

Duiding waterpeilen en grondwaterstanden Griendtsveen

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2022 en 2023 zijn de werkzaamheden uitgevoerd van Projectplan “Polder Griendtsveen”. Dit project heeft tot doel om het watersysteem van Griendtsveen te vernieuwen en herstructureren, om zo beter grip te krijgen op de lokale (grond)waterstanden. Met de uitvoering is de beheerfase aangebroken, waarvoor een beheer, onderhouds- en monitoringsplan (BOM) is opgesteld.

Bij de bewonersavonden die zijn gehouden om input te krijgen op het BOM, zijn vragen gesteld over het watersysteem en het functioneren ervan. De vragen zijn gesteld in een periode die voor Zuid-Nederland extreem nat is geweest: het gehele jaar 2023 en 2024. We zullen de analyse daarom dus toespitsen op zowel de aanleg van het nieuwe watersysteem, als op de klimatologische omstandigheden.

Twee van deze vragen worden in deze notitie geadresseerd:

- Er wordt door de bewoners gesteld dat de peilen van het oppervlaktewater zijn veranderd en dat dit merkbaar is in het dorp. Hierbij wordt verwezen naar de Helenavaart, gemeentelijke kanalen en het peil in de zuidrand (watergang Griendtsveen).
- De grondwaterstanden in het dorp zijn (door de uitvoering van het projectplan) hoger geworden dan voorheen. Men ervaart hogere grondwaterstanden.

Naar aanleiding van deze vragen, heeft waterschap Limburg gevraagd om een analyse uit te voeren op grond- en oppervlaktewaterpeilen. Nu het watersysteem een aantal jaren ligt, kunnen we bekijken of er inderdaad effecten zijn door het watersysteem.

1.2 Aanpak

Om de vragen te beantwoorden worden drie analyses gedaan op basis van beschikbare meetreeksen: klimaat (neerslag en verdamping), oppervlaktewatermeetreeksen en grondwatermeetreeksen.

Klimaatdata

Allereerst vindt een beschouwing plaats van het klimaat vanaf 2000, met daarbij in het bijzonder de jaren 2023 en 2024. Hierbij wordt de gevallen neerslag gekoppeld aan de periode waarin deze valt, om de mate van extremiteit te bepalen.

Oppervlaktewaterdata

29-09-2025

Vervolgens worden de gegevens van het oppervlaktewater geanalyseerd. Waar mogelijk worden reeksen gecombineerd tot een zo lang mogelijke reeks om veranderingen door de jaren heen te kunnen signaleren.

Versie C1

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen

Grondwatermeetreeksen

Tot slot wordt een analyse op de grondwaterstanden uitgevoerd. Om een beeld te krijgen van de oorzaak van de hogere grondwaterstanden in 2023/2024, is een tijdreeksanalyse uitgevoerd. Daarbij worden de neerslag, verdamping en oppervlaktewaterreeksen als verklarende reeks ingebracht. We kijken onder andere naar:

1. Het aandeel van de grondwateraanvulling (neerslag – verdamping) op de grondwaterstanden over de hele meetreeks. Vervolgens wordt gekeken of het aandeel significant veranderd is: dit zou erop duiden dat de hoge grondwaterstanden een gevolg van grote hoeveelheden neerslag kunnen zijn.
2. Het grondwaterstandsverloop in en rondom Griendtsveen wordt vergeleken met twee peilbuizen die op enige afstand van Griendtsveen liggen. Hiermee is gekeken of de omstandigheden in Griendtsveen vergelijkbaar zijn met die op andere locaties. Indien dit het geval is, zullen de hoge grondwaterstanden waarschijnlijk niet het gevolg zijn van aanpassingen in het watersysteem.

De resultaten staan in hoofdstuk 2.

Conclusies

Tot slot wordt afgesloten met conclusies over de analyses. Deze staan in hoofdstuk 3.

2 Analyse Meetreeksen

2.1 Keuze klimaatgegevens

Klimaatdata

Voor de meteogegevens is gebruikgemaakt van de gegevens met dagwaarden van de KNMI-meetstations. Voor de neerslag zijn dit de dichtstbijzijnde KNMI-neerslagstations: Deurne, Ysselsteyn, Venray en Sevenum. Verdamping wordt op minder plaatsen gemeten, de vijf dichtstbijzijnde KNMI-weerstations zijn: Eindhoven, Volkel, Eil, Maastricht en Arcen.

Van de klimaatgegevens zijn de meetreeksen vanaf januari 2001 tot en met maart 2025 opgevraagd via de KNMI-website (www.knmi.nl). Deze data zijn vrij toegankelijk. Voor het verklaren van grondwaterstanden, wordt van de opgevraagde reeksen gebruikgemaakt van de overlappende periode met de meetreeksen van de grondwaterstanden.

Keuze meetreeksen

Uit de analyse van de neerslaggegevens blijkt dat het voor langdurig gemiddelden (voor het ontstaan grondwaterstanden relevant) niet uitmaakt welke meetreeks (locatie) wordt gebruikt. De meetreeksen wijken onderling nauwelijks af van het gemiddelde. Dat wil zeggen dat ongeveer dezelfde hoeveelheid neerslag valt in alle reeksen. Als het om de daggemiddelde neerslag gaat, dan zijn er wel verschillen. Zeker bij dagen met extreme neerslag, wat lokaal sterk kan verschillen. Door het gemiddelde van de omliggende neerslagstations te nemen, wordt recht gedaan aan het langdurig gemiddelde, zonder dat lokale excessen (elders gemeten) grote invloed krijgen op de resultaten.

Uit de analyse van de verdamping blijkt dat deze zodanig constant is, en dat het niet uitmaakt welke reeks wordt gebruikt. In 80% van de gevallen is het onderlinge verschil minder dan 0,1 mm per dag en in 99,9% van de gevallen is dit minder dan 1,0 mm. Dit is een fractie van de neerslag die valt. In de analyses waarbij neerslag en verdamping als verklarende reeksen worden gebruikt voor de grondwaterstanden, leiden dergelijke kleine, onderlinge verschillen in de brondata niet tot andere resultaten en conclusies. De reeks van verdampingsstation Arcen is gebruikt.

Neerslag 2023 en 2024 in historisch perspectief

De jaren 2023 en 2024 waren uitzonderlijk nat. Dit heeft in heel Zuid-Nederland geleid tot langdurig hoge grondwaterstanden, vanaf het najaar 2023 tot ver in 2024. Om te laten zien hoe nat deze jaren waren, zijn de neerslag klimaatdata vanaf 2000 weergegeven in onderstaande tabel. Het betreft de jaarneerslagsom in mm van de vier neerslagstations en het gemiddelde.

Tabel 2-1 Jaarneerslag van de neerslagstations rondom Griendtsveen vanaf 2000

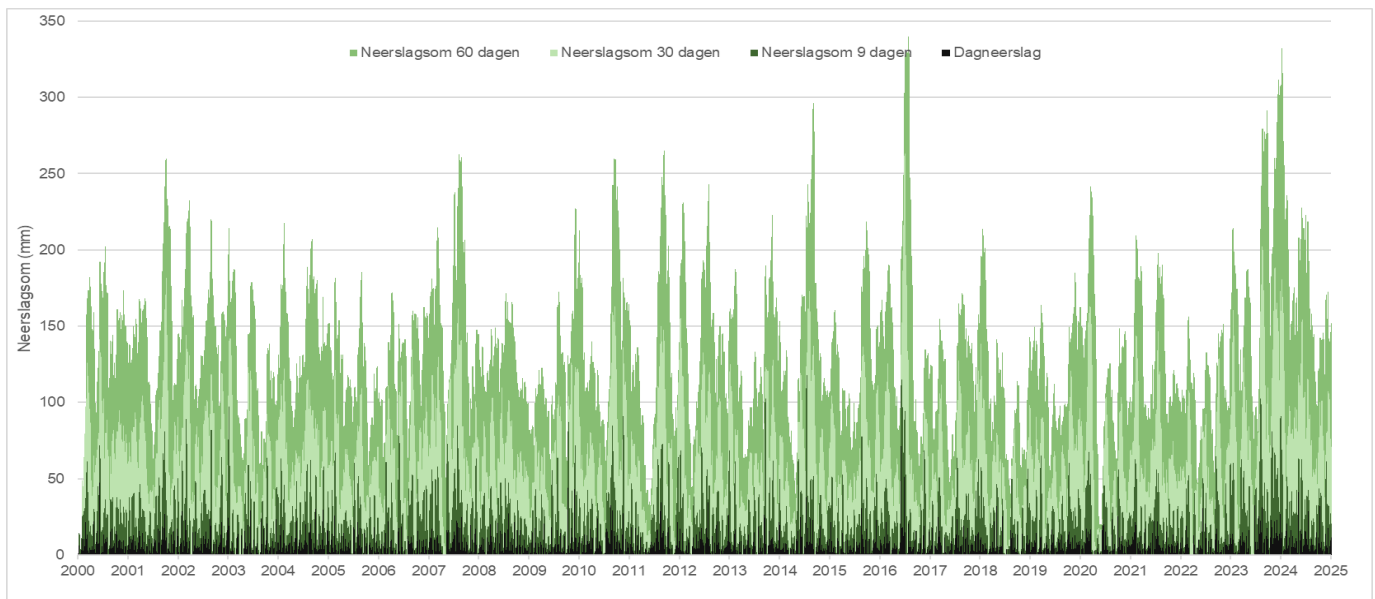
29-09-2025

Versie C1

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen

Jaar	Deurne	Ysselsteyn	Sevenum	Venray	Gemiddeld
2000	815	817	900	827	840
2001	914	879	866	904	891
2002	930	888	959	884	915
2003	709	665	630	633	659
2004	812	878	883	840	853
2005	648	650	705	692	673
2006	757	764	702	758	745
2007	945	916	894	903	915
2008	696	691	769	756	728
2009	760	756	791	753	765
2010	788	822	807	772	798
2011	789	770	744	728	758
2012	833	861	822	821	834
2013	737	729	734	716	729
2014	816	816	790	753	794
2015	692	763	748	756	740
2016	923	910	816	904	888
2017	727	713	756	784	745
2018	602	565	558	612	584
2019	703	723	707	706	710
2020	707	692	653	693	686
2021	780	739	730	801	762
2022	678	649	671	684	670
2023	1208	1164	1080	1198	1162
2024	976	929	927	946	944

De kleurschalen geven van rood naar blauw aan of het jaar relatief droog (rood) of nat (blauw) is geweest. Sinds de eeuwwisseling zijn 2023 en 2024 de natste jaren geweest. De jaarneerslag (als som van de dagneerslag), kunnen we ook in kortere perioden verdelen. Dit is gedaan voor 1, 9, 30 en 60 dagen en is weergegeven in Figuur 2-1.



Figuur 2-1 Neerslagsommen van 1, 9, 30 en 60 dagen, gemiddeld van vier neerslagstations rond Griendtsveen (bron: KNMI, bewerkt).

In Figuur 2-1 is af te lezen hoe groot de totale hoeveelheid regen van de voorafgaande periode is geweest. We zien ieder jaar wel nattere (groene pieken) en drogere (witruimtes) perioden. De witruimtes kun je zien als herstelperiode na een natte periode. Hoe hoger en breder de groene blokken in de grafiek zijn, des te meer en langer het nat is geweest. Dit leidt tot het stijgen van de grondwaterstanden. Bij het ontbreken van witruimtes (langdurige periode zonder neerslag), blijven de grondwaterstanden hoog.

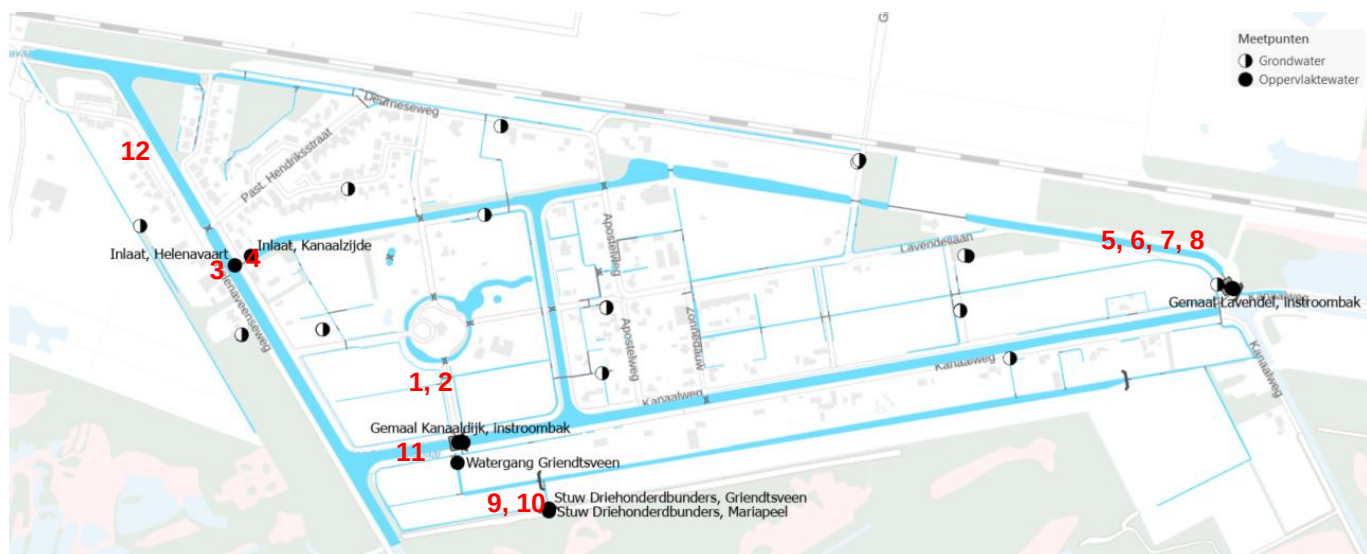
Wat direct opvalt is de periode vanaf medio 2023 – met een piek rond de jaarwisseling 2023-2024 – tot aan medio 2024. Zowel in breedte als in hoogte is dit ‘blok’ groter dan in de rest van de reeks voorkomt. Alleen in juni 2016 was de 60 dagen neerslagsom even hoger, met de bekende wateroverlast tot gevolg. Deze periode werd daarna wel gevolgd door een drogere (herstel) periode.

Vanaf medio 2023 is gedurende een jaar nagenoeg geen herstelperiode zichtbaar. Het ligt dus in de lijn der verwachting dat de grondwaterstanden in deze periode sterk gestegen zijn en hoog gebleven zijn. De hoge grondwaterstanden zijn continu aangevuld met nieuwe neerslag.

2.2 Analyse oppervlaktewaterreeksen

Beschikbare reeksen

In Griendtsveen zijn verschillende meetreeksen in het oppervlaktewater beschikbaar. Het waterpeil wordt op 3 verschillende ‘niveaus’ gemeten. De Helenavaart (normaal peil circa NAP +31,20 m), de gemeentelijke kanalen (circa NAP +30,80 m) en het lokale watersysteem (variabel tussen NAP +29,30 m en NAP +30,50 m). De meetreeksen verschillen sterk in beschikbaarheid van periode, mede omdat veel van de meetpunten zijn aangelegd vanuit het projectplan Polder Griendtsveen. In Figuur 2-2 zijn de meetreeksen aangeduid. In Tabel 2-2 is de databeschikbaarheid opgenomen.



Figuur 2-2 Kaart meetpunten (bron: BOM Griendtsveen).

Tabel 2-2 Beschikbare meetreeksen oppervlaktewater

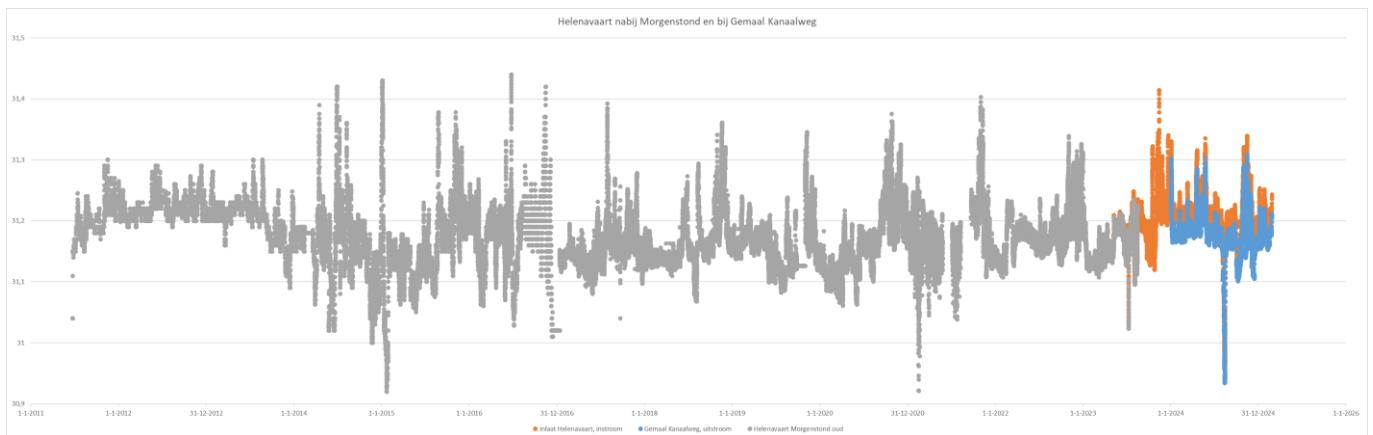
NR	Naam	Niveau	Begin	Eind
1	Gemaal Kanaalweg, uitstroom	Helenavaart	02-01-2024	26-02-2025
2	Gemaal Kanaalweg, instroom	Lokaal (nabij gemaal)	02-01-2024	26-02-2025
3	Inlaat Helenavaart, bovenstrooms	Helenavaart	05-05-2023	26-02-2025
4	Inlaat Helenavaart, benedenstrooms	Kanalen	05-05-2023	26-02-2025
5	Gemaal Lavendellaan (oud), uitstroom	Buiten Polder	04-09-2015	27-08-2021
6	Gemaal Lavendellaan (oud), instroom	Lokaal (oost)	04-09-2015	27-08-2021
7	Gemaal Lavendellaan (bestaand), uitstroom	Kanalen	02-01-2024	26-02-2025
8	Gemaal Lavendellaan (bestaand), instroom	Lokaal (oost)	02-01-2024	26-02-2025
9	Stuw Driehonderdbunders, bovenstrooms	Buiten Polder		
10	Stuw Driehonderdbunders, benedenstrooms	Lokaal (gestuwde zuidrand)		
11	Watergang Griendtsveen	Lokaal (nabij gemaal)	09-07-2016	26-02-2025
12	Helenavaart Morgenstond (oud)	Helenavaart	24-06-2011	18-08-2023

Met deze meetreeksen worden de beheerde waterpeilen geanalyseerd. Daarnaast dienen ze als verklarende reeksen voor de grondwaterstanden.

Analyse meetreeksen

Helenavaart

Het peil op de Helenavaart ligt sinds 2014 tussen 31,10 en 31,30. Het peil ligt hoofdzakelijk rond NAP 31,20 m. Er is vanaf 2014 geen verandering in het peilbeheer waarneembaar. Voor 2014 lagen de peilen iets hoger, hoofdzakelijk tussen 31,20 en 31,30. De meetreeksen van Morgenstond (12, grijs), Inlaat Helenavaart (3, oranje) en bij gemaal Kanaalweg (blauw, 1) zijn in Figuur 2-3 opgenomen.

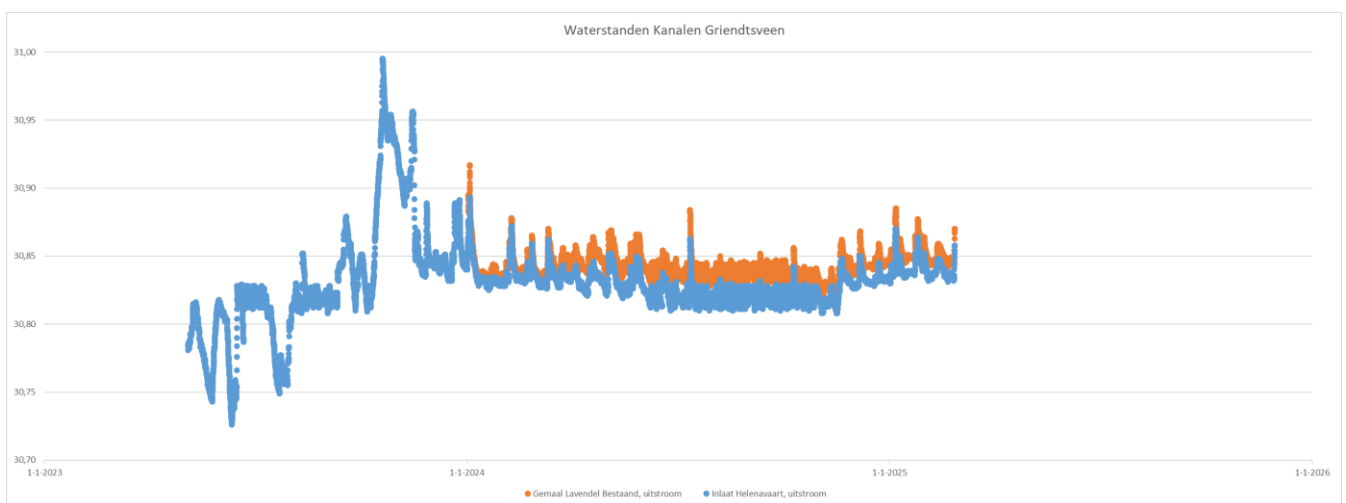


Figuur 2-3 Waterstanden Helenavaart tussen 2011 en 2025. Grijs: meetpunt 12, oranje: meetpunt 3 en blauw: meetpunt 1.

We zien de natte periode rond de kerst 2023 terug in de metingen (eerste deel van de oranje meetreeks), waar het peil langdurig tot 10 cm hoger is geweest, maar niet de langdurig natte periode van een jaar zoals die uit de neerslag naar voren komt. Het oppervlaktewatersysteem is dus goed in staat geweest om de afvoer te verwerken. Dit komt omdat de Helenavaart onderdeel is van het wateraanvoersysteem. Bij hogere afvoeren wordt de inlaat beperkt, wat de afvoerpieken dempt.

Kanalen Griendtsveen

Van de kanalen zijn alleen korte meetreeksen beschikbaar tussen medio 2023 en begin 2025. De peilen worden gemeten bij de inlaat Helenavaart aan de westzijde en bij de uitstroom van gemaal Lavendel aan de oostzijde. Het peil aan de oostzijde ligt enkele centimeters hoger dan aan de westzijde. De meetreeksen zijn weergegeven in Figuur 2-4, blauw is aan de westzijde, oranje aan de oostzijde.



Figuur 2-4 Waterstanden op de kanalen in Griendtsveen. Blauw: meetpunt 2 (west), oranje: meetpunt 7 (oost).

Het is te verklaren dat het peil aan de oostzijde hoger ligt, dit is bovenstrooms en bij de uitstroomzijde van gemaal Lavendel. Hier wordt dus water in een relatief kleine spuikom geloosd, dat via duikers naar de rest van het kanaalsysteem wegstroomt.

29-09-2025

Versie C1

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen

Het peil fluctueert hoofdzakelijk tussen NAP 30,81 m en NAP 30,86 m. In 2023 zakte het peil enkele keren nog tot onder de NAP +30,80 m, dat is daarna niet meer voorgekomen. Het peil is stabiel met enkele centimeters afwijking. De kanalen reageren nauwelijks op (extreme) neerslag. De uitzonderlijk natte kerst 2023 vertaalt zich in 'slechts' 5 cm peilstijging.

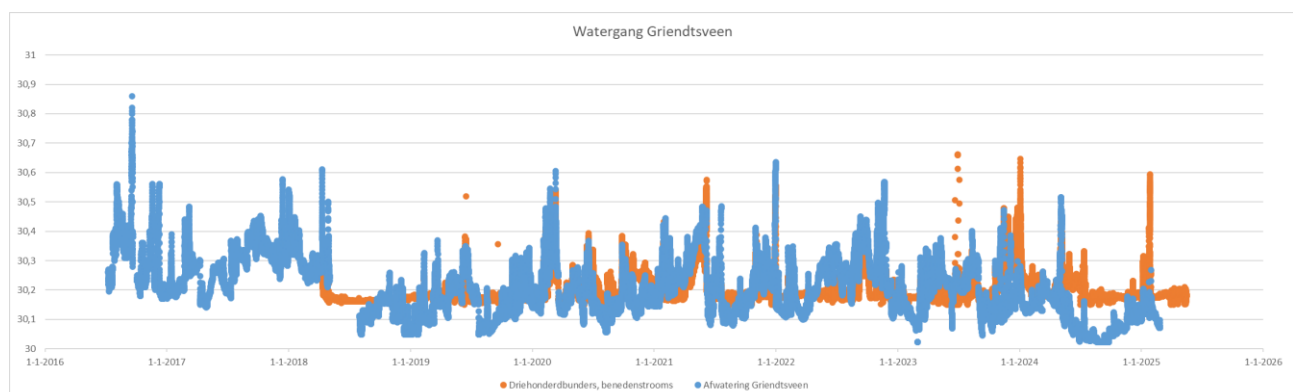
Het peil lijkt vanaf eind 2024 een aantal centimeters gestegen naar NAP +30,84 m. De oorzaak daarvan is niet bekend, mogelijk is er vuilophoping bij de overlaat bij gemaal Kanaalweg.

De meetreeks van de kanalen is alleen beschikbaar na het treffen van de maatregelen uit het projectplan "Polder Griendtsveen". Derhalve kan de invloed van die maatregelen op de grondwaterstanden in Griendtsveen niet bepaald worden met de grondwateranalyse uit paragraaf 2.3. Wel weten we dat het peilbeheer voor uitvoering van de maatregelen ook gericht was op handhaving van NAP +30,80 m. De verandering is dus minimaal.

Watergang Griendtsveen

Het peil in de watergang Griendtsveen ligt vanaf medio 2018 tot 2023 normaal tussen de NAP +30,05 m en NAP +30,30 m, met in natte perioden pieken tot 30,40 m en hoger (blauwe reeks in Figuur 2-5). Vanaf medio 2023 zijn de peilen gezakt en liggen dan overwegend tussen NAP +30,00 m en NAP +30,20 m, met enkele pieken daarboven. Dit kan verklaard worden doordat het meetpunt nu dicht bij het gemaal ligt, waardoor de watergang sneller droogvalt dan eerder het geval was. Het gemaal heeft door de diepe ligging van de maalkom slechts een zeer beperkte invloed op het peil zelf. De bodem van de watergang en de hoogteligging van de duikers zijn bepalend voor het peil.

We zien in de grafieken natte perioden terug, waarbij kerst 2023 niet als uitzonderlijk nat (hoge peilen) naar voren komt. De afwatering naar het gemaal is dus op goed, het water kan met voldoende snelheid afgemalen worden.



Figuur 2-5 Waterstanden in watergang Griendtsveen (zuidrand). Blauw: meetpunt 11 (nabij maalkom), oranje: meetpunt 10 (gestuwd deel op NAP +30,20 m).

De oranje meetreeks wordt gemeten bij overlaat Driehonderdbunders. Hier stroomt overtollig water uit de Mariapeel naar Griendtsveen. Dit deel van de watergang staat sinds de werkzaamheden in 2022-2023 niet meer onder invloed van een gemaal, maar wordt gestuwd. Het stuwpeil ligt op NAP +30,17 m.

We zien in deze reeks geen wezenlijke verandering door de werkzaamheden in 2022-2023. Het plaatsen van de stuwen leidt niet tot hogere (piek)peilen dan voorheen.

29-09-2025

Versie C1

Wel zien we ten opzichte van de blauwe meting dat het peil niet verder uitzakt. Het meetpunt ligt echter zodanig, dat niet lager gemeten kan worden dan circa NAP +30,15 m (betonplaat constructie). We kunnen niet met zekerheid stellen of het peil nooit verder uitzakt dan deze waarde.

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen

De stuwen zijn wel nodig om verdroging tegen te gaan, blijkt uit het dieper wegzakken van het peil in de blauwe meetreeks. Het stuwpeil van NAP +30,17 m lijkt echter wel hoog te zijn en kan worden verlaagd naar NAP +30,10 m.

Gemalen

Beide gemalen Kanaalweg en Lavendellaan pompen uit een (diepe) maalkom. Bij gemaal Lavendel is de maalkom verlaagd ten opzichte van de oude maalkom met circa 10 cm. Dit zorgt niet voor een verandering in de waterstanden in de watergang, omdat de maalkom dieper ligt dan de watergang.

Gemaal Kanaalweg is nieuw; we zien daar een lichte daling van de waterstanden in de watergang Griendtsveen aan de zuidzijde. Aan de noordzijde bij het landgoed, is het niet bekend of door het nieuwe gemaal de peilen zijn gezakt; er zijn daar geen metingen beschikbaar. De werking van het gemaal wordt snel gedempt, doordat de bodem van de watergangen ook oploopt. Er wordt bovenstrooms van het landgoed geen invloed van het gemaal verwacht.

2.3 Analyse Grondwatermeetreeksen

2.3.1 Gebruikte software en data

Tijdsreeksmodel

Voor het uitvoeren van de tijdsreeksanalyse is gekozen om gebruik te maken van Pastas¹. Pastas is een open source Python package, waarmee (geo)hydrologische tijdsreeksen geanalyseerd kunnen worden. Voor deze tijdsreeksanalyse wordt gebruikgemaakt van Pastas 1.7.0.

Peilbuizen



Figuur 2-6 Locaties peilbuizen.

¹ Collenteur, R.A., Bakker, M., Caljé, R., Klop, S.A., Schaars, F. (2019) Pastas: open source software for the analysis of groundwater time series. Groundwater. doi: 10.1111/gwat.12925

In Tabel 2-1 zijn de gegevens van de gebruikte peilbuizen weergegeven. Hieruit blijkt dat de meeste peilbuizen slechts enkele jaren aan data hebben. Het is hierdoor niet mogelijk om de tijdreeksmodellen goed te kalibreren en valideren. De tijdreeksanalyse is daarom beknopt gebleven, waarbij de data vooral kwalitatief geanalyseerd is.

De locaties van de peilbuizen zijn in Figuur 2.6 en Bijlage 1 weergegeven. Daarbij is ook de tabel met kenmerken van de peilbuizen opgenomen in Bijlage 1.

Neerslagdata

De neerslagdata zijn afkomstig van vier KNMI-stations: Deurne, Ysselsteyn, Sevenum en Venray. De reeksen van deze vier stations zijn gemiddeld, en dit gemiddelde is ingevoerd als neerslagreeks. Voor de verdampingsdata is de data van station Arcen gebruikt. Met de neerslag- en verdampingsdata is de grondwateraanvulling ingeschat en deze is toegevoegd als verklarende reeks met een Gamma-responsfunctie.

Oppervlaktedata

Er zijn verschillende reeksen van de oppervlaktewaterstanden beschikbaar, van zowel vóór als na de aanpassingen in het watersysteem. Voor de Helenavaart en de watergang Griendtsveen zijn meetreeksen beschikbaar die beide perioden gemeten hebben.

De meetreeksen van de kanalen zijn er alleen van na de maatregelen en daarmee ook te kort om tijdreeksmodellen op te kalibreren.

De meetreeksen bij gemaal Lavendel kunnen worden samengevoegd, echter wordt hier alleen het peil in de maalkom binnen een betonnen bak gemeten. Dit is niet betrouwbaar om als verklarende reeks te dienen.

De meetreeksen voor de Helenavaart en watergang Griendtsveen zijn vervolgens als verklarende reeksen toegevoegd aan alle tijdreeksmodellen, met een Gamma-responsfunctie. Hiermee kan bepaald worden of de Helenavaart van invloed is op de meetreeksen van de grondwatermeetpunten.

2.3.2 Opstellen tijdreeksmodellen

Allereerst is voor alle peilbuizen een aantal tijdreeksmodellen opgesteld. Hierbij zijn de responsfuncties gevarieerd, en is de Helenavaart toegevoegd als verklarende reeks. In Tabel 2.2 zijn de resultaten weergegeven. De overige resultaten zijn te vinden in Bijlage 3.

De tijdreeksmodellen zijn beoordeeld op de volgende aspecten:

- De fit (hoe goed past het gesimuleerde model op de metingen) en EVP (Explained Variable Percentage, oftewel de mate waarin variantie van het model wordt verklaard door de variabelen). Hierbij wordt een minimale EVP van 70% gehanteerd.
- De waarde van de parameters, met name de drainagebasis en verdampingsfactor. Hierbij geldt dat de verdampingsfactor tussen circa -0,5 en -2,0 moet liggen. De drainagebasis dient rond de laagste meting te liggen.
- De standaardafwijking van de parameters. Bij waardes hoger dan 25% wordt een parameter als onbetrouwbaar ingeschat, omdat de bandbreedte van de parameters dan te hoog is.

- Autocorrelatie en normaliteit van de residuen. De residuen dienen geen significante autocorrelatie te bevatten en binnen een normaalverdeling te passen. In dat geval is geen sprake van een gemiste, systematische verklaring en kan gesproken worden van witte ruis.

29-09-2025

Versie C1

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen

Vanwege de scope van dit project is in dit geval alleen naar de eerste twee punten gekeken. De statistische betrouwbaarheid van de tijdreeksmodellen is daarom niet vastgesteld. Voor het doel van dit onderzoek is de statistische betrouwbaarheid minder van belang, omdat deze voor het verklaren van de grondwaterstanden niet relevant is. Bij het voorspellen en/of simuleren van de grondwaterstanden is de statistische betrouwbaarheid wel van belang, dit valt buiten de scope van het onderzoek.

Voor alle tijdreeksmodellen zijn daarnaast de volgende standaardinstellingen gebruikt:

- Dagelijkse frequentie
De tijdreeksmodellen zijn opgesteld met een frequentie van één dag. Dit komt overeen met de frequenties van de verklarende reeksen en de metingen.
- Geen ruismodel
Omdat er geen uitspraken worden gedaan over de statistische betrouwbaarheid, is geen ruismodel toegevoegd.

In Tabel 2-3 zijn de resultaten per tijdreeksmodel weergegeven. De tijdreeksmodellen die op basis van de eerdergenoemde beoordelingscriteria zijn afgevallen, zijn rood gemarkeerd.

Tabel 2-3 Resultaten tijdreeksanalyse

Peilbuis	EVP – zonder Helenavaart	EVP – met Helenavaart	Verdampingsfactor	Drainagebasis
5PB1_STIJGHT_001	76,37	76,37	-1,67	30,13
6PB1_STIJGHT_001	37,51	37,51	-1,65	30,14
6PB3_STIJGHT_001	19,91	19,15	-0,84	29,68
104PB2_STIJGHT_001	87,82	87,82	-2	30,77
107PB1_STIJGHT_001	48,35	48,82	-1,52	30,46
109PB1_STIJGHT_001	73,32	73,32	-1,09	30,54
111PB2_G	69,35	71,42	-2	30,61
B52D1988_STIJGHT_001	76,29	76,29	-2	31,02
COMP_HALTE_1_new_G	40,32	40,32	-1,6	29,96
COMP_HALTE_1A_new_G	79,65	79,65	-1,18	30,31
COMP_HALTE_2_new_G	84	84	-1,2	29,79
DLF_van_Kampen_Oost_STIJGHT_00	15,33	0,67	-2	30,7
Grauwveen_3_Diep_STIJGHT_002	94,41	94,41	-1,43	30,05
Grauwveen_3_Ondiep_STIJGHT_001	82,71	83,71	-0,89	29,05
Grauwveen_5_STIJGHT_001	77,44	77,44	-1,46	29,57
Grauwveen_6_Diep	77,9	77,9	-1,25	29,69
Grauwveen_6_Ondiep	79,91	80,48	-2	29,87

Peilbuis	EVP – zonder Helenavaart	EVP – met Helenavaart	Verdampingsfactor	Drainagebasis
GW_Grien01_01	60,28	60,28	-0,64	29,63
GW_Grien02_01	72,08	72,07	-0,4	30
GW_Grien03_01	66,63	66,63	-1,67	30,36
GW_Grien03_02	65,55	65,55	-1,67	30,35
GW_Grien04_01	74,89	74,89	-1,92	31,3
GW_Grien05_01	70,6	70,6	-2	32,11
GW_Grien05_02	82,94	82,94	-1,44	29,92
GW_Grien07_01	82,68	82,68	-1,62	30,59
GW_Grien08_01	44,74	44,74	-1,52	30,08
GW_Grien09_01	83,53	83,53	-1,94	30,55
GW_Grien09_02	6,26	6,26	-1,55	30,15
GW_Kanal13_01	71,15	71,15	-2	31,09
GW_Kanal22_01	75,76	75,76	-2	30,64
LB011_STIJGHTE_001	13,87	13,87	-2	30,16
PB_MPeel1_STIJGHTE_001	51,68	51,68	-1,39	29,78
PB_MPeel2_G	63,95	63,95	-2	30,63
PB_MPeel2A_G	65,63	65,63	-1,43	30,08
PB_MPeel7_G	86,15	86,84	-1,15	29,69
PB_MPeel8_G	57,51	57,51	-2	29,96
PB_MPeel10_G	80,52	80,68	-2	30,55
PB_MPeel11_G	72,02	72,02	-2	31,09
PB_MPeel12_G	76,29	76,29	-1,21	28,69
PM_MPeel13_G	40,32	40,32	-1,5	29,4
PB_MPeel13_G_DIEP	79,65	79,65	-1,1	29,39
GRIE_STIJGHTE_001	84	84	-1,57	26,94
GRIE_STIJGHTE_002	15,33	0,67	-1,75	30,49
GLD000000046193	93,90	95,15	-0,95	25,90
GLD000000046191	93,55	95,18	-0,98	26,79

29-09-2025

Versie C1

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen

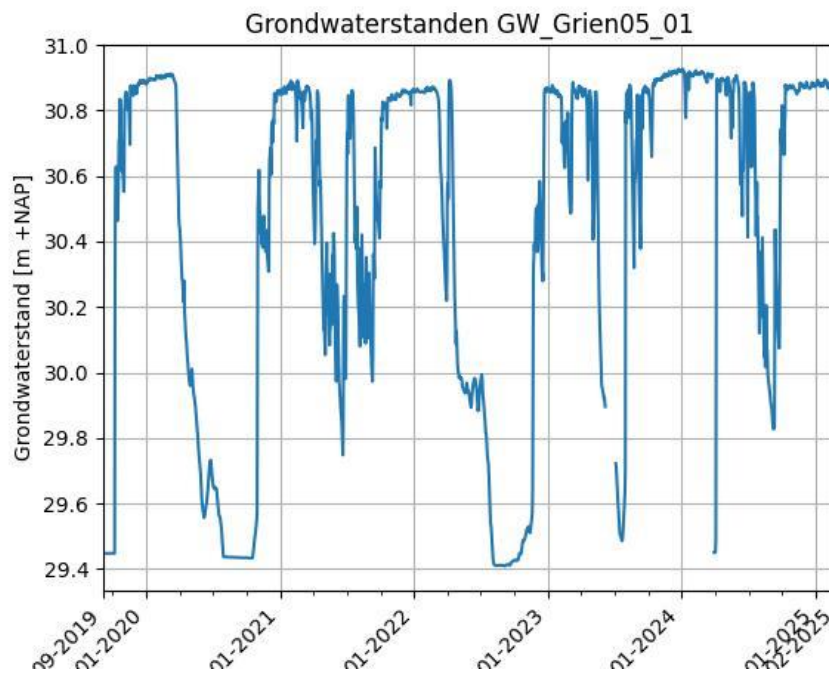
2.3.3 Visuele analyse

Het watersysteem in Griendtsveen is op te delen in grofweg 3 niveau's:

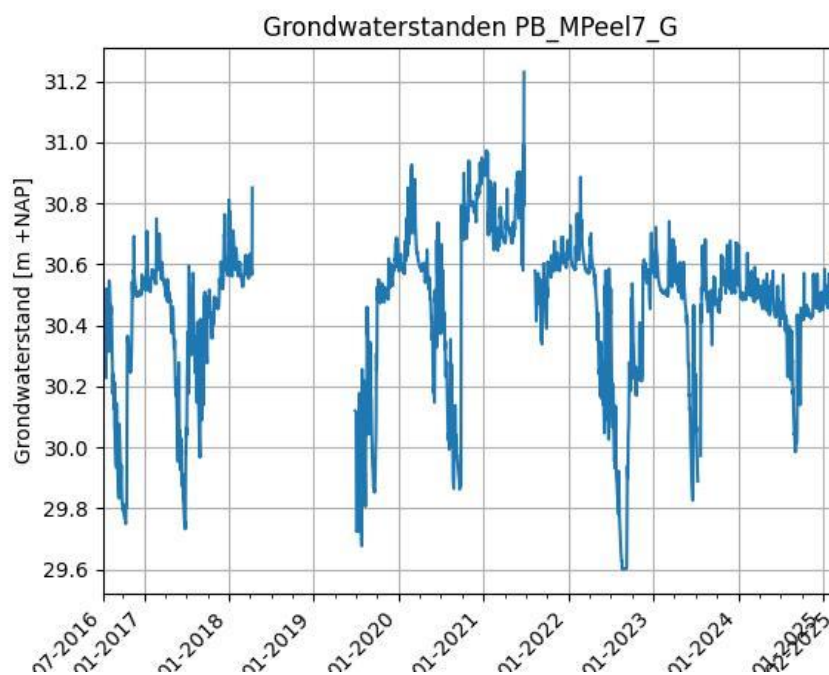
- het grondwater binnen de polder;
- het grondwater buiten de polder;
- buiten de polder – op grotere afstand.

Binnen de polder

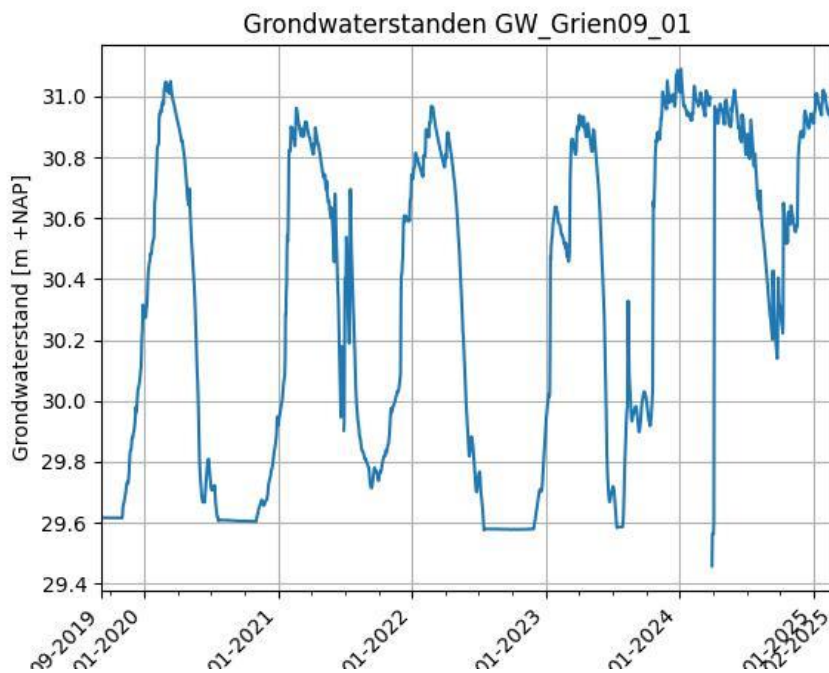
In Figuur 2.2 t/m 2.4 zijn de grondwaterstanden van drie peilbuizen binnen de polder weergegeven. In Bijlage 2 zijn de grondwaterstanden van alle peilbuizen weergegeven.



Figuur 2-7 Grondwaterstanden GW_Grien05_01



Figuur 2-8 Grondwaterstanden PB_MPeel7_G



Figuur 2-9 Grondwaterstanden GW_Grien09_01

Bij deze peilbuizen is te zien dat de grondwaterstanden tot mid-2023 weinig lijken te veranderen. Bij peilbuis PB_MPeel7_G nemen de grondwaterstanden na 2021 juist iets af. Echter, de natte periode in 2023/2024 is bij alle peilbuizen langer dan de natte periodes van de voorgaande jaren. Ook zakt de grondwaterstand in de zomer van 2024 minder ver uit, en is deze sneller weer op een hoger peil.

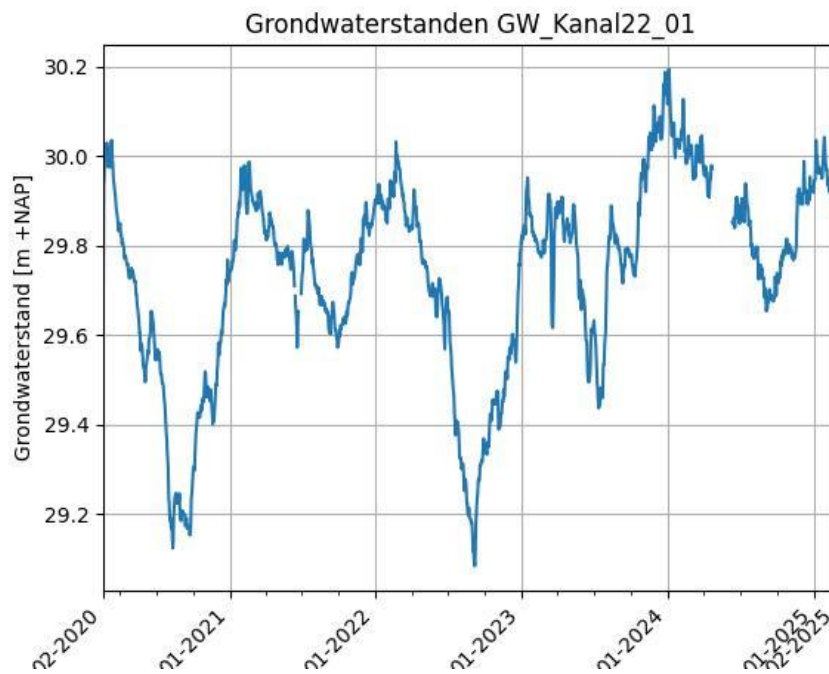
Vergelijking met peilbuizen buiten de polder

In Figuur 2.5 en 2.6 zijn de grondwaterstanden van twee peilbuizen buiten de polder weergegeven: 5PB1_STIJGHE_001 en GW_Kanal22_01. 5PB1_STIJGHE_001 ligt ten noordoosten van Griendtsveen, GW_Kanal22_01 ten westen. Aangezien vooral aanpassingen in het lokale watersysteem, dat wil zeggen in de polder, zijn aangebracht, zouden de grondwaterstanden buiten de polder hier weinig invloed van moeten ondervinden. De grondwaterstanden binnen de polder zijn daarom vergeleken met de grondwaterstanden buiten de polder.

Ook deze meetreeksen laten in de periode 2023/2024 hogere grondwaterstanden zien, met een langere natte periode dan voorgaande jaren. Bij 5PB1_STIJGHE_001 is de grondwaterstand in deze natte periode ca. 0,1 tot 0,2 m hoger dan in de voorgaande jaren. Bij GW_Kanal22_01 is het verschil ca. 0,2 tot 0,3 m. Ook is te zien dat in 2022 de grondwaterstand in de zomer verder uitzakt dan in 2021 en na 2022. Dit is iets wat (in mindere mate) ook bij de peilbuizen in de polder te zien is. De grondwaterstanden buiten de polder lijken dus hetzelfde patroon te vertonen als de peilbuizen binnen de polder.



Figuur 2-10 Grondwaterstanden 5PB_STIJGHT_001



Figuur 2-11 Grondwaterstanden GW_Kanal22_01

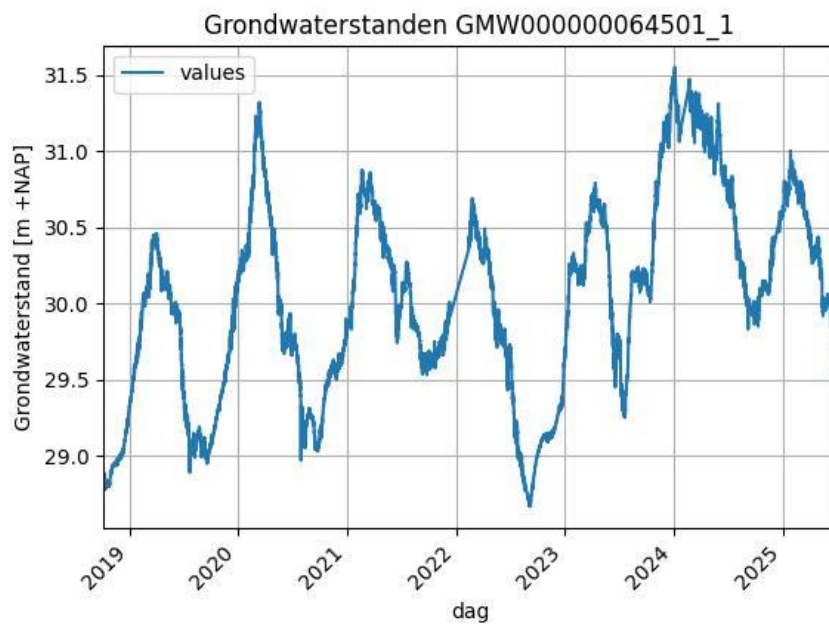
Vergelijking met peilbuizen in de omgeving – op grotere afstand

De grondwaterstanden binnen de polder zijn ook vergeleken met peilbuizen op grotere afstand: peilbuizen GMW000000064501 en GMW000000016373. De gemeten grondwaterstanden van deze peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 2.12 en Figuur 2.13.

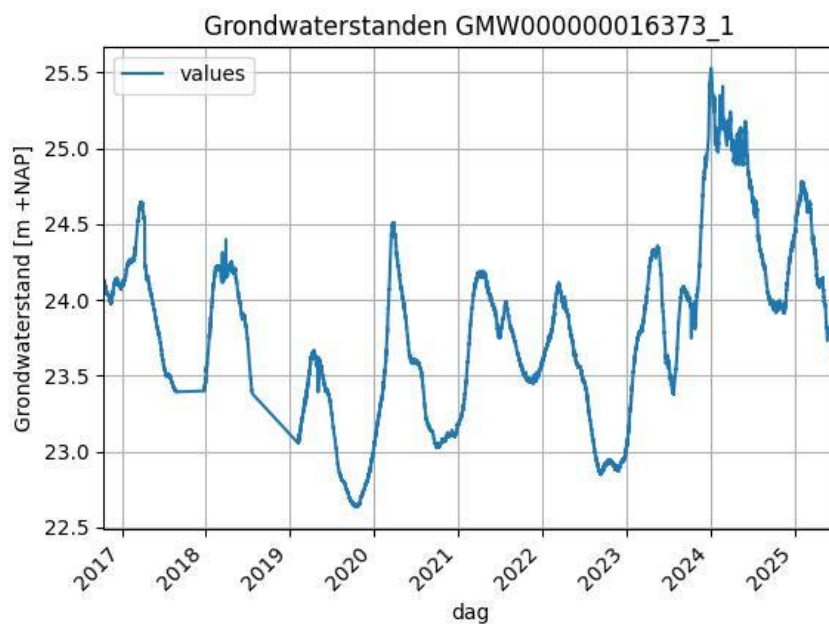
29-09-2025

Versie C1

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen



Figuur 2-12 Grondwaterstanden GMW000000064501



Figuur 2-13 Grondwaterstanden GMW000000016373

In deze figuren is te zien dat ook deze peilbuizen veel hogere grondwaterstanden vertonen in 2023/2024 vergeleken met begin 2023 en 2024/2025. Dit verschil bedraagt circa 0,8 – 1,0 m. De stijging is daarmee significant groter dan de stijging binnen de polder.

Ook is duidelijk te zien dat de grondwaterstanden in de zomer van 2024 minder uitzakken dan in de voorgaande jaren: bij GMW000000064501 bedraagt het verschil circa 0,5 m, bij GMW000000016373 loopt dit op tot circa 1,0 m.

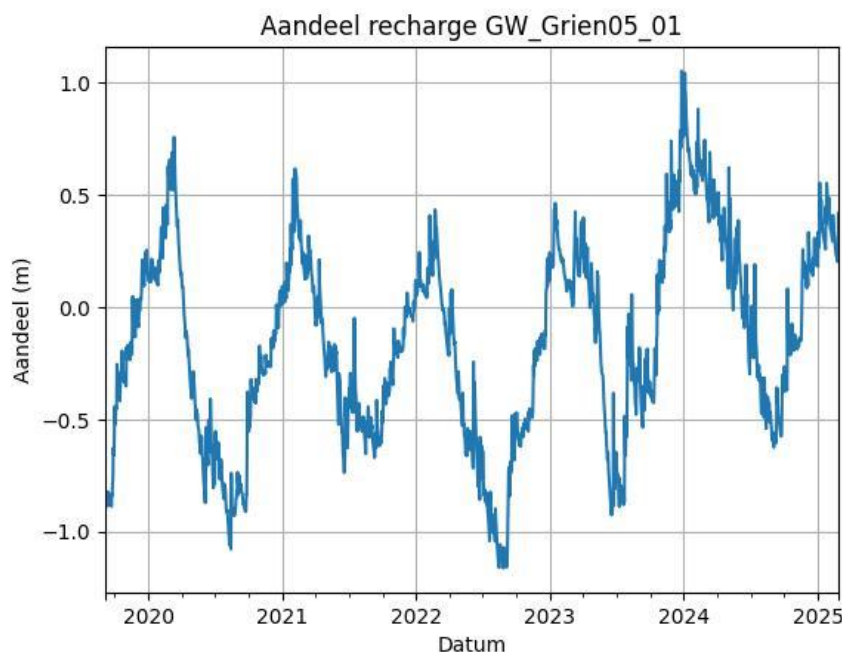
2.3.4 Analyse effect neerslag/verdamping

Hierna zijn enkele grafieken weergegeven van het aandeel van de neerslag/verdamping (grondwateraanvulling) als verklarende reeks. Dit laat zien welke invloed de grondwateraanvulling op de grondwaterstanden heeft: oftewel, een positieve waarde betekent een stijging van de grondwaterstand ten opzichte van de drainagebasis, een negatieve waarde een daling van de grondwaterstand.

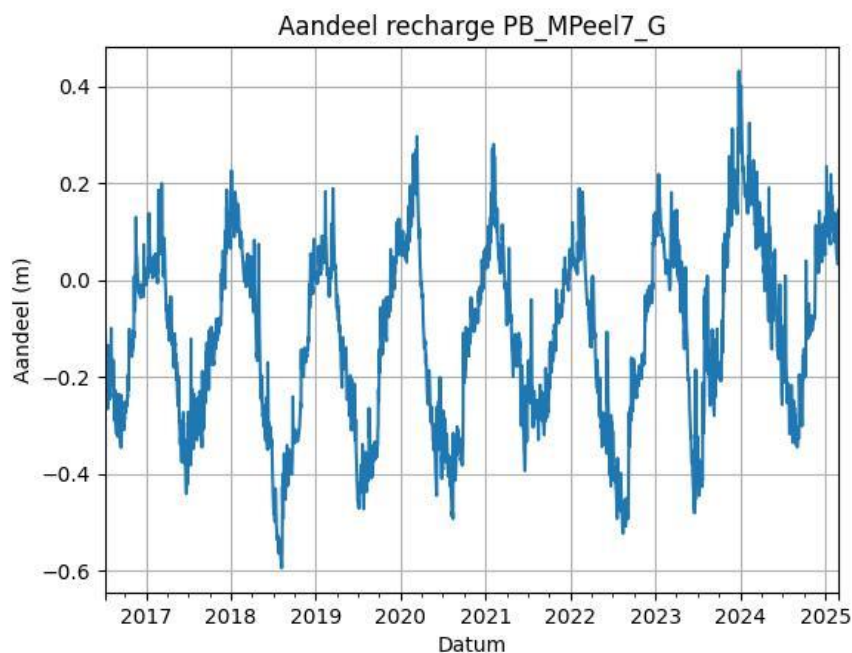
Binnen de polder

In Figuur 2.14 t/m 2.16 is het aandeel van de neerslag/verdamping bij drie peilbuizen weergegeven. Voor de locatie van deze peilbuizen wordt verwezen naar Figuur 2.6. In Bijlage 4 zijn de resultaten van alle peilbuizen weergegeven.

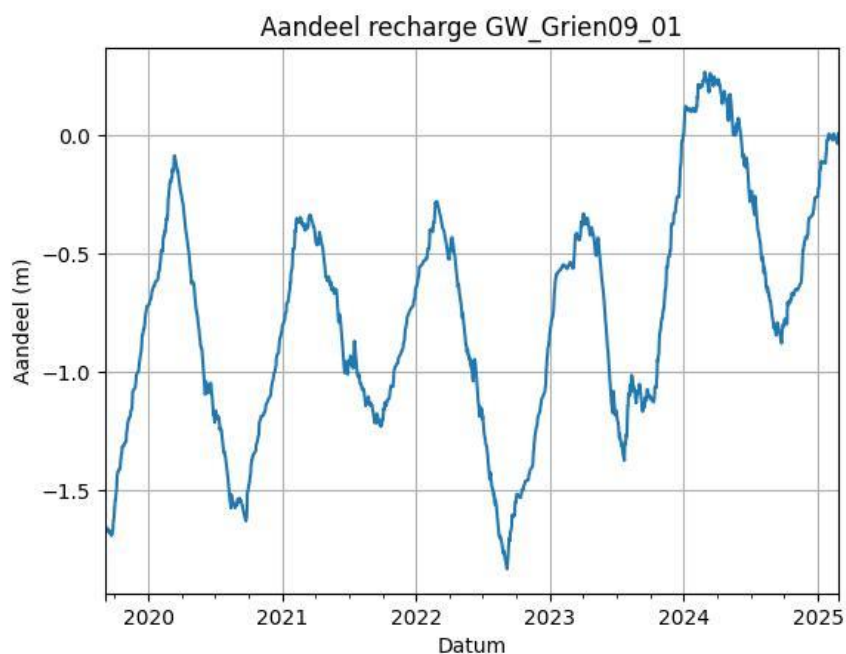
Wanneer gesproken wordt over “het aandeel” van de grondwateraanvulling, wordt bedoeld welke invloed de grondwateraanvulling op de grondwaterstanden heeft. De figuren laten zien hoe de grondwaterstand reageert op alleen de neerslag en verdamping, zonder de residuen en overige verklarende reeksen.



Figuur 2-14 Aandeel neerslag GW_Grien05_01



Figuur 2-15 Aandeel neerslag PB_Mpeel7_G



Figuur 2-16 Aandeel neerslag GW_Grien09_01

Bij peilbuis GW_Grien05_01 valt op dat tussen 2020 en 2023 de stijging van de grondwaterstand als gevolg van de neerslag iets afneemt. In peilbuizen PB_MPeel7_G en GW_Grien09_01 is deze afname enigszins zichtbaar, maar minder sterk. Dit waren drogere jaren, het is daarom logisch dat de grondwaterstand minder toeneemt als gevolg van neerslag.

In de periode 2023/2024 neemt het aandeel van de neerslag/verdamping juist met ruim 50 cm toe. Ook bij peilbuis GW_Grien09_01 is dit circa 50 cm. Bij peilbuis PB_Mpeel7_G is de toename in 2023/2024 lager, circa 20 cm.

29-09-2025

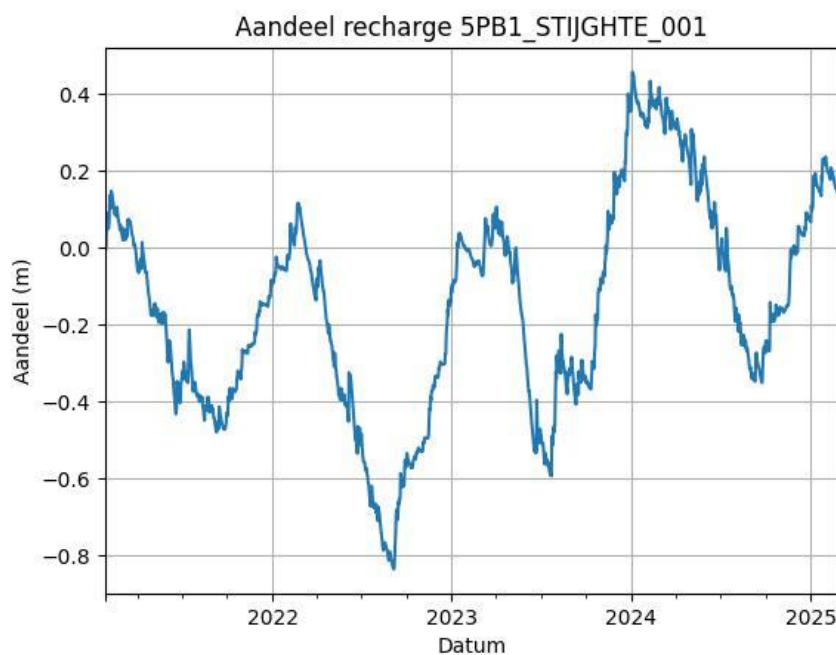
Versie C1

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen

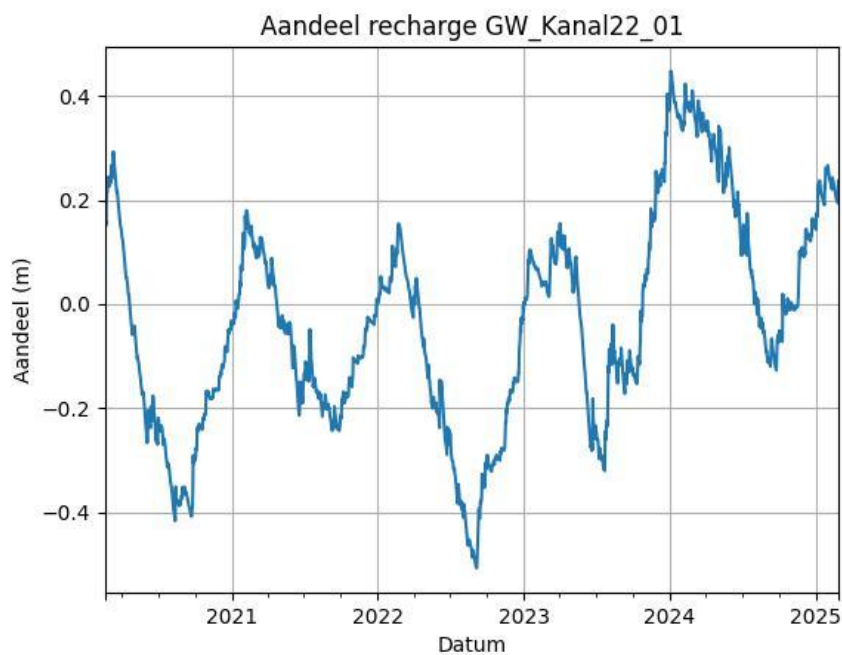
Zoals ook in Bijlage 3 te zien is, is deze stijging in meer of mindere mate in alle peilbuizen te zien. De periode 2023/2024 is bekend als een extreem natte periode. Een dergelijke stijging is te verwachten: veel neerslag leidt tot meer grondwateraanvulling, en dus een hogere grondwaterstand.

Buiten de polder

In Figuur 2.17 en 2.18 is het aandeel van de neerslag/verdamping voor peilbuizen 5PB1_STIJGHTE_001 en GW_Kanal22_01 te zien. Hieruit blijkt dat in de periode 2023/2024 de grondwaterstand bij beide peilbuizen circa 0,3 m stijgt als gevolg van de neerslag/verdamping, ten opzichte van de voorgaande jaren. Dit is vergelijkbaar met de stijging van de grondwaterstand zelf. Het is daarom zeer aannemelijk dat de extra stijging van de grondwaterstanden in 2023/2024 veroorzaakt wordt door de extreme neerslag. Dit is ook bij andere onderzoeken, verspreid over heel Nederland, gebleken.



