



coastal & harbour  
engineering consultants

# **Aanvullende berekeningen Project Blauwe Delta met het Delta model**

Rivierdynamiek en extreme afvoeren

## Inhoudsopgave

<b>0. Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>10</b>
1.1 Algemeen	10
1.2 Doelstelling	10
1.3 Leeswijzer	11
<b>2. Werkwijze</b>	<b>12</b>
2.1 Algemene aanpak	12
2.2 Beschrijving waterverdeling scenario's	12
2.3 Delta model	14
2.4 Calibratie en gevoeligheidsonderzoek	15
2.4.1 Algemeen	15
2.4.2 Uittesten peilbeheer op het Volkerak	15
2.4.3 Uittesten Getemd Getijscenario	16
2.4.4 Afregeling opening Volkerakspuisluizen	17
<b>3. Resultaten berekeningen</b>	<b>18</b>
3.1 Algemeen	18
3.2 Waterstanden	18
3.3 Debieten en afvoerkromme Volkerak-Zoommeer	21
3.4 Zoet-zoutgradiënten op de Oosterschelde	27
3.5 Inundatie oppervlak Volkerak-Zoommeer	28
3.5.1 Bepalen oppervlak Volkerak-Zoommeer	28
3.5.2 Bepalen getijareaal Volkerak-Zoommeer	28
<b>4. Conclusie</b>	<b>30</b>
<b>5. Aanbevelingen</b>	<b>33</b>
Literatuur	34
Lijst met figuren	35

<b>Bijlage 1</b>	Spuidebieten scenario estuariene dynamiek, gemiddelde afvoer	39
<b>Bijlage 2</b>	Spuidebieten scenario rivierdynamiek, gemiddelde afvoer	40
<b>Bijlage 3</b>	Spuidebieten scenario rivierdynamiek, hoge afvoer	42
<b>Bijlage 4</b>	Spuidebieten scenario Extreem +	45
<b>Bijlage 5</b>	Spuidebieten scenario Extreem ++, extreme afvoer	46

## Lijst van Tabellen

Tabel 0.1 Gemiddelde debieten en tijdsduur van openstaan doorlaatopeningen.....	6
Tabel 0.2 Daling waterstanden op het Noordelijk Deltabekken bij extreme afvoer (MHW).....	7
Tabel 0.3 Overzicht afmetingen en debieten doorlaatmiddelen .....	8
Tabel 2.1 Waterverdeling in m <sup>3</sup> /s bij verschillende scenario's .....	12
Tabel 2.2 Waterverdeling in m <sup>3</sup> /s bij verschillende scenario's .....	13
Tabel 2.3 Dimensies doorlaatmiddelen .....	14
Tabel 2.4 Getijslag op het Haringvliet-Hollandsch Diep in vergelijking met de MER- Haringvlietssluisen. ....	16
Tabel 2.5 Dimensies doorlaatmiddelen .....	17
Tabel 3.1 Waterstanden op Volkerak-Zoommeer tijdens laatste getij.....	18
Tabel 3.2 Waterstanden op Oosterschelde tijdens laatste getij.....	19
Tabel 3.3 Waterstanden op Volkerak-Zoommeer tijdens laatste getij.....	20
Tabel 3.4 Maximale daling waterstanden op het Noordelijk Deltabekken bij extreme afvoer MHW .....	20
Tabel 3.5 Snelheden door de doorlaatmiddelen tijdens laatste getij.....	21
Tabel 3.6 Gemiddelde debieten en tijdsduur van openstaan doorlaatopeningen.....	21
Tabel 3.7 Zoutconcentraties op Oosterschelde en Hellegatsplein tijdens het laatste getij .....	27
Tabel 3.8 Totaal inundatieoppervlak in ha bij verschillende scenario's .....	28
Tabel 3.9 Totaal intergetijden-areaal in ha op 25 juni bij verschillende scenario's.....	29
Tabel 4.1 Gemiddelde debieten en tijdsduur van openstaan doorlaatopeningen.....	30
Tabel 4.2 Daling waterstanden op het Noordelijk Deltabekken bij extreme afvoer (MHW).....	31
Tabel 4.3 Overzicht afmetingen en debieten doorlaatmiddelen .....	32



## 0. Samenvatting

### Algemeen

De Deltawerken hebben geleid tot de bouw van de Stormvloedkering en de compartimenteringswerken in het oostelijk deel van de Oosterschelde. Hierbij is het Volkerak-Zoommeer ontstaan wat na afsluiting in enkele maanden is verzoet. De gebrekkige uitwisseling tussen de verschillende compartimenten in de delta en de verslechterende waterkwaliteit in de afgesloten zoete bekkens worden gezien als een probleem. In het kader van het project Blauwe Delta is door het RIKZ een studie uitgevoerd naar de mogelijkheden voor herstel van de estuariene gradiënten en getijbeweging in de Zeeuwse Delta.

Hierbij moet er om de natuurlijke processen te herstellen en versterken, meer uitwisseling van water komen tussen de verschillende compartimenten waarbij geleidelijke overgangen ontstaan. Bovendien moet de veiligheid ten aanzien van overstromingen gehandhaafd blijven.

In het kader van deze studie zijn twee varianten uitgewerkt: (1) estuariene dynamiek en (2) rivierdynamiek. In eerder onderzoek (lit. [1.1]) is gekeken naar de effecten van de variant estuariene dynamiek op de zoet-zoutgradiënten, de waterstanden en de stroomsnelheden. Kenmerk bij deze variant is de tweezijdige uitwisseling in de doorlaatmiddelen in de Philips- en Oesterdam.

In deze rapportage is de variant rivierdynamiek uitgewerkt. Kenmerk van deze variant is de eenzijdige spui waardoor het VZM zoet blijft.

Om meer uitwisseling te bereiken zijn in fase één van de deelstudie Gradiënten een aantal ingrepen (doorlaatmiddelen) en waterverdeling scenario's vastgesteld, waarbij afmetingen van doorlaatmiddelen door de Philipsdam en de Oesterdam zijn bepaald. In deze studie spuien deze doorlaatmiddelen uitsluitend richting Oosterschelde.

De doorlaatmiddelen, waarmee de verbindingen tussen de compartimenten hersteld worden, zijn:

- Volkerakspuisluizen;
- Krammer overlaat (Philipsdam);
- Grevelingen: Brouwers en Grevelingen spuisluizen (resp. Brouwersdam en Philipsdam);
- Zoommeer: Bergse Diep en Markiezaat overlaten (resp. Oesterdam en Markiezaatskade).

De volgende scenario's zijn doorgerekend:

- De huidige situatie, dus zonder de beoogde doorlaatmiddelen;
- normale omstandigheden (gemiddelde en hoge afvoer);
- extreme omstandigheden, waarbij één berekening is gedaan met alleen een hoge rivierafvoer (MHW) en stormvloedstanden op de Noordzee en een ander met daarbij ook nog een extreme afvoer vanaf de Westerschelde (Kreekrak/Overschede-variant, extreem + +) naar de Oosterschelde via een brede doorlaat in het Kreekrak.

### Model:

De modelsimulaties zijn uitgevoerd met het ééndimensionale model ZWENDL. Gebruik is gemaakt van de Oostzwen modelschematisatie van de Oosterschelde en Volkerak-Zoommeer en het NDB-model zoals gebruikt in de MER-Haringvlietluizen. Deze zijn samengevoegd tot het Delta model.

### Doel:

Doel van dit onderzoek is om na te gaan wat de gevolgen van de in lit. 1.2 beschreven ingrepen (doorlaatmiddelen) zijn op de waterbeweging en zoet-zoutgradiënten in de Oosterschelde met behoud van streefpeilen op het Volkerak-Zoommeer. De basis hiervoor vormt de in lit. 1.2 beschreven waterverdeling scenario's (zie ook Paragraaf 2.2).

Dit resulteert in de volgende concrete vragen:

- Hoe is het spuiregiem (duur en debiet) in de doorlaatmiddelen Philipsdam en Oesterdam onder de verschillende afvoerscenario's om een peil op het V-Zmeer te realiseren zoals genoemd voor de verschillende afvoerregimes.
- Wat zijn de effecten van de verschillende scenario's op de zoet-zoutgradiënten in de Oosterschelde?
- Hoe groot is het areaal buitendijks gebied in het Volkerak-Zoommeer (incl. Markiezaatsmeer) wat inundeert bij de genoemde streefpeilen.

Bij afvoerscenario extreem:

- Voor extreme afvoer is gerekend met een dichte OSK (tijdens de crocusstorm, februari 1990). Als aanvulling hierop is de vraag gesteld: indien de storm een langere periode blijft aanhouden en de OSK gedurende een aantal dagen achtereen gesloten blijft, hoe lang kan dan doorgespuid worden vanaf het V-Zmeer naar de Oosterschelde en het Grevelingenmeer (het Extreem plus scenario)? Hierbij moet uitgegaan worden van een sluitpeil in de Oosterschelde van 0 m NAP. Op de Noordzee varieert de waterstand gedurende een aantal dagen tussen de NAP + 0.5m en NAP + 4 m. M.a.w. hoe groot is de komberging (dgn) als functie van de spui rekening houdend met lekdebieten door de OSK?
- Wanneer naast een extreme rivierafvoer ook nog een spuidebiet van maximaal 20000 m<sup>3</sup>/s (zie figuur 2.7) via het nieuw aan te leggen Overschelde/Kreekrak kanaal op de Oosterschelde komt, wat is dan het waterstandsverloop op de Oosterschelde en de grootte van de komberging.
- Wat is de invloed voor de verschillende afvoerregimes op de waterstanden in het benedenrivierengebied?

#### Conclusies:

Als belangrijkste conclusie van dit onderzoek moet gewezen worden op de invloed van peildynamiek in het Volkerak op de waterstanden en zoutconcentraties in het Noordelijk Deltabekken. Bij een grotere debieten door de Volkerakspuisluis zal de zoutindringing op het Haringvliet vanaf de Noordzee groter worden. Dit is het sterkst bij estuariene dynamiek. Om de zouttong terug te brengen tot de monding van het Spui bij Getemd Getij zal het beheer van de Haringvlietsluizen opnieuw in combinatie met het spuibeheer door de Volkerakspuisluizen beschouwd moeten worden.

De waterstandsval in het Noordelijk Deltabekken is groot wanneer bij MHW-afvoeren water geborgen kan worden in de Oosterschelde. Maximaal daalt de waterstand ongeveer 0,50 m op het Haringvliet en 0,20 m op de bovenrivieren. In het vervolgtraject moeten deze waarden geverifieerd worden door met een afvoergolf in plaats van een constante afvoer te rekenen.

De debieten door de Volkerakspuisluizen zijn zeer belangrijk voor de zoet/zoutgradiënten in de Zeeuwse Delta. Dit is als het ware de zoetwaterkraan waarmee de zoutconcentraties en waterstanden in het hele gebied bepaald worden.

*vraag: Hoe is het spuiregiem (duur en debiet) in de doorlaatmiddelen Philipsdam en Oesterdam onder de verschillende afvoerscenario's om een peil op het V-Zmeer te realiseren zoals genoemd voor de verschillende afvoerregimes.*

*antwoord:* De capaciteit van de Volkerakspuisluizen in combinatie met het getemd getij op het Hollandsch Diep bij rivierdynamiek is veel kleiner dan de afvoercapaciteit van de Krammer doorlaat en de Bergse Diep doorlaat. Dit betekent dat de Krammer doorlaat en de Bergse Diep doorlaat vaak dicht staan bij rivierdynamiek.

In tabel 0.1 staat de gemiddelde openingsduur en het gemiddelde debiet bij de verschillende scenario's

scen	afvoer	Volkerakspuisluizen		Krammer Overlaat		Grevelingen Spuisluis		Oosterdam	
		gem.duur	gem.debiet	gem.duur	gem.debiet	gem.duur	gem.debiet	gem.duur	gem.debiet
estuariën	gemiddeld	258	102.1	20140	28.3	446	33.8	20140	5.0
rivier	gemiddeld	433	78.3	51	648.3	97	18.0	63	309.4
	hoog	123	224.9	37	720.1	65	54.6	160	355.7

**Tabel 0.1 Gemiddelde debieten en tijdsduur van openstaan doorlaatopeningen**

gemiddelde duur : tijdsduur van openstaan (minuten)

gemiddeld debiet : grootte van het gemiddeld debiet (tijdens open stand I) in m<sup>3</sup>/s

**vraag:** Wat zijn de effecten van de verschillende scenario's op de zoet-zoutgradiënten in de Oosterschelde?

**antwoord:** De zoutconcentraties op de Oosterschelde gaan overal omlaag bij de verschillende scenario's. De grootste daling is te vinden bij de Philipsdam waar de concentratie terugloopt van 18,7 gCl-/l in de huidige situatie naar 13, 15 en 12 gCl-/l voor resp. gemiddelde afvoer met estuariene dynamiek, rivierdynamiek en hoge afvoer met rivierdynamiek. De variatie in zoutconcentraties is bij rivierdynamiek groter dan bij estuariene dynamiek.

Bij het Marollegat varieert de zoutconcentratie nauwelijks (0,1 gCl-/l) in alle gevallen. De concentraties gaan wel omlaag ten opzicht van de huidige situatie namelijk van 18.7 gCl-/l naar 17.5 gCl-/l.

**vraag:** Hoe groot is het areaal buitendijks gebied in het Volkerak-Zoommeer (incl. Markiezaatsmeer) wat inundeert bij de genoemde streefpeilen.

**antwoord:** Vanwege het vasthouden van streefpeilen wordt de variatie in waterstanden op het Volkerak-Zoommeer erg klein (max 5 à 10 cm). Hierdoor wordt het getijareaal ook klein (±60 ha). Het gebied buitendijks gebied wat inundeert bij rivier dynamiek is 6982 ha en 7509 ha bij resp. gemiddelde en hoge afvoer. Dus tussen gemiddeld en hoog peil is de inundatie van buitendijks gebied circa 527 ha.

*Bij afvoerscenario extreem:*

**vraag:** Voor extreme afvoer is gerekend met een dichte OSK (tijdens de crocusstorm). Als aanvulling hierop is de vraag gesteld: indien de storm een langere periode blijft aanhouden en de OSK gedurende een aantal dagen achtereenvolgens gesloten blijft, hoe lang kan dan doorgespuid worden vanaf het V-Zmeer naar de Oosterschelde en het Grevelingenmeer (het Extreem plus scenario)? Hierbij moet uitgegaan worden van een sluitpeil in de Oosterschelde van 0 m NAP. Op de Noordzee varieert de waterstand gedurende een aantal dagen tussen de NAP+0.5m en NAP+4 m. M.a.w. hoe groot is de komberging (dgn) als functie van de spui rekening houdend met lekdebieten door de OSK?

**antwoord:** In principe kan blijvend gespuid worden naar de Oosterschelde omdat zich een evenwicht instelt op de Oosterschelde. Het lekdebiet tijdens laagwater op de Noordzee komt dan overeen met het getijgemiddeld debiet door de Volkerakspuisluizen (± 1400 m<sup>3</sup>/s getijgemiddeld). De waterstand op de Oosterschelde wordt dan rond de NAP+3.00 meter te liggen met een gedempt getij van circa 20-25 cm.

In de eerste 2 dagen wordt ongeveer 433 milj. m<sup>3</sup> via de Volkerakspuisluizen gespuid, na 6 dagen is dit 1100 milj. m<sup>3</sup>.

**vraag:** Wanneer naast een extreme rivierafvoer ook nog een spuidebiet van maximaal 20000 m<sup>3</sup>/s via het nieuw aan te leggen Overschelde/Kreekrak kanaal op de Oosterschelde komt (scenario Extreem ++), wat is dan het waterstandsverloop op de Oosterschelde en de grootte van de komberging.

**antwoord:** Wanneer naast een extreme afvoer vanaf de bovenrivieren ook nog een extra debiet via een spuikanaal bij Rilland wordt geloosd op de Oosterschelde stijgt de waterstand nog sneller dan bij variant Extreem +. De uiteindelijke waterstand op de Oosterschelde komt rond de NAP + 4.00 meter te liggen. In de eerste 2 dagen wordt ongeveer 363 milj. m<sup>3</sup> via de Volkerakspuisluizen gespuid, na 6 dagen is dit 645 milj. m<sup>3</sup>.

**vraag:** Wat is de invloed voor de verschillende afvoerregimes op de waterstanden in het benedenrivierengebied?

**antwoord:** De extra afvoer via het Volkerak-Zoommeer tijdens een MHW afvoer op het Noordelijk Deltabekken zorgt voor een verlaging van de waterstand op het hele bekken. In tabel 0.2 zijn de waterstandsverschillen ten opzichte van de T00-situatie gepresenteerd.

	Haringvlietsluizen binnen	Hellegatsplein	Maas Heusden	Werkendam
Extreem +	-0.17/-0.50	-0.18/-0.53	-0.11/-0.25	-0.07/-0.22
Extreem ++	-0.01/-0.46	-0.06/-0.50	-0.02/-0.22	-0.01/-0.19

Tabel 0.2 Daling waterstanden op het Noordelijk Deltabekken bij extreme afvoer (MHW)

daling maxima op 6 maart / maximale daling  
waterstandsverschil in meters tov. van de huidige situatie

Omdat in de berekeningen met een constante Rijnafvoer van 16000 m<sup>3</sup>/s is gerekend en in werkelijkheid dit een afvoergolf is, geven de maximale verschillen een beter beeld van de te verwachte daling dan de uiteindelijke verschillen. Omdat de verwachte afvoergolf ongeveer 3 à 4 dagen duurt en deze maximale waterstandsverschillen de eerste 4 dagen optreden, kan gesteld worden dat de maximale verschillen een reëlere schatting voor de te verwachten waterstands daling zijn.

Voor het Haringvliet en Hollandsch Diep is de maximale daling van de waterstand bij Extreem + ongeveer 0,50 m en op de bovenrivieren, bij zowel Heusden als Werkendam, ongeveer 0,20 m.



In onderstaande tabel 0.3 zijn de debieten en hoofdafmetingen van de doorlaatmiddelen nogmaals samengevat. Geaccentueerd in grijs worden de gewenste en de gerealiseerde debieten door de doorlaatmiddelen met elkaar vergeleken.

Naam kunstwerk	Sectie nr.	Berekende debiet [m³/s] en afmetingen [m]	Extremes afvoer Extreem +		Extremes afvoer Extreem ++	Hoge afvoer bij rivierdynamiek		Gemiddelde afvoer bij rivierdynamiek		Gemiddelde afvoer bij estuariene dynamiek	
			Ge-wenst	Berekend	Berekend	Ge-wenst	Berekend	Ge-wenst	Berekend	Ge-wenst	Berekend
Volkerak-sluizen	200	maxima	nvt	-4370/0	-3914/0		-430/0		-135/0		-220/0
		gemiddeld		-1938	-910	100	98	50	50.0	50	48.7
		dr / br / hh		-4.25/120/99	-4.25/120/99		-4.25/30/3.80		-4.25/30/1.16		-4.25/30/3.50
Krammer Overlaat	190	maxima	1610	-1560/200	-1134/0		-920/0		-800/0		-950/1500
		gemiddeld		-1064	-282	75	68	35	41	35	34
		dr / br / hh		-4/57/99							
Bergse Diep overlaat	192	maxima	1000	-820/0	-720/0		-445/0		-420/0		-450/800
		gemiddeld		-431	-88	22	18	12	18	12	12
		dr / br / hh		-3/40/99							
Markiezaat Overlaat	197	maxima	nvt	-780/730	-720/829		-400/300		-300/250		-400/560
		gemiddeld	nvt	nvt	nvt	0		0		0	
		dr / br / hh		-5/200/99							
Grevelinge n Spuisluis (Krammer)	198	maxima	140	200	220		63/0		48/0		63/0
		gemiddeld		160	180	25	9	15	15	15	23
		dr / br / hh		-3/7/99							id

Tabel 0.3 Overzicht afmetingen en debieten doorlaatmiddelen

**Legenda:**

Kolom 2:	sectie nr.	: sectie nummer in de ZWENDL schematisatie Delta
Kolom 3:	maxima	: maximum debiet doorlaatmiddel [m³/s]
	gemiddeld	: gemiddeld debiet doorlaatmiddel [m³/s]
	dr / br / hh	: afmetingen doorlaatmiddelen
	dr	: drempelhoogte [m]
	br	: breedte [m]
	hh	: hefhoogte / bovendorpelhoogte [m]
Kolom 4 en 5	: extreme scenario's	
	Voor de extreme scenario's worden de gewenste maximum debieten en de berekende gerealiseerde debieten getoond	
Kolom 6 t/m 8	: normale scenario's	
	Voor de normale scenario's worden de gewenste gemiddelde debieten en de berekende gerealiseerde debieten getoond	

De belangrijkste aanbevelingen die uit dit onderzoek naar voren zijn gekomen zijn:

- De randvoorwaarden kunnen nog beter geformuleerd worden dan in dit project is gebeurd. Dit kwam omdat voor een vereenvoudiging van de randvoorwaarden gekozen is. Het gaat met name om de zoutconcentraties op de zeezijde en de rivierzijde en de debieten op de verschillende rivieren. Wanneer voor deze randvoorwaarden (gemeten) tijdreeksen gebruikt worden zullen de resultaten beter worden. Een hele verbetering is al de koppeling van het NDB-model en het Oostzwen-model waardoor de waterstanden op het Hollandsch Diep realistischer zijn geworden.
- Bij het berekenen van extreme afvoer is in deze studie uitgegaan van een constant rivierdebet op de bovenrivieren. In werkelijkheid is er echter sprake van een hoogwatergolf. Om de komberging in de Oosterschelde en waterstandsverlaging op het NDB goed te kunnen beschrijven is het verstandig om de extreme sommen over te doen met een afvoergolf.
- Vanwege het beperkt aantal punten is er voor gekozen om de Extreem ++ variant uit te voeren met een wisselend spuidebiet als randvoorwaarde op een punt nabij Rilland. Beter is het om de Implic-schematisatie van de Westerschelde aan het Delta model te koppelen en op

deze manier het werkelijke debiet te bepalen. Bovendien is dan ook duidelijk hoe de waterstanden op de Westerschelde veranderen.

- De zoutconcentraties worden goed berekend met een ééndimensionaal model. Alleen wordt hierbij geen rekening gehouden met de verticale verdeling van zout of bijvoorbeeld zouttongen. Om de resultaten van dit onderzoek te calibreren zou het goed zijn om één of meer scenario's met een driedimensionaal model van het Volkerak-Zoommeer door te rekenen
- Tijdens dit project is gebleken dat de source code van ZWENDL op een aantal punten gewijzigd moet worden om het model Delta goed toe te kunnen passen. Deze wijzigingen zijn ad-hoc aangebracht voor dit project en dienen definitief gemaakt te worden.

## 1. Inleiding

### 1.1 Algemeen

In het kader van het project Blauwe Delta is door het RIKZ een studie uitgevoerd naar de mogelijkheden voor herstel van getij dynamiek in de Zeeuwse Delta. Dit project heeft als doel een bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van een langetermijnvisie voor de Blauwe Delta. Hierbij moet er om de natuurlijke processen te herstellen en versterken, meer uitwisseling van water komen tussen de verschillende compartimenten waarbij geleidelijke overgangen ontstaan. Bovendien moet de veiligheid ten aanzien van overstromingen gehandhaafd blijven.

In het project worden twee varianten uitgewerkt: estuariene dynamiek en rivierdynamiek. Voor variant 1 (estuariene dynamiek) is door Ingenieursbureau Svašek reeds een modelstudie uitgevoerd waarvoor het OOSTZWEN model is ontwikkeld lit. [1.1]. Hierbij werd zout water uit de Oosterschelde toegelaten op het Volkerak-Zoommeer.

Voor variant 2 (rivierdynamiek) is onderliggende studie uitgevoerd. Hierbij wordt uitgegaan van een zoet Volkerak-Zoommeer met streefpeilen voor de waterstanden. Door de Volkerakspuisluizen wordt eenzijdig naar het Volkerak gespuid en door de Krammer doorlaat de Bergse Diep doorlaat wordt eenzijdig naar de Oosterschelde gespuid.

Met de studie naar rivierdynamiek wordt inzicht verkregen in het gedrag van het zoutgehalte op de Oosterschelde en het Grevelingenmeer en de peildynamiek in het hele gebied. Basis voor deze studie zijn de waterafvoer en de verdelingsscenario's die ook in de eerste studie zijn gebruikt.

Het RIKZ heeft met opdrachtbonnummer 42002883 d.d. 25/10/2000 Ingenieursbureau Svašek verzocht om de bovengenoemde modelstudie uit te voeren zodat de grootte van de ingrepen en de gevolgen van de ingrepen op de waterbeweging en zoutconcentraties duidelijk worden. In dit rapport zullen de aanpak van het onderzoek en de resultaten van deze berekeningen beschreven worden.

Het project is uitgevoerd door E.A. Collard en M. H. P. Jansen. Vanuit het RIKZ was de begeleiding in handen van C. van der Male en H. Haas.

### 1.2 Doelstelling

Doel van dit project is om na te gaan wat de gevolgen van de beschreven ingrepen (doorlaatmiddelen) zijn op de waterbeweging in de Zeeuwse Delta, met name op het Volkerak-Zoommeer en de Oosterschelde. De basis hiervoor vormen de in lit. 1.2 beschreven waterverdeling scenario's (zie ook Paragraaf 2.2).

Concreet zullen binnen dit project de volgende vragen worden bestudeerd:

Voor de scenario's Gemiddeld en Hoog:

- Hoe is het spuiregiem (duur en debiet) in de doorlaatmiddelen Philipsdam en Oesterdam onder de verschillende afvoerscenario's om een peil op het V-Zmeer te realiseren zoals genoemd voor de verschillende afvoerregimes.
- Wat zijn de effecten van de verschillende scenario's op de zoet-zoutgradiënten in de Oosterschelde?
- Hoe groot is het areaal buitendijks gebied in het Volkerak-Zoommeer (incl. Markiezaatsmeer) wat inundeert bij de genoemde streefpeilen.

Bij afvoerscenario extreem:

- Voor extreme afvoer is gerekend met een dichte OSK (tijdens de crocusstorm). Als aanvulling hierop is de vraag gesteld: indien de storm een langere periode blijft aanhouden en de OSK gedurende een aantal dagen achtereen gesloten blijft, hoe lang kan dan doorgespuid worden vanaf het V-Zmeer naar de Oosterschelde en het Grevelingenmeer (het Extreem plus scenario)? Hierbij moet uitgegaan worden van een sluitpeil in de Oosterschelde van 0 m NAP. Op de Noordzee varieert de waterstand gedurende een aantal dagen tussen de NAP + 0.5m en NAP + 4 m. M.a.w. hoe groot is de komberging (dgn) als functie van de spui rekening houdend met lekdebieten door de OSK?
- Wanneer naast een extreme rivierafvoer ook nog een spuidebiet van maximaal 20000 m<sup>3</sup>/s (lit.[1.4]) via het nieuw aan te leggen Overschelde/Kreekrak kanaal op de Oosterschelde komt (scenario Extreem + +), wat is dan het waterstandsverloop op de Oosterschelde en de grootte van de komberging.
- Wat is de invloed voor de verschillende afvoerregimes op de waterstanden in het benedenrivierengebied?

### 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zal de werkwijze aan bod komen met de calibratie en een beschrijving van de scenario's. In hoofdstuk 3 worden de resultaten gepresenteerd en uiteindelijk volgen in hoofdstuk 4 en 5 de conclusies en aanbevelingen van dit onderzoek.



## 2. Werkwijze

### 2.1 Algemene aanpak

Voor de beantwoording van de in paragraaf 1.2 genoemde vragen is de volgende aanpak gevolgd:

- De voorbereiding en de modelbouw (Paragraaf 2.2 t/m 2.3):
  - 1) Uitgaande van de waterverdeling scenario's is bepaald wat voor elk scenario aan invoer voor de doorlaatmiddelen en de modelschematisatie benodigd is.
  - 2) Het model Oostzwen en het NDB model (lit[1.3]) zijn aan elkaar gekoppeld (figuur 2.1 t/m 2.3); Dit houdt in dat de maximum array van het programma ZWENDL is uitgebreid zodat het maximum aantal vakken verhoogd is van 448 naar 896 vakken. De koppeling tussen het NDB model en het Oostzwen model is tot stand gekomen ter plaatse van de Volkerakspuisluizen.
  - 3) Het testen, controleren en eventueel wijzigen van de in de vorige fase opgebouwde invoer met het ZWENDL model.
- Het uitvoeren van de calibratie, het gevoeligheidsonderzoek en de simulaties van de waterverdeling scenario's:
  - 4) De berekening van de gemiddelde hydraulische situatie voor scenario "Gemiddelde Afvoer" (Hoofdstuk 3) en bepaling opening Volkerakspuisluizen (zie ook Paragraaf 2.5). Met dit scenario zijn tevens de initiële velden voor de overige scenario's bepaald.
  - 5) De berekening van de hydraulische situatie voor scenario "Hoge Afvoer" (Hoofdstuk 3) en bepaling openingen Volkerakspuisluizen (zie ook Paragraaf 2.5).
  - 6) De berekening van de hydraulische situatie voor scenario "Extreem plus en Extreem plus plus" (Hoofdstuk 3).

### 2.2 Beschrijving waterverdeling scenario's

Uitgaande van werkdokument "De Delta in de overgang" (lit. 1.2) zijn in de offerteaanvraag de volgende te berekenen waterverdeling scenario's omschreven:

Scenario's	Debiets Volkerakspuisluis	Waterstand op het VZM	Q Bovenrijn (Qbr)	Brabantse rivieren m <sup>3</sup> /s
Lage Afvoer	10	NAP-0.30 m	900	6
Gem. Afvoer	50	NAP+0.10 m	2200	12
Hoge Afvoer	100	NAP+0.50 m	5300	22
Extreem plus	2600	NAP+2.50 m	16000	150
Extreem ++	2600	NAP+2.50 m	16000	150
Toelichting	Uitbreiding van 1 naar 4 spuikokers	Waterstanden zijn richtlijnen en geven minima en maxima aan	Extreem ++ variant: extra afvoer bij Kreekak tot 20000 m <sup>3</sup> /s	

Tabel 2.1 Waterverdeling in m<sup>3</sup>/s bij verschillende scenario's

De streefpeilen op het Volkerak-Zoommeer worden bepaald door de scheepvaart die bij een te hoog peil te weinig doorvaarhoogte voor een aantal bruggen heeft en bij een te laag peil te weinig diepgang.

De scenario's "Lage, Gemiddelde en Hoge afvoer" zijn gericht op het creëren van een zoetwater dynamiek op het Volkerak-Zoommeer onder normale afvoersituaties, variërend van laag tot hoog. De afvoeren die in Tabel 2-1 voor deze scenario's worden gegeven zijn de gemiddelde afvoeren.

Tijdens het onderzoek bleek dat bij scenario Lage afvoer de waterstanden op het Volkerak-Zoommeer constant bleven. Deze variant is niet verder gepresenteerd.

Het scenario "Extreme afvoer plus" betreft een extreme (maximale) afvoersituatie en is primair gericht op het verhogen van de veiligheid van het benedenrivierengebied. Hierbij wordt getracht een maximum afvoer van 2600 m<sup>3</sup>/s door de Volkerakspuisluizen naar het Volkerak en de Oosterschelde af te voeren.

Het scenario Extreem plus is een worst case scenario waarbij vanwege hoge waterstanden (max NAP +4.00 m) op de Noordzee de OSK gedurende een langere periode dicht staat (zie ook figuur 2.7). De Haringvlietsluizen kunnen alleen tijdens eb spuien en de Maeslandtkering staat open. Wegens de hoge waterstanden op de Westerschelde kan in het scenario "Extreem plus" niet via de Bathse spuisluis geloosd worden.

Het scenario Extreem ++ is vergelijkbaar met het scenario Extreem + waarbij naast een MHW-afvoer door de benedenrivieren en een zware storm op de Noordzee, de Oosterschelde ook gebruikt wordt om de hoogwatergolf op de Westerschelde af te toppen door een nieuw aan te leggen spuikanaal door Zuid-Beveland, nabij Bath en Rilland (zie ook tabel 2.2 en figuur 2.7). De debieten zijn afkomstig uit het onderzoek van RWS, dir. Zeeland (lit. [1.4]).

scenario	Qbr m <sup>3</sup> /s (Lobith)	Harvl.sluizen	Maeslandt kering	Oosterscheldekering	Krammer doorlaat	Bergse Diep dl	Grevelingen-spuisluis	Kreekrak aanvoer
T00-extreem	16000	open tijdens eb	open	dicht	dicht	dicht	dicht	0
Extreem +	16000	open tijdens eb	open	dicht	open	open	open	0
Extreem ++	16000	open tijdens eb	open	dicht	open	open	open	max 20000 m <sup>3</sup> /s
toelichting				alleen lekdebieten	enkel kerend	enkel kerend	enkel kerend	

Tabel 2.2 Waterverdeling in m<sup>3</sup>/s bij verschillende scenario's

Om de waterverdeling zoals die beschreven is in Tabel 2-1 en 2-2 te realiseren zal een aantal ingrepen plaats moeten vinden. Deze ingrepen zijn in lit. 1.2 onder de naam projecten terug te vinden. In het kader van de voorgaande studie naar estuariene dynamiek lit.[1.1] zijn de volgende ingrepen genoemd:

- Spuicapaciteit van de Volkerakspuisluis moet uitgebreid worden naar 2600 m<sup>3</sup>/s.
- De Krammersluizen moeten uitgebreid worden tot een capaciteit van 1610 m<sup>3</sup>/s.
- Tussen het Volkerak en de Grevelingen komt een extra spuisluis met een capaciteit van 140 m<sup>3</sup>/s.
- De bekkens van het Zoommeer en het Markiezaatsmeer worden met elkaar verbonden via doorlaatmiddelen zodat één gebied ontstaat.
- In de Oesterdam komt een spuisluis (capaciteit 1000 m<sup>3</sup>/s).

Uit het onderzoek met de estuariene dynamiek zijn op basis van de bovenstaande eisen de volgende afmetingen voor de doorlaatmiddelen bepaald:

Naam kunstwerk	Sectie-nummer	Afmetingen [m]	Afmetingen
Volkerakspuisluizen	200	Breedte (max)	120
		Hoogte (max)	99
		Drempel	-4.25
Krammer doorlaatmiddel	190	Breedte	57
		Hoogte	99
		Drempel	-4
Bergse Diep doorlaatmiddel	192	Breedte	40
		Hoogte	99
		Drempel	-3
Markiezaat doorlaatmiddel	197	Breedte	200
		Hoogte	99
		Drempel	-5
Grevelingen spuisluis (Krammerzijde)	198	Breedte	7
		Hoogte	99
		Drempel	-3
Brouwers spuisluis (zeezijde)	199	Breedte	8
		Hoogte	4
		Drempel	-6

Tabel 2.3 Dimensies doorlaatmiddelen

Eisen ten aanzien van de variant rivierdynamiek zijn:

- De streefpeilen op VZM variëren tussen de NAP -0,30 m en NAP +0,50 m. Dit wordt gestuurd door het open- en dichtzetten van de doorlaatmiddelen in de Philipsdam en Oosterdam en de Volkerakspuisluizen.
- De Krammerdoorlaat en Bergse Diep doorlaat spuien eenzijdig richting Oosterschelde. De sluizen staan open of dicht (dus niet gedeeltelijk open) met de openingen zoals genoemd in Tabel 2.3.
- De Volkeraksluizen spuien ook éénzijdig richting Volkerak.
- De afmetingen van de Volkerakspuisluizen moeten voor laag, gemiddeld en hoge afvoer bepaald worden op basis van genoemde afvoer in Tabel 2.1. Voor scenario Extreem + gelden de afmetingen uit Tabel 2.3.
- Door de Grevelingenspuisluis kan eenzijdig richting Grevelingen gespuid worden.
- Het waterpeil op het Hollandsch Diep moet variëren volgens het getemd getij principe (spuibeheer Haringvlietsluizen).

## 2.3 Delta model

Het Delta model is een ééndimensionaal ZWENDL model omvat het Noordelijk en Zuidelijk Deltabekken met uitzondering van de Westerschelde en is opgebouwd uit het model Oostzwen (Oosterschelde en Volkerak) en het NDB-model.

Het ééndimensionale IMPLIC model van de Oosterschelde en Volkerak (lit. 2.2) is in eerste instantie opgezet voor de operationele begeleiding van de bouw van de Oosterschelde kering. Het is herzien, uitgebreid en opnieuw gecalibreerd in 1983 (lit. 2.3 en Figuur 2.3.1) voor de laatste fasen van de bouw van de Oosterschelde kering en de aanleg van de Compartimenterings Werken. Na afronding van de bouw van de Oosterschelde werken is het model tot op heden toegepast door het Hydro Meteo Centrum in Middelburg voor de voorspelling van de hydraulica in

het Oosterschelde bekken. Hierbij is het gedeelte ten oosten van de compartimenterings dammen afgekoppeld.

Voor de studie naar de estuariene dynamiek was het noodzakelijk om deze schematisatie inclusief Volkerak-Zoommeer, Grevelingen en Volkerakspuisluizen geschikt te maken voor het programma ZWENDL lit[2.5]. ZWENDL is in staat de zoutgradiënten gekoppeld met de waterbeweging te berekenen, dit in tegenstelling tot IMPLIC.

Tijdens de studie naar estuariene dynamiek bleek dat de modelresultaten erg gevoelig waren voor de waterstanden op het Hollandsch Diep. Deze waren constant verondersteld maar variëren in de toekomstige situatie als gevolg van een gewijzigd beheer van de Haringvlietsluizen.

Daarom was het noodzakelijk om het model uit te breiden met het NDB-model waarmee dit spui-beheer gemodelleerd kan worden. Voor de MER-Haringvlietsluizen is dit model, samen met een aangepaste versie van ZWENDL gebruikt (lit[1.3]).

Bovendien kan bij een koppeling van het Oostzwen model en het NDB-model ook bepaald worden wat de invloed is van een extra afvoer via Volkerakspuisluizen op de waterstanden en de zoutconcentraties in het Noordelijk Deltabekken.

Om het door RWS, RIKZ aangeleverde ZWENDL modellen voor dit project te kunnen gebruiken zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Het Oostzwen model en het NDB-model zijn bij de Volkerakspuisluizen gekoppeld. Hiertoe is de nummering van het NDB model 400 plaatsen opgeschoven.
- De ZWENDL code is met de volgende zaken uitgebreid:
  - uitbreiding van het maximum aantal vervalvakken van 12 naar 100 (lit [2.6])
  - uitbreiding van het maximum aantal vakken van 448 naar 896
  - Vervanging van het LPH'84 spuiscenario door het Getemd Getijscenari
  - De triggerroutine is aangepast om blijvend te kunnen triggeren.

## 2.4 Calibratie en gevoeligheidsonderzoek

### 2.4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de volgende onderdelen van dit project beschreven:

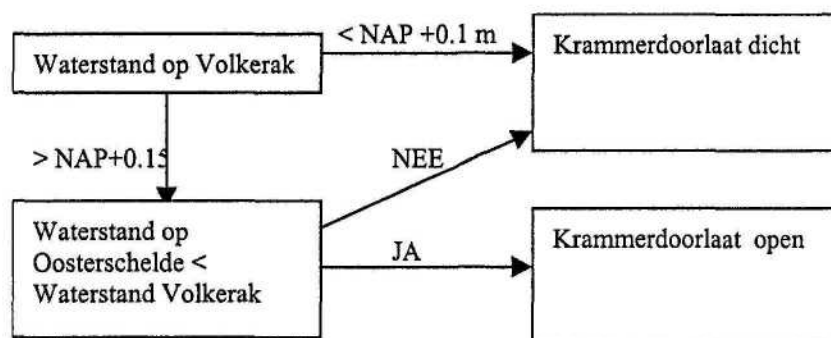
- Het uittesten van het peilbeheer op het Volkerak
- Het uittesten van het Getemd Getijscenari in de nieuwe modellering
- Afregeling doorlaatmiddelen

### 2.4.2 Uittesten peilbeheer op het Volkerak

Bij rivierdynamiek moet voor de verschillende afvoer uitgegaan worden van de streefpeilen zoals die zijn genoemd in tabel 2.1.

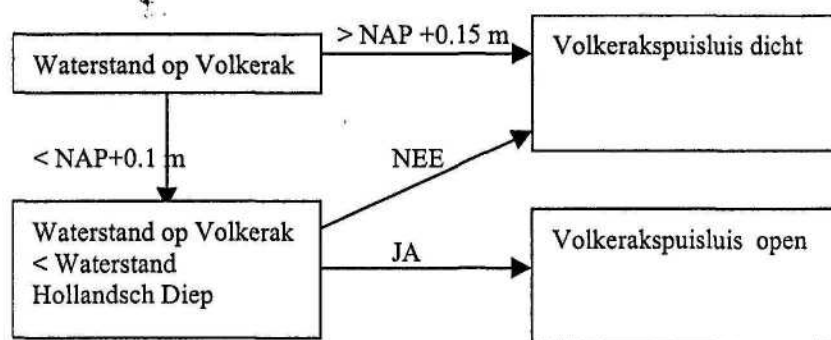
Dit houdt in dat het openen en sluiten van de verschillende doorlaatmiddelen afhankelijk moet worden van de waterstand op het Volkerak-Zoommeer

Het volgende schema wordt gehanteerd bij de sturing van de Krammerdoorlaat (triggering):



Eenzelfde schema geldt voor de Grevelingenspui en de Bergse Diep doorlaat. Bij Hoge afvoer veranderen de peilen naar resp. NAP + 0,45 m en NAP + 0,50 m.

Voor de triggering van de Volkerakspuisluis geldt het volgende schema.



Na een aantal testsommen en het aanpassen van de ZWENDL code bleek dit principe goed te werken.

### 2.4.3 Uittesten Getemd Getijscenario

Om met een Getemd Getijscenario voor de Haringvlietsluizen te kunnen rekenen is gebruikt gemaakt van de door het RIZA aangepaste ZWENDL-code en de schematisatie die voor de MER-Haringvlietsluizen is gebruikt (lit[1.3]).

Na het uitvoeren van enkele testberekeningen is de getijslag op het Haringvliet-Hollandsch Diep (van 12 tot 26 juni 1990) vergeleken met de waarden die zijn gevonden tijdens de MER-Haringvlietsluizen (langjarig gemiddelden). In Tabel 2.4 zijn de waarden gepresenteerd.

berekening	Haringvlietsluizen buiten	Mond Spui	Moerdijk	Biesbosch
MER-Haringvlietsluizen	1.45 m	0.65 m	0.90 m	1.00 m
testberekening t00	1.44 m	0.67 m	0.95 m	1.02 m

Tabel 2.4 Getijslag op het Haringvliet-Hollandsch Diep in vergelijking met de MER-Haringvlietsluizen.

Hoewel de getijslag in het Delta model iets te groot is liggen de verschillen binnen de orde van nauwkeurigheid.



#### 2.4.4 Afregeling opening Volkerakspuisluizen

In de vorige studie naar estuariene dynamiek op het Volkerak-Zoommeer zijn de afmetingen bepaald van de Krammeroverlaat, Bergse Diep overlaat, Markiezaat overlaat en de Grevelingen spuisluis (tabel 2.3). De doorlaatopeningen van de Volkerakspuisluizen variëren per variant en zijn bepalend voor de waterbeweging in het Volkerak-Zoommeer.

Omdat in deze studie met een variërende waterstand op het Hollandsch Diep en een andere dynamiek (rivier dynamiek) wordt gerekend, verandert het verval over de Volkerakspuisluizen. Daarom moet de doorlaatopening van de Volkerakspuisluizen opnieuw bepaald worden.

Dit is gedaan voor de scenario's Gemiddelde en Hoge afvoer waarbij het gemiddelde debiet door de Volkerakspuisluizen gelijk moet zijn aan de debieten in tabel 2.1.

De afmetingen van de Volkerak-spuisluizen zijn voor variant Extreem + maximaal genomen en vastgesteld op 4 sluizen van 30 m breed en een drempel op NAP -4.25 van .

In de vorige studie naar estuariene dynamiek lit [1.1] is gerekend met een vast waterpeil op het Hollandsch Diep. Om de resultaten van de vorige studie met de studie naar rivierdynamiek te vergelijken is in dit onderzoek ook een berekening gedaan met estuariene dynamiek met gemiddelde afvoer. In dit onderzoek wordt gerekend met een variërende waterstand op het Hollandsch Diep (zie ook fig. 3.2.14 en 3.2.15).

Na de afregeling van de doorlaatmiddelen hebben deze de dimensies gekregen zoals in Tabel 2.5 gepresenteerd is.

Naam kunstwerk	Sectie-nummer	Afmetingen [m]	Scenario			
			Extreme afvoer	Gemiddelde afvoer estuarien	Gemiddelde afvoer rivierdyn	Hoge afvoer rivierdyn
Volkerak sluizen	400	Breedte	120	30	30	30
		Hoogte	99	3.50	1.16	3.80
		Drempel	-4.25	-4.25	-4.25	-4.25
Krammer overlaat	190	Breedte	57	Idem		
		Hoogte	99			
		Drempel	-4			
Bergse Diep overlaat	192	Breedte	40			
		Hoogte	99			
		Drempel	-3			
Markiezaat overlaat	197	Breedte	200			
		Hoogte	99			
		Drempel	-5			
Grevelingen spuisluis (Krammerzijde)	198	Breedte	7			
		Hoogte	99			
		Drempel	-3			
Brouwers spuisluis (zeezijde)	199	Breedte	8			
		Hoogte	4			
		Drempel	-6			

Tabel 2.5 Dimensies doorlaatmiddelen

Opgemerkt wordt dat een hoogte van het doorlaatmiddel van 99 m betekent dat deze geheel geopend is.

### 3. Resultaten berekeningen

#### 3.1 Algemeen

In totaal zijn van 6 scenario's de resultaten verwerkt. In Paragraaf 2.2 worden deze scenario's nader omschreven. In dit hoofdstuk zullen de resultaten besproken worden en zal een antwoord gegeven worden op de onderzoeksvragen zoals die in Paragraaf 1.2 gesteld zijn.

In paragraaf 3.2 zullen de waterstanden en de peildynamiek op het Volkerak-Zoommeer aan bod komen. In paragraaf 3.3 wordt gekeken naar de stroomsnelheden en debieten door de doorstroomopeningen. De zoutconcentraties en gradiënten op de Oosterschelde worden behandeld in paragraaf 3.4. In paragraaf 3.6 zal tenslotte ingegaan worden op het getij areaal bij de verschillende scenario's.

#### 3.2 Waterstanden

Om de effecten van verschillende scenario's goed met elkaar te vergelijken zijn de waterstanden tijdens het laatste getij op 25 juni 1990 met elkaar vergeleken. Voor de scenario's "extreem huidig", "Extreem plus" en "Extreem plus plus" is het getij op 6 maart genomen. De waterstanden in verschillende stations zijn gepresenteerd in figuur 3.2.1 t/m 3.2.24. De ligging van de stations is weergegeven in figuur 2.4

In Tabel 3.1 zijn de waterstanden in enkele stations op het Volkerak-Zoommeer gepresenteerd.

scen	afvoer	Krammer Overlaat				Volkerakspuisluizen				Zoommeer noord				Markiezaatsmeer			
		min	gem	max	peildn	min	gem	max	peildn	min	gem	max	peildn	min	gem	max	peildn
	huidig	-0.04	-0.02	0	0.04	0	0.01	0.02	0.02	-0.03	-0.02	-0.01	0.02	-0.36	-0.36	-0.36	0
estua	gem	0.2	0.37	0.54	0.34	0.22	0.41	0.6	0.38	0.13	0.33	0.52	0.39	0.12	0.33	0.54	0.42
rivier	gem	0.1	0.13	0.15	0.05	0.08	0.16	0.18	0.1	0.1	0.12	0.15	0.05	0.1	0.12	0.15	0.05
	hoog	0.42	0.47	0.5	0.08	0.42	0.49	0.53	0.11	0.41	0.45	0.49	0.08	0.41	0.45	0.49	-0.08
extr	T00	1	1.02	1.06	0.06	1.07	1.09	1.11	0.04	0.92	0.98	1.03	0.11	0.91	0.98	1.03	0.12
	Extr+	3.09	3.31	3.55	0.46	3.16	3.37	3.58	0.42	3.02	3.2	3.38	0.36	3.01	3.2	3.38	0.37
	Extr++	3.84	3.9	3.98	0.14	3.89	3.95	4.01	0.12	3.78	3.87	3.95	0.17	3.78	3.87	3.96	0.18

Tabel 3.1 Waterstanden op Volkerak-Zoommeer tijdens laatste getij

min, gem, max : minimum, gemiddeld en maximum waterstand in m boven NAP  
peildn : peildynamiek in meters

De doorlaatopeningen op het Volkerak-Zoommeer worden bij rivierdynamiek dusdanig gestuurd dat de waterstanden rond de streefpeilen moeten liggen (tabel 2.1). De streefpeilen worden bepaald door de scheepvaart die bij een te hoog peil te weinig doorvaarhoogte voor een aantal bruggen heeft en bij een te laag peil te weinig diepgang.

Door het handhaven van de streefpeilen komen de waterstanden op het Volkerak-Zoommeer bij rivierdynamiek rond het streefpeil te liggen (zie ook figuur 3.2.1 t/m 3.2.4). Een verdere daling wordt tegengegaan door de sluiting van de Krammer doorlaat en de Bergse Diep doorlaat. Hierdoor wordt de peildynamiek op het Volkerak-Zoommeer 0,05 m tot 0,10 m.

Peildynamiek op het Volkerak-Zoommeer wordt bereikt doordat tijdens hoogwater op de Oosterschelde de doorlaatopeningen dicht staan om zoutindringing op het VZM te voorkomen.

In de vorige studie naar estuariene dynamiek lit [1.1] is gerekend met een vast waterpeil op het Hollandsch Diep. Om de resultaten van de vorige studie met de studie naar rivierdynamiek te vergelijken is in dit onderzoek ook een berekening gedaan met estuariene dynamiek met gemiddelde afvoer. De getijslag bij de estuariene dynamiek (figuur 3.2.9 t/m 3.2.12) verandert weinig ten opzichte van de eerdere studie naar estuariene dynamiek (ongeveer 0,02 m). Het verloop van de getijkromme verandert wat sterker.

Hierbij moet wel vermeld worden dat de opening van de Volkerakspuisluis vergroot is van een hefhoogte van 1,50 m in de vorige studie tot 3,50 m in deze studie. Dit is gedaan om de streefdebieten zoals genoemd in tabel 2.1 te bereiken. De invloed van de koppeling van beide modellen is dus aanzienlijk.

De waterstanden bij scenario Extreem + stijgen naar maximaal NAP + 3,50 meter op het Volkerak-Zoommeer (figuur 3.2.17 t/m 3.2.20). De waterstand stijgt dus ongeveer 2,70 meter ten opzichte van de T00-situatie (extr. huidig) op het Volkerak-Zoommeer als gevolg het volledig openzetten van de Volkerakspuisluizen (figuur 3.2.26 t/m 3.2.29).

De waterstanden bij variant Kreekrak/Extreem + + stijgen naar NAP + 4,00 meter op het Volkerak. Ten gevolge van het sneller vullen van de Oosterschelde kan minder water vanuit het Volkerak afgevoerd worden.

In Tabel 3.2 zijn de waterstanden op de Oosterschelde gepresenteerd.

scen	afvoer	Oosterscheldekering				Zeelandbrug				Philipsdam west				Marrollegat			
		min	gem	max	peildn	min	gem	max	peildn	min	gem	max	peildn	min	gem	max	peildn
	huidlg	-1.54	-0.06	1.65	3.19	-1.57	0	1.59	3.16	-1.71	0.02	1.83	3.54	-1.91	0.04	2.02	3.93
estua	gem	-1.54	-0.06	1.66	3.2	-1.53	0.01	1.57	3.1	-1.63	0.07	1.84	3.47	-1.86	0.05	2	3.86
rivier	gem	-1.54	-0.06	1.66	3.2	-1.56	0.01	1.59	3.15	-1.66	0.06	1.87	3.53	-1.9	0.05	2.03	3.93
	hoog	-1.54	-0.06	1.66	3.2	-1.55	0.01	1.6	3.15	-1.65	0.09	1.9	3.55	-1.9	0.05	2.04	3.94
extr	T00	0.44	2.3	4.11	3.67	2.11	2.23	2.35	0.24	2.15	2.29	2.44	0.29	2.12	2.27	2.4	0.28
	Extr+	0.46	2.32	4.12	3.66	2.76	2.87	2.97	0.21	2.96	3.08	3.18	0.22	2.81	2.93	3.06	0.25
	Extr++	0.46	2.33	4.11	3.65	3.65	3.76	3.91	0.26	3.78	3.92	4.11	0.33	3.71	3.79	3.91	0.2

Tabel 3.2 Waterstanden op Oosterschelde tijdens laatste getij

min, gem, max : minimum, gemiddeld en maximum waterstand in m boven NAP  
peildn : peildynamiek in meters

De waterstanden bij de Oosterscheldekering veranderen niet als gevolg van een ander regime in de afvoer door het Volkerak-Zoommeer.

De peildynamiek in het oostelijk deel neemt toe bij rivierdynamiek ten opzichte van de estuariene dynamiek met ongeveer 0,06 m. Dit komt omdat bij rivierdynamiek tijdens vloed op de Oosterschelde geen water naar het VZM gespuid kan worden.

Als gevolg van het openstellen van de Volkerakspuisluizen bij extreme afvoeren stijgt de maximum waterstand op de Oosterschelde van NAP + 2,4 m naar NAP + 3,10 meter bij Extreem + en NAP + 4,00 meter bij Kreekrak/Extreem + +.



In Tabel 3.3 zijn de waterstanden op het Noordelijk Deltabekken gepresenteerd.

scen	afvoer	Haringvlietsluizen binnen				Hellegatsplein				Maas Heusden				Werkendam			
		min	gem	max	peildn	min	gem	max	peildn	min	gem	max	peildn	min	gem	max	peildn
	huidig	-0.1	0.24	0.43	0.53	-0.12	0.3	0.71	0.83	0.25	0.65	0.97	0.72	0.37	0.73	1.11	0.74
estua	gem	-0.1	0.24	0.43	0.53	-0.13	0.29	0.70	0.83	0.25	0.65	0.98	0.73	0.37	0.73	1.11	0.74
rivier	gem	-0.14	0.19	0.37	0.51	-0.17	0.25	0.66	0.83	0.21	0.61	0.92	0.71	0.31	0.67	1.05	0.74
	hoog	0.07	0.43	0.71	0.64	0.09	0.54	0.96	0.87	1.33	1.54	1.73	0.4	1.45	1.66	1.86	0.41
extr	T00	2.49	3.12	3.93	1.44	3.09	3.56	4.08	0.99	5.1	5.17	5.25	0.15	5.37	5.48	5.58	0.21
	Extr+	2.41	3.02	3.76	1.35	2.99	3.43	3.9	0.91	5.02	5.08	5.14	0.12	5.32	5.41	5.51	0.19
	Extr++	2.47	3.1	3.92	1.45	3.07	3.54	4.02	0.95	5.08	5.15	5.23	0.15	5.36	5.47	5.57	0.21

Tabel 3.3 Waterstanden op Volkerak-Zoommeer tijdens laatste getij

min, gem, max : minimum, gemiddeld en maximum waterstand in m boven NAP  
peildn : peildynamiek in meters

Zoals verwacht dalen de waterstanden op het Noordelijk Deltabekken als gevolg van een extra afvoer via de Volkerakspuisluizen. De waterstanden dalen bij estuariene dynamiek ongeveer 0,01 m op het Hollandsch Diep en Haringvliet en bij rivierdynamiek ongeveer 0,07 m.

De getijslag wordt bij de Haringvlietsluizen iets groter en blijft op de Maas (Heusden) en Merwede (Werkendam) hetzelfde.

De maximum waterstanden bij extreme afvoer dalen op het Haringvliet ongeveer 0,13 m tot 0,17 m en op de bovenrivieren 0,10 m. De waterstanden bij scenario Kreekrak/Extreem + + veranderen minder: 0,01 à 0,02 m in het hele Noordelijk Deltabekken. Dit komt omdat de spuiomogelijkheden door de Volkerakspuisluizen flink is afgenomen (zie ook paragraaf 3.3).

Tijdens het oplopen van de waterstand lopen de verschillen op tot 0,40 à 0,50 m (tabel 3.4). Dit is goed te zien in de figuren 3.2.34 t/m 3.2.37. Op de bovenrivieren is de maximale daling 0,20 m. Deze daling is een reëlere schatting voor de verwachte daling van de waterstanden bij MHW-afvoer omdat in extreme situaties er eerder sprake is van een afvoergolf is dan van een constante afvoer.

In tabel 3.4 zijn de maximale verschillen in waterstanden bij extreme afvoer aangegeven.

	Haringvlietsl. binnen	Hellegatsplein	Moerdijk	Maas Heusden	Kop van 't Land	Werkendam	Lek	Hoek van Holland
Extreem +	-0.50	-0.53	-0.51	-0.25	-0.35	-0.22	-0.20	-0.37
Extreem ++	-0.46	-0.50	-0.48	-0.22	-0.32	-0.29	-0.18	-0.35

Tabel 3.4 Maximale daling waterstanden op het Noordelijk Deltabekken bij extreme afvoer MHW  
waterstandsverschil in meters tov. van de huidige situatie

Omdat de verwachte afvoergolf ongeveer 3 à 4 dagen duurt en deze maximale waterstandsverschillen de eerste 4 dagen optreden, kan gesteld worden dat deze verschillen een reëlere schatting voor de te verwachten waterstands daling zijn.

### 3.3 Debieten en afvoerkromme Volkerak-Zoommeer

De snelheden en debieten door de verschillende doorlaatmiddelen zijn gepresenteerd in fig. 3.3.1 t/m 3.3.12.

In Tabel 3-5 zijn de stroomsnelheden door enkele doorlaatmiddelen gepresenteerd.

scen	afvoer	Volkerakspuisluizen			Krammer Overlaat			Grevelingen Spuisluis			Oesterdam		
		min	gem	max	min	gem	max	min	gem	max	min	gem	max
	huidig	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
estu	gem	-1.12	-0.13	0	-5.4	-0.79	6.2	0	1.02	2.18	-4.8	-0.6	5.7
rivier	gem	-3.2	-1.39	0	-4.7	-0.33	0	0	0	0.01	0	0	0
	hoog	-2.99	-0.81	0	-5.4	-0.64	0	0	0.57	2.6	0	0	0
extr	T00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	extr+	-4.67	-1.69	0	-3.3	-2.53	-0.88	5.92	6.25	6.55	-3.1	-1.7	0
	extr++	-1.89	-0.22	0	-0.1	-0.01	0	6.69	6.72	6.76	-0	0	0

Tabel 3.5 Snelheden door de doorlaatmiddelen tijdens laatste getij

min, gem, max : minimum, gemiddeld en maximum stroomsnelheden in m/s  
negatief : ebstroom

De afmetingen van de Volkerakspuisluizen zijn afhankelijk van het scenario en de rivierafvoer (zie paragraaf 2.5).

Zoals al in paragraaf 3.2 is genoemd is de capaciteit van de Volkerakspuisluizen in combinatie met het getemd getij op het Hollandsch Diep onvoldoende om het Volkerak te vullen. Dit betekent dat de Krammer doorlaat en de Bergse Diep doorlaat vaak dicht staan bij rivierdynamiek (zie ook Bijlage 1 t/m 5).

In tabel 3.6 staat de gemiddelde openingsduur en het gemiddelde debiet bij de verschillende scenario's

scen	afvoer	Volkerakspuisluizen		Krammer Overlaat		Grevelingen Spuisluis		Oesterdam	
		gem.duur	gem.debiet	gem.duur	gem.debiet	gem.duur	gem.debiet	gem.duur	gem.debiet
estu	gemiddeld	258	102.1	20140	28.3	446	33.8	20140	5.0
rivier	gemiddeld	433	78.3	51	648.3	97	18.0	63	309.4
	hoog	123	224.9	37	720.1	65	54.6	160	355.7
Extreem	extr +	801	2694.1	12930	1064	12080	172.1	2013	390.6
	extr + +	374	1727.3	313	348.1	6060	96.2	328	165.0

Tabel 3.6 Gemiddelde debieten en tijdsduur van openstaan doorlaatoropeningen

gemiddelde duur : tijdsduur van openstaan (minuten)  
gemiddeld debiet : grootte van het gemiddeld debiet (tijdens open stand !) in m<sup>3</sup>/s

In tabel 3.6 is duidelijk te zien dat de afvoercapaciteit van de Volkerakspuisluizen kleiner is dan van de Krammer doorlaat en de Bergse Diep doorlaat. De Volkerakspuisluizen staan bij rivierdynamiek lang open met een klein debiet en de Krammer doorlaat en Bergse Diep doorlaat staan kort open met een groot debiet.

Vanwege de lage waterstand op het Volkerak staat de Grevelingen spuisluis constant dicht bij rivierdynamiek en gemiddelde afvoer. Er mag immers geen water vanuit de Grevelingen het Volkerak op stromen.

Bij estuariene dynamiek zijn de debieten door de Volkerakspuisluizen voornamelijk kortstondig en groot (max 220 m<sup>3</sup>/s) terwijl bij rivierdynamiek de debieten veel geleidelijker en minder groot (max 130 m<sup>3</sup>/s) zijn (fig. 3.3.5). De stroomsnelheden en debieten door de Krammer overlaat en de Bergse Diep overlaat zijn door het sturen de zout/zoet en minimale waterstanden bij rivierdynamiek veel kleiner dan bij estuariene dynamiek (fig. 3.3.5 t/m 3.3.8).

