

## 4 Verificatie SOBEK-model "NDB1\_1\_0" ; jaar 2000

In het najaar van 2002 is het SOBEK-model "NDB1\_1\_0" (lit. 3) opgeleverd. In dit model is de zoutbeweging gekalibreerd voor het jaar 1998 en geverifieerd voor de periode 1 augustus-1 oktober 1999. Om tot een betere zoutbeweging in het Noordelijk Deltabekken te komen, zijn zowel aan de ruwheden als aan de dispersiecoëfficiënten aanpassingen gedaan. Om in te kunnen schatten of dit model nog voldoet aan de vastgestelde criteria voor de reproductie van de waterstanden is met dit model een berekening uitgevoerd voor het jaar 2000. Dezelfde randvoorwaarden zijn ingevoerd, zoals beschreven bij hoofdstuk 2.

### 4.1 Vergelijking berekende en gemeten waterstanden; gehele periode

De vergelijking tussen de berekende en gemeten waterstanden worden voor 20 MSW-stations gepresenteerd in **tabel 4.1**. In deze tabel staat per station de gemiddelde afwijking tussen de berekende en de gemeten waterstanden voor het gehele jaar vermeld. In deze tabel staat tevens de standaardafwijking, die bij die gemiddelde afwijking behoort, aangegeven.

**Tabel 4.1** Gemiddelde afwijking en standaarddeviatie van de waterstanden.

deelgebied	locatie	gemiddelde afwijking	standaarddeviatie
<b>1. Noordrand</b>	Hoek van Holland	-0,01 m	0,02 m
	Maassluis	0,02 m	0,04 m
	Vlaardingen	0,02 m	0,03 m
	Rotterdam	0,00 m	0,05 m
	Krimpen a/d IJssel	0,02 m	0,04 m
<b>2. Middendeel-west</b>	Spijkenisse	0,01 m	0,03 m
	Goidschalxoord	-0,01 m	0,04 m
	Dordrecht	0,00 m	0,04 m
<b>3. Zuidrand</b>	Hellevoetsluis	-0,04 m	0,03 m
	Rak-noord	0,01 m	0,03 m
	Moerdijk	0,00 m	0,03 m
<b>4. Rivieren Noord</b>	Krimpen a/d Lek	0,01 m	0,05 m
	Schoonhoven	0,02 m	<b>0,06 m</b>
	Hagestein	0,03 m	<b>0,08 m</b>
<b>5. Rivieren Midden</b>	Werkendam	0,02 m	0,04 m
	Vuren	-0,01 m	<b>0,07 m</b>
	Zaltbommel	<b>-0,08 m</b>	<b>0,09 m</b>
<b>6. Rivieren Zuid</b>	Keizersveer	0,01 m	0,04 m
	Heesbeen	0,04 m	<b>0,06 m</b>
	Lith	0,04 m	<b>0,10 m</b>

Voor alle MSW-stations worden de gemiddelde afwijkingen en standaarddeviaties per station weergegeven in een kaart van het gebied (zie **bijlagen 12 t/m 15**).



Het gemiddelde verschil en de standaardafwijking van de verschillen tussen berekening en meting vertonen dezelfde afwijkingen, als bij de kalibratie van het model voor de periode 1998 (lit. 1) en de resultaten uit hoofdstuk 3 en voldoen voor de meeste stations aan het gestelde criterium.

Voor zeven locaties zijn de berekende en de gemeten HW- en LW-standen uitgezet in een grafiek, zodat de reproductienauwkeurigheid ook in de tijd kan worden gevolgd (periodes met hoge of lage afvoer en/of storm op zee).

Het betreft hier de volgende stations:

Dordrecht	→	bijlage 16
Heesbeen	→	bijlage 17
Moerdijk	→	bijlage 18
Rotterdam	→	bijlage 19
Schoonhoven	→	bijlage 20
Spijkenisse	→	bijlage 21
Vuren	→	bijlage 22

In deze figuren zien we dat voor de stations Rotterdam, Dordrecht, Moerdijk en Spijkenisse de lage LW-standen in februari-maart te laag worden berekend. Dit is in een periode met sterk fluctuerende afvoeren en windsnelheden tot (15 m/s). De reproductie van de waterstanden is voor deze periode 'iets' beter dan met het SOBEK-model **NDB1\_0\_0**.

De stations Schoonhoven, Vuren en Heesbeen liggen aan de oostelijke grens van het beheersgebied van RWS, directie Zuid-Holland. De ligging van de bodem is op de bovenrivieren het meest onderhevig aan variaties. Eventuele afwijkingen komen bij deze stations het eerst naar voren.

De reproductienauwkeurigheden in de kalibratieperiode 1998 en in de verificatie voor het jaar 2000 staan voor deze stations in **tabel 4.2**.

**Tabel 4.2** Gemiddelde afwijking en standaarddeviatie van de waterstanden.

station jaar	gemiddeld verschil berekening-gemeten		standaarddeviatie verschil berekend-gemeten	
	1998	2000	1998	2000
Schoonhoven	0,02 m	0,02 m	0,05 m	<b>0,06 m</b>
Vuren	0,03 m	-0,01 m	<b>0,07 m</b>	<b>0,07 m</b>
Heesbeen	0,02 m	0,04 m	<b>0,06 m</b>	<b>0,06 m</b>

Voor het jaar 2000 wordt een vergelijkbare reproductienauwkeurigheid gehaald als voor het jaar 1998.

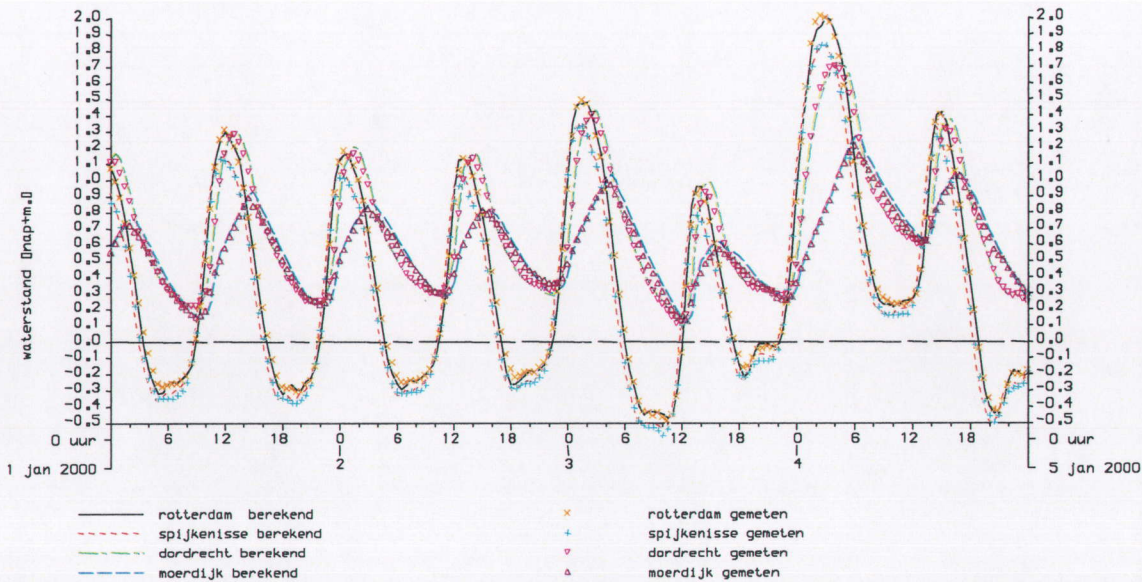
In **bijlage 23** staan voor alle stations de gemiddelde verschillen en de standaarddeviaties grafisch weergegeven voor de jaarsommen 1998 en 2000.



4.2 Vergelijking berekende en gemeten waterstanden; hoge en lage afvoerperiode en een stormperiode op zee

Om de reproductienauwkeurigheid nog gedetailleerder te bekijken is voor een viertal stations het waterstandsverloop in de tijd weergegeven voor drie extreme periodes (lage en hoge afvoer en storm op zee).  
In **figuur 4.1** staan, voor de stations Rotterdam, Spijkenisse, Dordrecht en Moerdijk, het berekende en het gemeten waterstandsverloop weergegeven voor een periode van hoge afvoer ( $Q_{Br} = 6.224 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Figuur 4.1 Waterstandsverloop bij een hoge afvoerperiode.



Het gemiddelde van de berekende en de gemeten waterstanden voor deze periode staan in **tabel 4.3**.

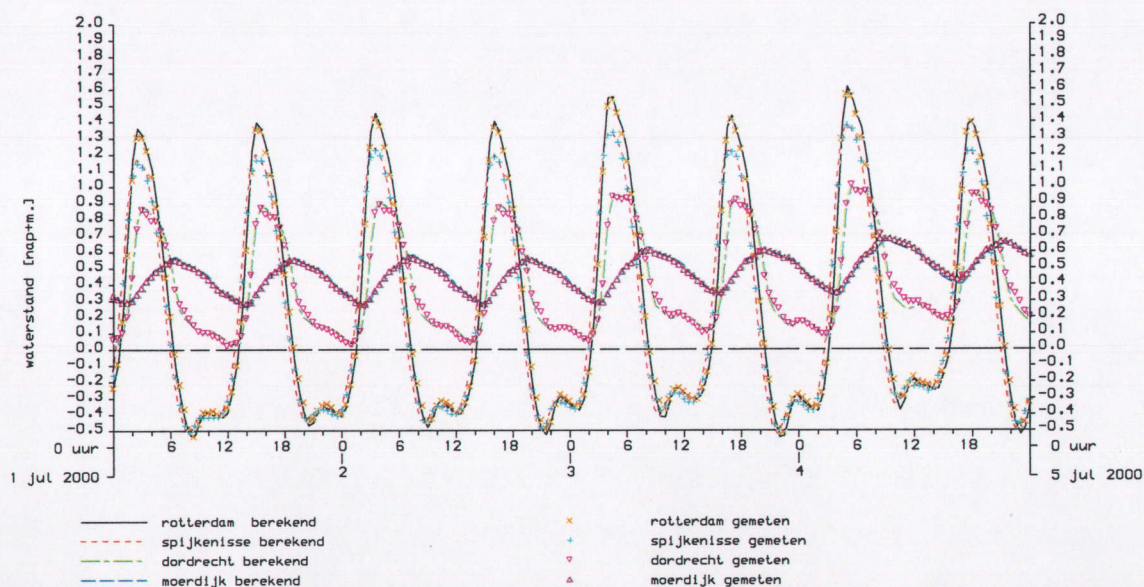
Tabel 4.3 Gemiddelde van de berekende en gemeten waterstanden.

station	gemiddelde waterstand stormperiode	
	berekend	gemeten
Rotterdam	0,39 m	0,40 m
Spijkenisse	0,33 m	0,30 m
Dordrecht	0,69 m	0,69 m
Moerdijk	0,61 m	0,58 m

In **figuur 4.2** staan, voor de stations Rotterdam, Spijkenisse, Dordrecht en Moerdijk, het berekende en het gemeten waterstandsverloop weergegeven voor een periode met storm op zee.



Figuur 4.2 Waterstandsverloop bij een hoge afvoerperiode.



De reproductie van de waterstanden is qua vorm, amplitude en fase uitstekend te noemen.

Het gemiddelde van de berekende en de gemeten waterstanden voor deze periode staan in **tabel 4.4**.

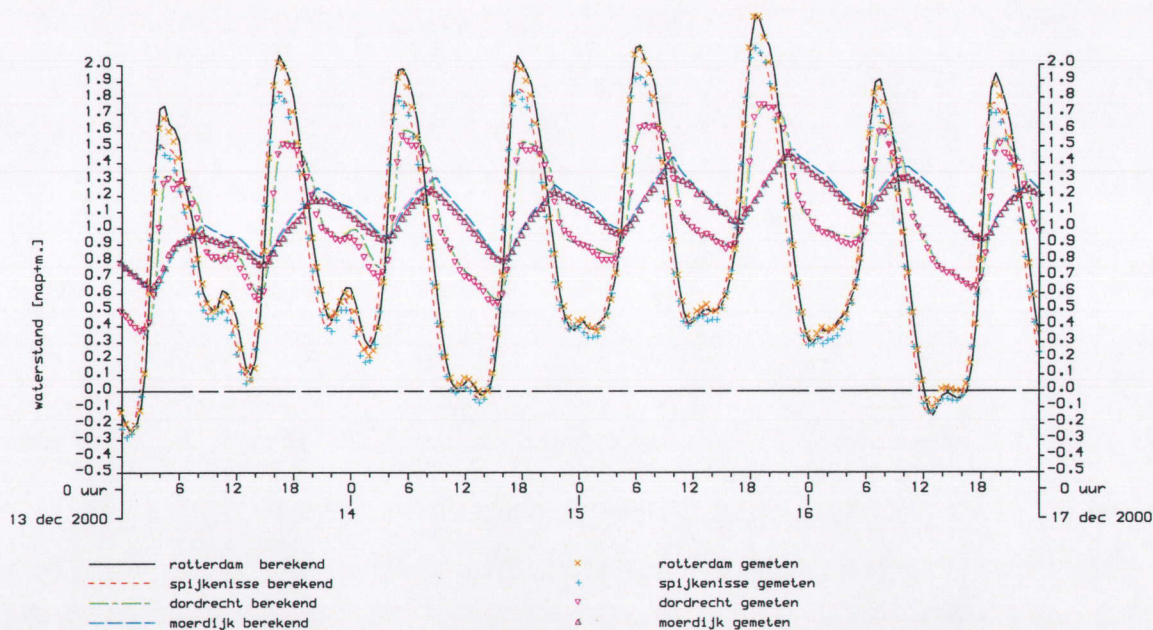
Tabel 4.4 Gemiddelde van de berekende en gemeten waterstanden.

station	gemiddelde waterstand stormperiode	
	berekend	gemeten
Rotterdam	0,25 m	0,25 m
Spijkenisse	0,21 m	0,21 m
Dordrecht	0,41 m	0,40 m
Moerdijk	0,47 m	0,47 m

In **figuur 4.3** staan, voor de stations Rotterdam, Spijkenisse, Dordrecht en Moerdijk, het berekende en het gemeten waterstandsverloop weergegeven voor een periode met storm op zee.



Figuur 4.3 Waterstandsverloop bij een storm op zee.



De reproductie van de waterstanden is qua vorm, amplitude en fase goed te noemen.

Het gemiddelde van de berekende en de gemeten waterstanden voor deze periode staan in tabel 4.5.

Tabel 4.5 Gemiddelde van de berekende en gemeten waterstanden.

station	gemiddelde waterstand stormperiode	
	berekend	gemeten
Rotterdam	0,89 m	0,87 m
Spijkenisse	0,83 m	0,80 m
Dordrecht	1,08 m	1,05 m
Moerdijk	1,11 m	1,08 m



---

## 5 Conclusies

.....

De SOBEK-modellen "NDB1\_0\_0" en "NDB1\_1\_0" voldoen beide aan de gestelde nauwkeurigheid wat betreft de reproductie van de waterstanden. De jaarsom 2000 geeft geen aanleiding om iets aan deze modellen te veranderen.



.....

Lit. 1 Een SOBEK-model van het Noordelijk Deltabekken, Kalibratie en verificatie, RIZA werkdocument 2000.128X, ing. J.W. van Zetten.