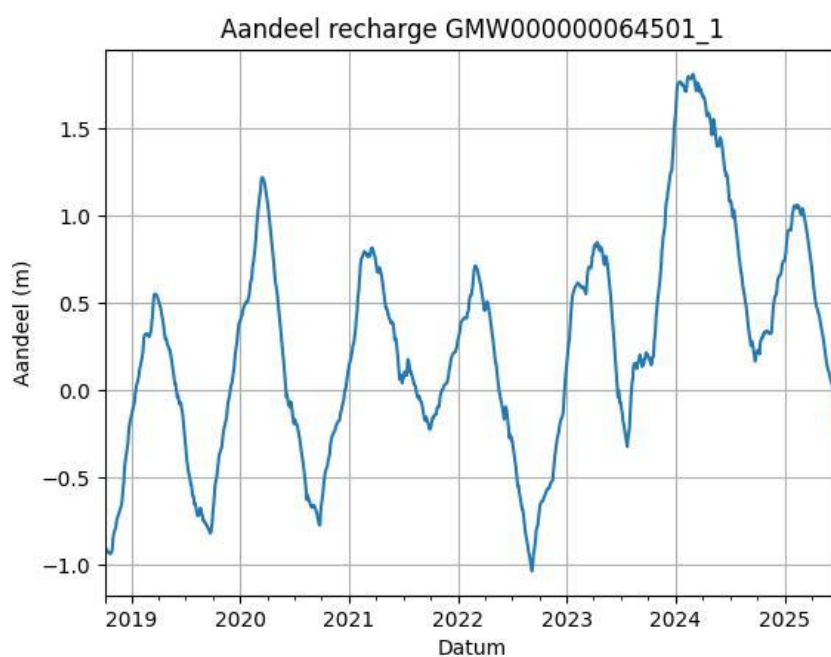
Figuur 2-17 Aandeel neerslag 5PB1_STIJGHTE_001



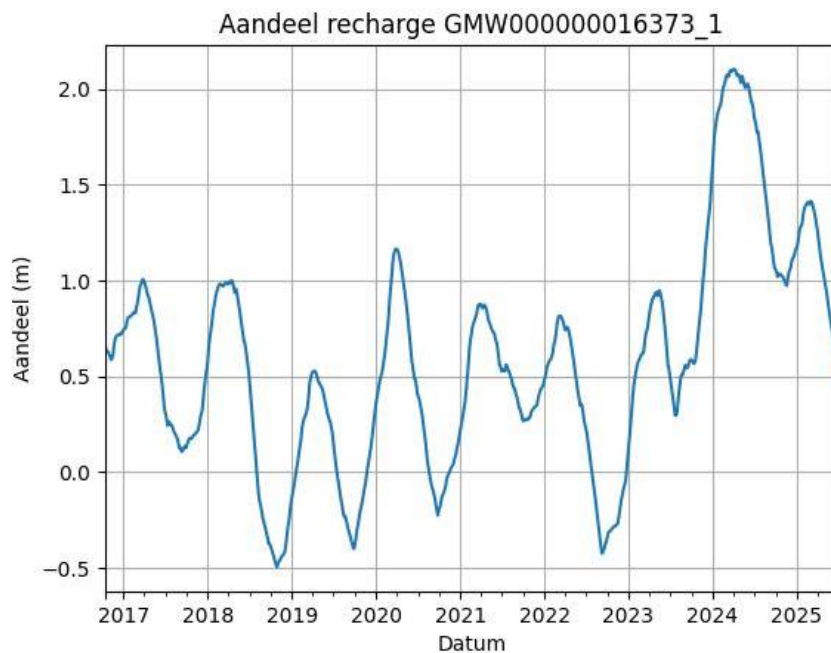
Figuur 2-18 Aandeel neerslag GW_Kanal22_01

Buiten de polder – op grotere afstand

In Figuur 2.19 en 2.20 is het aandeel van de neerslag/verdamping van de peilbuizen in de omgeving op grotere afstand, peilbuizen GMW000000064501 en GMW000000016373, weergegeven.



Figuur 2-19 Aandeel neerslag GMW000000064501



29-09-2025

Versie C1

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen

Figuur 2-20 Aandeel neerslag GMW000000016373

Ook hierin is duidelijk te zien dat de grondwaterstanden in de periode 2023/2024 zeer sterk stijgen als gevolg van de neerslag/verdamping, tot circa 1,0 m. Deze stijging is vrijwel gelijk aan de stijging van de grondwaterstanden zelf.

Op basis hiervan kan gesteld worden dat de extreem hoge grondwaterstanden in Griendtsveen het gevolg zijn van de extreem natte periode 2023/2024, en dat dit patroon ook in de omgeving te zien is. De grondwaterstanden in de omgeving stijgen zelfs (veel) meer dan de grondwaterstanden binnen de polder. Dit wordt veroorzaakt door de sterke regulering van het watersysteem in Griendtsveen. De peilbuizen buiten Griendtsveen liggen niet nabij een watergang, en worden daardoor niet beïnvloedt door afwatering via oppervlaktewater. Aangezien de oppervlaktewaterpeilen in Griendtsveen op peil worden gehouden, kan het grondwater daar, bij hoge grondwaterstanden, wél afwateren op de oppervlaktewatergangen.

Analyse aandeel oppervlaktewaterstanden

Een vergelijkbare analyse is gedaan op het aandeel van de oppervlaktewaterstanden op de grondwaterstand. De meetreeksen van de kanalen zijn echter korter dan de staprespons, waardoor de tijdreeksmodellen het aandeel van de oppervlaktewaterstanden nog niet volledig hebben ingeschat.

De Helenavaart en de watergang Griendtsveen bevatten wel langere meetreeksen. Uit de tijdreeksmodellen blijkt echter dat de Helenavaart en de watergang Griendtsveen geen significante bijdrage leveren aan de betrouwbaarheid van de tijdreeksmodellen, ook niet bij meetpunten nabij deze oppervlaktewateren. De maatregelen hebben dus geen meetbaar ander effect op de grondwaterstanden dan dat deze voor de maatregelen hadden.

3 Conclusies

De volgende conclusies trekken we uit de analyses.

Klimaat 2023 en 2024

- De jaren 2023 en 2024 zijn de twee meest natte jaren van de afgelopen 25 jaar geweest. Dit zien we zowel in de klimaatdata als in de grondwatermetingen terugkomen.
- De periode najaar 2023 tot zomer 2024 is een extreem natte periode geweest. Door de langdurig natte periode blijven de grondwaterstanden ook in de droge periodes veel hoger dan in andere jaren. Met name de duur van natte perioden (uitgedrukt als de cumulatieve neerslagsom) is uitzonderlijk te noemen.
- Hierdoor zijn de grondwaterstanden gedurende een lange periode hoog geworden en gebleven. Dit is te zien in zowel de peilbuizen binnen de polder, als vlak daarbuiten en ook op grotere afstand. In hoeverre deze stijging te zien is, is sterk afhankelijk van de locatie van de peilbuis. Wel zien we bij vrijwel alle peilbuizen dat het gemeten grondwaterniveau in 2023 en 2024 het hoogste niveau is dat voorkomt in de meetreeksen.

Beschouwing waterstanden

- **Helenavaart**
Het laatste decennium is geen waarneembaar verschil in het peilbeheer opgetreden. De waterstanden zijn, ondanks maatregelen in de Helenavaart en het Peelkanalsysteem, niet wezenlijk veranderd.
- **Kanalen Griendtsveen**
Er is een zeer constant peilbeheer sinds de maatregelen van het projectplan "Polder Griendtsveen". De meetreeksen zijn pas beschikbaar van na de ingrepen, we kunnen deze daarom niet gebruiken in de tijdreeksanalyse. Het peilbeheer voor de maatregelen was gericht op hetzelfde streefpeil van NAP +30,80 m. Er hebben dus geen wezenlijke veranderingen plaatsgevonden en het ligt dus ook niet in de verwachting dat het kanaalpeil een andere invloed gaat hebben.
- **Watergang Griendtsveen**
In de meetreeksen van de watergang Griendtsveen is geen trendverandering zichtbaar. We zien ook geen hogere piekpeilen dan voorheen. Tussen de stuwen is uit de meetreeksen van de overlaat Driehonderdbunders niet af te leiden of het peil nog uitzakt tot ruim onder de stuwen. Het meetpunt tussen de stuwen kan dit niet vaststellen door beperking in het meetbereik. Buiten de stuwen zakt het peil wel verder uit, dit omdat het meetpunt nu dicht bij het gemaal ligt en dus eerder droogvalt.
- **De stuwen zijn dus wel nodig als mitigerende maatregel, om verdroging tegen te gaan door de maatregelen. Het stuwpeil kan wel worden aangepast naar NAP +30,10 m (gemaalzijde), om meer in lijn te komen met de dynamiek van voor de maatregelen.**
- **Gemalen**
De meetpunten bij de gemalen kunnen we niet gebruiken, vanwege de diepe ligging van de maalkommen. Het peil wordt hier zodanig goed beheerst en binnen de betonbak gehouden, dat met dit gemeten peil geen relatie met het grondwater te leggen is. Wel kunnen we dus concluderen dat de gemalen onder normale omstandigheden de sloten droog kunnen houden.

Alleen bij enorm grote neerslagpieken treden kortstondig verhogingen op, maar deze worden ook door de andere meetreeksen beschreven, welke wel betrouwbaar zijn.

29-09-2025

Versie C1

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen

Beschouwing grondwaterstanden

- Binnen de polder stijgen de grondwaterstanden circa 0,3 tot 0,5 m. Buiten de polder in het landbouwgebied en in de Mariapeel is dit circa 0,1 tot 0,3 m. Hier wordt gestuurd op een kleinere drooglegging en daarmee minder variatie in de grondwaterstanden. De peilbuizen op grotere afstand liggen op een zandrug, verder van watergangen af, hier is de stijging 0,8 tot 1,0 m.
- Wanneer deze binnen een gebied ligt waar de oppervlaktewaterpeilen sterk gereguleerd worden, zoals in Griendtsveen, zijn de effecten minder sterk dan in een gebied waar de oppervlaktewaterpeilen vrij kunnen variëren.
- De stijging van de grondwaterstanden in Griendtsveen hangt vrijwel één-op-één samen met de stijging van het aandeel van de neerslag en de verdamping. Anders gezegd: voor de peilbuizen in het dorp wordt de grondwaterdynamiek vrijwel geheel bepaald door de neerslag en verdamping, en niet door andere factoren zoals waterpeilen.
- Hieruit kunnen we concluderen dat de peilbuizen in het dorp binnen het normale patroon reageren. Er is geen sprake van een bovenmatig sterkere of zwakkere respons.

Effect van het oppervlaktewater

- De Helenavaart levert geen significante bijdrage aan de betrouwbaarheid van de tijdreeksmodellen, ook niet bij grondwatermeetpunten nabij de Helenavaart. Dat betekent ook dat de Helenavaart geen significante invloed heeft op de grondwaterstanden daar. Dit komt met name omdat het maaiveld in de noordwesthoek van het dorp veel hoger ligt dan het peil in de Helenavaart.
- De reeksen op de kanalen hebben een te korte meetperiode om de invloed op de grondwaterstanden betrouwbaar te kunnen bepalen. Omdat de reeksen alleen van na de ingrepen beschikbaar zijn, is niet af te leiden of de ingrepen aan het watersysteem effect hebben gehad. Het peilbeheer is echter ook niet veranderd, dus effecten worden ook niet verwacht.
- Bij de watergang Griendtsveen blijkt ook dat de oppervlaktewaterstand geen verklarende factor is voor de grondwaterstanden in de tijdreeksmodellen (verklaring voor 2%). Het oppervlaktewater, of beter gezegd de aanwezigheid van de sloot, heeft wel invloed op de grondwaterstanden, maar is geen verklaring voor de variatie ervan. Die wordt vooral verklaard door de neerslag. Dit is te verwachten in een sterk peilgereguleerde (polder)omgeving.
- We zien door de plaatsing van de stuwen in de watergang Griendtsveen geen andere waterstanden dan voorheen. Wel moeten we een kanttekening maken dat het meetpunt tussen de stuwen niet lager dan NAP +30,15 m kan meten en dat dus niet te verifiëren valt of het peil daar nog tot de bodem uitzakt.

Effect neerslag

29-09-2025

Versie C1

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen

- De extreem hoge grondwaterstanden in Griendtsveen zijn het gevolg van de extreem natte periode 2023/2024. Dit patroon is ook in de omgeving te zien. De grondwaterstanden in de omgeving stijgen zelfs (veel) meer dan de grondwaterstanden binnen de polder. Daar is de respons dus groter.
- Dit wordt veroorzaakt door de sterke regulering van het watersysteem in Griendtsveen. De peilbuizen buiten Griendtsveen liggen niet nabij een watergang, en worden daardoor niet beïnvloedt door afwatering via oppervlaktewater. Hier is het effect van de neerslag groter.
- Aangezien de oppervlaktewaterpeilen in Griendtsveen op peil worden gehouden, kan het grondwater daar, bij hoge grondwaterstanden, wél afwateren op de oppervlaktewatergangen.

Aandachtspunten tijdreeksanalyse

De volgende aandachtspunten hebben we bij de analyses:

- Niet alle grondwatermeetreeksen zijn even 'goed', er zitten nog veel uitbijters in. Dit is niet handmatig aangepast, maar zou mogelijk nog een verbetering in de betrouwbaarheid van de tijdreeksmodellen kunnen opleveren.
- De tijdreeksmodellen zijn niet volledig gekalibreerd en gevalideerd, omdat de meetreeksen veelal te kort zijn, en omdat dit buiten de scope van dit project valt. Er kunnen daarom geen statistische uitspraken met de tijdreeksmodellen gedaan worden. Dit is echter ook niet noodzakelijk, omdat de reeksen niet gebruikt worden om voorspellingen te doen.
- De tijdreeksmodellen kunnen lastig de invloed van een constante verklarende reeks op de grondwaterstanden inschatten, omdat hier te weinig variatie in zit. Dit betekent dat het inschatten van de invloed van constante oppervlaktewaterpeilen (zoals in een polder aanwezig), lastig is. Wel is het zo dat als de neerslag minder invloed heeft, dit een teken is dat het oppervlaktewater een grotere invloed heeft.

Advies met betrekking tot de stuwen in watergang Griendtsveen

- Het is niet gezegd dat met het verlagen van het stuwpeil de grondwateroverlast in 2023 en 2024 dan niet zou zijn ontstaan. Deze is ontstaan door de extreem natte perioden, met weinig tot geen hersteltijd voor het systeem. Ook de meetreeks buiten de stuwen bij het gemaal laat over bijna geheel 2023 en begin 2024 een hogere waterstand zien, boven de kruin van de stuwen.
- In drogere jaren zal tussen de stuwen zal het peil minder ver uitzakken dan voorheen, maar we kunnen niet vaststellen hoever het peil nog wel uitzakt.
- Wel is het zo dat het stuwpeil kan worden verlaagd. Het stuwpeil van NAP +30,17 m ligt iets hoger dan de oorspronkelijke dynamiek bij het meetpunt buiten de stuwen. Daarom kan het stuwpeil kan aan de westzijde verlaagd worden naar NAP +30,10 m.

Verantwoordingsblad

29-09-2025

Versie C1

Projectnummer: 51019388
Onderwerp: BOM Griendtsveen

Titel: Duiding waterpeilen en grondwaterstanden
Griendtsveen

Projectnummer: 51019388

Klant: Waterschap Limburg

Versie: C1

Datum: 29-09-2025

Auteur: Siska de Vreeze en Jan Willem Bronkhorst

Gecontroleerd door: Jan Willem Bronkhorst

Paraaf gecontroleerd:



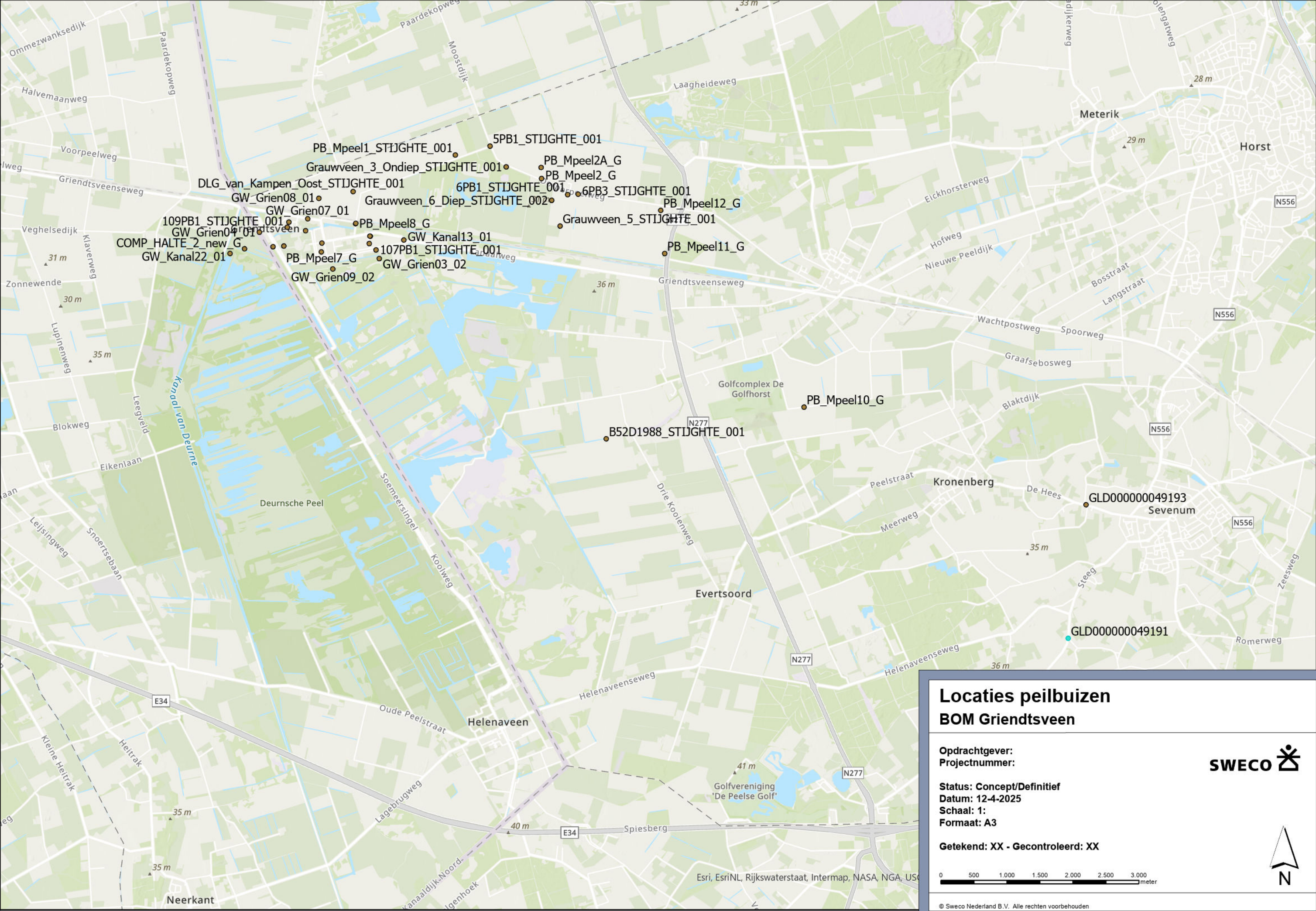
Vrijgegeven door: Tjeerd Dijkstra

Paraaf vrijgegeven:



Bijlage 1 – Locaties peilbuizen en metadata

Kaart locaties peilbuizen.



Locaties peilbuizen

BOM Griendtsveen

Opdrachtgever:

Projectnummer:

Status: Concept/Definitief

Datum: 12-4-2025

Schaal: 1:

Formaat: A3

Getekend: XX - **Gecontroleerd:** XX

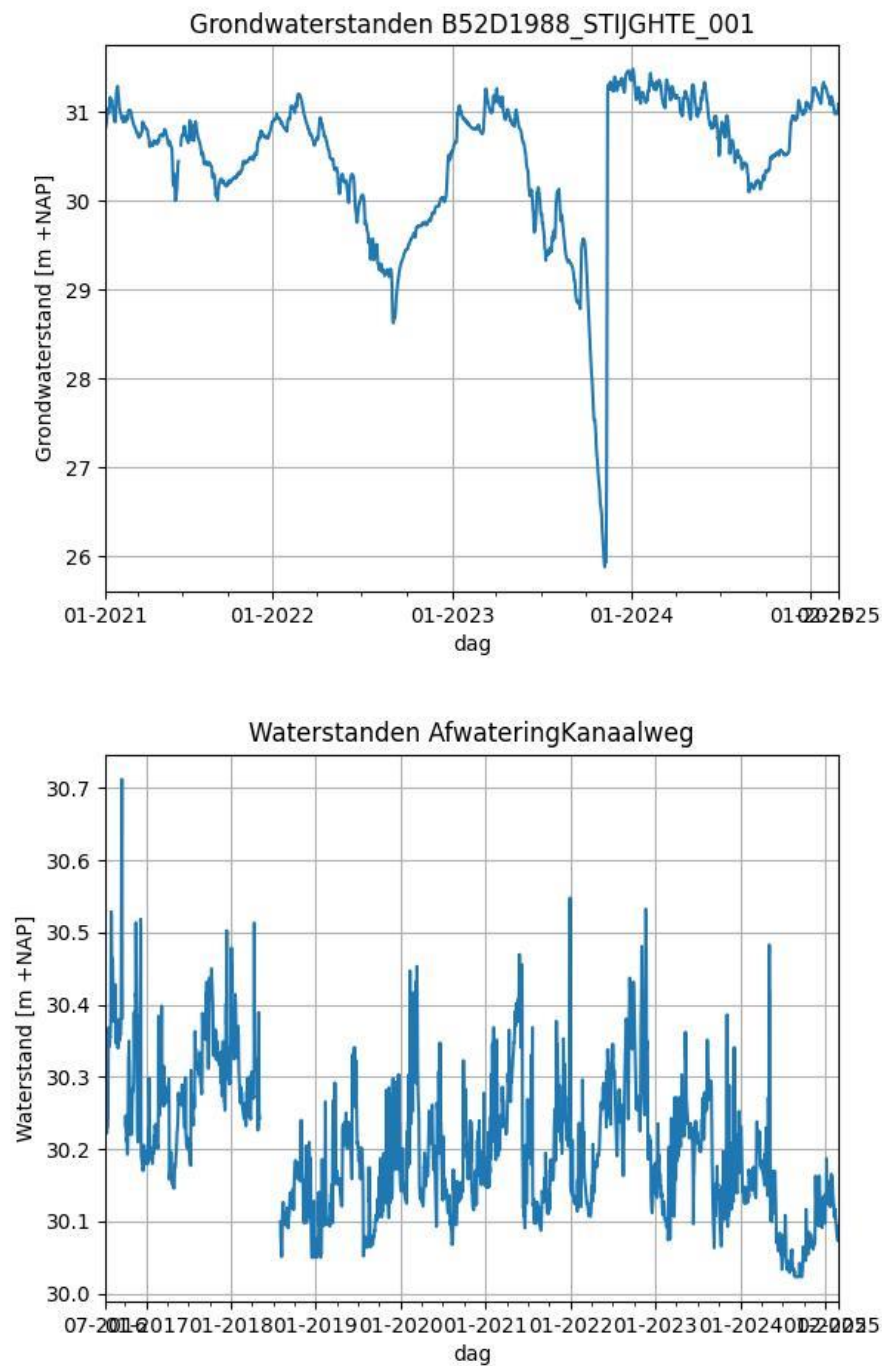
© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

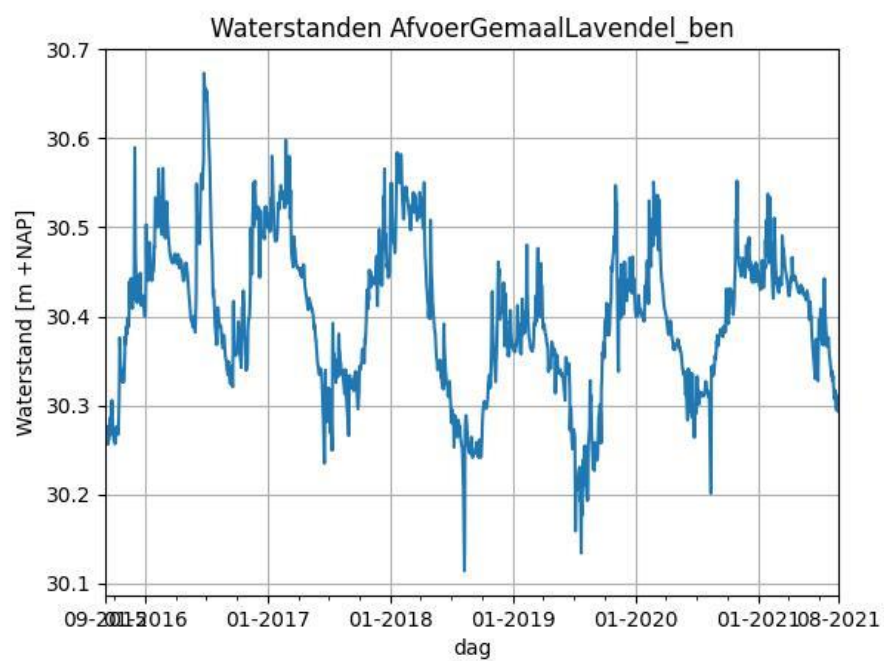
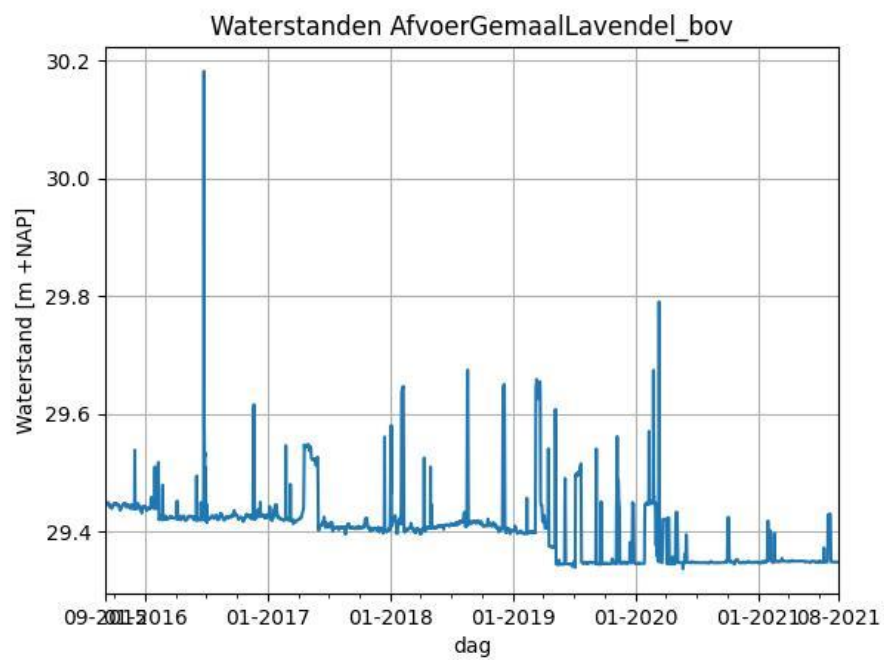
Tabel B1-1 Gegevens peilbuizen

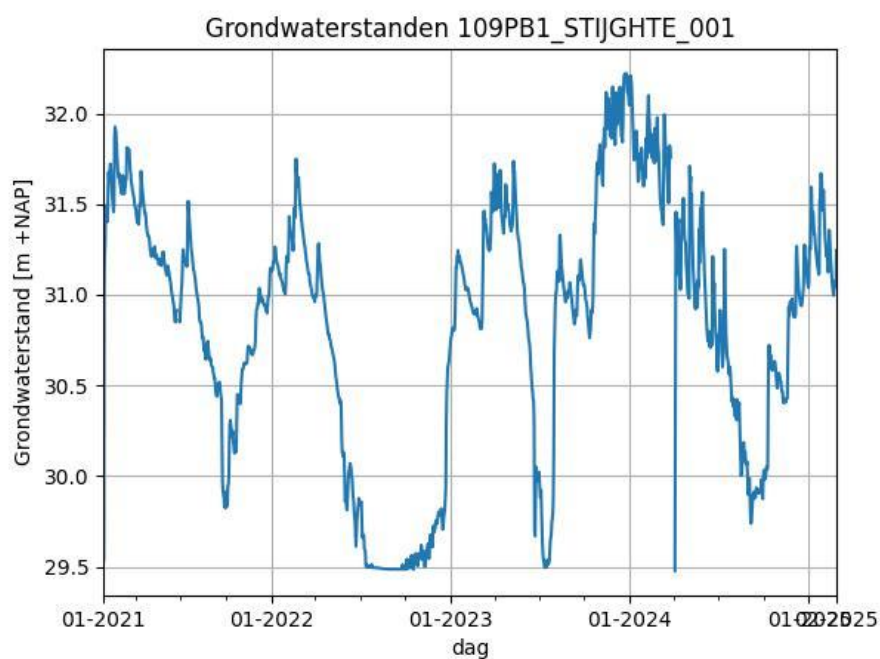
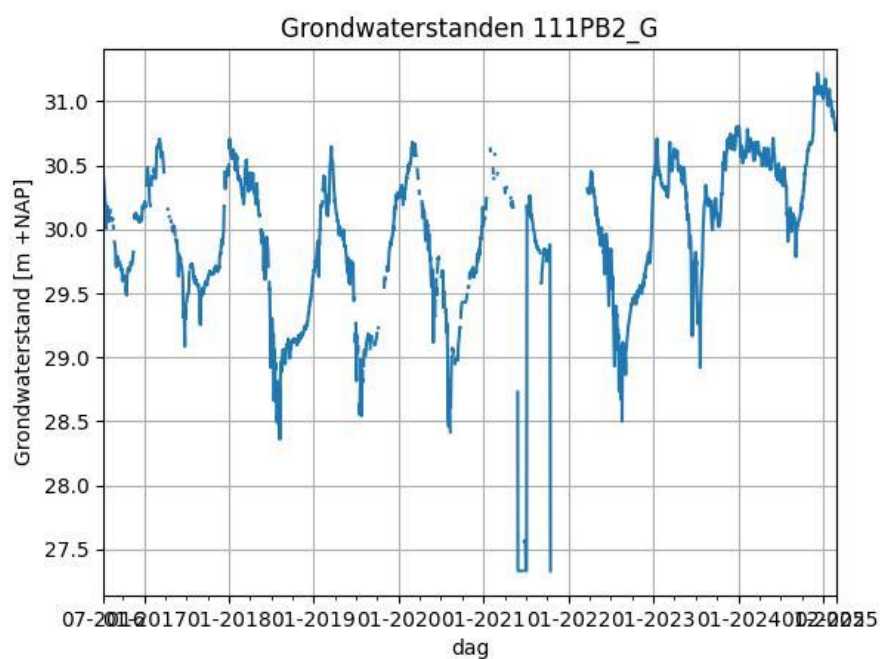
Peilbuis	X	Y	Maaiveld (m +NAP)	Filterdiepte (m +NAP)	Startdatum	Einddatum
5PB1_STIJGHT_001	191941	384937	30,3	N.B.	26-01-2021	26-02-2025
6PB1_STIJGHT_001	192882	384349	31,14	30,27	01-04-2021	26-02-2025
6PB3_STIJGHT_001	193009	384354	30,35	N.B.	26-01-2021	26-02-2025
104PB2_STIJGHT_001	190489	383845	32,2	N.B.	22-01-2021	26-02-2025
107PB1_STIJGHT_001	190558	383679	31,7	N.B.	22-01-2021	26-02-2025
109PB1_STIJGHT_001	189482	383954	32,44	N.B.	24-01-2021	26-02-2025
111PB2_G	190476	383756	31,64	29,08	09-07-2016	26-02-2025
111PB1_G	190476	383756	31,64	30,25	09-07-2016	26-02-2025
B52D1988_STIJGHT_001	193349	381390	31,48	N.B.	25-01-2021	26-02-2025
COMP_HALTE_1_new_G	189309	383717	30,8	28,9	06-11-2015	26-02-2025
COMP_HALTE_1A_new_G	189309	383718	30,8	30,1	06-11-2015	23-08-2025
COMP_HALTE_2_new_G	188964	383693	30,35	29,3	06-11-2015	26-02-2025
DLG_van_Kampen_Oost_STIJGHT_001	190280	384386	31,55	N.B.	22-01-2021	26-02-2025
Grauwveen_3_Diep_STIJGHT_002	192137	384685	30,8	N.B.	26-01-2021	26-02-2025
Grauwveen_3_Ondiep_STIJGHT_001	192136	384685	30,8	N.B.	23-03-2021	26-02-2025
Grauwveen_5_STIJGHT_001	192790	383968	30,49	29,05	13-01-2022	26-02-2025
Grauwveen_6_Diep_STIJGHT_002	192688	384279	29,76	28,76	13-01-2022	26-02-2025
Grauwveen_6_Ondiep_STIJGHT_001	192688	384280	29,76	29,45	13-01-2022	26-02-2025
GW_Grien01_01	190313	384001	32,15	27,33	05-09-2019	26-02-2025
GW_Grien02_01	190484	383846	32,27	27,38	05-09-2019	26-02-2025
GW_Grien03_02	190598	383574	32,15	27,96	05-09-2019	26-02-2025
GW_Grien03_01	190597	383574	32,15	31,02	05-09-2019	26-02-2025
GW_Grien04_01	189144	383894	31,8	28,58	05-09-2019	26-02-2025
GW_Grien05_02	189440	383726	30,92	27,69	05-09-2019	26-02-2025
GW_Grien05_01	189441	383726	30,92	30,39	05-09-2019	26-02-2025
GW_Grien07_01	189730	384056	31,75	27,53	05-09-2019	26-02-2025
GW_Grien08_01	189865	384304	31,34	28,01	05-09-2019	26-02-2025
GW_Grien09_02	190035	383448	31,08	28	05-09-2019	26-02-2025
GW_Grien09_01	190034	383448	31,08	30,55	05-09-2019	26-02-2025
GW_Kanal13_01	190895	383799	31,55	28,54	03-02-2020	26-02-2025
GW_Kanal22_01	188788	383636	30,25	27,94	20-02-2020	26-02-2025
LBO11_STIJGHT_001	189704	383912	31,7	N.B.	22-01-2021	26-02-2025
PB_Mpeel1_STIJGHT_001	191520	384829	30,8	N.B.	22-01-2021	25-02-2025
PB_Mpeel2_G	192565	384544	30,75	29,3	09-07-2016	14-10-2024
PB_Mpeel2A_G	192560	384678	31	29,45	09-07-2016	23-08-2024

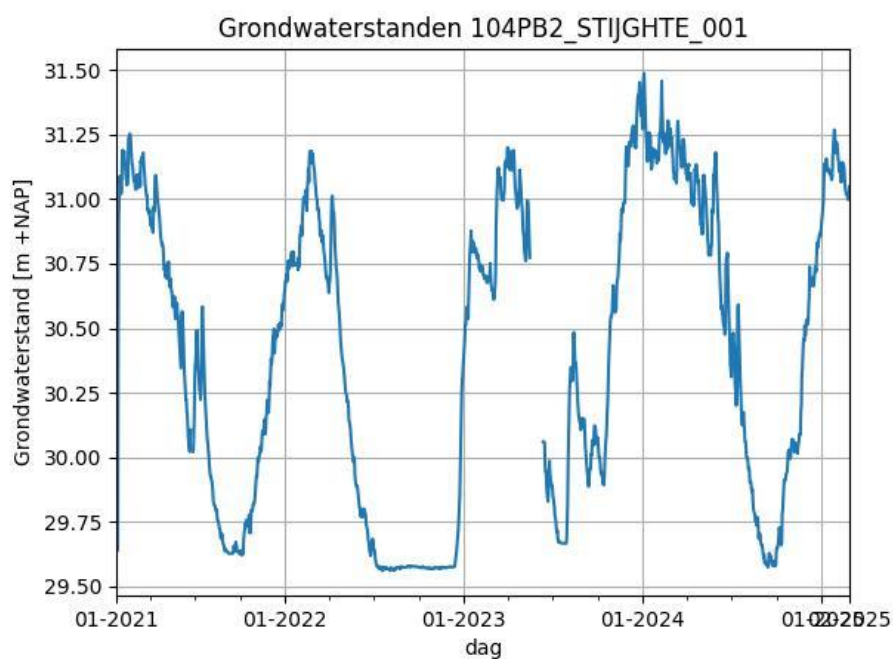
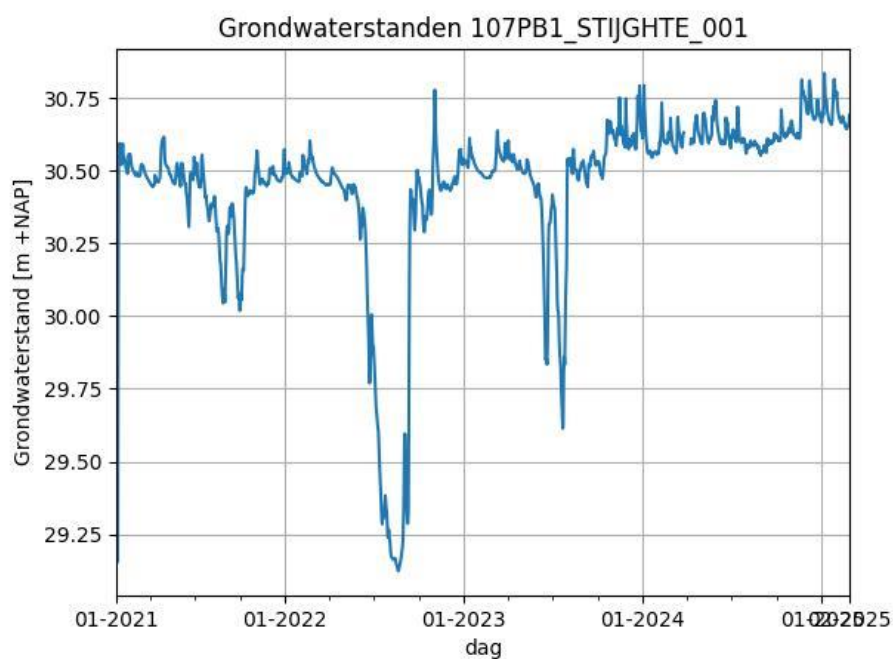
Peilbuis	X	Y	Maaiveld (m +NAP)	Filterdiepte (m +NAP)	Startdatum	Einddatum
PB_Mpeel7_G	189895	383655	31,4	30,1	09-07-2016	26-02-2024
PB_Mpeel8_G	190310	383997	32,25	30,75	09-07-2016	26-02-2025
PB_Mpeel10_G	195748	381774	29,55	28	09-07-2016	19-04-2024
PB_Mpeel11_G	194058	383635	29,9	27,9	09-07-2016	26-02-2025
PB_Mpeel12_G	194010	384158	30,7	29	09-07-2016	26-02-2025
PB_Mpeel13_G	189902	383762	31,7	30,73	20-04-2017	26-02-2025
PB_Mpeel13_G diepe filter	189902	383762	31,7	30,73	05-09-2019	26-02-2025
GRIE_STIJGHTTE_001	189502	384016	32,18	N.B.	28-03-2024	26-02-2025
GRIE_STIJGHTTE_002	189502	384016	32,18	N.B.	28-03-2024	26-02-2025
GLD000000065771	194489	388303	29,96	25,83	05-10-2018	29-06-2025
GLD000000065614	189955	386696	32,51	28,27	05-10-2018	29-06-2025
GLD000000033095	184659	384059	28,03	25,73	12-10-2016	29-06-2025

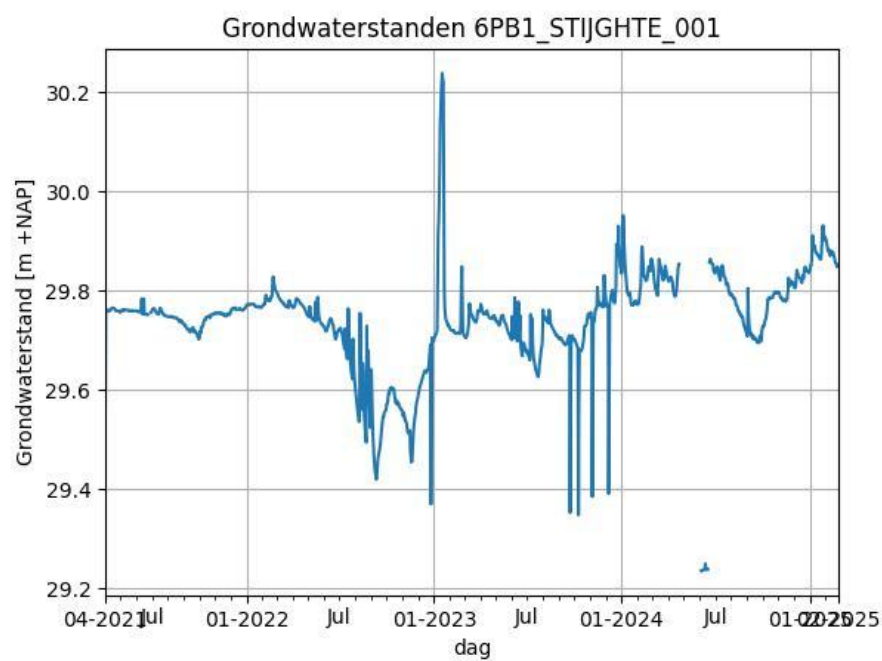
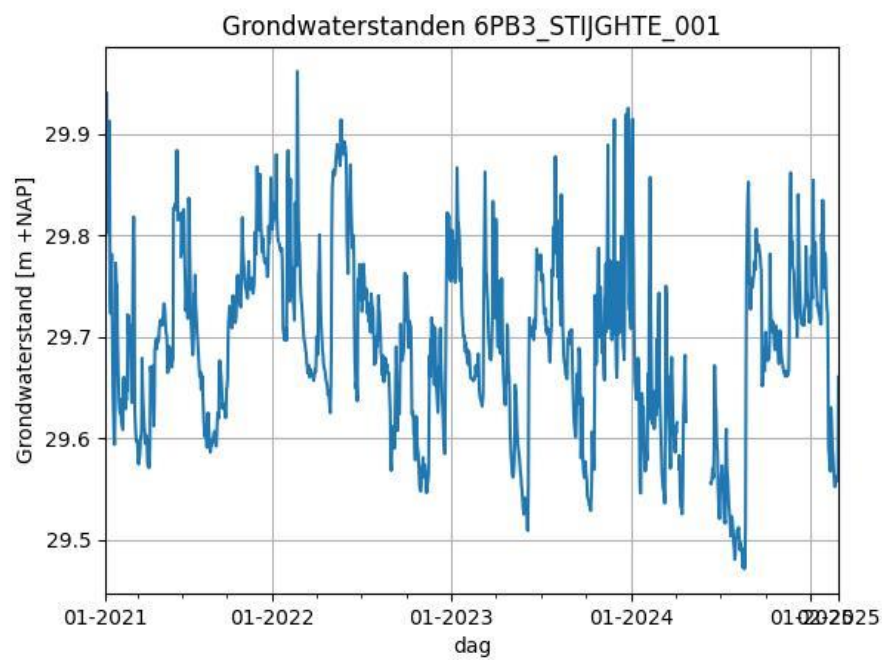
Bijlage 2 – Figuren meetreeksen

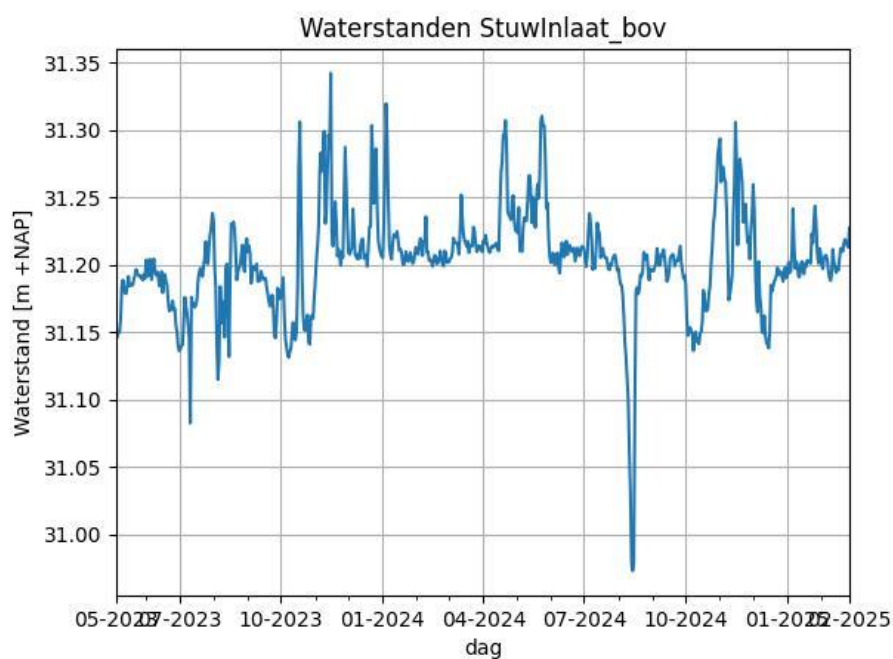


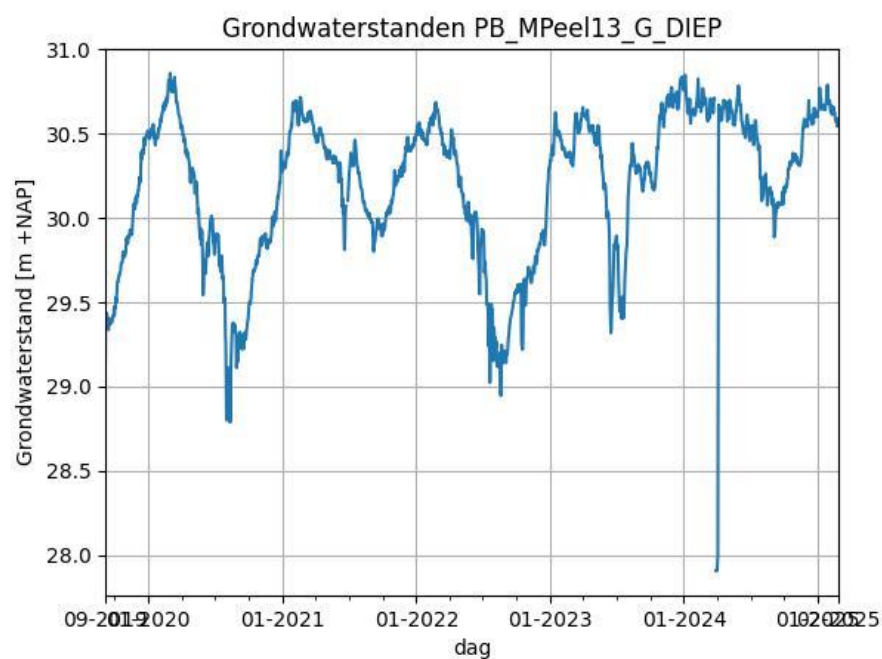
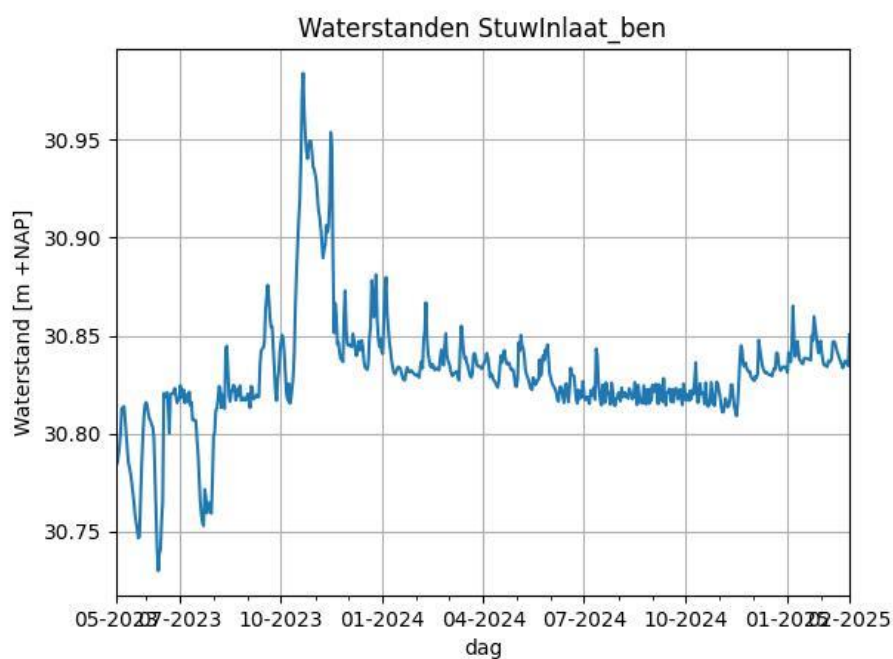


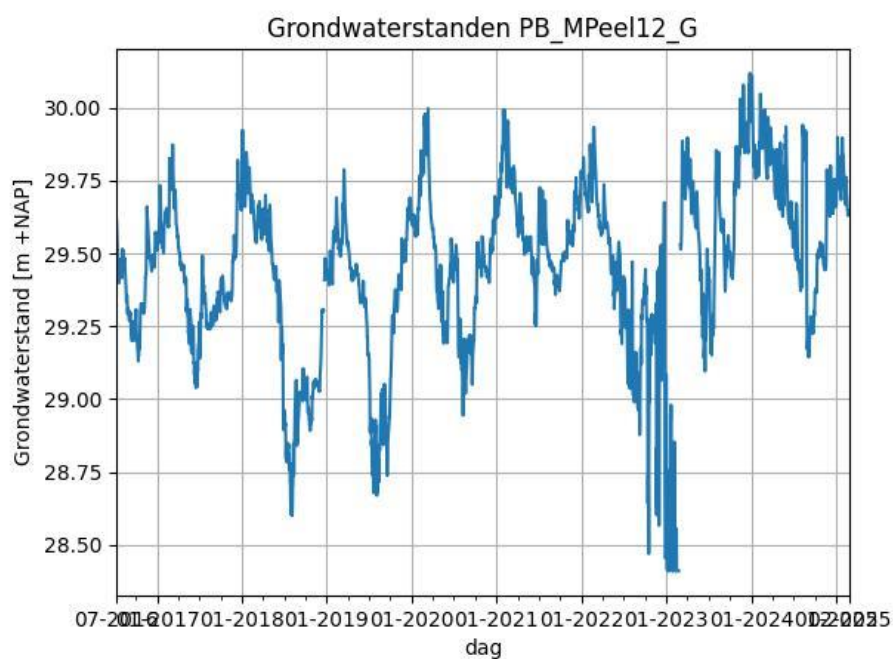
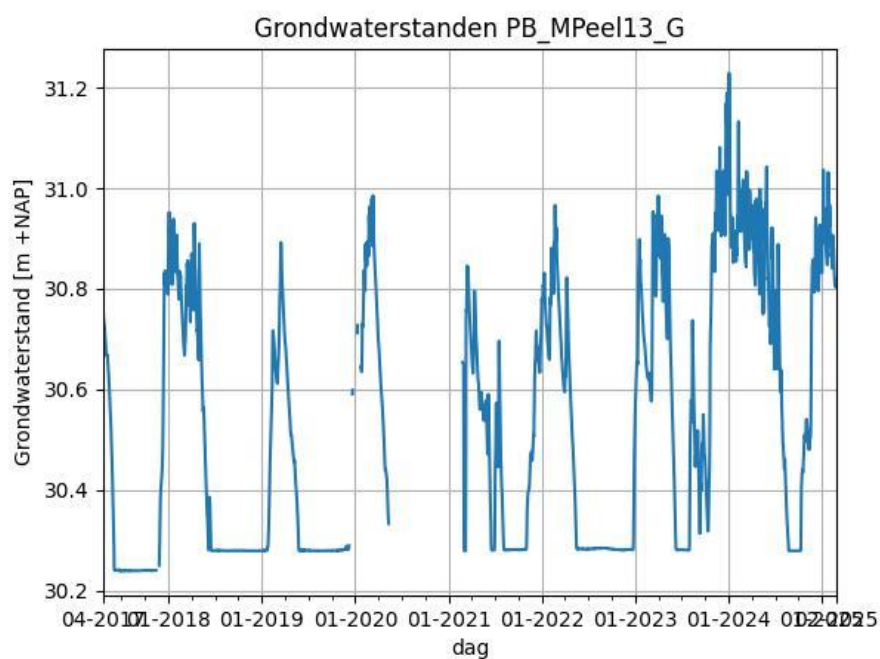


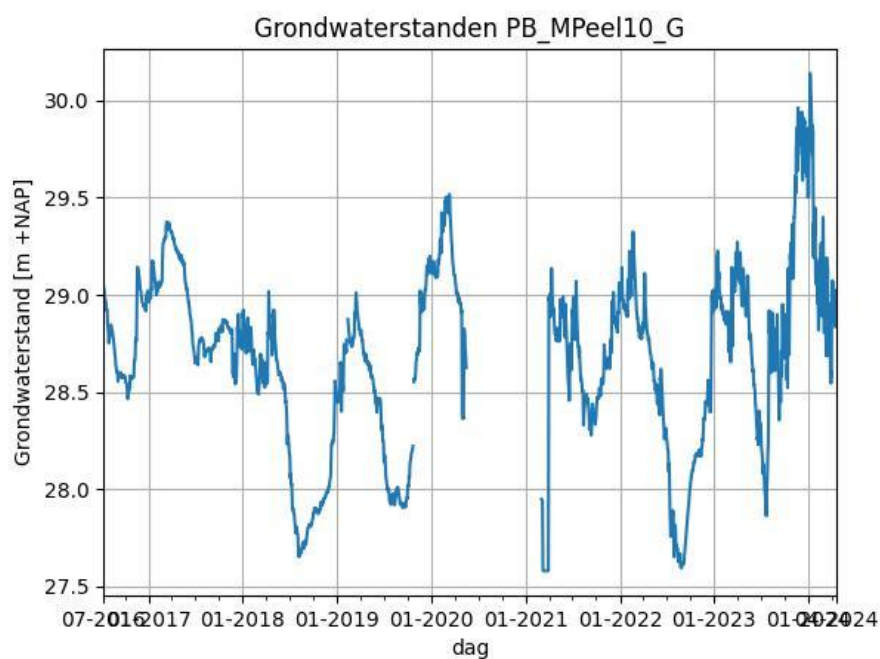
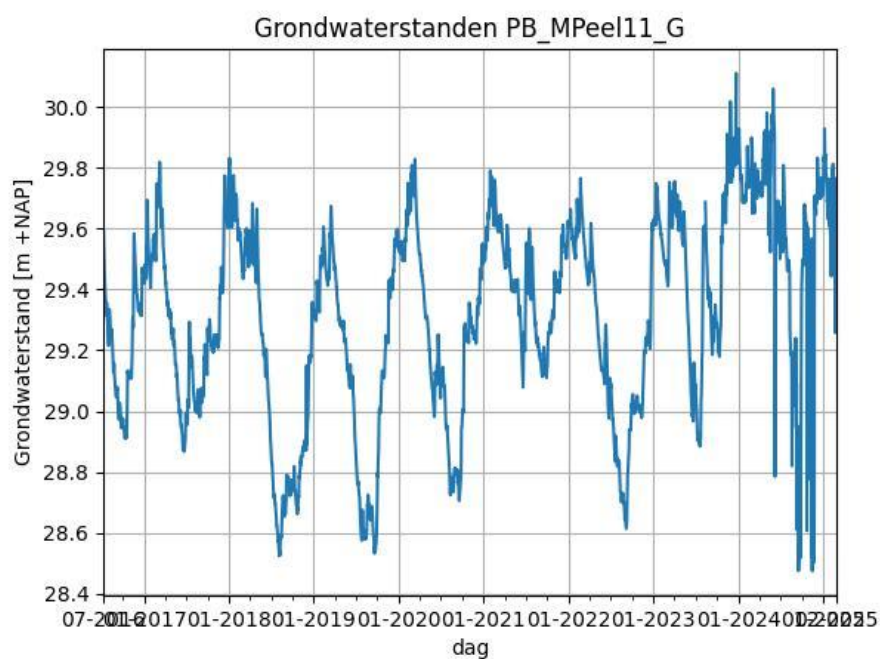


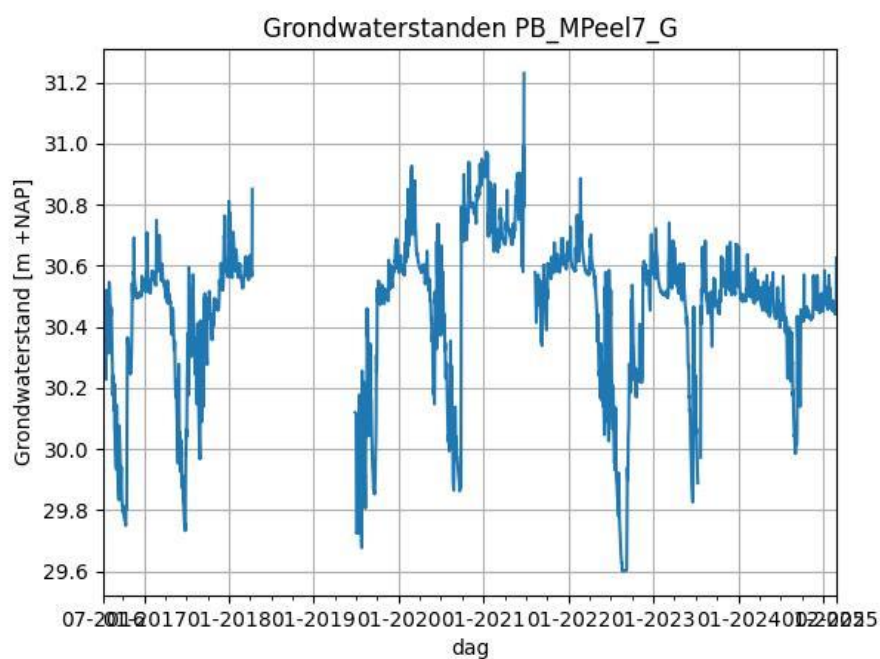
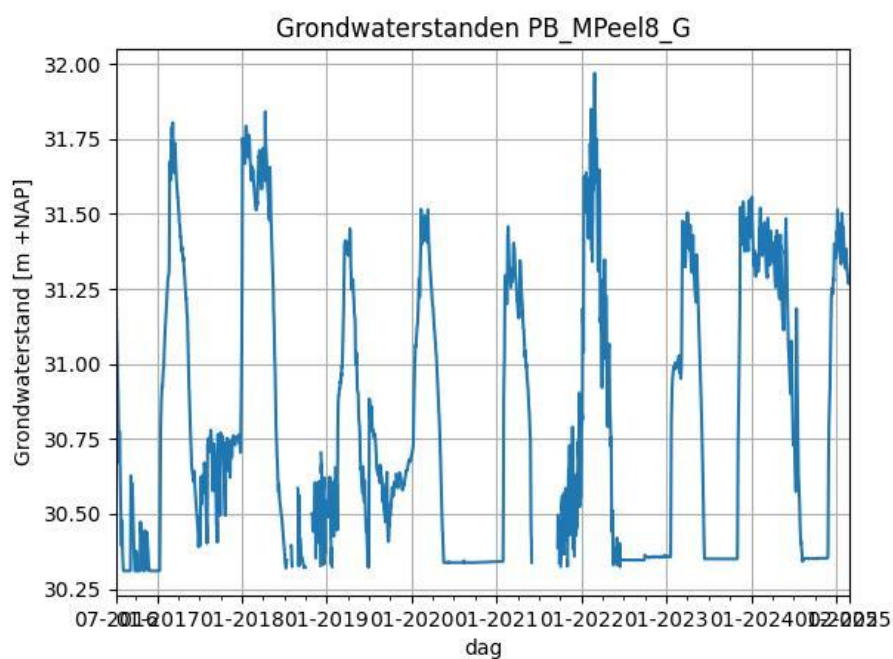


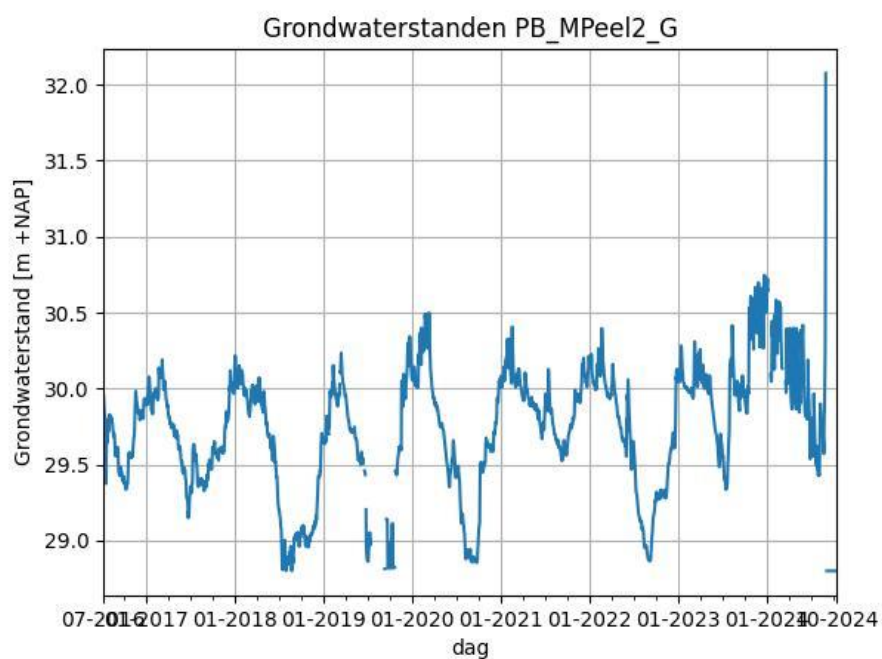
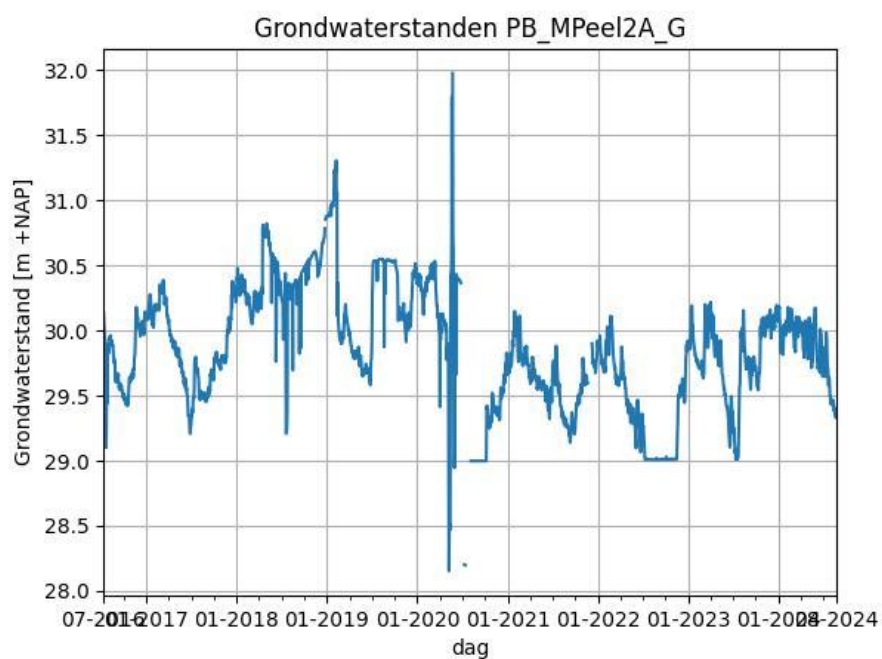


