

Opdrachtgever:  
Rijkswaterstaat  
RIKZ Middelburg

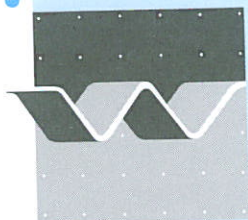
## Verbetering weergave intergetijdegebied in ESTMORF

Implementatie van diverse maatregelen

Verslag  
november 2000



Rijkswaterstaat/RIKZ



**wl | delft hydraulics**

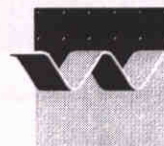
# Verbetering weergave intergetijdegebied in ESTMORF

Implementatie van diverse maatregelen

Z.B. Wang  
M.A.G. van Helvert

Verslag

november 2000



OPDRACHTGEVER: Rijkswaterstaat  
RIKZ

TITEL: Verbetering weergave intergetijdgebied in ESTMORF, Implementatie van diverse maatregelen

SAMENVATTING:

Het huidige project maakt onderdeel uit van een totaal pakket, bedoeld om het ESTMORF model te verbeteren. De hier uitgevoerde werkzaamheden betreffen een deel van de aanbevelingen m.b.t. de verbetering voor weergave van het intergetijdgebied. De volgende werkzaamheden zijn uitgevoerd:

1. Verbetering van de calibratie van het model m.b.t. morfologische ontwikkeling van het intergetijdgebied. Door een aantal invoer-parameters die voornamelijk de ontwikkelingen van het intergetijdgebied beïnvloeden aan te passen zijn de modelresultaten met betrekking tot het intergetijdgebied verbeterd.
2. Verbetering van de procedure waarin de ingrepen (baggeren en storten) in het dwarsprofiel worden verwerkt. In plaats van alle gebaggerd en gestort materiaal op de bodem van een dwarsprofiel te verwerken wordt het programma zodanig verbeterd dat een verdeling van de ingrepen over de bodem en de oever kan worden opgegeven.
3. Bepalen van de haalbaarheid van het implementeren van een extra empirische relatie m.b.t. de ontwikkeling van het intergetijdgebied. De mogelijkheden en moeilijkheden voor het implementeren voor een extra empirische relatie m.b.t. de vorm van dwarsprofielen van geulen is onderzocht. Een haalbare formulering is voorgesteld.

REFERENTIES:

VER.	AUTEUR	DATUM	OPMERK.	REVIEW	GOEDKEURING		
1	Z.B. Wang	9/11/00		A. Roelfzema			
2	Z.B. Wang	14/11/00		A.W. van der Weck	T. Schilperoort		
PROJECTNUMMER:		Z3002					
TREFWOORDEN:		ESTMORF, Intergetijdgebied, Westerschelde					
INHOUD:	TEKST	17	TABELLEN	FIGUREN	42	APPENDICES	
STATUS:	<input type="checkbox"/> VOORLOPIG		<input type="checkbox"/> CONCEPT		<input checked="" type="checkbox"/> DEFINITIEF		

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>1-1</b>
	1.1 Achtergrond .....	1-1
	1.2 Doelstelling.....	1-1
	1.3 Aanpak en uitvoering.....	1-2
<b>2</b>	<b>Calibratie van het model .....</b>	<b>2-1</b>
	2.1 Inleiding .....	2-1
	2.2 Morfologische tijdschaal .....	2-1
	2.3 Evenwichtshoogte .....	2-4
	2.4 Conclusies.....	2-6
<b>3</b>	<b>Verbetering verwerking ingrepen .....</b>	<b>3-1</b>
	3.1 Inleiding .....	3-1
	3.2 Functioneel ontwerp .....	3-1
	3.2.1 Uitgangspunten en functionele eisen.....	3-1
	3.2.2 Aanpassing van dwarsprofiel.....	3-1
	3.3 Implementatie .....	3-2
<b>4</b>	<b>Verbetering / uitbreiding modelformulering.....</b>	<b>4-1</b>
	4.1 Inleiding.....	4-1
	4.2 Probleem analyse .....	4-1
	4.3 Een voorstel voor de formulering .....	4-3
	4.4 Discussie, conclusies en aanbevelingen .....	4-4
<b>5</b>	<b>Literatuur .....</b>	<b>5-1</b>

# I Inleiding

## I.1 Achtergrond

In 1992 is begonnen met het ontwikkelen en bouwen van het ESTMORF model. De ontwikkeling van ESTMORF is gedaan door het WL in opdracht van het RIKZ. ESTMORF is 1998 opgeleverd aan het RIKZ, Middelburg.

Op basis van de ervaringen met ESTMORF, opgedaan in verschillende onderzoeks- en adviesprojecten, is in 1999 besloten om ESTMORF te verbeteren. ESTMORF is het model dat gebruikt kan worden om de lange termijn morfologische ontwikkeling in de Westerschelde a.g.v. baggeren en storten te voorspellen. Voor de ecologie kan het ook waardevolle informatie aanleveren aangezien de ontwikkeling van het intergetijdgebied voorspeld wordt.

In 1999 zijn een aantal verbeteringen doorgevoerd. Ten eerste is een eerste aanzet gemaakt voor de uitbreiding van ESTMORF met de monding van de Westerschelde (WL-rapport Z2701) door een IMPLIC schematisatie van de monding te maken. Ten tweede is de gebruikersvriendelijkheid verhoogd (WL-rapport, Z2760) o.a. door het maken van de ingrepen file te vergemakkelijken, IMPLIC te vervangen door SOBEK en een geheel nieuwe postprocessing te maken .

In Helvert en Kornman (2000) is een totaal pakket van werkzaamheden beschreven voor de verbeteringen van het ESTMORF Westerschelde model, met als einddoel in 2001 een goed gecalibreerd model op te leveren. Een onderdeel uit dit pakket is het verbeteren van de voorspelling/weergave van het intergetijdgebied. Voor dit onderdeel is in de eerste helft van 2000 een literatuurstudie (Hibma e.a., 2000) en een evaluatie van de modelresultaten (Wang en Jeuken, 2000) uitgevoerd. Hieruit zijn een aantal concrete maatregelen voor de verbetering van de voorspelling van het intergetijdgebied uitgewerkt. In het huidige project wordt een aantal van deze maatregelen geïmplementeerd en/of nader onderzocht.

## I.2 Doelstelling

De uitgevoerde werkzaamheden betreffen een deel van de aanbevelingen beschreven in Wang en Jeuken (2000) en zijn bedoeld voor de verbetering m.b.t. weergave van het intergetijdgebied. Concreet is het doel van het huidig project:

1. Verbetering van de calibratie van het model m.b.t. morfologische ontwikkeling van het intergetijdgebied.
2. Verbetering van de procedure waarin de ingrepen (baggeren en storten) in het dwarsprofiel worden verwerkt.
3. Bepalen van de haalbaarheid van het implementeren van een extra empirische relatie m.b.t. de ontwikkeling van het intergetijdgebied.

### 1.3 Aanpak en uitvoering

De volgende werkzaamheden zijn uitgevoerd voor het bereiken van de gestelde doelen:

1. Nadere calibratie van het model met betrekking tot de ontwikkeling van het intergetijdegebied.
2. Aanpassing procedure voor de afhandeling van ingrepen.
3. Vooronderzoek aanpassing van de modelformulering door toevoeging van een extra empirische relatie.

De drie onderdelen van de werkzaamheden verbeteren het model op drie verschillende niveaus. Bij onderdeel 1 wordt de bestaande software gebruikt en alleen de modelparameters via de invoer aangepast. Bij onderdeel 2 blijft het oorspronkelijke modelconcept overeind maar de software implementatie aangepast. Bij het laatste onderdeel (3) wordt aanpassingen van het modelconcept overwogen. De drie onderdelen worden in principe onafhankelijk van elkaar en parallel uitgevoerd en worden respectievelijk in de volgende drie hoofdstukken beschreven.

Het project wordt uitgevoerd door R. Bruinsma en Z.B. Wang van WL en M.A.G. Van Helvert van RIKZ, die eveneens de projectbegeleider vanuit RIKZ is. Het huidige rapport is opgesteld door Z.B. Wang en M.A.G. Van Helvert. De kwaliteit bewaking bij WL is in handen van A. Roelfzema.

## 2 Calibratie van het model

### 2.1 Inleiding

Bij de voorgaande calibratie van het model is de meeste aandacht besteed aan de ontwikkelingen van de geulen. Uit de aanvullende berekeningen (Wang en Jeuken, 2000) is gebleken dat met betrekking tot het intergetijdegebied de calibratie van het model nog te verbeteren is. In het huidige project wordt de calibratie verbeterd op twee punten: de morfologische tijdschaal van het intergetijdegebied en de evenwichtshoogtes van het intergetijdegebied.

### 2.2 Morfologische tijdschaal

De resultaten van de laatste calibratie run met betrekking tot de ontwikkeling van het intergetijdegebied zijn weergegeven in Fig.2.1 t/m Fig.2.3. In deze figuren worden het areaal, het volume en de hoogte van het intergetijdegebied uit de berekening vergeleken met de metingen. Een evaluatie van deze resultaten is al gegeven door Wang en Jeuken (2000). Dat de behandeling van tijdschaal van de morfologische ontwikkelingen van het intergetijdegebied in het huidige ESTMORF model voor de Westerschelde nog niet goed afgeregeld is blijkt uit de berekende verloop van de plaathoogte. Vooral in het oostelijke deel van het estuarium neemt de berekende plaathoogte in een korte periode aan het begin van de berekening sterk toe tot een bepaalde waarde en daarna blijft het min of meer constant in de tijd. De waarnemingen uit het veld laten echter zien dat de plaathoogte geleidelijk is toegenomen sinds 1955 (Fig.2.3). Hieruit is geconcludeerd dat de tijdschaal voor de veranderingen van het intergetijdegebied te klein is, of in andere woorden de veranderingen zijn te snel.

Uit de eerdere analyse is gebleken dat morfologische tijdschaal in ESTMORF behalve door de dimensies van de storingen t.o.v. het evenwicht wordt bepaald door de volgende model parameters:

parameter	beschrijving	werking op de tijdschaal
$c_E$	overall evenwichtsconcentratie	morfologische tijdschaal is omgekeerd evenredig met deze parameter
$n$	macht in de evenwichtsconcentratie formulering	morfologische tijdschaal is omgekeerd evenredig met deze parameter
$w_s$	uitwisselingssnelheid tussen bodem en waterkolom	een deel van de morfologische tijdschaal is omgekeerd evenredig met deze parameter
$D$	dispersie coëfficiënt	een deel van de morfologische tijdschaal is omgekeerd evenredig met deze parameter

Dit zijn in principe de parameters die kunnen worden gevarieerd om het model nader te calibreren. Bij de eerdere calibratie van het model zijn de parameters echter al zo gekozen

dat de morfologische veranderingen van de geulen goed zijn weergegeven. Dit betekent dat de morfologische tijdschaal voor de ontwikkelingen van de geulen al goed is. Daarom wordt bij het kiezen van de te veranderen parameters er voor gezorgd dat de morfologische tijdschaal in de geulen niet significant zal veranderen als de parameters worden aangepast. Veranderingen van de parameters moeten dus leiden tot een toename van de morfologische tijdschaal op het intergetijdegebied, maar mogen niet de morfologische tijdschaal in de geulen significant veranderen. Op grond van deze overwegingen zijn de parameters  $c_E$  en  $w_s$  niet veranderd bij de nadere calibratie omdat beide parameters constant zijn in het hele model en veranderingen ervan ook meteen tot veranderingen van de morfologische tijdschalen in de geulen zullen leiden. De parameter  $n$  kan worden gebuikt omdat voor deze parameter een andere waarde kan worden gekozen voor het intergetijdegebied dan voor de geulen. Door de waarde voor het intergetijdegebied aan te passen zullen voornamelijk de tijdschaal voor het intergetijdegebied zelf worden beïnvloed. De dispersie coëfficiënt  $D$  kan ook worden gebruikt omdat er een onderscheid tussen de langsrichting en de dwarse richting wordt gemaakt. Dispersie in de langsrichting beschrijft de sedimentuitwisseling tussen geulen onderling en die in de dwarsrichting de uitwisseling tussen geulen en de aanliggende intergetijdegebieden en tussen laag en hoog intergetijdegebieden.

Zeven extra simulaties zijn uitgevoerd met aangepaste waarden voor de drie parameters zoals in de volgende tabel zijn aangegeven. Ook de parameter setting van de referentie run is gegeven in de tabel.

Run	$n$ voor intergetijdegebied	$D$ tussen geul een laag intergetijdegebied	$D$ tussen laag - hoog intergetijdegebied
Ref.	4	20 m <sup>2</sup> /s	5 m <sup>2</sup> /s
1	1	20 m <sup>2</sup> /s	5 m <sup>2</sup> /s
2	2	20 m <sup>2</sup> /s	5 m <sup>2</sup> /s
3	4	10 m <sup>2</sup> /s	5 m <sup>2</sup> /s
4	4	20 m <sup>2</sup> /s	1 m <sup>2</sup> /s
5	2	20 m <sup>2</sup> /s	1 m <sup>2</sup> /s
6	2	5 m <sup>2</sup> /s	1 m <sup>2</sup> /s
7	1	5 m <sup>2</sup> /s	1 m <sup>2</sup> /s

De resultaten van de referentie run zijn vergeleken met de metingen in Fig.2.1 t/m Fig.2.3. Vervolgens zijn de resultaten van de extra berekeningen weergegeven en vergeleken met die van de referentie run in Fig.2.4 t/m Fig.2.24. De bevindingen zijn samengevat in de volgende tabel.

Run	Resultaten	OOST	MIDDEN	WEST
Ref.	<p>areaal ver. (Fig.2.1)</p> <p>vol.ver. (Fig.2.2)</p> <p>plt hgte</p>	<p>Stijgt na 1 jaar tot 0,8Mln m<sup>2</sup> en daarna zakt het tot -1,5Mln m<sup>2</sup>. wijkt behoorlijk af tov meting</p> <p>Stijgt snel tot 6Mln en zakt onmiddellijk na de bereikte waarde en eindigt onder de 2 Mln. Lijkt niet op werkelijkheid.</p> <p>Hoogte bereikt wel zelfde</p>	<p>Doet het beste van allemaal</p> <p>Lijkt goed verloop en eindwaarde beide doen het goed</p> <p>Het midden doet het goed</p>	<p>Niet slecht. Volgens metingen neemt het af na 1977 terwijl volgens ESTMORF de afname na begin van de berekening al optreedt.</p> <p>Waarden zijn te laag in ber. verloop ziet er beter uit.</p>



	(Fig.2.3)	waarde als meting maar verloop wijkt behoorlijk af		iets minder dan het midden maar beter dan het oosten. Eindwaarde klopt niet verloop is beter.
1	areaal ver.(Fig.2.4) vol. ver. (Fig.2.5) plt hgte (Fig.2.6)	Verskil blijft groot Verloop wijkt behoorlijk af zakt pas na 1989 in morf.tijdschaal iets langer in begin. Structureel ligt plaat hoger dan tov meting	verloop is anders begin verloop is geleidelijker  Plt hgte eindigt lager tov ref.run. Verloop iets geleidelijker	weinig verandering verloop is anders  morf.tijdschaal beter
2	areaal ver. (Fig.2.7) vol. ver. (Fig.2.8) plt hgte (Fig.2.9)	te vergelijken met n = 1  weinig verandering  morf.tijdschaal iets korter tov bij n=1 Plt hgte hoger	weinig verandert verandering zakt niet meer onder de 0-lijn weinig veranderd  verloop iets steiler tov n=1 lijkt meer op verloop in ref.run eindigt op dezelfde hgte als ref.run	weinig veranderd  weinig veranderd  weinig veranderd
3	areaal ver. (Fig.2.10) vol. ver. (Fig.2.11) plt. hgte (Fig.2.12)	Verloop weinig verschil met ref.run. Eindigt iets minder laag dan ref.run weinig veranderd weinig veranderd	weinig veranderd  weinig veranderd weinig veranderd	weinig veranderd  weinig veranderd weinig veranderd
4	areaal ver. (Fig.2.13) vol. ver. (Fig.2.14) plt hgte (Fig.2.15)	verloop anders stijgt snel net zoals in ref.run maar zakt langzamer, de 0-lijn wordt pas na 1988 gepaseerd eindigt ook hoger tov ref.run stijgt snel net zoals in ref.run blijft ook hoog en eindigt ook hoog. morf.tijdschaal iets langer dan bij som Disp.voor lp=10, te vergelijken met ref.run plt hgte lager dan ref.run	verloop weinig verandert alleen ligt de lijn hoger dan tov ref.run.  weinig veranderd  verloop minder steil eindigt lager dan ref.run en voorgaande som	verloop ook weinig verandert eindigt wel iets hoger dan ref.run.  weinig veranderd  verloop weinig verandert eindigt wel lager
5	areaal ver. (Fig.2.16) vol. ver. (Fig.2.17) plt hgte (Fig.2.18)	stijgt snel blijft hoog en zakt na 1981 snijdt de lijn de 0-as eindigt hoger stijgt tot 6 Mln en blijft op die waarde tot 1988 daarna zakt tot onder 4 Mln aan eind van de ber. begin iets geleidelijker plt hgte iets hoger	stijgt en blijft ligt stijgen eindigt hoger  weinig veranderd  verloop niet veel anders eindigt wel lager	weinig verandering in verloop eindigt wel hoger tov ref.run weinig verandert  verloop niet veel anders eindigt lager
6	areaal ver. (Fig.2.19) vol. ver. (Fig.2.20) plt hgte (Fig.2.21)	stijgt tot 8 Mln zakt naar 0 tot 1980 en zakt naar beneden eindigt hoger  gaat geleiderlijker naar 6 Mln blijft op die waarde tot 1988 en zkt daarna stijgt geleidelijk eindigt iets hoger	stijgt geleidelijk en blijft daarna stijgen eindigt hoger als ref run en lijkt meer op de meting stijgt geleidelijk eindigt iets lager  stijgt geleidelijker eindigt lager lijkt veel op de meting	verloop weinig verandert eindigt wel hoger  verloop gaat geleidelijker  verloop gaat geleidelijker eindigt lager onder NAP
7	areaal ver. (Fig.2.22) vol. ver.	Verloop wezenlijk anders stijgt tot 6 ln zakt daarna en is grillig. Pas bij 1989 passert de lijn de 0 eindigt behoorlijk lager stijgt geleidelijk tot 6.5Mln	stijgt geleidelijk zakt iets en stijgt weer eindigt hoger komt goed overeen met meting  verloop is geleidelijker	weinig verschil in verloop eindigt hoger dan ref.run  verloop is geleidelijker

	(Fig.(2.23)  plt hgte (Fig.(2.24)	blijft dan hoog en zakt niet zo drastisch als in de ref.run. begin fase is geleidelijker geworden eindigt iets hoger	verloop is geleidelijker eindigt lager	verloop is geleidelijker eindigt lager onder 0
--	--	---	--	--

**Conclusie:** De laatste berekening (run 7) waarin een combinatie van ‘tijdschaal-parameters’ is toegepast van de dispersie voor de hoge plaat op 1, lage plaat op 5 en waar de  $n$ -macht voor het intergetijdgebied voor morfologische tijdschaal op 1 is gezet, levert het beste resultaat op. Het verloop van de lijnen is geleidelijker geworden. De bereikte waarden zijn realistischer met de metingen.

De grenzen van het parameter bereik zijn ongeveer wel bereikt. Dat de tijdschaal niet zo gevoelig is t.o.v. de dispersie coëfficiënten heeft er mee te maken dat de tijdschaal voor de plaat voornamelijk wordt bepaald door het deel dat door  $w_s$  wordt bepaald. Daarom is het aan te bevelen te overwegen het model zodanig aan te passen dat verschillende waarden van  $w_s$  voor het intergetijdgebied, anders dan voor de geulen, kunnen worden gebruikt.

### 2.3 Evenwichtshoogte

In paragraaf 2.2 is voornamelijk gekeken hoe het tijdsverloop van de morfologische ontwikkeling van het intergetijdgebied beter kan worden weergegeven. Met het afregelen m.b.v. van de parameters voor de dispersie en de  $n$ -macht wordt de morfologische tijdschaal beïnvloed. Echter de afmetingen van de intergetijdgebieden worden bepaald met de empirische of evenwichts constanten voor de intergetijdgebieden.

Voor het afregelen van de evenwichtshoogte wordt run 7 (zie paragraaf 2.2) als basis berekening gebruikt. Wanneer de plaathoogten van de intergetijdgebieden in het westen, midden en het oosten uit run 7 worden vergeleken met de metingen kunnen twee soorten afwijkingen worden geconstateerd. Ten eerste wordt de hoogte in absolute zin nog niet helemaal goed weergegeven, wat ook gedeeltelijk een gevolg van de fouten in de schematisaties aan het begin is. Ten tweede is de verandering tijdens de simulatie periode (verschil tussen eind en begin van de berekening) nog niet helemaal goed weergegeven. Bij verdere calibratie van het model kan men kiezen tussen of de hoogte in absolute zin beter weergegeven, of de verandering van de hoogte (dus in relatieve zin) beter weergegeven. Hier wordt voorlopig gekozen voor het eerste.

Uit run 7 blijkt dat de absolute hoogte van het intergetijdgebied in het oosten te hoog (5 cm) wordt berekend. In het westen is deze te laag (20 cm). Het midden wordt goed berekend. Daarom wordt in de eerste volgende run (run 8) de evenwichtshoogte van zowel het lage deel als het hoge deel van het intergetijdgebied in het westen met 30% verhoogd en in het oosten met 25% verlaagd. Vervolgens worden deze percentages aangepast aan de hand van de resultaten van de berekeningen om tot een optimale keuze te komen.

In totaal zijn er vier extra runs uitgevoerd. De verhoudingen van de gebruikte evenwichtshoogtes in deze runs voor de verschillende delen van het estuarium t.o.v. de waarden gebruikt in run 7 zijn in de volgende tabel weergegeven:

Run	westen	midden	oosten
8	1,3	1	0,75
9	1,3	1	0,80
10	1,3	1	0,85
11	1,3	1	hp = 0,85 lp = 1

De runs leveren de volgende resultaten:

variant	Resultaten	OOST	MIDDEN	WEST
Run 8: n- intergetijdegebied=1 D <sub>geul- intergetijdegebied</sub> =5 D <sub>laag-hoog</sub> =1 evw.const oosten 0,75 midden 1 westen 1,30	areaal ver. (Fig. 2.25)  vol.ver. (Fig. 2.26)  plt hgte (Fig. 2.27)	areaal neemt af lijn is grilliger. Eindwaarde is hoger dan ref.run  stijgt in het begin niet zo snel meer na 1989 daling eindwaarde met ref.run hetzelfde een geleidelijk verloop eindigt onder 0,10 m te laag	stijgt iets eindigt boven de 0- lijn  stijgt geleidelijker dan in ref.run eindwaarde wel te hoog  niet veel veranderd	Niet veel veranderd dan alleen na 1973 de lijn steiler naar beneden gaat, eindigt hoger dan ref.run Significant anders dan in ref.run. Stijgt snel in begin zakt iets en eindigt op 8 Mln m <sup>3</sup> ; wijkt behoorlijk af van meting Behoorlijk beter verloop lijkt meer op meting eindigt bijna op zelfde waarde rondom 0,20 m
Run 9: evw.const. oosten 0,80 midden 1 westen 1,30	areaal ver. (Fig 2.28)  vol.ver. (Fig 2.29)  plt hgte (Fig 2.30)	areaal neemt af lijn is grilliger. Eindwaarde is hoger dan ref.run verloop nagenoeg hetzelfde als in run 8; de 0-lijn wordt niet gepasserd vol. is toegenomen plaathoogte gestegen boven de 0,10 m echter nog te laag tov meting	stijgt eindigt boven de 0-lijn  niet veel veranderd  niet veel veranderd	niet veel vernadert tov run 7 &  niet veel verandert tov run 7 &  niet veel verandert tov run 7 &
Run 10: evw. const. oosten 0,85 midden 1 westen 1,3	areaal ver. (Fig 2.31)  vol.ver. (Fig 2.32) plt hgte (Fig 2.33)	areaal begin hoog tot 1978 dan zakt deze onder de 0-lijn verloop hetzelfde eindigt iets hoger volume gestgen tot 4Mln m <sup>3</sup> in 1978 eindigt op 2 Mln m <sup>3</sup> het begin vertoont stijgende lijn na 1978 blijft deze nagenoeg ongewijzigd plaat hoogte eindigt op 0,15 m nagenoeg gelijk met meting	niet veel veranderd  niet veel veranderd niet veel veranderd	niet veel verandert tov run 7 &  niet veel vernadert tov run 7 & niet veel veranderd
Run 11: evw. const hoge plaat oosten 0,85 lage plaat oosten 1 midden 1 westen 1,30	areaal ver. (Fig 2.34) vol.ver. (Fig 2.35)  plt hgte (Fig 2.36)	areaal verandering geheel boven de 0 lijn neemt wel af toegenomen tot boven de 6 Mln m <sup>3</sup> eindigt op 5 Mln m <sup>3</sup>  te hoog, eindigt boven de 0,20 m	niet veel veranderd aan verloop niet veel verandert eindigt wel boven de 2 Mln m <sup>3</sup>  niet veel veranderd, iets hoger	niet veel verandert tov run 7 & niet veel verandert tov run 7 & niet veel veranderd

Run 10 is de berekening met het beste resultaat qua eindwaarden van de plaathoogten. De plaathoogte in het oosten komt het beste overeen met de meting. De evenwichtsconstante voor het intergetijdegebied is gereduceerd tot 85% van de oorspronkelijke waarde gebruikt in de referentie run. Run 11 is een test maar daaruit blijkt dat de plaathoogte weer stijgt. De evenwichtsconstanten zijn het meest geschikte om de plaathoogte af te regelen. Het areaal en volume vertonen grotere afwijkingen met de metingen dan t.g.v. de plaathoogte. Dit

betekent dat het areaal en het volume van het intergetijdegebied niet door aanpassing van de evenwichts constanten kunnen worden afgeregeld.

Bij de hier beschreven calibratieslag is gekozen om de hoogte van het intergetijdegebied in absolute zin beter te krijgen. Door eenzelfde soort actie kan men ook de verandering van de hoogte van het intergetijdegebied vanaf het begin van de berekening (in relatieve zin) beter krijgen. Maar ook dan zal gelden dat de verandering van het areaal niet via zo een actie beter te krijgen is. Daardoor kan de verandering van het volume van het intergetijdegebied ook minder worden verbeterd door het aanpassen van de evenwichtsconstanten.

## 2.4 Conclusies

Het verloop (de tijdschaal) van de morfologische ontwikkeling van het intergetijdegebied kan beter worden weergegeven in het ESTMORF door de parameters de dispersie coëfficiënten in de dwarse richting en de  $n$ -macht op het intergetijdegebied aan te passen. De (fysisch realistische) grenzen van het bereik van deze parameters zijn wel ongeveer bereikt bij de uiteindelijk run die de beste resultaten geeft. Verder verbetering van dit aspect is alleen nog te bereiken door de software aan te passen zodat ook de parameter  $w_s$  (uitwisselingssnelheid tussen bodem en waterkolom) voor het intergetijdegebied een andere waarde kan hebben dan voor de geulen.

Door aanpassen voor de evenwichtswaarden voor de hoogte van het intergetijdegebied kan of de gesimuleerde hoogte (in absolute zin), of de gesimuleerde verandering van de hoogte (in relatieve zin) beter overeenkomen met de metingen. Het is niet mogelijk beide goed te krijgen door de fouten in de schematisatie (afwijking t.o.v. de metingen in de initiële voorwaarden). Hiermee kan men geen beter overeenstemming tussen het gesimuleerde en het gemeten areaal of volume van het intergetijdegebied krijgen, noch in absolute zin, noch in relatieve zin.

De eindconclusie is dus dat door het model beter te calibreren verbeteringen van de weergave van het intergetijdegebied door het model kunnen worden bereikt. Maar de verbeteringen zijn nog niet voldoende en de andere maatregelen zullen ook nodig zijn.

## 3 Verbetering verwerking ingrepen

### 3.1 Inleiding

In het huidige model worden zowel baggeren als storten verwerkt op de bodem (i.e. het diepste deel) van de geul bij het aanpassen van het dwarsprofiel. In werkelijkheid kan vooral het storten ook in de ondiepere delen, op de helling van de geulen gebeuren. De software zal daarom worden aangepast zodat via invoer kan worden aangegeven hoe de ingrepen worden verwerkt bij de aanpassing van het dwarsprofiel.

### 3.2 Functioneel ontwerp

#### 3.2.1 Uitgangspunten en functionele eisen

De volgende uitgangspunten en functionele eisen worden gehanteerd bij de aanpassing van het software:

- De verandering wordt alleen toegepast op de nieuwe invoerfile voor ingrepen.
- In het geval dat alle ingrepen 100% op de bodem wordt verwerkt is de werking van het programma hetzelfde als de bestaande versie.
- Per bagger-, stort- of zandwingebied kan de verdeling over bodem en geul gespecificeerd. Dit wordt gedaan door de percentage op de geulwand te specificeren, dus 0=100% op bodem en 100=100% tegen geulwand.
- In het geval van baggerstrategie wordt het baggeren altijd alleen op de bodem uitgevoerd, zoals in het bestaande programma.

Opgemerkt wordt dat eenzelfde ESTMORF vak in meerdere gebieden van ingrepen kan voorkomen. De laatste eis houdt dan in dat de verschillende ingrepen apart achter elkaar moeten worden verwerkt in plaats van alle ingrepen in eenzelfde vak bij elkaar optellen en dan in één keer verwerken zoals nu het geval is.

#### 3.2.2 Aanpassing van dwarsprofiel

Afhankelijk van de verdeling over de bodem en de geulwand wordt een ingreep verwerkt door het dwarsprofiel aan te passen. De aanpassing van het dwarsprofiel bij storten is schematisch weergegeven in Fig.3.1, en voor baggeren in Fig.3.2. Hiervoor zijn de volgende punten van belang:

- Het deel van de ingreep (baggeren of storten) dat op de bodem moet worden verwerkt wordt altijd eerst verwerkt voordat het deel tegen de geulwand wordt verwerkt. Dit heeft consequentie voor de definitie van het deel op de bodem (en dat tegen de geulwand) die anders is voor baggeren dan voor storten, zie Fig.3.1 en Fig.3.2.
- Het deel tegen de geulwand wordt verwerkt door de geulwand parallel te schuiven.
- De hele ingreep wordt in de geul beneden het laagwater verwerkt.

Opgemerkt wordt dat het schuiven van de geulwand als consequentie heeft dat de breedte (areaal) van het lage deel van het intergetijdegebied verandert. Om massa behoud van sediment te garanderen moet de hoogte van het lage deel van het intergetijdegebied worden aangepast. Dit houdt in dat ook punt 3 van het profiel moet worden aangepast.