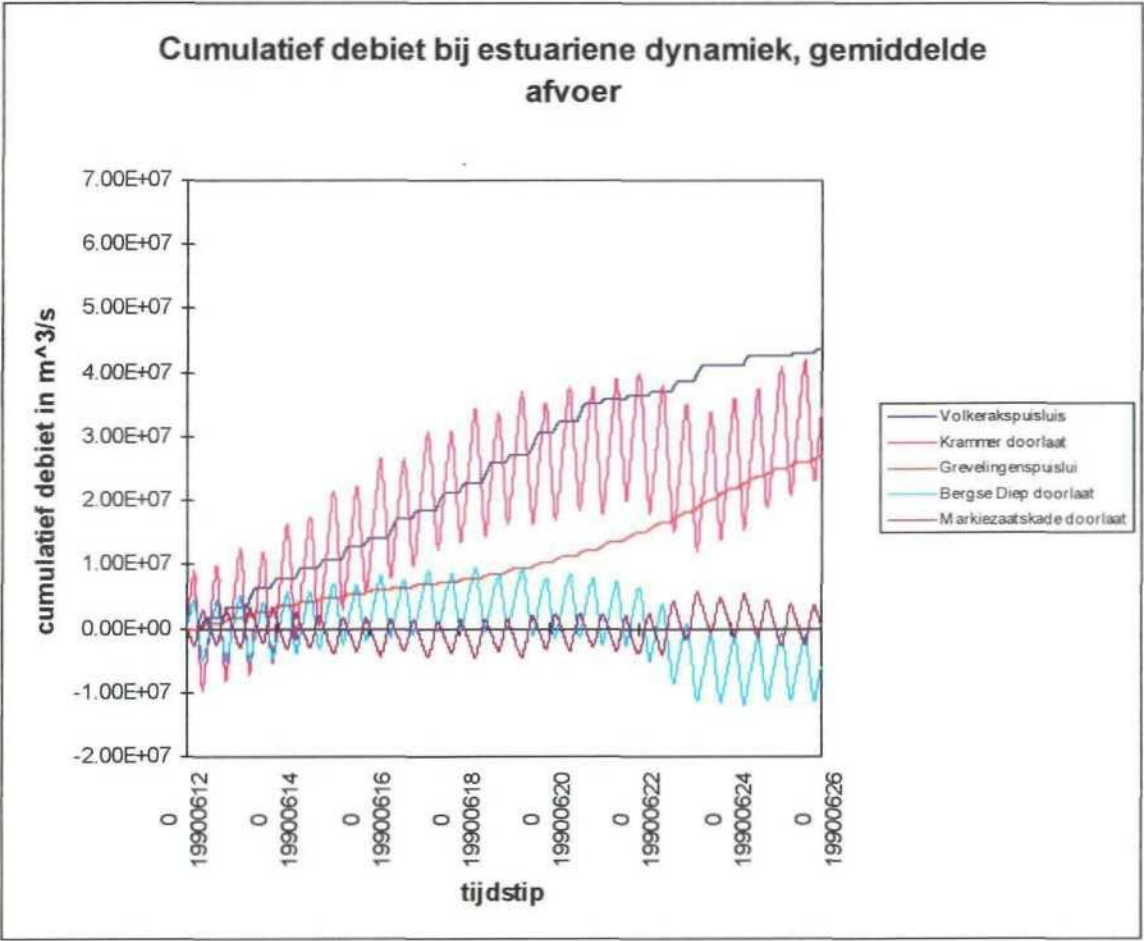
Bij scenario Extreem + stroomt met name tussen 26 februari en 1 maart (1<sup>e</sup> tot 3<sup>e</sup> dag) veel water door de Volkerakspuisluizen. Na 1 maart komt de waterstand op het Hollandsch Diep tijdens eb weer onder de waterstand op het Volkerak. Dan is er geen debiet door de Volkerakspuisluizen. Tijdens hoogwater op het Hollandsch Diep stroomt dan nog altijd maximaal 4000 m<sup>3</sup>/s door de Volkerak Spuisluizen.

Onder extreme omstandigheden zijn de debieten door de verschillende openingen vrij groot (zie ook paragraaf 3.2). De beperkende factor in de maximale afvoer zijn echter de nieuw aan te leggen doorlaatmiddelen: de Krammer overlaat, de Grevelingen spuisluis en de Bergse Diep overlaat. Hier treedt namelijk superkritische stroming op waardoor de debieten niet verder kunnen toenemen.

In feite wordt de maximale capaciteit van de Volkerakspuisluizen niet volledig benut onder extreme omstandigheden.

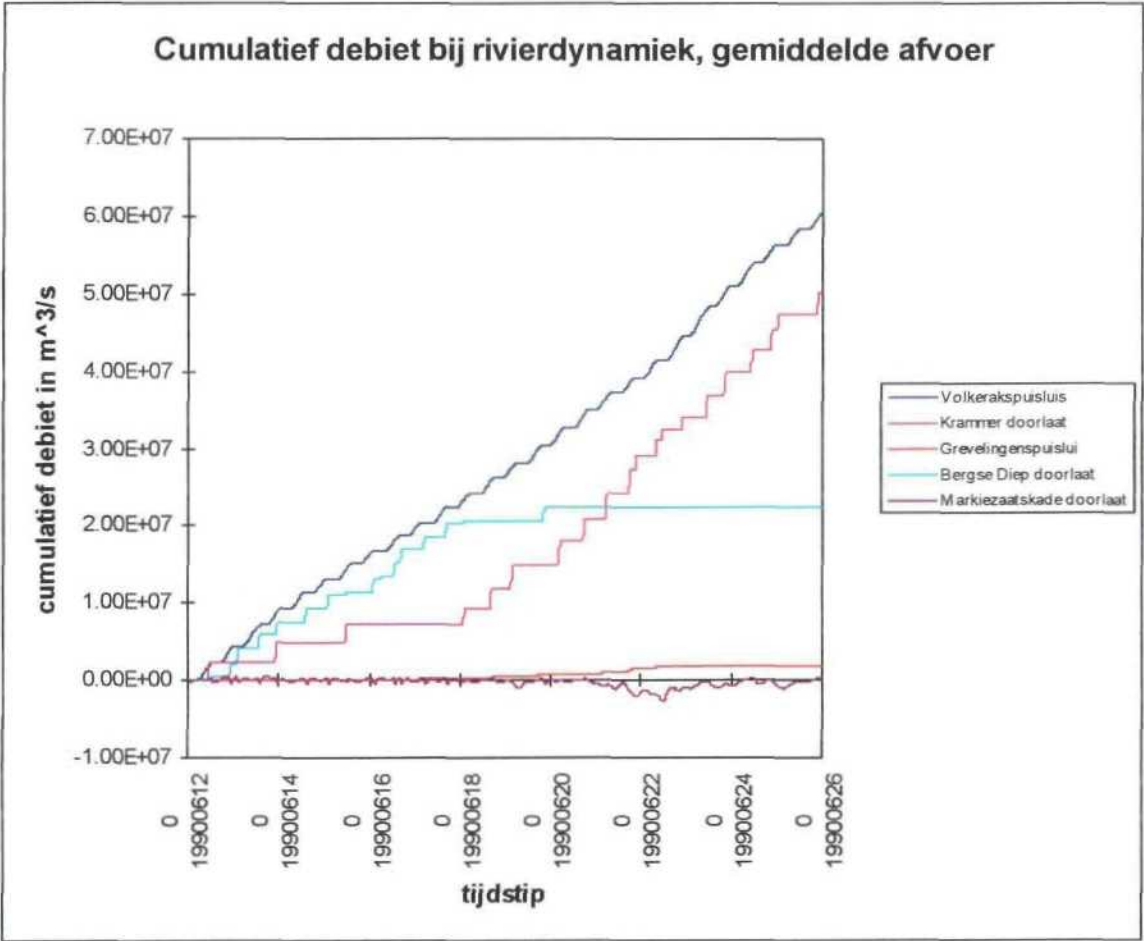
Bij een vergroting van het doorstroomprofiel van één van de nieuw aan te leggen doorlaatmiddelen zal het debiet door de Volkerakspuisluizen ook stijgen.

In onderstaande figuren is het cumulatief debiet uitgezet tegen de tijd voor estuariene dynamiek met gemiddelde afvoer.



Bij estuariene dynamiek varieert het debiet door de doorlaten behoorlijk per getij. De cumulatieve debieten door de Volkerakspuisluizen lopen langzaam op en zijn constant in de periode dat de waterstand op het Volkerak hoger is dan op het Hollandsch Diep. In de figuur is duidelijk te zien dat de resulterende afvoer voornamelijk via de Krammer doorlaat verloopt en nauwelijks via de Bergse Diep doorlaat.

In Bijlage 1 zijn de debieten en de duur van de debieten door de doorlaatmiddelen gepresenteerd. Het verloop van het cumulatief debiet bij rivier dynamiek en gemiddelde afvoer is als volgt.



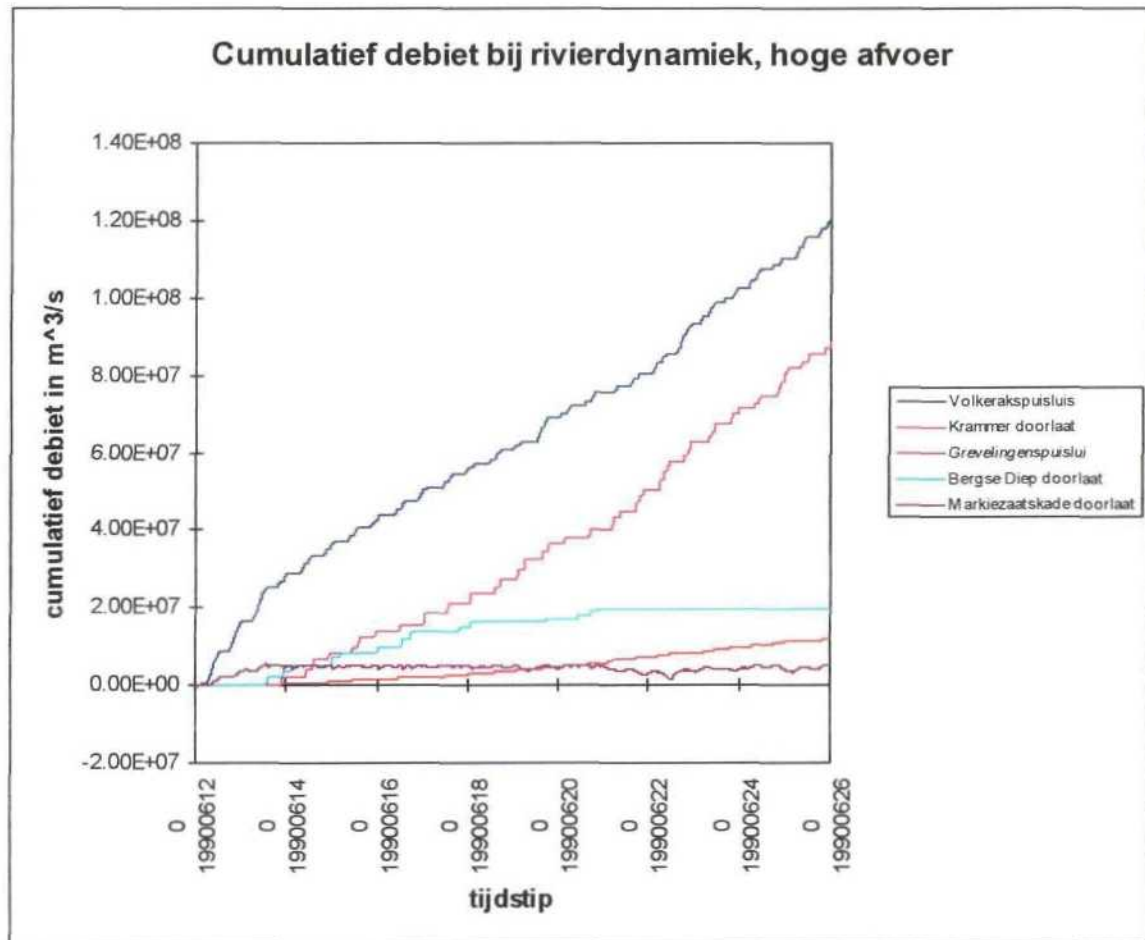
In vergelijking met de estuariene dynamiek is duidelijk te zien dat de afvoer vanuit het Hollandsch Diep door de Volkerakspuisluizen geleidelijk verloopt. De tijdstippen waarop de Krammer doorlaat en de Bergse Diep doorlaat dicht staan zijn duidelijk te zien.

Opvallend is dat de afvoer via de Bergse Diep doorlaat in de eerste dagen groter is dan door de Krammer doorlaat. Dit kan het gevolg zijn van meteorologische effect zoals opwaaiing en afwaaiing. De sterke daling van de afvoer door de Bergse Diep doorlaat na 17 juni wordt in ieder geval veroorzaakt door een sterke afwaaiing op die dag.

In Bijlage 2 zijn de debieten en de duur van de debieten door de doorlaatmiddelen gepresenteerd.



In de volgende figuur zijn de cumulatieve afvoeren gepresenteerd tijdens hoge afvoer met rivierdynamiek.

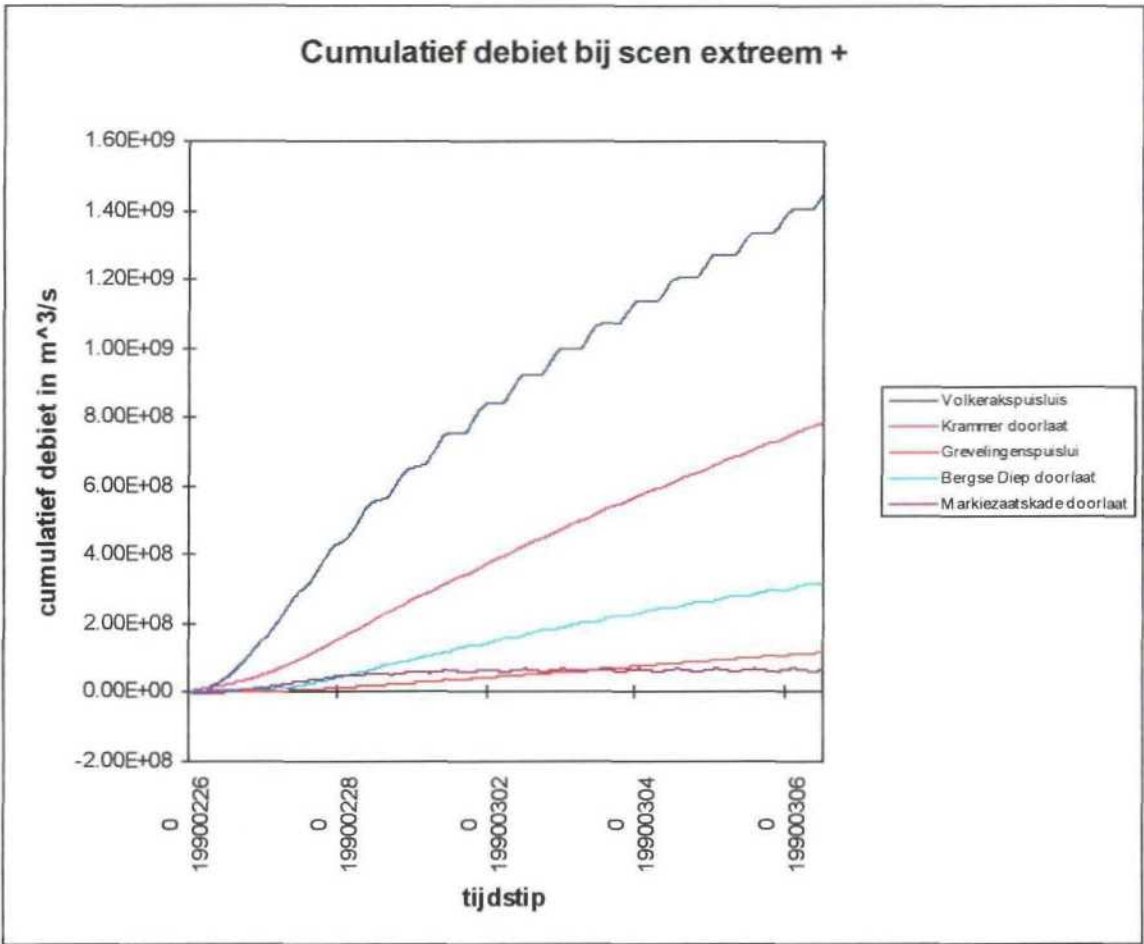


Deze figuur is vergelijkbaar met het figuur van de gemiddelde afvoer. De steilheid van de lijnen is echter groter. Ook in deze figuur is duidelijk te zien wanneer de Krammer doorlaat en Bergse Diep doorlaat dicht zijn.

Tijdens de eerste 2 dagen (12 t/m 14 juni 1990) stijgt de waterstanden op het Volkerak-Zoommeer tot het streefpeil van NAP + 0,50 m. Daarom staan in deze periode de Krammer doorlaat, de Bergse Diep doorlaat en de Grevelingenspuisluis dicht. In de figuur is ook duidelijk te zien dat door de Krammer doorlaat de grootste afvoer plaatsvindt en dat minder via de Bergse Diep doorlaat en de Grevelingenspuisluis afgevoerd wordt.

In Bijlage 3 zijn de debieten en de duur van de debieten door de doorlaatmiddelen gepresenteerd.

In onderstaande figuur zijn de cumulatieve debieten voor scenario Extreem + gepresenteerd.

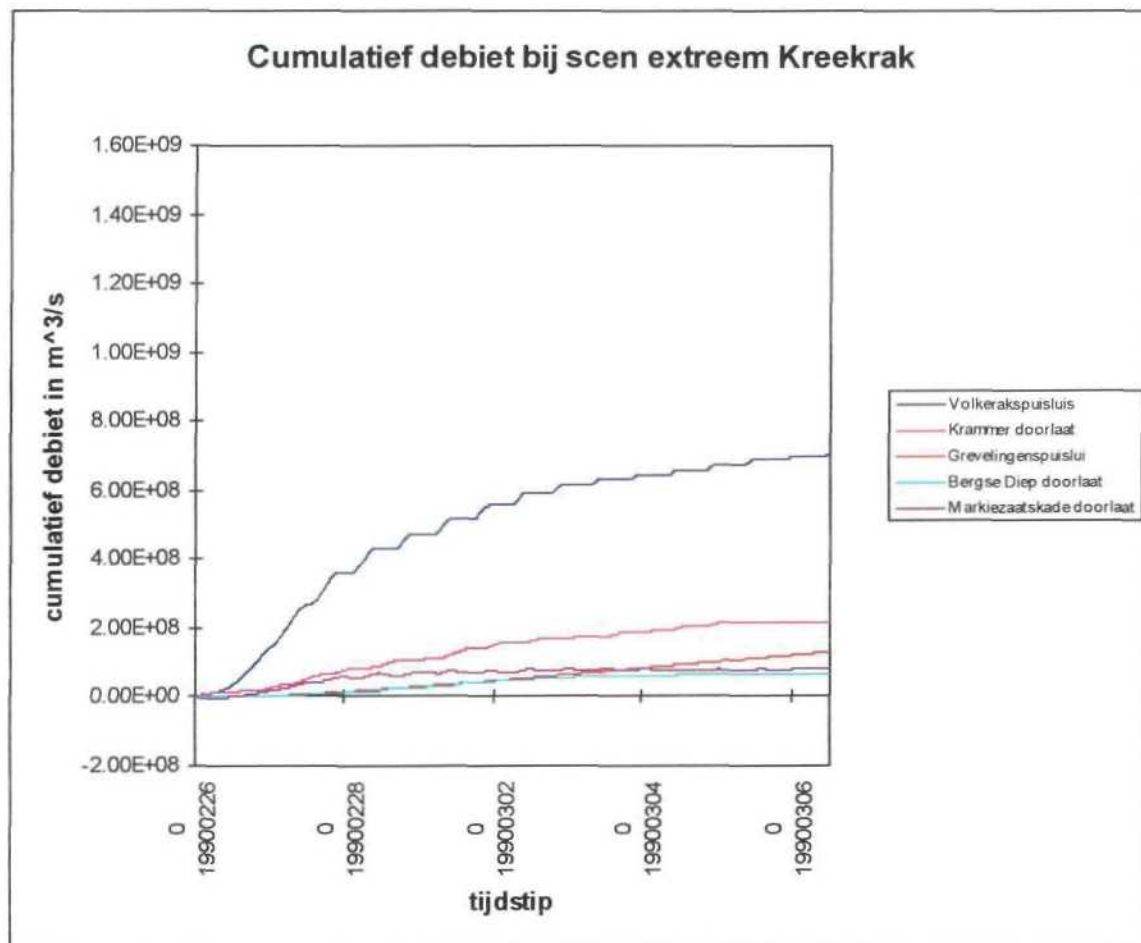


De snelle stijging van 26 tot 28 februari is duidelijk te zien. Daarna neemt de steilheid af totdat de waterstand op het Volkerak ongeveer gelijk is aan de waterstand op het Hollandsch Diep. De Volkerakspuisluizen staan dan soms dicht.

In de eerste 2 dagen stroomt ongeveer 433 miljoen  $m^3$  water door de Volkerakspuisluizen. Na 6 dagen is dit 1100 miljoen  $m^3$  water. Na 6 dagen is ongeveer 560 milj.  $m^3$  water door de Krammer doorlaat gestroomd en 220 milj.  $m^3$  door de Bergse Diep doorlaat

In Bijlage 4 zijn de debieten en de duur van de debieten door de doorlaatmiddelen gepresenteerd.

In onderstaande figuur zijn de cumulatieve debieten voor scenario Kreekrak /Extreem ++ gepresenteerd.



De snelle stijging van 26 tot 27 februari is ook in deze figuur duidelijk te zien. Daarna neemt de steilheid af totdat de waterstand op het Volkerak ongeveer gelijk is aan de waterstand op het Hollandsch Diep. De Volkerakspuisluizen staan dan soms dicht.

De afvoeren door de Volkerakspuisluizen zijn kleiner dan bij variant Extreem ++. Dit komt omdat het extra spuidebiet nabij Kreekrak de waterstanden op de Oosterschelde en het Volkerak sneller doen stijgen waardoor het verval over de Volkerakspuisluizen afneemt. De helling van de lijn van de Volkerakspuisluizen neemt daardoor ook sterk af.

In de eerste 2 dagen wordt ongeveer 363 milj.  $\text{m}^3$  via de Volkerakspuisluizen gespuid, na 6 dagen is dit 645 milj.  $\text{m}^3$ .

In Bijlage 5 zijn de debieten en de duur van de debieten door de doorlaatmiddelen gepresenteerd.

### 3.4 Zoet-zoutgradiënten op de Oosterschelde

Als gevolg van het eenzijdig lozen van water van het Volkerak-Zoommeer naar de Oosterschelde nemen de zoutconcentraties op de Oosterschelde af. In figuren 3.4.1 t/m 3.4.6 is het verloop van de zoutconcentratie in een aantal stations gepresenteerd. De ligging van de stations is weergegeven in Figuur 3.1.1.

In Tabel 3-7 zijn de zoutconcentraties in enkele meetstations op de Volkerak-Zoommeer gepresenteerd.

scen	Afvoer	Zeelandbrug				Philipsdam west				Marrollegat				Hellegatsplein			
		min	gem	max	varia	min	gem	max	varia	min	gem	max	varia	min	gem	Max	Varia
	Huidig	18.87	18.89	18.92	0.05	18.72	18.74	18.76	0.04	18.68	18.73	18.77	0.09	0.19	0.19	0.19	0
estua	Gem	17.82	18.03	18.26	0.44	13.26	13.56	13.93	0.67	17.44	17.49	17.53	0.09	0.5	0.57	0.63	0.13
rivier	Gem	18.14	18.3	18.47	0.33	14.57	15.27	15.67	1.1	17.81	17.87	17.91	0.1	0.19	0.19	0.19	0
	Hoog	17.58	17.84	18.12	0.54	11.89	12.37	12.83	0.94	17.25	17.31	17.35	0.1	0.22	0.23	0.23	0.01
extr	T00	17.83	17.87	17.89	0.06	15.72	15.79	15.86	0.14	16.98	17	17.02	0.04	0.2	0.2	0.21	0.01
	extr+	14.16	14.39	14.53	0.37	0.41	0.44	0.47	0.06	12.03	12.12	12.23	0.2	0.19	0.19	0.2	0.01
	extr+	16.98	17.03	17.06	0.08	7.25	7.68	7.93	0.68	18.76	18.85	18.97	0.21	0.19	0.2	0.2	0.01

Tabel 3.7 Zoutconcentraties op Oosterschelde en Hellegatsplein tijdens het laatste getij

min, gem, max : minimum, gemiddeld en maximum zoutconcentratie in gCl-/l  
 varia : variatie gedurende het getij

De zoutconcentraties op de Oosterschelde gaan overal omlaag bij de verschillende scenario's. De grootste daling is te vinden bij de Philipsdam waar de concentratie terugloopt van 18,7 gCl-/l in de huidige situatie naar 13, 15 en 12 gCl-/l voor resp. gemiddelde afvoer met estuariene dynamiek, rivierdynamiek en hoge afvoer met rivierdynamiek. De variatie in zoutconcentraties is bij rivierdynamiek groter dan bij estuariene dynamiek. Dit komt omdat bij rivierdynamiek wanneer de doorlaatopeningen open staan er meteen zoet water gespuid wordt terwijl het gespuide water bij estuariene dynamiek zouter is als gevolg van het inlaten van Oosterschelde water in de voorgaande vloedfase.

Bij het Marrollegat varieert de zoutconcentratie nauwelijks (0,1 gCl-/l) in alle gevallen. De concentraties gaan wel omlaag ten opzicht van de huidige situatie namelijk van 18.7 gCl-/l naar 17.5 gCl-/l.

De resultaten van de zoutconcentraties bij het Hellegatsplein zijn aan de tabel toegevoegd. Doordat extra water wordt onttrokken aan het Hollandsch Diep dringt het zoute water vanaf de Haringvlietsluizen verder door op het Haringvliet en Hollandsch Diep. De zoutconcentraties stijgen van 0,2 gCl-/l in de huidige situatie tot 0,6 gCl-/l bij estuariene variant. Het Volkerak wordt daardoor ook wat zouter.

Vanuit de MER Haringvlietsluizen is gesteld dat de zouttong niet verder mag reiken dan de mond van het Spui. Bij een keuze voor rivier dynamiek of estuariene dynamiek op het Volkerak zal het beheer van de Haringvlietsluizen dus opnieuw bepaald moeten worden om zoutindringing verder dan de monding van het Spui op het Haringvliet en Hollandsch Diep tegen te gaan.



De grootste afvoer van zoet water vindt bij zowel estuariene dynamiek als bij rivierdynamiek plaats via de Krammer doorlaat. De zoutconcentraties in het Mastgat/Zijpe zullen daarom lager zijn dan bij het Marollegat.

Het ruimtelijk beeld van de zoutconcentratie op laagwater (15:00 uur) en hoogwater (21:00 uur) zijn gepresenteerd in figuren 3.4.9 t/m 3.4.20. Ook in deze figuren is duidelijk te zien dat het Mastgat/Zijpe minder zout is dan het Marollegat.

De invloed van de debieten door de Volkerakspuisluizen is erg groot. Dit is als het ware de zoetwaterkraan waarmee de zoutconcentraties en waterstanden in het hele gebied bepaald worden. Het verschil in zoutconcentraties tussen een druppelstand zoals bij lage afvoer of een groter debiet zoals bij gemiddeld en hoge afvoer is vrij groot. Door de opening te vergroten of te verkleinen kunnen vrij goed de estuariene gradiënten op de Oosterschelde gestuurd worden.

### 3.5 Inundatie oppervlak Volkerak-Zoommeer

#### 3.5.1 Bepalen oppervlak Volkerak-Zoommeer

Om het oppervlak op het Volkerak-Zoommeer te bepalen is het verloop van het totale areaal bij oplopende waterstanden van NAP-2 m tot NAP+4 meter bepaald (fig. 3.5.1 t/m 3.5.3).

In tabel 3.8 zijn de resultaten gepresenteerd

scenario	inundatieoppervlak (ha) Volkerak-Zoommeer	inundatieoppervlak (ha) Volkerak	inundatieoppervlak (ha) Zoommeer
gemiddeld estuarien	7074-7806	4704-5082	2370-2724
gemiddeld	6982	4640	2342
hoog	7509	4925	2584
Extreem +	9615	6249	3366
Kreekrak/Extreem ++	9668	6280	3388

Tabel 3.8 Totaal inundatieoppervlak in ha bij verschillende scenario's

De resultaten van gemiddelde afvoer, estuariene dynamiek, uit Tabel 3.8 zijn afkomstig uit het vorige onderzoek (lit. [1.1]).

Bij extreme afvoer komt het water tot aan de bandijken en daarom stijgt het oppervlak boven NAP+2,00 meter minder hard.

#### 3.5.2 Bepalen getijareaal Volkerak-Zoommeer

Omdat de waterstanden bij rivierdynamiek nauwelijks variëren op het Volkerak-Zoommeer (ongeveer 5 à 10 cm), kan eenvoudig worden afgelezen in de grafieken wat het verschil in getijareaal is bij de verschillende afvoeren.

In tabel 3.9 zijn de resultaten gepresenteerd

scenario	intergetijden-areaal (ha) gehele gebied	intergetijden-areaal (ha) Volkerak	intergetijden-areaal (ha) Zoommeer
gemiddeld estuarien	704	351	353
gemiddeld	63.5	26.0	37.5
hoog	58.8	40.0	18.8
Extreem +	44.1	20.6	23.5
Kreekrak/Extreem + +	9.9	9.9	0

*Tabel 3.9 Totaal intergetijden-areaal in ha op 25 juni bij verschillende scenario's*

De resultaten van gemiddelde afvoer, estuariene dynamiek, uit Tabel 3.9 zijn afkomstig uit het vorige onderzoek (lit [1.1]).

Uit de tabel komt naar voren dat het getijareaal bij rivierdynamiek slechts 9% is van het getijareaal bij estuariene dynamiek. Dit komt omdat de peildynamiek ook terugloopt van 0,40 m naar minder dan 0,10 m.

Bij hoge afvoer en extreme afvoer neemt het getijareaal af. Dit komt omdat bij hogere waterstanden de harde waterkering bereikt wordt en alle platen onder water staan. De lijn in de figuren 3.5.1 t/m 3.5.3 loopt daarom ook vlakker bij hogere waterstanden.

## 4. Conclusie

Als belangrijkste conclusie van dit onderzoek moet gewezen worden op de invloed van peildynamiek in het Volkerak op de waterstanden en zoutconcentraties in het Noordelijk Deltabekken. Bij een grotere debieten door de Volkerakspuisluis zal de zoutindringing op het Haringvliet vanaf de Noordzee groter worden. Dit is het sterkst bij estuariene dynamiek. Om de zouttong terug te brengen tot de monding van het Spui bij Getemd Getij zal het beheer van de Haringvlietsluizen opnieuw in combinatie met het spuibeheer door de Volkerakspuisluizen beschouwd moeten worden.

De waterstandsdeling in het Noordelijk Deltabekken is groot wanneer bij MHW-afvoeren water geborgen kan worden in de Oosterschelde. Maximaal daalt de waterstand ongeveer 0,50 m op het Haringvliet en 0,20 m op de bovenrivieren. In het vervolgtraject moeten deze waarden geverifieerd worden door met een afvoergolf in plaats van een constante afvoer te rekenen.

De debieten door de Volkerakspuisluizen zijn zeer belangrijk voor de zoet/zoutgradiënten in de Zeeuwse Delta. Dit is als het ware de zoetwaterkraan waarmee de zoutconcentraties en waterstanden in het hele gebied bepaald worden.

Doel van dit onderzoek is om na te gaan wat de gevolgen van de in lit. 1.2 beschreven ingrepen (doorlaatmiddelen) zijn op de waterbeweging en het herstel van de estuariene gradiënten op de Oosterschelde, bij het toepassen van rivierdynamiek op het Volkerak-Zoommeer. De basis hiervoor vormen de in lit. 1.2 beschreven waterverdeling scenario's (zie ook Paragraaf 2.2). Het onderzoek heeft geresulteerd in de volgende beantwoording van de in Paragraaf 1.2 geformuleerde vragen:

*Voor de scenario's Gemiddeld en Hoog:*

**vraag:** Hoe is het spuiregime (duur en debiet) in de doorlaatmiddelen Philipsdam en Oesterdam onder de verschillende afvoerscenario's om een peil op het V-Zmeer te realiseren zoals genoemd voor de verschillende afvoerregimes.

**antwoord:** De capaciteit van de Volkerakspuisluizen in combinatie met het getemd getij op het Hollandsch Diep bij rivierdynamiek is veel kleiner dan de afvoercapaciteit van de Krammer doorlaat en de Bergse Diep doorlaat. Dit betekent dat de Krammer doorlaat en de Bergse Diep doorlaat vaak dicht staan bij rivierdynamiek.

In tabel 4.1 staat de gemiddelde openingsduur en het gemiddelde debiet bij de verschillende scenario's

scen	afvoer	Volkerakspuisluizen		Krammer Overlaat		Grevelingen Spuisluis		Oesterdam	
		gem.duur	gem.debiet	gem.duur	gem.debiet	gem.duur	gem.debiet	gem.duur	gem.debiet
estuaria	gemiddeld	258	102.1	20140	28.3	446	33.8	20140	5.0
rivier	gemiddeld	433	78.3	51	648.3	97	18.0	63	309.4
	hoog	123	224.9	37	720.1	65	54.6	160	355.7

Tabel 4.1 Gemiddelde debieten en tijdsduur van openstaan doorlaatopeningen

gemiddelde duur : tijdsduur van openstaan (minuten)

gemiddeld debiet : grootte van het gemiddeld debiet (tijdens open stand !) in m<sup>3</sup>/s

**vraag:** Wat zijn de effecten van de verschillende scenario's op de zoet-zoutgradiënten in de Oosterschelde?

**antwoord:** De zoutconcentraties op de Oosterschelde gaan overal omlaag bij de verschillende scenario's. De grootste daling is te vinden bij de Philipsdam waar de concentratie terugloopt van 18,7 gCl-/l in de huidige situatie naar 13, 15 en 12 gCl-/l voor resp. gemiddelde afvoer met

estuariene dynamiek, rivierdynamiek en hoge afvoer met rivierdynamiek. De variatie in zoutconcentraties is bij rivierdynamiek groter dan bij estuariene dynamiek. Bij het Marollegat varieert de zoutconcentratie nauwelijks (0,1 gCl-/l) in alle gevallen. De concentraties gaan wel omlaag ten opzicht van de huidige situatie namelijk van 18.7 gCl-/l naar 17.5 gCl-/l.

**vraag:** Hoe groot is het areaal buitendijks gebied in het Volkerak-Zoommeer (incl. Markiezaatsmeer) wat inundeert bij de genoemde streefpeilen.

**antwoord:** Vanwege het vasthouden van streefpeilen wordt de variatie in waterstanden op het Volkerak-Zoommeer erg klein (max 5 à 10 cm). Hierdoor wordt het getijareaal ook klein ( $\pm 60$  ha). Het gebied buitendijks gebied wat inundeert bij rivier dynamiek is 6982 ha en 7509 ha bij resp. gemiddelde en hoge afvoer. Dus tussen gemiddeld en hoog peil is de inundatie van buitendijks gebied circa 527 ha.

*Bij afvoerscenario extreem:*

**vraag:** Voor extreme afvoer is gerekend met een dichte OSK (tijdens de crocusstorm feb. 1990). Als aanvulling hierop is de vraag gesteld: indien de storm een langere periode blijft aanhouden en de OSK gedurende een aantal dagen achtereen gesloten blijft, hoe lang kan dan doorgespuid worden vanaf het V-Zmeer naar de Oosterschelde en het Grevelingenmeer (het Extreem plus scenario)? Hierbij moet uitgegaan worden van een sluitpeil in de Oosterschelde van 0 m NAP. Op de Noordzee varieert de waterstand gedurende een aantal dagen tussen de NAP+0.5m en NAP+4 m. M.a.w. hoe groot is de komberging (dgn) als functie van de spui rekening houdend met lekdebieten door de OSK?

**antwoord:** In principe kan blijvend gespuid worden naar de Oosterschelde omdat zich een evenwicht instelt op de Oosterschelde. Het lekdebiet tijdens laagwater op de Noordzee komt dan overeen met het getijgemiddeld debiet door de Volkerakspuisluizen ( $\pm 1400$  m<sup>3</sup>/s getijgemiddeld). De waterstand op de Oosterschelde wordt rond de NAP+3.00 meter te liggen met een gedempt getij van circa 20-25 cm.

In de eerste 2 dagen wordt ongeveer 433 milj. m<sup>3</sup> via de Volkerakspuisluizen gespuid, na 6 dagen is dit 1100 milj. m<sup>3</sup>.

**vraag:** Wanneer naast een extreme rivierafvoer ook nog een spuidebiet van maximaal 20000 m<sup>3</sup>/s via het nieuw aan te leggen Overschelde/Kreekrak kanaal op de Oosterschelde komt (scenario Extreem++), wat is dan het waterstandsverloop op de Oosterschelde en de grootte van de komberging.

**antwoord:** Wanneer naast een extreme afvoer vanaf de bovenrivieren ook nog een extra debiet via een spuikanaal bij Rilland wordt geloosd op de Oosterschelde stijgt de waterstand nog sneller dan bij variant Extreem+. De uiteindelijke waterstand op de Oosterschelde komt rond de NAP+4.00 meter te liggen. In de eerste 2 dagen wordt ongeveer 363 milj. m<sup>3</sup> via de Volkerakspuisluizen gespuid, na 6 dagen is dit 645 milj. m<sup>3</sup>.

**vraag:** Wat is de invloed voor de verschillende afvoerregimes op de waterstanden in het benedenrivierengebied?

**antwoord:** De extra afvoer via het Volkerak-Zoommeer tijdens een MHW afvoer op het Noordelijk Deltabekken zorgt voor een verlaging van de waterstand op het hele bekken. In tabel 4.2 zijn de waterstandsverschillen ten opzichte van de T00-situatie gepresenteerd.

	Haringvlietsluizen binnen	Hellegatsplein	Maas Heusden	Werkendam
Extreem +	-0.17/-0.50	-0.18/-0.53	-0.11/-0.25	-0.07/-0.22
Extreem ++	-0.01/-0.46	-0.06/-0.50	-0.02/-0.22	-0.01/-0.29

Tabel 4.2 Daling waterstanden op het Noordelijk Deltabekken bij extreme afvoer (MHW)

daling maxima op 6 maart / maximale daling  
waterstandsverschil in meters tov. van de huidige situatie

Omdat in de berekeningen met een constante Rijnafvoer van 16000 m<sup>3</sup>/s is gerekend en in werkelijkheid dit een afvoergolf is, geven de maximale verschillen een beter beeld van de te verwachte daling dan de uiteindelijke verschillen. Omdat de verwachte afvoergolf ongeveer 3 à 4 dagen duurt en deze maximale waterstandsverschillen de eerste 4 dagen optreden, kan gesteld worden dat de maximale verschillen een reëlere schatting voor de te verwachten waterstands daling zijn.

Voor het Haringvliet en Hollandsch Diep is de maximale daling van de waterstand bij Extreem + ongeveer 0,50 m en op de bovenrivieren, bij zowel Heusden als Werkendam, ongeveer 0,20 m.

In onderstaande tabel 4-3 zijn de debieten en hoofdafmetingen van de doorlaatmiddelen nogmaals samengevat. Geaccentueerd in grijs worden de gewenste en de gerealiseerde debieten door de doorlaatmiddelen met elkaar vergeleken.

Naam kunstwerk	Sectie nr.	Berekende debiet [m <sup>3</sup> /s] en afmetingen [m]	Extreem afvoer Extreem +		Extreem afvoer Extreem ++		Hoge afvoer bij rivierdynamiek		Gemiddelde afvoer bij rivierdynamiek		Gemiddelde afvoer bij estuariene dynamiek	
			Gewenst	Berekend	Berekend	Berekend	Gewenst	Berekend	Gewenst	Berekend	Gewenst	Berekend
Volkeraksluizen	200	maxima	nvt	-4370/0	-3914/0		-430/0		-135/0		-220/0	
		gemiddeld		-1938	-910	100	98	50	50,0	50	48,7	
		dr / br / hh		-4.25/120/99	-4.25/120/99		-4.25/30/3.80		-4.25/30/1.16		-4.25/30/3.50	
Krammer Overlaat	190	maxima	1610	1560/200	1134/0		-920/0		-800/0		-950/1500	
		gemiddeld		-1064	-282	75	68	35	41	35	34	
		dr / br / hh		-4/57/99								
Bergse Diep overlaat	192	maxima	1000	820/0	720/0		-445/0		-420/0		-450/800	
		gemiddeld		-431	-88	22	18	12	18	12	12	
		dr / br / hh		-3/40/99								
Markiezaat Overlaat	197	maxima	nvt	-780/730	-720/829		-400/300		-300/250		-400/560	
		gemiddeld	nvt	nvt	nvt	0		0		0		
		dr / br / hh		-5/200/99								
Grevelingen Spuisluis (Krammer)	198	maxima	140	200	220		63/0		48/0		63/0	
		gemiddeld		160	180	25	9	15	1,5	15	23	
		dr / br / hh		-3/7/99							id	

Tabel 4.3 Overzicht afmetingen en debieten doorlaatmiddelen

**Legenda:**

Kolom 2: sectie nr. : sectie nummer in de ZWENDL schematisatie Deltamodel

Kolom 3: maxima : maximum debiet doorlaatmiddel [m<sup>3</sup>/s]

gemiddeld : gemiddeld debiet doorlaatmiddel [m<sup>3</sup>/s]

dr / br / hh : afmetingen doorlaatmiddelen

dr : drempelhoogte [m]

br : breedte [m]

hh : hefhoogte / bovendorpelhoogte [m]

Kolom 4 en 5 : extreme scenario's

Voor de extreme scenario's worden de gewenste maximum debieten en de berekende gerealiseerde debieten getoond

Kolom 6 t/m 8 : normale scenario's

Voor de normale scenario's worden de gewenste gemiddelde debieten en de berekende gerealiseerde debieten getoond



## 5. Aanbevelingen

Uit dit onderzoek zijn de volgende aanbevelingen naar voren gekomen:

- De randvoorwaarden kunnen nog beter geformuleerd worden dan in dit project is gebeurd. Dit kwam omdat voor een vereenvoudiging van de sommige randvoorwaarden gekozen is. Het gaat met name om de zoutconcentraties op de zeezijde en de rivierzijde en de debieten op de verschillende rivieren. Wanneer voor deze randvoorwaarde (gemeten) tijdreeksen gebruikt worden zullen de resultaten beter worden. Een hele verbetering is al de koppeling van het NDB-model en het Oostzwen-model waardoor de waterstanden op het Hollandsch Diep realistischer zijn geworden.
- Bij het berekenen van extreme afvoer is in deze studie uitgegaan van een constant rivierdebiet op de bovenrivieren. In werkelijkheid is er echter sprake van een hoogwatergolf. Om de komberging in de Oosterschelde en waterstandsverlaging op het NDB goed te kunnen beschrijven is het verstandig om de extreme sommen over te doen met een afvoergolf.
- Vanwege het beperkt aantal punten is er voor gekozen om de Extreem ++ variant uit te voeren met een wisselend spuidebiet als randvoorwaarde op een punt nabij Rilland. Beter is het om de Implic-schematisatie van de Westerschelde aan het Delta model te koppelen en op deze manier het werkelijke debiet te bepalen. Bovendien is dan ook duidelijk hoe de waterstanden op de Westerschelde veranderen.
- Calibratie van de dispersiecoëfficiënten kan wegens bovenstaande randvoorwaarden vereenvoudiging niet nauwkeurig genoeg worden uitgevoerd. Ook hier geldt dat de resultaten van de calibratie en dus van de simulaties beter worden, wanneer voor deze randvoorwaarden gemeten tijdreeksen gebruikt worden.
- De zoutconcentraties worden goed berekend met een ééndimensionaal model. Alleen wordt hierbij geen rekening gehouden met de verticale verdeling van zout of bijvoorbeeld zouttongen. Om de resultaten van dit onderzoek te calibreren zou het goed zijn om één of meer scenario's met een driedimensionaal model van het Volkerak-Zoommeer door te rekenen.
- Het is duidelijk dat het ééndimensionale Delta model bij uitstek geschikt is om snel en eenvoudig de invloed van wisselende geometrieën van de doorlaatmiddelen te onderzoeken. De relatie tussen doorstroombopening van de doorlaatmiddelen versus peildynamiek, afvoer en gradiënten is wisselend over de doorlaatmiddelen in het systeem. Het wordt sterk aanbevolen om met name de afmetingen van de Krammer overlaat en de Volkerakspuisluizen te variëren om – in samenhang met de bevindingen van dit rapport – een beter inzicht in de water - en zoutbeweging van het systeem te krijgen.
- De bodemgeometrie van het Oostzwen model is afkomstig van de RWS, HMCZ IMPLIC versie en dateert van ca. 1980. Mogelijk is sindsdien in een aantal gebieden de geometrie gewijzigd. Dit zou onderzocht moeten worden aangezien in het verleden gebleken is dat de invloed hiervan aanzienlijk is.
- Tijdens dit project is gebleken dat de source code van ZWENDL op een aantal punten gewijzigd moet worden om het model Delta goed toe te kunnen passen. Deze wijzigingen zijn ad-hoc aangebracht voor dit project en dienen definitief gemaakt te worden.

## Literatuur

- 1.1 Verkennde Modelstudie Project Blauwe Delta met Oostzwen:  
Ingenieursbureau Svašek, 00273/1162,  
augustus 2000
- 1.2 De Delta in de overgang, Herstel van de gradiënten in de Blauwe Delta:  
inventarisatierapport, RIKZ/AB/2000.805x, H.A. Haas en A.M.B.Holland,  
januari 2000
- 1.3 MER Beheer Haringvlietsluizen, deelrapport Water- en Zoutbeweging:  
Rijkswaterstaat directie Zuid-Holland, notanr. APV 98/093  
1998
- 1.4 Verkennde modelberekeningen Overschelde met RDII:  
Rijkswaterstaat directie Zeeland, memo Leen Dekker  
3 mei 2000
- 2.1 Bouw IMPLIC model Oosterschelde,  
Deltadienst,  
ca. 1980
- 2.2 Herziening Eendimensionaal Getijmodel Oosterschelde,  
RWS, DGW, Afdeling WTV,  
DDWT-84.024, november 1984
- 2.3 IMPLIC40 Handleiding voor de SPERRY  
RWS, DIV
- 2.4 Gebruikersdocumentatie ZWENDL,  
RWS, RIZA,  
maart 1991
- 2.5 Operationalisatie van de ZWENDL code t.b.v. het Oostzwen model:  
Ingenieursbureau Svašek, 00363/1162,  
oktober 2000

## Lijst met figuren

- 2.1 Rooster Delta model
- 2.2 Rooster Delta model, Oostzwen-deel
- 2.3 Rooster Delta model, NDB-deel
- 2.4 Ligging Waterstandsstations en Meetstations Zout
- 2.5 Traject Delta model
- 2.6 Gemeten windsnelheid in 1990
- 2.7 Randvoorwaarden scen. Extreem + en Extreem + +
  
- 3.2.1 Waterstanden Delta model, rivierdynamiek gemiddeld/hoog
- 3.2.2 Waterstanden Delta model, rivierdynamiek gemiddeld/hoog
- 3.2.3 Waterstanden Delta model, rivierdynamiek gemiddeld/hoog
- 3.2.4 Waterstanden Delta model, rivierdynamiek gemiddeld/hoog
- 3.2.5 Waterstanden Delta model, rivierdynamiek gemiddeld/hoog
- 3.2.6 Waterstanden Delta model, rivierdynamiek gemiddeld/hoog
- 3.2.7 Waterstanden Delta model, rivierdynamiek gemiddeld/hoog
- 3.2.8 Waterstanden Delta model, rivierdynamiek gemiddeld/hoog
- 3.2.9 Waterstanden Delta model, gemiddelde afvoer T00, rivierdynamiek en estuarien
- 3.2.10 Waterstanden Delta model, gemiddelde afvoer T00, rivierdynamiek en estuarien
- 3.2.11 Waterstanden Delta model, gemiddelde afvoer T00, rivierdynamiek en estuarien
- 3.2.12 Waterstanden Delta model, gemiddelde afvoer T00, rivierdynamiek en estuarien
- 3.2.13 Waterstanden Delta model, gemiddelde afvoer T00, rivierdynamiek en estuarien
- 3.2.14 Waterstanden Delta model, gemiddelde afvoer T00, rivierdynamiek en estuarien
- 3.2.15 Waterstanden Delta model, gemiddelde afvoer T00, rivierdynamiek en estuarien
- 3.2.16 Waterstanden Delta model, gemiddelde afvoer T00, rivierdynamiek en estuarien
- 3.2.17 Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.18 Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.19 Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.20 Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.21 Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.22 Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.23 Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.24 Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.25 Waterstanden Delta model, langs traject extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.26 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.27 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.28 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.29 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.30 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.31 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.32 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.33 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.34 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.35 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.36 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.2.37 Verschillen Waterstanden Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
  
- 3.3.1 Debieten doorlaatopeningen Delta model, gemiddeld/hoog
- 3.3.2 Debieten Doorlaatopeningen Delta model, gemiddeld/hoog
- 3.3.3 Stroomsnelheden Doorlaatopeningen Delta model, gemiddeld/hoog
- 3.3.4 Stroomsnelheden Doorlaatopeningen Delta model, gemiddeld/hoog
- 3.3.5 Debieten Doorlaatopeningen Delta model, T00/gem. rivier/gem.estuarien
- 3.3.6 Debieten Doorlaatopeningen Delta model, T00/ gem. rivier/gem.estuarien
- 3.3.7 Stroomsnelheden Doorlaatopeningen Delta, T00/ gem. rivier/gem.estuarien
- 3.3.8 Stroomsnelheden Doorlaatopeningen Delta, T00/ gem. rivier/gem.estuarien



- 3.3.9 Debieten Doorlaatopeningen Delta model, T00/Extreem + /Extreem + +
- 3.3.10 Debieten Doorlaatopeningen Delta model, T00/ Extreem + /Extreem + +
- 3.3.11 Stroomsnelheden Doorlaatopeningen Delta model, T00/ Extreem + /Extreem + +
- 3.3.12 Stroomsnelheden Doorlaatopeningen Delta model, T00/ Extreem + /Extreem + +
  
- 3.4.1 Zoutconcentraties Delta model, rivierdynamiek gemiddeld/hoog
- 3.4.2 Zoutconcentraties Delta model, rivierdynamiek gemiddeld/hoog
- 3.4.3 Zoutconcentraties Delta model, gemiddelde afvoer T00,rivierdyn. en estuarien
- 3.4.4 Zoutconcentraties Delta model, gemiddelde afvoer T00,rivierdyn. en estuarien
- 3.4.5 Zoutconcentraties Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.4.6 Zoutconcentraties Delta model, extreme afvoer T00, Extreem + en Extreem + +
- 3.4.7 Zoutconcentraties (g/l) estuariene dyn., gemiddelde afvoer, hoog water
- 3.4.8 Zoutconcentraties (g/l) estuariene dyn., gemiddelde afvoer, laag water
- 3.4.9 Zoutconcentraties (g/l) rivier dynamiek, gemiddelde afvoer, hoog water
- 3.4.10 Zoutconcentraties (g/l) rivier dynamiek, gemiddelde afvoer, laag water
- 3.4.11 Zoutconcentraties (g/l) rivier dynamiek, hoge afvoer, hoog water
- 3.4.12 Zoutconcentraties (g/l) rivier dynamiek, hoge afvoer, laag water
- 3.4.13 Zoutconcentraties (g/l) Extreem + , hoog water
- 3.4.14 Zoutconcentraties (g/l) Extreem + , laag water
- 3.4.15 Zoutconcentraties (g/l) Extreem + + , hoog water
- 3.4.16 Zoutconcentraties (g/l) Extreem + + /Extreem, laag water
  
- 3.5.1 Waterstand vs. oppervlak Volkerak-Zoommeer
- 3.5.2 Waterstand vs. oppervlak Volkerak
- 3.5.3 Waterstand vs. oppervlak Zoommeer

**Bijlage 1 Spuidebieten scenario estuariene dynamiek, gemiddelde afvoer**

Estuarium, gem afvoer	begindag	begin tijd	einddag	eindtijd	tijdsduur (min)	gemiddeld debiet (m³/s)
Volkerakspuisluis	900612	630	900612	1120	290	103.8
	900612	1840	900612	2250	250	99.8
	900613	650	900613	1220	330	143.7
	900613	1910	900613	2300	230	104.5
	900614	800	900614	1240	280	99.3
	900614	2010	900614	2340	210	81.5
	900615	830	900615	1340	310	122.5
	900615	2100	900616	30	210	91.4
	900616	920	900616	1450	330	141.0
	900616	2130	900617	120	230	97.0
	900617	1020	900617	1540	320	140.9
	900617	2230	900618	300	270	96.3
	900618	1110	900618	1650	340	147.3
	900618	2340	900619	300	200	97.6
	900619	1210	900619	1800	350	159.4
	900620	40	900620	520	280	100.1
	900620	1320	900620	1850	330	131.9
	900621	220	900621	530	190	76.3
	900621	1500	900621	1800	180	42.3
	900622	300	900622	620	200	59.0
	900622	1530	900622	1920	230	90.7
	900623	330	900623	850	320	127.8
	900624	500	900624	930	270	94.6
	900625	710	900625	910	120	50.9
	900625	1840	900625	2130	170	54.4
Krammer doorlaat	900612	0	900625	2340	20140	28.3
Grevelingenspuisluis	900612	0	900612	20	20	8.6
	900612	530	900612	1220	410	34.4
	900612	1740	900613	10	390	33.3
	900613	610	900613	1310	420	35.0
	900613	1750	900614	100	430	33.3
	900614	700	900614	1310	370	31.8
	900614	1910	900615	50	340	30.1
	900615	820	900615	1330	310	29.9
	900615	2010	900616	110	300	28.0
	900616	920	900616	1420	300	26.3
	900616	2110	900617	210	300	28.2
	900617	1020	900617	1520	300	26.9
	900617	2200	900618	330	330	27.8
	900618	1110	900618	1710	360	30.3
	900618	2250	900619	510	380	32.3
	900619	1200	900619	1850	410	33.8
	900619	2320	900620	720	480	35.1
	900620	1220	900620	2010	470	36.0
	900621	20	900621	910	530	39.6
	900621	1310	900621	2140	510	43.4
	900622	110	900622	1110	600	43.0
	900622	1400	900623	0	600	41.6
	900623	100	900624	40	1420	44.9
	900624	230	900624	1310	640	43.4
	900624	1510	900625	10	540	39.5
	900625	430	900625	1230	480	38.0
	900625	1650	900625	2340	410	38.4
Bergsediep doorlaat	900612	0	900625	2340	20140	5.0
Marklezaatskade	900612	0	900625	2340	20140	0.4

## Bijlage 2 Spuidebieten scenario rivierdynamiek, gemiddelde afvoer

Rivier Gem.afvoer	begindag	begin tijd	einddag	eindtijd	tijdsduur (min)	gemiddeld debiet (m³/s)
Volkerakspuisluis	900612	0	900612	10	10	12.7
	900612	520	900612	1320	480	80.0
	900612	1730	900613	40	430	80.8
	900613	550	900613	1420	510	84.5
	900613	1750	900614	120	450	80.9
	900614	650	900614	1400	430	78.7
	900614	1900	900615	120	380	73.8
	900615	740	900615	1450	430	76.8
	900615	1950	900616	200	370	70.1
	900616	840	900616	1550	430	74.8
	900616	2030	900617	250	380	71.2
	900617	940	900617	1630	410	75.7
	900617	2140	900618	420	400	71.3
	900618	1030	900618	1800	450	78.2
	900618	2240	900619	500	380	73.6
	900619	1130	900619	1930	480	83.7
	900619	2330	900620	710	460	79.1
	900620	1230	900620	2030	480	82.9
	900621	50	900621	810	440	79.9
	900621	1330	900621	2010	400	78.2
	900622	130	900622	900	450	85.8
	900622	1400	900622	2310	550	92.0
	900623	200	900623	1220	620	97.3
	900623	1450	900623	2310	500	87.8
	900624	320	900624	1220	540	92.1
	900624	1600	900624	2310	430	82.8
	900625	450	900625	1210	440	83.1
	900625	1710	900625	2340	390	85.7
Krammer doorlaat	900612	1020	900612	1100	40	805.0
	900613	2150	900613	2240	50	667.3
	900615	1050	900615	1200	70	489.8
	900618	110	900618	200	50	624.9
	900618	1550	900618	1630	40	806.6
	900619	250	900619	350	60	771.1
	900620	320	900620	440	80	549.0
	900620	1710	900620	1800	50	783.2
	900621	430	900621	600	90	552.1
	900621	1700	900621	1820	80	563.2
	900621	2110	900621	2140	30	804.3
	900622	730	900622	800	30	812.8
	900622	1050	900622	1140	50	399.4
	900622	2140	900622	2200	20	784.3
	900623	1000	900623	1050	50	796.7
	900623	1910	900623	2030	80	563.7
	900624	1000	900624	1050	50	811.7
	900624	2000	900624	2100	60	630.5
	900625	0	900625	30	30	805.6
	900625	1440	900625	1440	0	2.1
	900625	2040	900625	2150	70	591.7
Grevelingenspuisluis	900612	1110	900612	1120	10	0.1
	900614	2240	900615	40	120	1.0
	900615	100	900615	210	70	3.5
	900615	1010	900615	1230	140	0.3
	900615	1650	900615	1730	40	4.8
	900615	2320	900616	330	250	4.6
	900616	1110	900616	1340	150	2.8
	900616	2340	900617	100	80	1.5
	900617	120	900617	310	110	4.5

	900617	430	900617	500	30	0.2
	900617	1210	900617	1640	270	5.5
	900617	1710	900617	1740	30	1.3
	900617	2220	900618	220	240	3.0
	900618	340	900618	400	20	1.6
	900618	530	900618	550	20	3.2
	900618	650	900618	750	60	4.7
	900618	820	900618	900	40	3.1
	900618	1310	900618	1550	160	5.5
	900618	1640	900618	1730	50	5.6
	900618	1800	900618	1850	50	4.5
	900618	1940	900618	2030	50	8.6
	900618	2110	900618	2200	50	6.0
	900618	2300	900618	2340	40	2.8
	900619	30	900619	420	230	6.0
	900619	520	900619	730	130	8.1
	900619	1700	900619	2220	320	7.2
	900620	610	900620	640	30	0.7
	900620	750	900620	830	40	3.2
	900620	930	900620	1010	40	3.4
	900620	1550	900620	1800	130	4.7
	900620	1820	900620	1830	10	4.4
	900620	1930	900620	2010	40	4.3
	900621	150	900621	600	250	9.4
	900621	620	900621	630	10	2.5
	900621	900	900621	1020	80	6.4
	900621	1100	900621	1130	30	5.8
	900621	1510	900621	2220	430	20.4
	900622	520	900622	730	130	9.0
	900622	750	900622	900	70	18.2
	900622	930	900622	1100	90	6.5
	900622	2040	900622	2120	40	1.3
	900622	2210	900622	2210	0	1.3
	900624	1110	900624	1120	10	0.8
Bergsediep doorlaat	900612	1220	900612	1230	10	374.6
	900612	2110	900612	2240	90	263.8
	900613	130	900613	250	80	372.7
	900613	1230	900613	1340	70	376.5
	900613	2140	900613	2310	90	257.2
	900614	1320	900614	1430	70	376.0
	900615	110	900615	220	70	377.6
	900615	1110	900615	1140	30	171.9
	900616	120	900616	230	70	376.4
	900616	550	900616	620	30	126.6
	900616	1200	900616	1330	90	283.2
	900616	1530	900616	1640	70	375.0
	900617	400	900617	500	60	376.2
	900617	1540	900617	1650	70	377.4
	900618	100	900618	130	30	98.6
	900619	1920	900619	2030	70	366.4
Markiezaatskade	900612	0	900625	2340	20140	0.0



**Bijlage 3 Spuidebieten scenario rivierdynamiek, hoge afvoer**

Rivier hoge afvoer	begindag	begin tijd	einddag	eindtijd	tijdsduur (min)	gemiddeld debiet (m³/s)
Volkerakspuisluis	900612	520	900612	1310	470	298.8
	900612	1720	900613	40	440	293.4
	900613	550	900613	1340	470	295.2
	900613	1820	900613	2020	120	247.4
	900613	2210	900614	40	150	209.5
	900614	700	900614	920	140	265.4
	900614	1050	900614	1320	150	224.1
	900614	1920	900614	2120	120	228.0
	900614	2240	900615	50	130	194.9
	900615	740	900615	940	120	221.6
	900615	1130	900615	1400	150	229.9
	900615	2010	900615	2210	120	206.5
	900615	2330	900616	130	120	175.7
	900616	840	900616	1020	100	198.0
	900616	1210	900616	1500	170	230.6
	900616	2100	900617	0	180	233.2
	900617	110	900617	210	60	157.6
	900617	940	900617	1140	120	219.8
	900617	1330	900617	1550	140	221.7
	900617	2200	900617	2340	100	186.3
	900618	140	900618	340	120	165.8
	900618	1040	900618	1200	80	200.3
	900618	1420	900618	1620	120	275.3
	900618	1710	900618	1740	30	94.4
	900618	2300	900619	40	100	199.5
	900619	250	900619	420	90	167.4
	900619	1120	900619	1440	200	283.8
	900619	1550	900619	1820	150	260.8
	900619	1920	900619	1930	10	23.8
	900620	0	900620	100	60	188.8
	900620	340	900620	610	150	225.8
	900620	1240	900620	1400	80	202.4
	900620	1650	900620	1940	170	224.5
	900621	110	900621	120	10	123.9
	900621	530	900621	730	120	209.4
	900621	1340	900621	1540	120	243.2
	900621	1750	900621	1900	70	255.1
	900621	1940	900621	2000	20	53.3
	900622	150	900622	430	160	299.7
	900622	630	900622	740	70	289.5
	900622	820	900622	900	40	115.8
	900622	1400	900622	1750	230	335.3
	900622	1850	900622	2000	70	346.6
	900622	2040	900622	2140	60	236.8
	900622	2220	900622	2300	40	88.9
	900623	220	900623	420	120	296.5
	900623	720	900623	830	70	393.5
	900623	910	900623	1010	60	277.5
	900623	1050	900623	1140	50	134.9
	900623	1520	900623	1620	60	236.9
	900623	2000	900623	2240	160	231.7
	900624	330	900624	520	110	273.3
	900624	750	900624	950	120	352.2
	900624	1040	900624	1140	60	153.2
	900624	1620	900624	1730	70	213.5
	900624	2030	900624	2130	60	291.6
	900624	2210	900624	2250	40	147.4
	900625	450	900625	730	160	305.1