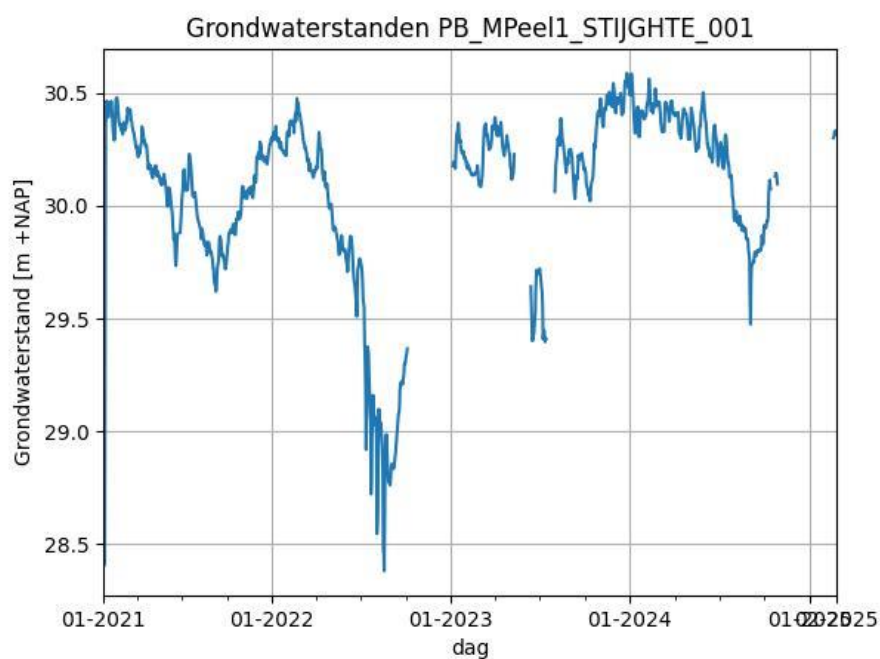


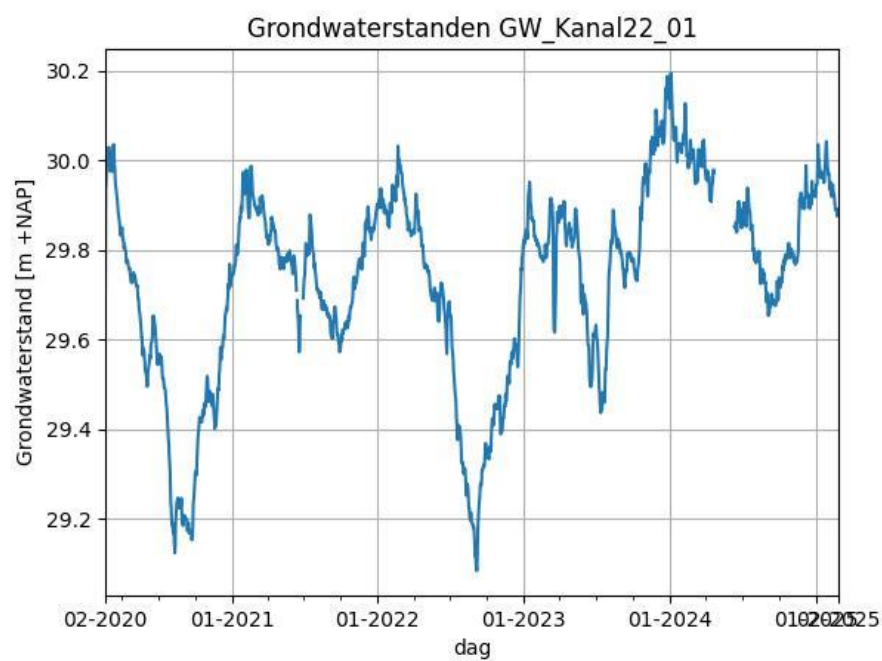
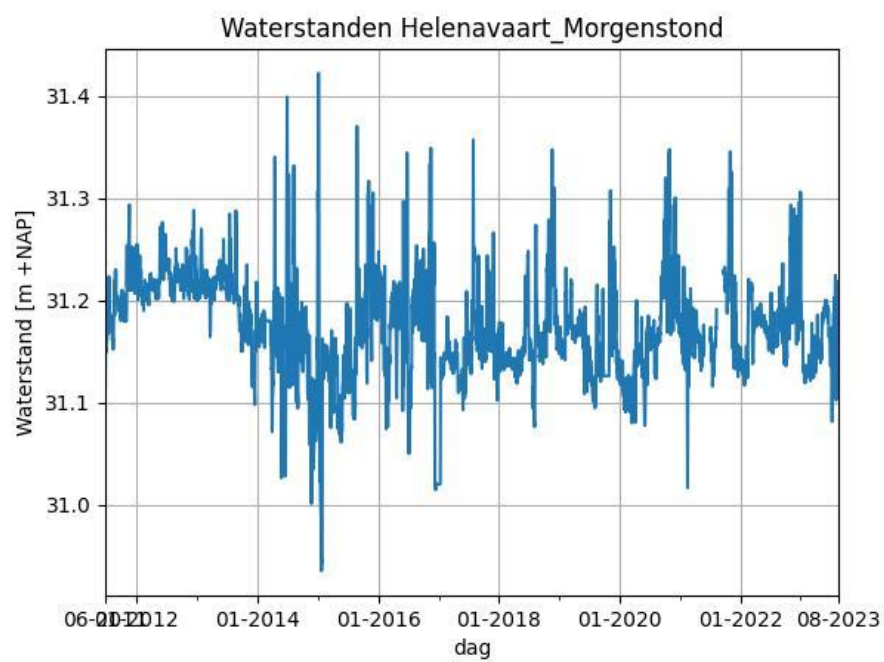


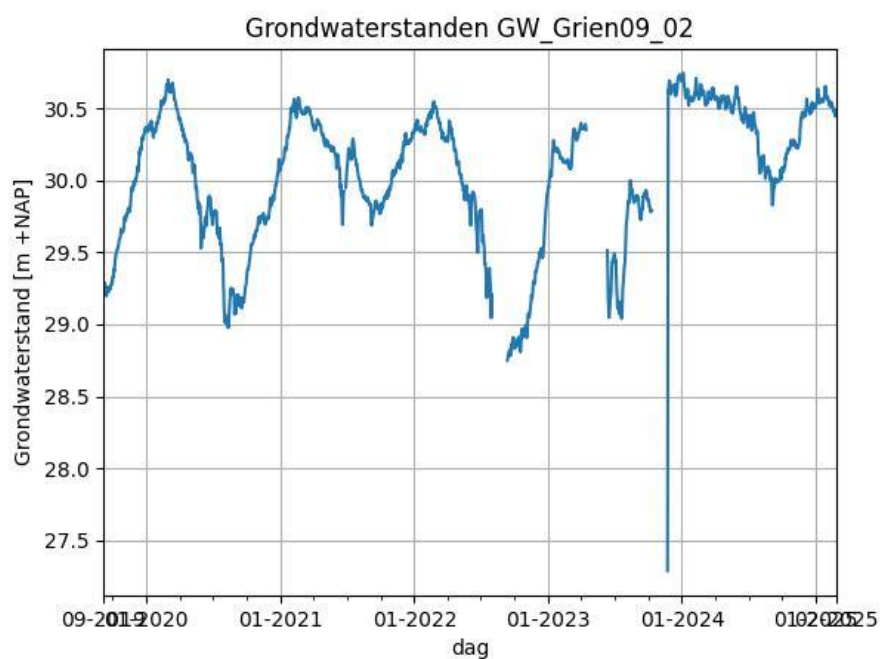
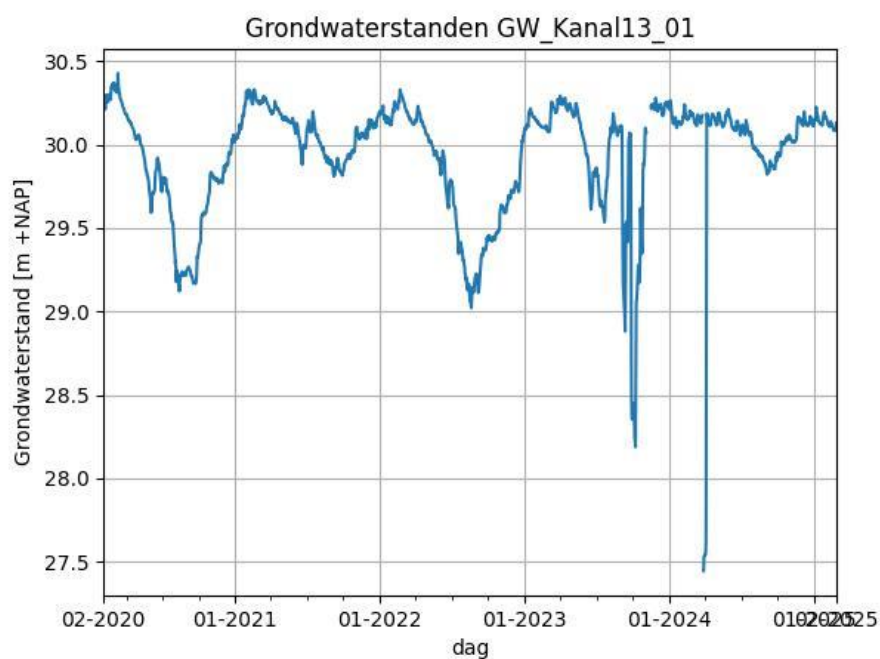


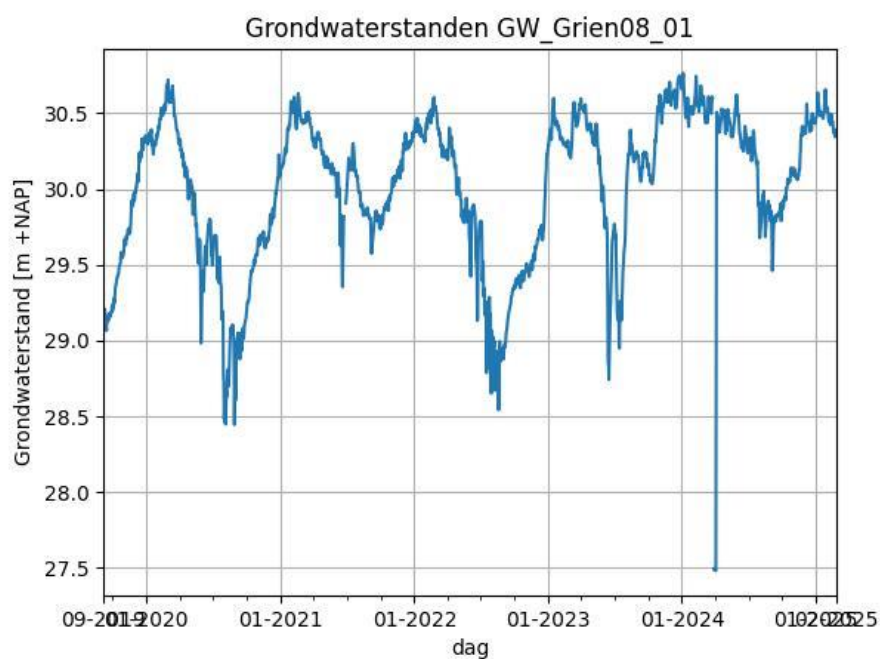
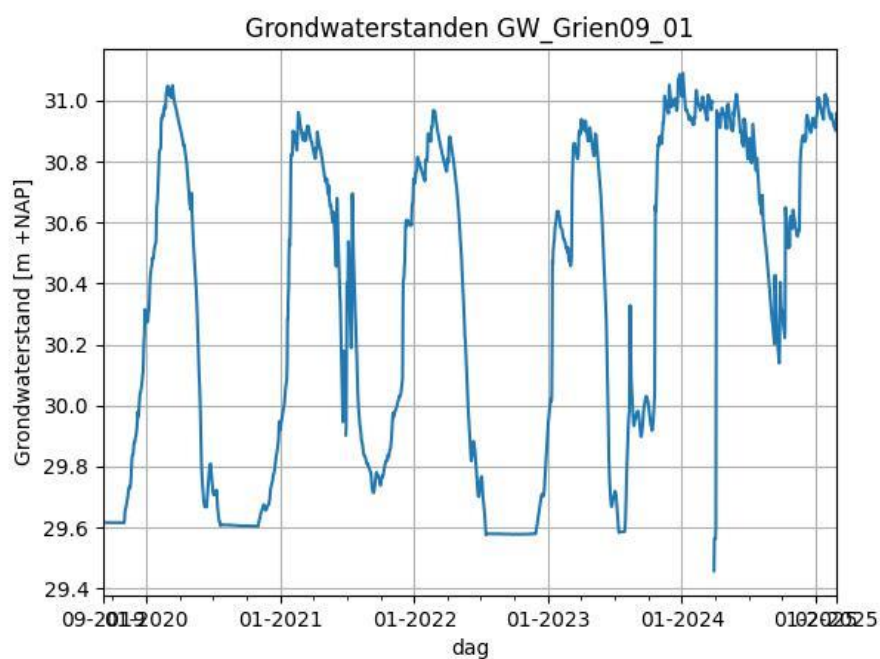


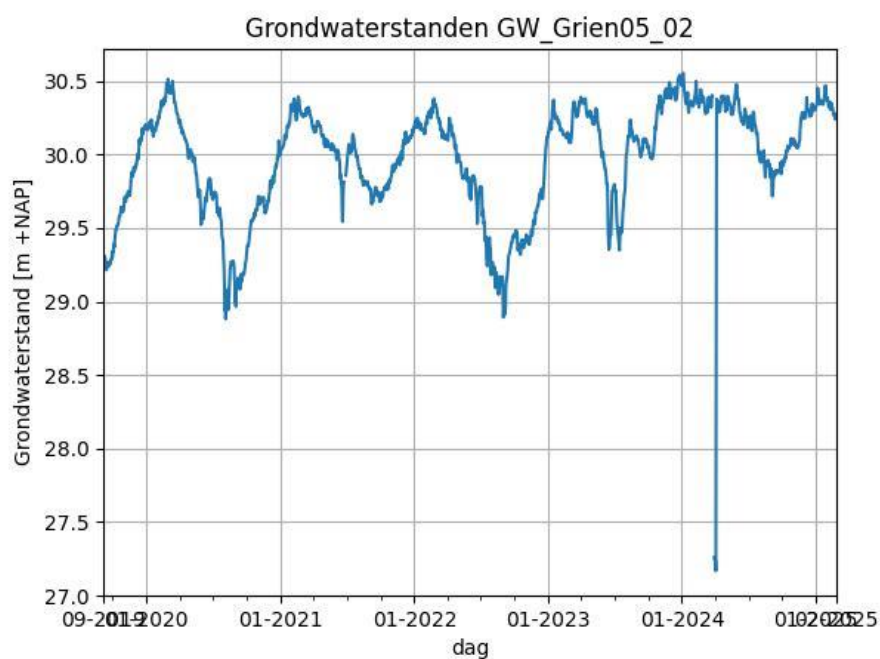
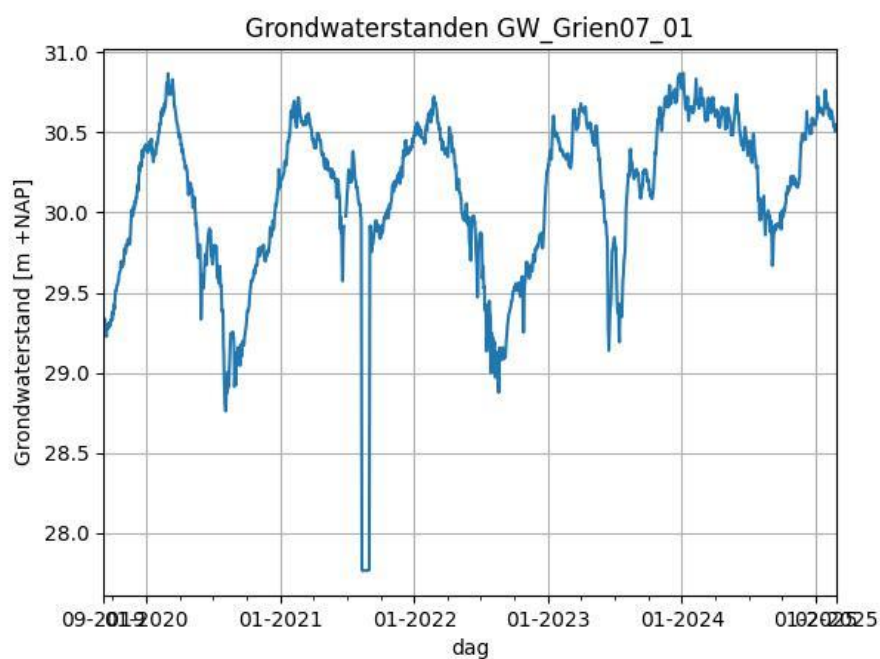


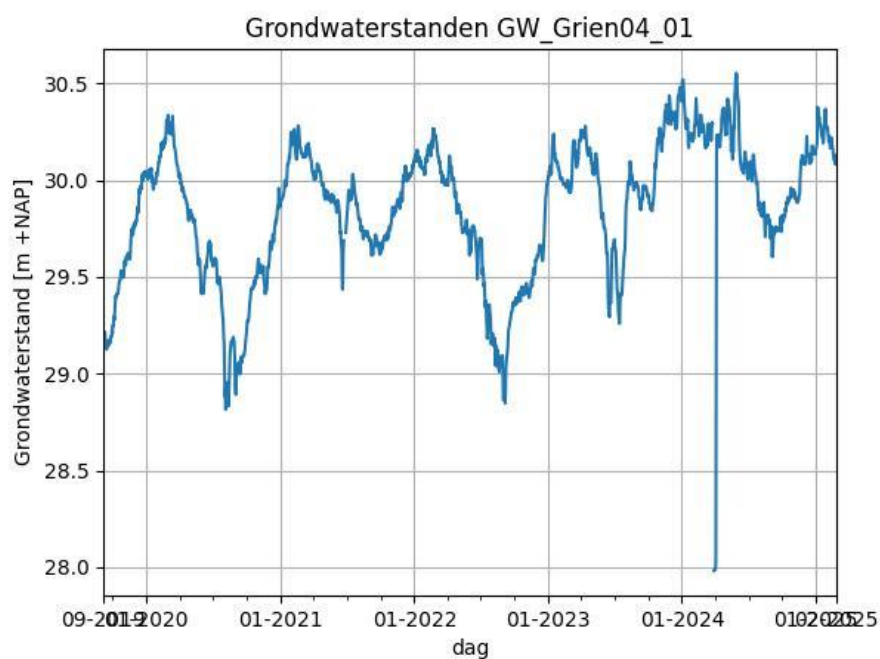
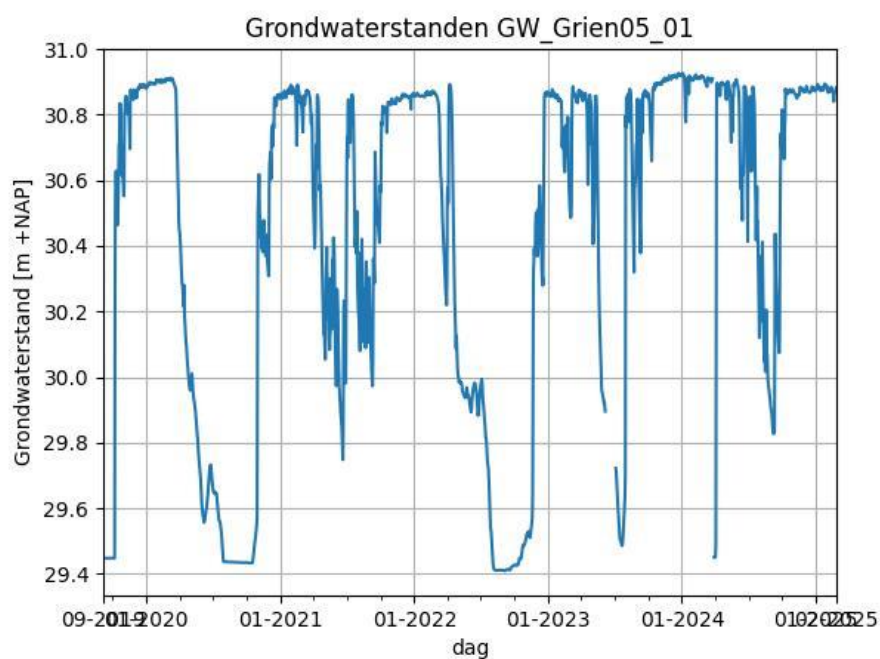


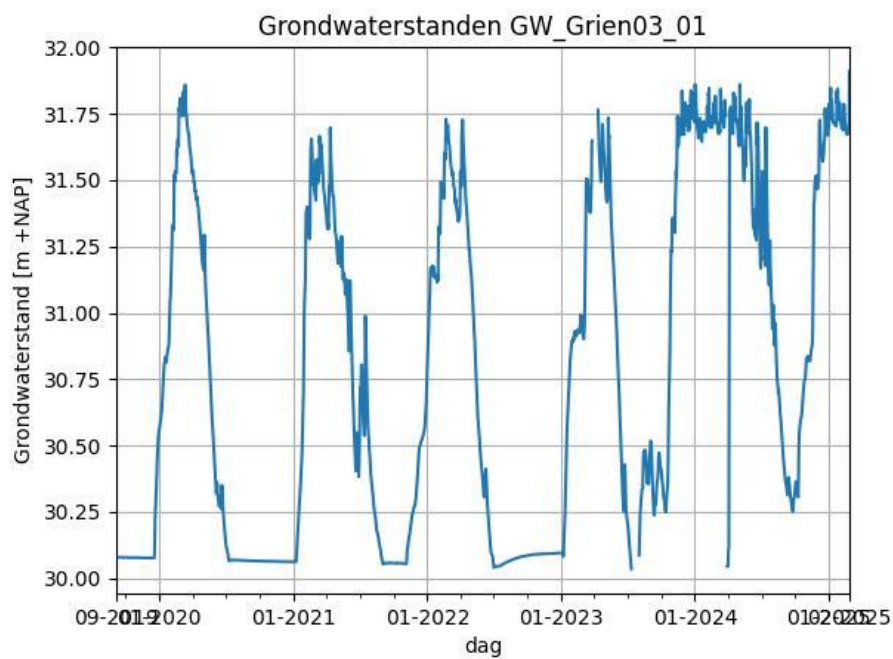


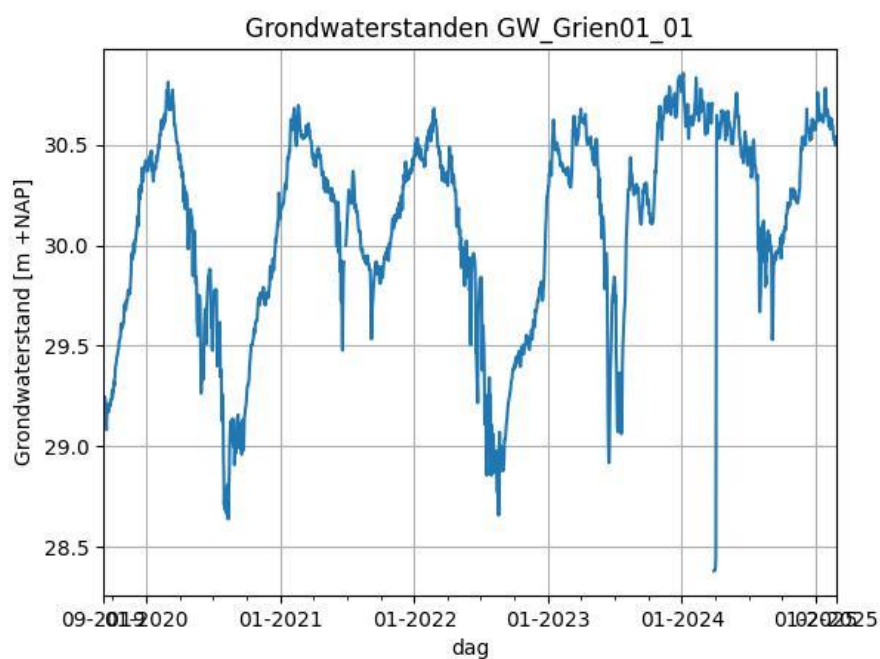
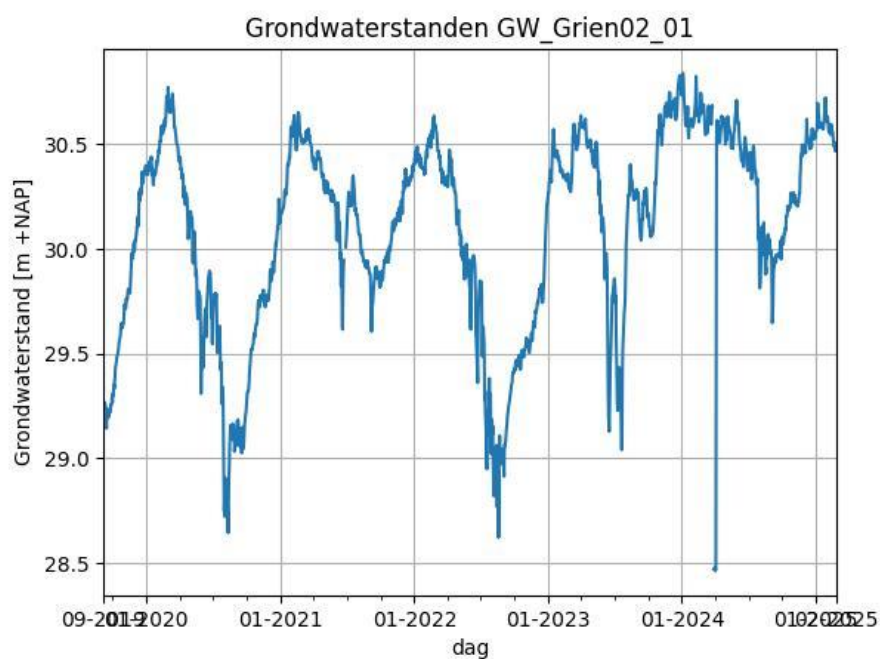


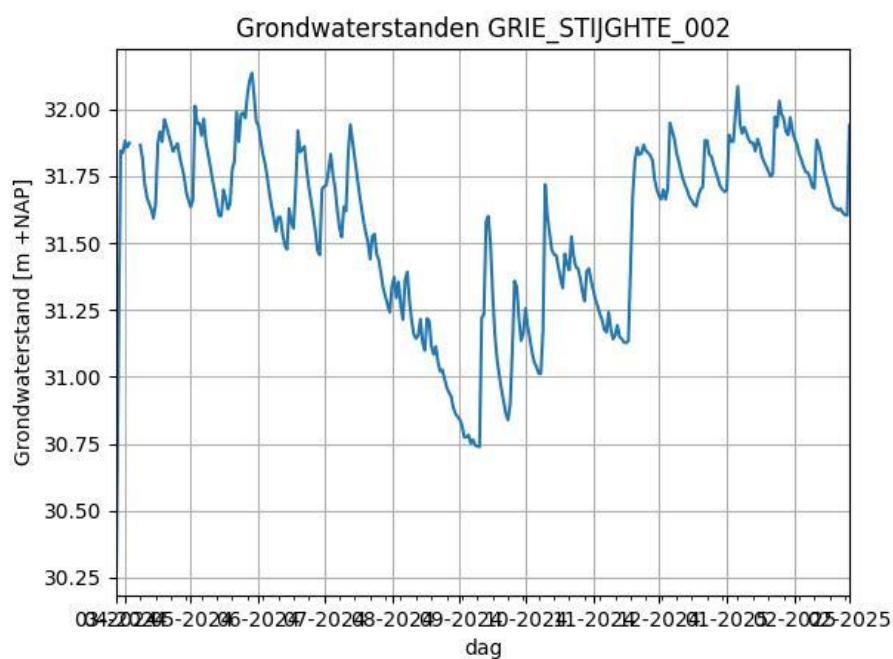


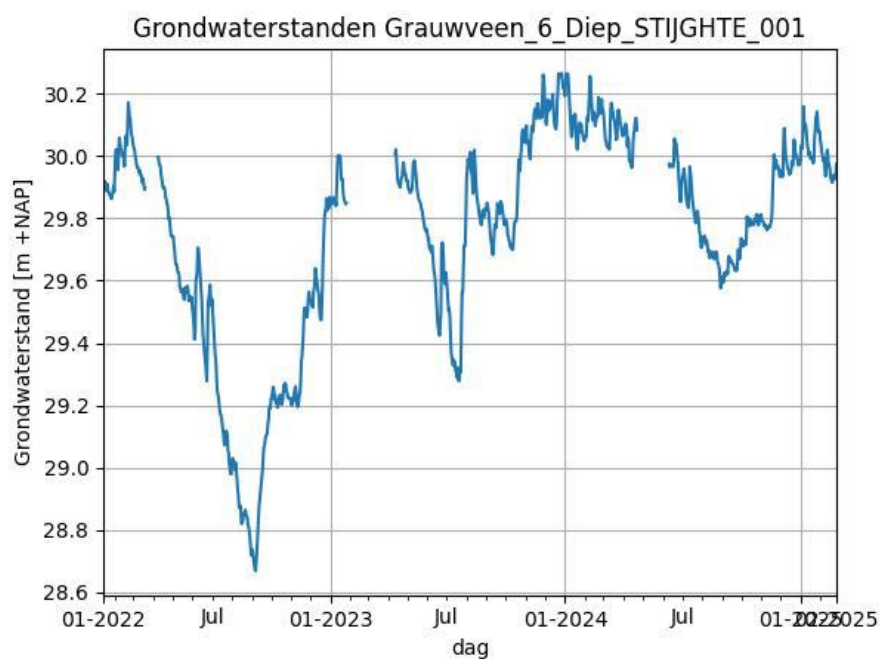


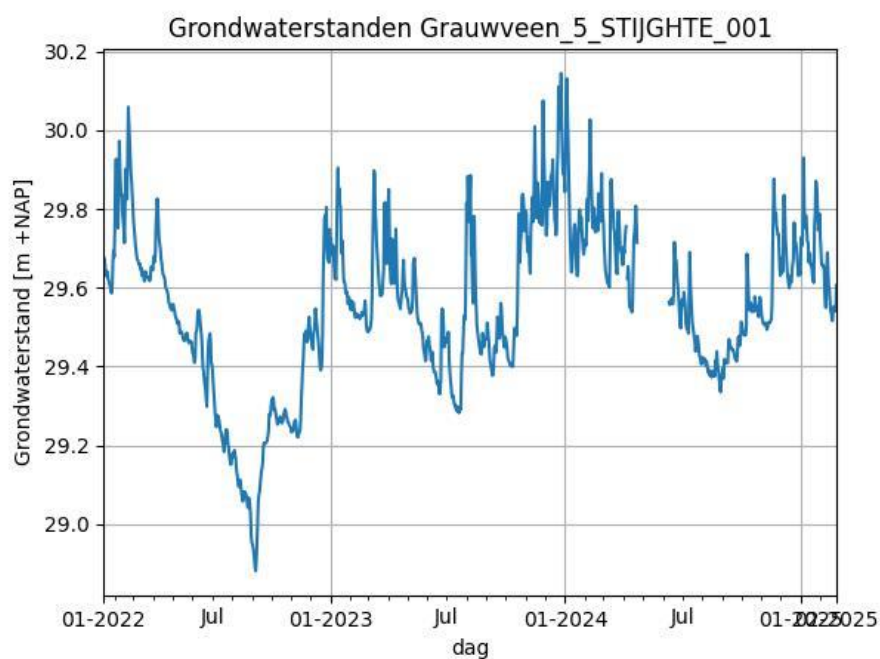


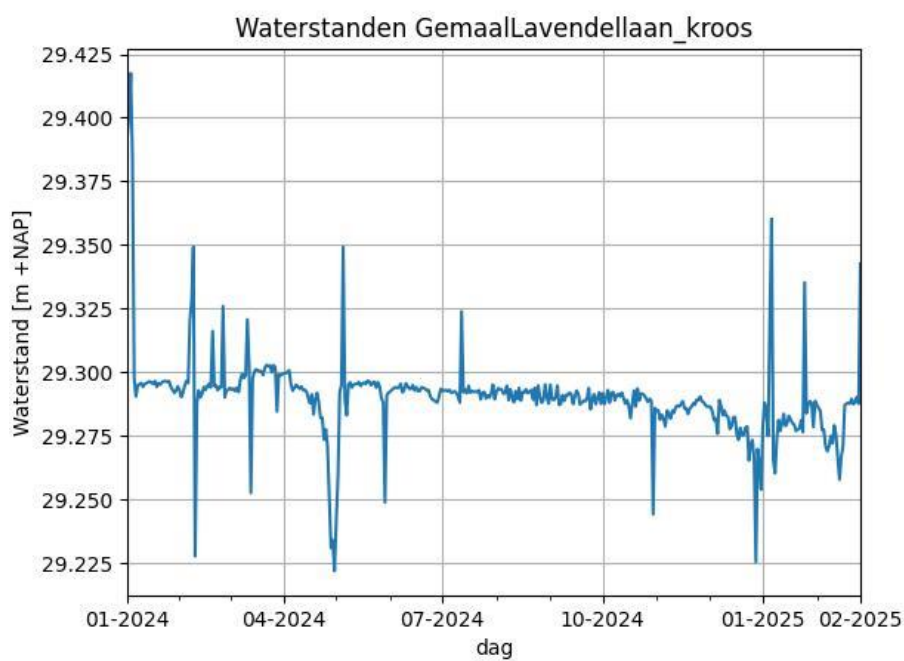
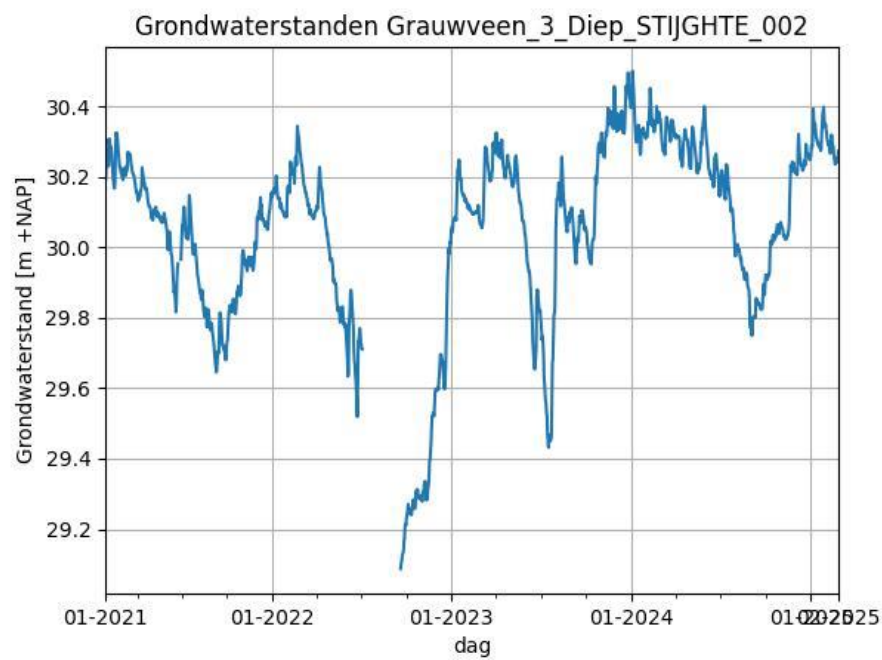


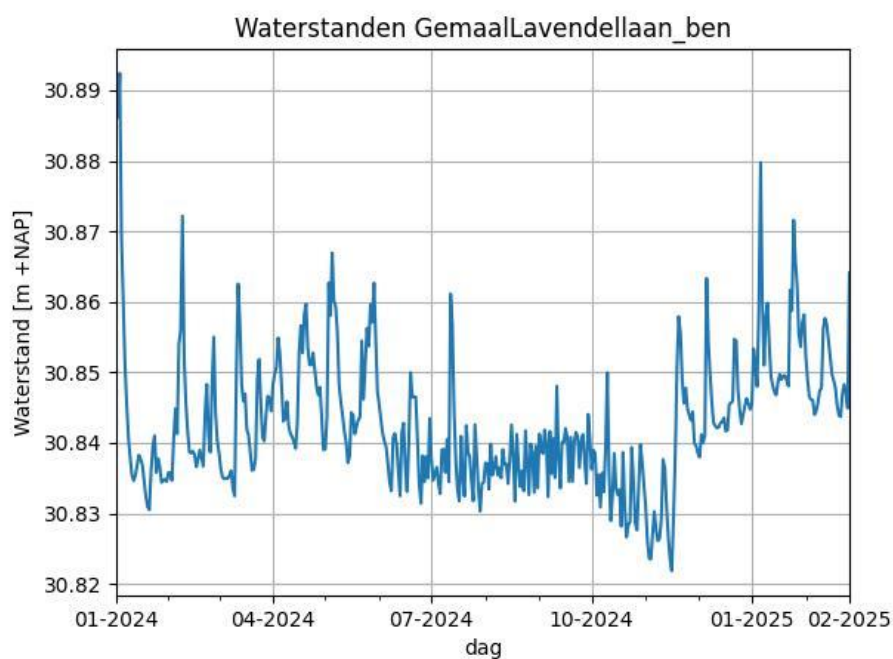
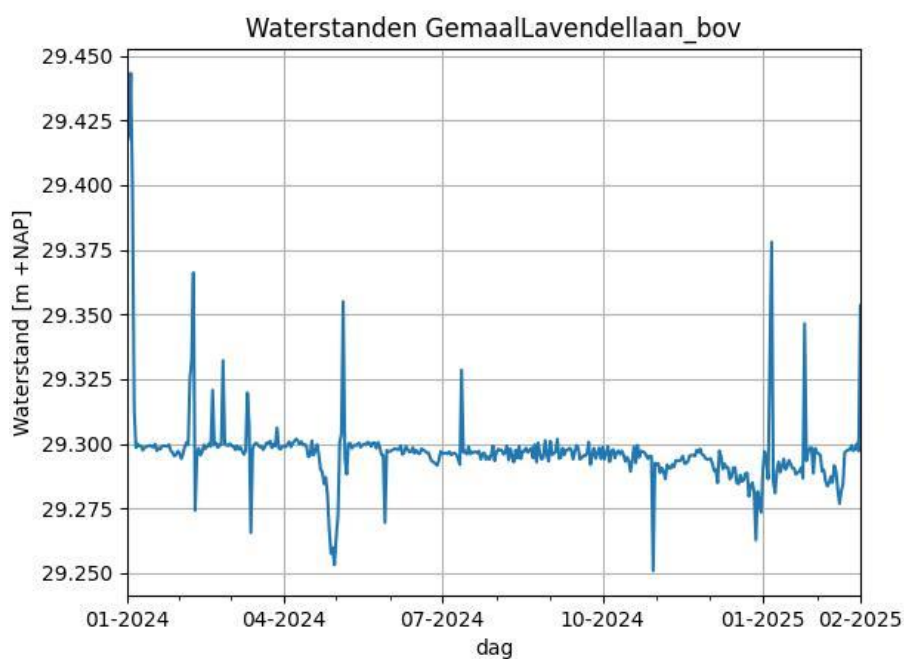


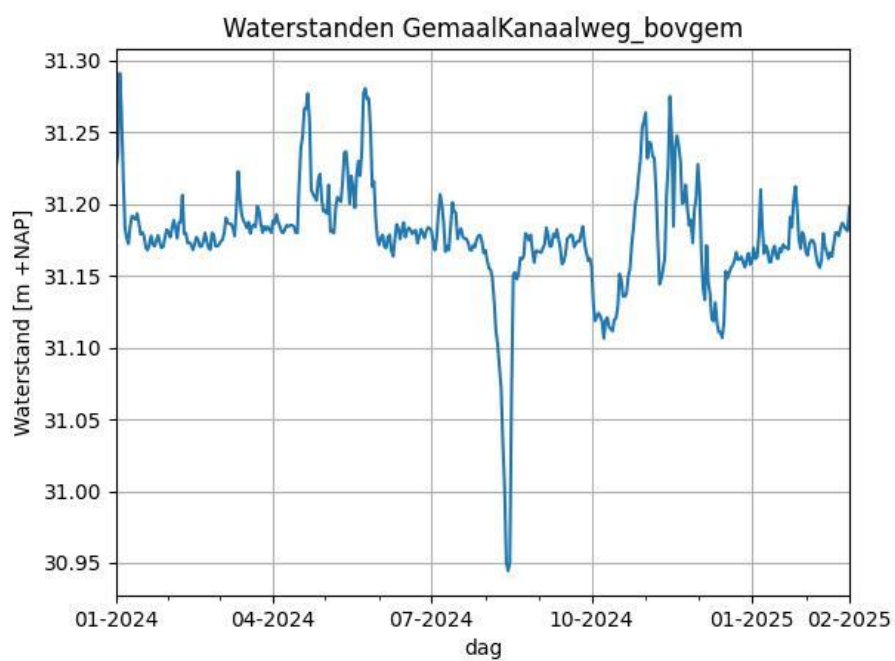
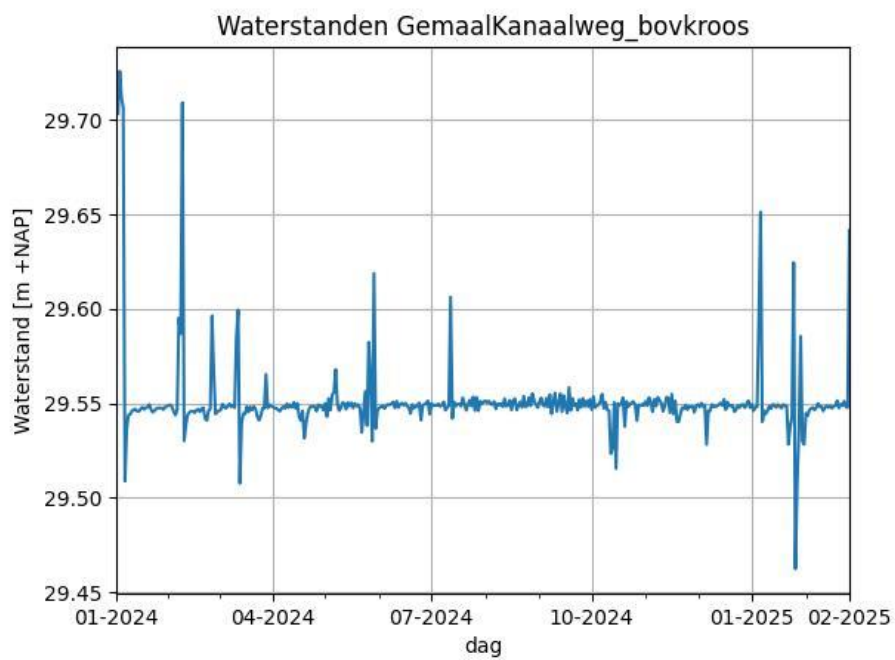


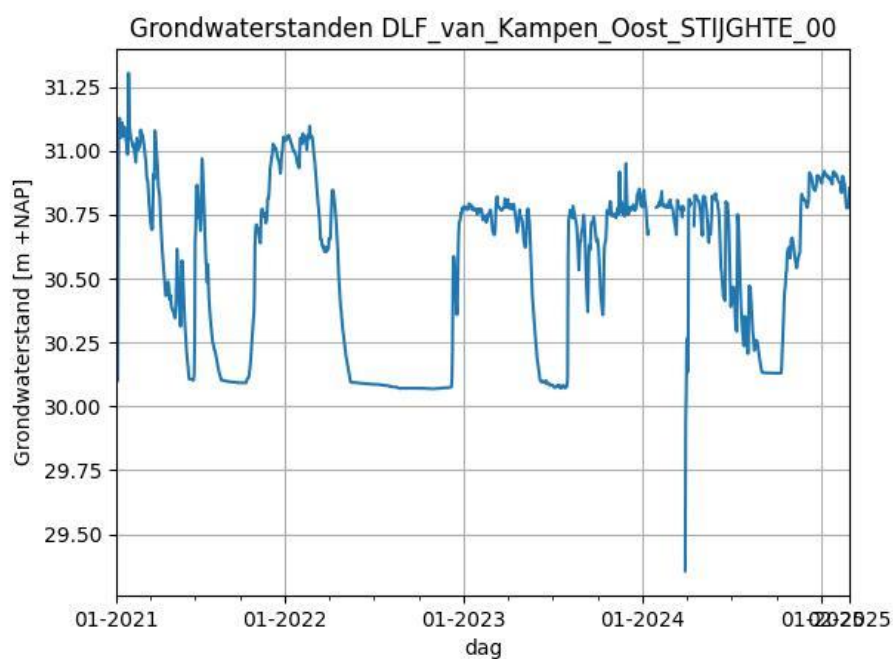
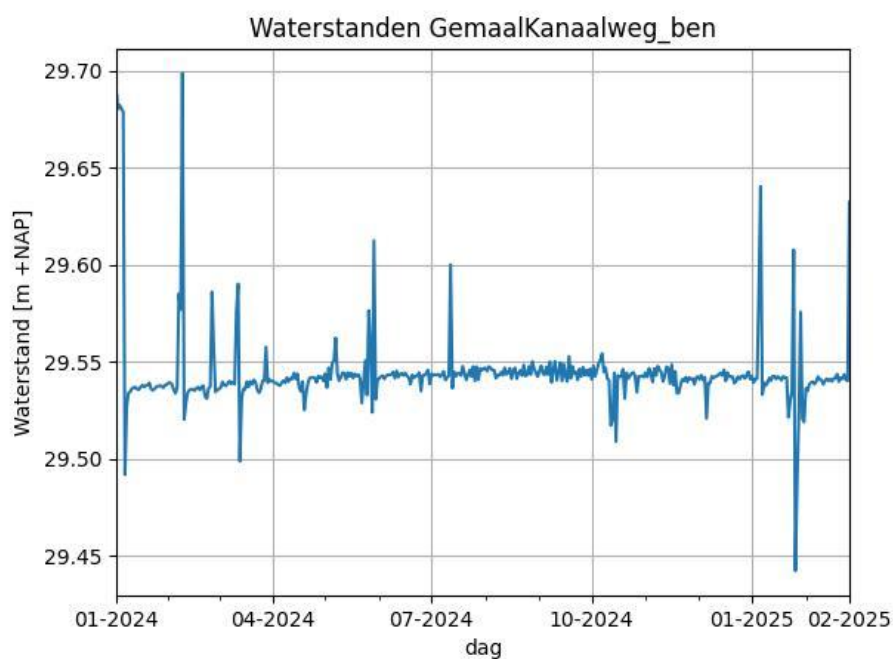


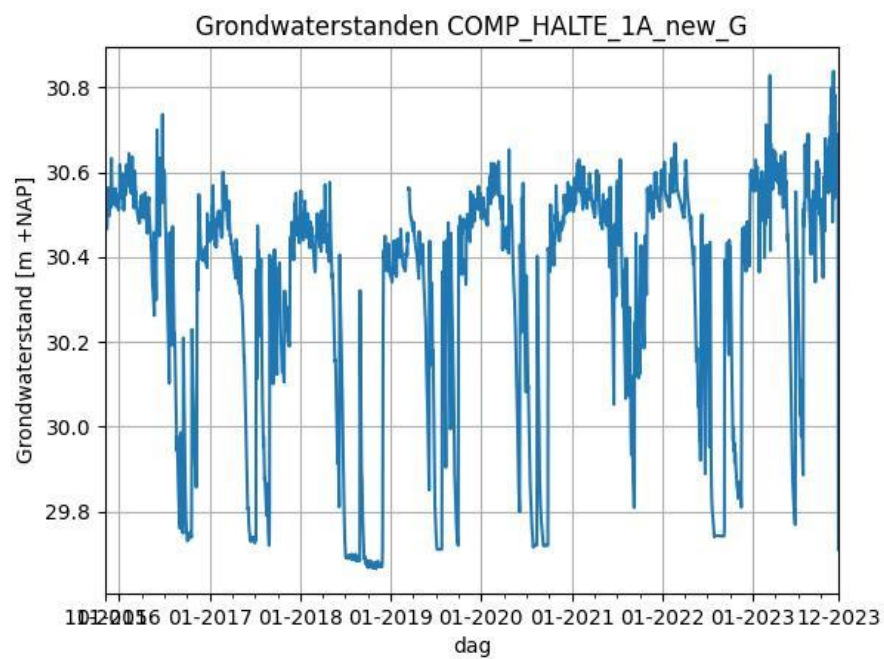
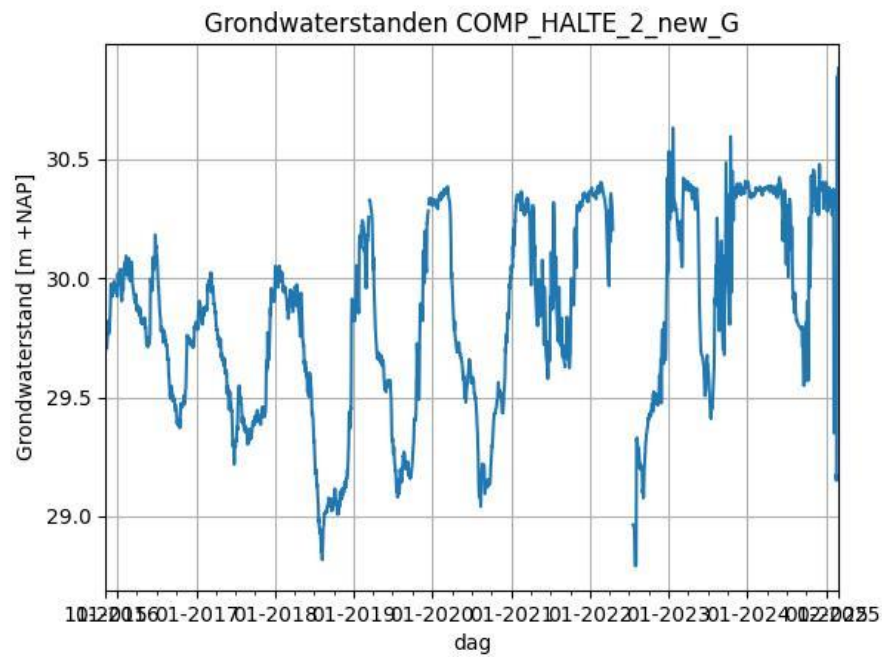


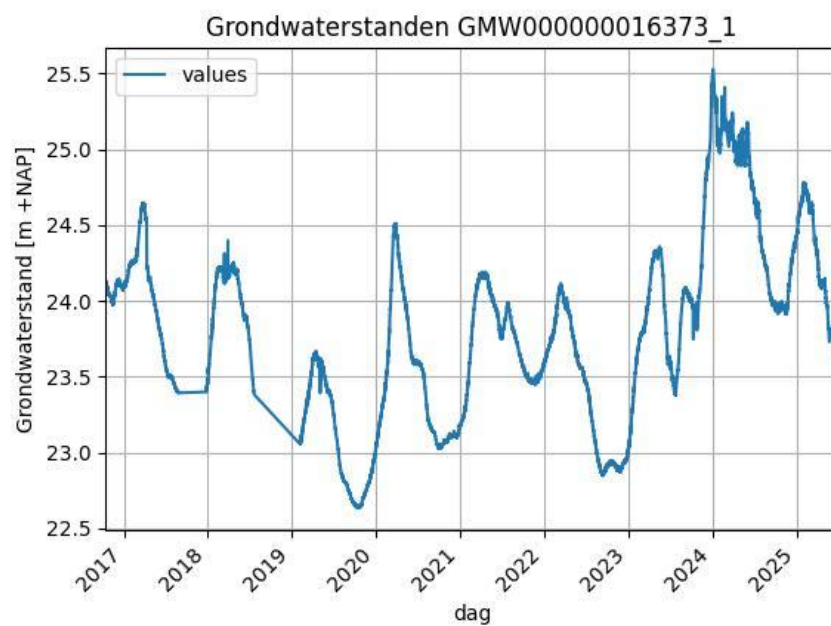
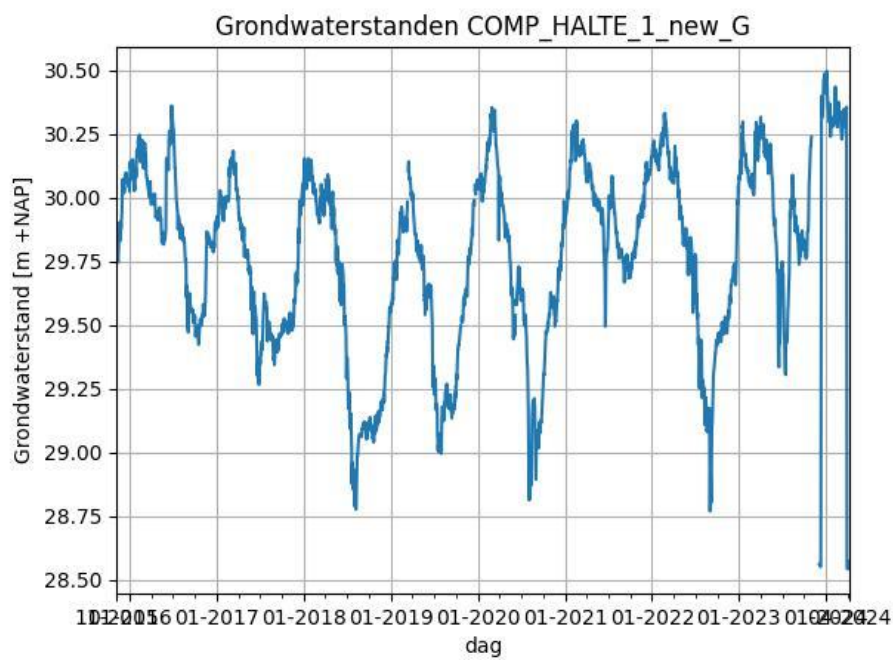


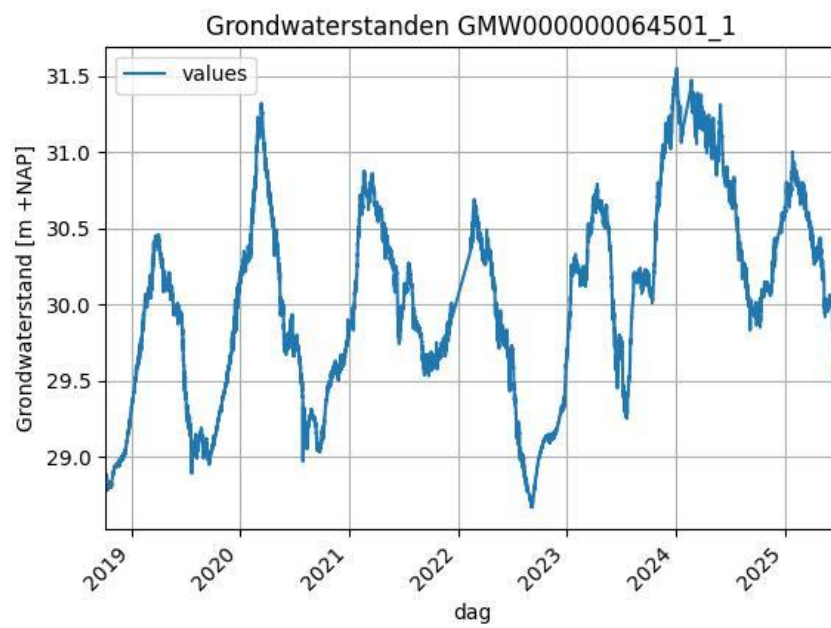






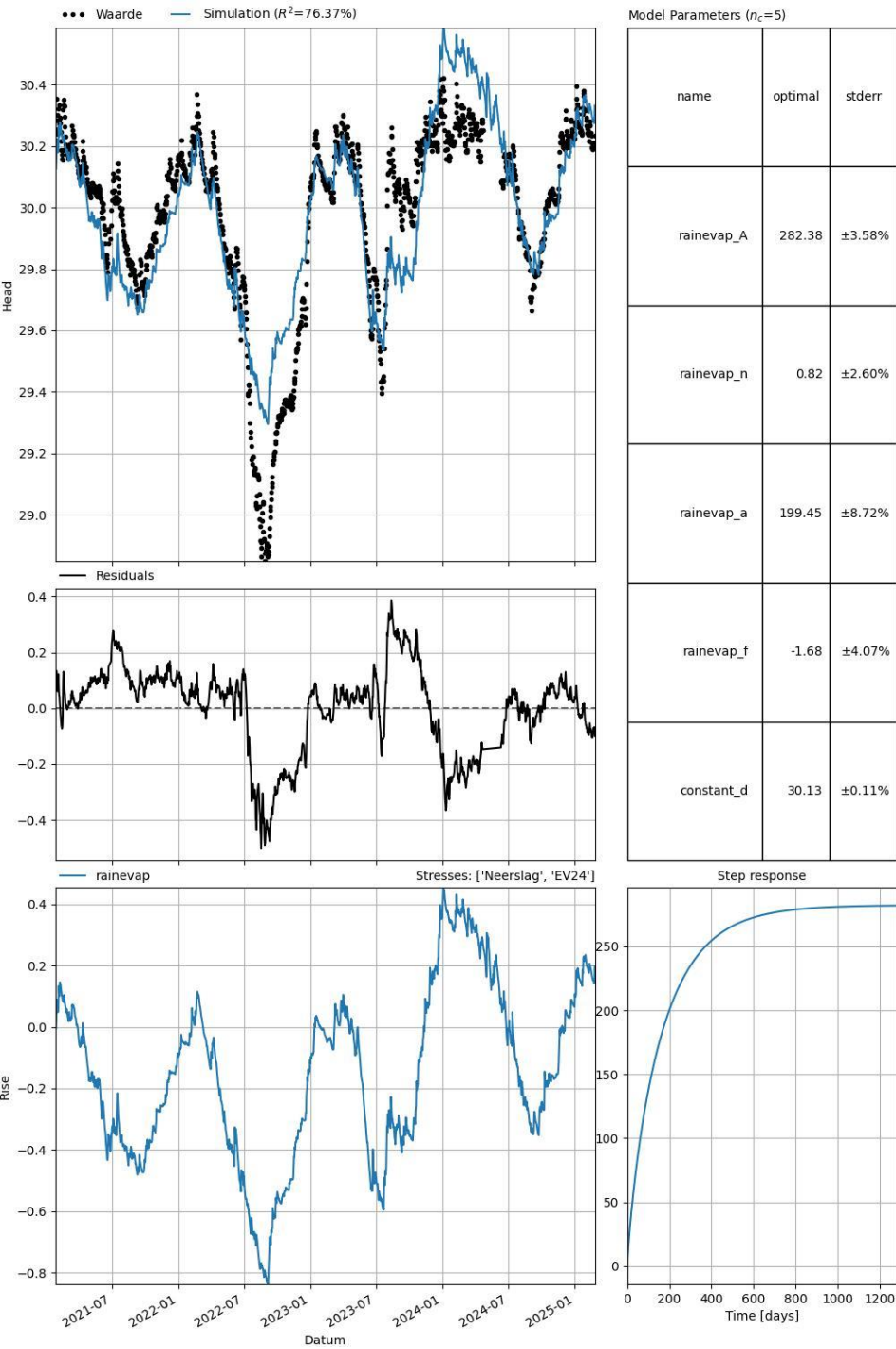




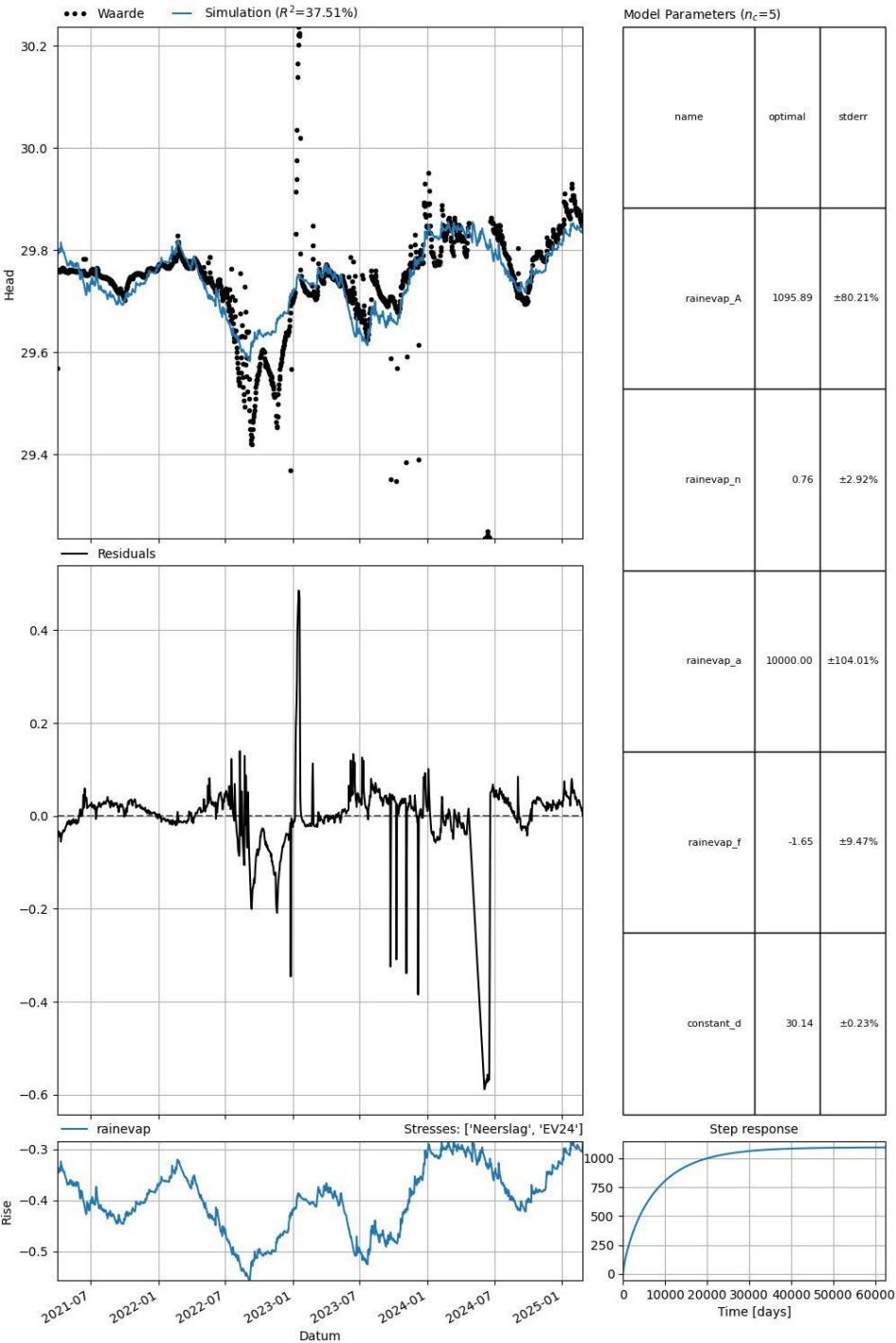


Bijlage 3 – Resultaten tijdreeksmodellen

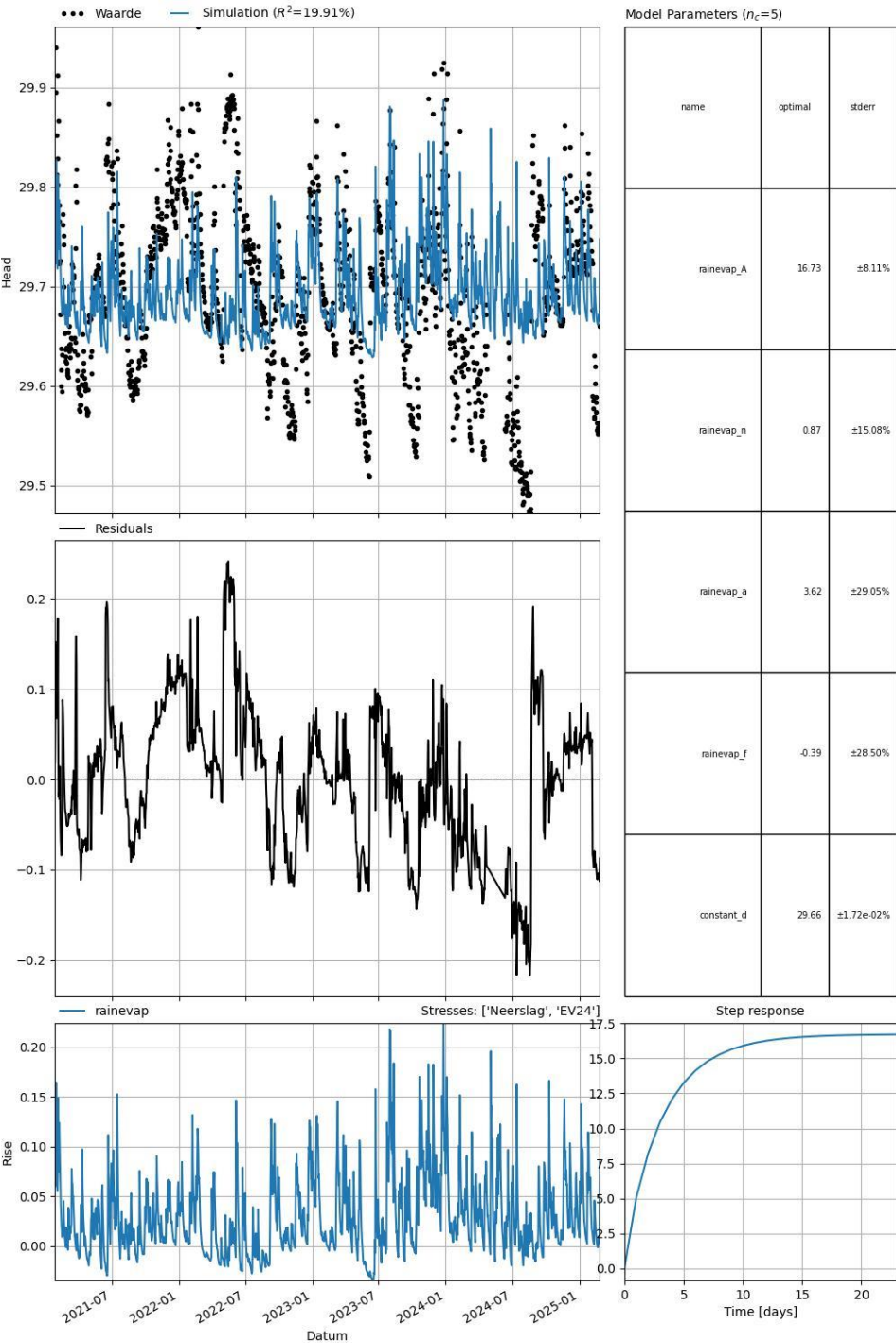
Zonder kanaal als verklarende reeks
5PB1_STIJGHTTE_001



