

HydroLogic

Betreft Bouw grof model boezem Rijnland
Project P848
Van HydroLogic
Aan Klaas-Jan van Heeringen (Deltares)
Datum 14 december 2016

1 Inleiding

Het Hoogheemraadschap van Rijnland werkt samen met Deltares aan de ontwikkeling van het BOSBO (Beslissing Ondersteunend Systeem en Beheer Oppervlaktewater). Onderdeel van deze ontwikkeling is de bouw van een beslismodel in de vorm van een RTC-Tools model van de Rijnlandse Boezem. Een RTC-Tools model wordt vervaardigd door een Sobek-3 model te bouwen en deze om te zetten naar een RTC-Tools model. Deltares heeft HydroLogic gevraagd het benodigde Sobek-3 model te bouwen en kalibreren. Dit memo beschrijft de uitgangspunten en resultaten van de bouw en kalibratie van dit Sobek-3 model van de Rijnlandse boezem.

2 Schematisatie

Als input voor het grove Sobek-3 model is een bestaand, gedetailleerd Sobek-2 model van de Rijnlandse Boezem gebruikt. Dit gedetailleerde model is in 2016 aangepast en gekalibreerd ten behoeve van de boezemstudie (Ref.1 **Error! Reference source not found.**).

Het belangrijkste uitgangspunt voor het beslismodel van het BOSBO is dat het snel moet kunnen rekenen. Om een voldoende snel rekenend model te realiseren, zijn alleen die watergangen gemodelleerd die een relevante invloed hebben op te nemen beslissingen in de Rijnlandse boezem. Het model is vereenvoudigd in overleg met Deltares en het hoogheemraadschap. De gehanteerde stelregel is dat watergangen met een bovengemiddelde afvoer tijdens een T100 piekbui in het grove model zijn opgenomen. Daarbij zijn de volgende aspecten in ieder geval in het grove model behouden:

- de vier boezemgemalen;
- de 16 punten die bepalend zijn voor het representatieve boezempeil;
- de inlaat bij Bodegraven;
- de piekbergingen;
- voldoende rekenpunten ten behoeve van chloride problematiek:
 - meerdere rekenpunten in de Gouwe;
 - meerdere rekenpunten in de Leidse Trekvaart.

In Fig. 1 is een schatting van de T100 afvoeren weergegeven. Deze T100 afvoeren zijn bepaald door een representatieve stochast afkomstig uit de boezemstudie door te rekenen (Ref.1). De maximale afvoeren worden beschouwd als de representatieve T100 afvoeren.

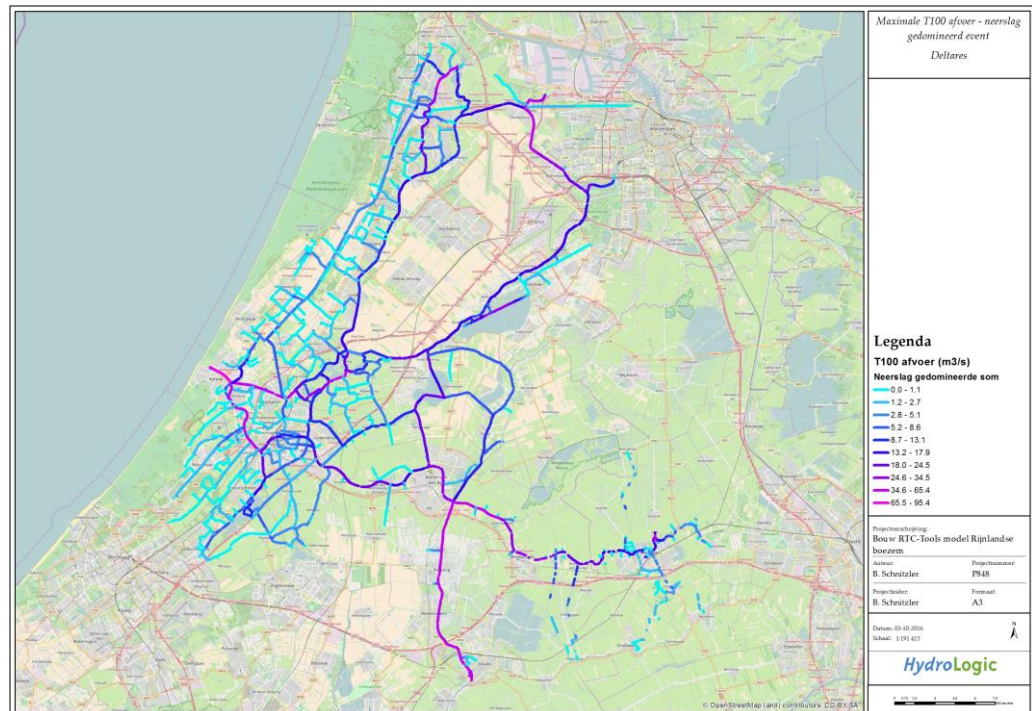


Fig. 1. T100 afvoer in de watergangen van de boezem van Rijnland.

Het netwerk van de grove schematisatie van de boezem van Rijnland bestaat uit:

- watergangen
- knopen
- profielen
- lateralen
- bergingsknopen
- observatie punt
- gemalen.

Ook op watergangniveau is het Sobek-3 model minder gedetailleerd opgezet. Per watergang is één representatief profiel bepaald. Bij een juiste keuze van het profiel is het effect hiervan op de doorstroming en waterhoogten beperkt. Door het modelleren van een watergang met één profiel wordt de berging van een watergang wel minder goed benaderd. Ook het verwijderen van watergangen uit het gedetailleerde model betekent dat een deel van de berging verdwijnt. Voor beide punten is in het grove model gecompenseerd door de verwijderde berging (op maaiveld en in de watergangen, met uitzondering van de watergangen die in het grove model zijn opgenomen) in bergingsknopen te schematiseren. De ruwheid van de watergangen is onderdeel van de kalibratie zoals in paragraaf 3.1 is toegelicht.

Alle boezemgemalen worden gestuurd op de waterhoogte bij de Nieuwe Wetering. De boezemgemalen hebben allemaal dezelfde sturing, de gemalen slaan daarom gelijktijdig aan. Het gedetailleerde model is bij Bodegraven geknipt. Bij Bodegraven is een tijdreeks van debieten als randvoorwaarde opgelegd.

Op de lateralen is voor het achterliggende gebied een afvoer opgelegd afkomstig uit het model gebruikt voor de eerder uitgevoerde boezemstudie (paragraaf 3.1). De schematisatie van het resulterende grove model is weergegeven in Fig. 2. De sterke vereenvoudiging van het model heeft als gevolg dat de rekentijd van het model sterk is afgenomen. Het grove model heeft een simulatietijd van ongeveer 3 minuten om een periode van 13 maanden door te rekenen.

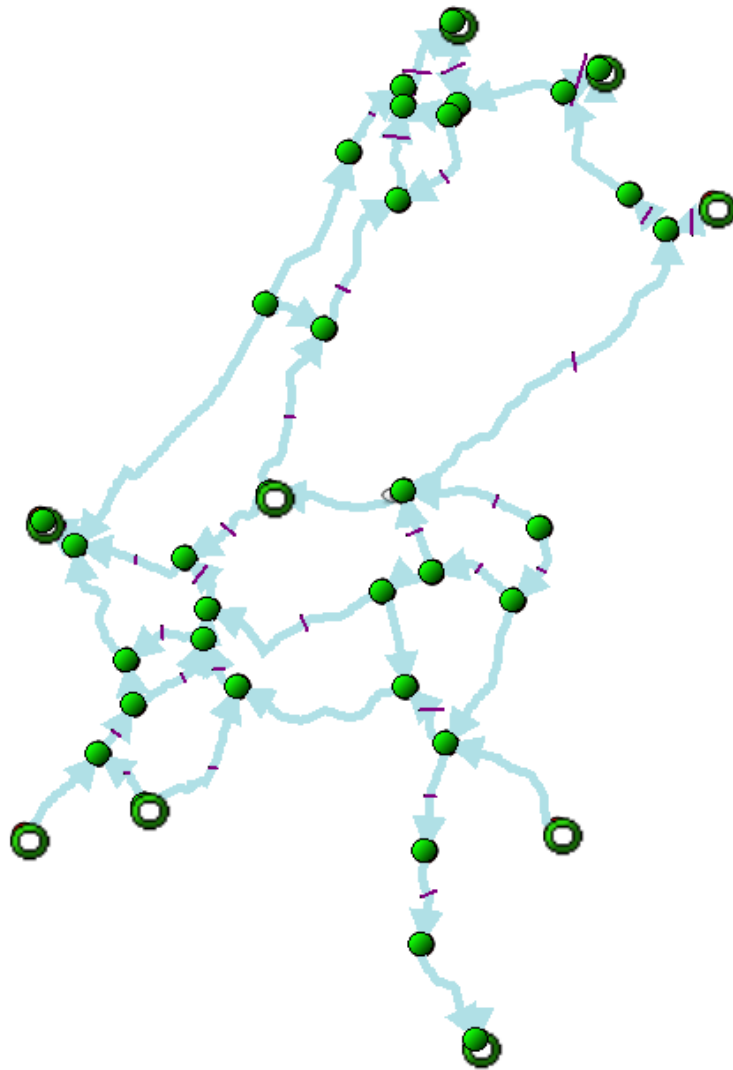


Fig. 2. Grove schematisatie van de boezem van Rijnland.

3 Kalibratie

De versimpeling van het grove model maakt kalibratie nodig. Het model is gekalibreerd door het voor meerdere afvoersituaties te vergelijken met metingen en de resultaten van het al gekalibreerde gedetailleerde model. Hieronder zijn de uitgangspunten rondom de kalibratie toegelicht in paragraaf 3.1, de kalibratieresultaten zijn in paragraaf 3.2 beschreven en in paragraaf 3.3 zijn de kalibratieresultaten opgenomen waarbij de afvoer op twee locaties (Gouda en Katwijk) is opgelegd.

3.1 Uitgangspunten

Het grove model is gekalibreerd om de best haalbare benadering van de watersysteemwerking te realiseren. Het model is gekalibreerd op de periode juli 2013 tot en met juli 2014. Deze periode bevat:

- een natte herfst met meerdere piekbuien;
- een grote zomerbui;
- hoge gemeten windsnelheden.

Voor de kalibratie van het grove model is eerst het gedetailleerde Sobek-2 model doorge-rekend voor bovengenoemde periode. Dit model omvat naast de hydraulische modellering ook een Sobek RR model van de op de boezem afwaterende polders en het boezemland. De output van het Sobek RR model is geaggregeerd en opgelegd op de laterale knopen in het grove model. De neerslag en verdamping op de boezem van Rijnland is geaggregeerd en aan de lateralen toegevoegd naar ratio van het dichtbij liggende boezemoppervlak.

De inlaat op de boezem van Rijnland bij Gouda en bij Bodegraven is toegevoegd aan het grove model op basis van gemeten afvoeren voor bovengenoemde periode.

Ten behoeve van de kalibratie is de gemodelleerde waterhoogte vergeleken met de geme-ten waterhoogte op de 16 punten die bepalend zijn voor het representatieve boezempeil en met het representatieve boezempeil zelf. Het representatieve boezempeil is een gewogen gemiddelde van waterhoogte op verschillende meetpunten verspreid over de boezem van Rijnland. Om het model beter aan te laten sluiten bij de werkelijkheid zijn er aanpassingen gedaan aan de bodemruwheid van de watergangen en de ruwheid ten behoeve van de wind (wind shielding parameter) om het modelresultaat te verbeteren.

Tijdens de kalibratie bleek de waterhoogte vergeleken met de metingen onvoldoende te reageren op de afvoer. Tijdens het onderzoeken van de oorzaak hiervan is een opvallende observatie gedaan. In de outputbestanden van het grove model bleek een ongeveer 2.5 maal groter volume aan berging te worden gedocumenteerd dan was gemodelleerd via de interface van Sobek-3. Er is een kalibratieberekening uitgevoerd waarin de gemodelleerde berging (in de bergingsknopen) in het grove model is verminderd met een factor 2.5. De berekende waterhoogten van deze berekeningen komen veel meer overeen met de metin-gen. Er is daarom in de verdere kalibratie gerekend met het grove model met aangepaste berging. Hierdoor klopt de in de output vermelde totale berging in het grove ongeveer met de berging in het gedetailleerde model, maar wijkt de in de interface van het grove model zichtbare hoeveelheid berging model (watergangen en bergingsknopen) af van het gede-tailleerde model. Het is onbekend wat de oorzaak is van de afwijking tussen het in de in-terface getoonde bergingsvolume en het gelogde bergingsvolume in Sobek-3.

3.2 Kalibratieresultaten (zonder opleggen van de afvoer)

De modelresultaten die het meest vergelijkbaar zijn met de metingen, zijn berekend met de volgende parameter instellingen:

- Een bodemruwheid van kStrickler 33 m^{1/3}/s.
- De wind shielding parameter is berekend op basis van de methodiek die ook in de recente boezemstudie is toegepast (Ref.1). De windrichting varieert gedurende de kali-bratieperiode. Er is daarom een windrichting gemiddelde wind shielding berekend. Deze resulterende wind shielding parameter is vermenigvuldigd met een factor 0.5.

In **Error! Reference source not found.** zijn de kalibratieresultaten voor het representatieve boezempeil weergegeven. De kalibratieresultaten van de meetpunten die bijdragen aan het representatieve boezempeil worden met het memo meegeleverd in een zip-bestand. Het gedetailleerde model is gezien de tijdsdruk niet volledig gekalibreerd. De resultaten van het gedetailleerde model zijn om die reden minder dan de resultaten van het grove model.

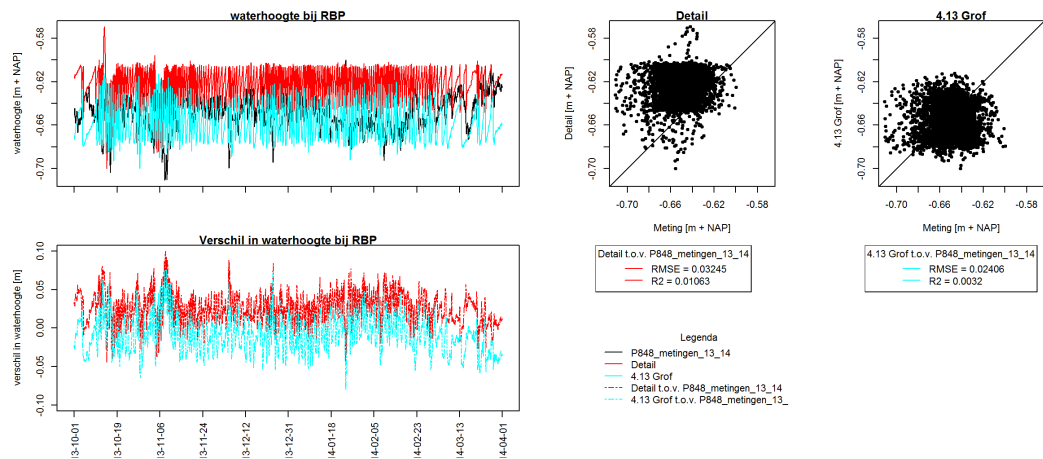


Fig. 3. Kalibratieresultaten bij het Representatieve Boezempeil (RBP). Het gedetailleerde model is gezien de tijdsdruk niet volledig gekalibreerd. De resultaten van het gedetailleerde model zijn om die reden minder dan de resultaten van het grove model.

Het grove model simuleert het representatieve boezempeil goed. Onderstaand zijn enkele opmerkingen ten aanzien van de modelresultaten (grov model) gegeven, daarnaast wordt er een doorkijk gegeven naar de oorzaak van de verschillen:

- Het gemeten representatieve boezempeil is een aantal keer lager dan het met het grove model gemodelleerde representatieve boezempeil. Dit is te verklaren doordat er in de praktijk wordt voorgemalen als er een grote hoeveelheid neerslag (>15mm) wordt verwacht. Deze ingreep in de systeemwerking is niet in het grove model verwerkt.
- In de periode maart/april stijgt het gemeten representatieve boezempeil structureel boven het met het grove model gemodelleerde representatieve boezempeil uit. In de praktijk stijgt het boezempeil in deze periode van het winterpeil naar het zomerpeil. In de modellering is een constant winterpeil aangehouden.
- Bij de boezemgemalen Katwijk en Gouda zijn de gemodelleerde waterhoogten regelmatig lager dan de gemeten waterhoogte. Dit komt doordat de gemalen Katwijk en Gouda in de werkelijkheid nauwelijks zijn gebruikt. In de modellen worden de gemalen Katwijk en Gouda door hun modelsturing wel geregeld gebruikt.
- De waterhoogte bij gemaal Halfweg wordt overschat wanneer gemaal Halfweg wordt ingezet. Dit is te verklaren doordat er in werkelijkheid een aantal kunstwerken in de maaltocht richting gemaal Halfweg aanwezig zijn. Deze kunstwerken zijn, ten aanzien van het detailniveau van het model, uit het grove model verwijderd.
- De piekwaterhoogte bij Bodegraven worden enigszins onderschat. Dit komt mogelijk doordat de ruwheid in de watergang hier te laag is.
- De waterhoogten bij Heemstede worden goed gesimuleerd. Er zijn nog wel temporele grote verschillen tussen de berekende en gemeten waterhoogten, maar dit is te verklaren doordat het aanslaan van de gemalen in de modellen niet exact overeenkomt met het werkelijke aanslaan van de gemalen.

Naast de bovengenoemde opmerkingen ten aanzien van de modelresultaten zijn er geen verdere consistente afwijkingen zichtbaar van de modelresultaten (grof model) ten opzichte van de metingen.