Speciale gevallen:

- Rechthoekig profiel: Dezelfde regels worden gehanteerd. Het heeft immers geen zin om bijvoorbeeld bij het storten het profiel om te laten gaan tot een trapezium profiel, omdat bij de stappen daarna punt 2 als nog zal gaan schuiven.
- Driehoekig profiel: De afhandeling voor een driehoekig profiel in het bestaande programma en in het nieuwe programma is weergegeven in Fig.3.3. Merk op dat in geval van storten er een afwijking is tussen de twee versies van het programma ook als het percentage voor de geulwand op nul zal staan.

### 3.3 Implementatie

De implementatie is gerealiseerd door de volgende veranderingen / uitbreidingen van het programma uit te voeren:

- Aanpassing van het programma *INGREEP.EXE*. De nieuwe versie leest een extra parameter in per ingreep (percentage op geulwand) en behandelt de aanpassing van profielen zoals in de vorige paragraaf is beschreven.
- Subroutine *INGREPEN* en de twee bijbehorende subroutine *GETDATA* en *SETDATA*. De nieuwe versie is dan in staat de nieuwe ingreep-invoer file te lezen met de extra informatie over de verdeling tussen bodem en oever, en de extra informatie door te geven aan de file *INGREEP.INP* (invoerfile voor *INGREEP>EXE*).
- Subroutine *STRATEGY*. De nieuwe versie leest extra invoer parameter voor de verdeling tussen bodem en oever voor de stortvakken, en de extra informatie door te geven aan de file *INGREEP.TMP* (invoerfile voor *INGREEP.EXE*).

De volgende invoerfiles zijn veranderd:

- Nieuwe invoerfile voor ingrepen:
  - Bij de definitie van ingreepgebieden worden de vaknummers nu in een apart regel gegeven, i.p.v. achter de gebiednaam.
  - Onder de regel van de gewichtpercentage van de vakken binnen het gebied kan (hoeft niet) een nieuw regel met percentage voor de oever worden toegevoegd.
- Invoerfile voor baggerstrategie:
  - onder elk regel voor een bagger vak wordt een regel toegevoegd voor de percentages voor de oever voor de bijbehorende stortvakken.

## 4 Verbetering / uitbreiding modelformulering

### 4.1 Inleiding

Uit de voorgaande studie (Hibma e.a., 2000, Wang en Jeuken, 2000) wordt geconcludeerd dat een verbetering op het niveau van de modelformulering kan worden bereikt door toevoeging van een extra empirische relatie, bijvoorbeeld een relatie tussen breedte en diepte van het geulgedeelte dwarsprofielen. In dit project wordt een vooronderzoek uitgevoerd m.b.t. de haalbaarheid van zo'n uitbreiding en hoe de uitbreiding het best kan worden gerealiseerd.

### 4.2 Probleem analyse

Met betrekking tot het intergetijdgebied zijn de volgende kenmerken van de huidige formulering van ESTMORF relevant:

- Het model rekent per tak met drie variabelen, i.e. oppervlakte van dwarsprofiel geulgedeelte, hoogte van de lage plaat, hoogte van de hoge plaat.
- Een gevolg van het vorige punt is dat evenwicht alleen voor de hoogte van de plaat wordt gedefinieerd.
- Sedimenttransport op de platen gebeurt alleen in de dwarsrichting.
- Het model hanteert een 7 punten schematisatie voor het dwarsprofiel.
- Na elk morfologische tijdstap worden de coördinaten van de 7 punten berekend uit de veranderingen van de drie systeemvariabelen aan de hand van relaties die ontstaan via massabehoud, definities en (meetkundige) aannamen. Vervolgens wordt het ESTMORF profiel vertaald naar invoer van IMPLIC, waarbij het profiel wordt beschreven door de breedte op elke halve meter hoogte.
- De lokale evenwichtsconcentratie op plaat is evenredig met de verhouding tussen evenwichtshoogte en hoogte van de plaat.

Tijdens een morfologische simulatie veranderen zowel de omvang als de vorm van een dwarsprofiel. De verandering van de omvang wordt bepaald aan de hand van massa-balans van sediment. De verandering van de vorm van het profiel wordt weergegeven via veranderingen van de coördinaten van de 7 punten van het geschematiseerde profiel. De aannamen die nodig zijn bij het berekenen van de nieuwe coördinaten van de 7 punten zijn de zwakke punten van het model. Zij kunnen worden geëlimineerd door extra empirische relaties te introduceren.

De beslissing over wel of niet de formulering uitbreiden / verbeteren door toevoeging van een extra empirische relatie moet genomen worden aan de hand van een afweging tussen aan de ene kant de verwachte inspanning en risico's en aan de andere kant de verwachte verbeteringen. Om een inschatting te maken van beide aspecten wordt eerst bekeken hoe de uitbreiding / verbetering van de formulering kan worden uitgevoerd.

De eerste vraag die beantwoord moet worden voor de uitbreiding / verbetering van de formulering is welke empirische relatie er toegevoegd moet worden. Deze vraag is al grotendeels beantwoord door Langerak (2000) aan de hand van de resultaten van het onderzoek van Neessen (2000). De beste keuze is een relatie voor de breedte-diepte verhouding voor de geulen. Voor de implementatie in het ESTMORF model blijft nog wel de vraag hoe de breedte en de diepte van de geulen moeten worden gedefinieerd. Bij de studie van Neessen (2000) wordt de rand van een geul gedefinieerd aan de hand van de steilheid van de geulwanden. "Waar de geul overgaat in een plaat is er een overgang van een steile helling naar bijna vlak. Het eind van het profiel is na de steile helling gelegd." Door de beperking van de ESTMORF schematisatie voor het dwarsprofiel is deze definitie als zodanig niet te hanteren voor de formulering van het model. Voor het model is het het beste als de breedte van een geul wordt gedefinieerd als de breedte bij laagwater of bij gemiddeld waterniveau, omdat op ieder van deze twee niveaus een punt is gelegd in het ESTMORF-profiel. Afhankelijk van de keuze van de definitie voor de breedte van geulen wordt een van de aannames bij het aanpassen van de dwarsprofielen vervangen. Opgemerkt wordt dat voor de omvang (areaal en volume) van het intergetijdegebied het kiezen van het laagwater het meest effect heeft. Voor de diepte wordt meestal de gemiddelde diepte gehanteerd, wat een afhankelijkheid van de definitie van de breedte impliceert.

De tweede vraag is hoe de relatie moet worden geïmplementeerd in het model. Er zijn in principe twee soorten alternatieven. Het eenvoudigste is door de relatie direct te implementeren bij het aanpassen van de dwarsprofielen. Dit houdt in de aanname dat de tijdschaal van de verandering van de breedte-diepte verhouding veel kleiner is dan de andere morfologische tijdschalen (voor de verandering van de oppervlakte van het dwarsprofiel en van de hoogtes van de intergetijdegebieden). Deze methode van de implementatie heeft ook de consequentie dat er in de eerste stap een grote verandering in de vorm van het dwarsprofiel kan optreden in de eerste morfologische tijdstep als de beginvoorwaarde niet aan de empirische relatie voldoet. Bij de tweede methode wordt de empirische relatie als een evenwichtsrelatie beschouwd net zo als de andere drie empirische relaties in het model. De relatie definieert dan een evenwichtswaarde voor de breedte-diepte verhouding die niet perse altijd gelijk hoeft te zijn aan de aanwezige waarde van de verhouding. Bij deze methode ontstaat dan wel de vraag hoe de aanpassingsproces van deze verhouding naar de evenwichtswaarde moet worden gemodelleerd. Een analoge methode zoals bij de andere drie evenwichtsrelaties via sediment transport formulering is niet mogelijk omdat deze relatie zuiver met de vorm van het dwarsprofiel te maken heeft en niets met de hoeveelheid sediment te maken heeft. Een meest voor de hand liggende formulering is dan een exponentiële relatie:

$$\frac{d(B/h)}{dt} = \frac{(B/h)_e - (B/h)}{T} \quad (4.1)$$

Hierbij is T een aanpassingstijd, ofwel de tijdschaal van de aanpassing van de breedte-diepte verhouding B/h. Als T heel klein is komt deze methode overeen met de eerste methode (de relatie direct implementeren bij aanpassing van het dwarsprofiel). Daarom is in principe deze methode altijd beter dan de eerste. Alleen heeft deze methode wel informatie nodig over de tijdschaal. Daarom wordt het tijdschaal- probleem nader geanalyseerd.



De tijdschaal voor de aanpassing van de breedte-diepte verhouding staat niet los van de andere morfologische tijdschalen voor de veranderingen in de geulen en de veranderingen op het intergetijdegebied. Als er geen morfologische veranderingen optreden in de geul en op het intergetijdegebied zal in de meeste gevallen ook geen veranderingen van de breedte-diepte verhouding optreden. Omgekeerd zal de breedte-diepte verhouding snel naar evenwicht gaan als er veel morfologische veranderingen optreden, ervan uitgaand dat er inderdaad een bepaalde evenwicht voor de verhouding bestaat.

In principe moet de informatie uit de analyse van de velddata komen. Daarom kan de analyse van de tijdschaal niet los staan van de beschouwing over het evenwicht. Immers het gaat om het dempen van afwijkingen t.o.v. dit evenwicht. Op dit moment is er geen informatie over de tijdschaal van de breedte-diepte aanpassing gebaseerd op velddata. Bij de analyse van Neessen (2000) is er geen onderscheid gemaakt tussen evenwicht en verstoorde toestanden. Er wordt uiteraard dan ook niet naar de tijdschalen gekeken. Bij de analyse van Gerritsen (2000) over morfologische tijdschalen in de Waddenzee is het ESTMORF modelconcept gebruikt als theoretische basis. De conclusies uit die analyse kunnen daarom niet voor de huidige studie (aanpassing van het model concept) worden gebruikt.

### 4.3 Een voorstel voor de formulering

Het realiseren van het feit dat de verandering van de breedte-diepte verhouding van een geul niet los staat van de verandering van de oppervlakte van het dwarsprofiel van de geul brengt tot het idee de twee soorten alternatieven van de implementatie te combineren, door de evenwichtswaarde van de breedte-diepte verhouding volgens een empirische relatie als stuurparameter te gebruiken bij het verdelen van de sedimentatie of erosie over de geulwand en de geul bodem. Dit principe is analoog als beschreven in het vorige hoofdstuk over de verdeling van stort- of baggermateriaal. Het enige verschil is dat bij baggeren en storten de verdeling over de geulwand (in de breedte richting) en de geulbodem (in de diepte richting) wordt vastgelegd via invoer van het model en hier wordt het gestuurd door de volgende parameter:

$$\frac{B/h}{(B/h)_e} \quad (4.2)$$

In de teller staat de breedte ( $B$ ) - diepte ( $h$ ) verhouding en in de noemer staat de evenwichtswaarde van deze verhouding. Als deze parameter gelijk aan 1 is voldoet de breedte-diepte verhouding van de empirische relatie. Men kan dan het best het dwarsprofiel gelijkvormig laten blijven bij het verwerken van sedimentatie of erosie. Dit kan worden bereikt door punt 1 van het profiel langs de diagonaal te laten bewegen zoals geschetst in Fig.4.1 (onderst geval). Als de waarde van de parameter afwijkt van 1 betekent dat de vorm van het profiel niet in evenwicht is. De sedimentatie of erosie die optreedt kan dan zodanig worden verwerkt dat de evenwichtsvorm wordt genaderd. Dit kan worden bereikt door verschillende strategieën te volgen bij de verschillende situaties zoals in de schema hieronder is aangegeven:

	Sedimentatie	Erosie
$\frac{B/h}{(B/h)_e} < 1$	Gesedimenteerd materiaal meer op de bodem leggen zodat de geul relatief breder wordt.	Geërodeerd materiaal meer bij de geulwand vandaan halen zodat de geul relatief breder wordt.
$\frac{B/h}{(B/h)_e} > 1$	Gesedimenteerd materiaal meer bij de geulwand leggen zodat de geul relatief minder breed wordt.	Geërodeerd materiaal meer bij de bodem vandaan halen zodat de geul relatief minder breed wordt
$\frac{B/h}{(B/h)_e} = 1$	Verdeel gesedimenteerd of geërodeerd materiaal zodanig over de geulwand en de geulbodem zodat het profiel gelijkvormig blijft.	

Het schema hierboven is geïllustreerd in Fig.4.1. De extreme situaties, waarbij de parameter oneindig klein of oneindig groot is, zijn geïllustreerd in Fig.4.2. Zoals de figuren illustreren wordt de richting waarin het onderste punt van het profiel beweegt bepaald door de waarde van de parameter zoals gedefinieerd in (4.2), en verder is het afhankelijk van of er sedimentatie of erosie optreedt. De parameter kan verder symmetrisch t.o.v. 1 worden gemaakt door logaritme van de parameter te gebruiken. Een formulering die voldoet aan de eisen zoals in de schema hierboven zijn beschreven en ook rekening houdt met de limiet gevallen zoals geschetst in Fig.4.2 is als volgt:

$$\tan\left(90^\circ \frac{\beta}{\alpha}\right) = \ln\left(\frac{B/h}{(B/h)_e}\right) \quad (4.3)$$

Voor de situatie sedimentatie en dat de breedte - diepte verhouding groter dan de evenwichtswaarde is, geldt dan (zie Fig.4.3):

- $\beta$  = hoek tussen de richting waarin punt 1 beweegt en de diagonaal
- $\alpha$  = hoek tussen de horizontaal bodem en de diagonaal

Als parameter (4.2) gelijk aan 1 is  $\beta=0$  en als de parameter oneindig groot wordt  $\beta=\alpha$ . In de tussen liggende gevallen geldt  $0 < \beta < \alpha$ .

Voor de andere 3 situaties kan dezelfde vergelijking wordt gebruikt. Alleen de hoeken  $\beta$  en  $\alpha$  worden dan anders gedefinieerd.

**Opmerking:** Bij de formulering is impliciet de aanname gedaan dat de verandering van de oppervlakte van het dwarsprofiel relatief klein is t.o.v. de oppervlakte zelf. Dit houdt in dat de vorm van het profiel niet binnen één morfologische tijdstap van te breed naar te nauw kan gaan. Bij de implementatie moet uiteraard hierop gecheckt worden.

#### 4.4 Discussie, conclusies en aanbevelingen

Na het komen tot een reële formulering is het nu nog nodig een inschatting te maken van de inspanning die nodig is voor de implementatie en die af te wegen tegen te verwachten

verbeteringen om tot aanbevelingen te komen voor wel dan niet implementeren. Ook de risico's en de te verwachten problemen moeten hierbij aan de orde komen.

De inspanning van de software implementatie is in principe te overzien, nu duidelijk is hoe de formuleringen er precies uitzien. De volgende werkzaamheden zijn nodig:

- Implementeren van een empirische relatie voor het berekenen van de evenwicht breedte-diepte verhouding. Het belangrijkste werk hierbij is het aanpassen van de invoer faciliteiten om de door de gebruiker gewenste relatie te kunnen voorschrijven.
- De procedure / routine voor de aanpassing van het dwarsprofiel na morfologische verandering (Subroutine DeltaA) aanpassen volgens de formulering zoals in de vorige paragraaf is beschreven.

De volgende problemen / risico's zijn te verwachten bij de implementatie en de toepassing:

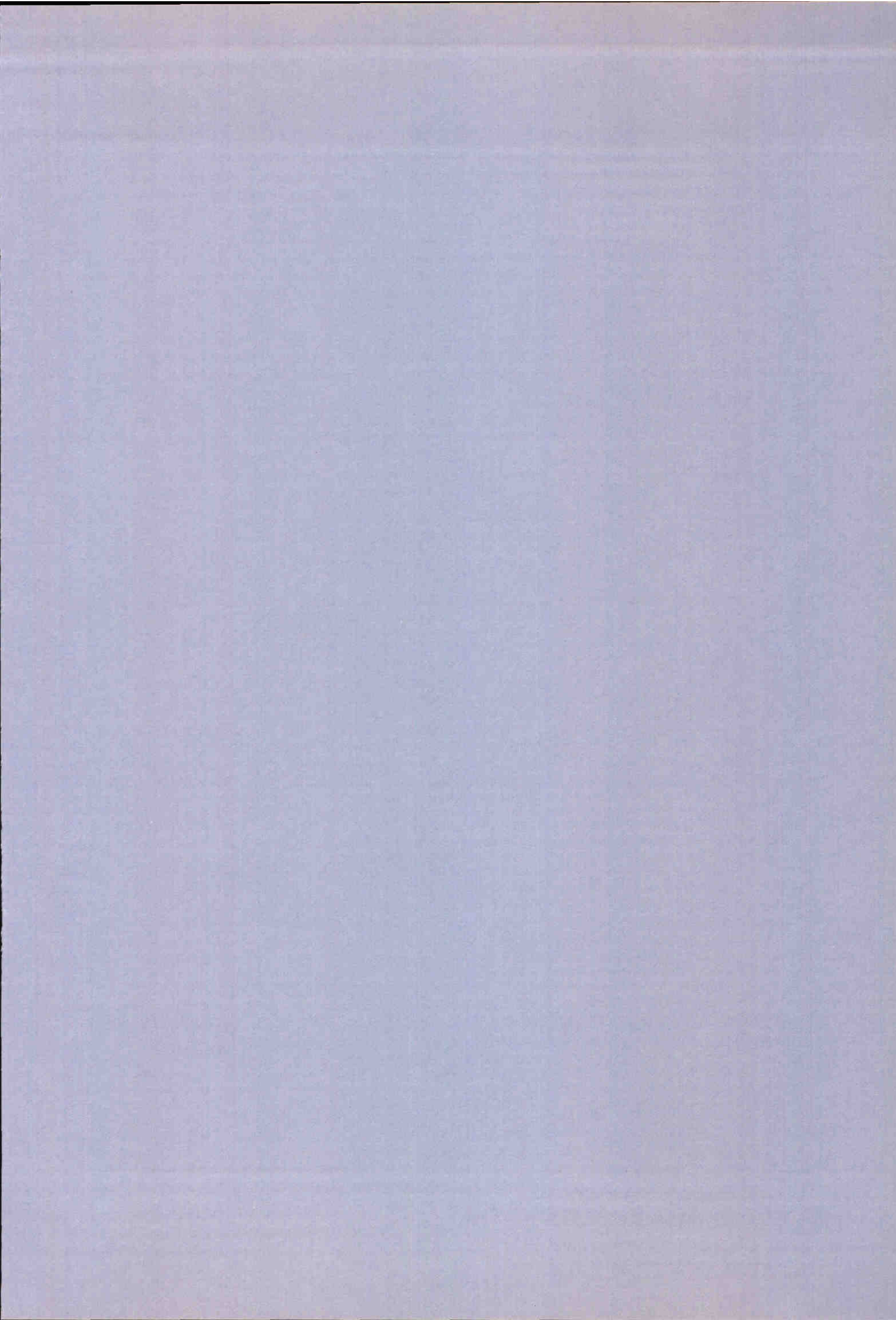
- Er is nog geen empirische relatie voor handen die geïmplementeerd kan worden. De relaties zoals afgeleid door Neessen (2000) op basis van velddata zijn niet direct te gebruiken om twee redenen. Ten eerst is de gehanteerde definitie van geul anders dan wat in ESTMORF wordt gehanteerd. Ten tweede zijn de afgeleide relaties niet voor evenwicht situaties omdat ook data van gestoorde situaties zijn gebruikt bij de regressie analyse.
- IMPLIC schematisatie hoeft niet altijd aan te sluiten aan de schematisatie van geulen. Dit probleem kan men vermijden door de SOBEK versie te gebruiken.
- Een ESTMORF vak hoeft niet altijd precies één geul te dekken. Dit betekent dat bij de invoer van de geldende relatie hier rekening mee moet kunnen worden gehouden.

De te verwachten verbeteringen van model resultaten zullen afhankelijk zijn van de kwaliteit van de gebruikte relatie. Bij het beoordelen van de kwaliteit van een bepaalde relatie moet men niet alleen kijken naar de mate van de correlatie. Men moet ook vooral kijken naar de aanpassingen van gestoorde situaties of het evenwicht volgens de relatie inderdaad dan worden benaderd wanneer er veranderingen optreden. Verwacht wordt dat de implementatie inderdaad tot bepaalde verbetering van de model resultaten zal leiden. Bij de implementatie kan men zorgen dat er in ieder geval geen verslechtering optreedt door de huidige formulering als (default) optie te laten behouden.

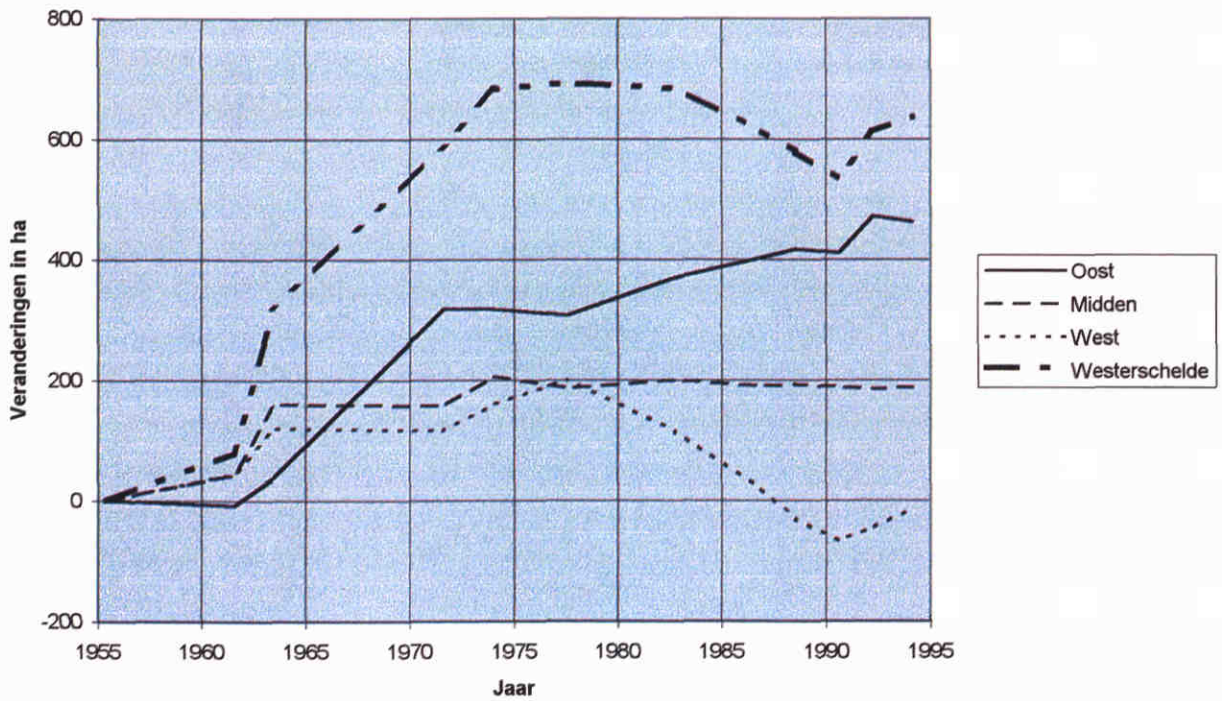
Het wel dan niet implementeren van de voorgestelde formulering moet in principe ook afhangen van een afweging tegen over andere maatregelen voor het verbeteren van het model. Gezien de relatief beperkte inspanning wordt aanbevolen tot implementatie over te gaan. Maar parallel hieraan moet ook nadere analyse worden gedaan naar de empirische relatie die de evenwicht situatie beschrijft en ook afgestemd is aan de definitie, gehanteerd door ESTMORF. Ook wordt aanbevolen de implementatie alleen in de SOBEK versie uit te voeren.

## 5 Literatuur

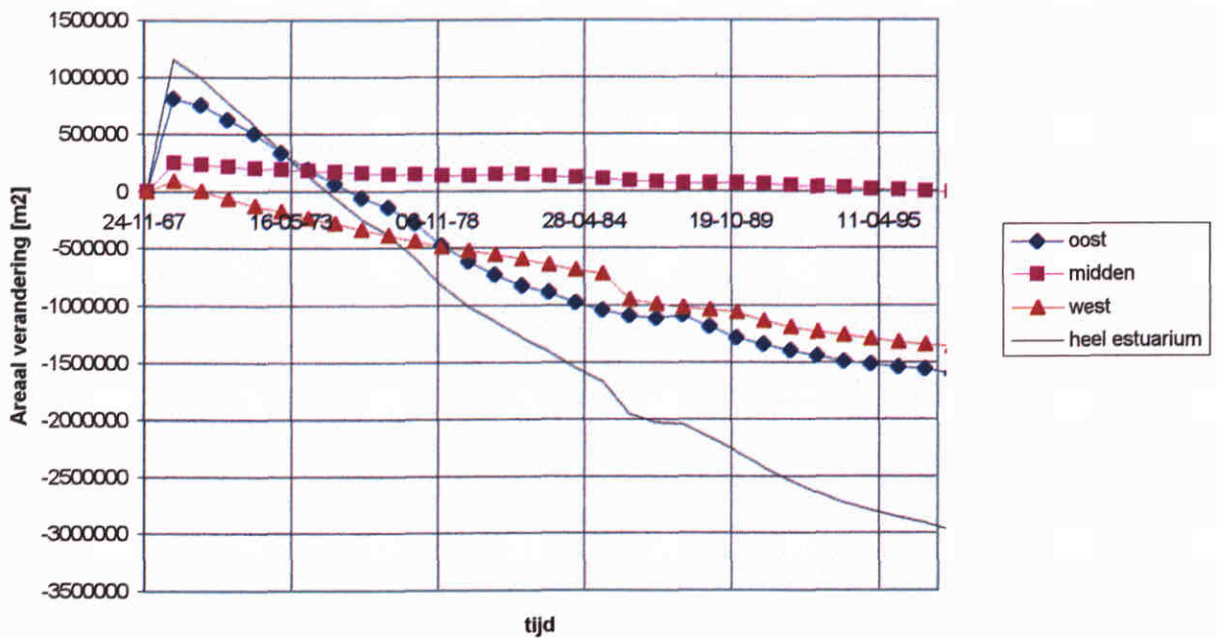
- Gerritsen, F., 2000, Response time scales for Dutch Wadden Sea, Rijkswaterstaat / RIKZ, March, 2000.
- Helvert, M.A.G. van en B.A. Kornman, 2000, Plan van aanpak ESTMORF 2000, Werkdocument RIKZ/OS/2000.821x.
- Hibma, A., Jeuken, C. en Z.B. Wang, 2000, Morfologische ontwikkeling van intergetijdegebieden en modellering met ESTMORF, deel II: literatuurstudie, WL | Delft Hydraulics, Rapport Z2776-I.
- Langerak, A., 2000, werkdocument.
- Neessen, C.A.J., 2000, Empirische relaties in de morfologie va het Westerschelde estuarium, Fysische Geografie, Universiteit Utrecht.
- Wang, Z.B. en C. Jeuken, 2000, Morfologische ontwikkeling van intergetijdegebieden en modellering met ESTMORF, deel I: Evaluatie van model resultaten, WL | Delft Hydraulics, Rapport Z2776-I.



### Areaalveranderingen Platen boven NAP-2m t.o.v. 1955



### Areaal veranderingen



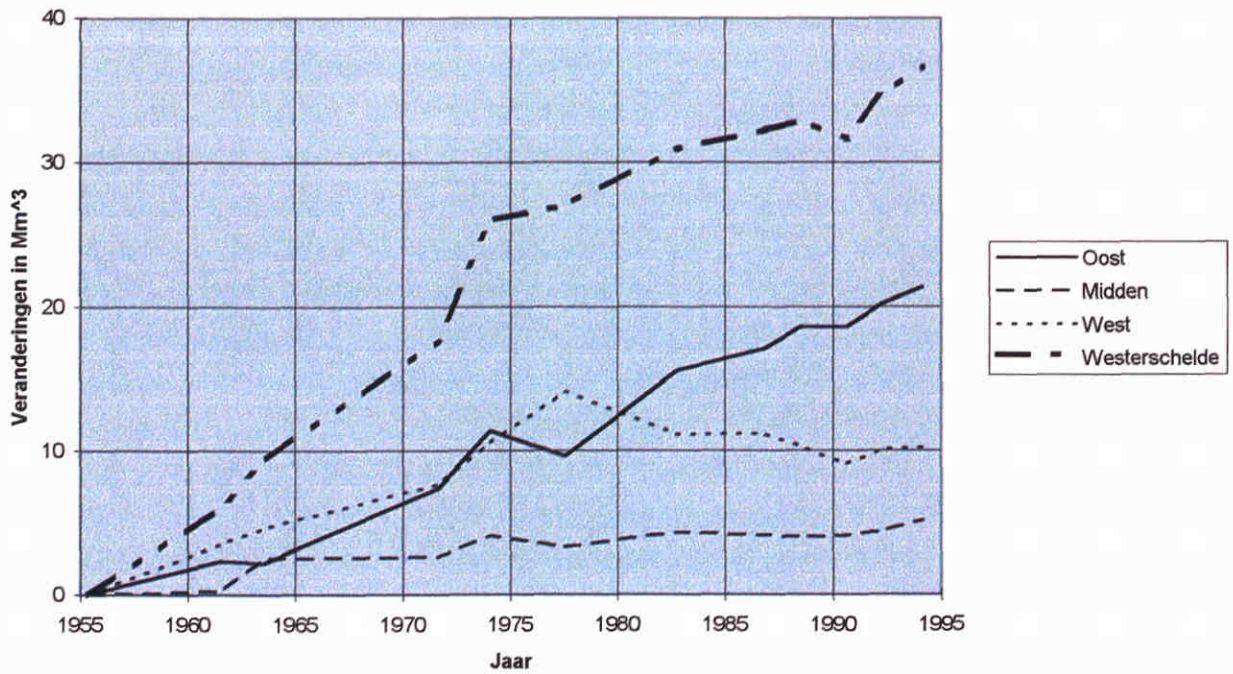
Vergelijking voor de plaatareaal  
in de verschillende delen van het estuarium  
Calibratie run

Z3002

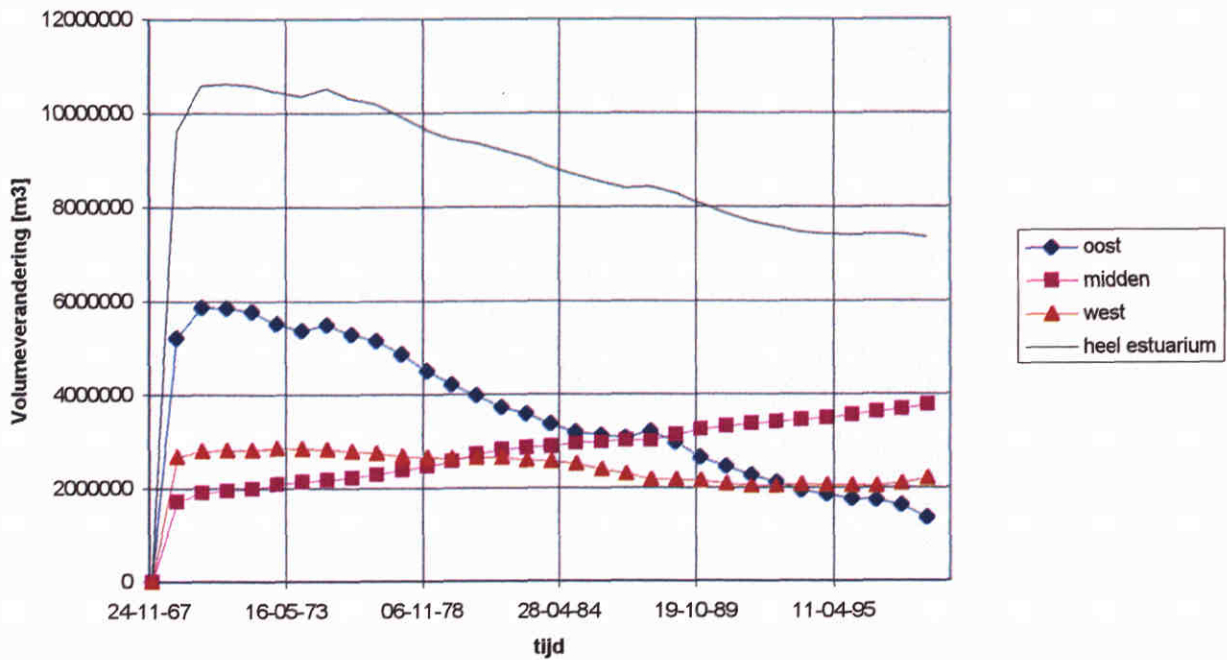
Nov.