6PB1_STIJGHTE_001



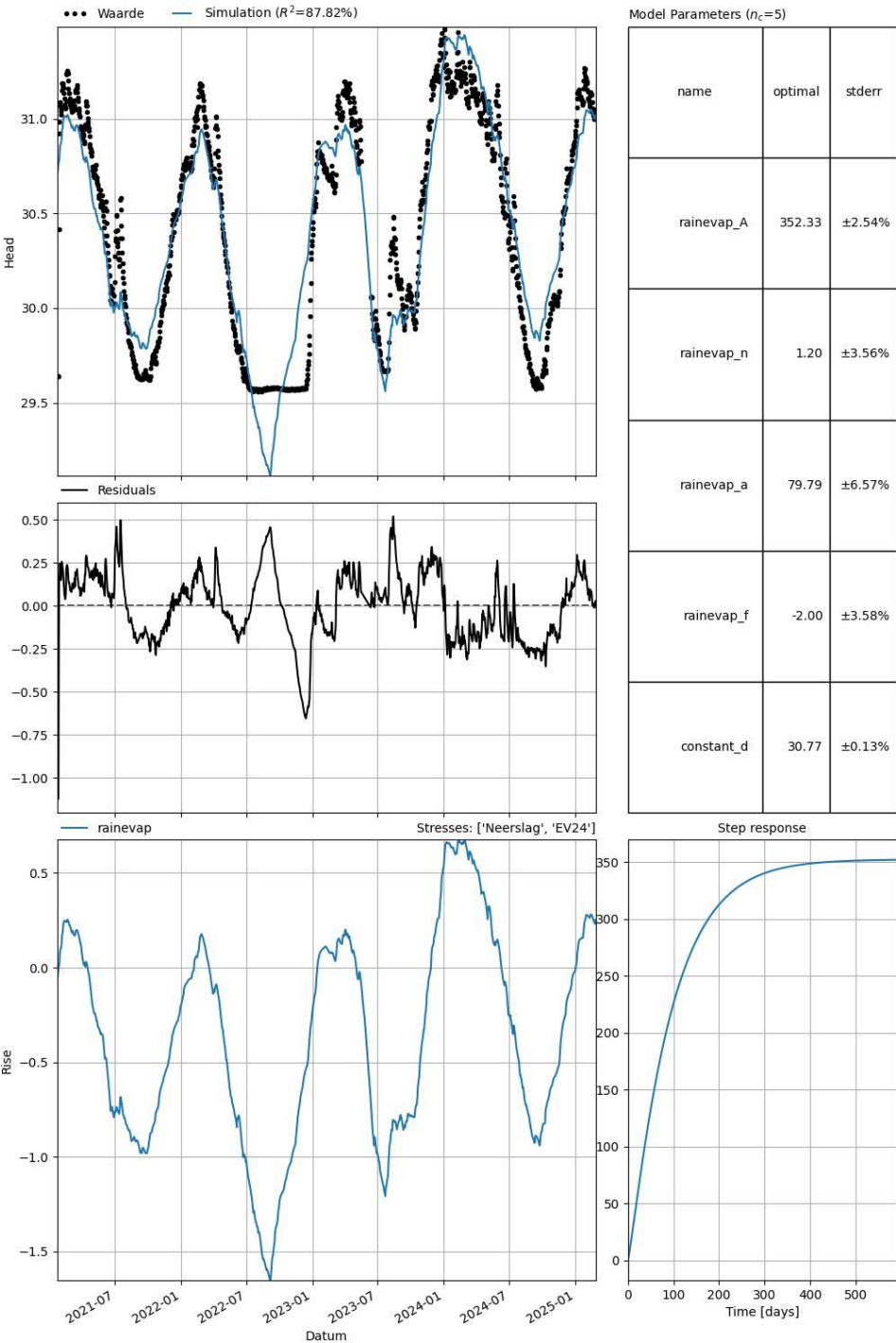
6PB3_STIJGHTE_001



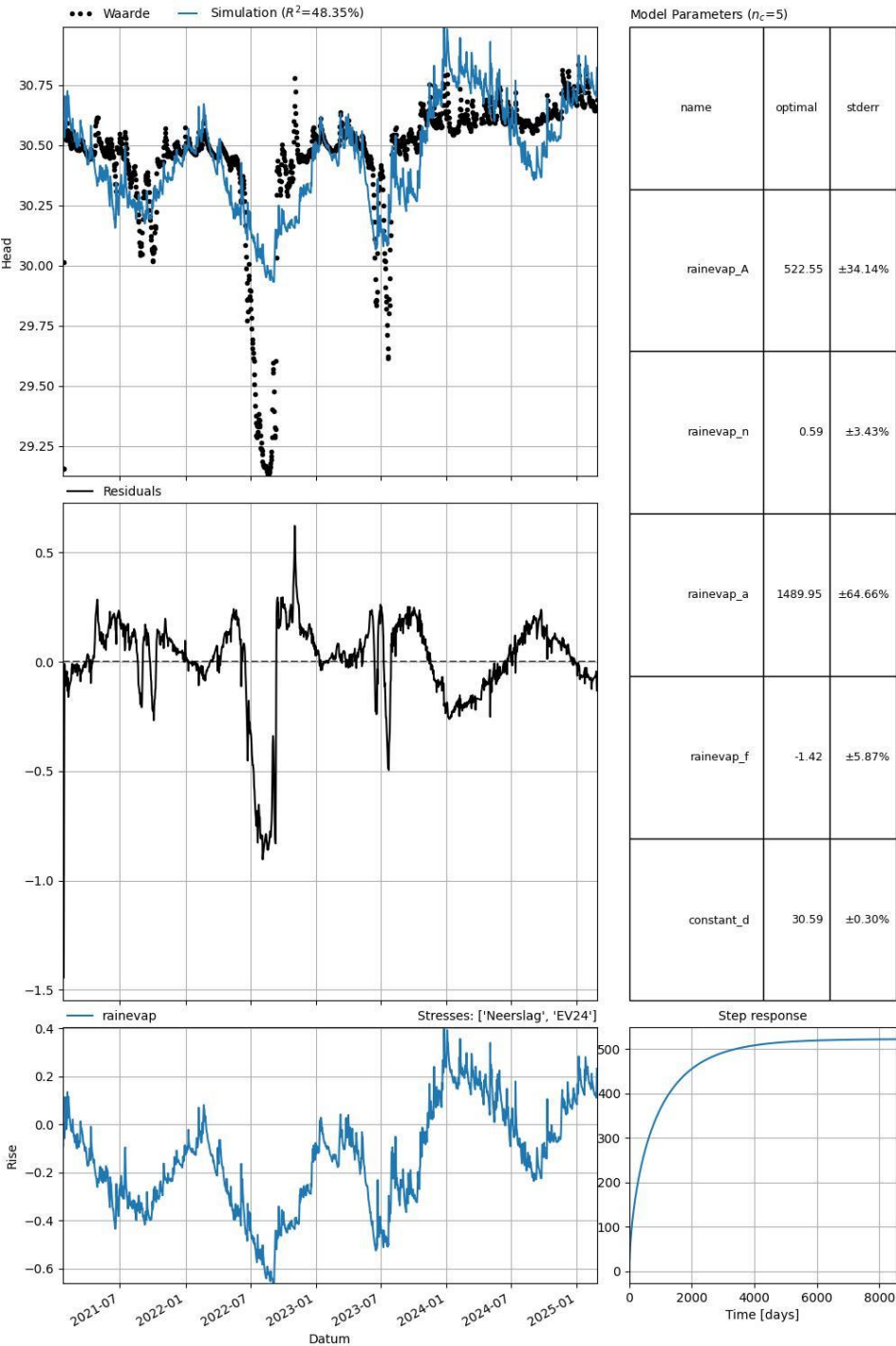
Model Parameters ($n_c=5$)

name	optimal	stderr
rainevap_A	16.73	$\pm 8.11\%$
rainevap_n	0.87	$\pm 15.08\%$
rainevap_a	3.62	$\pm 29.05\%$
rainevap_f	-0.39	$\pm 28.50\%$
constant_d	29.66	$\pm 1.72e-02\%$

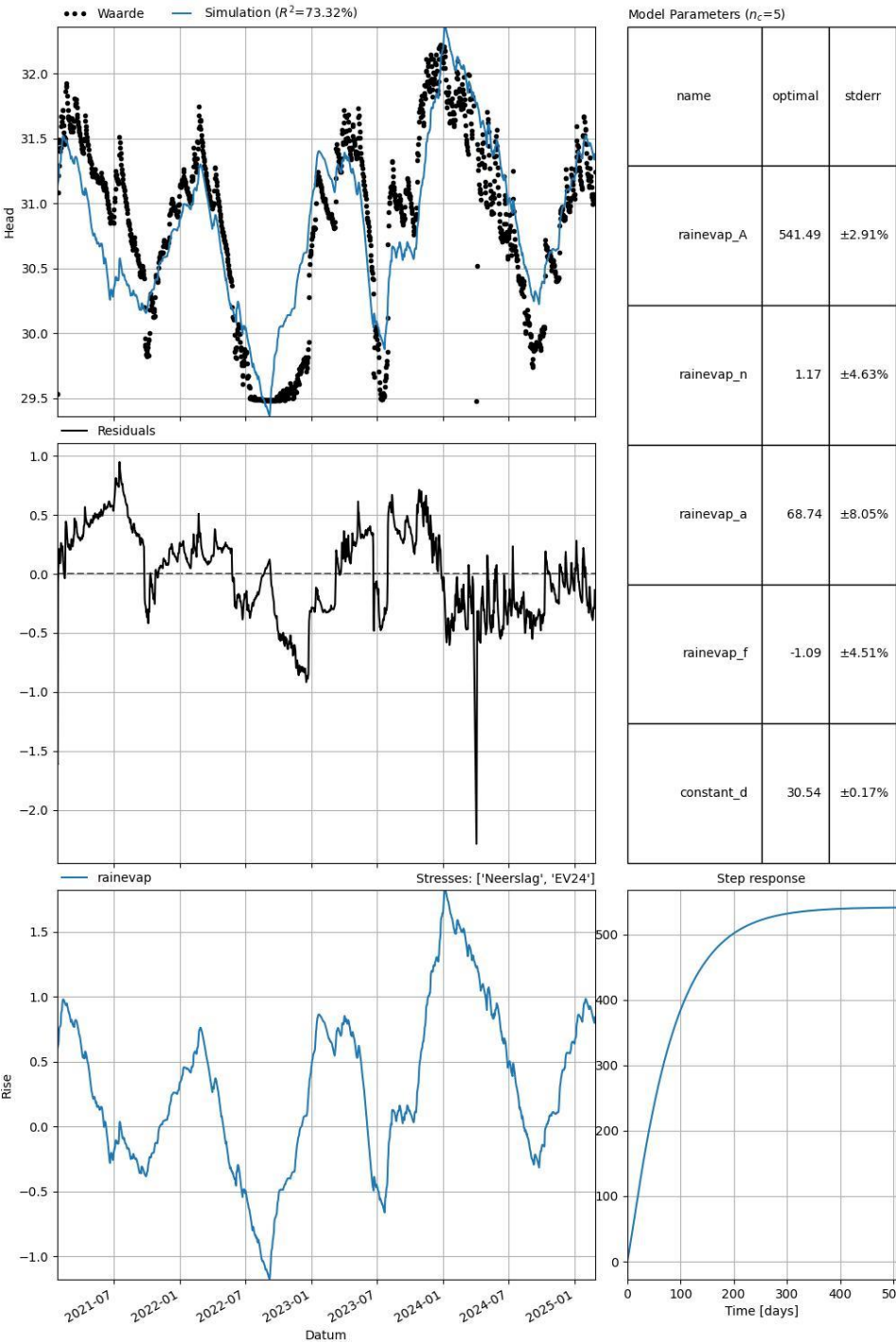
104PB2_STIJGHTE_001



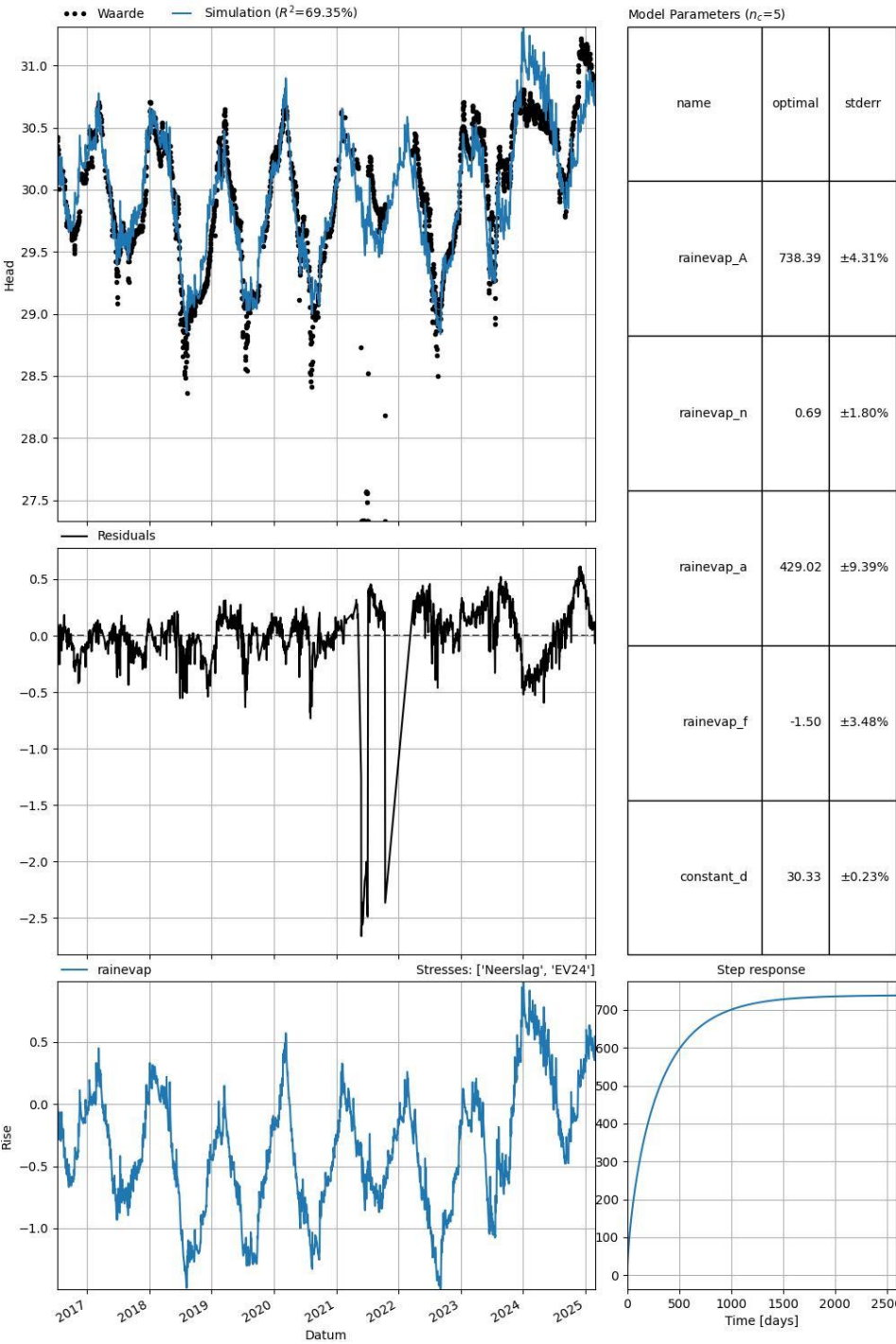
107PB1_STIJGHTE_001



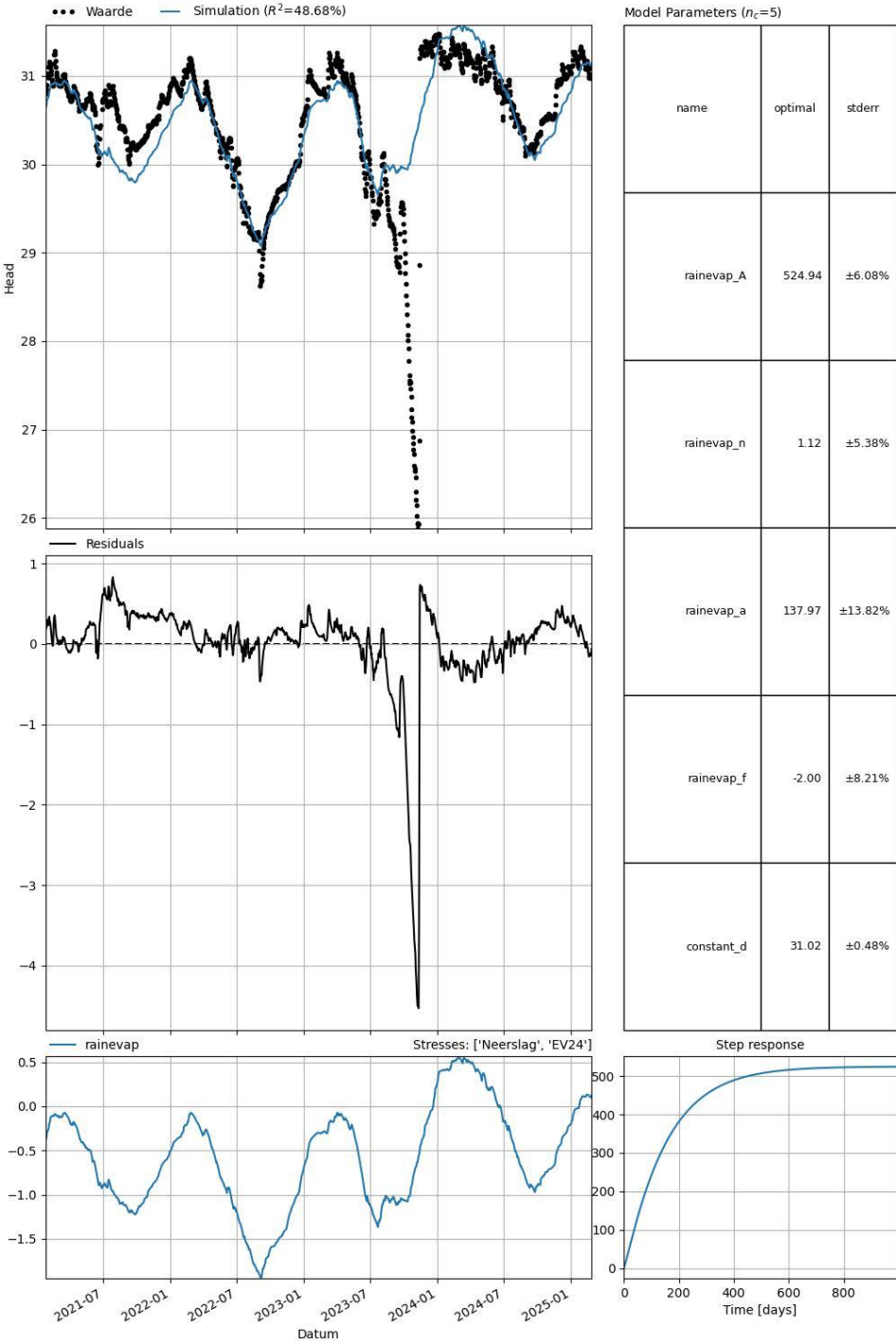
109PB1_STIJGHTE_001



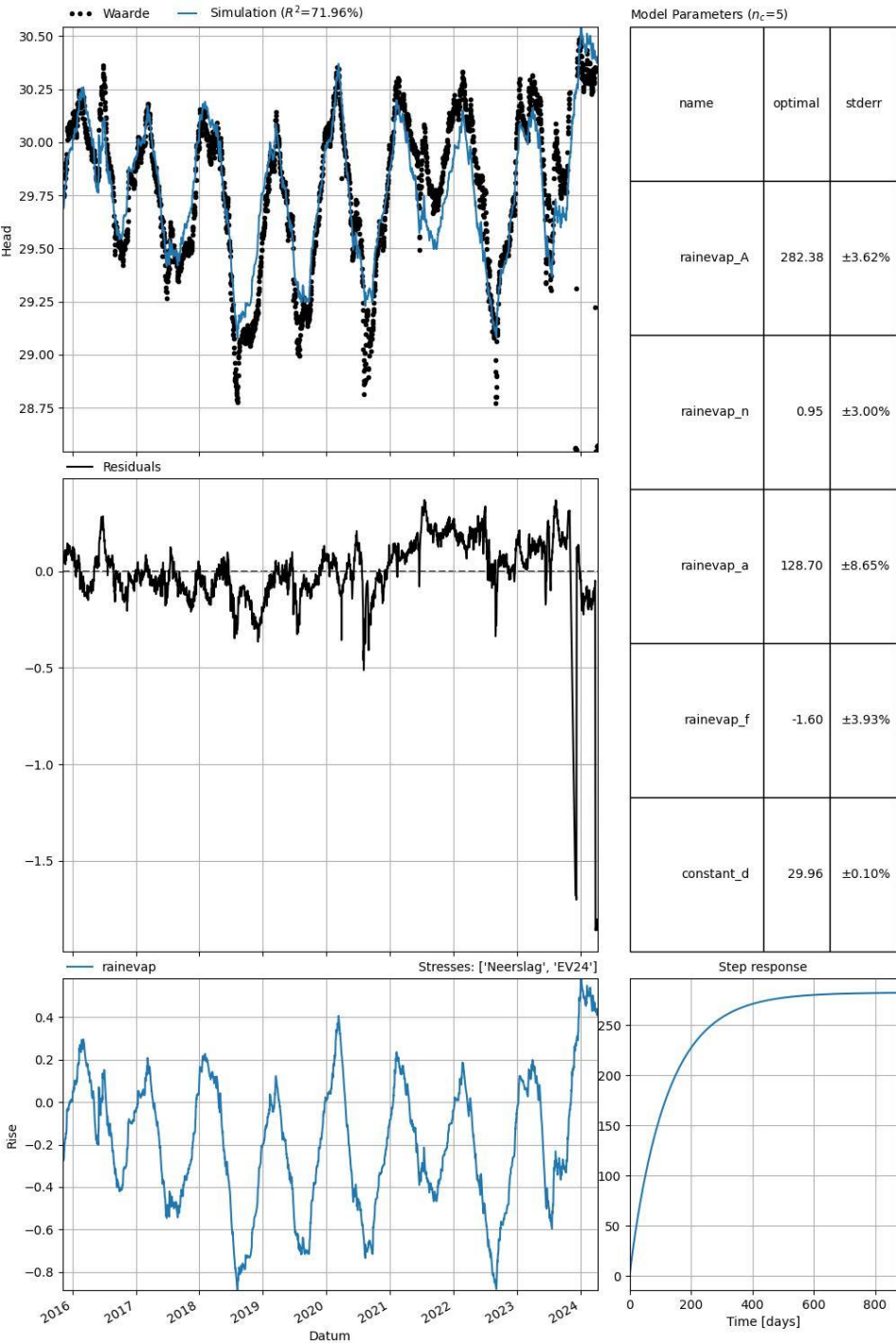
111PB2_G



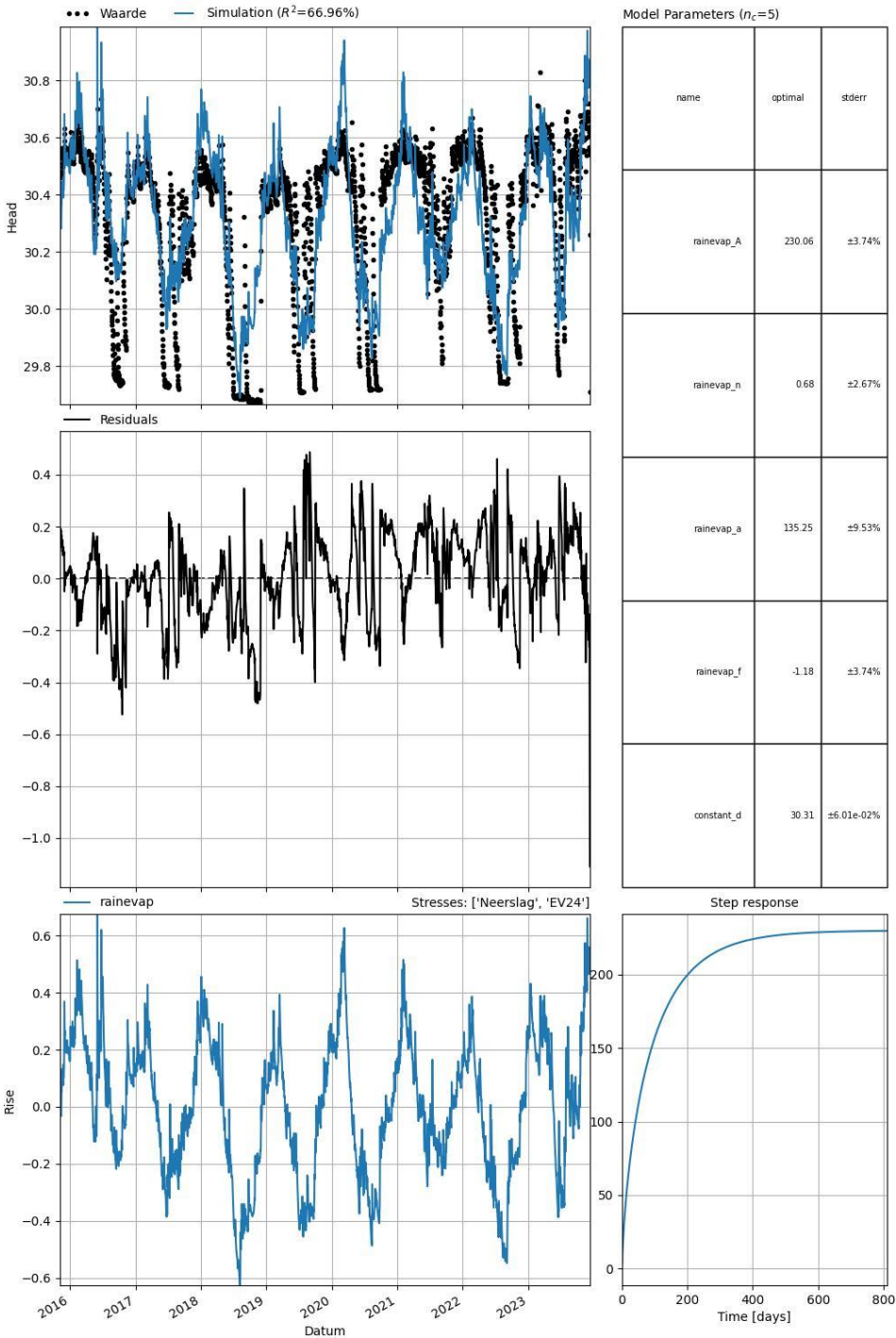
B52D1988_STIJGHTE_001



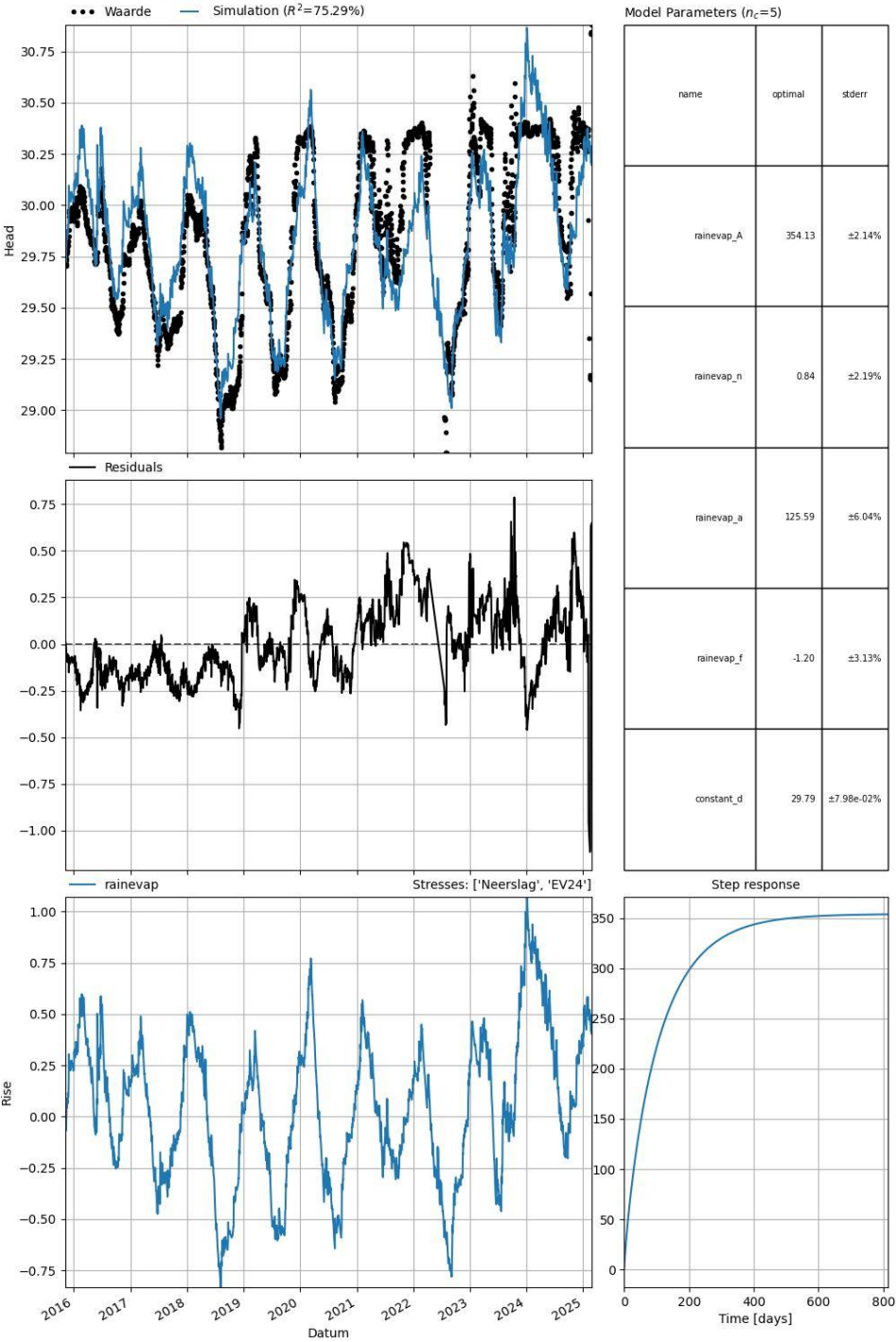
COMP_HALTE_1_new_G



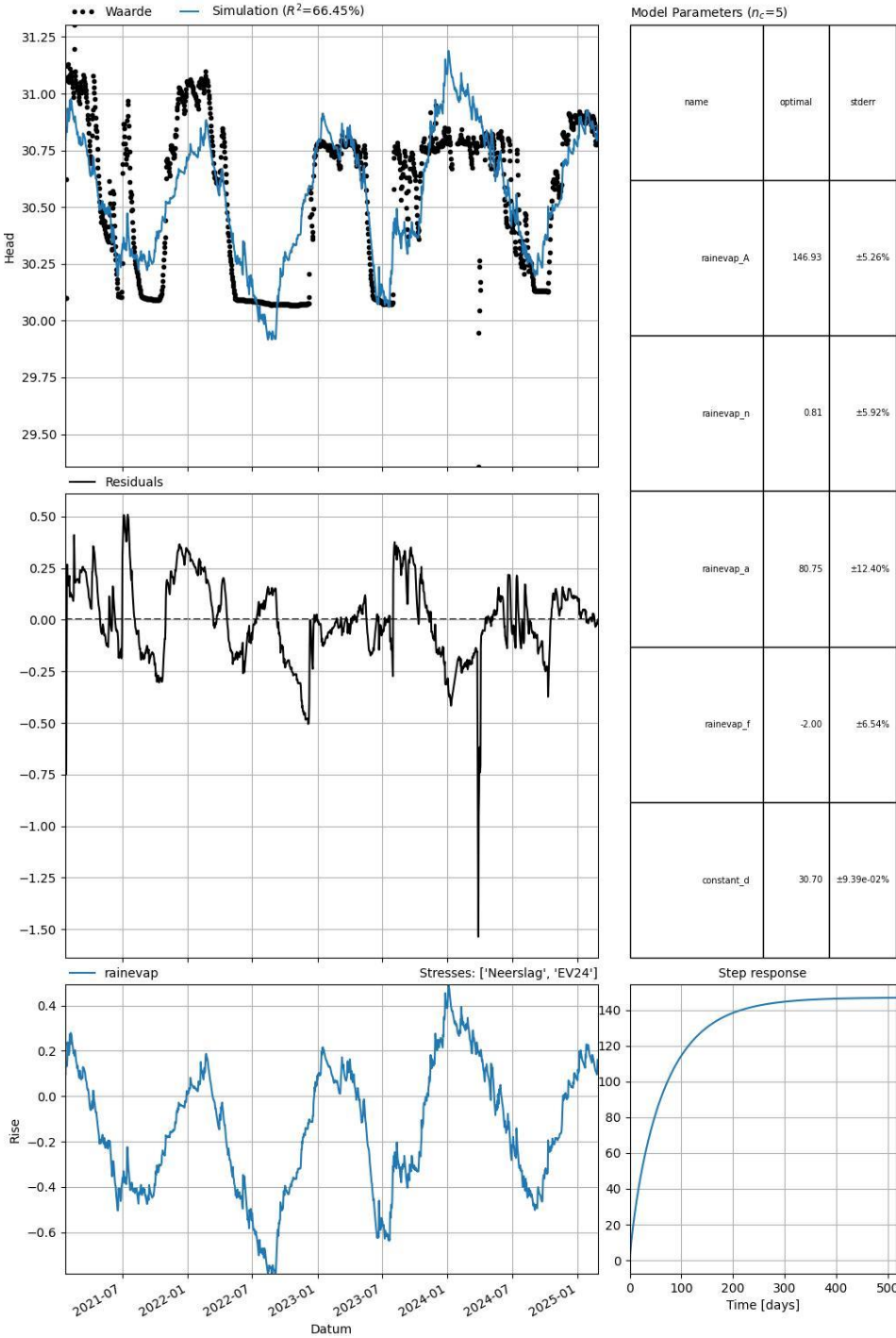
COMP_HALTE_1A_new_G



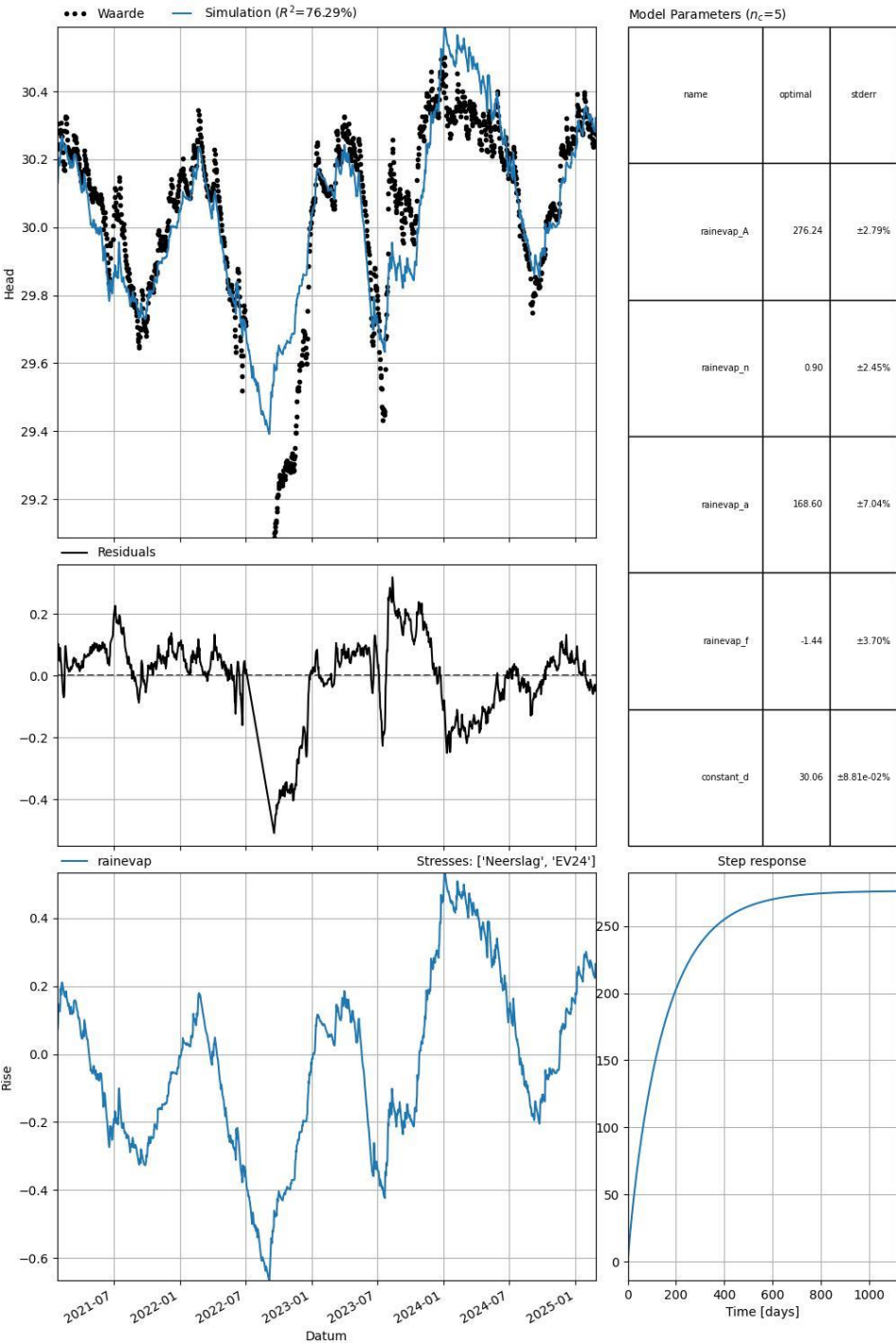
COMP_HALTE_2_new_G



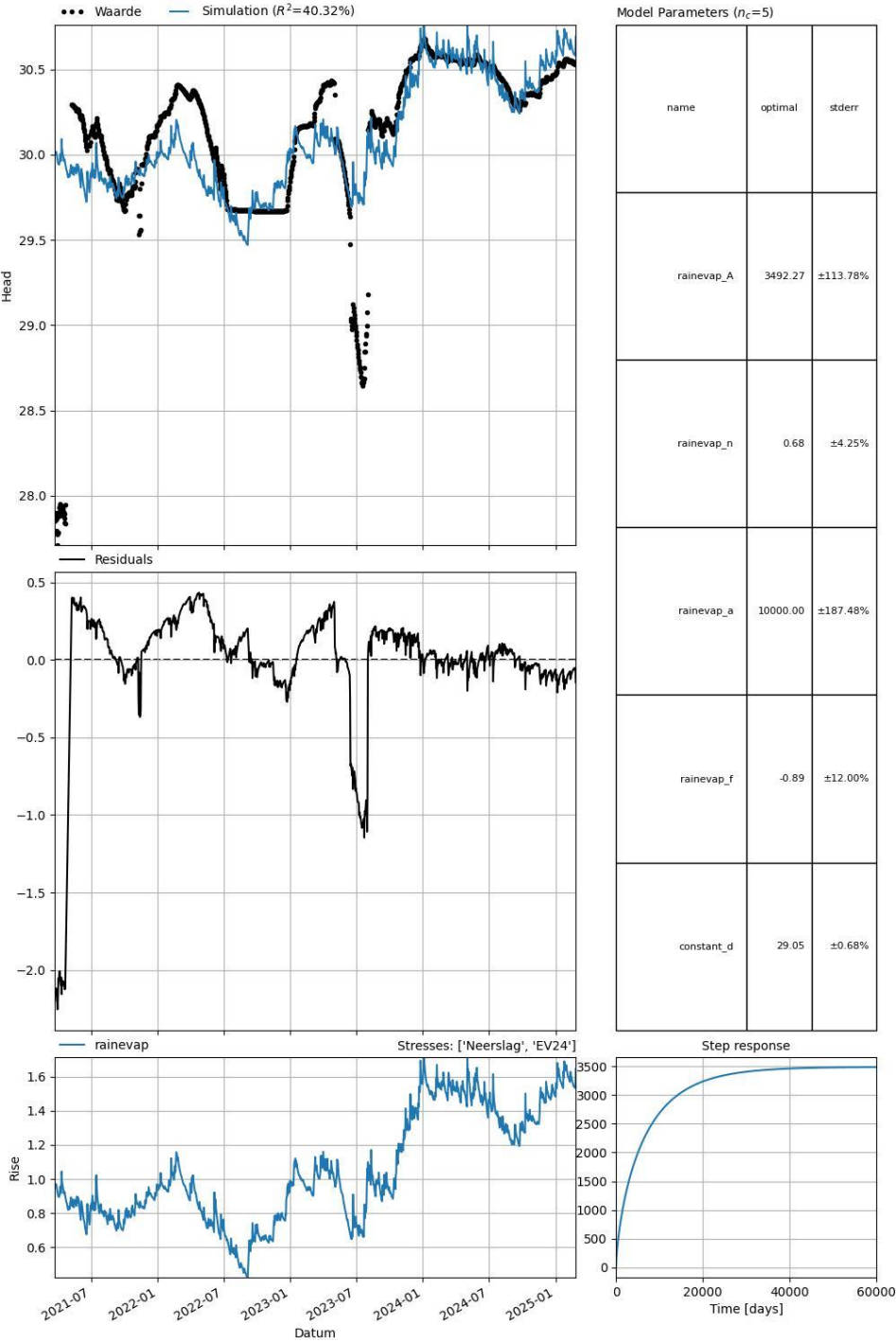
DLF_van_Kampen_Oost_STIJGHT_001



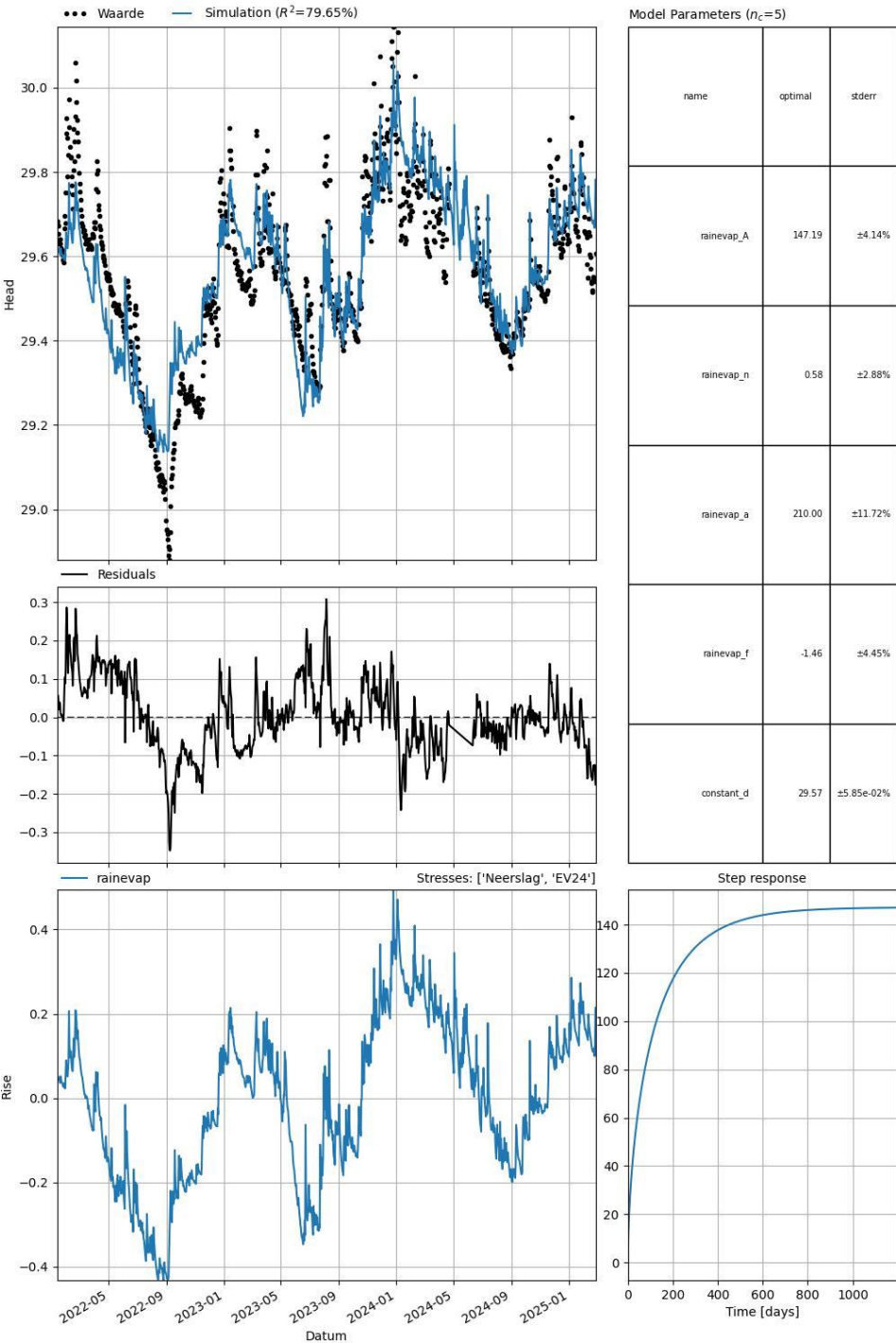
Grawuveen_3_Diep_STIJGHTE_002



Grauwveen_3_Ondiep_STIJGHT_001



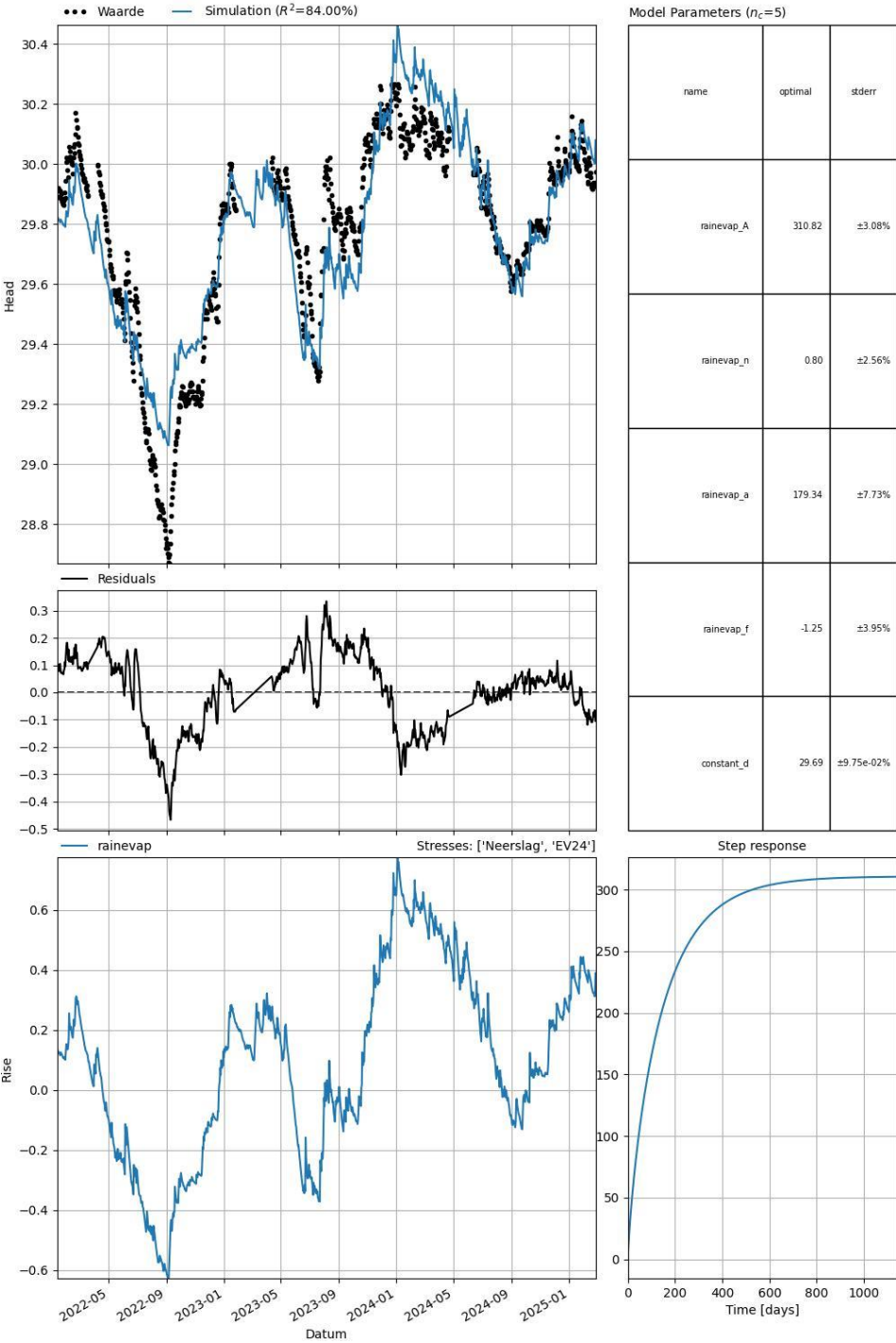
Grauwveen_5_STIJGHT_001



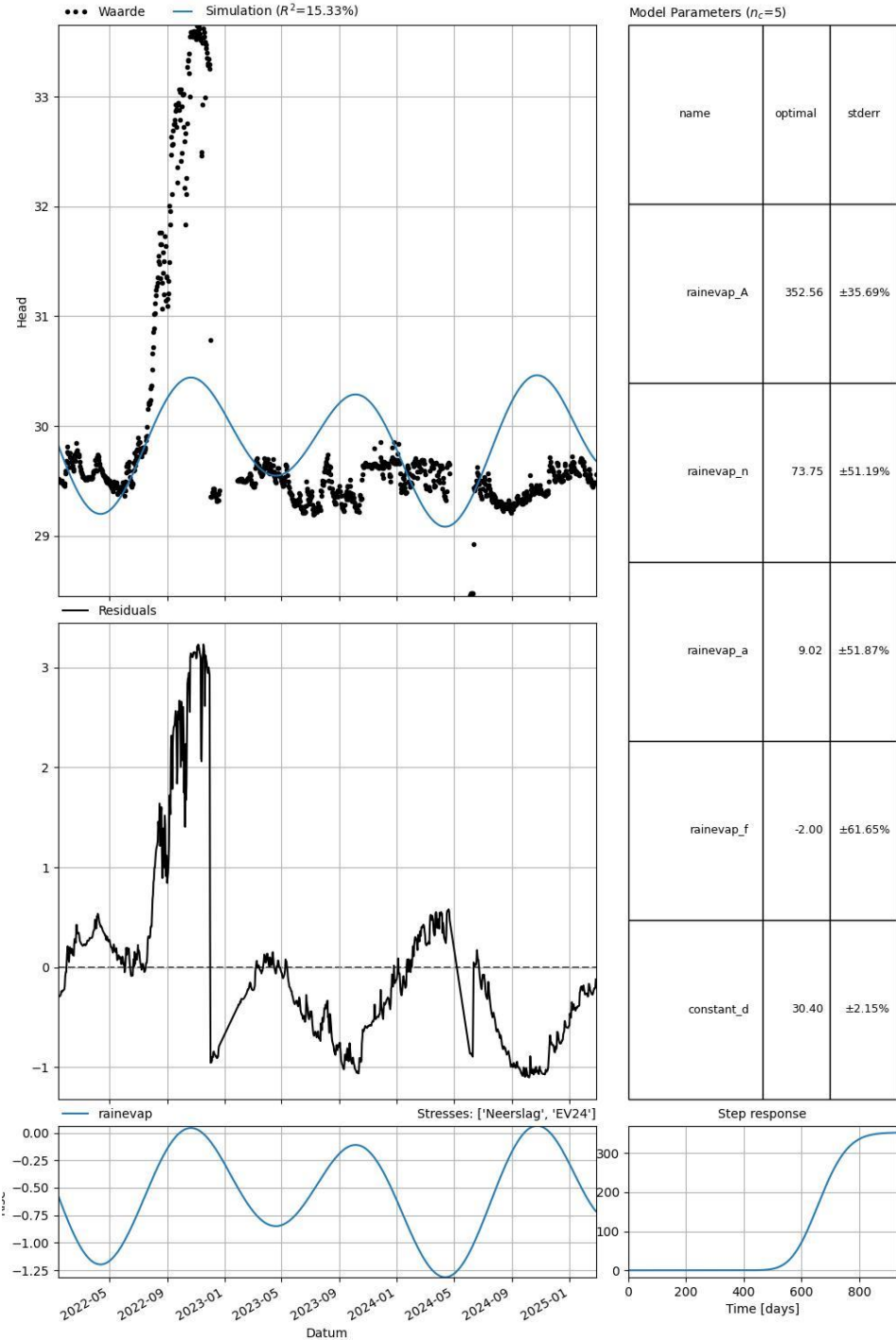
Model Parameters ($n_c=5$)

name	optimal	stderr
rainevap_A	147.19	$\pm 4.14\%$
rainevap_n	0.58	$\pm 2.88\%$
rainevap_a	210.00	$\pm 11.72\%$
rainevap_f	-1.46	$\pm 4.45\%$
constant_d	29.57	$\pm 5.85e-02\%$

