

## Analyse waterstandsverloop Grensmaas tijdens hoogwater juli 2021

### Aanleiding onderzoek

Afgelopen zomer deed zich in het stroomgebied van de Maas een unieke hoogwatersituatie voor. Er werden afvoeren gemeten die sinds het begin van de metingen in 1911 nog niet eerder waren opgetreden. Daarbij ging het om een hoogwater in de zomer en dat is in de Maas nog maar een keer eerder gebeurd; in 1980, maar met een veel geringere omvang.

De hoge afvoeren leiden uiteraard tot zeer hoge waterstanden. Op veel plaatsen waren die lager dan tijdens de eerdere hoogwaters in '93 en '95 wat logisch is gezien de grote stroomgeulverbreding die in het kader van het Grensmaasproject is uitgevoerd. Opvallend genoeg waren er echter ook locaties waar de waterstanden hoger waren dan eerder gemeten en bij nader inzien waren ook de locaties waar de waterstand wel lager was, toch weer niet zo laag als waar eerder vanuit was gegaan.

Al snel na het hoogwater werd de ruwere vegetatie als oorzaak aangewezen voor de hogere waterstanden. Omdat de bomen nu in blad staan en kruiden en ruigte hoger zijn, is de weerstand hoger en dat zou de hogere waterstanden moeten verklaren. Dit idee leidde er al meteen toe dat Rijkswaterstaat aankondigde om vegetaties te gaan verwijderen die buiten de in de legger aangegeven gebieden staan. Een deel van deze vegetaties staat op terrein van natuurmonumenten. Natuurmonumenten heeft nu aan stroming gevraagd om na te gaan hoe het waterstandsverloop in de Grensmaas is geweest en of het inderdaad aannemelijk is dat de vegetatie de oorzaak is van de hogere waterstanden.

### Werkwijze

Om de invloed van de vegetatie na te gaan zijn twee verschillende analyses uitgevoerd. In de eerste methode is het afvoerverloop van het meetpunt Maastricht vergeleken met het waterstandsverloop van een achttal meetpunten verspreid langs de Grensmaas. Hierbij is rekening gehouden met de looptijd van de hoogwatergolf door de metingen van de stroomafwaarts gelegen punten wat op te schuiven, zodat de piek in de afvoer bij Maastricht samenvalt met de hoogste waterstand op dat punt.

Ook is er rekening mee gehouden dat de looptijd van de golf bij toenemende afvoer langzaam toeneemt. Om de lijnen van afvoeren en waterstanden goed over elkaar heen te kunnen leggen, moest de lijn in enkele stukken worden opgeknipt (tot 1000, 1000 tot 2000 en boven de 2000 m<sup>3</sup>/s), waarna ieder deel enigszins werd verschaald worden.

Onregelmatigheden in het afvoerverloop van Maastricht werden hierbij als herkenningspunt gebruikt. Deze aanpassing blijft wat arbitrair en zal zeker tot kleine afwijkingen hebben geleid in de resultaten van de analyse, maar naar verwachting gaat het om kleine afwijkingen, zeker in vergelijking met de verdere uitkomsten.

Nadat de afvoer en waterstandlijn over elkaar waren gelegd is in stappen van 100 m<sup>3</sup>/s nagegaan wat de bijbehorende waterstand was. Deze waterstanden zijn vervolgens vergeleken met de standen uit de betrekkinglijnen 2020/21 die Rijkswaterstaat hanteert

voor de relatie tussen afvoer (Q) en waterstand (H) voor de verschillende meetpunten. De opgetreden verschillen tussen de gemeten waarden en berekende waarden uit de betrekkinglijnen zijn vervolgens in een grafiek uitgezet.

In de tweede methode is de hoogwatergolf van juli 2021 vergeleken met een eerdere golf van dit jaar; die van februari 2021. De afvoer in deze winter- golf bedroeg 1780 m<sup>3</sup>/s en in de golf van deze zomer is voor deze zelfde afvoer nagegaan wat op dat moment de waterstand was op de verschillende meetpunten langs de Grensmaas.