2000

### Volumeveranderingen Platen boven NAP-2m t.o.v. 1955



### Berekende volumeverandering



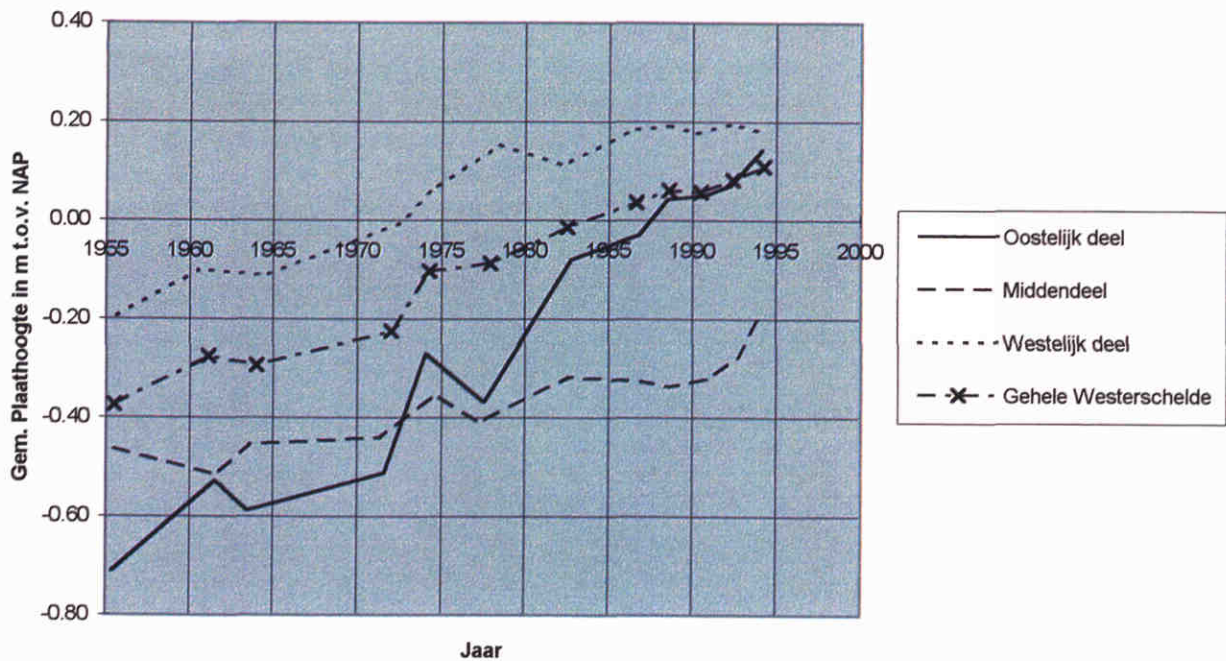
Vergelijking voor het plaatvolume  
in de verschillende delen van het estuarium  
Calibratie run

Z3002

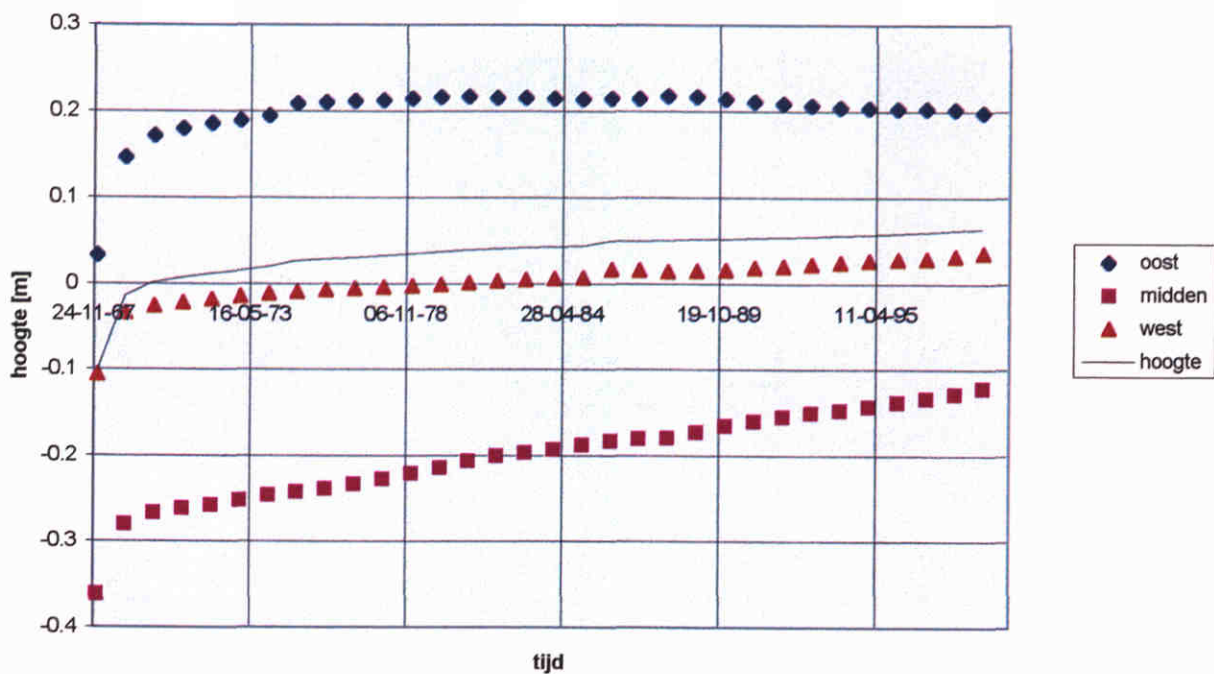
Nov.

2000

### Verloop gemiddelde Plaathoogte



### Plaathoogte



Vergelijking voor de plaathoogte  
in de verschillende delen  
Calibratie run

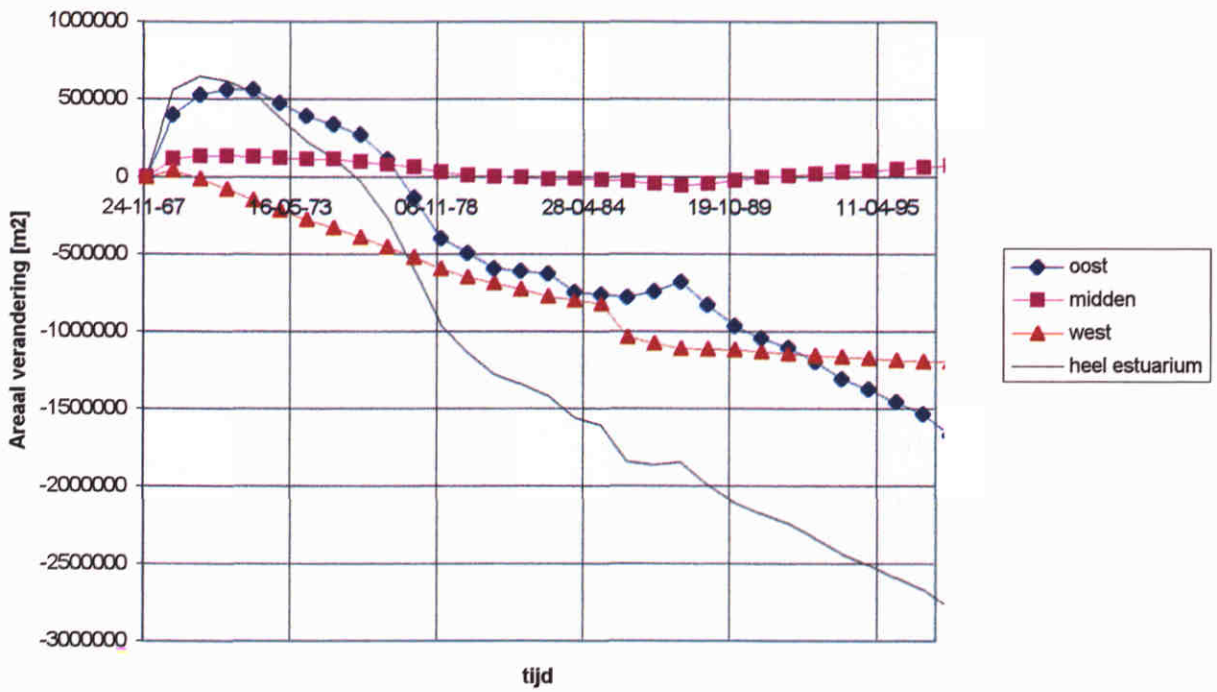
Z3002

Nov.

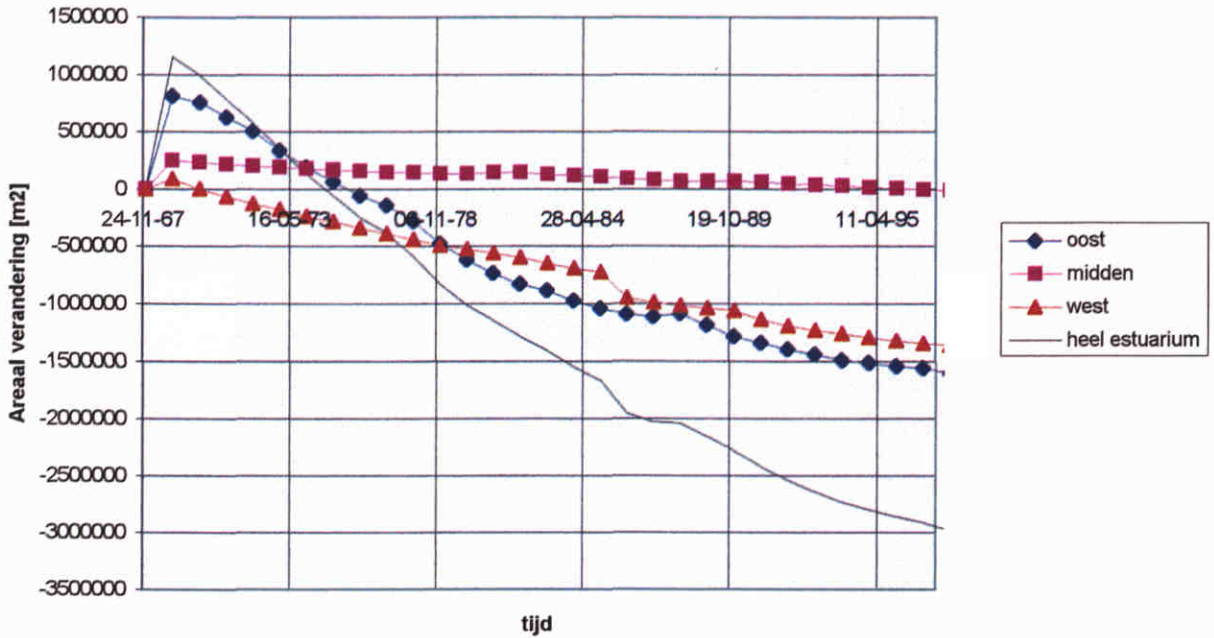
2000



### Areaal veranderingen



### Areaal veranderingen



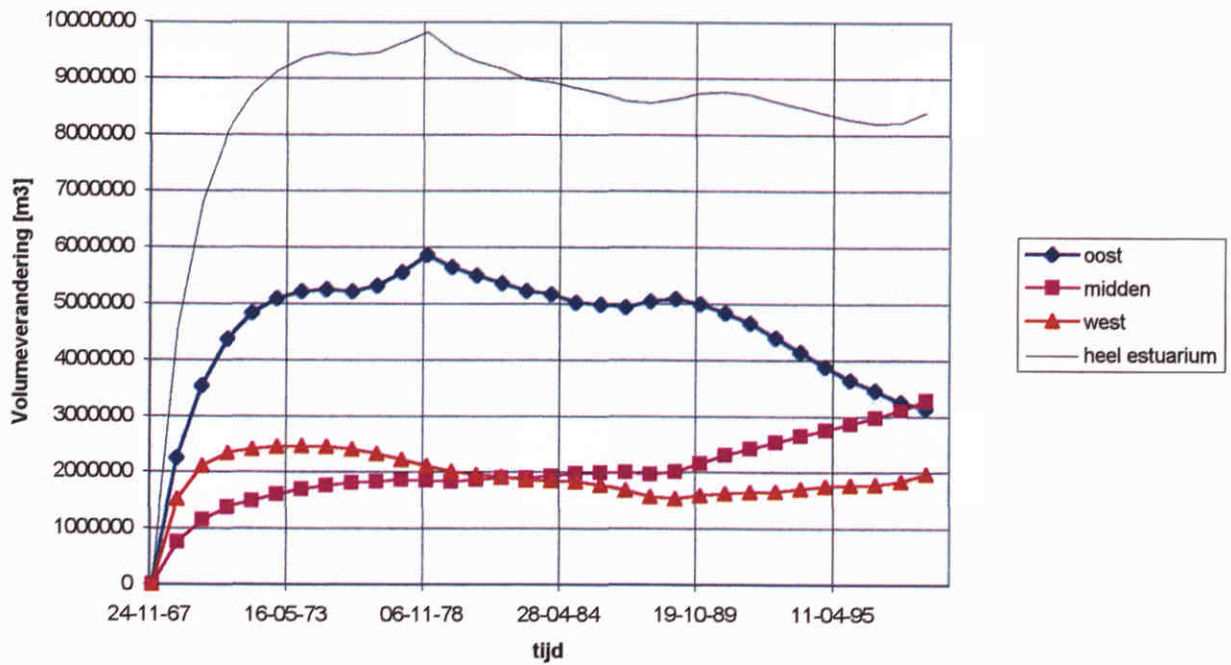
Plaatareaal uit Run I (boven)  
 Vergeleken met referentie run (onder)  
 n voor IGG = 1 i.p.v. 4

Z3002

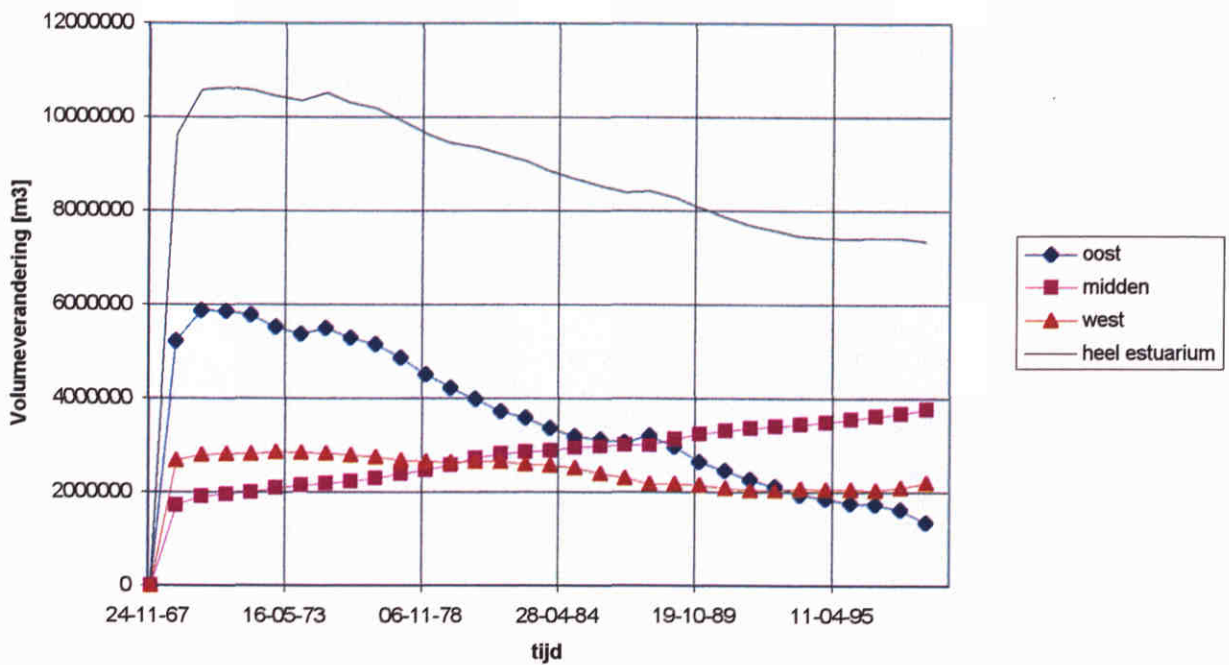
Nov.

2000

### Berekende volumeverandering



### Berekende volumeverandering



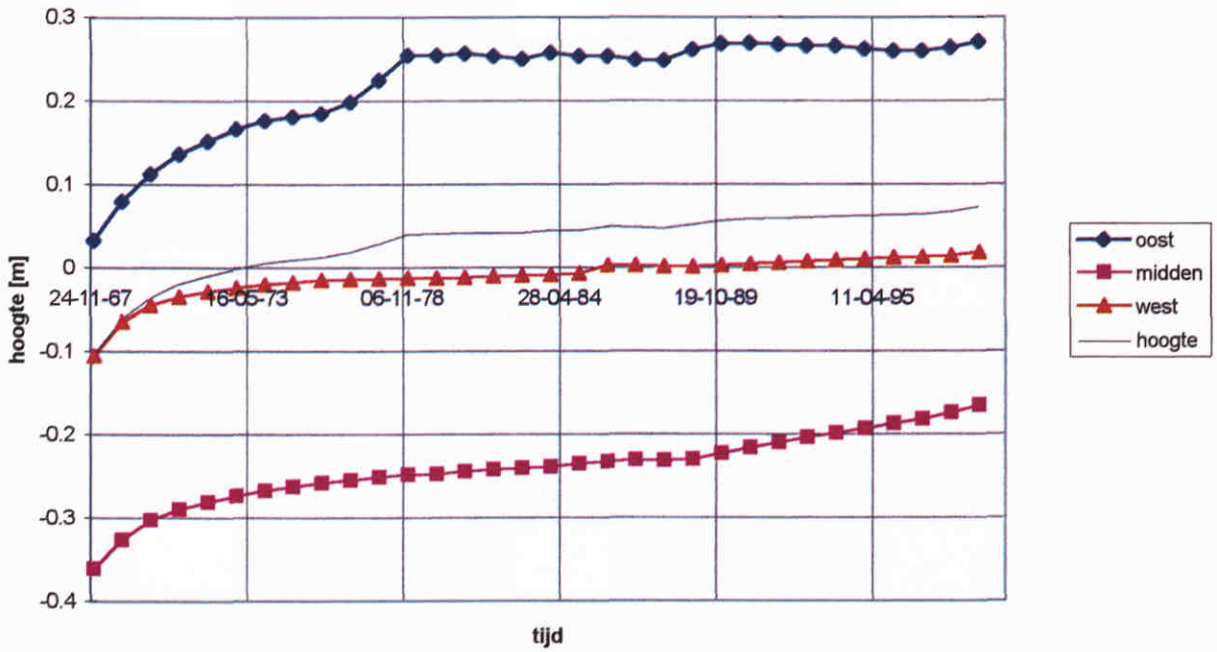
Verandering plaatvolume uit run I (boven)  
 Vergeleken met referentie run (onder)  
 n voor IGG = 11.p.v. 4

Z3002

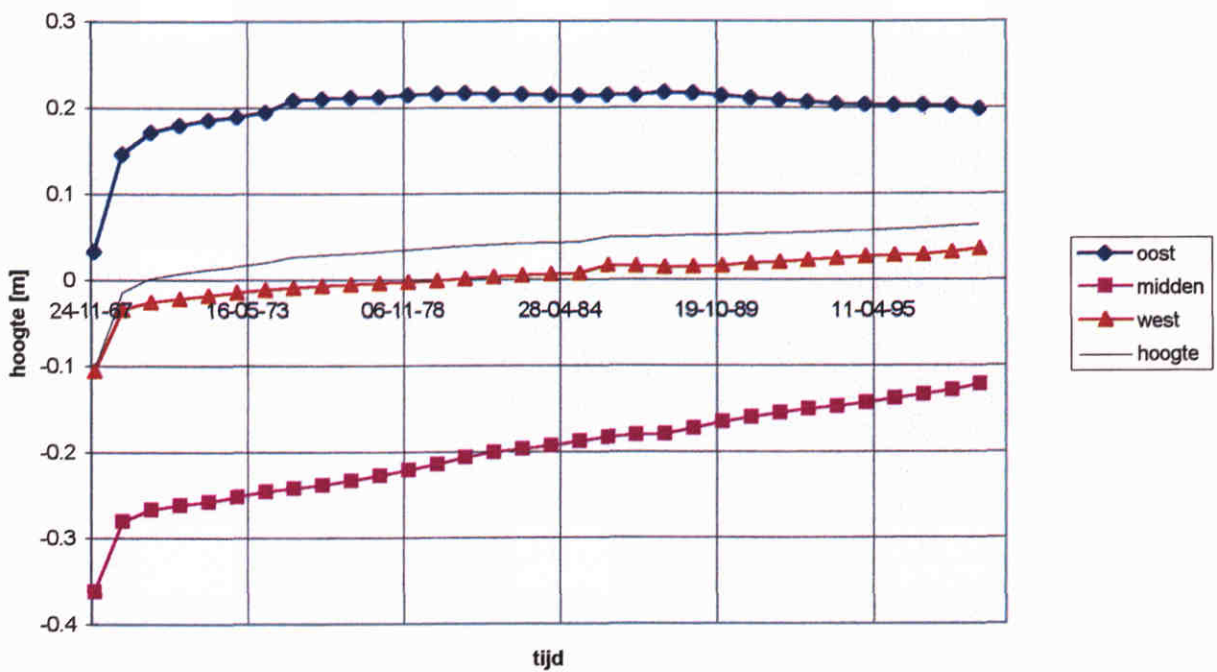
Nov.

2000

### Plaathoogte



### Plaathoogte



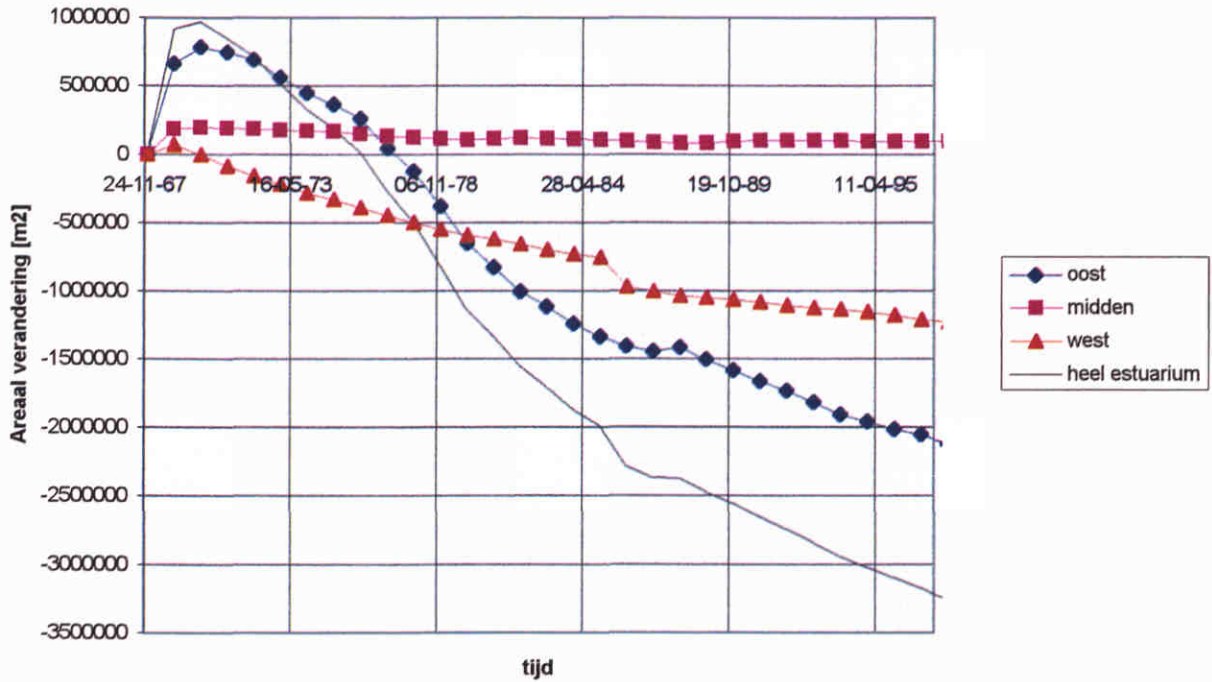
Plaathoogte uit run I (boven)  
 vergeleken met referentie run (onder)  
 n voor IGG = 11.p.v. 4

Z3002

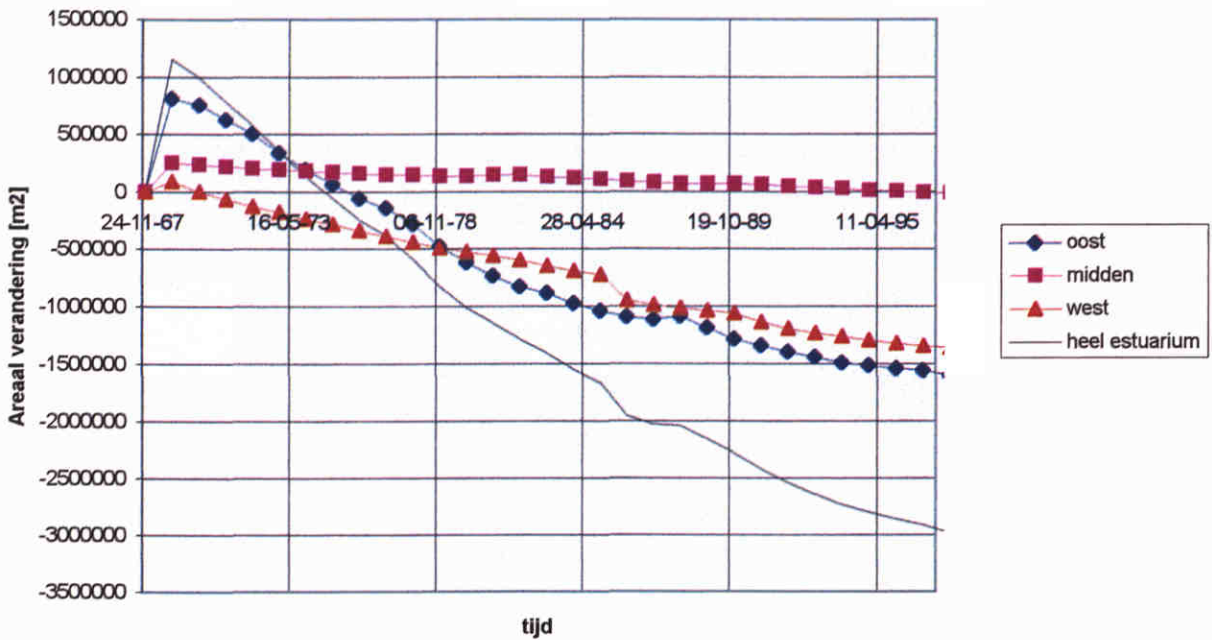
Nov.

2000

### Areaal veranderingen



### Areaal veranderingen



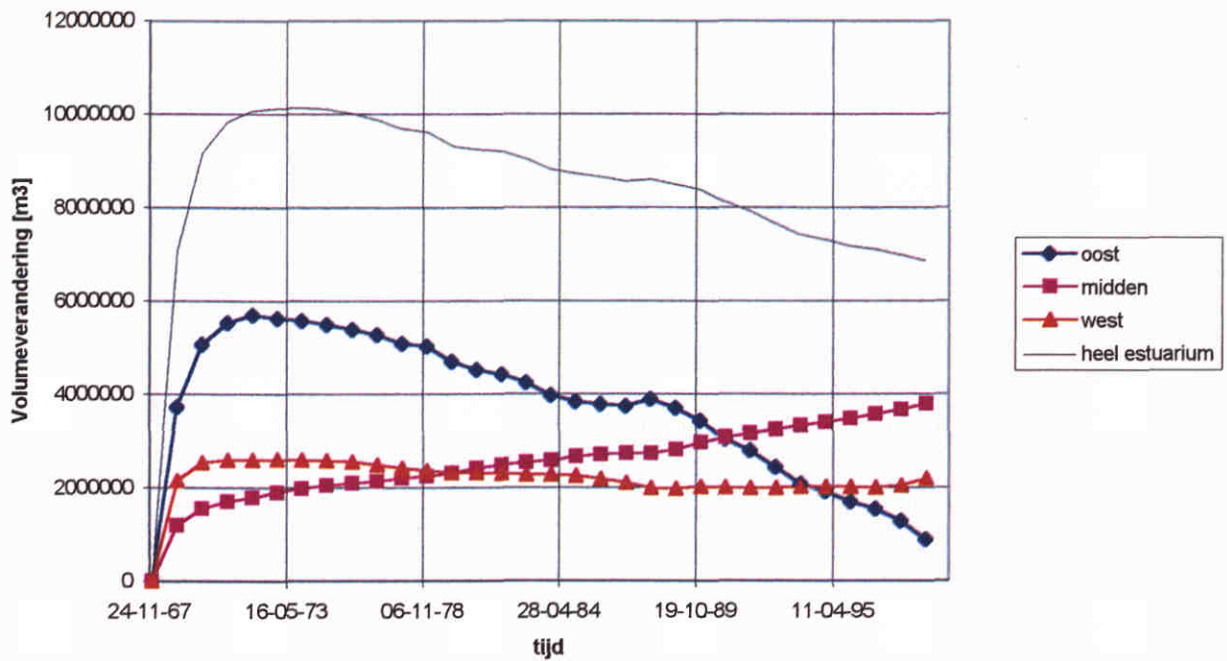
Plaatareaal uit Run 2 (boven)  
 Vergeleken met referentie run (onder)  
 n voor IGG = 2 i.p.v. 4

Z3002

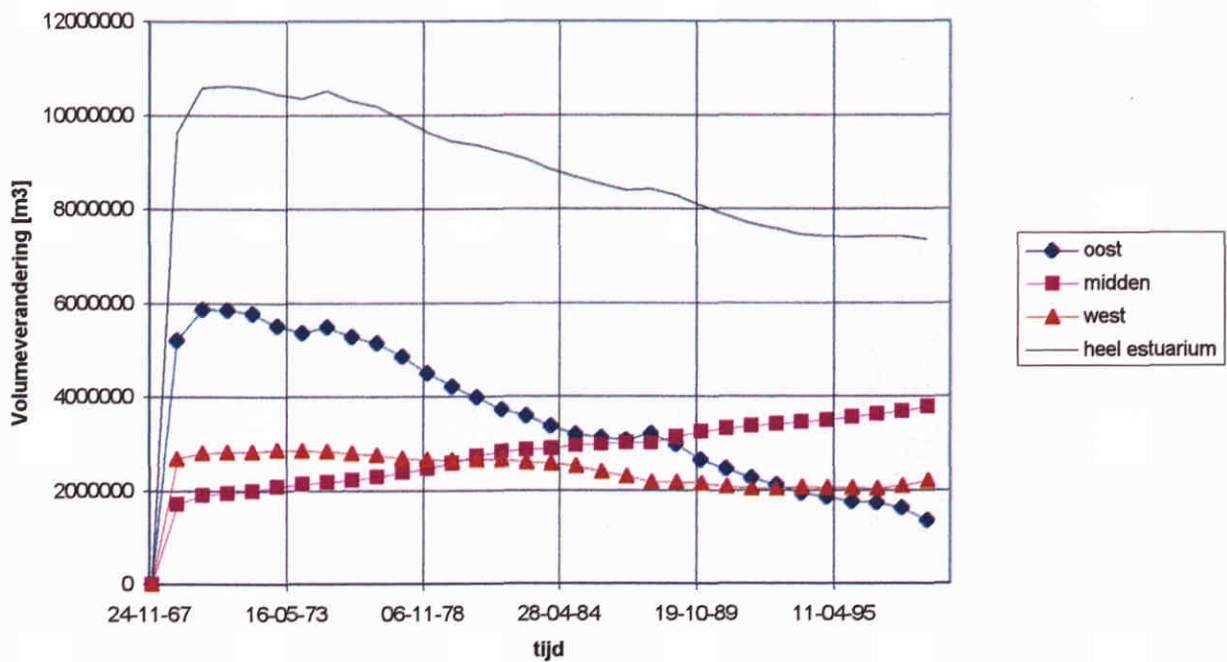
Nov.