Lit. 2 B&O SOBEK-NDB; Testbank SOBEK-NDB, versie NDB1\_0\_0, RIZA werkdocument 2002.143X, drs A.T. Kamsteeg (RWS, dir. Zuid-Holland) en ing. J.W. van Zetten (RIZA-WST).

Lit. 3 Een SOBEK-model van het Noordelijk Deltabekken, Kalibratie en verificatie zoutbeweging Noordrand, RIZA werkdocument 2003.047X, drs. M. Kraaijeveld.



.....

**Bijlage R1:** De HW- en de LW-standen en de windsnelheid en -richting bij Hoek van Holland.

**Bijlage R2:** De afvoer van de Bovenrijn bij Lobith, de Waal bij Tiel, de Lek bij Hagestein en de Maas bij Lith.

**Bijlage 1 t/m 4:** De gemiddelde afwijkingen en standaarddeviaties per station voor alle MSW-stations weergegeven in een kaart van het gebied.

**Bijlage 5 t/m 11:** de berekende en de gemeten HW- en LW-standen op een zevental locaties.

Het betreft hier de volgende stations:

bijlage 5	Dordrecht
bijlage 6	Heesbeen
bijlage 7	Moerdijk
bijlage 8	Rotterdam
bijlage 9	Schoonhoven
bijlage 10	Spijkenisse
bijlage 11	Vuren

**Bijlagen 12 t/m 15:** De gemiddelde afwijkingen en standaarddeviaties per station Voor alle MSW-stations weergegeven in een kaart van het gebied.

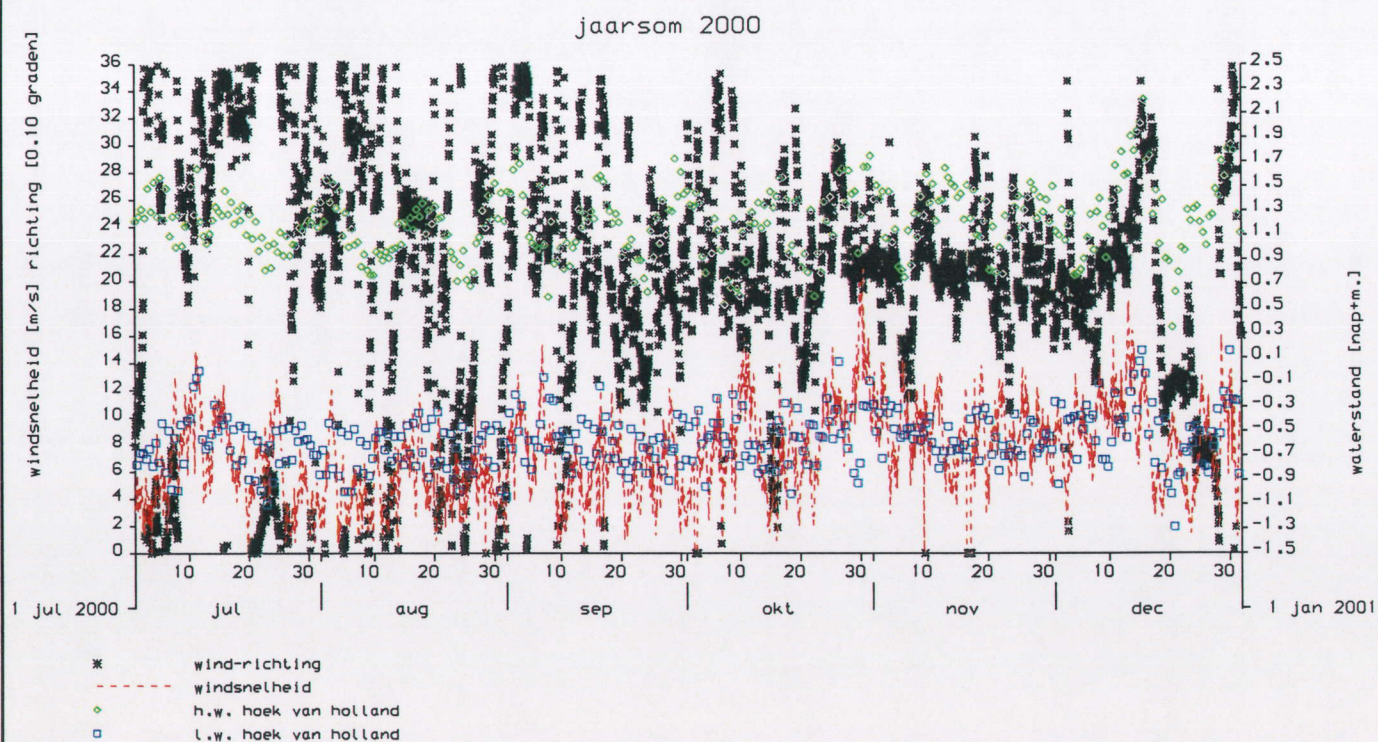
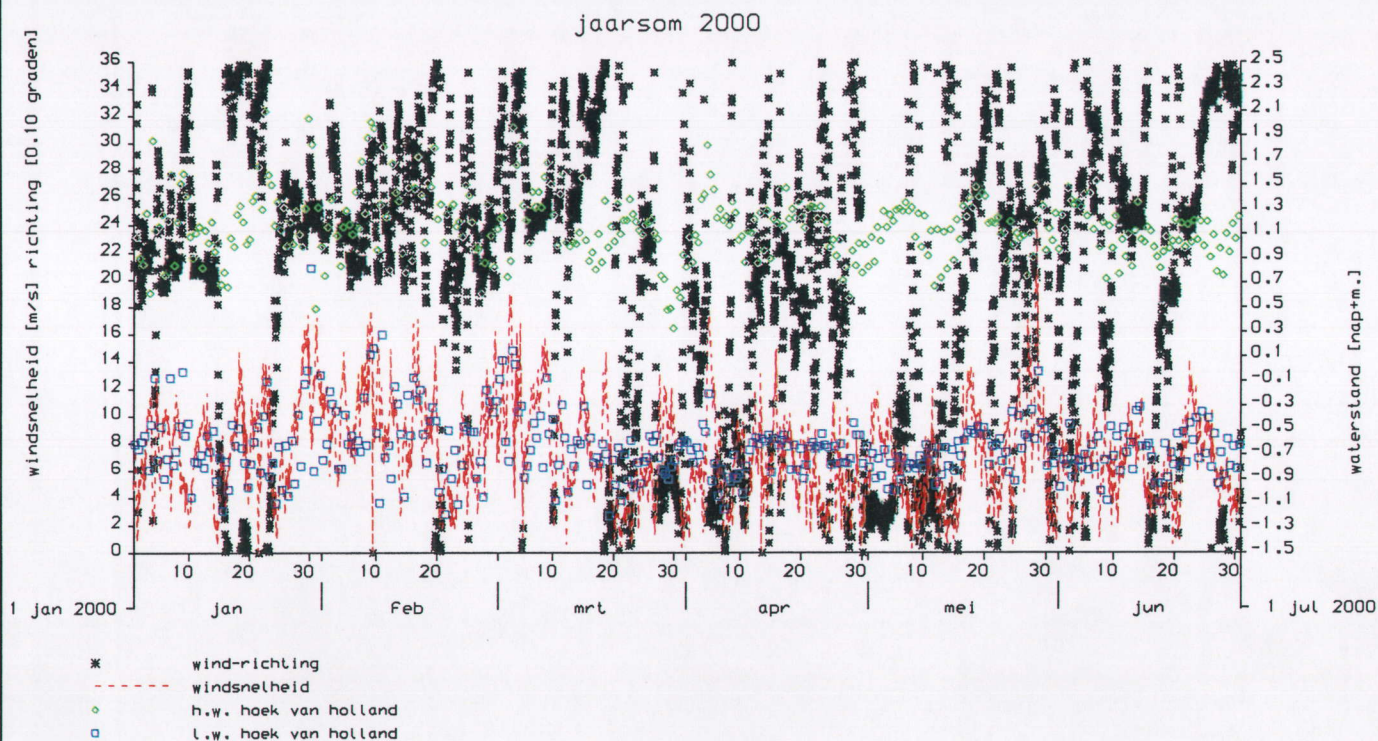
**Bijlage 16 t/m 22:** De berekende en de gemeten HW- en LW-standen voor zeven locaties uitgezet in een grafiek.

Het betreft hier de volgende stations:

bijlage 16	Dordrecht
bijlage 17	Heesbeen
bijlage 18	Moerdijk
bijlage 19	Rotterdam
bijlage 20	Schoonhoven
bijlage 21	Spijkenisse
bijlage 22	Vuren

**Bijlage 23:** De gemiddelde verschillen en de standaarddeviaties voor alle stations grafisch weergegeven voor de jaarsommen 1998 en 2000.