### **Opgetreden afvoer in de (Grens)maas**

De maximale afvoer bij Maastricht is door RWS bepaald op ca 3340 m<sup>3</sup>/s, wat ca 200 meer is dan tijdens het hoogwater van 1993. Naast de Maas zelf waren ook enkele zijbeken die in het Grensmaastraject uitmonden sterk verhoogd. Bijvoorbeeld de Jeker 12 m<sup>3</sup>/s en Geul 55 m<sup>3</sup>/s brachten veel water naar de Maas. De Geleenbeek voerde 35 m<sup>3</sup>/s, maar dat voegde zich pas bij Maasbracht bij de Maas. Omdat er ook wat water via de Zuid Willemsvaart en het Julianakanaal is gestroomd, is de inschatting dat er ca 3320 m<sup>3</sup>/s de Grensmaas in is gestroomd.

Ondanks de toevoer van water via de zijbeken nam de afvoer in de piek wel langzaam af. Eenmaal bij Heel aangekomen bedroeg de afvoer volgens de betrekkinglijnen nog ca 2975 m<sup>3</sup>/s. Deels was dit het gevolg van de instroom van het retentiegebied Lateraalkanaal Zuid, waar tijdens de piek ca 90 m<sup>3</sup>/s naar toe stroomde. De rest van de verlaging is het gevolg van piekafvlakking, die kon optreden omdat de golfvorm erg steil was en er lokaal ruimte was in de weerden waar de Maas tijdens het oplopen van de afvoer water weg kon zetten. Dit effect is pas aanwezig zodra de afvoer tot boven de ca 2000 m<sup>3</sup>/s stijgt omdat dan de hogere weerden gaan overstromen.

Verwacht mag worden dat de piek in het zuidelijke traject tot Berg-Meeswijk ongeveer even hoog is gebleven. Er is hier weinig ruimte meer in de weerden waar water naar toe kan en de aanvoer vanuit de Geul vindt hier plaats. Pas na Berg-Meeswijk neemt de ruimte in de weerden toe en neemt de piekafvlakking toe.

### **Waterstandsmetingen**

Langs de grensmaas liggen een tiental meetpunten voor de waterstand, beginnend bij Borgharen en eindigend bij Stevensweert. Hiervan zijn er 8 gebruikt voor deze analyse om een voldoende goed beeld te krijgen van het verloop in de Grensmaas.

### **Beschrijving van de resultaten eerste methode.**

De tabel met betrekkinglijnen van RWS geeft binnen het onderzochte bereik (tussen 200 en 3340 m<sup>3</sup>/s) voor 11 afvoeren de bijbehorende waterstand. Voor deze afvoeren is de gemeten waterstand vergeleken met de waarden uit de tabel. Hierbij blijken er flinke verschillen op te treden, zowel naar beneden (de waterstand is dan lager dan verwacht) als naar boven (de waterstand is dan hoger dan verwacht). Wanneer het Q-H verloop van de 8 meetpunten langs de Grensmaas wordt vergeleken met het verloop vanuit de betrekkinglijnen dan blijken er duidelijke verschillen op te treden (zie tabel). De gegevens uit de tabel zijn per meetpunt ook in grafiekvorm weergegeven (zie figuur 2 t/m 10).

Tabel 1. Verschil tussen de gemeten waterstand en de waarden uit de betrekkinglijnen (zonder rekening te houden met de piekafvlakking). Bij de negatieve waarden is de gemeten waterstand lager.

debiet St Pieter	Borgharen	Lanaken	Uikhoven	Elsloo	Meeswijk	Rotem	Maaseik	Stevens- weert
280	-13	-14	-22	-34	-42	-89	-36	-22
530	4	-13	-8	-33	-5	-38	-30	-43
1030	4	-13	8	-33	-24	-40	-27	-26
1280	-12	-21	-9	-48	-26	-54	-56	-47
1500	3	5	-2	-32	-1	-45	-58	-26
1980	-2	-2	9	-17	8	-31	-25	-8
2308	-15	-11	6	-21	3	7	-27	-8
2609	-4	7	25	-2	15	-21	-21	-9
2781	8	16	41	33	20	-9	-15	-3
2969	15	20	39	46	19	-9	-14	-2
3226	19	20	31	50	22	11	4	3
3340	18	19	28	46	23	15	8	6