2000

### Berekende volumeverandering



### Berekende volumeverandering



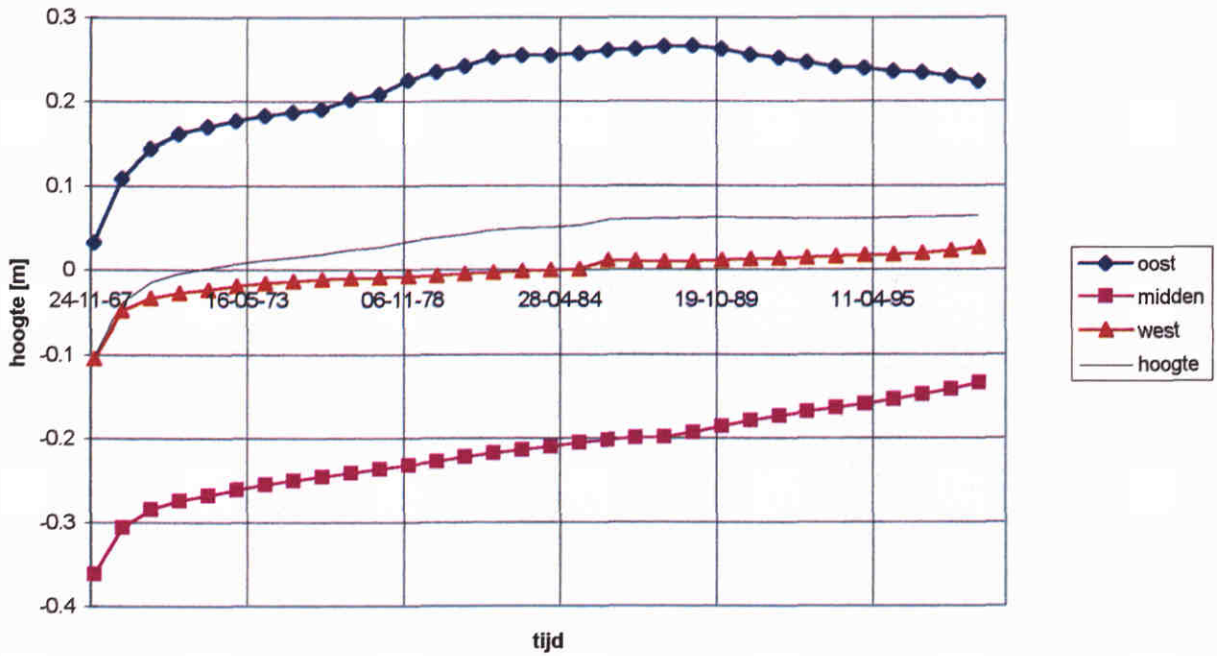
Verandering plaatvolume uit run 2 (boven)  
 Vergeleken met referentie run (onder)  
 n voor IGG = 2 i.p.v. 4

Z3002

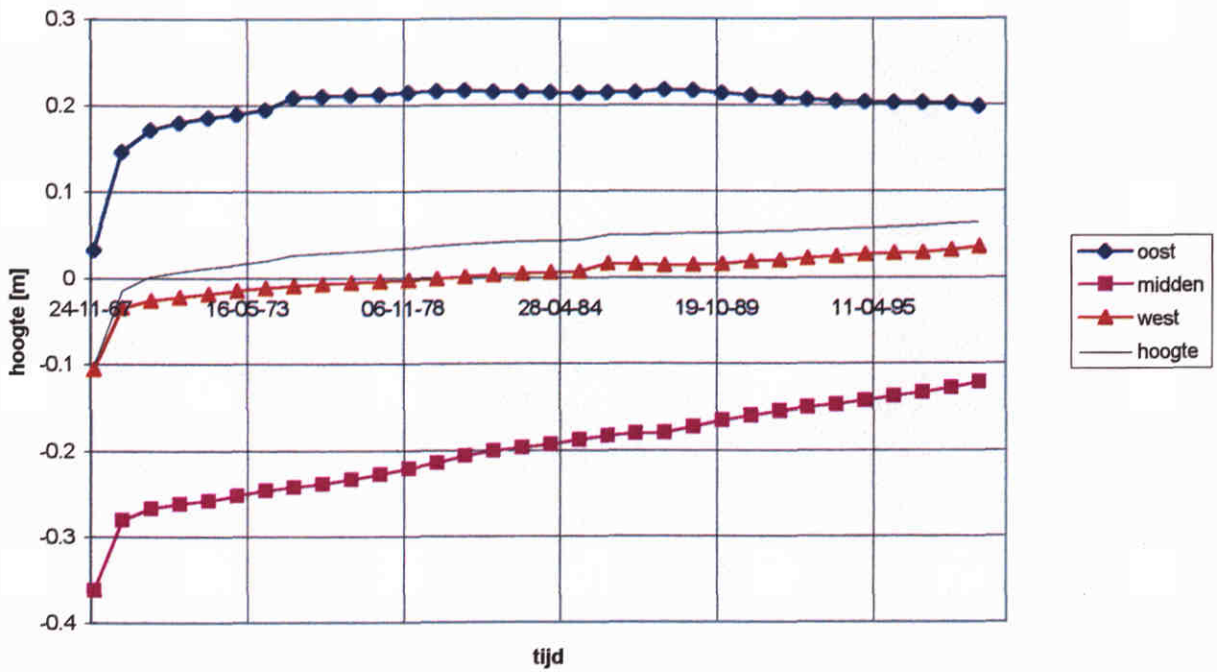
Nov.

2000

### Plaathoogte



### Plaathoogte



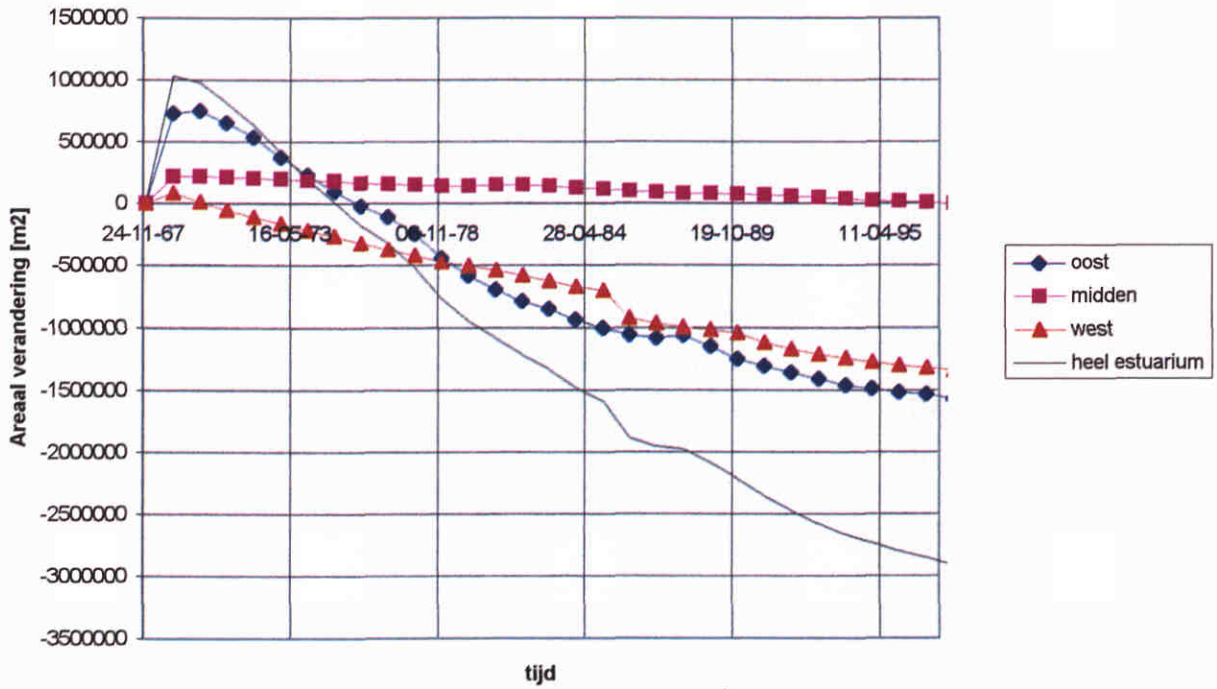
Plaathoogte uit run 2 (boven)  
 vergeleken met referentie run (onder)  
 n voor IGG = 2 i.p.v. 4

Z3002

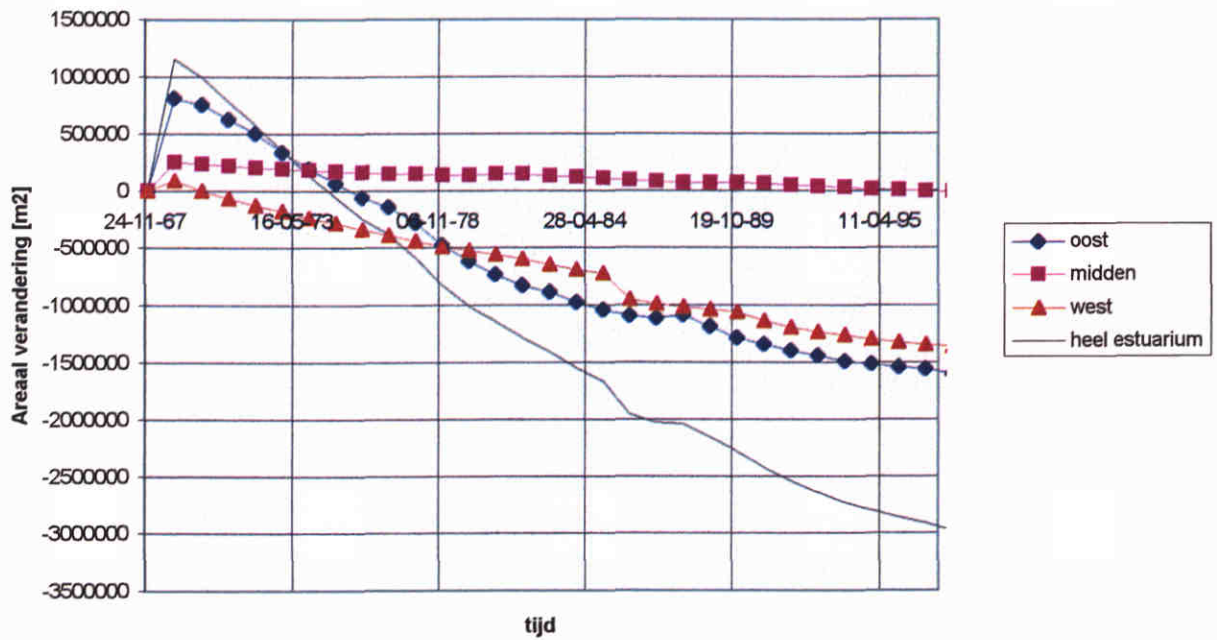
Nov.

2000

### Areaal veranderingen



### Areaal veranderingen



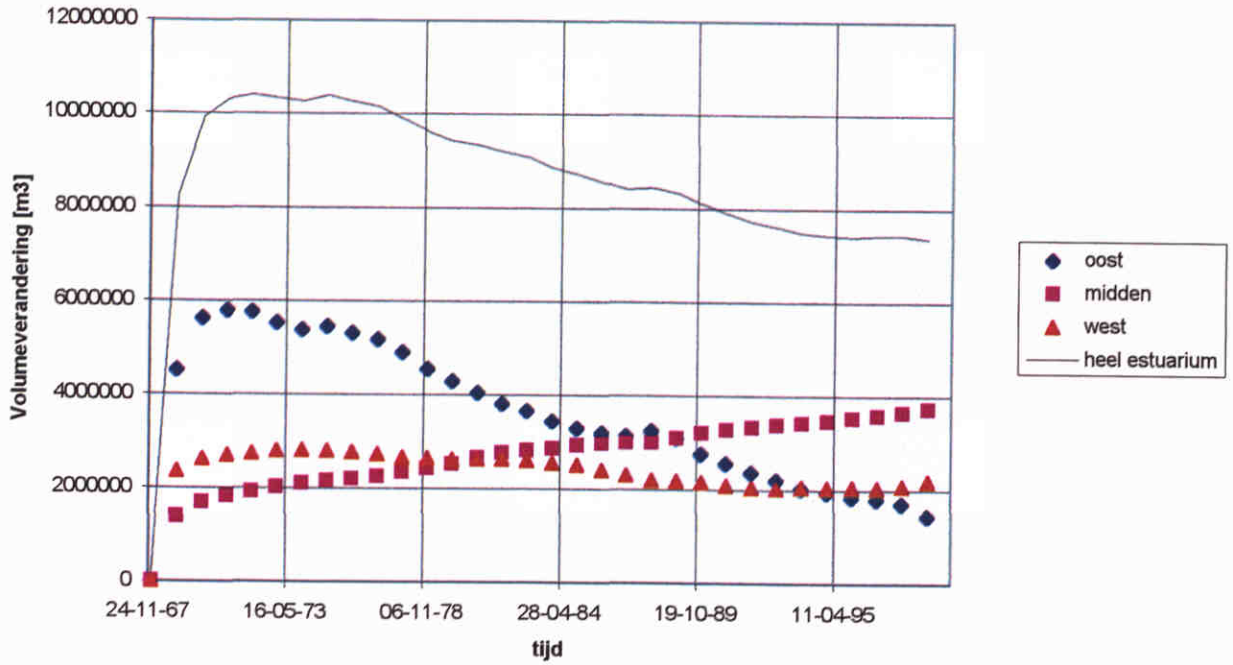
Plaatareaal uit Run 3 (boven)  
 Vergeleken met referentie run (onder)  
 dispersiecoëfficiënt tussen geul en IGG = 10 i.p.v. 20 m<sup>2</sup>/s

Z3002

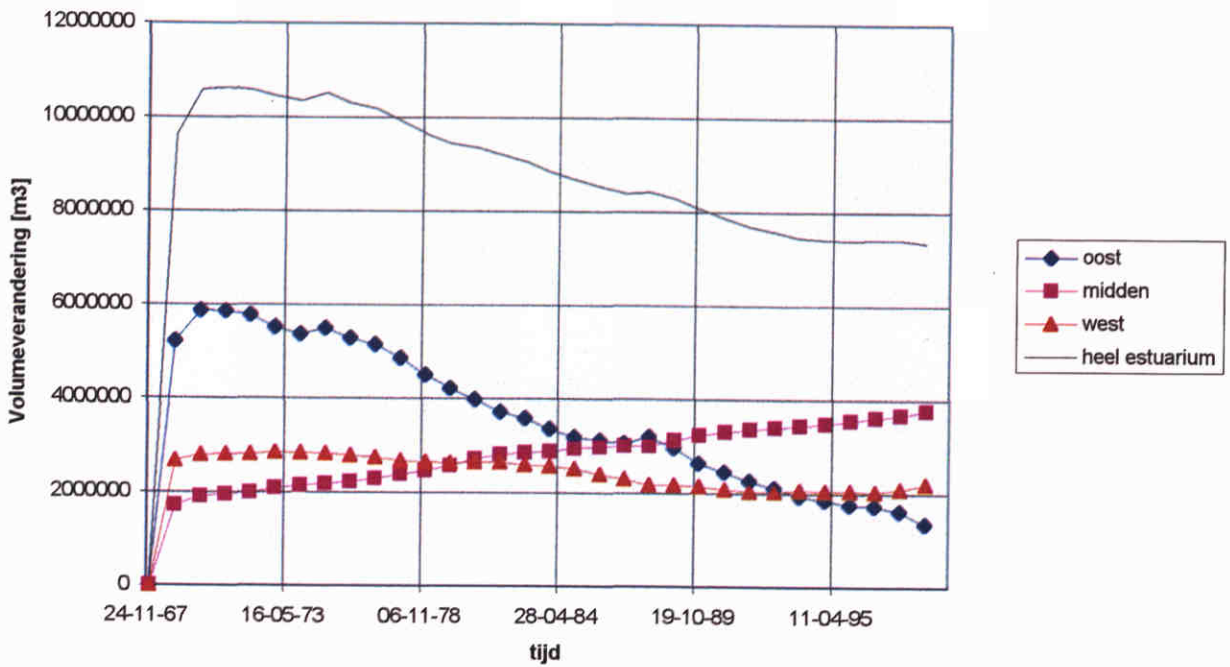
Nov.

2000

### Berekende volumeverandering



### Berekende volumeverandering



Verandering plaatvolume uit run 3 (boven)  
 Vergeliken met referentie run (onder)  
 dispersiecoëfficiënt tussen geul en IGG = 10 l.p.v. 20 m<sup>2</sup>/s

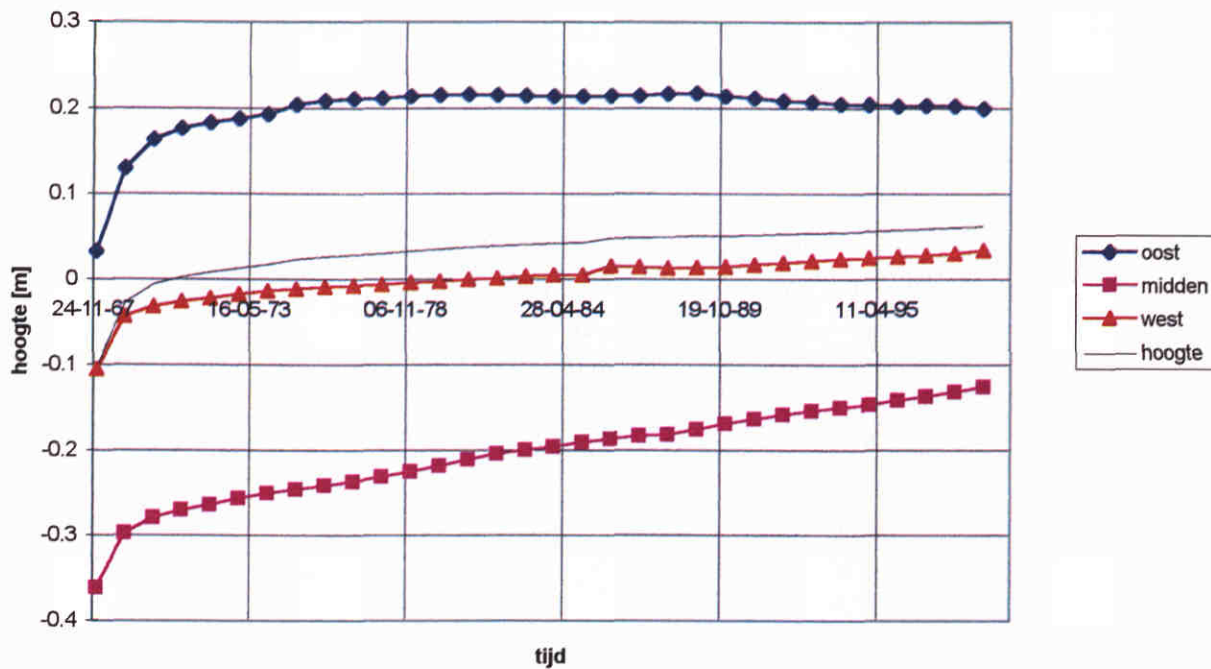
Z3002

Nov.

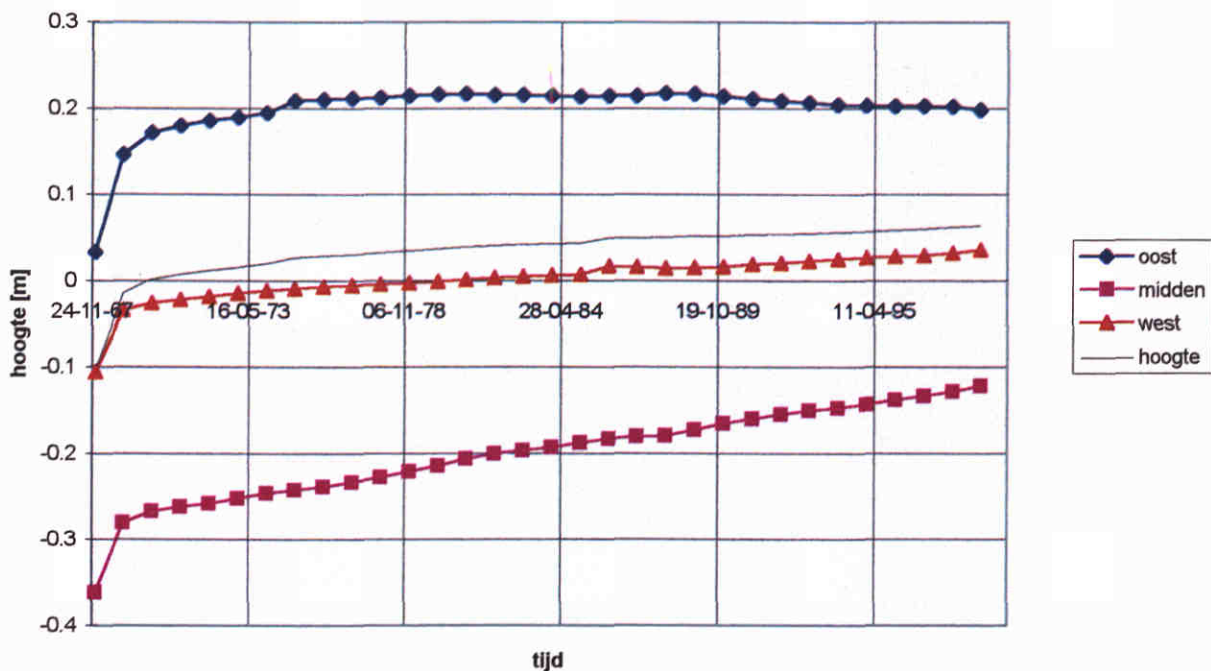
2000



### Plaathoogte



### Plaathoogte



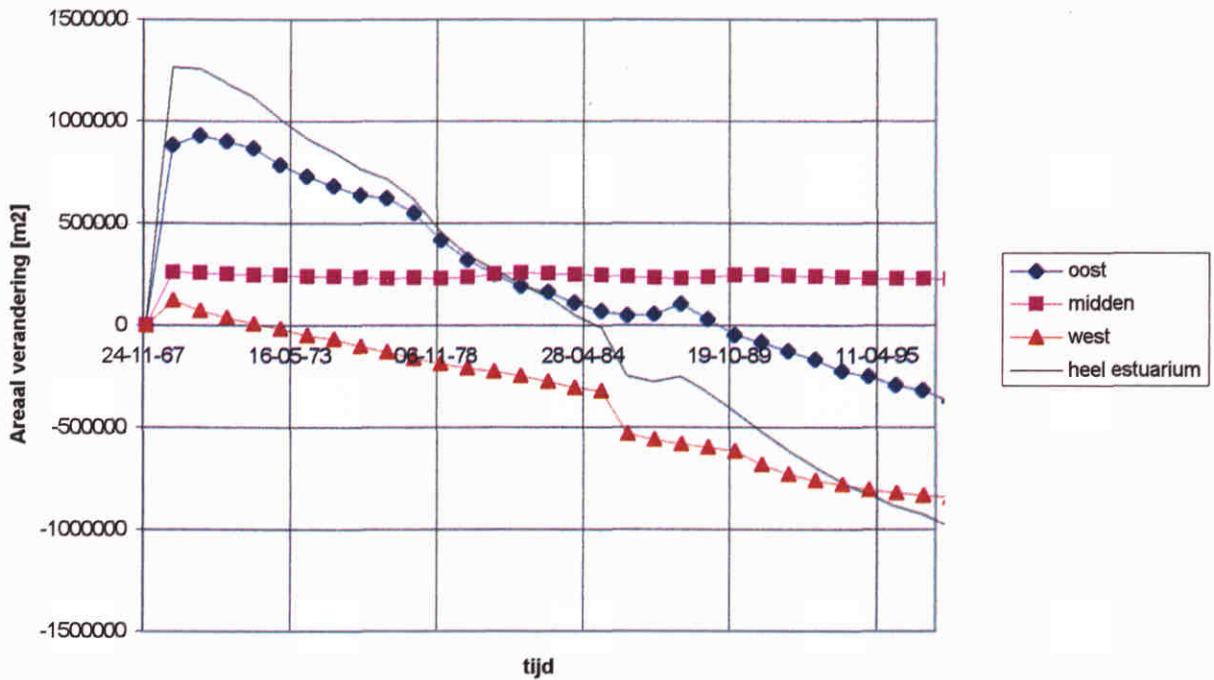
Plaathoogte uit run 3 (boven)  
 vergeleken met referentie run (onder)  
 dispersiecoëfficiënt tussen geul en IGG = 10 l.p.v. 20 m<sup>2</sup>/s

Z3002

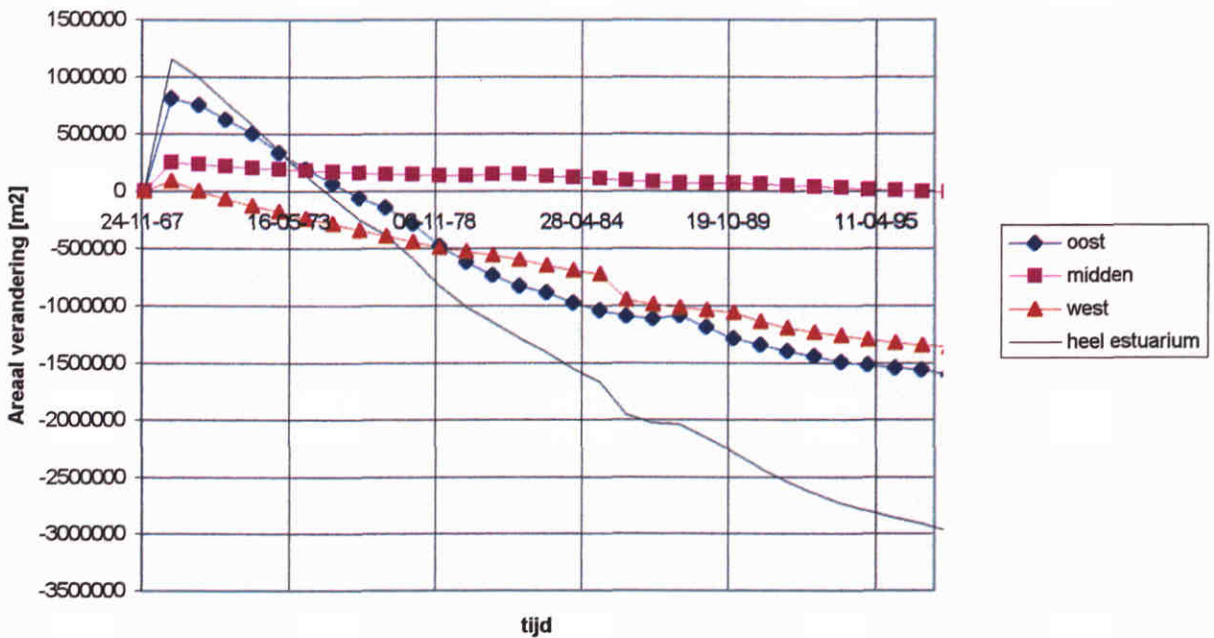
Nov.

