondwaterkwaliteit zijn met deze aanpak beter aan te tonen omdat a) er meer meetgegevens beschikbaar zijn voor de trendanalyse waardoor ruis wordt onderdrukt, en b) meetgegevens uit oud grondwater, waarin opwaartse trends worden verwacht door te intensivering van de landbouw, gescheiden worden van metingen in jong grondwater, waarin neerwaartse trends worden verwacht door mestwetgeving.



Figuur 2: Procedure voor het uitzetten van de meetreeksen ten opzichte van het jaar van infiltratie. Het infiltratiejaar wordt bepaald met behulp van tritium-helium datering van het bemonsterde grondwater. Infiltratiejaar= monstername jaar minus leeftijd van het grondwater in dat filter.

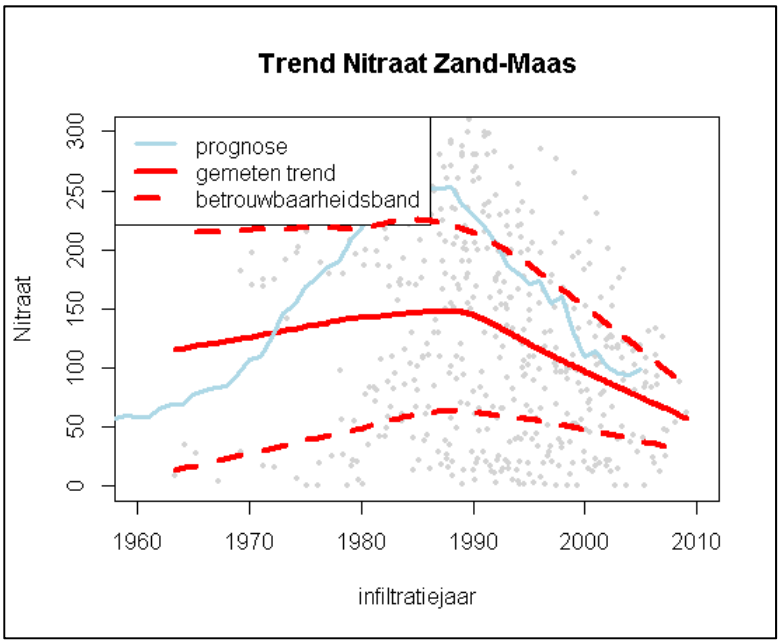
Wordt deze procedure toegepast op alle beschikbare meetreeksen, dan vormen die samen een warrige puntenwolk. Deze puntenwolk kan op twee manieren worden geanalyseerd: door een statistische schatter (LOWESS smooth) kan de geaggregeerde regionale trend worden bepaald die alle informatie uit meetpunten in een bepaald gebied of een bepaald grondwaterlichaam samenvat. Daarnaast kan de puntenwolk worden geanalyseerd met non-parametrische test om een significante trend te onderscheiden, bijvoorbeeld de Mann-Kendall trend toets. De resultaten van deze Mann-Kendall trend toets zijn in de hoofdtekst van dit rapport opgenomen (verwijzen naar paragraaf) en in tabel 1 van deze bijlage. Beide aanpakken zijn toegepast op de meetgegevens van het KRW-meetnet in het stroomgebied van de Maas.

De volgende parameters zijn meegenomen in de “LOWESS smooth” analyse: oxidatievermogen (OXIV), nitraat, sulfaat, cadmium, arseen, koper, nikkel en zink. Voor lood en fosfaat is de methode niet gerapporteerd. Lood en fosfaat dringen nauwelijks door tot het grondwater, en fosfaat in dieper grondwater wordt niet door de uitspoeling van boven bepaald maar door natuurlijke processen.

3. Resultaten

Voor elk van de getoetste stoffen wordt hieronder apart de gevonden trend beschreven. In tegenstelling tot eerdere analyses (Visser 2009, Broers et al. 2009) zijn de analyses uit de zogenaamde freatische filters deze keer niet meegenomen. Deze filters worden namelijk de laatste jaren niet meer regulier bemonsterd.

3.1 Nitraat

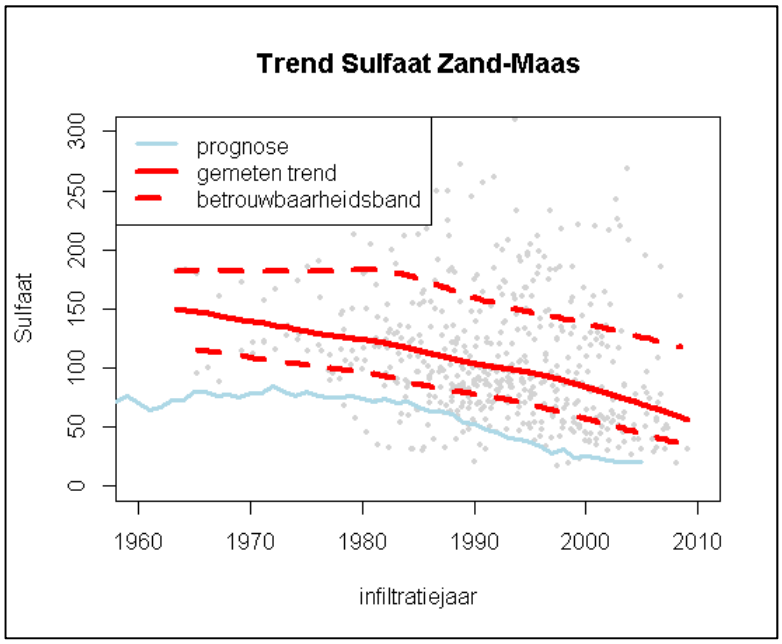


Figuur 4: Geaggregeerde trend voor nitraat. Doorgetrokken lijn is nitraat trend, onderbroken lijnen geven het gebied aan waarin 50% van alle monsters liggen. De prognose geeft een schatting van de nitraatinput uit meststoffen, gebaseerd op gegevens over historische mestgiften

Om de nitraat-trend te laten zien is een trendanalyse uitgevoerd met uitsluitend de oxische (nitraat-houdende) monsters, omdat nitraat in de Limburgse en Brabantse ondergrond kan verdwijnen door denitrificatie. Diepere monsters zeggen dan niet veel meer over trends in nitraat in relatie tot het landgebruik.