Tabel 2. Als tabel 1, waarbij wel rekening is gehouden met piekafvlakking. Dit uit zich in iets hogere verschilwaarden in de metingen binnen het grijze vlak.

debiet St Pieter	Borgharen	Lanaken	Uikhoven	Elsloo	Meeswijk	Rotem	Maaseik	Stevens- weert
280	-13	-14	-22	-34	-42	-89	-36	-22
530	4	-13	-8	-33	-5	-38	-30	-43
1030	4	-13	8	-33	-24	-40	-27	-26
1280	-12	-21	-9	-48	-26	-54	-56	-47
1500	3	5	-2	-32	-1	-45	-58	-26
1980	-2	-2	9	-17	8	-31	-24	-5
2308	-15	-11	6	-21	4	13	-19	-1
2609	-4	7	25	-2	17	-14	-5	2
2781	8	16	41	33	24	-3	1	5
2969	15	20	39	46	23	1	4	8
3226	19	20	31	50	27	20	19	14
3340	18	19	28	46	28	26	22	20

In grote lijnen is het verschil tussen de metingen en de waarden uit de betrekkinglijnen steeds hetzelfde: negatief bij de lagere afvoeren, schommelingen rond nul tussen 1000 en 2000 m<sup>3</sup>/s, oplopend in het hogere afvoerbereik tot ruim positief bij de allerhoogste afvoeren.

In de laatste grafiek is ook het gemiddelde van alle meetpunten weergegeven en daaruit komt een zelfde beeld naar voren dat de waterstanden bij de lage afvoeren achter blijven bij wat de betrekkinglijnen aangeven en in het hoogste bereik oplopen tot een positieve afwijking ten opzichte van de betrekkinglijnen.

De vegetatie in het dal van de Grensmaas bevindt zich vooral in de nieuwe uitgegraven stroomgeulverbreding en dit gebied overstroomt vanaf een afvoer van ca 150 m<sup>3</sup>/s en staat grotendeels onder water vanaf 300 m<sup>3</sup>/s. Als de zomerse ruigere vegetatie een belangrijke bijdrage aan de hogere waterstanden zou hebben geleverd, dan zou dat in dit bereik al

merkbaar moeten zijn geweest. Het tegendeel is echter het geval, want in de range tot 1000 m<sup>3</sup>/s is de gemeten waterstand vrijwel overal lager, tot soms 30 cm of meer. Alleen bij Borgharen en Uikhoven is er een geringe positieve afwijking, maar deze is bij een hogere afvoer weer verdwenen.

Tussen ca 600 en 1200 overstromen ook de meeste dekgrondbergingen, deze zijn lokaal dicht begroeid met bos en ruigere kruidenrijke vegetatie, maar een groot deel hiervan ligt niet in het stroomvoerende winterbed. Een eventueel opstuwend effect van deze vegetatie is hoogstens lokaal te verwachten, zoals bijvoorbeeld bij Uikhoven. De locatie Aan de Maas van het Grensmaasproject zorgt hier mogelijk voor enige opstuwning, omdat de waterstand hier al in het lage afvoerbereik positief is. Deze afwijking blijft echter klein, zeker in vergelijking met de afwijking bij de hogere afvoeren, als de waarden ineens sterk oplopen.

Op alle locaties is er pas een duidelijke toename zichtbaar vanaf 2300 m<sup>3</sup>/s, soms iets eerder, soms iets later. Gemiddeld loopt de positieve afwijking dan op tot ca 20 cm, als rekening wordt gehouden met piekafvlakking tot 25 cm. Lokaal zijn de afwijkingen nog flink groter, zoals bij Elsloo, waar het oploopt tot 50 cm. Ook stroomop- en afwaarts van dit meetpunt, bij Uikhoven en Meesijk, zijn de afwijking relatief groot, tot meer dan 30 cm. Deze meetpunten liggen in het traject waar de overstromingsvlakte van de Grensmaas door dijk aanleg het sterkst is versmald.

