

MORFOLOGISCH MODEL ESTMORF

**Empirische relaties tussen de
plaat- en slikhoogte en getijkarakteristieken
in de Westerschelde**

Rapport in opdracht van het
Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Rijkswaterstaat
Project Dynastar

juni 1995

drs F.T.G. Tank
Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen
Vakgroep Fysische Geografie
Universiteit Utrecht

IMAU Rapport R 95-7

Voorwoord

Dit onderzoek vond plaats binnen het kader van het project Dynastar en maakte onderdeel uit van de voorbereiding voor het gebruik van het morfologisch model ESTMORF voor de Westerschelde. Door tijdgebrek wordt hier alleen een algemene beschrijving gegeven van de ontwikkeling van de hoogte van het intergetijdegebied en is de relatie tussen hoogte en getijkarakteristieken niet uitputtend onderzocht.

Graag wil ik de volgende mensen bedanken voor hun kritische adviezen en stimulerende begeleiding: Ad Langerak (begeleider RIKZ), Janrik van den Berg (begeleider Universiteit Utrecht), Saskia Huijs, Kees Storm en Leo Uit den Bogaard.

Middelburg, 20 juni 1995

Inhoud

1 Inleiding	1
2 Theorie	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Feed-back mechanismen en de evenwichtshoogte in het intergetijdegebied	3
2.3 Ontwikkeling van het getijvolume en van de hoogte van het intergetijdegebied Westerschelde	5
2.4 Evenwichtshoogte in de Waddenzee	5
3 Methode	7
3.1 Inleiding	7
3.2 Gegevens	7
3.3 Definitie gemiddelde plaathoogte	9
3.4 Foutendiscussie	10
4 Beschrijving	11
4.1 Inleiding	11
4.2 Ontwikkeling van het volume en oppervlak van het intergetijdegebied	11
4.3 Ontwikkeling van de gemiddelde hoogte van het intergetijdegebied	11
4.4 Waterstanden	15
5 Resultaten onderzoek empirische relaties	17
5.1 Inleiding	17
5.2 Bewegend kader	17
5.3 Vast kader	19
6 Discussie	21
7 Conclusies	25
Literatuur	27

Bijlagen

Bijlage A	Tabel met overzicht gebruikte vaklodingen in de Westerschelde
Bijlage B	Ontwikkeling van het volume van de platen en het lage slik ten opzichte van een bewegend kader
Bijlage C	Ontwikkeling van het oppervlak van de platen en het lage slik ten opzichte van een bewegend kader
Bijlage D	Ontwikkeling van de gemiddelde hoogte van de platen en het lage slik ten opzichte van een bewegend kader
Bijlage E	Ontwikkeling van de gemiddelde hoogte van de platen en slikken ten opzichte van een vast kader
Bijlage F	Verloop getijkarakteristieken in Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath

- van 1951 tot en met 1993
- Bijlage G Grafieken van de relatie in het westen tussen getijkarakteristieken én de gemiddelde hoogte van de platen en slikken ten opzichte van een bewegend kader
- Bijlage H Grafieken van de relatie in het westen tussen getijkarakteristieken én de gemiddelde hoogte van de platen en slikken ten opzichte van een vast kader
- Bijlage I Grafieken met de relatie in het oosten tussen getijkarakteristieken en de gemiddelde hoogte van de platen en slikken ten opzichte van een vast kader
- Bijlage J De invloed van veranderingen in de profielvorm en veranderingen in de waterstanden op de gemiddelde hoogte van (delen van) het intergetijdegebied

Lijst van figuren

- Figuur 2.1 Laterale kombergingsvergroting door de stijging van het MSL
- Figuur 3.1 Indeling lodingsvakken en meetstations waterstanden Westerschelde
- Figuur 3.2 Schematisch overzicht van het intergetijdegebied met variabelen voor berekening van de gemiddelde hoogten
- Figuur 4.1.a Westerschelde West: verloop van de gemiddelde hoogte van de platen en slikken
- Figuur 4.1.b Westerschelde Oost: verloop van de gemiddelde hoogte van de platen en slikken
- Figuur 4.2.a Westerschelde: verloop van de gemiddelde hoogte van de hoge platen per vak
- Figuur 4.2.b Westerschelde: verloop van de gemiddelde hoogte van de lage platen per vak
- Figuur 4.2.c Westerschelde: verloop van de gemiddelde hoogte van het lage slik per vak
- Figuur 5.1 Westerschelde West: getijverschil versus gemiddelde hoogte van de hoge en lage platen en het lage slik
- Figuur 5.2.a Westerschelde West: gemiddelde hoogte van de platen en de slikken als ratio van het getijverschil
- Figuur 5.2.b Westerschelde Oost: gemiddelde hoogte van de platen en de slikken als ratio van het getijverschil

Lijst van tabellen

- Tabel 4.1 Overzicht van de correlatiecoëfficiënten (r^2) ten opzichte van een bewegend kader voor het westen en het oosten
- Tabel 4.2 Overzicht van de correlatie coëfficiënten (r^2) per getij-karakteristiek en per gemiddelde hoogte en per morfologische eenheid voor een bewegend en een vast kader

1 Inleiding

Introductie

In opdracht van het RIKZ en Directie Zeeland, beide Rijkswaterstaat, wordt door het Waterloopkundig Laboratorium Delft een morfologisch model gebouwd. Dit model, genaamd ESTMORF, moet de morfologische ontwikkeling van een estuarium op een termijn van 50 à 100 jaar kunnen voorspellen. ESTMORF is in eerste instantie getoetst in het Friesche Zeegat (Waddenzee). Momenteel wordt ESTMORF aangepast voor de Westerschelde.

Evenwichtsvergelijking en ESTMORF

De morfologie van het estuarium wordt in ESTMORF geschematiseerd door deze op te delen in een geul (onder GLW) en het intergetijdegebied (tussen GLW en GHW). Het intergetijdegebied wordt weer onderverdeeld in een hoog en een laag deel, respectievelijk het deel boven en onder 'mean sea level' (MSL, ongeveer NAP). De ontwikkeling van het intergetijdegebied wordt berekend door er van uit te gaan dat het intergetijdegebied naar een evenwichtshoogte streeft.

Voor de Waddenzee zijn empirische relaties opgesteld voor de evenwichtshoogte van het hoge en lage deel van het intergetijdegebied (Eysink, 1992). Deze relaties zijn in ESTMORF gebruikt voor het Friesche Zeegat (Karssen en Wang, 1993). Voor de Westerschelde zijn nog geen evenwichtsrelaties voor de plaat- en slikhoogte afgeleid. Om het ESTMORF-model in de Westerschelde te kunnen toepassen is daarom noodzakelijk om ook voor dit gebied evenwichtsrelaties voor de hoogte van het intergetijdegebied op te stellen.

Doelstelling en onderzoeksvragen

Het doel van het hier gepresenteerde onderzoek was het opstellen van bovengenoemde empirische evenwichtsrelaties.

De belangrijkste onderzoeksvragen die daarbij aan de orde kwamen waren:

- Hoe heeft het intergetijdegebied zich ontwikkeld tussen 1955 en 1993?
- Wat zijn de verschillen tussen de ontwikkeling van de slikken en de platen?
- Welke getijkarakteristieken hebben een sterke relatie met de hoogteontwikkeling van de platen en de slikken?
- Hoe groot zijn de verschillen tussen de relaties voor de Westerschelde en de relaties voor de Waddenzee?

Het getij is de drijvende kracht achter de morfologische ontwikkelingen van het gehele morfologische systeem van het Schelde-estuarium en daarmee van het intergetijdegebied. Daarom is gezocht naar een relatie tussen de gemiddelde hoogte van het intergetijdegebied en de getijkarakteristieken. Omdat de achterliggende fysische processen die de plaathoogte bepalen niet volledig bekend zijn hebben de in deze tekst gepresenteerde relaties een vrij sterk empirisch karakter.

In het volgende hoofdstuk komt eerst theorie met betrekking tot de ontwikkeling van het intergetijdegebied aan de orde. In hoofdstuk 3 wordt de methode toegelicht. In hoofdstuk 4 wordt de ontwikkeling van de hoogte van het intergetijdegebied en de getijkarakteristieken behandeld en in hoofdstuk 5 worden de empirische relaties tussen beide beschreven. Discussie vindt plaats in hoofdstuk 6. De conclusies zijn te vinden in hoofdstuk 7.

2 Theorie

2.1 Inleiding

Hieronder volgt eerst een overzicht van de morfologische processen die een rol spelen in het intergetijdegebied. Daarna wordt kort ingegaan op de morfologische situatie in de Westerschelde. Tot slot komen de in ESTMORF gebruikte empirische relaties voor de evenwichtshoogte van het lage en het hoge intergetijdegebied in de Waddenzee aan de orde.

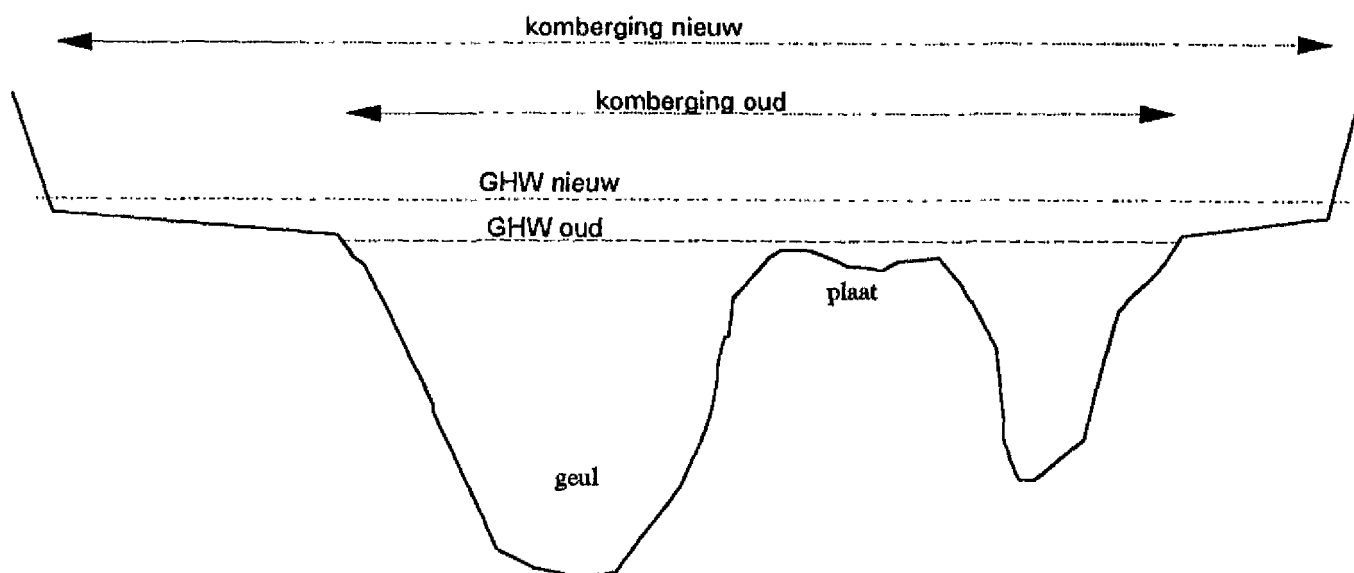
2.2 Feed-back mechanismen en de evenwichtshoogte in het intergetijdegebied

De evenwichtshoogte van het intergetijdegebied is gedefinieerd als gemiddelde hoogte die in het intergetijdegebied wordt bereikt wanneer de verhouding tussen de opbouwende en afbrekende plaatprocessen in balans zijn. De opbouw wordt vooral verricht door getijstromingen die zand vanuit de geul aanvoeren. De afbraak is het gevolg van golfaanval en laterale erosie door migratie van (kortsluit-)geulen. Overigens is de gemiddelde plaathoogte het resultaat van een groot aantal individuele platen met verschillende gemiddelde plaathoogten.

De verhouding tussen opbouw en afbraak is onder andere, via de getijstromingen, sterk afhankelijk van de komberging. Een toename van de komberging, en daarmee van het getijvolume, heeft in het algemeen een toename van de zandaanvoer naar het intergetijdegebied tot gevolg en vice versa. Dit is als volgt te verklaren: door toename van de komberging neemt het getijvolume, en daarmee de getijstromingen, toe. Voor het nieuwe getijvolume zijn de geulen te krap. Op termijn verruimen daardoor de geulen. Hierdoor is er in de geulen een overschot aan sediment, dat voor een deel in het intergetijdegebied terecht komt. Dit proces heft zichzelf gedeeltelijk op: door de toename van zandvolumes in de het intergetijdegebied wordt de komberging weer minder groot (feed-back mechanisme). Overigens is dit een van de mogelijke scenario's: het kan bijvoorbeeld voorkomen dat er ondanks het uitruimen van de geulen het systeem een zandtekort heeft. Dit heeft als gevolg dat de platen niet in gemiddelde hoogte zullen toenemen.

De komberging in een estuarium wordt verminderd door inpolderingen en de 'natuurlijke' verlanding van een estuarium. Vergroting van de komberging in een estuarium wordt veroorzaakt door zeespiegelstijging (figuur 2.1), een vergroting van het getijverschil en door een snellere verplaatsing van de getijgolf, waardoor er een efficiëntere vulling van het kombergingsvolume optreedt. Een meer efficiënte vulling van een estuarium kan het gevolg zijn van de afname van wrijvingsverliezen door verdieping van de geulen en door het afsluiten van grote zijtakken, zogenaamde kombergingsgebieden (Pieters, 1993). Of een vergrote komberging leidt tot een permanente toename van de getij-debieten hangt daarbij af van de geometrie van het estuarium.

Het getij is de drijvende kracht voor de morfologische veranderingen in een estuarium, zoals de Schelde. Het getij is globaal te karakteriseren met het getijverschil, MSL of met GHW en GLW. Hieronder wordt beschreven welke effecten veranderingen in het getijverschil, het MSL, GHW en GLW kunnen hebben op de hoogte van het intergetijdegebied.



Figuur 2.1 Kombergingsvergroting door de stijging GHW als gevolg van een toename van MSL

- Getijverschil: een toename hierin kan, zoals hier boven beschreven staat, en mits voldoende zand aanwezig is, een verhoging van het intergetijdegebied tot gevolg hebben;
- MSL: zoals hierboven al staat aangegeven kan een toename van MSL, via een verhoging van GHW, een vergroting van de komberging tot gevolg hebben. De toename van de komberging hangt vooral af van de geometrie van het dwarsprofiel van het estuarium: een geringe verhoging van MSL kan veroorzaken dat er door laterale uitbreiding van het kombergingsoppervlak een sterke vergroting van de kombering ontstaat zonder dat de geuldoorsnede initieel noemenswaardig toeneemt.
- GHW: GHW is limiterend voor de hoogte waartoe platen door de stroming kunnen worden opgebouwd. Een verhoging van de GHW kan een hogere gemiddelde hoogte van het intergetijdegebied tot gevolg hebben, mits er voldoende zand is; overigens geldt de limiterende werking van GHW met name voor het hoge deel van de platen;
- GLW: de invloed op de hoogte van het intergetijdegebied door GLW is onduidelijk.

Met nadruk moet hier vermeldt worden dat bovenstaande benadering, waterbeweging die morfologische veranderingen genereert, maar één kant van het verhaal is. De invloed van de morfologie op de waterbeweging is ook zeer belangrijk maar wordt hier onderbelicht.

2.3 Ontwikkelingen getijvolume en hoogte van het intergetijdegebied in de Westerschelde

Getijvolume

In de Westerschelde is in de periode 1930 - 1993 het getijvolume met ongeveer 5% toegenomen (Svasek, 1994). Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door een effectiever gebruik van de komberging, die beter gevuld werd. Daarnaast zal ook een toename van het getijverschil een rol hebben gespeeld. Voor 1970 was de effectievere vulling vooral een gevolg van inpolderingen; na 1970 was de effectievere vulling vooral veroorzaakt door het verdiepen van de geulen (Svasek, 1994). Het exacte aandeel van beide ontwikkelingen in de vergroting van de getijvolumina is onbekend.