Voor nitraat wordt een duidelijke trendomkering aangetoond met de geaggregeerde trend op basis van alle oxische metingen over de periode 1990-2010 (Figuur 4). Nitraat piekt in 1985 op het hoogtepunt van de nitraatuitspoeling naar grondwater en vlak voor het invoeren van de mestwet. Sinds 1985 is een duidelijke afname te zien als gevolg van het gevoerde mestbeleid. De mediane trend (doorgetrokken lijn) ligt lager dan de reconstructie op basis van de mestcijfers, maar de bovenste betrouwbaarheidsband volgt die reconstructie zeer goed. De trend in nitraatconcentraties is aanzienlijk. De mediane concentraties nemen af van circa 150 mg NO3/l in 1985 tot 60 mg NO3/l in 2010. Uit de figuur blijkt echter ook dat in 25% van het gebied de concentraties daalden van 220 mg NO3/l naar 100 mg NO3/l. Ondanks de dalende trend in concentraties werd in een groot deel van het gebiedstype landbouw-droog in 2010 dus nog niet voldaan aan de nitraatnorm van 50 mg NO3/l.

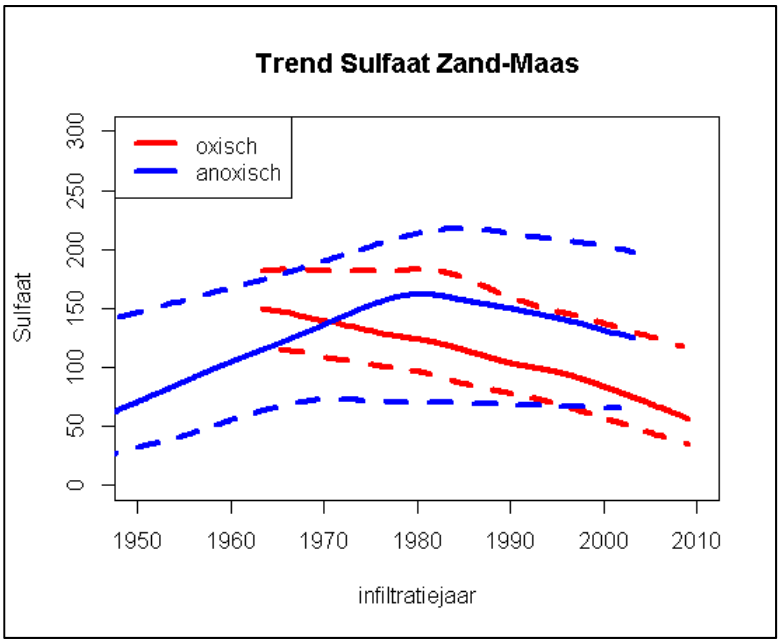
3.2 Sulfaat



Figuur 5: Geaggregeerde trend voor sulfaat. Doorgetrokken lijn is sulfaat trend, onderbroken lijnen geven het gebied aan waarin 50% van alle monsters liggen. De prognose geeft een schatting van de sulfaatinput uit meststoffen, gebaseerd op gegevens over historische mestgiften

Ook voor sulfaat is de analyse in eerste instantie gedaan met de oxische, nitraathoudende monsters. Er zijn nl. twee belangrijke bronnen van sulfaat; het sulfaat dat via regenwater met daarin opgeloste meststoffen infiltreert en het sulfaat dat vrijkomt bij de omzetting van nitraat bij de oxidatie van pyriet. Figuur 5 beschrijft het eerste proces; in het nieuw infiltrerende water is sprake van dalende sulfaatconcentraties. Dat hangt samen met de totale mestlast die afneemt, en daarmee ook de sulfaatlast, maar daarnaast zijn ook de sulfaatconcentraties in neerslag water (zure regen) de laatste 20 jaar verder afgenomen.

Als we de trends ook voor de anoxische monsters uitvoeren wordt het iets complexer (zie figuur 6). De anoxische trends representeren dan ook de extra sulfaat die bij pyrietoxidatie vrijkomt. De sulfaatconcentraties in dat anoxische, nitraatloze water liggen door die extra sulfaat uit pyriet duidelijk hoger dan in de monsters waarin nog nitraat zit. In die anoxische sulfaattrends in het diepere nitraatloze water is de ombuiging door het mestbeleid rond 1980 ook duidelijk te zien.

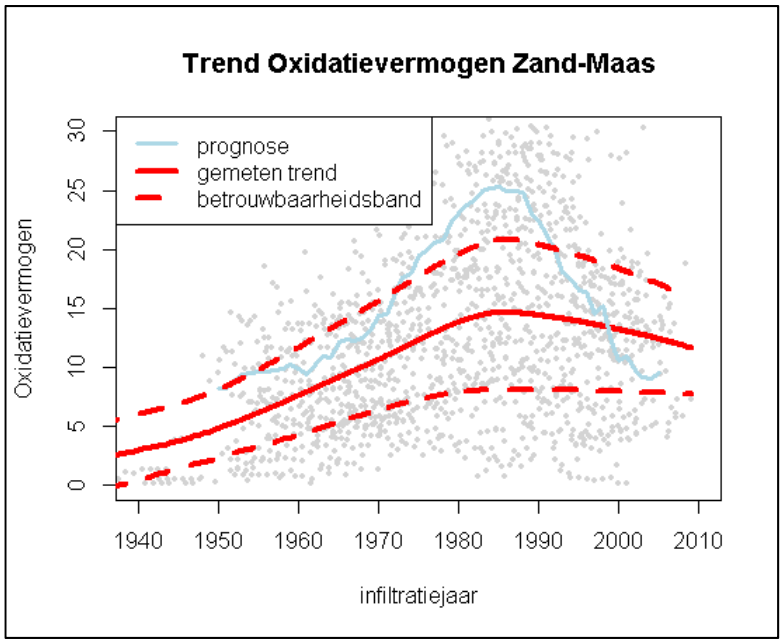


Figuur 6: Geaggregeerde trend voor sulfaat, voor de anoxische nitraatloze monsters (blauw) en voor de nitraathoudende (rood) (Doorgetrokken lijn is sulfaat trend, onderbroken lijnen geven gebied aan waarin 50% van alle monsters liggen.)

3.3 Oxidatievermogen

Oxidatievermogen is in Zand-Maas eigenlijk de duidelijkste indicator voor de vermestingsinvloed op het grondwater (zie bijv. Visser et al. 2007 en alle eerdere rapportages over het grondwaterkwaliteitsmeetnet in Noord-Brabant). Dat komt omdat het ingewikkelde onderscheid tussen oxische en anoxische monsters voor oxidatievermogen niet nodig is. Voor en na pyrietoxidatie blijven de concentraties namelijk gelijk, waardoor oxidatievermogen als het ware zonder verandering door de ondergrond stroomt[4].

[4] Uit nieuwe analyse van de datasets blijkt overigens dat ook oxidatievermogen niet helemaal conservatief is, en dat er waarschijnlijk ook sprake is van denitrificatie met organische stof waarmee nitraat verdwijnt zonder dat er sulfaat wordt geproduceerd. Voor het vaststellen van de trendomkering zoals hierboven heeft dat overigens nauwelijks consequenties.