De range waarbinnen de waterstanden het sterkst op gaan lopen valt samen met het moment dat de onvergraven weerden van de Grensmaas overstromen. Deze zijn slechts deels in beheer als natuurgebied, maar hier liggen ook nog agrarische gebieden, met veelal maisland. Een belangrijk aspect van deze weerden is ook dat zich hier de bedijkte gebieden bevinden en het is juist in dit gebied dat het vroegere overstromingsgebied van de Maas na de hoogwaters van 1993 en 1995 sterk is beperkt (zie figuur 1).



*Figuur 1. Contour van de huidige bedijking (geel) op het gebied (blauw) dat in 1993 bij een vergelijkbare riverafvoer is overstroomd.*

Het vermoeden is daarom dat het vooral de inperking van de overstromingsvlakte door dijk aanleg is die voor de hogere waterstanden zorgt. Op grond van de vergelijking met de betrekkinglijnen lijkt de vegetatie hoogstens een geringe bijdrage te hebben geleverd, want bij de lagere afvoeren, tot ca 1000 m<sup>3</sup>/s, als het water al volop door de vegetatie stroomt, levert dat op de meeste plaatsen geen opstuwing op ten opzichte van de waarden die volgen uit de betrekkinglijnen.

### **Beschrijving van de resultaten tweede methode.**

Bij oplopende afvoeren wordt het verschil tussen de gemeten waarden en de betrekkinglijnen gaandeweg kleiner en tussen 1500 en 2000 m<sup>3</sup>/s zien we op een paar locaties, dat de waarden soms even positief zijn. Dit beeld wordt bevestigd door de tweede analyse. Hierin is van de verschillende meetpunten nagegaan welke waterstand daar optrad bij een afvoer van ca 1775 m<sup>3</sup>/s. Dit was de maximum afvoer die afgelopen winter is opgetreden, in een tijd dat de ruwheid van de vegetatie minder groot was.

*Tabel 3. Verschil in waterstand in cm tussen het winterhoogwater van februari 2021 en het zomerhoogwater van juli 2021, bij een afvoer van 1775 m<sup>3</sup>/s.*

	feb-21	jul-21	verschil
St Pieter	4569	4575	6
Borgharen	4273	4281	8
Lanaken	4230	4234	4
Uikhoven	4035	4045	10
Elsloo	3865	3856	-9
Meeswijk	3229	3236	7
Rotem	3023	2985	-38
Maaseik	2771	2751	-20
Stevensweert	2415	2403	-12

Uit deze tweede analyse komt naar voren dat de waterstanden tijdens het zomerhoogwater bij dezelfde afvoer (1775 m<sup>3</sup>/s) lokaal iets hoger waren dan tijdens het winterhoogwater. Het gaat om die delen van het Grensmaasgebied waar al vrij veel vegetatie aanwezig is omdat het grensmaasproject hier al langere tijd gereed is. Stroomafwaarts van Meeswijk waren de waterstanden nu lager. Bij Rotem is dat te verklaren uit het feit dat hier afgelopen jaar nog een deel van de stroomgeulverbreding is verruimd, wat voor extra daling heeft gezorgd. Stroomafwaarts bij Maaseik en Stevensweert zijn geen recente ingrepen uitgevoerd en is niet duidelijk waarom de waterstanden nu lager waren. Mogelijk heeft de vorm van de golf er aan bijgedragen dat de waterstanden in de winter hier al eerder wat hoger waren. Opvallend is dat de waterstand bij Elsloo in de zomer lager was. Ook hier zijn recent geen ingrepen geweest en ligt wel een groot areaal met natuurlijke vegetatie.