De configuratie van de geulen en de platen in de Westerschelde is tussen 1955 en 1992 veranderd. In deze periode is een clustering van kleinere platen tot plaatcomplexen opgetreden. Deze plaatcomplexen worden minder door kortsluitgeulen doorsneden. Door deze clustering kunnen de platen waarschijnlijk een hogere gemiddelde hoogte bereiken. Het komt er op neer dat de geulen en de platen meer van elkaar gescheiden zijn geraakt. Waarschijnlijk heeft dit ook invloed op de hier boven genoemde effectievere verplaatsing van de getijgolf door afname van wrijvingsverliezen.

Natuurlijke ontwikkeling vs. menselijke ingrepen

De morfologie van de Westerschelde is ten oosten van Baarland uit evenwicht. Deze verstoring wordt veroorzaakt door bagger- en stortwerk, dat vooral sinds 1970 van grote omvang is. Het intergetijdegebied neemt in gebieden waar veel gebaggerd wordt in hoogte af en in gebieden waar veel gestort wordt in hoogte toe (Pieters et al., 1991).

Het evenwicht van de morfologie van het westelijk deel van de Westerschelde is vergeleken met het oostelijk deel nauwelijks verstoord. De verandering in de hoogte van het intergetijdegebied kon daardoor op een min of meer natuurlijke wijze plaatsvinden.

Intergetijdegebied: platen en slikken en schorren

Het intergetijdegebied van de Westerschelde bestaat uit de morfologische eenheden platen, slikken en schorren. De platen zijn het meest dynamisch, de schorren het minst. Platen zijn volledig door water omringt; slikken en schorren zijn aan één zijde door een dijk begrensd. Deze verschillen in ligging verklaren ook het verschil in dynamiek.

In de Westerschelde zijn de platen (Huijs, 1995) en de schorren in de loop van deze eeuw verhoogd. Over de ontwikkeling van de slikken is weinig bekend, vooral door gebrek aan gegevens. Uit onderzoek (De Jong et al., 1993; Tank, 1994) blijkt dat op verschillende lokaties in de Westerschelde de gemiddelde hoogte van de slikken is afgenomen.

Op slikken domineren waarschijnlijk andere morfologische processen dan op platen. Hierdoor hoeft de ontwikkeling van de slikken niet gelijk te zijn aan die van de platen. In buitenbochten worden de slikken geërodeerd en kunnen door de aanwezigheid van de dijken niet lateraal uitbreiden. Dit heeft vermindering van het slikoppervlak tot gevolg. Ook kunnen klei- en veenbanken de ontwikkeling van de slikken limiteren.

2.4 Evenwichtshoogte in de Waddenzee

In het huidige ESTMORF worden twee empirische relaties voor de evenwichtshoogte van het intergetijdegebied gebruikt. Deze zijn door Eysink (1992) opgesteld voor de Waddenzee:

$$H_h = \Delta h_l + \frac{0.165}{1 + 10^{-8} A_b} \Delta h_h \quad (1)$$

en

$$H_l = 0.347 \Delta h_l \left(1 + \frac{1}{1 + 10^{-8} A_b} \right) \quad (2)$$

waarin:

- H_h = evenwichtshoogte van het hoge deel van het intergetijdegebied, gemeten vanaf GLW (m)
- H_l = evenwichtshoogte van het lage deel van het intergetijdegebied, gemeten vanaf GLW (m)
- Δh_l = verschil tussen MSL en GLW (m)
- Δh_h = verschil tussen GHW en MSL (m)
- A_b = totale oppervlakte van het bassin (m²)

In deze empirische relaties is de evenwichtsplaathoogte behalve van verschillen tussen karakteristieke getijniveau's omgekeerd evenredig met het oppervlak van het bassin (A_b). De Waddenzee kan namelijk onderverdeeld worden in verschillende bassins die horen bij de verschillende stroomgebieden van de verschillende zeegaten.

De Waddenzee is een ander soort getijdegebied dan de Westerschelde. Met name de geometrie van beide systemen verschilt sterk. In de Waddenzee dringt het vloedvolume vanuit verschillende zeegaten het zich vertakkende geulsysteem binnen. De verschillende vertakkende systemen sluiten vrijwel nooit kort. In de Westerschelde daarentegen is er maar één zeegat van waaruit de vloedgolf het estuarium inloopt. Het water verplaatst zich in een, twee of drie, evenwijdig aan elkaar lopende, geulen. Deze geulen worden veelvuldig kortgesloten.

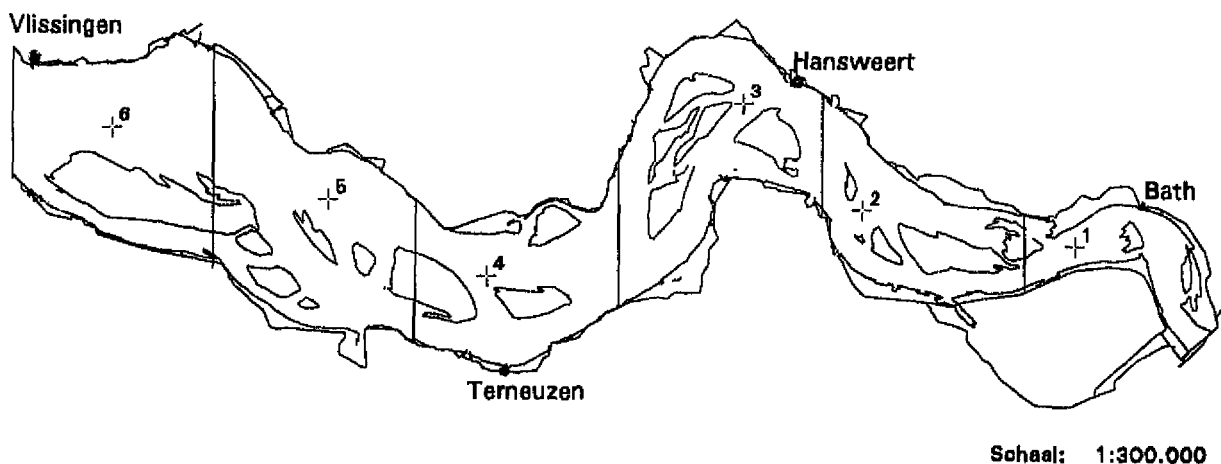
Door de grote verschillen, in de geometrie, zal het patroon en de intensiteit van de processen die de plaathoogte bepalen in de Waddenzee en de Westerschelde verschillen. Het is dan ook zeer aannemelijk dat de bovengenoemde relaties voor de Westerschelde niet opgaan. Daarom is getracht voor de Westerschelde op empirische wijze het verband tussen plaathoogte en getij vast te stellen.

3 Methode

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden eerst de gebruikte morfologische en waterstandsgegevens beschreven. Daarna volgt de definitie van de verschillende parameters. Uiteindelijk volgt een korte foutendiscussie.

De gemiddelde hoogtes van het intergetijdegebied zijn berekend per lodingsvak, en daarnaast ook van het westelijk (vak 4, 5 en 6) en het oostelijk (vak 1, 2, 3) deel van de Westerschelde (figuur 3.1). In deze figuur zijn ook de meetstations van de waterstanden in de Westerschelde weergegeven.



Figuur 3.1 Indeling lodingsvakken en meetstations waterstanden Westerschelde

3.2 Gegevens

Morfologie

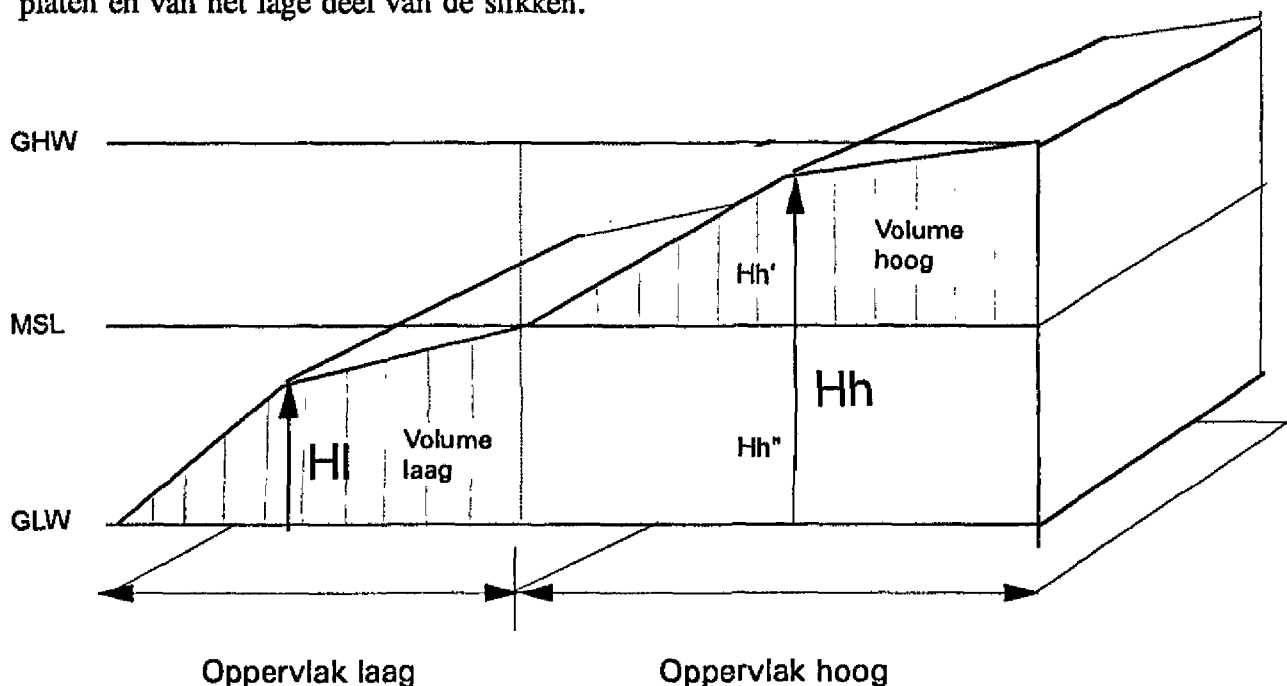
De morfologische gegevens zijn afkomstig van vaklodingen van de Westerschelde die vanaf 1955 tot en met 1992 met grote regelmaat zijn verricht. Een gedeelte van deze gegevens is digitaal aanwezig en geïnterpoleerd tot bodemschematisaties met pixels van 20 x 20 m. Een overzicht van de voor dit onderzoek gebruikte bodemschematisaties is te vinden in de tabel in bijlage A.

Uit de bodemschematisaties kon met behulp van Arc/Info de kombergingsgrafiek worden bepaald. De kombergingsgrafiek is berekend voor elk lodingsvak en voor de drie oostelijke en de drie westelijke vakken in de Westerschelde (figuur 3.1) tezamen, zodat globaal ook een indruk te verkrijgen is van de ruimtelijke variatie van de parameters. De kombergingsgrafiek bevat per diepteniveau het oppervlak van het gebied onder dat niveau en het watervolume onder dat niveau.

Uit deze gegevens is de gemiddelde hoogte van het intergetijdegebied berekend. De

gemiddelde hoogte is berekend ten opzichte van een bewegend kader, dus ten opzichte van een in ruimte en tijd variërende GLW, MSL en GHW. Tevens is de gemiddelde hoogte ten opzichte van een vast kader: de waarden voor GLW, MSL en GHW zijn in ruimte en tijd constant gehouden. In dit geval is GLW NAP -2.5 m, MSL NAP 0 m en voor GHW NAP 2.5 m.

Overigens is niet in elk vaklodingsjaar het intergetijdegebied volledig vastgelegd met hoogtemetingen. Van de platen ontbraken van enkele jaren soms kleine delen en deze zijn aangevuld met materiaal van de in de tijd meest nabijgelegen jaren. De schorren en de hogere delen (boven NAP 0 m) van de slikken zijn sporadisch gemeten. Daardoor kon er geen nauwkeurige indruk gekregen worden van de ontwikkeling van de hoogte van de hoge delen van de slikken en de schorren. Deze gebieden zijn derhalve niet gebruikt in de beschrijving en analyse. De gemiddelde hoogte is dus berekend van het hoge en het lage deel van de platen en van het lage deel van de slikken.



Figuur 3.2 Schematisch overzicht van het intergetijdegebied en van de variabelen gebruikt in de definitie van de gemiddelde hoogte

Waterstanden

Waterstandgegevens zijn afkomstig van vier meetstations langs het Nederlands deel van de Westerschelde die over de gehele periode van 1951 tot en met 1993 in werking waren (Tienjarige overzichten en Jaarboeken der waterhoogten). Het betreft van oost naar west: Bath, Hansweert, Terneuzen en Vlissingen (figuur 3.1). De hier gebruikte waterstanden zijn jaargemiddelde waarden van GHW, GLW, het getijverschil en de gemiddelde waterstand (MSL).

Van 1981 tot en met 1985 ontbraken in de bronnen de waarden voor MSL in de vier meetstations. Er is een schatting van MSL in deze jaren gemaakt door deze te interpoleren. De ontbrekende waarden voor MSL in Bath van voor 1971 zijn door extrapolatie van de

gegevens tussen 1971 en 1993 verkregen.

3.3 Definitie gemiddelde plaathoogte

Het model ESTMORF gebruikt de evenwichtshoogte van het hoge en het lage deel van het intergetijdegebied om de hoogteontwikkeling ervan te berekenen (Karssen en Wang, 1993). Het hoge deel van het intergetijdegebied wordt daarbij gedefinieerd als het deel dat tussen MSL en GHW ligt en het lage deel van het intergetijdegebied is als dat deel dat tussen GLW en MSL ligt.

Bij het opstellen van de evenwichtsrelaties voor de hoogte van het intergetijdegebied wordt gebruikt gemaakt van de gemiddelde hoogte berekend uit de metingen. Omdat in de bodemschematisaties veelal gegevens van de slikken boven NAP 0 m ontbraken zijn de evenwichtsrelaties voor het hoge en lage intergetijdegebied bepaald met de gemiddelde hoogte van de hoge en lage platen. Er wordt ervan uitgegaan dat deze relatie voor het gehele intergetijdegebied, dus ook voor de slikken, geldt. Ter controle is ook een evenwichtsrelatie van het lage deel van het slik berekend.

Hieronder wordt met behulp van figuur 3.2 de gemiddelde hoogte van het hoge en het lage deel van het intergetijdegebied gedefinieerd. Het referentievlak is daarbij GLW.

Gemiddelde hoogte van het hoge deel van het intergetijdegebied, H_h :

$$H_h = H_{h'} + H_h$$
$$H_h = H_{h'} + \text{vol}_{\text{hoog}} / \text{opp}_{\text{hoog}}$$

Gemiddelde hoogte van het lage deel van het intergetijdegebied, H_l :

$$H_l = \text{vol}_{\text{laag}} / \text{opp}_{\text{laag}}$$

waarin:

- H_h = gemiddelde hoogte van het hoge deel van het intergetijdegebied ten opzichte van MSL (m);
- $H_{h'}$ = hoogte verschil tussen GLW en MSL (m);
- Vol_{hoog} = zandvolume tussen MSL en GHW (m^3);
- Opp_{hoog} = oppervlak van het zandlichaam op MSL (m^2);
- Vol_{laag} = zandvolume tussen GLW en MSL (m^3);
- Opp_{laag} = oppervlak van het zandlichaam op GLW (m^2).

Voor alle duidelijkheid: de gemiddelde hoogte van de lage platen en de lage slikken is afgeleid van het volume en oppervlak dat hoort bij de zone tussen MSL en GLW. Dus van de 'kraag' rondom de kern van de lage platen en lage slikken.

Bij de interpretatie van het verloop van de gemiddelde hoogte van de verschillende onderdelen van het intergetijdegebied dient met waakzaam te zijn! De gemiddelde hoogte is berekend tussen twee waterstanden en een verandering in de gemiddelde hoogte kan een gevolg zijn van een verandering van de profielvorm en/of van een verandering in de waterstand. Het is dus mogelijk dat volgens bovenstaande methode de gemiddelde hoogte

toeneemt terwijl in feite een verlaging is opgetreden van het intergetijdegebied. In bijlage J illustreert dit probleem.