	900625	850	900625	1130	160	254.0
	900625	1720	900625	1910	110	260.0
	900625	2100	900625	2320	140	249.6
Krammer doorlaat	900613	2110	900613	2200	50	545.1
	900614	940	900614	1040	60	557.2
	900614	1340	900614	1410	30	915.4
	900614	2150	900614	2230	40	539.7
	900615	1030	900615	1120	50	536.2
	900615	1410	900615	1440	30	917.4
	900615	2230	900615	2320	50	538.2
	900616	1120	900616	1200	40	451.6
	900617	10	900617	100	50	873.8
	900617	1220	900617	1320	60	579.6
	900618	20	900618	130	70	540.4
	900618	1330	900618	1410	40	471.8
	900618	1630	900618	1700	30	920.5
	900619	130	900619	240	70	582.3
	900619	530	900619	600	30	915.0
	900619	1450	900619	1540	50	641.0
	900619	1830	900619	1900	30	918.4
	900620	300	900620	330	30	479.0
	900620	1540	900620	1640	60	531.5
	900621	410	900621	520	70	620.1
	900621	820	900621	840	20	914.8
	900621	1640	900621	1740	60	593.3
	900621	1910	900621	1930	20	926.1
	900621	2050	900621	2110	20	909.6
	900622	520	900622	620	60	619.1
	900622	750	900622	810	20	918.2
	900622	930	900622	950	20	905.1
	900622	1110	900622	1130	20	716.5
	900622	1800	900622	1840	40	501.9
	900622	2010	900622	2030	20	908.2
	900622	2150	900622	2210	20	898.5
	900623	630	900623	710	40	468.5
	900623	840	900623	900	20	907.0
	900623	1020	900623	1040	20	906.1
	900623	1850	900623	1950	60	639.7
	900623	2250	900623	2310	20	908.1
	900624	710	900624	740	30	381.9
	900624	1000	900624	1030	30	919.7
	900624	1930	900624	2020	50	606.6
	900624	2140	900624	2200	20	909.2
	900624	2320	900624	2340	20	899.8
	900625	100	900625	120	20	879.5
	900625	800	900625	840	40	538.3
	900625	1140	900625	1210	30	913.4
	900625	2010	900625	2050	40	443.7
	900625	2330	900625	2340	10	918.8
Grevelingenspuisluis	900612	0	900612	0	0	9.0
	900613	2030	900613	2200	90	59.0
	900614	930	900614	1040	70	59.7
	900614	1340	900614	1410	30	57.1
	900614	2130	900614	2230	60	59.4
	900615	950	900615	1120	90	59.7
	900615	1410	900615	1440	30	57.8
	900615	2220	900615	2320	60	59.5
	900616	1030	900616	1200	90	60.3
	900617	10	900617	100	50	58.8
	900617	1150	900617	1320	90	60.0
	900617	2350	900618	130	100	60.2
	900618	1210	900618	1410	120	60.5
	900618	1630	900618	1700	30	58.9

	900619	50	900619	240	110	60.3
	900619	530	900619	600	30	57.1
	900619	1450	900619	1540	50	58.3
	900619	1830	900619	1900	30	57.8
	900620	110	900620	330	140	58.9
	900620	1410	900620	1640	150	59.9
	900621	130	900621	520	230	60.3
	900621	820	900621	840	20	56.2
	900621	1550	900621	1740	110	62.0
	900621	1910	900621	1930	20	63.7
	900621	2050	900621	2110	20	57.6
	900622	440	900622	620	100	58.3
	900622	750	900622	810	20	59.3
	900622	930	900622	950	20	53.8
	900622	1110	900622	1130	20	50.4
	900622	1800	900622	1840	40	50.4
	900622	2010	900622	2030	20	48.5
	900622	2150	900622	2210	20	46.7
	900623	430	900623	710	160	53.0
	900623	840	900623	900	20	49.0
	900623	1020	900623	1040	20	49.8
	900623	1630	900623	1950	200	52.3
	900623	2250	900623	2310	20	50.6
	900624	530	900624	740	130	54.6
	900624	1000	900624	1030	30	54.6
	900624	1740	900624	2020	160	54.6
	900624	2140	900624	2200	20	51.2
	900624	2320	900624	2340	20	47.2
	900625	100	900625	120	20	36.9
	900625	740	900625	840	60	53.5
	900625	1140	900625	1210	30	52.2
	900625	1920	900625	2050	90	55.2
	900625	2330	900625	2340	10	54.4
Bergsediep doorlaat	900612	0	900612	0	0	371.0
	900613	1320	900613	1430	70	441.5
	900613	2110	900613	2230	80	280.9
	900614	220	900614	310	50	441.3
	900614	2330	900615	20	50	441.6
	900615	420	900615	450	30	434.7
	900615	2340	900616	40	60	437.3
	900616	1230	900616	1340	70	437.1
	900616	1700	900616	1810	70	416.4
	900617	1900	900617	2000	60	234.2
	900618	30	900618	140	70	281.2
	900619	1700	900619	1710	10	439.3
	900620	1000	900620	1050	50	273.6
	900620	1550	900620	1700	70	292.0
	900620	2110	900620	2120	10	437.0
	900612	0	900613	610	1810	32.4
Markiezaatskade	900613	630	900625	2340	18310	1.3

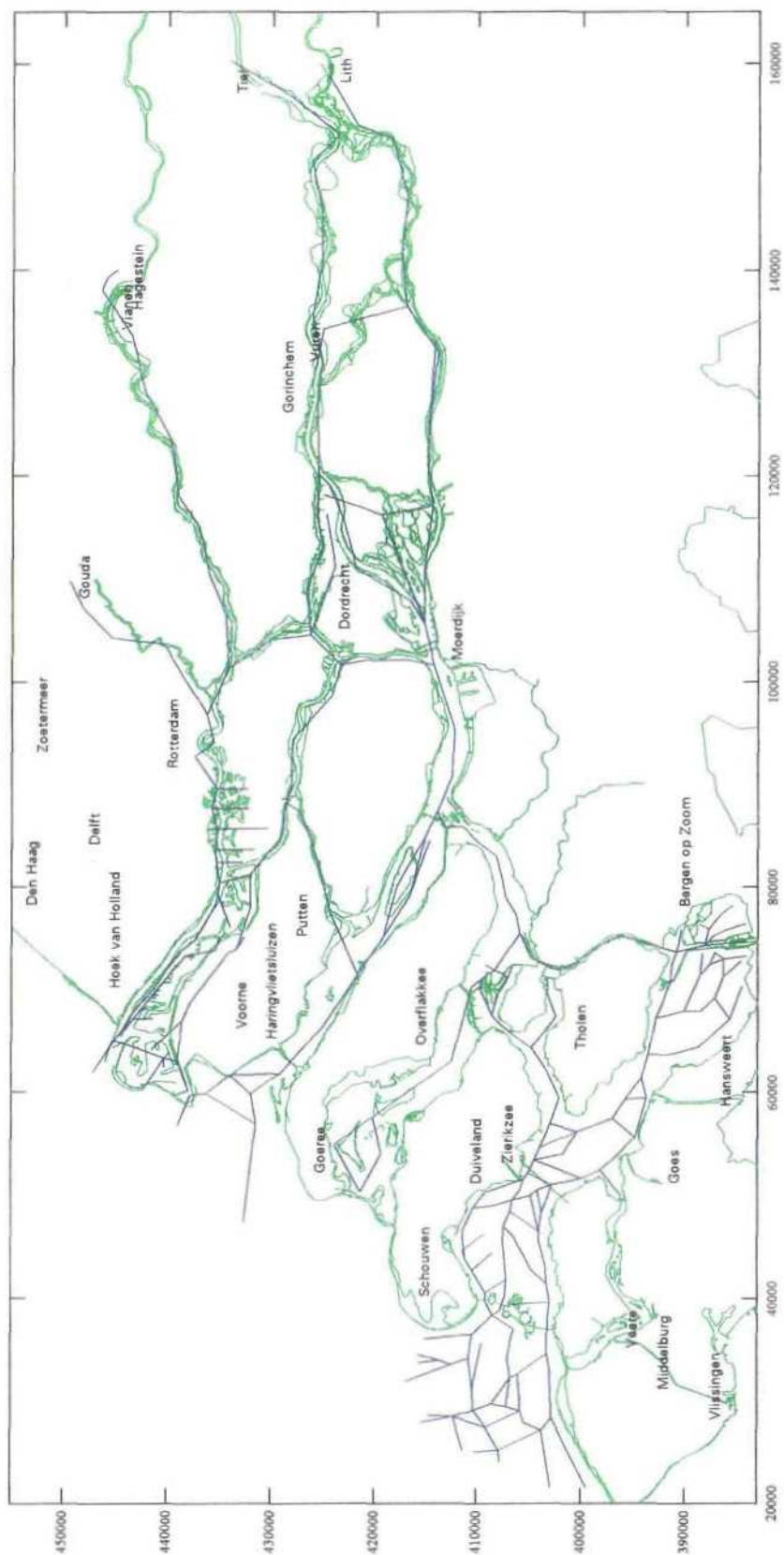
**Bijlage 4    Spuidebieten scenario Extreem +**

	begindag	begin tijd	einddag	eindtijd	tijdsduur (min)	gemiddeld debiet (m³/s)
Volkerakspuisluis	900226	0	900301	1240	5080	2469.2
	900301	1530	900302	20	530	2670.8
	900302	340	900302	1230	530	2573.7
	900302	1700	900303	30	450	2711.2
	900303	540	900303	1250	430	2725.2
	900303	1810	900304	50	400	2759.8
	900304	640	900304	1330	410	2597.0
	900304	1900	900305	150	410	2695.1
	900305	730	900305	1400	390	2646.6
	900305	2000	900306	240	400	2663.7
	900306	820	900306	1500	400	2688.6
	900306	2040	900306	2340	180	3128.3
Krammer doorlaat	900226	10	900306	2340	12930	1064.6
Grevelingenspuisluis	900226	1420	900306	2340	12080	172.1
Bergsediep doorlaat	900226	10	900226	900	530	203.5
	900226	2040	900304	740	7860	500.5
	900304	800	900305	820	1460	427.5
	900305	920	900305	2050	690	409.5
	900305	2120	900306	910	710	433.3
	900306	950	900306	2340	830	369.4
Markiezaatskade	900226	0	900306	2340	12940	83.2

## Bijlage 5 Spuidebieten scenario Extreem ++, extreme afvoer

	begindag	begin tijd	einddag	eindtijd	tiidsduur (min)	gemiddeld debiet (m³/s)
Volkerakspuisluis	900226	0	900227	2250	2810	2145.1
	900228	230	900228	920	410	2646.6
	900228	1610	900228	2050	280	2322.3
	900301	440	900301	930	290	2485.2
	900301	1710	900301	2210	300	2204.8
	900302	540	900302	950	250	2374.1
	900302	1830	900302	2140	190	2020.8
	900303	710	900303	1000	170	1467.5
	900303	1950	900303	2220	150	1298.0
	900304	820	900304	1050	150	1277.6
	900304	2020	900304	2330	190	1548.5
	900305	900	900305	1140	160	1301.3
	900305	2200	900306	0	120	1221.6
	900306	1040	900306	1220	100	794.8
	900306	2300	900306	2340	40	800.8
Krammer doorlaat	900226	10	900226	620	370	501.1
	900226	740	900226	840	60	101.6
	900226	1000	900226	1620	380	299.9
	900226	2030	900227	530	540	639.3
	900227	720	900227	1730	610	731.0
	900227	2000	900228	450	530	583.0
	900228	810	900228	1600	470	629.4
	900228	1720	900228	1730	10	0.8
	900228	2020	900228	2040	20	1.1
	900228	2200	900301	350	350	352.6
	900301	550	900301	1540	590	783.5
	900301	2010	900302	330	440	737.7
	900302	850	900302	1010	80	245.8
	900302	1100	900302	1610	310	543.2
	900302	2310	900303	420	310	354.4
	900303	1240	900303	1720	280	505.5
	900303	2210	900304	350	340	215.7
	900304	450	900304	1530	640	409.2
	900304	2120	900305	310	350	432.3
	900305	1130	900305	1320	110	99.2
	900305	1350	900305	1550	120	82.4
	900305	2350	900306	320	210	8.2
	900306	1440	900306	1700	140	95.2
	900306	1930	900306	2340	250	2.8
Grevelingenspuisluis	900226	1320	900226	1320	0	0.0
	900226	1340	900306	2340	12120	192.4
Bergsediep doorlaat	900226	10	900226	620	370	221.0
	900226	2310	900227	20	70	0.5
	900227	1020	900227	1530	310	223.7
	900227	2130	900228	250	320	369.2
	900228	910	900228	1600	410	347.2
	900228	2150	900301	440	410	186.4
	900301	740	900301	1520	460	371.7
	900301	2110	900302	230	320	442.5
	900302	1000	900302	1530	330	278.5
	900302	2240	900303	350	310	174.1
	900303	1110	900303	1630	320	131.6
	900303	2250	900304	1540	1010	91.7
	900304	1940	900304	2030	50	1.4
	900304	2200	900305	250	290	118.5
	900305	1230	900305	1540	190	3.0
	900306	50	900306	340	170	2.7
	900306	1340	900306	1910	330	2.6
	900306	1950	900306	2340	230	4.5
Markiezaatskade	900226	0	900306	2340	12940	105.8

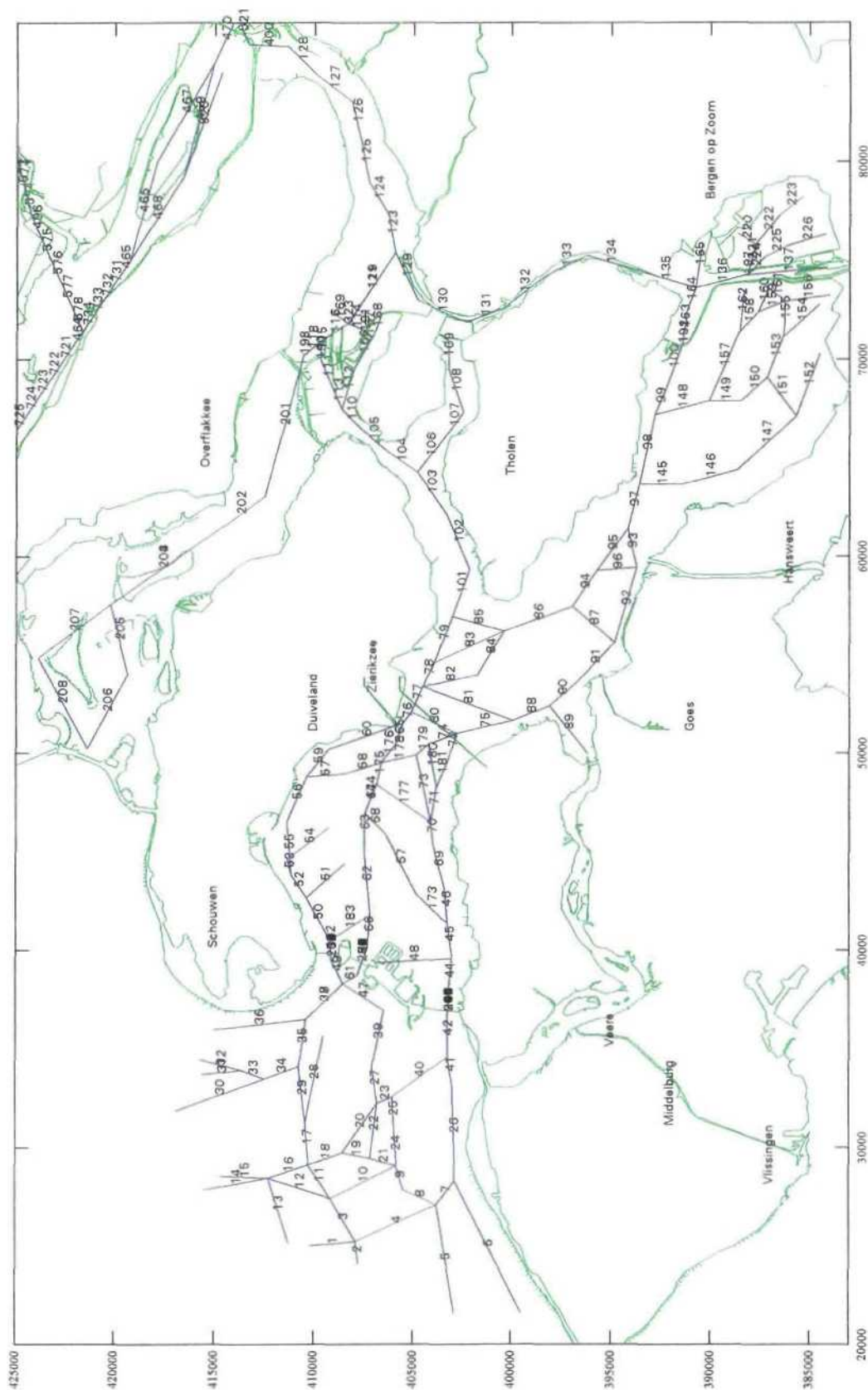


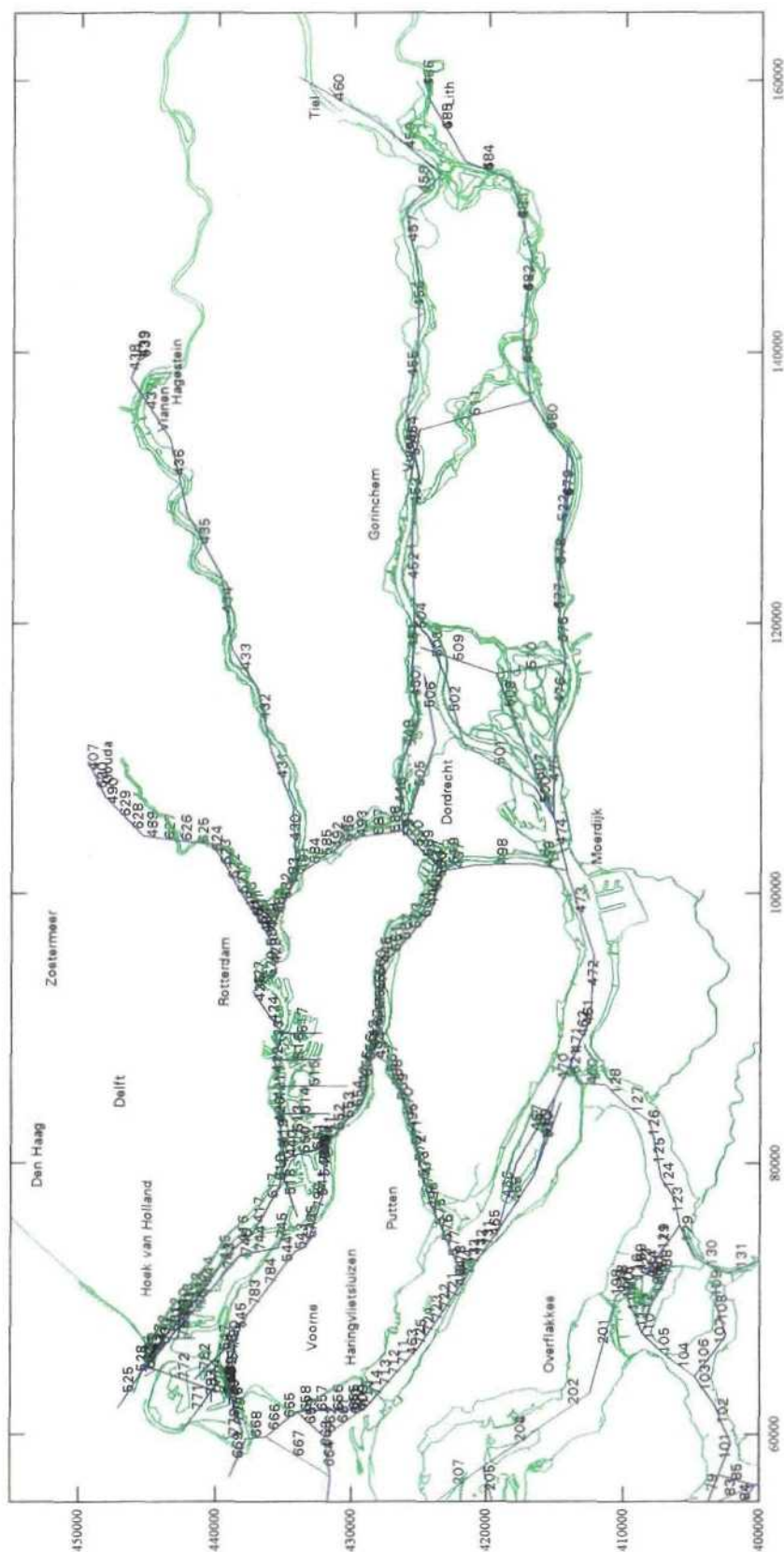


Rooster Delta model

FIGUUR 2.1



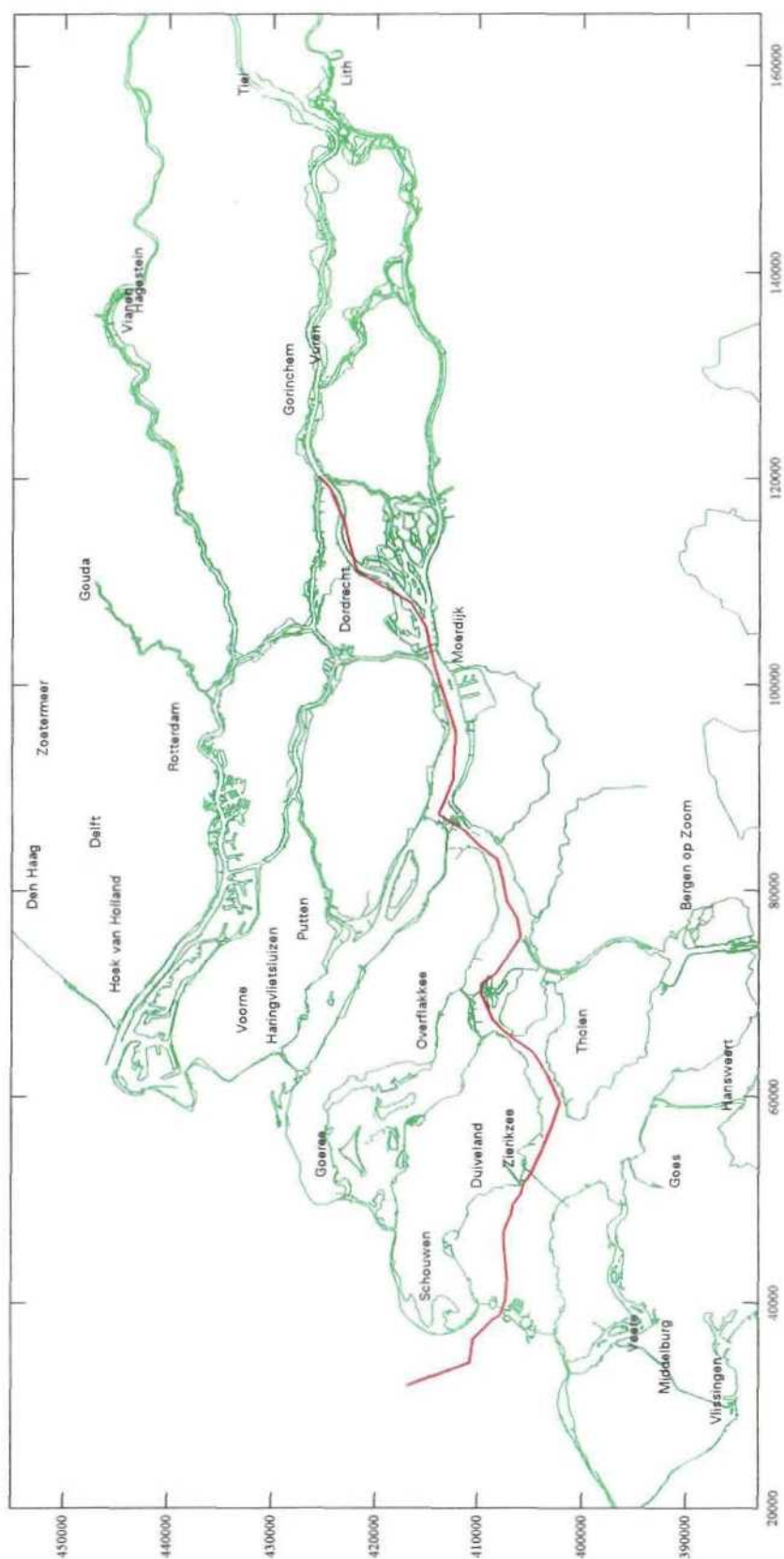




Rooster Delta model, NDB-deel

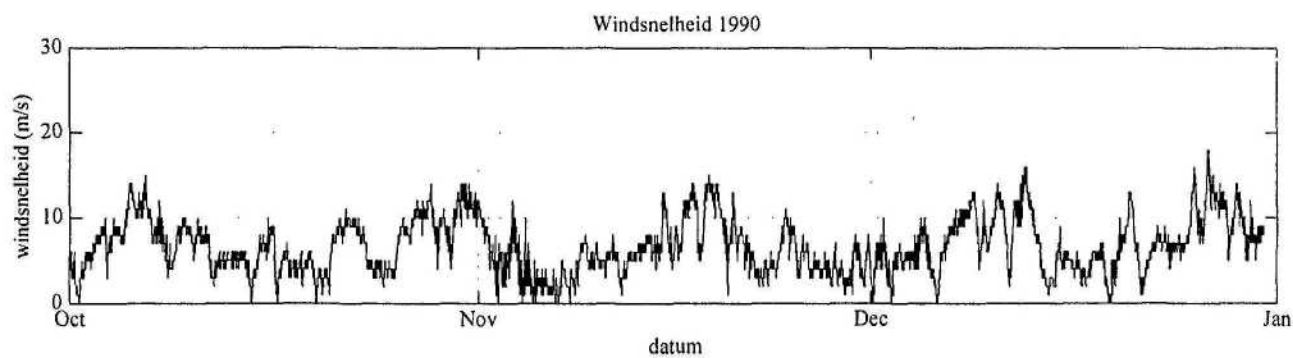
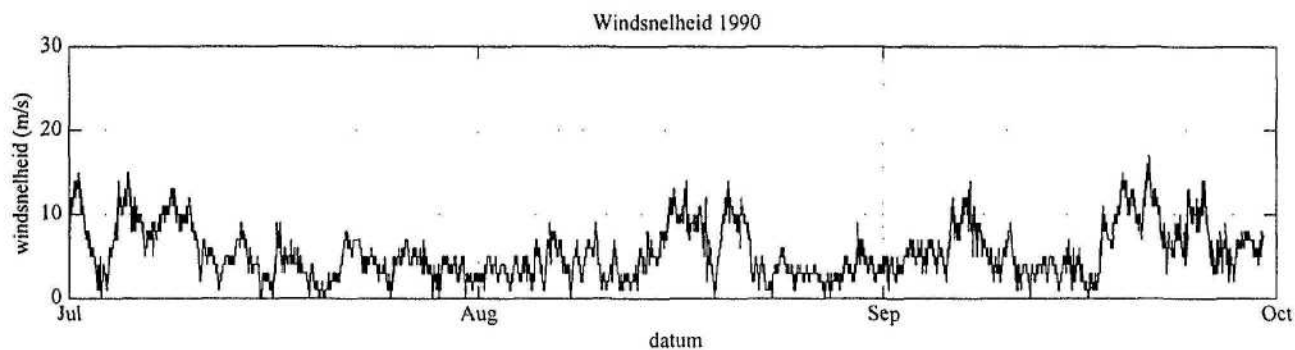
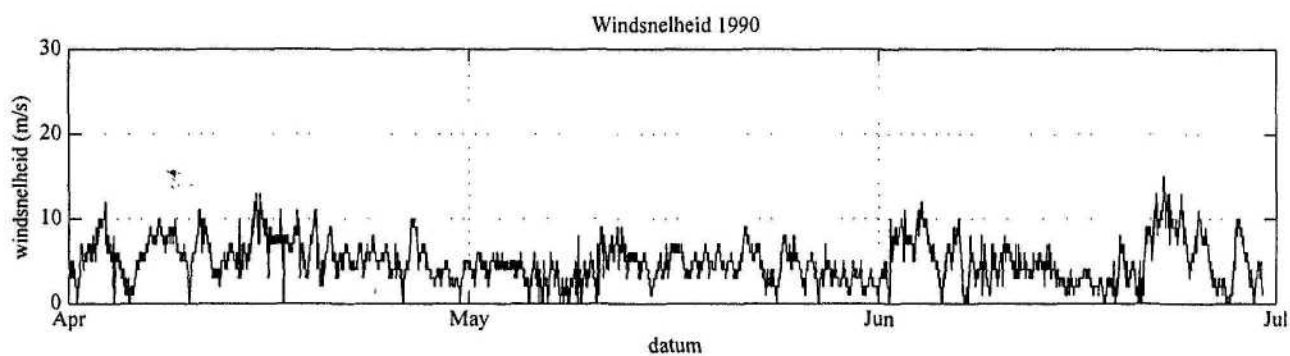
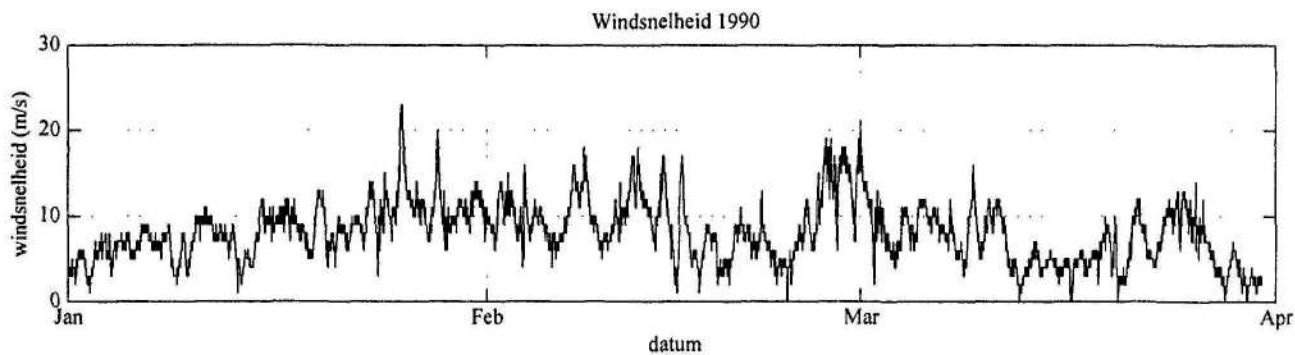
FIGUUR 2.3



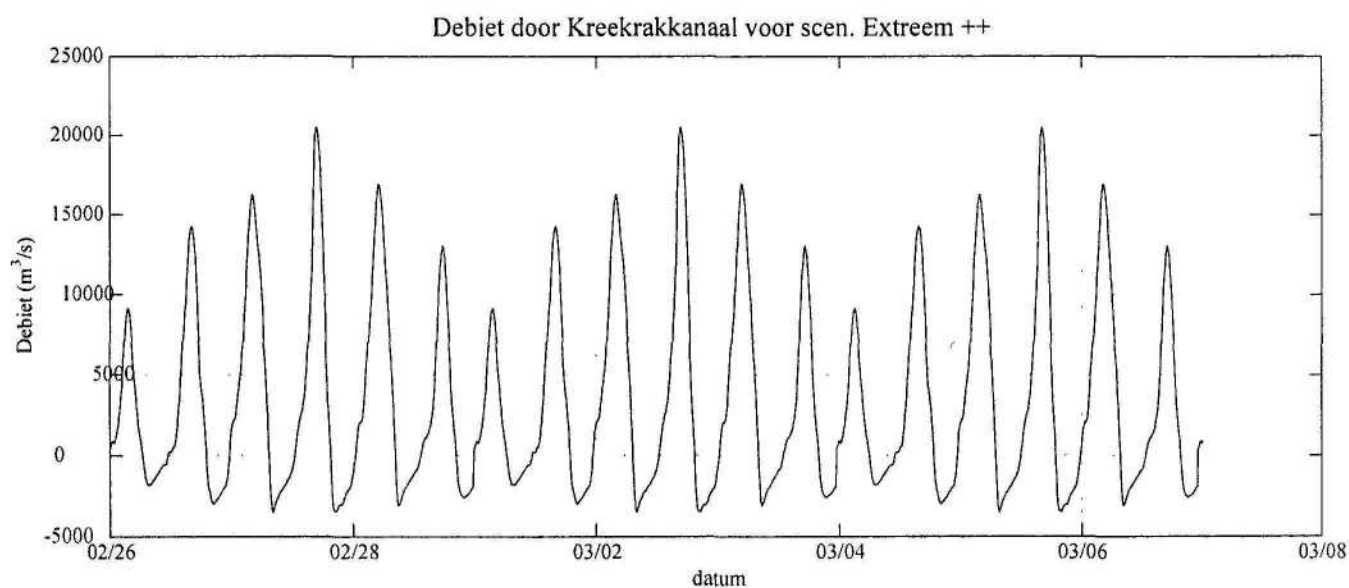
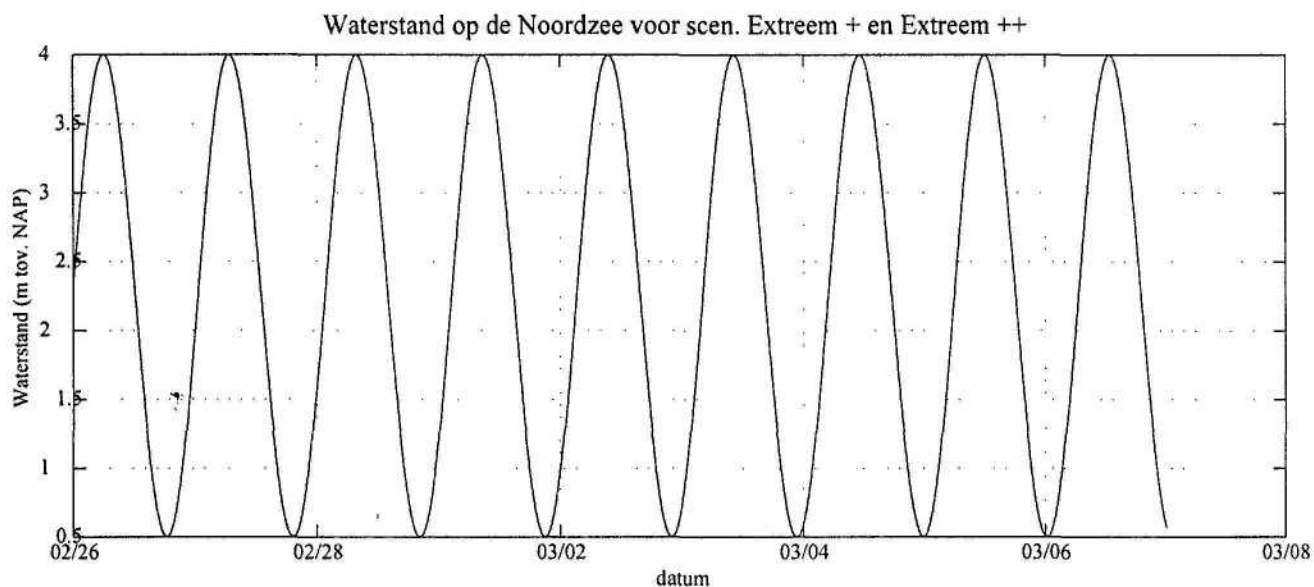


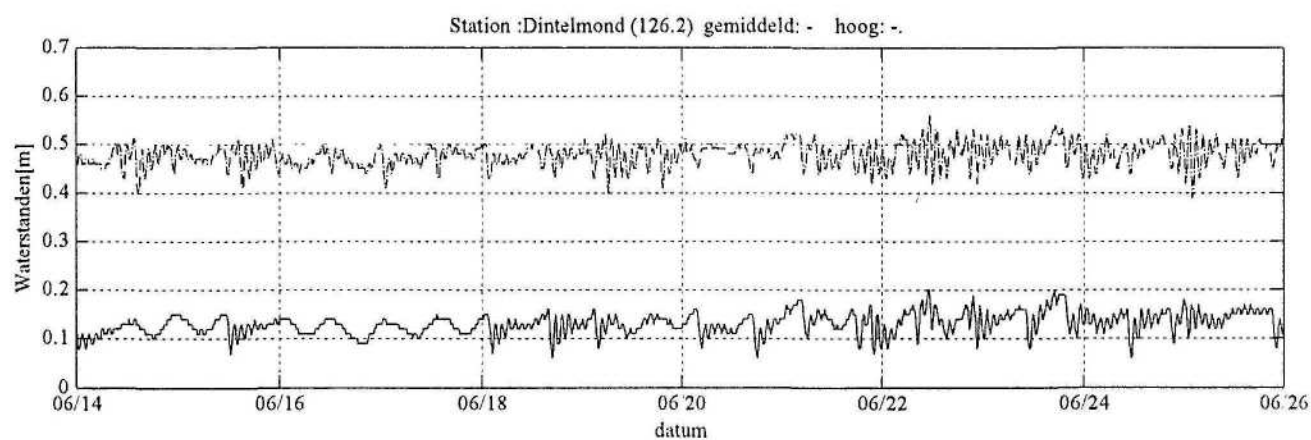
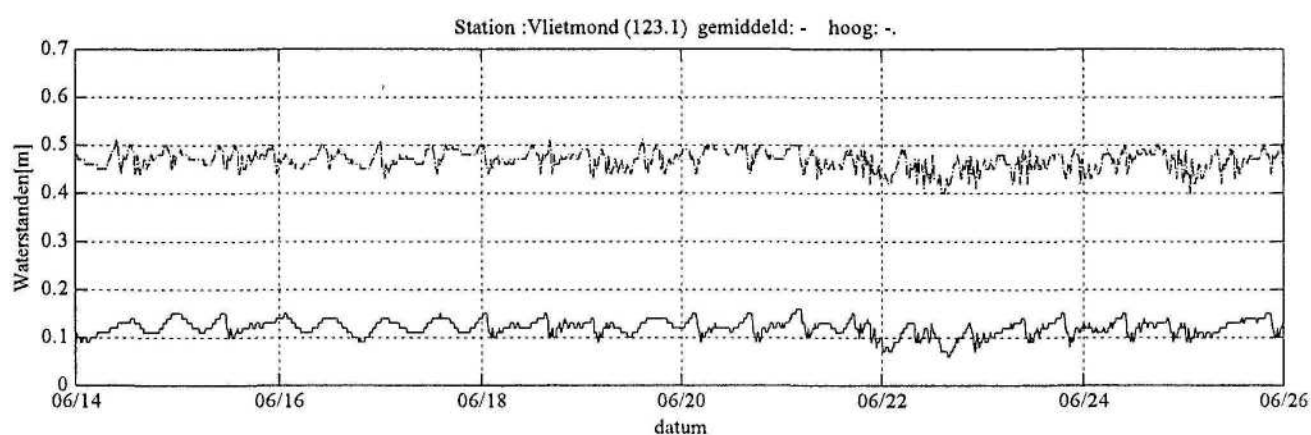
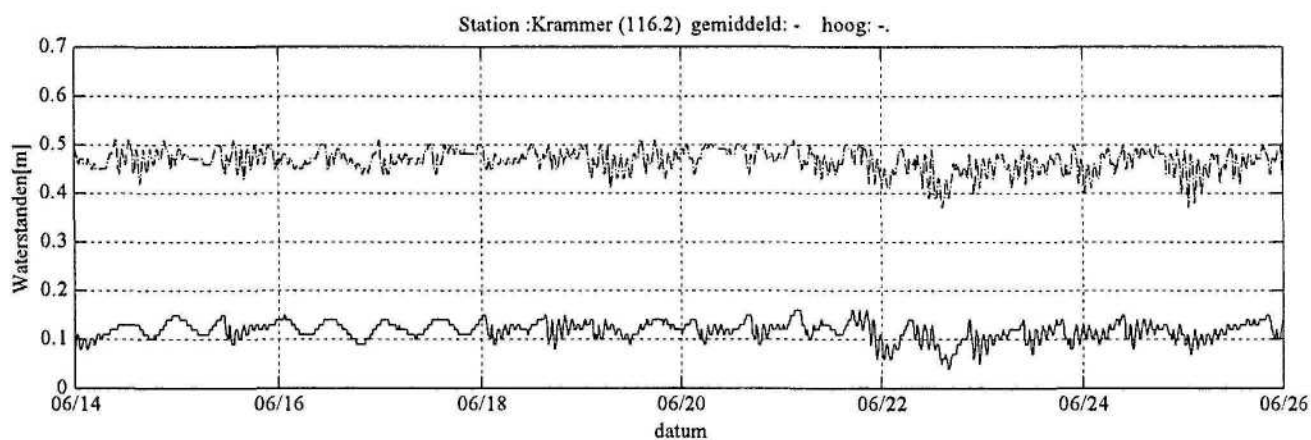
Traject Delta model

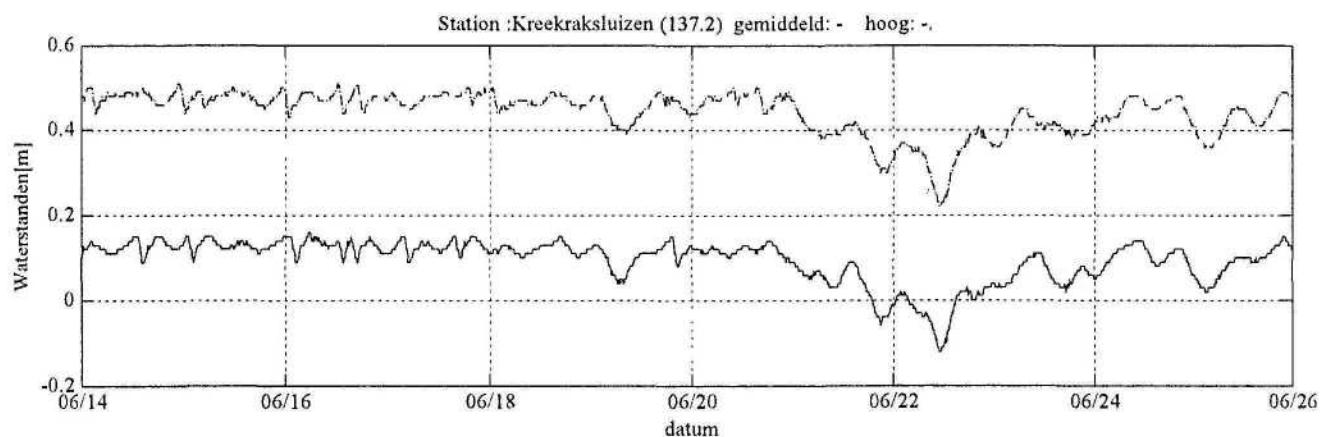
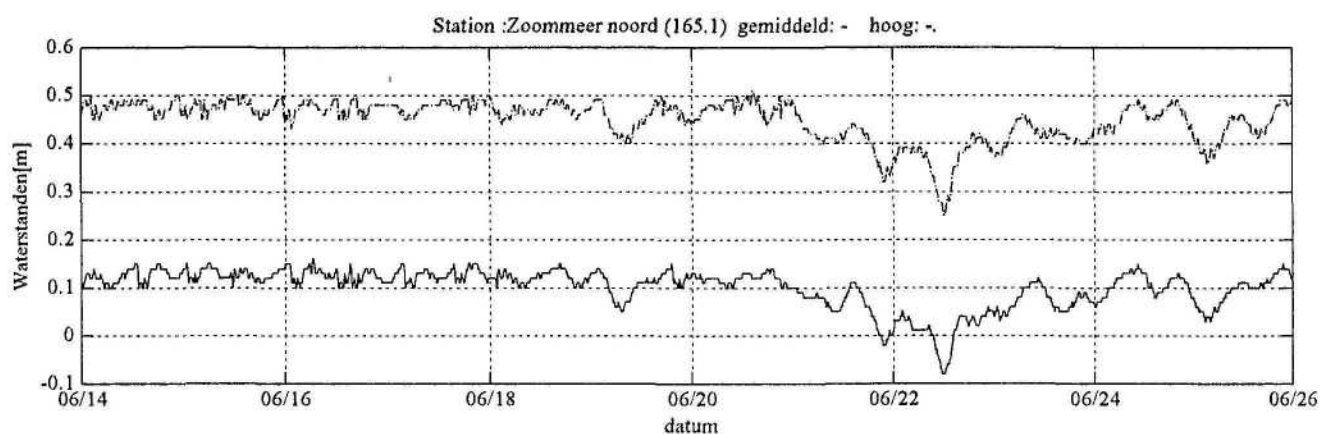
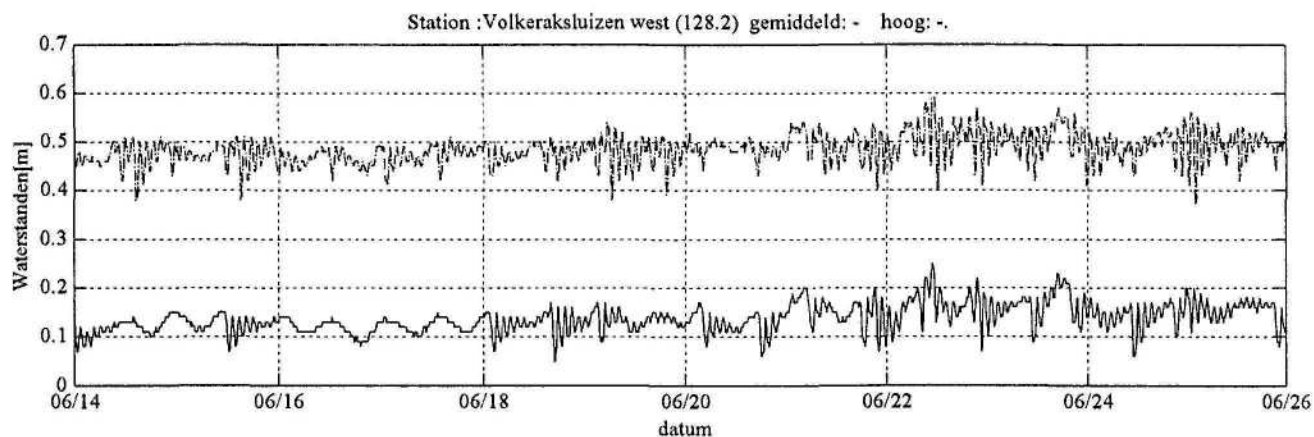


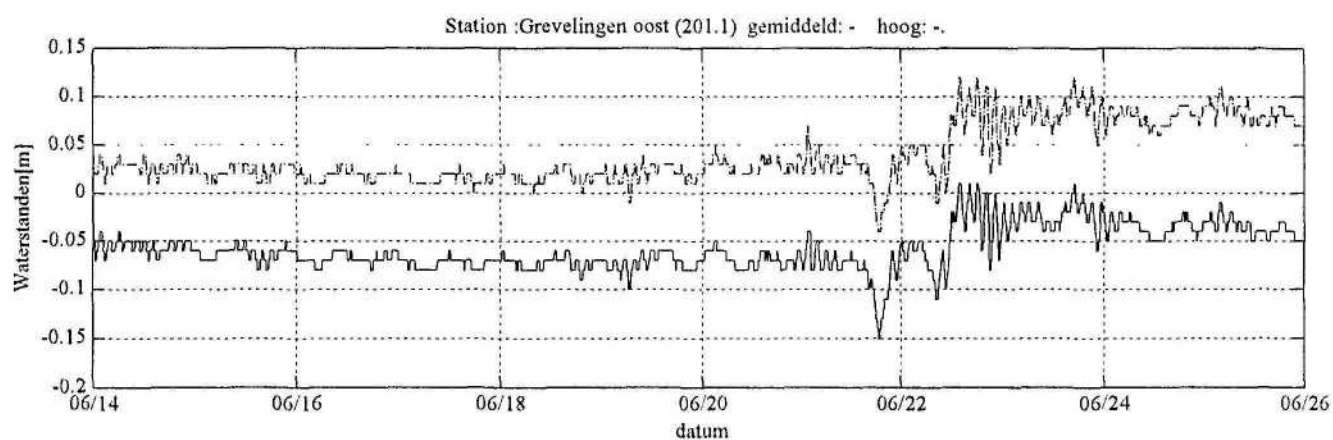
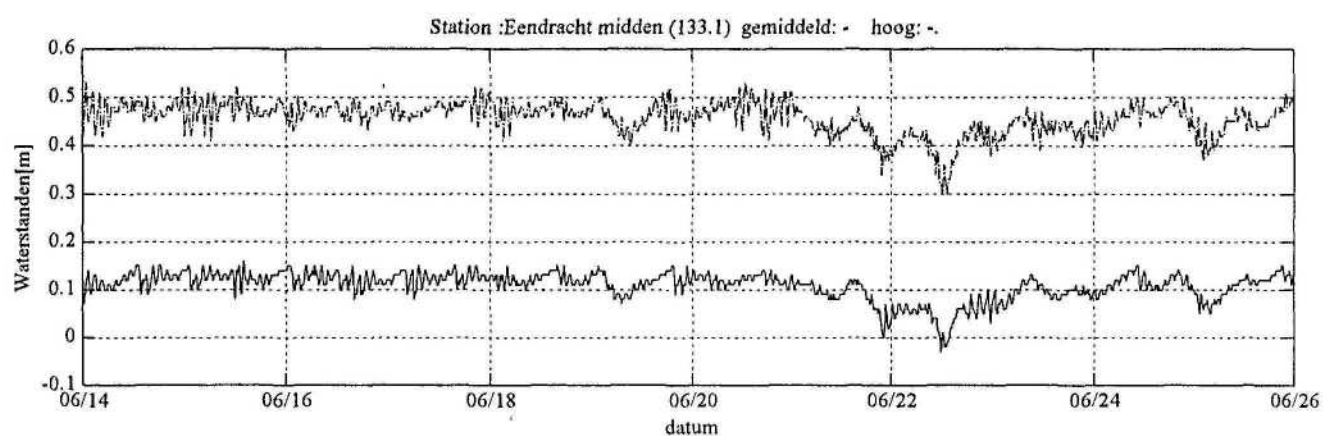
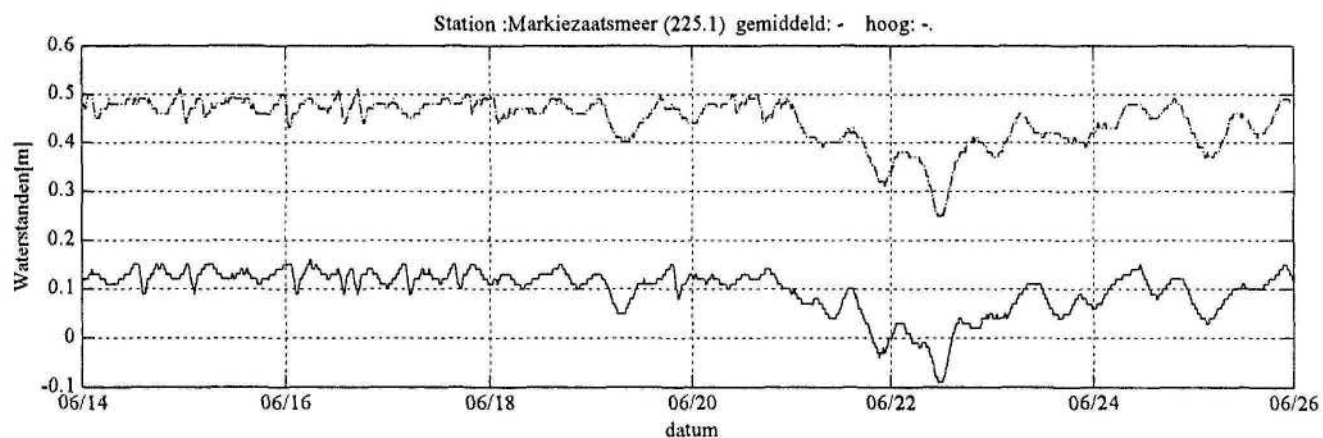


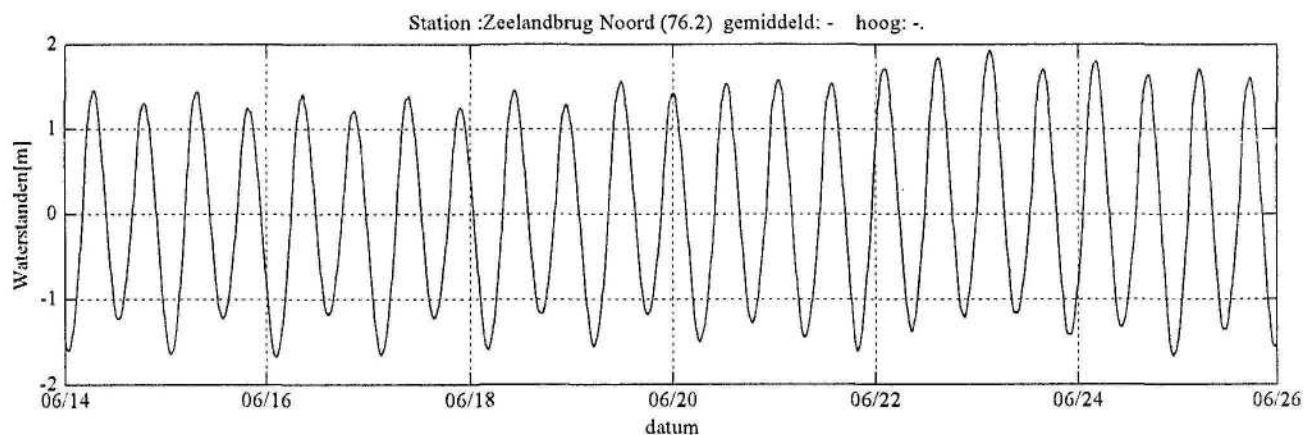
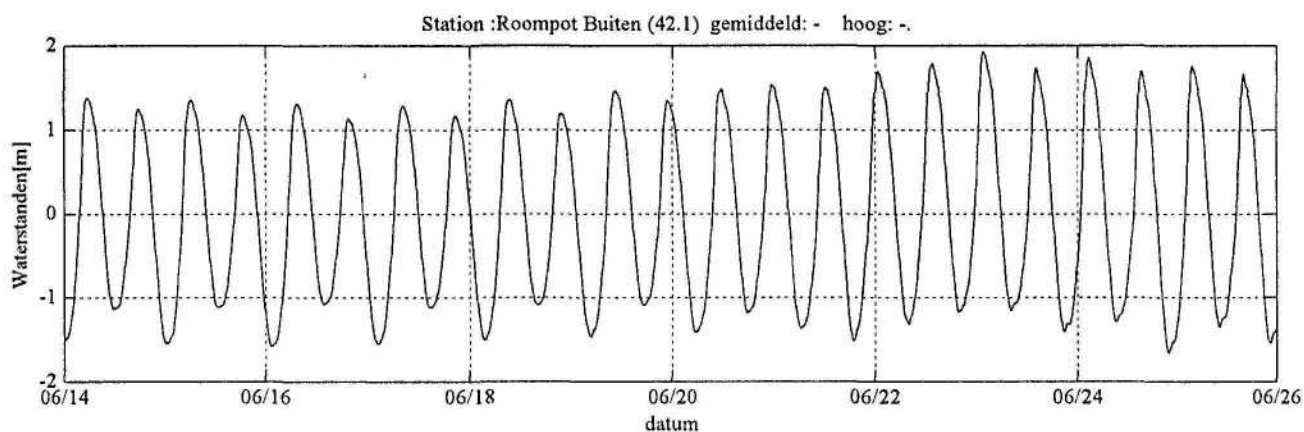
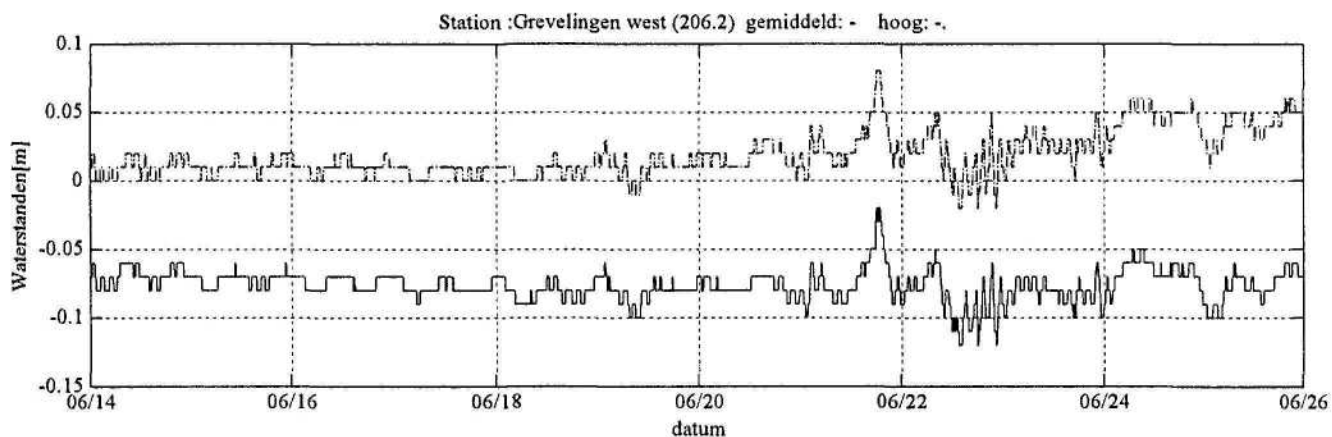




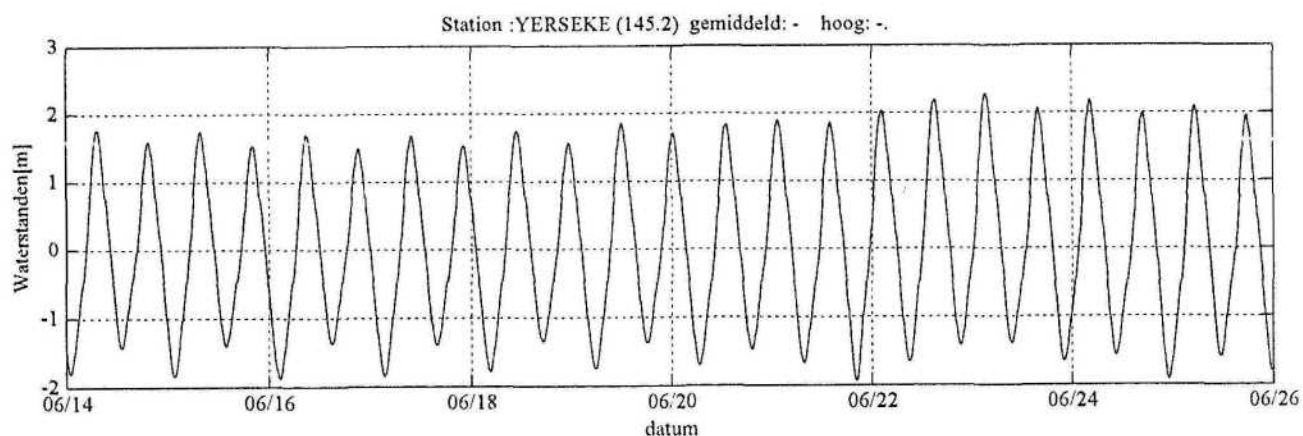
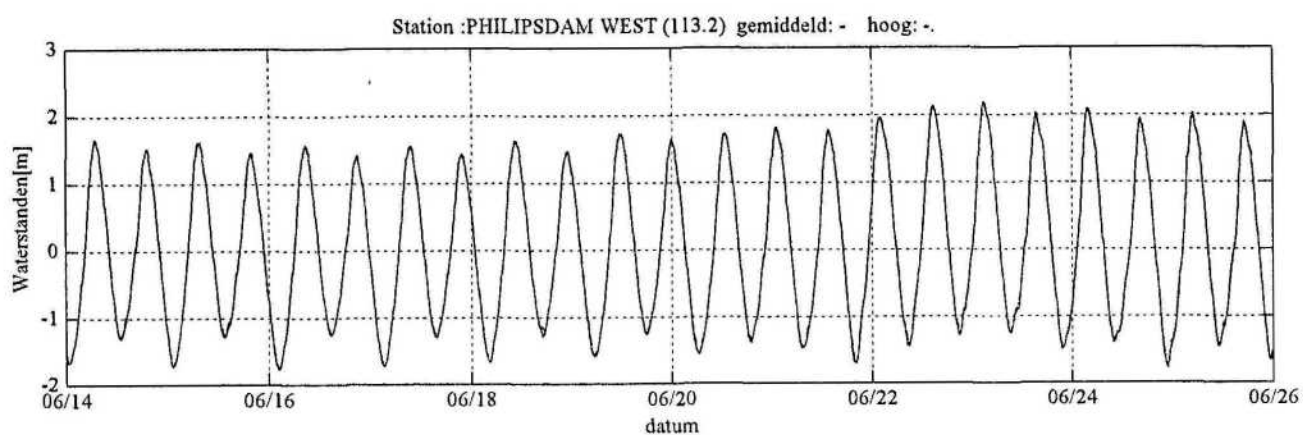
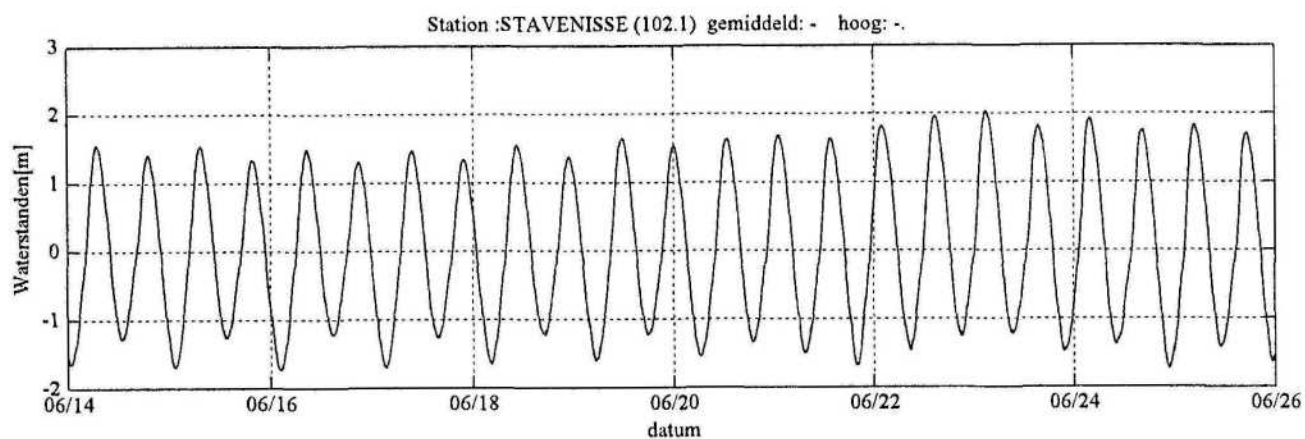