3.3 Kalibratieresultaten met opgelegde afvoer bij Katwijk en Gouda

Zoals in paragraaf 3.2 is toegelicht, blijken de modelresultaten van de waterhoogten bij Katwijk en Gouda regelmatig lager te zijn dan de gemeten waterhoogten doordat de inzet van de gemalen in de modellen hoger is in vergelijking met de werkelijkheid. In de modellen worden de vier boezemgemalen naar ratio van de capaciteit gelijkmatig ingezet. In de praktijk is de doorspoeling van de boezem van invloed op de inzet van de boezemgemalen, in de praktijk worden boezemgemalen niet gelijkmatig ingezet.

Om het effect in beeld te krijgen van de inzet van de gemalen op de kalibratieresultaten is daarom een extra berekening uitgevoerd waarin de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda hard zijn opgelegd. In Fig. 4 zijn de kalibratieresultaten voor het representatieve boezempeil weergegeven. De kalibratieresultaten van de meetpunten die bepalend zijn voor het representatieve boezempeil worden met het memo meegeleverd in een zip-bestand.

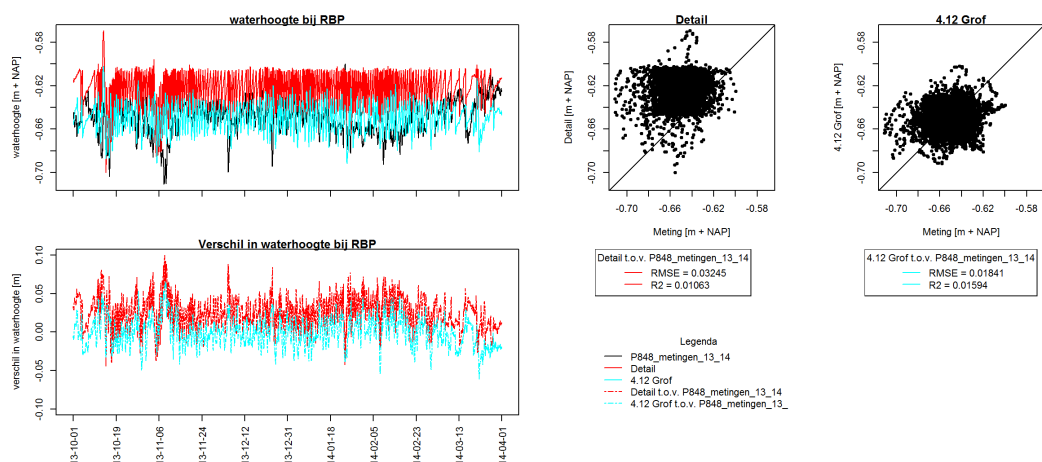


Fig. 4. Kalibratieresultaten bij het Representatieve Boezempeil (RBP) waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.

Aanvullend op de opmerkingen in paragraaf 3.2 is het volgende geconstateerd op basis van de kalibratieresultaten waarin de afvoeren bij Gouda en Katwijk zijn opgelegd:

- De waterhoogten bij Katwijk en Gouda worden door de verminderde inzet van de gemalen Katwijk en Gouda goed gesimuleerd.
- Neveneffect van het hard opleggen van de afvoeren bij Katwijk en Gouda is dat de gemalen Spaarndam en Halfweg vaker worden ingezet. Hierdoor zijn de gemodelleerde waterhoogten in het noordelijke deel van de boezem van Rijnland af en toe lager dan de gemeten waterhoogten. Dit komt mogelijk doordat de totale afvoer van de boezem enigszins wordt overschat.

4 Conclusie

Met het in acht nemen van de onzekerheden in de input van het grove model, de onzekerheden in de sterke vereenvoudiging van de schematisatie, de onzekerheden in de modelconcepten reproduceert het model de gemeten waterhoogte goed. Het beperken van het detailniveau heeft als gevolg dat de rekentijd van het model sterk is afgenomen.

Het model lijkt daarmee voldoende geschikt om als basis voor het beslismodel te dienen. Wij bevelen wel aan om de kwestie rond de berging (factor 2.5 overschatting in de interface ten opzichte van het gelogde volume in Sobek-3) goed uit te zoeken voordat het grove model wordt toegepast. Daarnaast is de geschiktheid als beslismodel pas echt vast te stellen als het RTC-Tools model goede resultaten laat zien.

5 Referenties

Ref.1. HydroLogic (2016). Boezemstudie Rijnland, Een studie naar de gevolgen van klimaatverandering (extreme neerslag) voor het boezemsysteem van het hoogheemraadschap van Rijnland. HydroLogic in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland.

Bijlage A Kalibratieresultaten

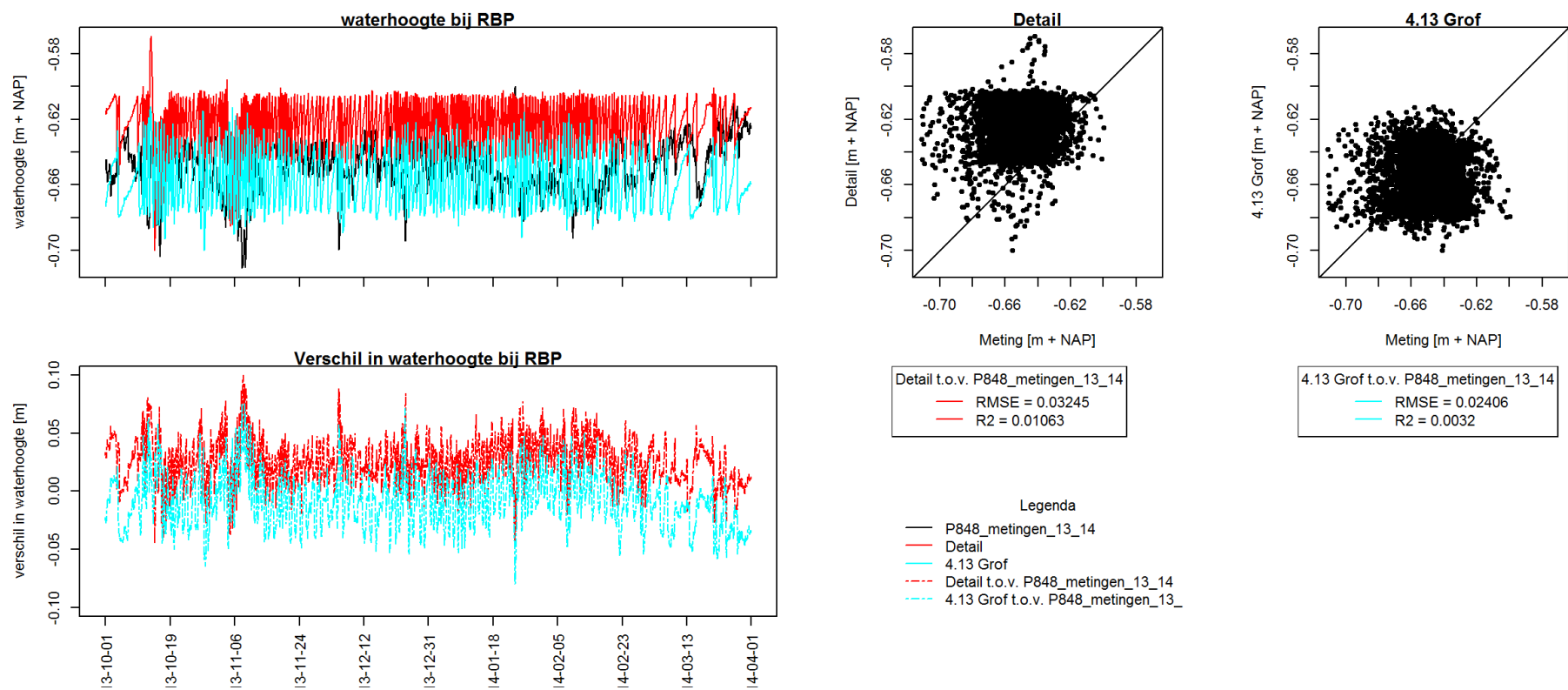
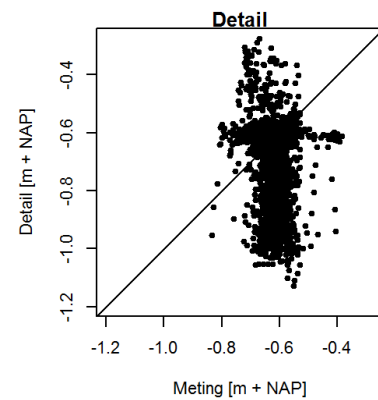
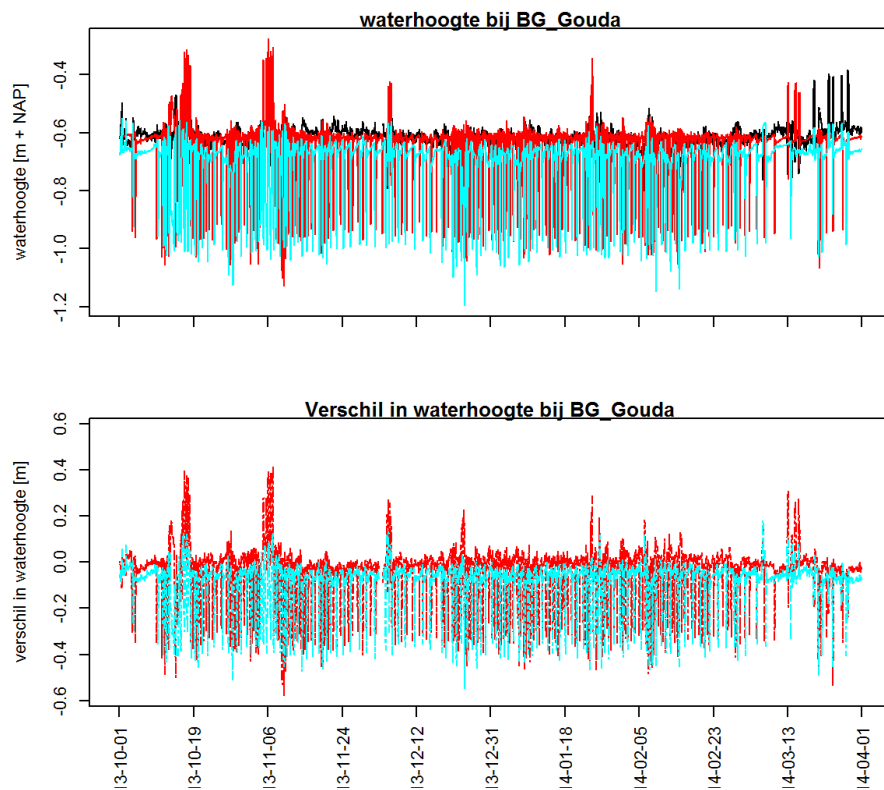
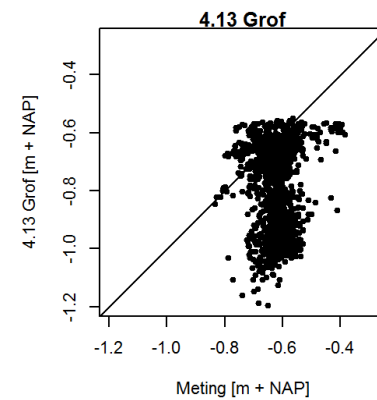


Fig. 5. Vergrote weergave van Fig. 3.



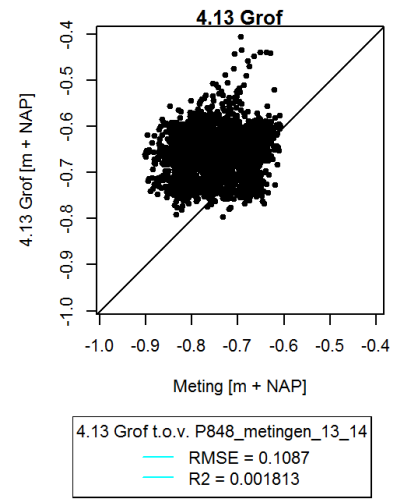
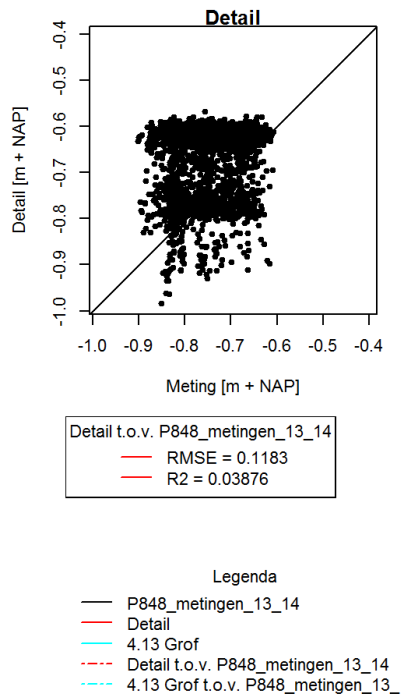
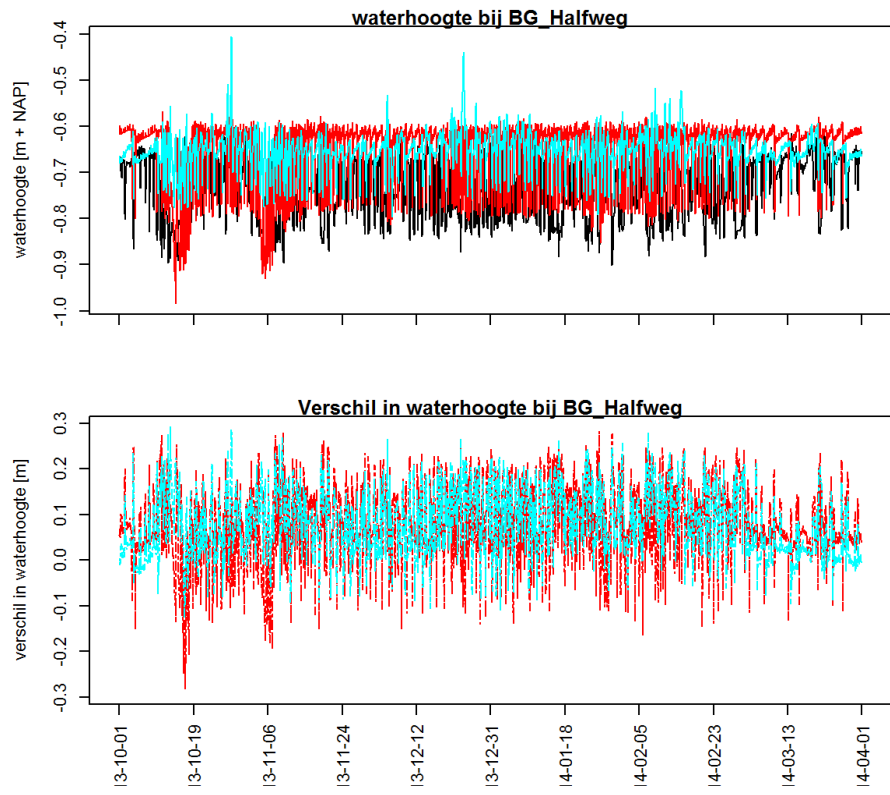
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.132
 — R2 = 0.009548



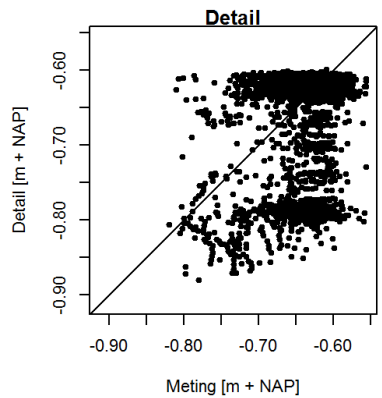
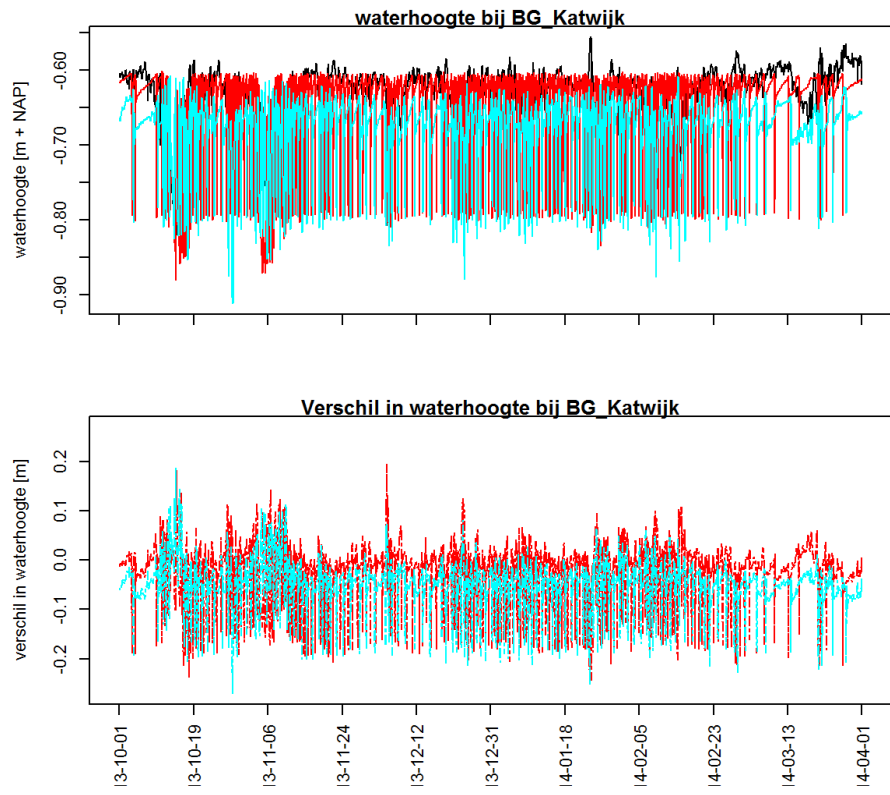
4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.1399
 — R2 = 0.01294

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.13 Grof
 - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 6. Kalibratieresultaten bij het boezemgemaal Gouda.