2000

### Areaal veranderingen



### Areaal veranderingen



Plaatareaal uit Run 4 (boven)

Vergeleken met referentie run (onder)

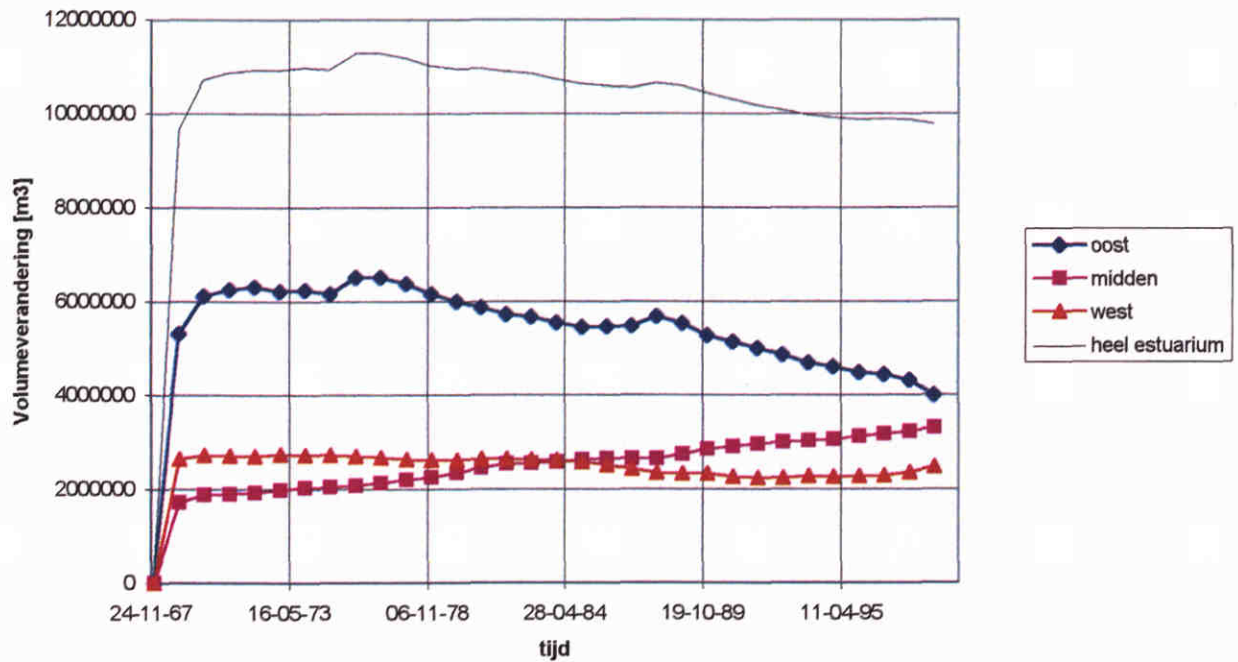
dispersiecoëfficiënt tussen laag en hoog IGG = 1 i.p.v. 5 m<sup>2</sup>/s

Z3002

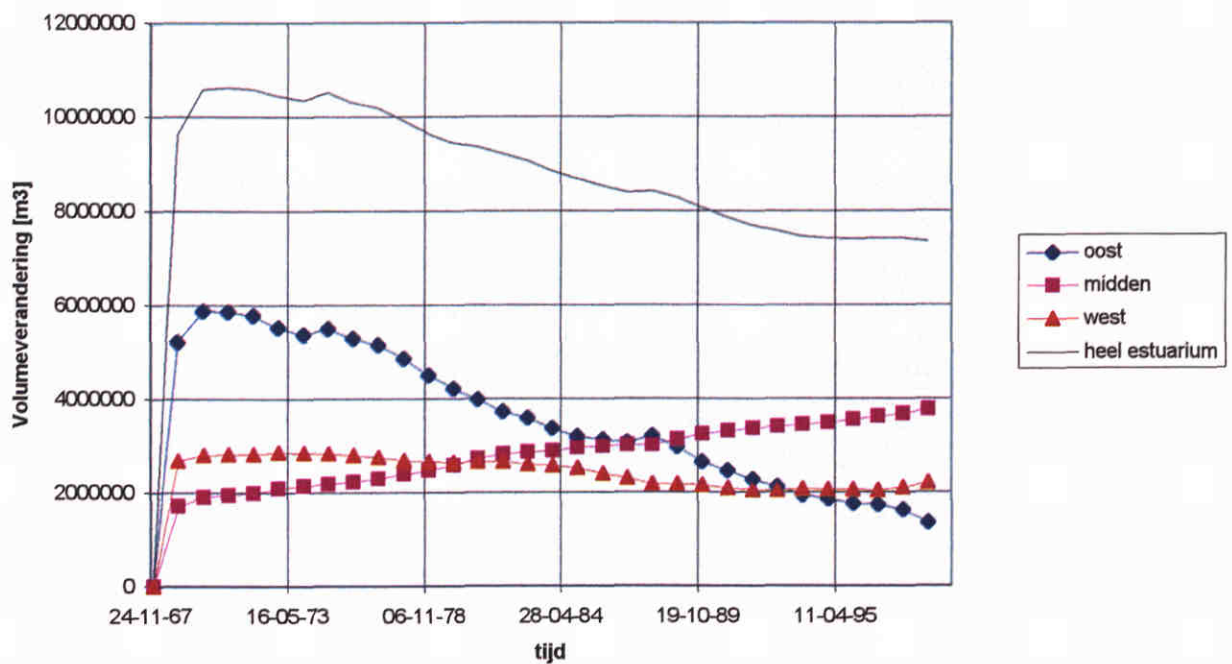
Nov.

2000

### Berekende volumeverandering



### Berekende volumeverandering



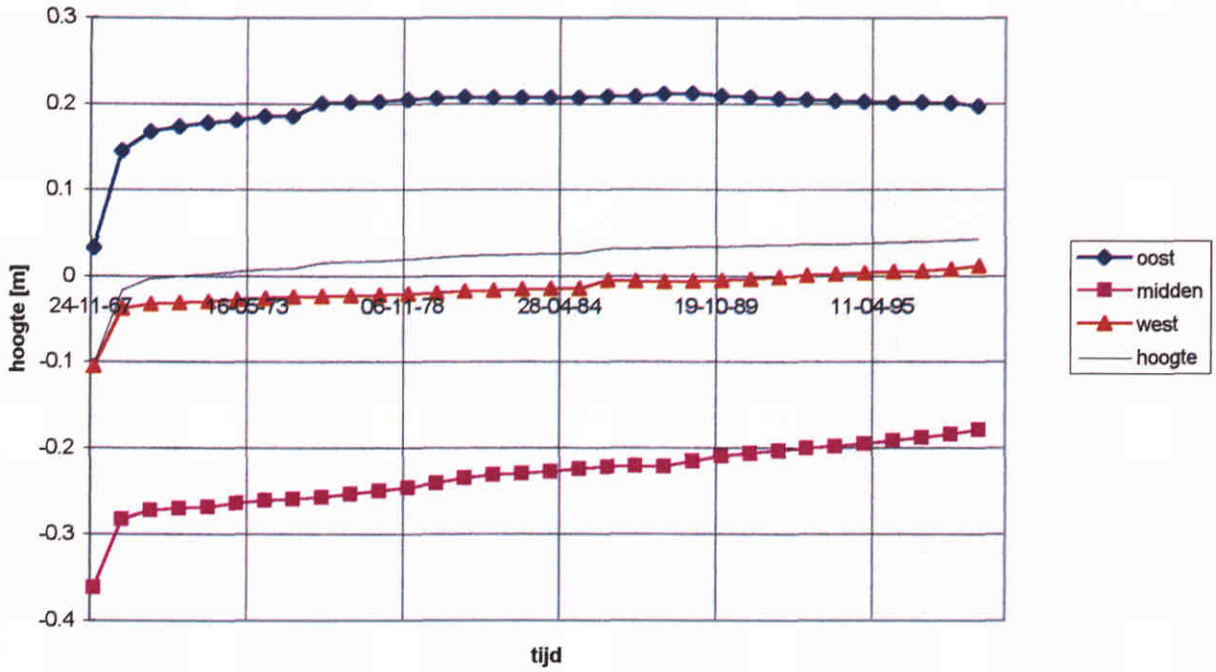
Verandering plaatvolume uit run 4 (boven)  
 Vergeleken met referentie run (onder)  
 dispersiecoëfficiënt tussen laag en hoog IGG = 1 i.p.v. 5 m<sup>2</sup>/s

Z3002

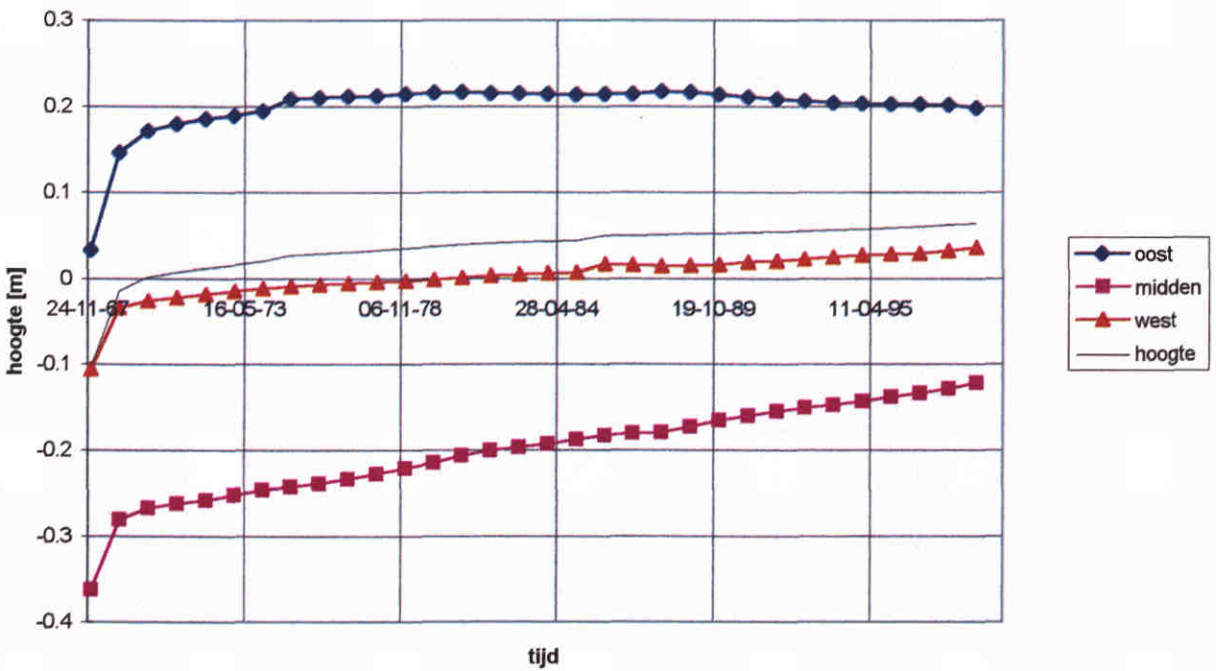
Nov.

2000

### Plaathoogte



### Plaathoogte



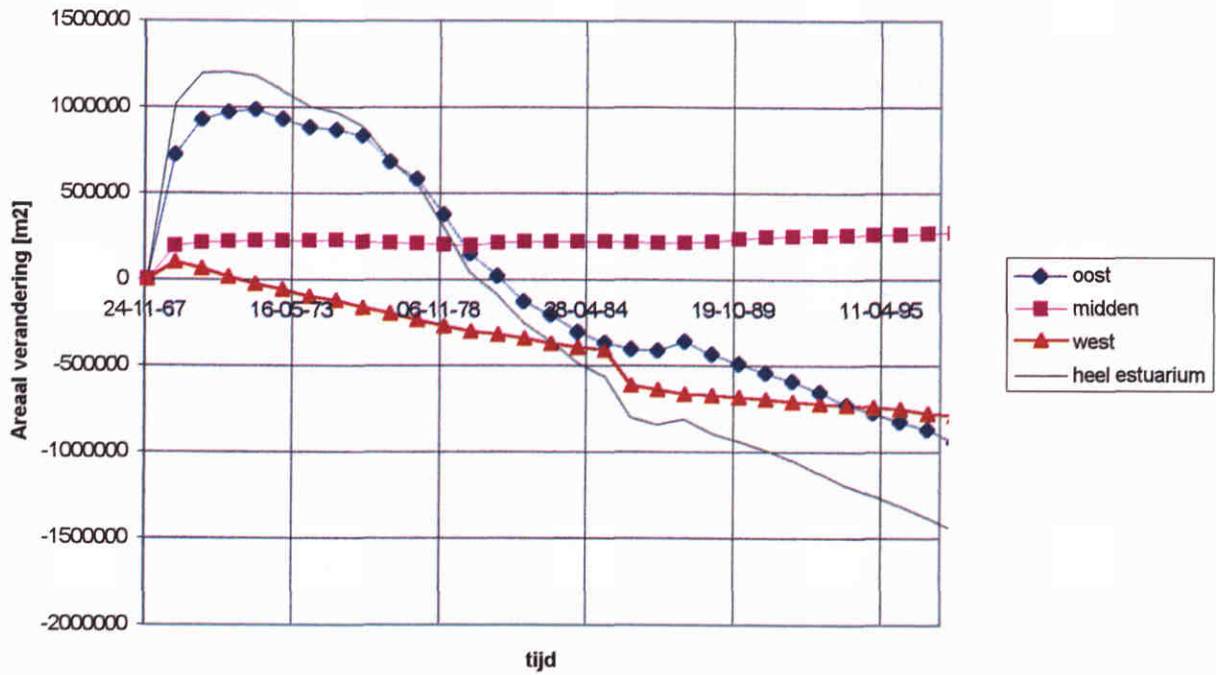
Plaathoogte uit run 4 (boven)  
 vergeleken met referentie run (onder)  
 dispersiecoëfficiënt tussen laag en hoog IGG = 1 l.p.v. 5 m<sup>2</sup>/s

Z3002

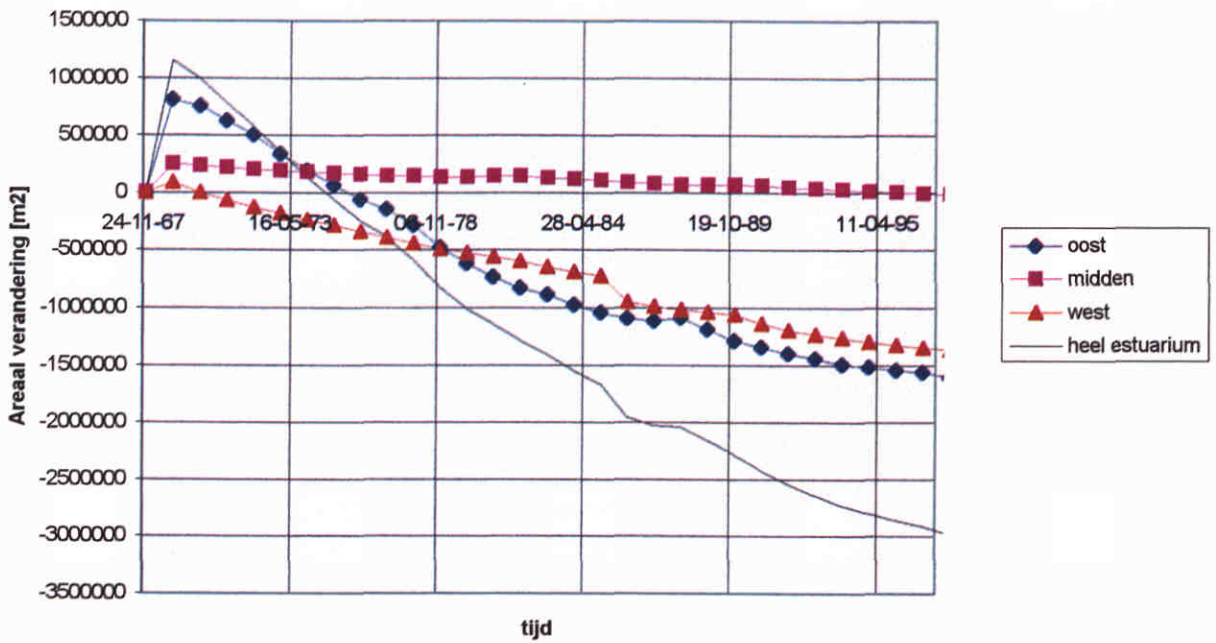
Nov.

2000

### Areaal veranderingen



### Areaal veranderingen



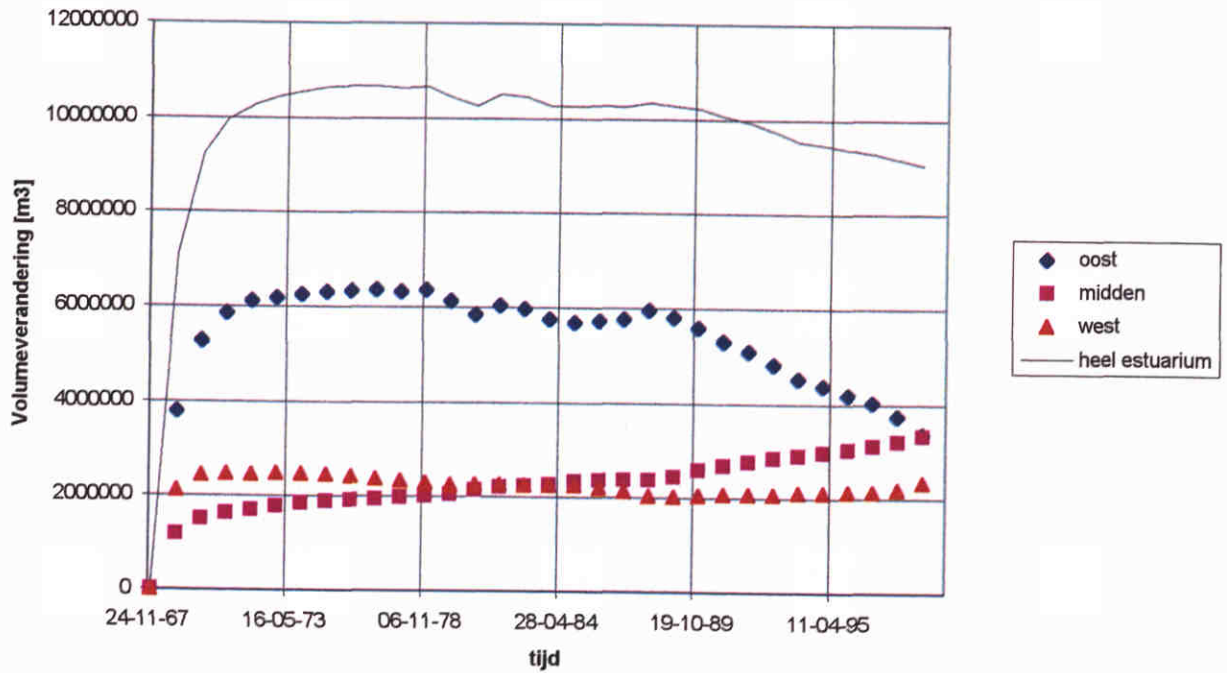
Plaatareaal uit Run 5 (boven)  
 Vergeleken met referentie run (onder)  
 dis.coëf. laag en hoog IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, n voor IGG=2

Z3002

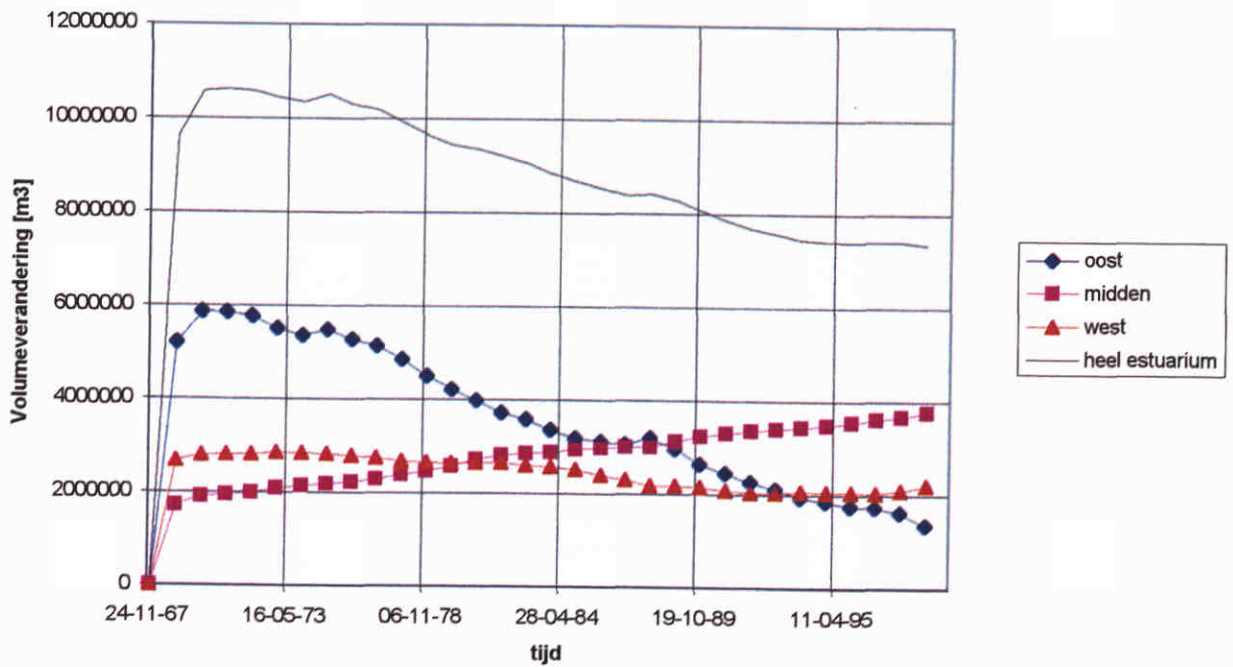
Nov.

2000

### Berekende volumeverandering



### Berekende volumeverandering



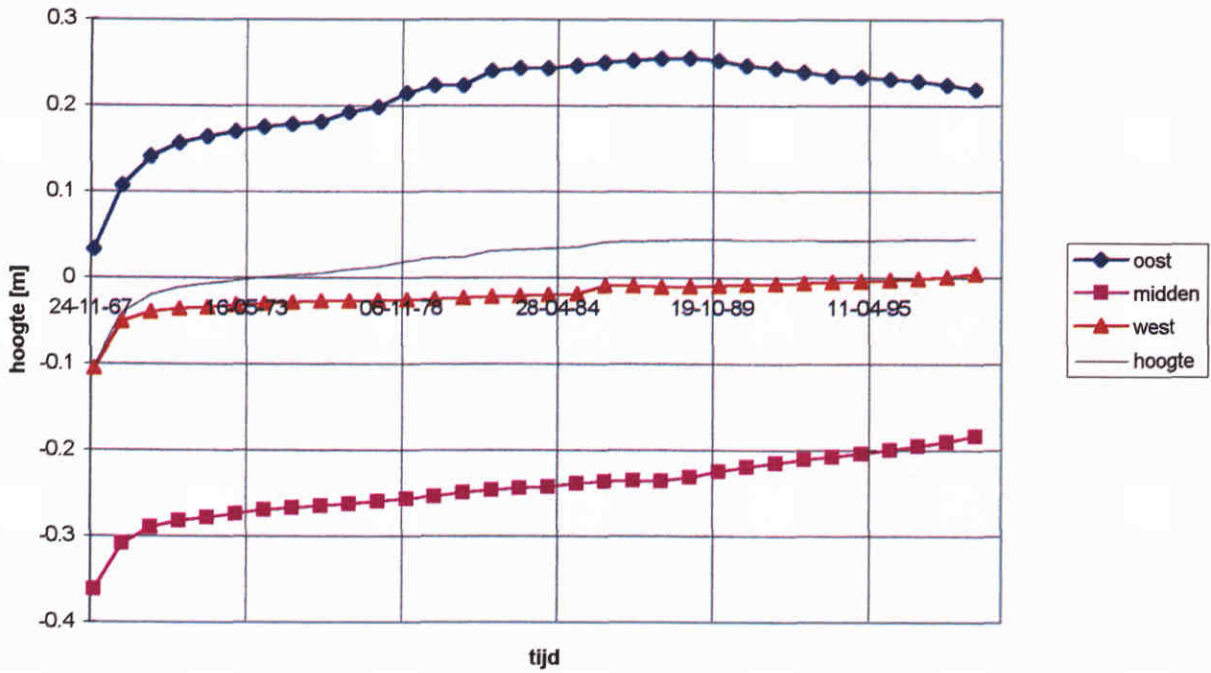
Verandering plaatvolume uit run 5 (boven)  
 Vergeleken met referentie run (onder)  
 dis.coëf. laag en hoog IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, n voor IGG=2

Z3002

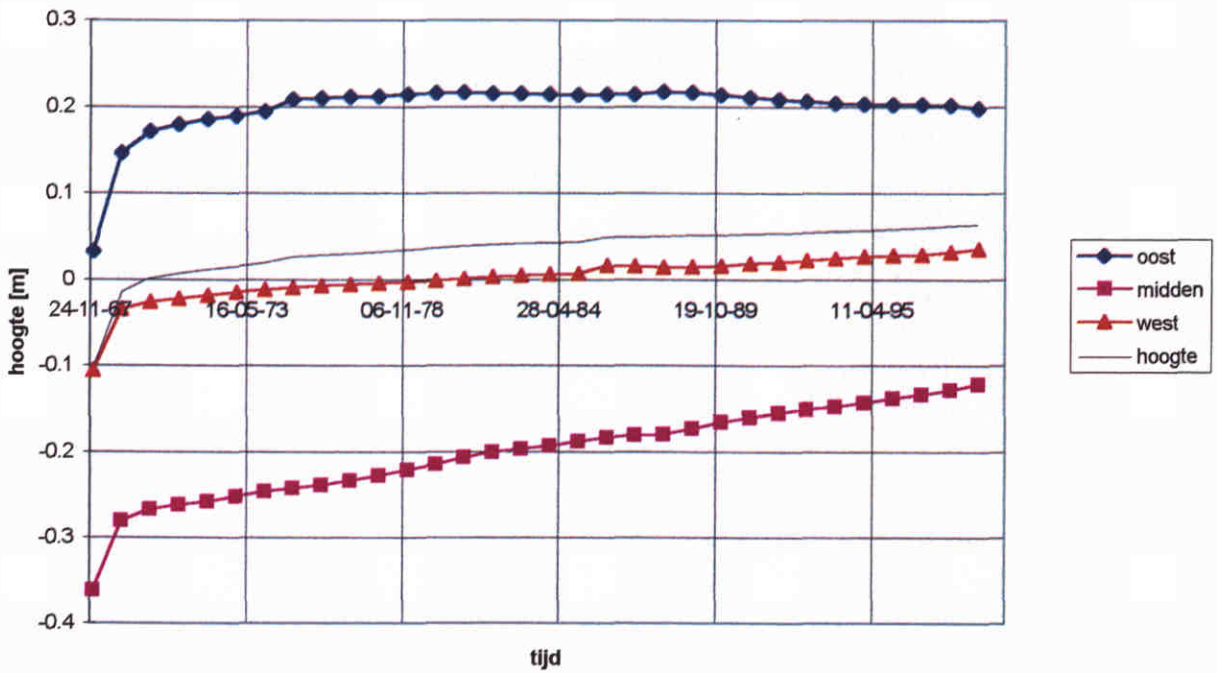
Nov.

2000

### Plaathoogte



### Plaathoogte



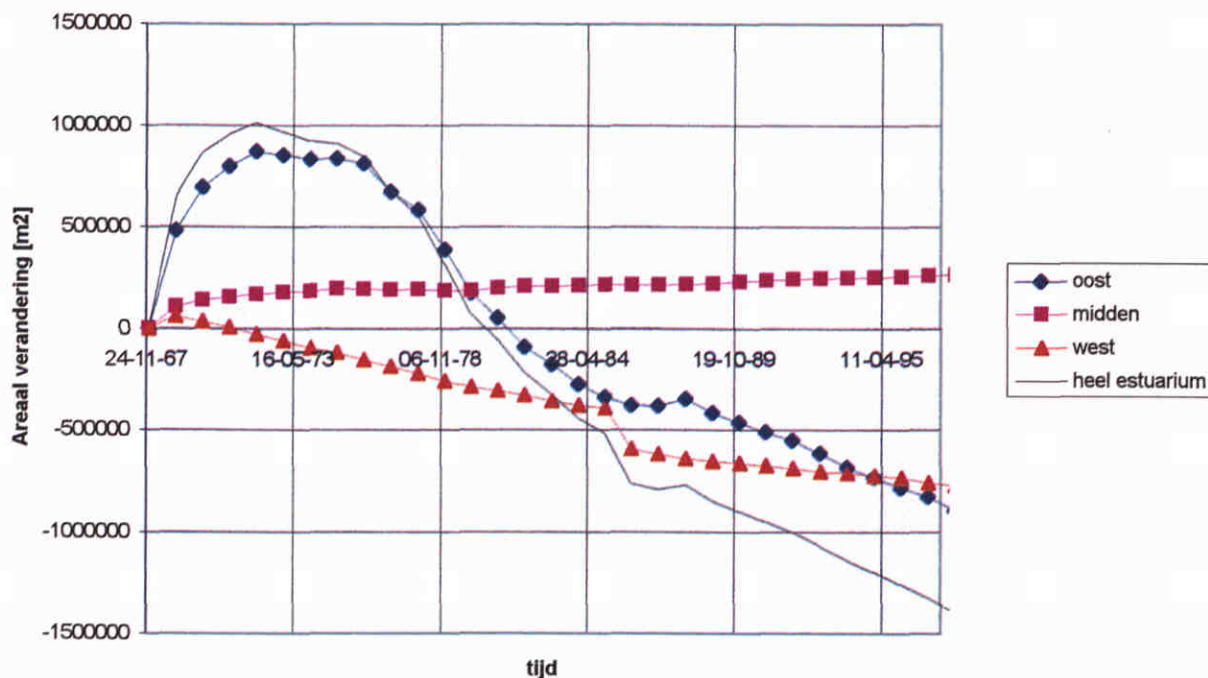
Plaathoogte uit run 5 (boven)  
 vergeleken met referentie run (onder)  
 dis.coëf. laag en hoog IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, n voor IGG=2

Z3002

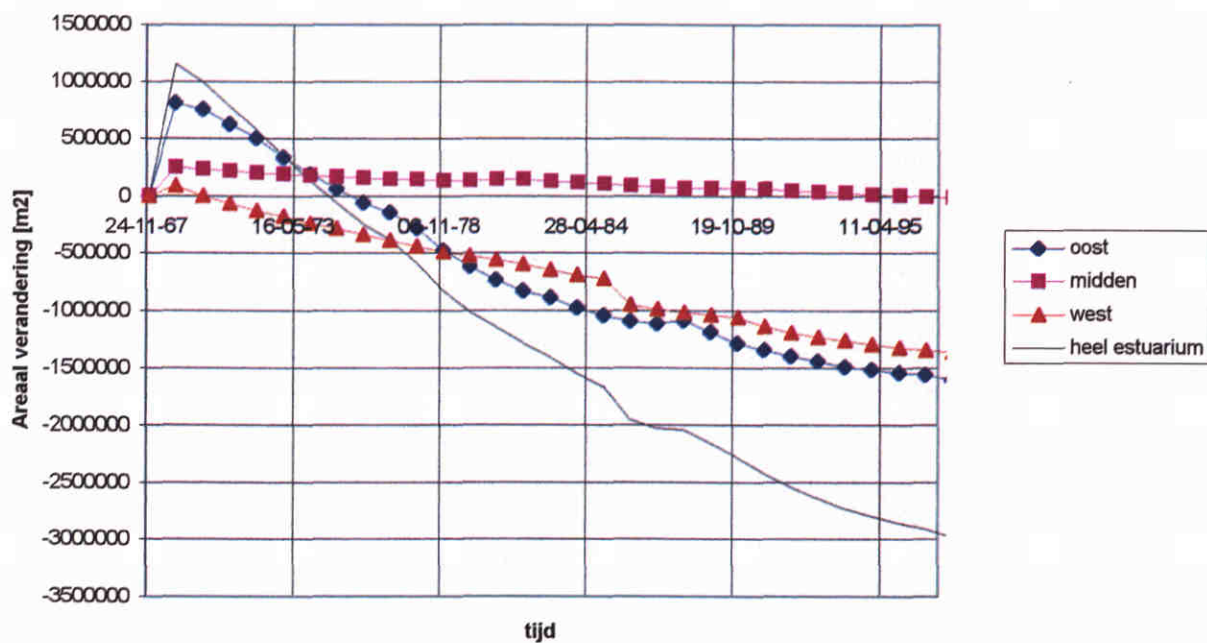
Nov.