H.W.- en L.W.-standen en windsnelheid en richting

Hoek van Holland



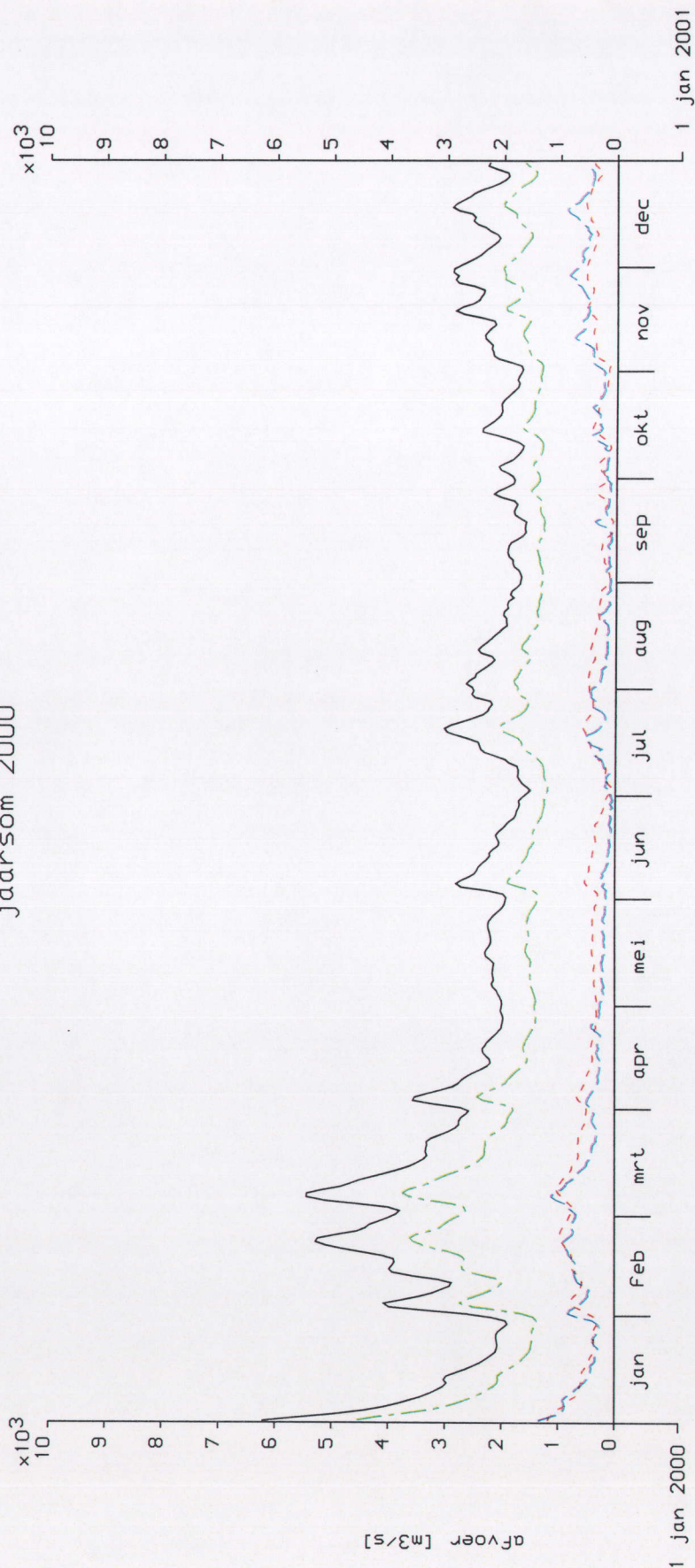
RIZA  
WST

Verificatie jaarsom 2000

Bijlage: R1



jaarsom 2000



De Bovenrijn bij Lobith, Lek bij Hagestein, Waal bij Tiel en de Maas bij Lith



RIZA  
WST

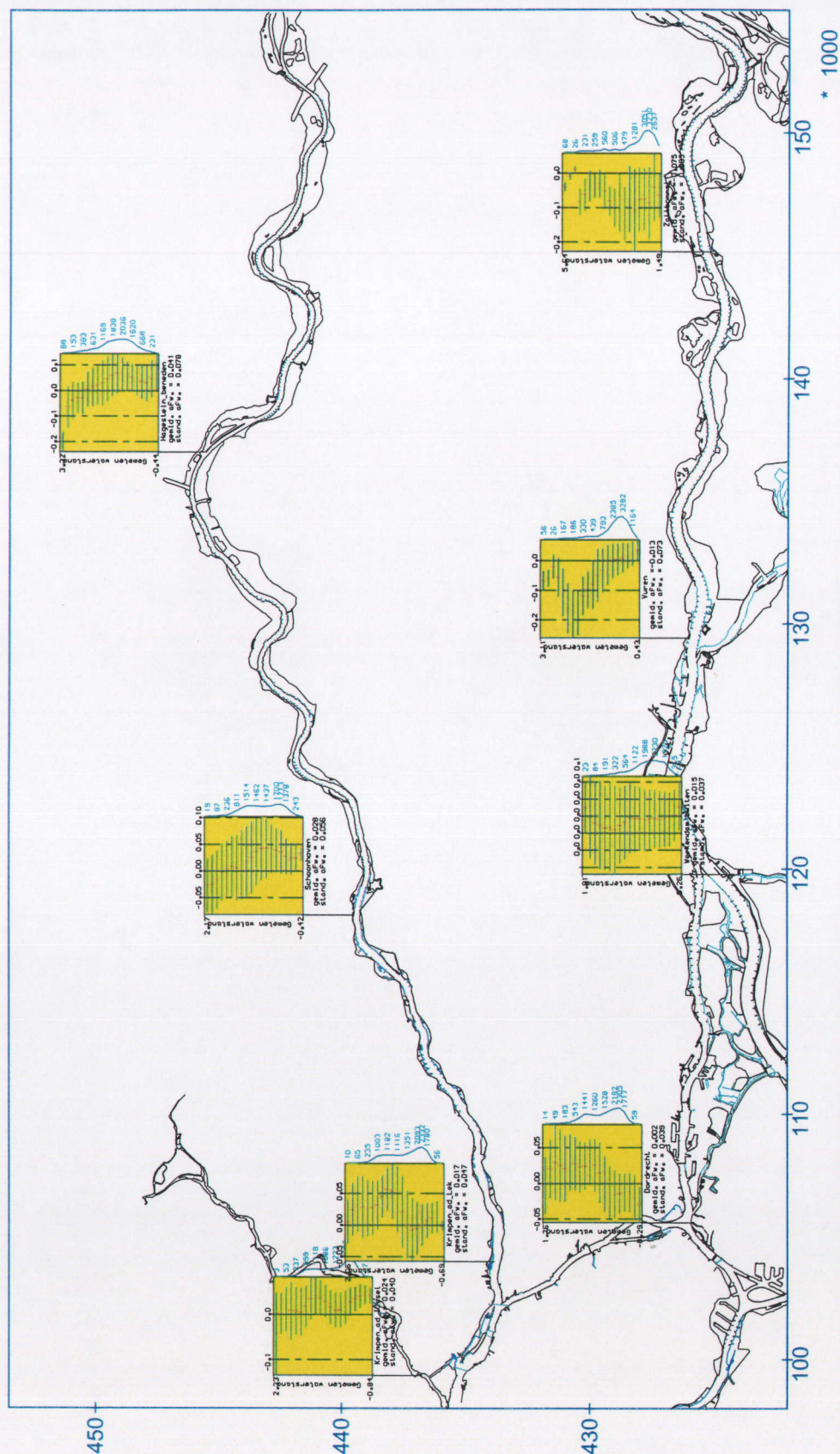
Verificatie jaarsom 2000  
Afvoeren

Bijlage: R2









periode: 101- 0

aantal tijdstippen: 17568

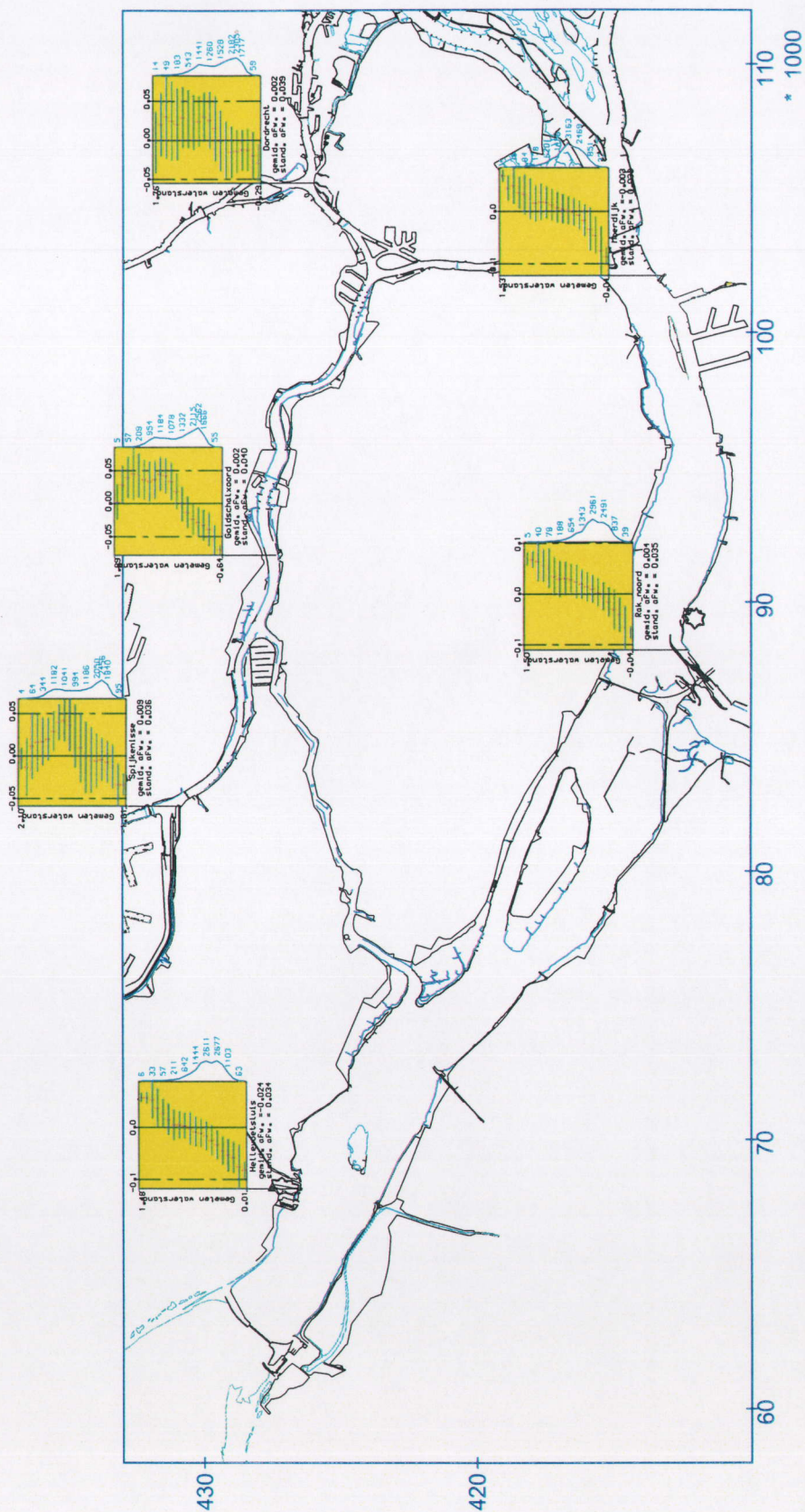


RIZA  
WST

Vershil tussen  
berekening en meting jaar 2000  
Waterstanden

Bijlage: 2





periode: 101- 0

aantal tijdstippen: 17568



RIZA  
WST

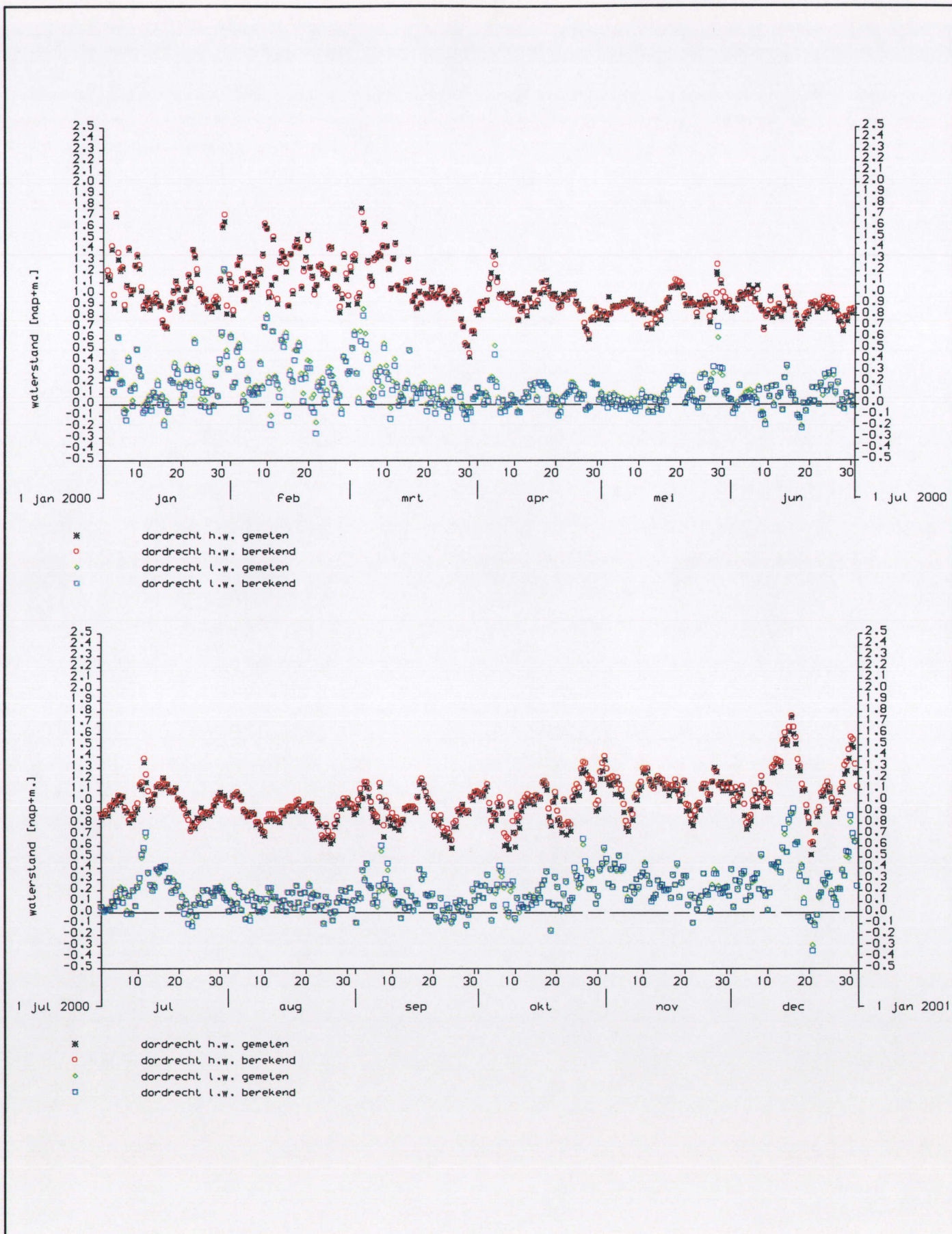
Versil tussen  
berekening en meting jaar 2000  
Waterstanden

Bijlage: 3









H.W.- en L.W.-standen

Dordrecht

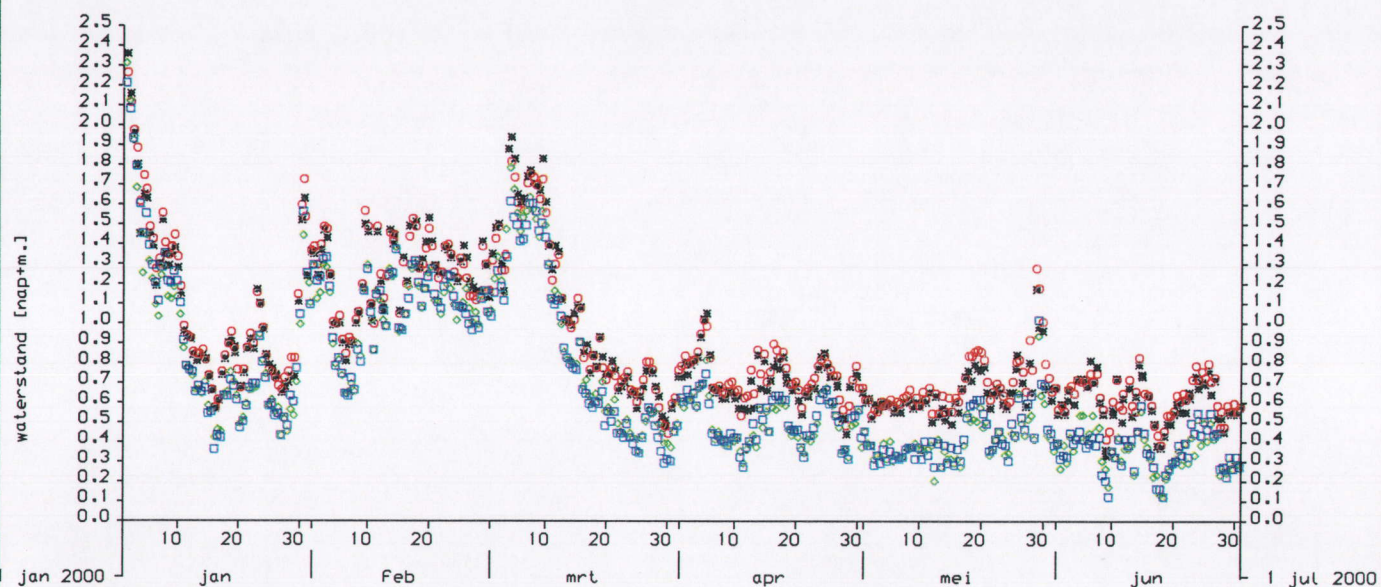


RIZA  
WST

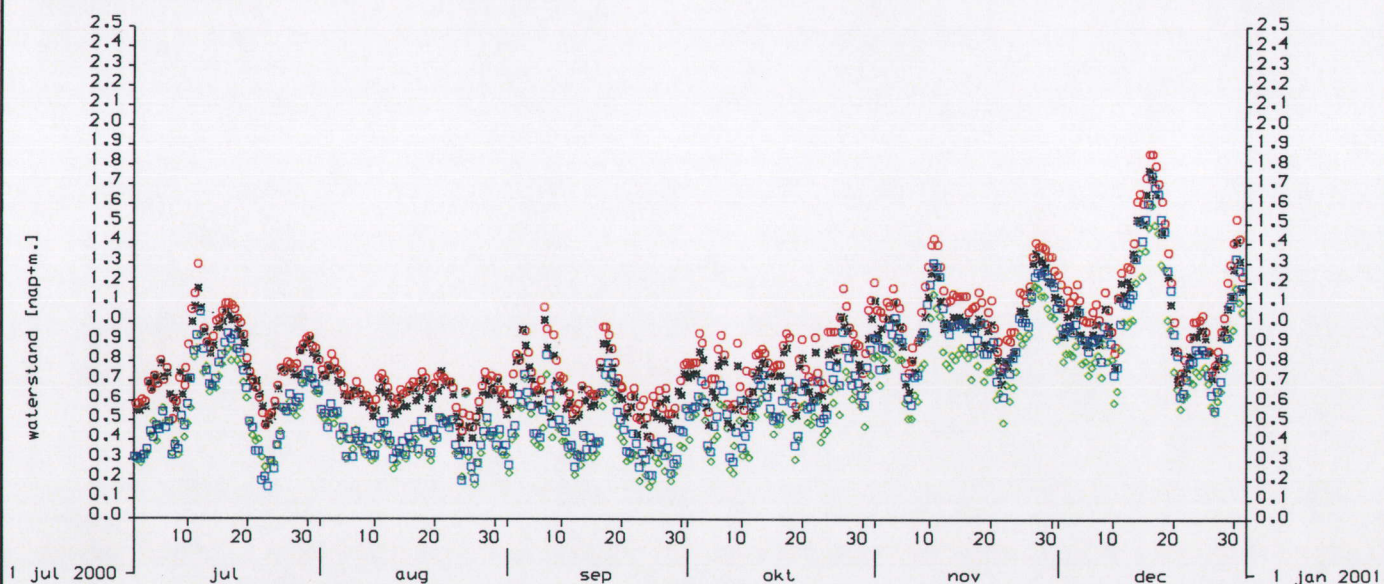
Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_0\_0

Bijlage: 5





- \* heesbeen h.w. gemeten
- o heesbeen h.w. berekend
- o heesbeen l.w. gemeten
- heesbeen l.w. berekend



- \* heesbeen h.w. gemeten
- o heesbeen h.w. berekend
- o heesbeen l.w. gemeten
- heesbeen l.w. berekend