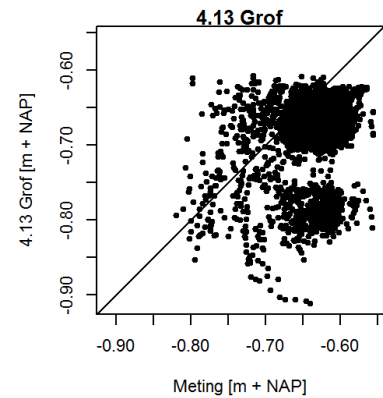
Figuur 7. Kalibratieresultaten bij het boezemgemaal Halfweg.



Detail t.o.v. P848_metingen_13_14

— RMSE = 0.06306

— R2 = 0.1375



4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

— RMSE = 0.07117

— R2 = 0.1033

Legenda

— P848_metingen_13_14

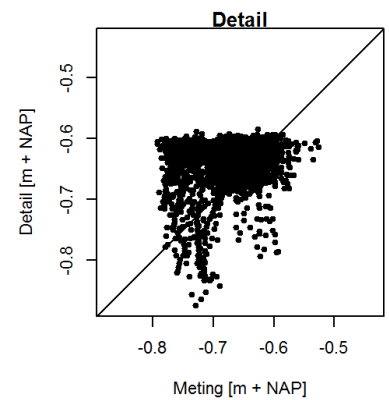
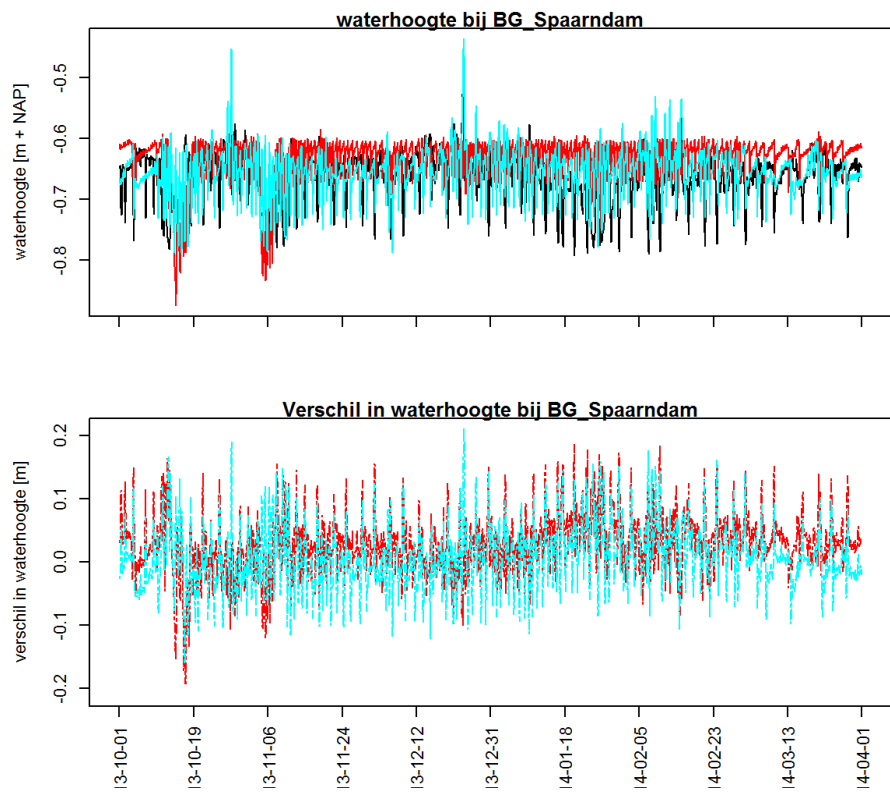
— Detail

— 4.13 Grof

--- Detail t.o.v. P848_metingen_13_14

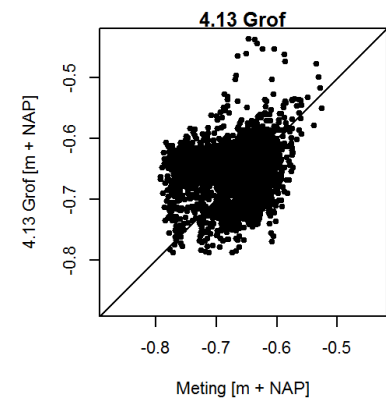
--- 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 8. Kalibratieresultaten bij het boezemgemaal Katwijk.



Detail t.o.v. P848_metingen_13_14

- RMSE = 0.05502
- R2 = 0.07195



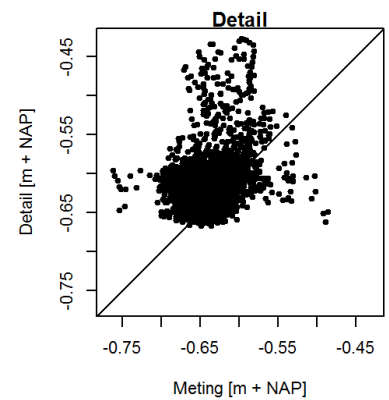
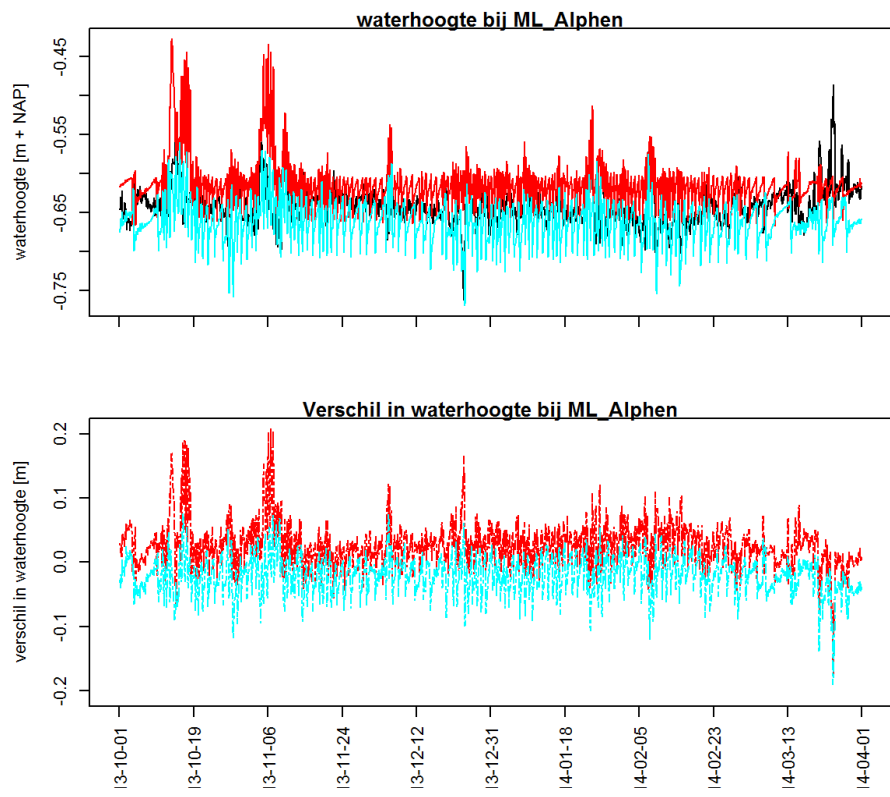
4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

- RMSE = 0.04932
- R2 = 0.05088

Legenda

- P848_metingen_13_14
- Detail
- 4.13 Grof
- - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
- - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

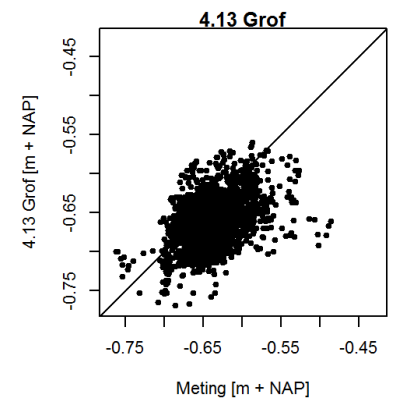
Figuur 9. Kalibratieresultaten bij het boezemgemaal Spaarndam.



Detail t.o.v. P848_metingen_13_14

— RMSE = 0.04321

— R2 = 0.05654



4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

— RMSE = 0.03429

— R2 = 0.1277

Legenda

— P848_metingen_13_14

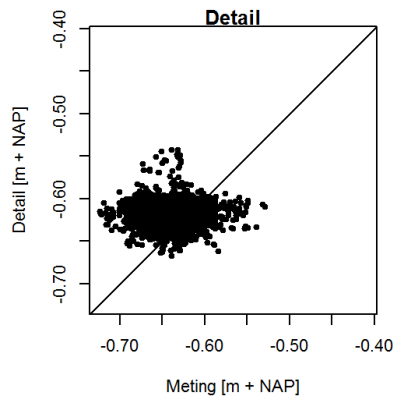
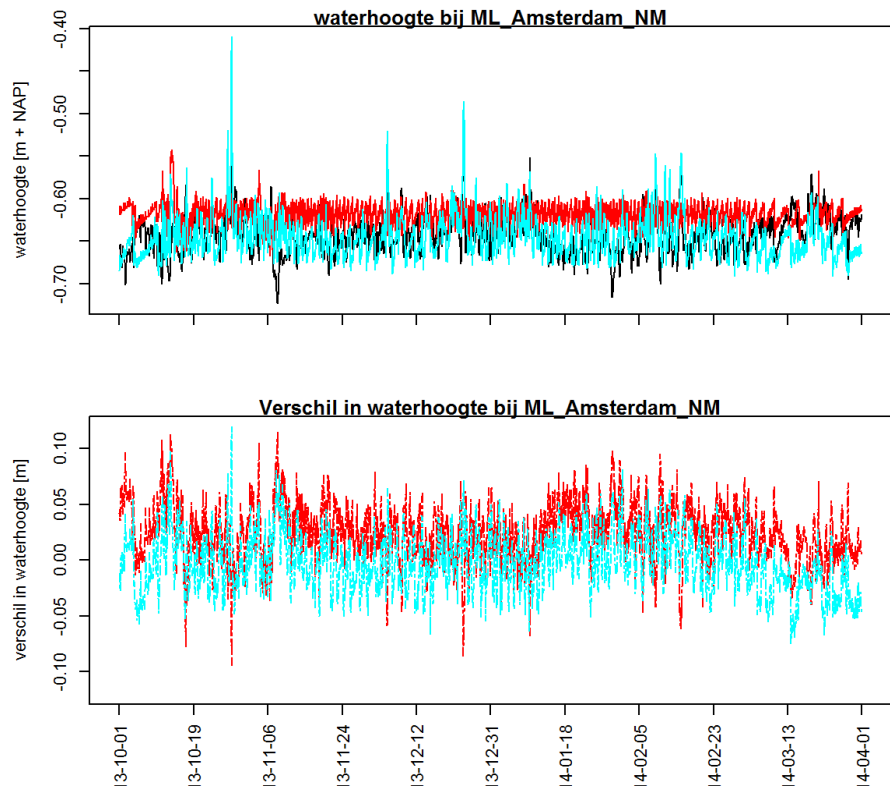
— Detail

— 4.13 Grof

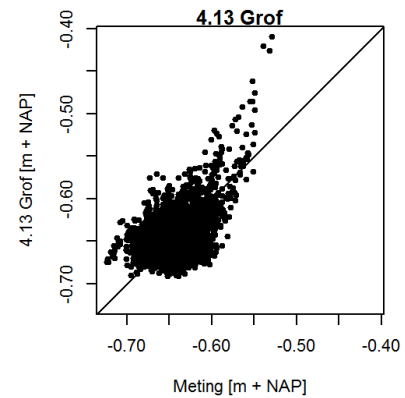
- - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14

- - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 10. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Alphen.



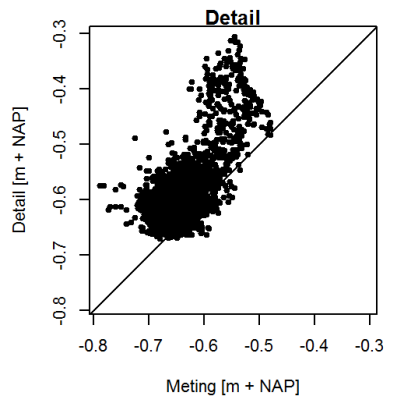
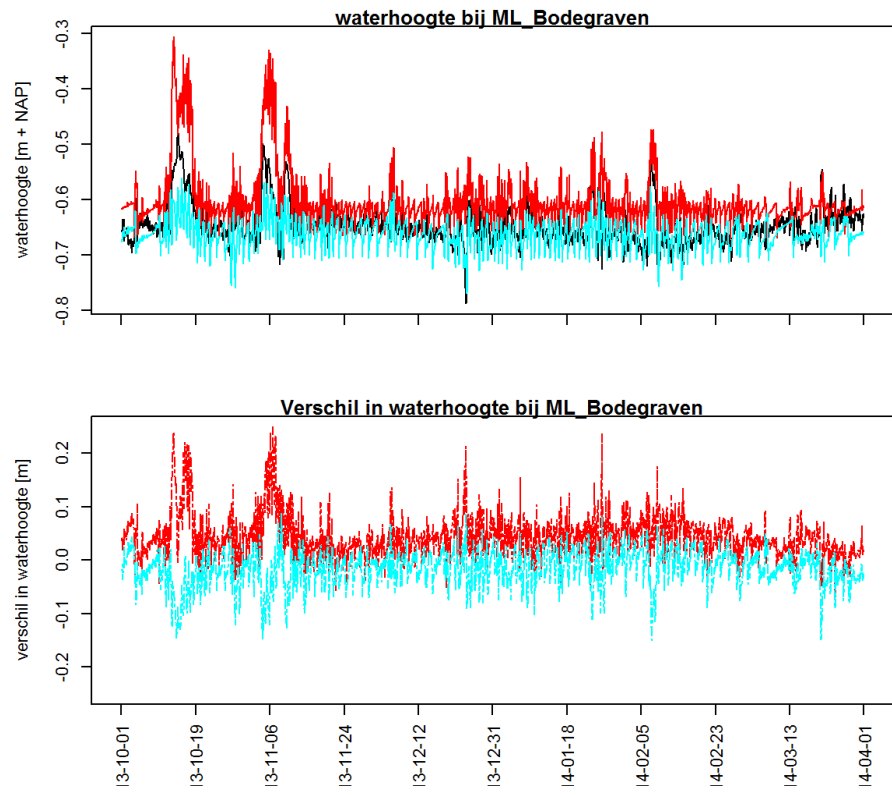
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.03609
 — R2 = 0.0007954



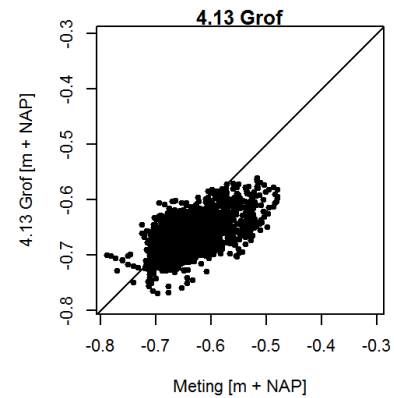
4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.02596
 — R2 = 0.1563

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.13 Grof
 - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 11. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Amsterdam Nieuwe Meer.



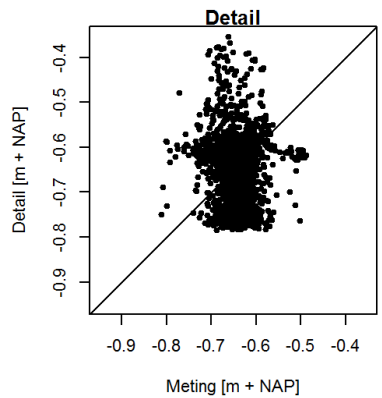
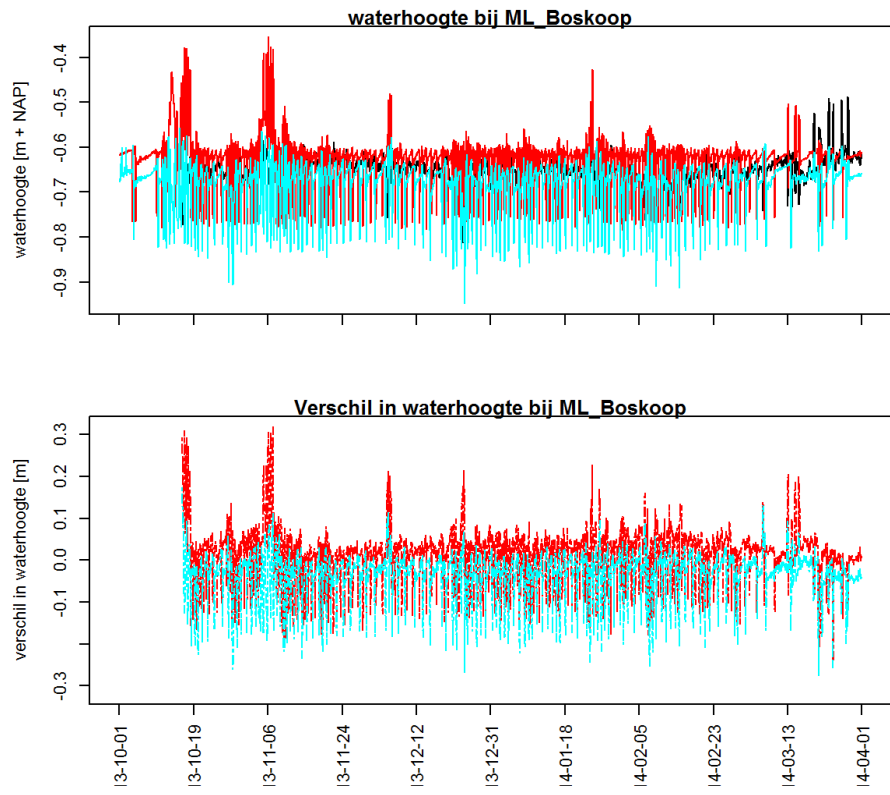
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.05962
 — R2 = 0.4358



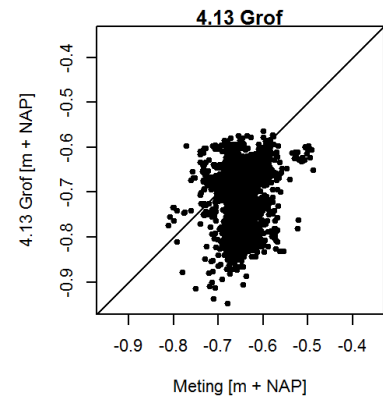
4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.03573
 — R2 = 0.2035

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.13 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 12. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Bodegraven.