De berekening van de gemiddelde hoogte ten opzichte van een bewegend kader van de lage delen van de slikken leverde daarbij een probleem op. Dit werd veroorzaakt doordat er alleen hoogtegegevens aanwezig waren onder NAP 0 m, terwijl MSL in veel gevallen net iets boven NAP lag. Dit probleem is opgelost door het slikvolume tussen NAP 0 m en MSL te schatten door aan te nemen dat de hoogte van het slik (en schor) tussen de NAP-lijn en de dijkteen lineair tot NAP 2.5 m toeneemt.

3.4 Foutendiscussie

Morfologie

Vaklodgingen bevatten zowel stochastische als systematische fouten (Storm et al., 1994). Bij inhoudsberekeningen (komberging) middelen stochastische fouten uit. Systematische fouten middelen daarentegen bij inhoudsberekeningen nooit uit. De systematische fouten kunnen, afhankelijk van de grootte van het beschouwde oppervlak oplopen van enkele centimeters voor de gehele Westerschelde tot enkele decimeters voor kleinere oppervlakken (Storm et al., 1994).

Het eerder genoemde aanvullen van de hoogtegegevens die ontbreken op platen met gegevens uit de meest nabijgelegen jaren is beperkt tot kleine gebieden en tot maar enkele jaren. Het meest kwam dit voor in vak 6. De hierdoor ontstane fout in de berekende parameters wordt klein verondersteld.

Het schatten van de hoogte van de slikken tussen 0 m NAP en MSL door aan te nemen dat het slik tot de dijk lineair tot 2.5 m NAP toeneemt levert een onbekende, maar naar verwachting kleine, fout op omdat het een relatief klein volume betreft. Er is niet onderzocht hoe groot deze fout is, maar deze methode leidt waarschijnlijk tot een onderschatting van de gemiddelde hoogte.

De grote van de fout in de gemiddelde hoogte van het hoge en lage deel van het intergetijdegebied zal variëren van enkele centimeters tot enkele decimeters.

Waterstanden

De waterstandsgegevens van de Westerschelde zijn op de vier meetstations ontleend aan een peilschrijver (behalve Bath: tot 1958 werd daar gebruikt gemaakt van een peilschaal). Een peilschrijver registreert continu de waterstand in tegenstelling tot een peilschaal die op karakteristieke waterstanden (GHW, GLW, etc.) wordt afgelezen. Er is niet onderzocht welke fouten in de waterstanden door een peilschrijver kunnen optreden. De fout in de jaargemiddelde waterstanden wordt geschat 1 à 5 cm.

De interpolatie van MSL voor de vier meetstations in de periode 1981 - 1985, zoals in paragraaf 3.2 genoemd, levert een onbekende fout op. De extrapolatie van MSL-waarden voor 1971 in Bath levert ook een onbekende, en naar verwachting, grote fout op.

4 Beschrijving

4.1 Inleiding

In de hierna volgende paragrafen wordt eerst kort de ontwikkeling van het volume en het oppervlak van het intergetijdegebied beschreven. Vervolgens komt uitgebreid de ontwikkeling van de gemiddelde hoogte van de platen en van het lage deel van het slik in de periode van 1955 tot en met 1992/93 aan de orde. Bij de beschrijving wordt het oostelijk en het westelijk deel van de Westerschelde apart beschouwd. Eventueel wordt dit beeld aangevuld met de ontwikkeling van de hoogte in de afzonderlijke vakken. Vervolgens vindt een beschrijving plaats van de getijontwikkeling in de Westerschelde tussen 1951 en 1993.

4.2 Ontwikkeling van het volume en oppervlak in het intergetijdegebied

De grafieken die de ontwikkeling van het volume en het oppervlak ten opzichte van een bewegend kader beschrijven zijn te vinden in respectievelijk bijlage B en bijlage C. Het volume en het oppervlak van de hoge platen nemen in het westen en oosten het meest toe in de periode 1955 - 1992/3. De lage platen nemen in zowel het westen als het oosten in volume toe, maar nemen in oppervlak af zoals in het westen, of zijn in oppervlak constant, zoals in het oosten. Het gevolg hiervan is een versteiling van het profiel van het lage deel van de platen. Het lage deel van het slik is in volume vrij constant, evenals het oppervlak.

4.3 Ontwikkeling van de gemiddelde hoogte van het intergetijdegebied

De gemiddelde hoogte van de platen en de slikken wordt ten opzichte GLW, MSL en GHW, dus ten opzichte van een in ruimte en tijd bewegend kader, beschreven. Het gaat dus om relatieve veranderingen. De hoogteontwikkeling is ook berekend ten opzichte van een vast kader. De verschillen tussen deze berekeningen worden aan het eind van deze paragraaf kort besproken.

In bijlage D is de ontwikkeling van de hoogte van de platen en de slikken per vak te zien ten opzichte van een bewegend kader. De ontwikkeling ten opzichte van een vast kader is te vinden in bijlage E.

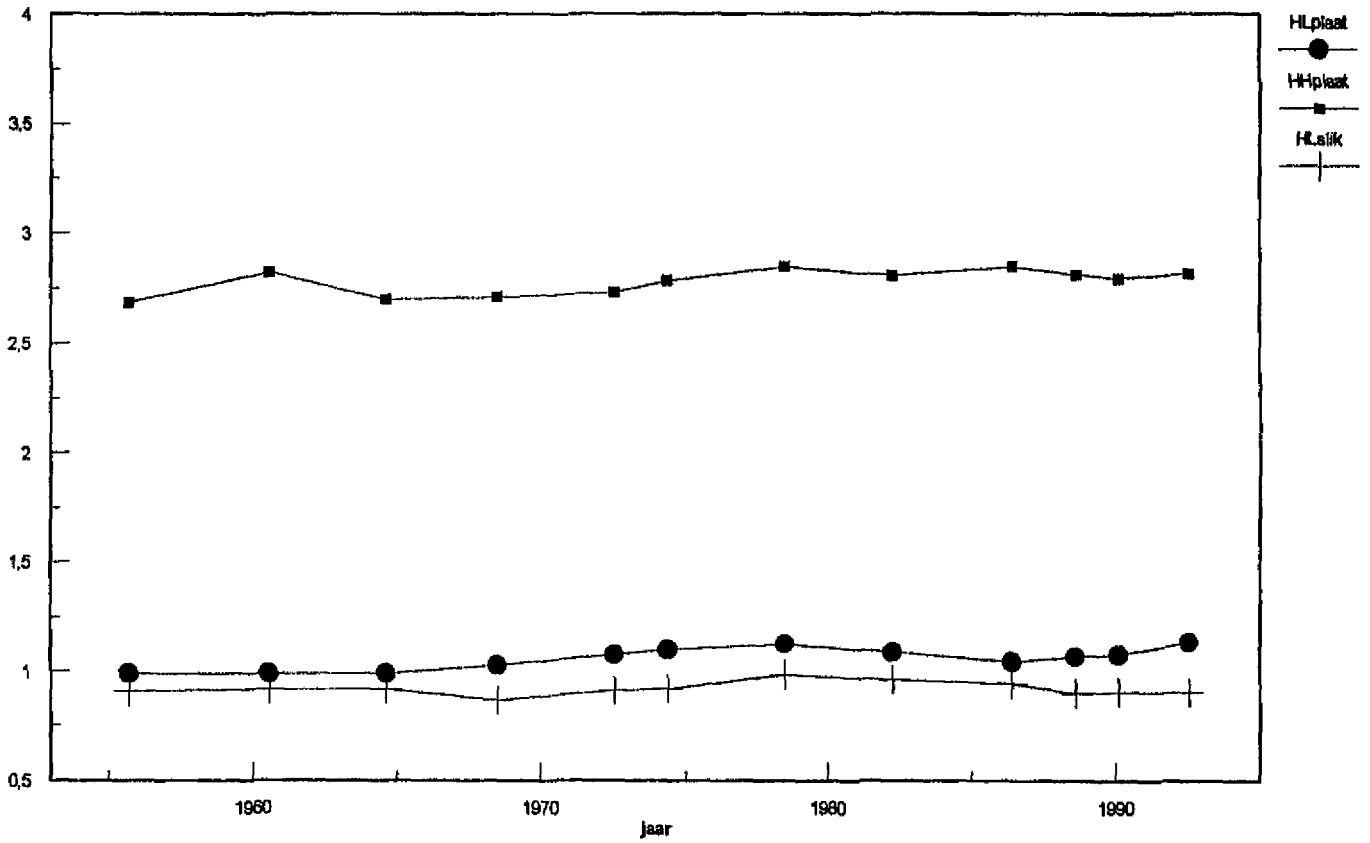
Bewegend kader - Gemiddelde hoogte van het hoge deel van de platen (H_{hp})

In het westelijk deel van de Westerschelde neemt de hoogte van de hoge platen ten opzichte van GLW in de periode 1955 - 1992 geleidelijk toe met ongeveer 0.2 m (figuur 4.1.a). In het oostelijk deel stijgt de hoogte in dezelfde periode met ruim 0.8 m (figuur 4.1.b). Opvallend is in het oosten de bijzonder sterke toename tussen 1967 en 1977: ruim een 0.5 m van de totale toename in de gehele periode vindt dan plaats.

Bij beschouwing van de hoogteontwikkeling in de afzonderlijke vakken valt op dat de drie westelijke vakken alle drie netto in hoogte toenemen in de periode 1955-1992 (figuur 4.2.a t/m c). Het sterkst is deze toename in vak 4: ongeveer 0.3 m. In het oosten neemt de gemiddelde hoogte van vak 2 en 3 toe. In vak 1 heeft tussen 1955 en 1987 juist verlaging van de gemiddelde hoogte plaatsgevonden met meer dan 0.7 m. Na 1987 is deze verlaging in het gebied weer met omhoog gekomen met 0.8 m.

Westerschelde West vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de platen (tussen GLW en GHW) en slik (tussen GLW en MSL)
 1955 - 1992

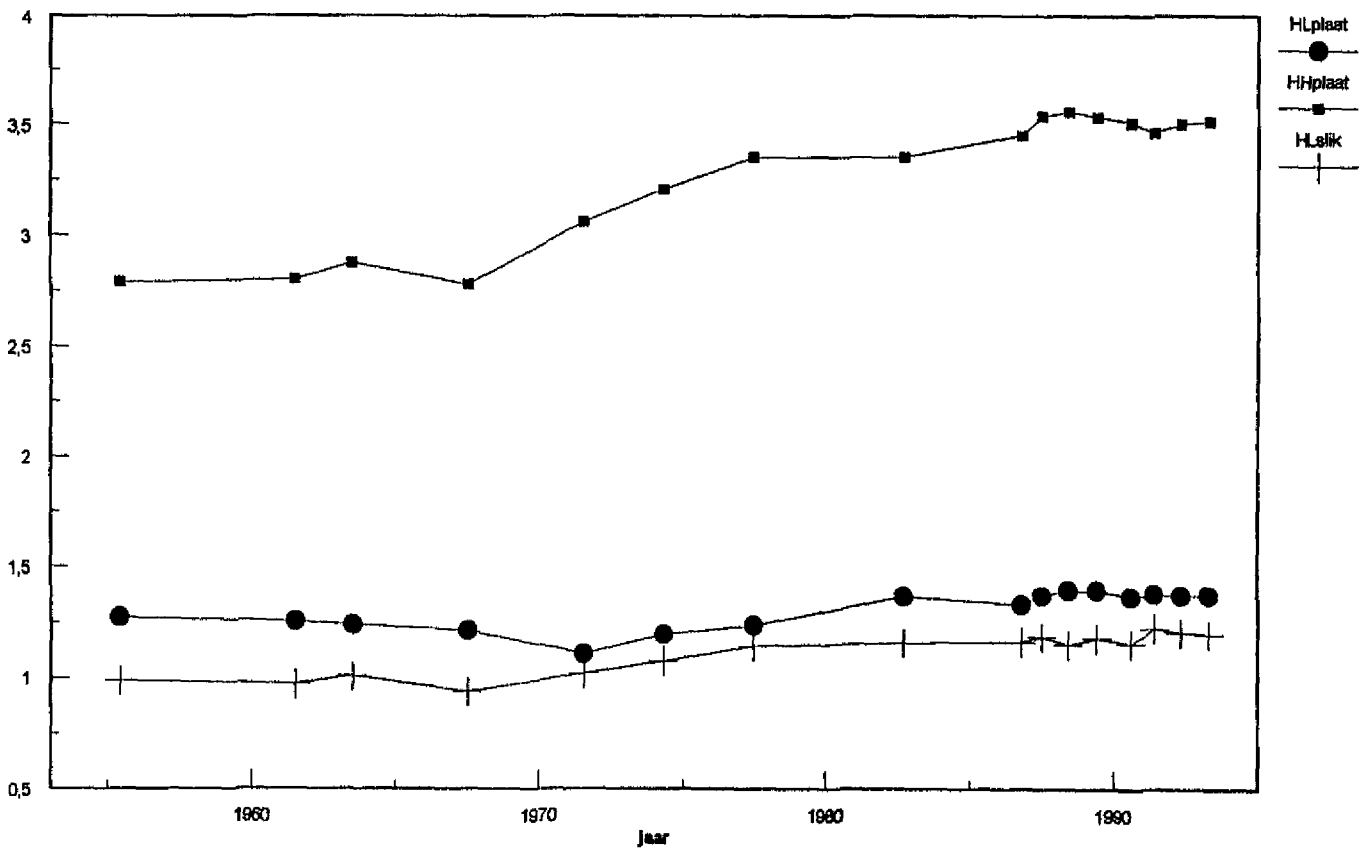
hoogte tov GLW (m)



Figuur 4.1 a

Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Gemiddelde hoogte van de platen (tussen GLW en GHW) en slik (tussen GLW en MSL)
 1955 - 1993

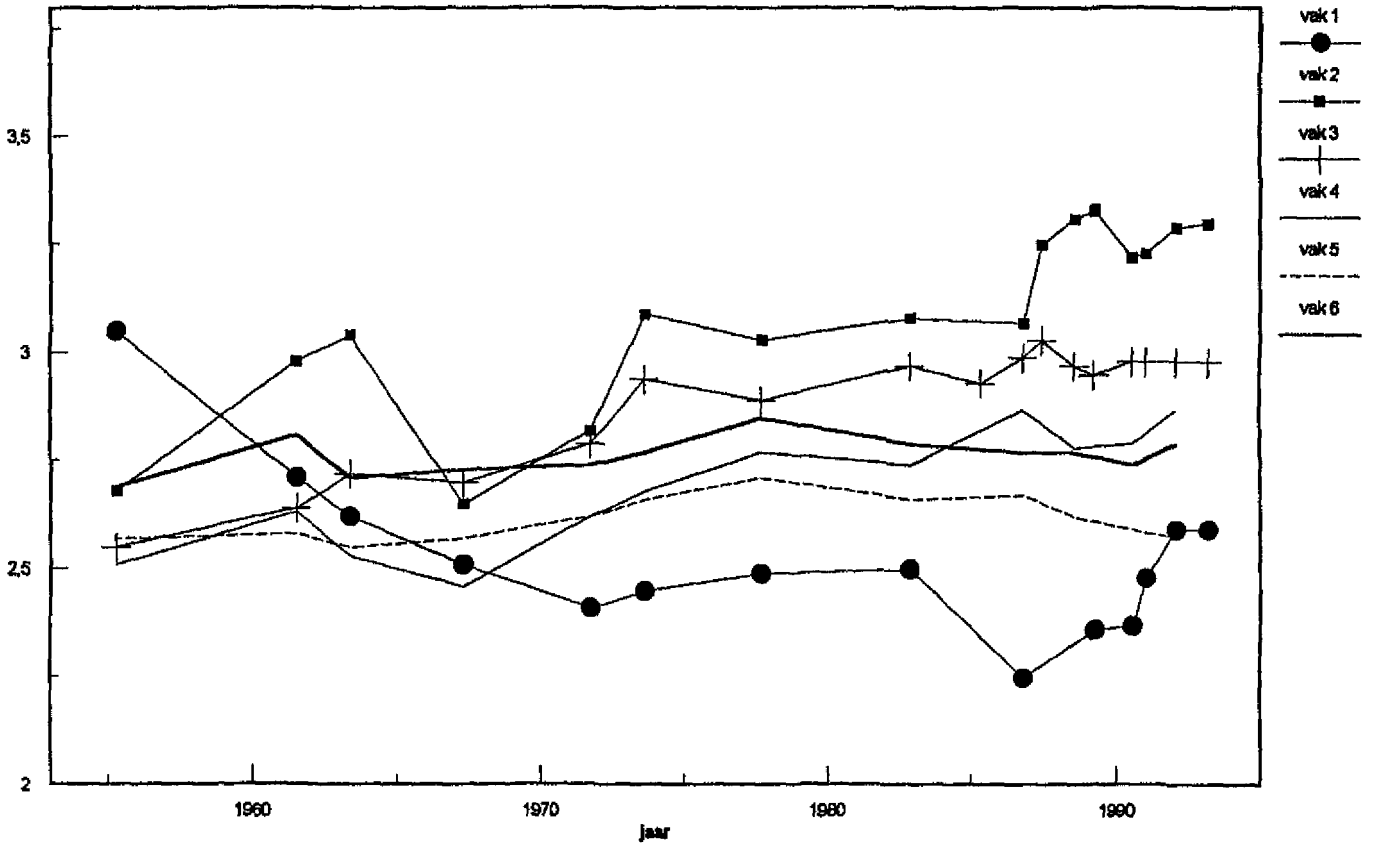
hoogte tov GLW (m)