H.W.- en L.W.-standen

Heesbeen

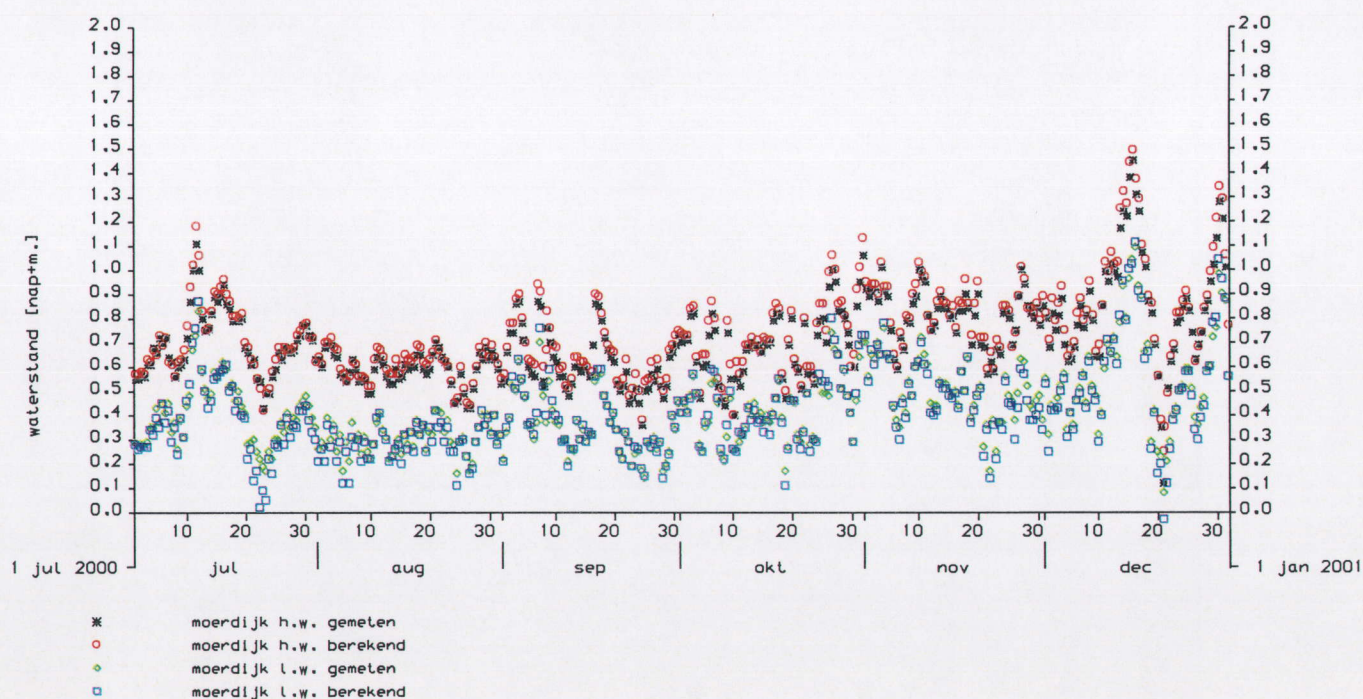
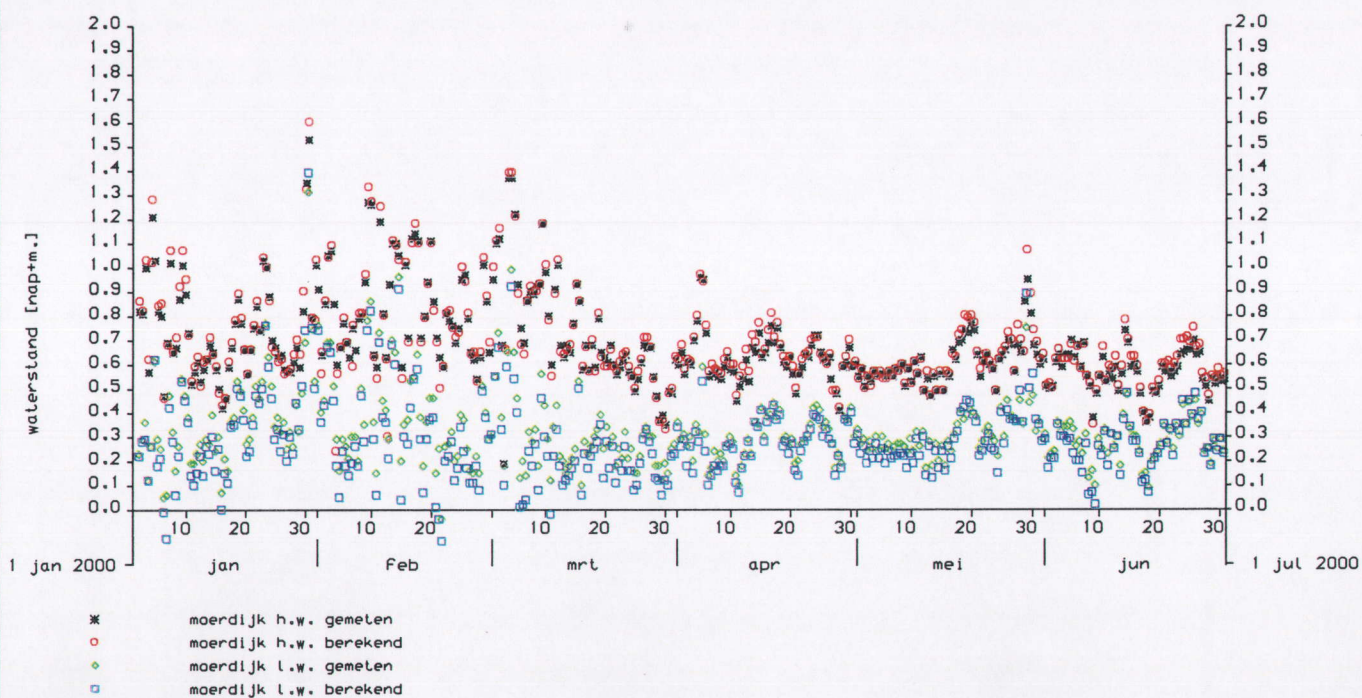


RIZA  
WST

Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_0\_0

Bijlage: 6





H.W.- en L.W.-standen

Moerdijk



RIZA  
WST

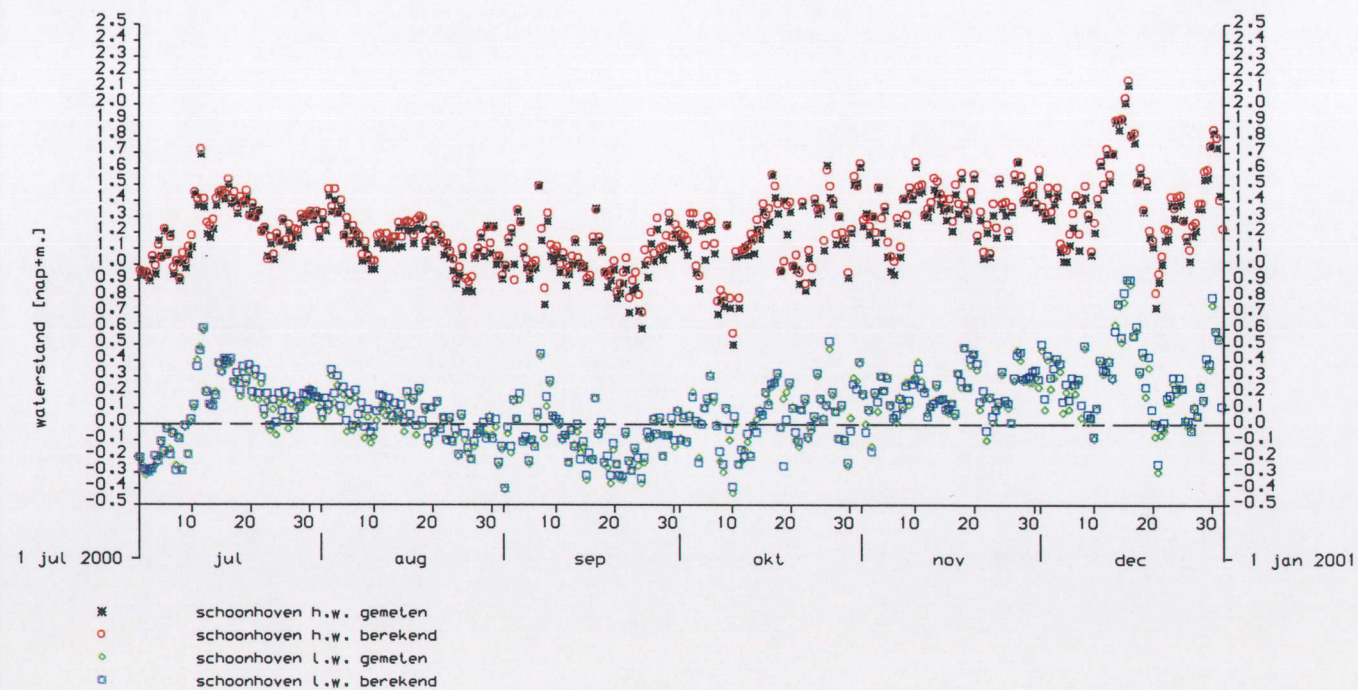
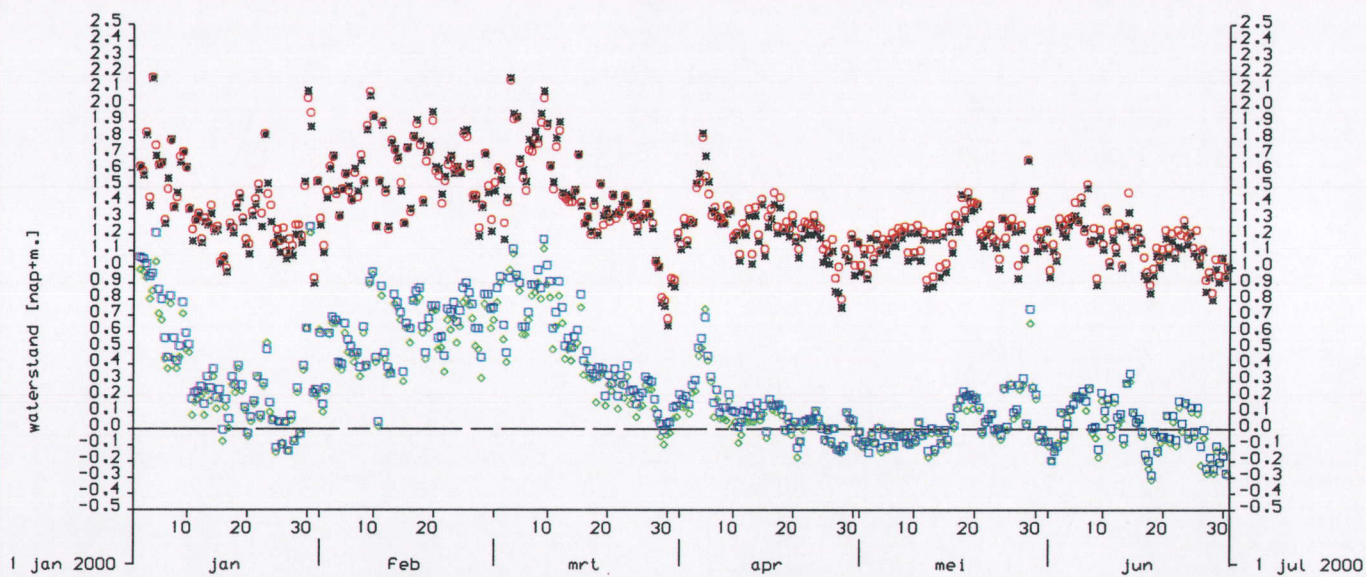
Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_0\_0

Bijlage: 7









H.W.- en L.W.-standen

Schoonhoven

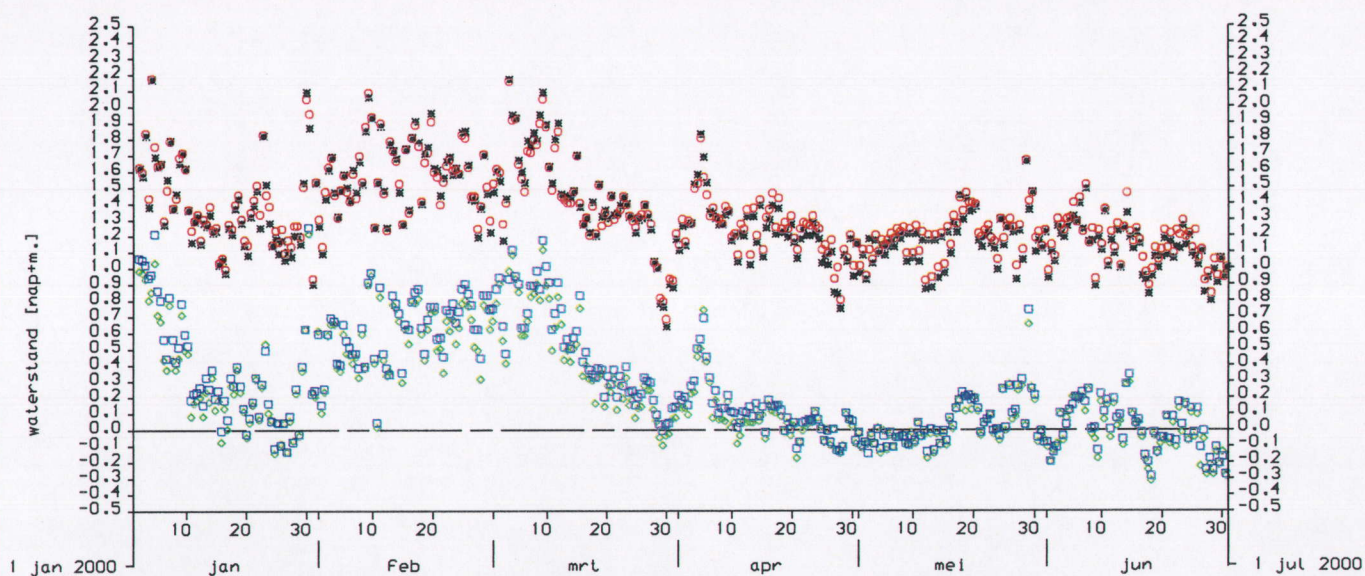


RIZA  
WST

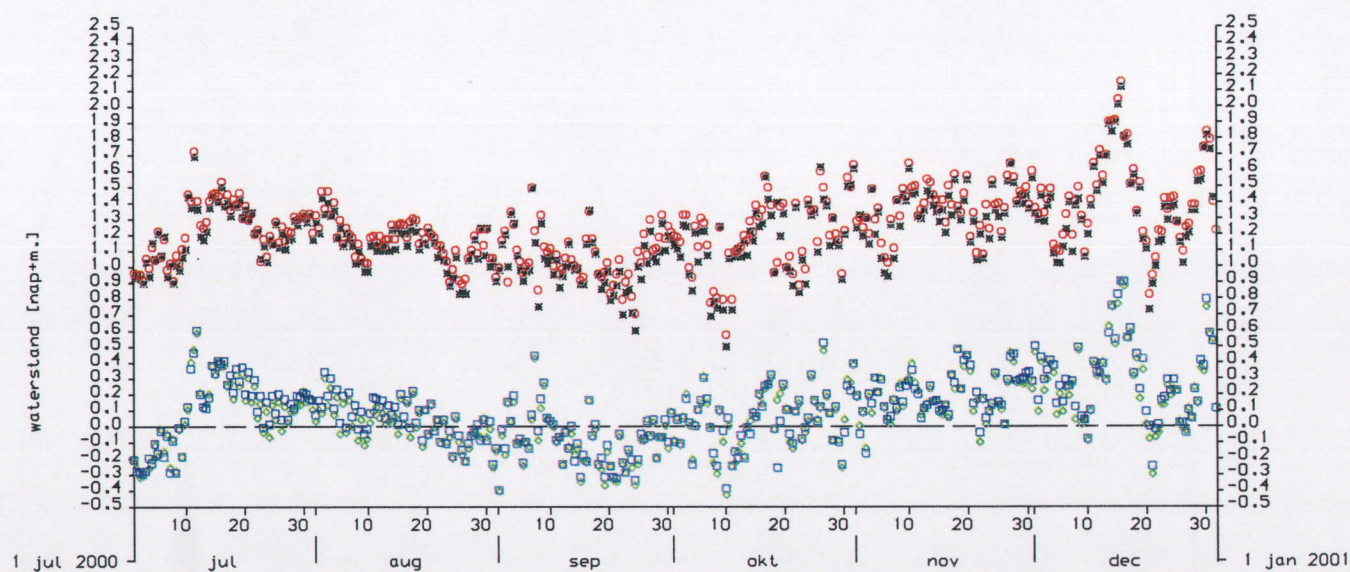
Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_0\_0