2000

### Areaal veranderingen



### Areaal veranderingen



Plaatareaal uit Run 6 (boven)

Vergeleken met referentie run (onder)

dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG= 5, n voor IGG=2

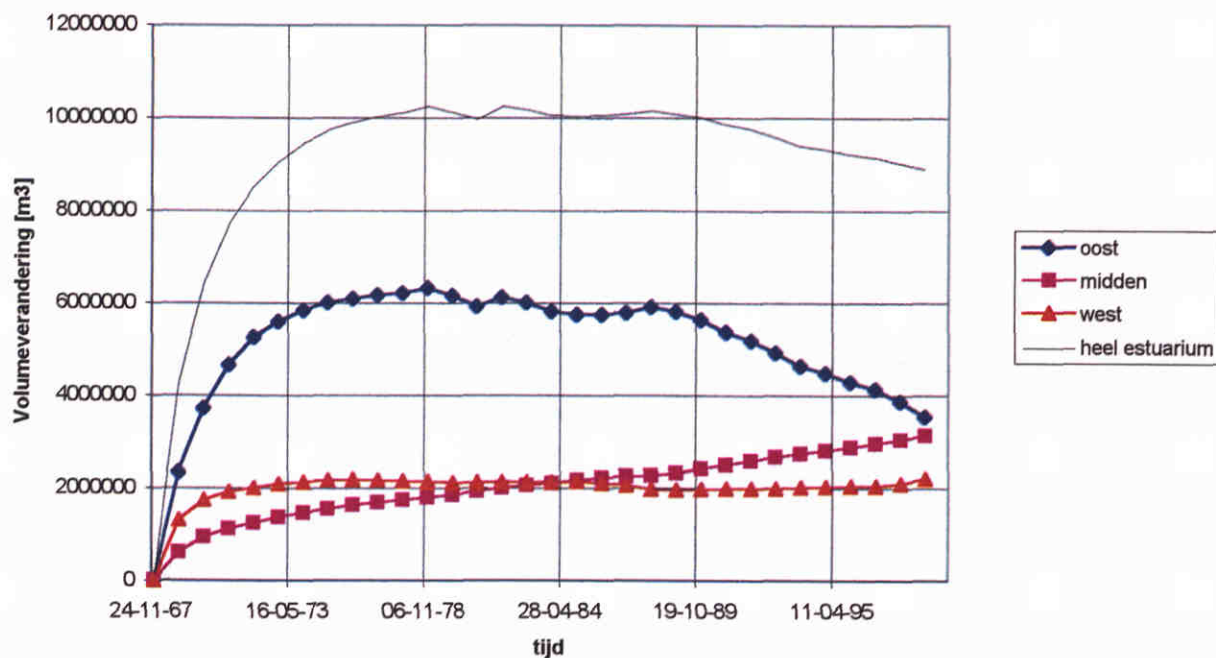
Z3002

Nov.

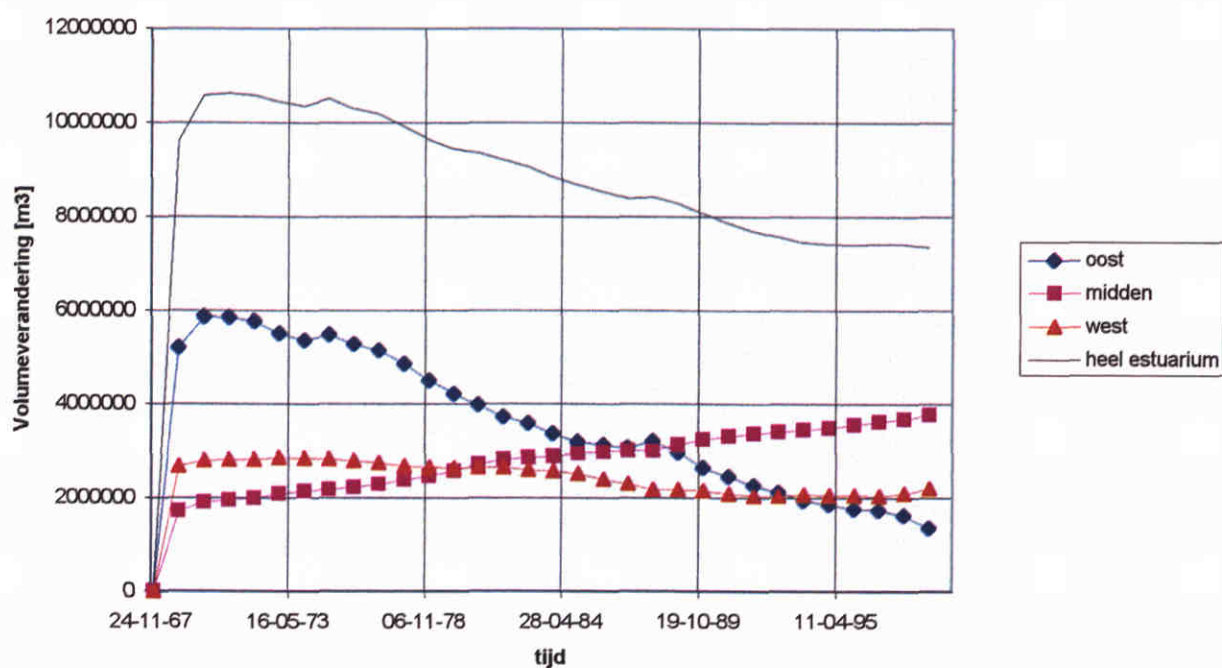
2000



Berekende volumeverandering



Berekende volumeverandering



Verandering plaatvolume uit run 6 (boven)

Vergeleken met referentie run (onder)

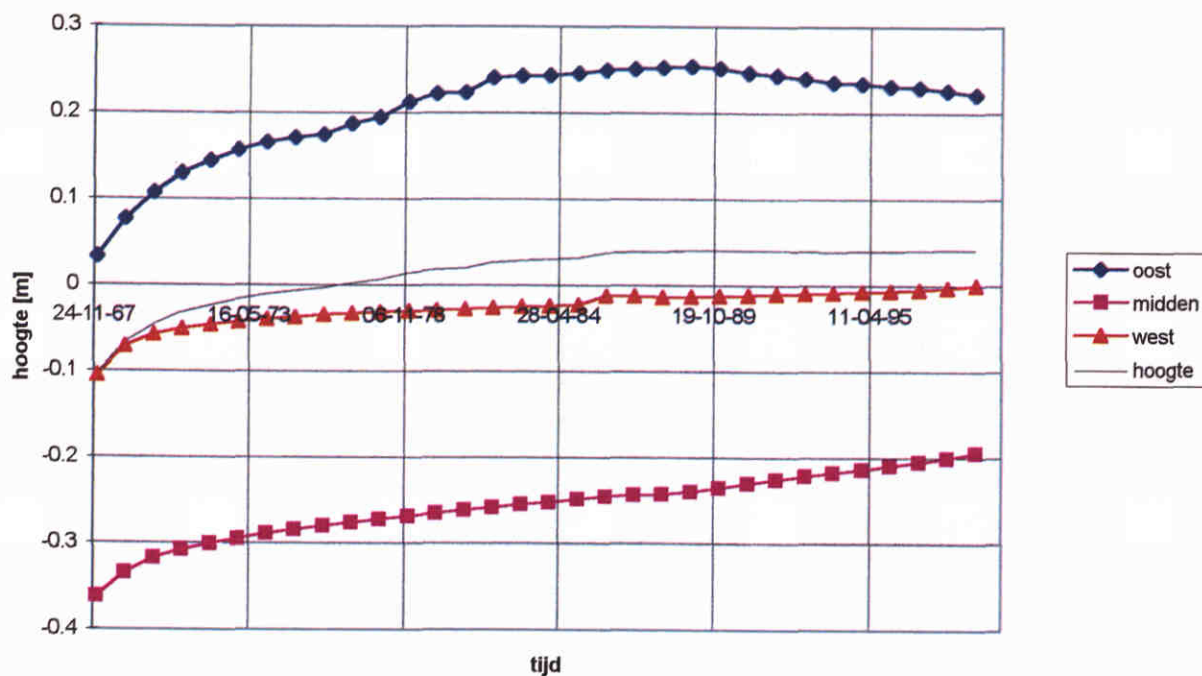
dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG = 5, n voor IGG = 2

Z3002

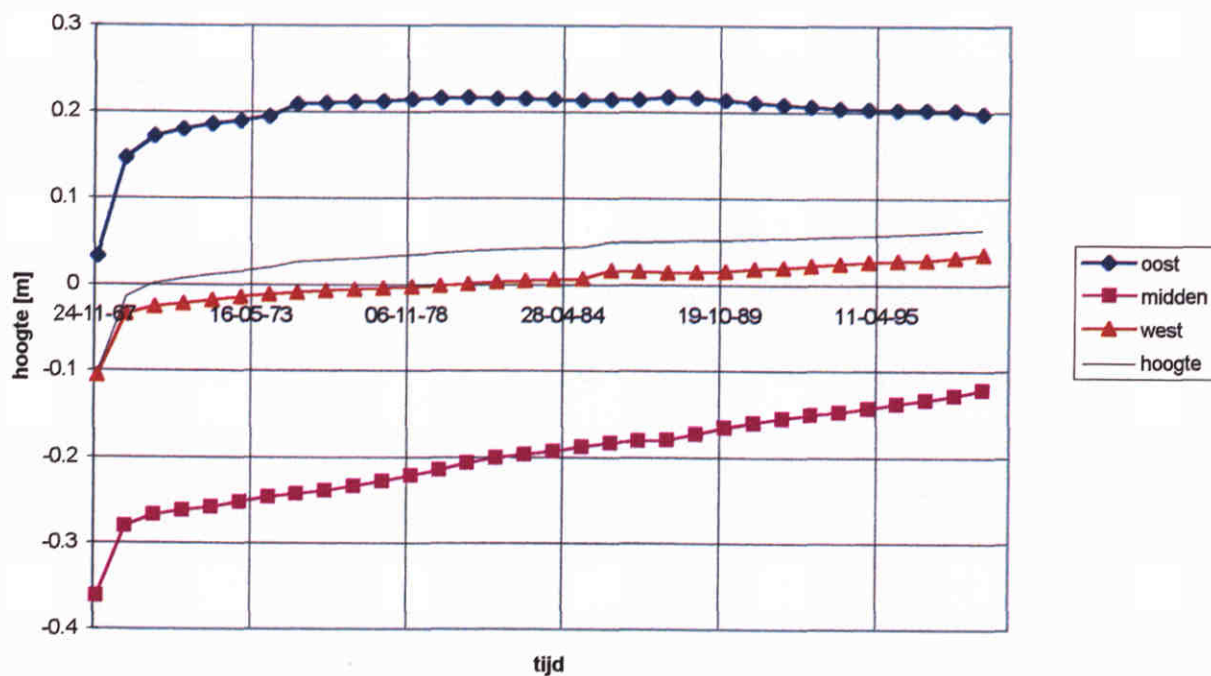
Nov.

2000

### Plaathoogte



### Plaathoogte



Plaathoogte uit run 6 (boven)

vergeleken met referentie run (onder)

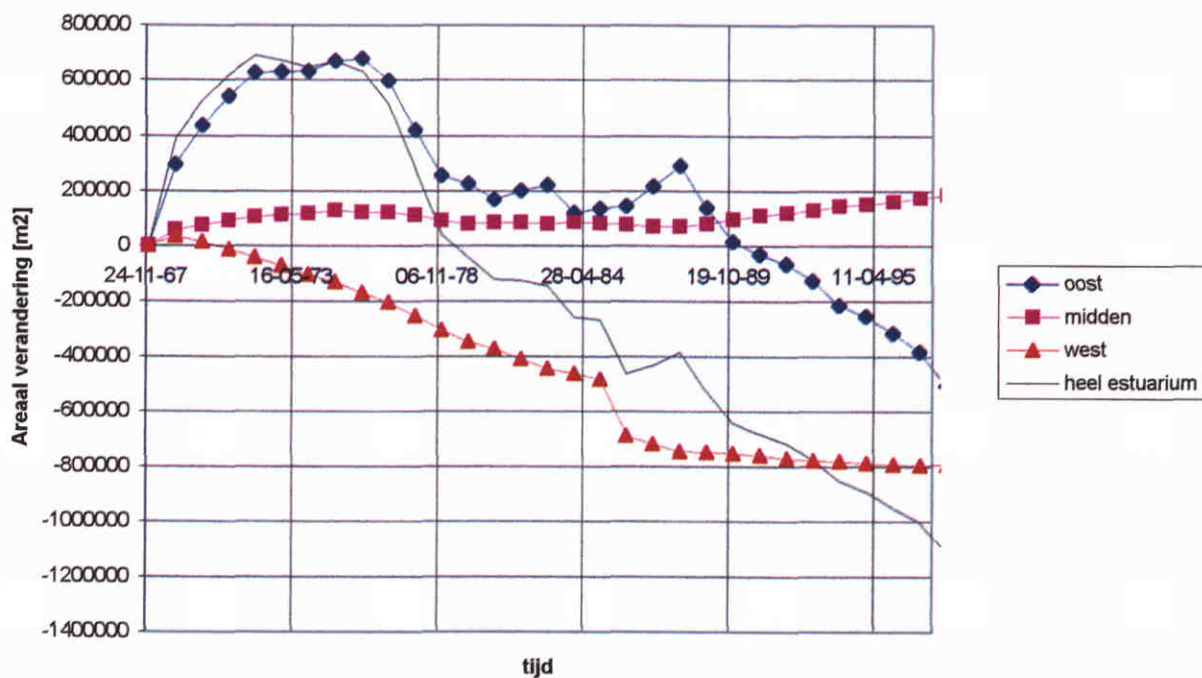
dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG = 5, n voor IGG=2

Z3002

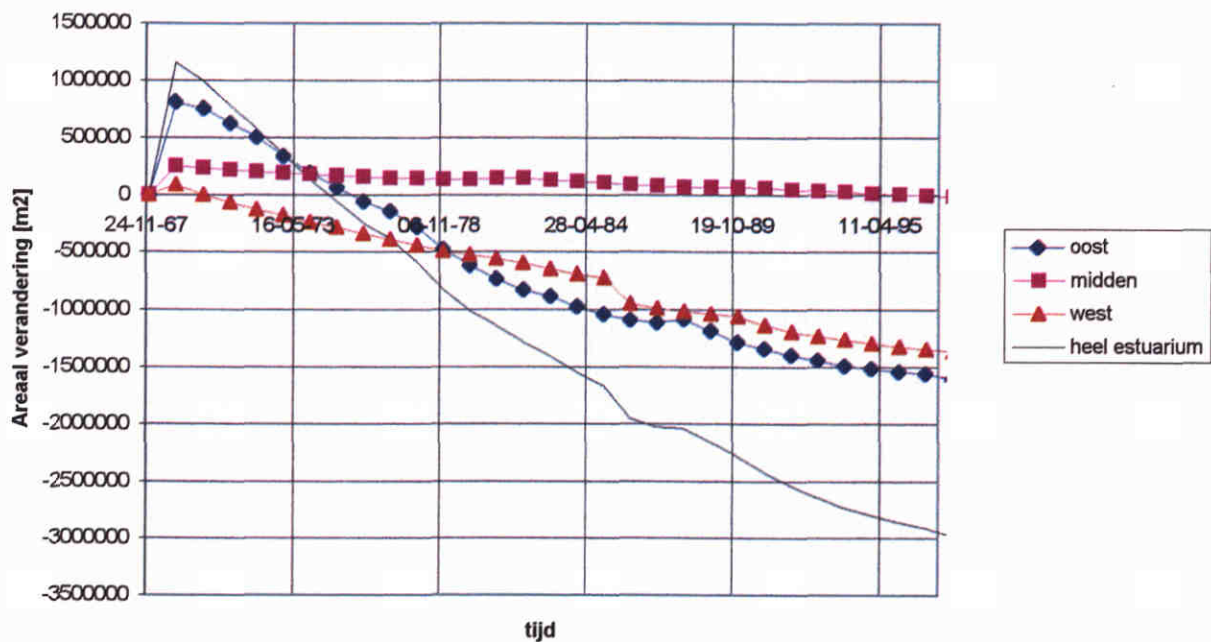
Nov.

2000

### Areaal veranderingen



### Areaal veranderingen



Plaatareaal uit Run 7 (boven)

Vergeleken met referentie run (onder)

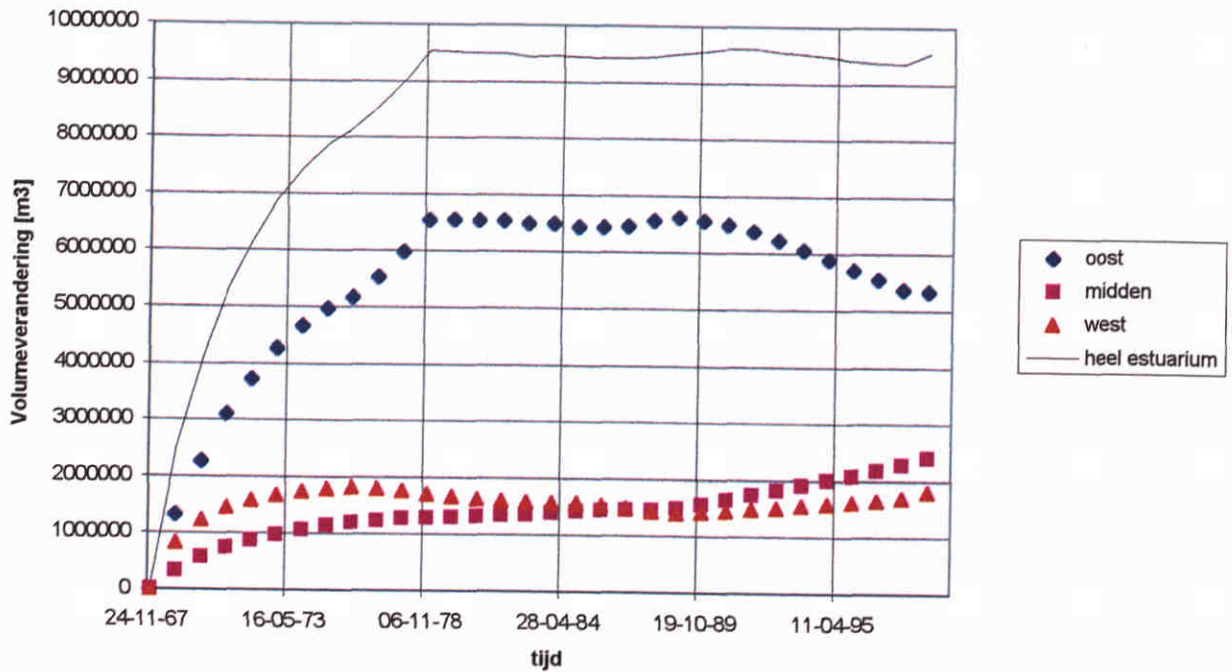
dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG = 5, n voor IGG = 1

Z3002

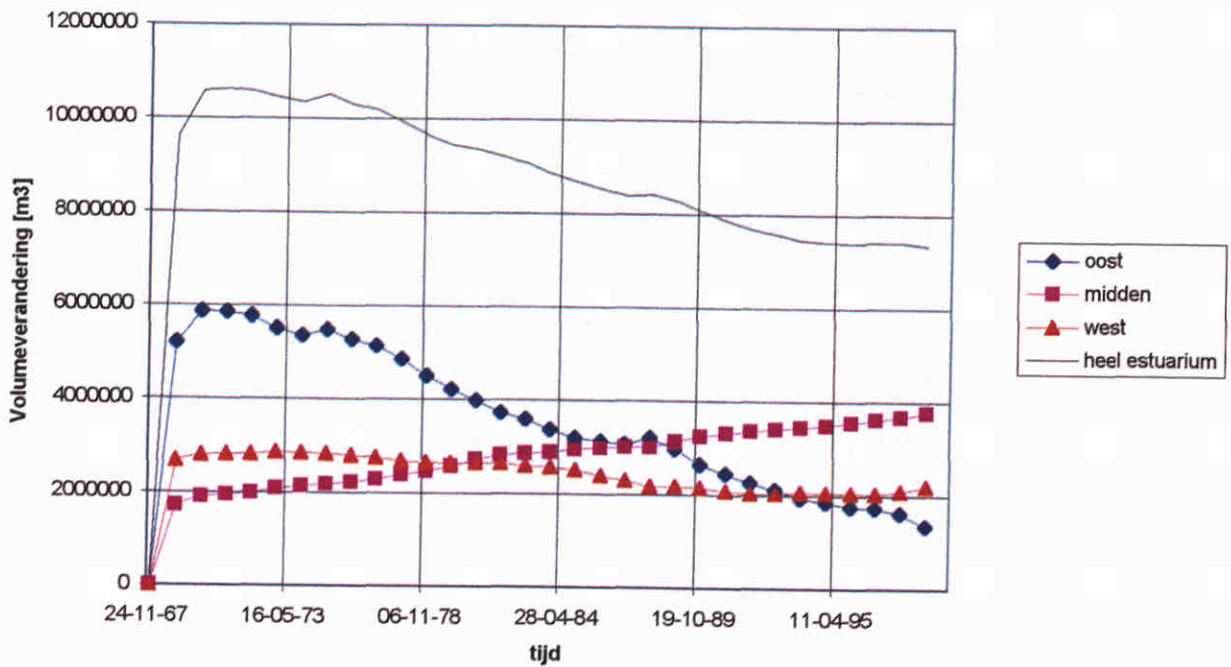
Nov.

2000

### Berekende volumeverandering



### Berekende volumeverandering



Verandering plaatvolume uit run 7 (boven)

Vergeleken met referentie run (onder)

dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG = 5, n voor IGG = 1

Z3002

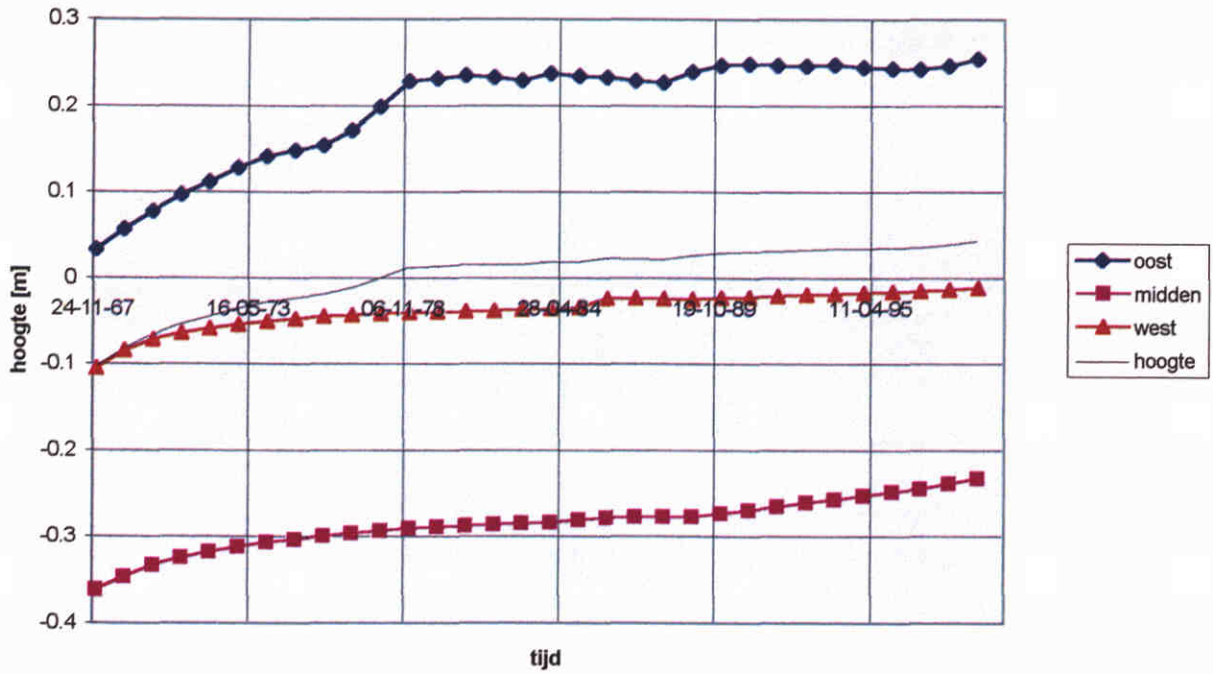
Nov.

2000

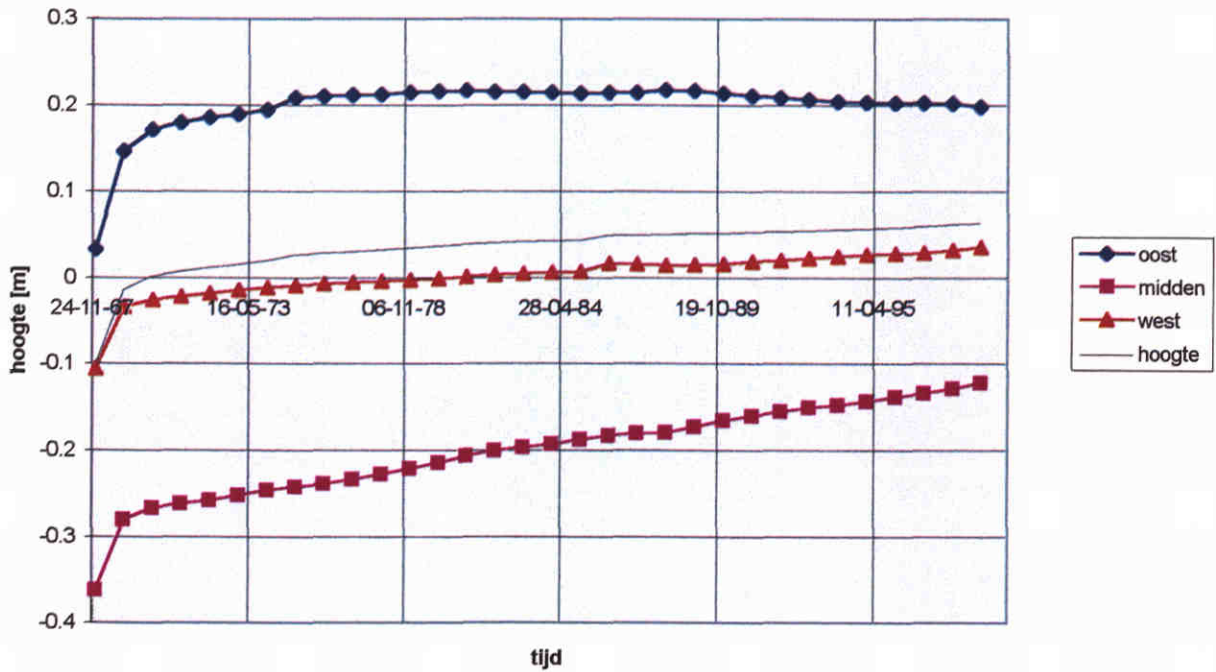
WL | DELFT HYDRAULICS

Fig.2.23

### Plaathoogte



### Plaathoogte



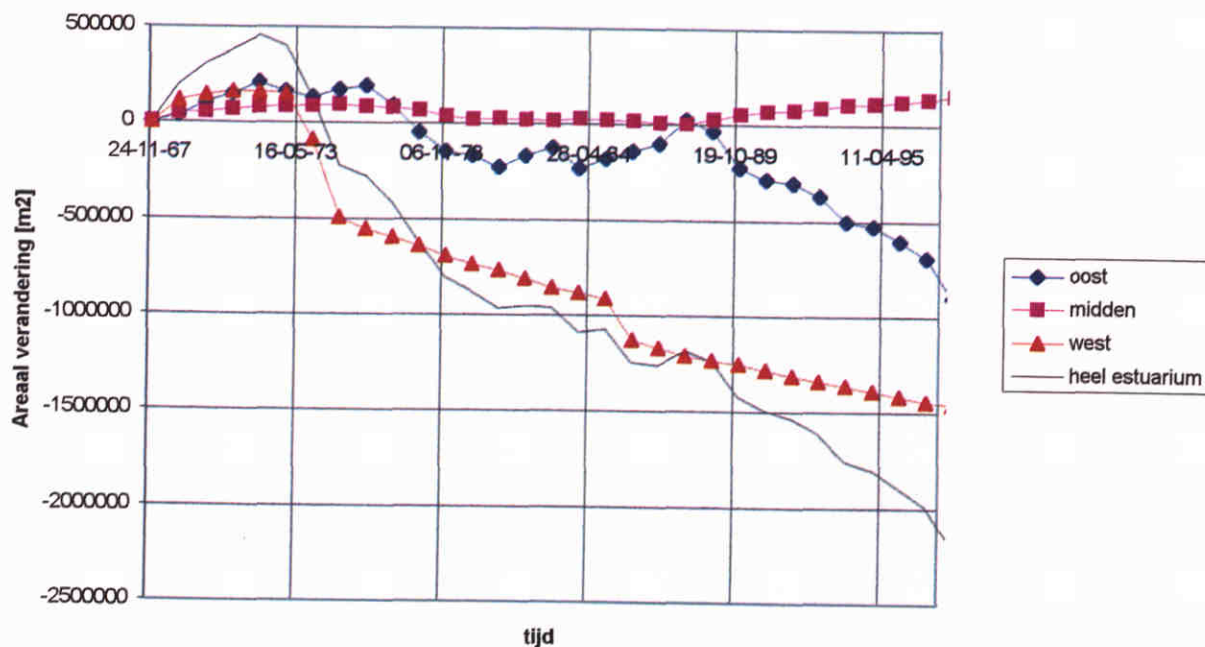
Plaathoogte uit run 7 (boven)  
 vergeleken met referentie run (onder)  
 dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG = 5, n voor IGG = 1

Z3002

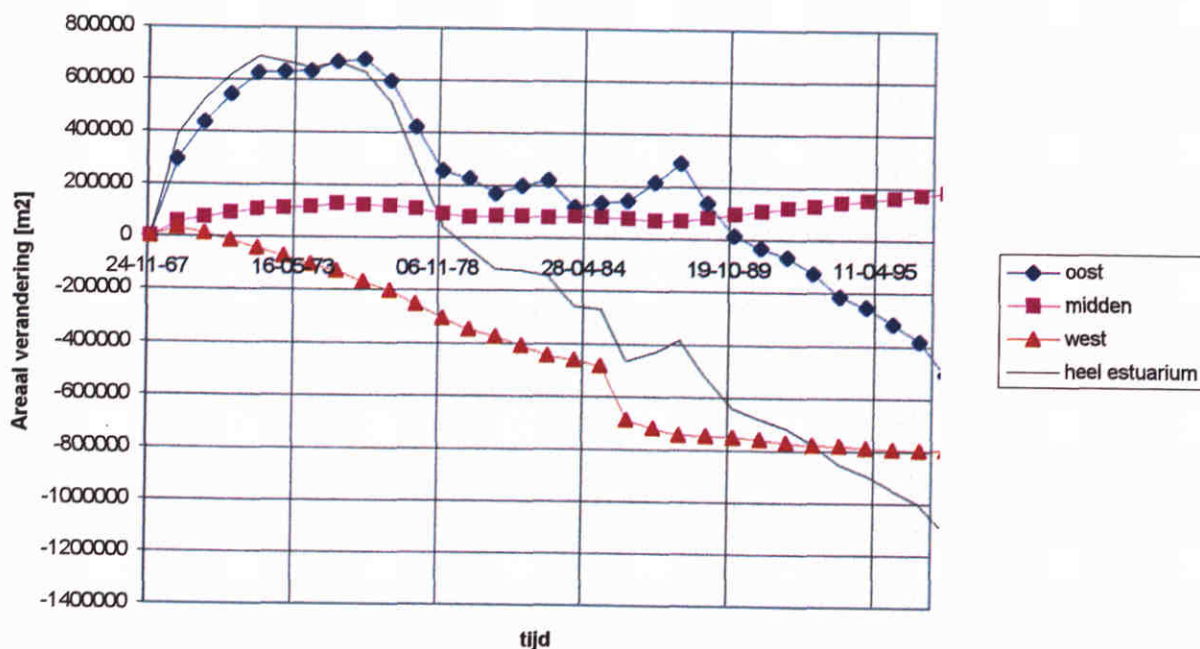
Nov.