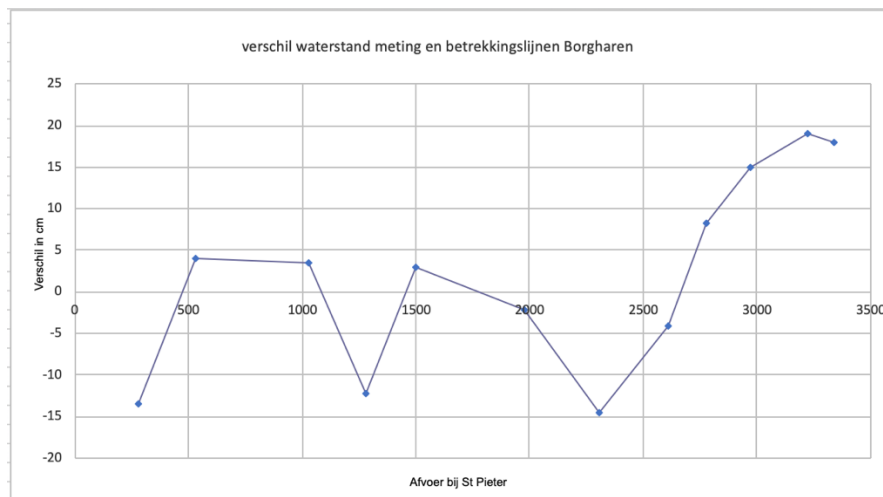
De waterstanden zijn in de zomer in een deel van het Grensmaastraject dus hoger opgelopen dan in de winter. Het gaat om een relatief kleine stijging van ca 5 tot 10 cm in de meer begroeide delen. In de andere analyse zagen we dat de standen bij hogere afvoeren verder op lopen. Dat is buiten het bereik waar de vegetatie nog veel invloed heeft en vaak neemt het positieve verschil bij oplopende afvoeren eerst ook weer wat af om pas boven de ca 2300 m<sup>3</sup>/s weer sterk op te gaan lopen.

## Conclusie

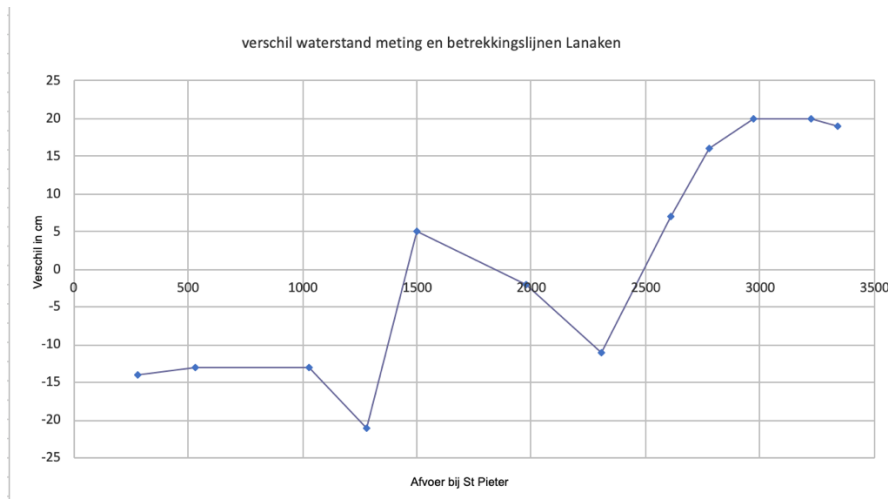
Uit het verloop van de waterstanden in de Grensmaas blijkt dat er aanzienlijke verschillen zijn opgetreden tussen de gemeten waarden en de waarden waar in de betrekkinglijnen van uit was gegaan. Uit de analyse volgt ruwweg het volgende verloop:

- tot een afvoer van ca 1250 m<sup>3</sup>/s vallen de gemeten waarden vrijwel overal lager uit dan de betrekkinglijnen. De invloed van de vegetatie op de opstuwing is gering, of er is in ieder geval voldoende ruimte om het op te vangen.
- In de range tussen ca 1250 en 2000 m<sup>3</sup>/s wordt het negatieve verschil overal kleiner en slaat, vooral in de trajecten met veel vegetatie om in een positief verschil. Ook uit de vergelijking met het winterhoogwater van 2021 blijkt dat de waterstanden in de zomer binnen de afvoerrange 5 tot 10 cm hoger op zijn gelopen. Naar verwachting is dit een effect van de vegetatie.
- In de range tussen ca 2000 en 2300 m<sup>3</sup>/s slaat het positieve verschil op de meeste plaatsen weer om in een negatief verschil, of wordt minder groot. De invloed van de vegetatie, die in de vorige range aanwezig was, is dus niet zo groot dat het positieve verschil op is gelopen.
- In de range boven 2300 m<sup>3</sup>/s zien we op alle locaties een duidelijk sterke toename en het waterstandsverschil wordt overal ruim positief. Dit effect is het grootst in het traject waar de overstromingsvlakte van de Grensmaas in de afgelopen 30 jaar het sterkst is gereduceerd door de aanleg en het ophogen van dijken. De verklaring voor de sterk opgelopen waterstanden in grote delen van het grensmaatraject moet dan ook eerder gezocht worden in de sterke afname van het overstroombare gebied dan in de ruwere vegetatie in het zomerhalfjaar.