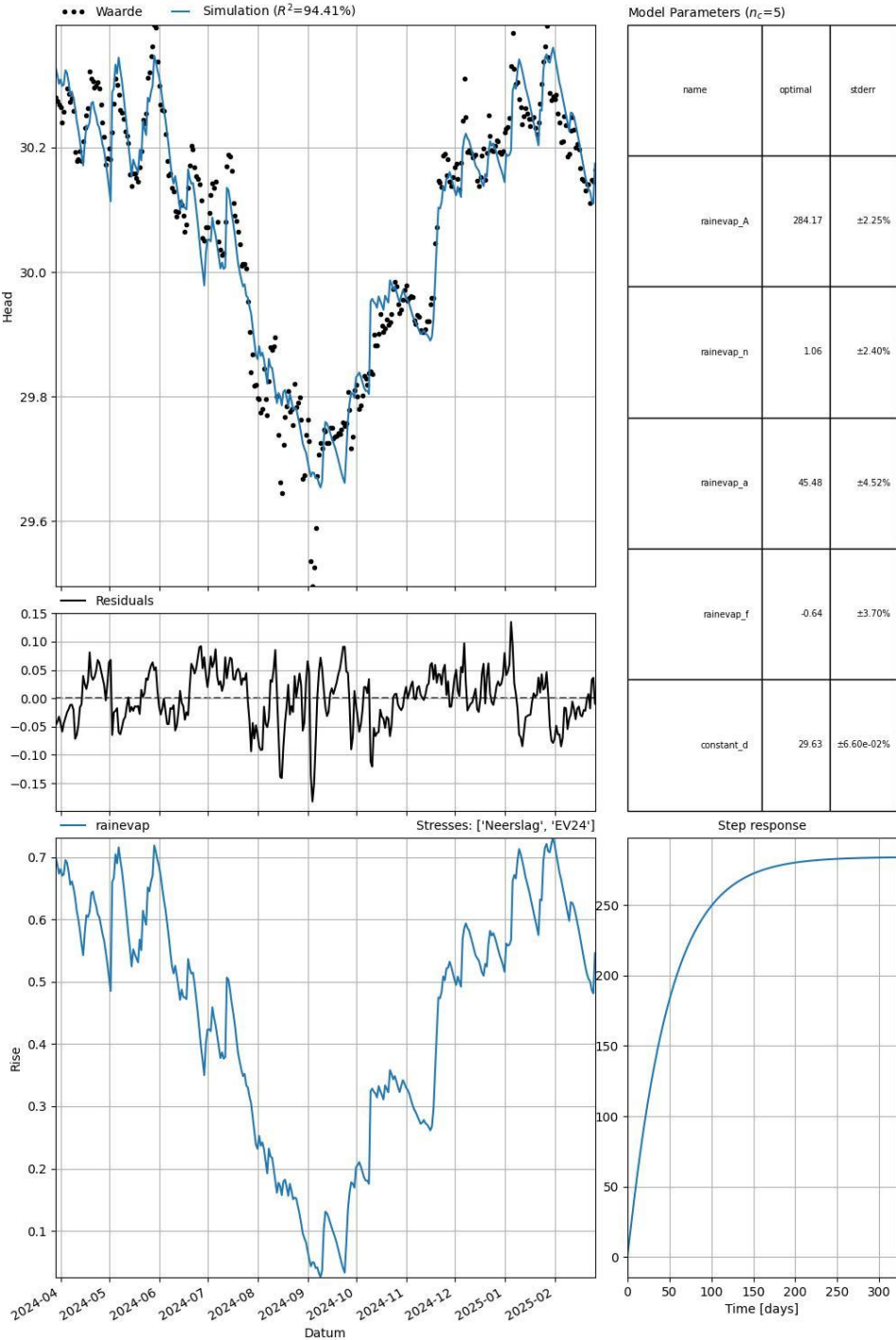
Grauwveen_6_Diep_STIJGHTE_001



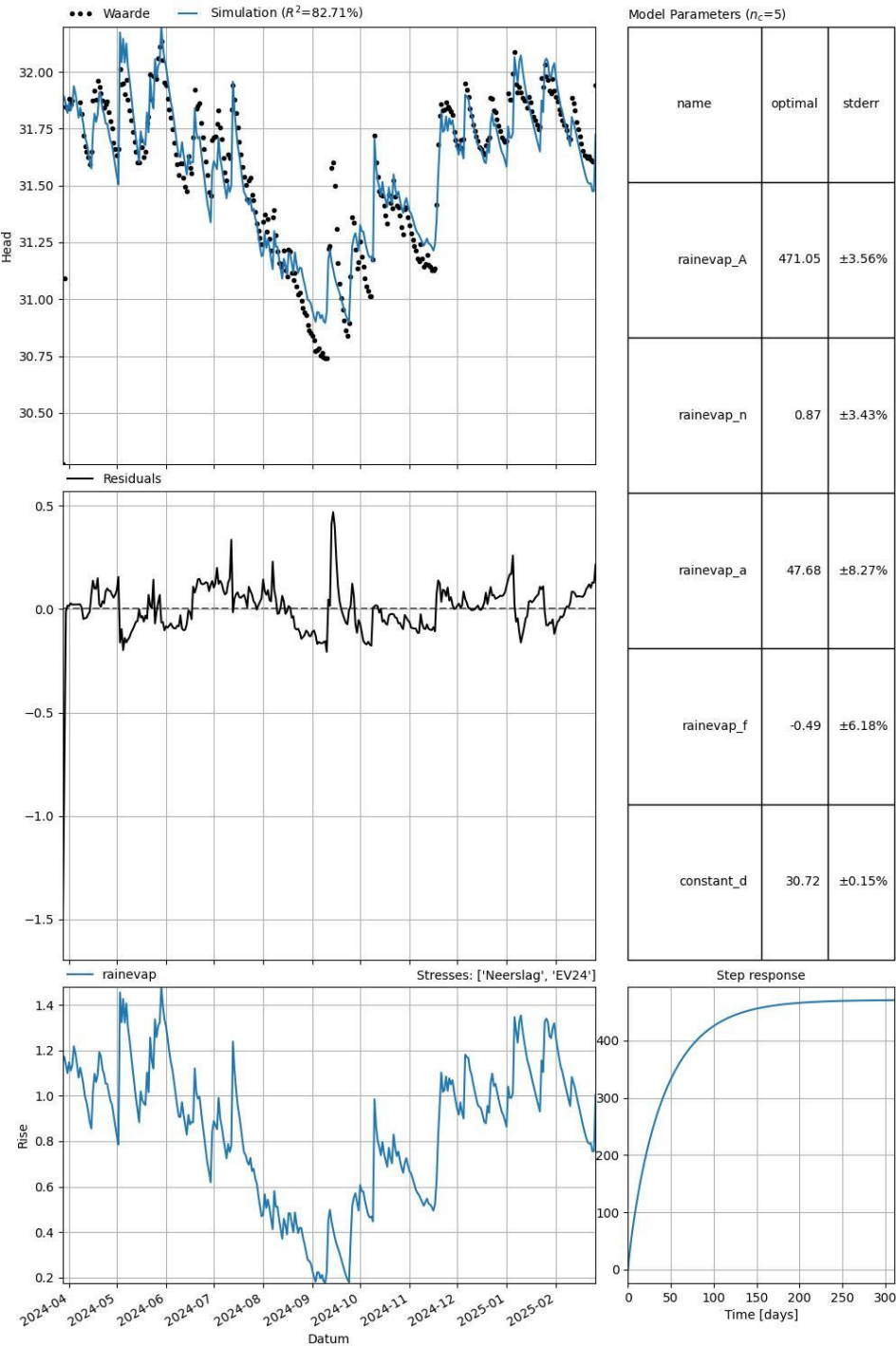
Grauwveen_6_Ondiep_STIJGHT_001



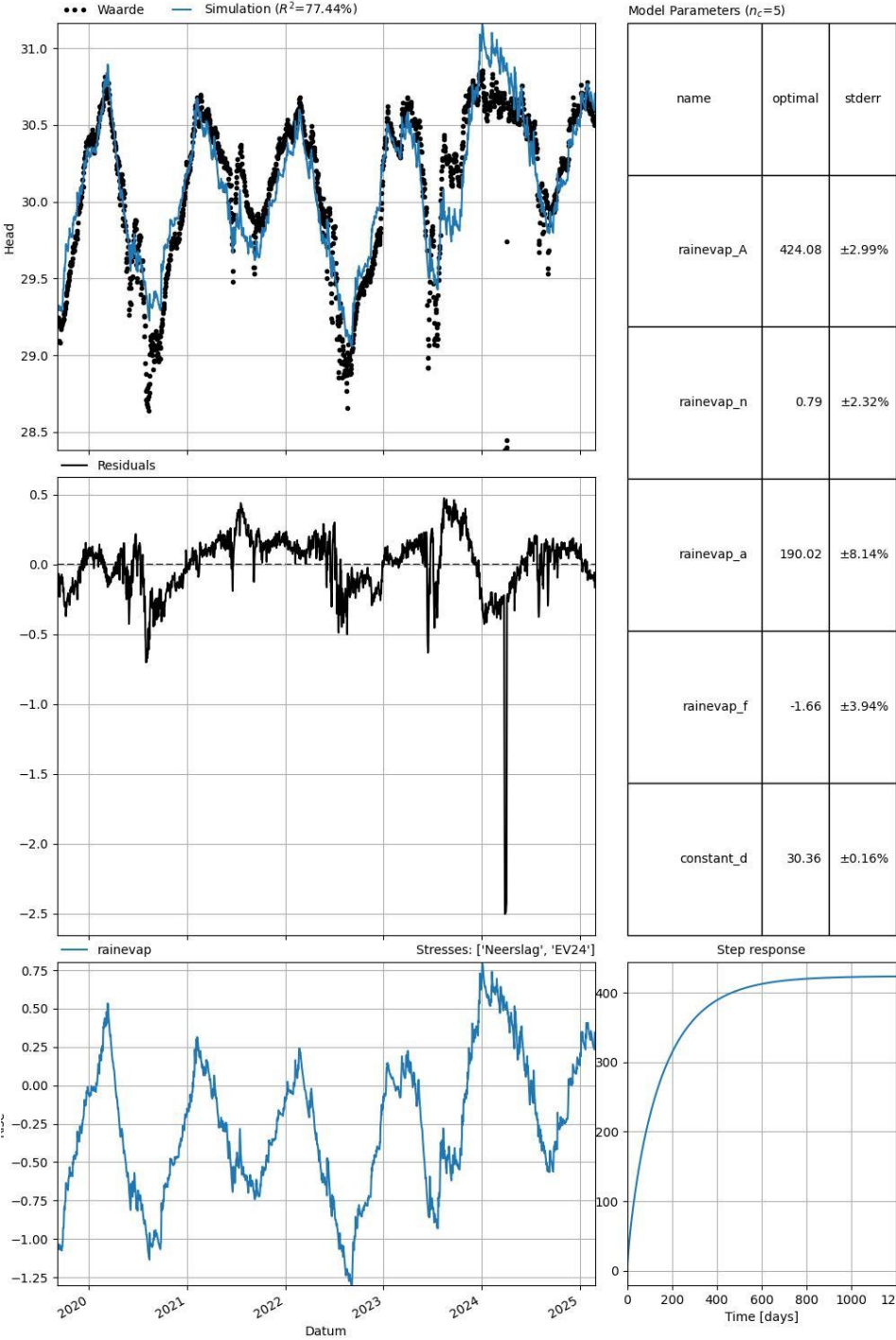
GRIE_STIJGHT_001



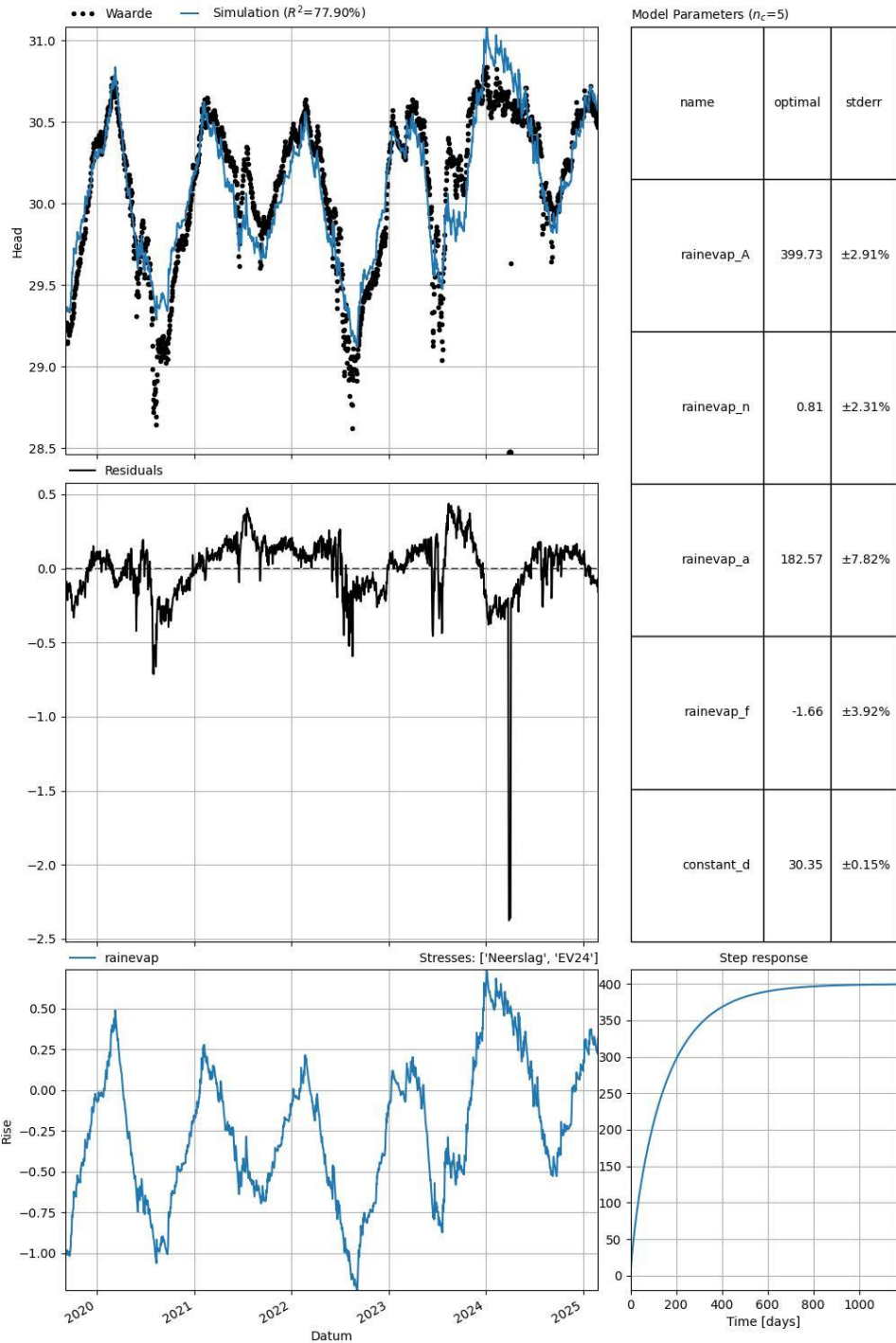
GRIE_STIJGHTE_002



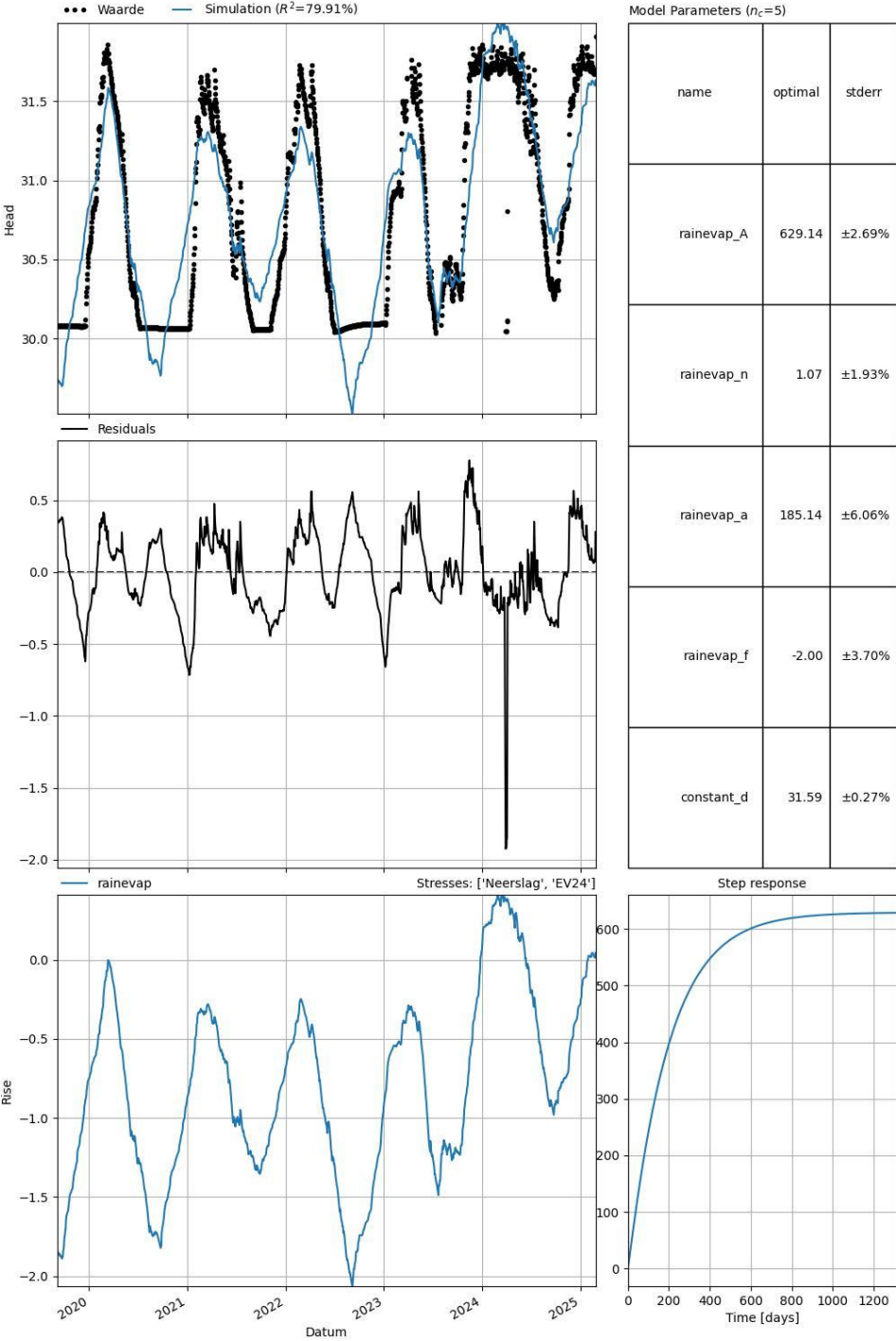
GW_Grien01_01



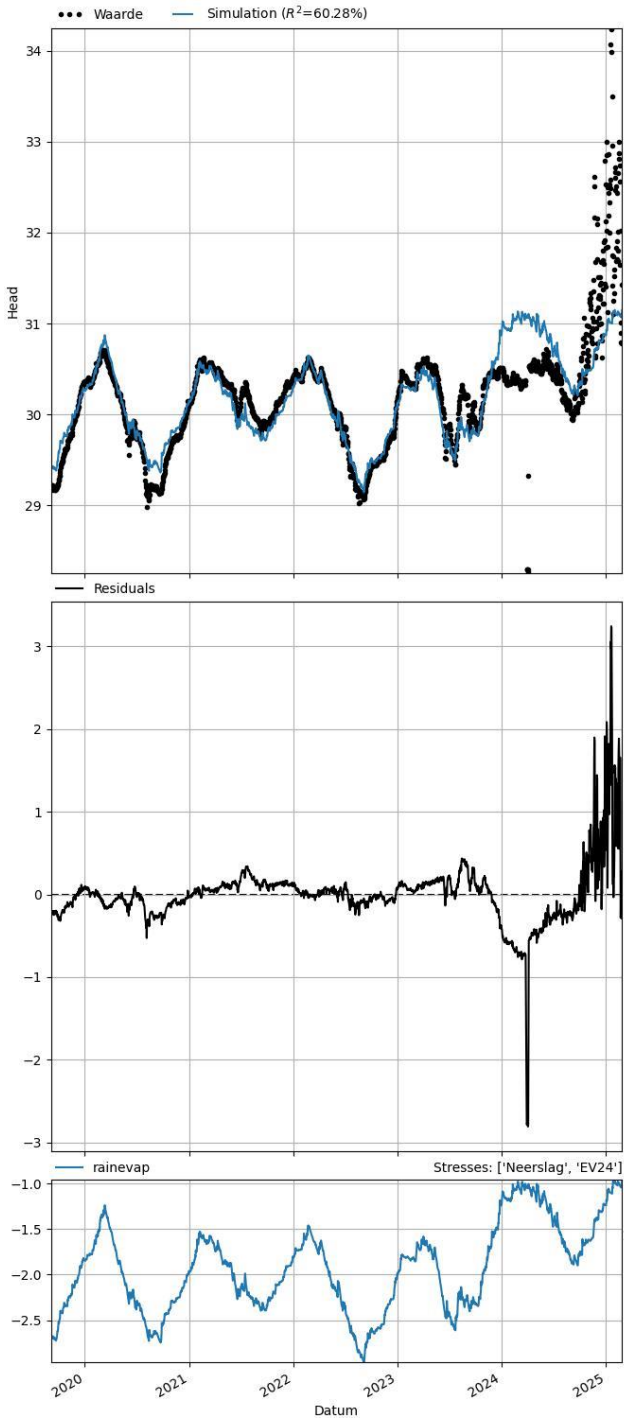
GW_Grien02_01



GW_Grien03_01

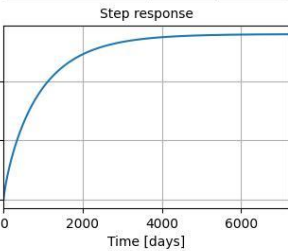


GW_Grien03_02

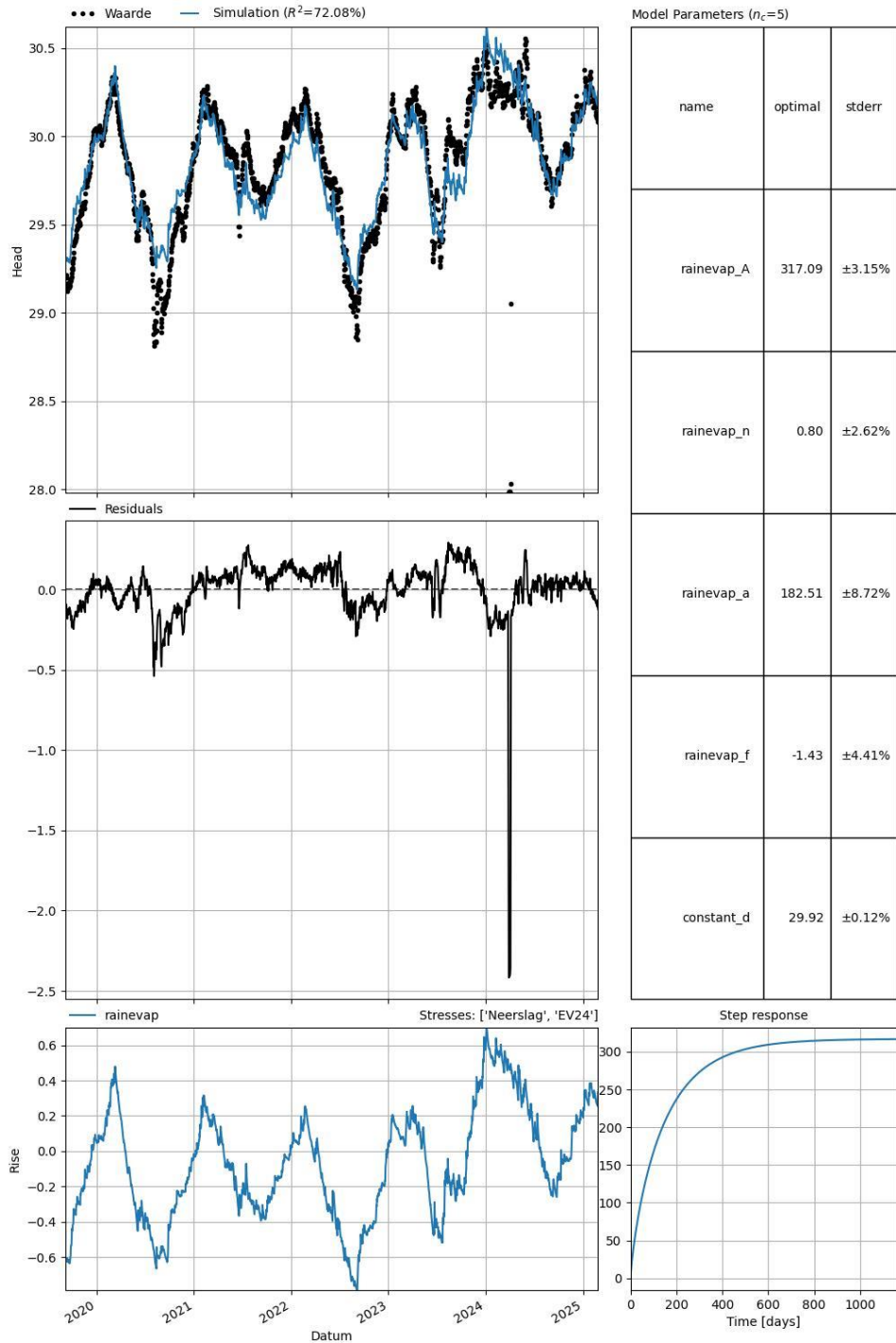


Model Parameters ($n_c=5$)

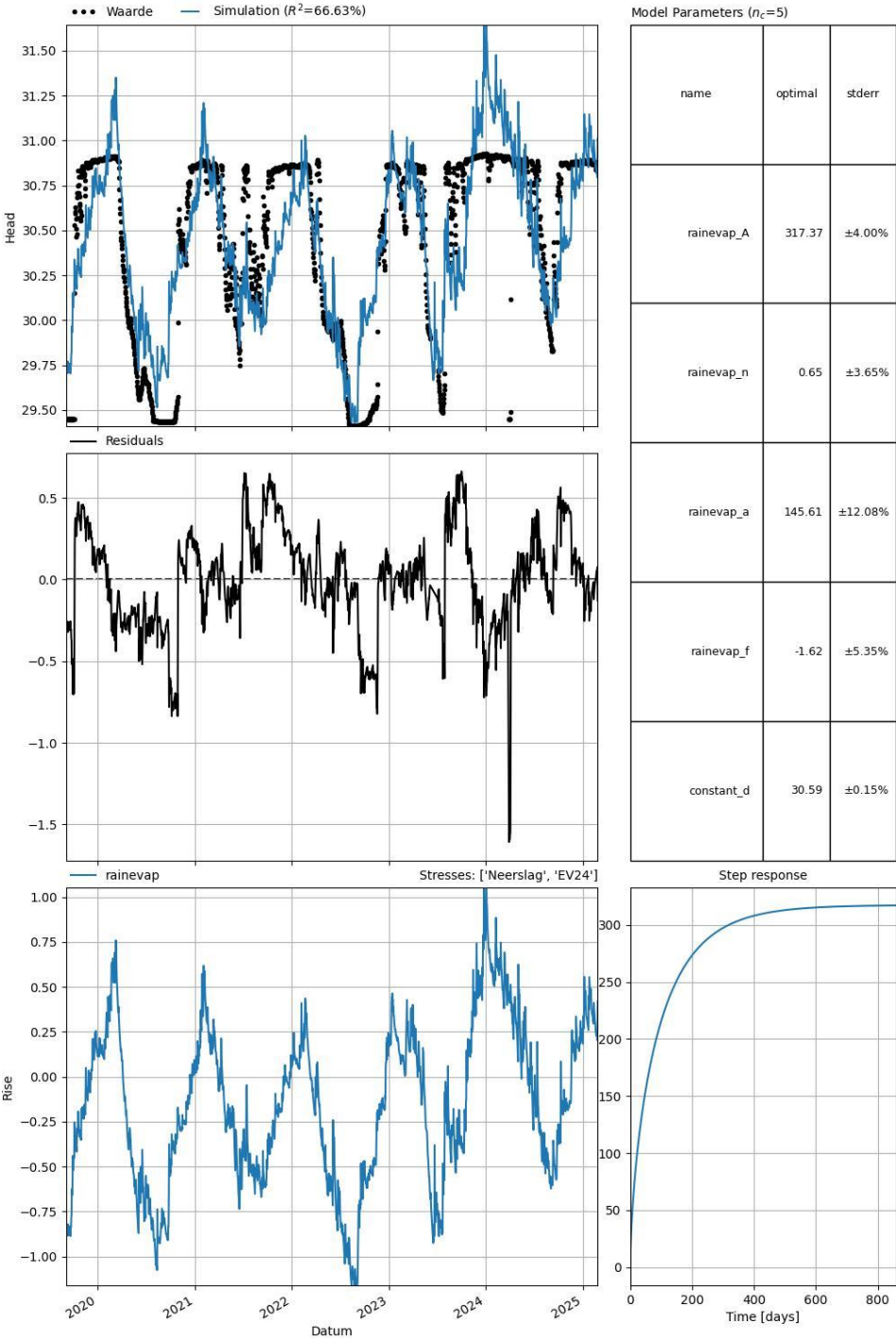
name	optimal	stderr
rainevap_A	1395.41	±9.70%
rainevap_n	0.80	±1.74%
rainevap_a	1132.17	±11.06%
rainevap_f	-2.00	±4.59%
constant_d	32.11	±0.62%



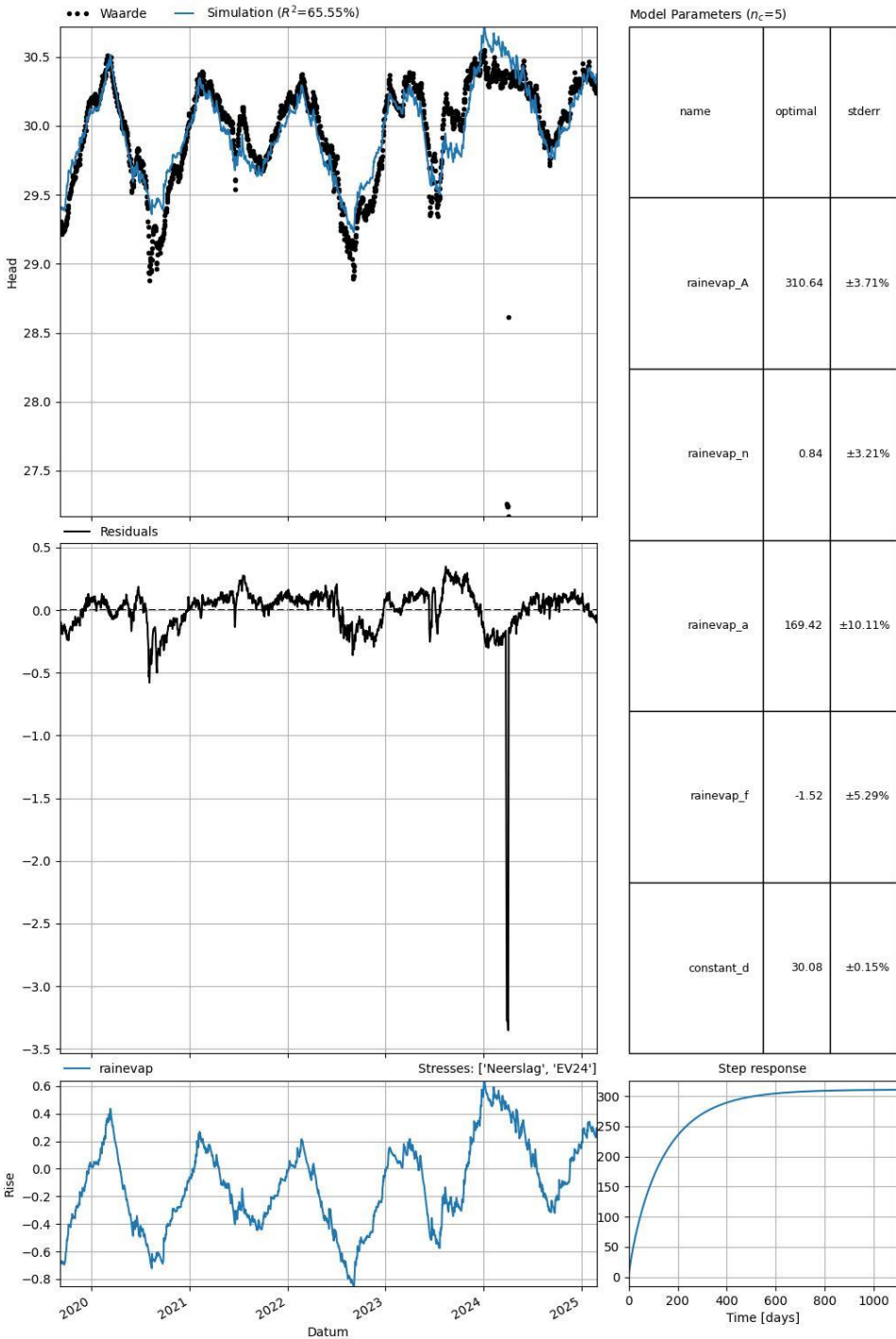
GW_Grien04_01



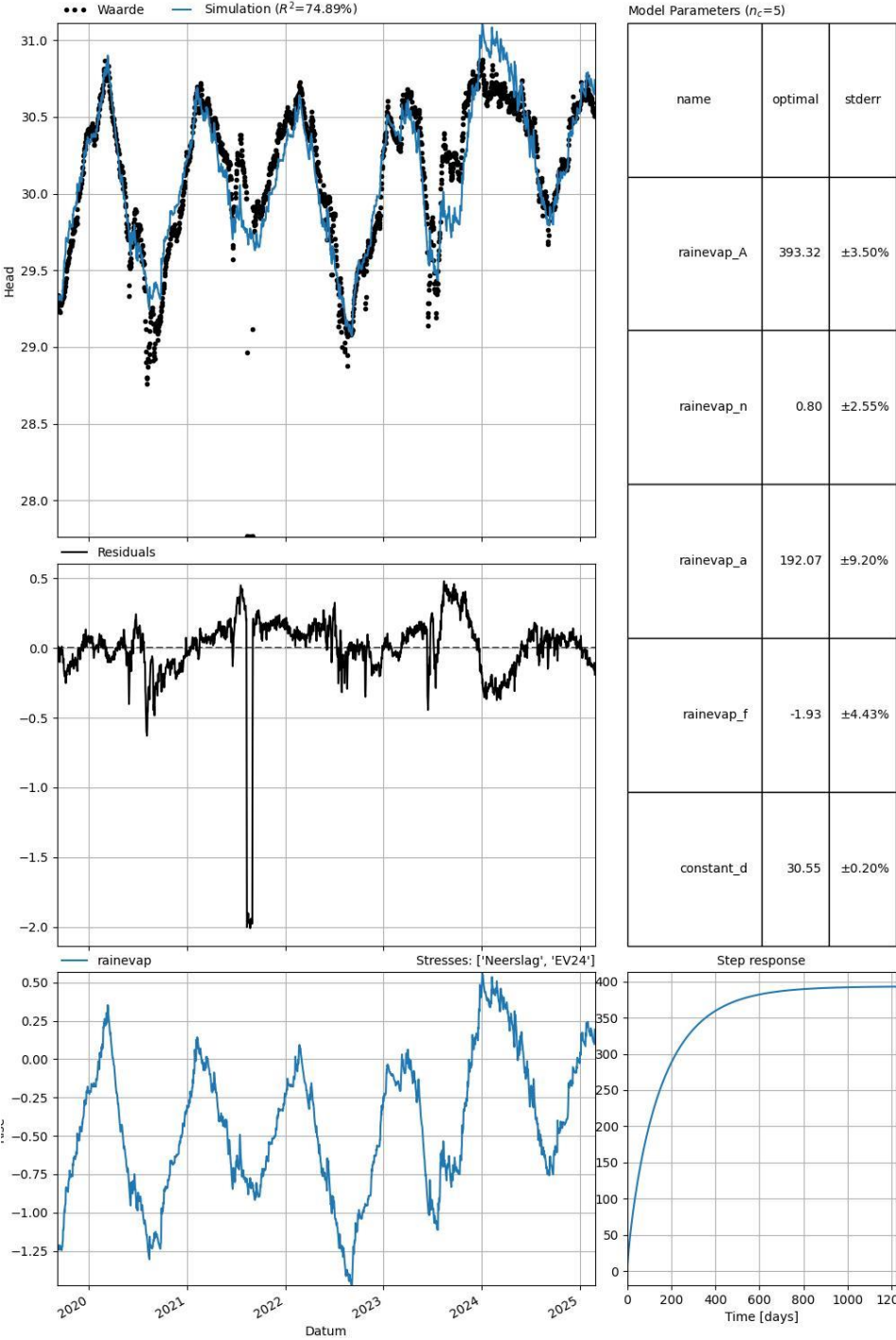
GW_Grien05_01



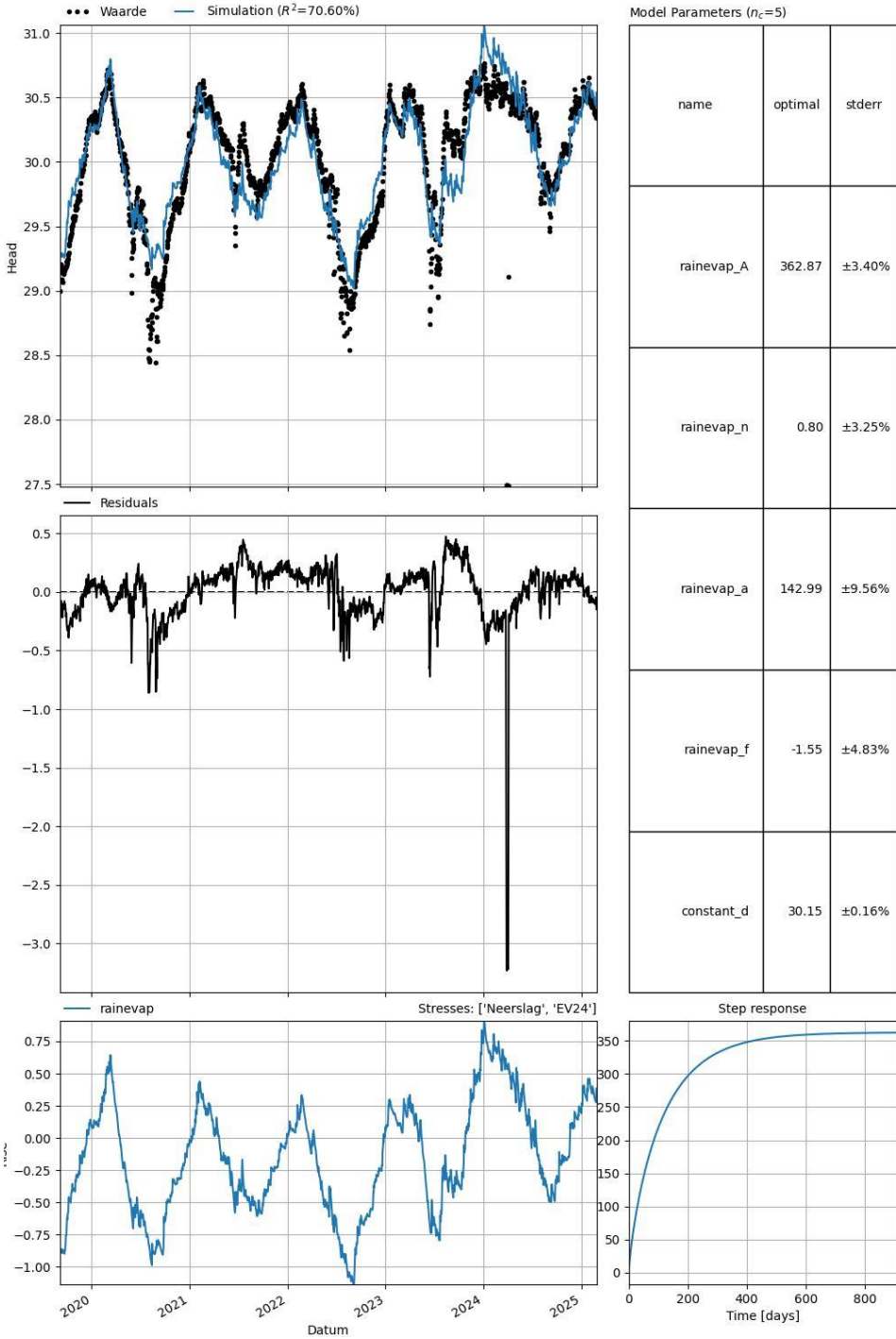
GW_Grien05_02



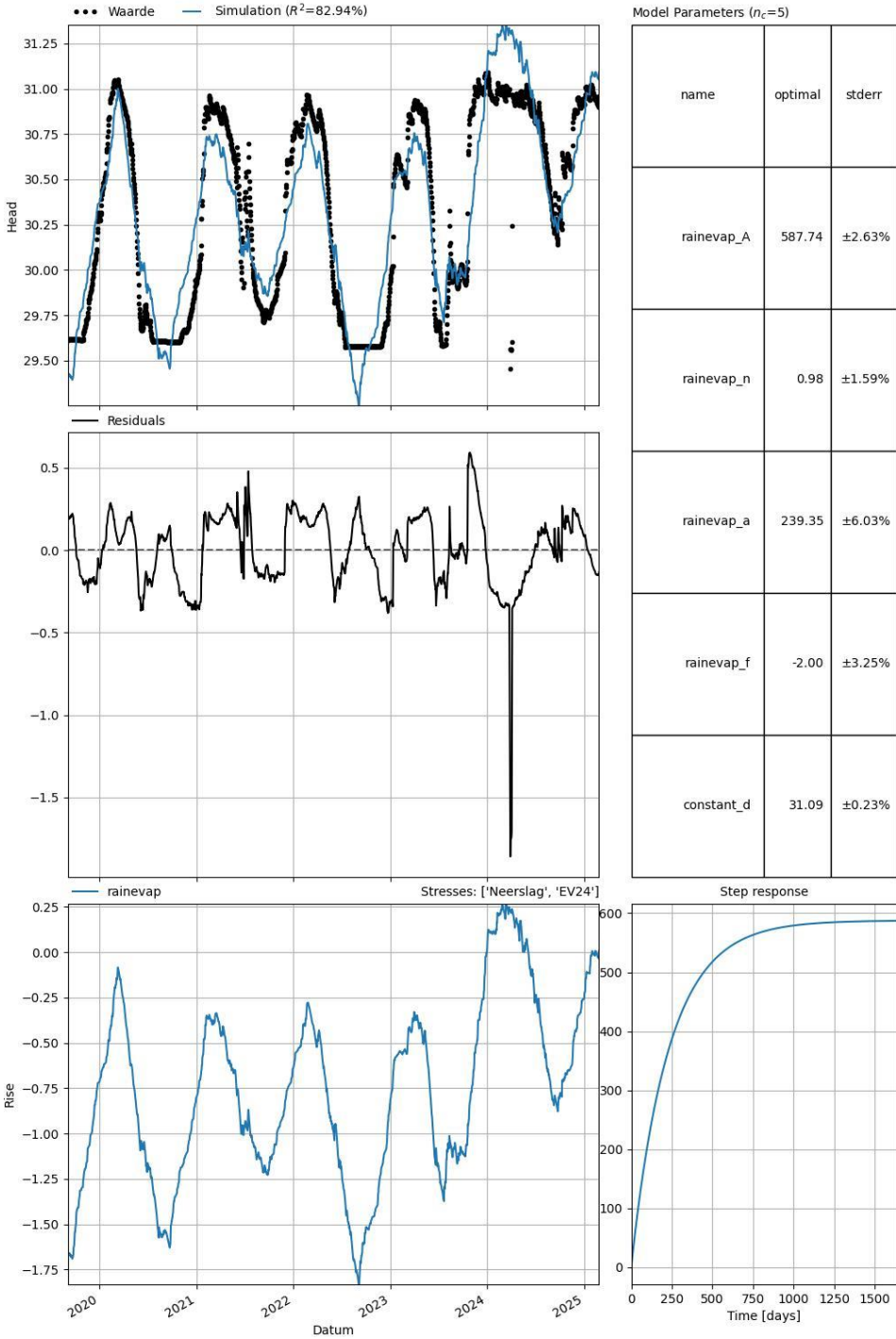
GW_Grien07_01



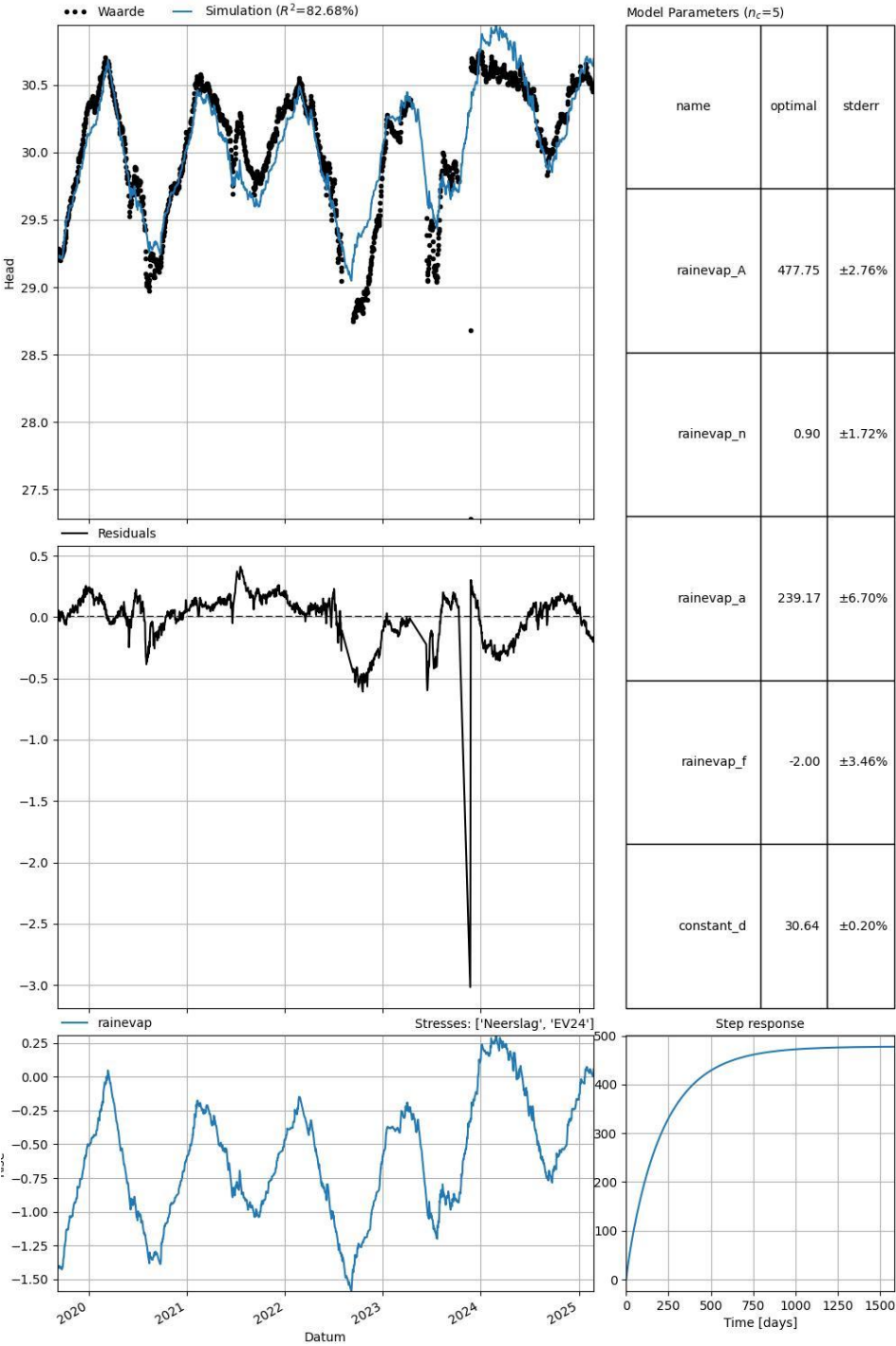
GW_Grien08_01



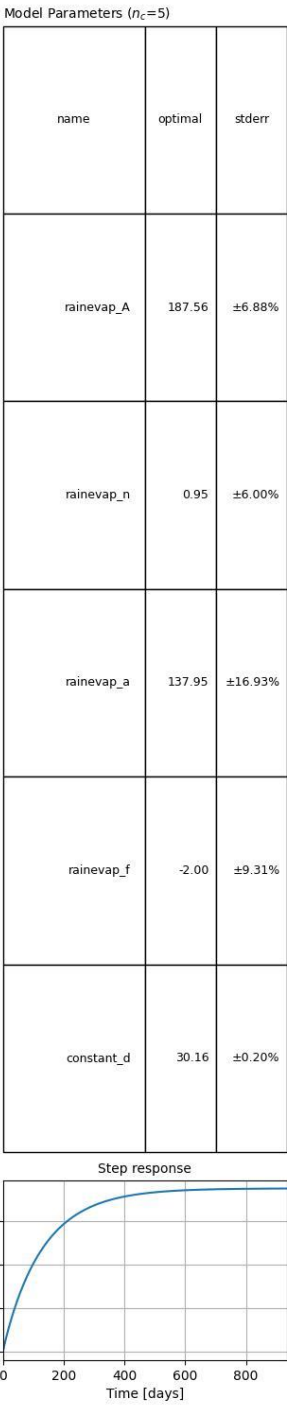
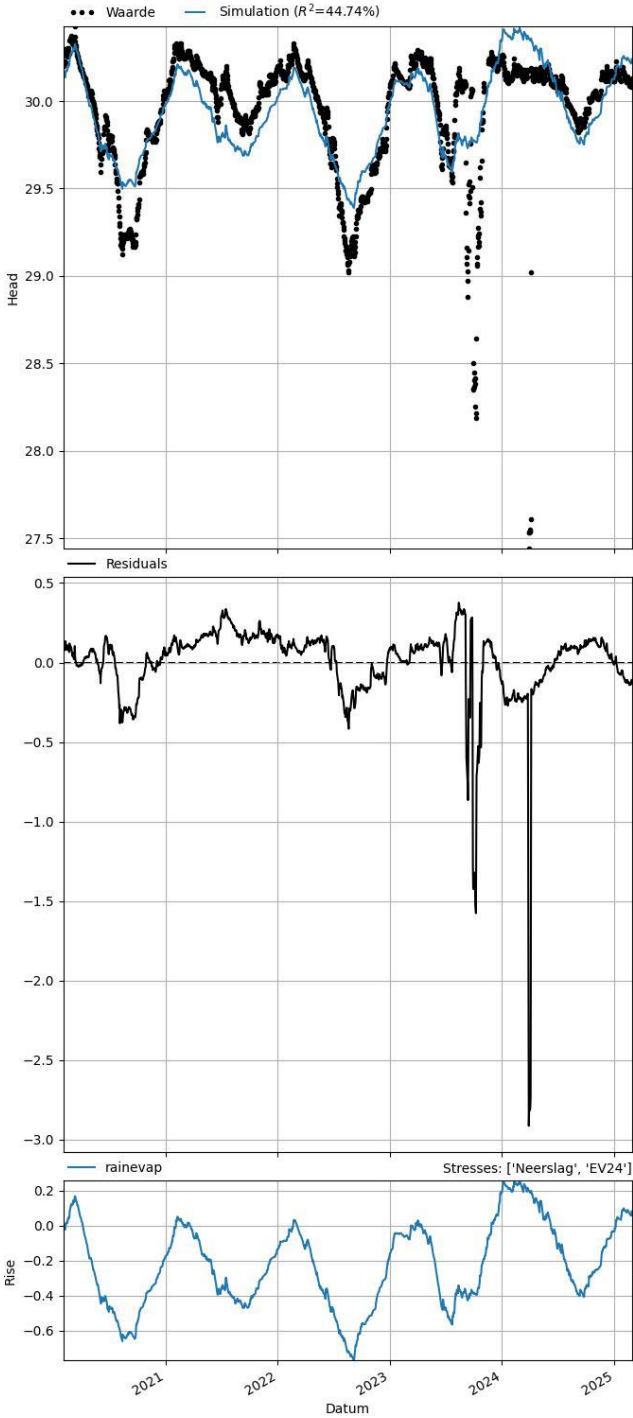
GW_Grien09_01



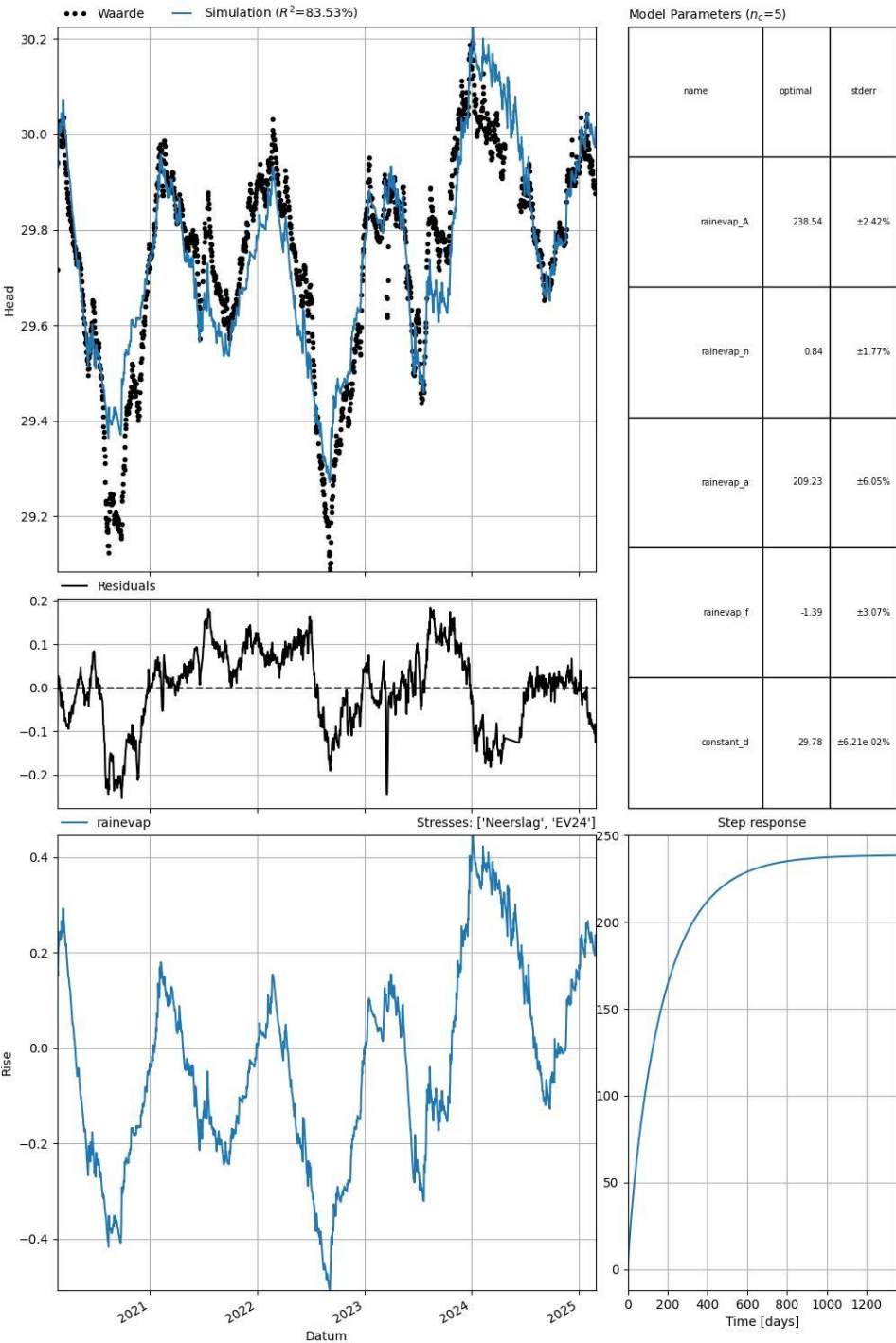
GW_Grien09_02



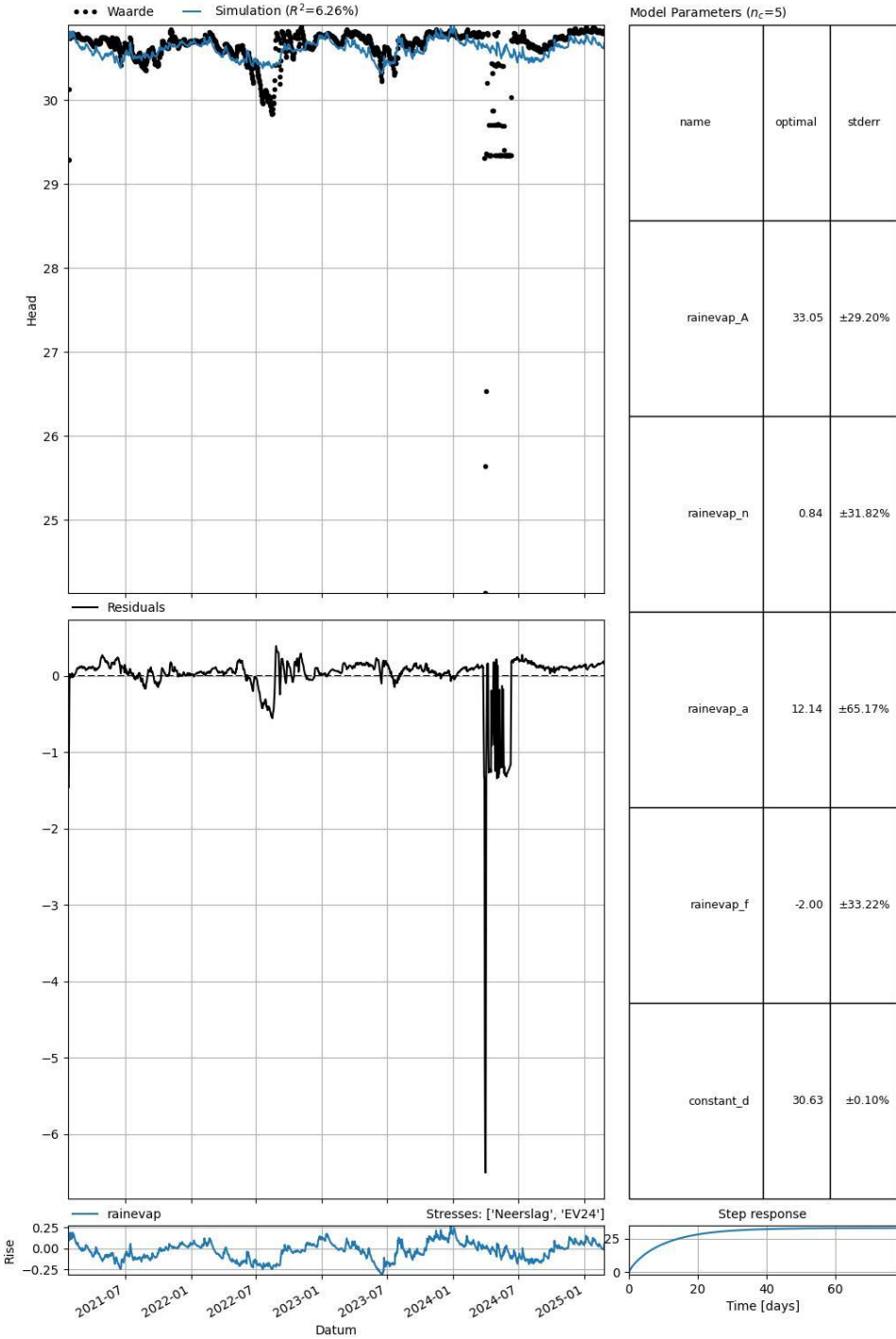
GW_Kanal13_01



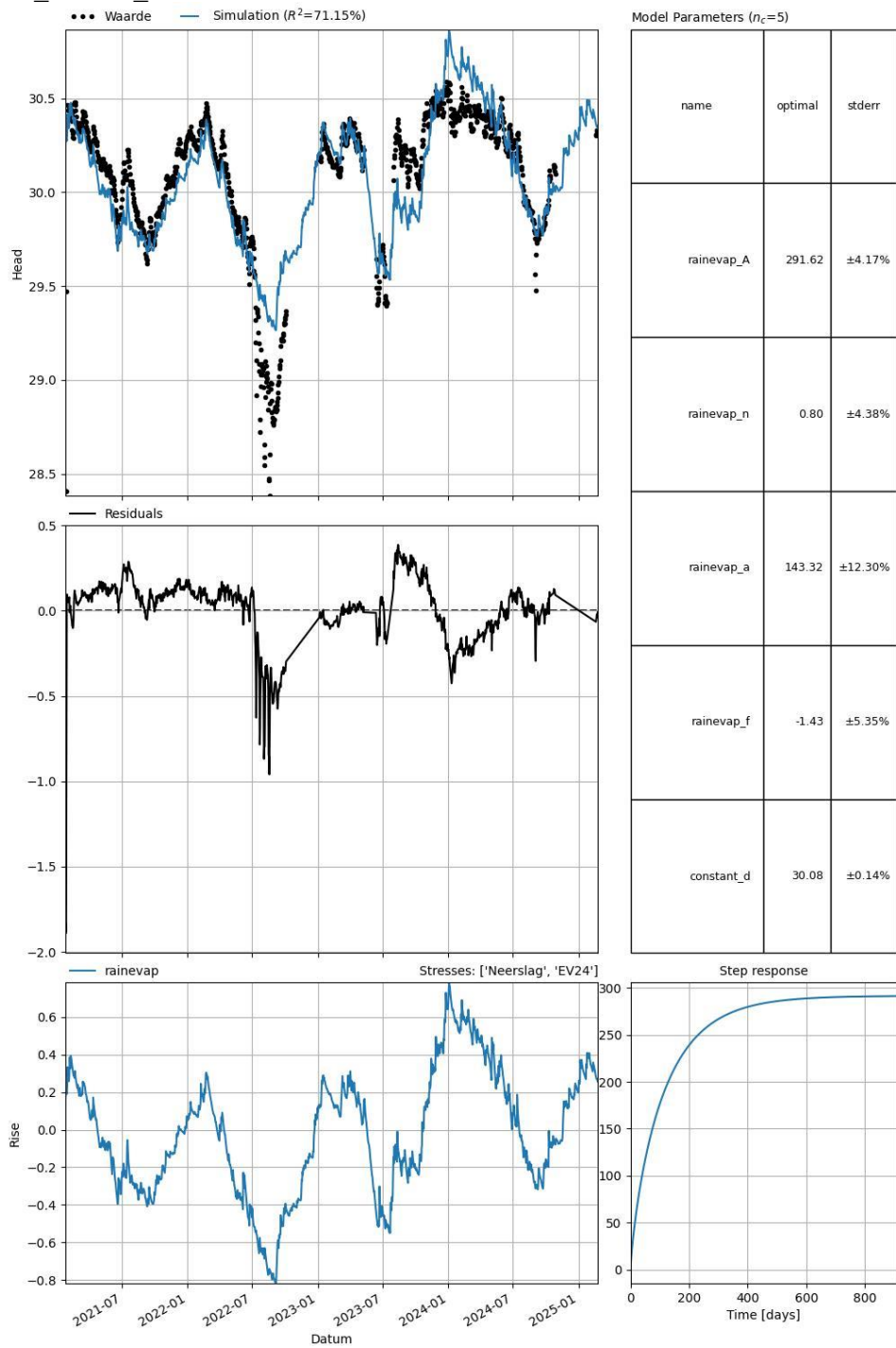
GW_Kanal22_01



LB011_STIJGHTE_001



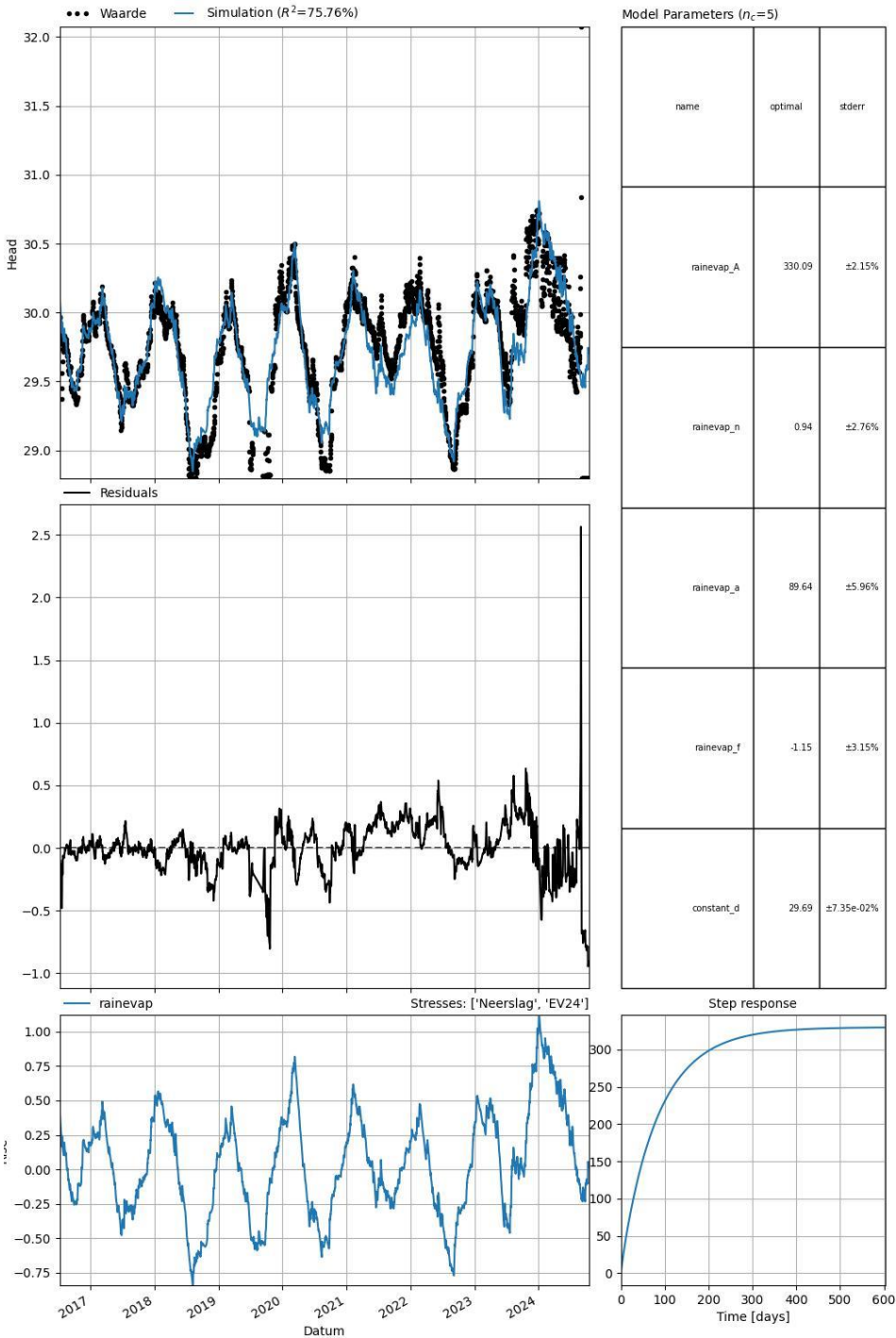
PB_MPeel1_STIJG



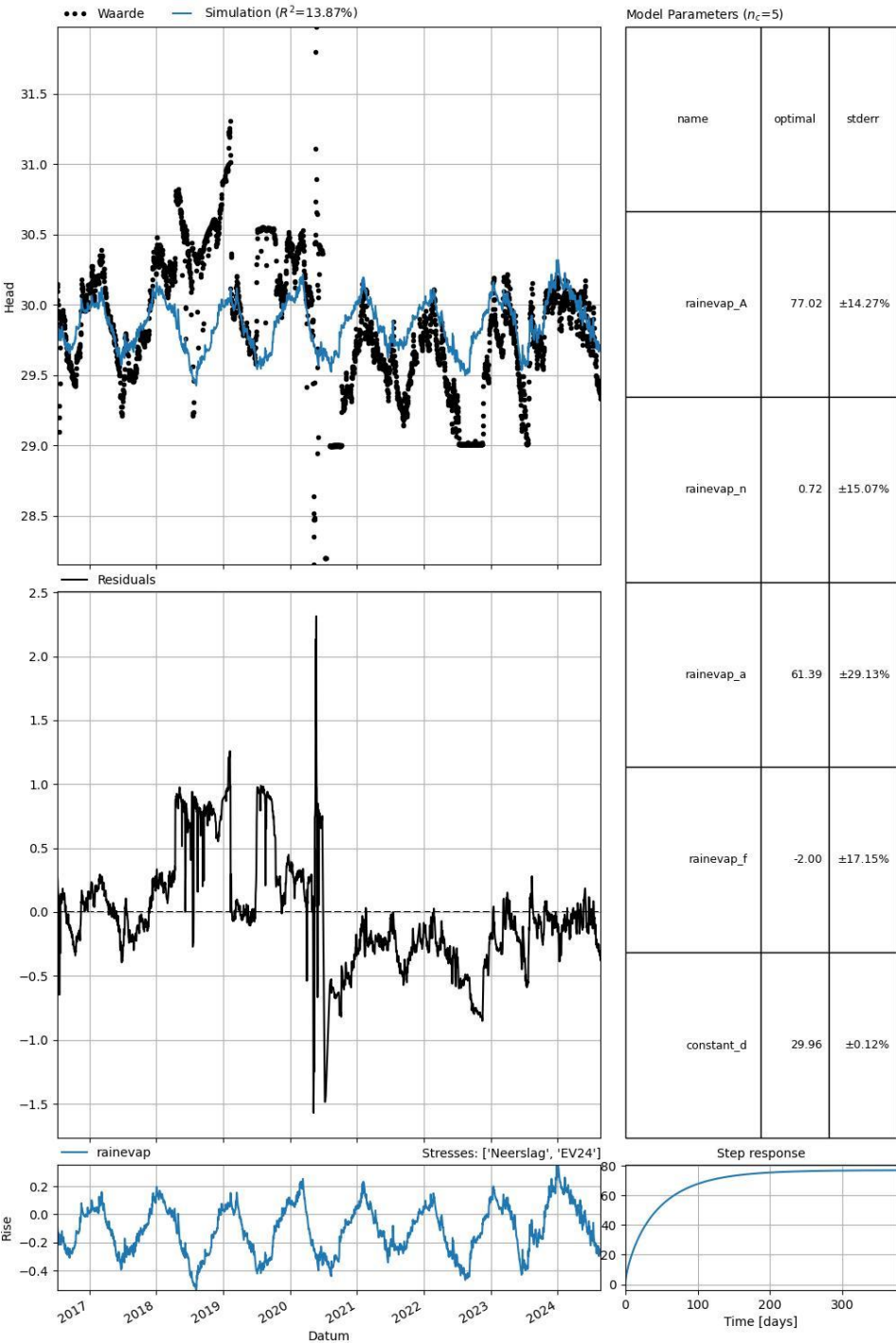
Model Parameters ($n_c=5$)

name	optimal	stderr
rainevap_A	291.62	$\pm 4.17\%$
rainevap_n	0.80	$\pm 4.38\%$
rainevap_a	143.32	$\pm 12.30\%$
rainevap_f	-1.43	$\pm 5.35\%$
constant_d	30.08	$\pm 0.14\%$

PB_MPeel2_G



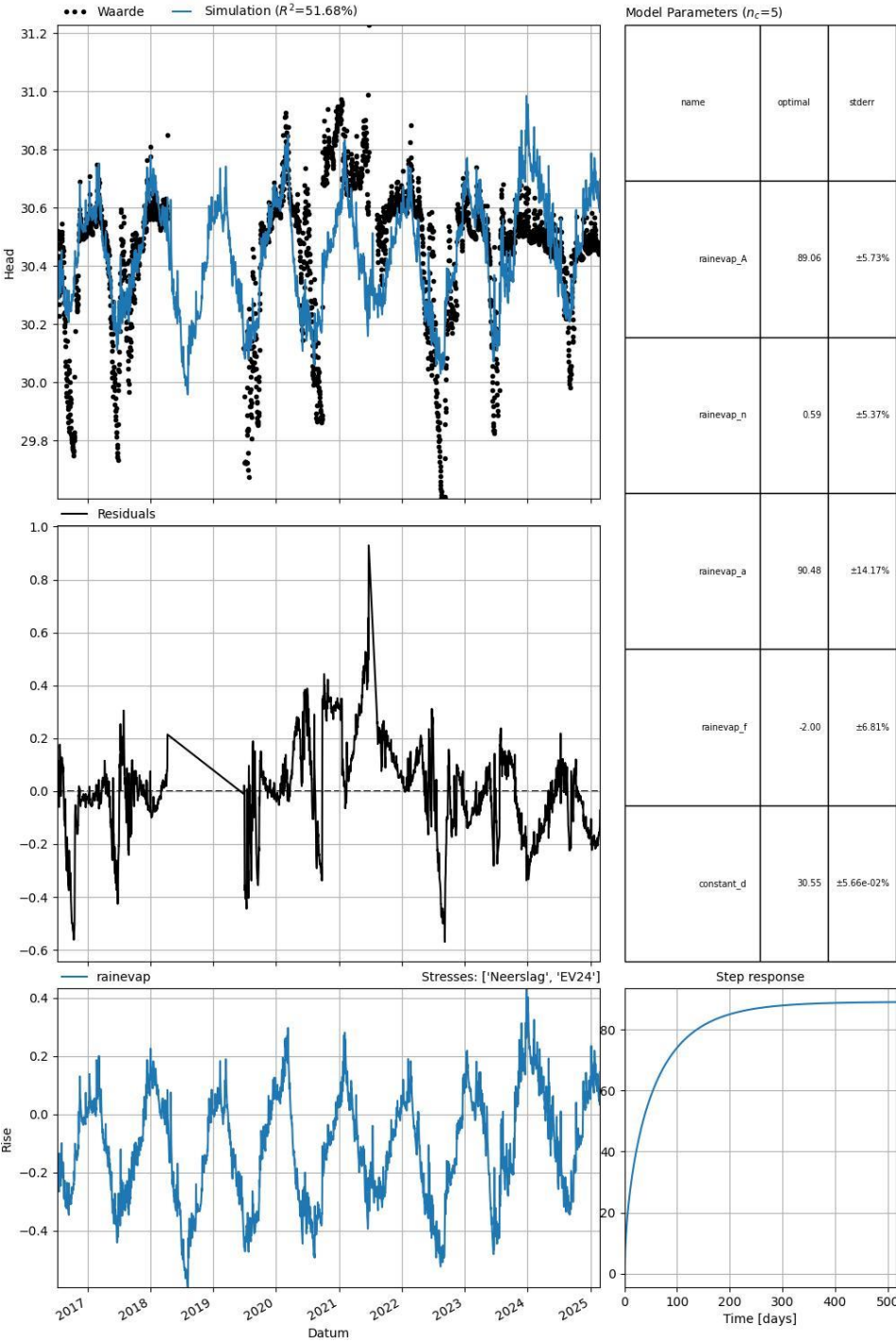
PB_MPeel2A_G



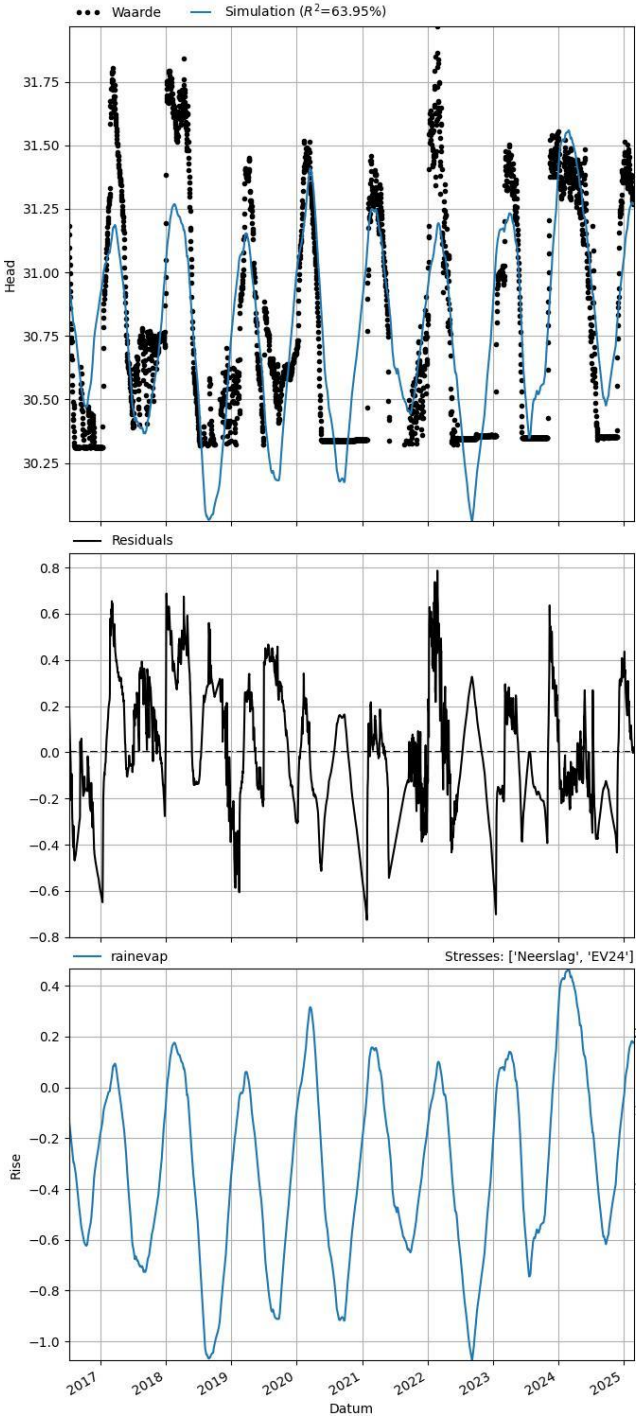
Model Parameters ($n_c=5$)

name	optimal	stderr
rainevap_A	77.02	±14.27%
rainevap_n	0.72	±15.07%
rainevap_a	61.39	±29.13%
rainevap_f	-2.00	±17.15%
constant_d	29.96	±0.12%