2000

### Areaal verandering



### Areaal veranderingen



Ver.plaatareaal uit Run 8 (boven) vergeleken met referentie run (onder). Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG= 5, n voor IGG= 1, evenw.const. IGG oost = 0,75, mid = 1 en west = 1,30

Z3002

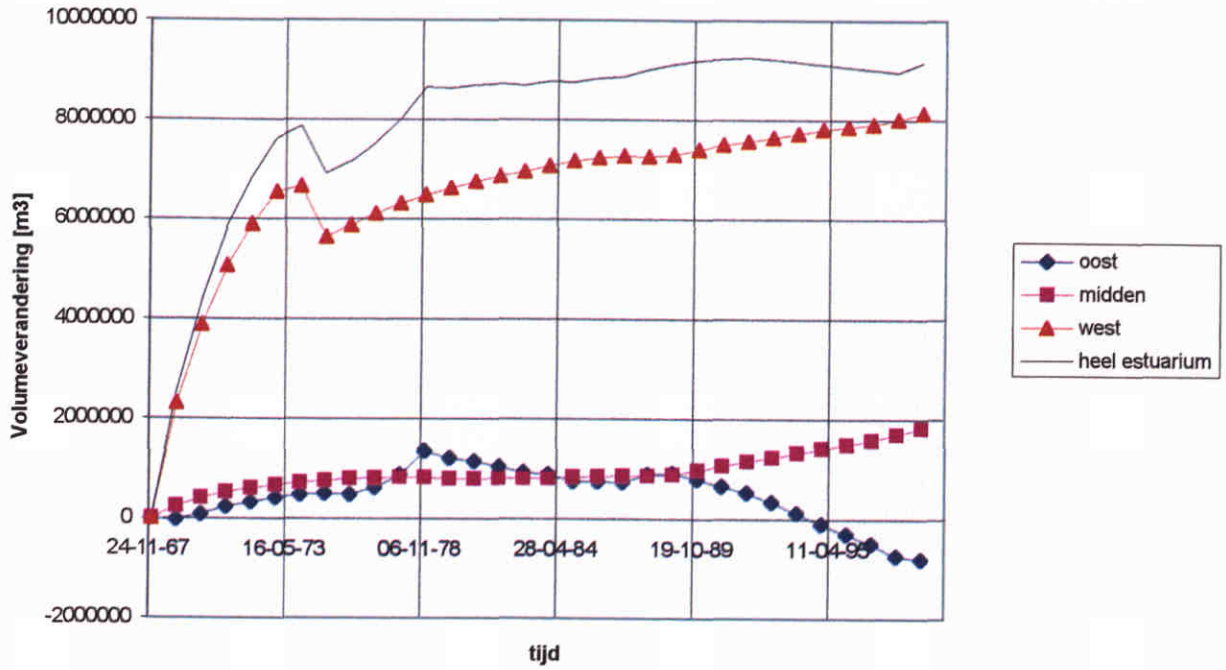
Nov.

2000

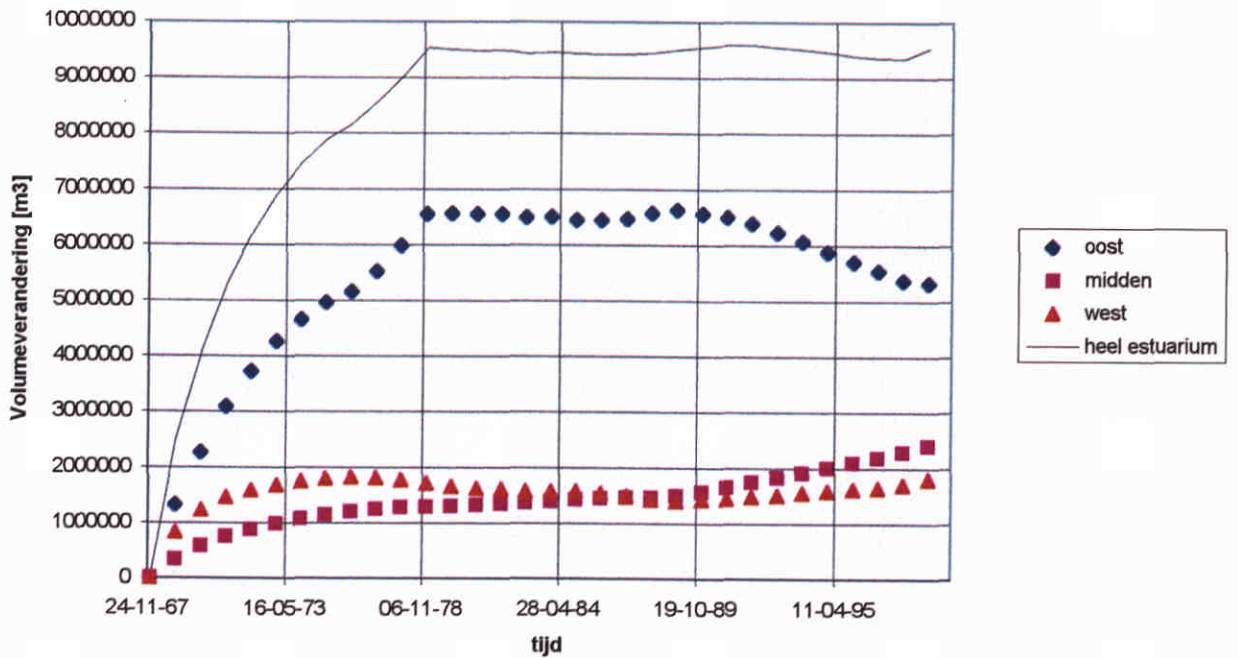
WL | DELFT HYDRAULICS

Fig.2.25

### Volumeverandering



### Berekende volumeverandering



Ver. plaatvolume uit run 8 (boven) vergeleken met ref. run (onder). Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG= 5, n voor IGG= 1, evenw.const. IGG oost = 0,75, mid = 1 en west = 1,30

Z3002

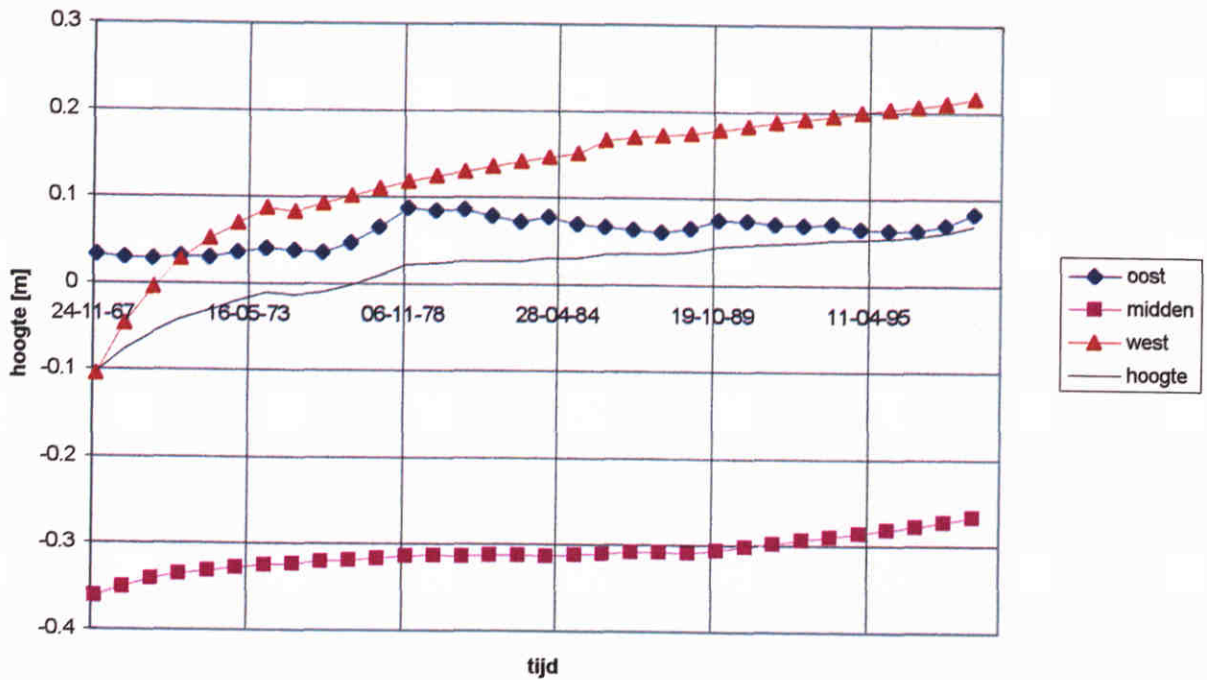
Nov.

2000

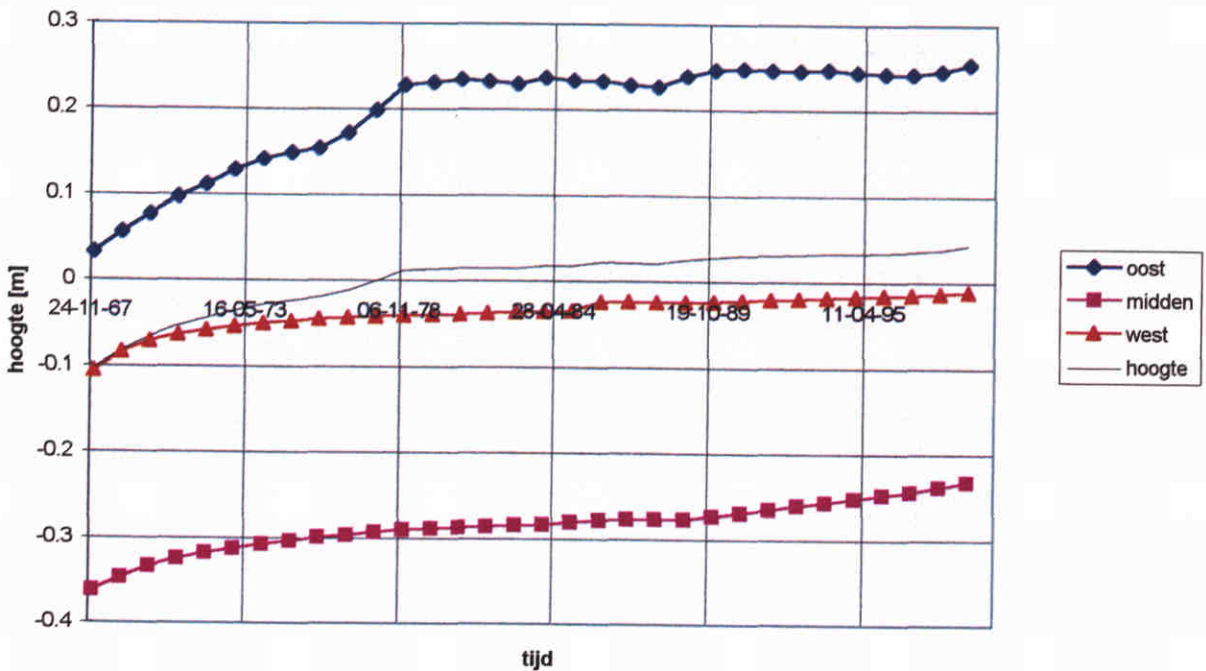
WL | DELFT HYDRAULICS

Fig.2.26

### Plaathoogte



### Plaathoogte



Plaathoogte uit run 8 (boven) vergeleken met referentie run (onder). Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG = 5, n voor IGG = 1, evenw.const. IGG oost = 0,75, mid = 1 en west = 1,30

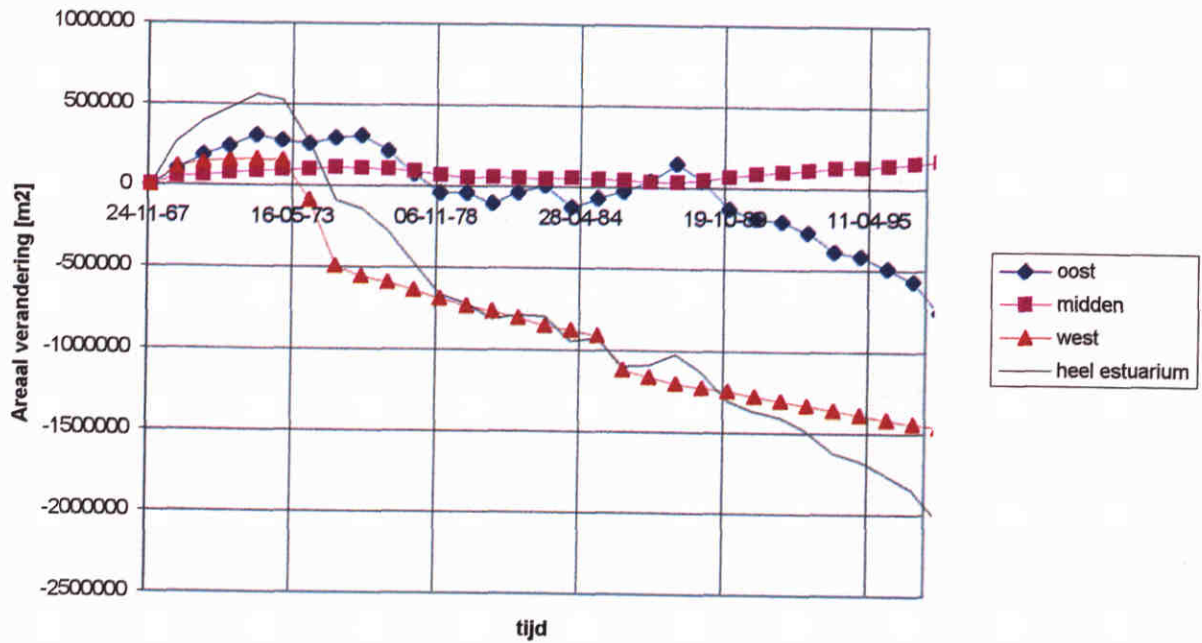
Z3002

Nov.

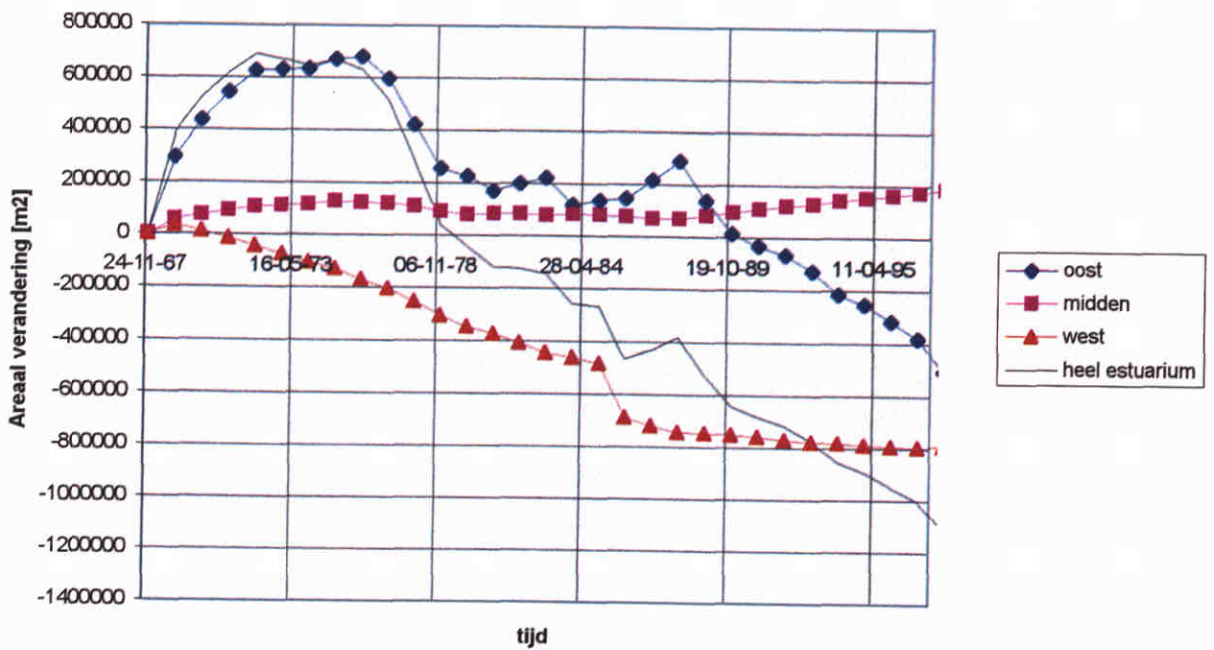
2000



### Areaal verandering



### Areaal veranderingen



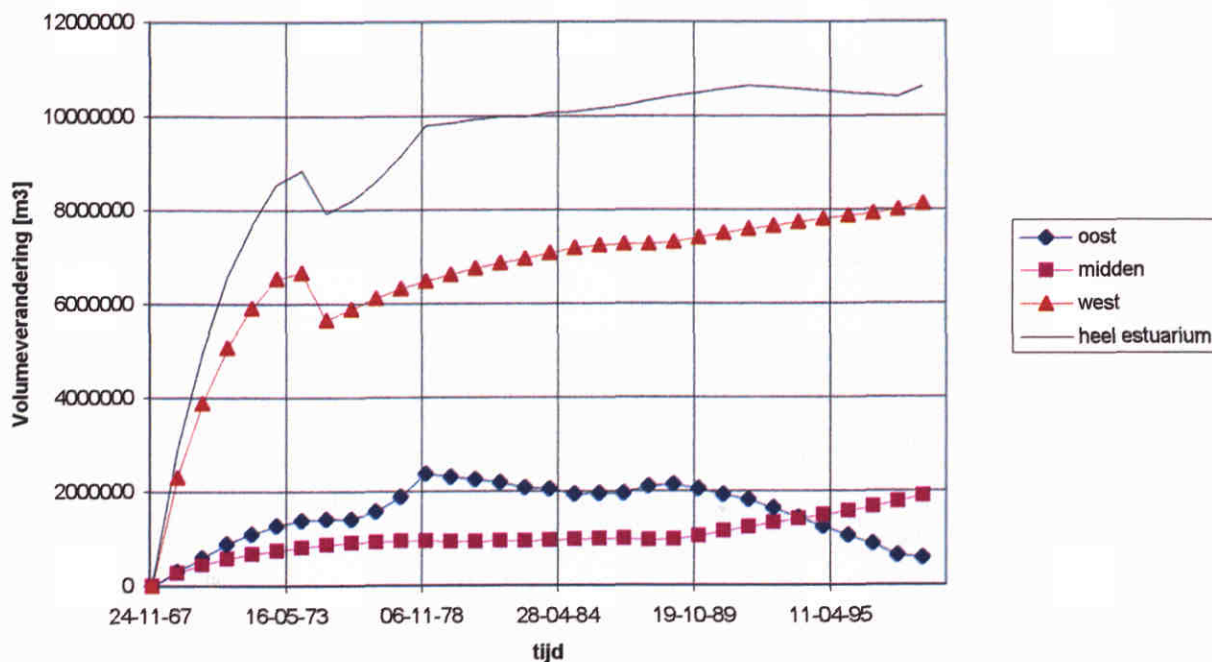
Ver.plaatareaal uit Run 9 (boven) vergeleken met referentie run (onder). Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG= 5, n voor IGG= 1, evenw.const. IGG oost = 0,80, mid = 1 en west = 1,30

Z3002

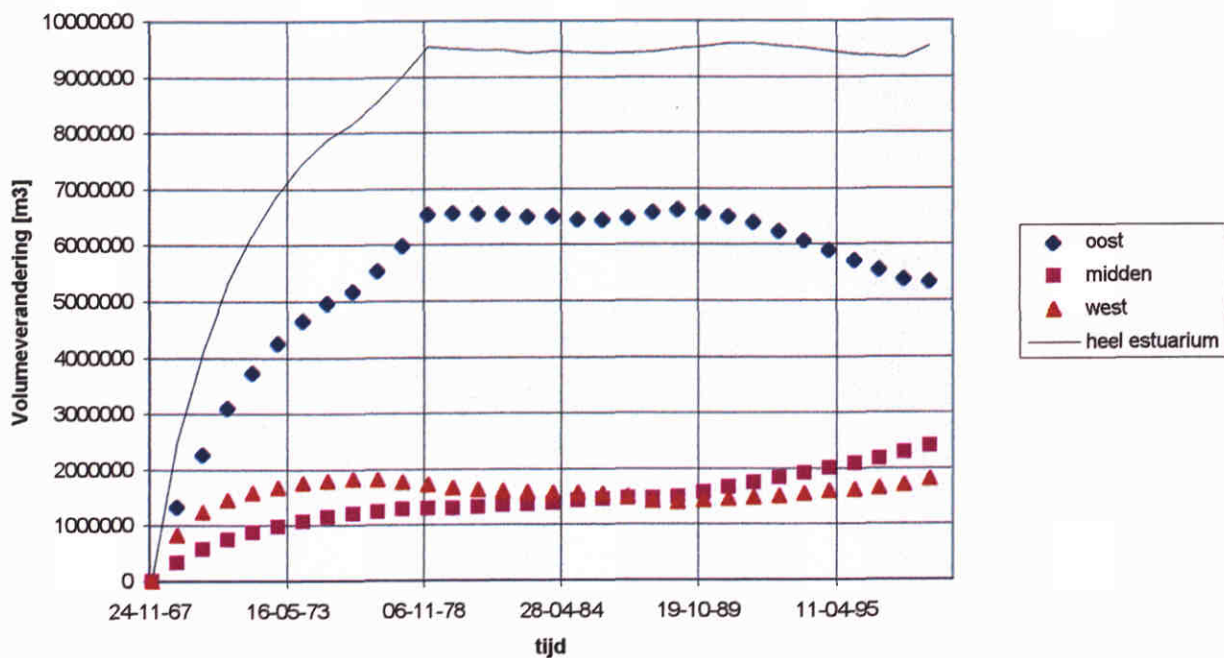
Nov.

2000

### Volumeverandering



### Berekende volumeverandering



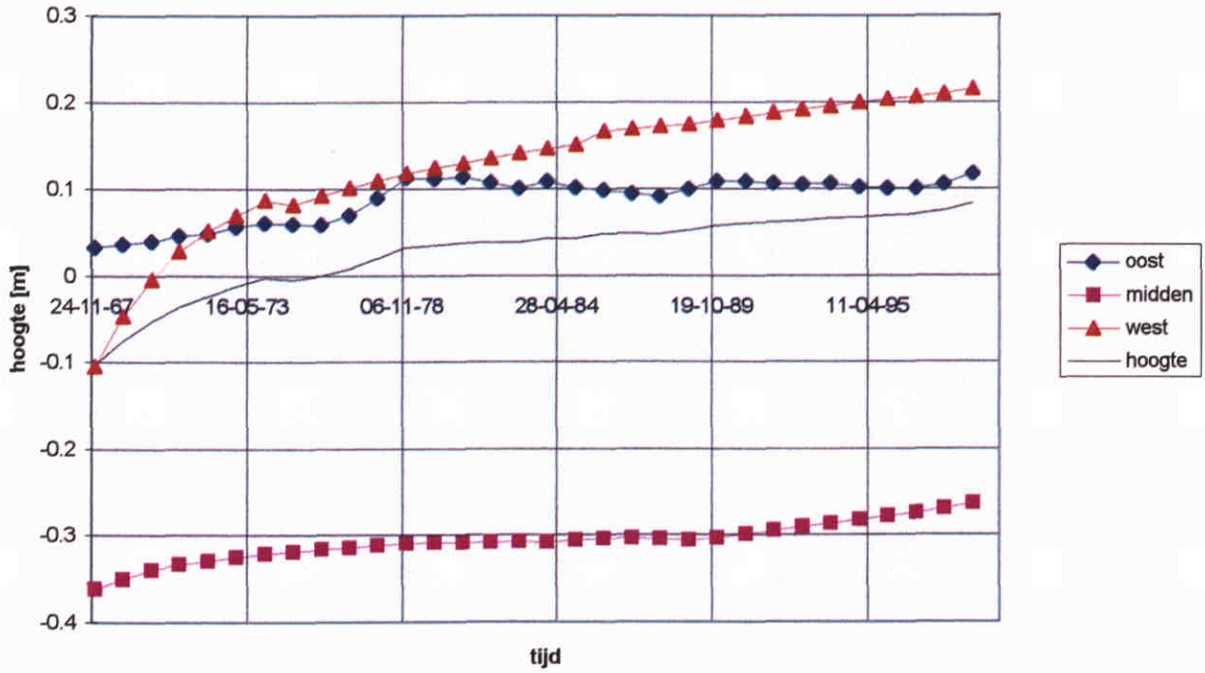
Ver. plaatvolume uit run 9 (boven) vergeleken met ref. run (onder). Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG= 5, n voor IGG= 1, evenw.const. IGG oost = 0,80, mid = 1 en west = 1,30

Z3002

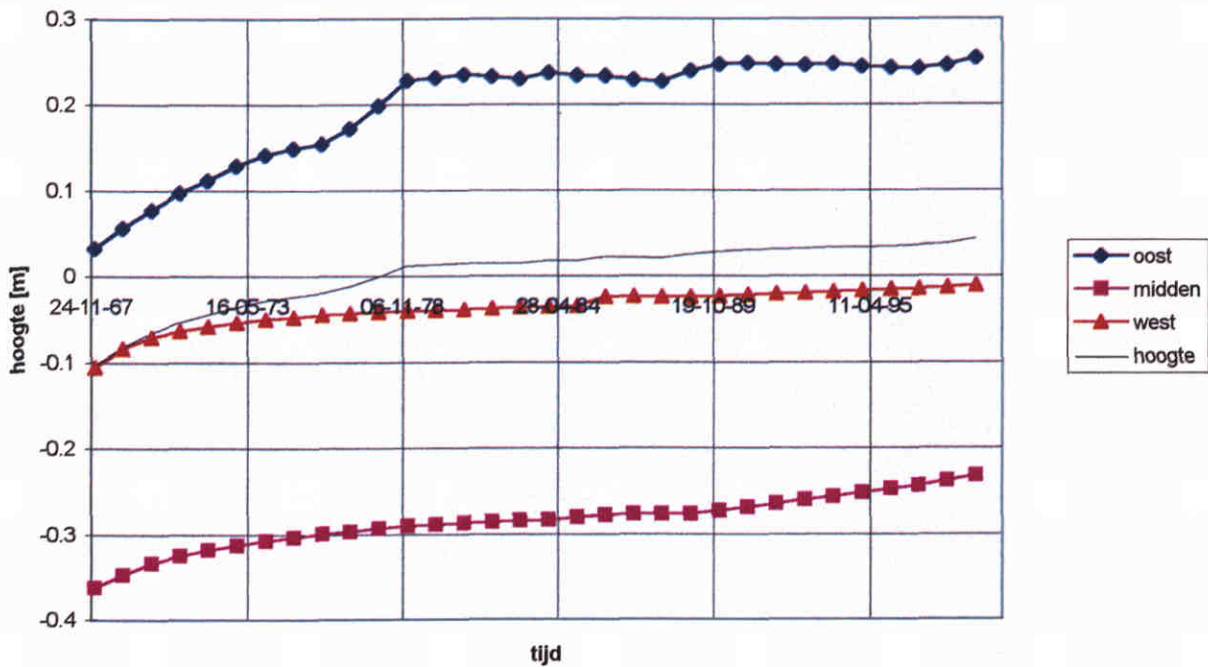
Nov.