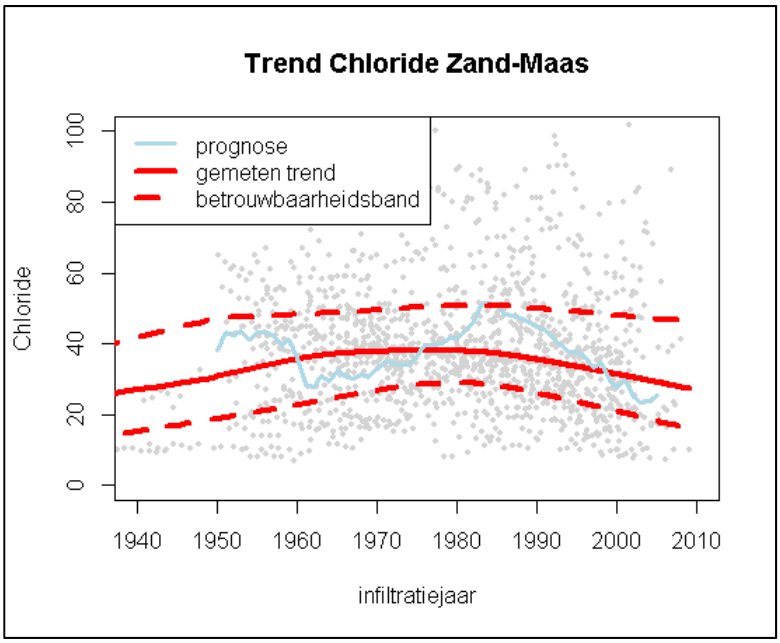


Figuur 7: Geaggregeerde trend voor oxidatievermogen. Doorgetrokken lijn is oxidatievermogen trend, onderbroken lijnen geven gebied aan waarin 50% van alle monsters liggen. De prognose geeft een schatting van de oxidatievermogen input uit meststoffen, gebaseerd op gegevens over historische mestgiften

Voor oxidatievermogen is de trendomkering rond 1985 duidelijk zichtbaar (figuur 7). De concentraties stijgen tot 1985 en nemen daarna af. De daling in oxidatievermogen blijft wat achter ten opzicht van de prognose. Als we de meetperiode verkorten (1990-2000 i.p.v. 1990-2010) dan liggen de concentraties duidelijk hoger. Dat wijst erop dat er toch een langzame afname van oxidatievermogen concentraties optreedt, waarschijnlijk vooral doordat een deel van het nitraat wordt omgezet bij de oxidatie van organische stof. Daarmee zijn voor het eerst de trends in nitraat (paragraaf 3.1) en sulfaat (3.2) veelzeggender dan de trends in oxidatievermogen.

3.4 Chloride

Ook voor chloride is een ombuiging te zien die samenhangt met de piek in mestbelasting (figuur 8). De gemeten chlorideconcentraties zijn in lijn met de prognoses voor chloride, waarbij chloride vooral uit kunstmest, mest en atmosferische depositie afkomstig is. De laatste 30 jaar nemen de chlorideconcentraties in het infiltrerende grondwater dus weer langzaam af.



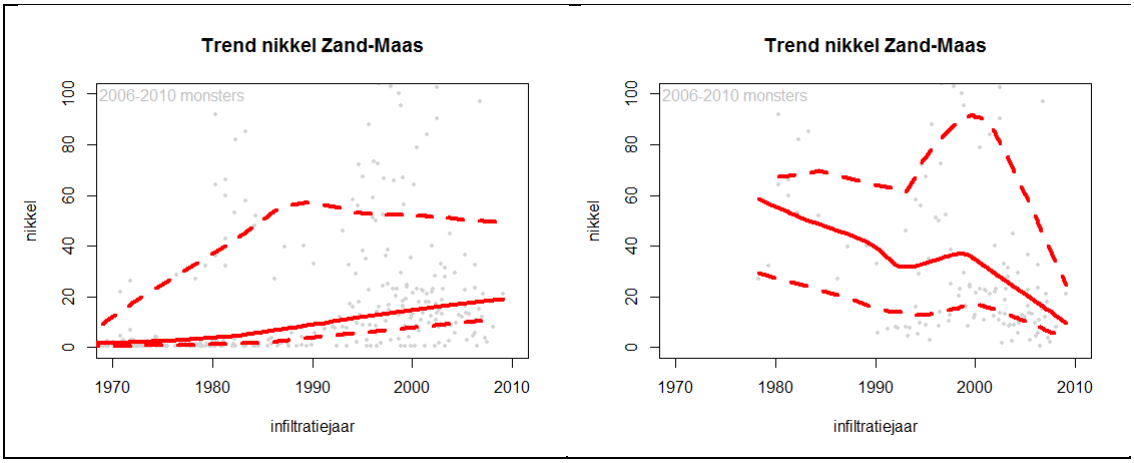
Figuur 8: Geaggregeerde trend voor chloride. Doorgetrokken lijn is chloride trend, onderbroken lijnen geven gebied aan waarin 50% van alle monsters liggen. De prognose geeft een schatting van de nitraatinput uit meststoffen, gebaseerd op gegevens over historische mestgiften

3.5 Nikkel, cadmium en koper

Voor de zware metalen nikkel, cadmium, koper en voor arseen zijn alleen de metingen uit de laatste 5 jaar gebruikt. Dat komt omdat deze stoffen een duidelijk reactief concentratie-diepteprofiel laten zien waarin de concentraties met de diepte snel afnemen. Om te voorkomen dat daardoor valse trends ontstaan is het beter om alleen de laatste meetjaren te gebruiken (details: Visser at al. 2009).