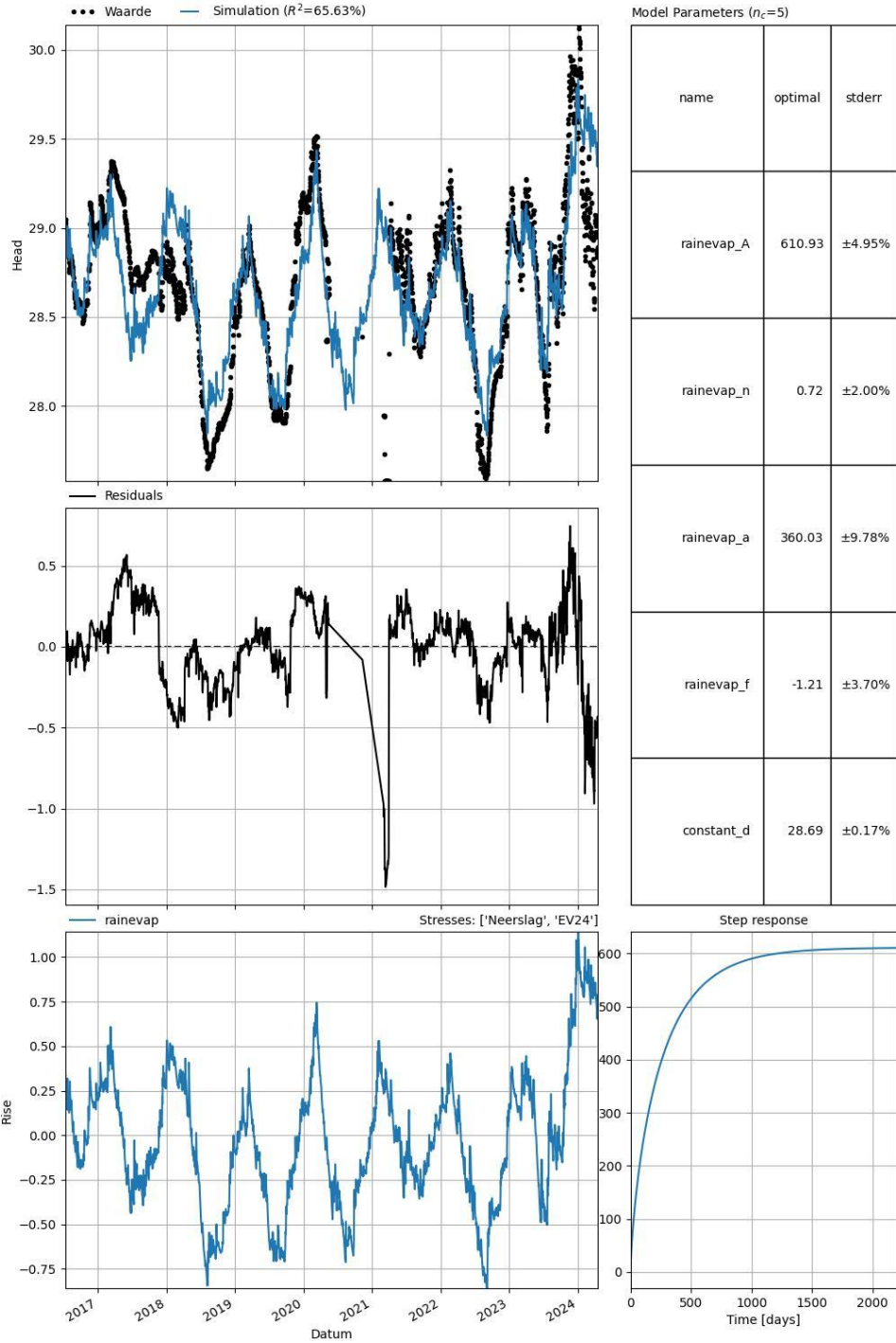
PB_MPeel7_G



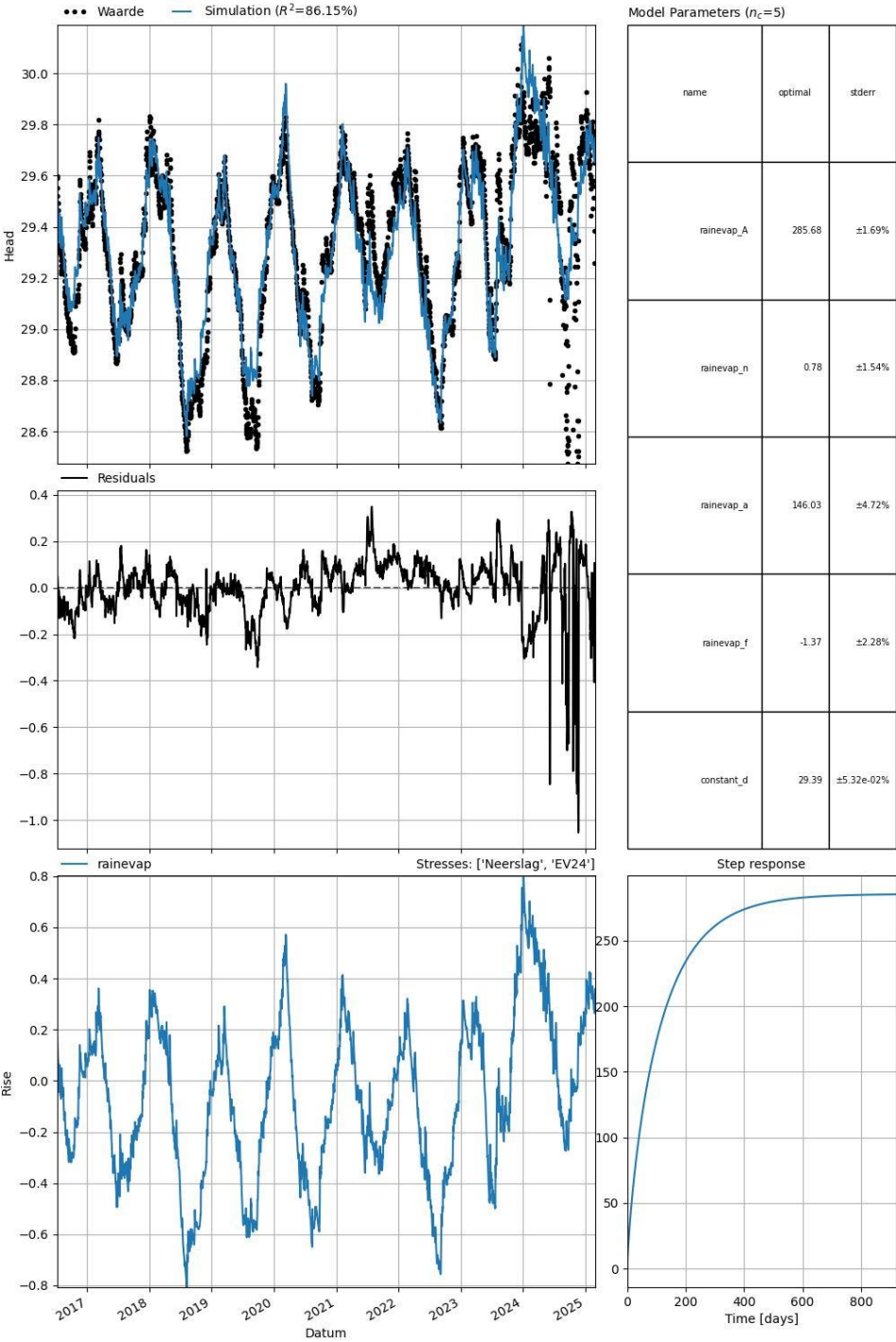
PB_MPeel8_G



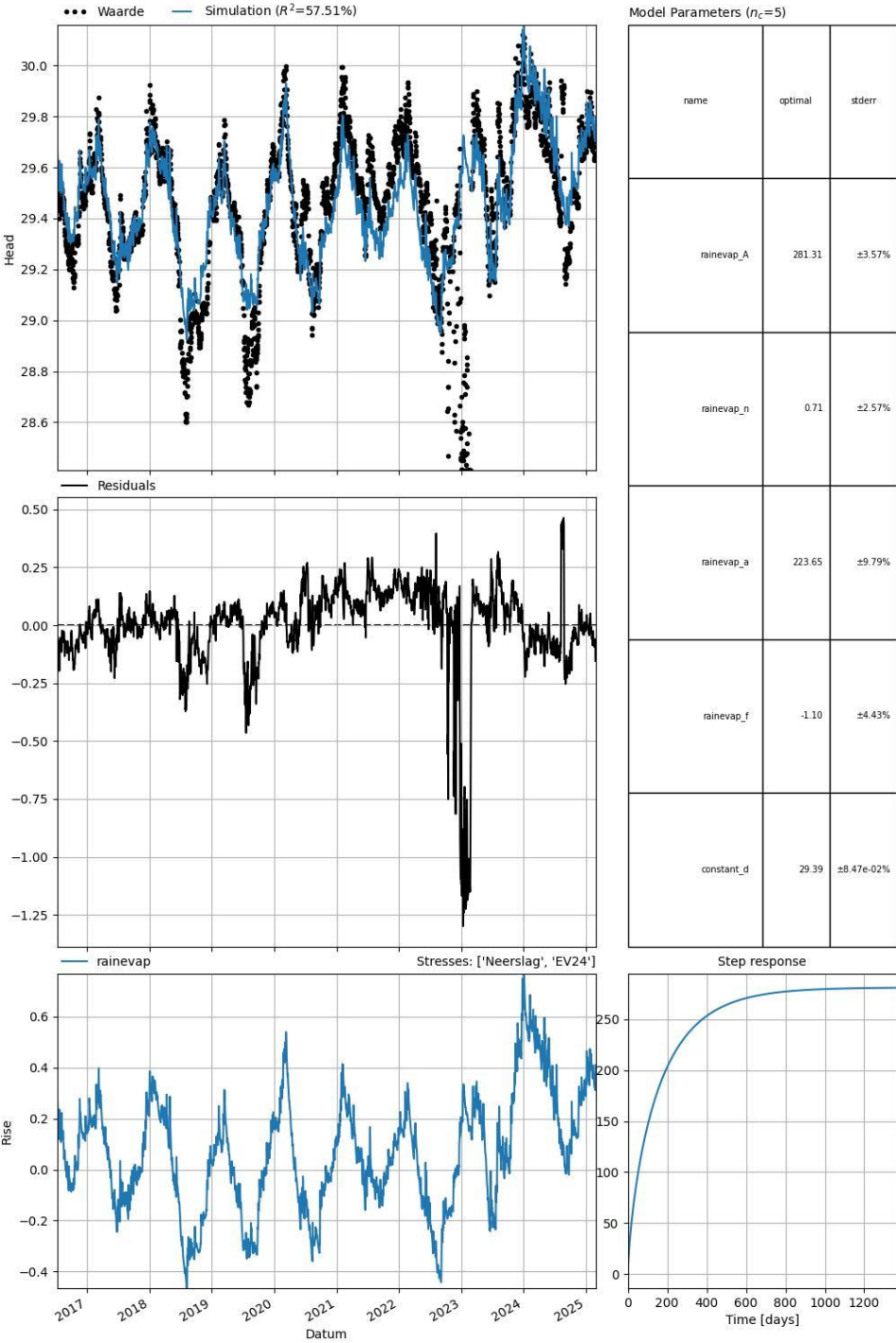
PB_MPeel10_G



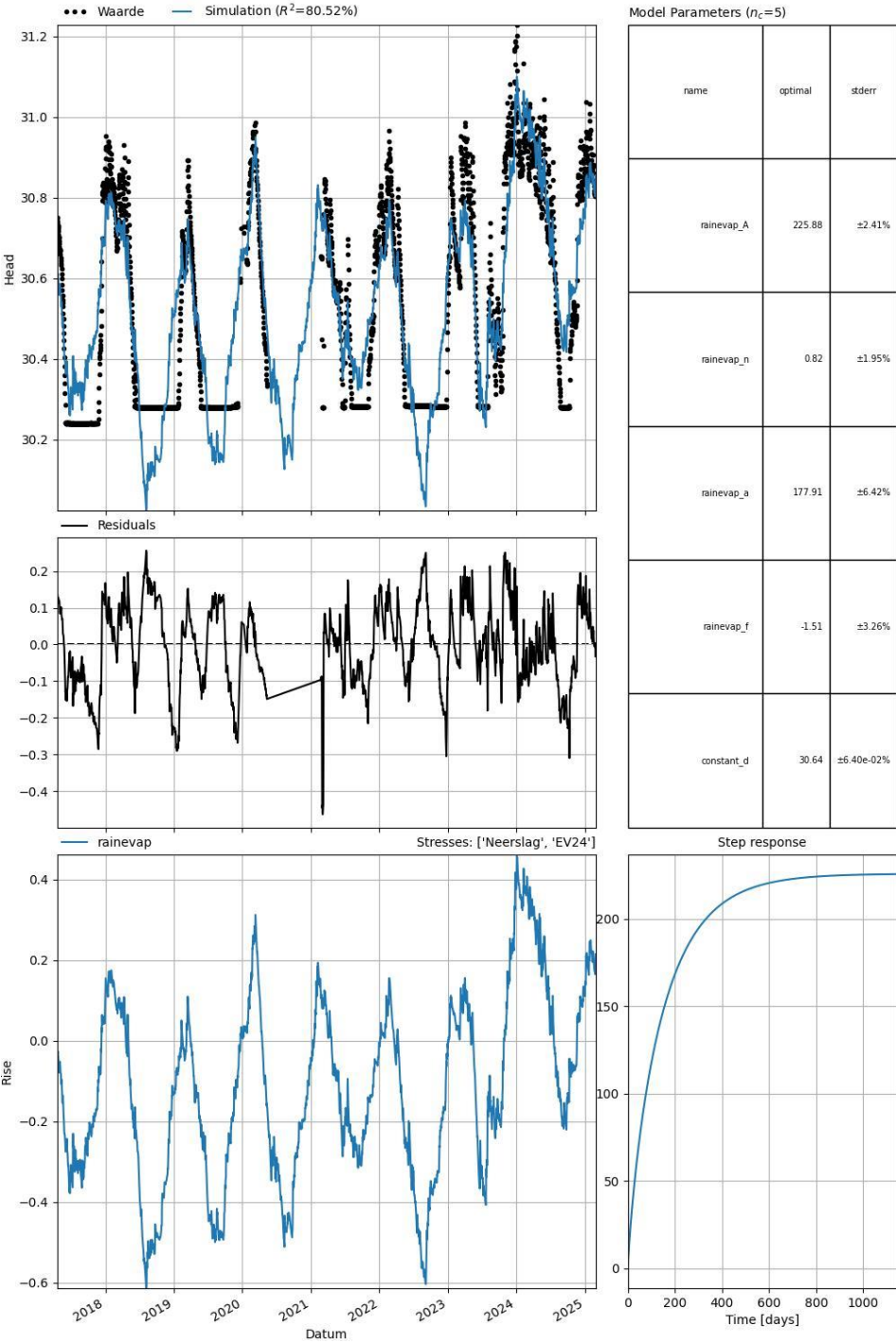
PB_MPeel11_G



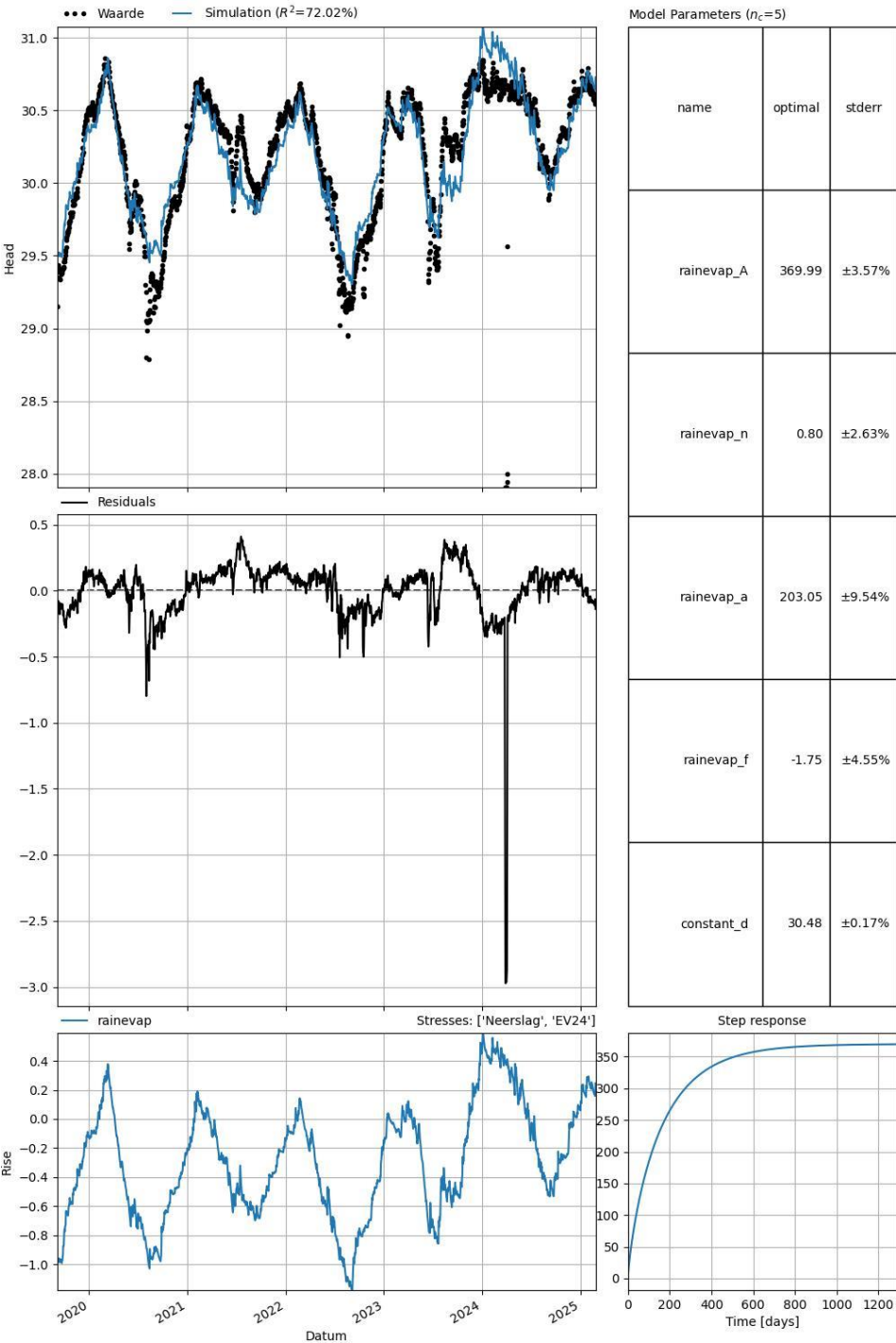
PB_MPeel12_G



PB_MPeel13_G

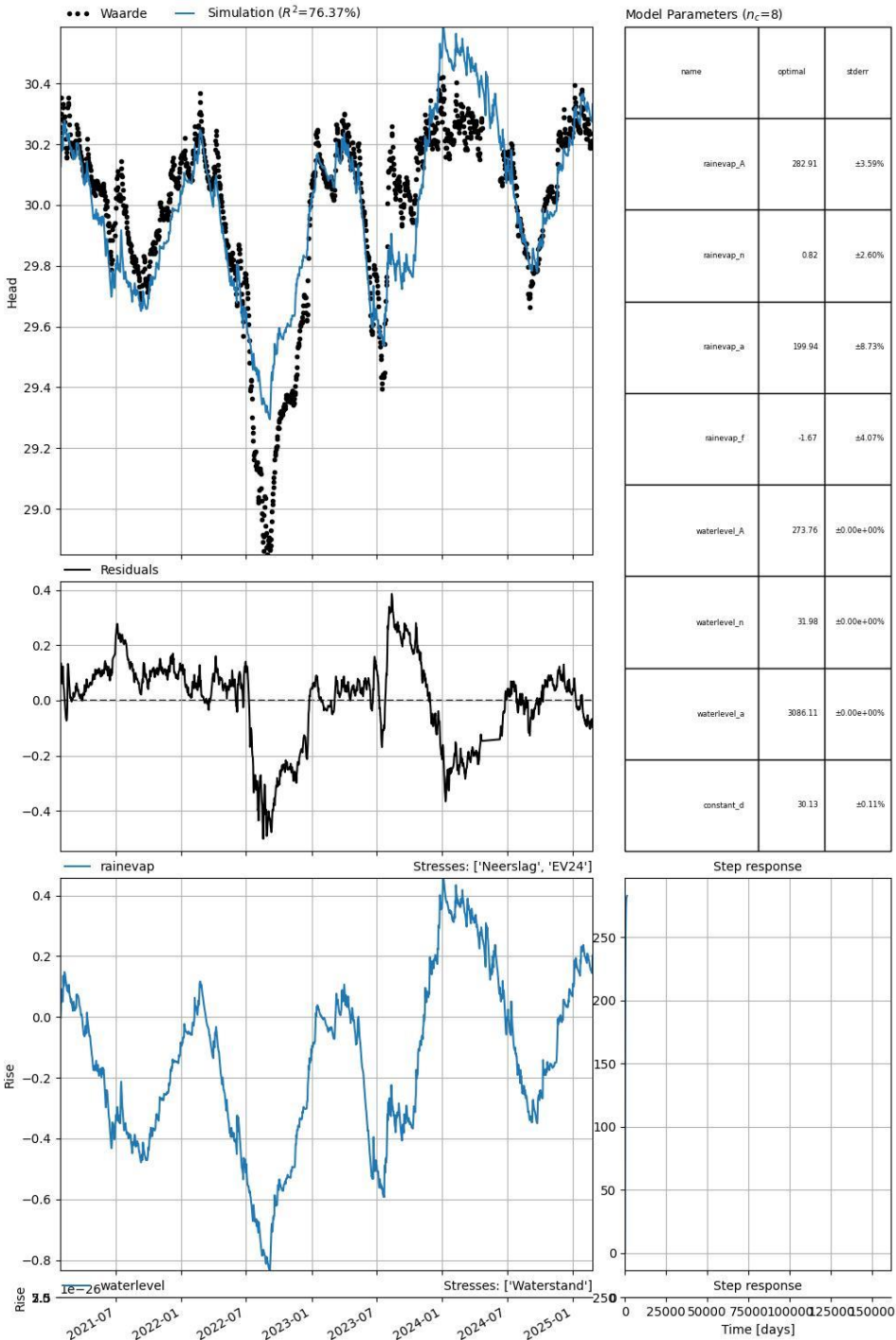


PB_MPeel13_G_DIEP

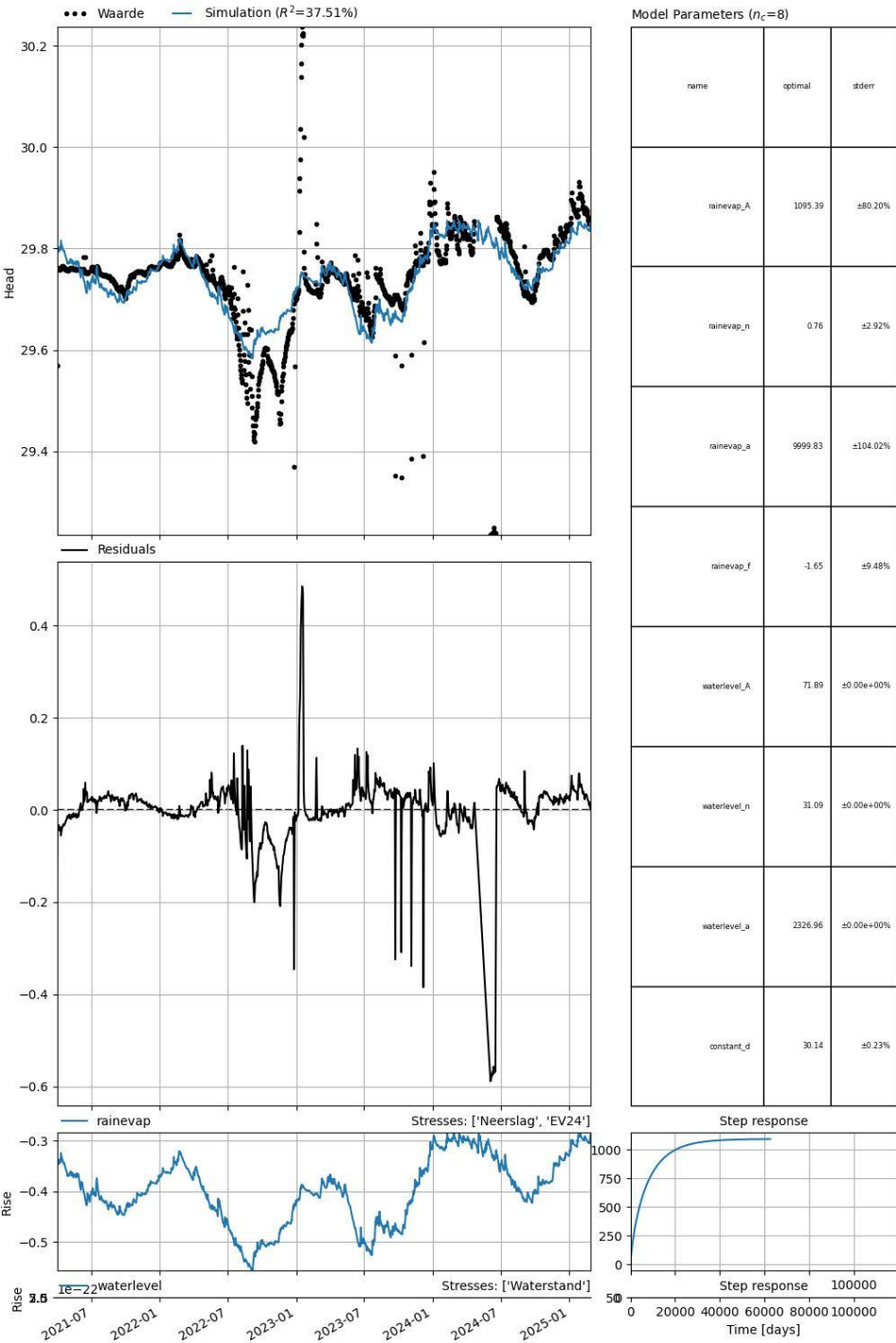


Met kanaal als verklarende reeks

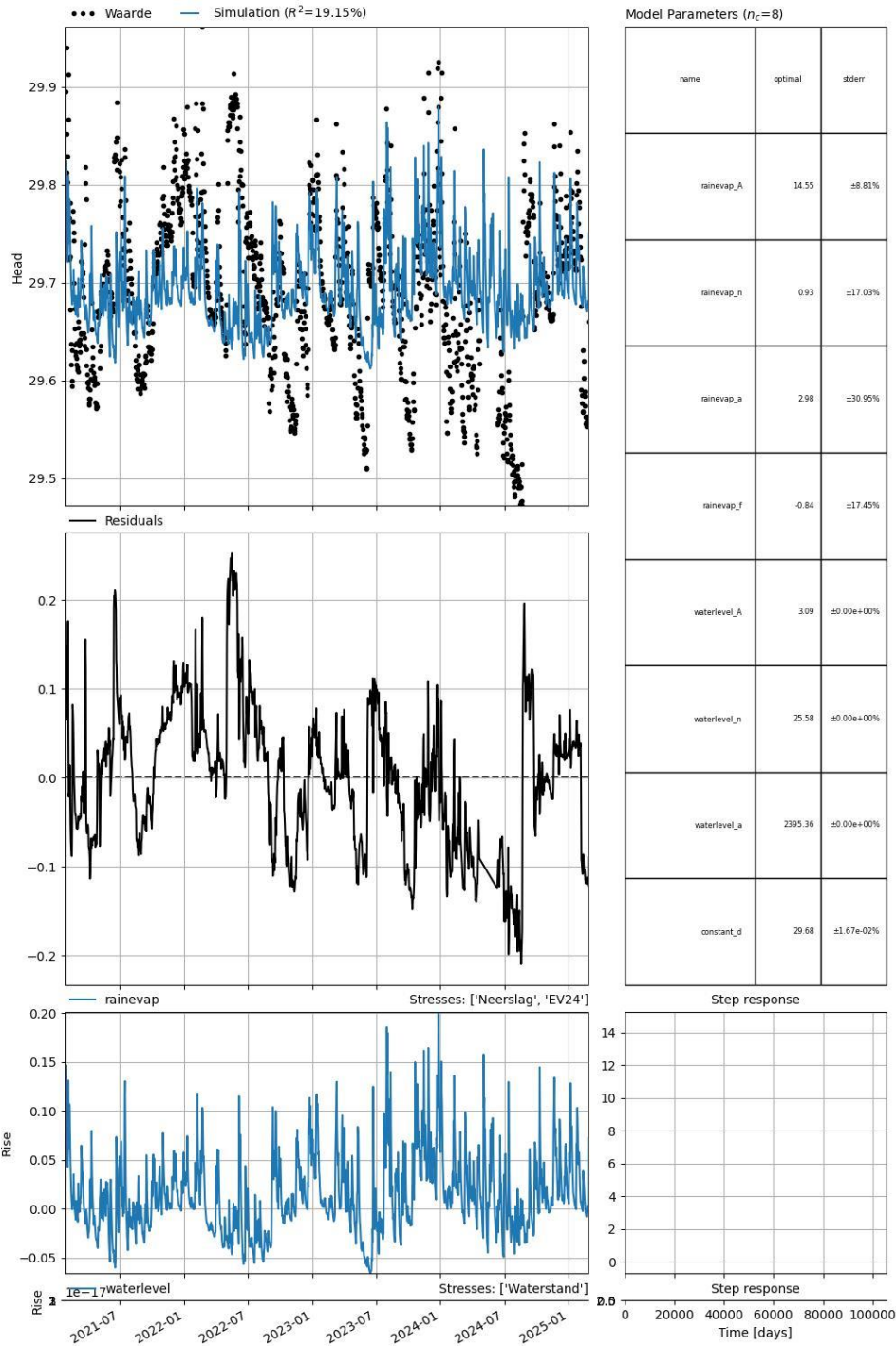
5PB1_STIJGHTE_001



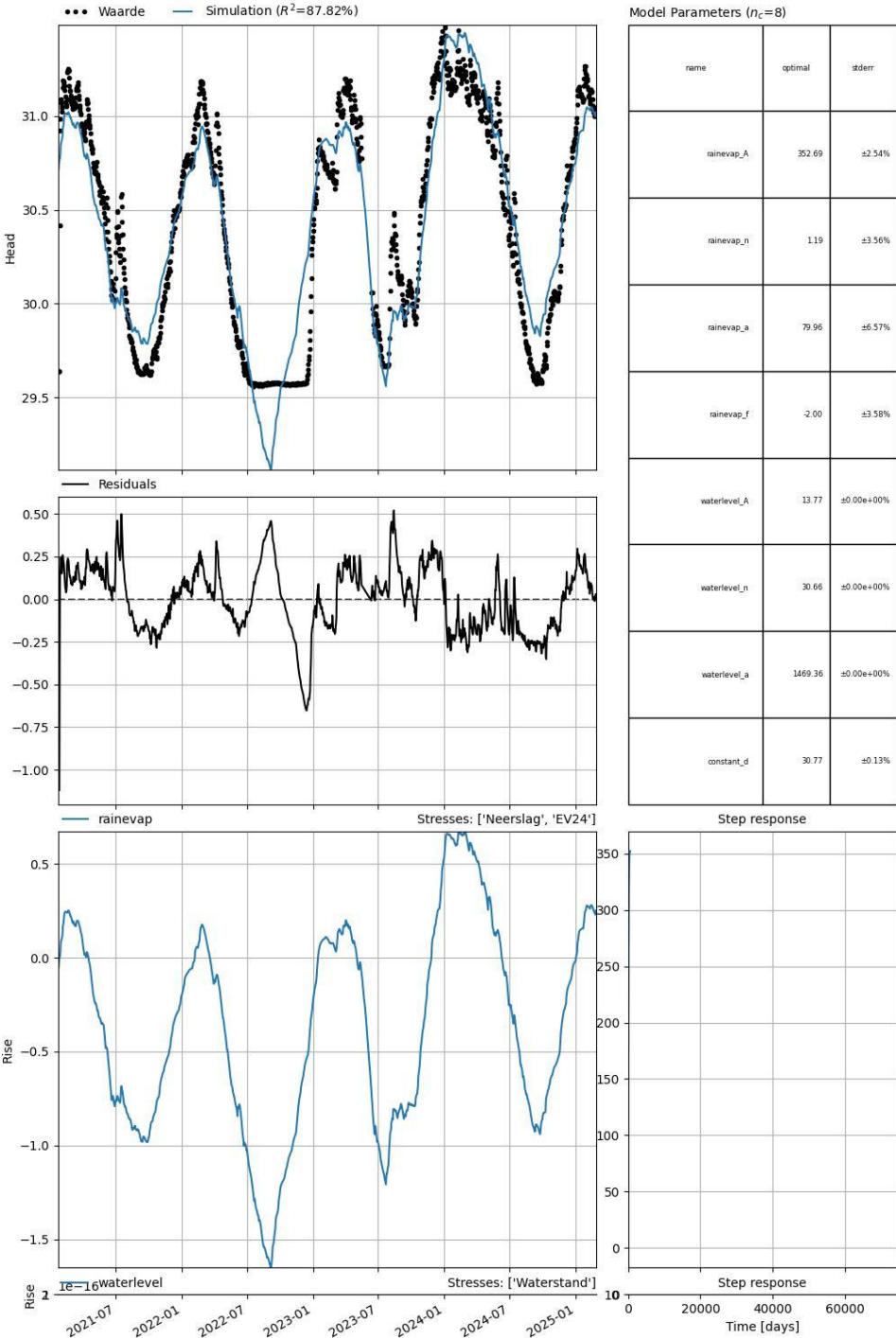
6PB1_STIJGHTE_001



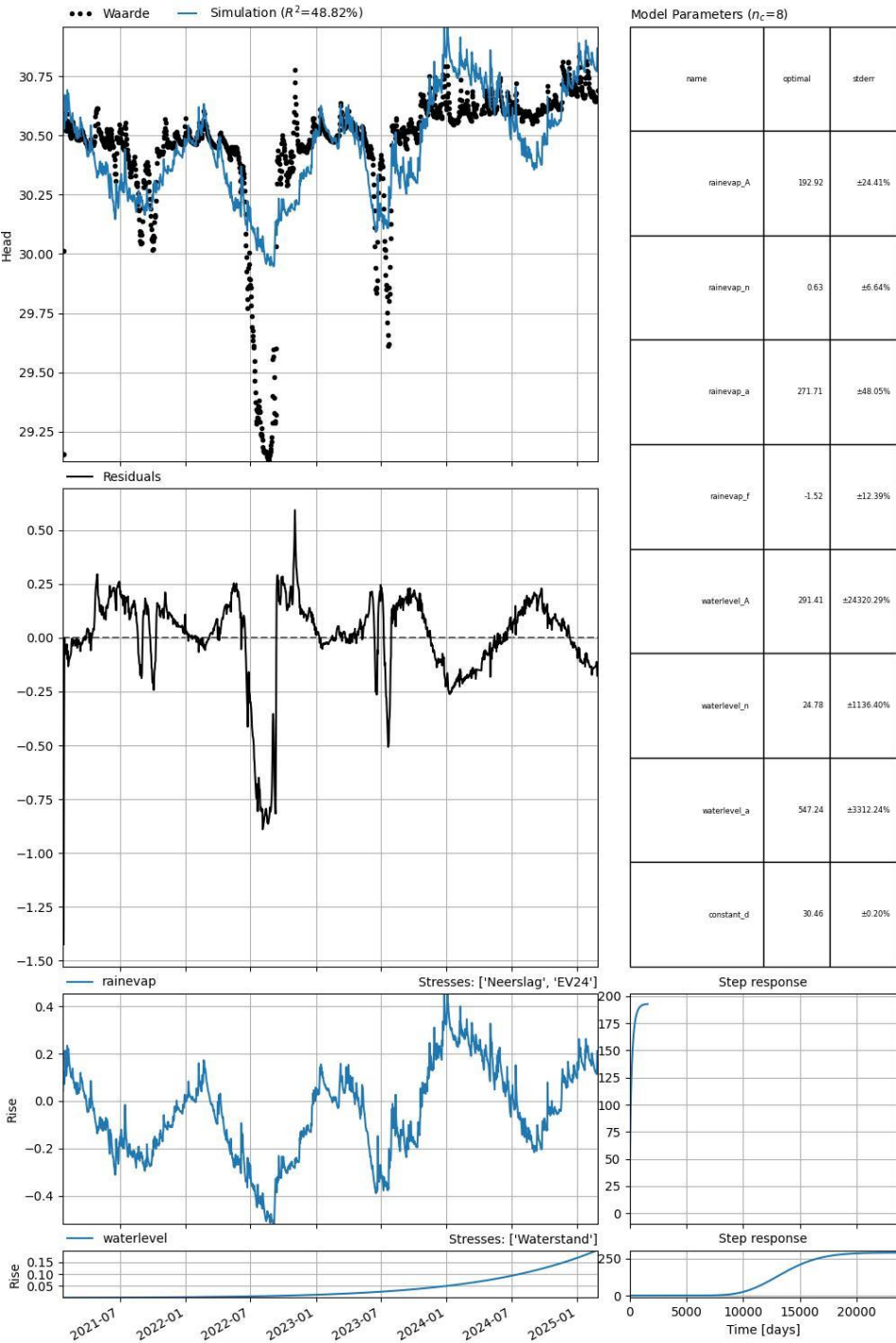
6PB3_STIJGHTE_001



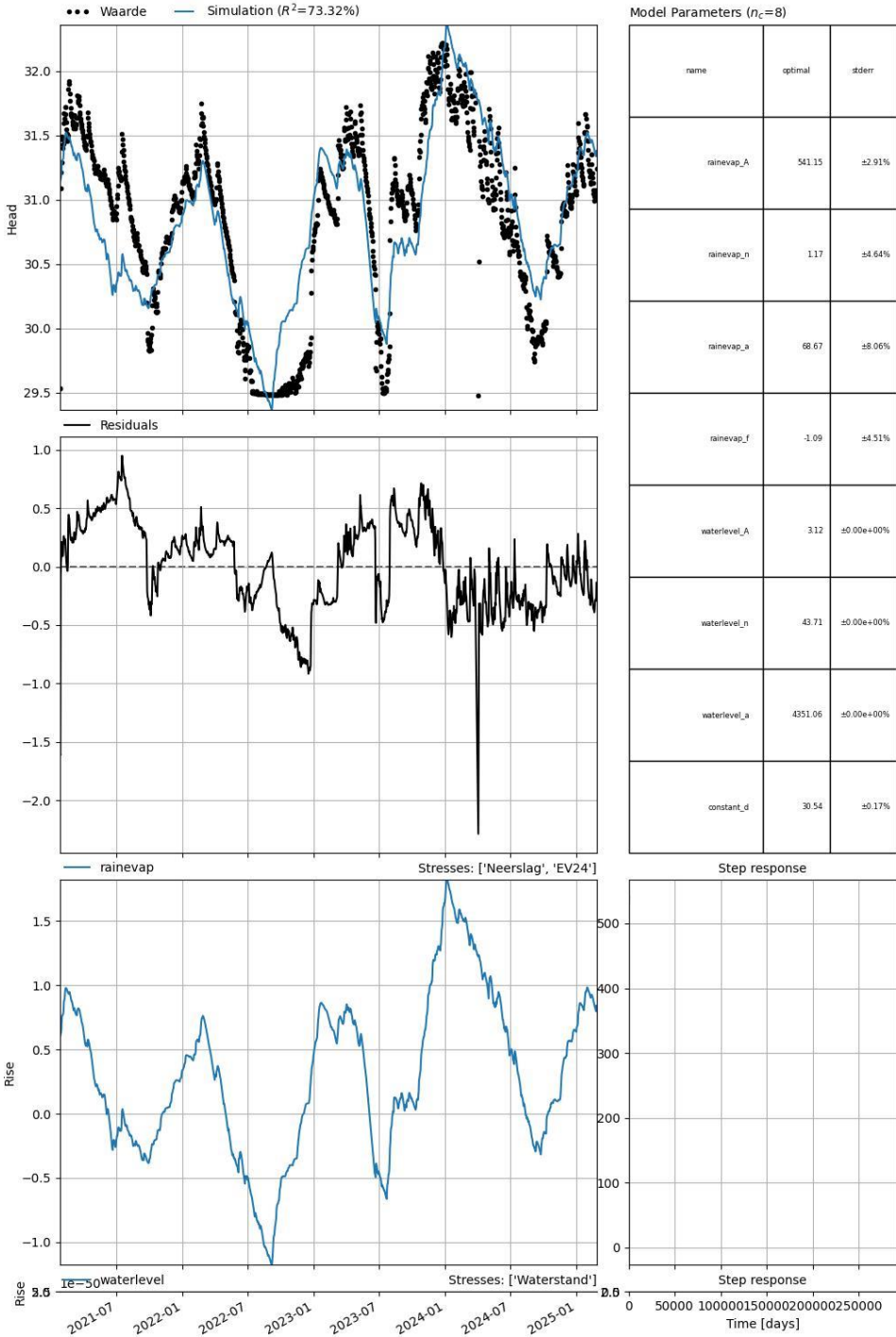
104PB2_STIJGHTE_001



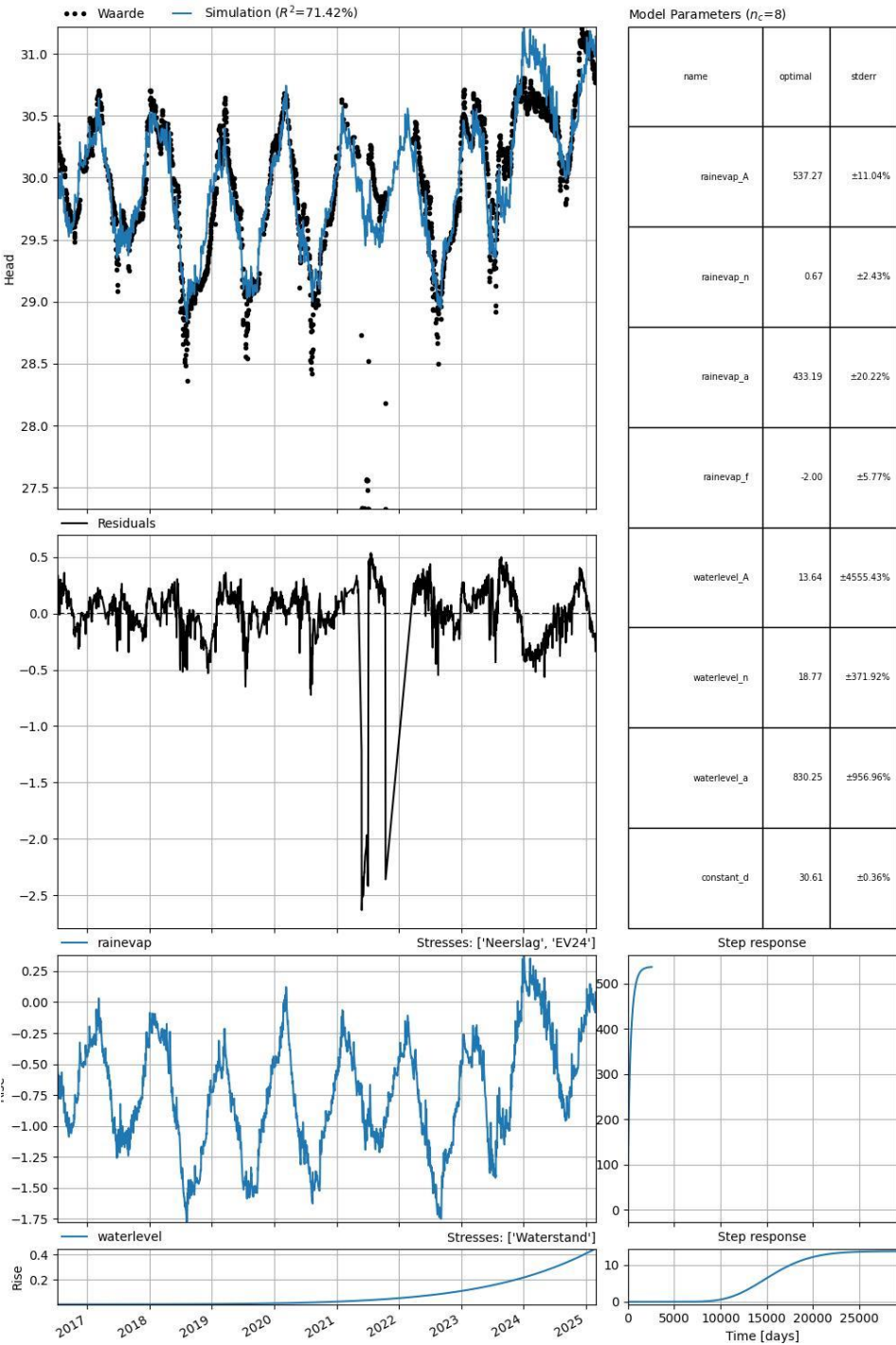
107PB1_STIJGHT_001



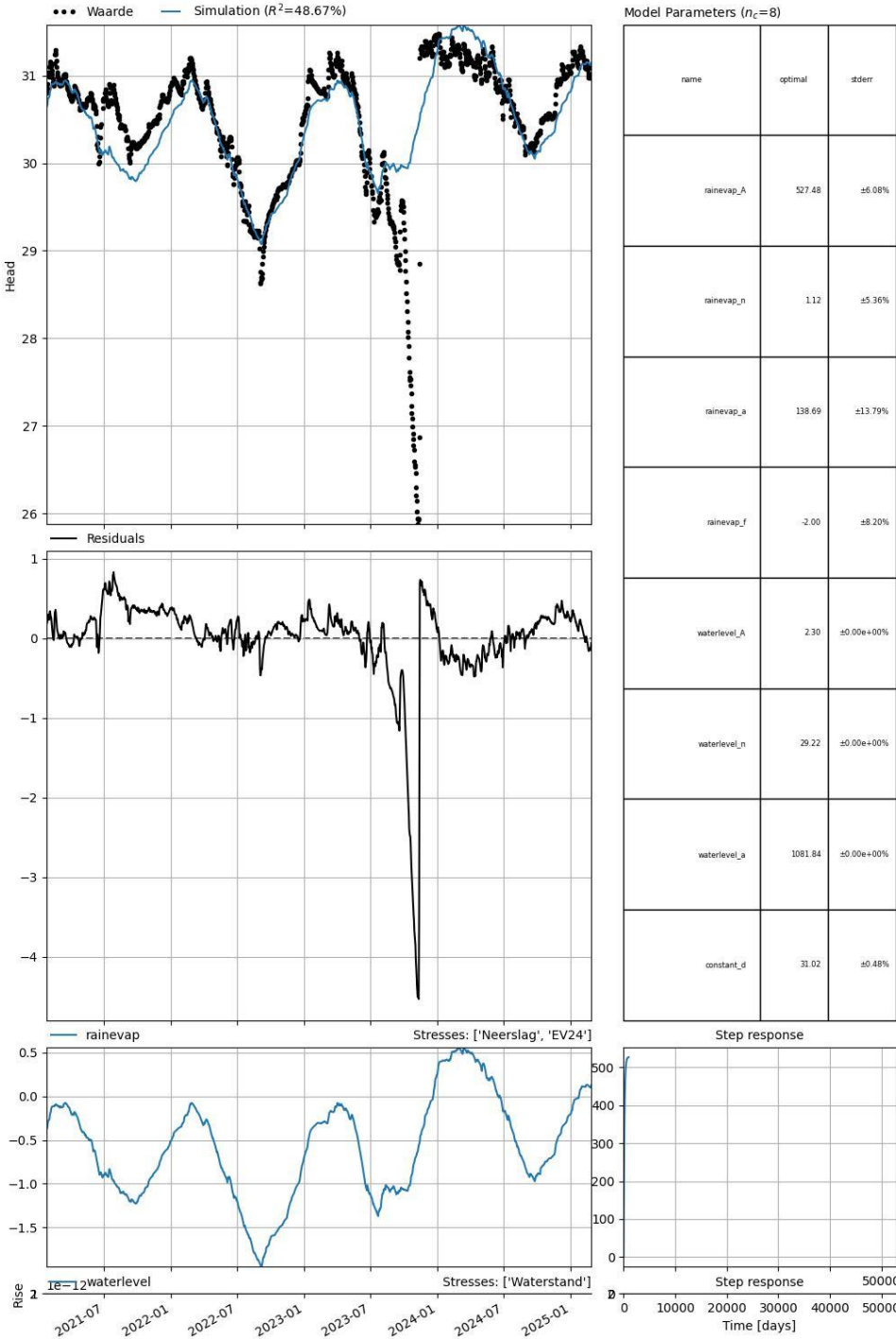
109PB1_STIJGHTE_001



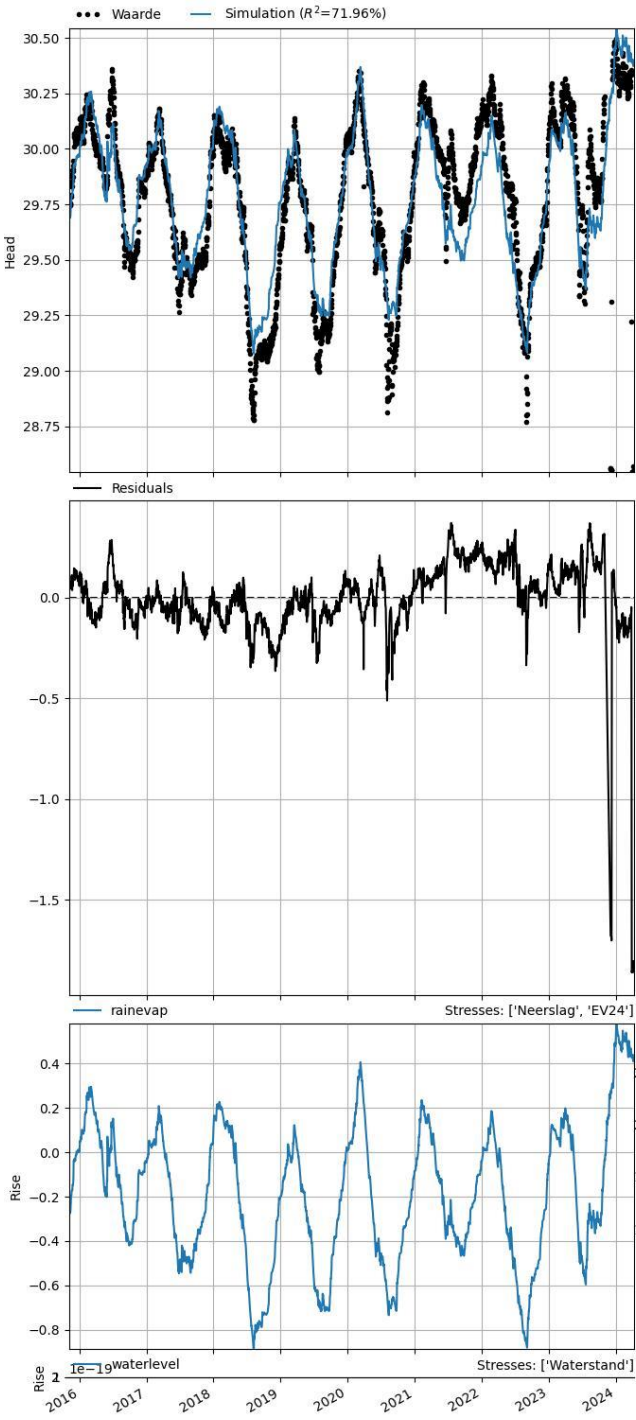
111PB2_G



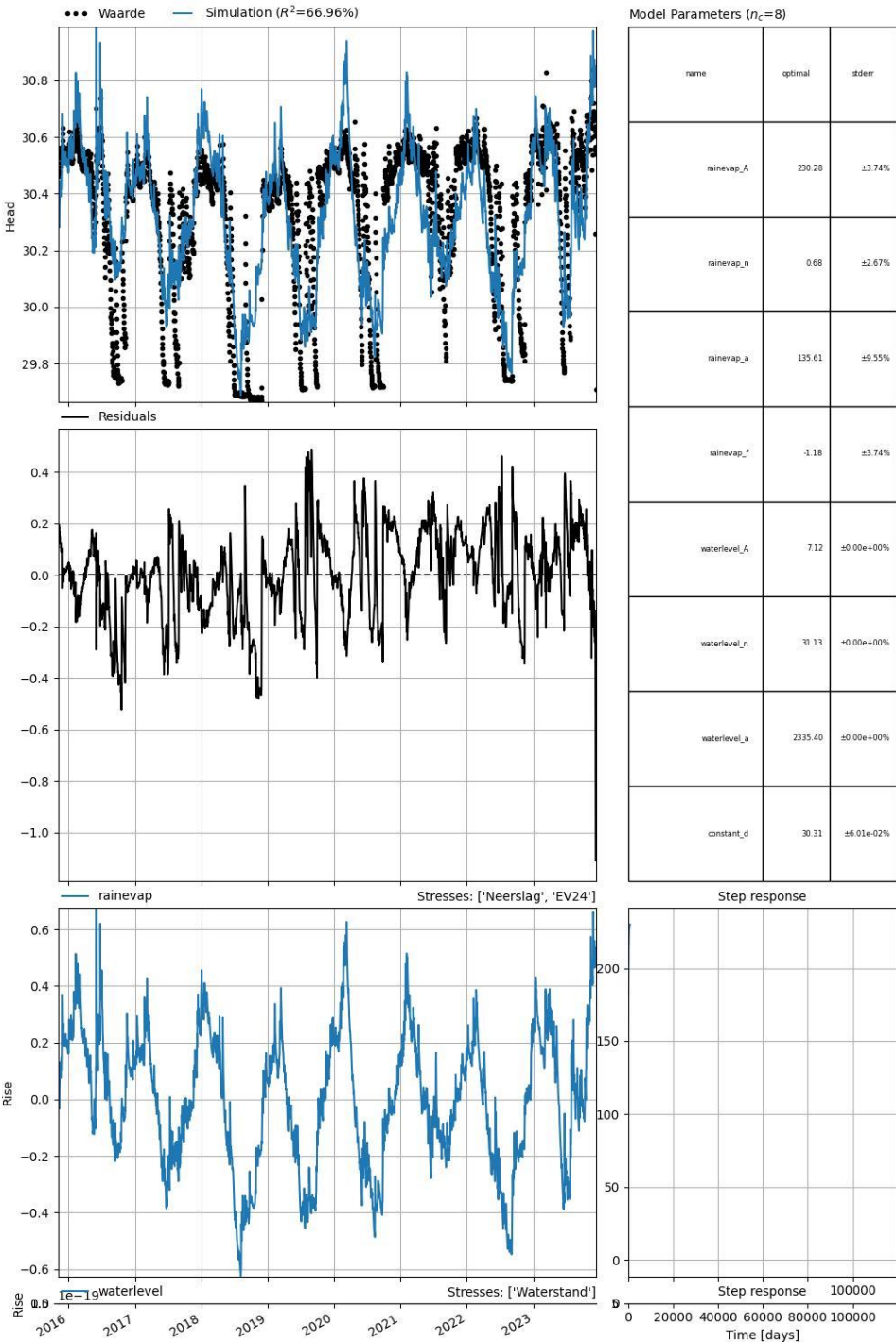
B52D1988_STIJGHTE_001



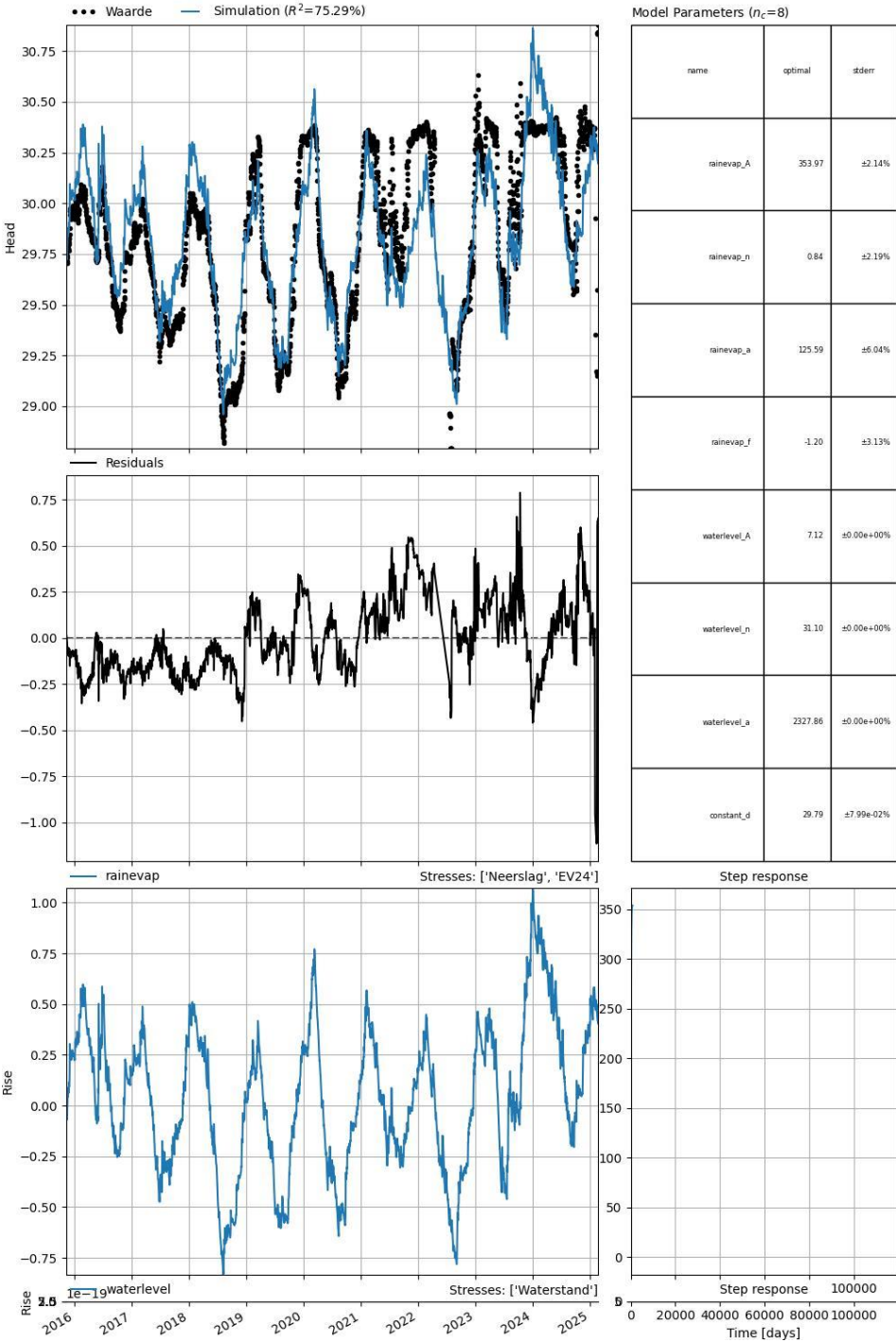
COMP_HALTE_1_new_G



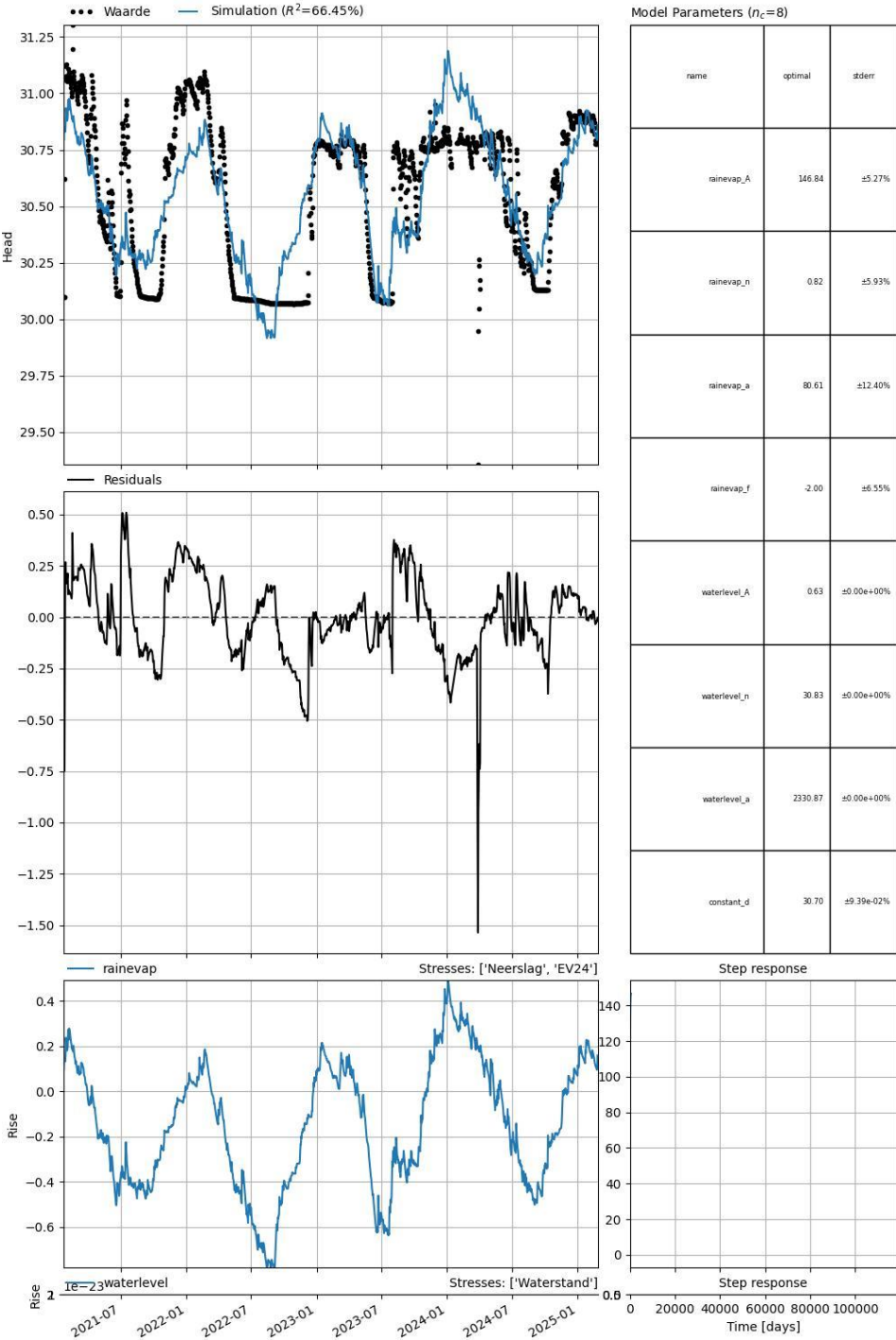
COMP_HALTE_1A_new_G



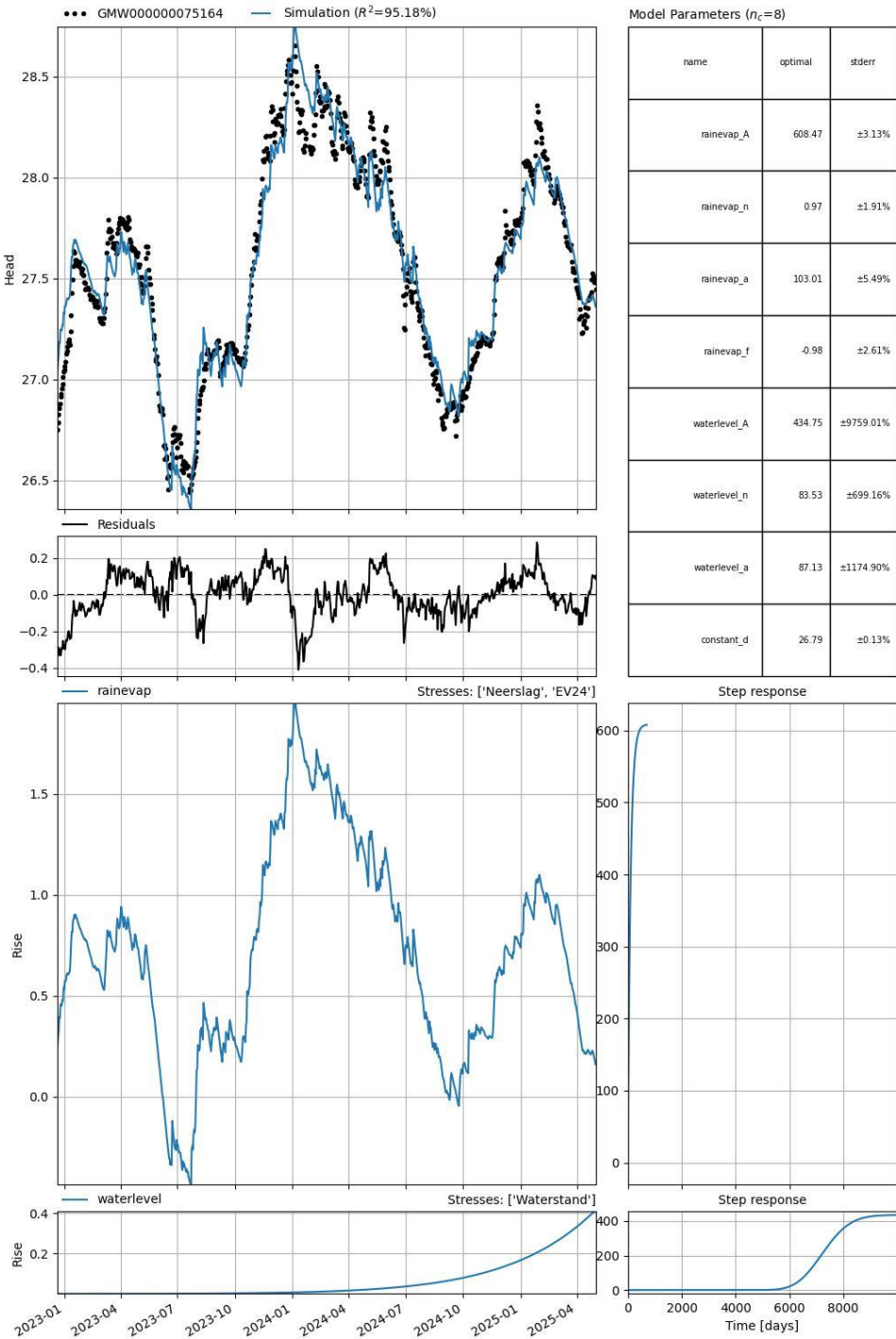
COMP_HALTE_2_new_G



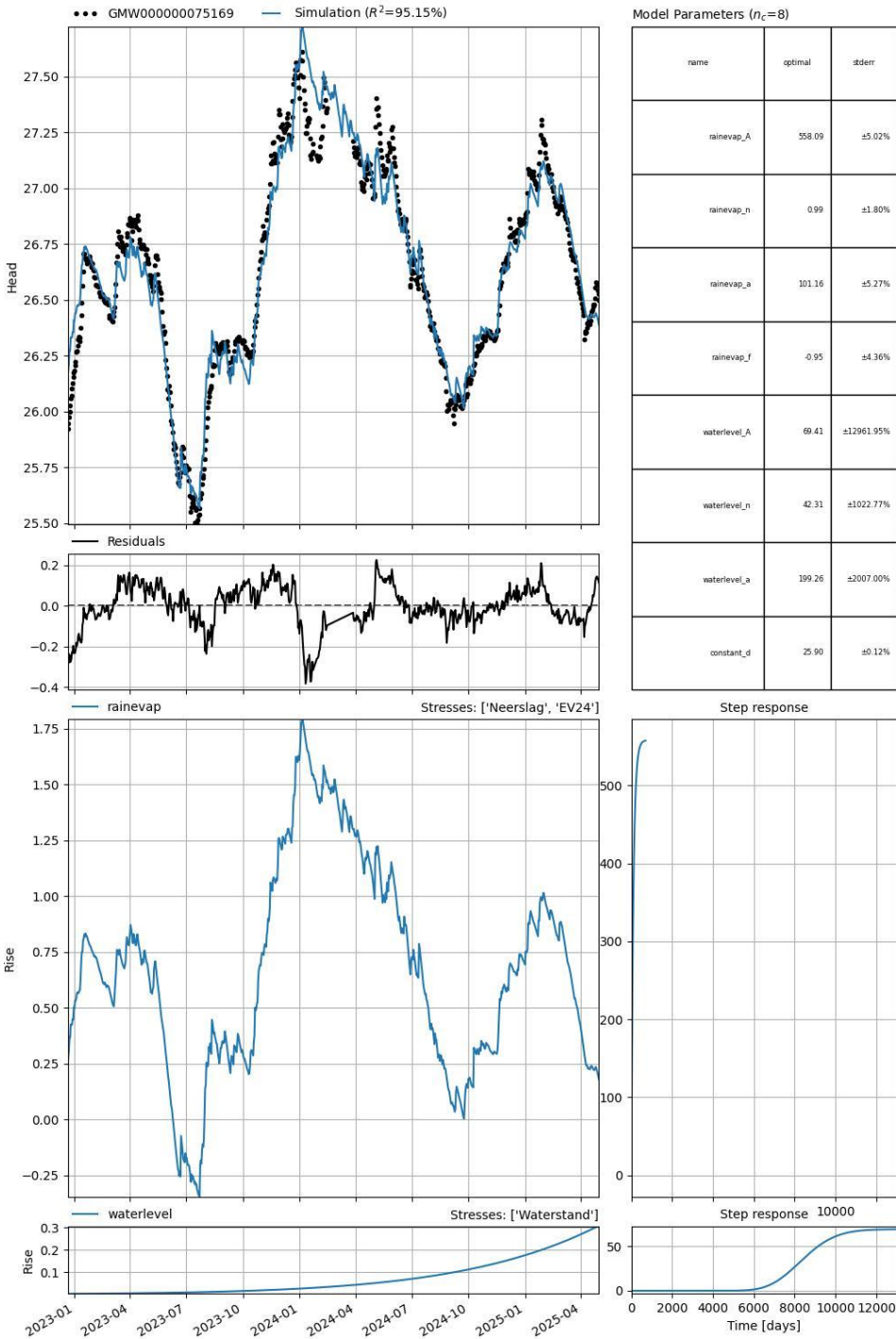
DLF_van_Kampen_Oost_STIJGHT_001



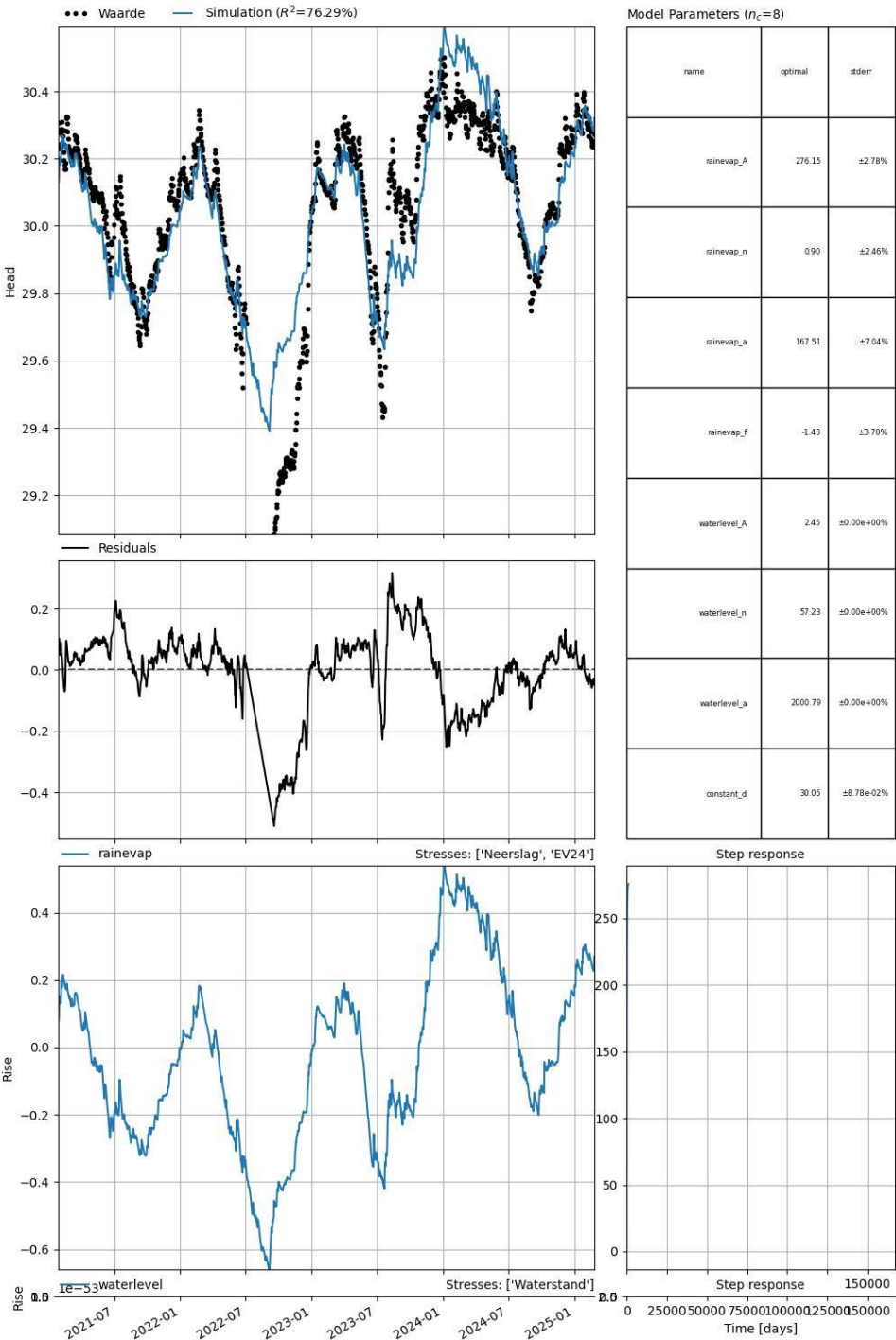
GLD000000046191



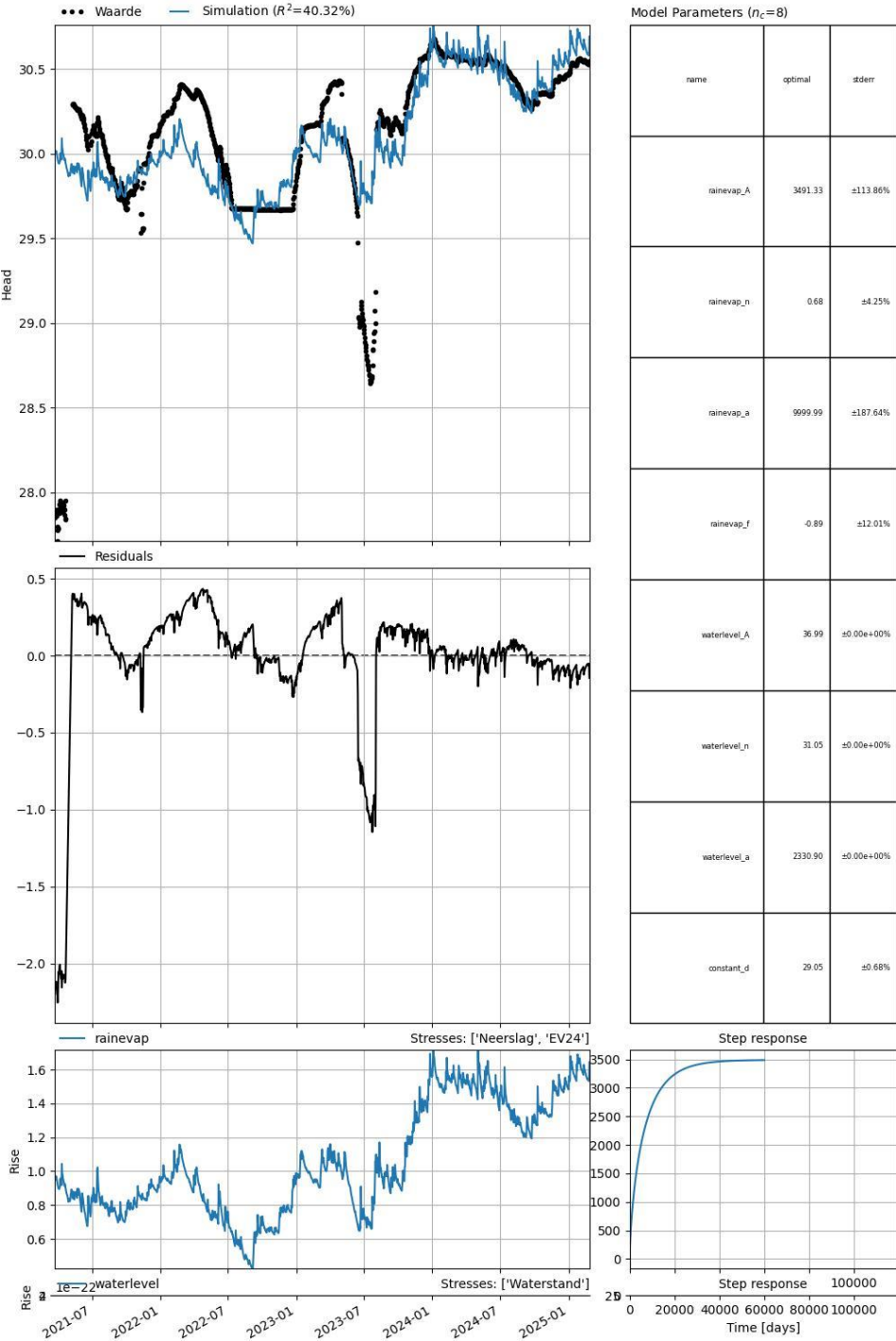
GLD000000049193