Figuur 4.1 b

Westerschelde Vak 1 t/m 6
 Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen MSL en GHW; Hhp)
 1955 - 1993

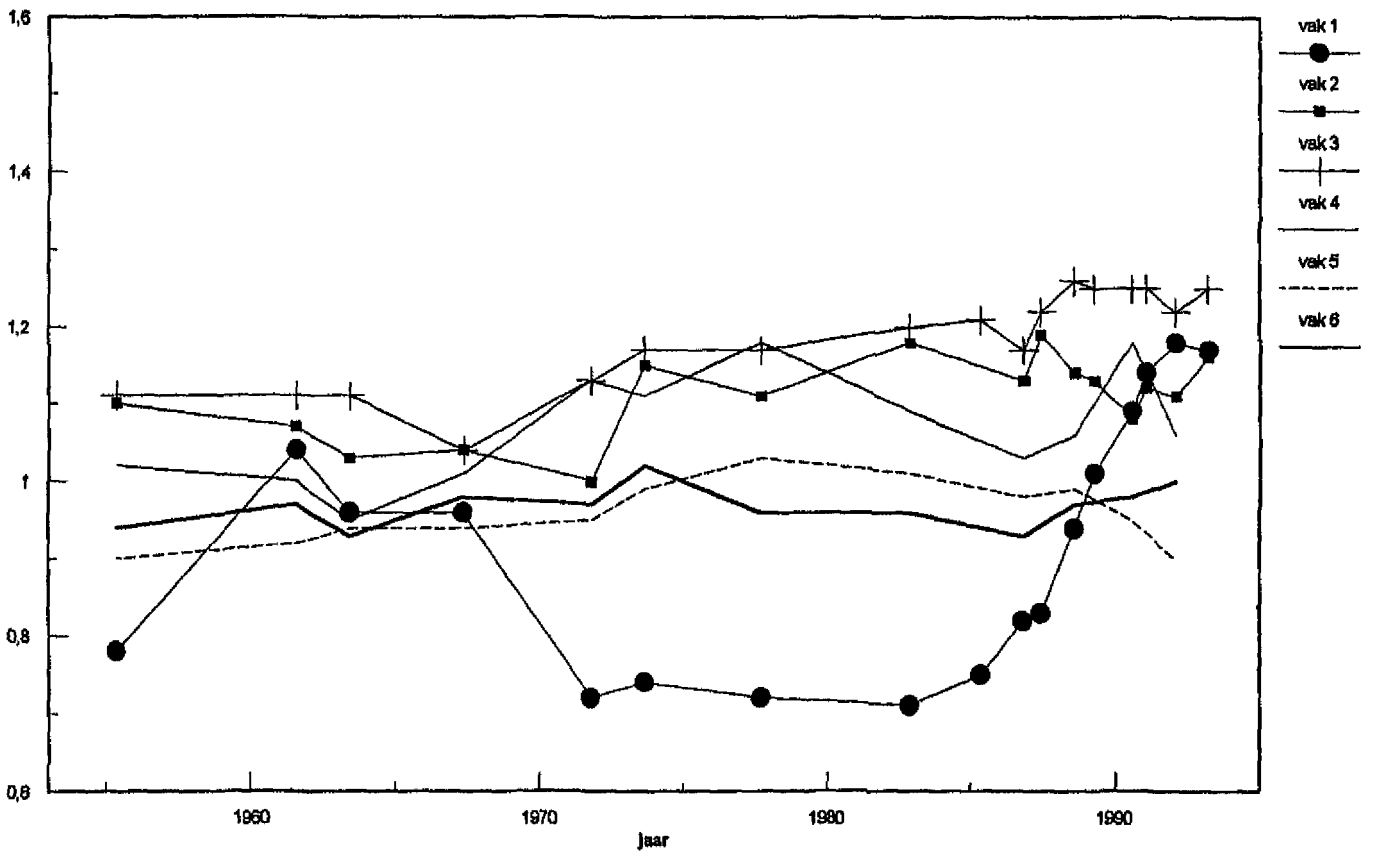
hoogte tov MSL (m)



Figuur 4.2.a

Westerschelde Vak 1 t/m 6
 Gemiddelde hoogte van de lage platen (tussen MSL en GLW; Hlp)
 1955 - 1993

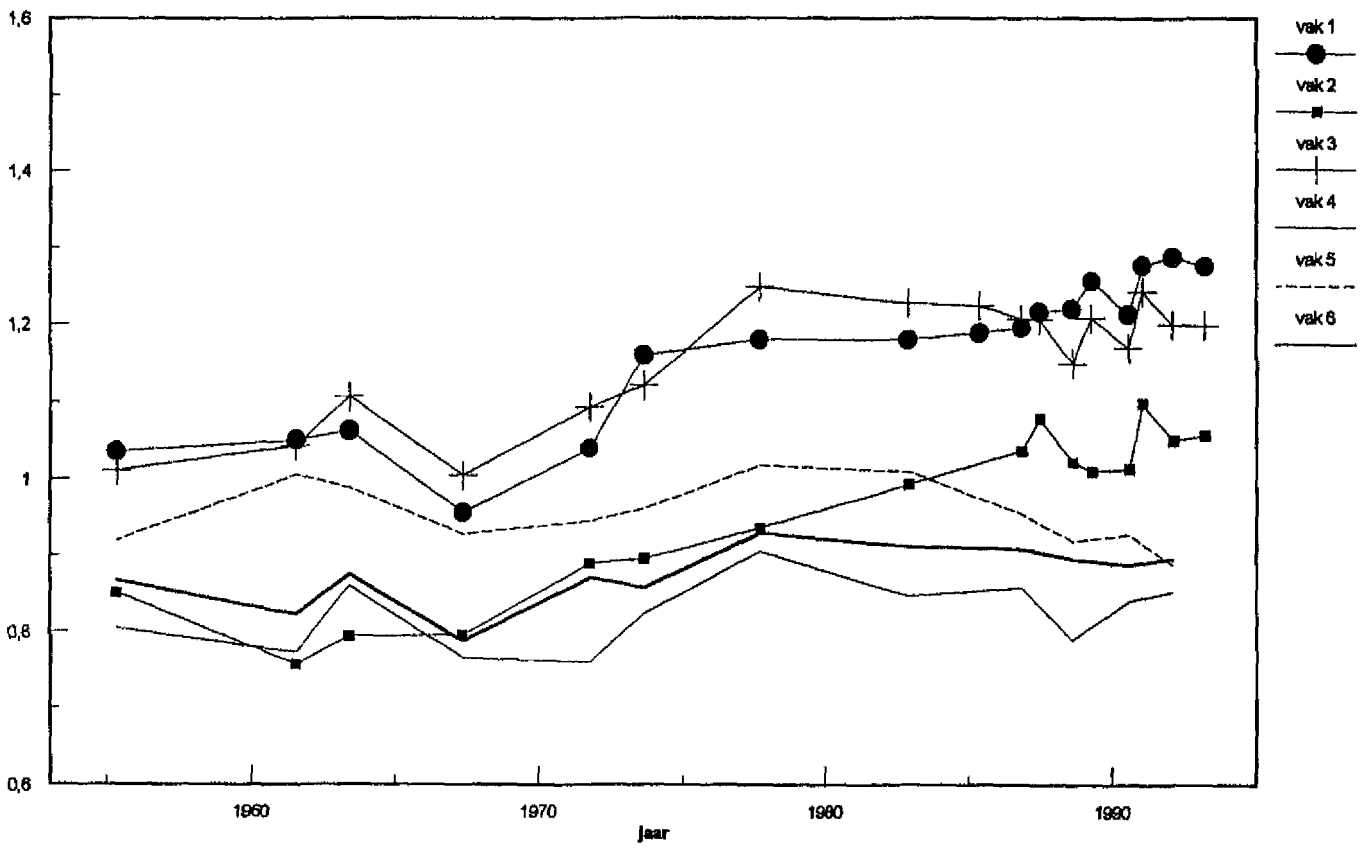
hoogte tov GLW (m)



Figuur 4.2.b

Westerschelde Vak 1 t/m 6
Gemiddelde hoogte van de lage slikken (tussen MSL en GLW; Hh)
1955 - 1993

hoogte tov GLW (m)



Figuur 4.2 c

Bewegend kader - Gemiddelde hoogte van het lage deel van de platen (H_{lp})

Het lage deel van de platen wordt zowel in het westen als het oosten geleidelijk hoger (figuur 4.1.a en b). In oosten is deze verhoging het sterkst, ongeveer 0.3 m, tegenover ongeveer 0.1 m in het westen. In het westen vindt netto toename van de gemiddelde hoogte in alle vakken plaats. In het oosten wijkt vak 1 af van de trend van algehele verhoging in het oosten (figuur 4.2.b). In vak 1 neemt de hoogte na 1968 eerst sterk af met ruim 0.3 m en blijft daarna tot ongeveer tot 1985 constant waarna er weer sterke verhoging plaatsvindt. De andere twee vakken in het oosten, vak 2 en 3, verhogen met ruim 0.1 m.

Bewegend kader - Gemiddelde hoogte van het lage deel van de slikken (H_{ls})

De lage delen van de slikken maken ongeveer een zelfde ontwikkeling door als de lage platen: ze nemen in hoogte toe. Wel liggen de slikken ongeveer 0.2 m lager dan de lage platen. Deze resultaten zijn strijdig met de in paragraaf 2.3 opgemerkte slikverlagingen. Het verschil kan verklaard worden doordat in de andere onderzoeken een gedeelte van de slikken, die voor schorren ligt, is beschouwd. En verder is hier sprake van het lage deel van het slik terwijl in de andere onderzoeken het gehele slik is beschouwd. De slikken laten één opvallend verschil zien met de platen: in vak 1 namelijk neemt tussen 1967 en 1985 het slik, niet zoals de lage en hoge platen, in gemiddelde hoogte af (figuur 4.2.c), maar het neemt gedurende de gehele periode juist gestaag in hoogte toe.

In het verloop van de gemiddelde hoogte van de hoge en de lage platen en van de lage slikken is met enige moeite een periodische beweging in de algemene, stijgende trend, te zien. Deze beweging treedt in vrijwel alle vakken, met name in het westen, op. Na een aanvankelijk maximum rond 1963 neemt de gemiddelde hoogte licht af, om vervolgens weer toe te nemen naar een nieuw maximum rond 1980. Daarna is vaak weer een geringe afname te constateren. Deze periodische beweging is het 'duidelijkst' waarneembaar in de hoogte van de hoge platen.

Vast kader - Verloop H_{lp} , H_{lp} , H_{ls}

De ontwikkeling van de gemiddelde hoogten ten opzichte van een vast referentiekader verlopen in grote lijnen identiek aan die ten opzichte van een bewegend kader (bijlage E).

4.4 Waterstanden

Het verloop van het GHW, GLW, het getijverschil en MSL in Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath tussen 1951 en 1993 is te vinden in bijlage F.

De GHW's nemen ten opzichte van NAP in de vier meetstations over de hele periode toe: in Vlissingen is deze toename het kleinst (0.2 m) en in Bath het grootst (0.3 m). De GLW's ten opzichte van NAP komen in Vlissingen, Terneuzen en Hansweert in de loop van de tijd ongeveer 0.1 m hoger te liggen. Opvallend is de ontwikkeling van het GLW in Bath: na een aanvankelijk verhoging neemt deze na 1970 af met ruim 0.2 m.

De veranderingen in de GHW's en de GLW's leiden per saldo tot een vergroting van het getijverschil. Bij alle vier meetstations neemt het getijverschil in grote toe. Het sterkst is deze toename in Bath na 1970; vooral door een daling van het GLW. In het verloop van het getijverschil is ook een periodische beweging te zien met maxima rond 1962 en 1980, de maxima van de 18.6-jarige cyclus in het getij.

Het MSL ten opzichte van NAP neemt bij de vier peilstations toe tussen 1951 en 1993.

Een gedeelte van de absolute toename van GHW en GLW is het gevolg van de stijging van MSL: hierdoor komt het verticale getijvenster ten opzichte van NAP hoger te liggen. Een ander gedeelte van de absolute toename van GHW en GLW wordt veroorzaakt door toename van het getijvolume, waardoor de vorm van de getijgolf in de Westerschelde verandert. Deze trends zijn al ruim 100 jaar waarneembaar (bijlage F.3).

5 Resultaten onderzoek empirische relaties

5.1 Inleiding

De gemiddelde hoogte van de hoge en lage delen van het intergetijdegebied zijn gecorreleerd met de volgende getijkarakteristieken: het getijverschil, GHW en MSL. GLW is niet gebruikt omdat het fysisch verband tussen het GLW en de hoogte van het intergetijdegebied onduidelijk was. Daarnaast is ook het verloop van de ratio van de gemiddelde hoogte en het getijverschil onderzocht.

De empirische relaties zijn opgesteld voor het relatief ongestoorde westelijke deel van de Westerschelde: vak 4 tot en met 6. Ter controle en ter inzicht zijn deze relaties vergeleken met die relaties voor het oostelijk deel (vak 1 tot en met 3).

Dezelfde relaties als ten opzichte van een bewegend kader zijn ook opgesteld voor een vast kader. In paragraaf 5.3 zal kort worden ingegaan op de resultaten daarvan.

5.2 Bewegend kader

getijken merk	West				Oost			
	Bijl.	H_{hp}	H_{lp}	H_{ls}	Bijl.	H_{hp}	H_{lp}	H_{ls}
getijver	G.1	0.71	0.56	0.40	I.1	0.59	0.42	0.66
GHW	G.2	0.69	0.38	0.06	I.2	0.48	0.56	0.44
MSL	G.3	0.36	0.31	0.01	I.3	0.00	0.27	0.00

Tabel 4.1 Overzicht van de correlatiecoëfficiënten (R^2) ten opzichte van een bewegend kader voor het westen en het oosten

Gemiddelde hoogte van de hoge platen

De gemiddelde hoogte van de hoge platen heeft in het westen een matige correlatie met het getijverschil (figuur 5.1) en GHW (tabel 4.1). Met MSL is de correlatie zwak. In het oosten is de sterkste correlatiecoëfficiënt met het getijverschil.