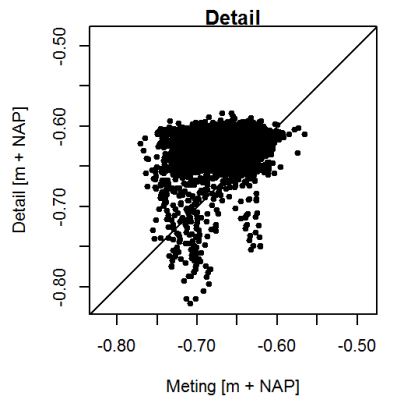
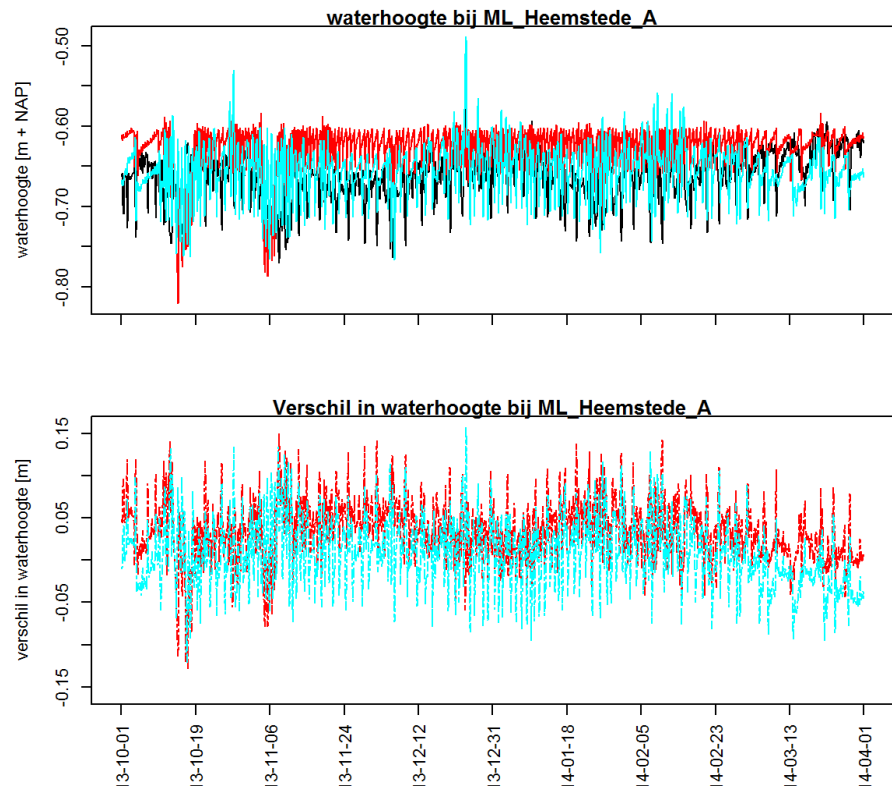
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.06307
 — R2 = 0.001448



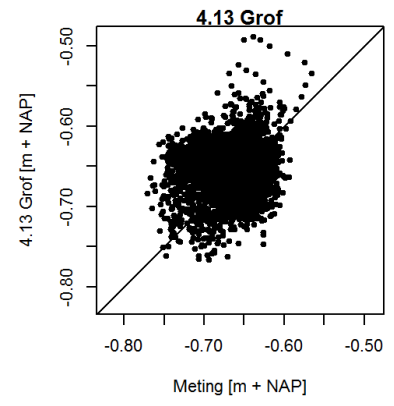
4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.0615
 — R2 = 0.02633

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.13 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 13. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Boskoop.



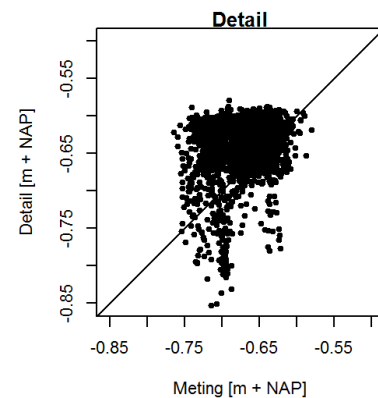
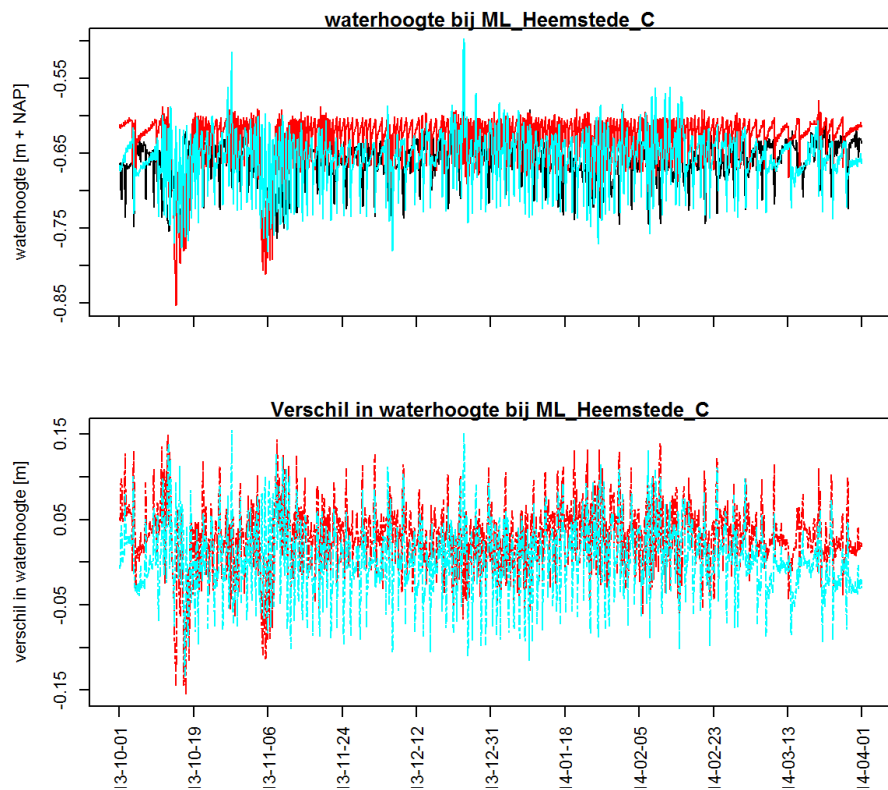
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.0501
 — R2 = 0.06793



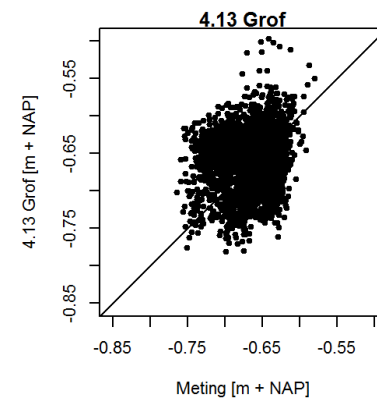
4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.03985
 — R2 = 0.02811

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.13 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 14. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Heemstede Asterkade.



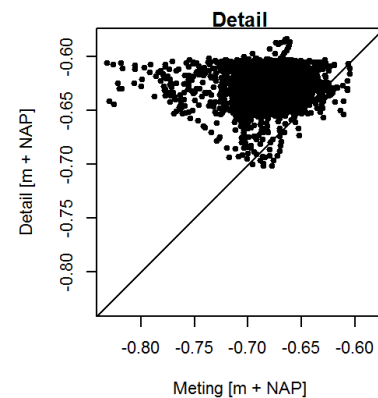
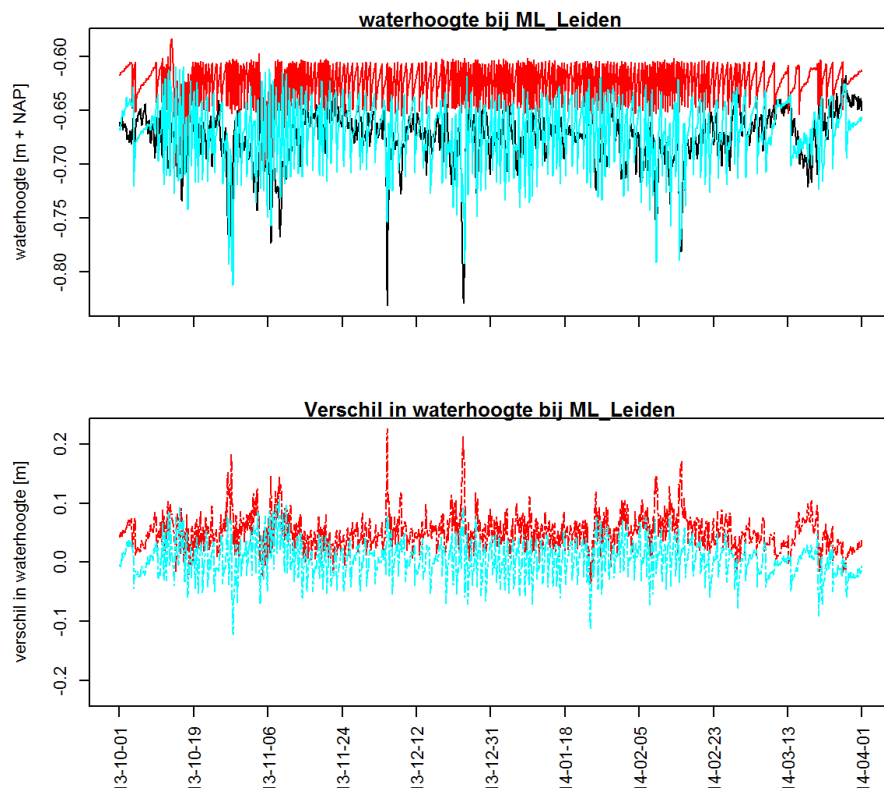
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.04792
 — R2 = 0.07145



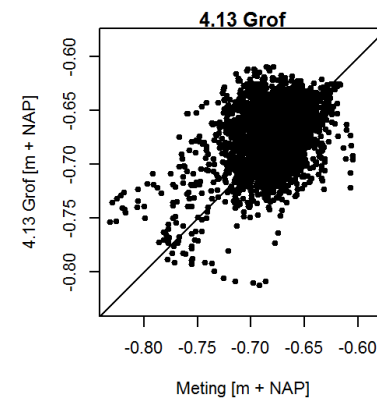
4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.03933
 — R2 = 0.02548

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.13 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 15. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Heemstede Cruquijsbrug.



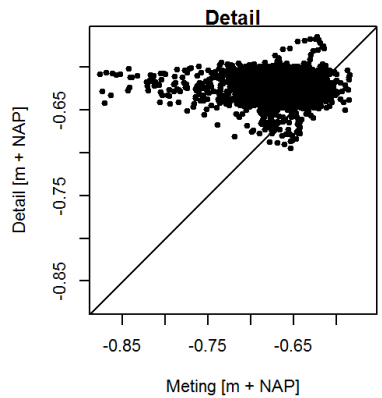
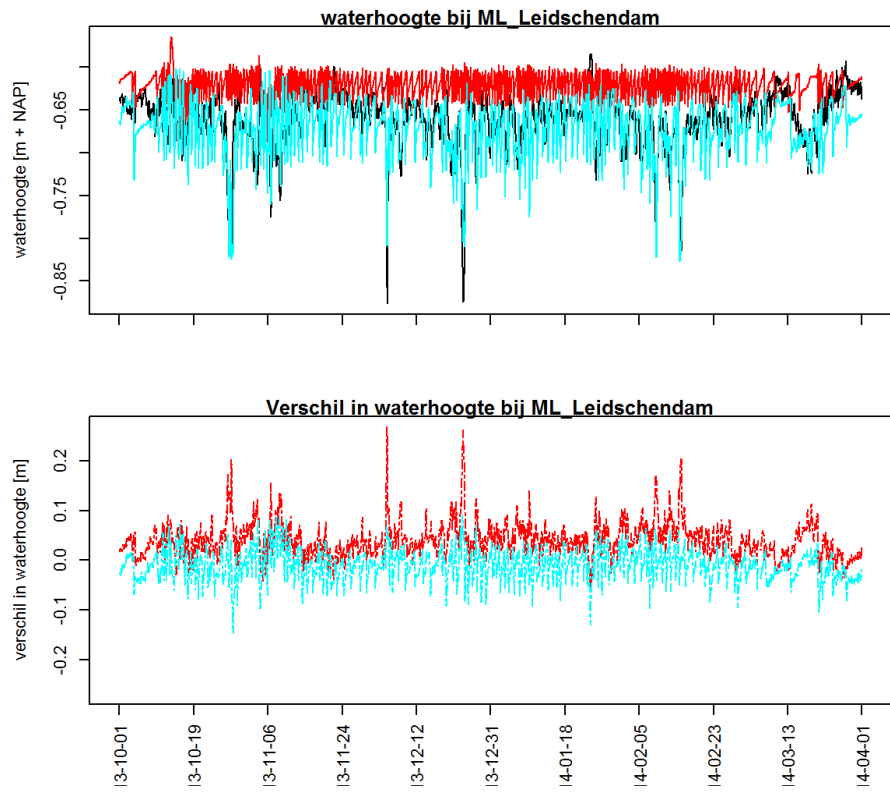
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.05908
 — R2 = 0.009889



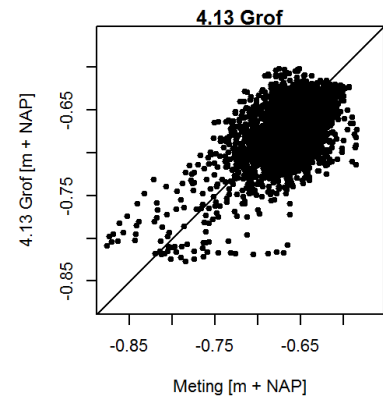
4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.02876
 — R2 = 0.1735

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.13 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 16. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Leiden.



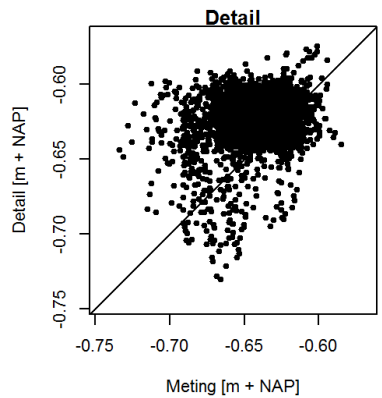
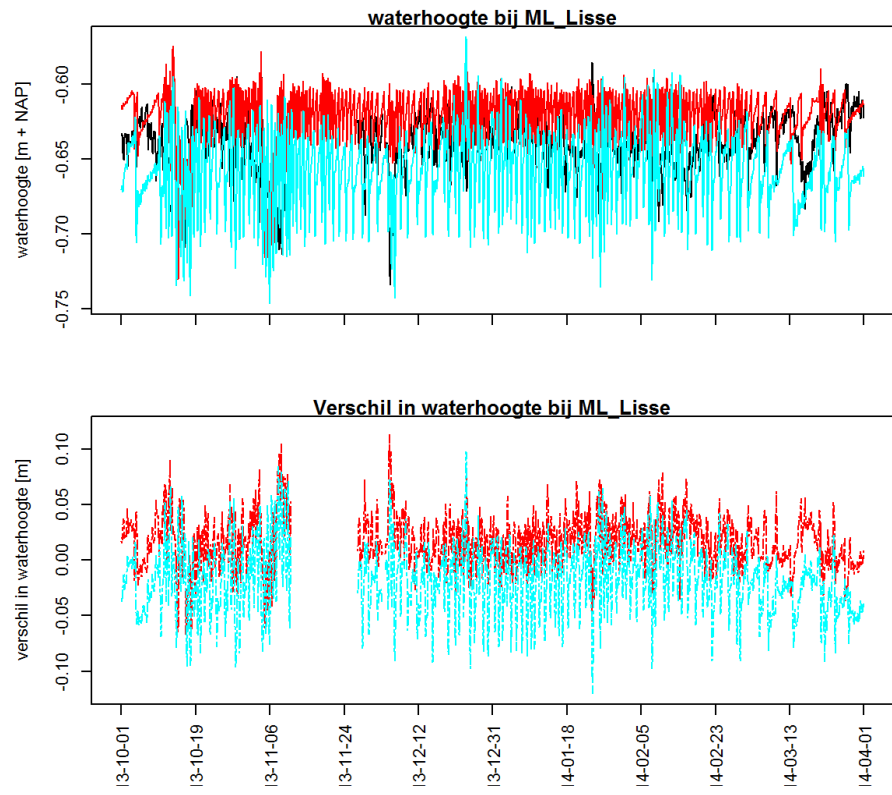
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.05336
 — R2 = 0.0001129



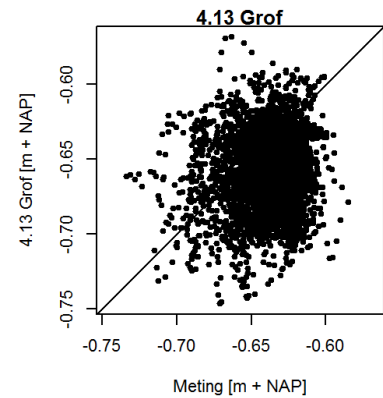
4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.03057
 — R2 = 0.3231

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.13 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 17. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Leidschendam.