Nikkel

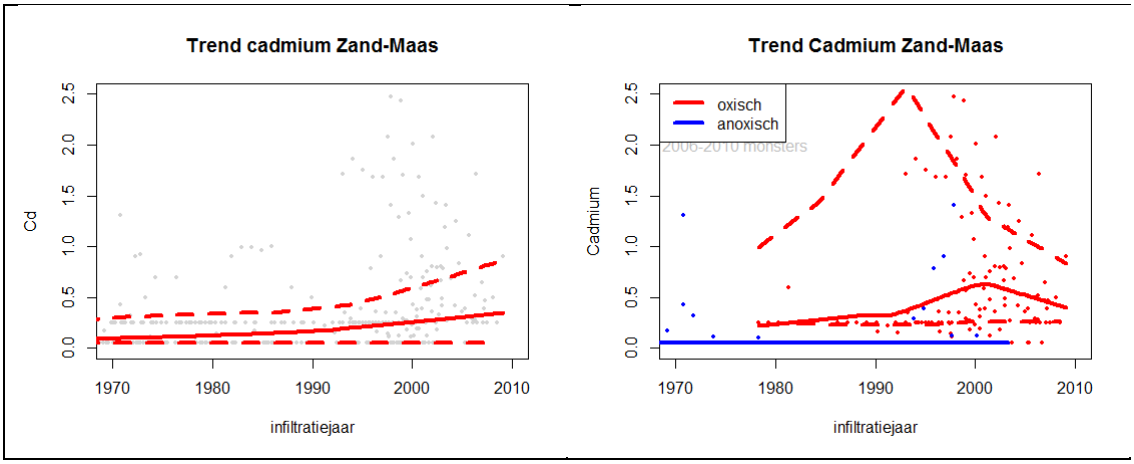
De geaggregeerde nikkeltrend laat zien dat nikkel in jong grondwater duidelijk verhoogd is ten opzichte van oud grondwater (Figuur 9a). Dit is vooral het resultaat van een pH gradiënt, waarbij het jongere water gemiddeld zuurder is dan het oudere. Eigenlijk kijken we niet zozeer naar een trend in de uitspoeling maar naar een trend in geochemie. Ook de trendombuiging die in het hoge concentratiebereik van nikkel te zien is (piek circa 60 ug/l in 1990) is deels chemisch; in het grondwater uit die tijd zat veel nitraat en na oxidatie van pyriet is ook nikkel vrijgekomen in het grondwater. Die nikkelpiek hangt dus samen met de mestpiek. Kijken we echter naar alleen de oxische, nitraathoudende monsters (Figuur 9b) en sluiten we pyrietoxidatie dus uit, dan blijkt dat nikkelconcentraties in uitspoelend grondwater aan het afnemen zijn. Dat duidt dus op een kleinere huidige uitspoeling van nikkel uit meststoffen in vergelijking met het recente verleden.



Figuur 9: Geaggregeerde trend voor nikkel. Links: hele dataset, rechts: alleen de oxische monsters. Doorgetrokken lijn is nikkel trend, onderbroken lijnen geven gebied aan waarin 50% van alle monsters liggen

Cadmium

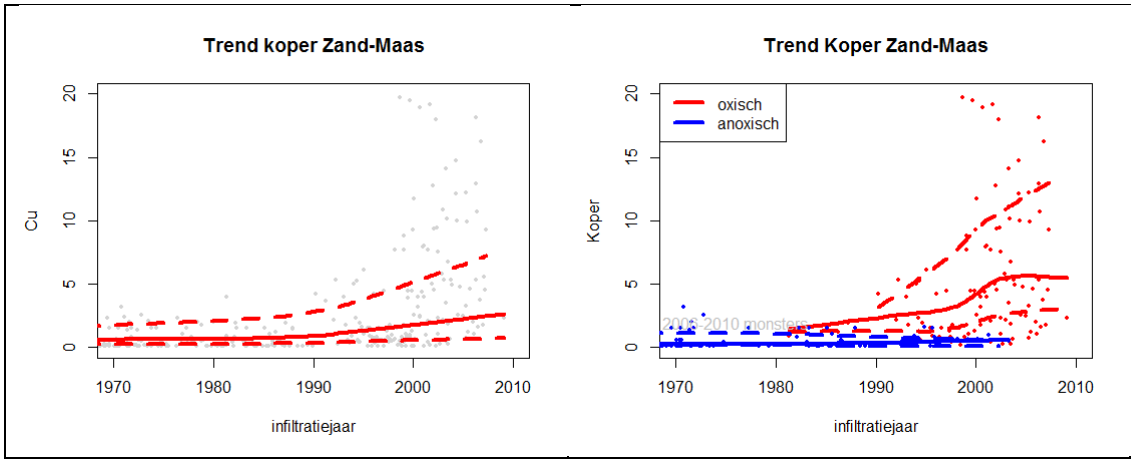
Ook cadmium is duidelijk verhoogd in jong grondwater ten opzichte van oud grondwater (Figuur 10a). Cadmium laat nog een wat grotere pH gradiënt zien, waarbij cadmium vooral aanwezig is in het jonge, ondiepe en zuurdere water. Deze cadmiumtrend is dus eigenlijk een trend in geochemie; uitspoelend cadmium wordt onderweg vastgelegd en is daarmee na zekere leeftijd nauwelijks meer in het grondwater te vinden. In tegenstelling tot nikkel is er geen relatie met pyrietoxidatie, omdat Cd nauwelijks in pyriet voorkomt. Opvallend is dat cadmium vrijwel uitsluitend voorkomt in het nitraathoudende oxische water, en net als voor nikkel lijken de concentraties van cadmium in het uitspoelende water in de tijd af te nemen. Dat duidt dus op een kleinere uitspoeling van cadmium uit meststoffen nu dan in het recente verleden.



Figuur 10: Geaggregeerde trend voor cadmium. Links: hele dataset, rechts: alleen de oxische monsters. Doorgetrokken lijn is cadmiumtrend, onderbroken lijnen geven gebied aan waarin 50% van alle monsters liggen.

Koper

Ook koper is duidelijk verhoogd in jong grondwater ten opzichte van oud grondwater (Figuur 11a). Koper laat een grote pH gradiënt zien, waarbij koper vooral aanwezig is in het jonge, ondiepe en zuurdere water. Deze kopertrend is dus eigenlijk een trend in geochemie; uitspoelend koper wordt onderweg vastgelegd en is daarmee na zekere leeftijd nauwelijks meer in het grondwater te vinden. Opvallend is dat koper uitsluitend voorkomt in het nitraathoudende oxische water (Figuur 11b). In tegenstelling tot cadmium en nikkel, nemen de koperconcentraties in het jongste water niet af, maar lijken ze eerder nog wat toe te nemen. Dat kan te maken hebben met het feit dat koper nog sterker dan cadmium en nikkel wordt gebonden in de bodem, waardoor een eventuele trend niet zichtbaar wordt en de pH-trend blijft domineren.