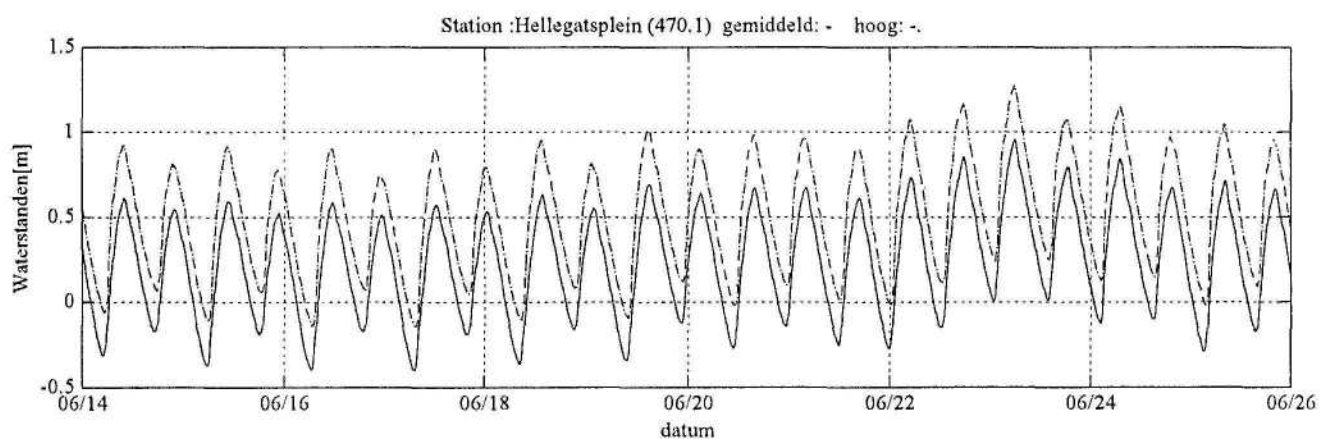
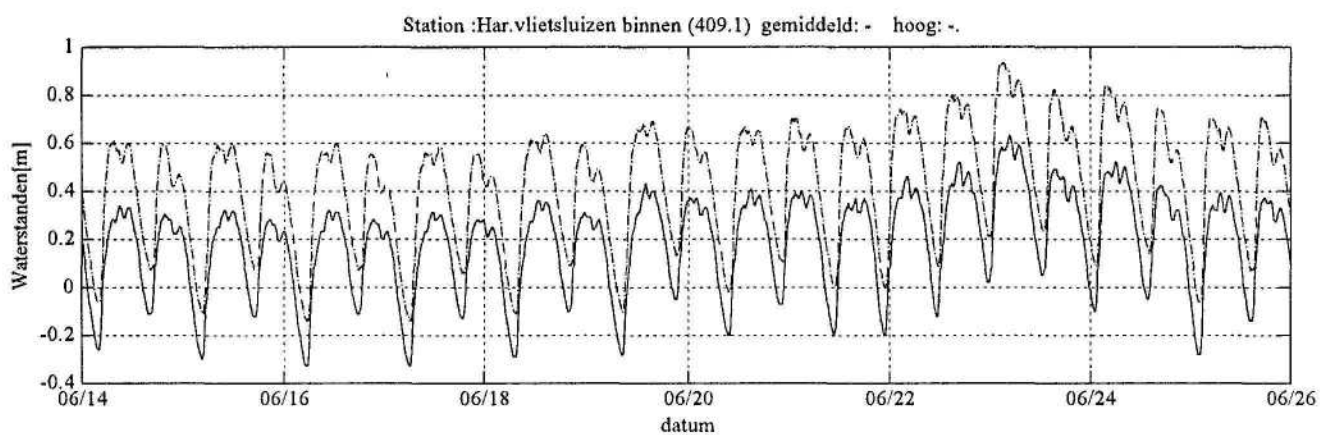
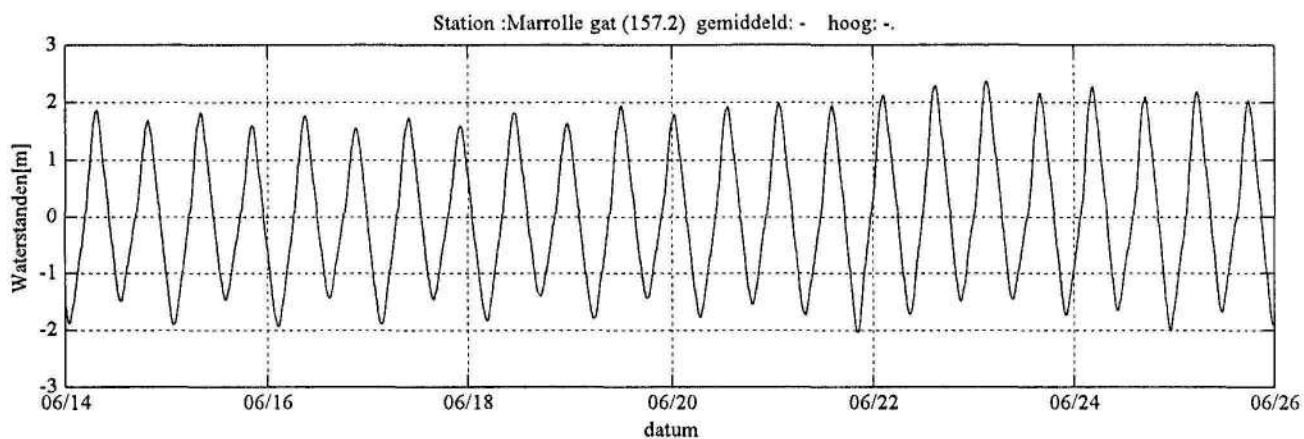


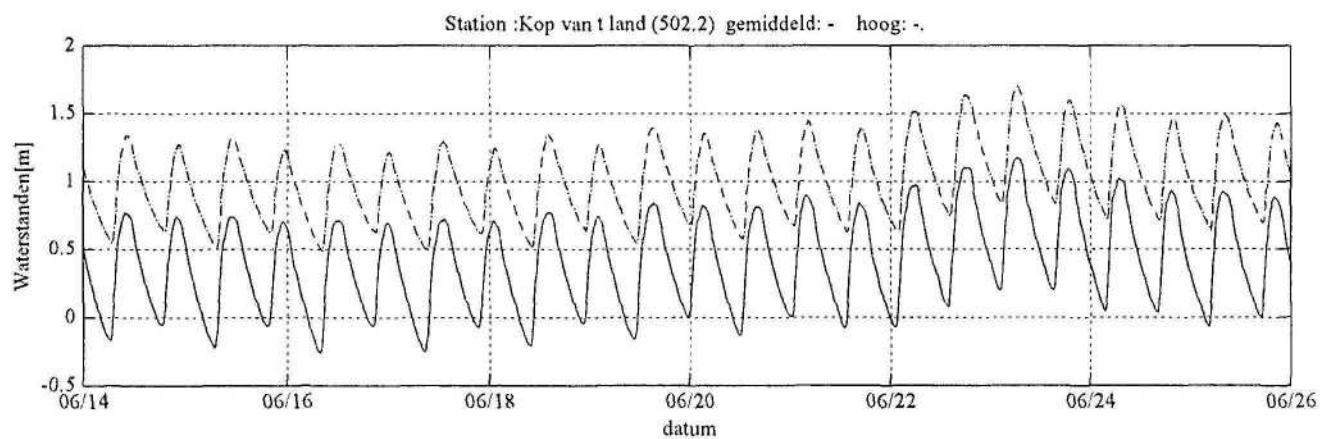
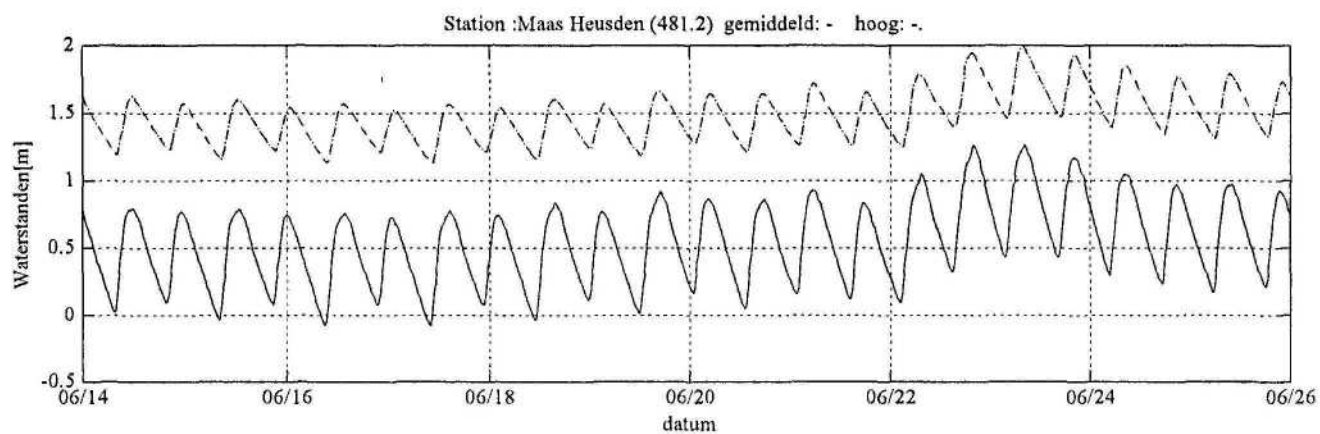
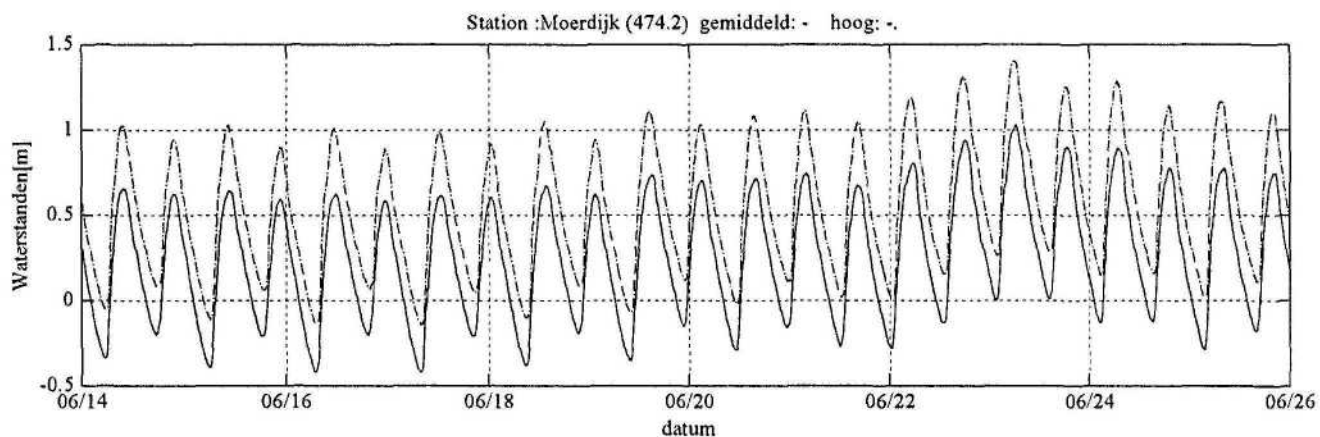


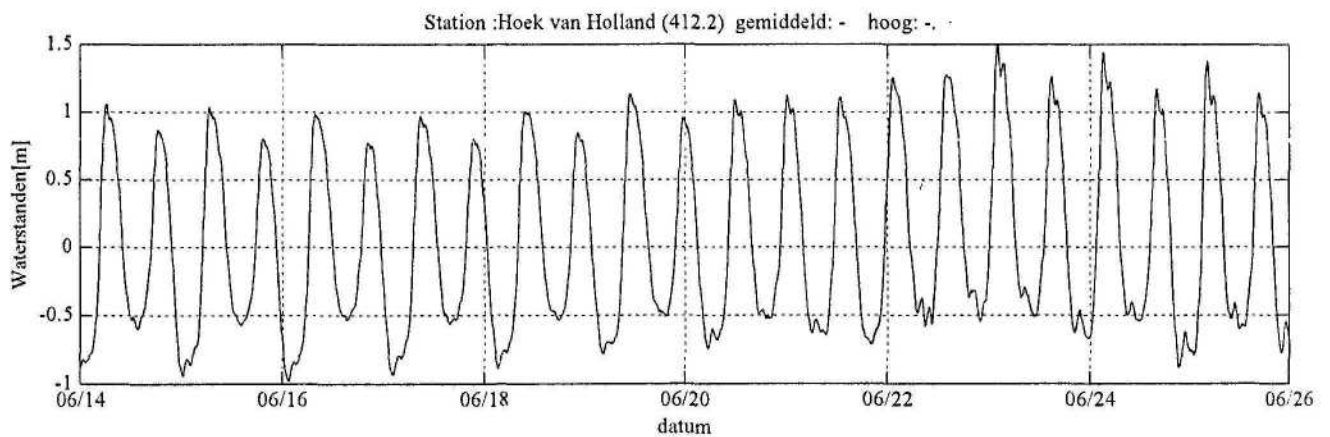
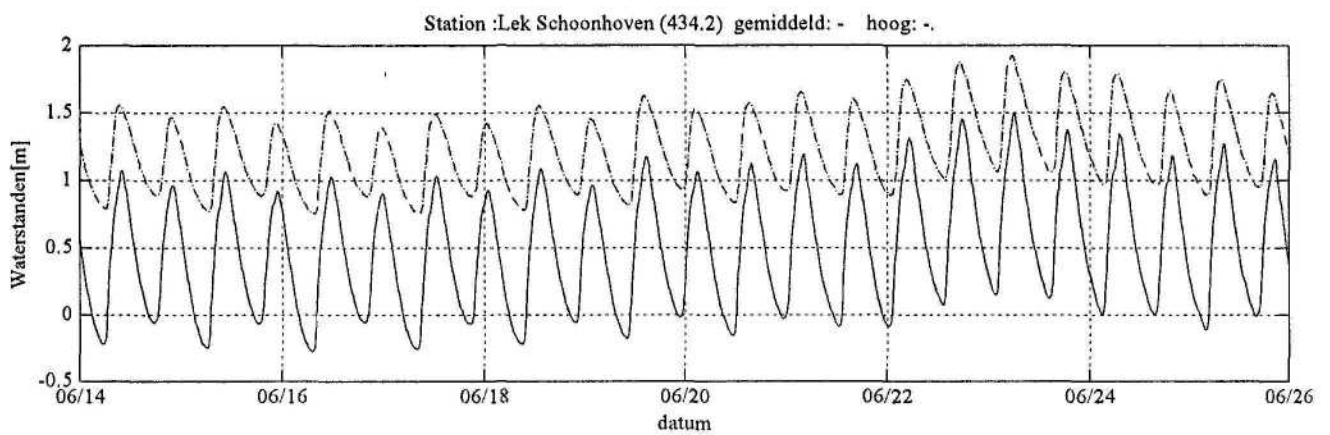
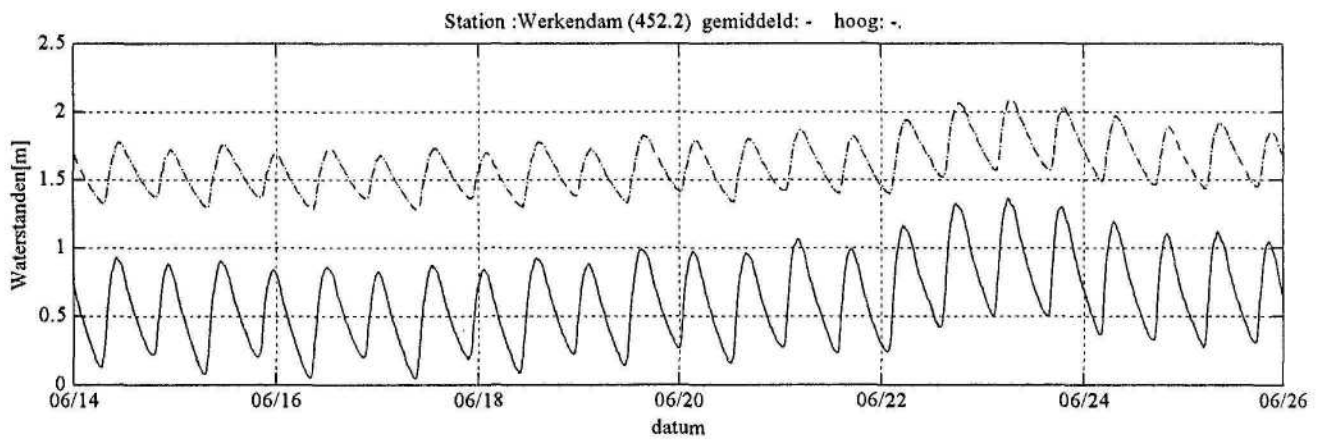


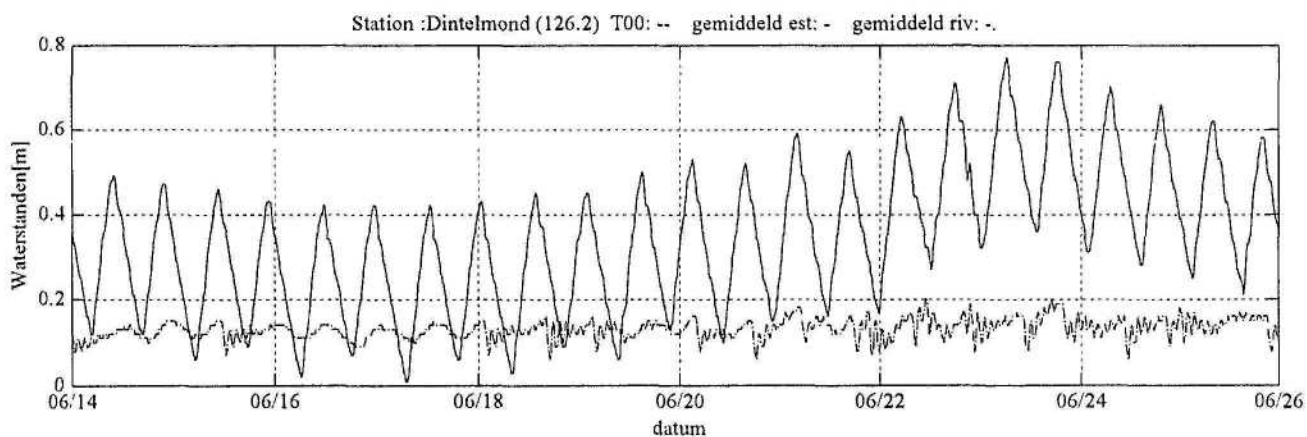
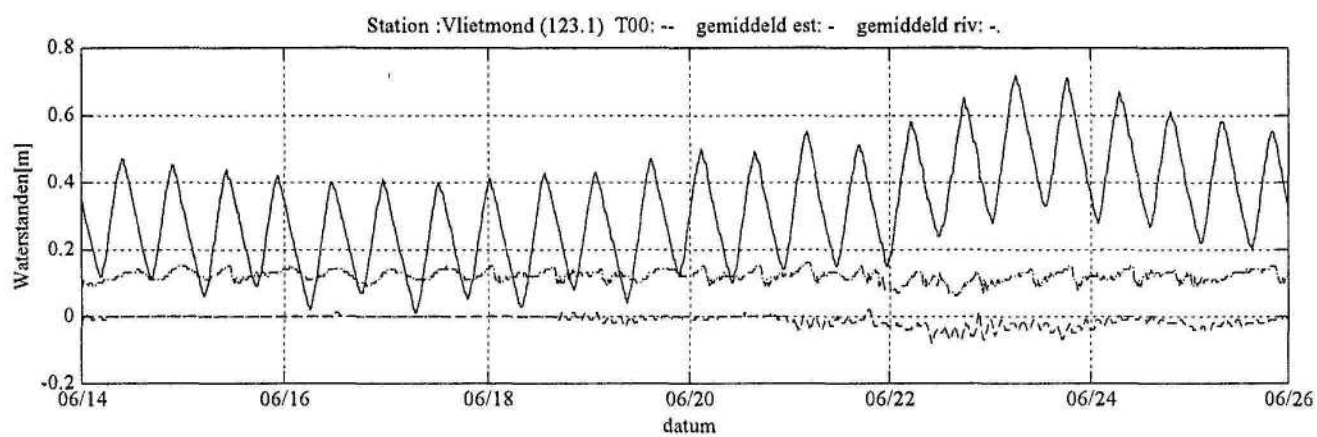
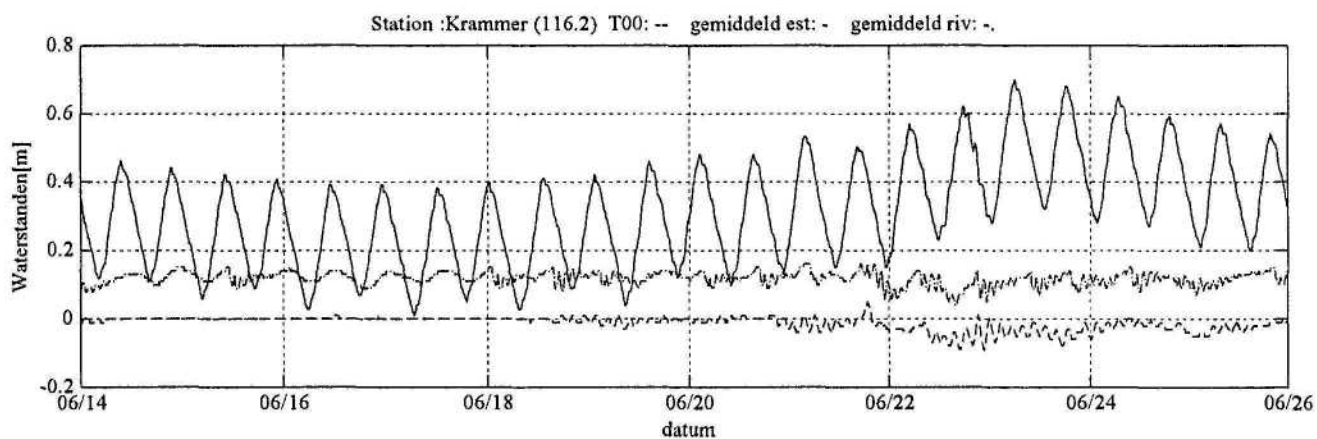












Waterstanden Delta model

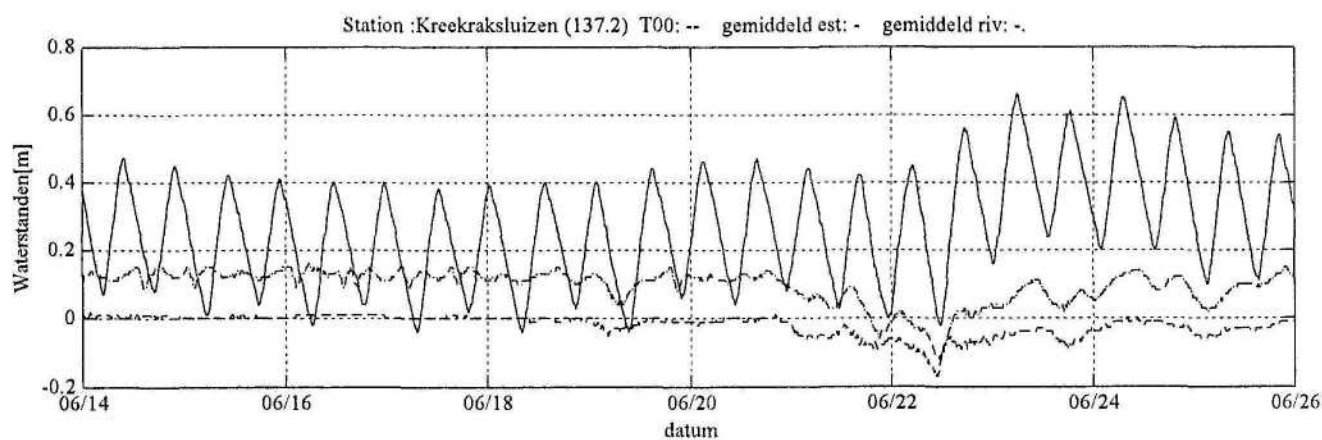
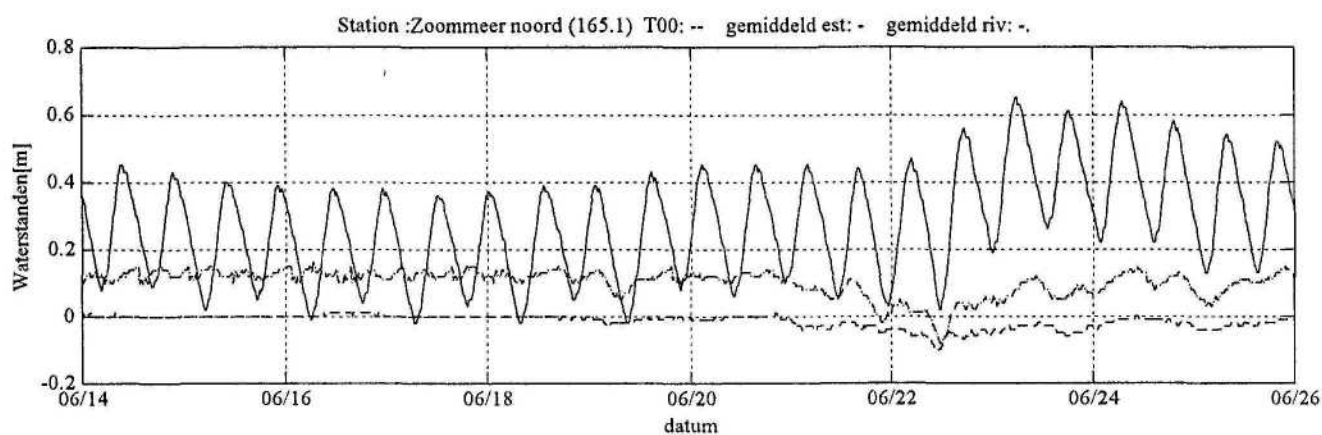
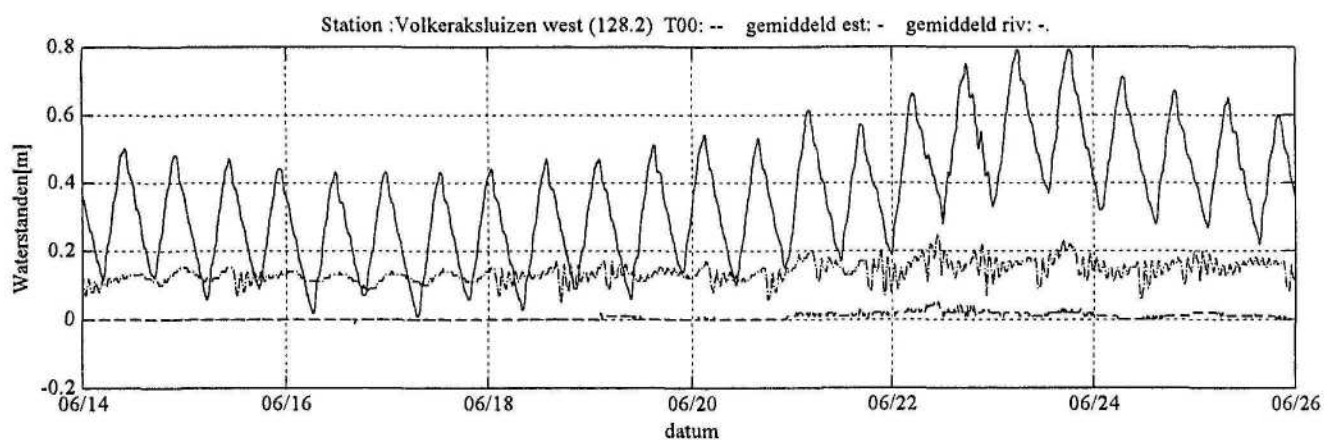
FIGUUR 3.2.9

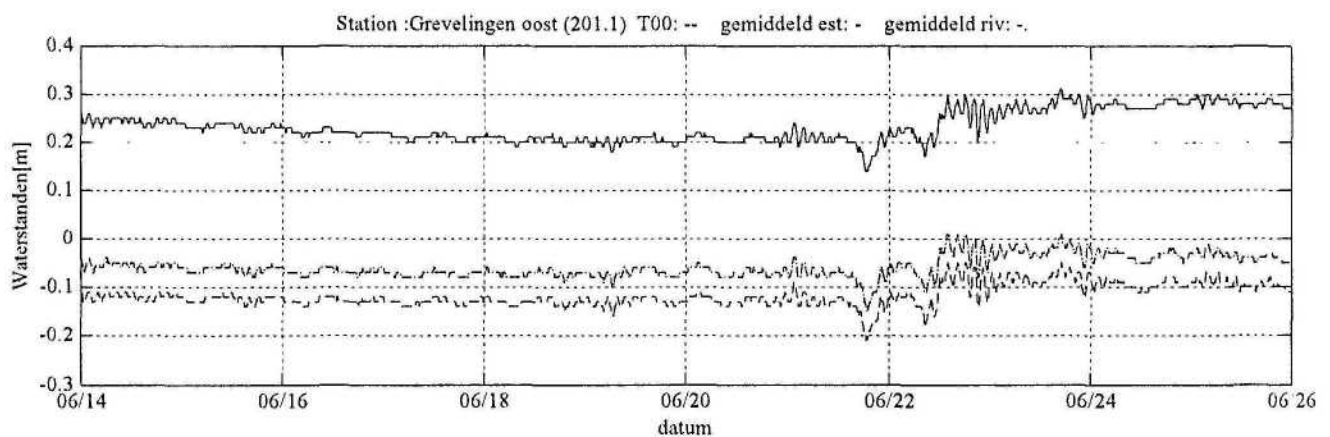
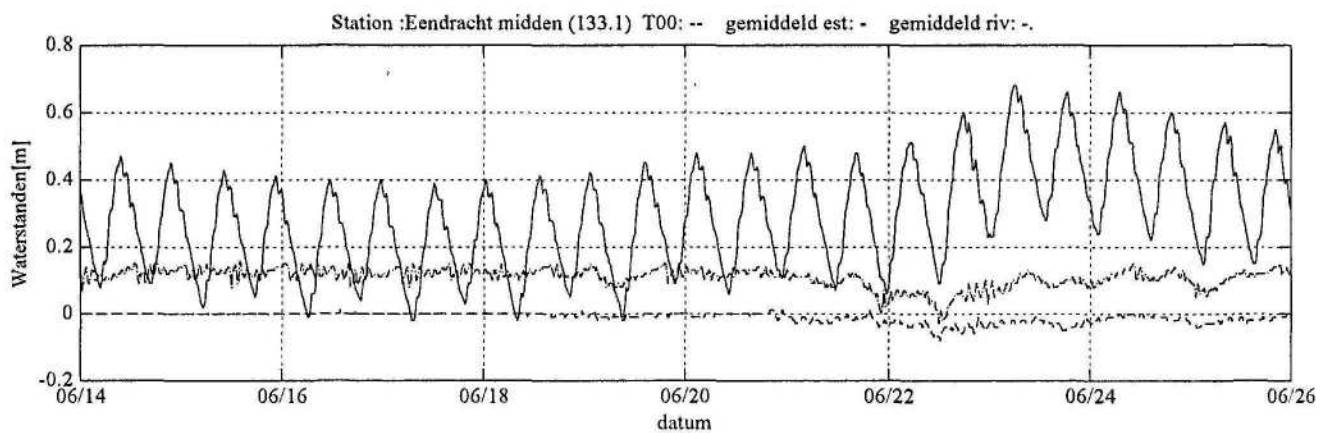
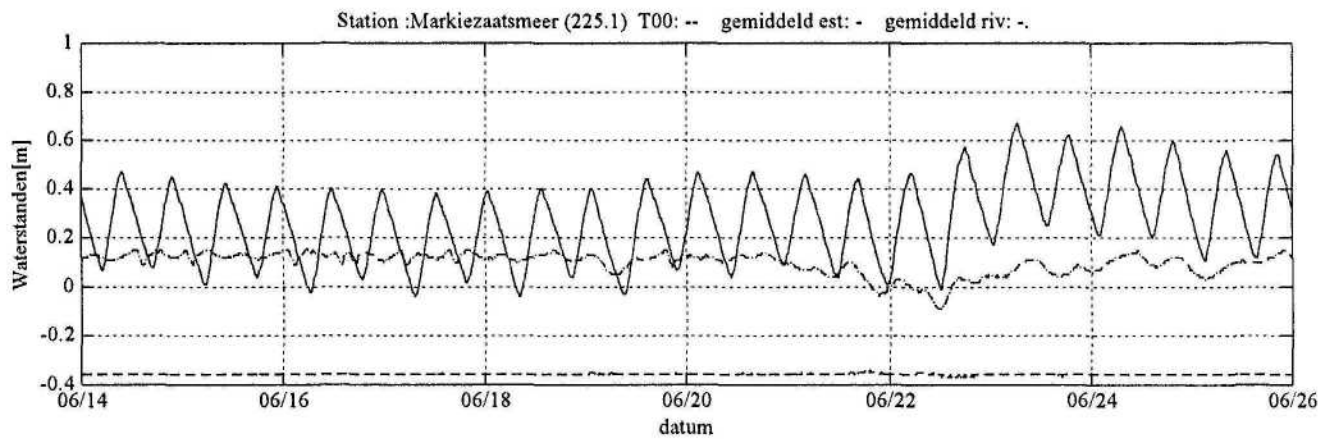
1162

Aanvullende Berekeningen Blauwe Delta

05-Dec-2000







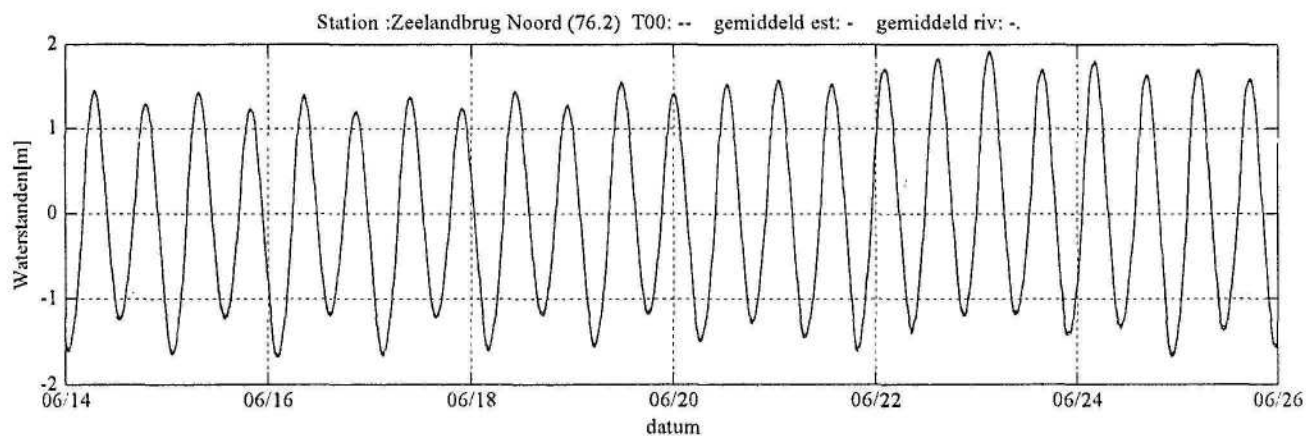
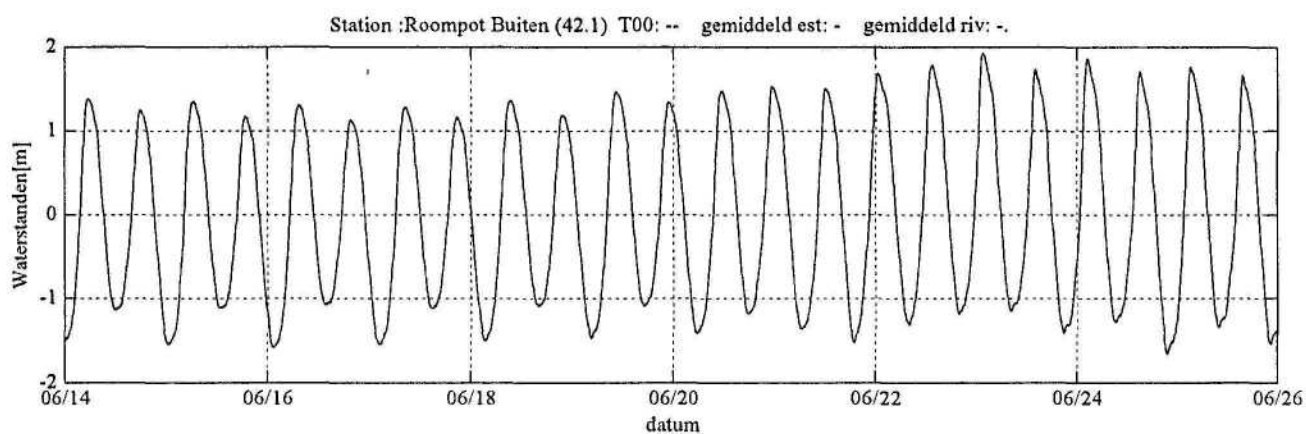
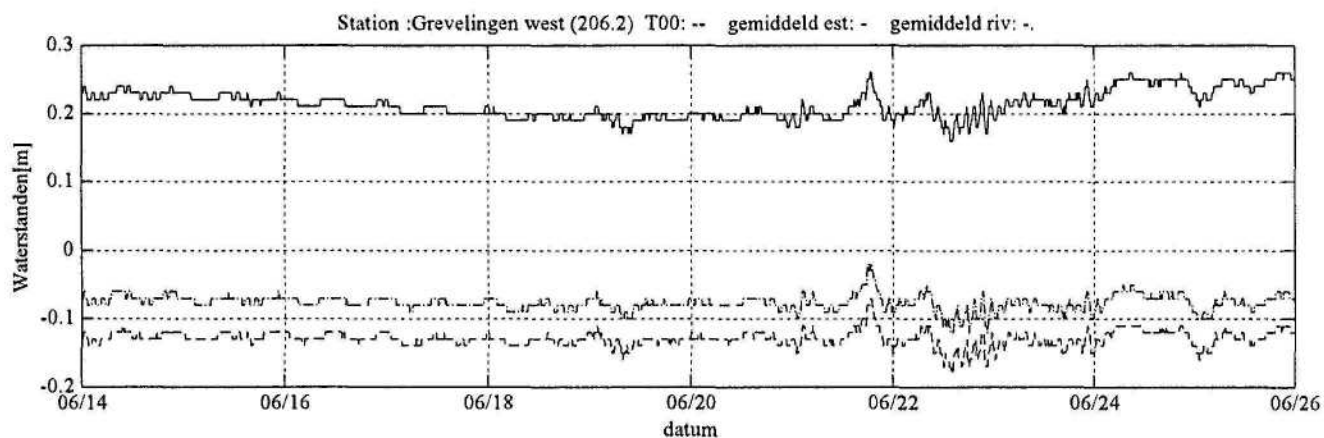
Waterstanden Delta model

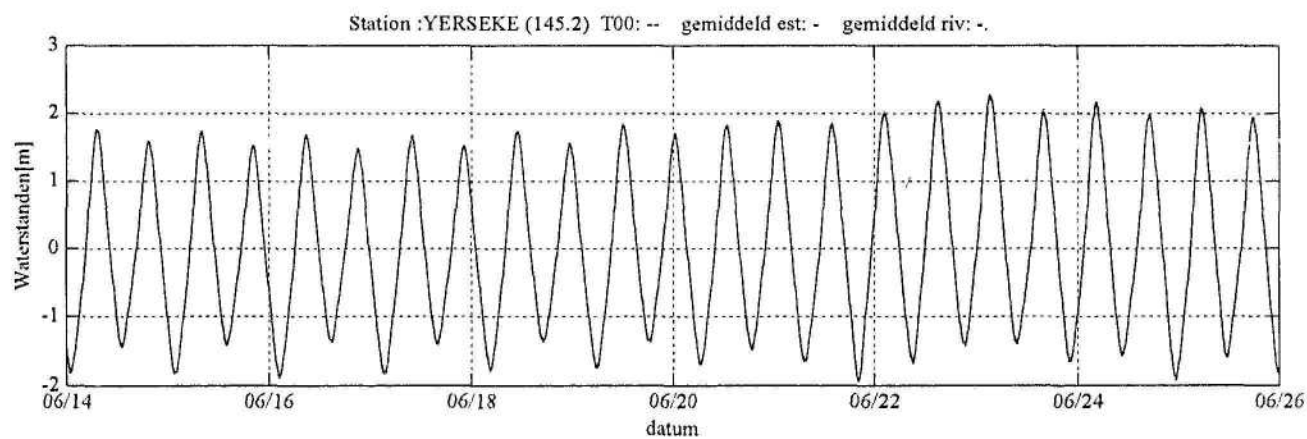
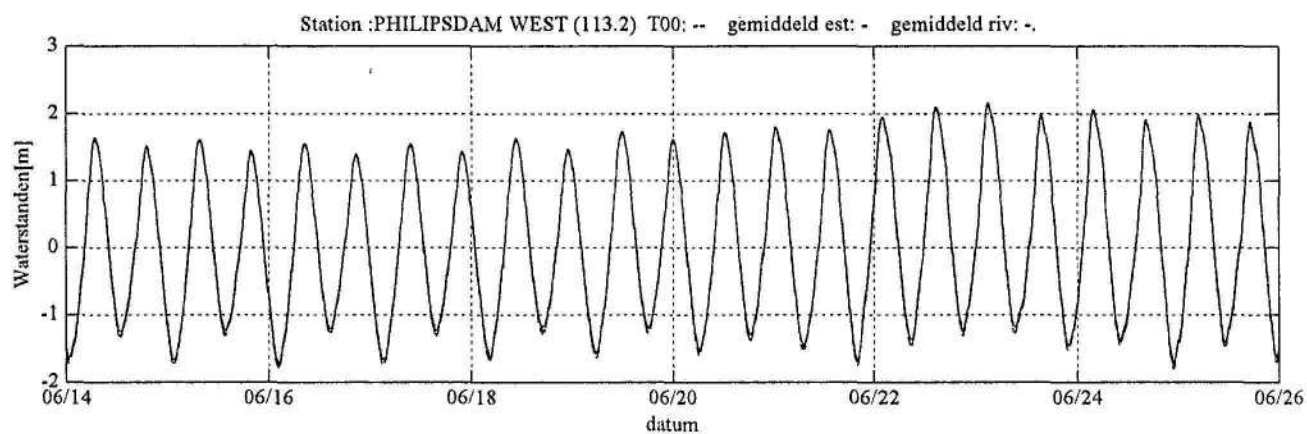
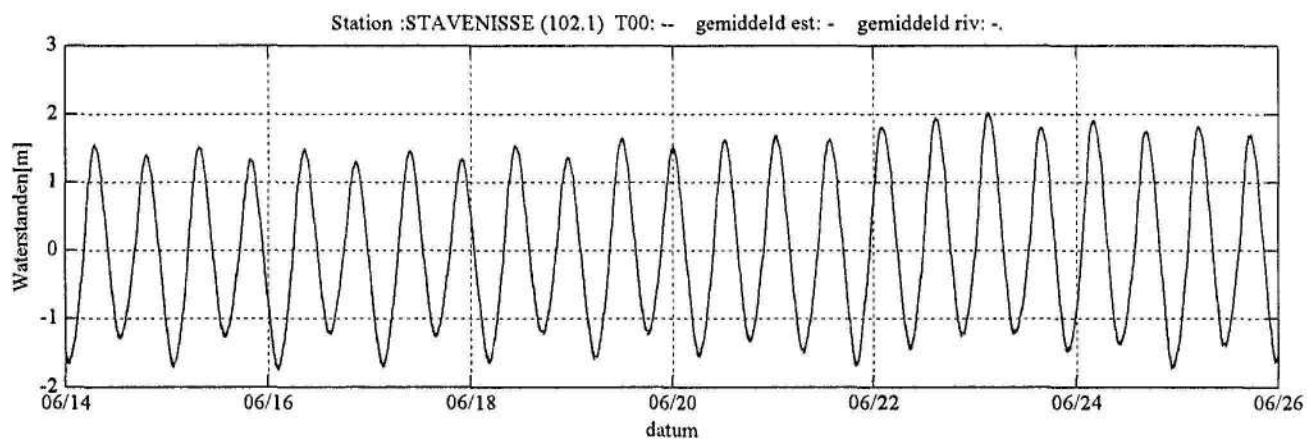
FIGUUR 3.2.11

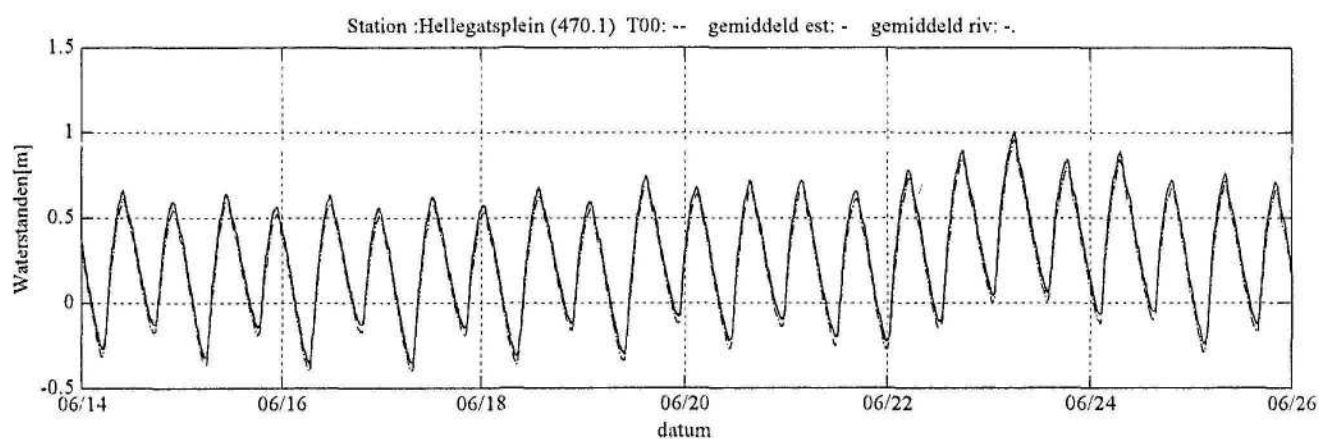
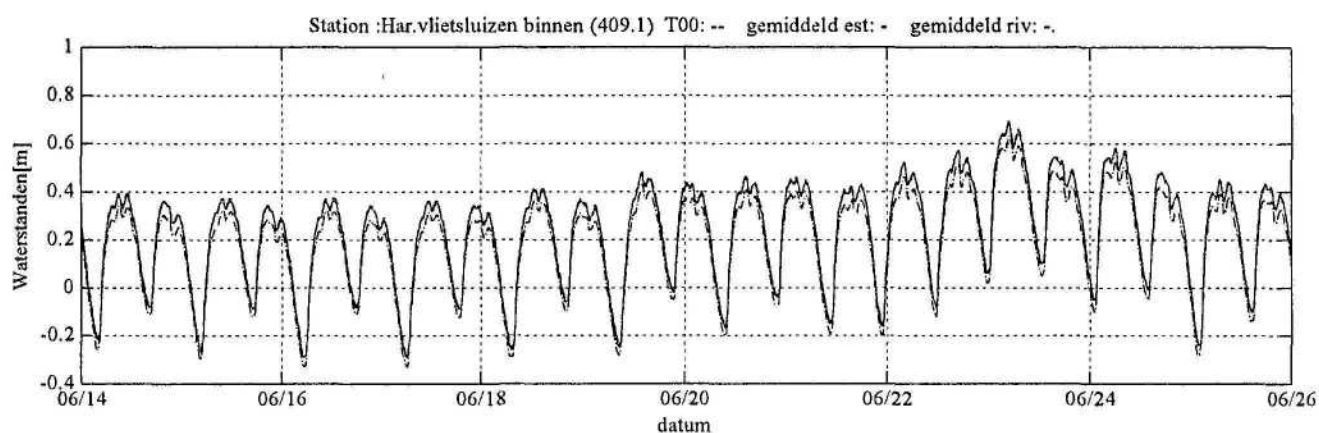
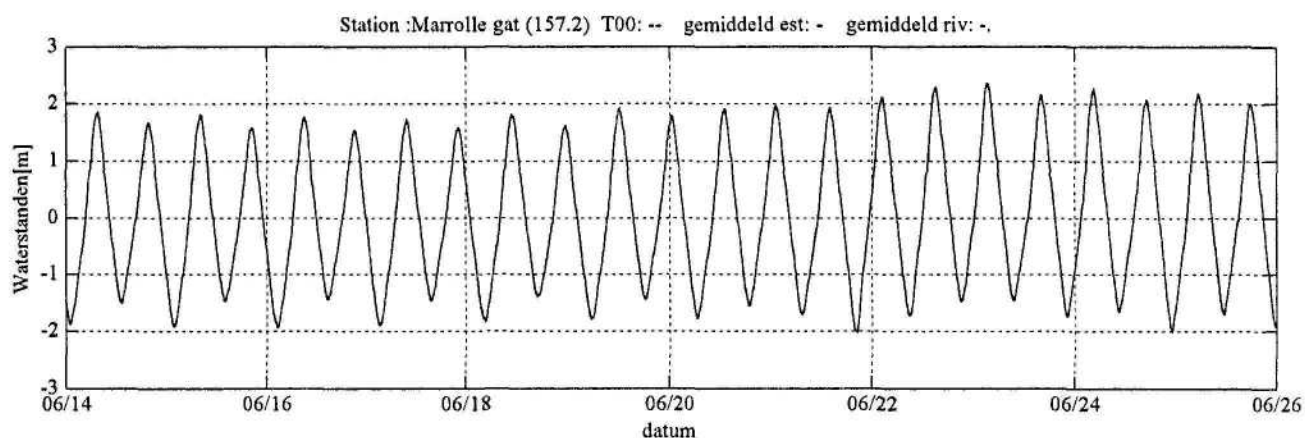
1162

Aanvullende Berekeningen Blauwe Delta

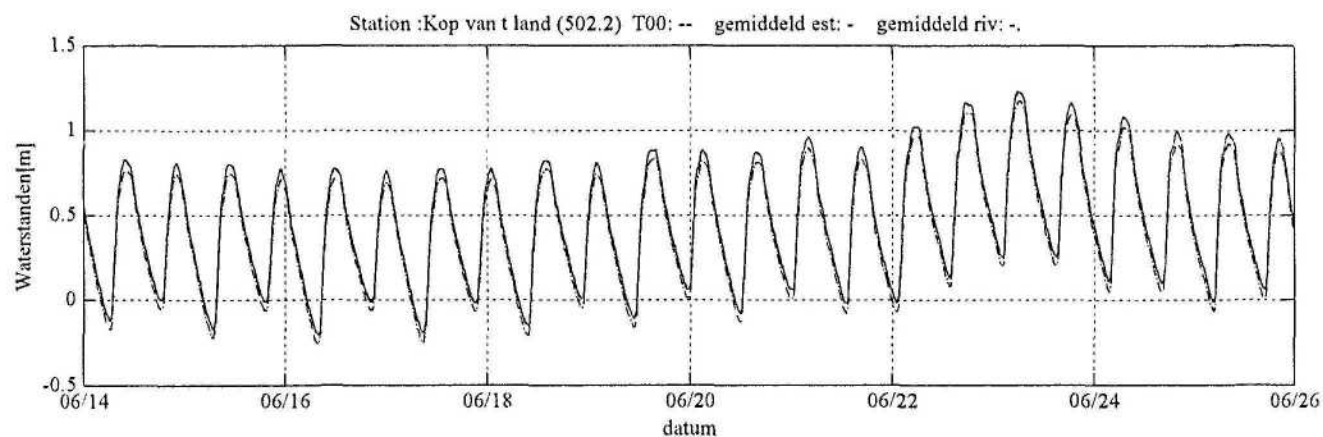
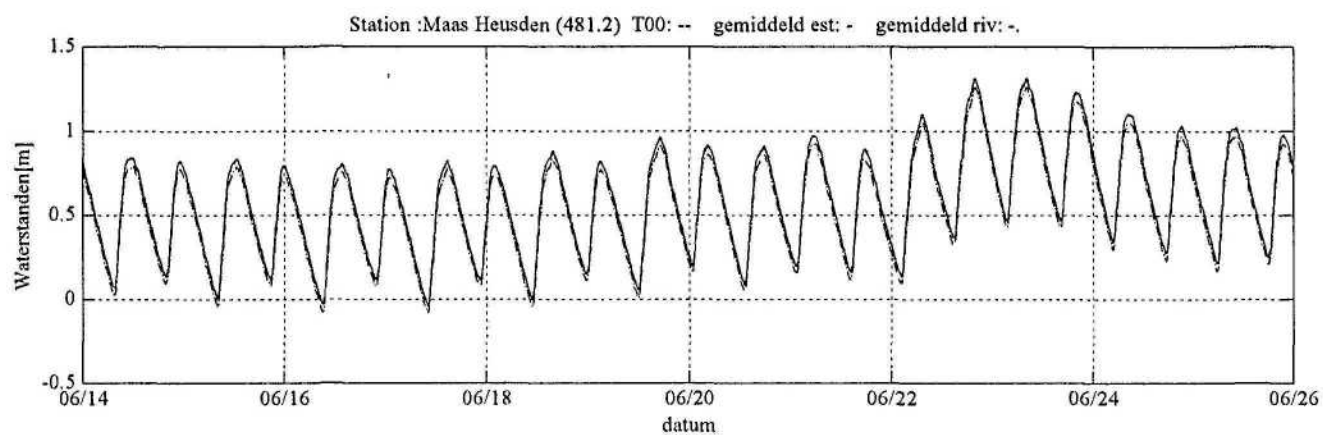
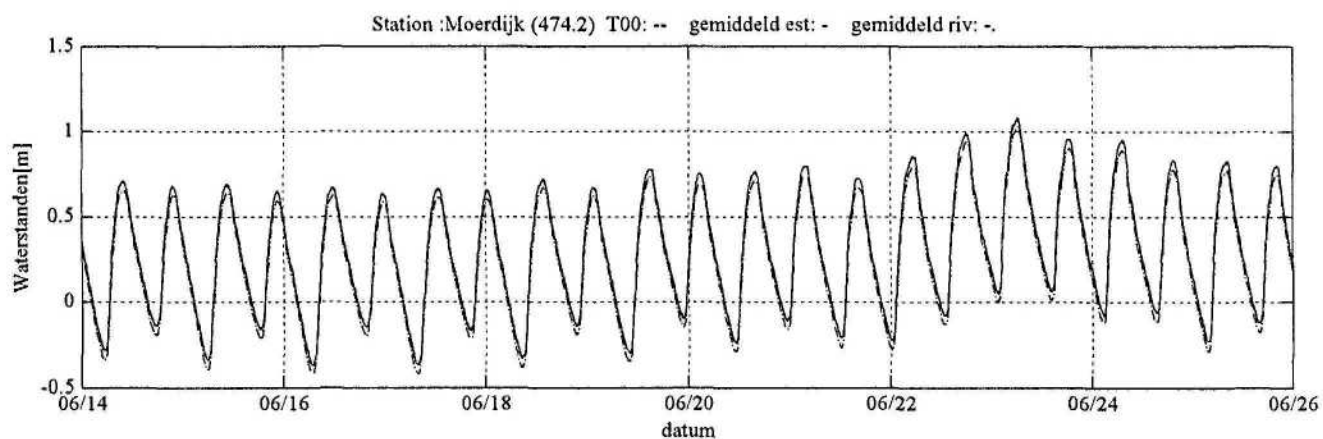
05-Dec-2000

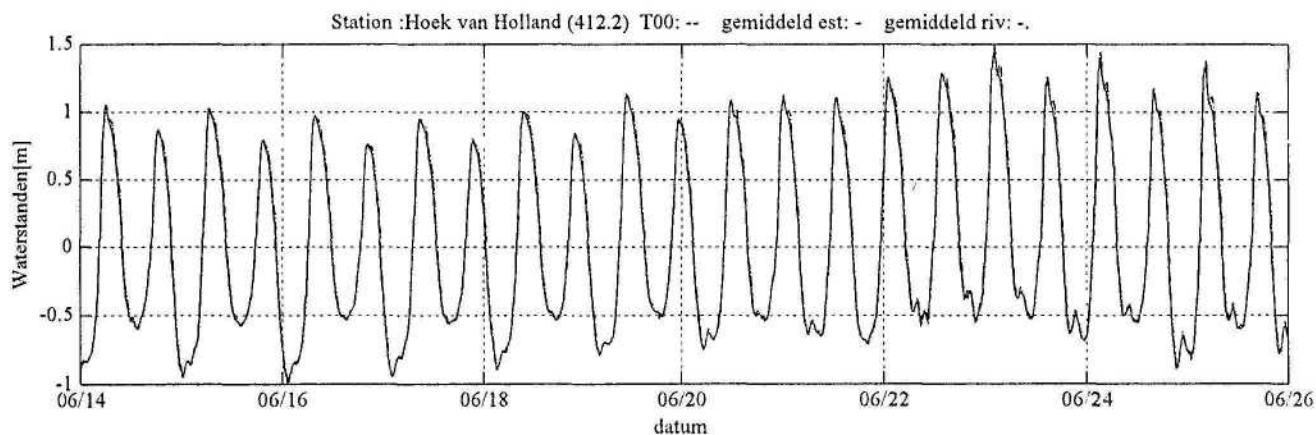
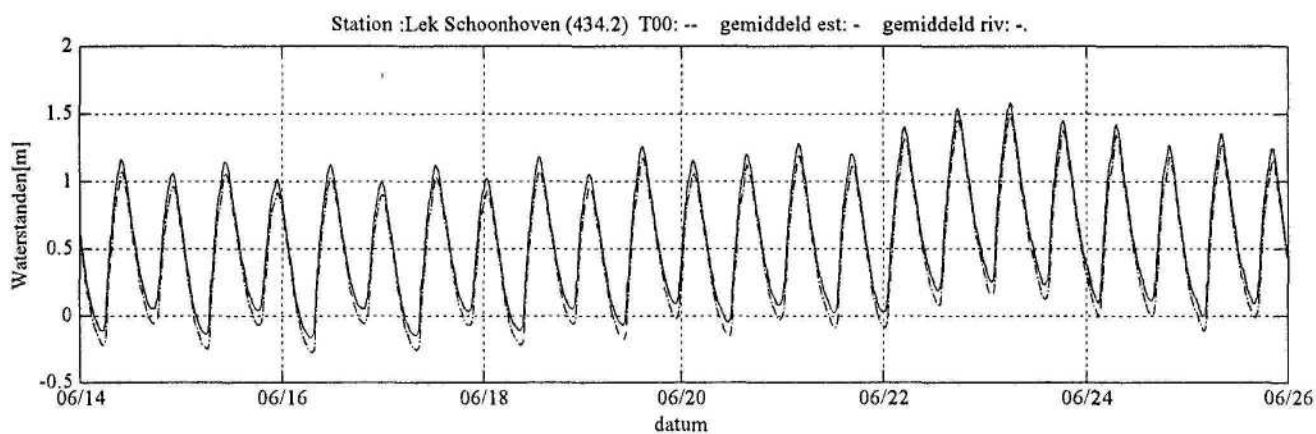
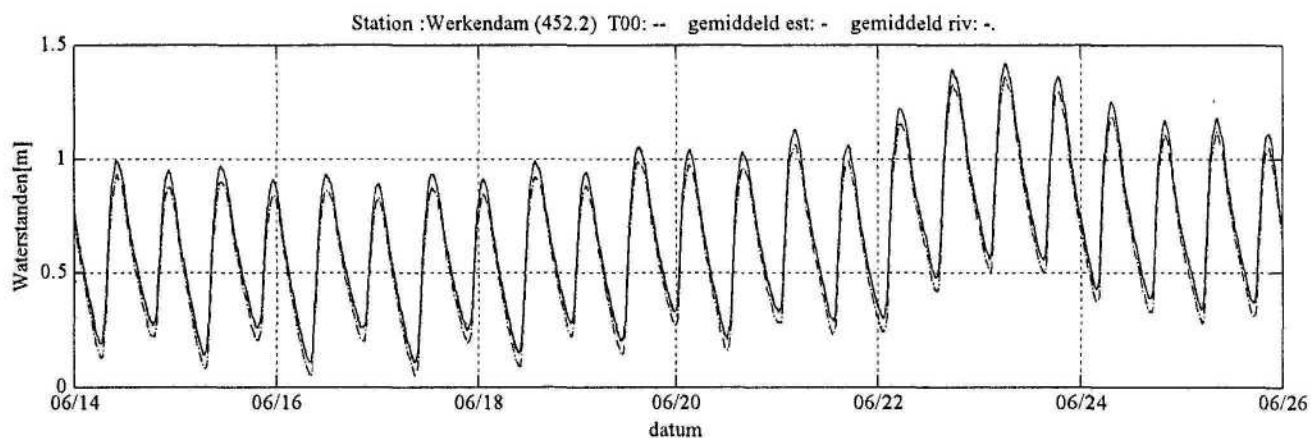