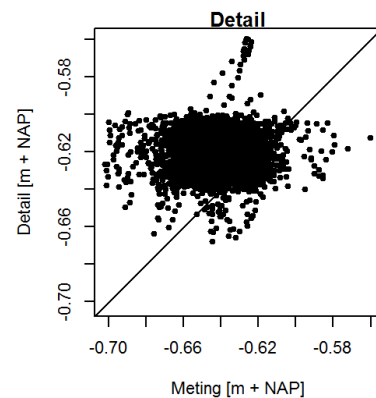
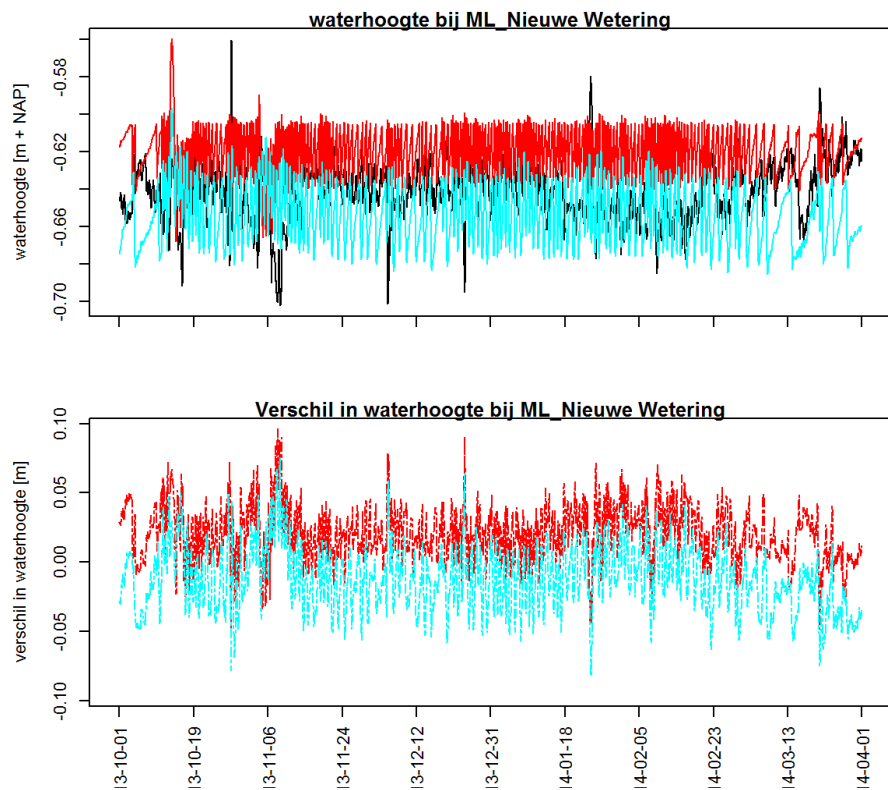
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.02719
 — R2 = 0.0499



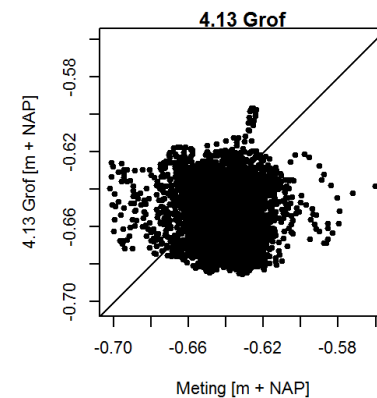
4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.03269
 — R2 = 0.009818

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.13 Grof
 - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 18. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Lisse.



Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.02813
 — R2 = 0.0007549

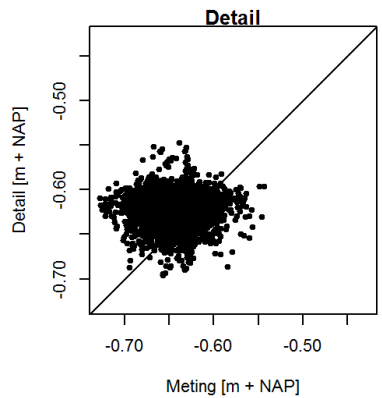
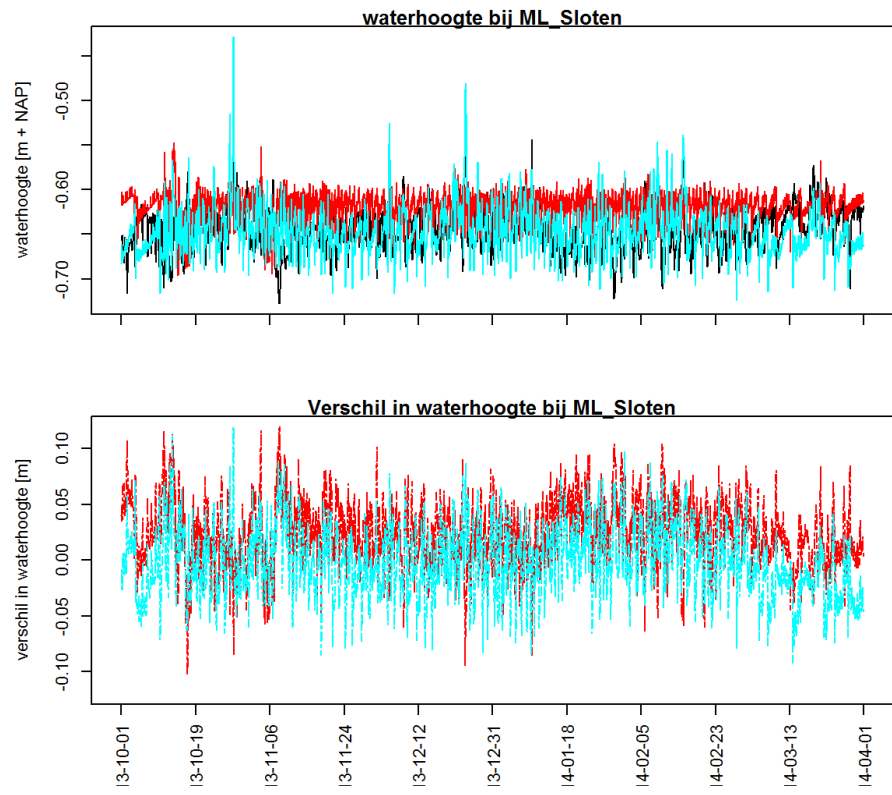


4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.02569
 — R2 = 0.00818

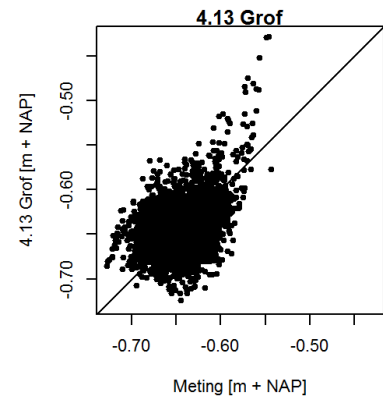
Legenda

- P848_metingen_13_14
- Detail
- 4.13 Grof
- - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
- - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 19. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Nieuwe Wetering.



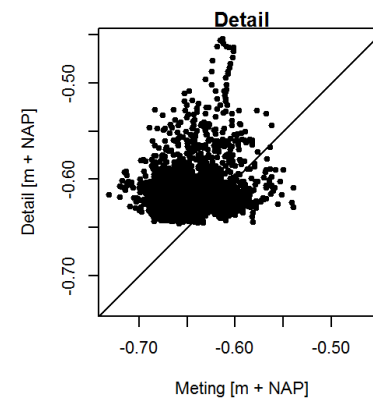
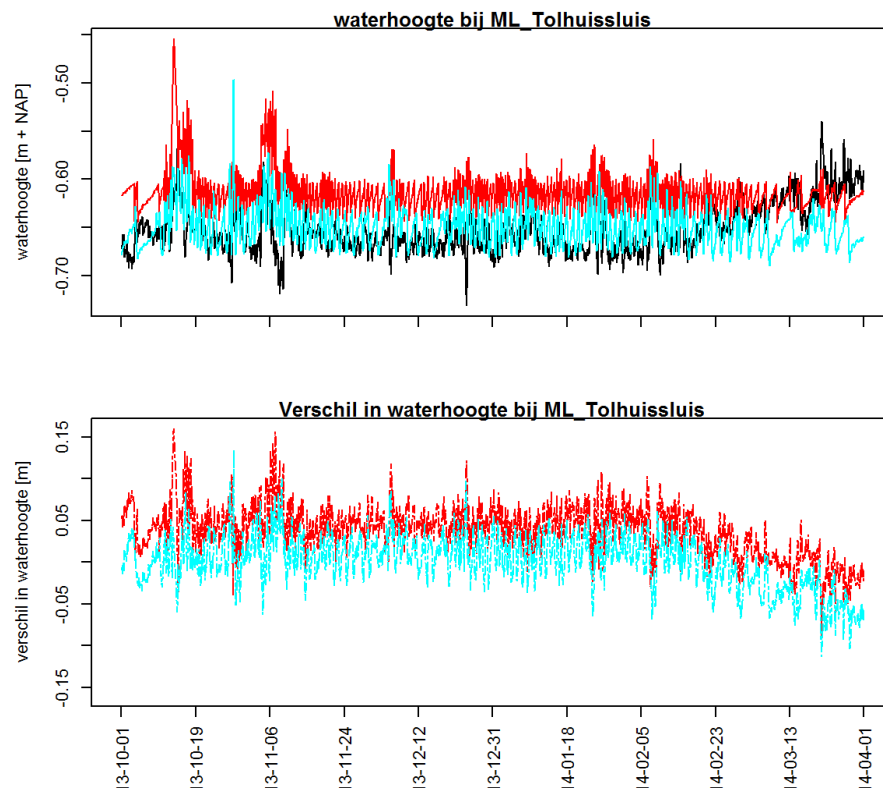
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.03824
 — R2 = 0.0002019



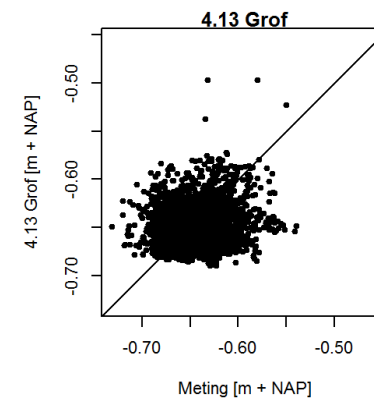
4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.03051
 — R2 = 0.07558

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.13 Grof
 - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 20. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Sloten.



Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.04864
 — R2 = 0.0272



4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.02994
 — R2 = 0.01903

- Legenda
- P848_metingen_13_14
 - Detail
 - 4.13 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.13 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 21. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Tolhuissluis.

Bijlage B Kalibratieresultaten afvoer Gouda en Katwijk opgelegd.

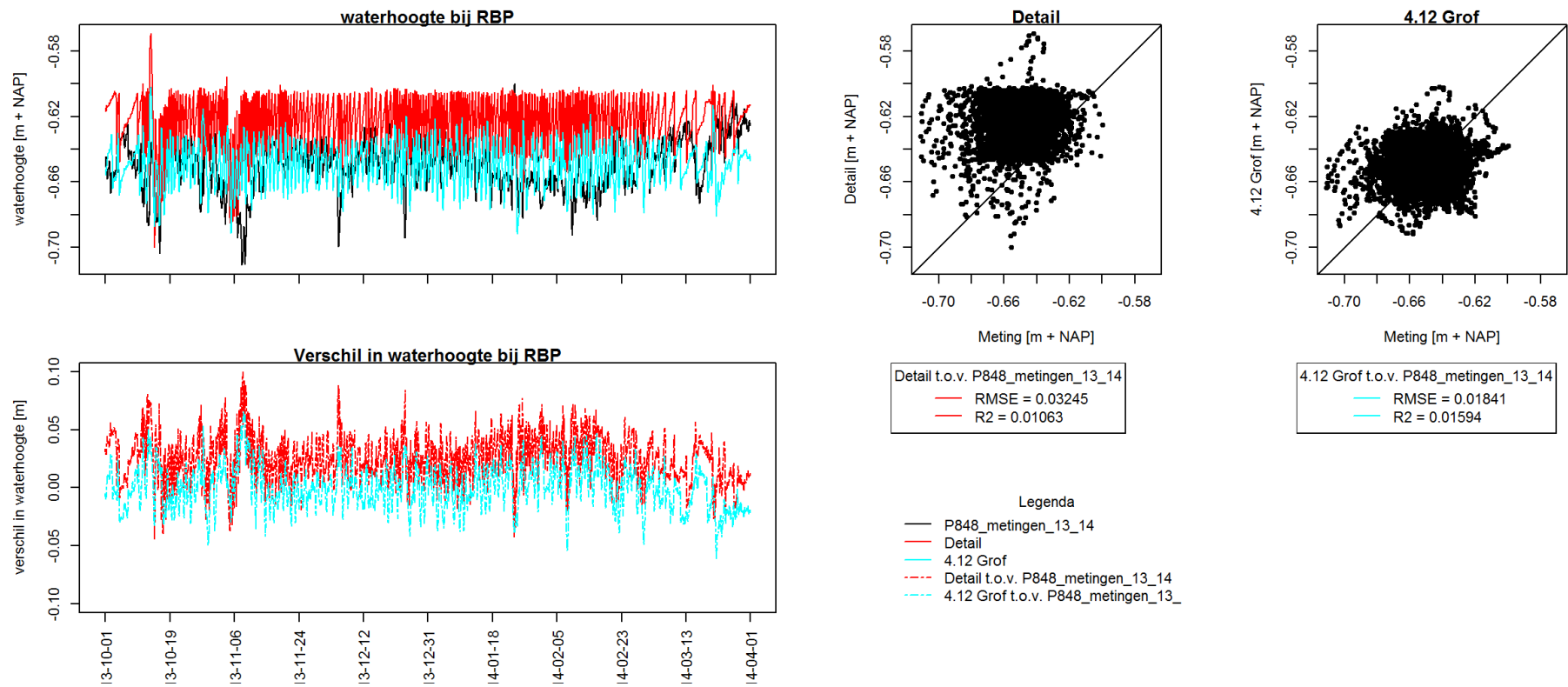
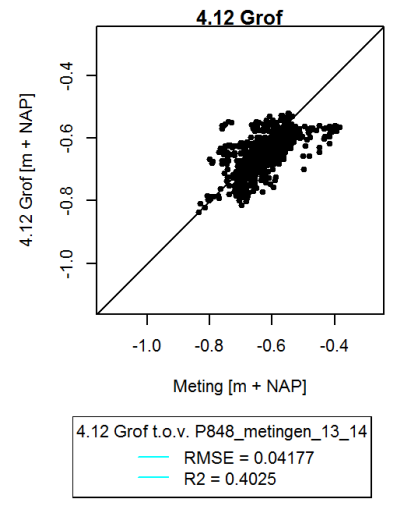
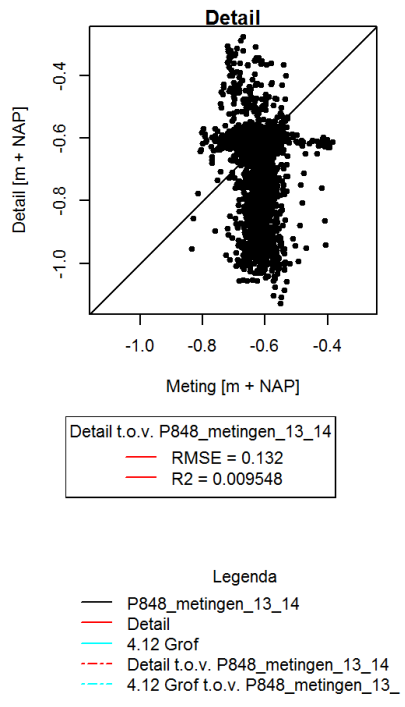
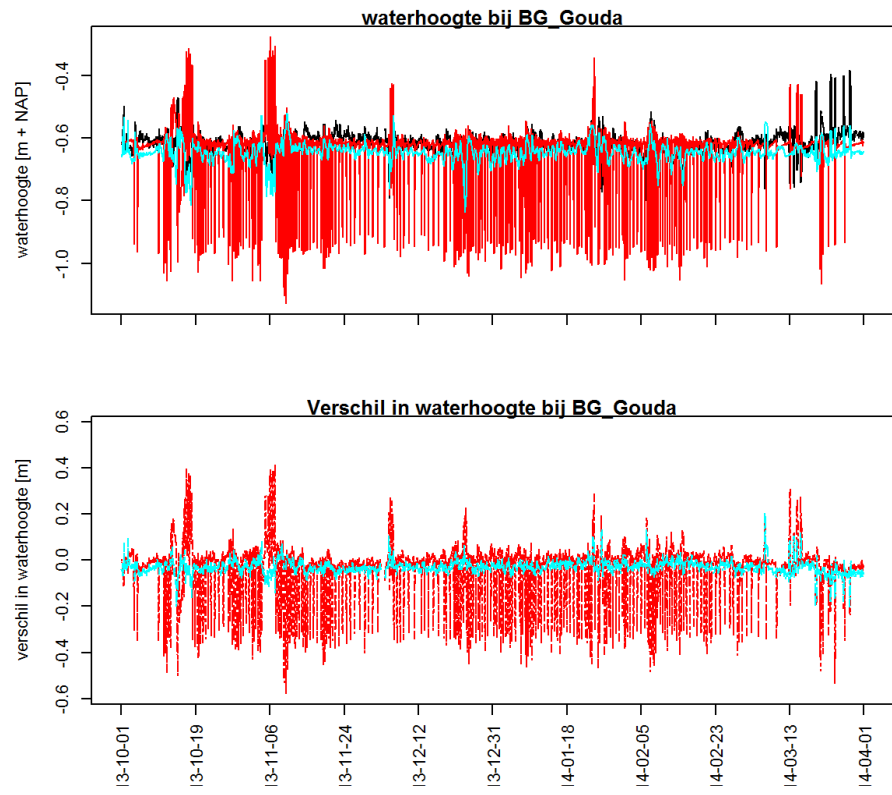
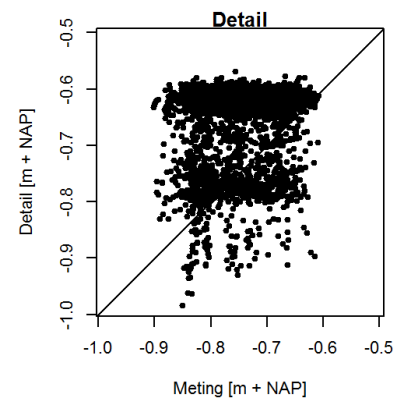
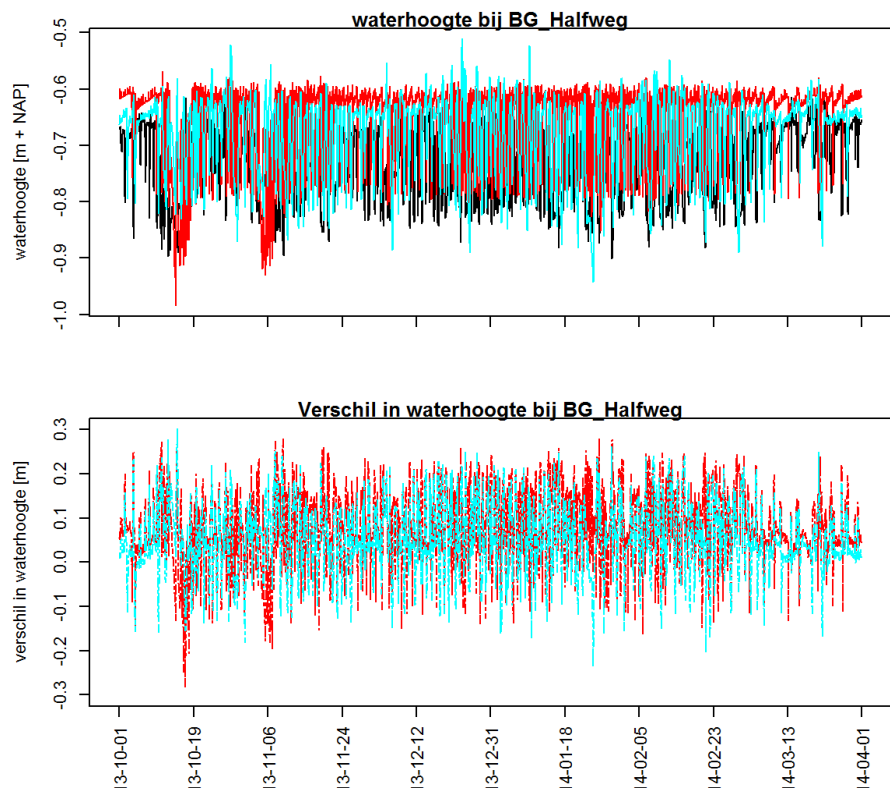