2000

### Plaathoogte



### Plaathoogte



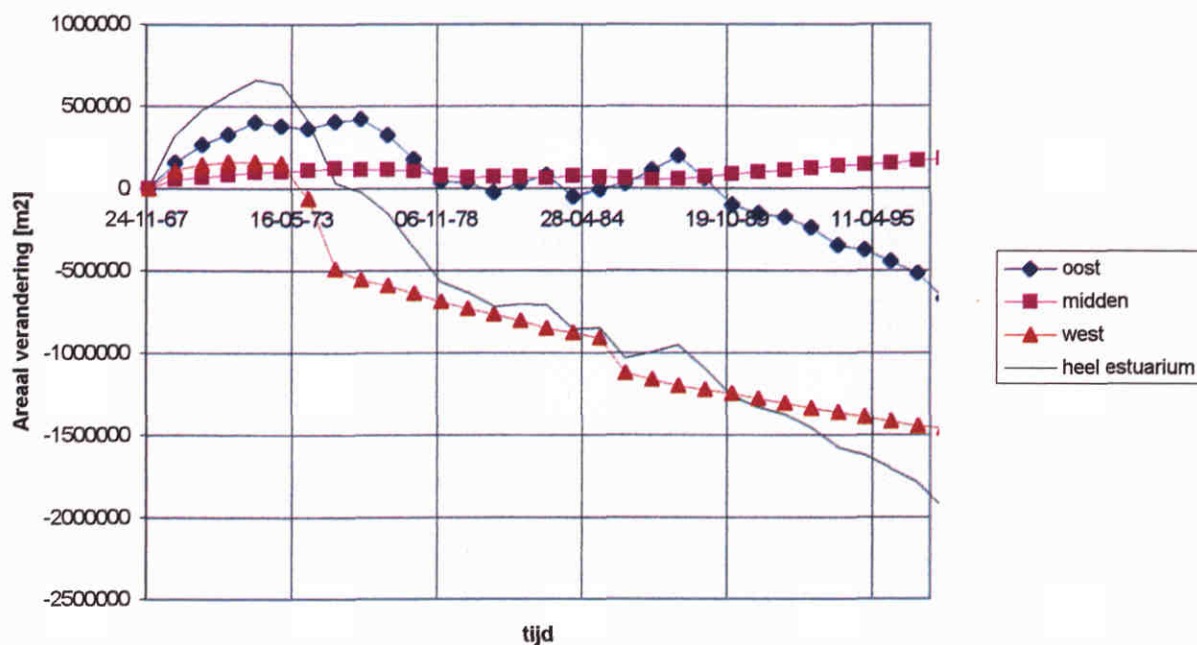
Plaathoogte uit run 9 (boven) vergeleken met referentie run (onder). Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG= 5, n voor IGG= 1, evenw.const. IGG oost = 0,80, mid = 1 en west = 1,30

Z3002

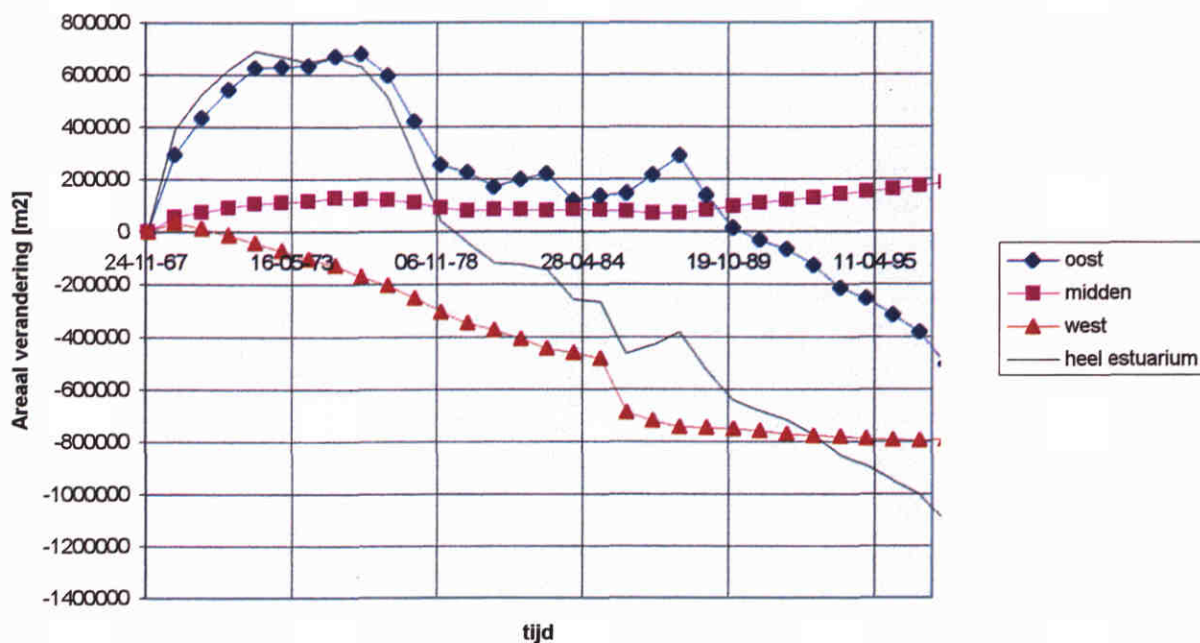
Nov.

2000

### Areaal verandering



### Areaal veranderingen



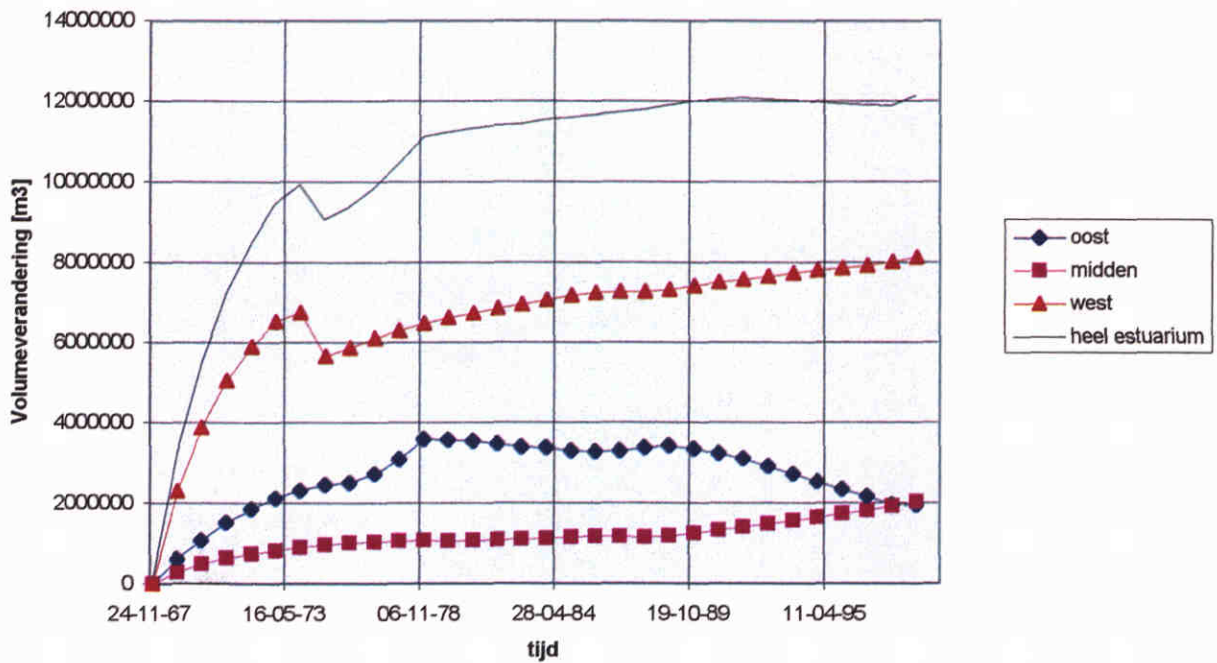
Ver.plaatareaal uit Run 10 (boven) vergeleken met referentie run (onder). Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG= 5, n voor IGG= 1, evenw.const. IGG oost = 0,85, mid = 1 en west = 1,20

Z3002

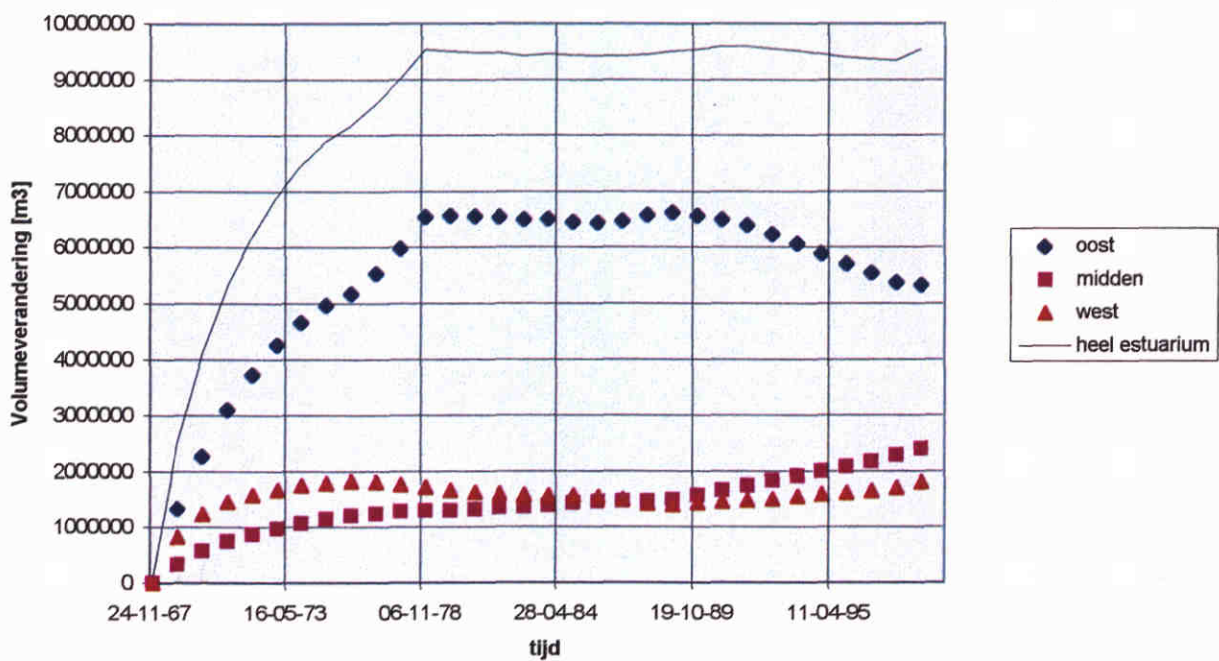
Nov.

2000

### Volumeverandering



### Berekende volumeverandering



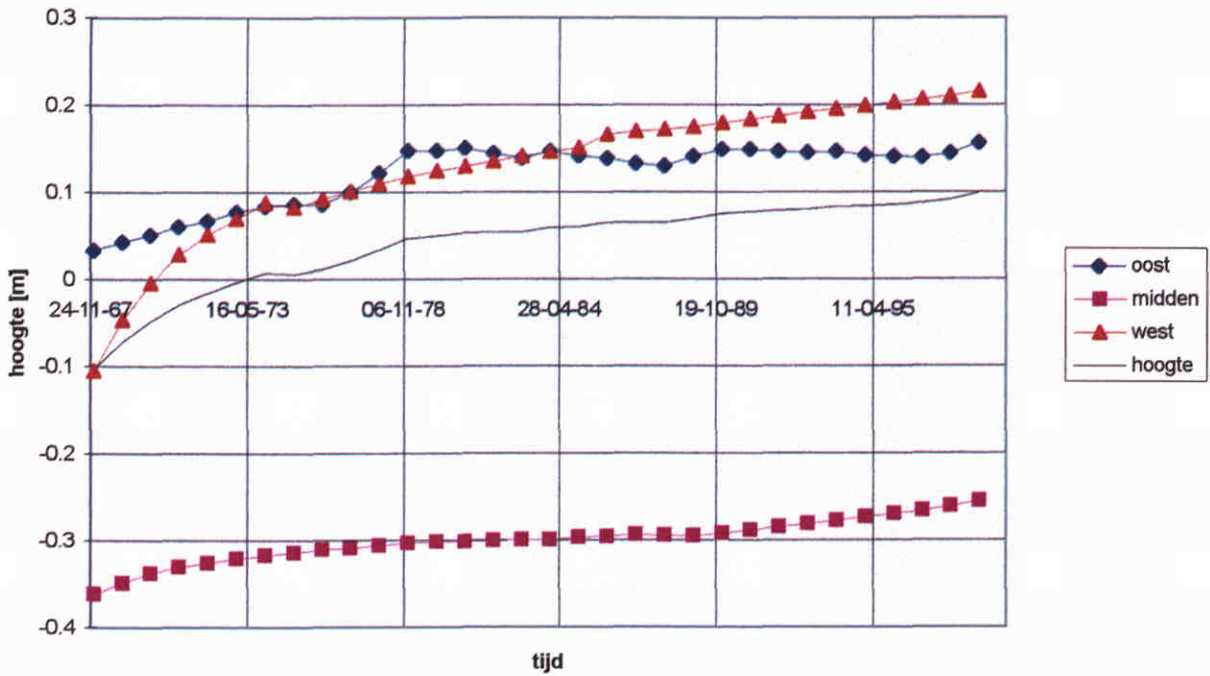
Ver. plaatvolume uit run 10 (boven) vergeleken met ref. run (onder). Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG= 5, n voor IGG= 1, evenw.const. IGG oost = 0,85, mid = 1 en west = 1,30

Z3002

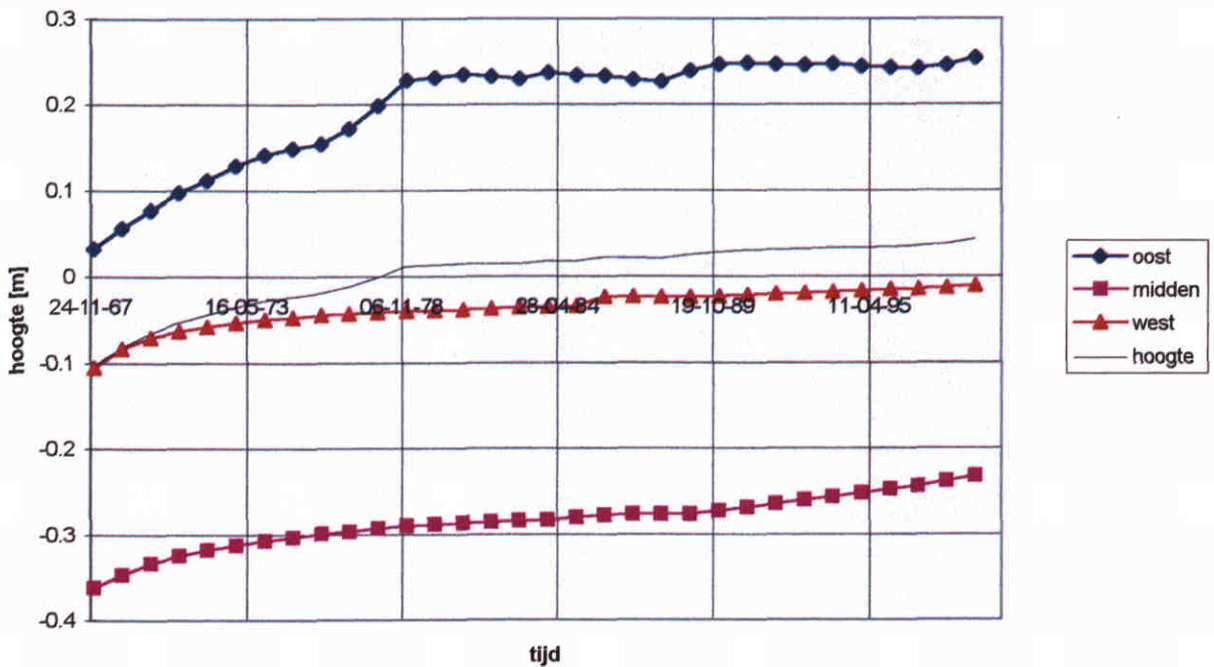
Nov.

2000

### Plaathoogte



### Plaathoogte



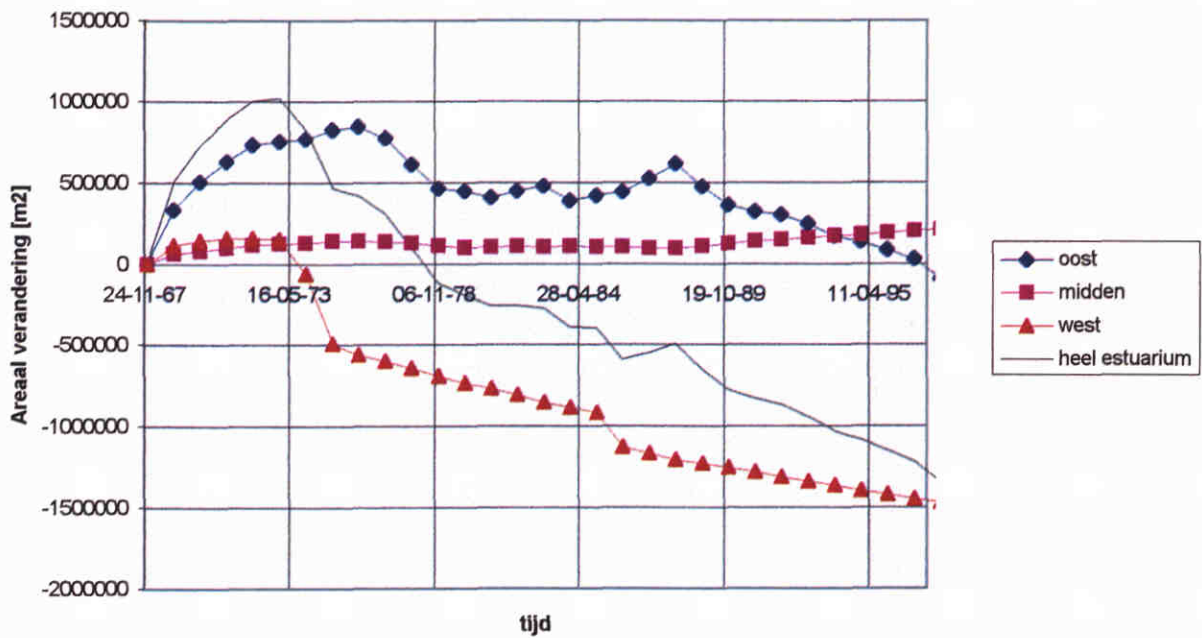
Plaathoogte uit run 10 (boven) vergeleken met referentie run (onder). Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG= 5, n voor IGG= 1, evenw.const. IGG oost = 0,85, mid = 1 en west = 1,30

Z3002

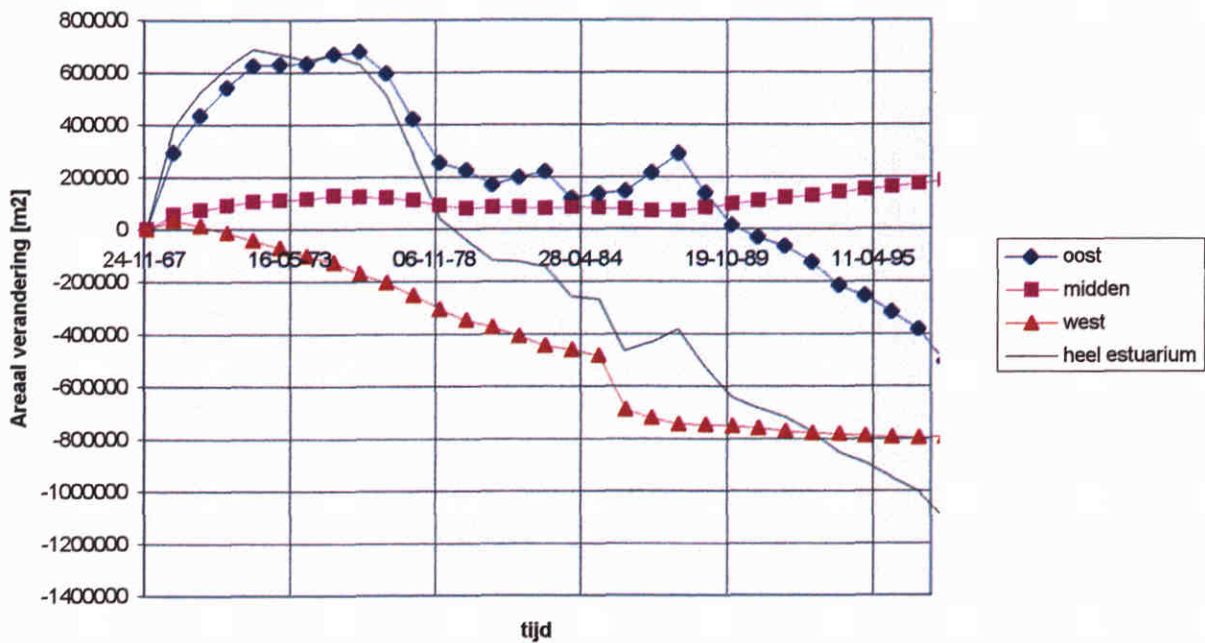
Nov.

2000

### Areaal verandering



### Areaal veranderingen



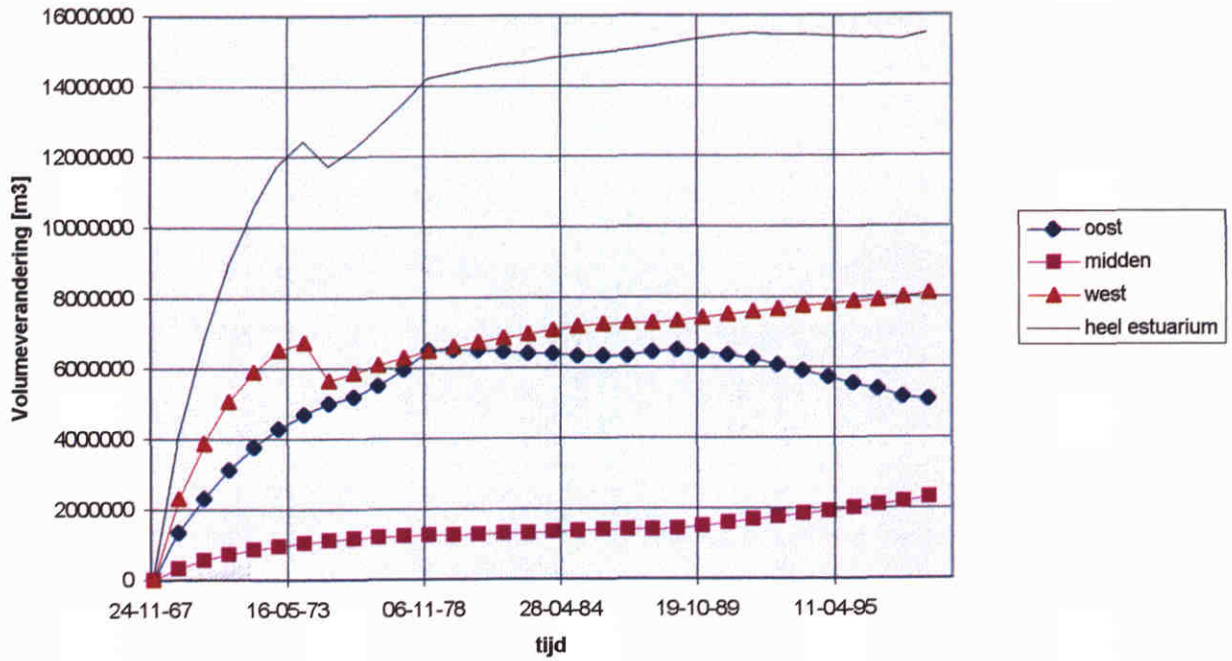
Ver.plaatareaal uit Run II (boven) vergl met ref.run (onder).  
 Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m2/s, geul-IGG= 5, n voor IGG=1,  
 evenw.const.oost; hg IGG =0,85, lg IGG=1, mid=1,  
 west=1,20

Z3002

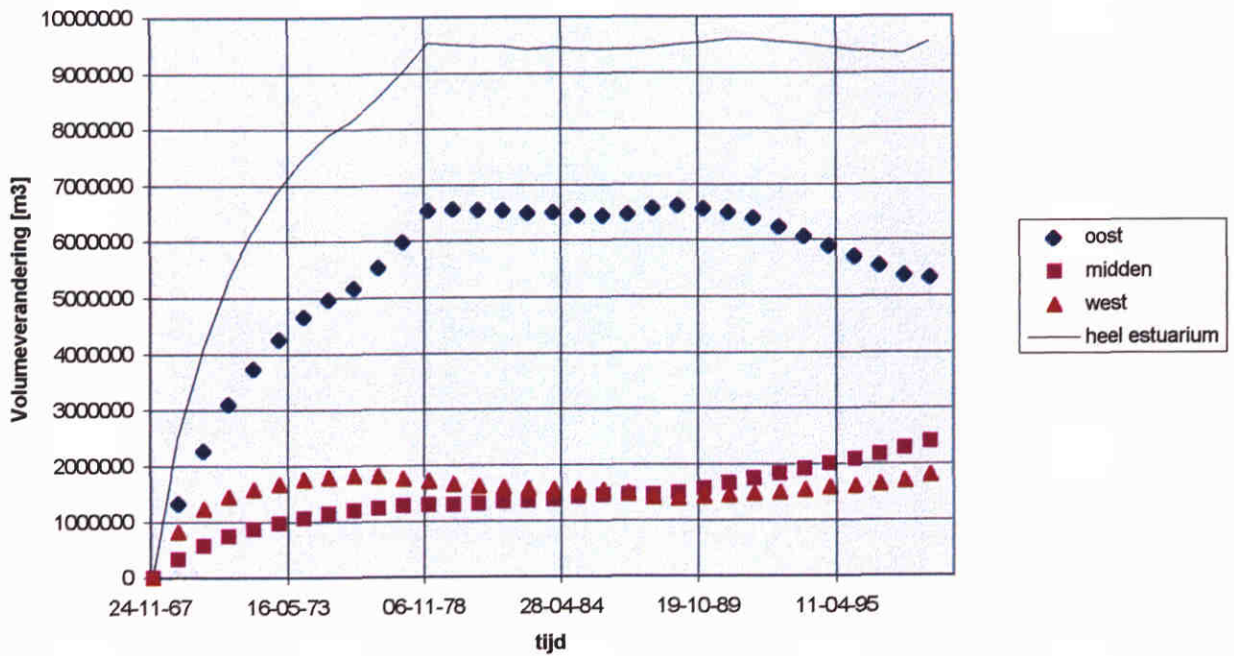
Nov.

2000

### Volumeverandering



### Berekende volumeverandering



Ver. plaatvolume uit run 11 (boven) vergl met ref run (onder).  
 Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG= 5, n voor IGG= 1,  
 evenw.const.oost; hg IGG = 0,85, lg IGG= 1, mid= 1,  
 west= 1,20

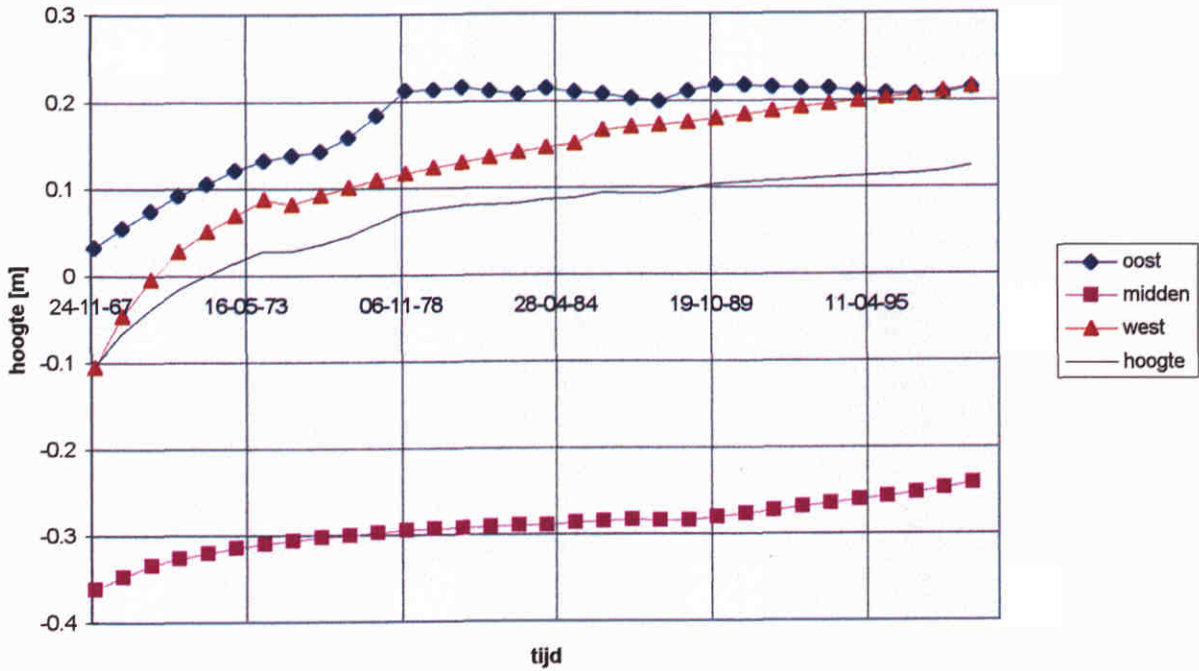
Z3002

Nov.

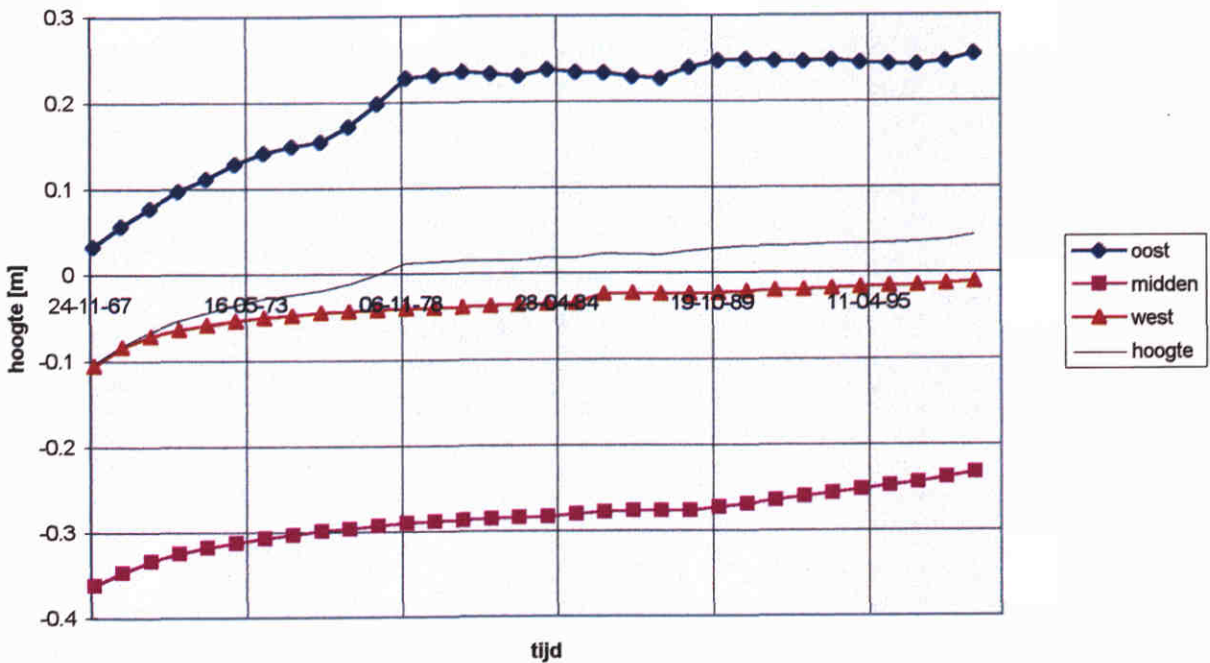
2000



### Plaathoogte



### Plaathoogte



Plaathoogte uit run II (boven) vergl met referentie run (onder).  
 Dis.coëf. lg en hg IGG = 1 m<sup>2</sup>/s, geul-IGG= 5, n voor IGG=1,  
 evenw.const.oost; hg IGG = 0,85, lg IGG=1, mid=1,  
 west=1,30

Z3002

Nov.

2000



## **WL | Delft Hydraulics**

Rotterdamseweg 185  
postbus 177  
2600 MH Delft  
telefoon 015 285 85 85  
telefax 015 285 85 82  
e-mail [info@wldelft.nl](mailto:info@wldelft.nl)  
internet [www.wldelft.nl](http://www.wldelft.nl)

Rotterdamseweg 185  
p.o. box 177  
2600 MH Delft  
The Netherlands  
telephone +31 15 285 85 85  
telefax +31 15 285 85 82  
e-mail [info@wldelft.nl](mailto:info@wldelft.nl)  
internet [www.wldelft.nl](http://www.wldelft.nl)