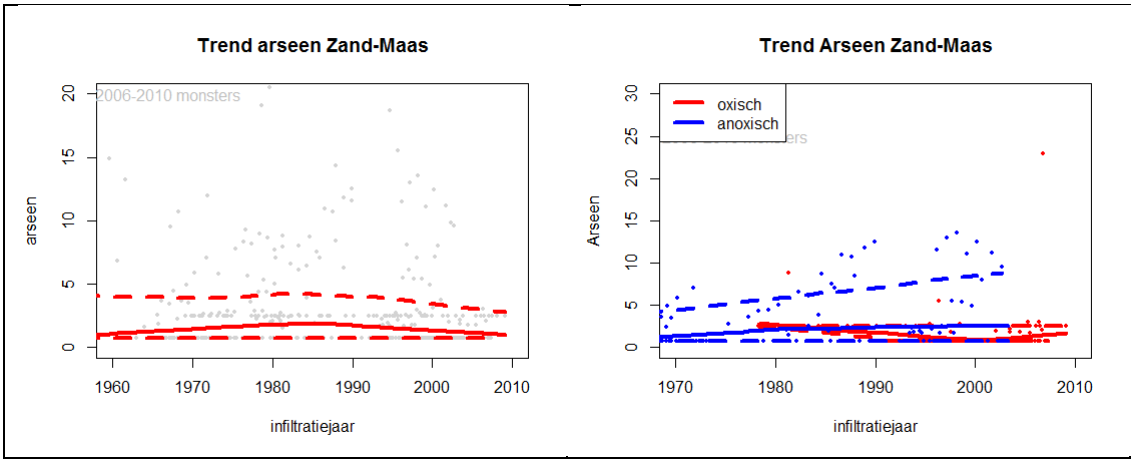


Figuur 11: Geaggregeerde trend voor koper. Links: hele dataset, rechts: alleen de oxische monsters. Doorgetrokken lijn is kopertrend, onderbroken lijnen geven gebied aan waarin 50% van alle monsters liggen.

Samenvattend geldt voor nikkel, koper en zink dat er duidelijk reactieve trends zijn waarbij de stoffen vertraagd in de ondergrond doordringen, omdat ze worden geadsorbeerd aan de ondergrond. Doordat cadmium, nikkel en koper in hoge concentraties de afgelopen 50 jaar via mest, en bij cadmium en zink ook via atmosferische depositie, aan de bodem zijn toegevoegd, zijn bovenin de verzadigde zone verhoogde concentraties van deze stoffen ontstaan. De stoffen worden vervolgens geadsorbeerd aan organisch materiaal en ijzeroxiden en de cadmium-, nikkel- en koperfronten verplaatsen zich dus slechts langzaam in de diepte. Dit heeft overigens consequenties voor de kwaliteit van het oppervlaktewater want uit voorspellingen in Noord-Brabant blijkt dat deze trend in het grondwater leidt tot langzaam stijgende concentraties in het ontvangende oppervlaktewater (Heerdink et al. 2008). De cadmium, zink- en kopertrends zijn dus wel degelijk relevant voor de KRW.

3.6 Arseen

Trends voor arseen zijn weinig uitgesproken (zie figuur 12). Wel is opvallend dat de wat hogere concentraties in het nitraatloze, anoxische grondwater voorkomen. Arseen spoelt niet zozeer uit, maar wordt vrijgemaakt uit de bodem. De gevonden trends zijn dan ook vooral geochemisch. Voor een relatie met pyrietoxidatie en het vrijkomen van arseen zijn voor het gehele gebiedstype landbouw-droog geen aanwijzingen.



Figuur 12: Geaggregeerde trend voor arseen. Links: hele dataset, rechts: oxischeen anoxische monsters apart (Doorgetrokken lijn is arseentrend, onderbroken lijnen geven gebied aan waarin 50% van alle monsters liggen.)

3.7 Overzichtstabel trends

De Mann-Kendall trend toets is voor elke stof uitgevoerd op twee subsets van de gehele dataset: op metingen in water dat tussen 1960 en 1980 is geïnfiltreerd, en op metingen in water dat tussen 1990 en 2000 is geïnfiltreerd. Trendomkering kan daarmee statistisch significant worden aangetoond: als de trend tussen 1960 en 1980 significant stijgt en tussen1990 en 2000 significant daalt. Significante trendomkering is op die manier aangetoond voor oxidatievermogen. Voor nitraat en sulfaat zijn wel significant dalende trends aangetoond in jong (1990-2010) grondwater, maar geen significant stijgende trends in oud grondwater.

Tabel 1: Trends bepaald met de Mann-Kendall trend toets op de gegevens van het grondwaterkwaliteitsmeetnet voor gebiedstype landbouw-droog in Limburg en Brabant, gerelateerd aan het jaar van infiltratie

Mann-Kendall trends	**Infiltratiejaar**		
Stof	1960-1980	1990-2010	**Significante trendomkering**
Nitraat (oxisch)	-	↓	
Sulfaat (oxisch)	-	↓	
Oxidatiecapaciteit	↑	↓	*
Chloride	-	↓	
Nikkel	-	-	
Arseen	-	-	
Cadmium	-	-	
Lood	-	-	
Totaal-fosfaat	-	-	
Nikkel	-	-	

↑: Stijgende trend, ↓: dalende trend, -: geen (significante) trend. Genoemde trends zijn significant (P < 0.05 eenzijdig).

Referenties

Visser A., H.P. Broers, A.Vonk en B. Veldstra (2009). Verbetering grondwaterkwaliteit aangetoond door leeftijdsbepalingen. ***H_2O***23: 29-32.

Broers, H.P., Visser, A., Klein, J., Verheul, M. (2009) Vaststellen van trends en trendomkering van grondwater ten behoeve van de KRW. Resultaten van de datering van het grondwater onder landbouwgebieden op droge zandgrond in het grondwaterlichaam Zand-Maas. Deltares rapport 2009-U-R81132.

Visser, A., H.P. Broers, & M.F.P. Bierkens (2007) Demonstrating trend reversal in groundwater quality in relation to time of recharge determined by $^{3}H/^{3}He$ dating. ***Environmental Pollution***148(3): 797-807.

J. Grath, R. Ward, A. Blum, H. Legrand, A. Martin, H.P. Broers (2008) Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive: Guidance Document No. 18 Guidance on Status and Trends.

Visser, A. H.P. Broers, R. Heerdink and M.F.P. Bierkens (2009) Trends in pollutant concentrations in relation to time of recharge and reactive transport at the groundwater body scale**. *Journal of Hydrology*,** 369:427-439.

Bijlage 4
Pompstations met aangeleverde REWAB data

Bedrijf	Pompstation
BrabantWater	Altena => Wouw
BrabantWater	Bergen op Zoom - mondaf
BrabantWater	Boxmeer
BrabantWater	Breda - Dorst
BrabantWater	Budel
BrabantWater	Drongelen
BrabantWater	Eindhoven (Aalsterweg)
BrabantWater	Empel
BrabantWater	Genderen
BrabantWater	Gilze
BrabantWater	Haaren
BrabantWater	Helmond - Bakelsedijk
BrabantWater	Lieshout
BrabantWater	Lith
BrabantWater	Loosbroek
BrabantWater	Luyksgestel
BrabantWater	Macharen
BrabantWater	Nuland
BrabantWater	Oirschot
BrabantWater	Oosterhout
BrabantWater	Prinsenbosch
BrabantWater	Roosendaal - Borteldonk
BrabantWater	Schijf
BrabantWater	Schijndel
BrabantWater	Seppe
BrabantWater	Someren-heide
BrabantWater	Son
BrabantWater	Tilburg - Gilzerbaan
BrabantWater	Veghel
BrabantWater	Vessem
BrabantWater	Vierlingsbeek
BrabantWater	Vlierden
BrabantWater	Vlijmen
BrabantWater	Vredeoord
BrabantWater	Waalwijk
BrabantWater	Welschap
Evides	Halsteren
Evides	Ouddorp