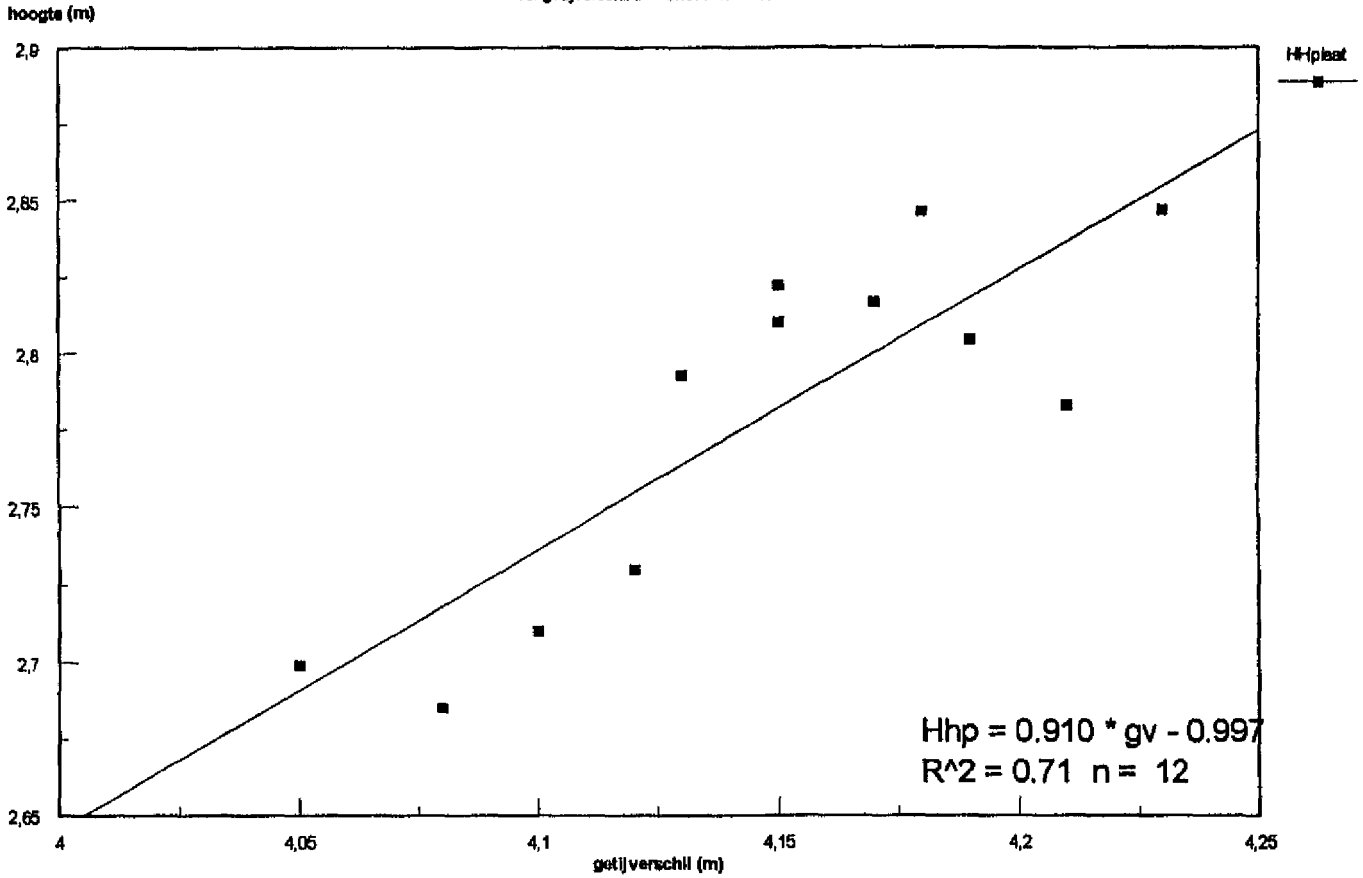
De trend van de ratio (figuur 5.2.a en b) tussen de gemiddelde hoogte van de hoge platen en van het getijverschil is in de hele periode (1955 - 1992) constant (0.61). In het oosten is deze ratio verre van constant: tussen 1955 en 1992 neemt deze toe van 0.65 tot 0.87.

Gemiddelde hoogte van de lage platen

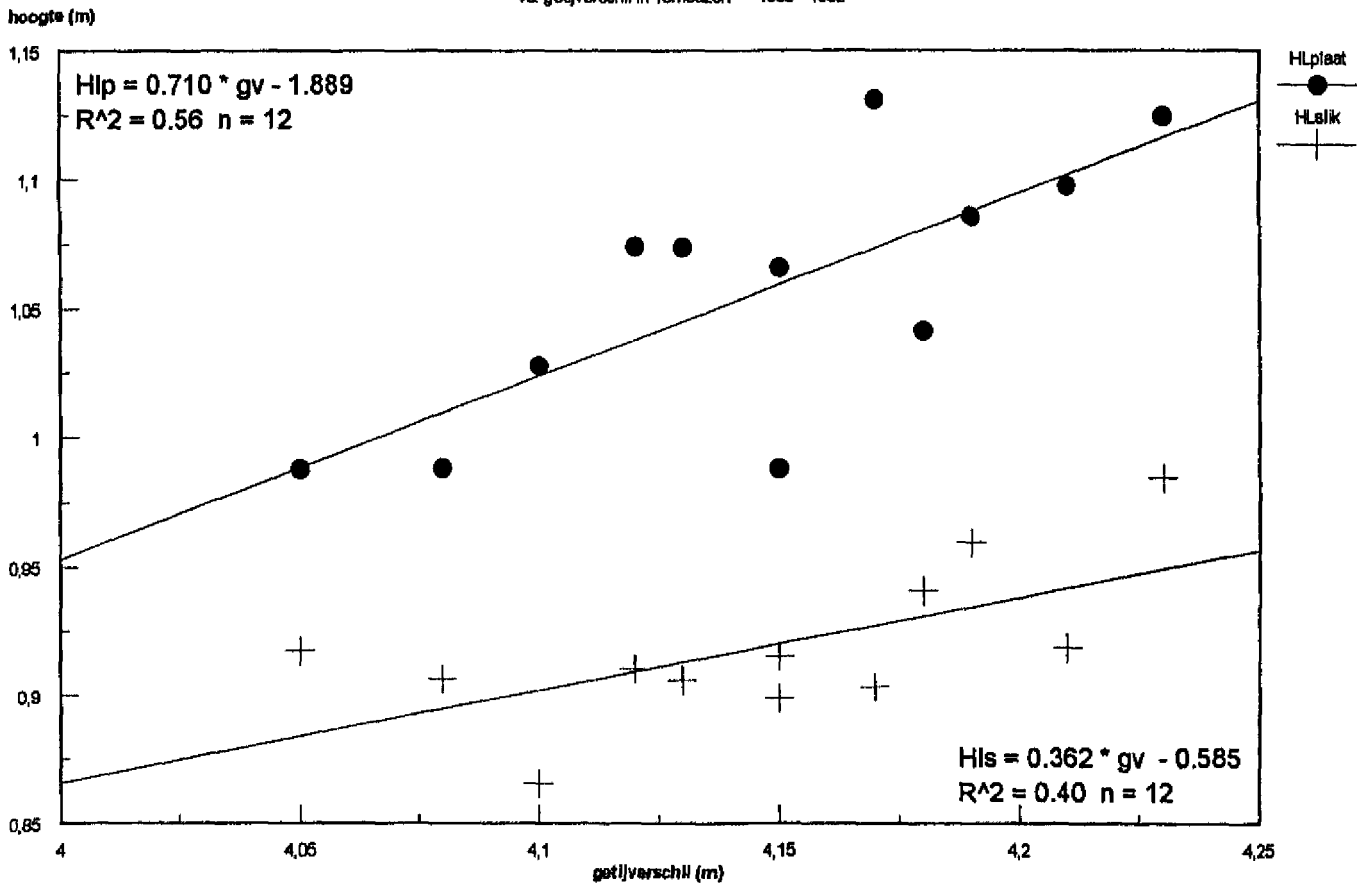
De gemiddelde hoogte van de lage platen is in het westen het sterkst gecorreleerd met het getijverschil ($R^2 = 0.56$) (figuur 5.1). In het oosten is de beste correlatie van de gemiddelde hoogte van de lage platen met GHW. MSL correleert met de gemiddelde hoogte van de lage platen in het westen als het oosten slecht.

De trend van de ratio (figuur 5.2.a en b) tussen de gemiddelde hoogte van de lage platen en het getijverschil is in het westen in de periode 1955 - 1992 licht toenemend: van 0.22 tot 0.24 met als gemiddelde 0.23. In het oosten is de stijging van deze ratio groter (van 0.28 tot

Westerschelde West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen MSL en GHW)
 vs. getijverschil in Terneuzen 1955 - 1992



Westerschelde West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de lage platen en lage slikken (tussen MSL en GLOW)
 vs. getijverschil in Terneuzen 1955 - 1992



Figuur 5.1

0.32).

Gemiddelde hoogte van het lage slik

De gemiddelde hoogte van het lage slik correleert in het westen (figuur 5.1) en het oosten het beste met het getijverschil, alhoewel de correlatie vrij matig is. De gemiddelde hoogte van het slik lijkt niet af te hangen van MSL.

De trend van de ratio (figuur 5.2.a en b) hoogte/getijverschil is tussen 1955 - 1992 constant: 0.2. In het oosten stijgt deze ratio licht.

Getijdenmerk

Zowel in het oosten als in het westen correleren de hoogtes van de verschillende morfologische eenheden het best, zij het matig, met het getijverschil (tabel 4.1). De correlatiecoëfficiënten zijn het westen over het algemeen hoger dan in het oosten.

5.3 Vast kader (*bijlage H*)

Ten opzichte van een vast kader correleren zowel de gemiddelde hoogte van de hoge én de lage platen als die van het lage slik het best met GHW. De ratio tussen de gemiddelde hoogte van de hoge en lage platen én van het lage slik is in het westen vrijwel constant tijdens de periode 1955 - 1992. In het oosten neemt deze ratio voor de drie morfologische eenheden in de tijd toe.

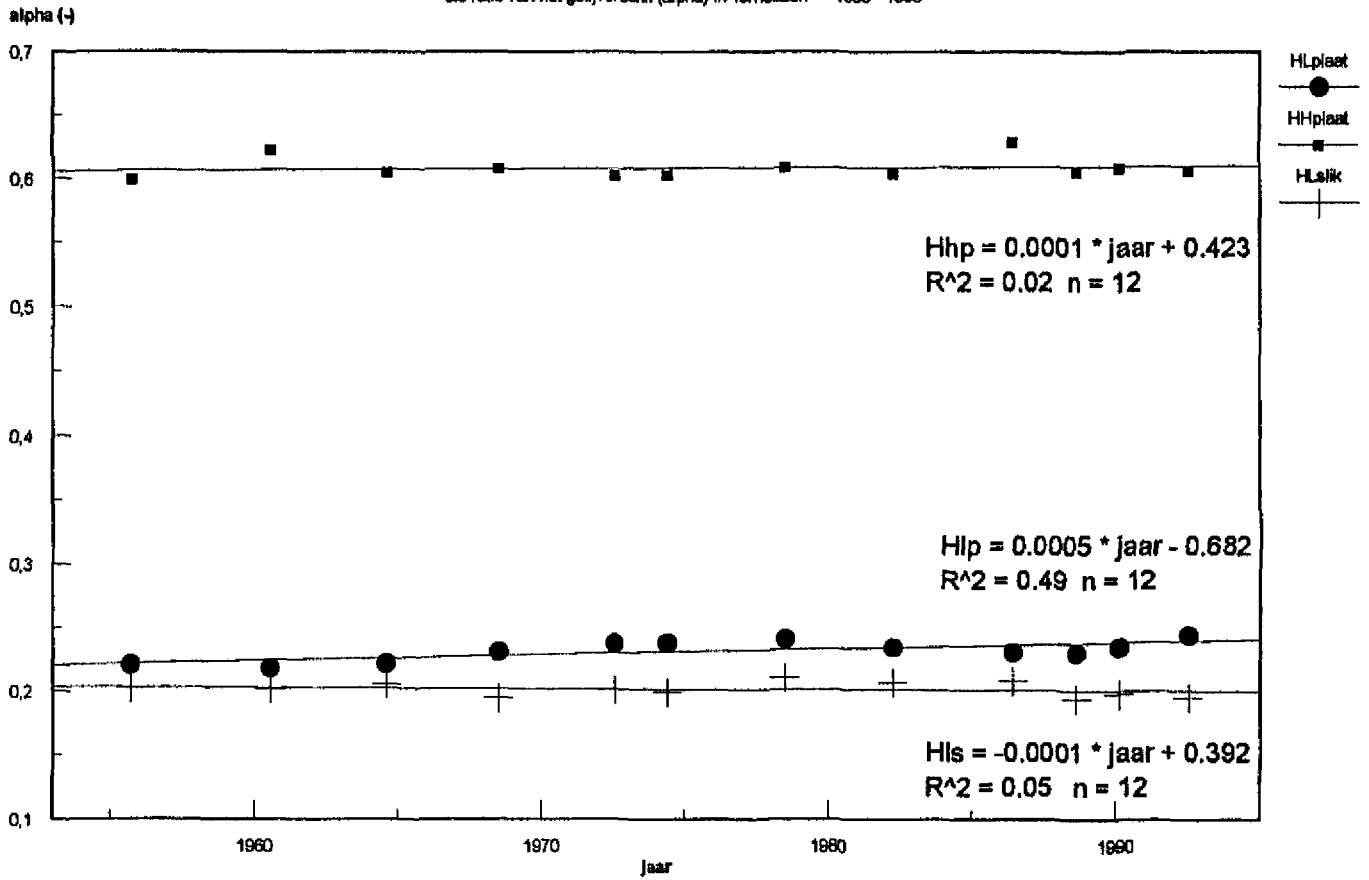
getijden- merk	Bewegend kader				Vast kader			
	Bijl.	H _{hp}	H _{lp}	H _h	Bijl.	H _{hp}	H _{lp}	H _h
getijver	G.1	0.71	0.56	0.40	H.1	0.27	0.15	0.33
GHW	G.2	0.69	0.38	0.06	H.2	0.63	0.27	0.42
MSL	G.3	0.36	0.31	0.01	H.3	0.56	0.27	0.31

Tabel 4.2 Overzicht van de correlatie coëfficiënten (R^2) per getijdenmerk en per gemiddelde hoogte per morfologische eenheid voor een bewegend kader en een vast kader.

In tabel 4.2 zijn de correlatiecoëfficiënten opgesomd voor een bewegend en een vast kader in het westen. Ten opzichte van een bewegend kader correleert de gemiddelde hoogte van de drie morfologische eenheden het best met het getijverschil. Ten opzichte van een bewegend kader is dat GHW, terwijl het getijverschil van de drie getij-kenmerken juist de laagste correlatie geeft.

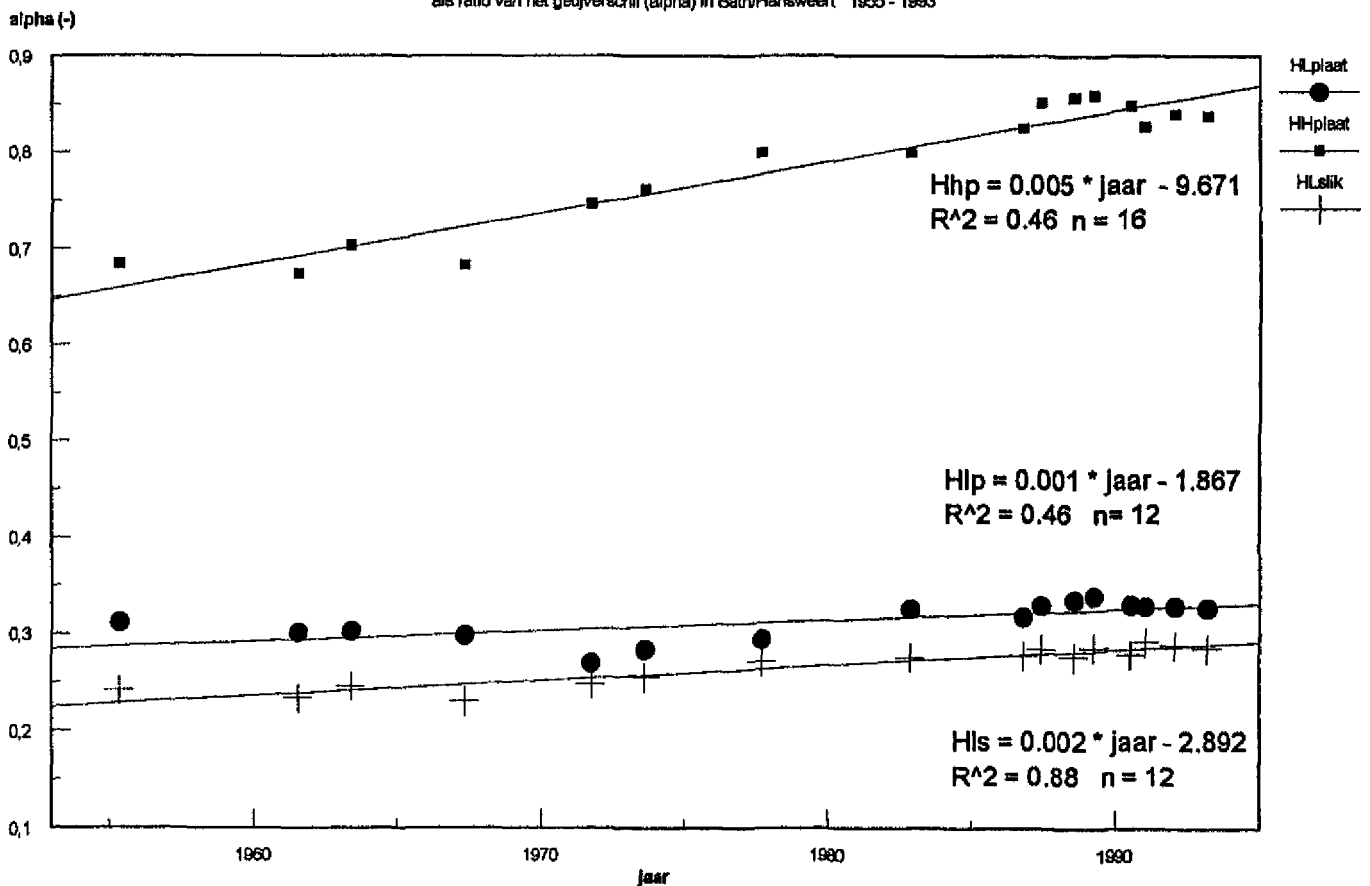
Van de drie morfologische eenheden heeft de gemiddelde hoogte van de hoge platen de sterkste relatie met de getijdenmerken. Dit geldt voor zowel de gemiddelde hoogte ten opzichte van een bewegend als een vast kader. In het geval van een bewegend kader correleert het lage slik het minst met goed met de getijkarakteristieken; in het geval van een vast kader is dat juist de gemiddelde hoogte van de lage platen.