Bijlage: 9





- \* schoonhoven h.w. gemeten
- o schoonhoven h.w. berekend
- o schoonhoven l.w. gemeten
- o schoonhoven l.w. berekend



- \* schoonhoven h.w. gemeten
- o schoonhoven h.w. berekend
- o schoonhoven l.w. gemeten
- o schoonhoven l.w. berekend

H.W.- en L.W.-standen

Schoonhoven

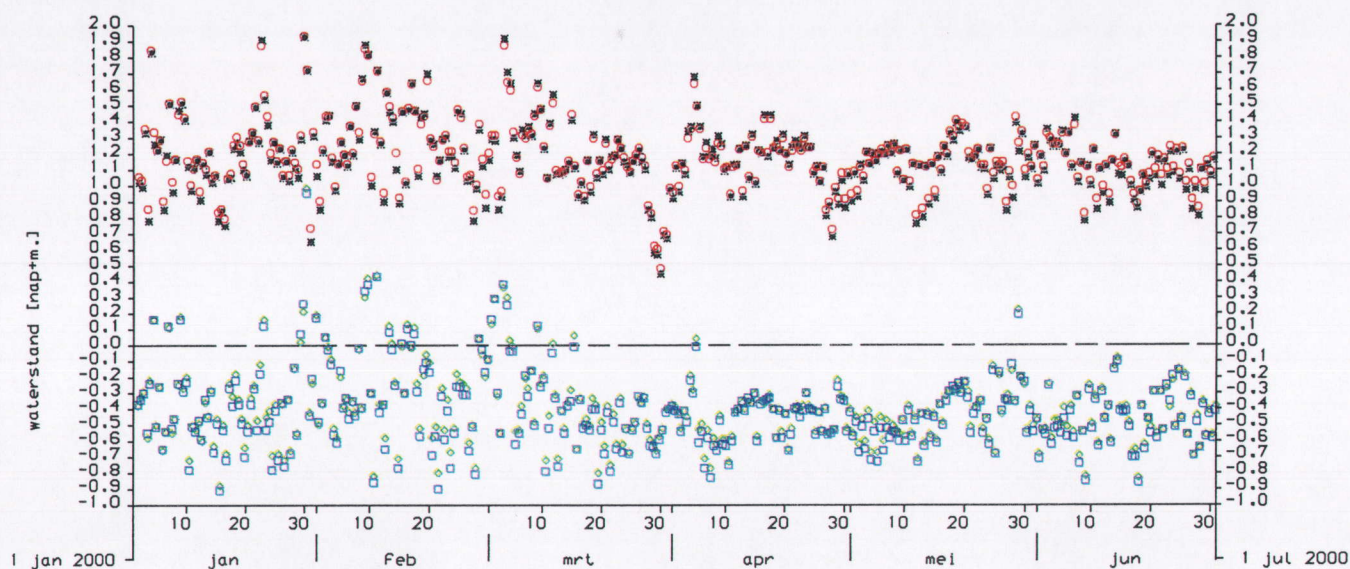


RIZA  
WST

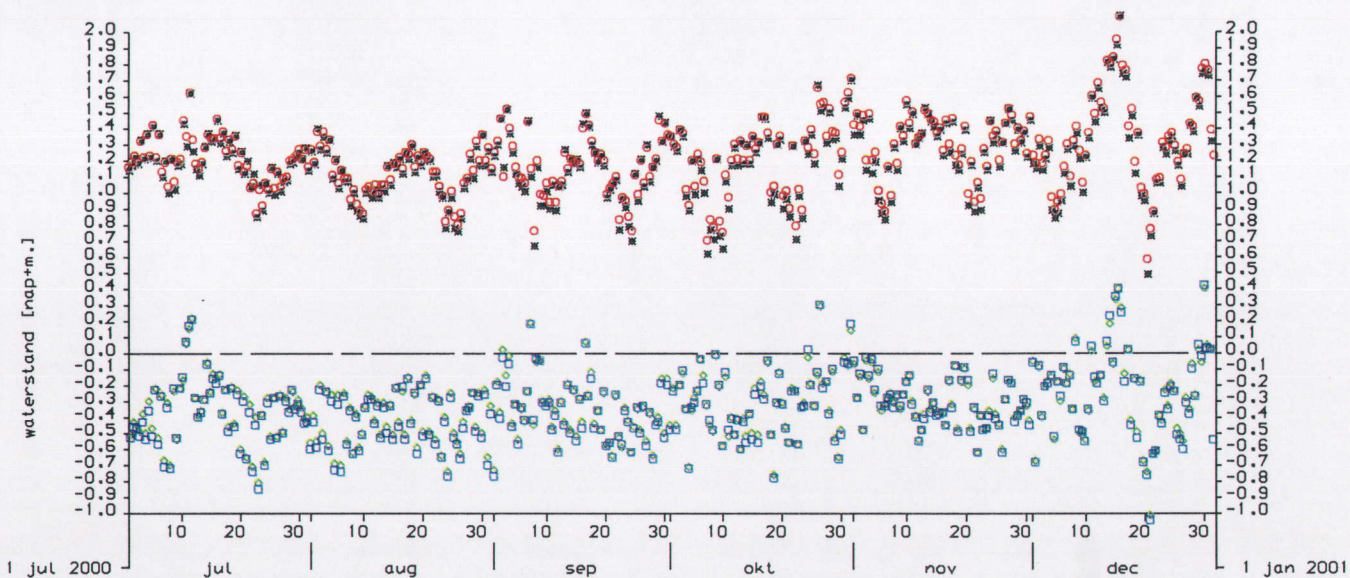
Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_0\_0

Bijlage: 9





- \* spijkennis h.w. gemeten
- o spijkennis h.w. berekend
- ◇ spijkennis l.w. gemeten
- spijkennis l.w. berekend



- \* spijkennis h.w. gemeten
- o spijkennis h.w. berekend
- ◇ spijkennis l.w. gemeten
- spijkennis l.w. berekend

H.W.- en L.W.-standen

Spijkennis

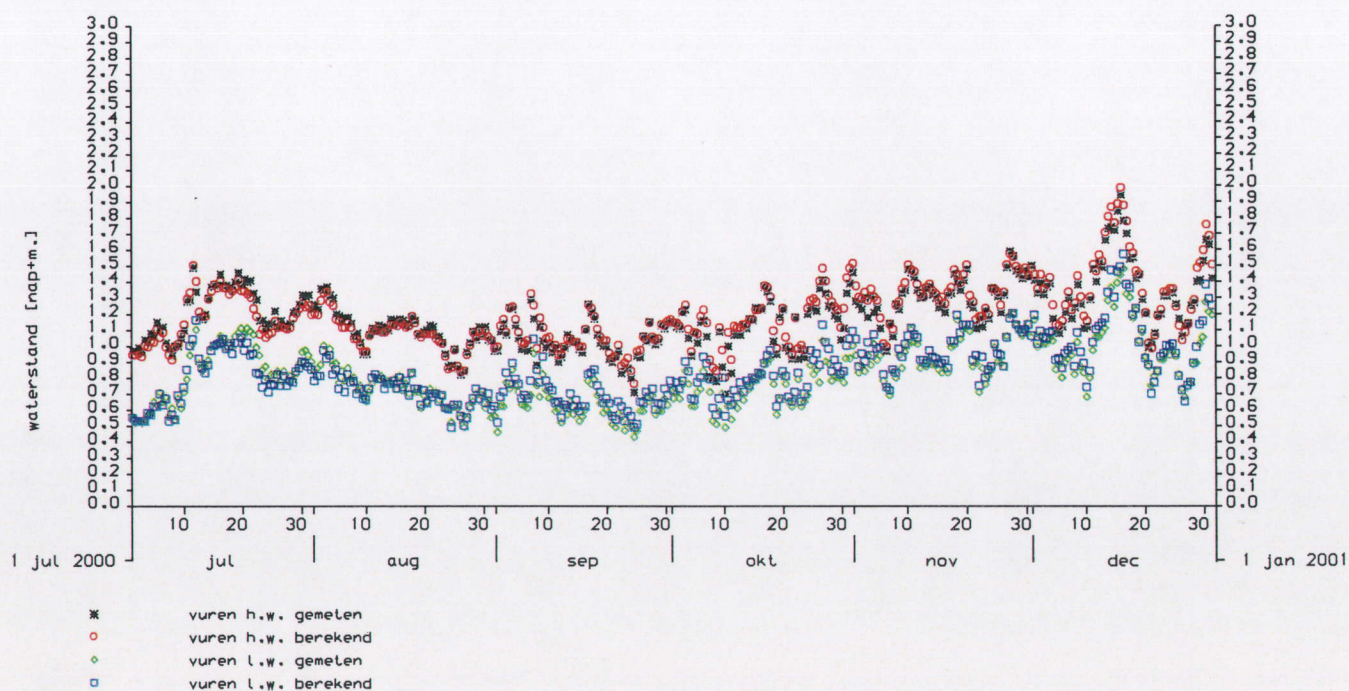
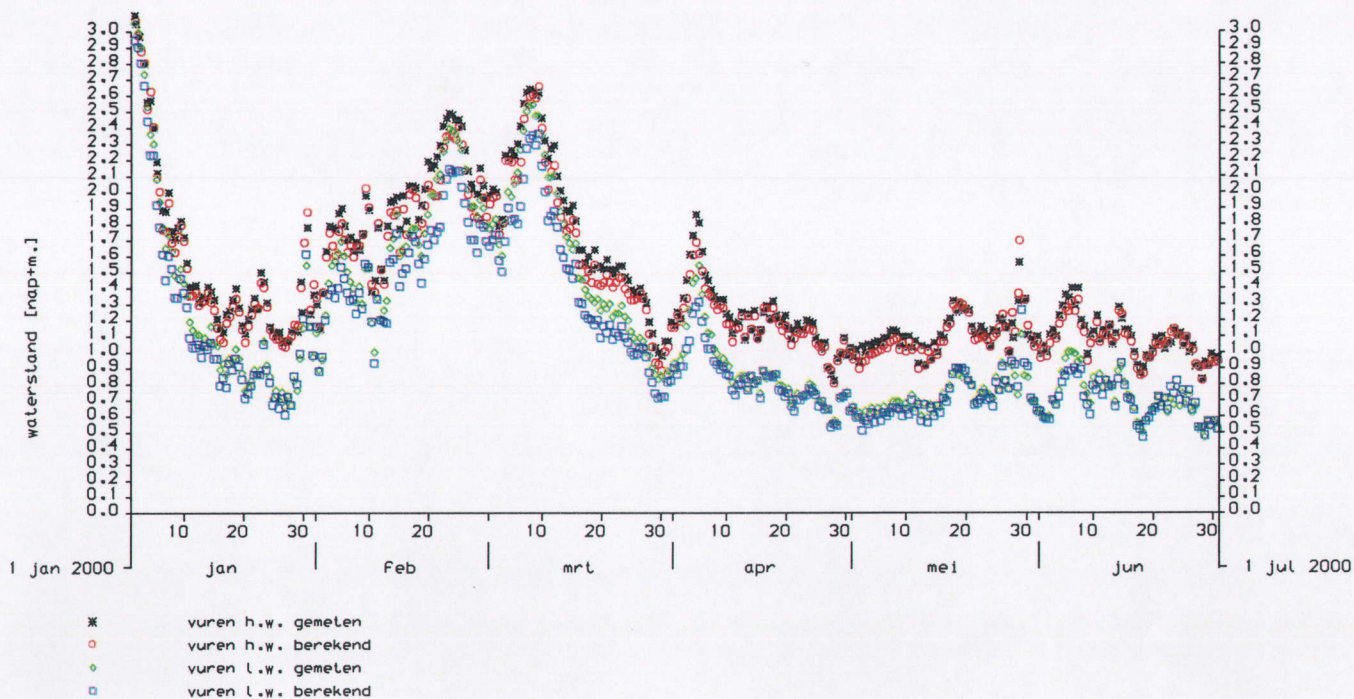