Fig. 22. Vergrote weergave van Fig. 4.



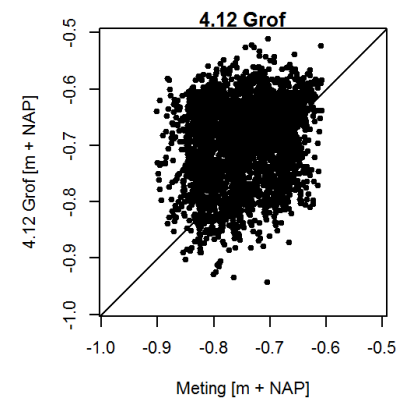
Figuur 23. Kalibratieresultaten bij het boezemgemaal Gouda waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



Detail t.o.v. P848_metingen_13_14

— RMSE = 0.1183

— R2 = 0.03876



4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

— RMSE = 0.09564

— R2 = 0.0715

Legenda

— P848_metingen_13_14

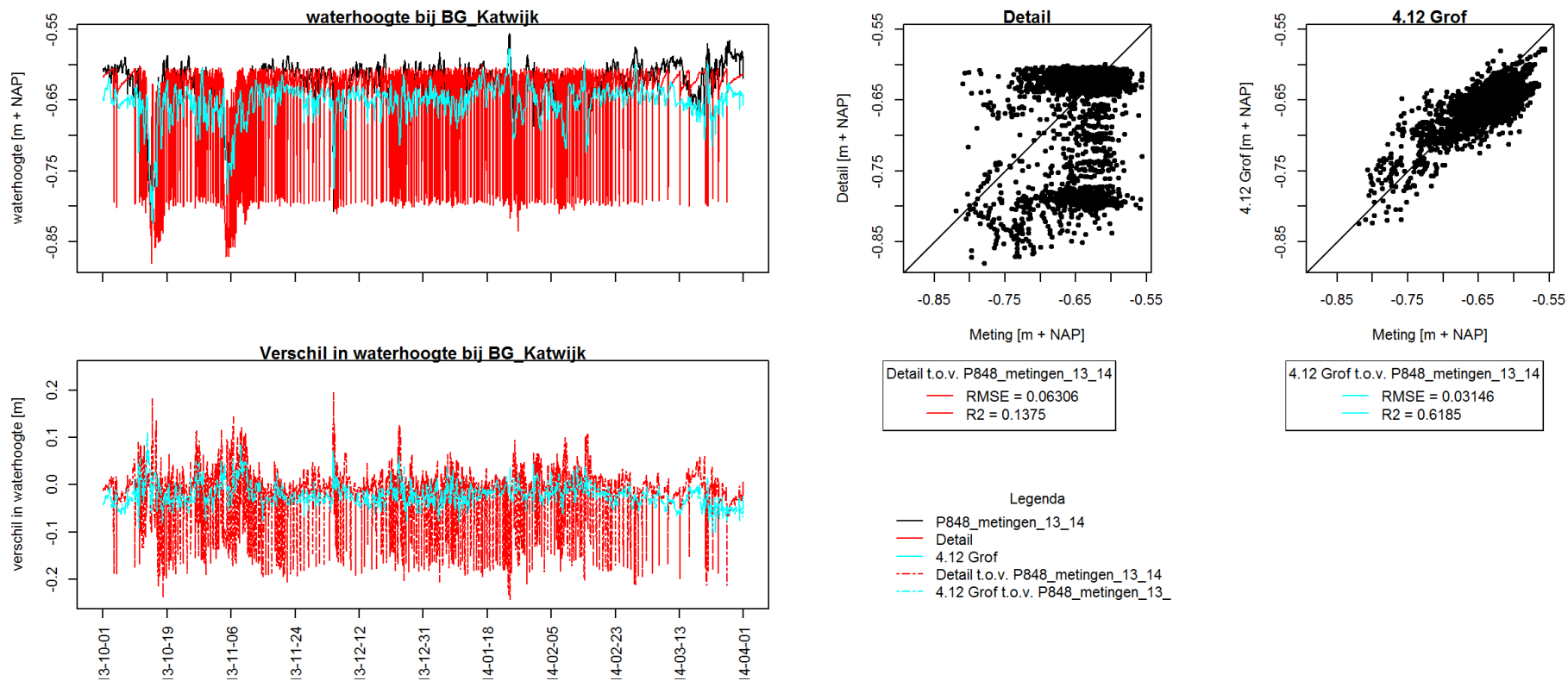
— Detail

— 4.12 Grof

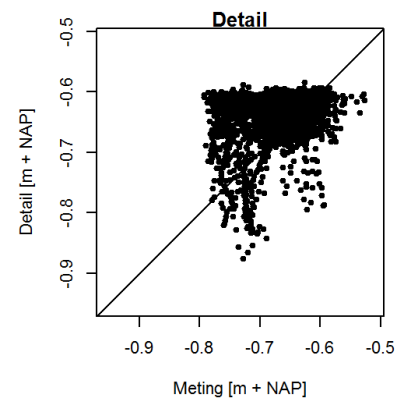
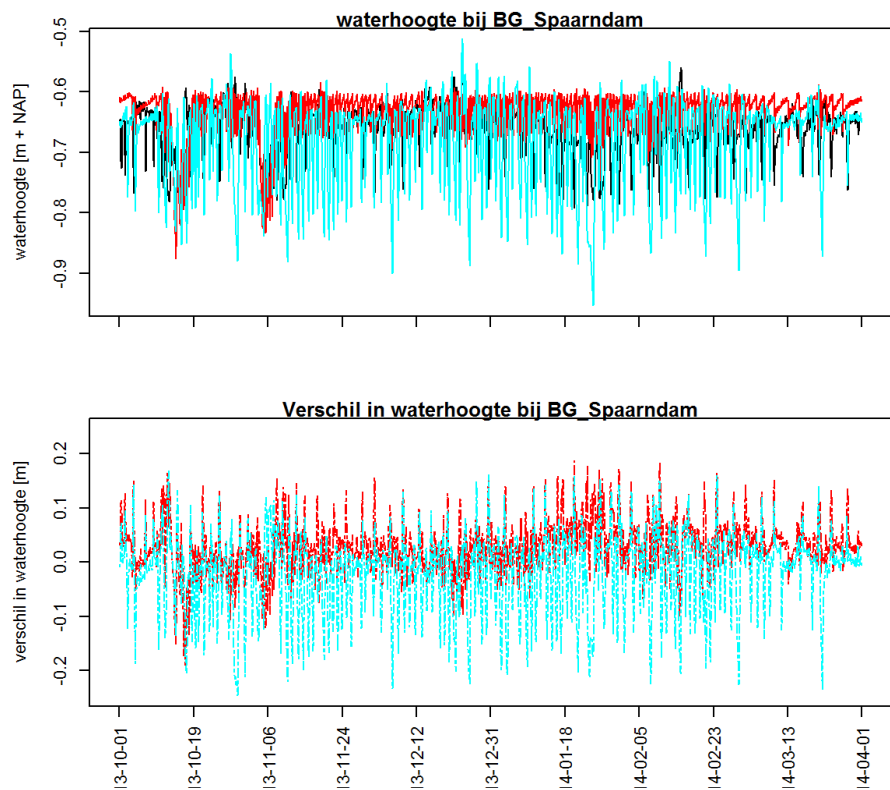
— Detail t.o.v. P848_metingen_13_14

— 4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

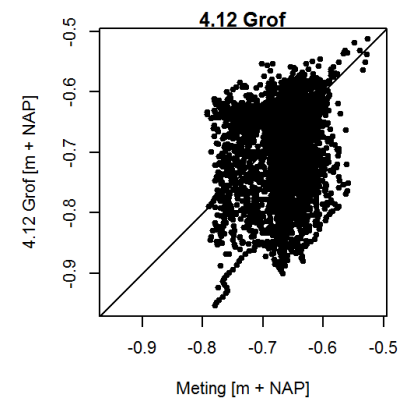
Figuur 24. Kalibratieresultaten bij het boezemgemaal Halfweg waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



Figuur 25. Kalibratieresultaten bij het boezemgemaal Katwijk waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



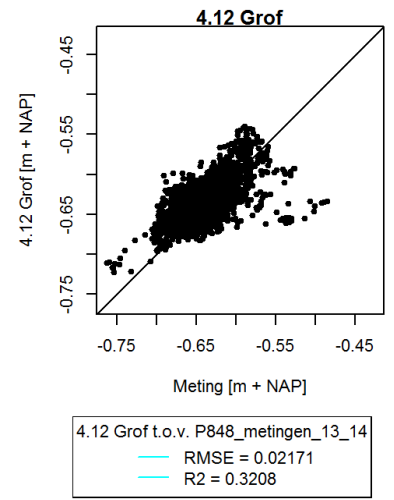
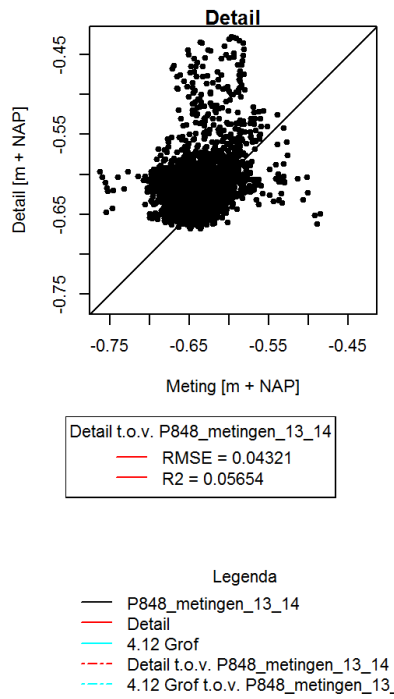
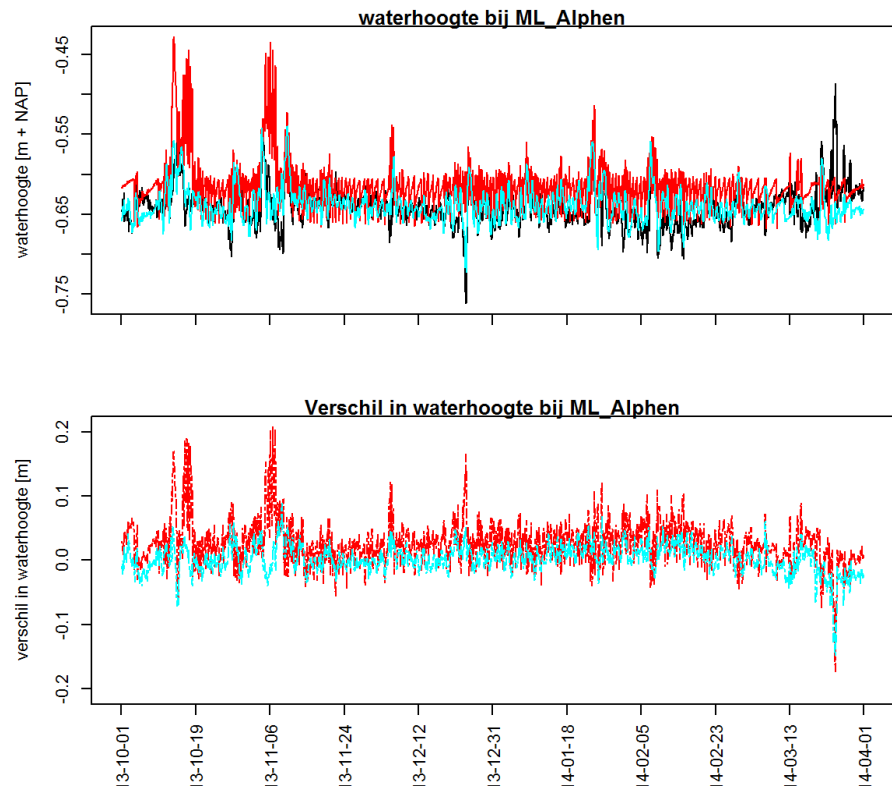
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.05502
 — R2 = 0.07195



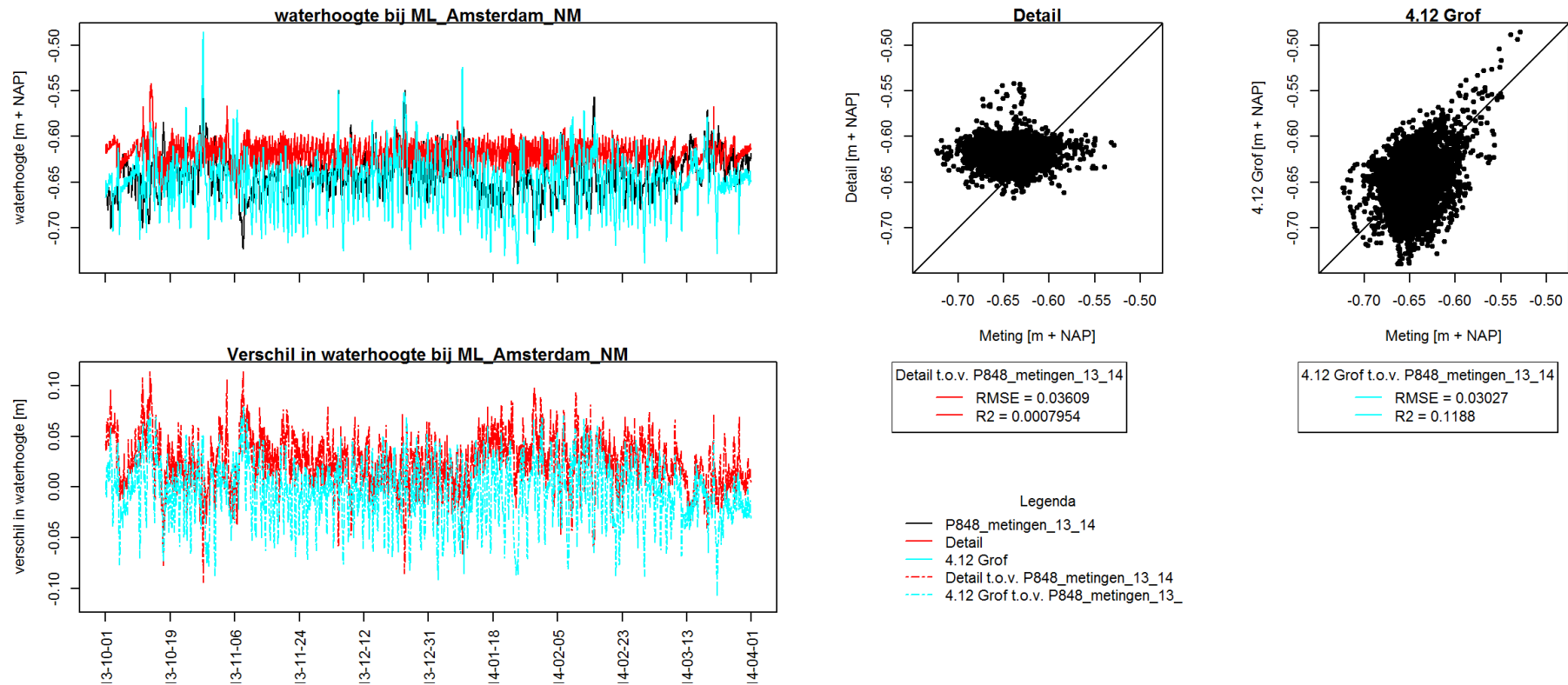
4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.0734
 — R2 = 0.05809