Westerschelde West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de platen (tussen GLW en GHW) en slijk (tussen GLW en MSL)
 als ratio van het getijverschil (alpha) in Terneuzen 1955 - 1993



Figuur 5.2.a

Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Gemiddelde hoogte van de platen (tussen GLW en GHW) en slijk (tussen GLW en MSL)
 als ratio van het getijverschil (alpha) in Bath/Hansweert 1955 - 1993



Figuur 5.2.b

6 Discussie

Reactiesnelheid morfologie

De ontwikkeling van de hoogte van de verschillende morfologische eenheden in het westen van de Westerschelde vertoont naast een trend ook een periodische beweging, die maxima heeft rond 1962 en 1980. De tijdstippen van deze maxima komen overeen met de maxima in het getijverschil. Waarschijnlijk is dit het effect van de 18.6-jarige getijcyclus. Overigens is dit effect het duidelijkst waarneembaar in de gemiddelde hoogte van de hoge platen. Dat de maxima van zowel de hoogte als het getijverschil min of meer gelijktijdig vallen geeft aan dat de morfologie van het intergetijdegebied min of meer momentaan reageert op veranderingen in het getijvolume. Daarnaast geeft dit ook een indicatie van het belang van variaties in het getijvolume op de morfologie van het intergetijdegebied.

Empirische relatie: bewegend kader

Het vrij sterke verband tussen de hoogten van zowel de hoge en lage platen als het lage slik ten opzichte van een bewegend kader met het getijverschil kan mogelijk verklaard worden door de volgende fysische verbanden: de komberging wordt vergroot als gevolg van effectievere verplaatsing van de getijgolf; hierdoor neemt weer het getijvolume en dus ook het getijverschil toe. Voor dit grotere getijvolume zijn de geulen te krap waardoor ze uitruimen; het vrijgekomen zand wordt in de aanpalende intergetijdegebieden afgezet waardoor een gemiddelde verhoging ervan plaatsvindt.

Zowel in het westen als in het oosten correleert van de drie onderzochte getijkenmerken het getijverschil het sterkst met de gemiddelde hoogtes van de drie morfologische eenheden. Dit duidt er op dat bovenstaande theorie over ophoging van het intergetijdegebied door toename van het getijvolume ondanks de verstoring in het oosten ook daar geldig is.

Het matig sterke verband tussen de hoogte van met name de hoge platen en het GHW wijst mogelijk op de limiterende werking van het GHW op de maximale plaathoogte.

De gemiddelde hoogten van de drie morfologische eenheden correleren, in het westen en in het oosten, slecht met MSL. MSL stijgt gedurende de periode 1955 -1993 en dat heeft waarschijnlijk niet tot vergroting van het oppervlak van de komberging geleid door een, ten gevolge van een toegenomen MSL, gestegen GHW. Doordat dit effect niet meespeelt lijkt het erop dat de interne toename van het getijverschil veroorzaakt is door effectievere verplaatsing van de getijgolf. En dit is weer veroorzaakt door afname van de wrijving ten gevolge van de verdieping van de geulen.

Dat de hoogte van de hoge platen in het westen over het algemeen meer varieert en een betere correlatie heeft met de getijkarakteristieken dan de lage platen en het lage slik, is vermoedelijk vooral het gevolg van de kleinere zandvolumes in het hoge deel van de platen ten opzichte van de lage platen en slikken, die daardoor sneller kunnen reageren.

Empirische relatie: vast kader

Ten opzichte van een vast kader correleert de gemiddelde hoogte van de drie morfologische eenheden in het westen het sterkst met GHW; terwijl dat ten opzichte van een bewegend kader juist het getijverschil is. Een verklaring hiervoor kan zijn dat alleen al door het verschuiven van het kader, bij verder gelijkblijvende morfologie, hoogteveranderingen kunnen optreden.

De fysische verklaring dat GHW een limiterende rol speelt in de hoogte van het intergetijdegebied gaat vooral op voor de hogere delen het intergetijdegebied en kan hooguit

secundair de hoogte van de lage delen van de slikken bepalen.

In dit stuk is er over het algemeen van uitgegaan dat veranderingen in de waterbeweging morfologische veranderingen genereren. Dit is natuurlijk de halve waarheid: morfologische veranderingen wekken evenzeer veranderingen in de waterbeweging op. Hier is sprake van de bekende kip-ei kwestie.

Empirische evenwichtsrelaties voor gebruik in ESTMORF

In ESTMORF worden de hoogten van het intergetijdegebied berekend ten opzichte van de lokale en momentane getijkarakteristieken, dus ten opzichte van een bewegend kader. Daarom zijn ook hier empirische relaties, afgeleid ten opzichte van een bewegend kader, aanbevolen. De empirische relaties afgeleid ten opzichte van een vast kader zijn minder sterk. Ten opzichte van een bewegend kader bleken de verschillende hoogten in het intergetijdegebied het best te correleren met het getijverschil. Dit leidt tot een simpele vergelijking en die eenvoudig in ESTMORF toegepast kan worden. Een ander voordeel van de empirische relatie ten opzichte van een bewegend kader is dat de verschuiving van de processen in het intergetijdegebied als het ware worden gevolgd.

De volgende empirische relaties worden voor de hoogte van het hoge en lage intergetijdegebied voorgesteld (figuur 5.2.a):

$$H_a = GLW + 0.61 * GV \quad (3)$$

en

$$H_l = GLW + 0.23 * GV \quad (4)$$

waarin:

GV = getijverschil (m).

Deze empirische relaties zijn opgesteld voor de platen in het relatief ongestoorde westelijk deel van de Westerschelde. Er wordt aangenomen dat zij voor het gehele intergetijdegebied gelden, dus ook voor de hoge delen van de slikken (inclusief schorren). Vergelijking van de relatie voor de lage platen met die voor de lage slikken wijst uit dat de verschillen tussen beiden in ieder geval beneden MSL vrij klein zijn.

ESTMORF is gebouwd om veranderingen in de morfologie als gevolg van menselijke ingrepen te berekenen. De hier voorgestelde relatie is afkomstig uit het relatief ongestoorde westen terwijl het model juist de gevolgen van de verstoringen in het oosten moet voorspellen. Zoals in figuur 5.2.b te zien is gaat de hierboven voorgestelde evenwichtsrelatie niet op voor het oosten. Door in het oosten de empirische vergelijking voor het westen te gebruiken kan de gemiddelde plaathoogte in het oosten tot enkele decimeters te laag worden geschat. Toch is voor de westelijke vergelijking gekozen omdat dit een min of meer natuurlijke situatie uitbeeldt terwijl in de relatie voor het oosten de natuurlijke ontwikkeling vertroebeld wordt door antropogene verstoring, zodat deze niet meer van elkaar te scheiden

zijn.

Vergelijking met empirische formule voor de Waddenzee

De hier gepresenteerde vergelijking voor de evenwichtshoogte van het intergetijdegebied voor de Westerschelde neemt niet het oppervlak van het basin in acht zoals dat wel in de Waddenzee is gedaan door Eysink (1992). Dit zou ook niet zoveel zin hebben omdat de Westerschelde niet op te delen valt in verschillende kleinere bassins zoals de Waddenzee. In dien het oppervlak, 278 km² (exclusief Saeftinge), van de Westerschelde in de vergelijking voor de Waddenzee zou worden ingevuld leidt dit tot de volgende vergelijkingen voor de evenwichtshoogte van het hoge en het lage intergetijdegebied:

$$H_h = \Delta h_l + 0.04 * \Delta h_h \quad (5)$$

en

$$H_l = 0.44 * \Delta h_l \quad (6)$$

waarin:

Δh_l = verschil tussen GLW en MSL (m)

Δh_h = verschil tussen MSL en GHW (m)

Het volgende voorbeeld illustreert de verschillen tussen de Waddenzee en Westerschelde vergelijkingen: een GLW van NAP -2.1 m en een GHW van NAP 2.3 m, reële waterstanden in het oosten van de Westerschelde, levert met de Waddenzee-relatie een $H_h = 2.2$ m en een $H_l = 0.9$ m op. Met de nieuwe Westerschelde-relatie levert dat een $H_h = 2.7$ m en een $H_l = 1.0$ m op.

Het verschil tussen de vergelijkingen voor de Westerschelde en de Waddenzee vergelijkingen wordt hiermee inzichtig: de evenwichtshoogte van het hoge deel van het intergetijdegebied in de Westerschelde ligt, bij waterstanden van de Westerschelde, enkele decimeters hoger dan die berekend met de vergelijking uit de Waddenzee. De verschillen in de evenwichtshoogte van de lage platen zijn kleiner: de Westerschelde-vergelijking geeft voor de situatie in de Westerschelde hiervoor waarden die maximaal 0.1 m hoger liggen dan berekend met de Waddenzee-vergelijking.

7 Conclusies

Hieronder volgen de belangrijkste conclusies uit het onderzoek en een aanbeveling welke empirische vergelijkingen in ESTMORF te gebruiken.

- * In de periode 1955 - 1992 is in zowel het westen als het oosten van de Westerschelde een toename van het volume en van de gemiddelde hoogte van de hoge (tussen GHW en MSL) en lage platen en de lage slikken (beide tussen MSL en GLW) te zien. In het oosten is de toename het grootst. Het lage slik ligt gemiddeld ongeveer 0.2 m lager dan de lage platen, maar reageert over het algemeen hetzelfde.
- * De gemiddelde hoogten van de platen en de slikken correleren het sterkst met het getijverschil in het geval van een bewegend kader met in ruimte en tijd variabele GLW, MSL en GHW. Dit geldt voor het relatief natuurlijke westelijke deel en voor het gestoorde oostelijke deel van de Westerschelde. Een fysische verklaring voor dit verband is een effectievere vulling van de komberging (ten gevolge van baggerwerkzaamheden in de geulen). Hierdoor neemt het getijvolume toe waardoor de te krappe geulen uitruimen. Het hierbij vrijkomende zand verdwijnt in het intergetijdegebied waardoor daar ophoging plaatsvindt.
- * In het geval van een vast kader met in ruimte en tijd vaste waarden voor 'GLW', 'MSL' en 'GHW', respectievelijk -2.5 m, 0 m en 2.5 m NAP, correleren de gemiddelde hoogte van de platen en slikken in het westen het sterkst met GHW. De correlaties zijn minder sterk dan bij de eerdere correlaties bij een bewegend kader. De fysische verklaring dat GHW een limiterende factor voor de gemiddelde hoogte is, gaat vooral op de hoge platen. De fysische betekenis voor de lage platen en lage slikken is onduidelijk.
- * De evenwichtsrelaties voor de hoogte van het hoge (H_h) en het lage (H_l) intergetijdegebied die worden aanbevolen voor gebruik in ESTMORF zijn die voor de hoge en de lage platen ten opzichte van in ruimte en tijd variërende waterstanden. De relaties zijn gebaseerd op metingen in het relatief ongestoorde westelijke deel van de Westerschelde. Ze luiden:

$$H_h = GLW + 0.61 * GV \quad (3)$$

en

$$H_l = GLW + 0.23 * GV \quad (4)$$

waarin: GLW = gemiddeld laagwater (m tov NAP)
GV = getijverschil (m).

De keuze van deze empirische relatie is vooral gebaseerd op de hoge correlatie tussen hoogte van het intergetijdegebied en het getijverschil en de eenvoudige inpassing in ESTMORF.

- * Toepassing van bovenstaande relatie in het oostelijk deel van de Westerschelde kan een

verschil in de gemiddelde hoogte opleveren die op kan lopen tot enkele decimeters. Dit verschil is vooral groot in het hoge deel van het intergetijdegebied.

- * Toepassing van de Waddenzee-vergelijkingen in ESTMORF voor de Westerschelde blijkt significant te lage waarden voor de evenwichtshoogte te geven, die tot enkele decimeters kunnen oplopen.
- * Om bovenstaande relaties meer fysisch te onderbouwen zou op een schaal van plaatcomplexen de wisselwerking met de nabijgelegen geulen nauwkeuriger bestudeerd moeten worden. Gedetailleerde hydraulische gegevens lijken hierbij onontbeerlijk.
- * Het dient aanbeveling om de ontwikkeling van het slik beter in kaart te brengen. Verschillen tussen gedrag van platen en slikken kunnen hierdoor beter onderbouwd en mogelijk in ESTMORF verwerkt worden.

Literatuur

Eysink, W.D., 1992. Impact of sea level rise on the morphology of the Wadden Sea in the scope of its ecological function. Volume I. Delft Hydraulics, H1300.

Huijs, S.W.E., 1995. Geomorfologische ontwikkeling van het intergetijdegebied in de Westerschelde 1935 - 1989. Univ. Utrecht, Fysische Geografie, IMAU R 95-6

Jong, D. de, J. Consemulder en K. Hendrikse, 1993. Veranderingen in het voorland van vijf schorgebieden in de Westerschelde, RIKZ/Werkdocument/GWAO-93.826x

Karssen, B. and Z.B. Wang, 1993. A dynamic/empirical model for the long-term morphological development of estuaries. Part I: Physical relations. Delft Hydraulics, Z 622.

Pieters, T, C. Storm, T. Walhout en T. Ysebeart, 1991. Het Schelde Estuarium. Méér dan een vaarweg. Rapportage pilotstudie fysische structuur Schelde-estuarium. DGW, Rijkswaterstaat/Directie Zeeland, project OOSTWEST, nota DGW-91.081.

Pieters, T., 1993. Het Schelde-estuarium. Beheren of beheersen? DGW/Directie Zeeland, Rapport DGW 93-032.

Storm, C., P. Bollebakker, J. de Jong en G. Mol, 1994. Nauwkeurigheid zandbalans Westerschelde 1965 - 1990 en aanbevelingen ter optimalisatie. Rapport RIKZ-94.008.

Svasek, 1994. Verklarend onderzoek drempels Westerschelde. Svasek Ingenieursbureau, Rapport nr. 940.