Bedrijf	Pompstation
WML	Asselt
WML	Beegden
WML	Bergen
WML	Borgharen
WML	Breehei
WML	Caberg
WML	Californie
WML	Craubeek
WML	De Tombe
WML	Geulle
WML	Grubbenvorst
WML	Hanik
WML	Heel
WML	Heer - Vroendaal
WML	Herckenbosch
WML	Herten
WML	Hunsel
WML	OPB de Beitel
WML	OPB De IJzeren Kuilen
WML	Ospel
WML	Pey
WML	Plasmolen
WML	Roodborn
WML	Roosteren
WML	Schinveld/Schuttersveld
WML	Sittard - Hoogveld
WML	Susteren
WML	Tegelen
WML	Venlo - Grote Heide
WML	Waterval
WML	Weert - Graafsch. Hornel.

Bijlage 5
Resultaat van de REWAB toetsing

Tabel B5.1: Aantal overschrijdingen van de jaargemiddeld gemeten concentratie ten opzichte van de 75% van de drinkwaternorm

Locatie	Parameter	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Totaal
Beegden	Bentazon						1	1	1	1	4
Bergen	Nikkel							1	1	1	3
Boxmeer	Bentazon	1		1		1		1	1	1	6
Breda - Dorst	Arseen			1	1	1	1	1	1	1	7
Budel	Bentazon							1	1		2
Craubeek	Fenamifos					1					1
	Nitraat	1	1						1		3
De Tombe	Fenamifos					1					1
	Nitraat			1		1	1		1		4
Eindhoven (Aalsterweg)	Chlooretheen				1		1				2
Geulle	Fenamifos					1					1
Grubbenvorst	1,2-dichloorpropaan						1		1	1	3
Halsteren	1,3- en 1,4-dimethylbenzeen (som)				1						1
	Som Pesticiden (berekend)				1	1	1	1	1	1	6
Heel	1-(3,4-dichloorfenyl)-3-methylureum	1									1
	Aminomethylfosfonzuur (ampa)	1		1							2
	Antimoon				1						1
	Caffeine								1		1
	Chlooretheen			1							1
	Diuron	1				1					2
	Fluoride	1									1
	Glyfosaat	1									1
	Pirimifos-methyl					1					1
	Som Pesticiden (berekend)	1		1	1	1	1	1	1	1	8
Heer - Vroendaal	Fenamifos					1					1
	Nitraat		1		1	1	1		1		5
	Som Pesticiden (berekend)				1						1
Macharen	Bentazon	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Nuland	Boor									1	1
Ouddorp	1,2-dichloorpropaan							1			1
	Aminomethylfosfonzuur (ampa)				1	1	1		1	1	5
	Bis(2-methoxyethyl)ether (Diglyme)						1	1			2

Locatie	Parameter	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Totaal
	Chloortoluron						1				1
	Dichloormethaan									1	1
	Ethyleendiaminetetra-azijnzuur (EDTA)									1	1
	Glyfosaat				1	1	1	1	1		5
	Isoproturon						1	1	1		3
	Lood				1						1
	Nicosulfuron						1				1
	Nitriet				1	1	1	1	1	1	6
	Som Pesticiden (berekend)				1	1	1	1	1	1	6
Roodborn	Fenamifos					1					1
	Nitraat	1	1	1	1	1	1		1	1	8
Roosteren	Som Pesticiden (berekend)	1		1	1	1	1		1	1	7
Vierlingsbeek	1,2-dichloorpropaan	1	1	1			1	1	1	1	7
	Bentazon						1			1	2
	Chloridazon					1	1				2
	Nikkel	1	1	1	1	1					5
	Nitraat			1		1		1		1	4
Vredeoord	Chlooretheen			1							1
	Cis-1,2-dichlooretheen			1							1
Waterval	Dibroommethaan		1								1
	Dichloormethaan			1							1
Totaal		14	8	16	18	24	23	17	23	21	153

Bedrijf	Pompstation
BrabantWater	Altena => Wouw
BrabantWater	Bergen op Zoom - mondaf
BrabantWater	Boxmeer
BrabantWater	Breda - Dorst
BrabantWater	Budel
BrabantWater	Drongelen
BrabantWater	Eindhoven (Aalsterweg)
BrabantWater	Empel
BrabantWater	Genderen
BrabantWater	Gilze
BrabantWater	Haaren
BrabantWater	Helmond - Bakelsedijk
BrabantWater	Lieshout
BrabantWater	Lith
BrabantWater	Loosbroek
BrabantWater	Luyksgestel
BrabantWater	Macharen
BrabantWater	Nuland
BrabantWater	Oirschot
BrabantWater	Oosterhout
BrabantWater	Prinsenbosch
BrabantWater	Roosendaal - Borteldonk
BrabantWater	Schijf
BrabantWater	Schijndel
BrabantWater	Seppe
BrabantWater	Someren-heide
BrabantWater	Son
BrabantWater	Tilburg - Gilzerbaan
BrabantWater	Veghel
BrabantWater	Vessem
BrabantWater	Vierlingsbeek
BrabantWater	Vlierden
BrabantWater	Vlijmen
BrabantWater	Vredeoord
BrabantWater	Waalwijk
BrabantWater	Welschap
Evides	Halsteren
Evides	Ouddorp

Bedrijf	Pompstation
WML	Asselt
WML	Beegden
WML	Bergen
WML	Borgharen
WML	Breehei
WML	Caberg
WML	Californie
WML	Craubeek
WML	De Tombe
WML	Geulle
WML	Grubbenvorst
WML	Hanik
WML	Heel
WML	Heer - Vroendaal
WML	Herckenbosch
WML	Herten
WML	Hunsel
WML	OPB de Beitel
WML	OPB De IJzeren Kuilen
WML	Ospel
WML	Pey
WML	Plasmolen
WML	Roodborn
WML	Roosteren
WML	Schinveld/Schuttersveld
WML	Sittard - Hoogveld
WML	Susteren
WML	Tegelen
WML	Venlo - Grote Heide
WML	Waterval
WML	Weert - Graafsch. Hornel.