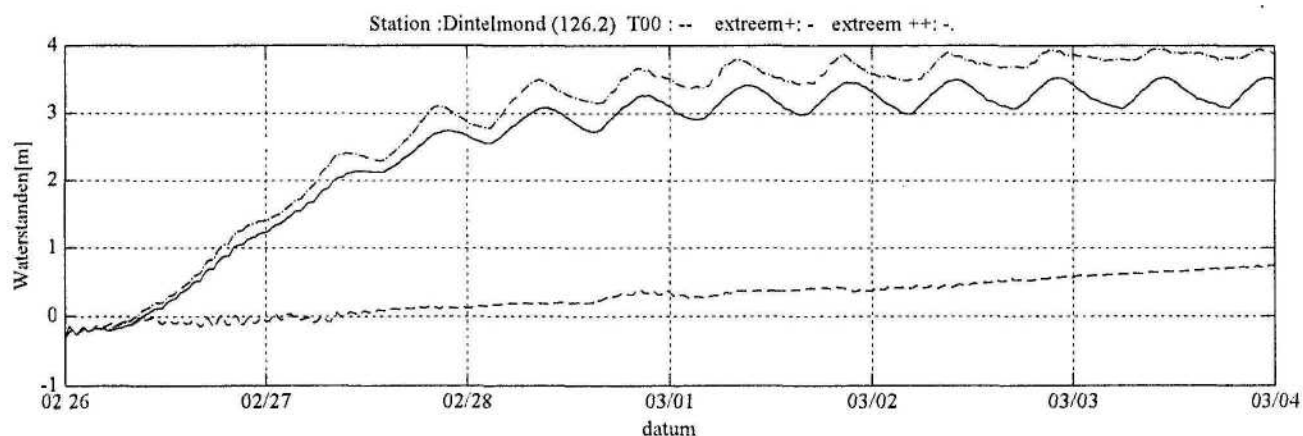
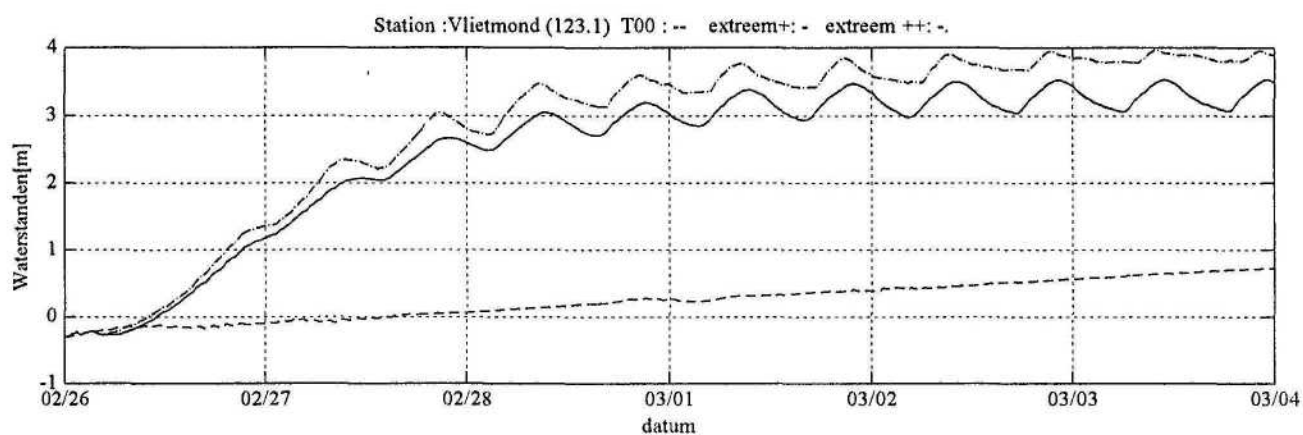
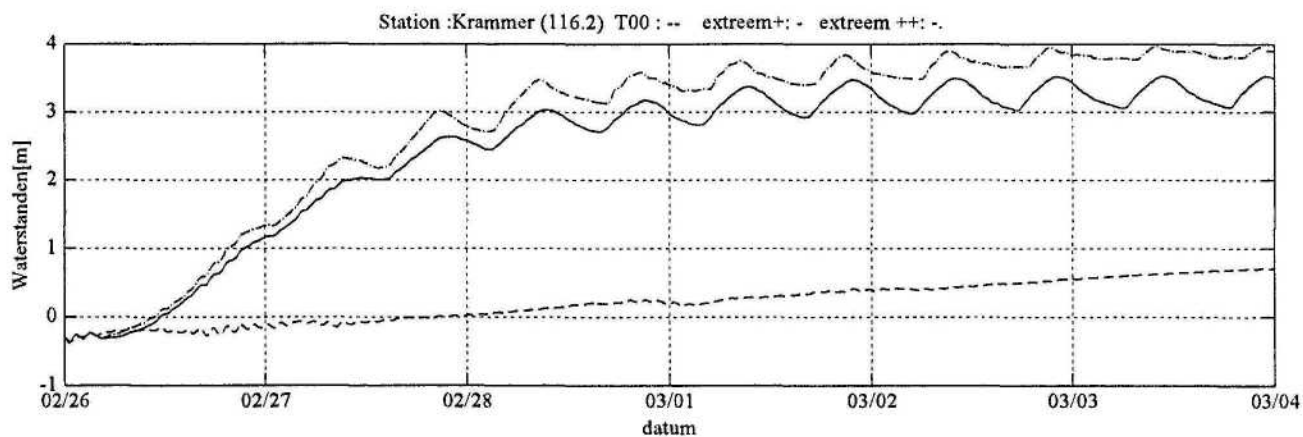


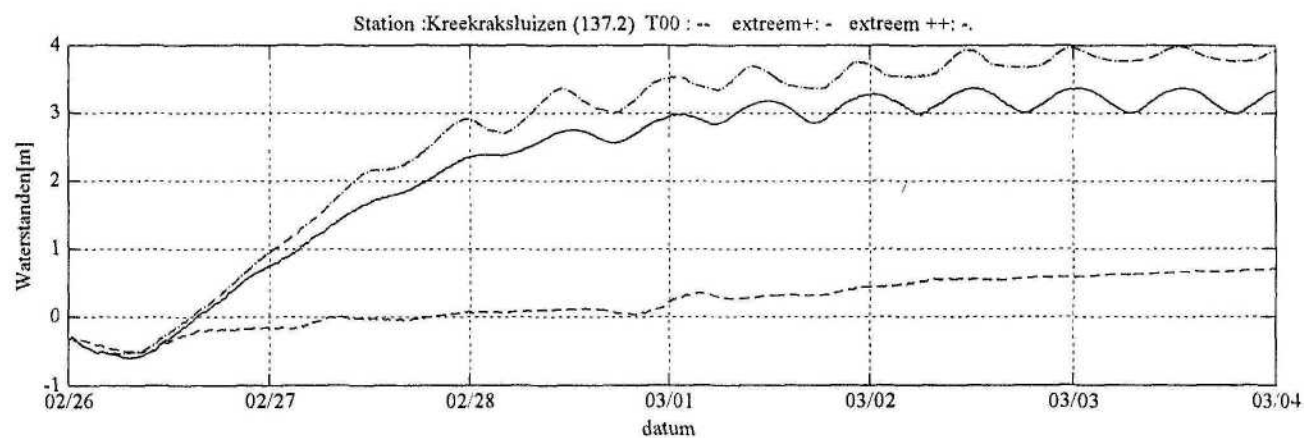
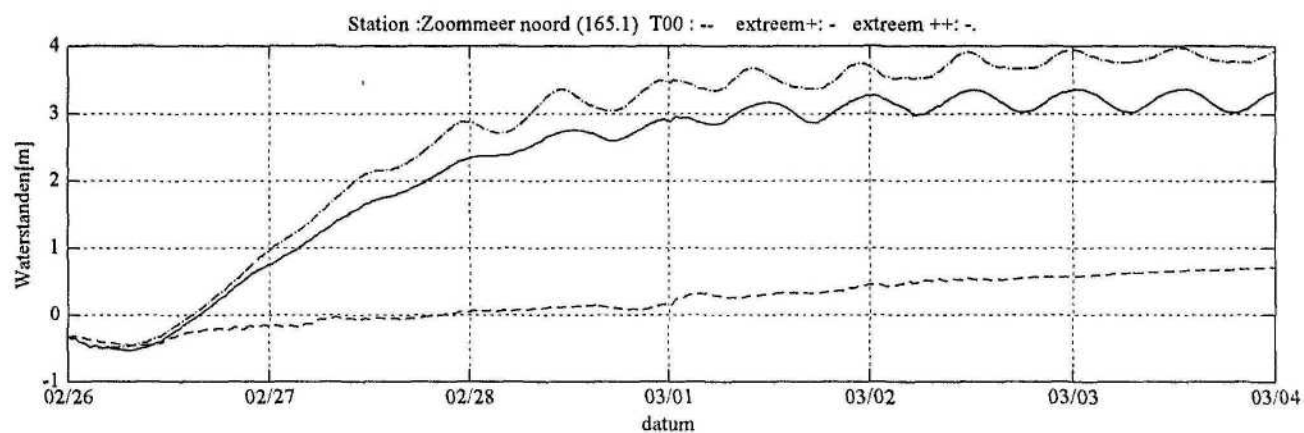
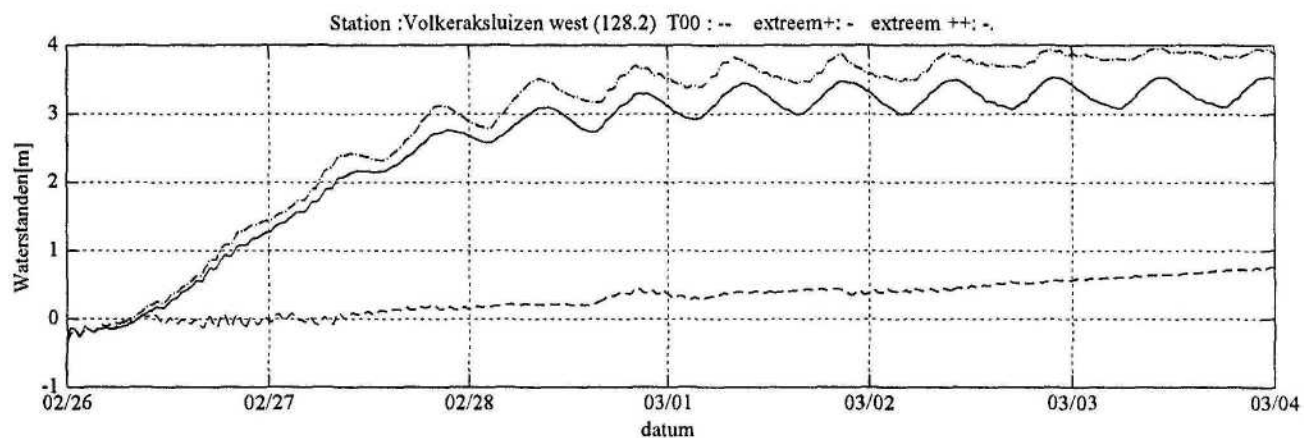


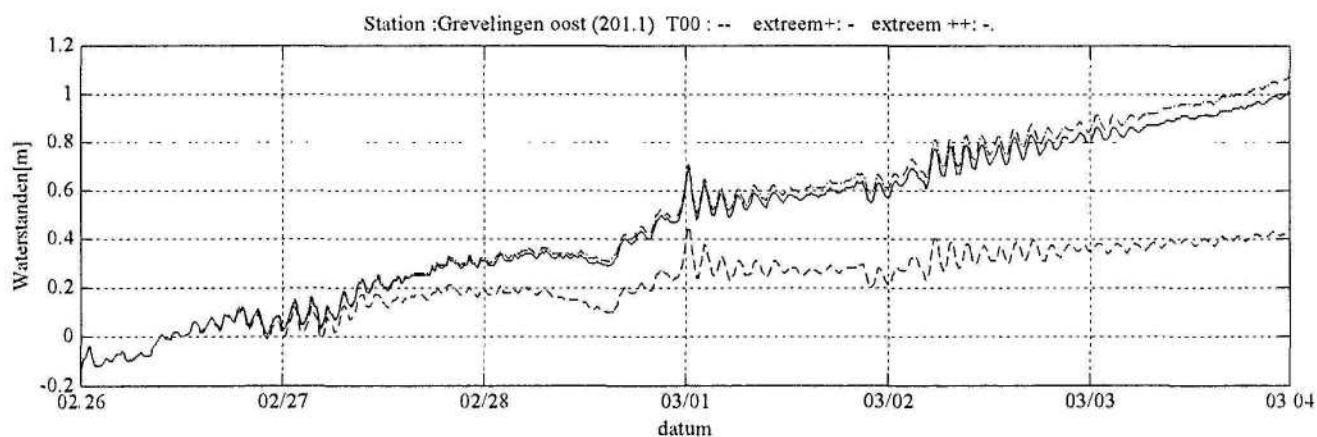
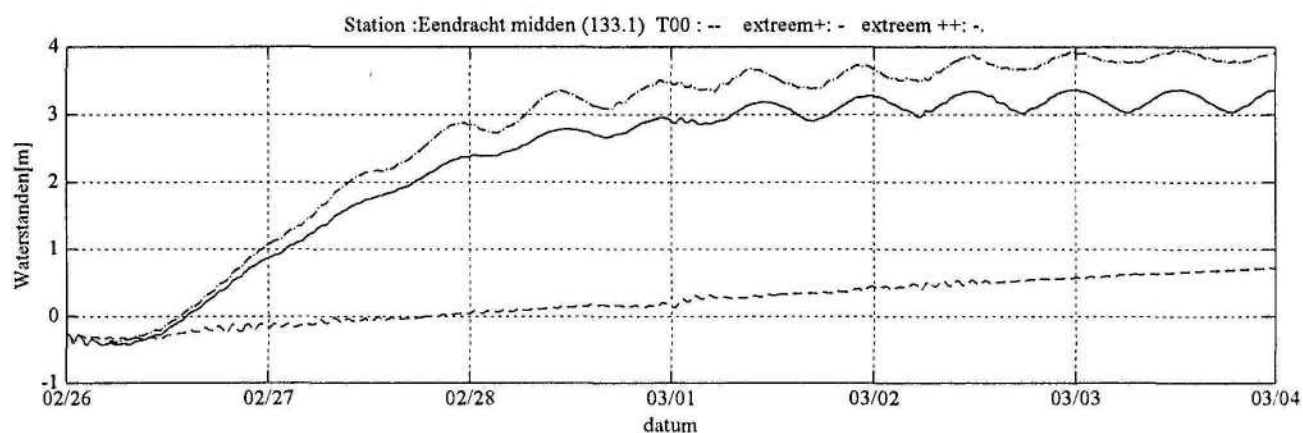
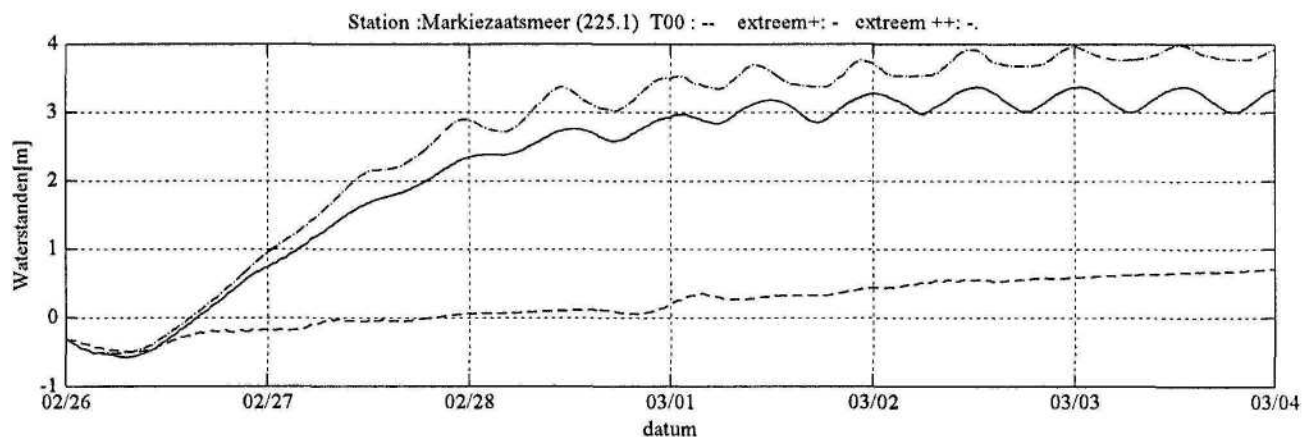




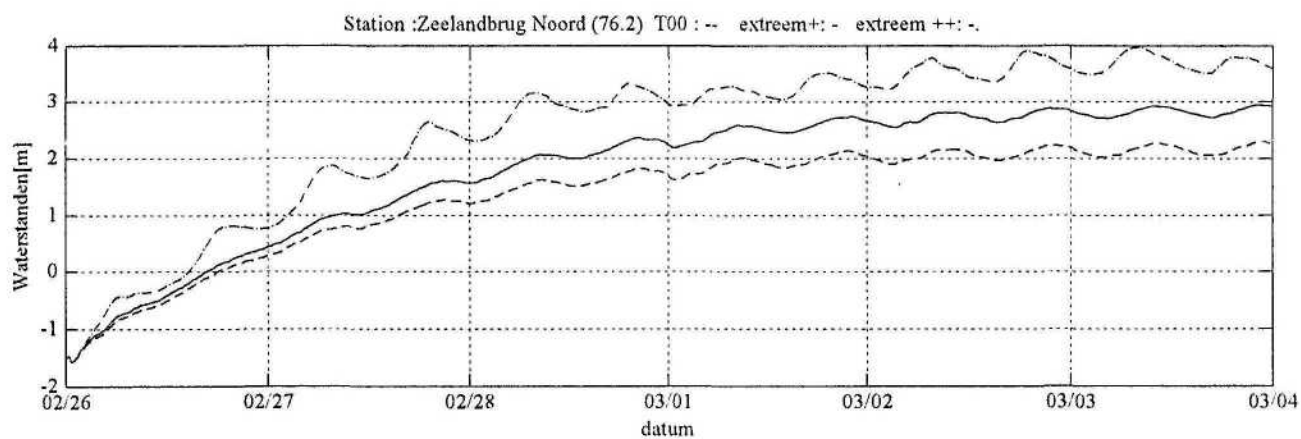
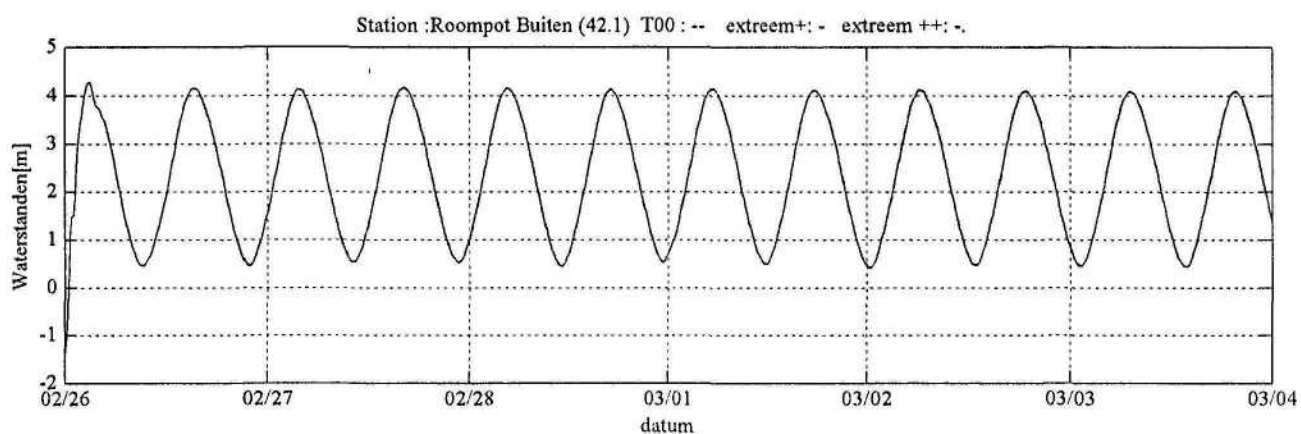
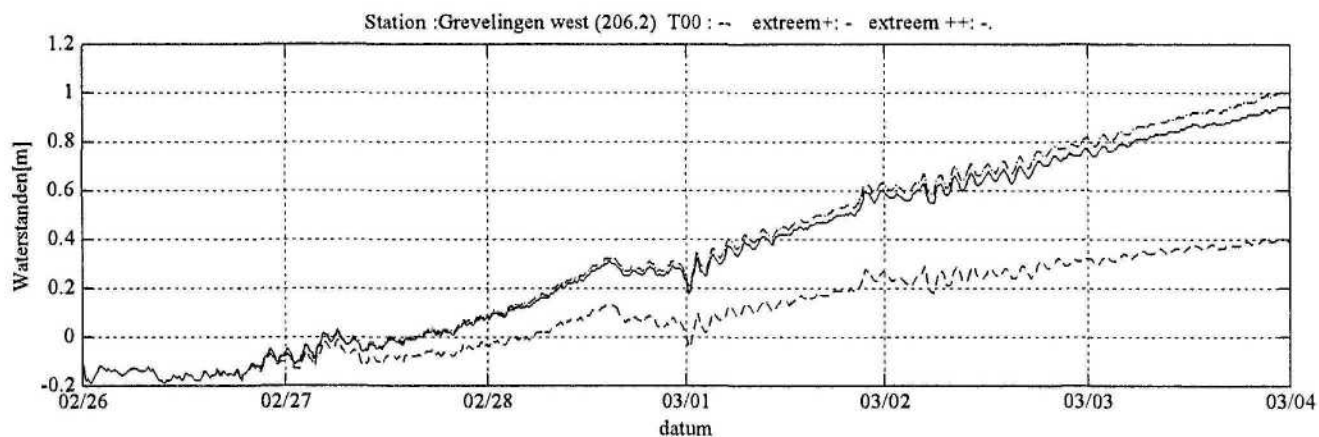


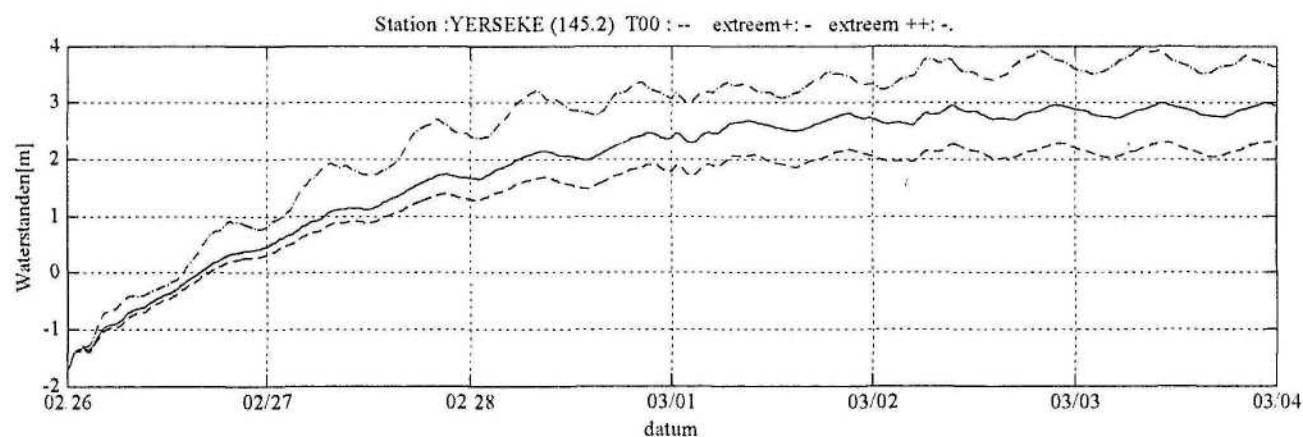
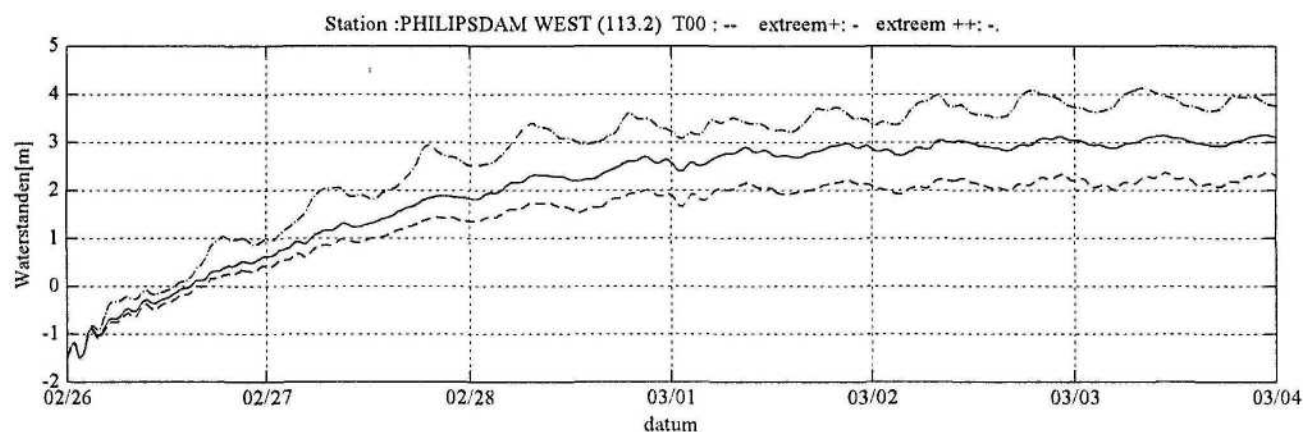
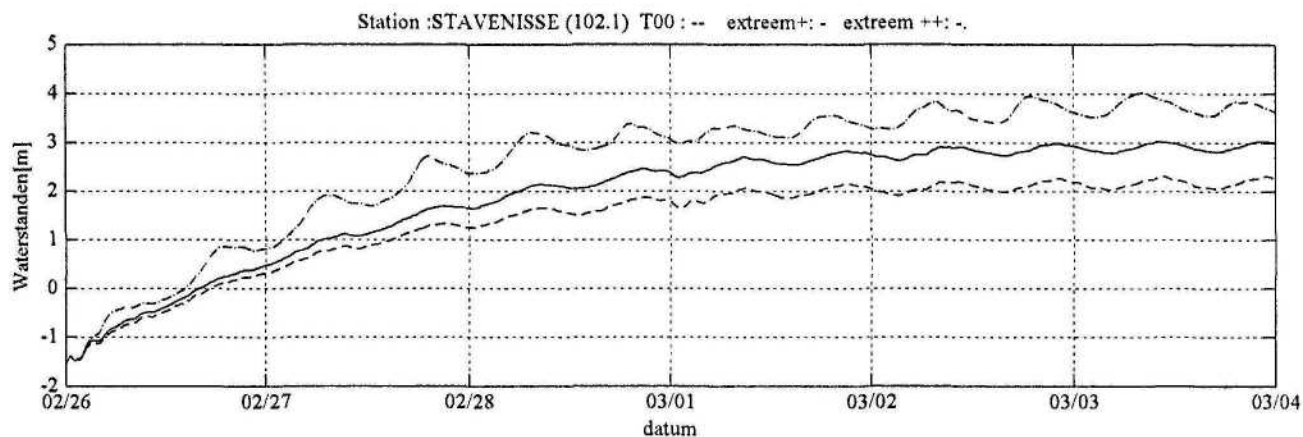


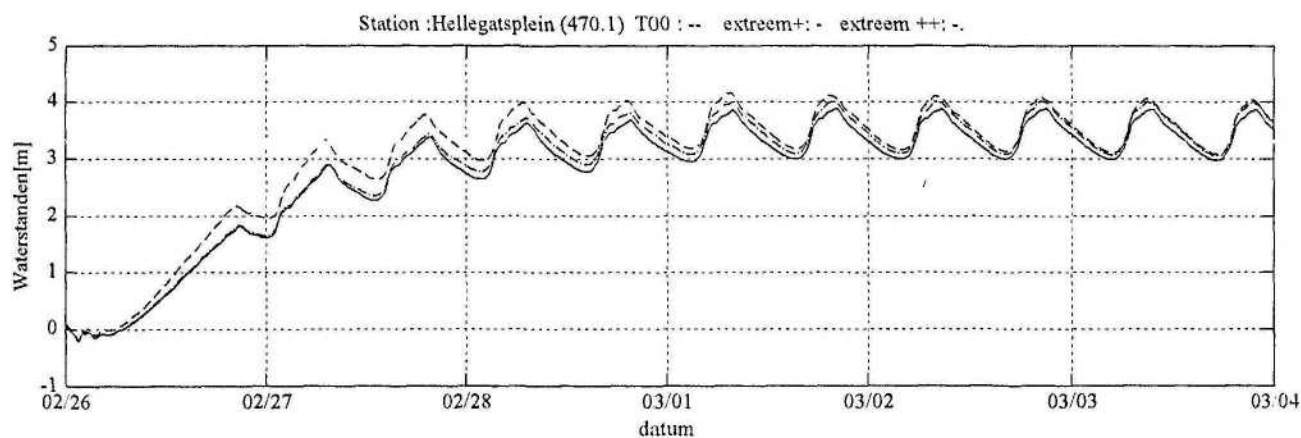
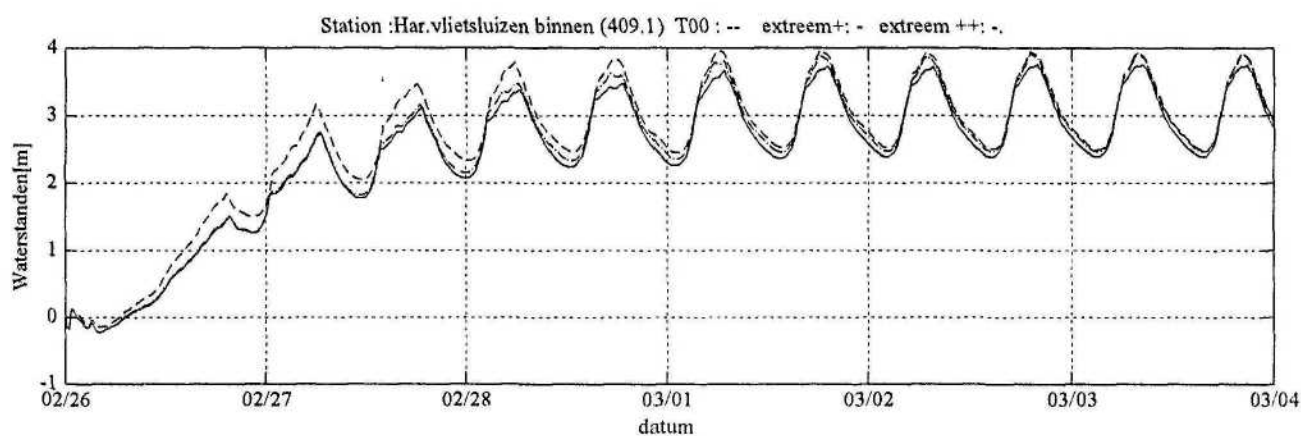
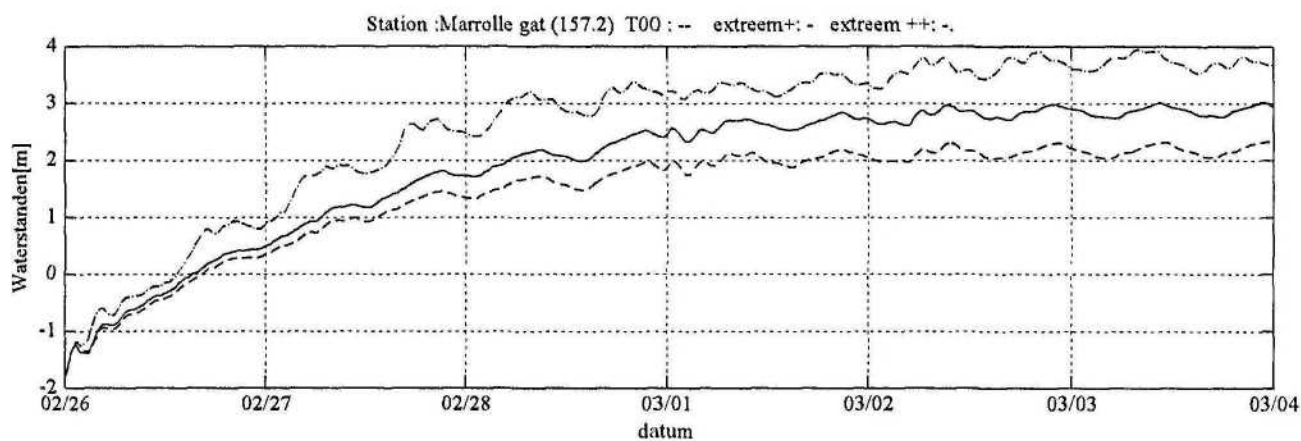


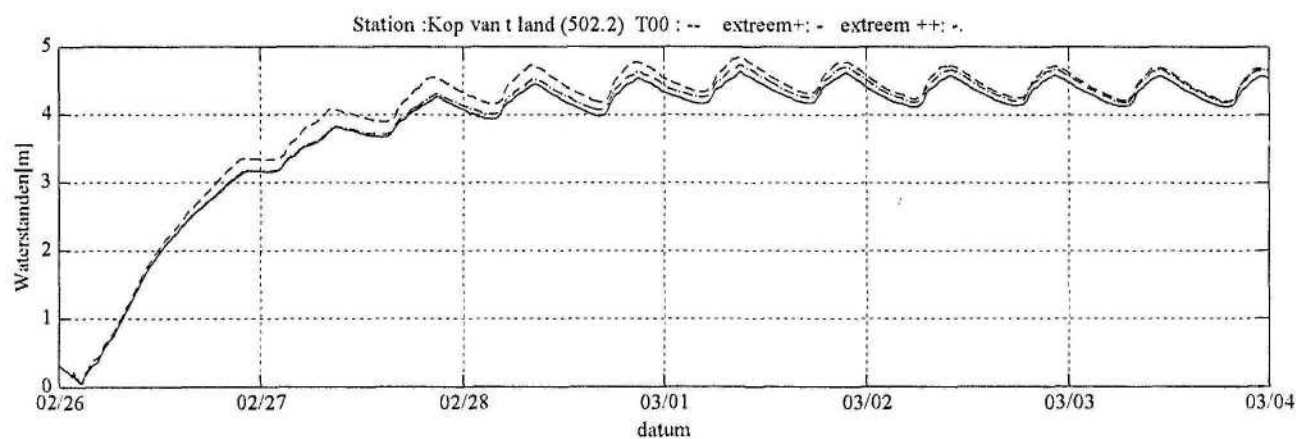
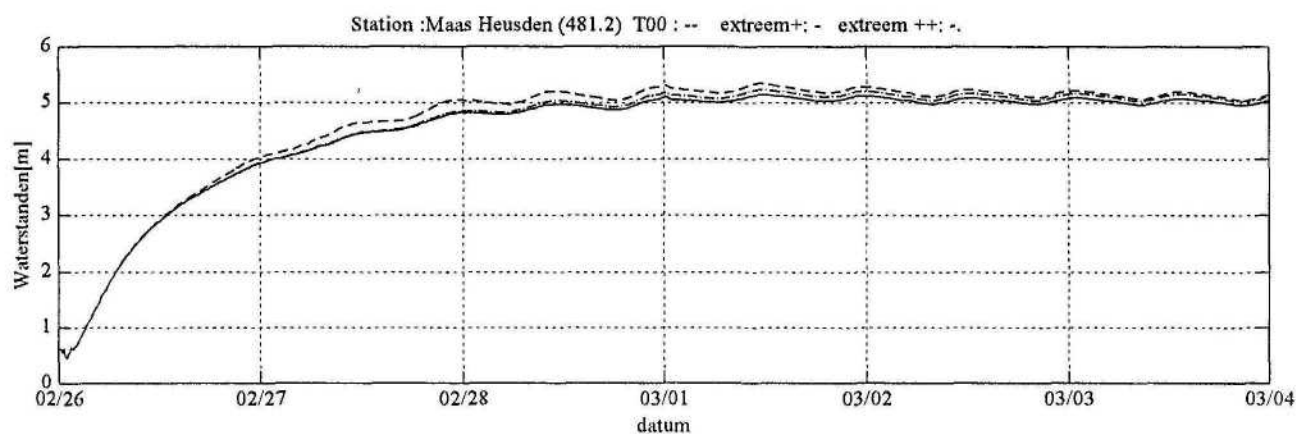
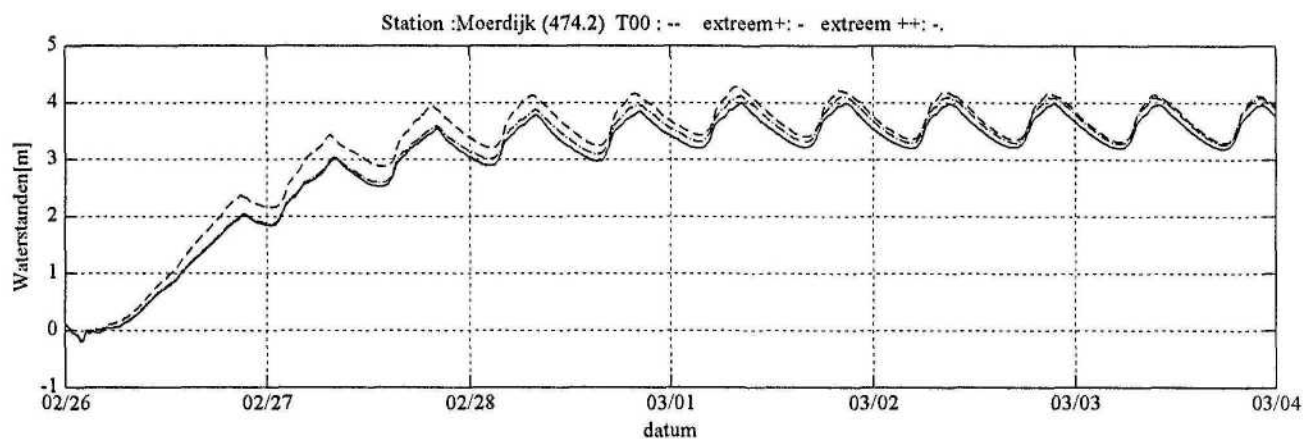


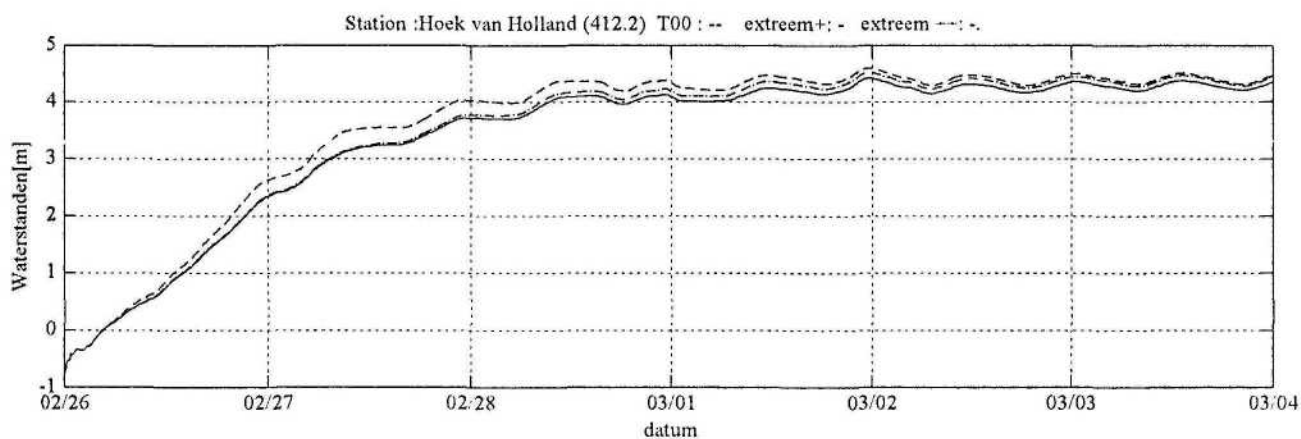
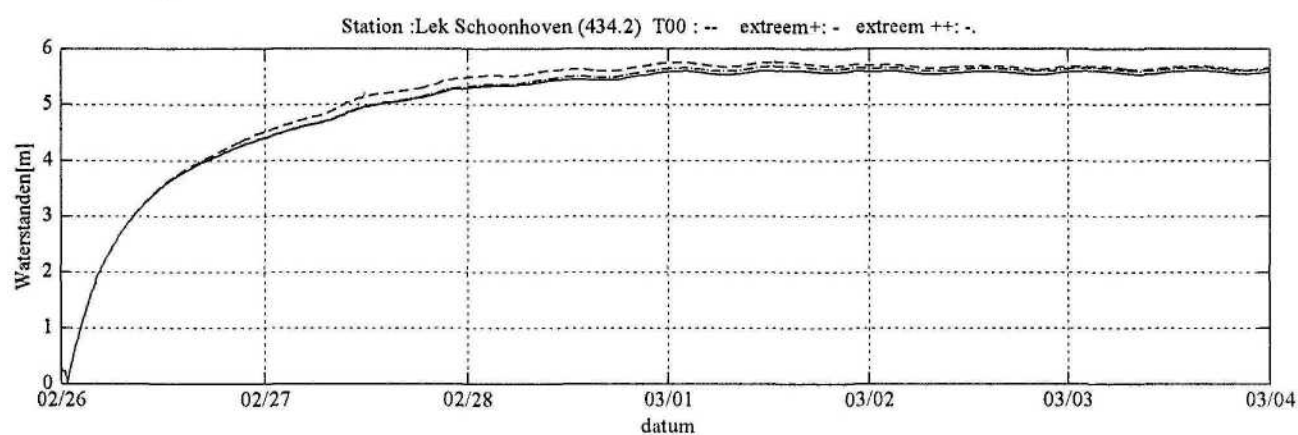
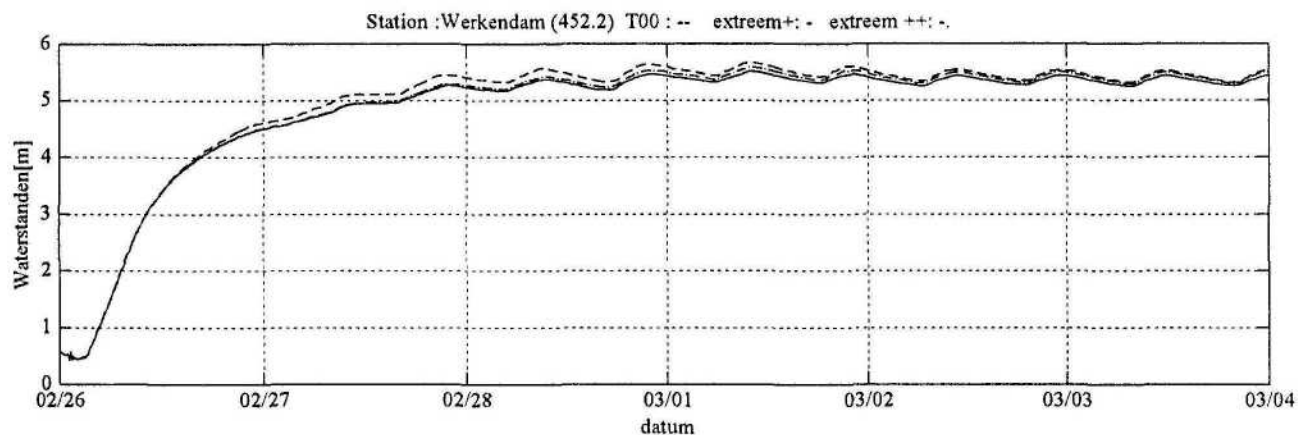




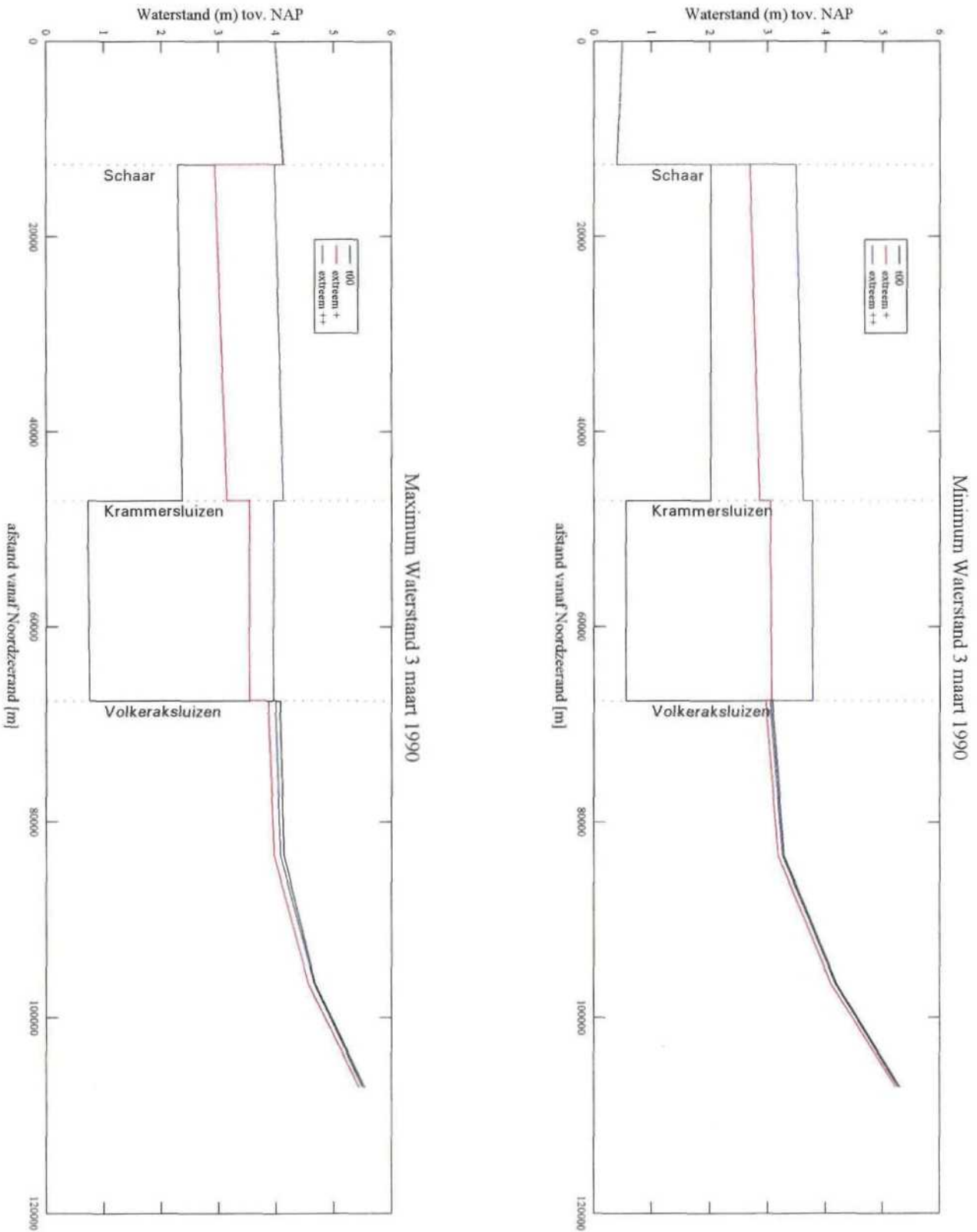


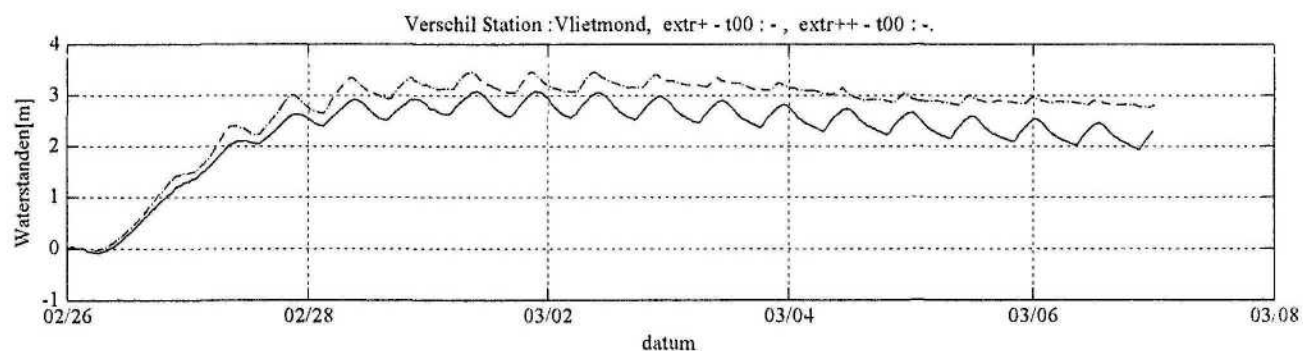
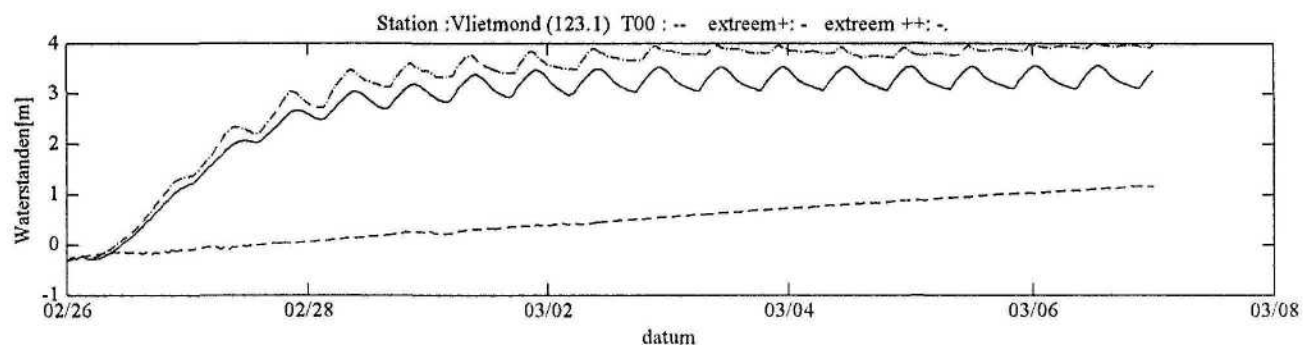
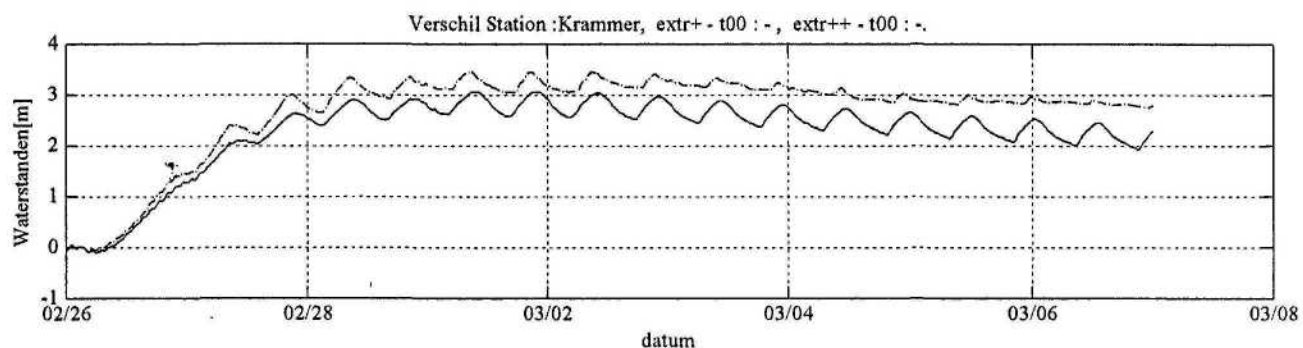
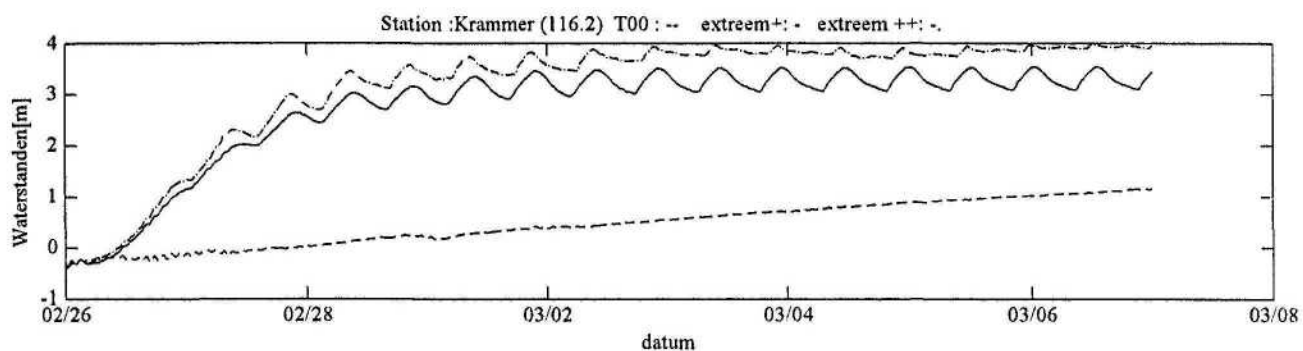


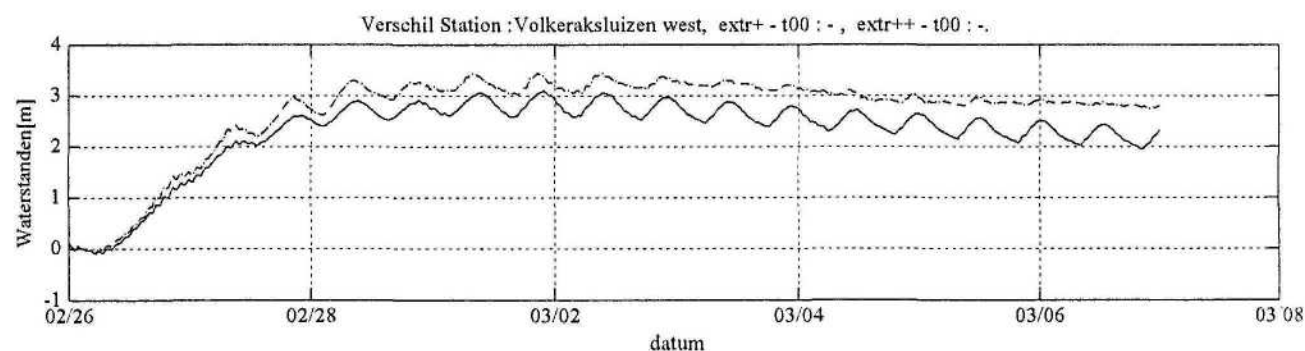
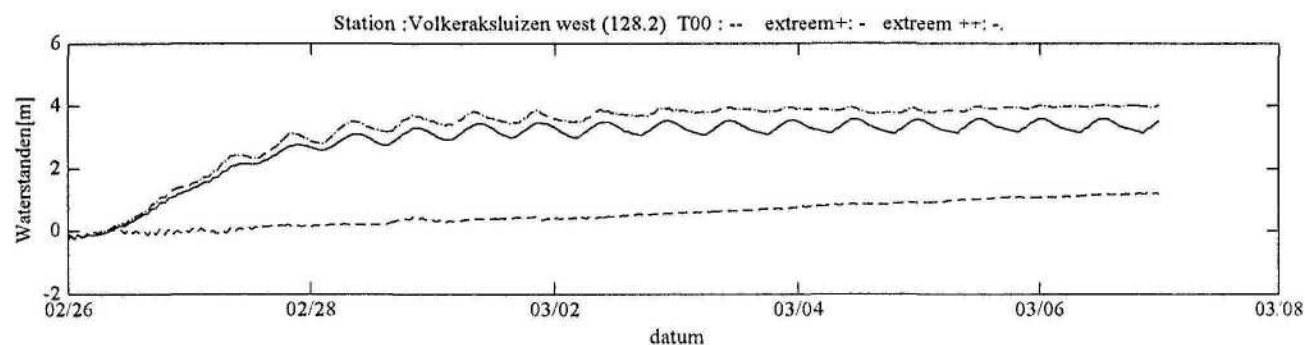
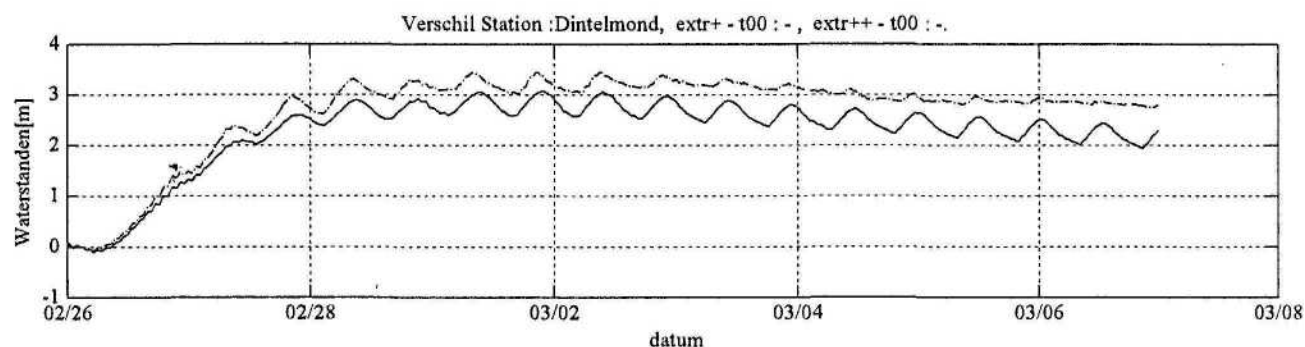
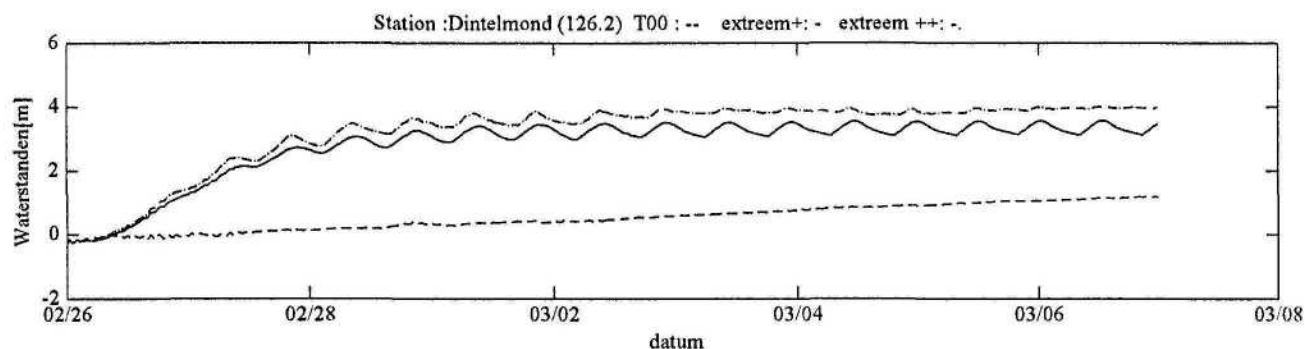