Tank, F., 1994. Inventarisatie van een aantal schorren in de Westerschelde in de loop van deze eeuw en de relatie tussen slik en schor. Stage-rapport Univ. Utrecht Fysische Geografie/RIKZ Middelburg

Tienjarige overzichten der Waterstanden en Jaarboeken der Waterstanden, verschillende jaren. Uitgaven van Rijkswaterstaat en Dienst Getijdewateren

Bijlage A Overzicht gebruikte vaklodingen per vak en per jaar

	Vak 1	Vak 2	Vak 3	Vak 4	Vak 5	Vak 6
1955	x	x	x	x	x	x
1960				x	x	x
1961	x	x	x			
1963	x	x	x			
1964				x	x	x
1965						
1966						
1967	x	x	x			
1968				x	x	x
1971	x	x	x			
1972				x	x	x
1973	x					
1974		x	x	x	x	x
1977	x	x	x			
1978				x	x	x
1982	x	x	x	x	x	x
1985	x	x	x			
1986	x	x	x	x	x	x
1987	x	x	x			
1988	x	x	x	x	x	x
1989	x	x	x			
1990	x	x	x	x	x	x
1991	x	x	x			
1992	x	x	x	x	x	x
1993	x	x	x			

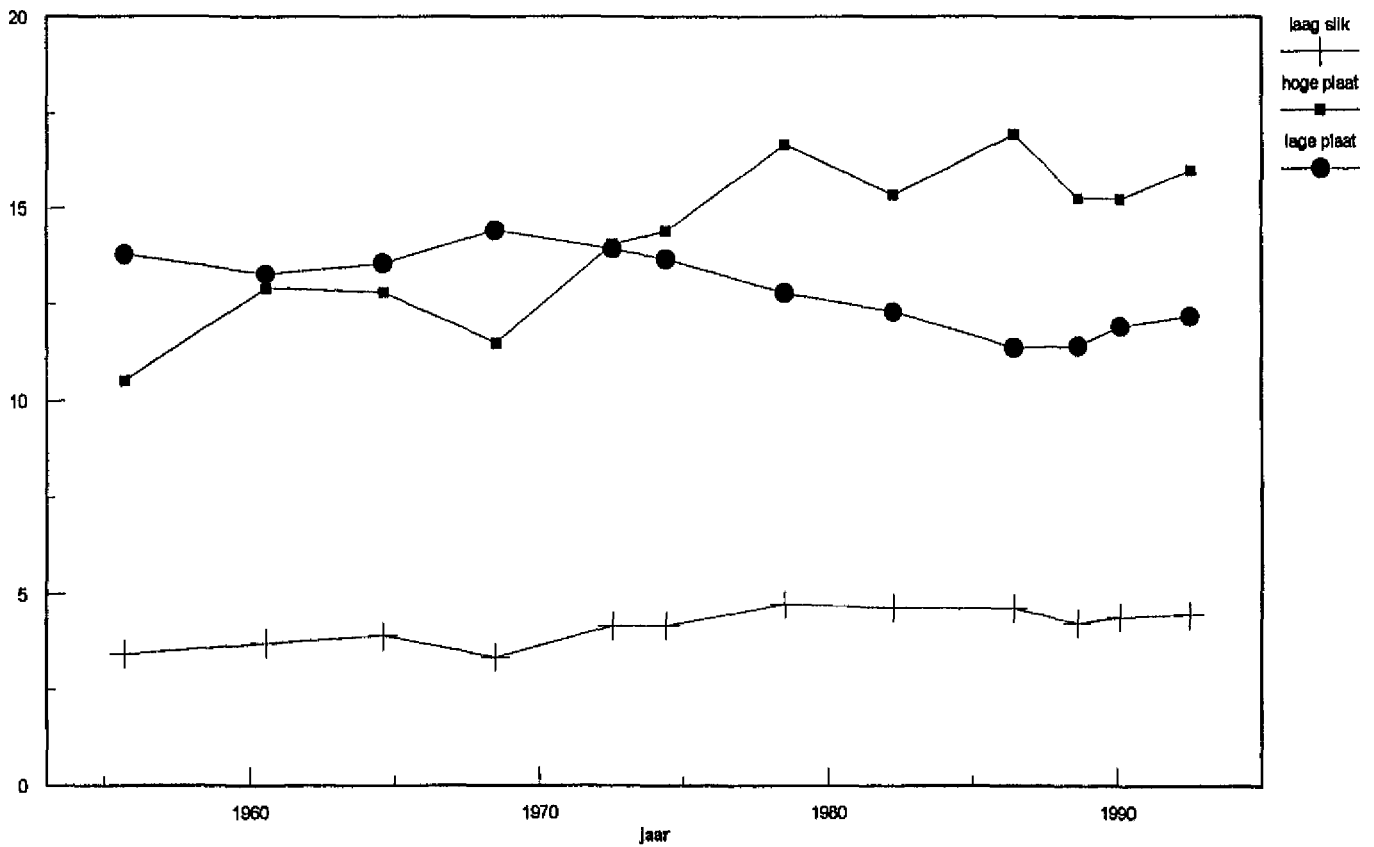
Tabel. Overzicht van de gebruikte lodingen per vak per jaar, 1955 - 1993

Bijlage B

Ontwikkeling van het volume van de platen en het lage slik ten opzichte van een bewegend kader

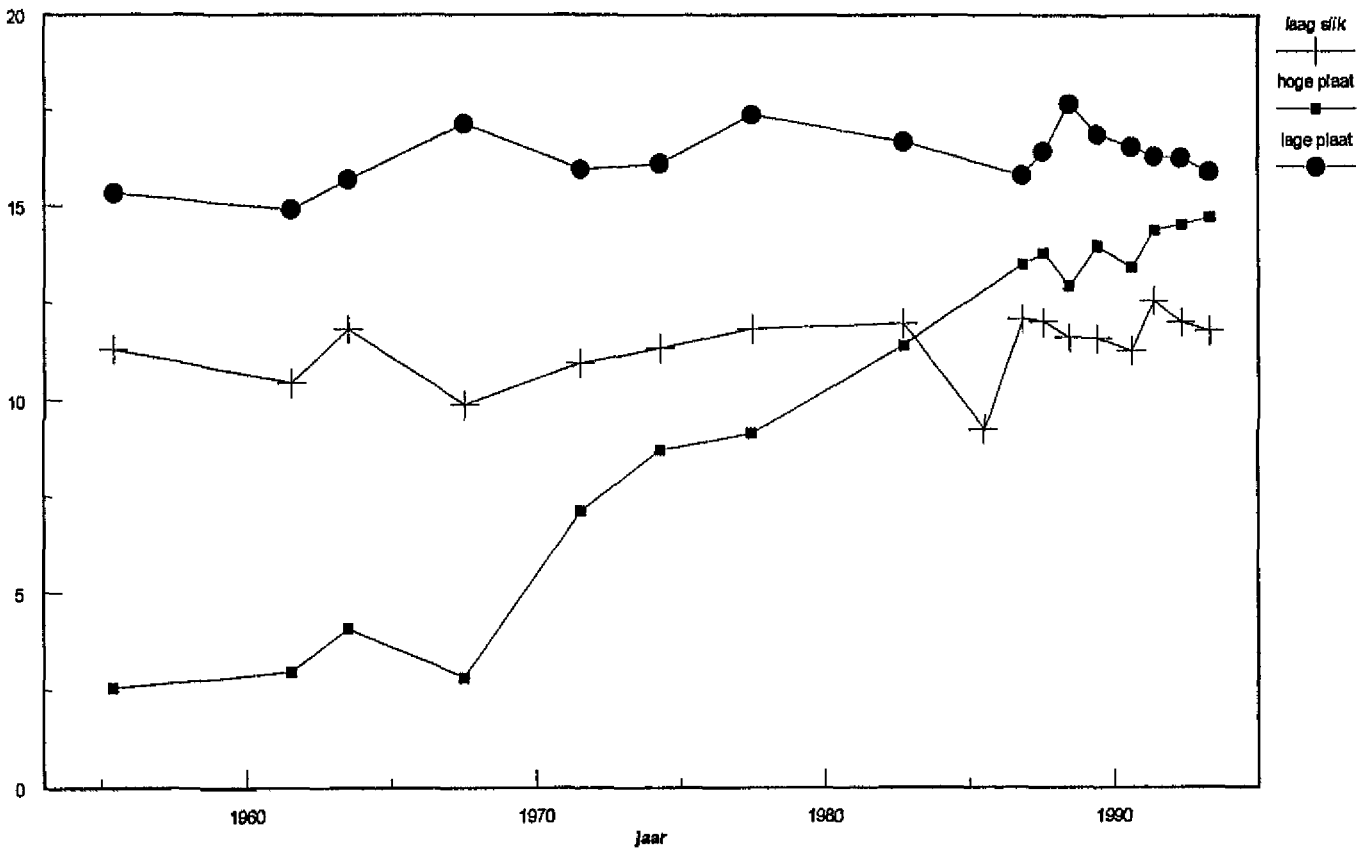
Westerschelde West vak 4, 5 en 6
 Volume van de platen (tussen GLW en GHW) en slijk (tussen GLW en MSL)
 1955 - 1992

volume (*10⁶ m³)



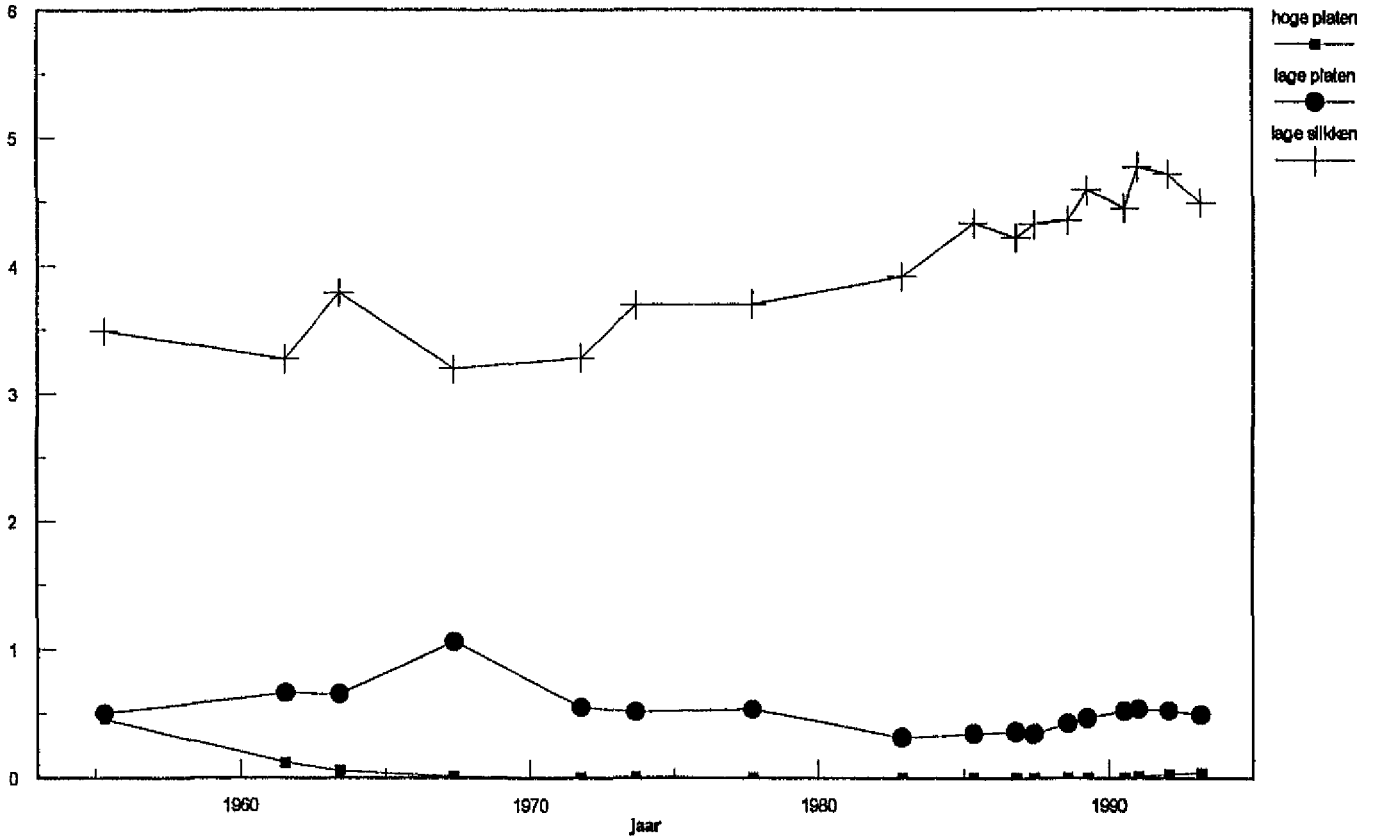
Westerschelde Oost vak 1, 2 en 3
 Volume van de platen (tussen GLW en GHW) en slijk (tussen GLW en MSL)
 1955 - 1993

volume (*10⁶ m³)



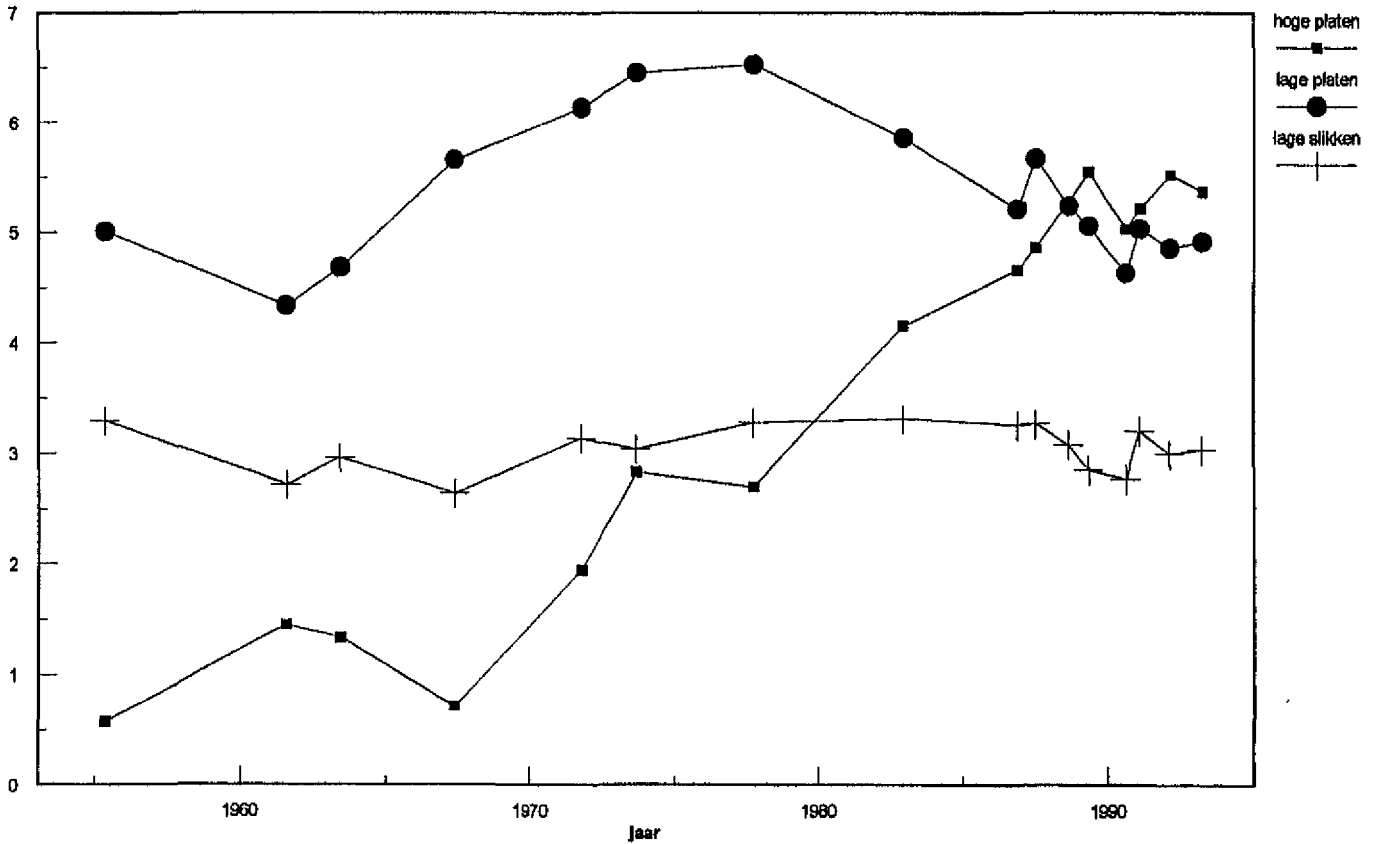
Westerschelde West vak 1
 Volume van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
 en slijk (tussen MSL en GLW) 1955 - 1993

volume ($\cdot 10^6 \text{ m}^3$)