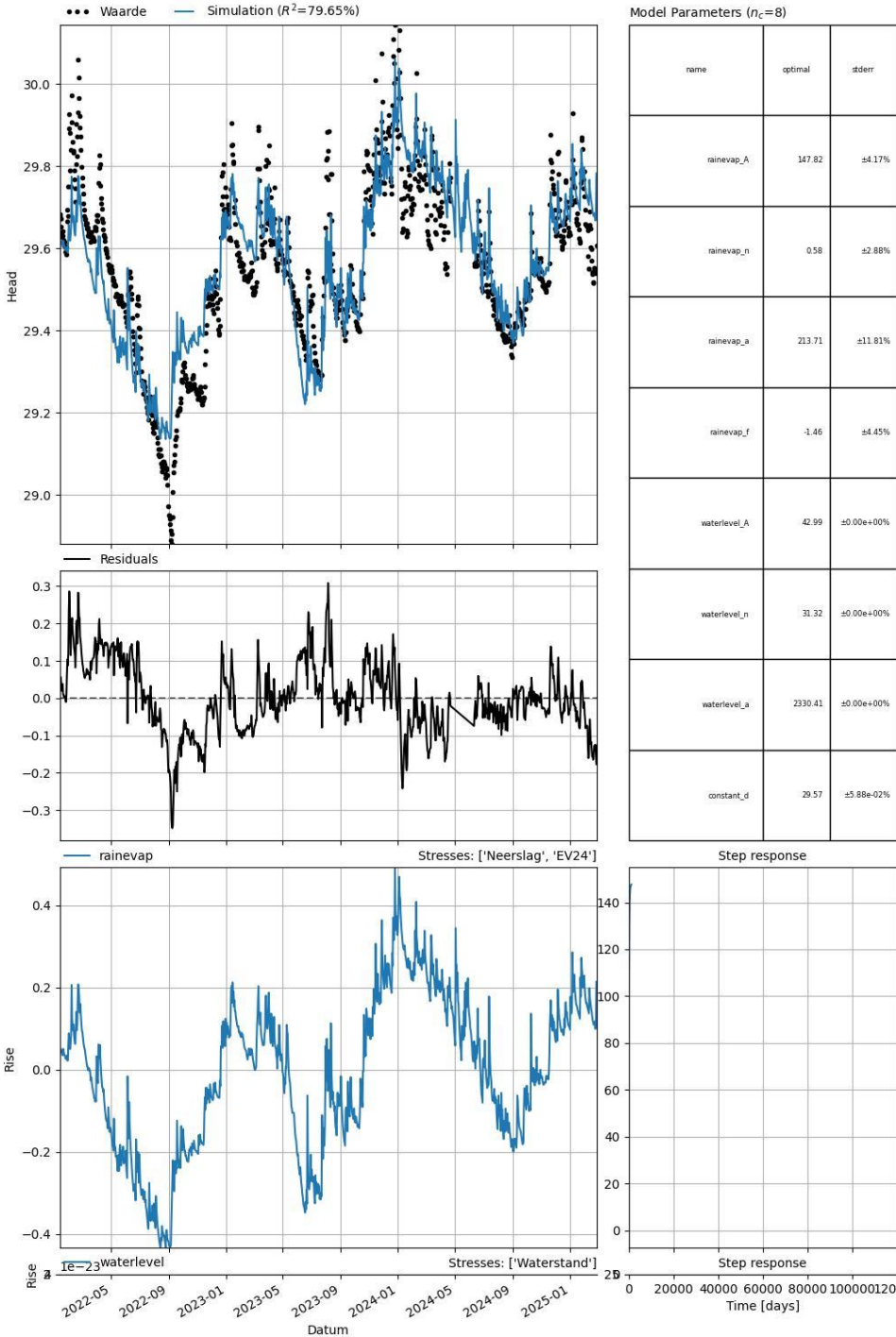
Grauwveen_3_Diep_STIJGHT_002



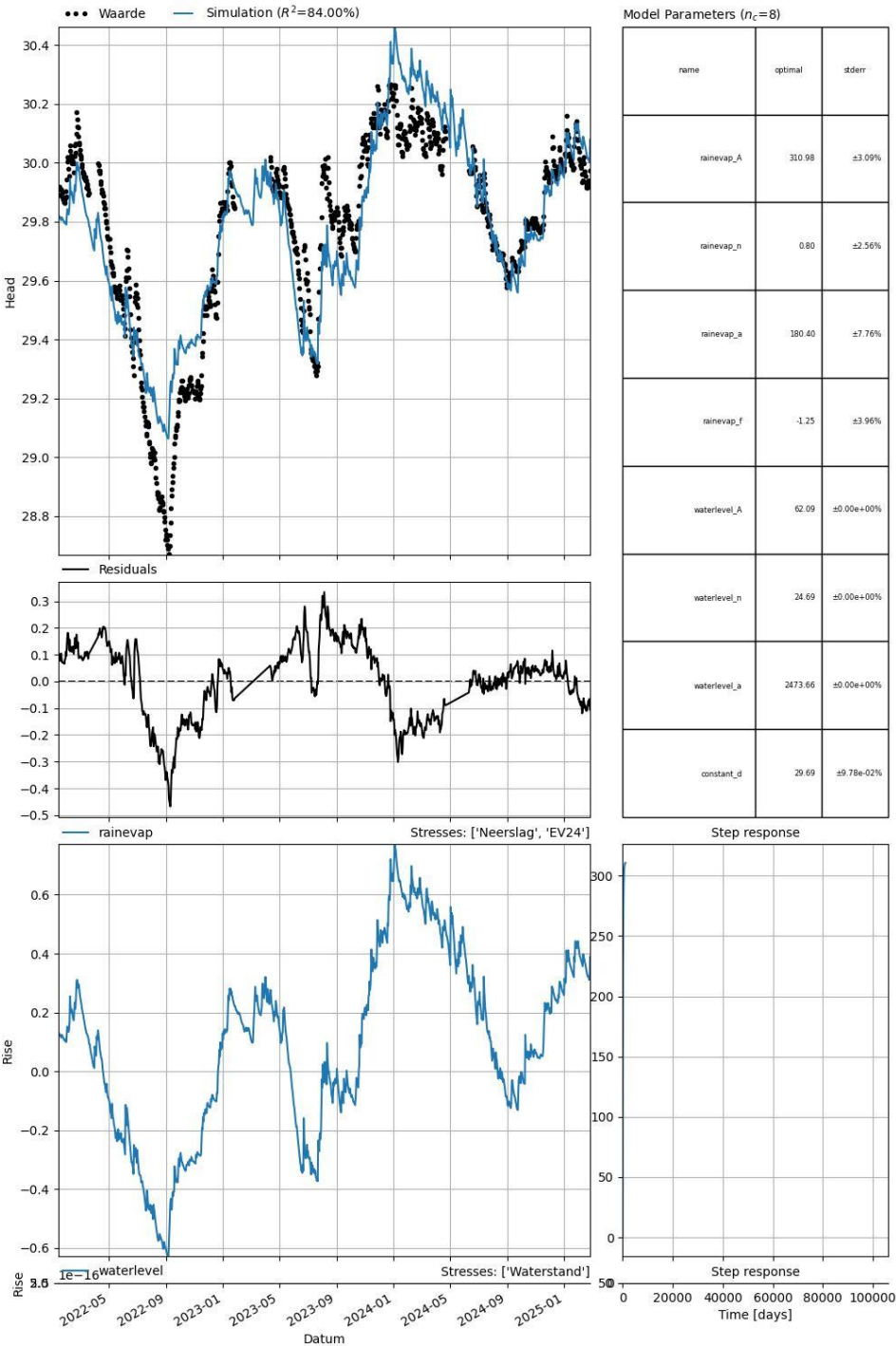
Grauwveen_3_Ondiep_STIJGHT_001



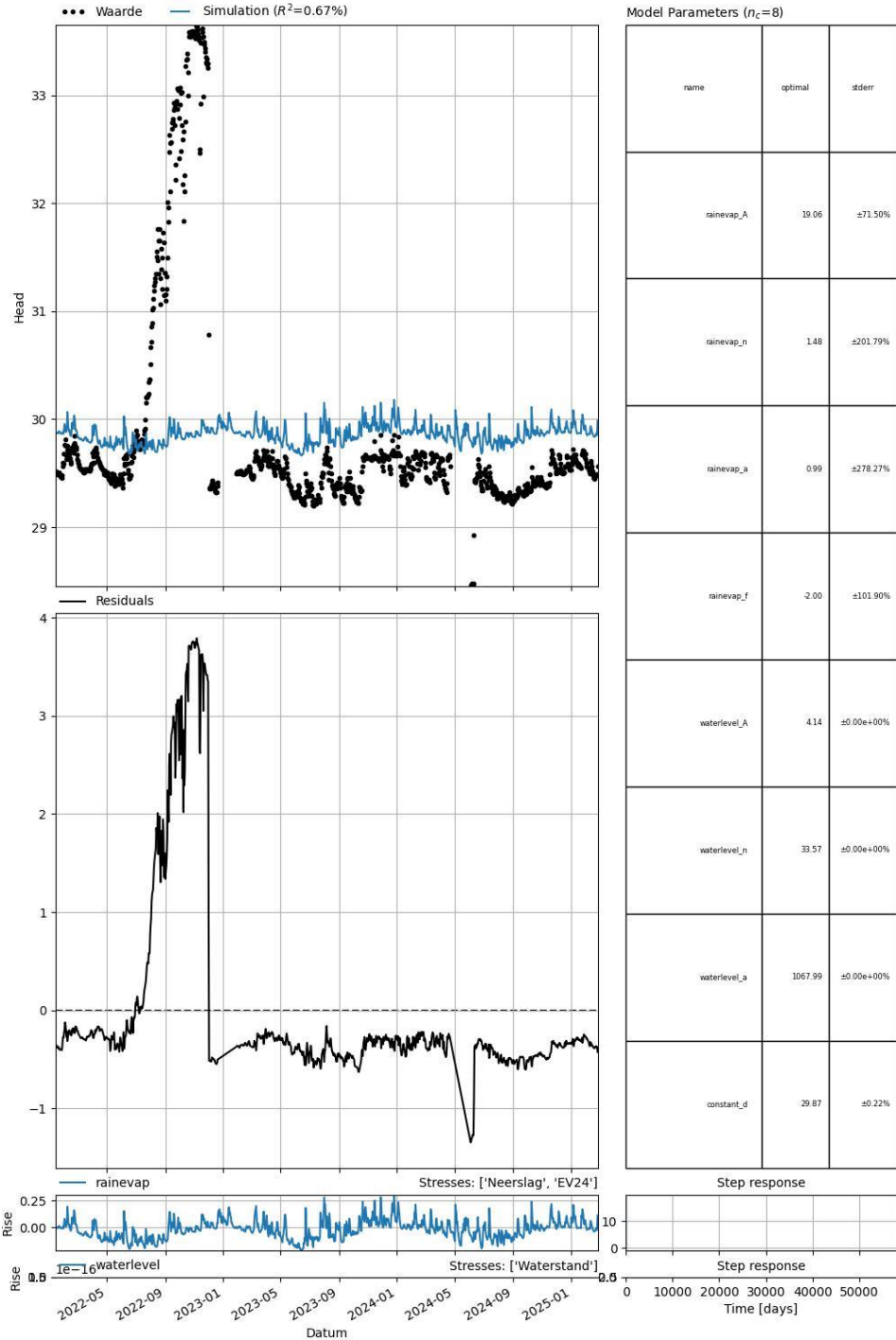
Grauwveen_5_STIJGHT_001



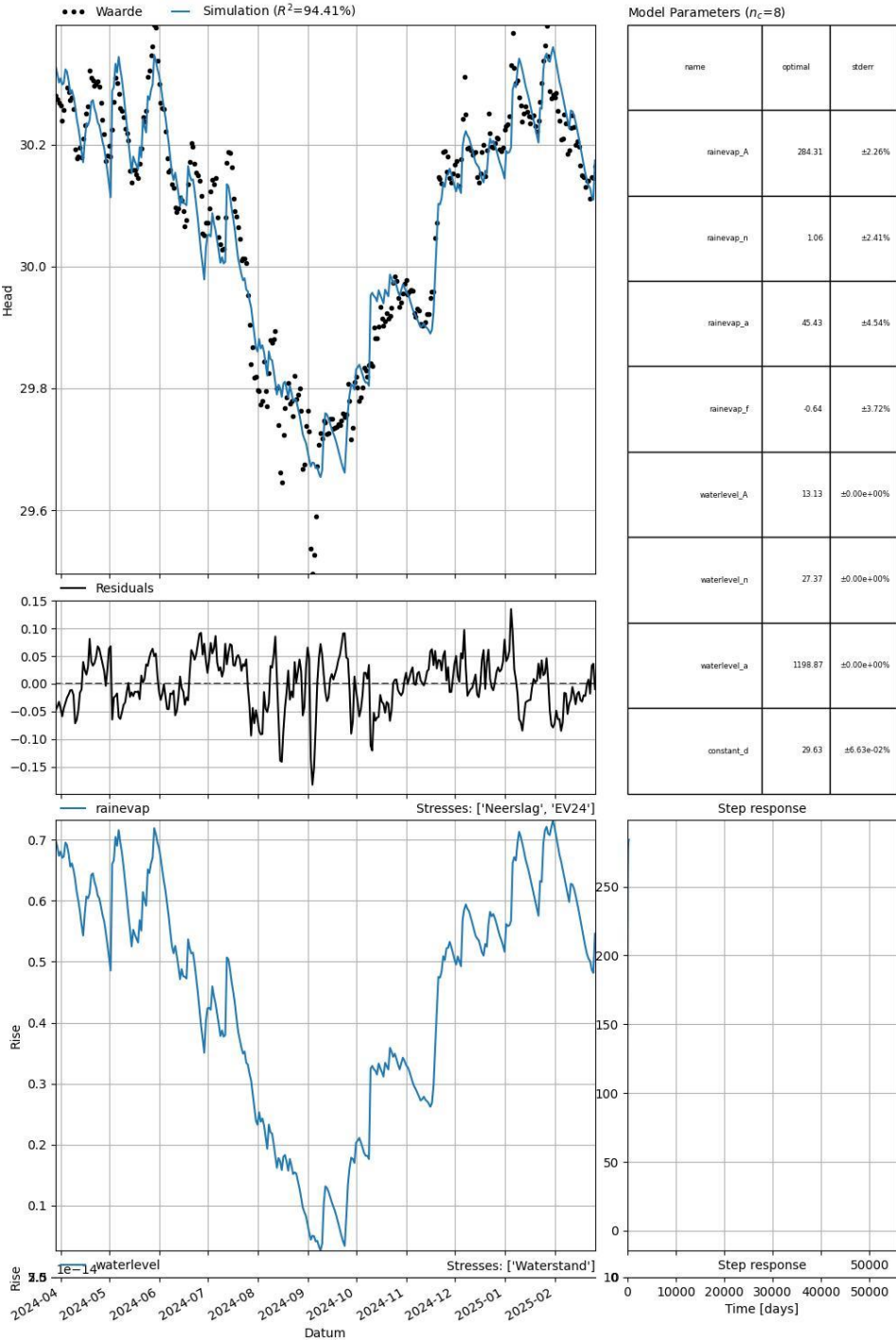
Grauwveen_6_Diep_STIJGHT_001



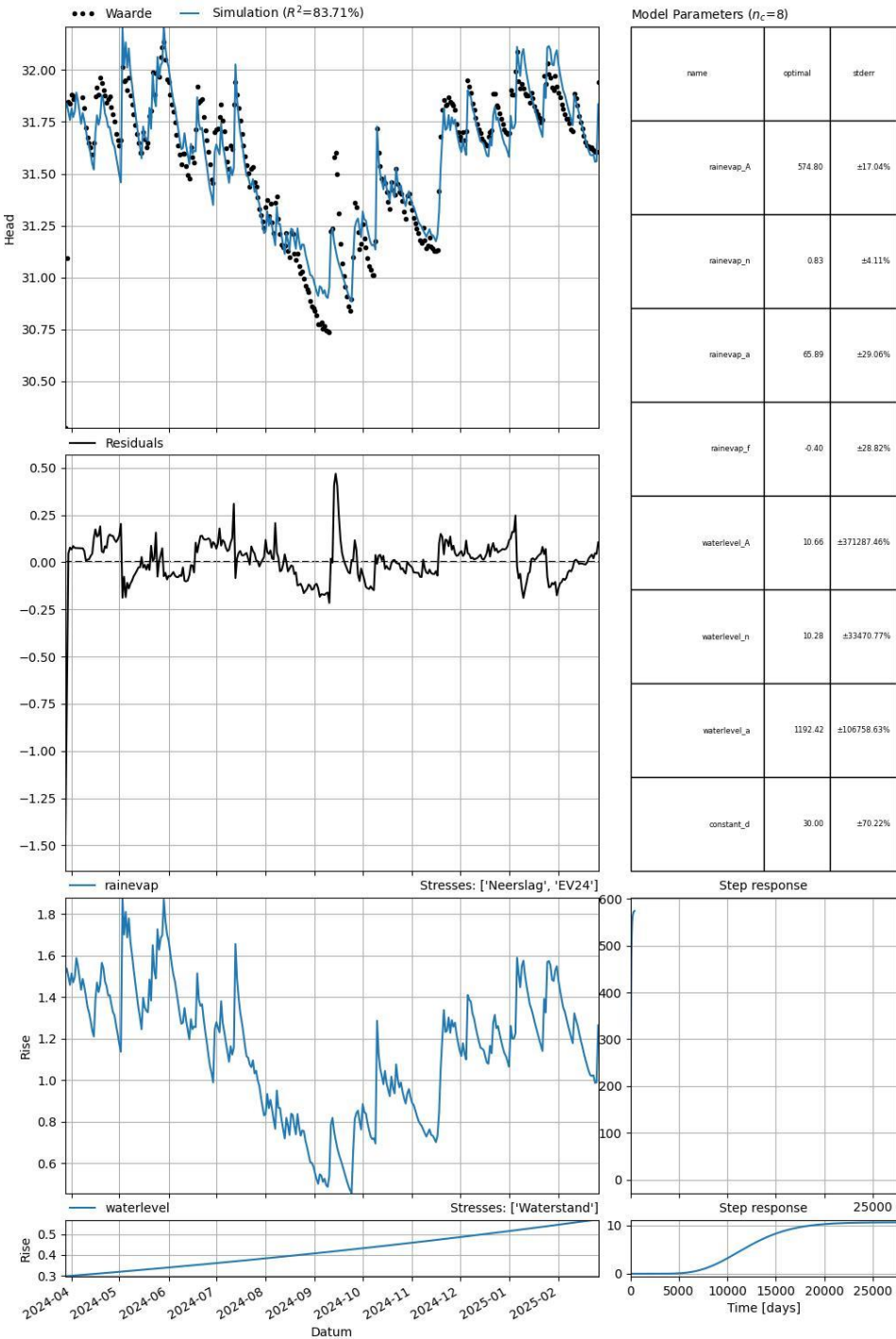
Grauwveen_6_Ondiep_STIJGHT_001



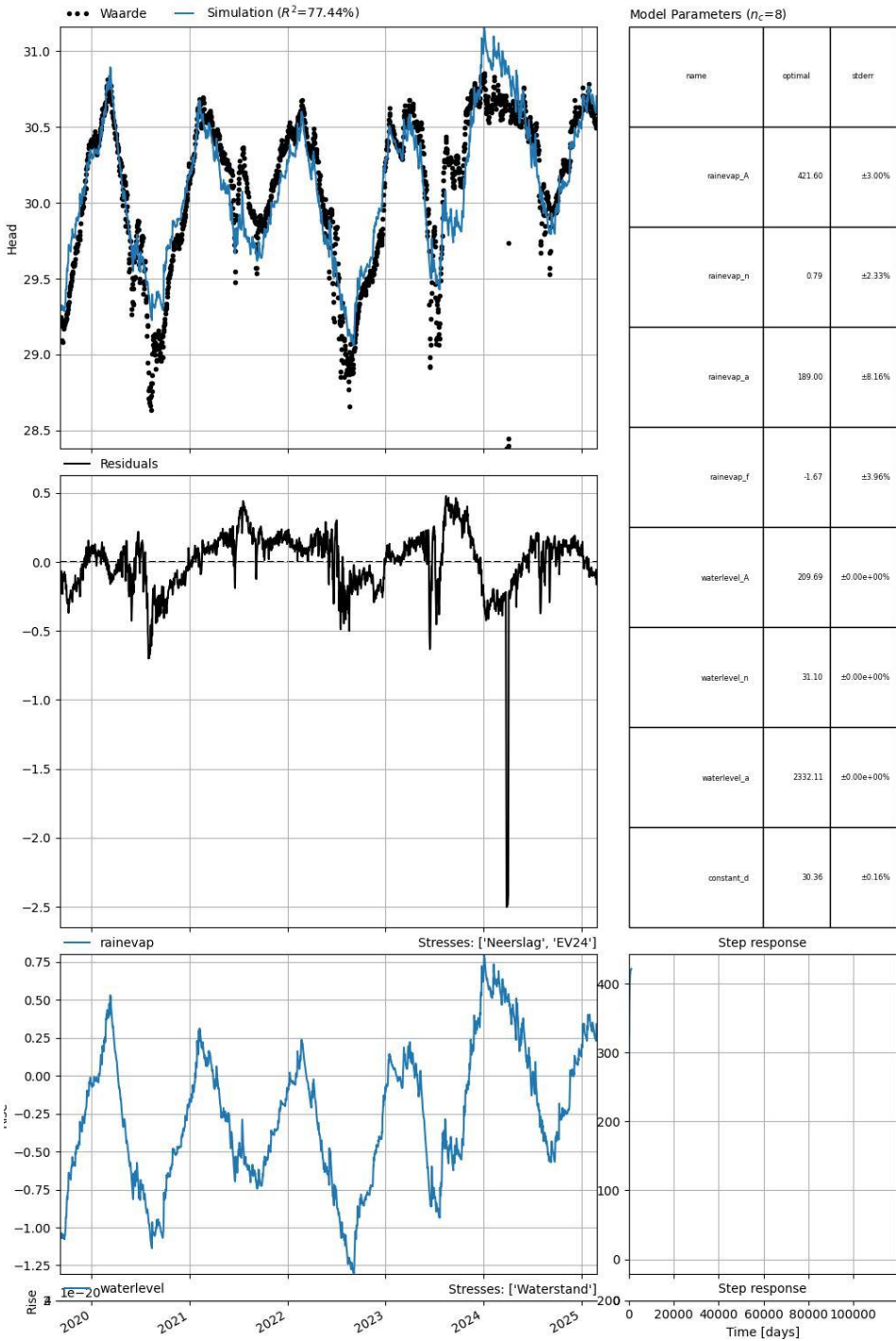
GRIE_STIJGHT_001



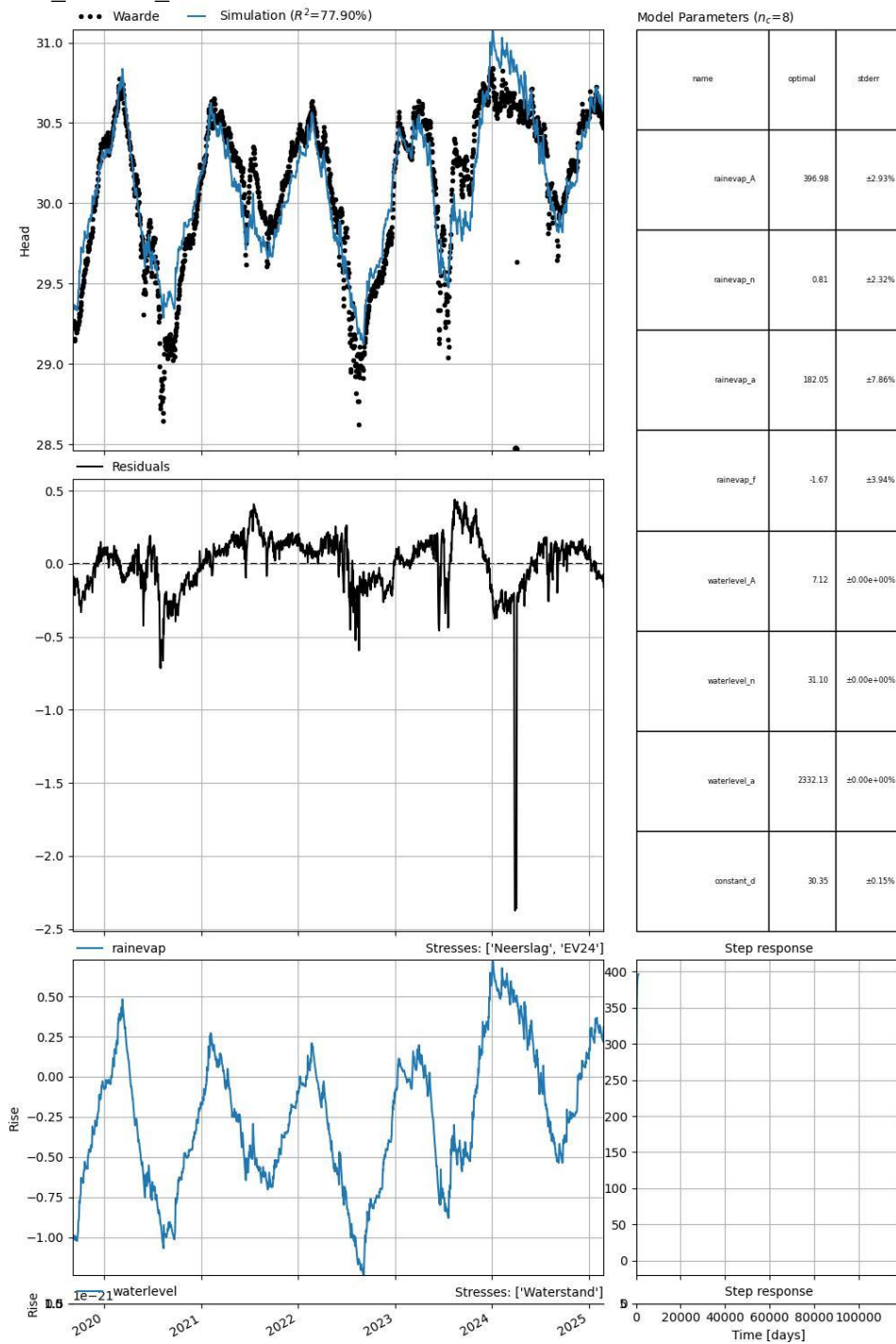
GRIE_STIJGHTE_002



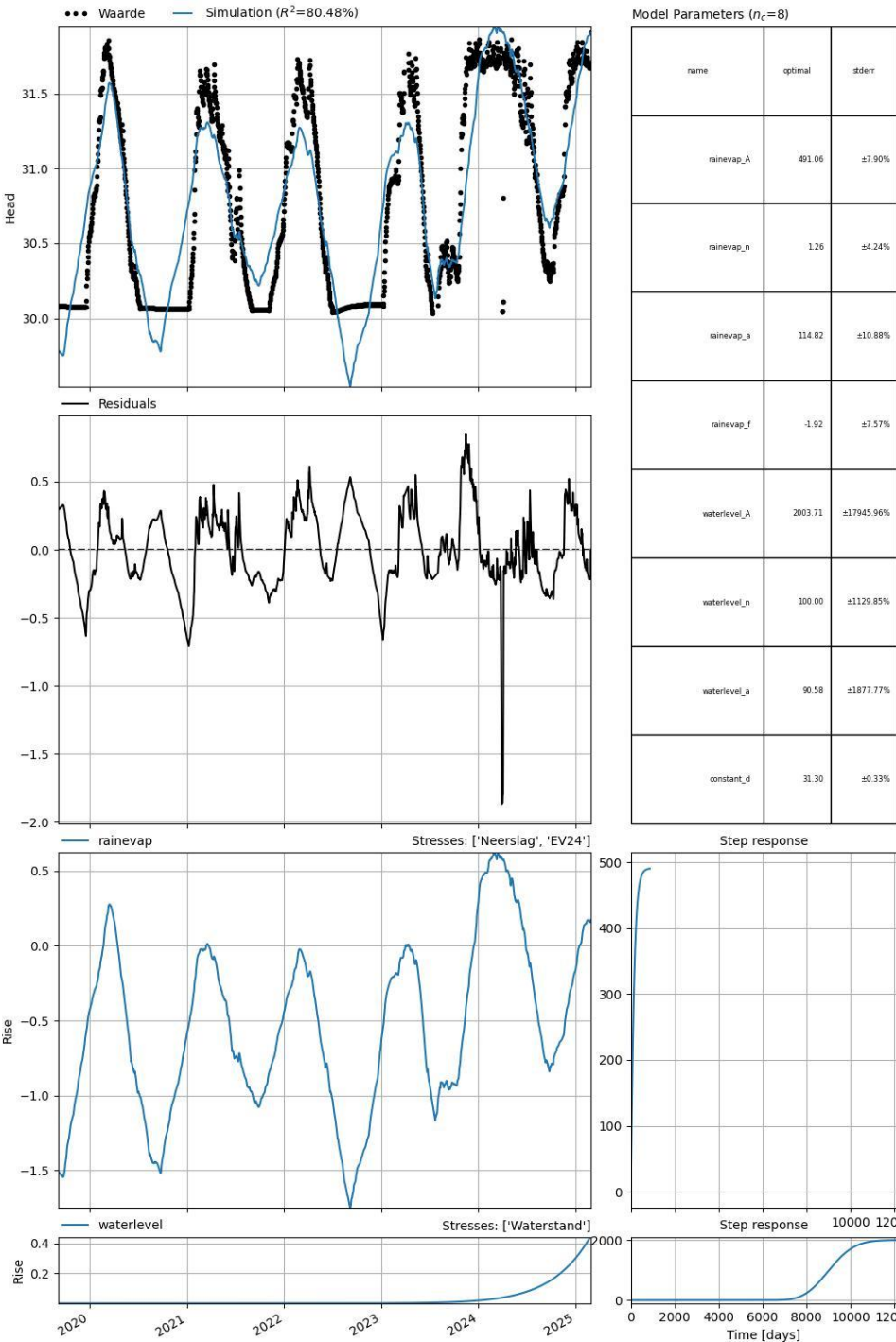
GW_Grien01_01



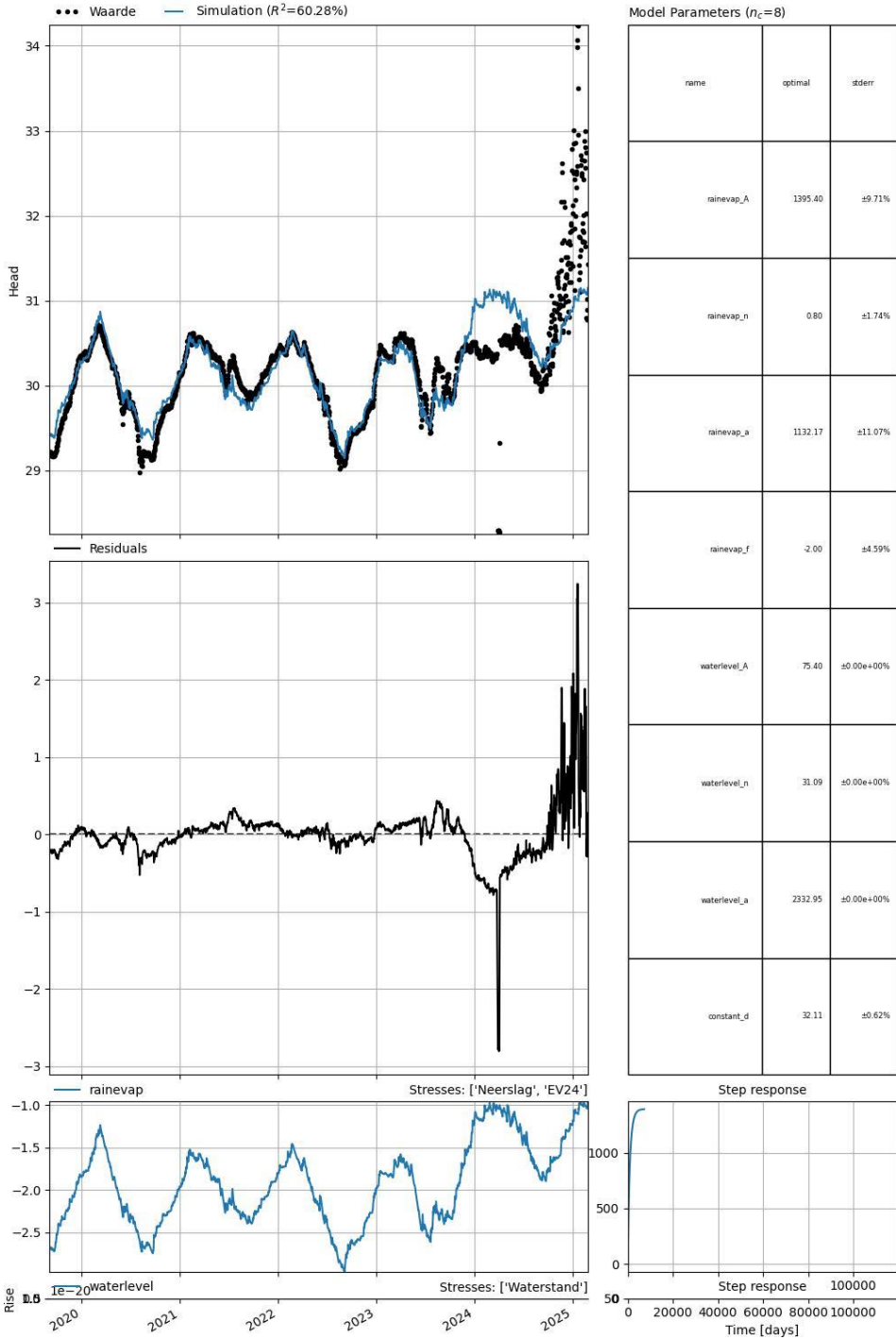
GW_Grien02_01



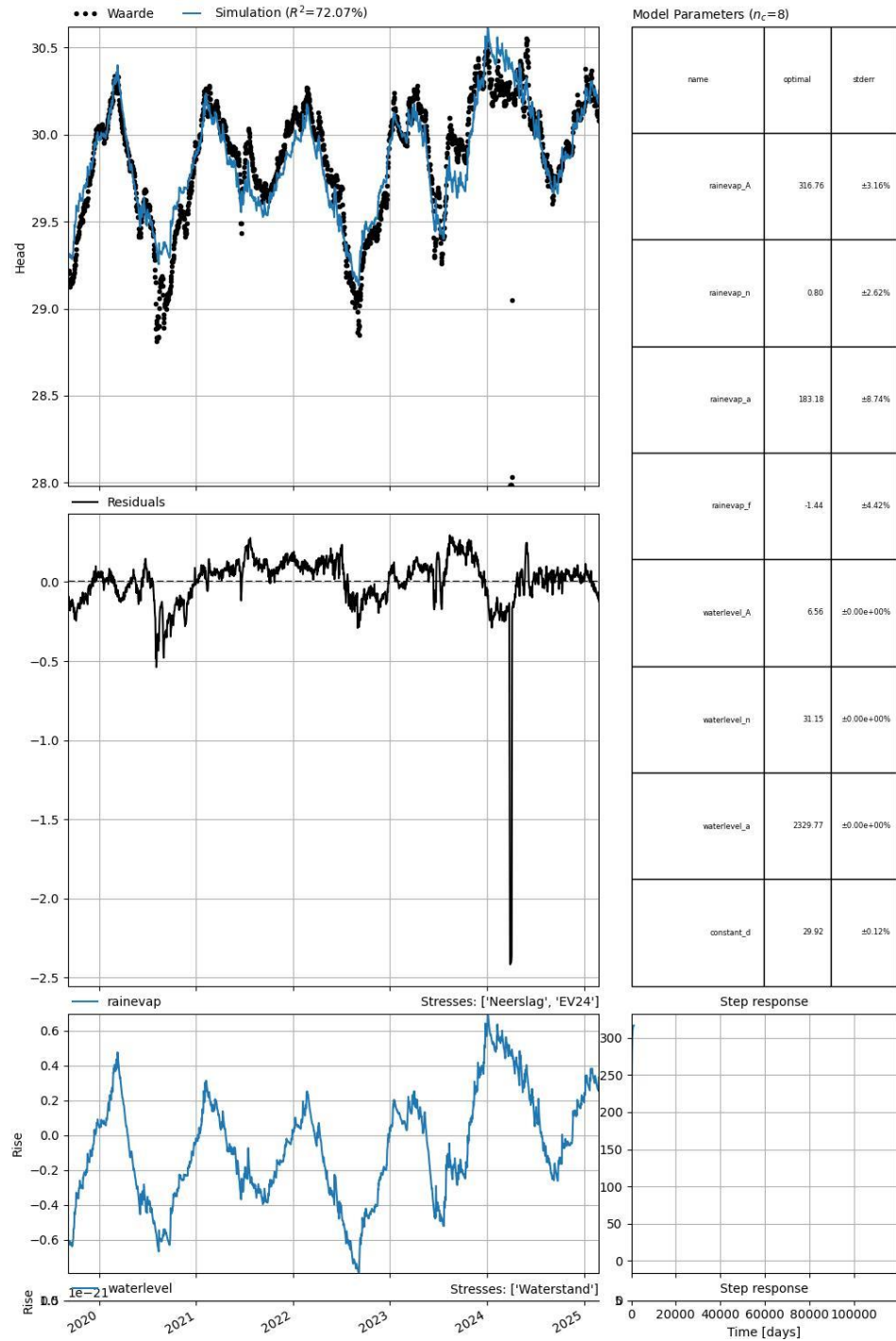
GW_Grien03_01



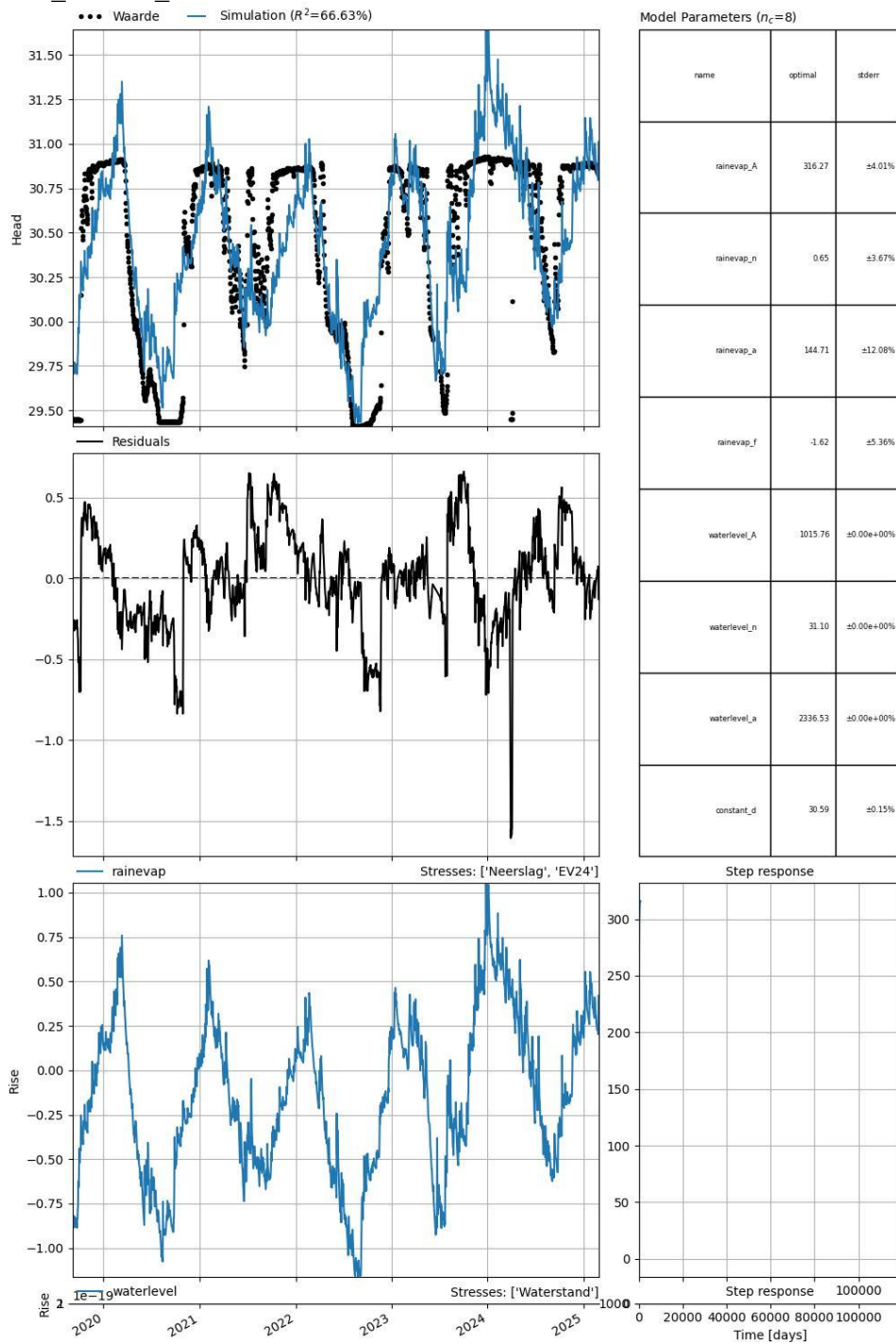
GW_Grien03_02



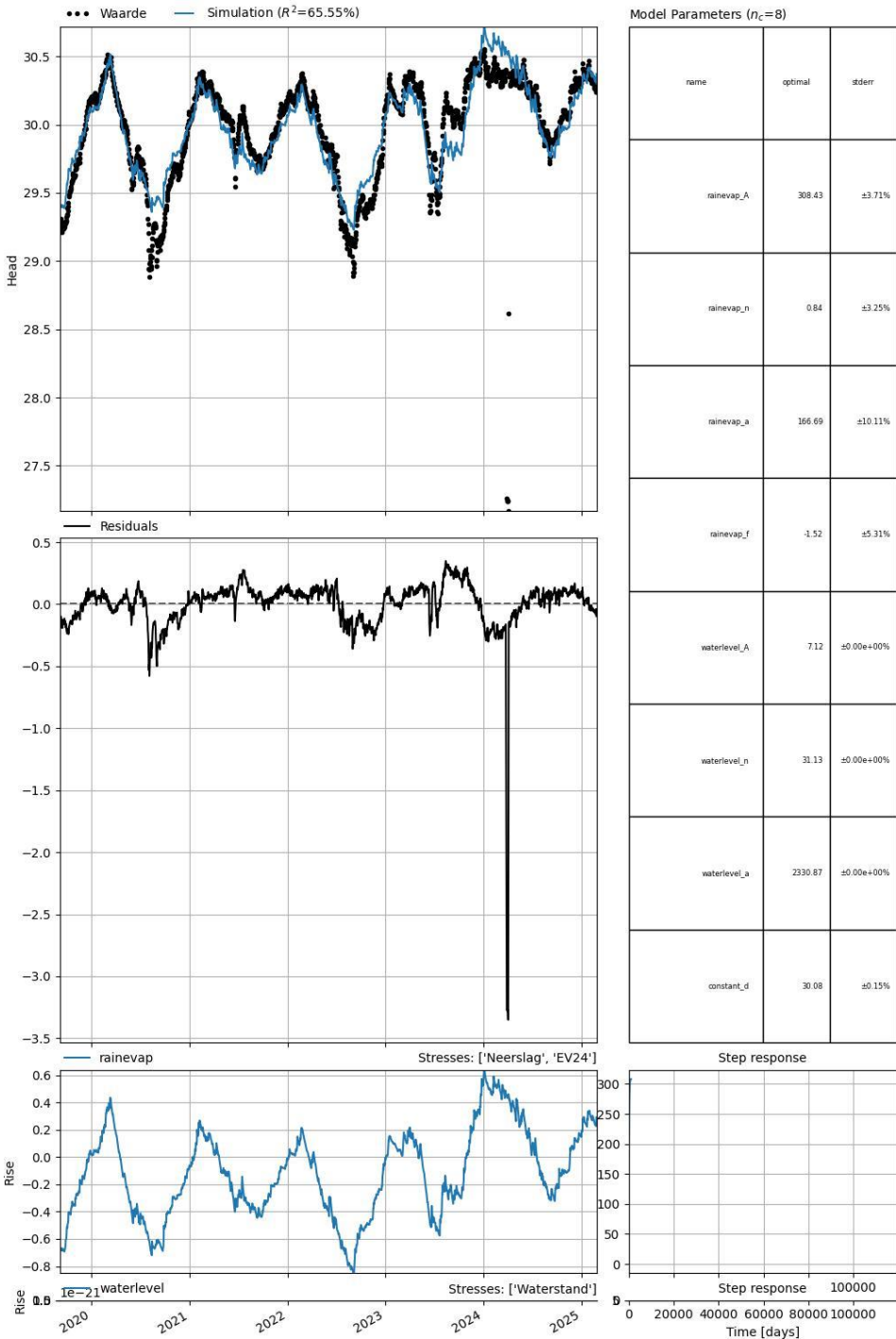
GW_Grien04_01



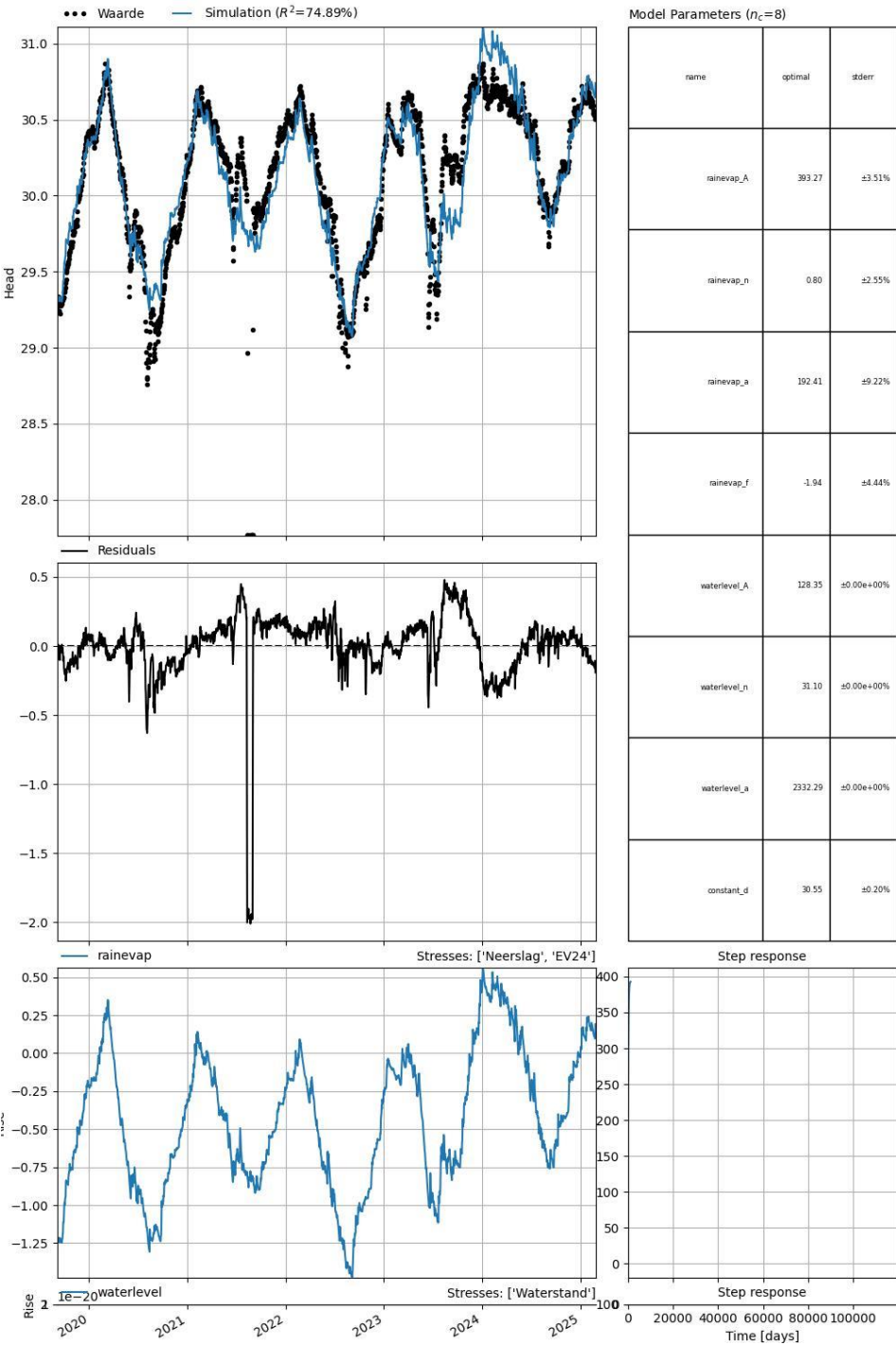
GW_Grien05_01



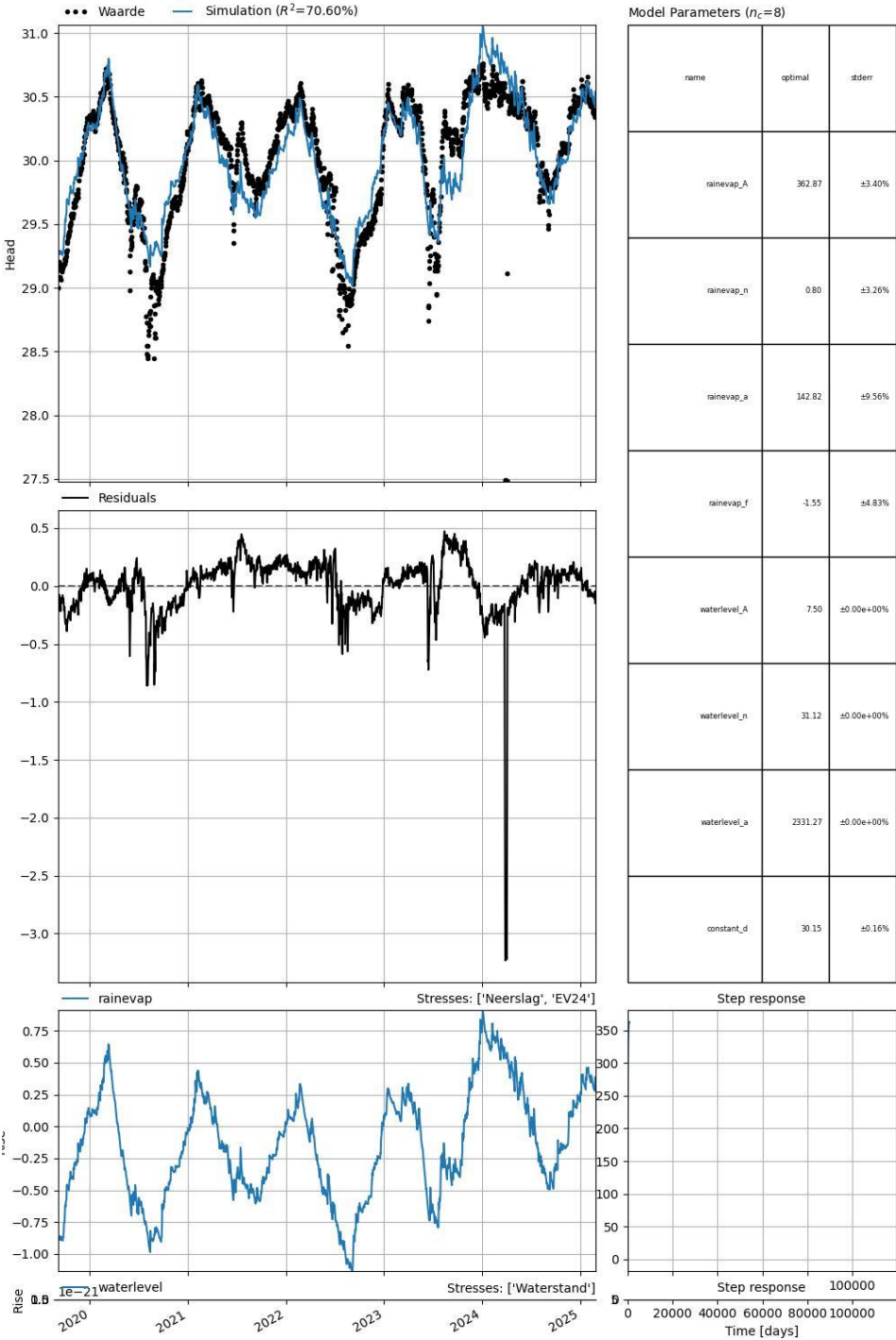
GW_Grien05_02



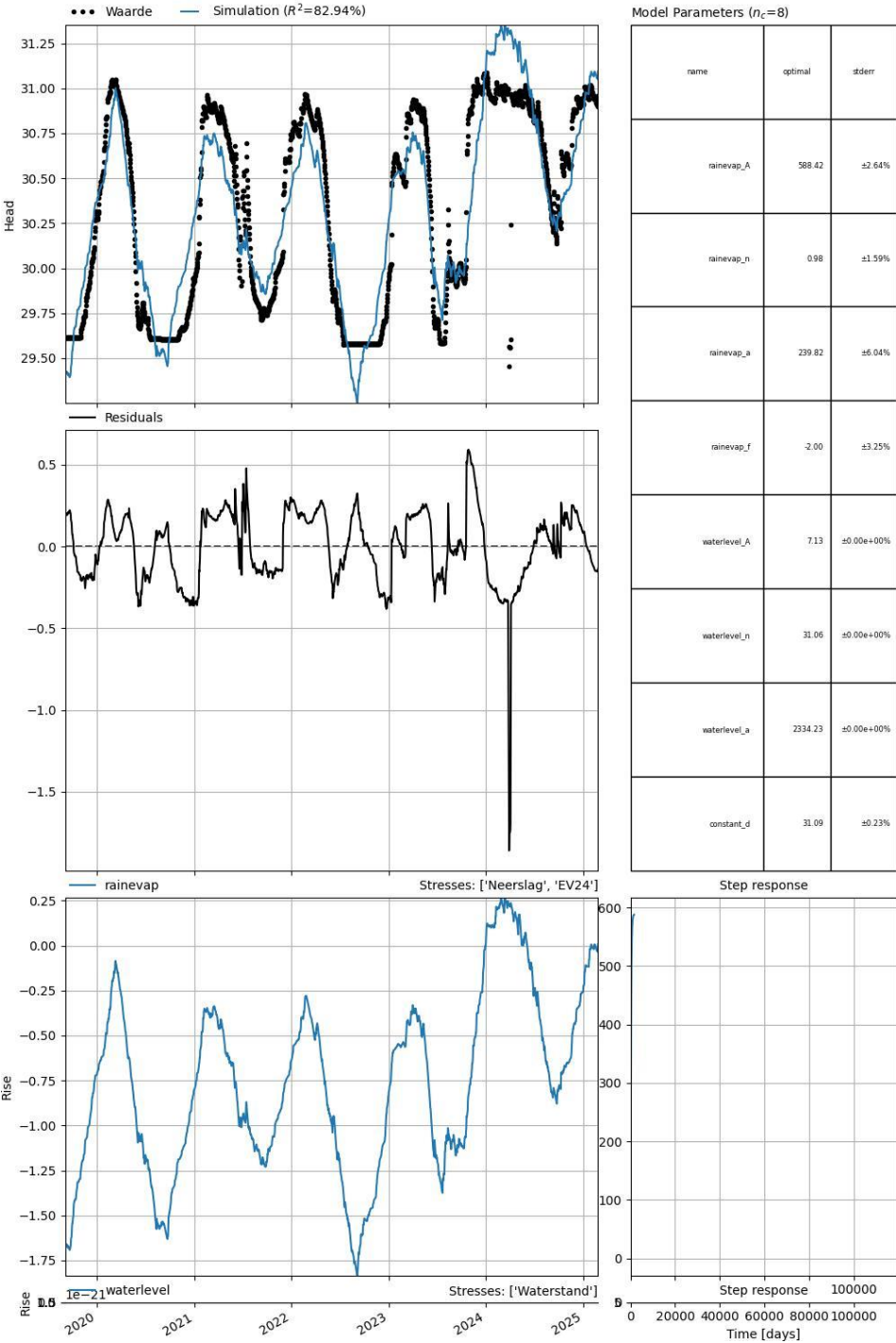
GW_Grien07_01



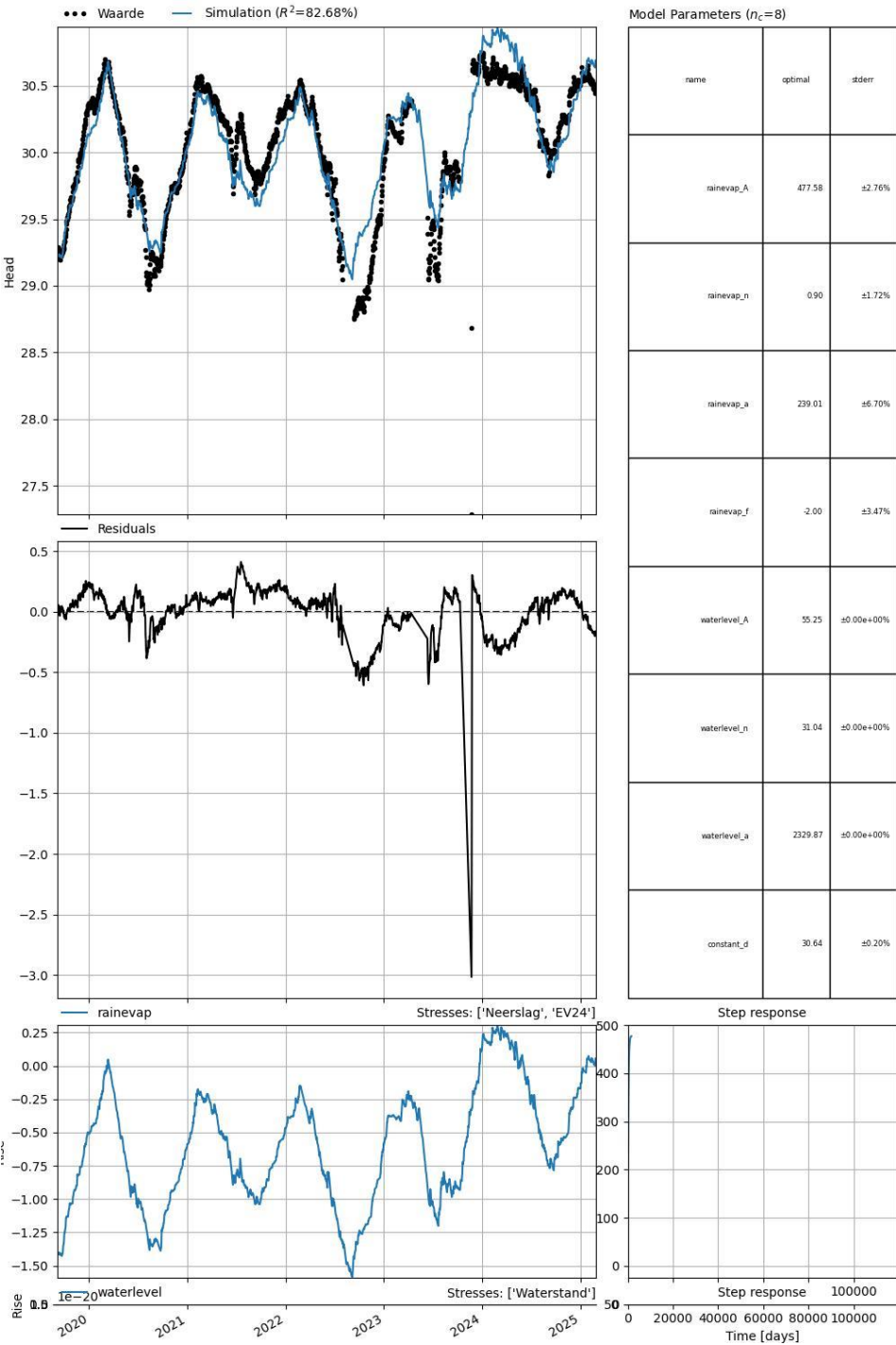
GW_Grien08_01



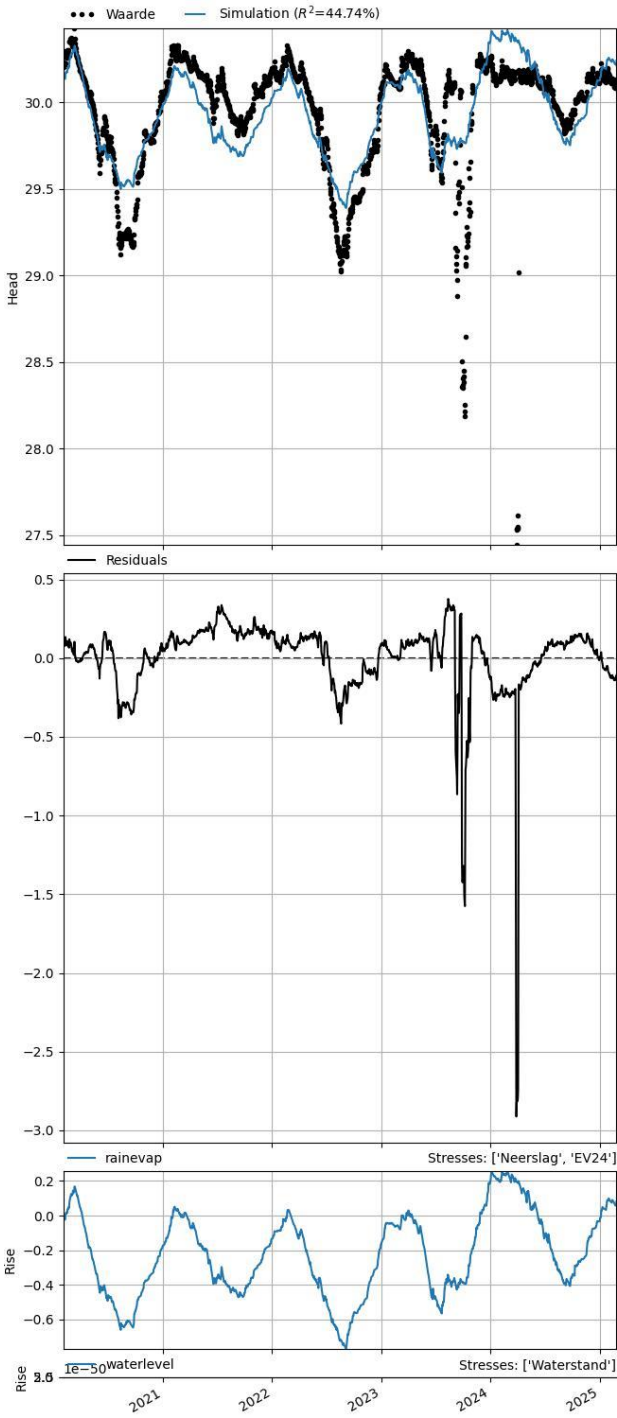
GW_Grien09_01



GW_Grien09_02

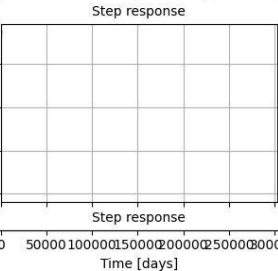


GW_Kanal13_01

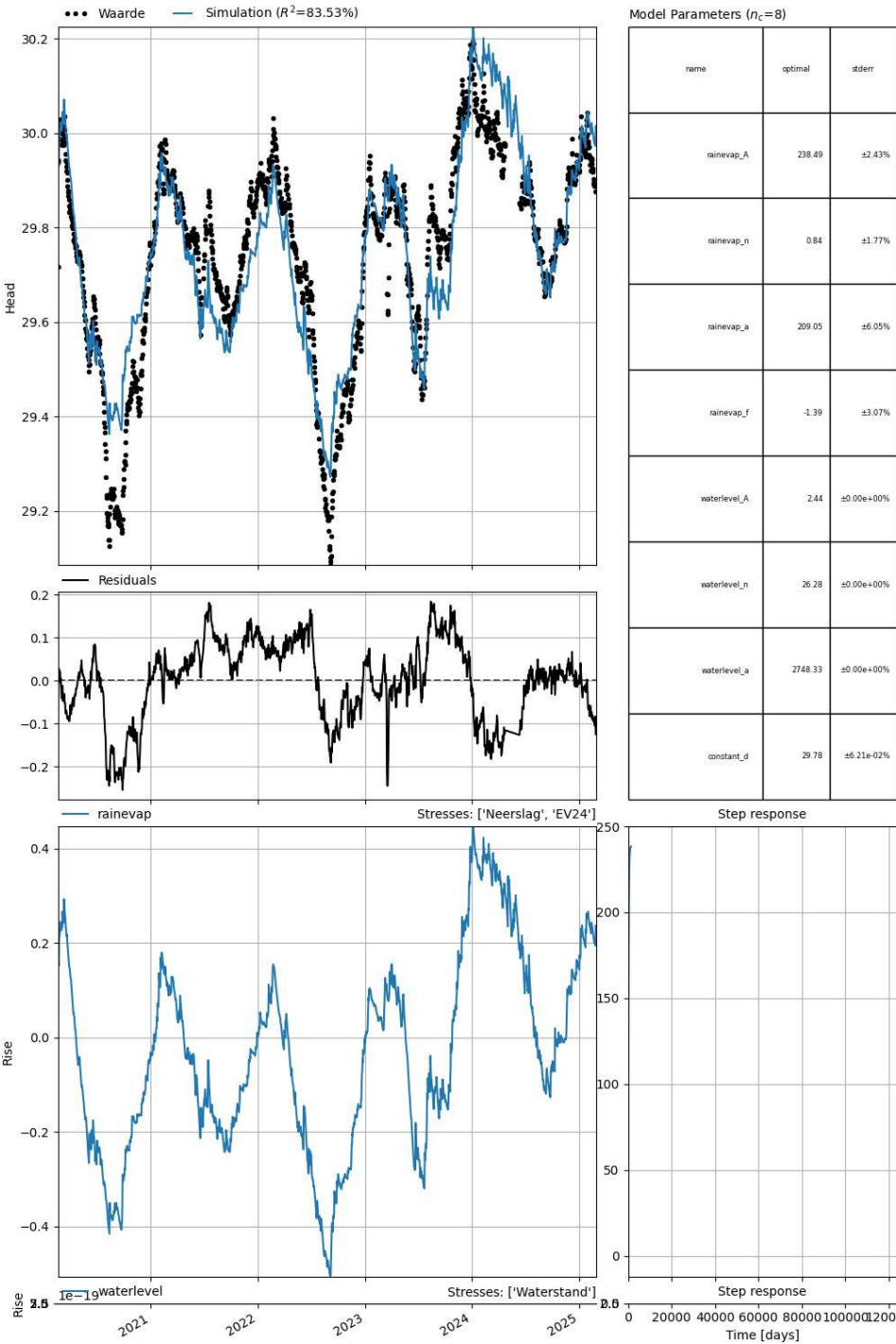


Model Parameters ($n_c=8$)

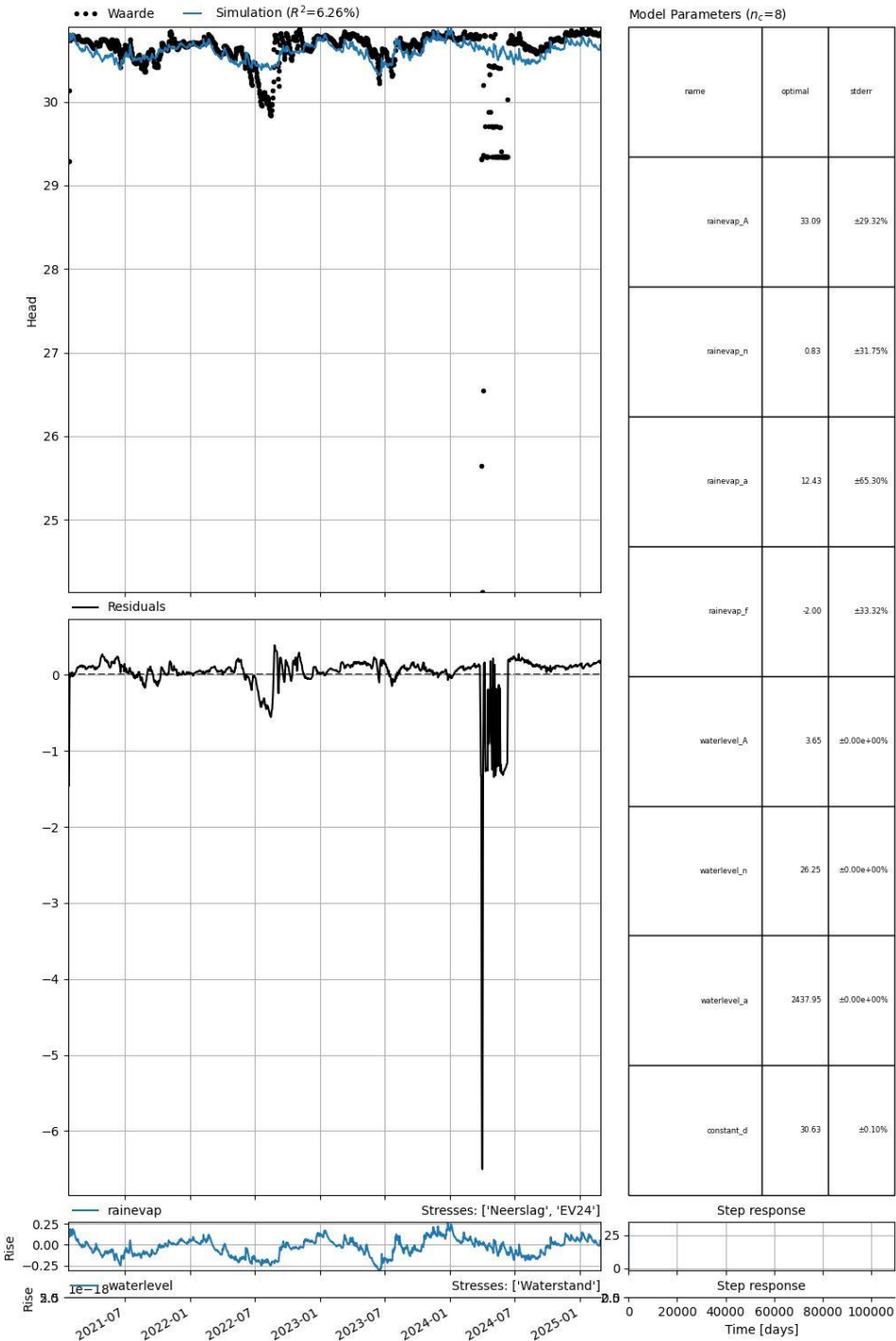
name	optimal	stderr
rainevap_A	187.56	$\pm 6.88\%$