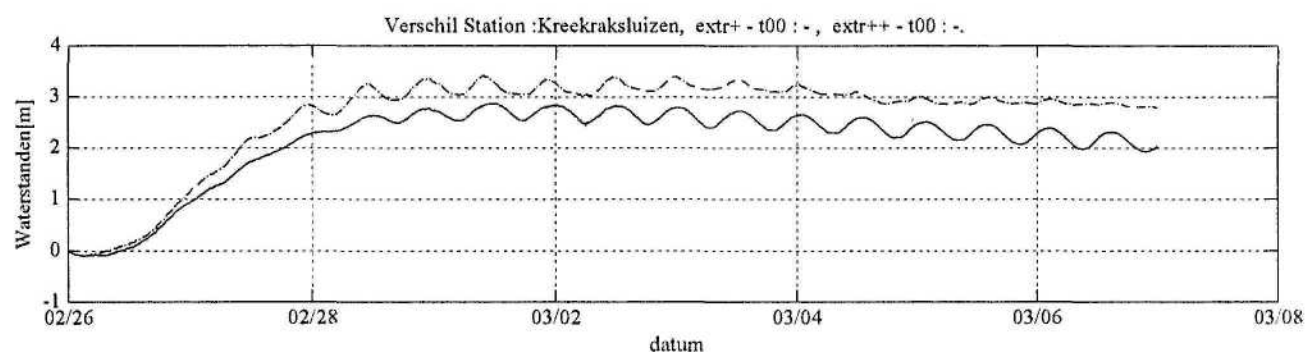
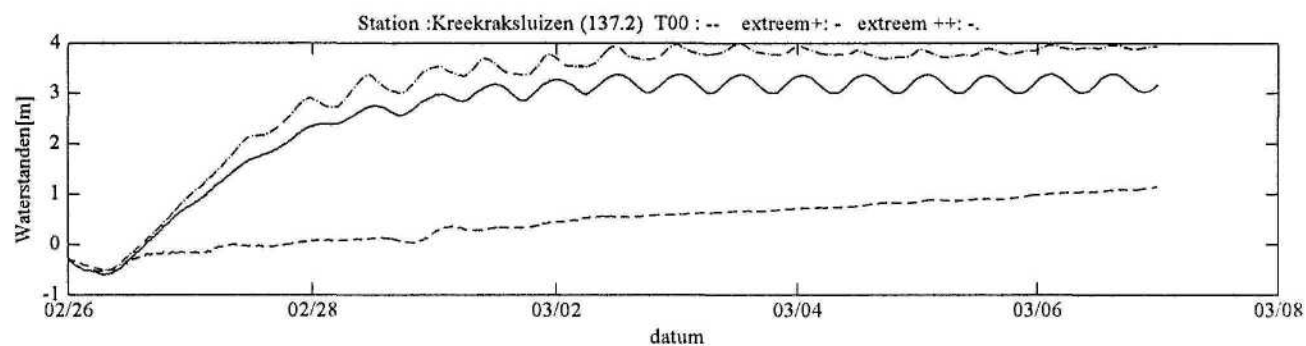
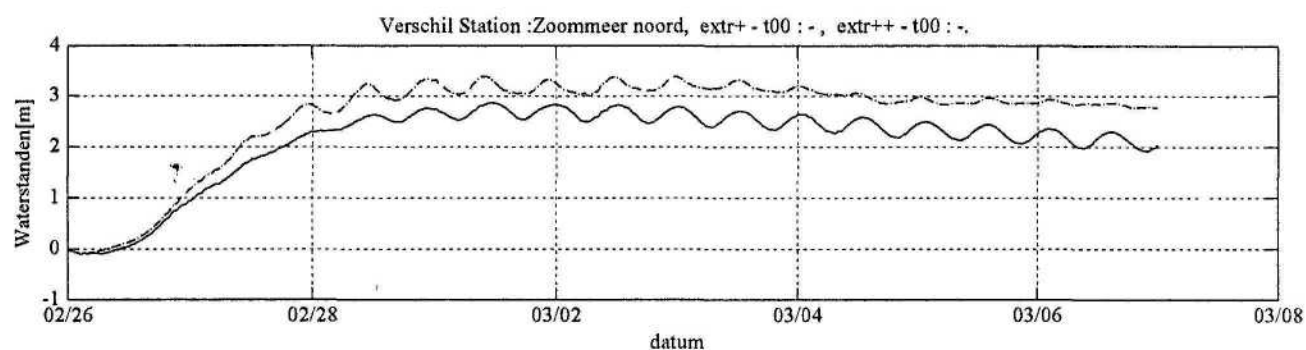
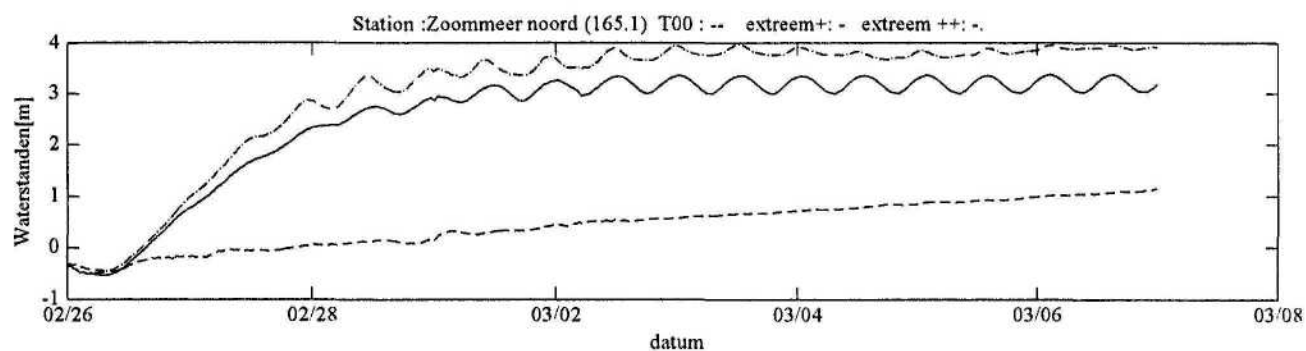


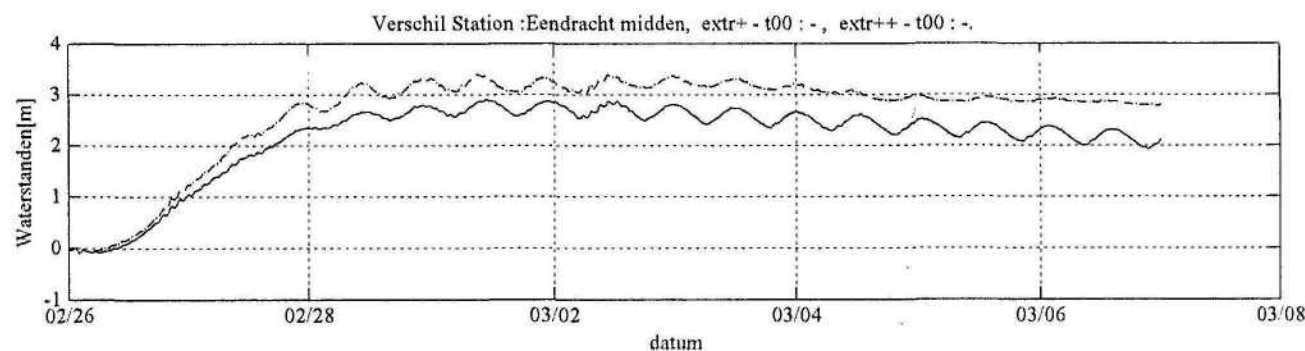
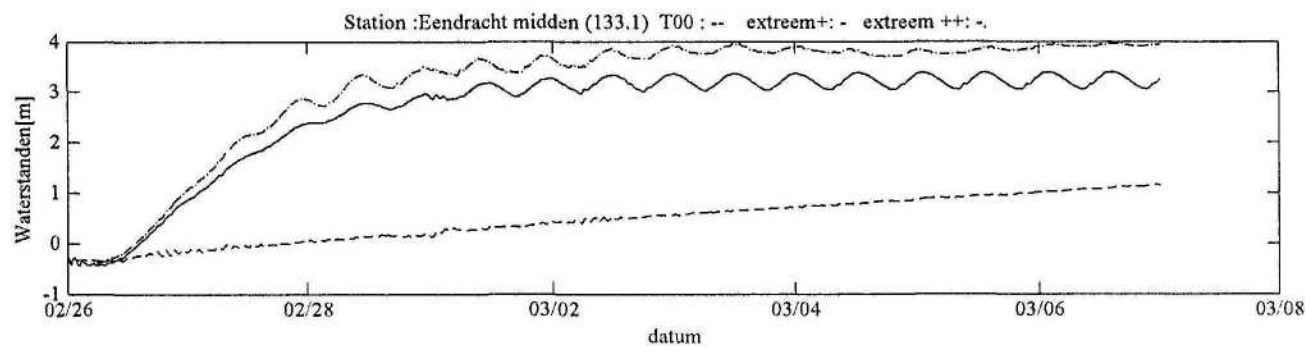
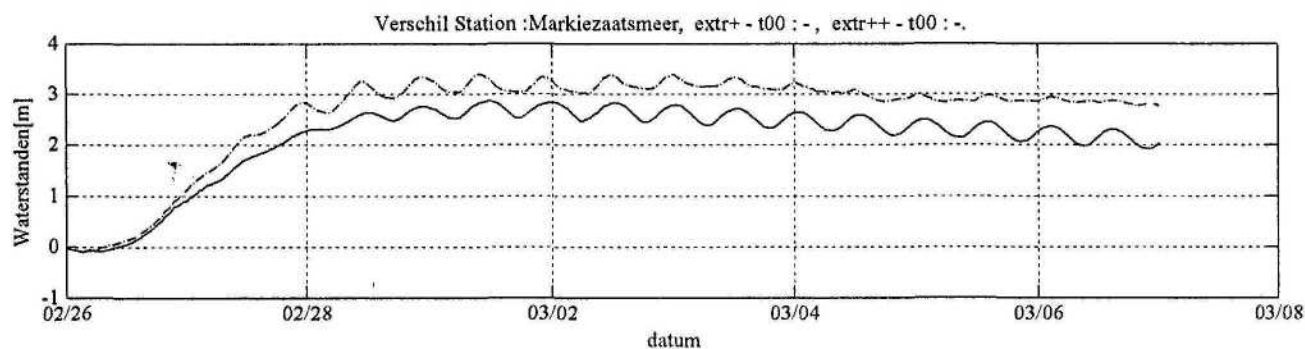
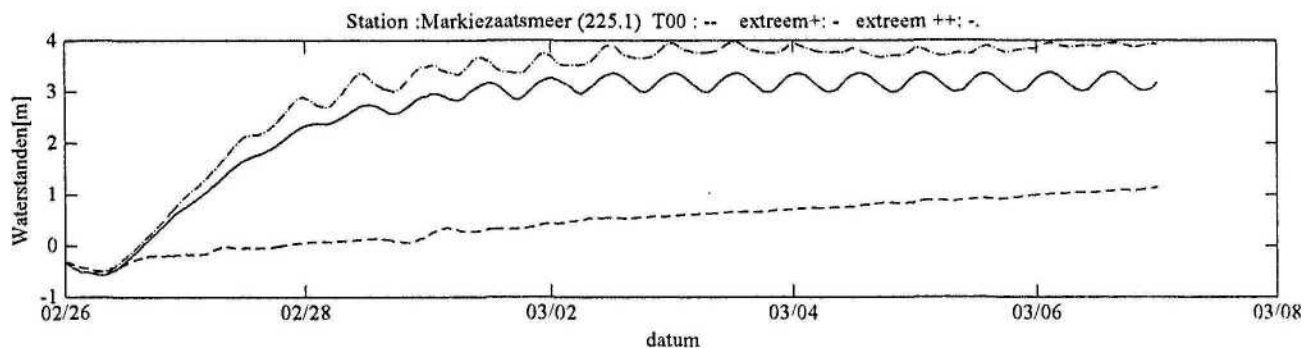




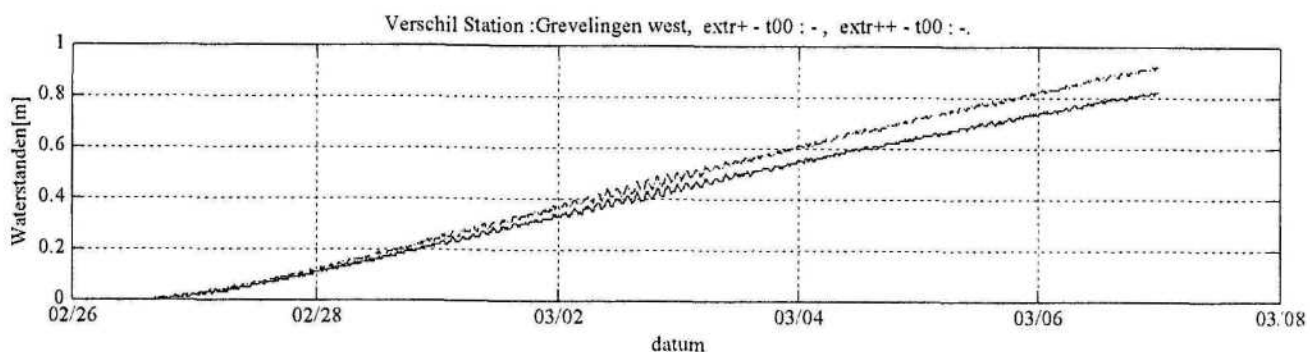
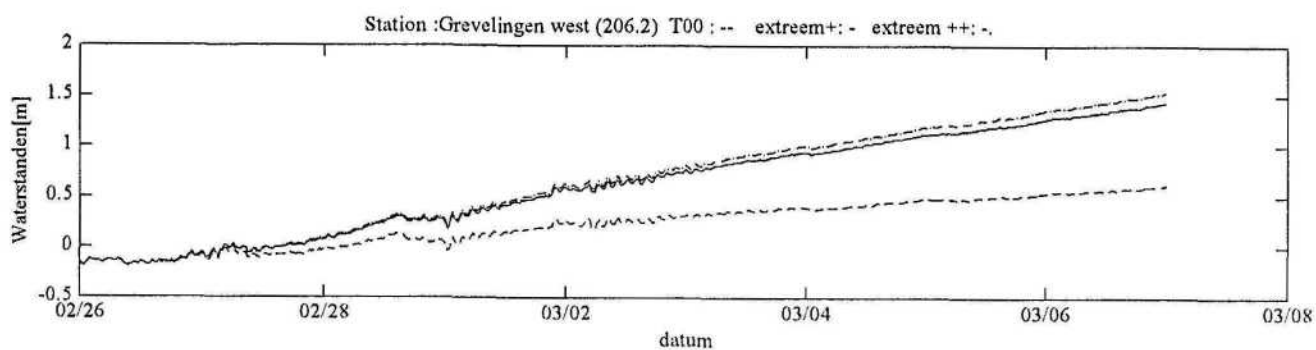
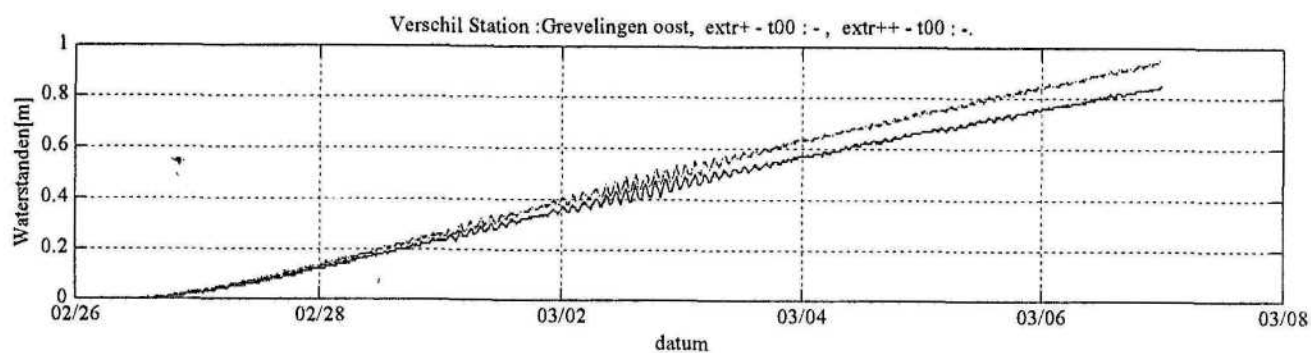
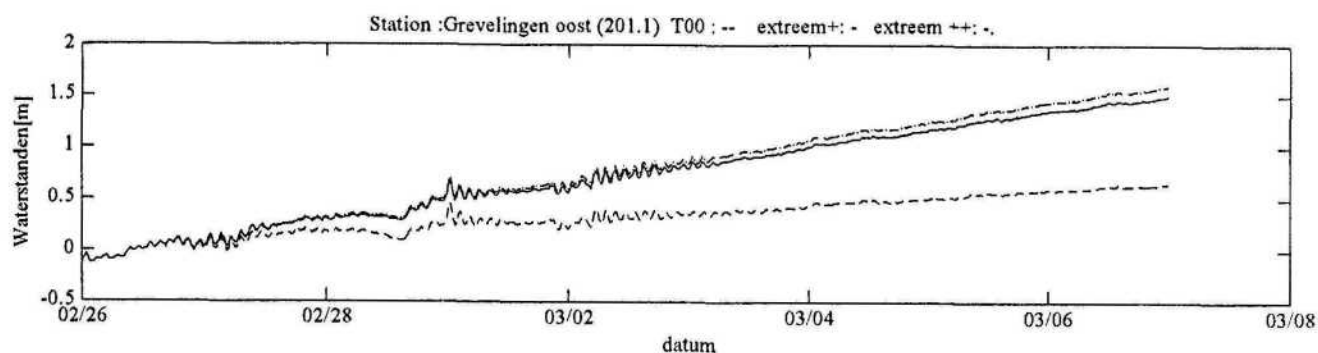


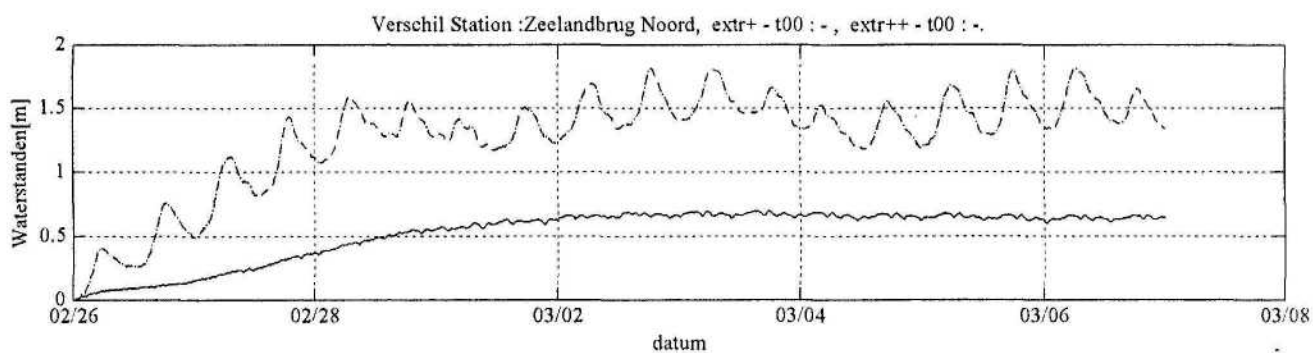
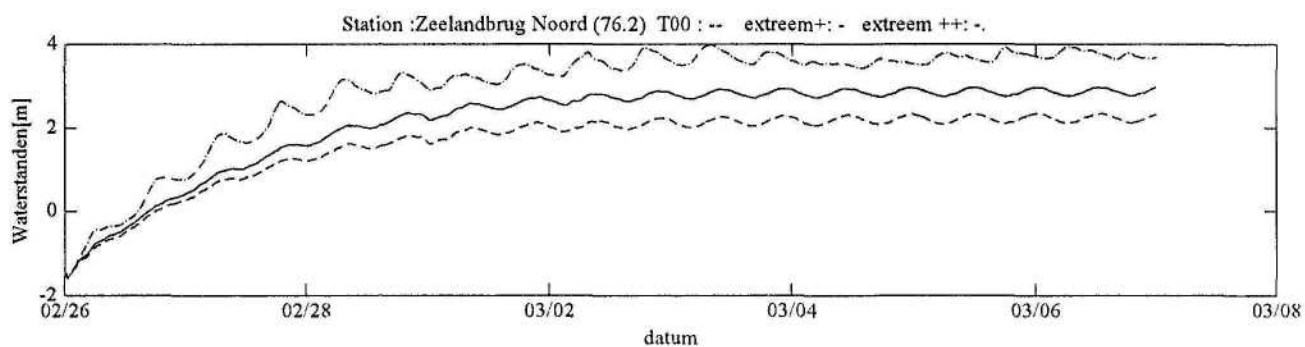
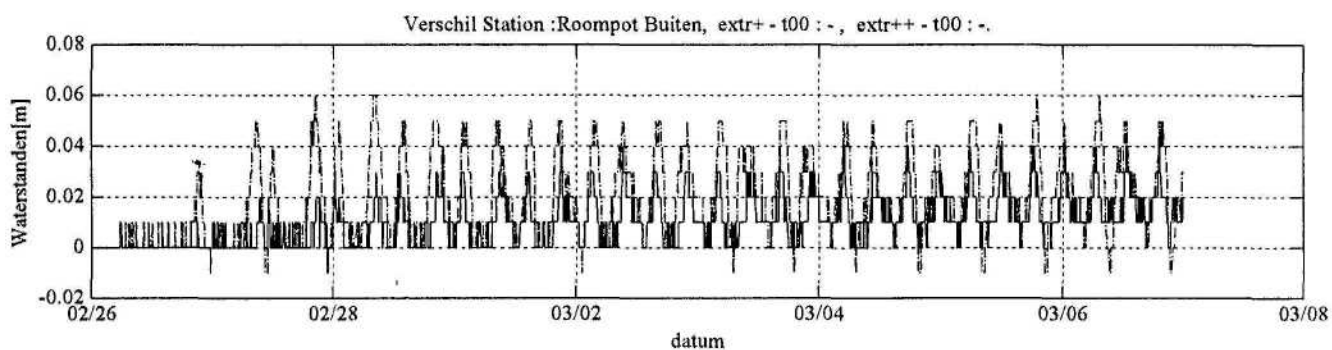
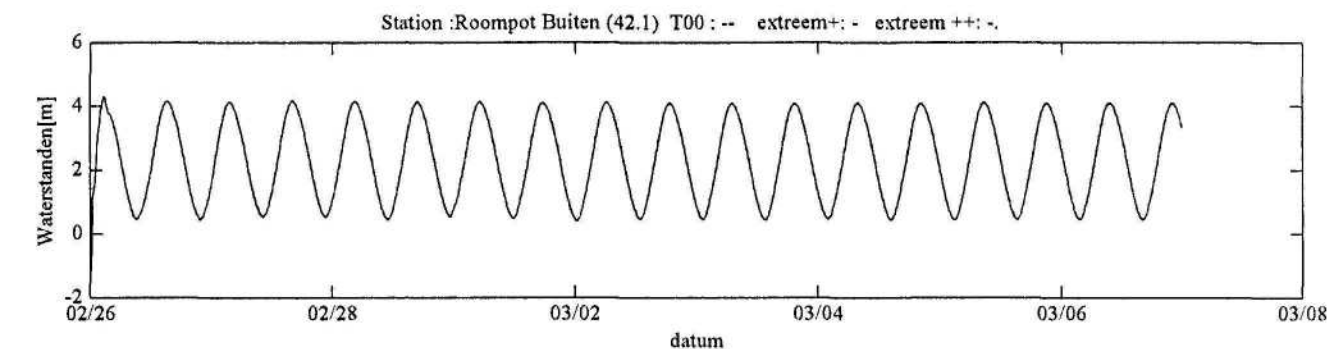


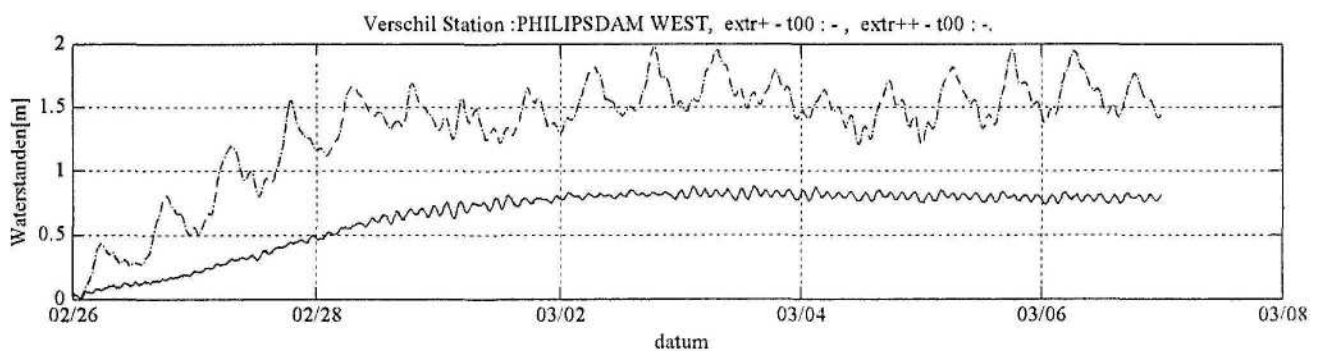
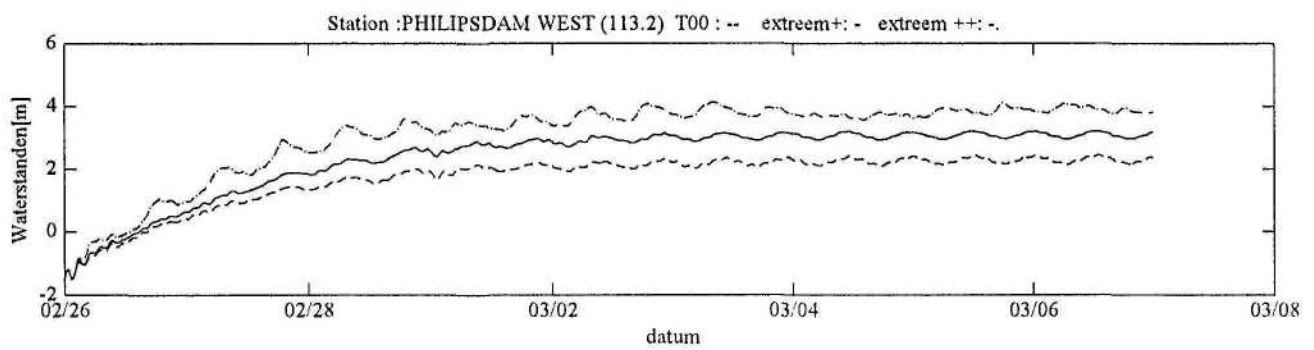
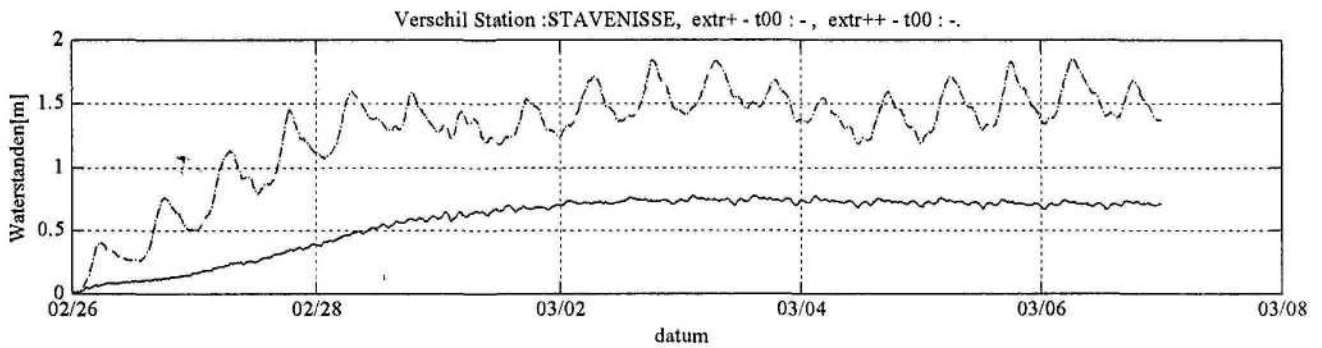
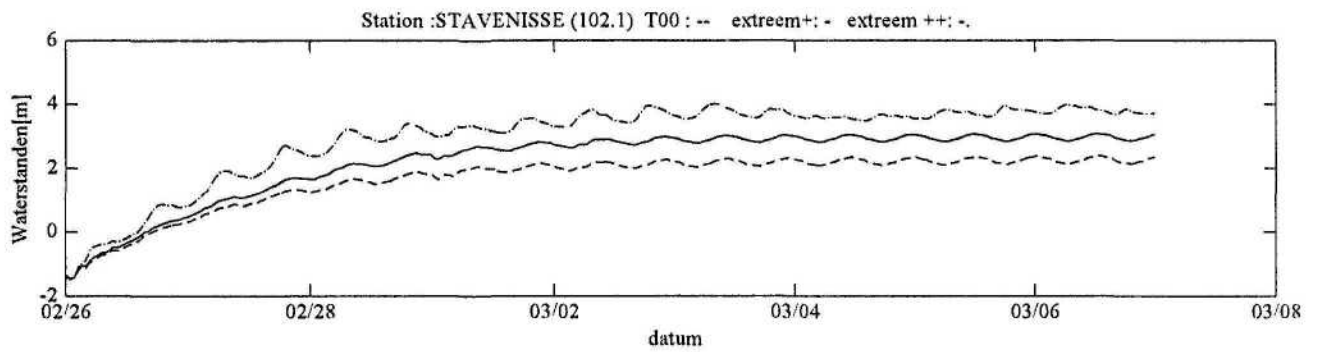


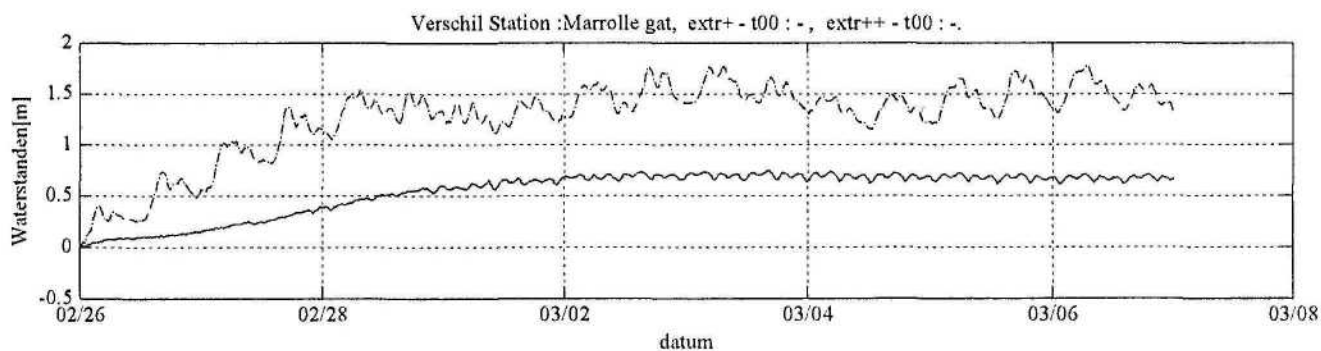
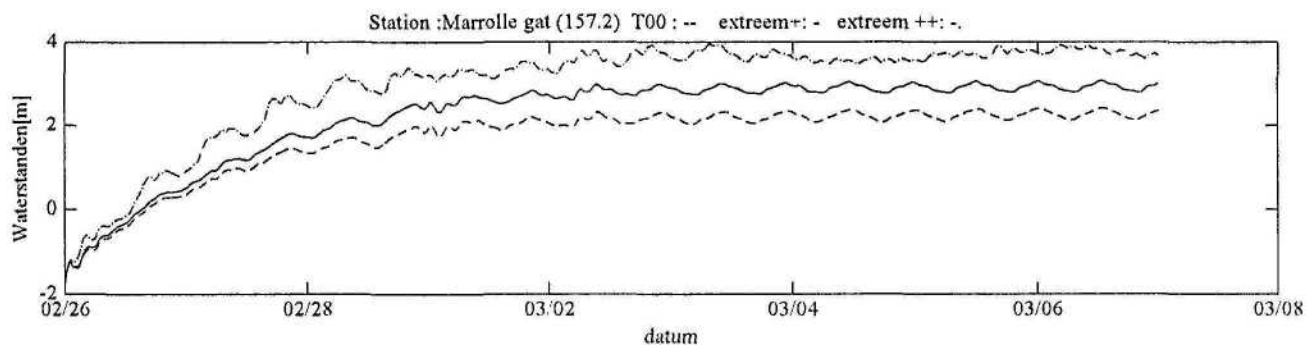
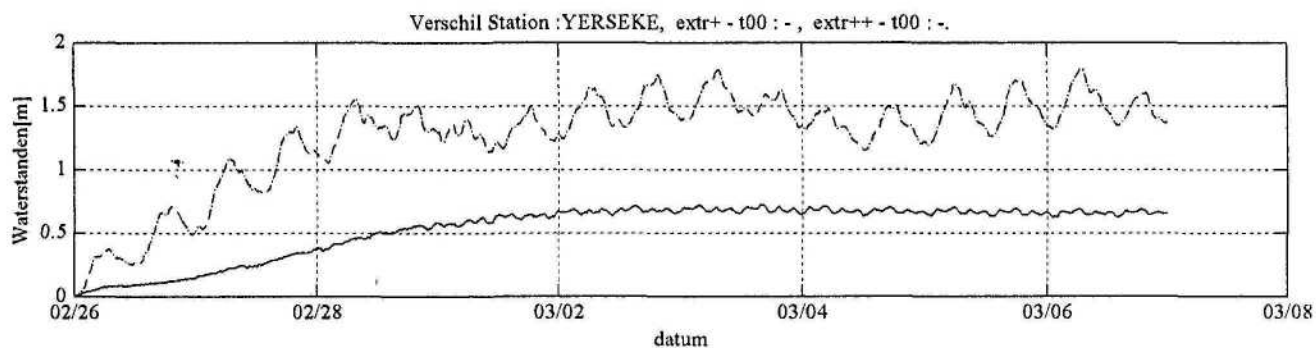
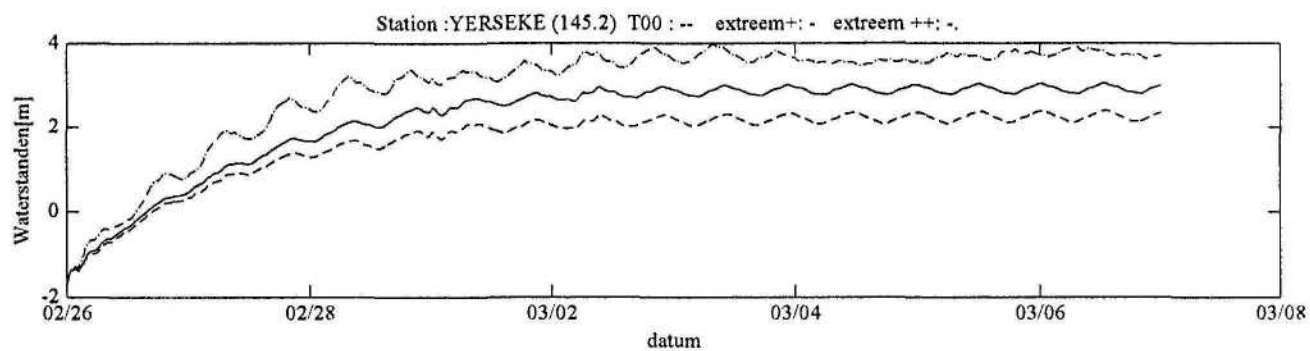


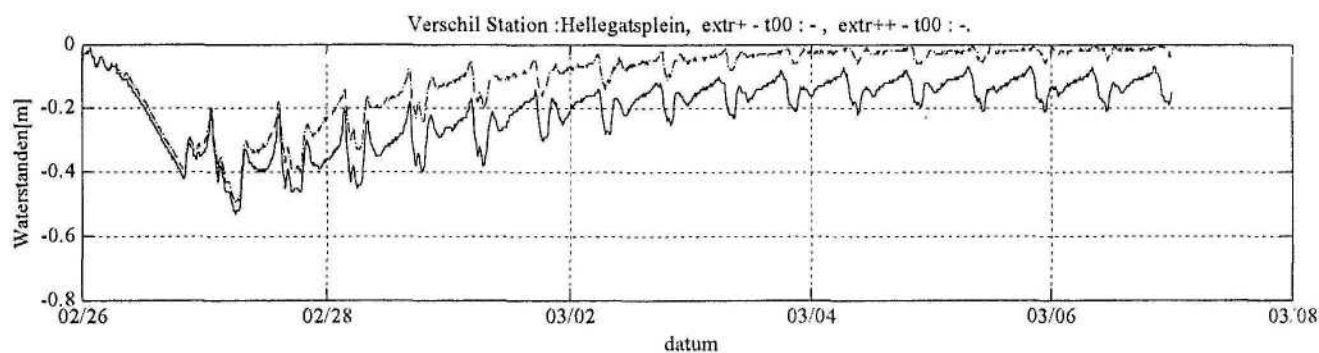
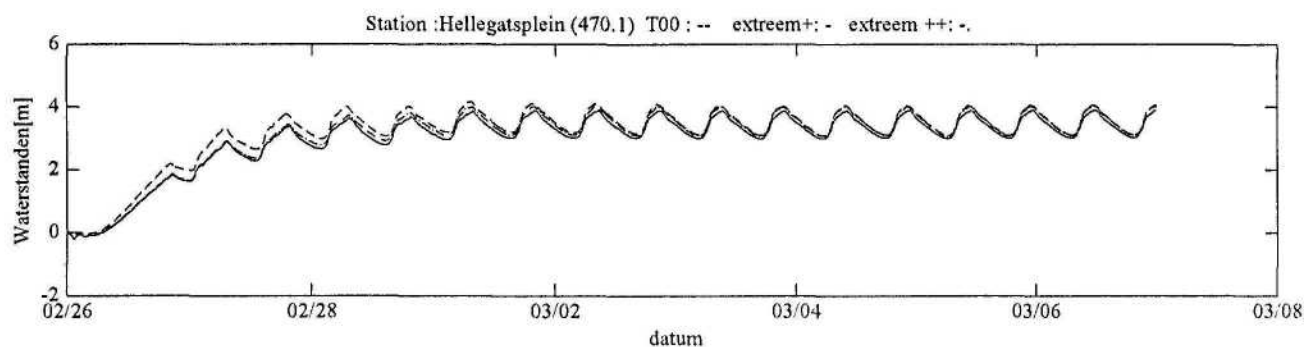
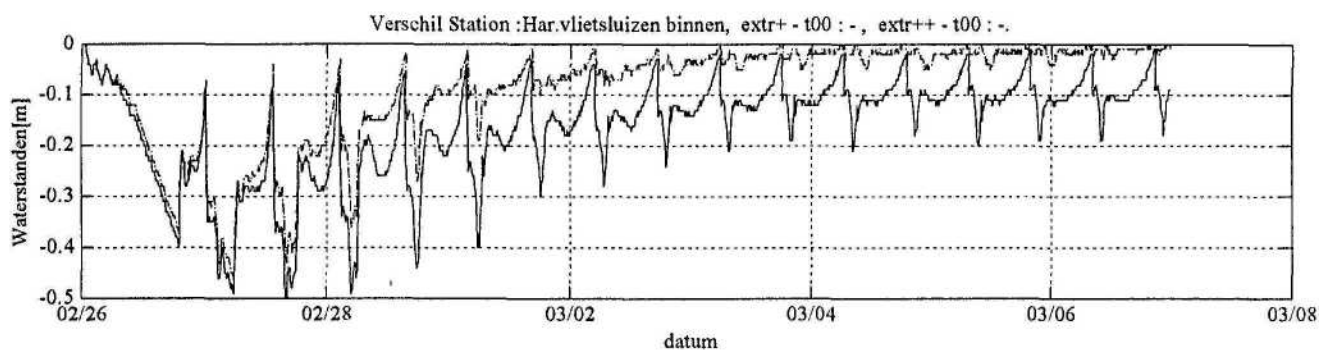
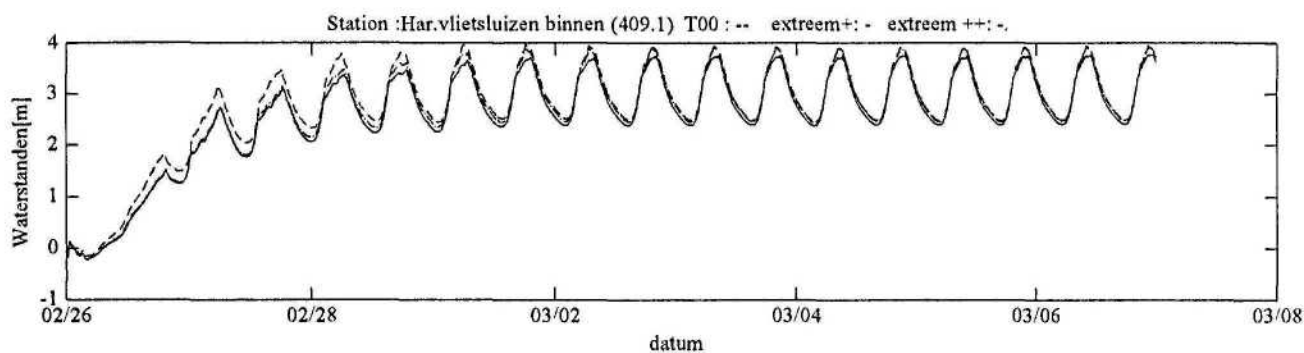




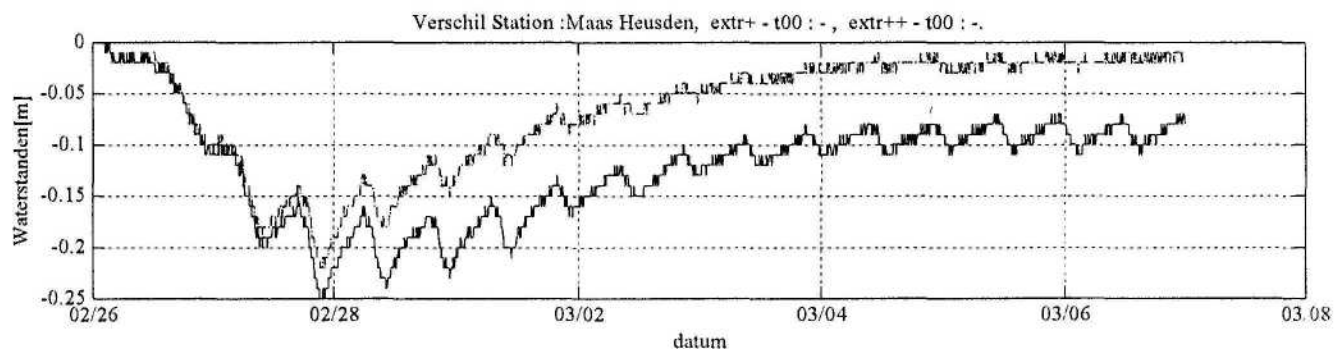
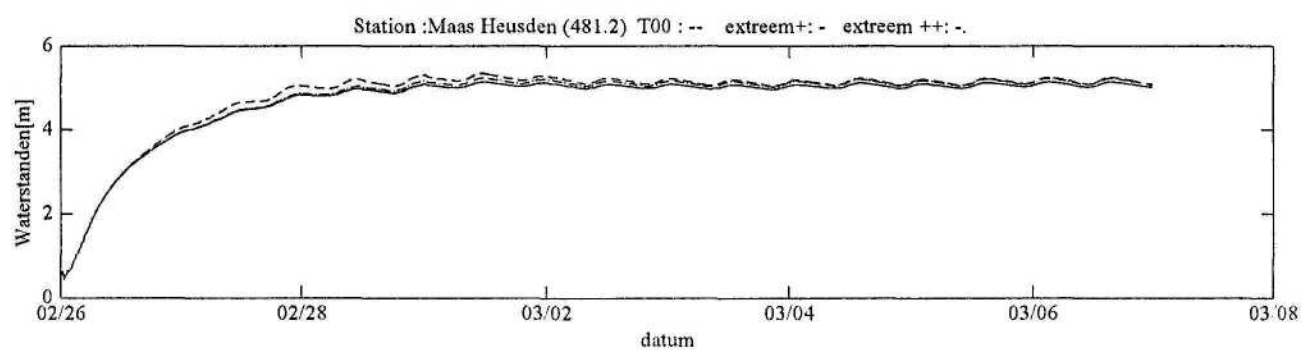
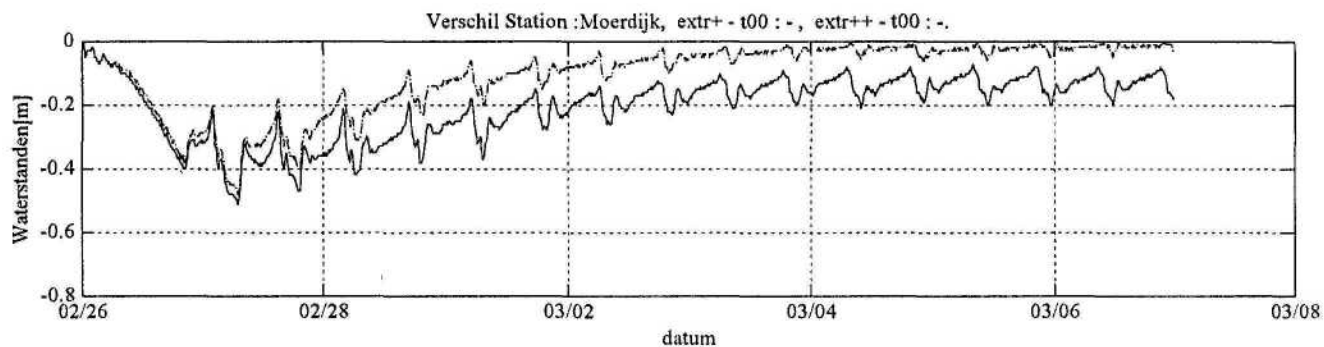
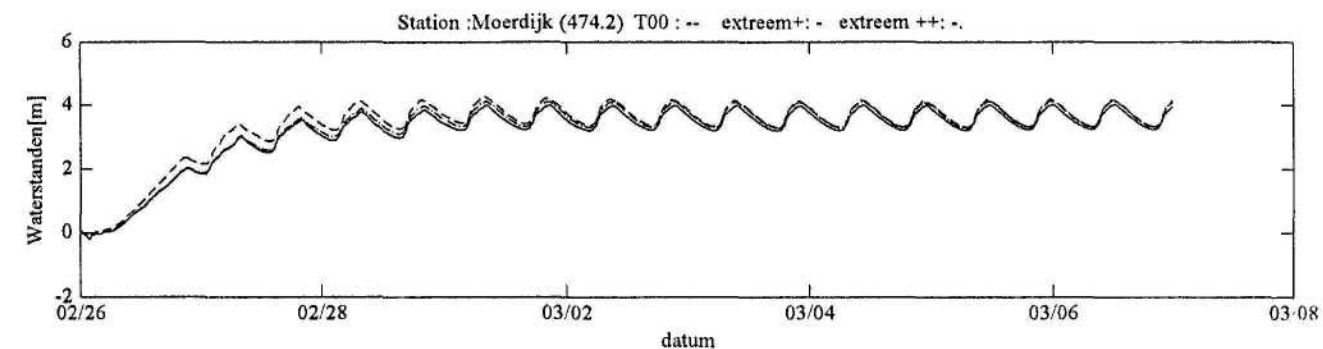


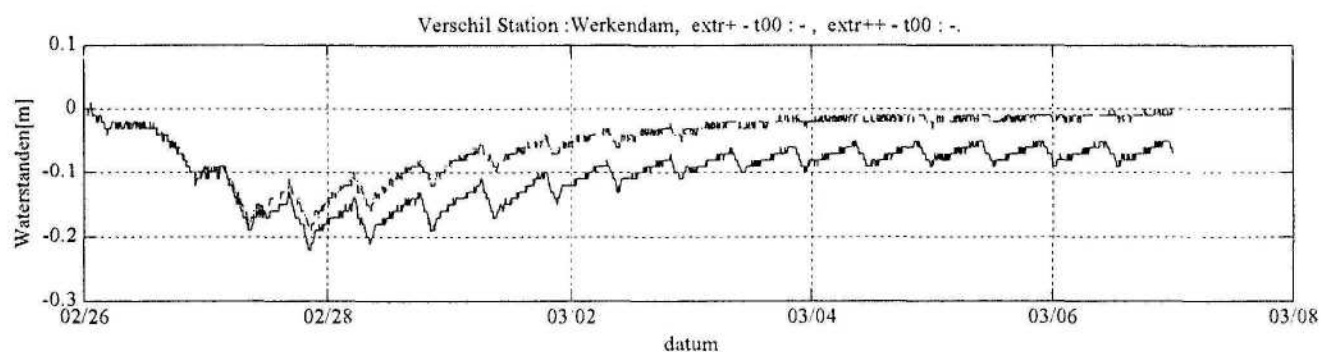
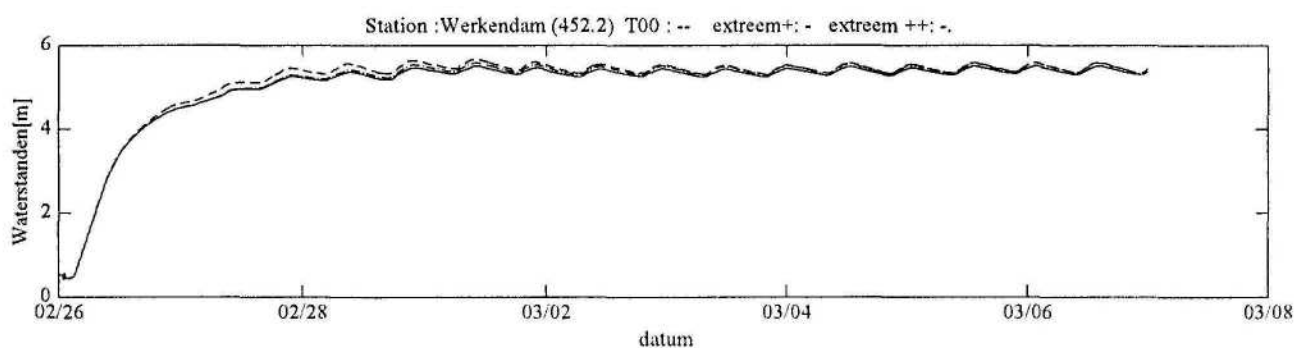
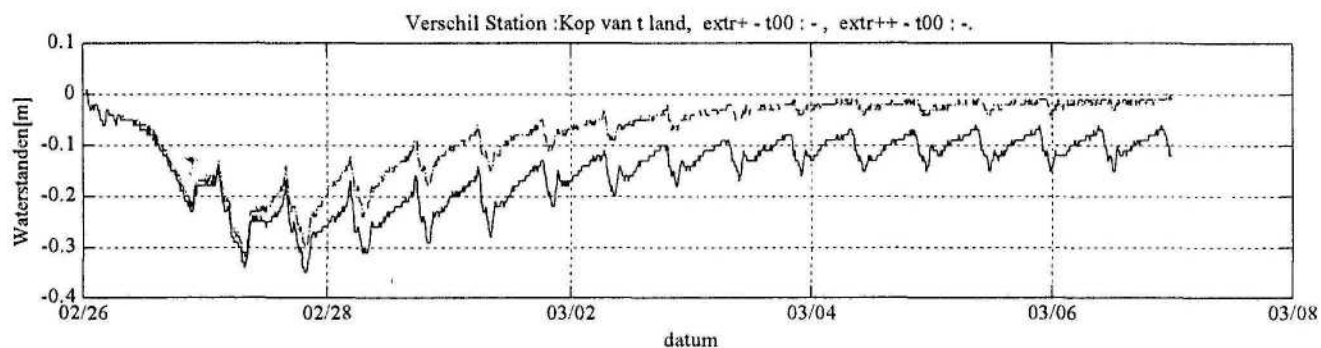
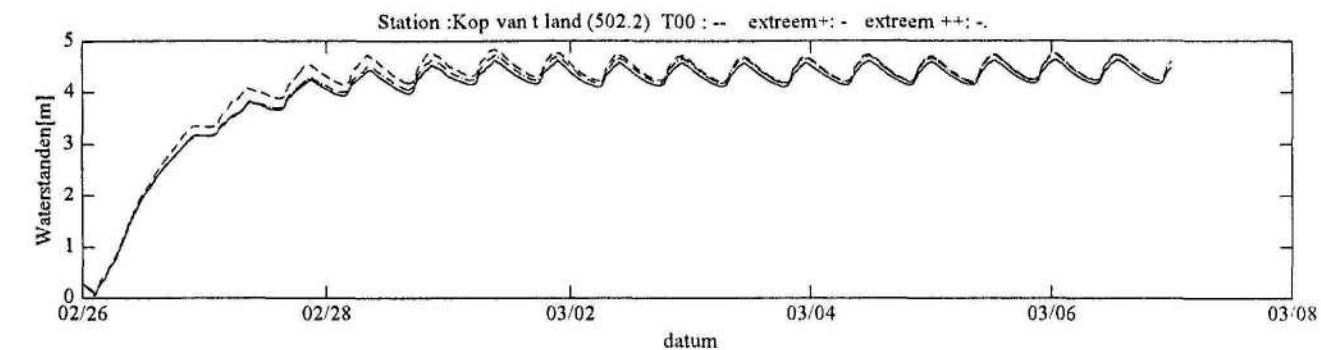


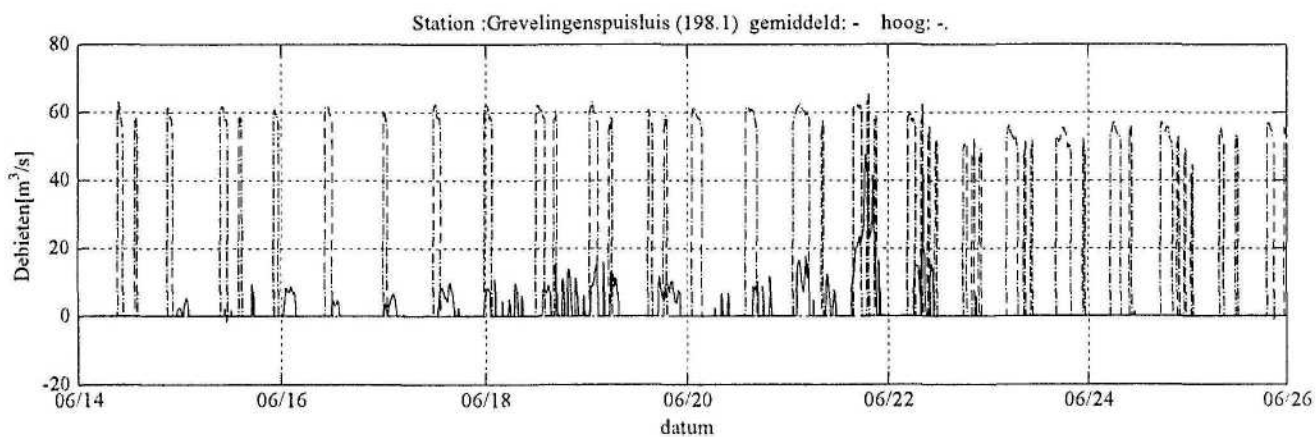
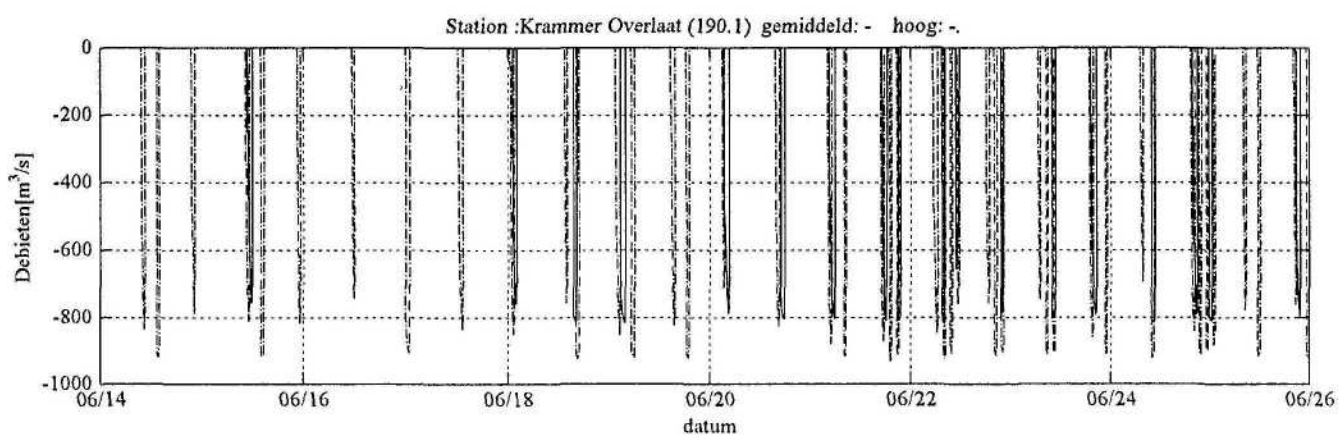
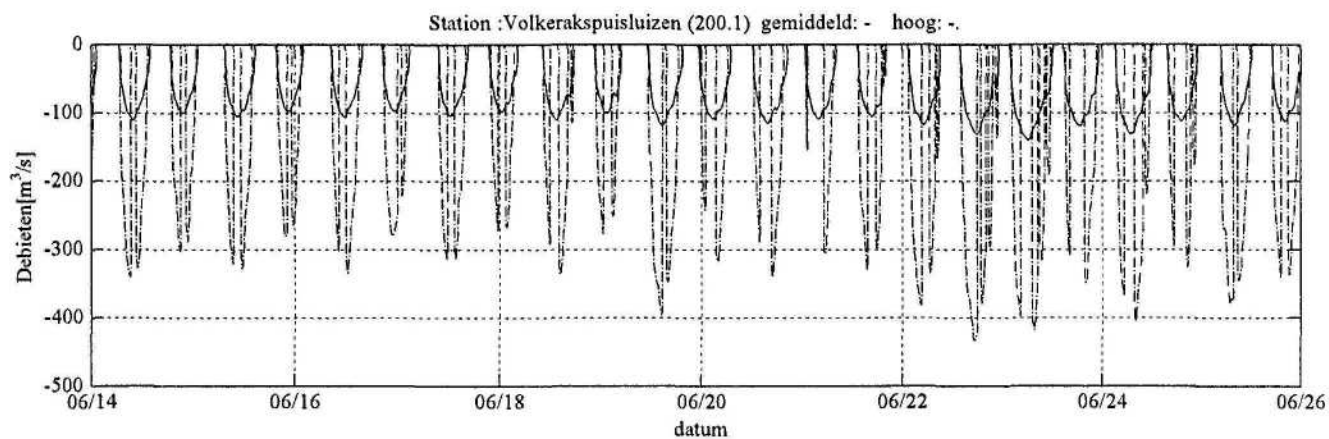


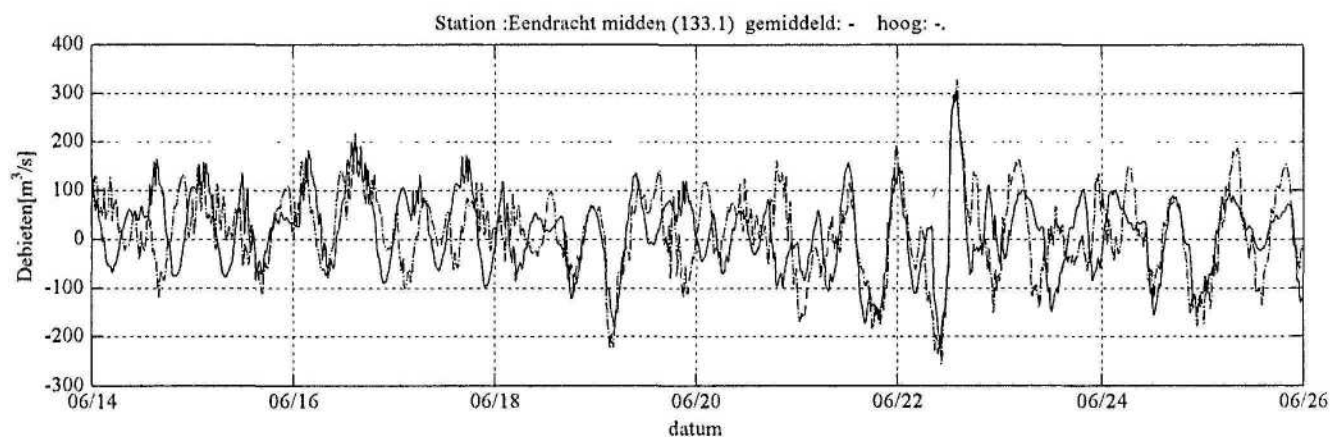
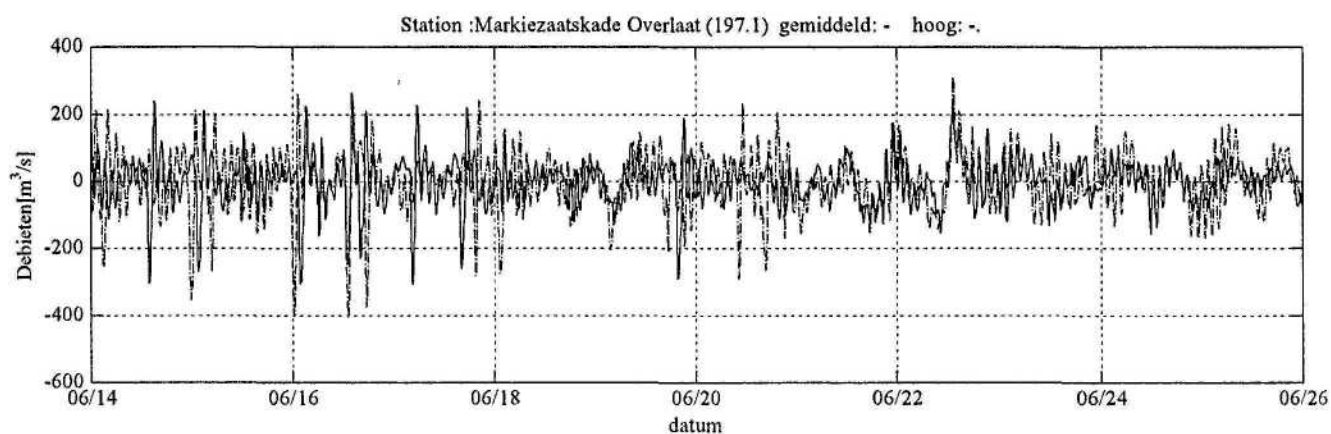
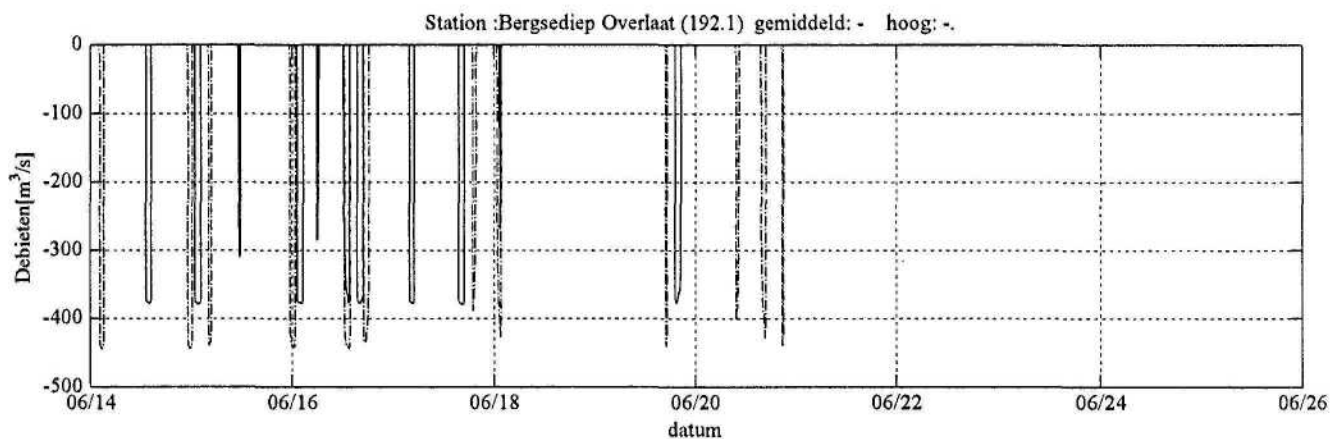