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.12 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

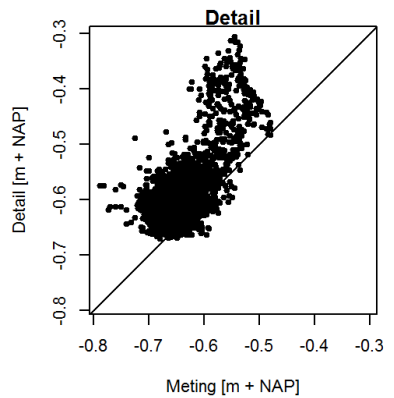
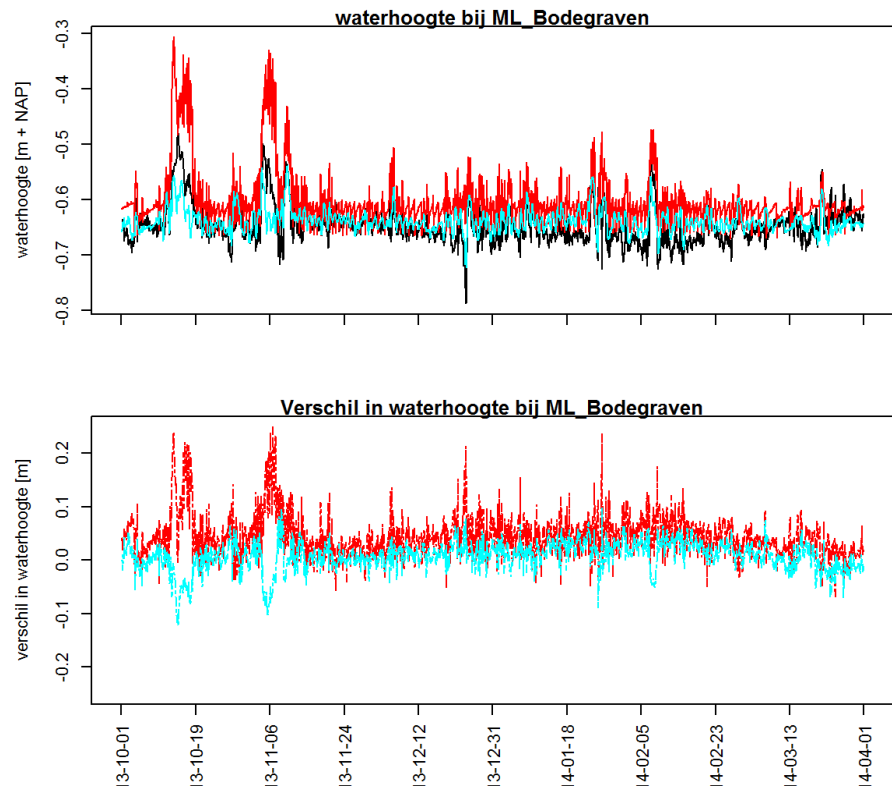
Figuur 26. Kalibratieresultaten bij het boezemgemaal Spaarndam waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



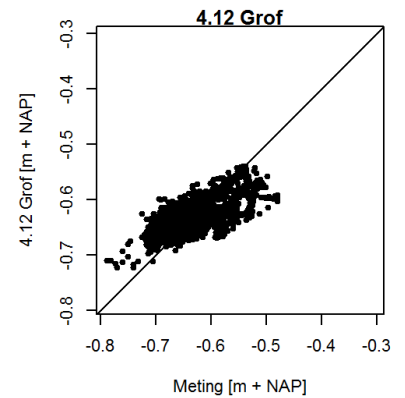
Figuur 27. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Alphen waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



Figuur 28. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Amsterdam Nieuwe Meer waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



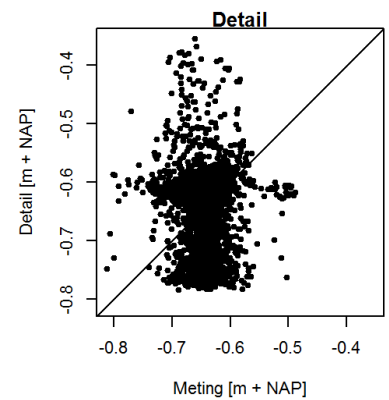
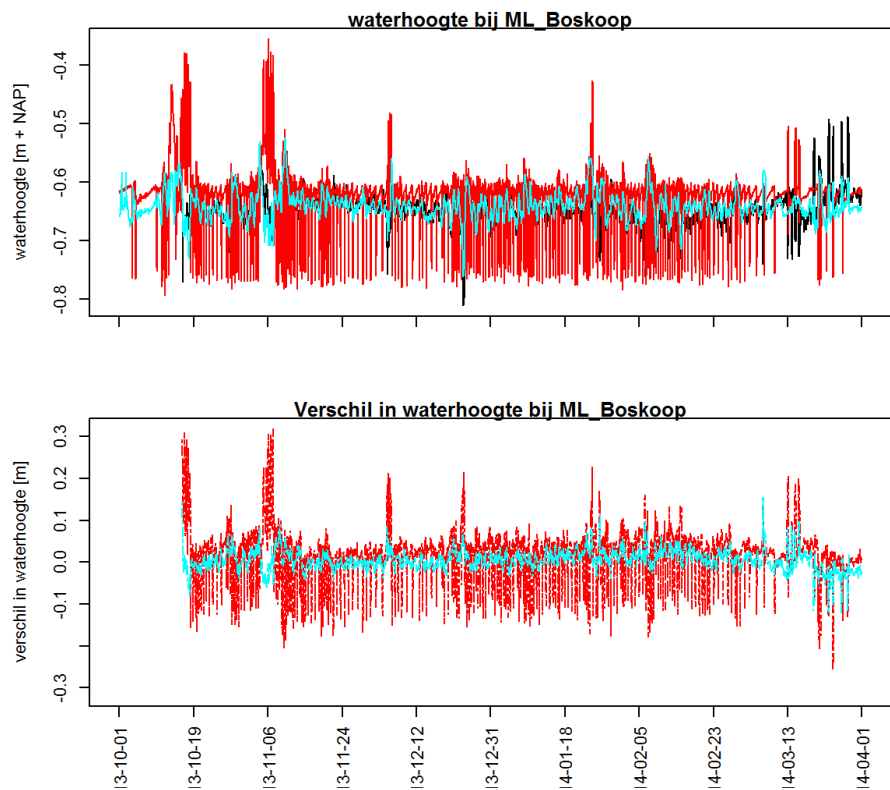
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.05962
 — R2 = 0.4358



4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.02757
 — R2 = 0.4349

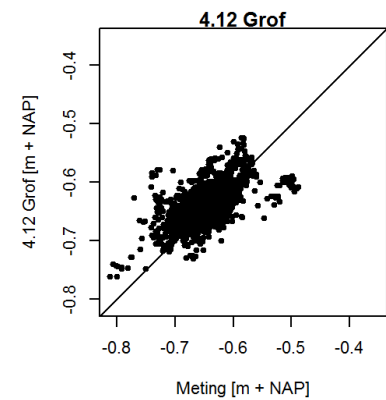
Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.12 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 29. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Bodegraven waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



Detail t.o.v. P848_metingen_13_14

- RMSE = 0.06307
- R2 = 0.001448



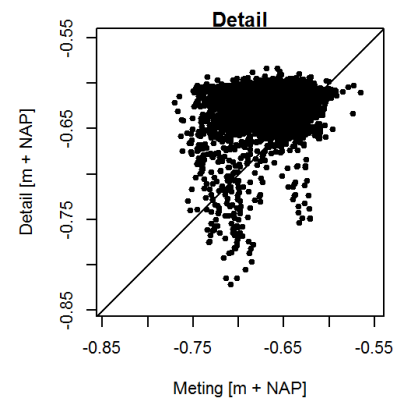
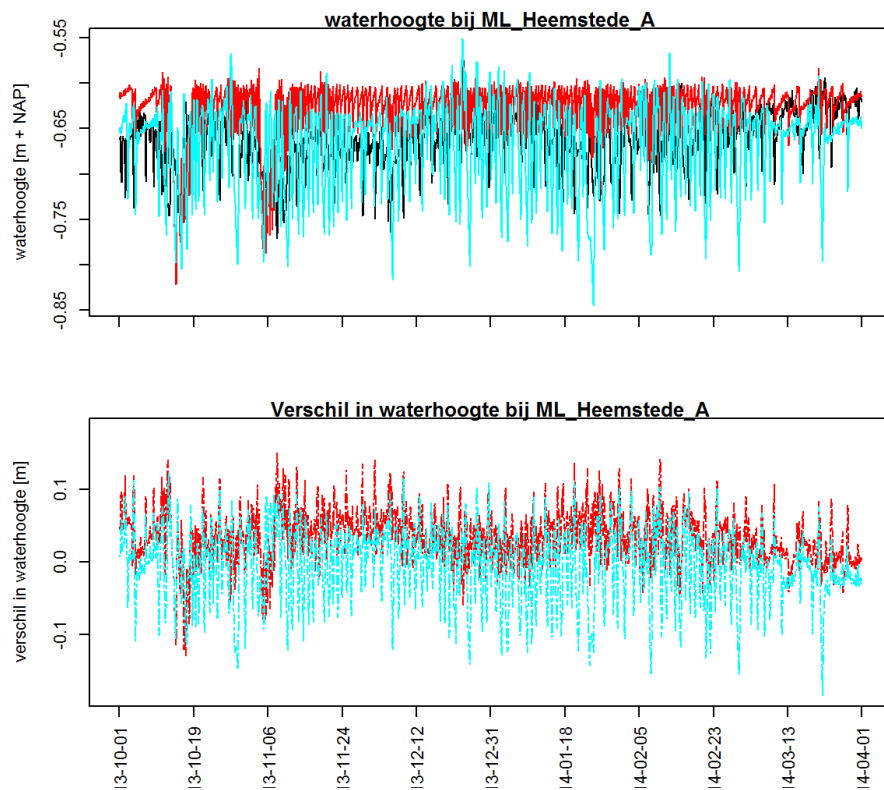
4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

- RMSE = 0.02414
- R2 = 0.3097

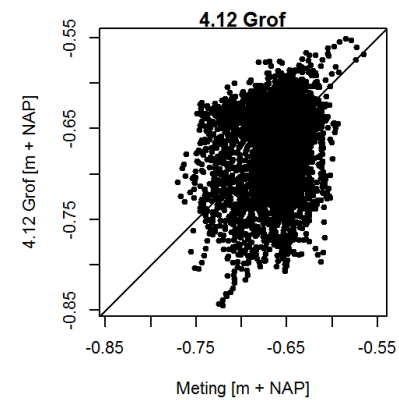
Legenda

- P848_metingen_13_14
- Detail
- 4.12 Grof
- - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
- - - 4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 30. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Boskoop waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



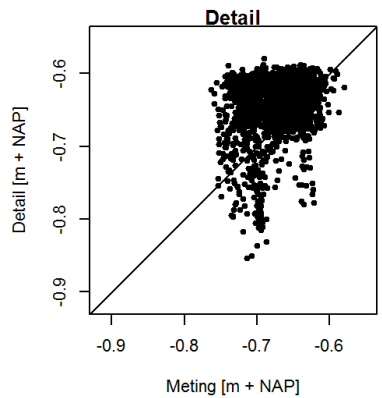
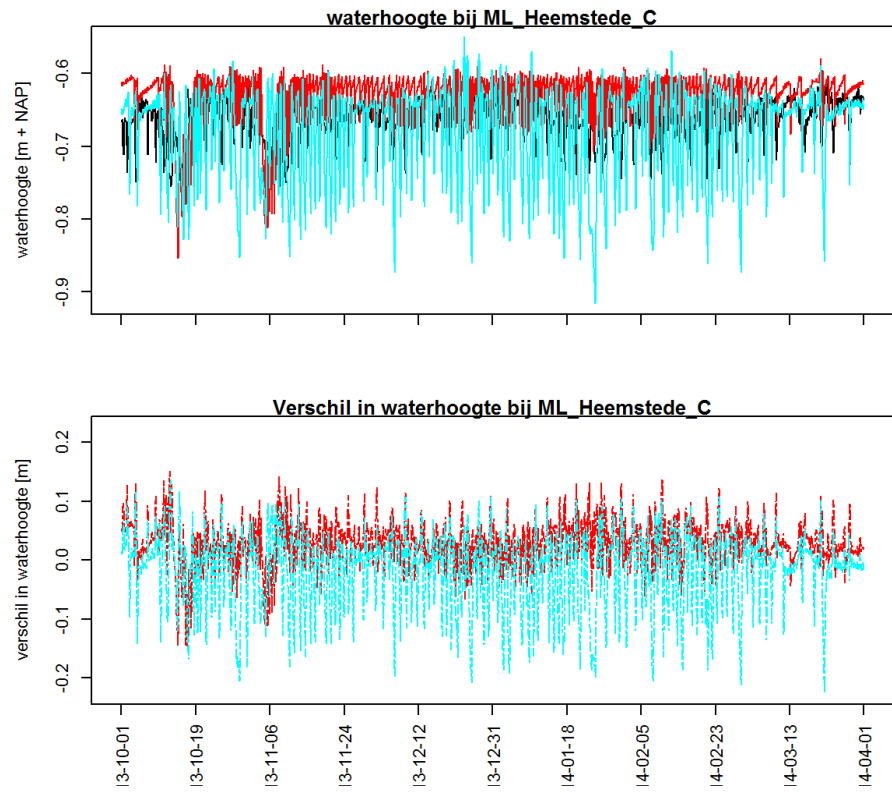
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.0501
 — R2 = 0.06793



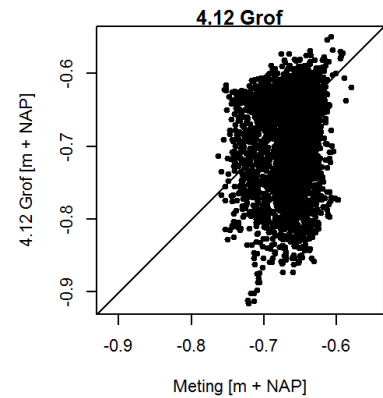
4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.04854
 — R2 = 0.06115

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.12 Grof
 - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - 4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 31. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Heemstede Asterkade waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



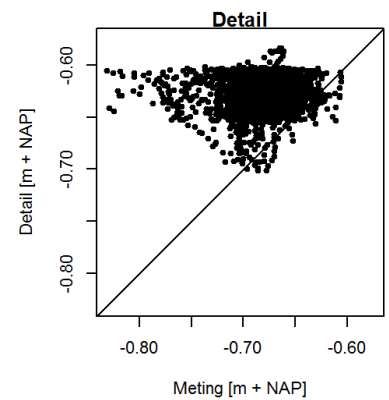
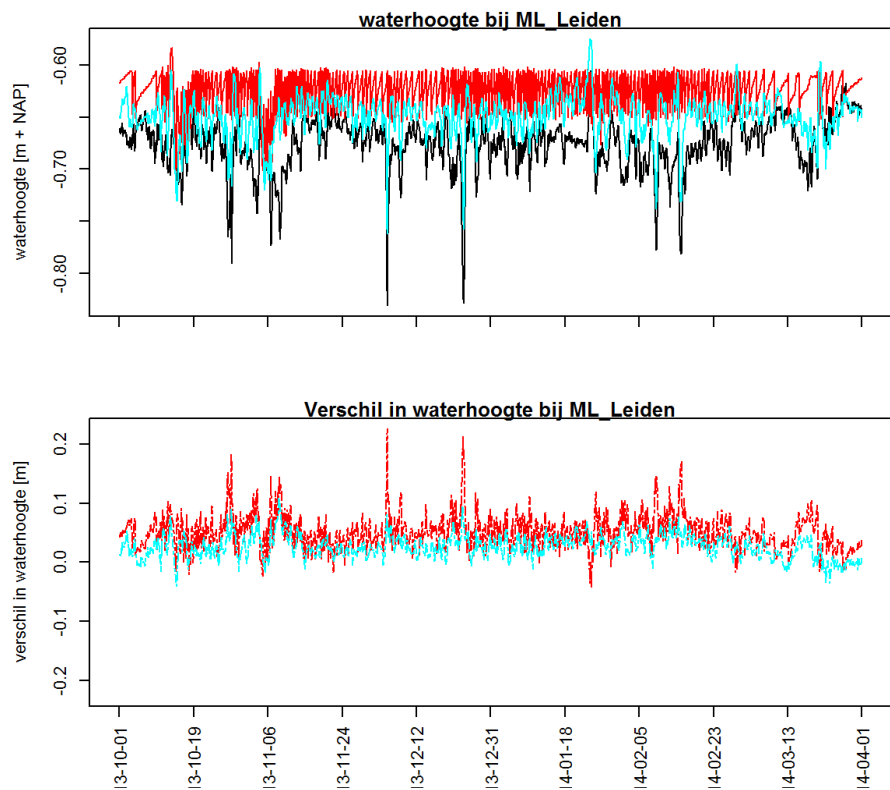
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.04792
 — R2 = 0.07145



4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.0637
 — R2 = 0.0358

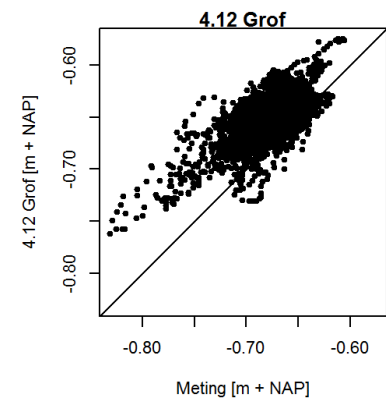
Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.12 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 32. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Heemstede Cruquiusbrug waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