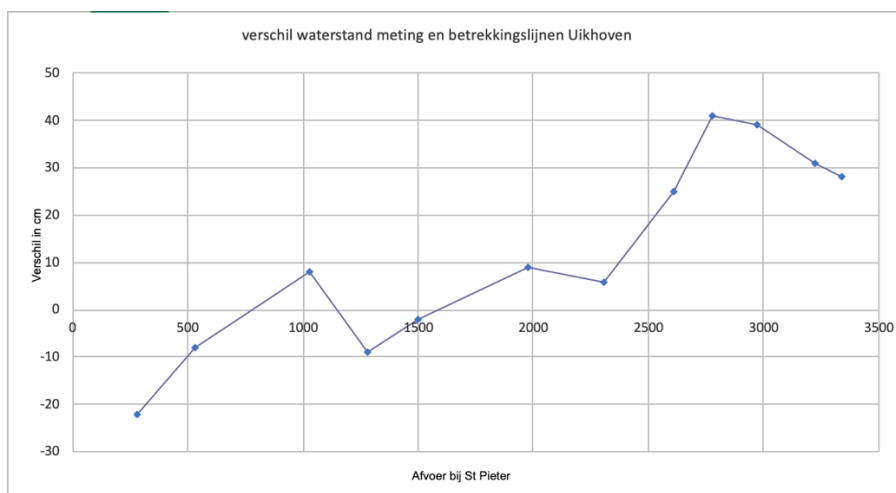
## Figuren van de diverse meetpunten



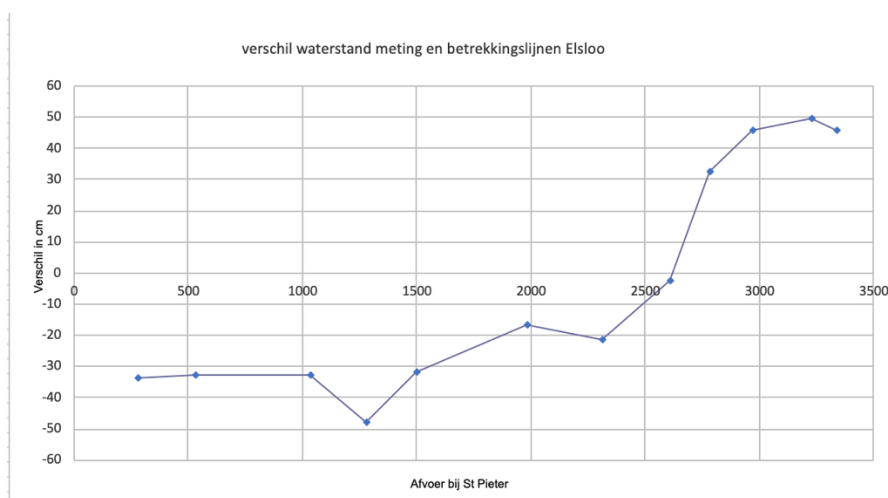
Figuur 2. Waterstandsverschil bij Borgharen in cm tussen de meting en de waarde uit de betrekkinglijnen. Bij een negatieve waarde is de gemeten waterstand lager.