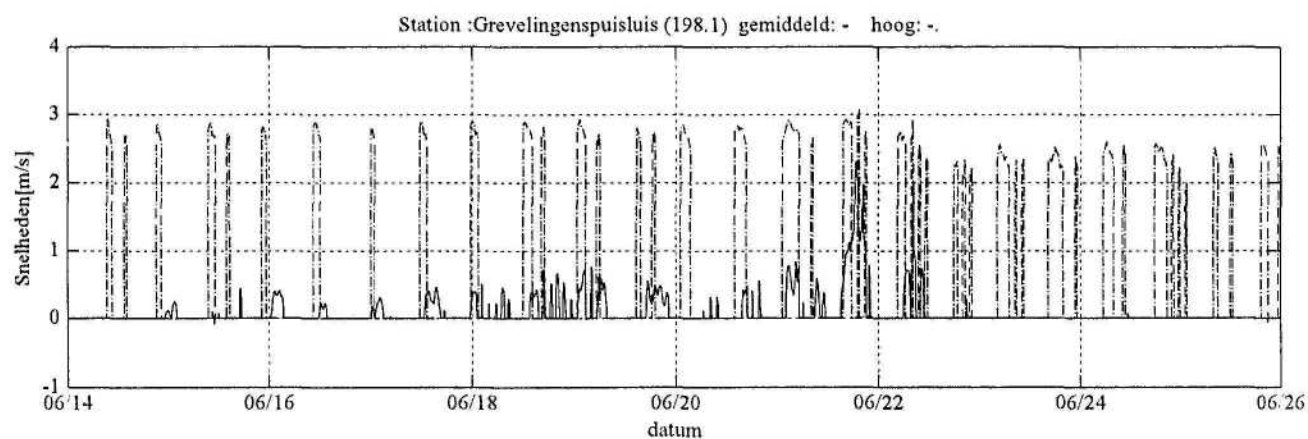
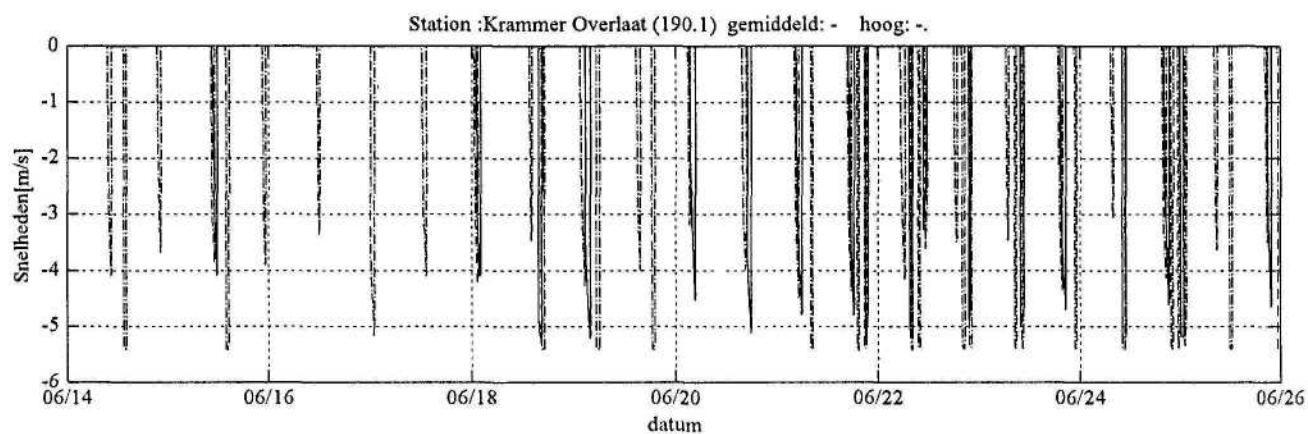
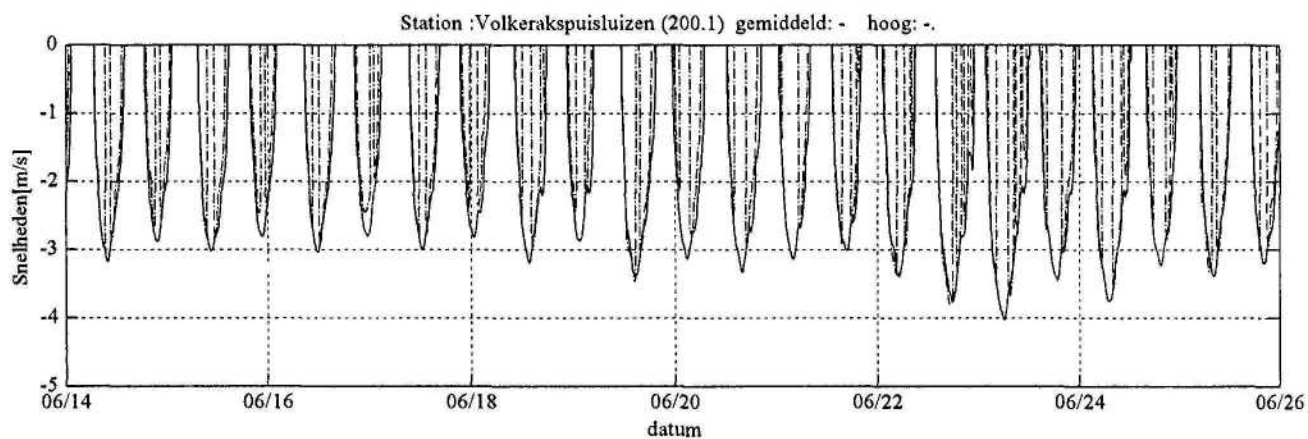




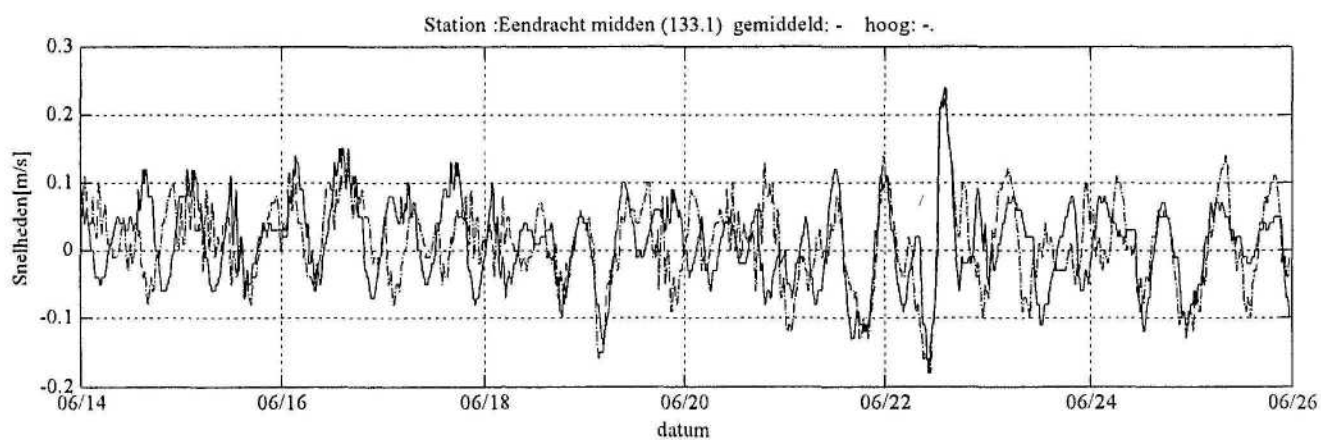
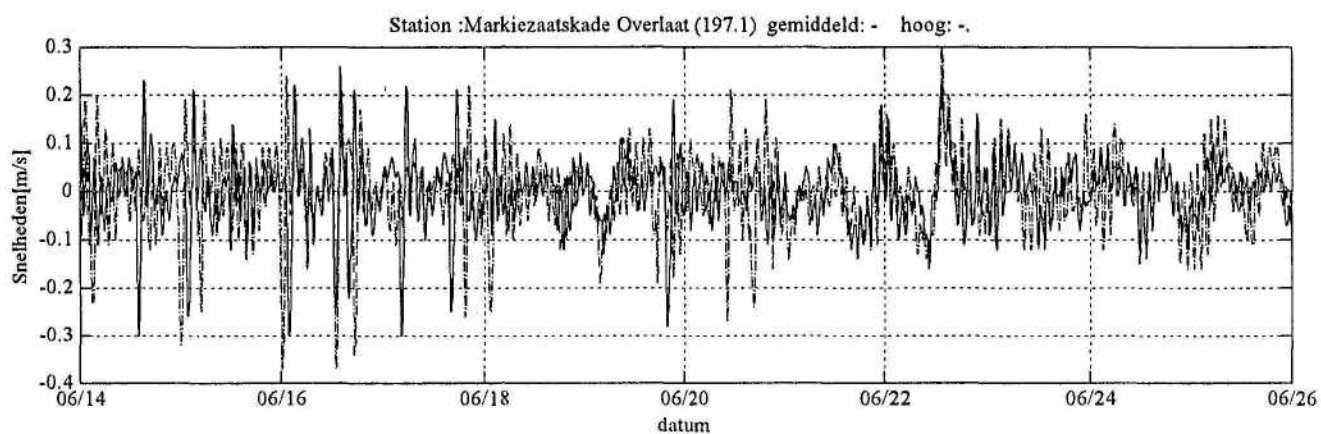
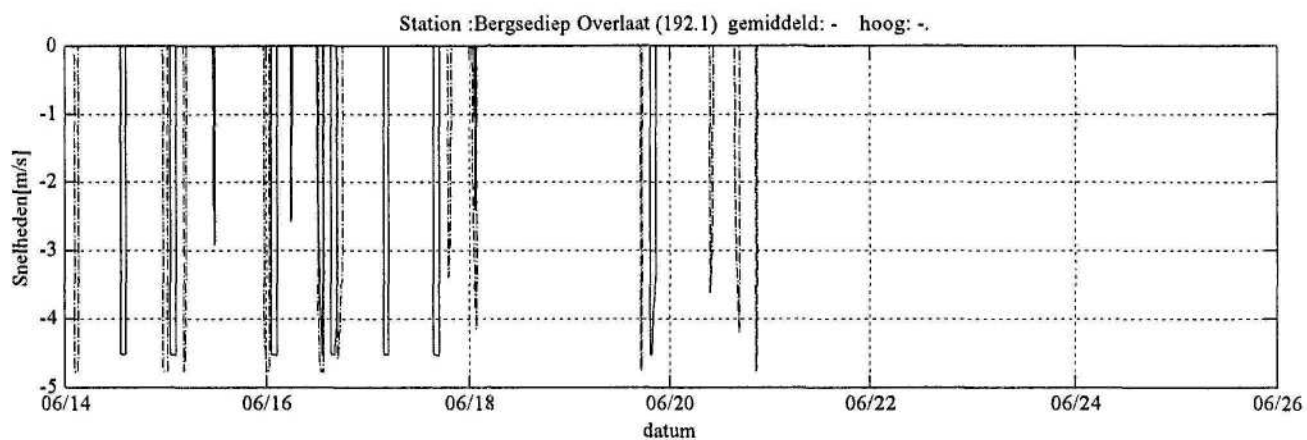


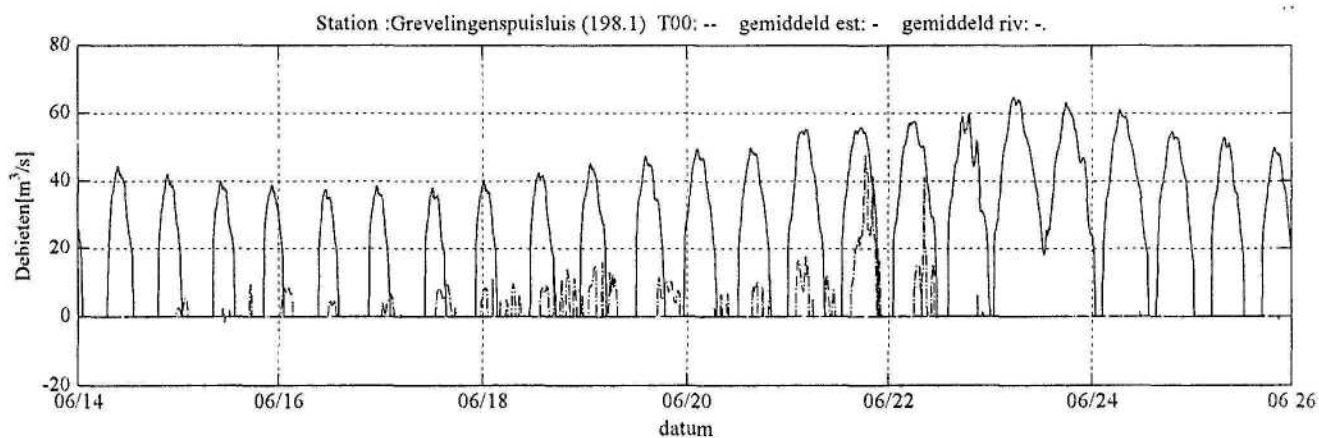
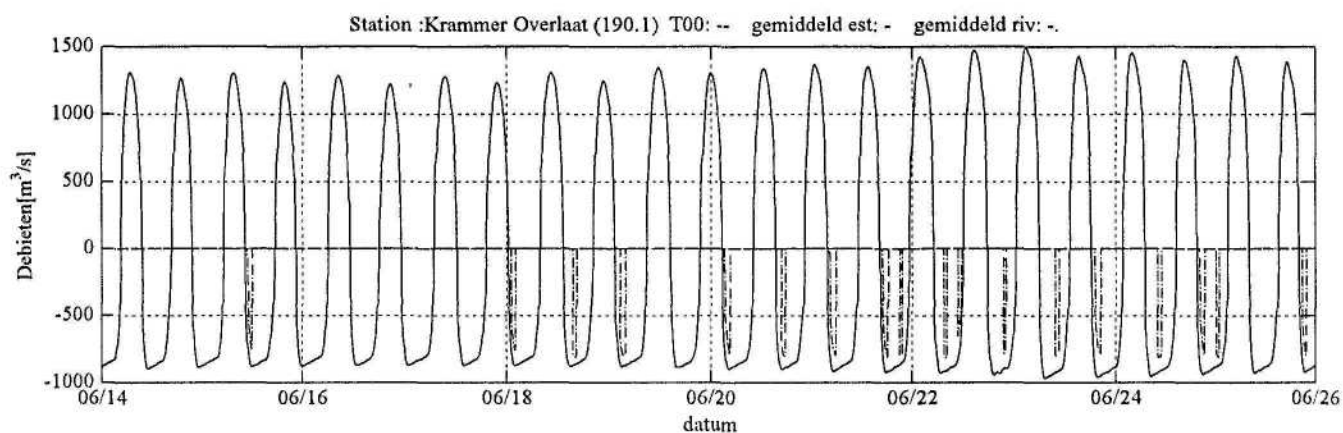
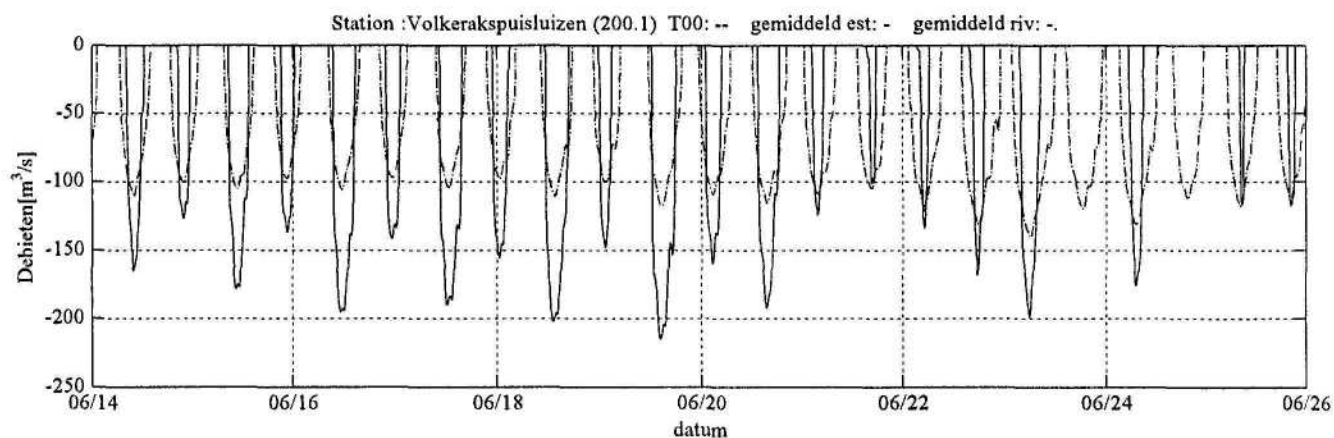


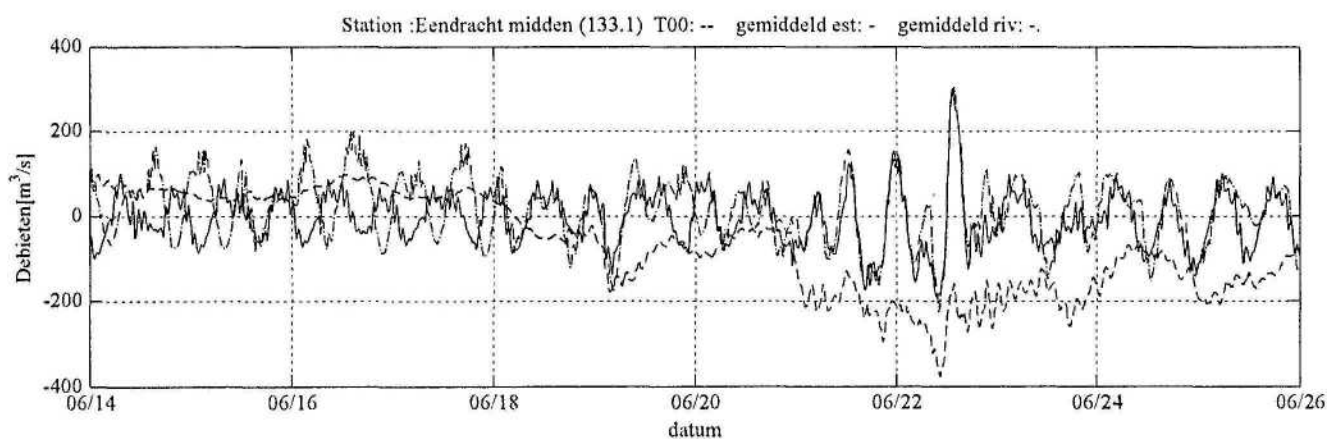
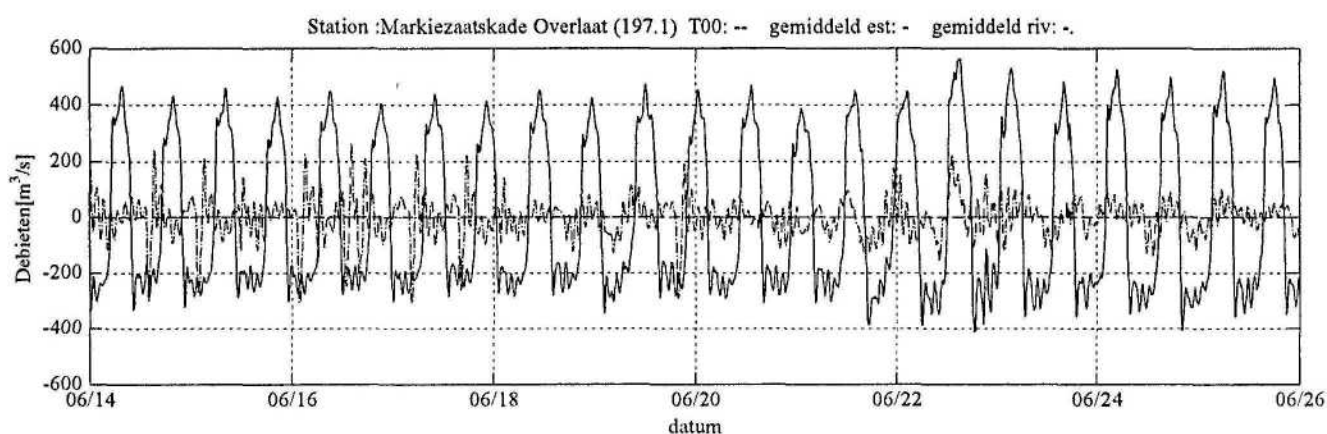
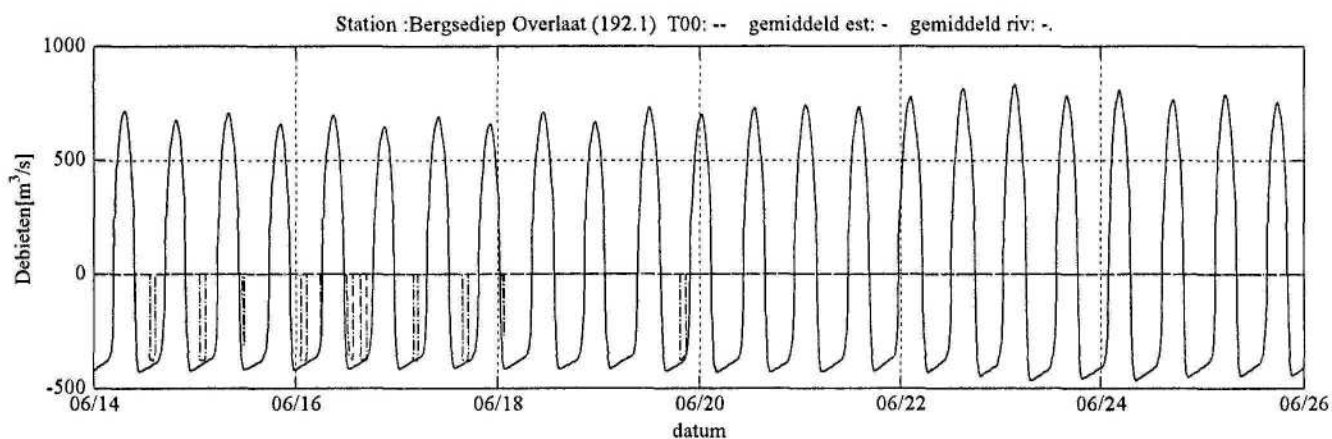


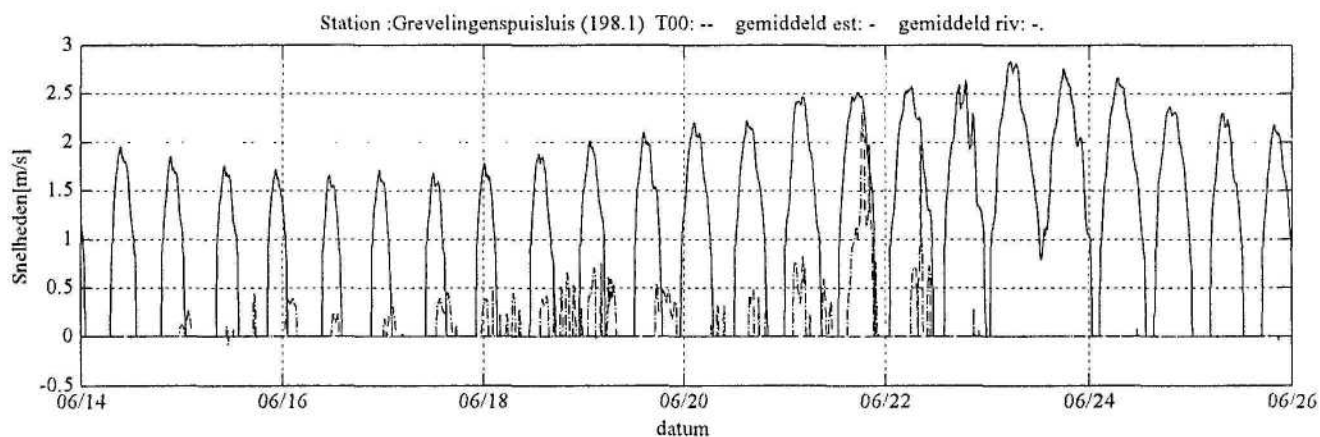
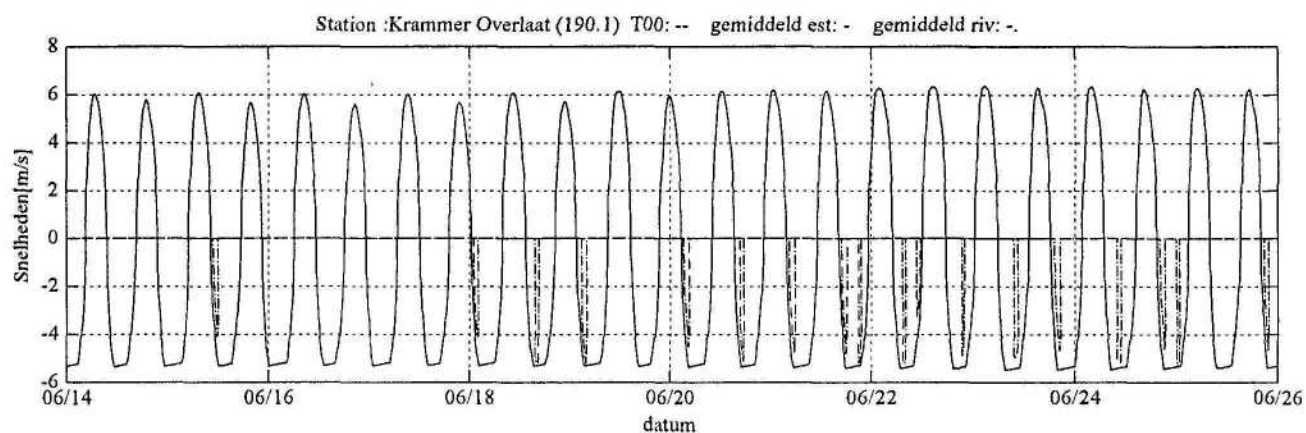
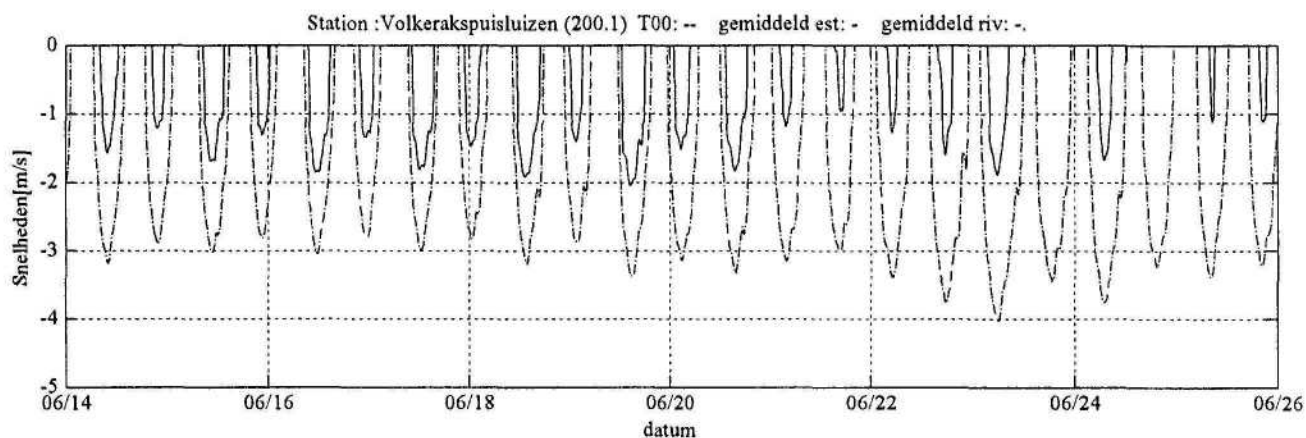


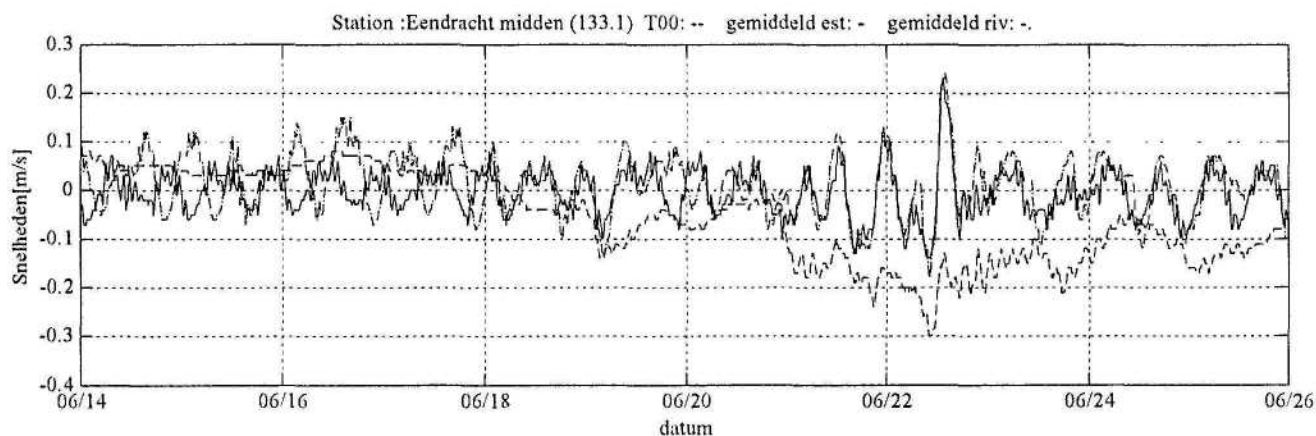
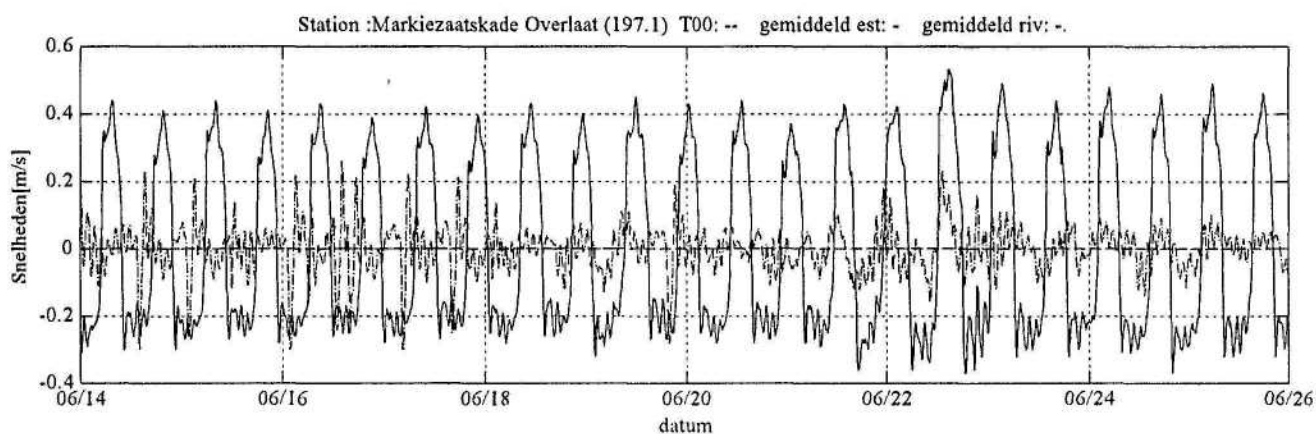
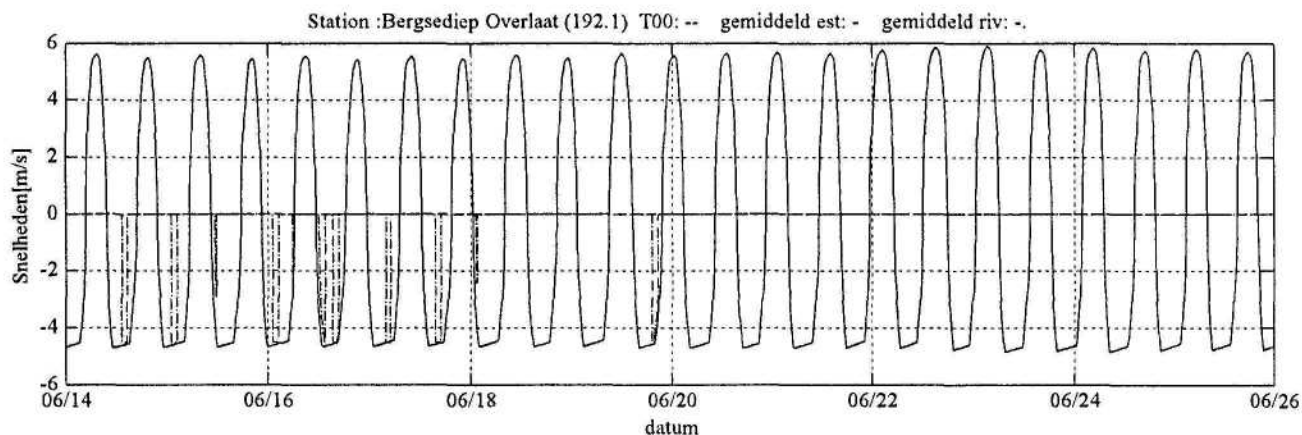




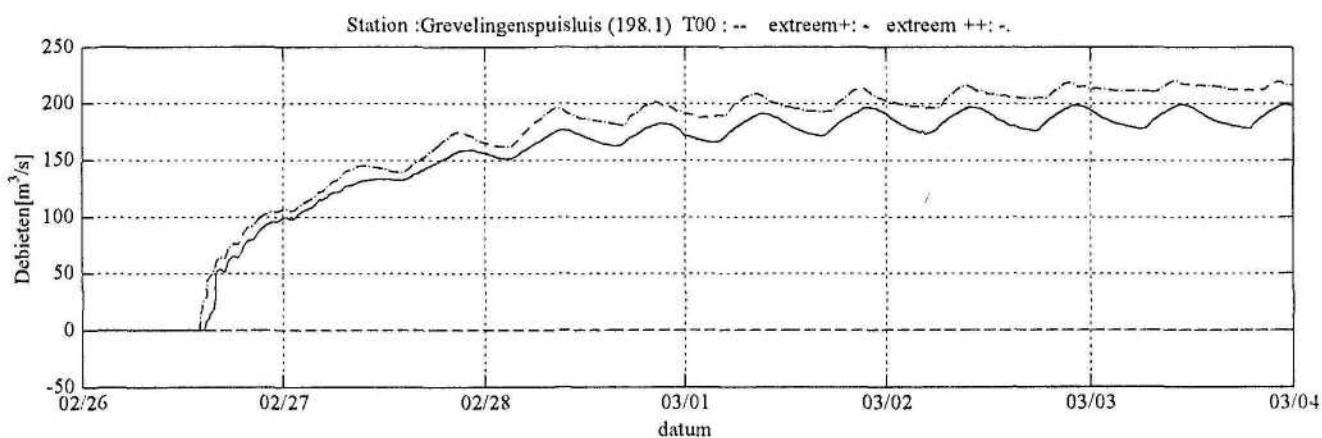
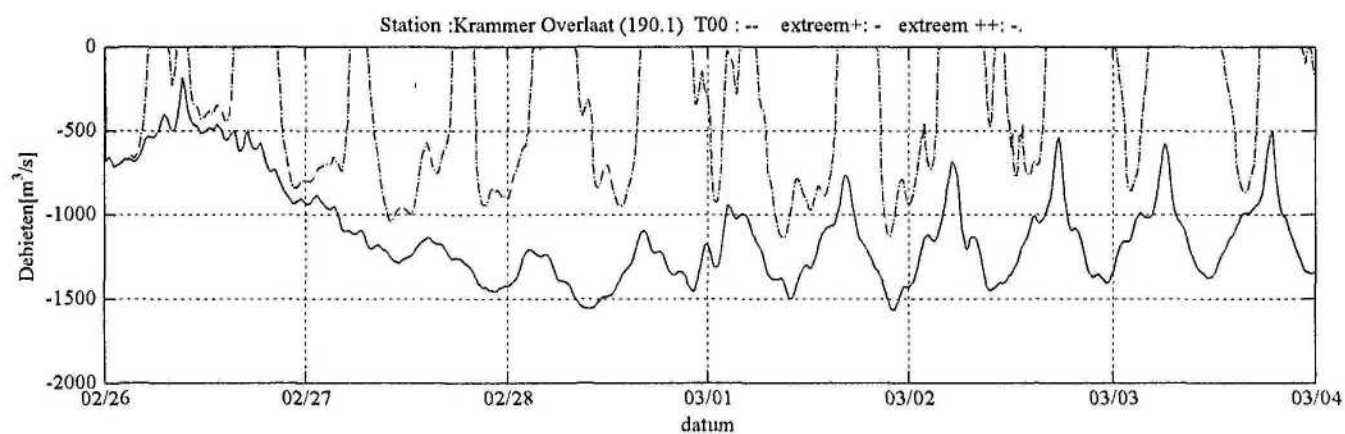
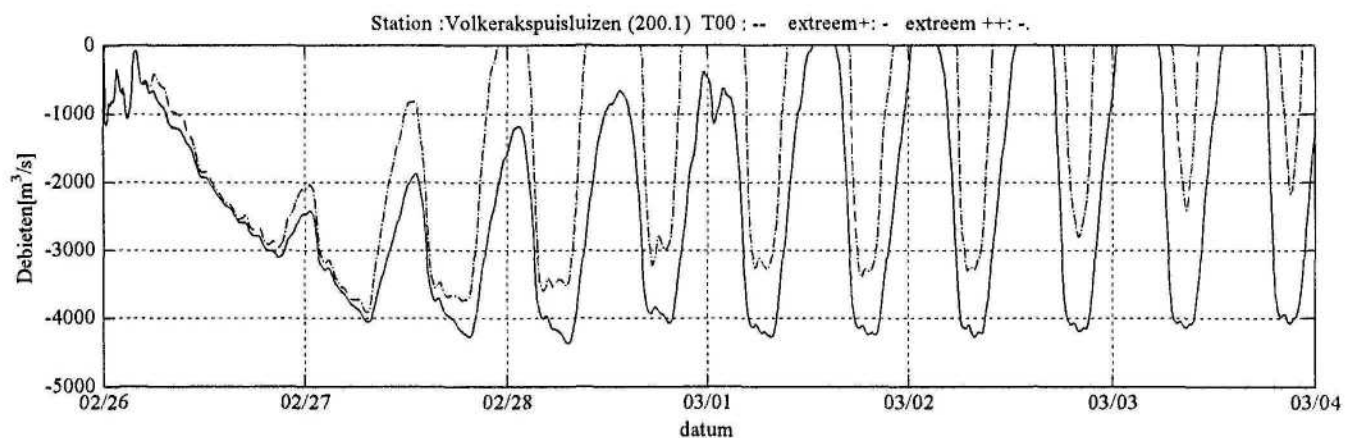


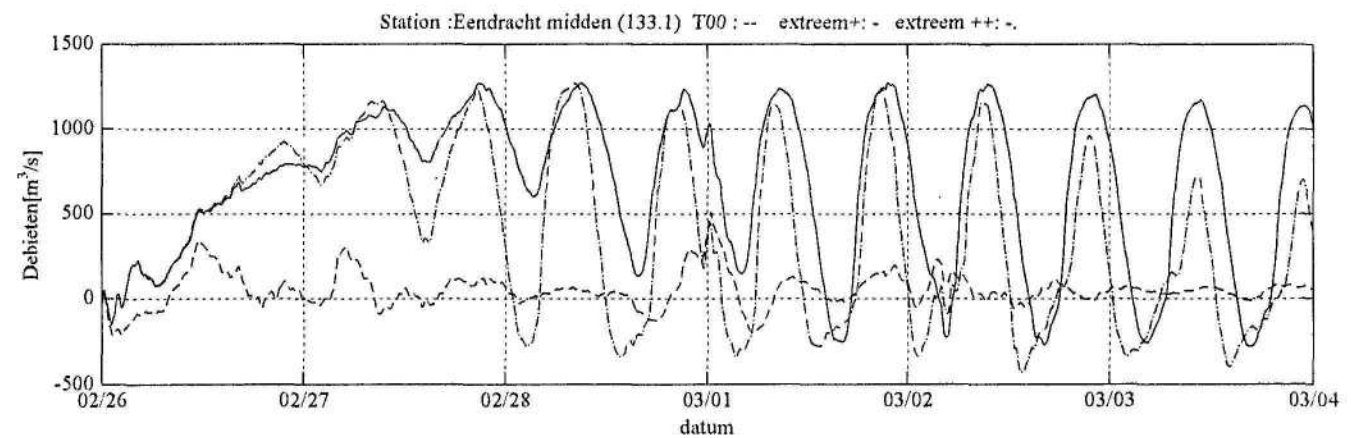
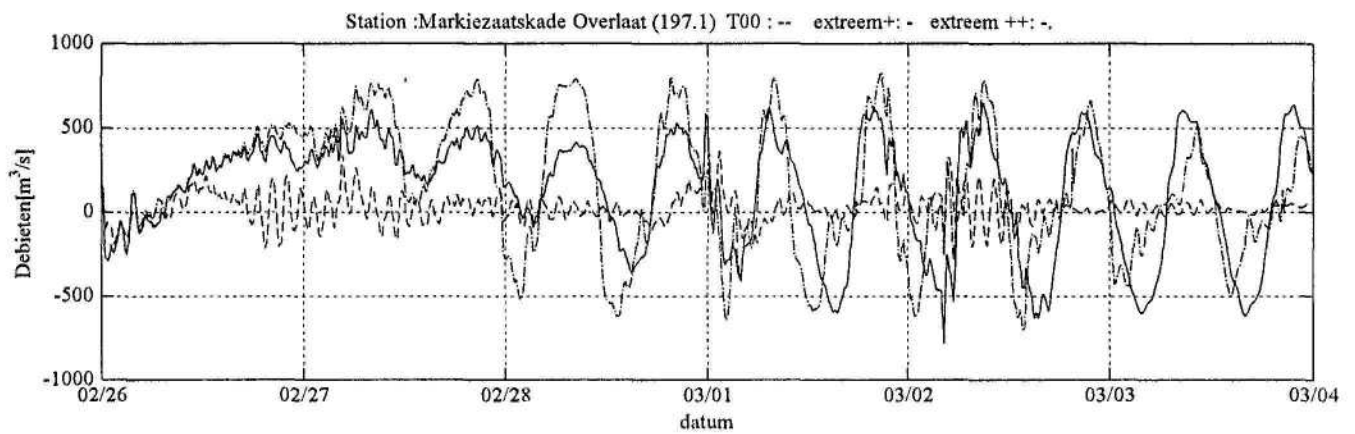
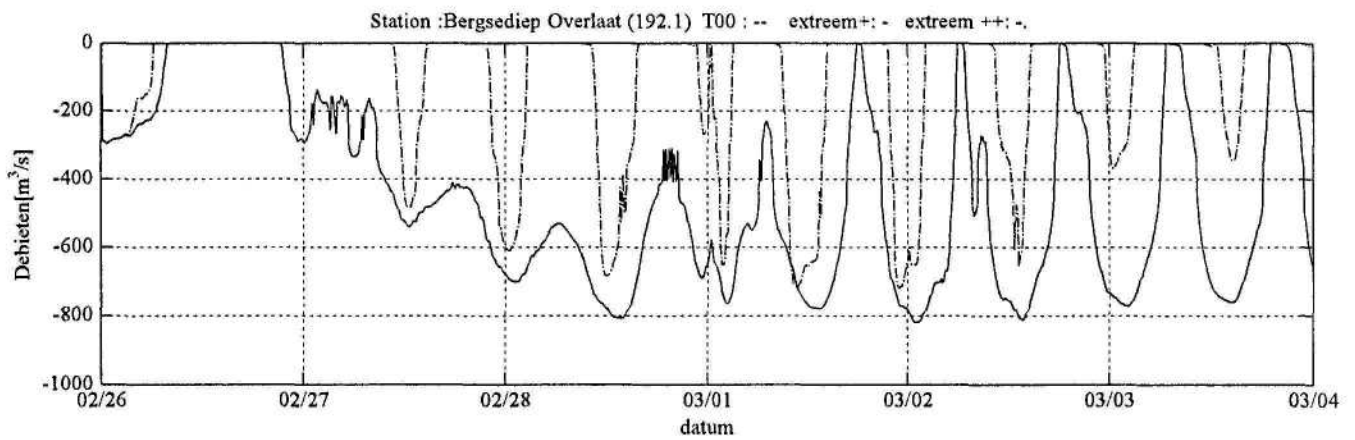


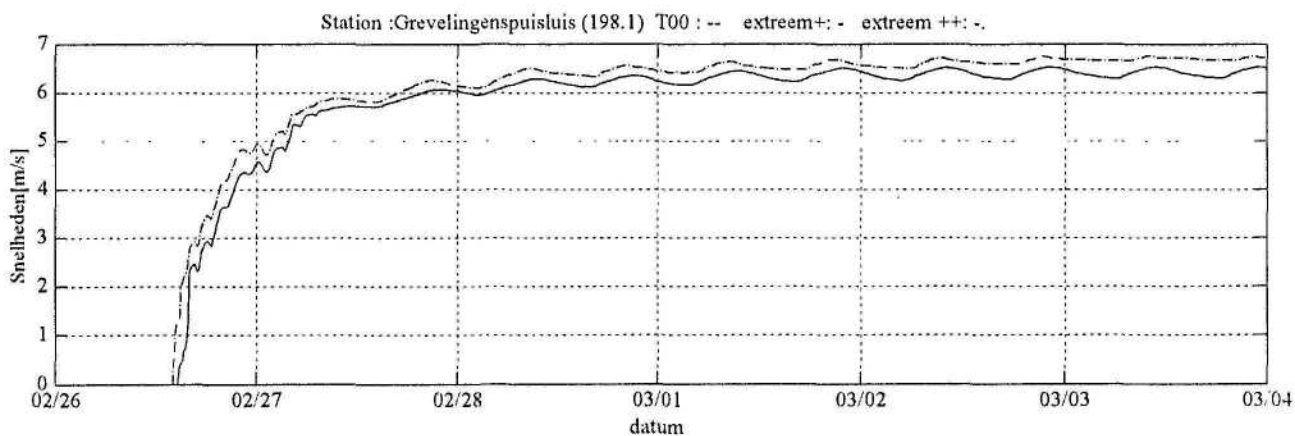
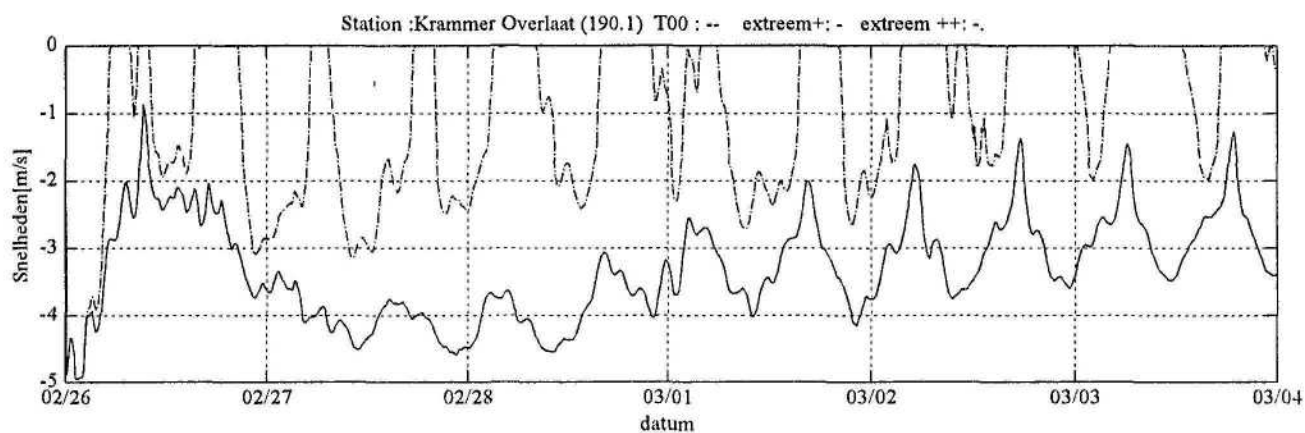
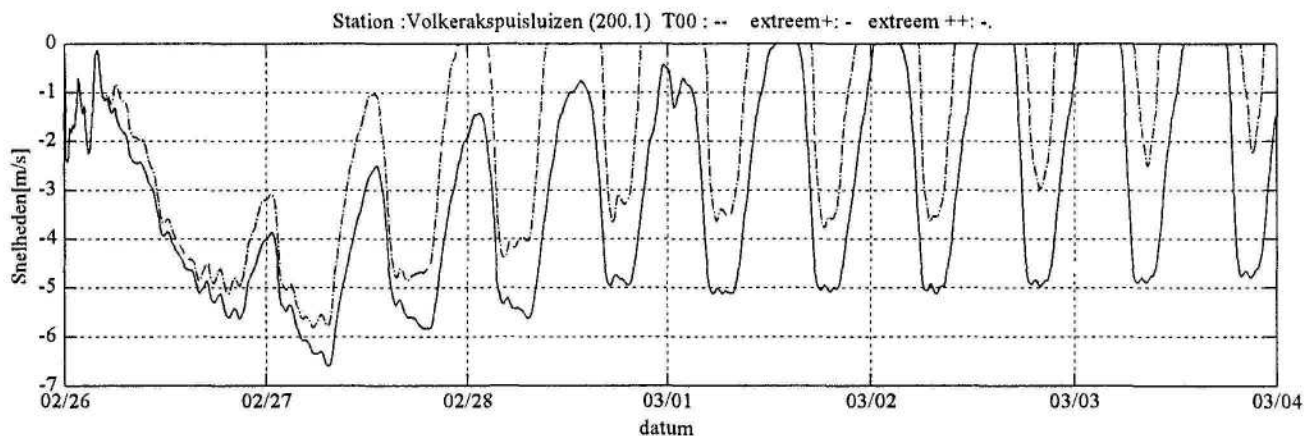


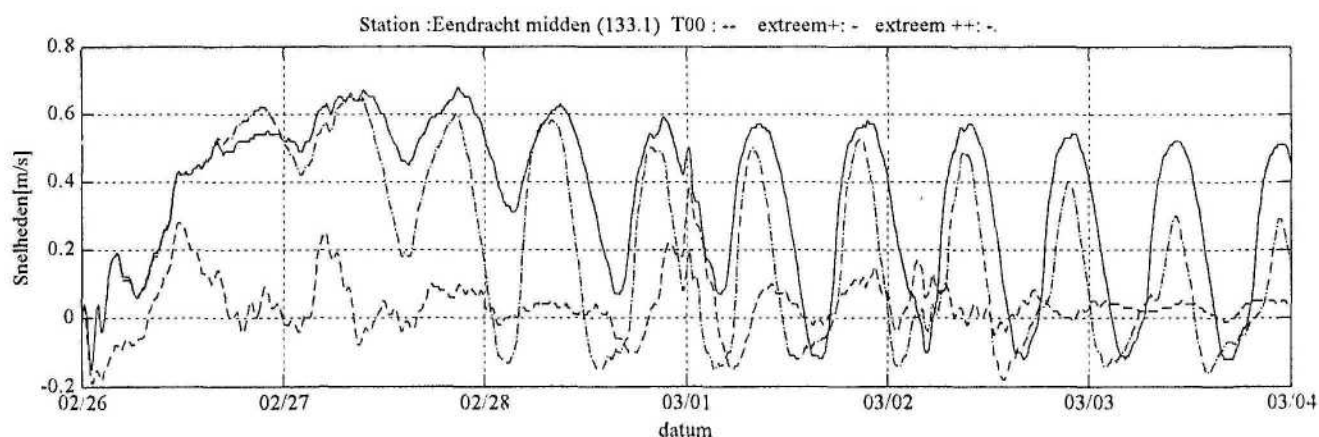
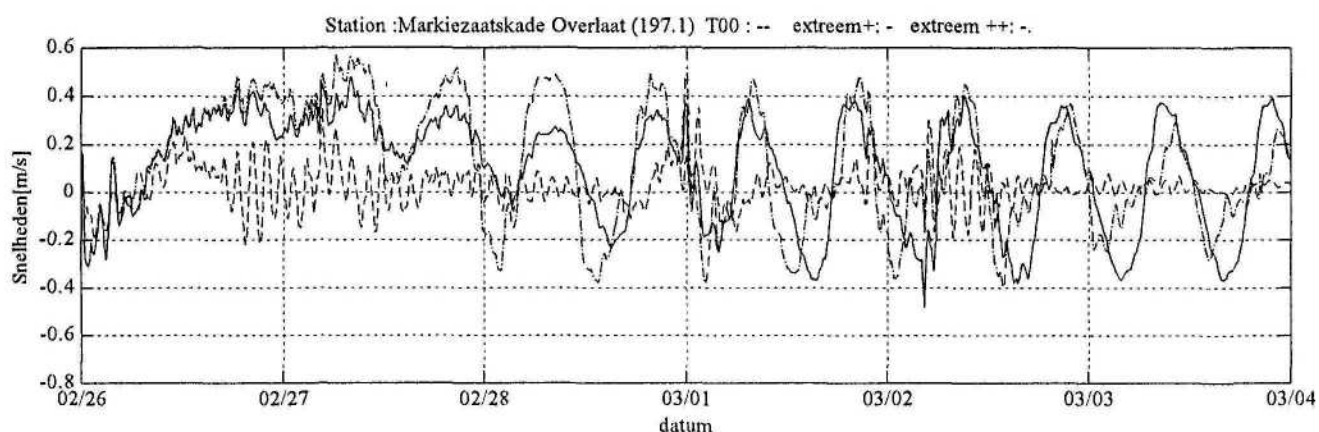
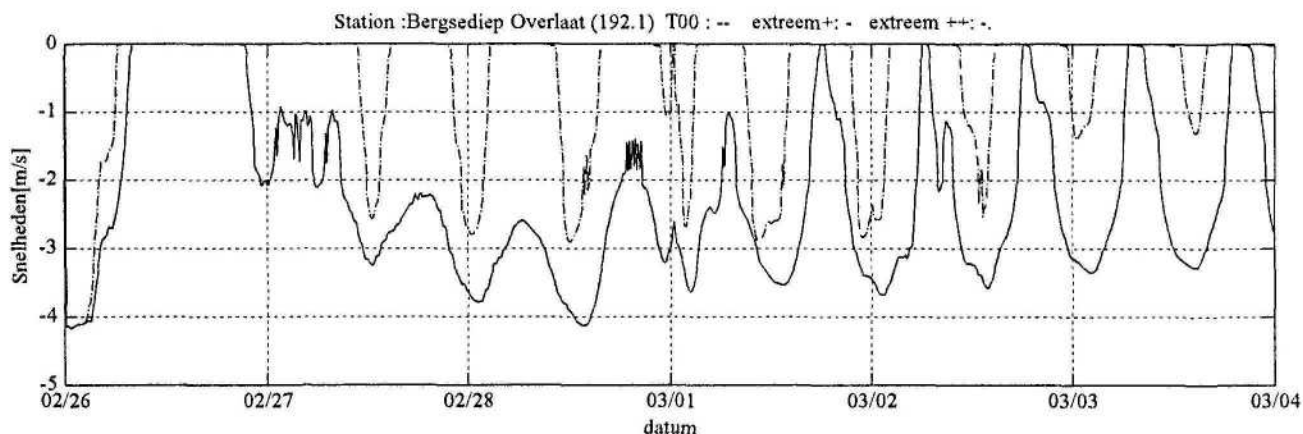


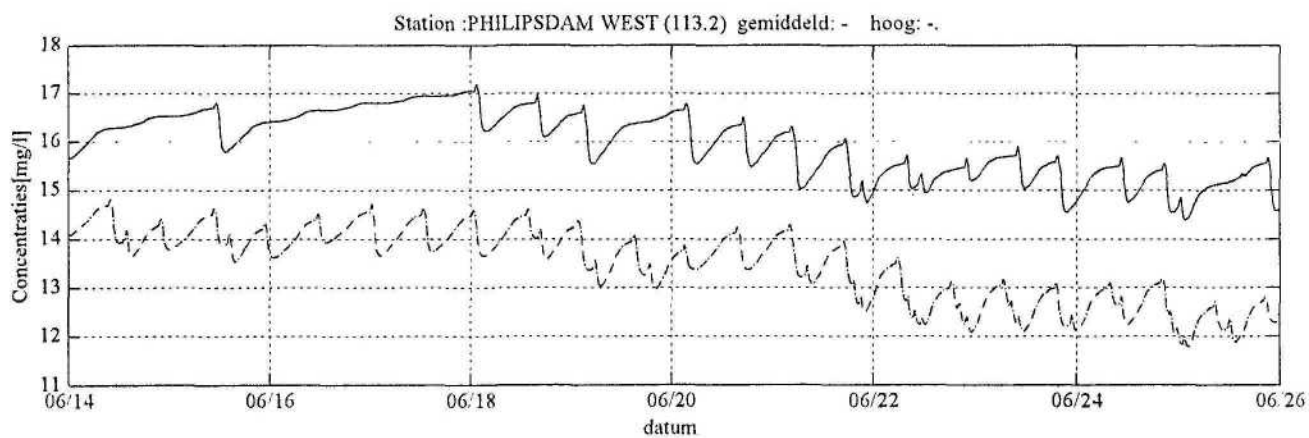
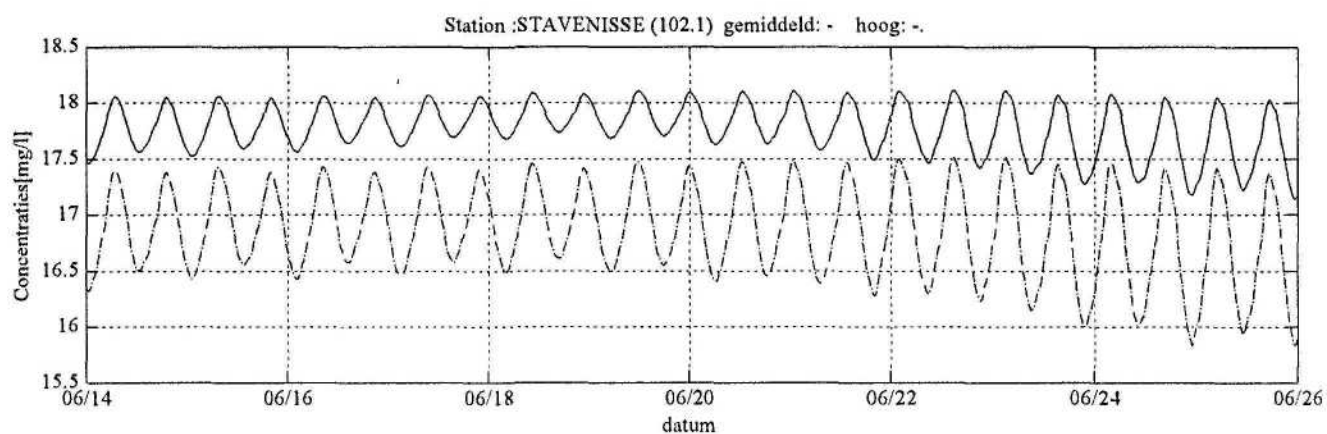
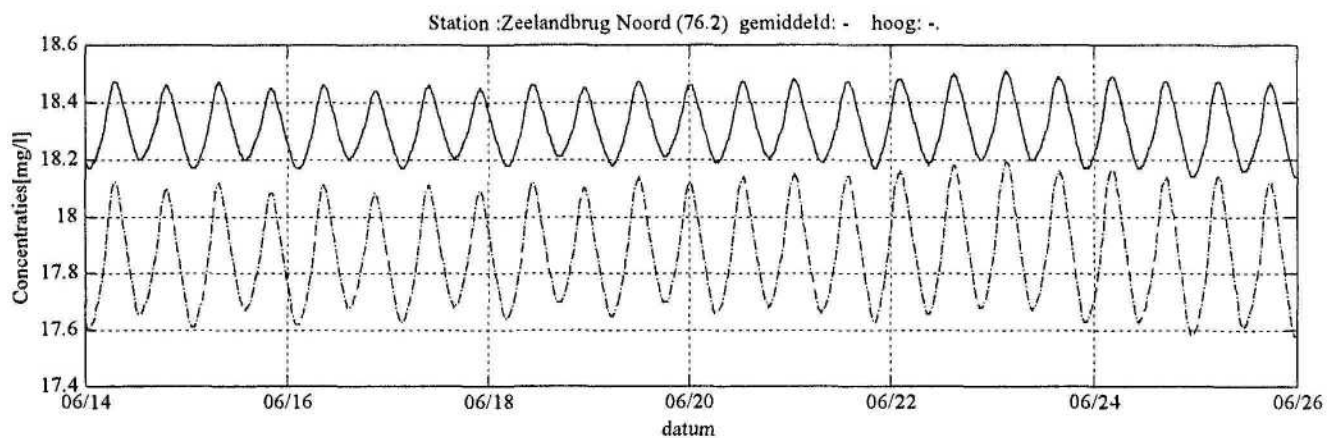