Detail t.o.v. P848_metingen_13_14

- RMSE = 0.05908
- R2 = 0.009889



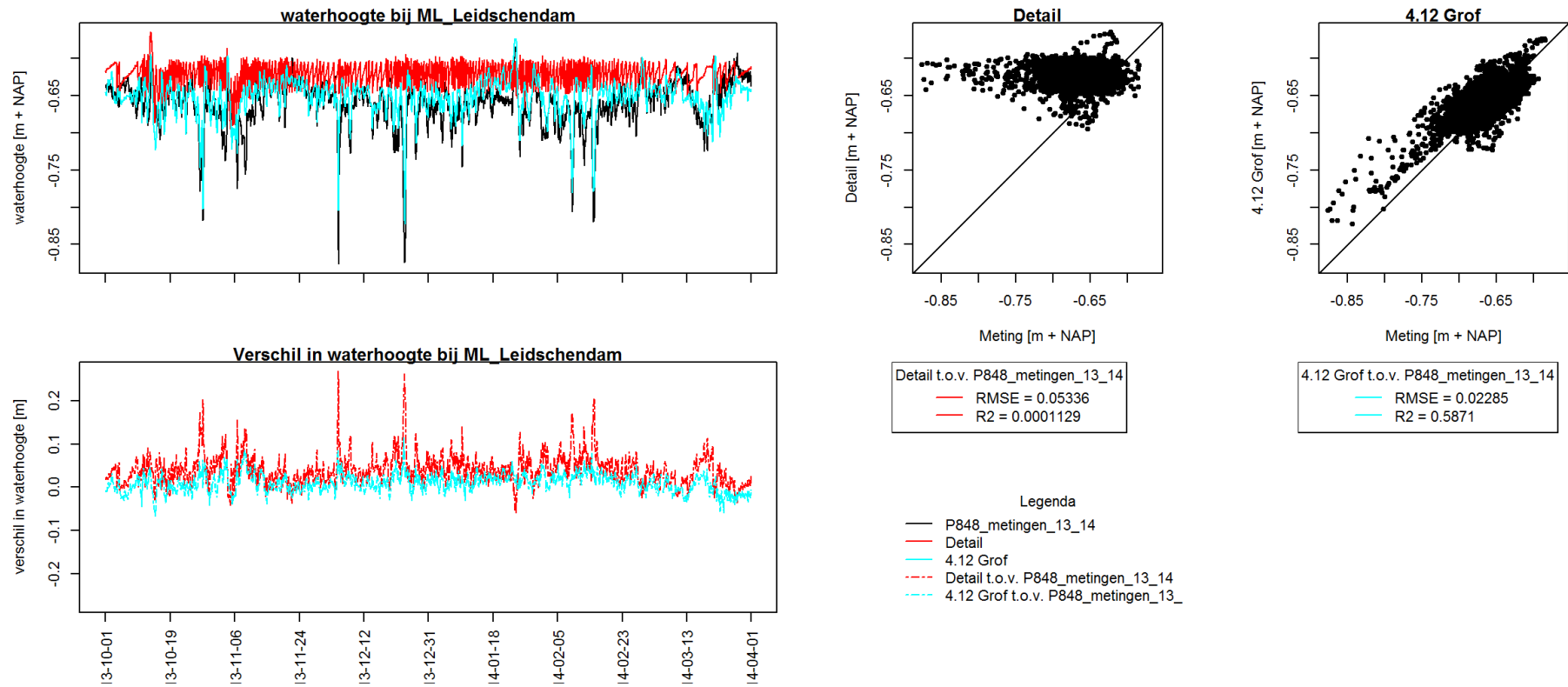
4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

- RMSE = 0.03266
- R2 = 0.4472

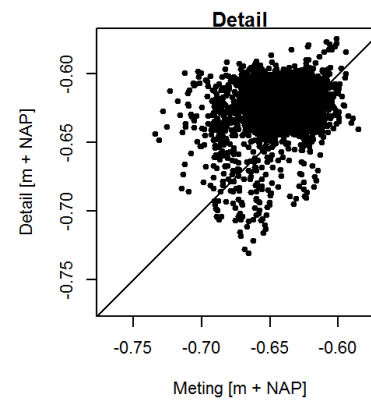
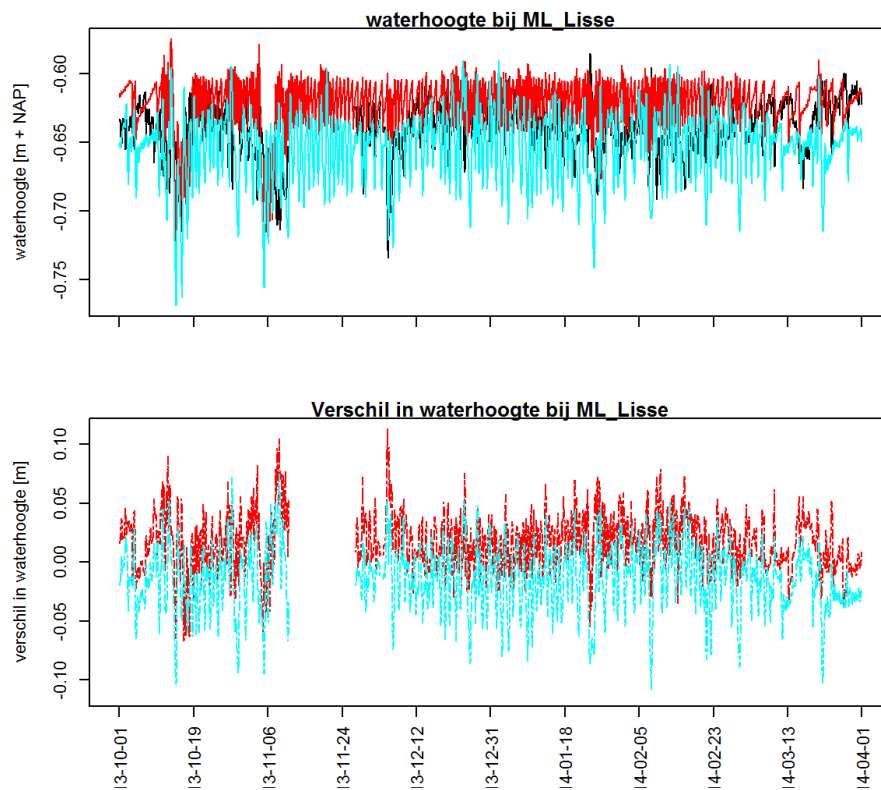
Legenda

- P848_metingen_13_14
- Detail
- 4.12 Grof
- - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
- - - 4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 33. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Leiden waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.

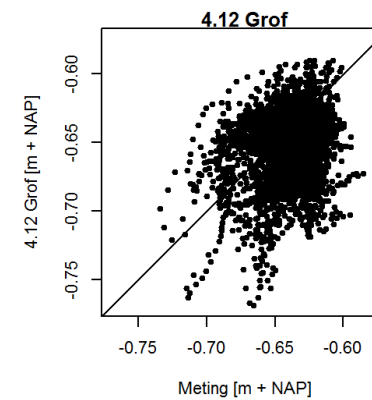


Figuur 34. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Leidschendam waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



Detail t.o.v. P848_metingen_13_14

- RMSE = 0.02719
- R2 = 0.0499



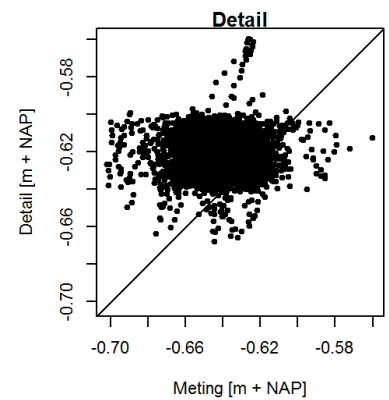
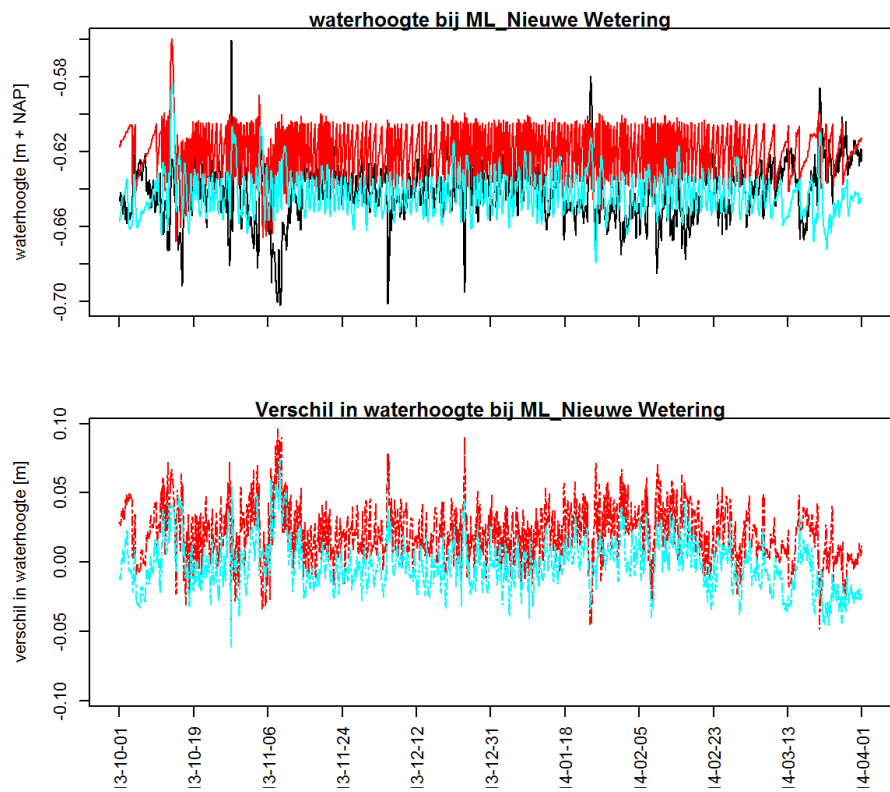
4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

- RMSE = 0.02906
- R2 = 0.05741

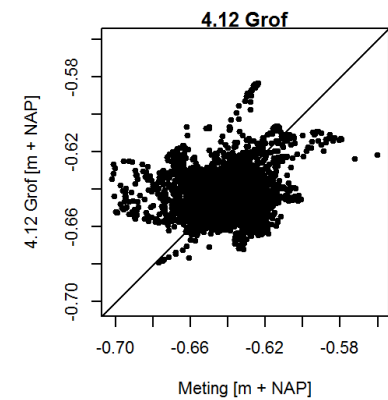
Legenda

- P848_metingen_13_14
- Detail
- 4.12 Grof
- Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
- 4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 35. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Lisse waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.02813
 — R2 = 0.0007549

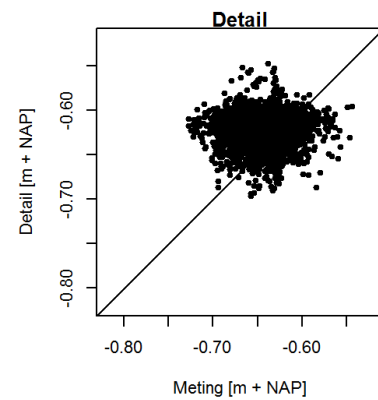
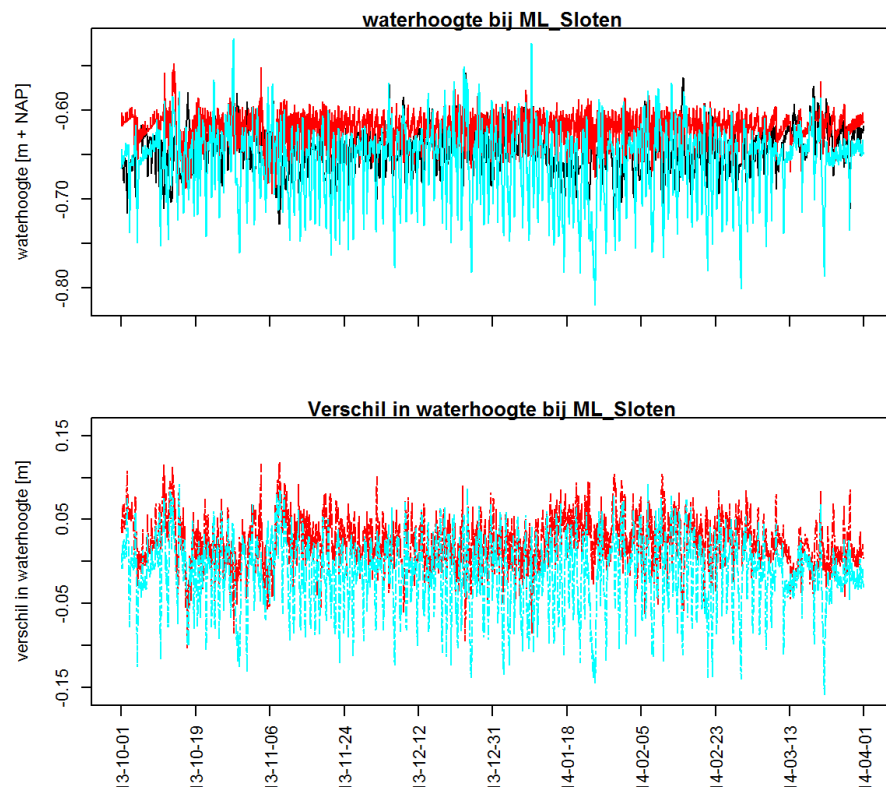


4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.0176
 — R2 = 0.01953

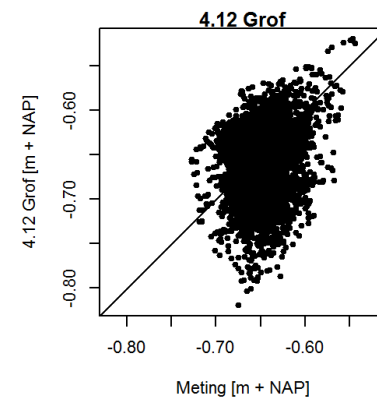
Legenda

- P848_metingen_13_14
- Detail
- 4.12 Grof
- - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
- - - 4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 36. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Nieuwe Wetering waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



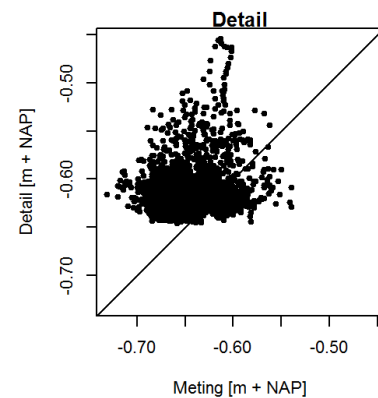
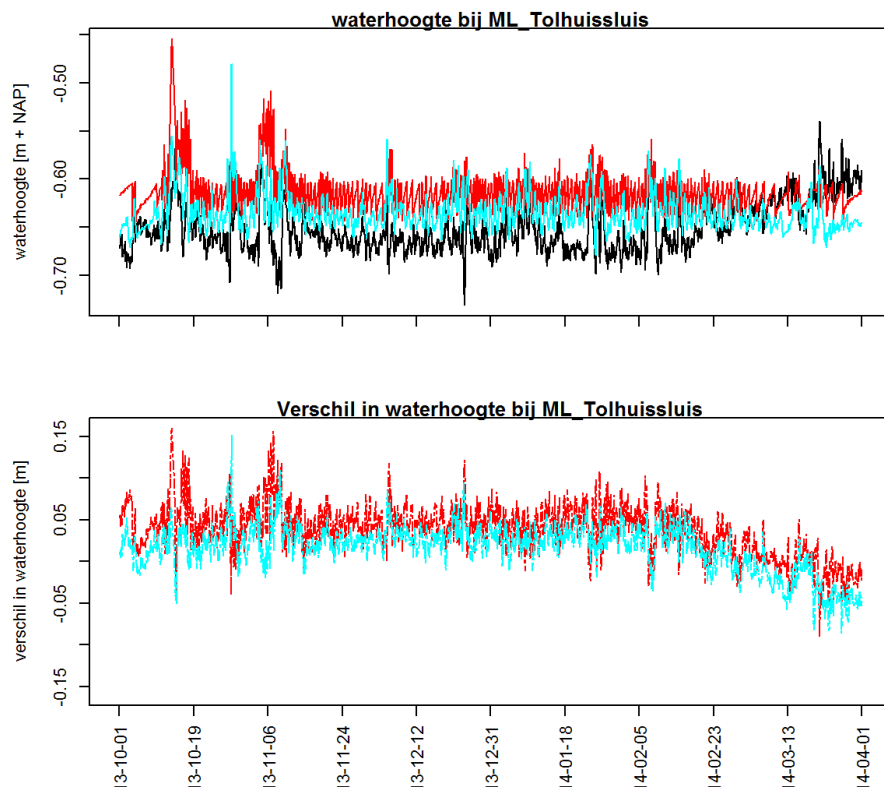
Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.03824
 — R2 = 0.0002019



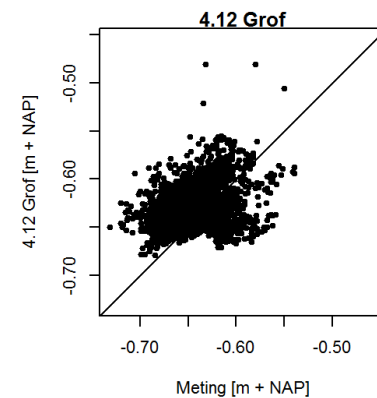
4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.04269
 — R2 = 0.05429

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.12 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 37. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Sloten waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.



Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.04864
 — R2 = 0.0272



4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14
 — RMSE = 0.0316
 — R2 = 0.07995

Legenda
 — P848_metingen_13_14
 — Detail
 — 4.12 Grof
 - - - Detail t.o.v. P848_metingen_13_14
 - - - 4.12 Grof t.o.v. P848_metingen_13_14

Figuur 38. Kalibratieresultaten bij het meetlocatie Tolhuissluis waarbij in het model de gemeten afvoeren bij de gemalen Katwijk en Gouda als randvoorwaarden zijn opgelegd in het grove model.