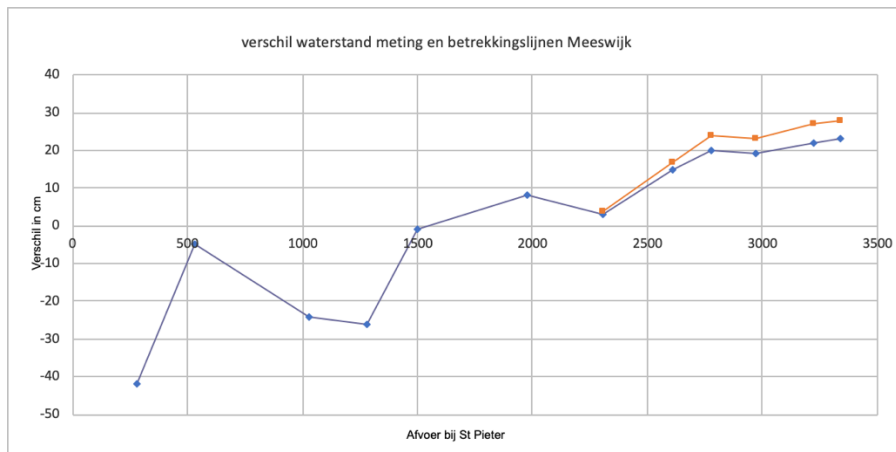
*Figuur 3. Waterstandsverschil bij Lanaken in cm tussen de meting en de waarde uit de betrekkinglijnen. Bij een negatieve waarde is de gemeten waterstand lager.*



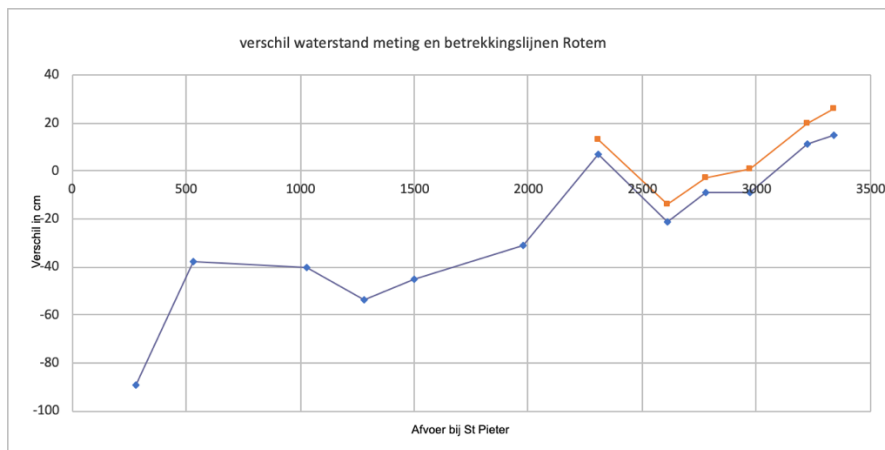
*Figuur 4. Waterstandsverschil bij Uikhoven in cm tussen de meting en de waarde uit de betrekkinglijnen. Bij een negatieve waarde is de gemeten waterstand lager.*



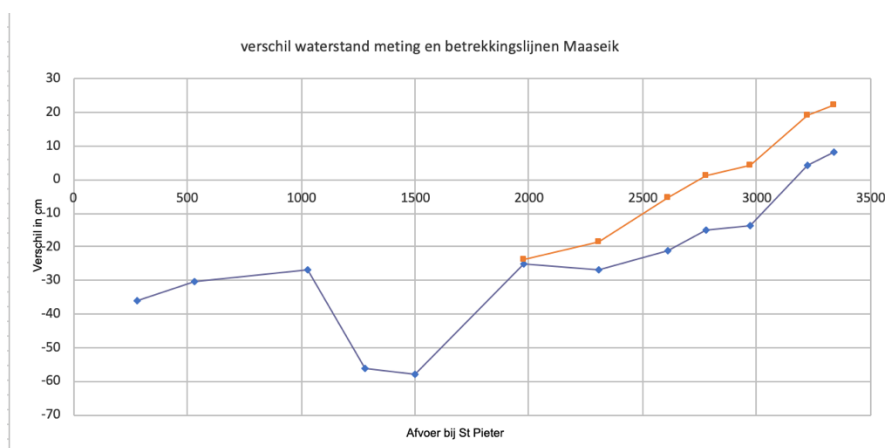
*Figuur 5. Waterstandsverschil bij Elsloo in cm tussen de meting en de waarde uit de betrekkinglijnen. Bij een negatieve waarde is de gemeten waterstand lager.*



Figuur 6. Waterstandsverschil bij Meeswijk in cm tussen de meting en de waarde uit de betrekkinglijnen. Bij een negatieve waarde is de gemeten waterstand lager. De oranje lijn geeft de situatie weer als rekening wordt gehouden met piekafvlakking.