RIZA  
WST

Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_0\_0

Bijlage: 10





H.W.- en L.W.-standen

Vuren

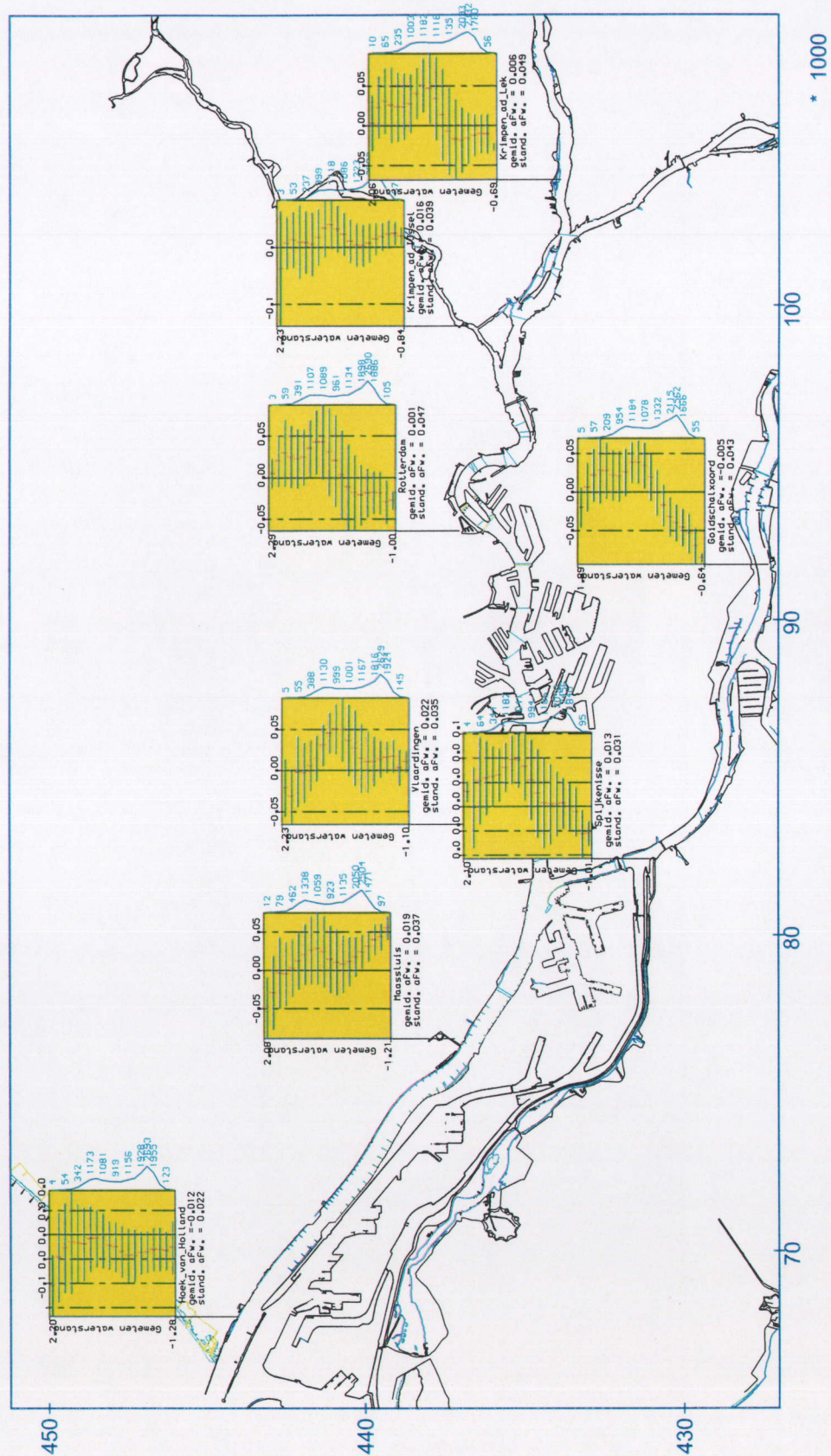


RIZA  
WST

Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_0\_0

Bijlage: 11





periode: 101- 0

aantal tijdstippen: 17568

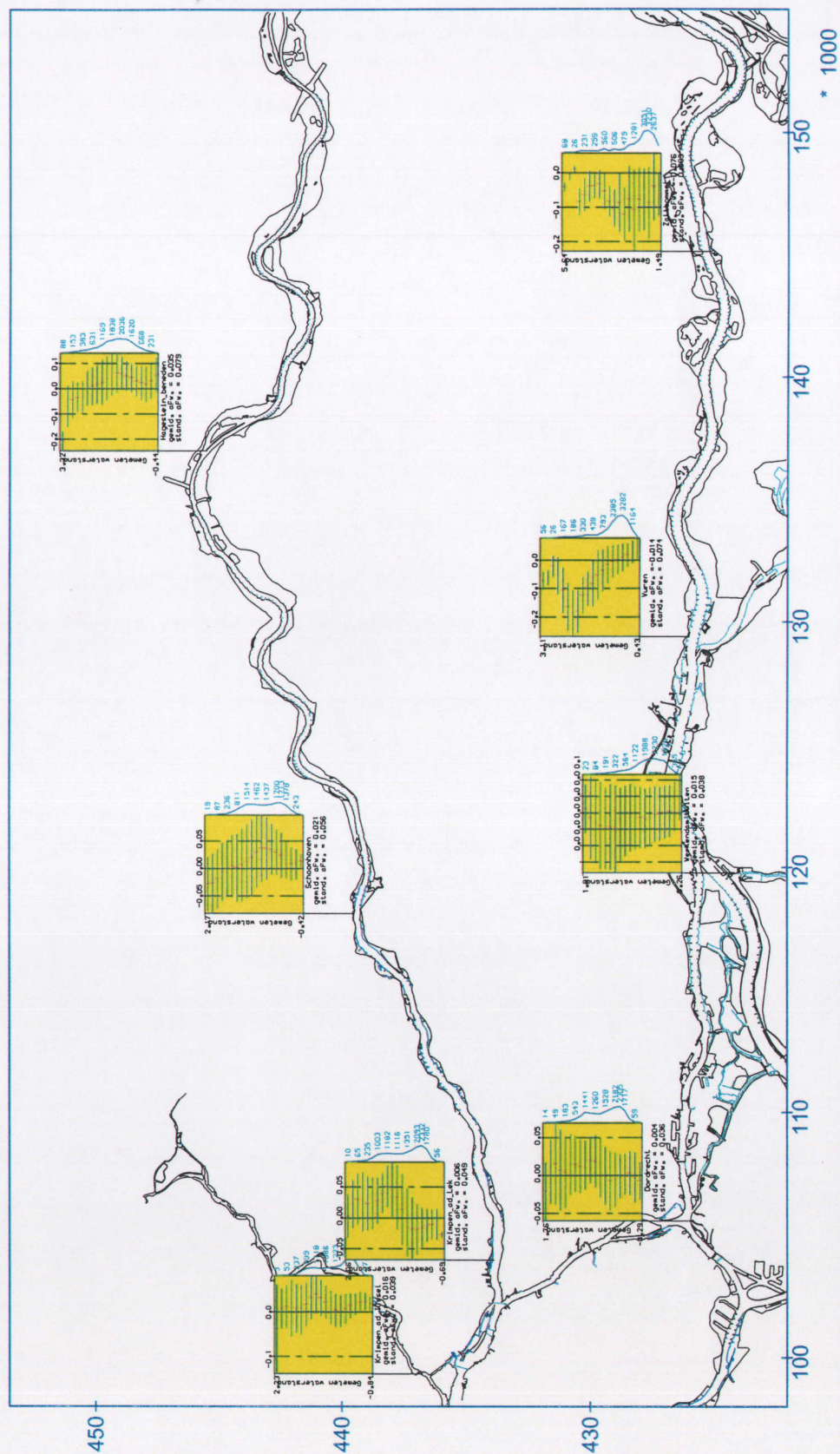


RIZA  
 $\rightleftharpoons$  WST

Verschil tussen  
berekening NDB1\_1\_0 en meting  
Waterstanden

Bijlage: 12





periode: 101- 0

aantal tijdstippen: 17568



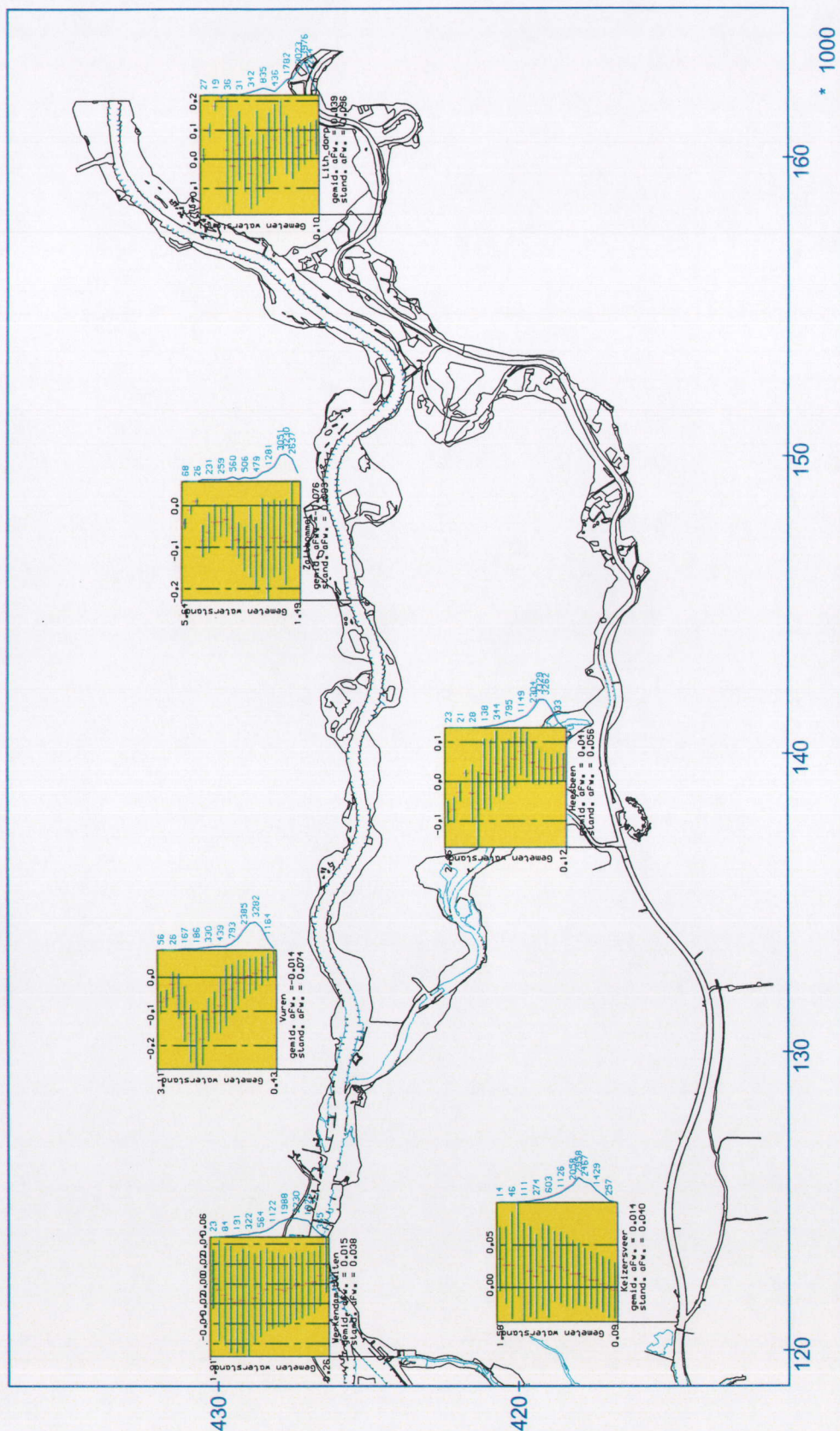
Verskil tussen  
berekening NDB1\_1\_0 en meting  
Waterstanden

Bijlage: 13









periode: 101- 0

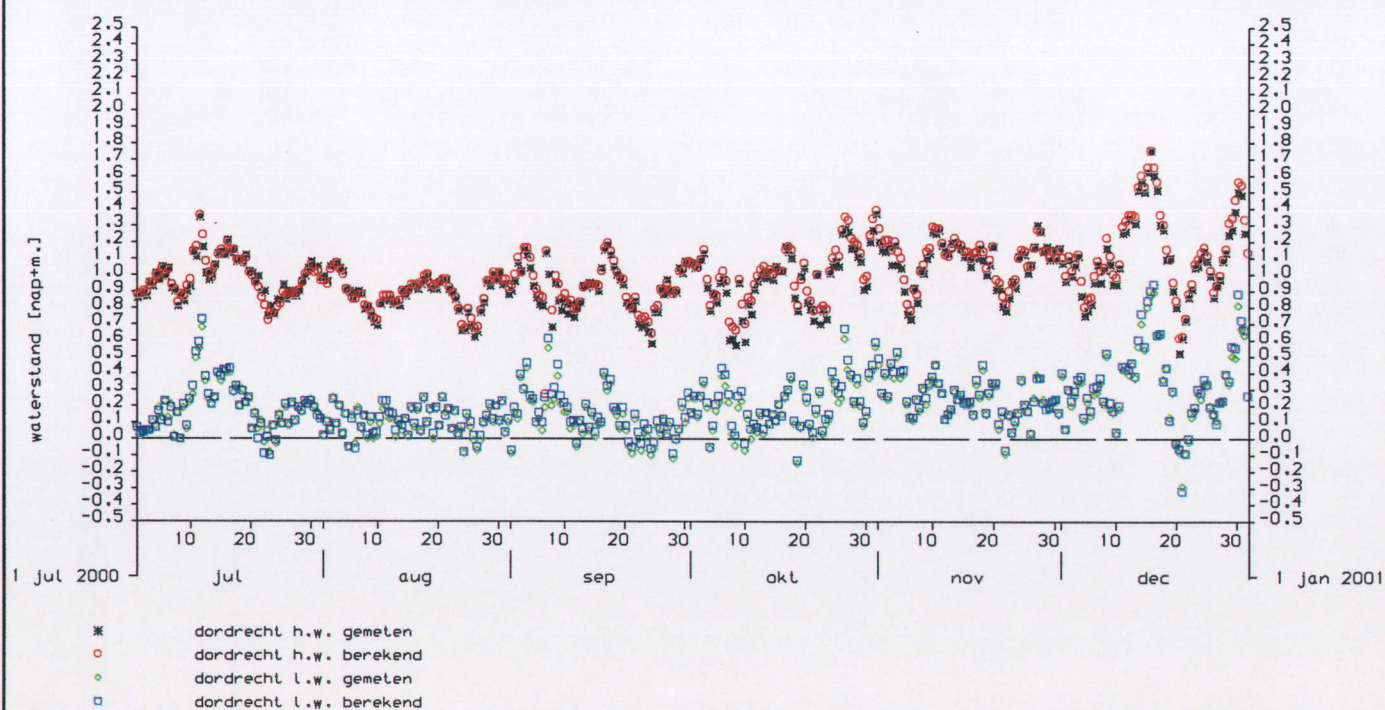
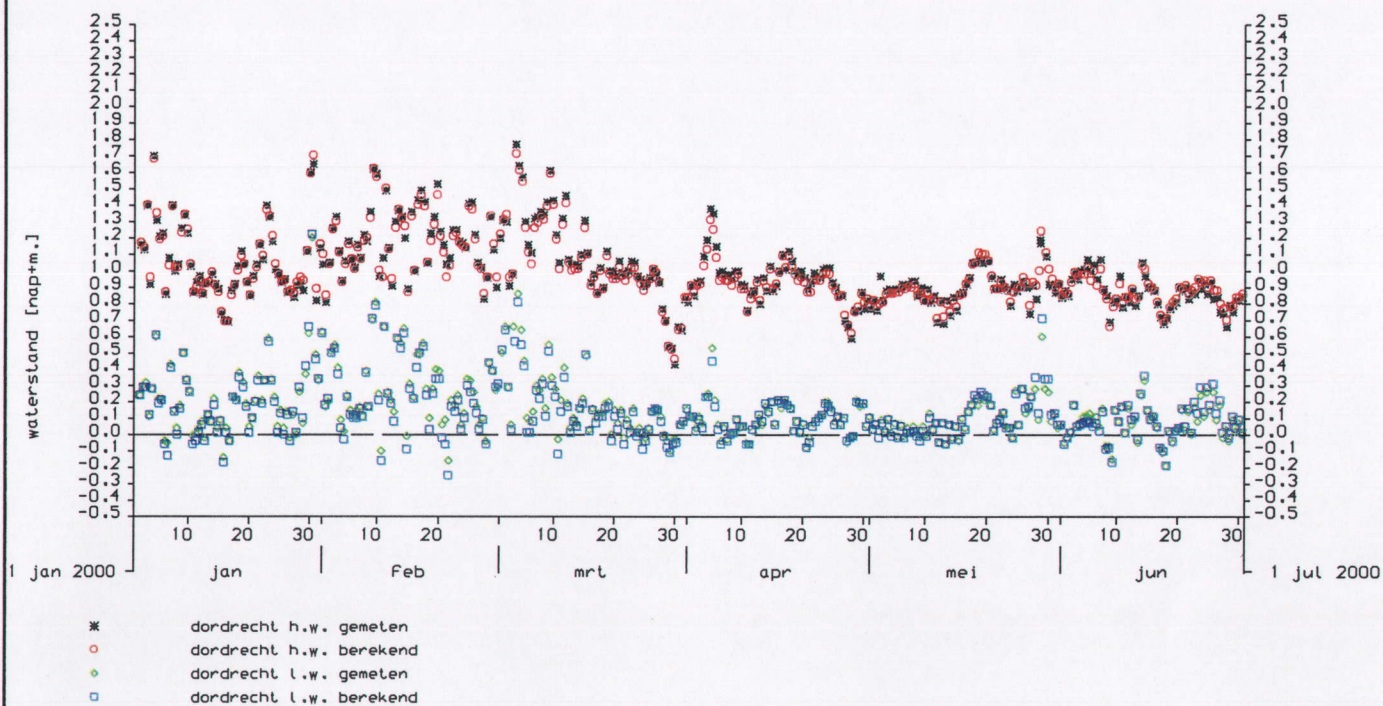
aantal tijdstippen: 17568