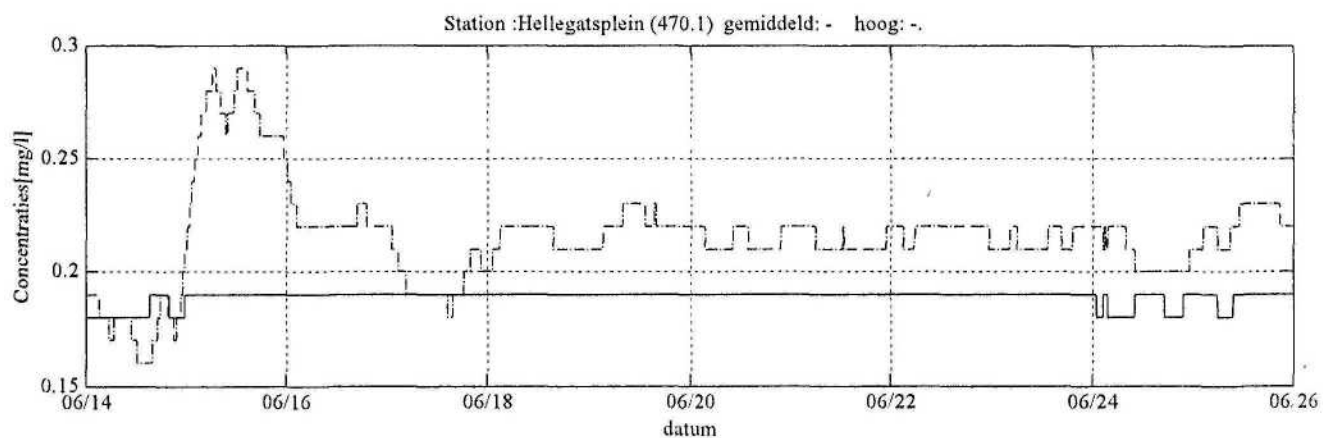
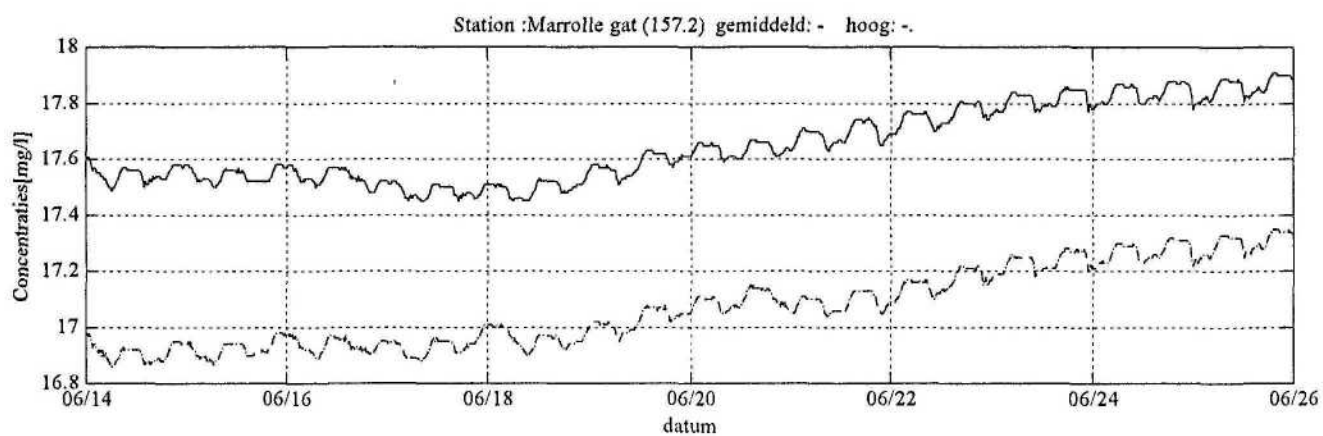
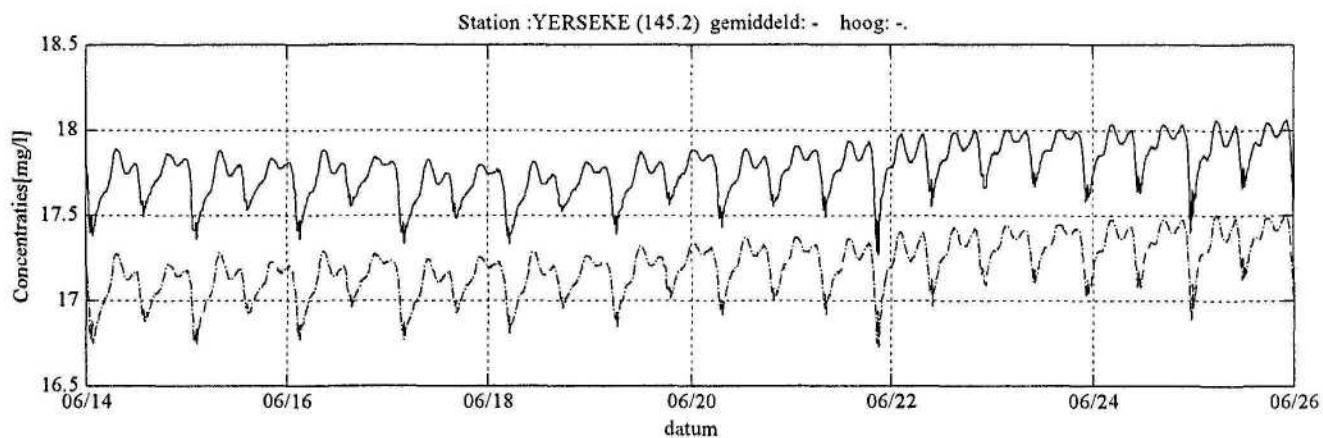




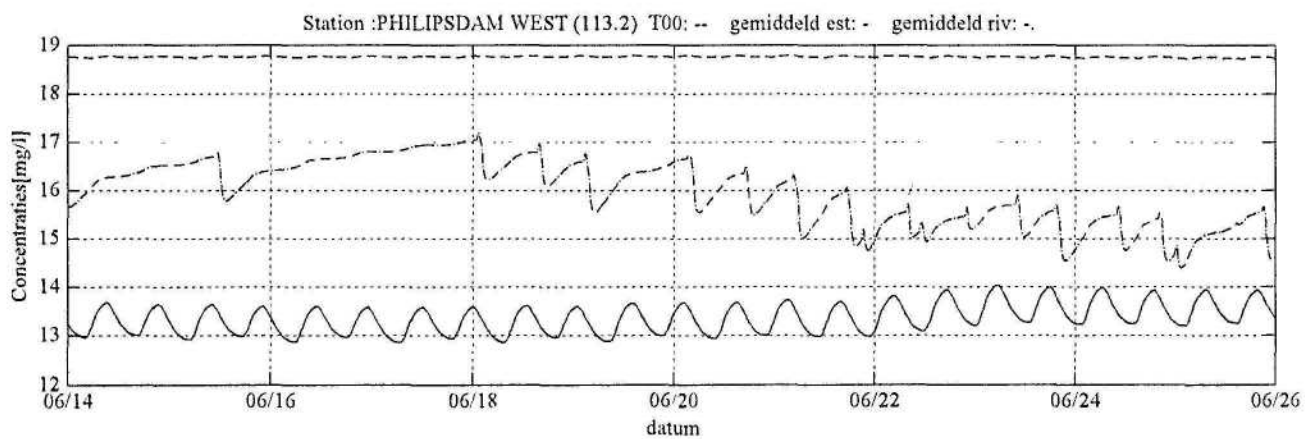
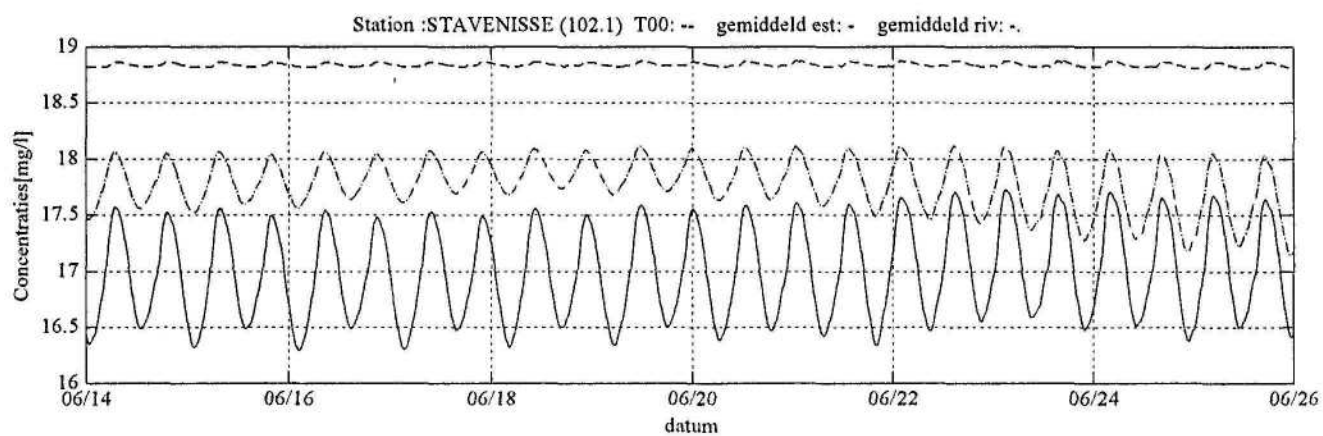
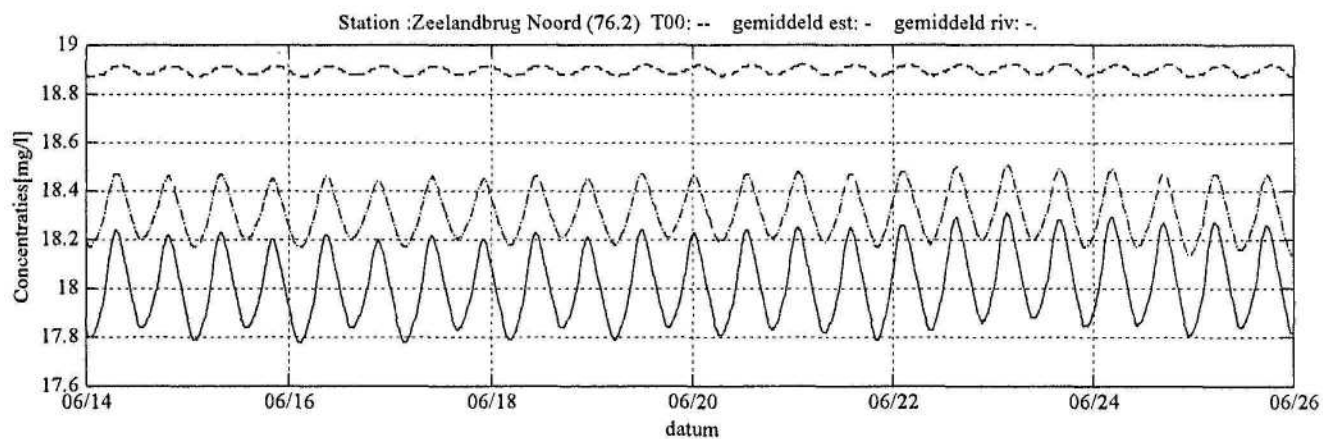


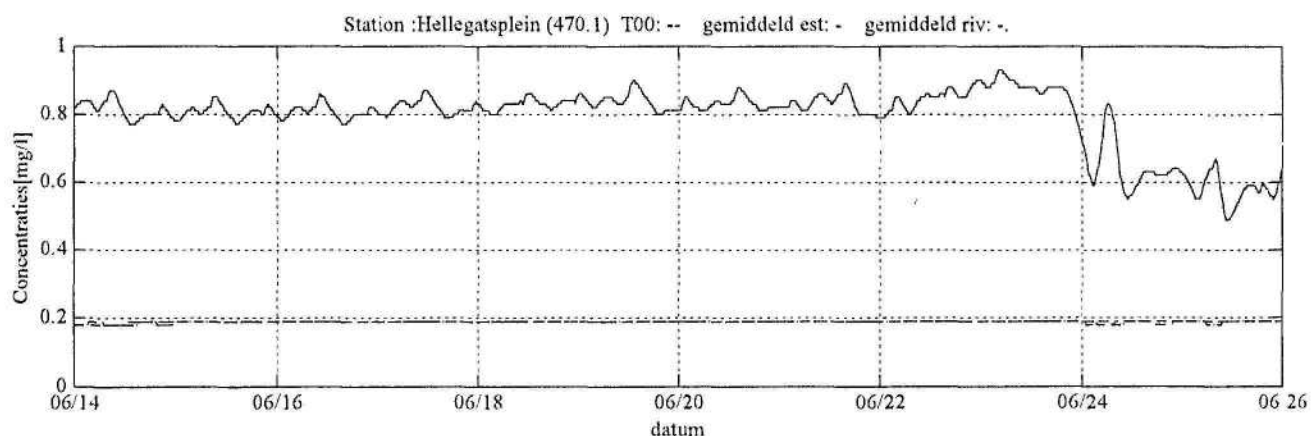
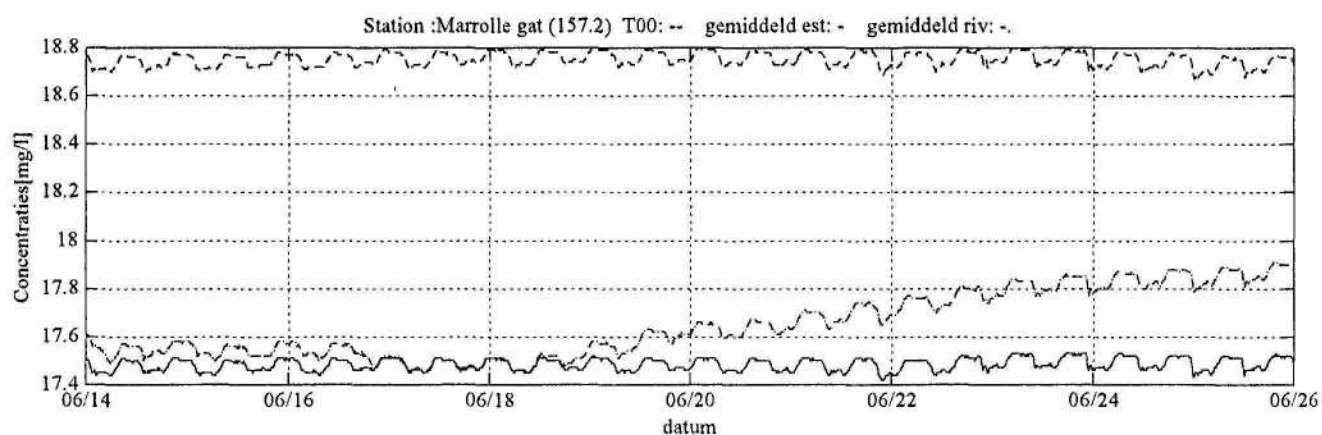
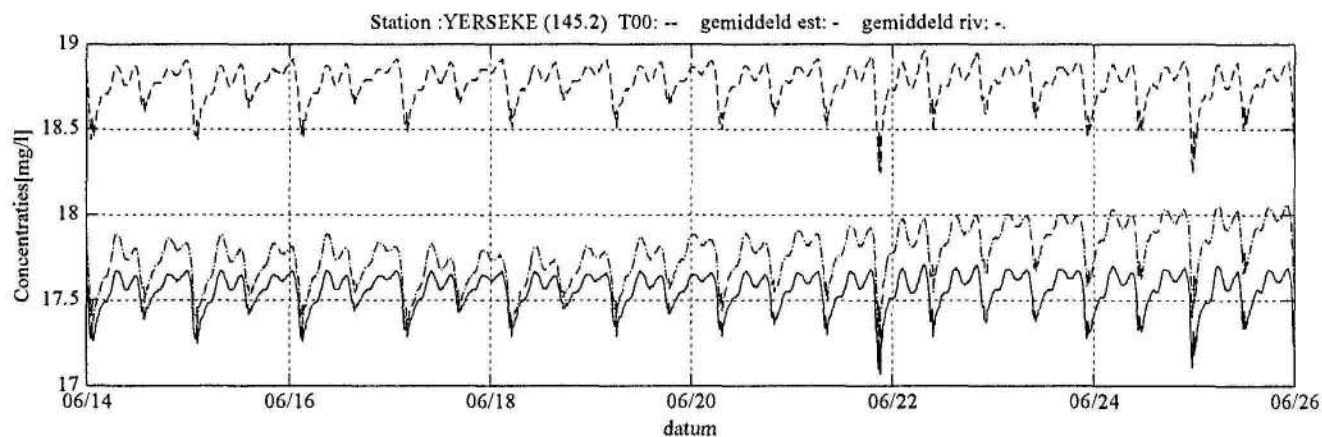


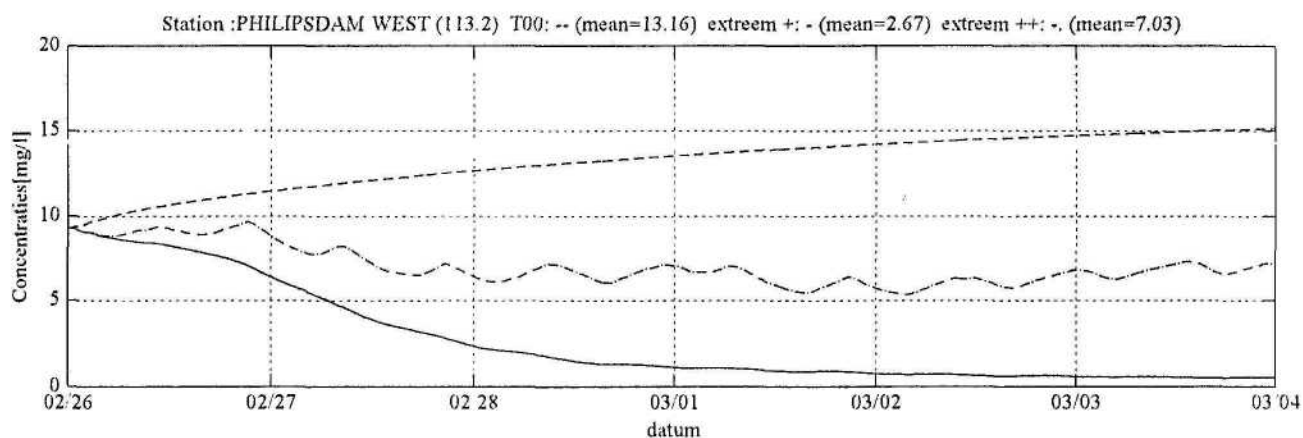
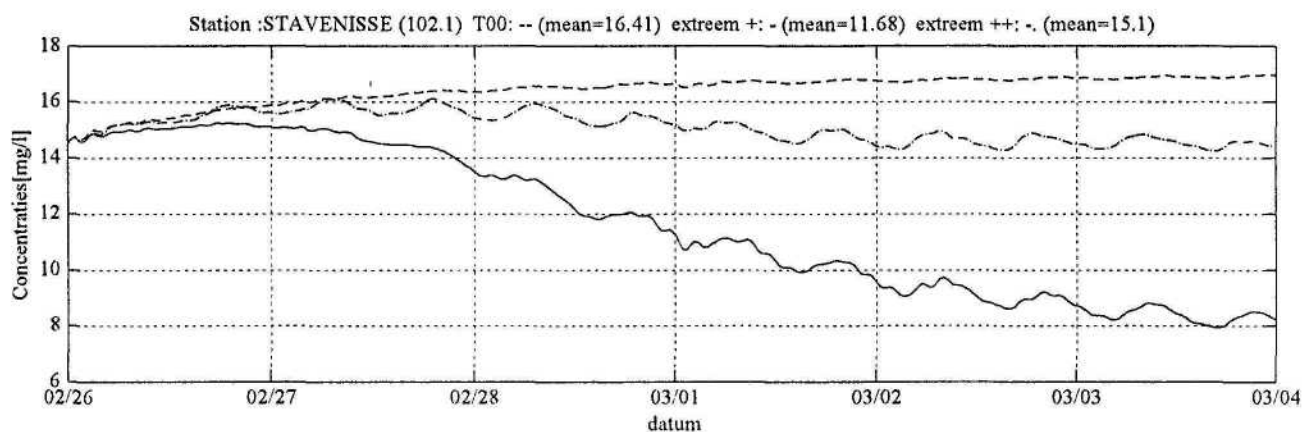
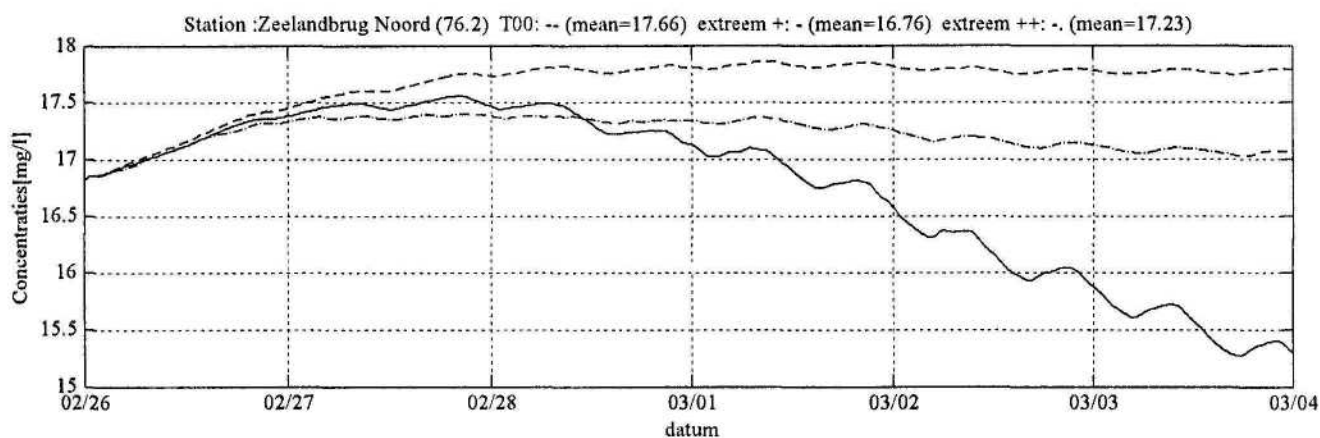


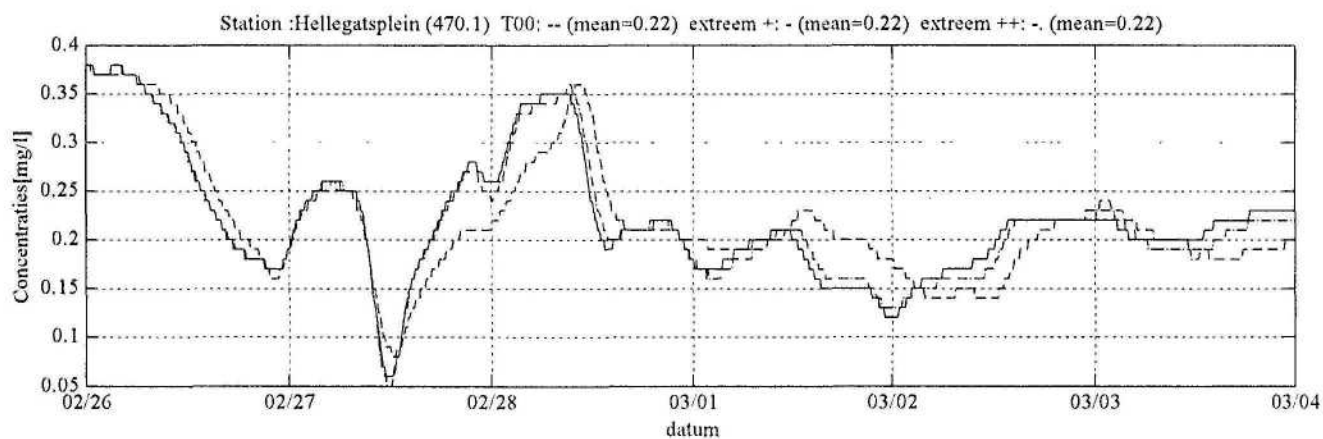
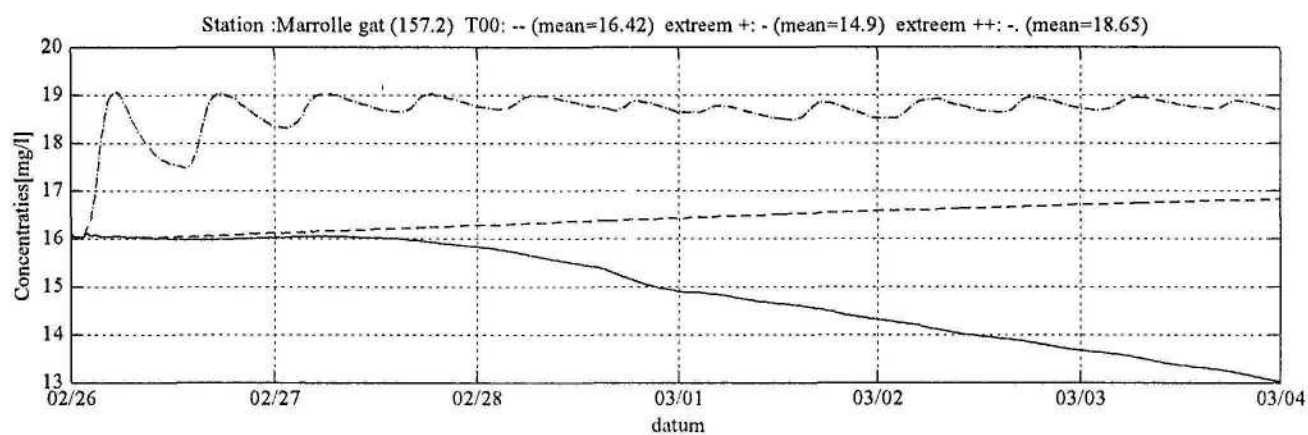
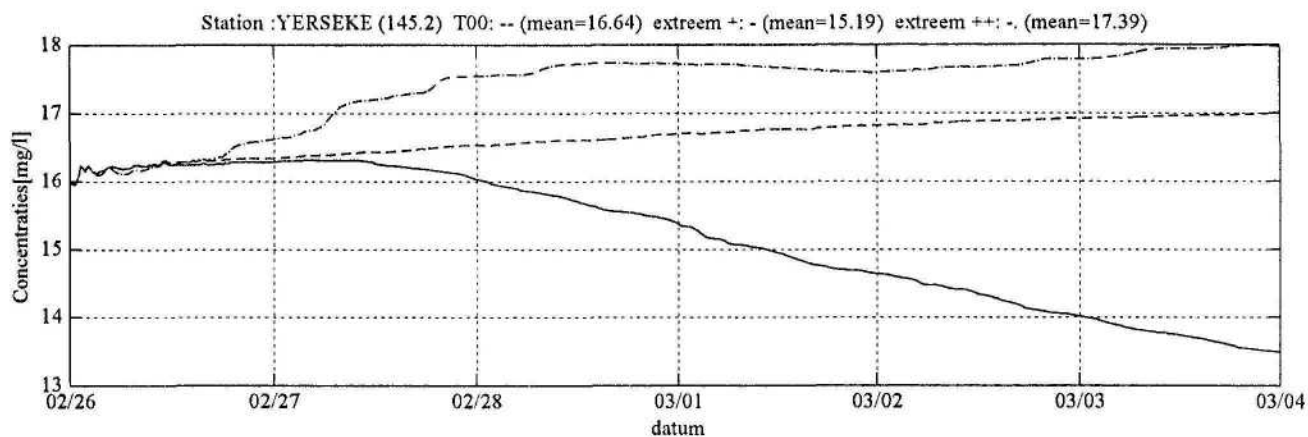




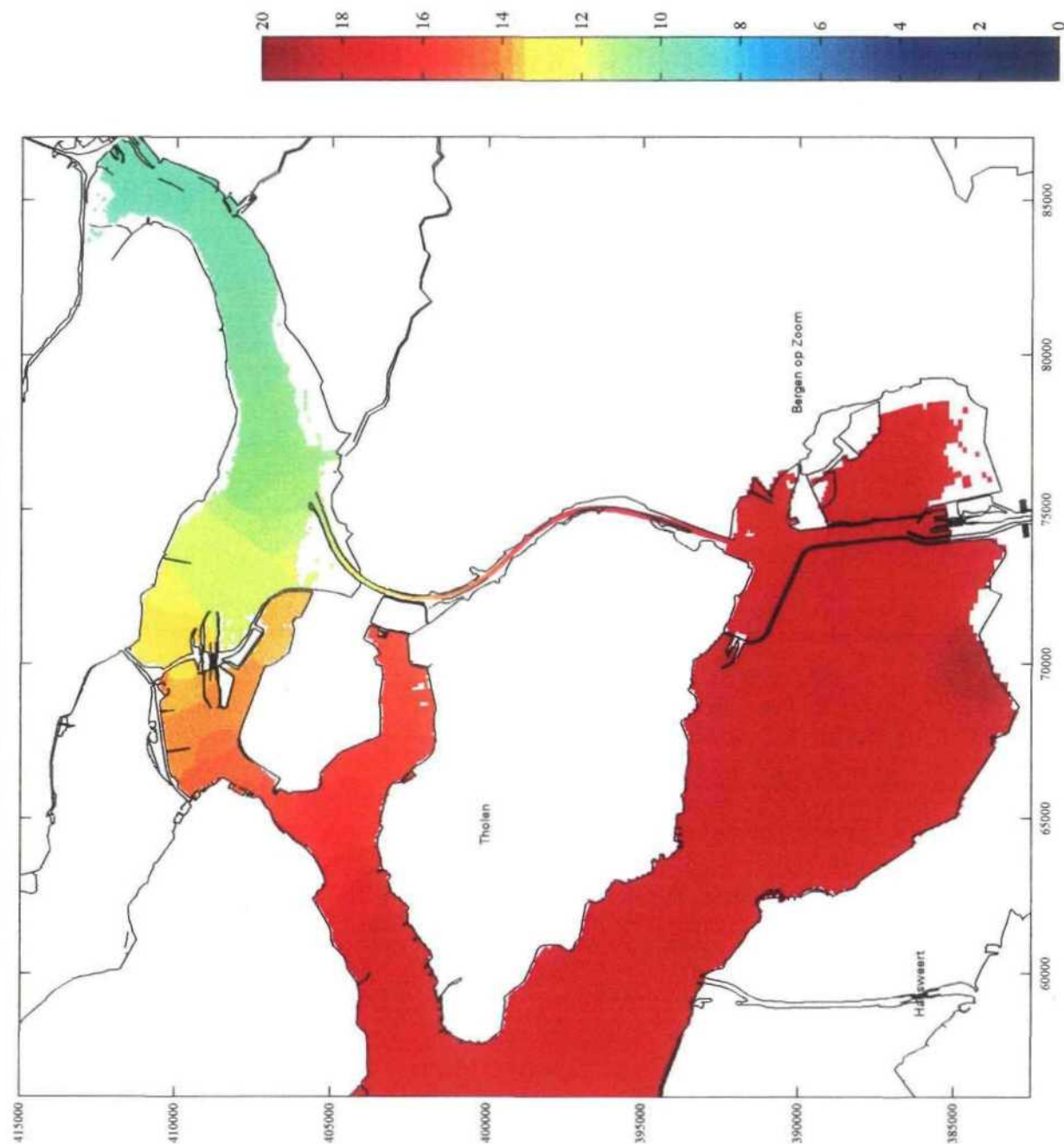






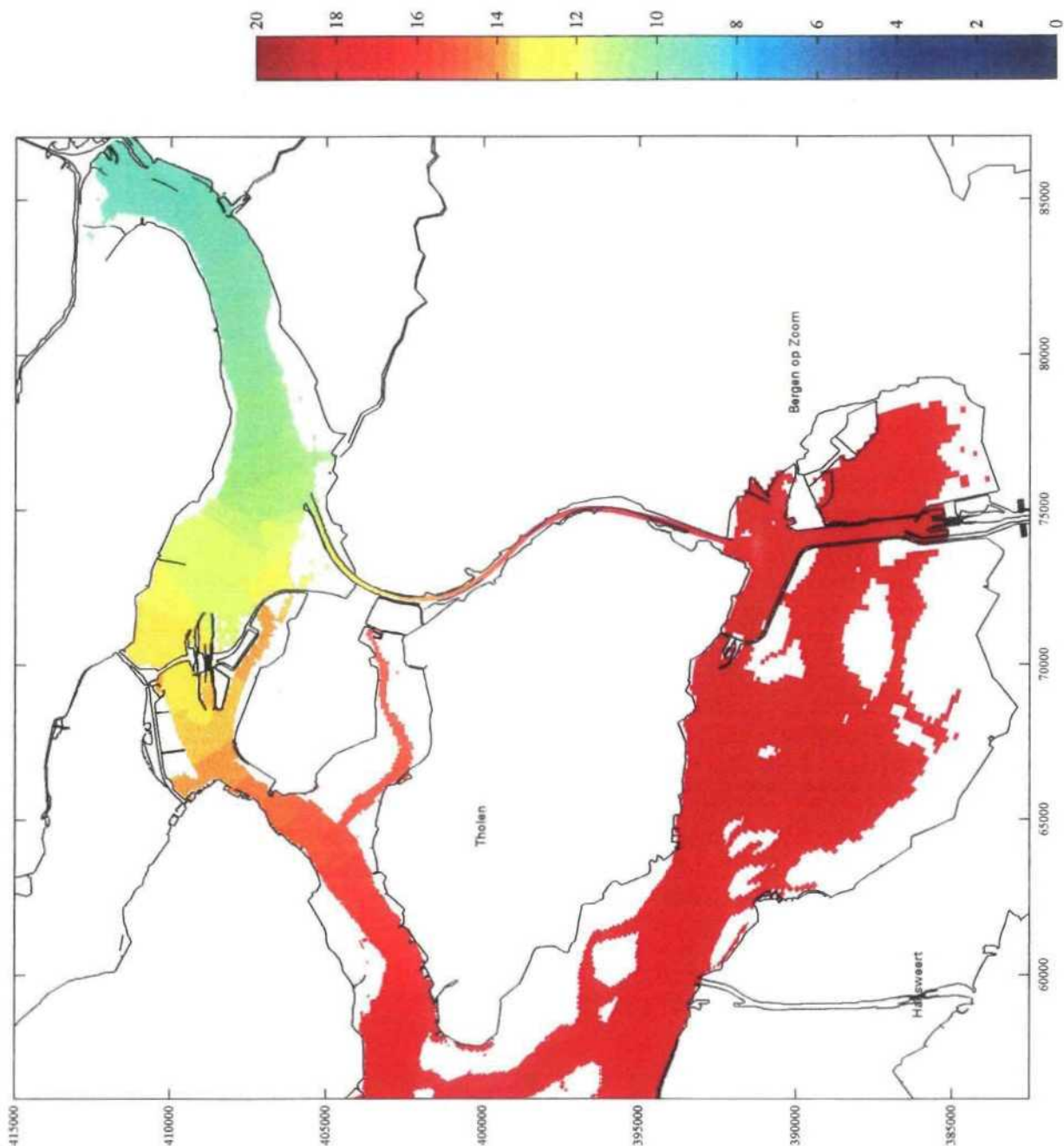


Zoutconcentraties (g/l) estuariene dynamiek, gemiddelde afvoer, hoog water 900625 0600 uur

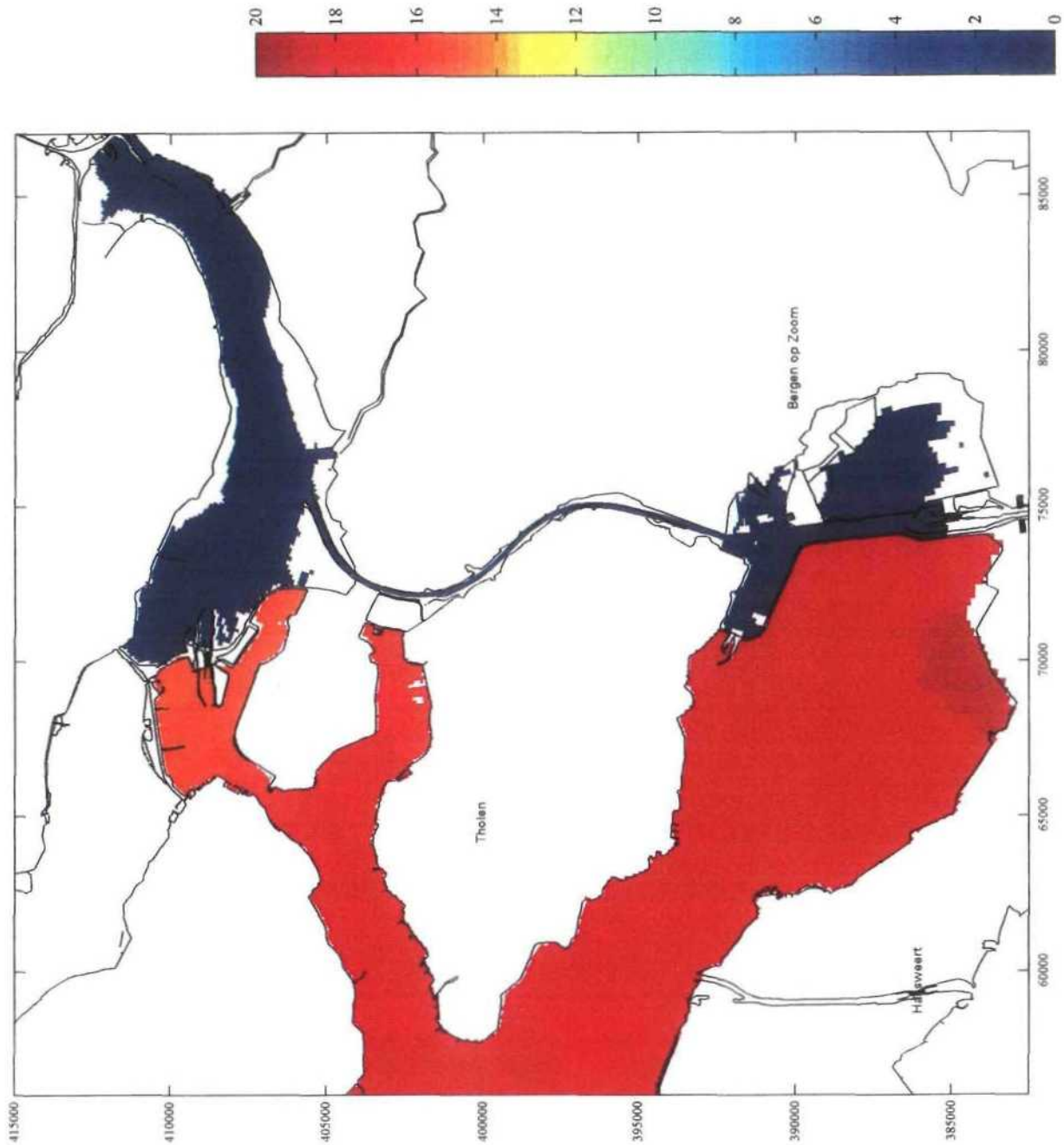




Zoutconcentraties (g/l) estuariene dynamiek, gemiddelde afvoer, laag water 900625 1200 uur



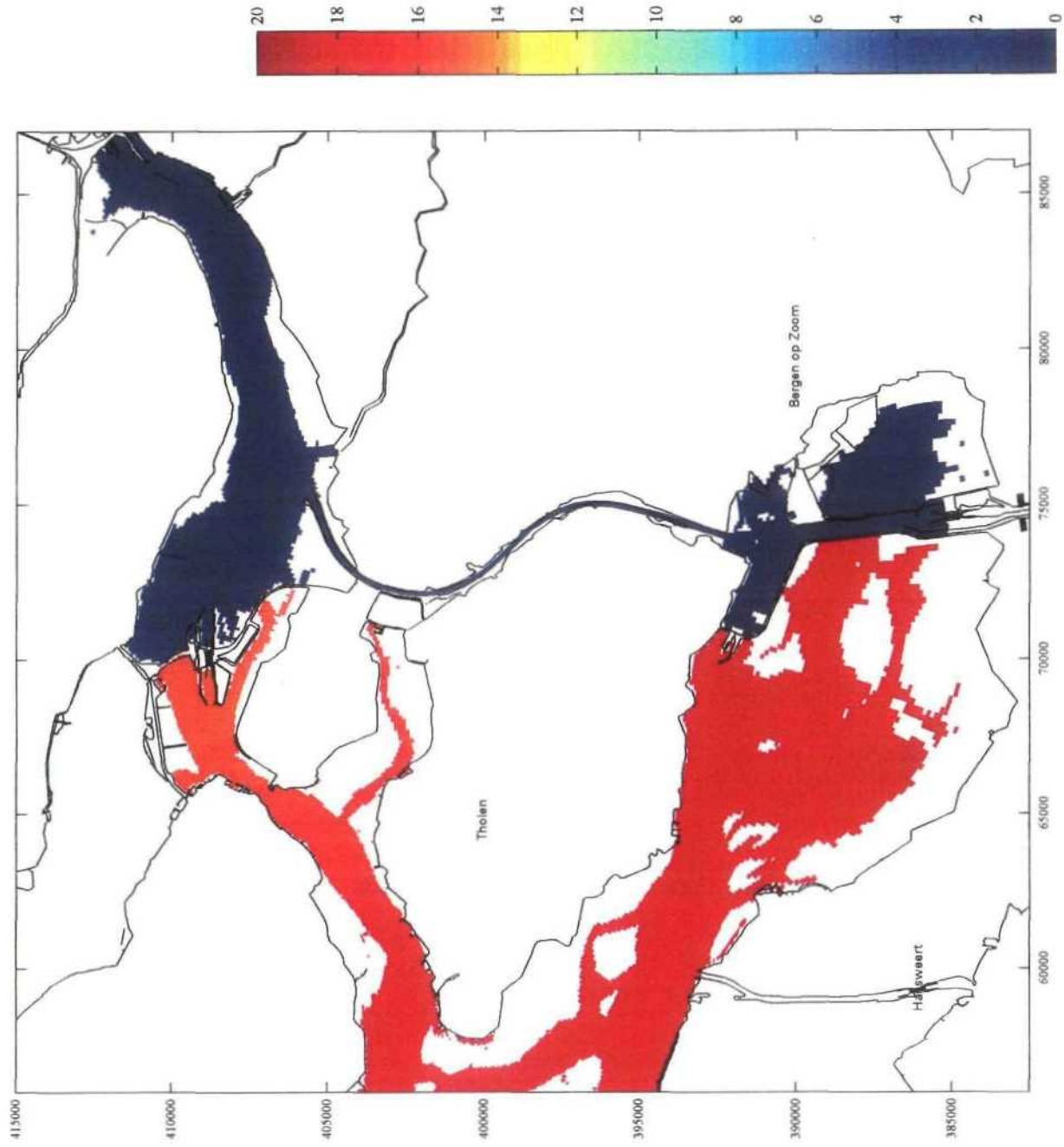




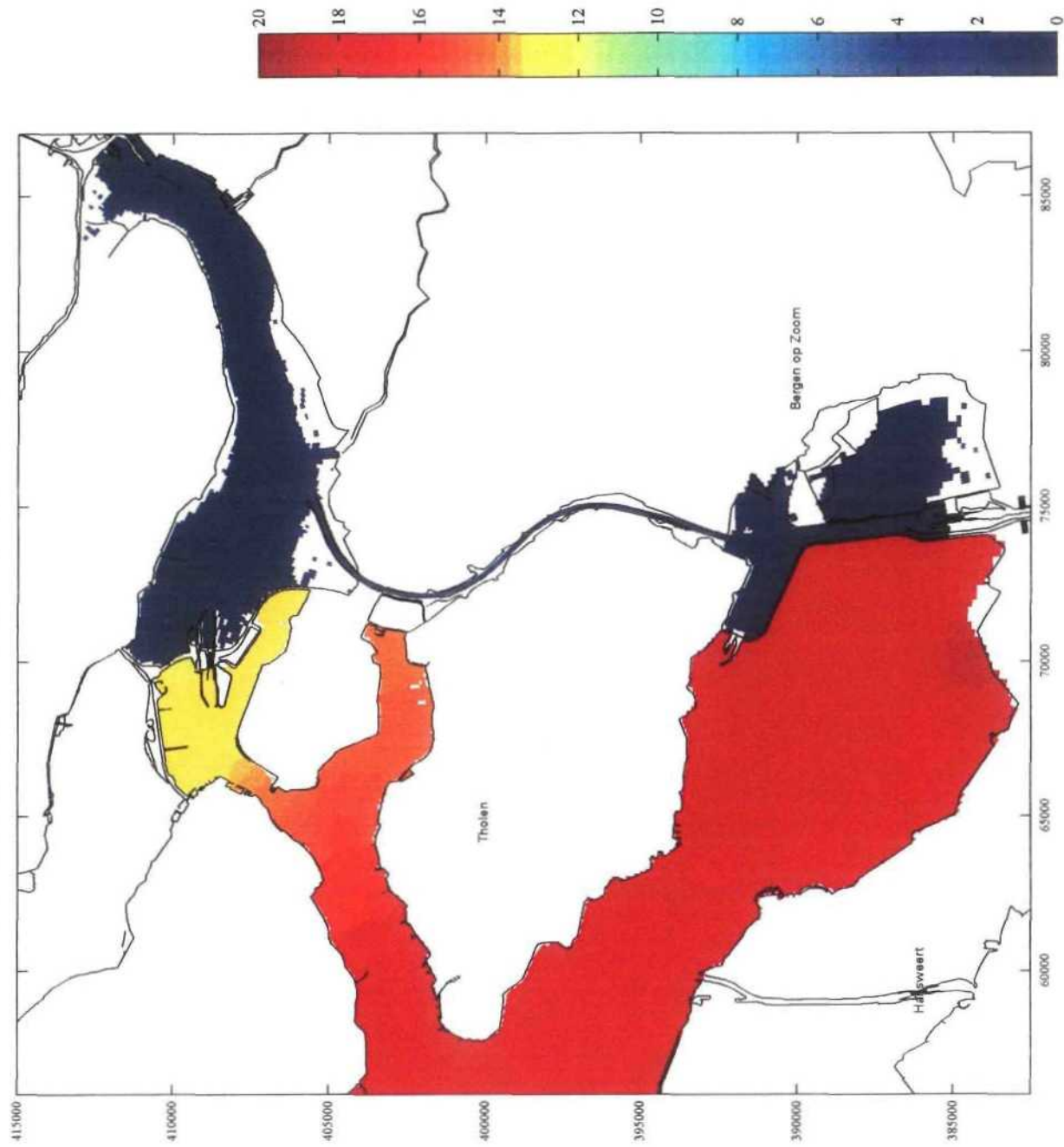
Zoutconcentraties (g/l) rivierdynamiek, gemiddelde afvoer

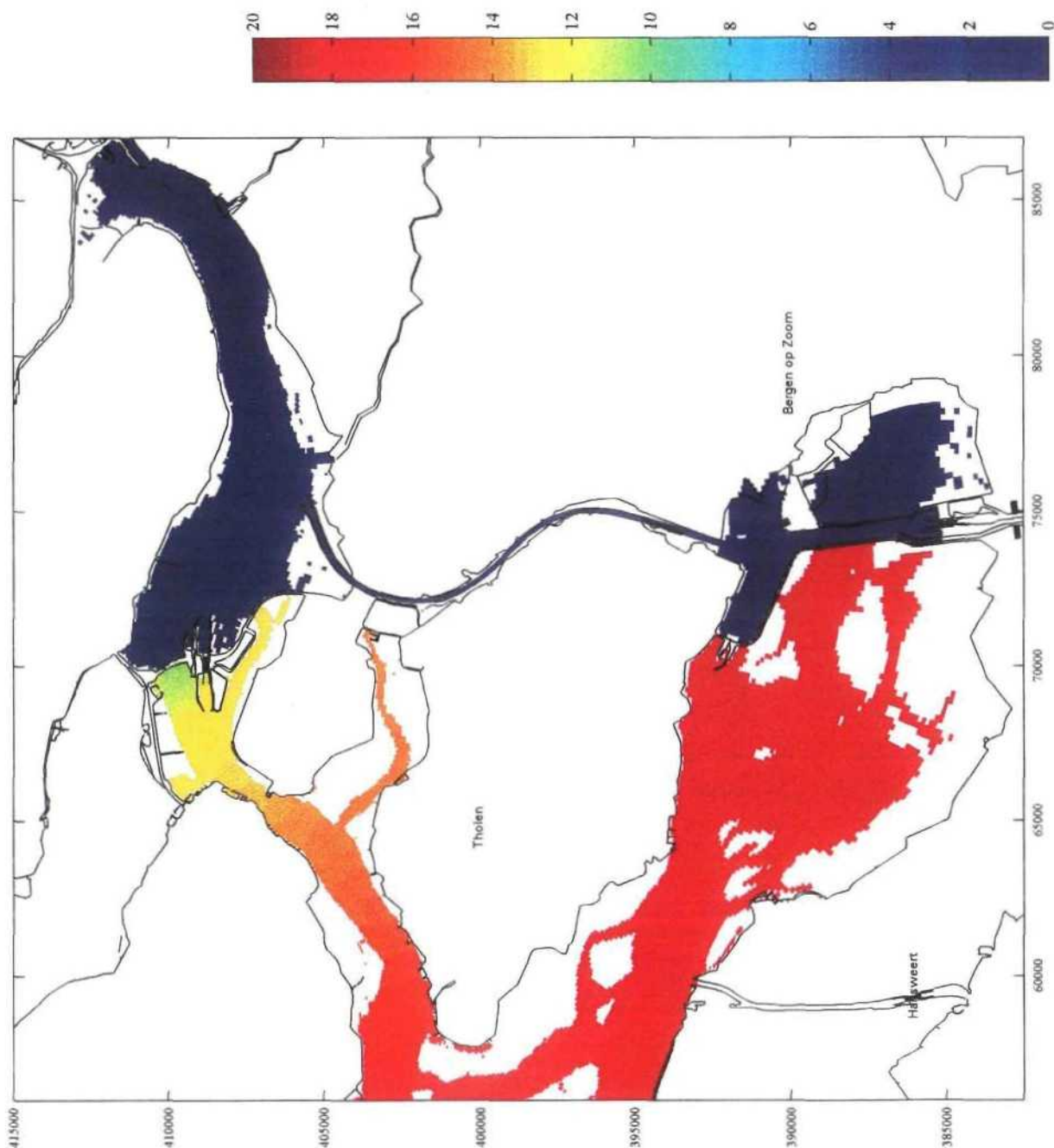
FIGUUR 3.4.9

Zoutconcentraties (g/l) rivierdynamiek, gemiddelde afvoer, laag water 900625 1200 uur



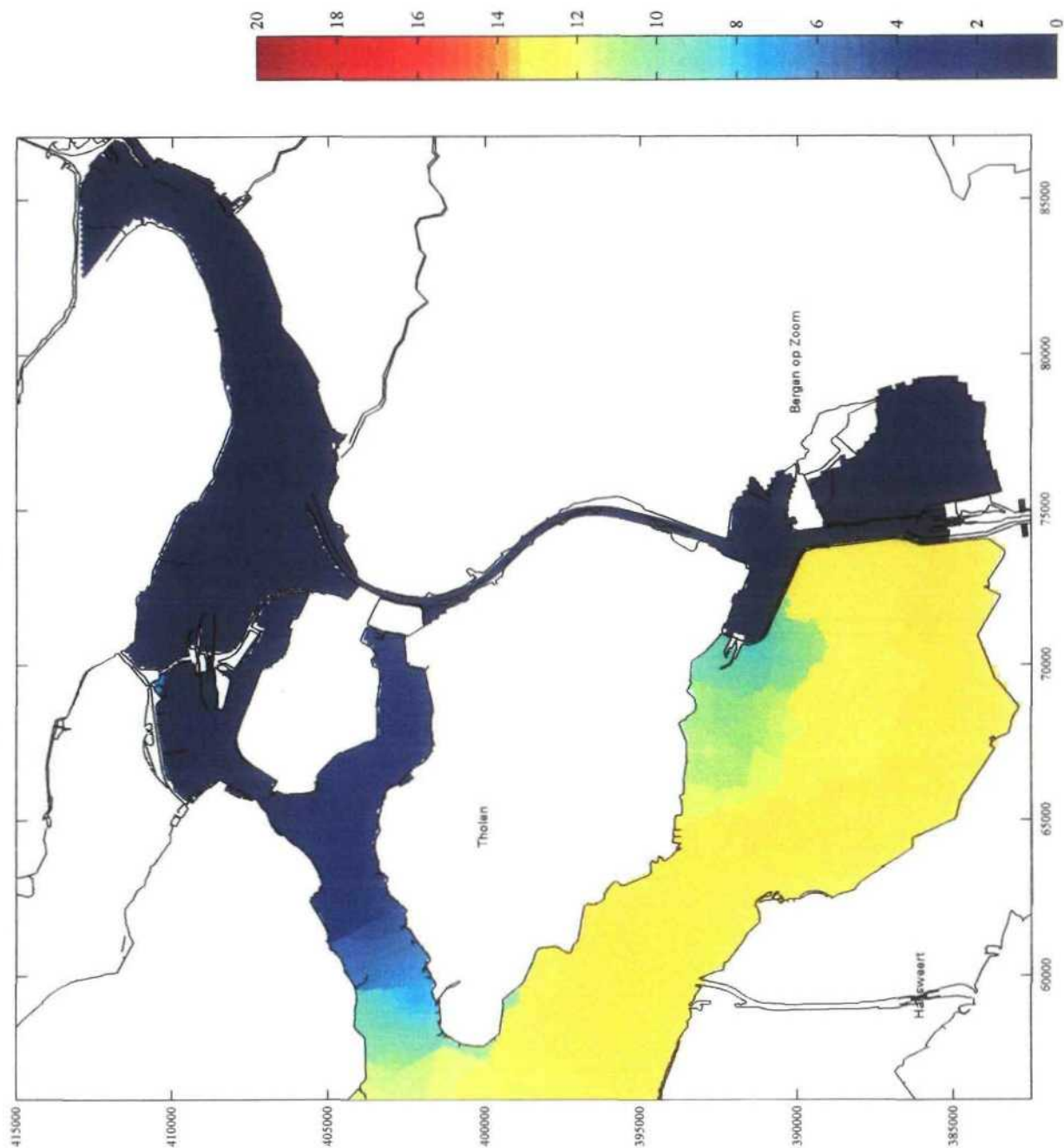
Zoutconcentraties (g/l) rivierdynamiek, hoge afvoer, hoog water 900625 0600 uur



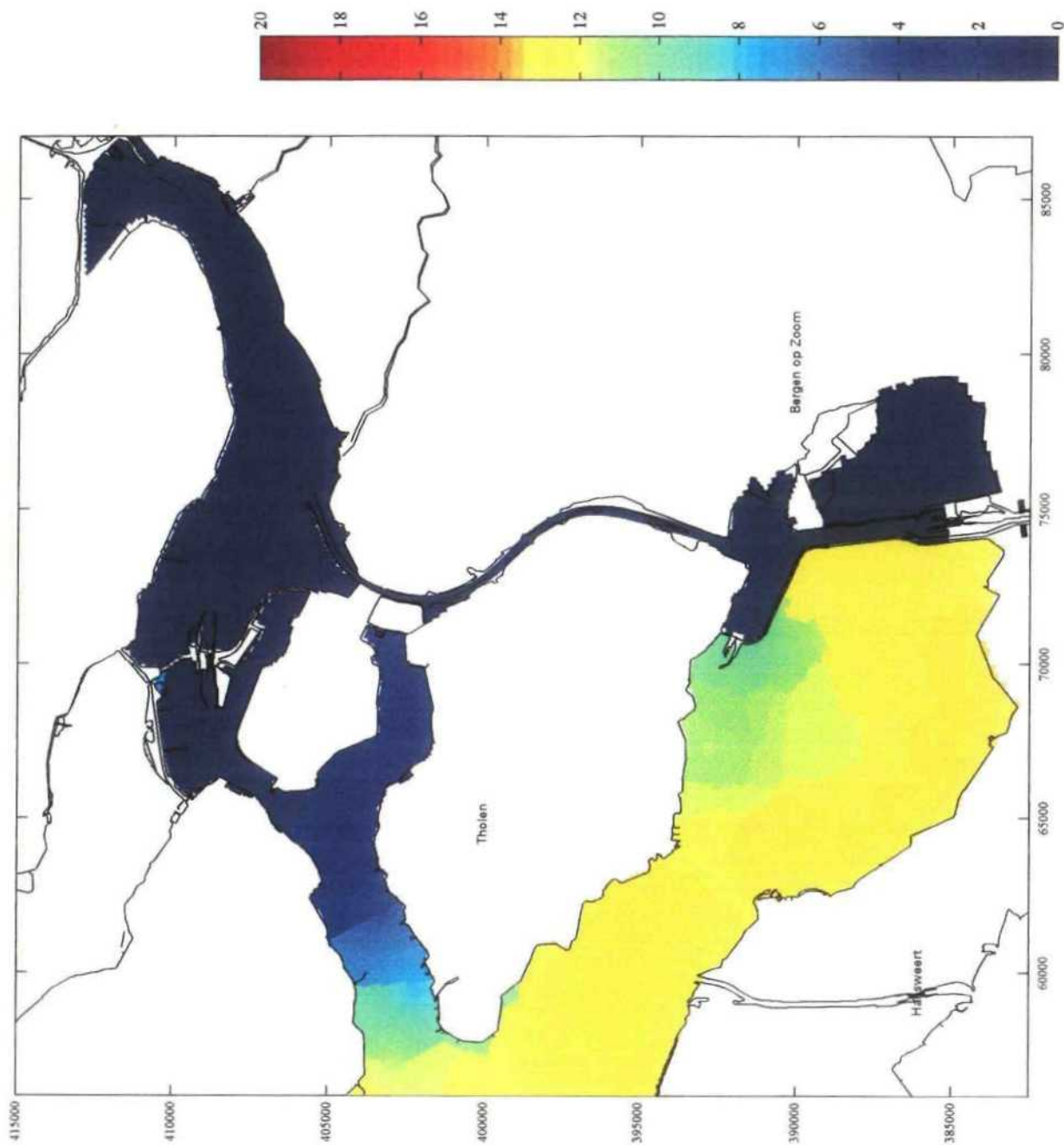




Zoutconcentraties (g/l) extreem+ afvoer, hoog water 900306 0600 uur

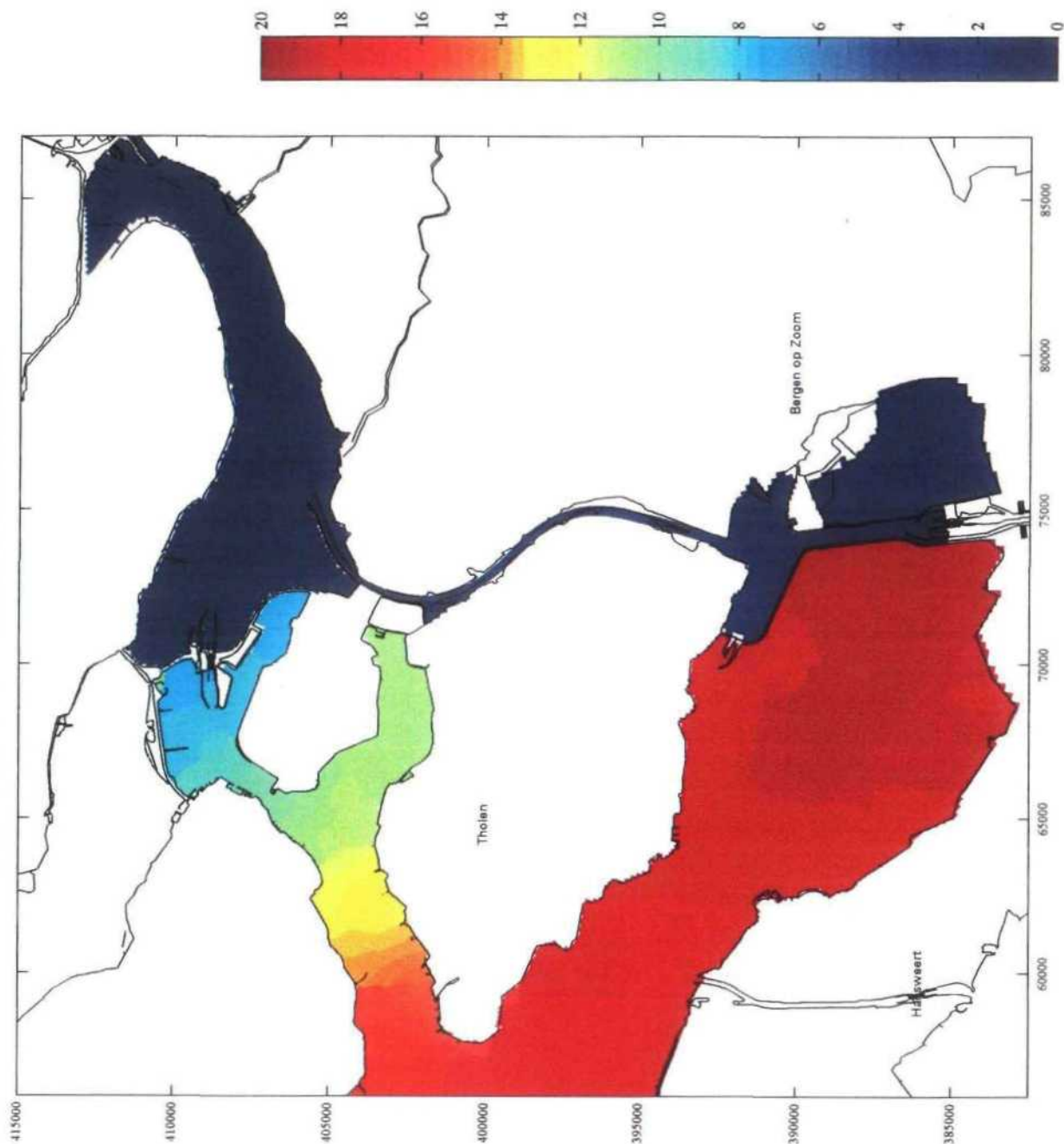


Zoutconcentraties (g/l) extreem+ afvoer, laag water 900306 1200 uur





Zoutconcentraties (g/l) extreem ++ afvoer, hoog water 900306 0600 uur



Zoutconcentraties (g/l) extreem ++ afvoer, laag water 900306 1200 uur