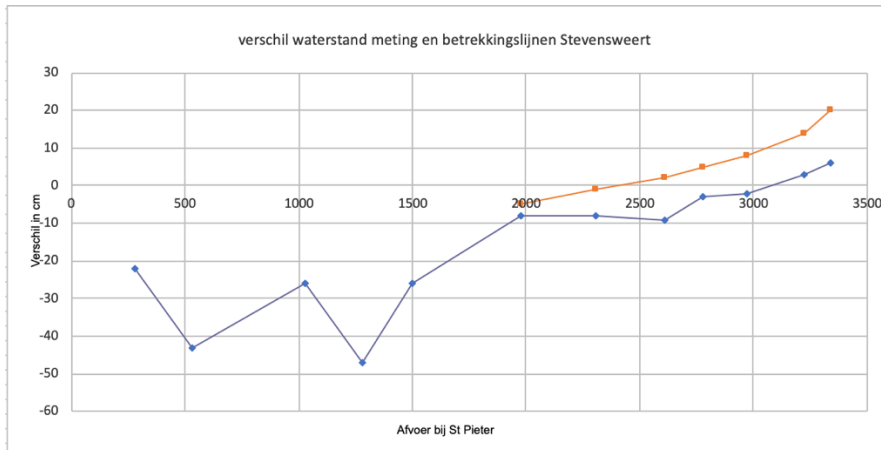


Figuur 7. Waterstandsverschil bij Rotem in cm tussen de meting en de waarde uit de betrekkinglijnen. Bij een negatieve waarde is de gemeten waterstand lager. De oranje lijn geeft de situatie weer als rekening wordt gehouden met piekafvlakking.

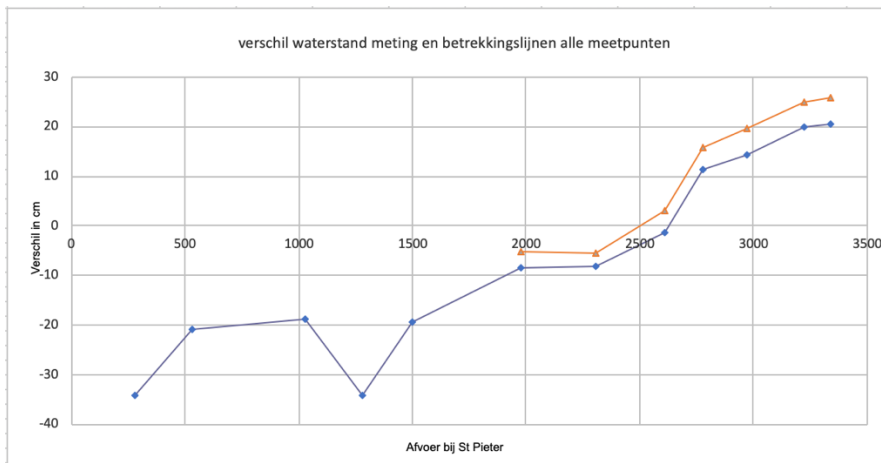


Figuur 8. Waterstandsverschil bij Maaseik in cm tussen de meting en de waarde uit de betrekkinglijnen. Bij een negatieve waarde is de gemeten waterstand lager. De oranje lijn geeft de situatie weer als rekening wordt gehouden met piekafvlakking.





Figuur 9. Waterstandsverschil bij Stevensweert in cm tussen de meting en de waarde uit de betrekkinglijnen. Bij een negatieve waarde is de gemeten waterstand lager. De oranje lijn geeft de situatie weer als rekening wordt gehouden met piekafvlakking.



Figuur 10. Waterstandsverschil gemiddeld over alle 8 de meetpunten in cm tussen de meting en de waarde uit de betrekkinglijnen. Bij een negatieve waarde is de gemeten waterstand lager. De oranje lijn geeft de situatie weer als rekening wordt gehouden met piekafvlakking.