Vershil tussen  
 berekening NDB1\_1\_0 en meting  
 Waterstanden

Bijlage: 15





H.W.- en L.W.-standen

Dordrecht

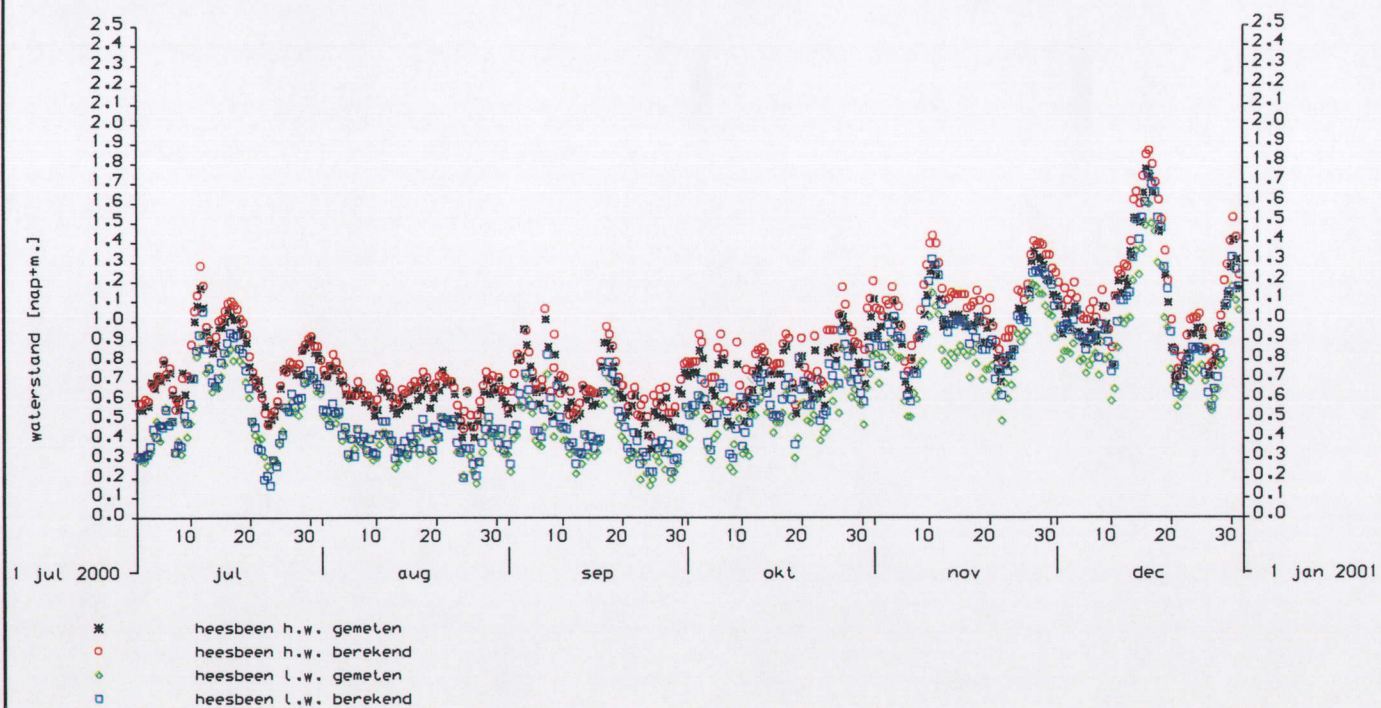
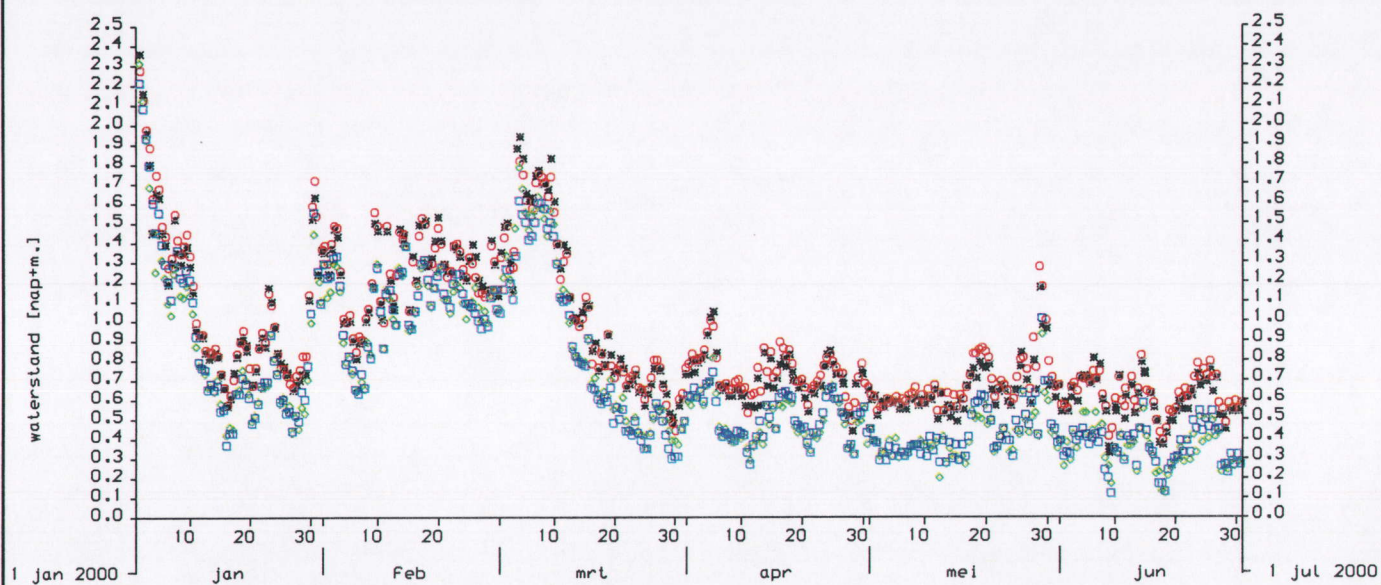


RIZA  
WST

Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_1\_0

Bijlage: 16





H.W.- en L.W.-standen

Heesbeen

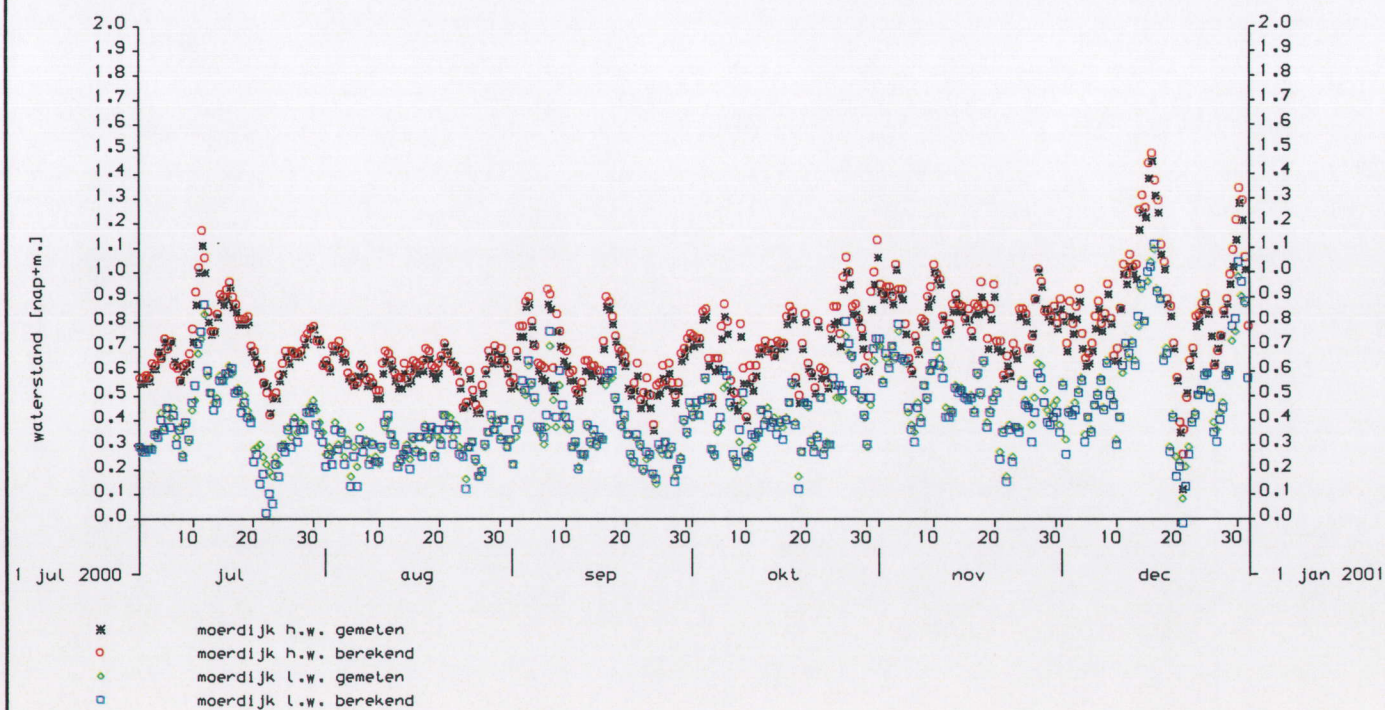
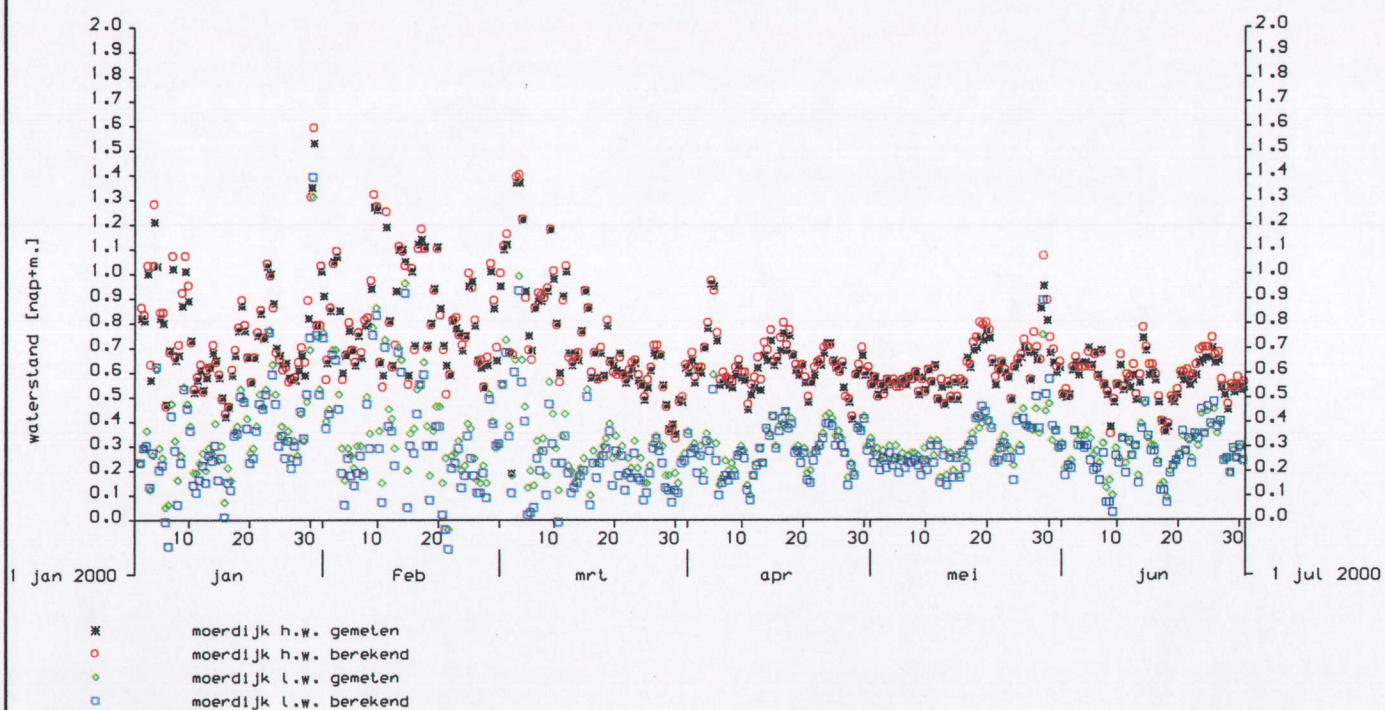