Bijlage 6
Normen en toetsingskader Drinkwaterbesluit

Tabel B6.1: Normen in het drinkwaterbesluit

Parameter	Maximum waarde	Eenheid	Tabel	Opmerkingen
Acrylamide	0,1	µg/l	II	Deze parameterwaarde heeft betrekking op de residuele monomeerconcentratie in het water, berekend aan de hand van specificaties inzake de maximum migratie van de overeenkomstige polymeer in contact met water, of betreft een feitelijk gemeten waarde.
Antimoon	5	µg/l	II	
Arseen	10	µg/l	II	
Benzeen	1	µg/l	II	
Benzo(a)pyreen	0,01	µg/l	II	
Boor	0,5	mg/l	II	
Bromaat	1	µg/l	II	Bij desinfectie geldt een maximale waarde van 5,0 µg/l (als 90 percentielwaarde, met een maximum van 10µg/l)
Cadmium	5	µg/l	II	
Chroom	50	µg/l	II	
Cyaniden (totaal)	50	µg/l	II	Met behulp van de methode moet het totaal aan cyanide in elke vorm worden bepaald.
1,2-Dichloorethaan	3	µg/l	II	
Epichloorhydrine	0,1	µg/l	II	Deze parameterwaarde heeft betrekking op de residuele monomeerconcentratie in het water, berekend aan de hand van specificaties inzake de maximum migratie van de overeenkomstige polymeer in contact met water, of betreft een feitelijk gemeten waarde.
Fluoride	1	mg/l	II	
Koper	2	mg/l	II	Deze waarde geldt voor een monster van voor menselijke consumptie bestemd water dat via een passende steekproefmethode aan de kraan verkregen is, en dat representatief mag worden geacht voor de gemiddelde waarde die de verbruiker wekelijks binnen krijgt. Deze methode is beschreven in de«VROM-Inspectierichtlijn Harmonisatie Meetprogramma Drinkwaterkwaliteit».
Kwik	1	µg/l	II	

Parameter	Maximum waarde	Eenheid	Tabel	Opmerkingen
Lood	10	µg/l	II	Deze waarde geldt voor een monster van voor menselijke consumptie bestemd water dat via een passende steekproefmethode aan de kraan verkregen is, en dat representatief mag worden geacht voor de gemiddelde waarde die de verbruiker wekelijks binnen krijgt. Deze methode is beschreven in de«VROM-Inspectierichtlijn Harmonisatie Meetprogramma Drinkwaterkwaliteit».
Nikkel	20	µg/l	II	Deze waarde geldt voor een monster van voor menselijke consumptie bestemd water dat via een passende steekproefmethode aan de kraan verkregen is, en dat representatief mag worden geacht voor de gemiddelde waarde die de verbruiker wekelijks binnen krijgt. Deze methode is beschreven in de«VROM-Inspectierichtlijn Harmonisatie Meetprogramma Drinkwaterkwaliteit».
Nitraat	50	mg/l	II	Ten aanzien van de concentraties nitraat en nitriet dient tevens te worden voldaan aan de voorwaarde dat [nitraat]/50 +[nitriet]/3 <1, waarbij de rechte haken de concentratie in mg/l uitdrukken, voor nitraat in NO_3, en voor nitriet in NO_2.
Nitriet	0,1	mg/l	II	Ten aanzien van de concentraties nitraat en nitriet dient tevens te worden voldaan aan de voorwaarde dat [nitraat]/50 +[nitriet]/3 <1, waarbij de rechte haken de concentratie in mg/l uitdrukken, voor nitraat in NO_3, en voor nitriet in NO_2.
N-nitrosodimethylamine (NDMA)	12	ng/l	II	
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) (som)	0,1	µg/l	II	Som van gespecificeerde verbindingen met concentratie hoger dan de detectiegrens. De gespecificeerde verbindingen zijn: • benzo(a)pyreen; • benzo(a)antraceen; • benzo(ghi)peryleen; • fenantreen; • indeno(1,2,3-cd)pyreen; • anthraceen; • benzo(b)fluorantheen; • benzo(k)fluorantheen; • chryseen; • fluorantheen.
Polychloorbifenylen (PCB's) (individueel)	0,1	µg/l	II	Per stof.

Parameter	Maximum waarde	Eenheid	Tabel	Opmerkingen
PCB's (som)	0,5	µg/l	II	Som van gespecificeerde verbindingen met concentratie > 0,05 µg/l. De gespecificeerde verbindingen zijn: PCB nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180.
Pesticiden (individueel)	0,1	µg/l	II	Per stof. Voor aldrin, dieldrin, heptachloor en heptachloorepoxide geldt een maximum waarde van 0,030µg/l. Onder pesticiden wordt verstaan: organische insecticiden, organische herbiciden, organische fungiciden, organische nematociden, organische acariciden, organische algiciden, organische rodenticiden, organische slimiciden en soortgelijke producten (onder meer groeiregulatoren). De norm van 0,1 µg/l geldt ook voor humaan toxicologisch relevante metabolieten, afbraak- en reactieproducten van pesticiden. Voor metabolieten van pesticiden en afbraak- of reactieproducten, die niet humaan toxicologisch relevant zijn, geldt een norm van 1,0 µg per liter.
aldrin	0,03	µg/l	II	
dieldrin	0,03	µg/l	II	
heptachloor	0,03	µg/l	II	
heptachloorepoxide	0,03	µg/l	II	
Pesticiden (som)	0,5	µg/l	II	Som van afzonderlijke pesticiden met concentratie hoger dan de detectiegrens.
Seleen	10	µg/l	II	
Tetra-en trichlooretheen (som)	10	µg/l	II	
Trihalomethanen (som)	25	µg/l	II	De maximumwaarde geldt bij het gebruik van chloor(verbindingen) voor desinfectie; in de overige situaties geldt de maximumwaarde genoemd in Tabel IIIc bij gehalogeneerde alifatische koolwaterstoffen. De gespecificeerde verbindingen zijn: chloroform, bromoform, dibroomchloormethaan en broomdichloormethaan. De concentratie broomdichloormethaan mag niet hoger zijn dan 15 µg/l. De somwaarde van 25 µg/l geldt als 90 percentiel, met een maximum van 50 µg/l. Voor drinkwatervoorzieningen op mijnbouwinstallaties als bedoeld in artikel 1, onderdeel o, van de Mijnbouwwet, geldt als somwaarde 100 µg/l, waarbij het gehalte broomdichloormethaan maximaal 60 µg/l mag zijn.