rainevap_n	0.95	$\pm 6.00\%$
rainevap_a	138.06	$\pm 16.95\%$
rainevap_f	-2.00	$\pm 9.32\%$
waterlevel_A	38.49	$\pm 0.00e+00\%$
waterlevel_n	45.03	$\pm 0.00e+00\%$
waterlevel_a	4410.98	$\pm 0.00e+00\%$
constant_d	30.16	$\pm 0.20\%$



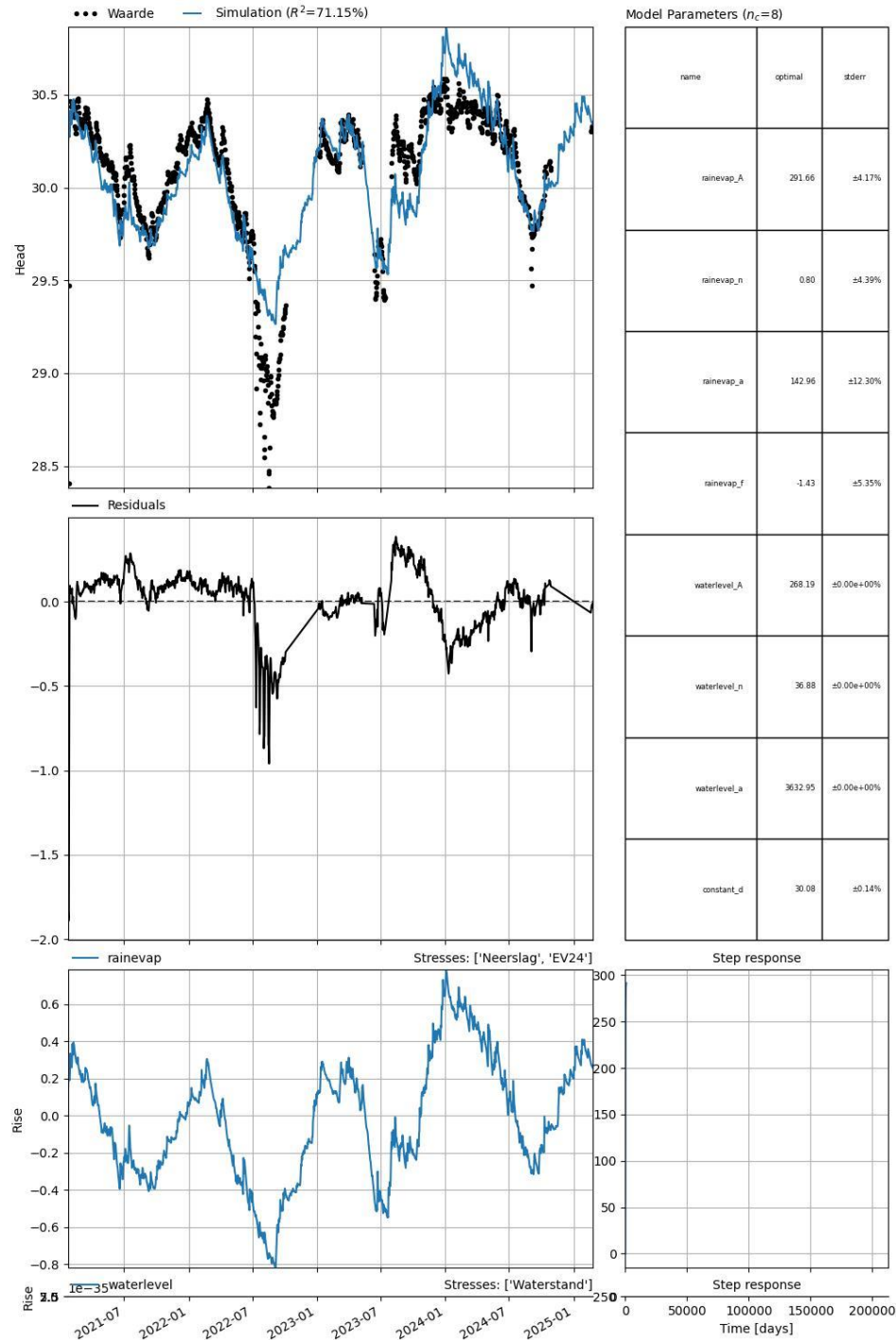
GW_Kanal22_01



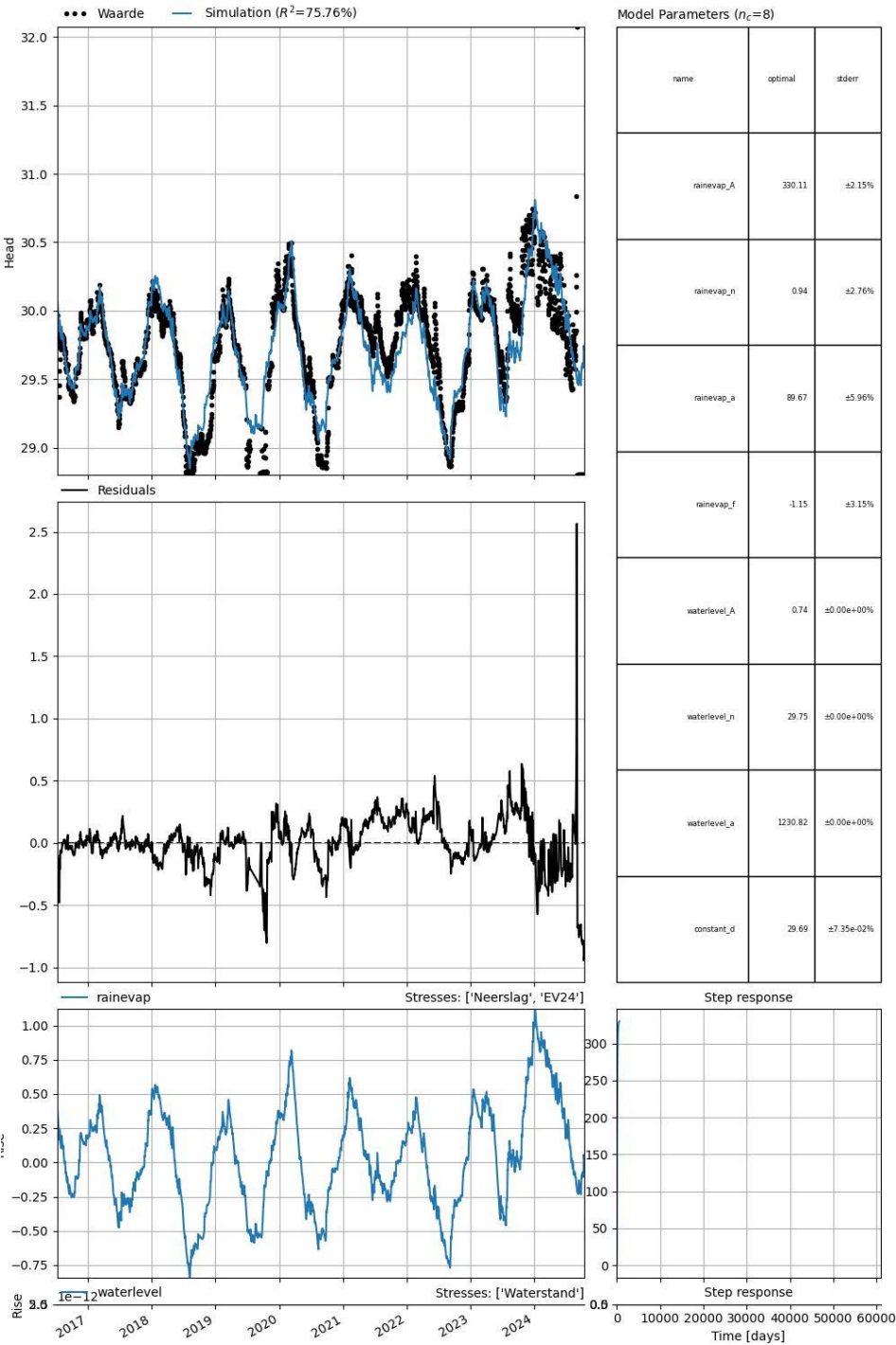
LB011_STIJGHTE_001



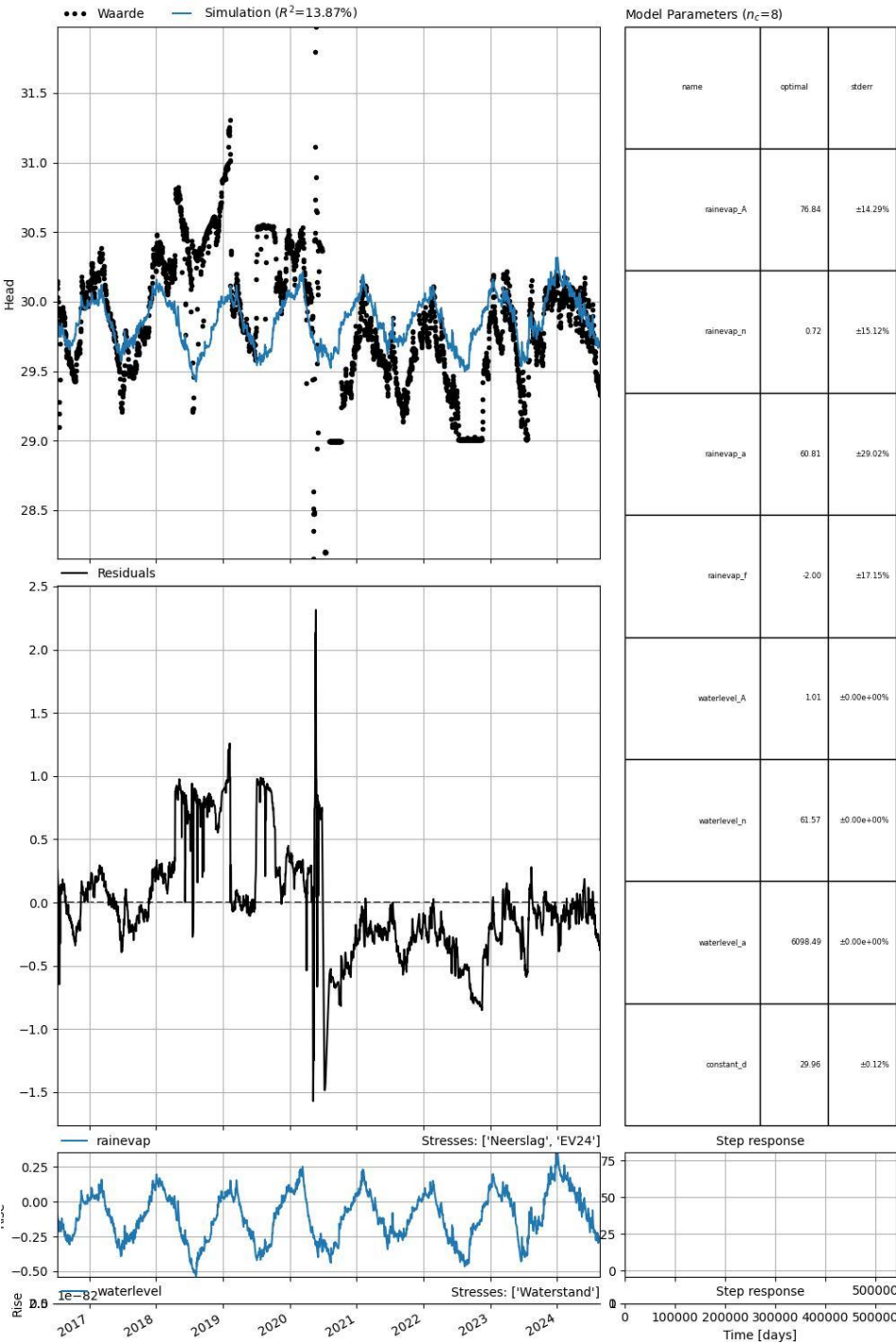
PB_Mpeel1_STIJGHTE_001



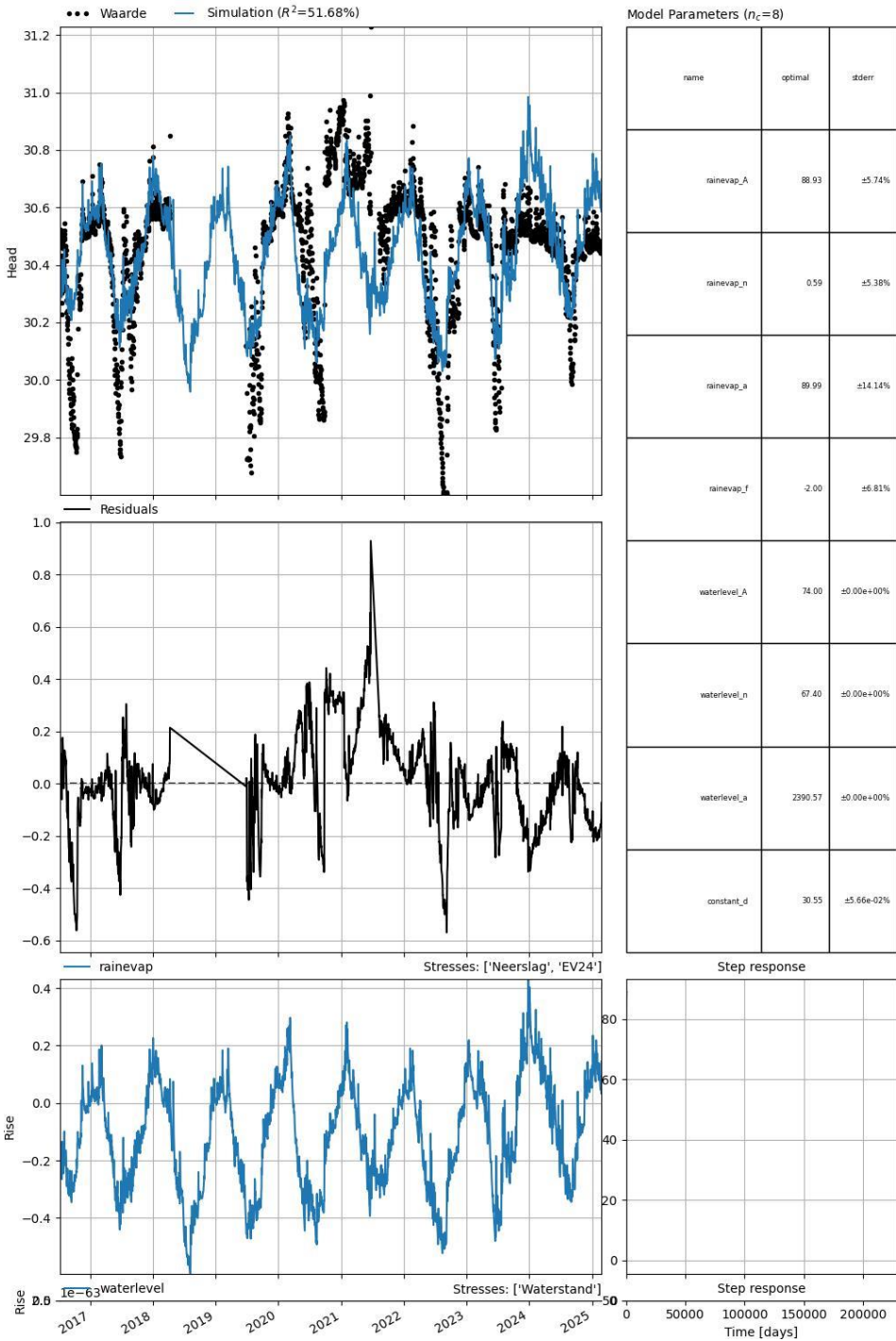
PB_MPeel2_G



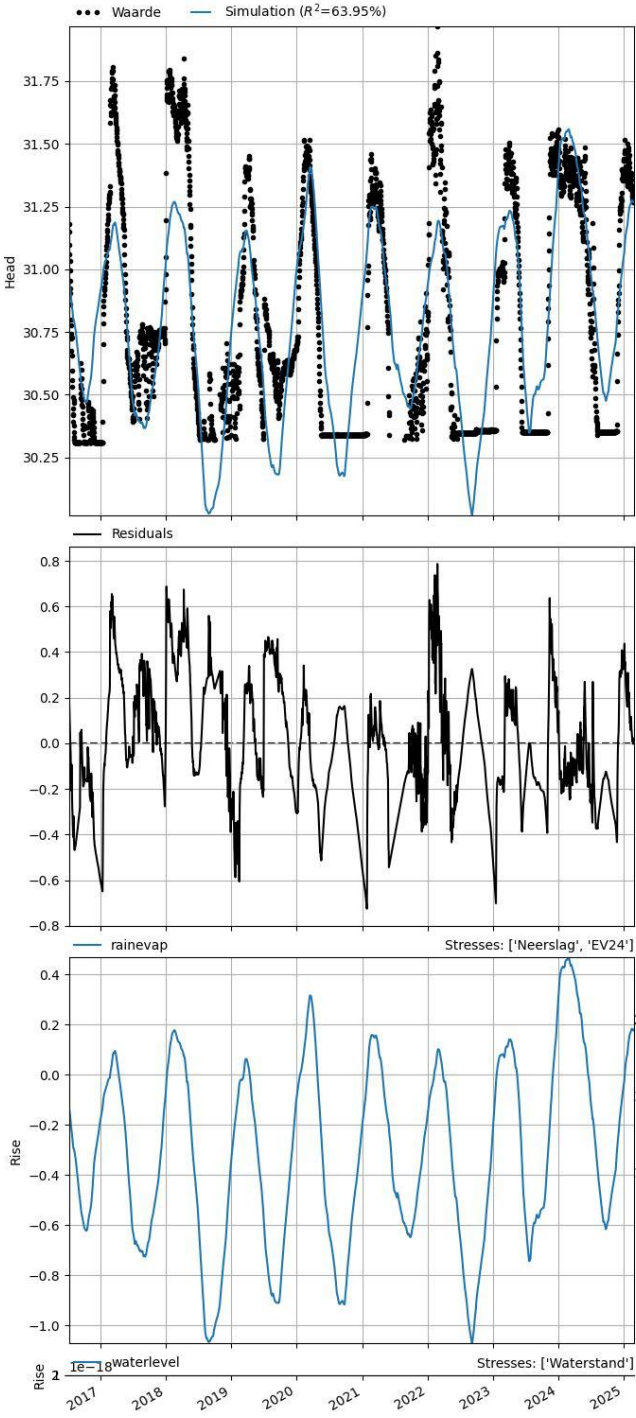
PB_Mpeel2A_G



PB_MPeel7_G



PB_Mpeel8_G

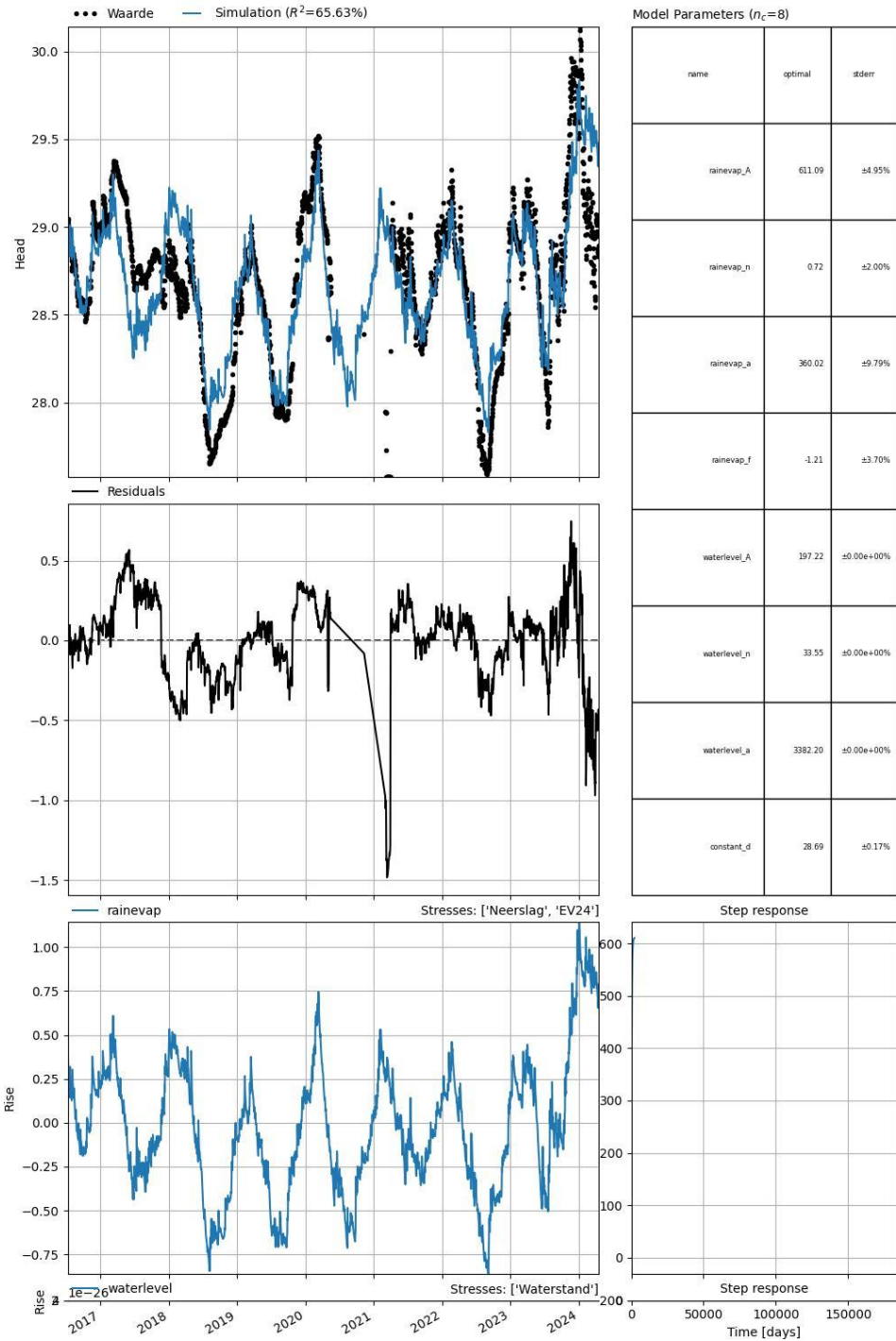


Model Parameters ($n_c=8$)

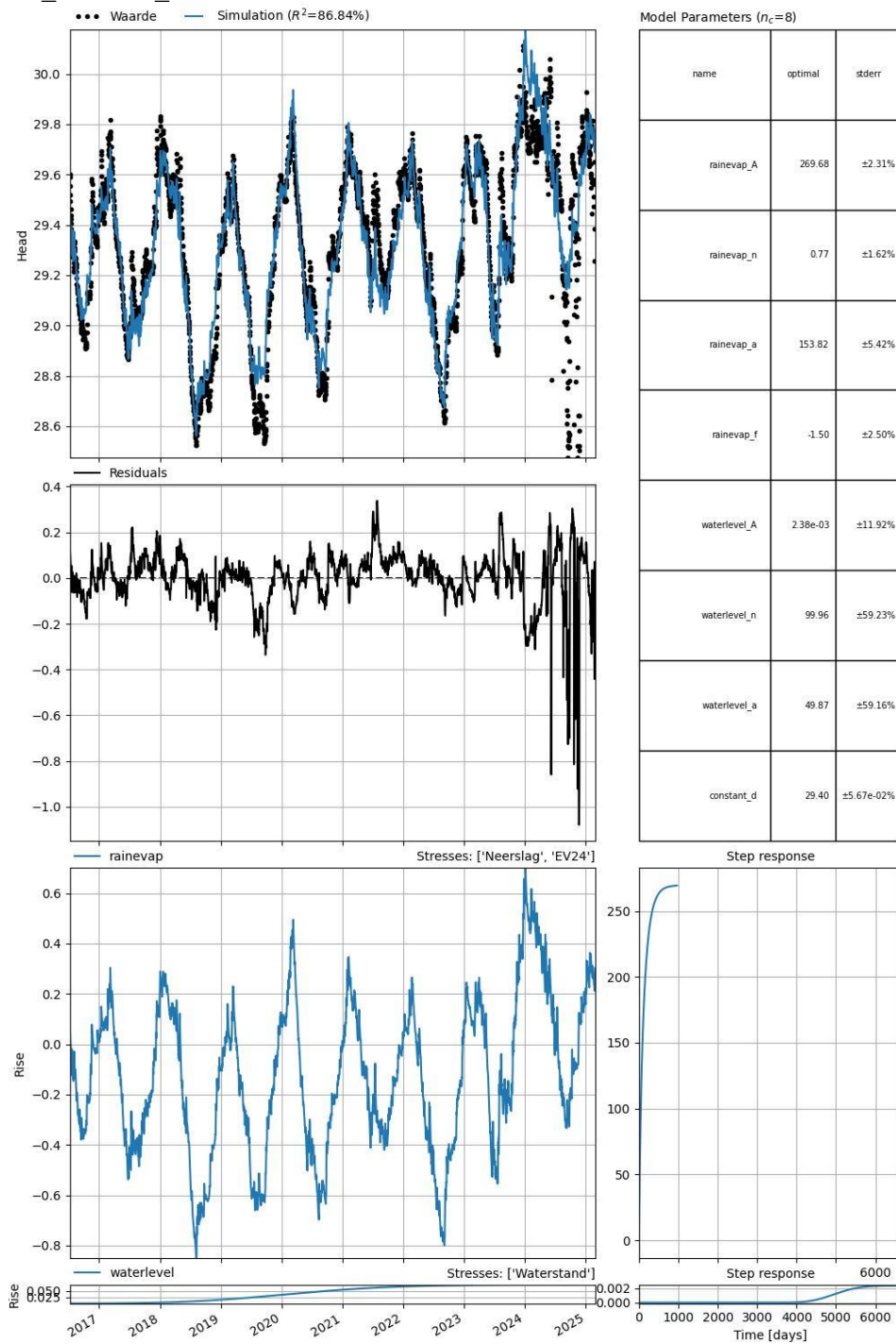
name	optimal	stderr
rainevap_A	229.28	$\pm 3.95\%$
rainevap_n	1.56	$\pm 5.99\%$
rainevap_a	61.86	$\pm 9.72\%$
rainevap_f	-2.00	$\pm 5.65\%$
waterlevel_A	5.25	$\pm 0.00e+00\%$
waterlevel_n	28.08	$\pm 0.00e+00\%$
waterlevel_a	2829.00	$\pm 0.00e+00\%$
constant_d	31.09	$\pm 0.13\%$



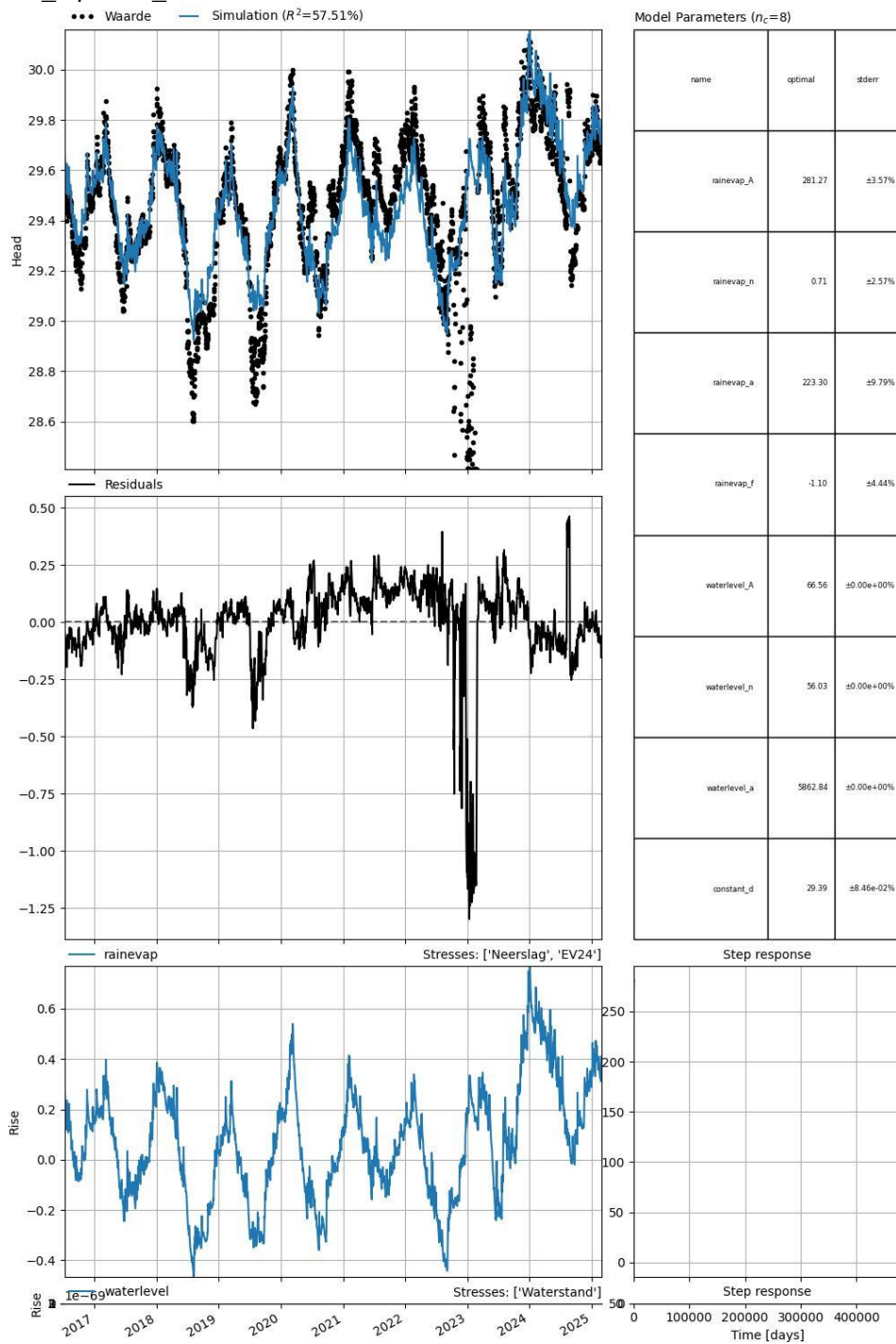
PB_MPeel10_G



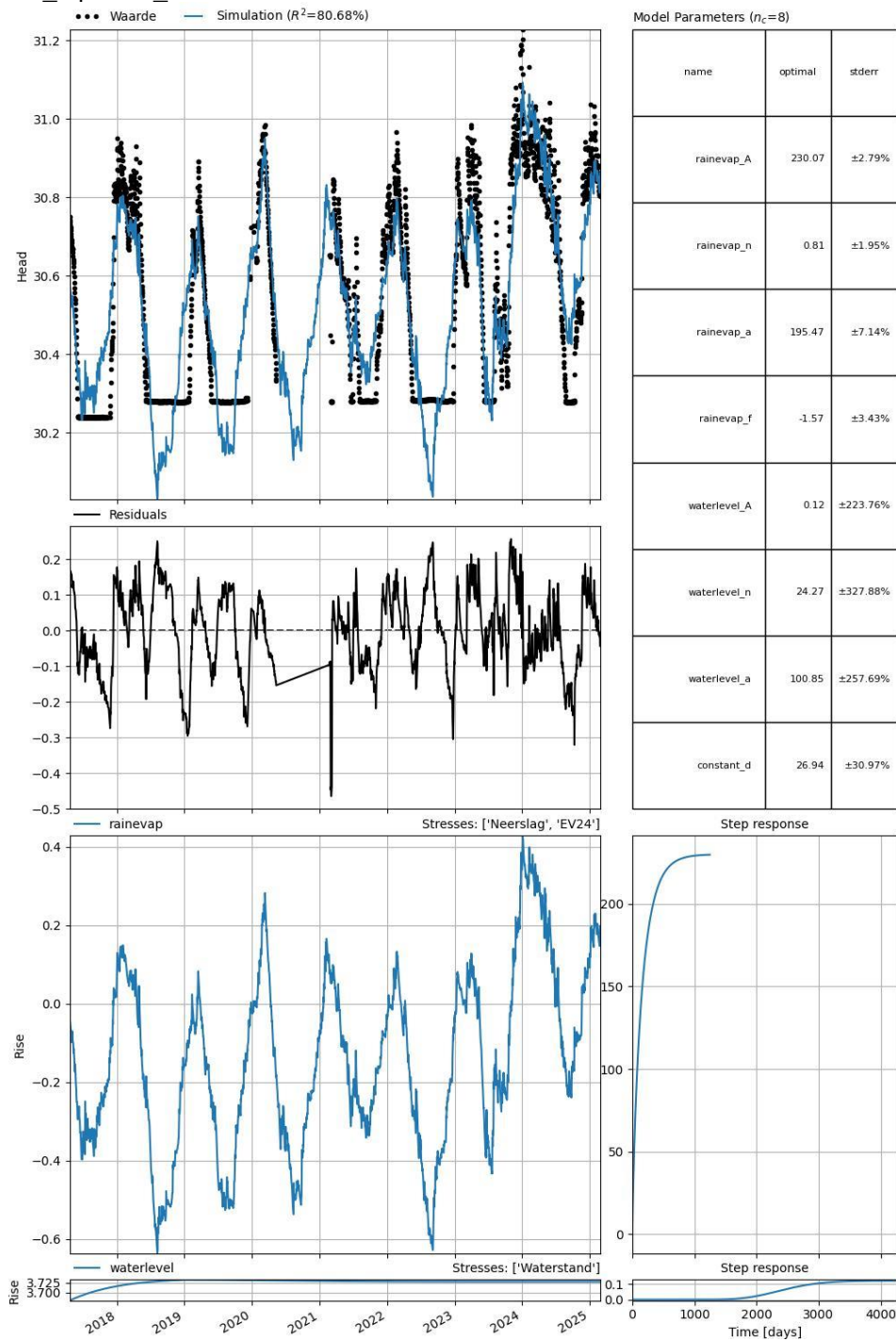
PB_MPeel11_G



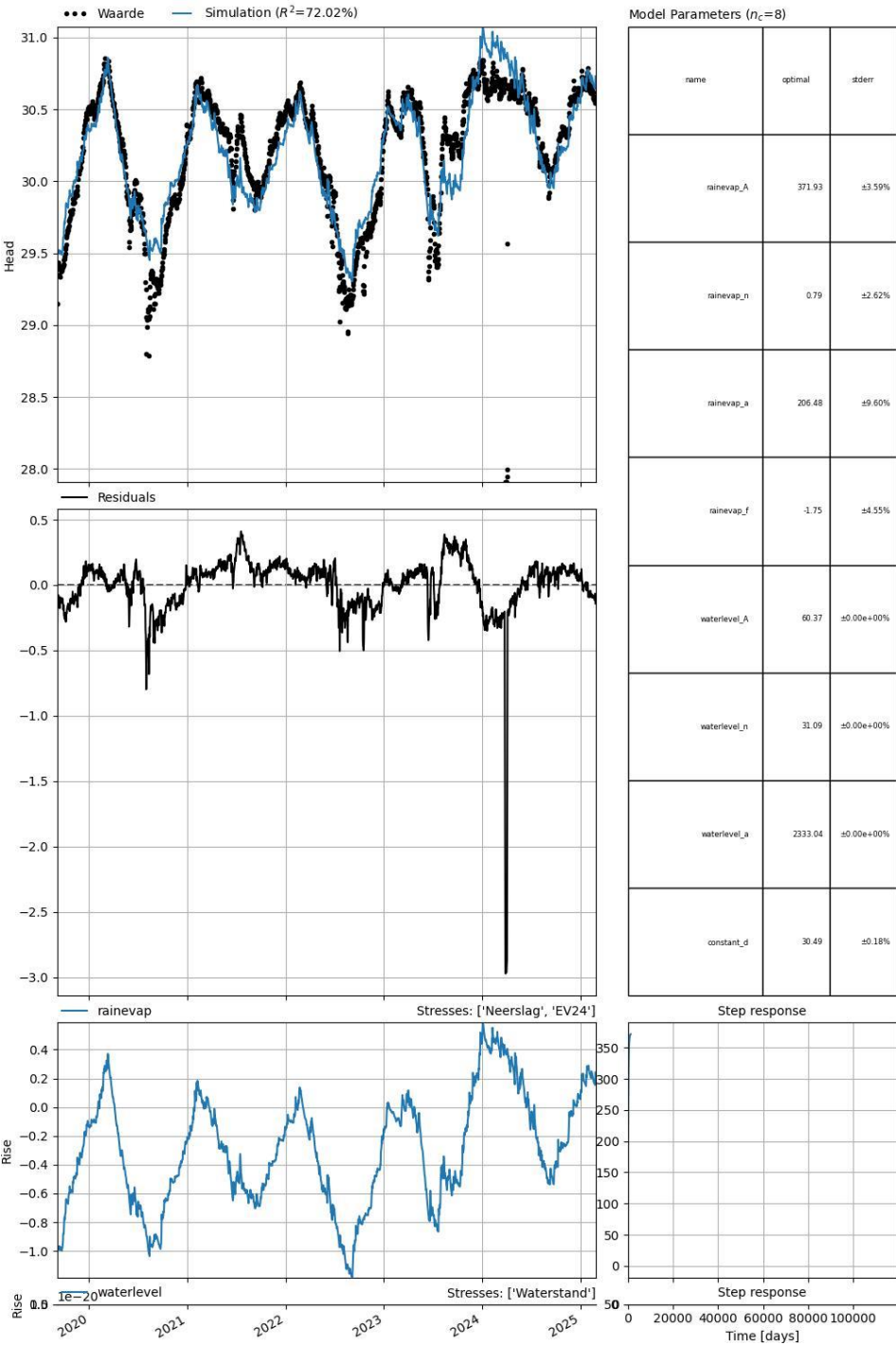
PB_Mpeel12_G



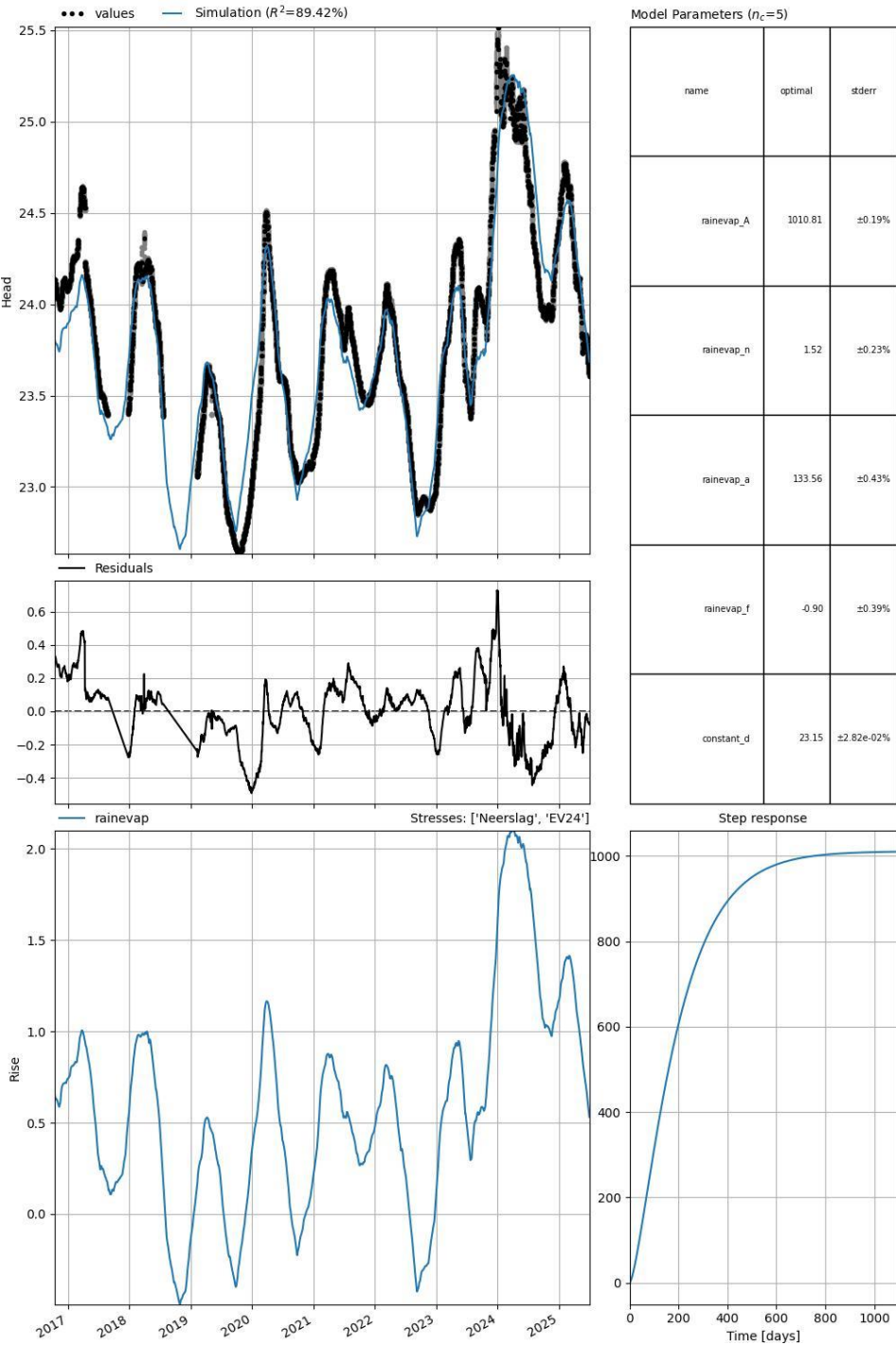
PN_Mpeel13_G



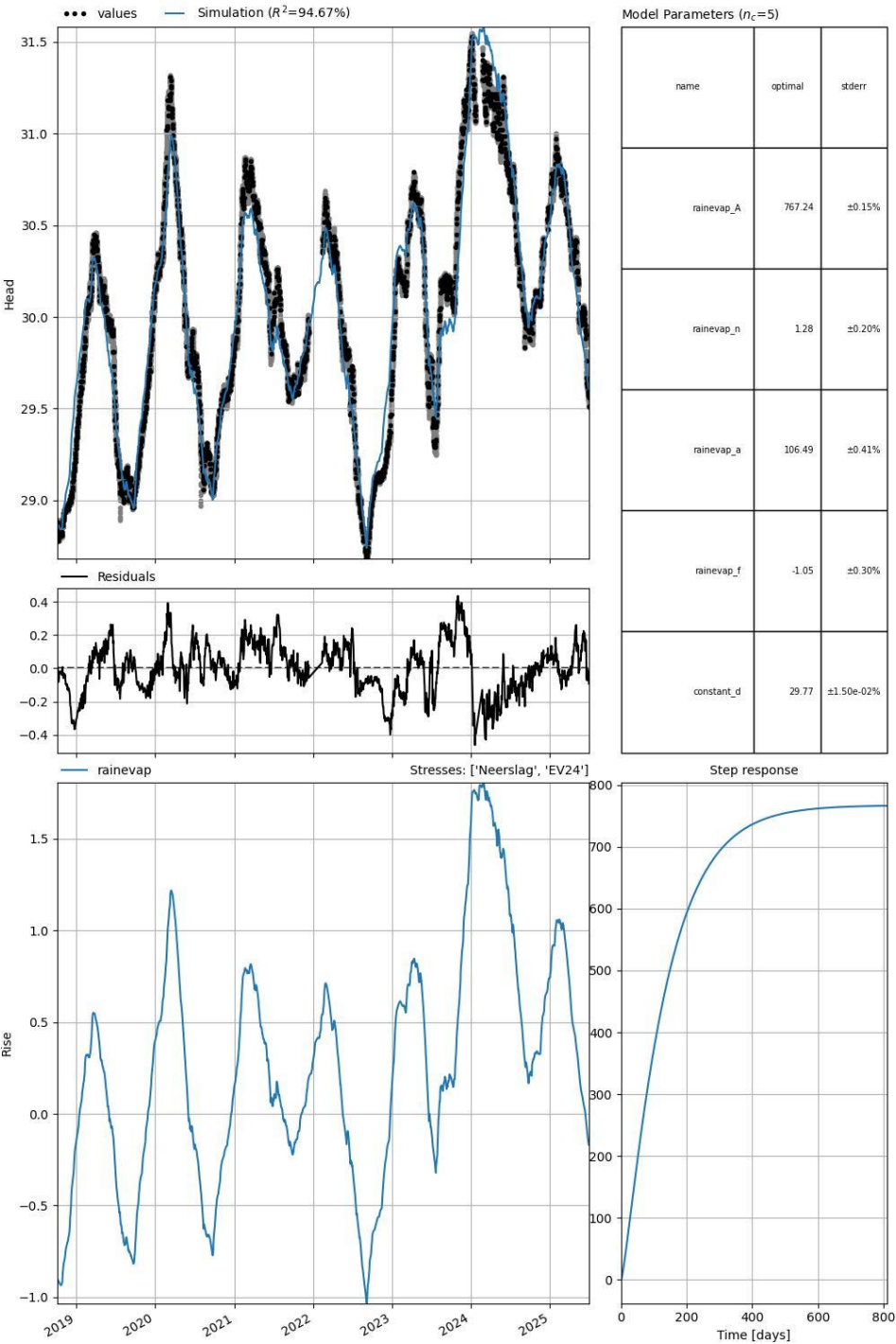
PB_MPeel13_G_DIEP



GMW000000016373



GMW000000064501



Bijlage 4 – Figuren aandeel neerslag