RIZA  
WST

Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_1\_0

Bijlage: 17





H.W.- en L.W.-standen

Moerdijk

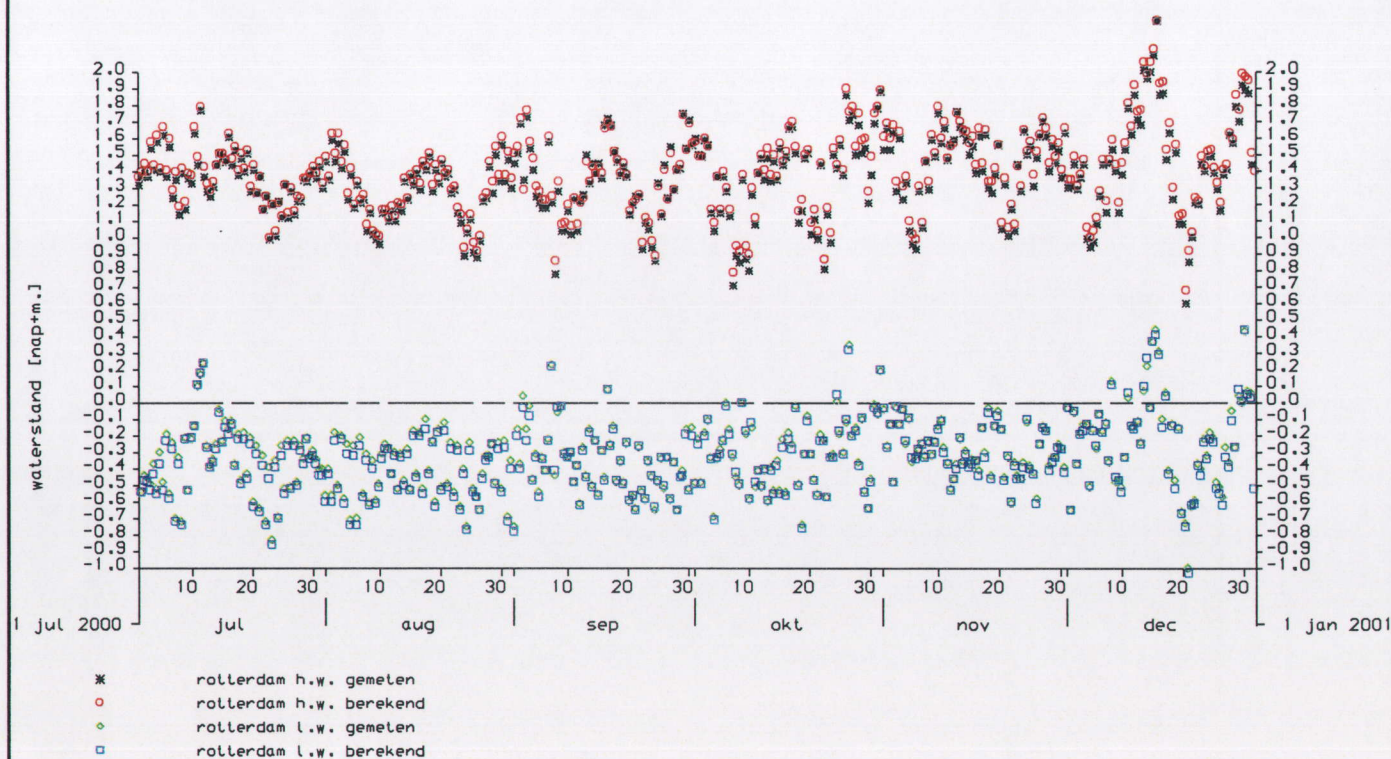
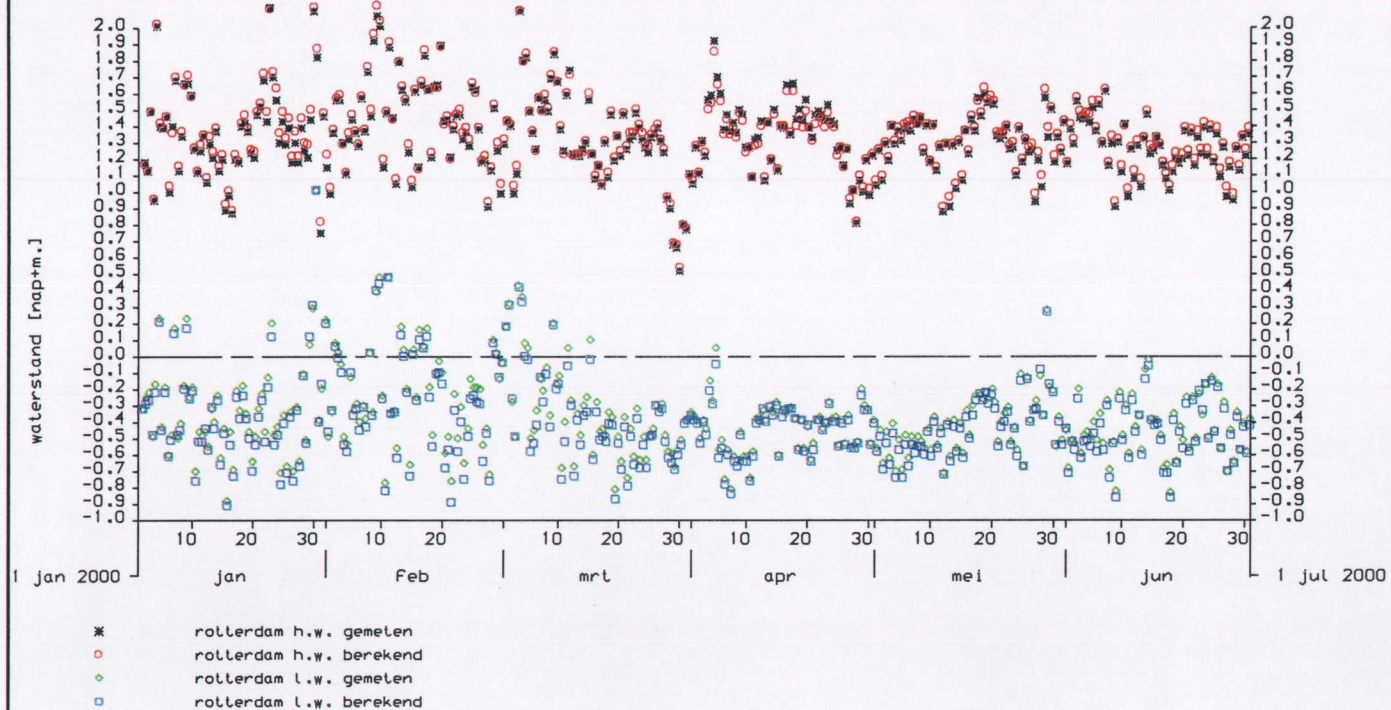


RIZA  
WST

Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_1\_0

Bijlage: 18





H.W.- en L.W.-standen

Rotterdam

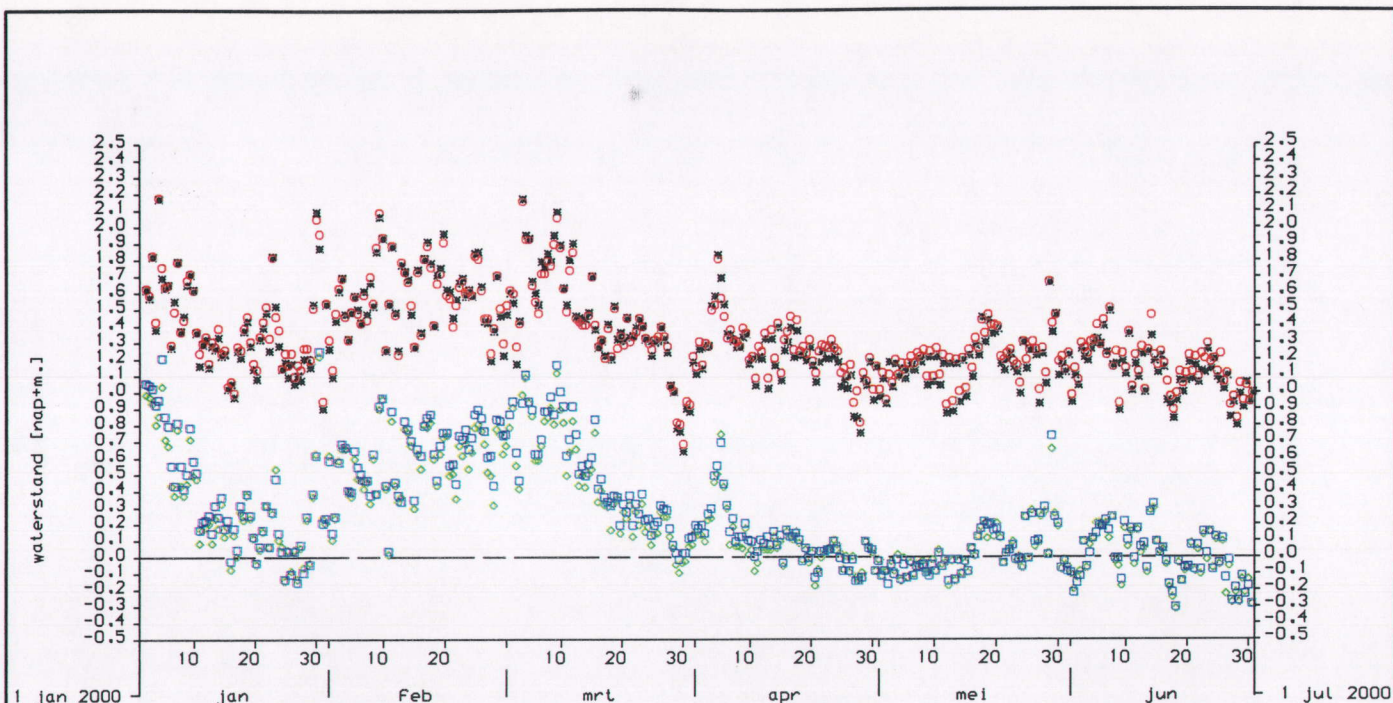


RIZA  
WST

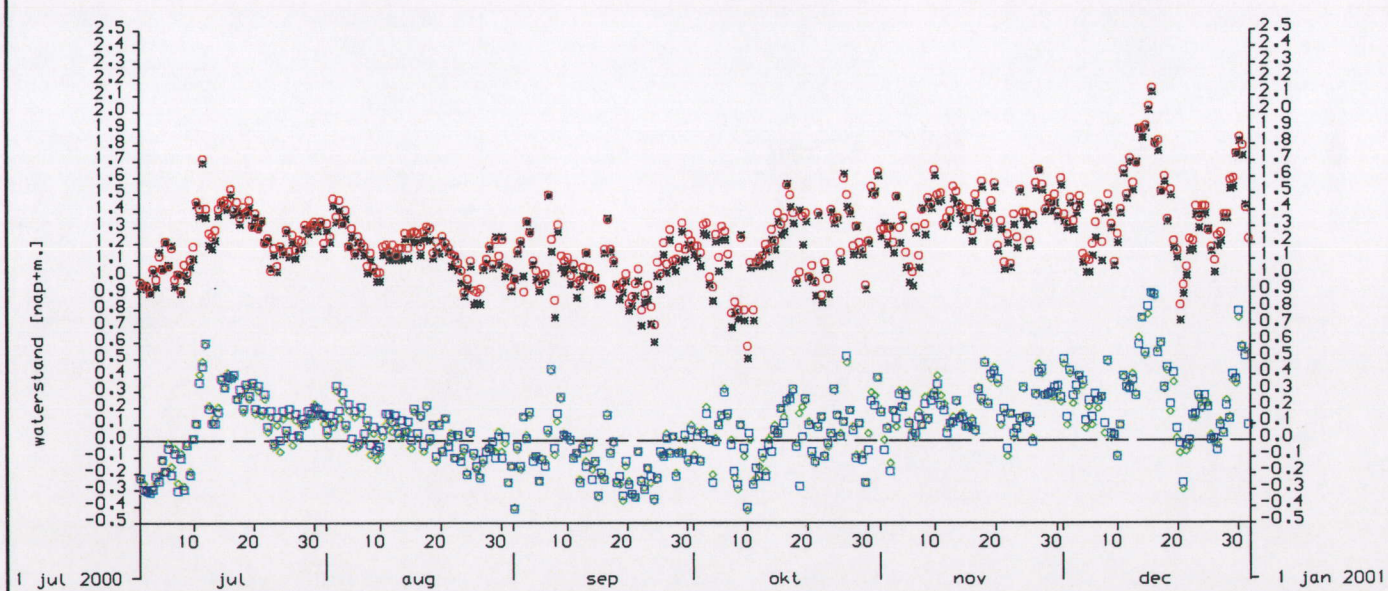
Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_1\_0

Bijlage: 19





\* schoonghoven h.w. gemeten  
 o schoonghoven h.w. berekend  
 d schoonghoven l.w. gemeten  
 □ schoonghoven l.w. berekend



\* schoonghoven h.w. gemeten  
 o schoonghoven h.w. berekend  
 d schoonghoven l.w. gemeten  
 □ schoonghoven l.w. berekend

H.W.- en L.W.-standen

Schoonghoven



RIZA  
WST

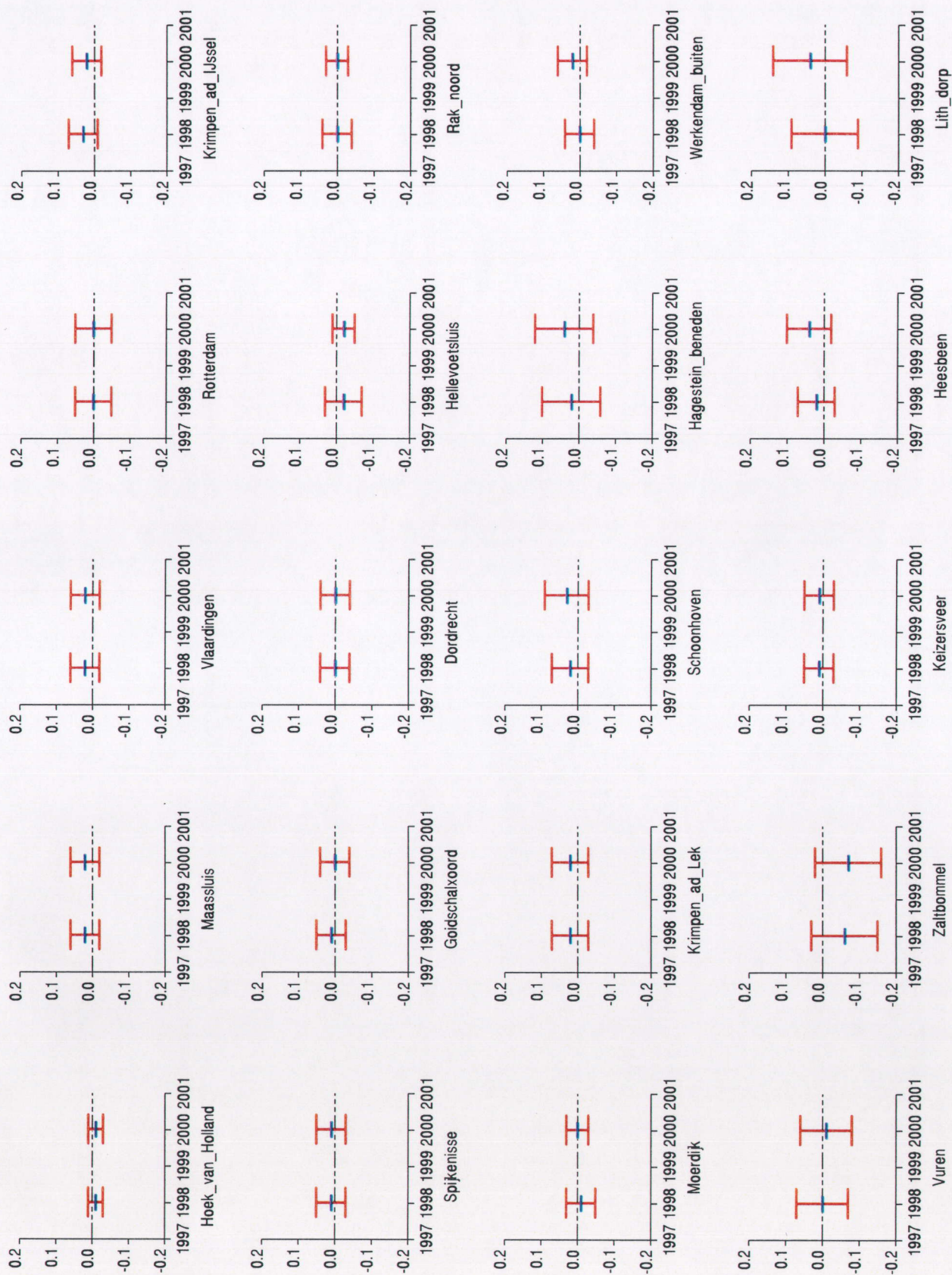
Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_1\_0

Bijlage: 20









Gemiddelde afwijking en standaard deviatie

jaarsom 1998 en 2000



Verificatie jaarsom 2000  
NDB1\_1\_0

Bijlage: 23