Parameter	Maximum waarde	Eenheid	Tabel	Opmerkingen
Vinylchloride	0,1	µg/l	II	Deze parameterwaarde heeft betrekking op de residuele monomeerconcentratie in het water, berekend aan de hand van specificaties inzake de maximum migratie van de overeenkomstige polymeer in contact met water, of betreft een feitelijk gemeten waarde.
AOX	–	µmol X/l	IIIc	
Aromatische aminen	1	µg/l	IIIc	Indien metaboliet van pesticiden dan 0,1 µg/l. Metabolieten van pestciden, welke in humaan toxicologisch opzicht relevant zijn, vallen onder tabel II van deze bijlage. Voor de overige metabolieten geldt een norm van 1,0 µg/l
(Chloor)fenolen	1	µg/l	IIIc	Indien metaboliet van pesticiden dan 0,1 µg/l Metabolieten van pestciden, welke in humaan toxicologisch opzicht relevant zijn, vallen onder tabel II van deze bijlage. Voor de overige metabolieten geldt een norm van 1,0 µg/l
Diglyme(n)	1	µg/l	IIIc	
Ethyl tert-butyl ether (ETBE)	1	µg/l	IIIc	
Gehalogeneerde monocyclische koolwaterstoffen	1	µg/l	IIIc	Voor enkele individuele stoffen uit deze parametergroep geldt ook een maximale waarde in tabel II.
Gehalogeneerde alifatische koolwaterstoffen	1	µg/l	IIIc	Voor enkele individuele stoffen uit deze parametergroep geldt ook een maximale waarde in tabel II.
Methyl tert-butyl ether (MTBE)	1	µg/l	IIIc	
Monocyclische koolwaterstoffen / aromaten	1	µg/l	IIIc	Voor enkele individuele stoffen uit deze parametergroep geldt ook een maximale waarde in tabel II.
Overige antropogene stoffen	1	µg/l	IIIc	Met deze parameter worden stoffen bedoeld die niet behoren tot de andere parameters in deze tabel maar welke een bedreiging voor de drinkwatervoorziening kunnen zijn.
Grenswaarde < 0,1				
Grenswaarde 0,1				
Grenswaarde 0,5 - 1 ug/l				
Grenswaarde > 1 ug/l				
Stof wel in drinkwaterbesluit maar niet gemonitord				

Bijlage 7
Resultaat trendbepaling kwaliteit onttrokken water

Tabel B7.1: Uitwerking trendbepaling van de trends in grondwaterkwaliteit van alle pompstations waar een stof boven de 75% grens van de norm uit het drinkwaterbesluit is aangetroffen

y = A + Bx (met A =startwaarde en B=trend)
y = Meetwaarde
x = Datum
R= correlatiecoefficient (betrouwbaar bij een waarde van > 0,8)

						Aantal metingen	
Pompstation	**Parameter**	**Eenheid**	**A**	**B**	**R**	**Totaal**	**Boven 75%**
Craubeek	Nitraat	mg/l NO3	39.859	-0,005	0,397	7	3
OPB De IJzeren Kuilen	Nitraat	mg/l NO3	445.824	-0,0018	0,5933	9	9
Heel	Bromaat	µg/l BrO3	39.582	-0,0013	0,845	6	2
Heel	Antimoon	µg/l Sb	44.264	-0,0012	0,408	7	1
Heel	aminomethylfosfonzuur (ampa)	µg/l	2.024	-0,0007	0,5948	9	2
Halsteren	1,3- en 1,4- dimethylbenzeen (som)	µg/l	13.901	-0,0005	0,6502	6	1
Breda - Dorst	Arseen	µg/l As	134.292	-0,0004	0,2211	7	7
Heel	Som Pesticiden (berekend)	µg/l	17.434	-0,0004	0,4	8	8
Ouddorp	Chlorofyl-a	µg/l	234.198	-0,0004	0,037	6	6
Heel	Giardia spp.	kve/l	50.005	-0,0003	0,0287	6	1
Ouddorp	Som Pesticiden (berekend)	µg/l	22.796	-0,0003	0,6419	6	6
Breehei	2,6-dimethylaniline	µg/l	0,5374	-0,0002	0,5774	8	1
Heel	Fluoride	mg/l F	0,7618	-0,0002	0,8102	8	1
Heel	Cryptosporidium spp.	kve/l	0,5521	-0,0002	0,5951	6	1
Herten	2,6-dimethylaniline	µg/l	0,4029	-0,0002	0,4083	7	1
Hunsel	2,6-dimethylaniline	µg/l	0,5374	-0,0002	0,5774	8	1
Ouddorp	Bromaat	µg/l BrO3	17.433	-0,0002	0,3643	6	6
Waterval	dichloormethaan	µg/l	0,49	-0,0002	0,5579	8	1
Heel	glyfosaat	µg/l	0,2094	-0,0001	0,6047	9	1
Heel	diuron	µg/l	0,26	-0,0001	0,5519	9	2
Heel	2,6-dimethylaniline	µg/l	0,3441	-0,0001	0,4108	9	1
Ouddorp	Nitriet	mg/l NO2	0,2841	-0,0001	0,7142	6	6
Roosteren	Som Pesticiden (berekend)	µg/l	0,3371	-0,0001	0,1807	7	7
Beegden	bentazon	µg/l	0,05	0	0,9676	7	4
Boxmeer	bentazon	µg/l	0,0628	0	0,358	9	6
Budel	bentazon	µg/l	0,0467	0	0,4565	9	2
Eindhoven (Aalsterweg)	Chlooretheen	µg/l	0,0673	0	0,2794	8	2
Halsteren	Som Pesticiden (berekend)	µg/l	0,0929	0	0,3403	6	6
Heel	1-(3,4-dichloorfenyl)-3-methylureum	µg/l	0,0678	0	0,5477	9	1
Heel	Chlooretheen	µg/l	0,0639	0	0,274	9	1
Heel	pirimifos-methyl	µg/l	0,0202	0	0,1063	8	1
Macharen	bentazon	µg/l	0,1647	0	0,0117	9	9
Ouddorp	glyfosaat	µg/l	0,1954	0	0,6983	6	5
Ouddorp	aminomethylfosfonzuur (ampa)	µg/l	0,7621	0	0,2851	6	5
Ouddorp	1,2-dichloorpropaan	µg/l	0,0382	0	0,1306	6	1
Ouddorp	dichloormethaan	µg/l	0,0095	0	0,6547	6	1
Vierlingsbeek	1,2-dichloorpropaan	µg/l	0,0531	0	0,6192	9	7
Vierlingsbeek	bentazon	µg/l	0,0639	0	0,1955	9	2
Waterval	dibroommethaan	µg/l	0,0792	0	0,5652	7	1
Grubbenvorst	1,2-dichloorpropaan	µg/l	-0,379	0,0004	0,7794	9	3
Roodborn	Nitraat	mg/l NO3	404.549	0,0005	0,2954	8	8
Ouddorp	Faeopigmenten tijdens bepaling chlo	µg/l	114.224	0,001	0,0688	6	6
Ouddorp	Lood	µg/l Pb	0,8326	0,002	0,3122	6	1
OPB de Beitel	Nitraat	mg/l NO3	282.932	0,0029	0,7099	6	2
Vierlingsbeek	Nitraat	mg/l NO3	104.053	0,0109	0,6702	9	4