Westerschelde West vak 2
 Volume van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
 en slijk (tussen MSL en GLW) 1955 - 1993

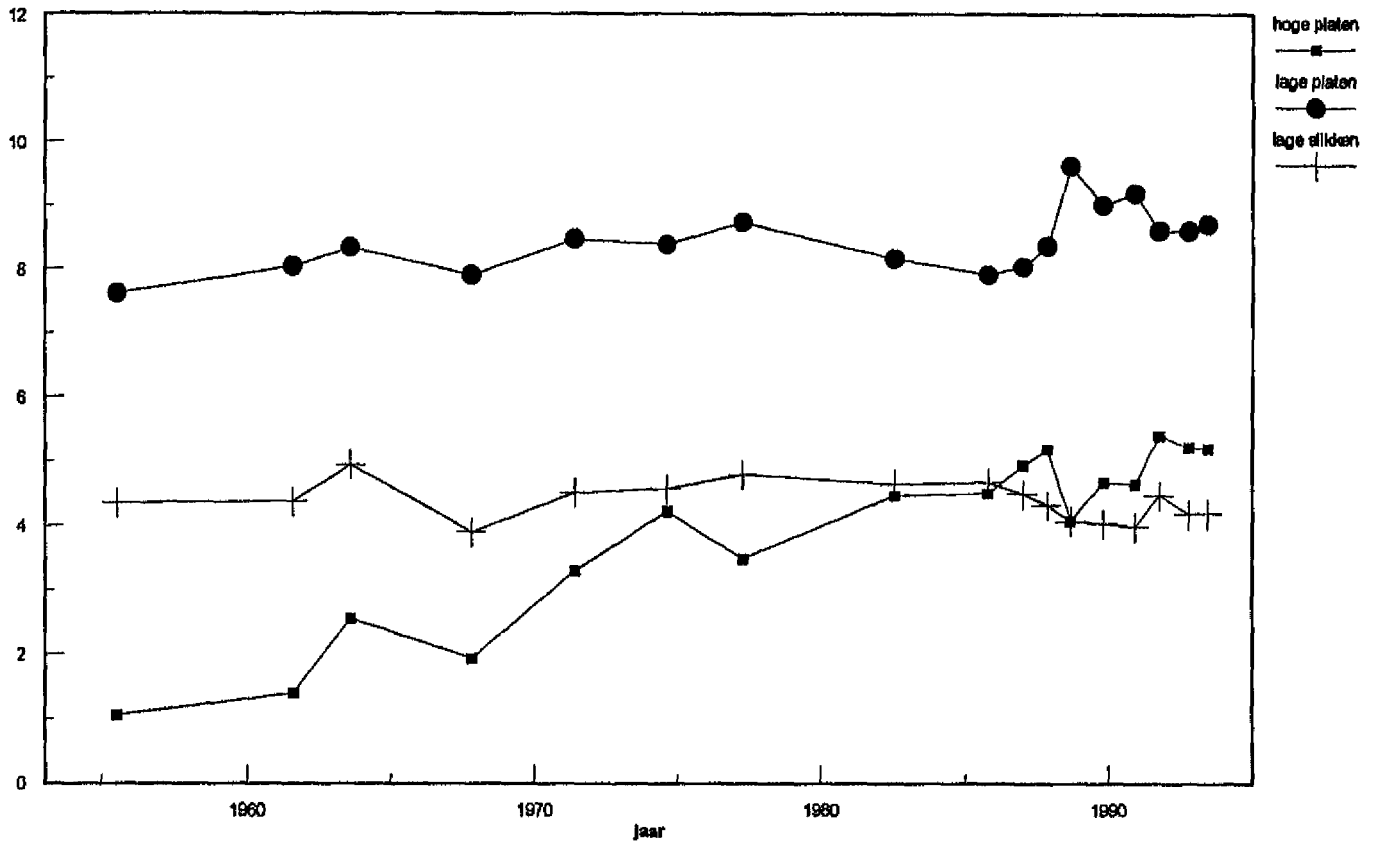
volume ($\cdot 10^6 \text{ m}^3$)



Westerschelde West vak 3

Volume van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
en slik (tussen MSL en GLW) 1955 - 1993

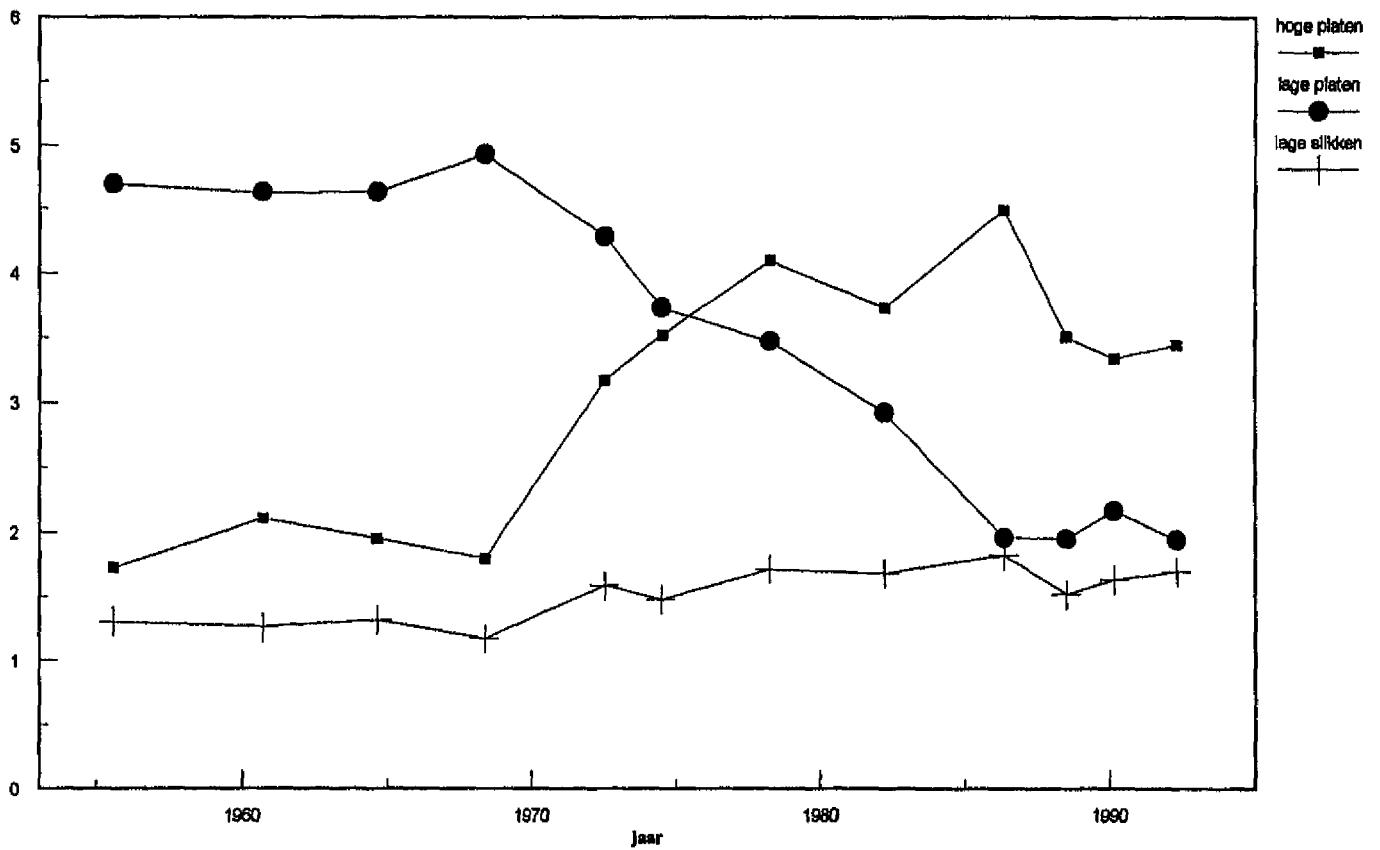
volume ($\cdot 10^6 \text{ m}^3$)



Westerschelde West vak 4

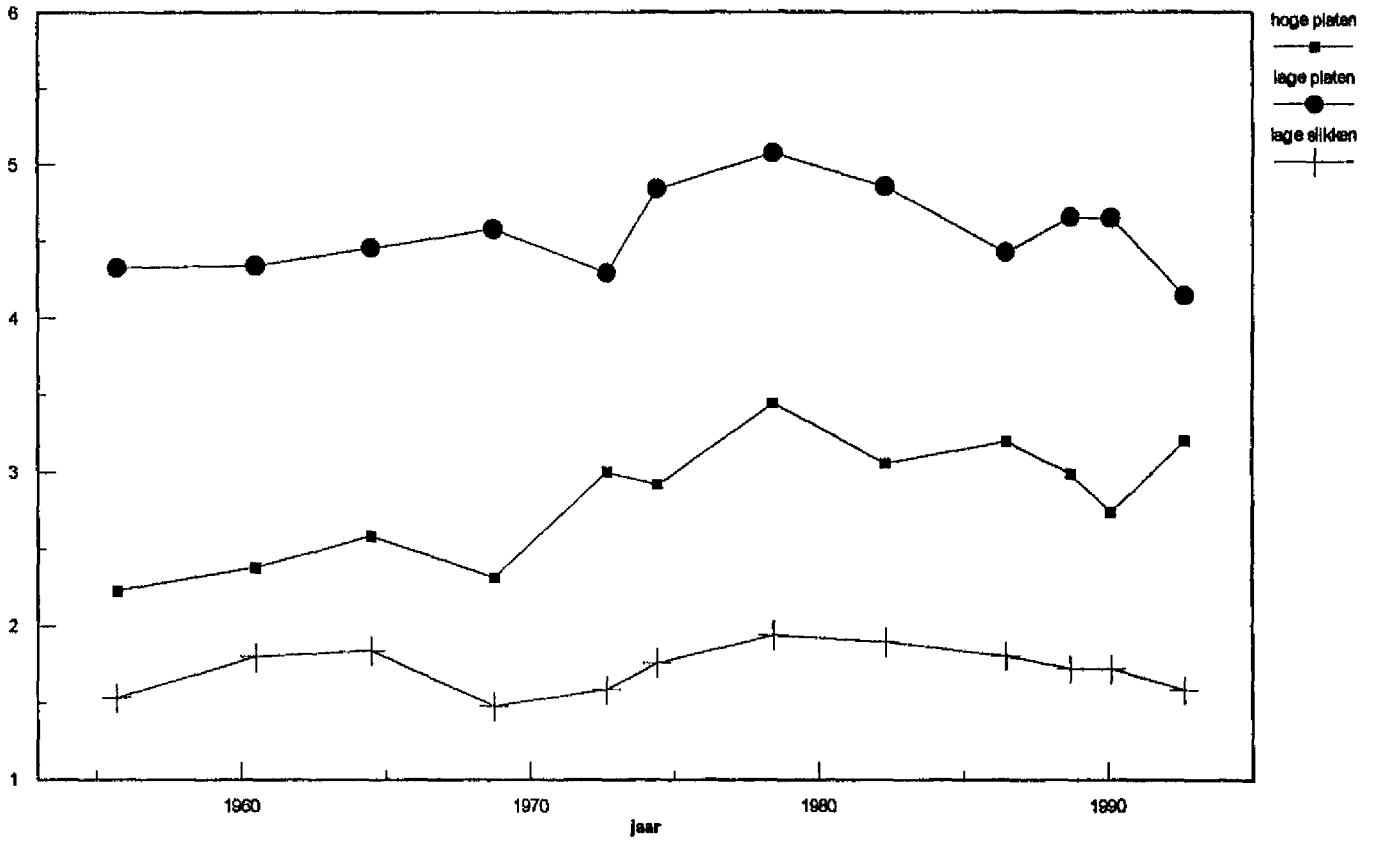
Volume van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
en slik (tussen MSL en GLW) 1955 - 1992

volume ($\cdot 10^6 \text{ m}^3$)



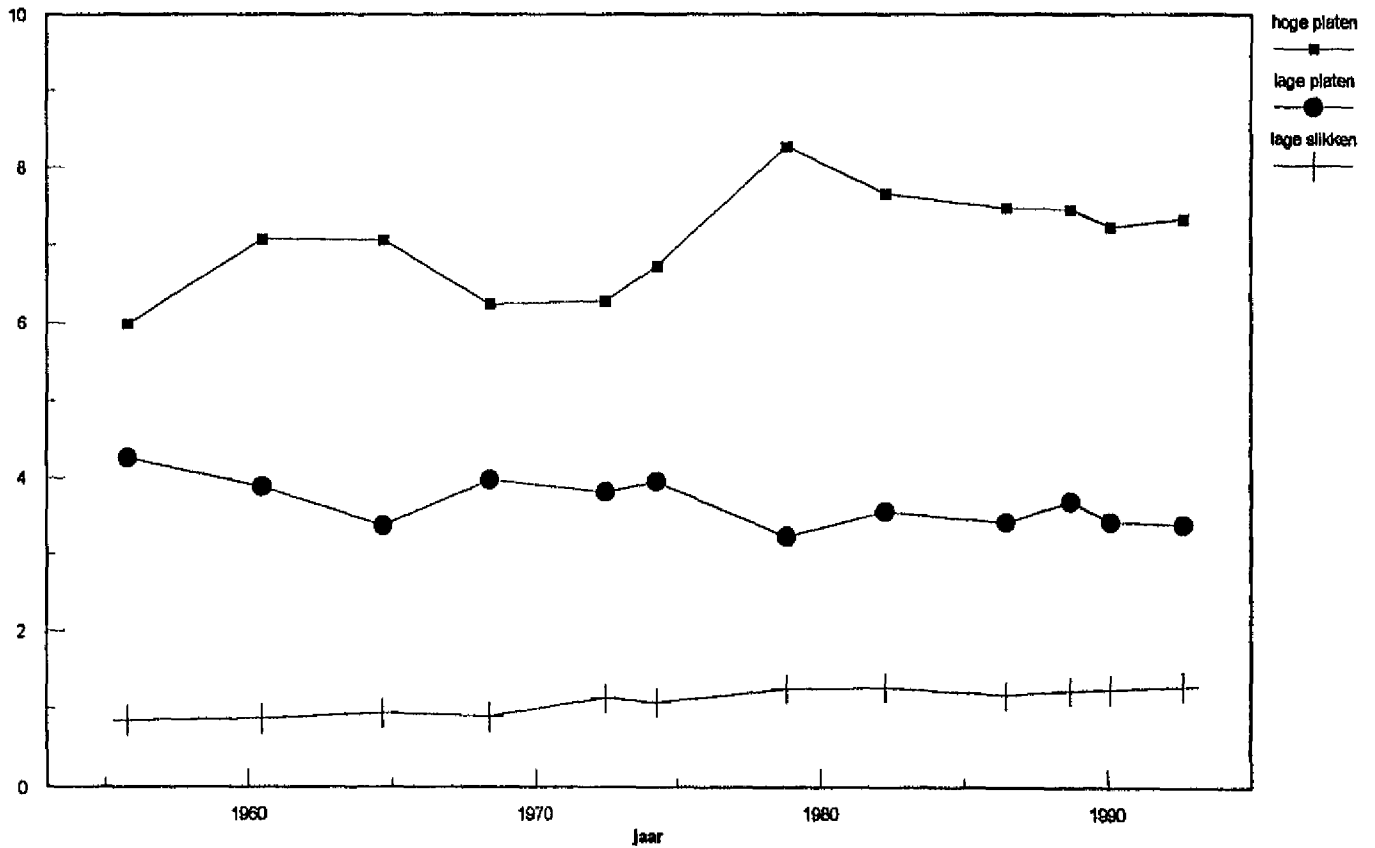
Westerschelde West vak 5
 Volume van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
 en slik (tussen MSL en GLW) 1955 - 1992

volume ($\cdot 10^6 \text{ m}^3$)



Westerschelde West vak 6
 Volume van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
 en slik (tussen MSL en GLW) 1955 - 1992

volume ($\cdot 10^6 \text{ m}^3$)

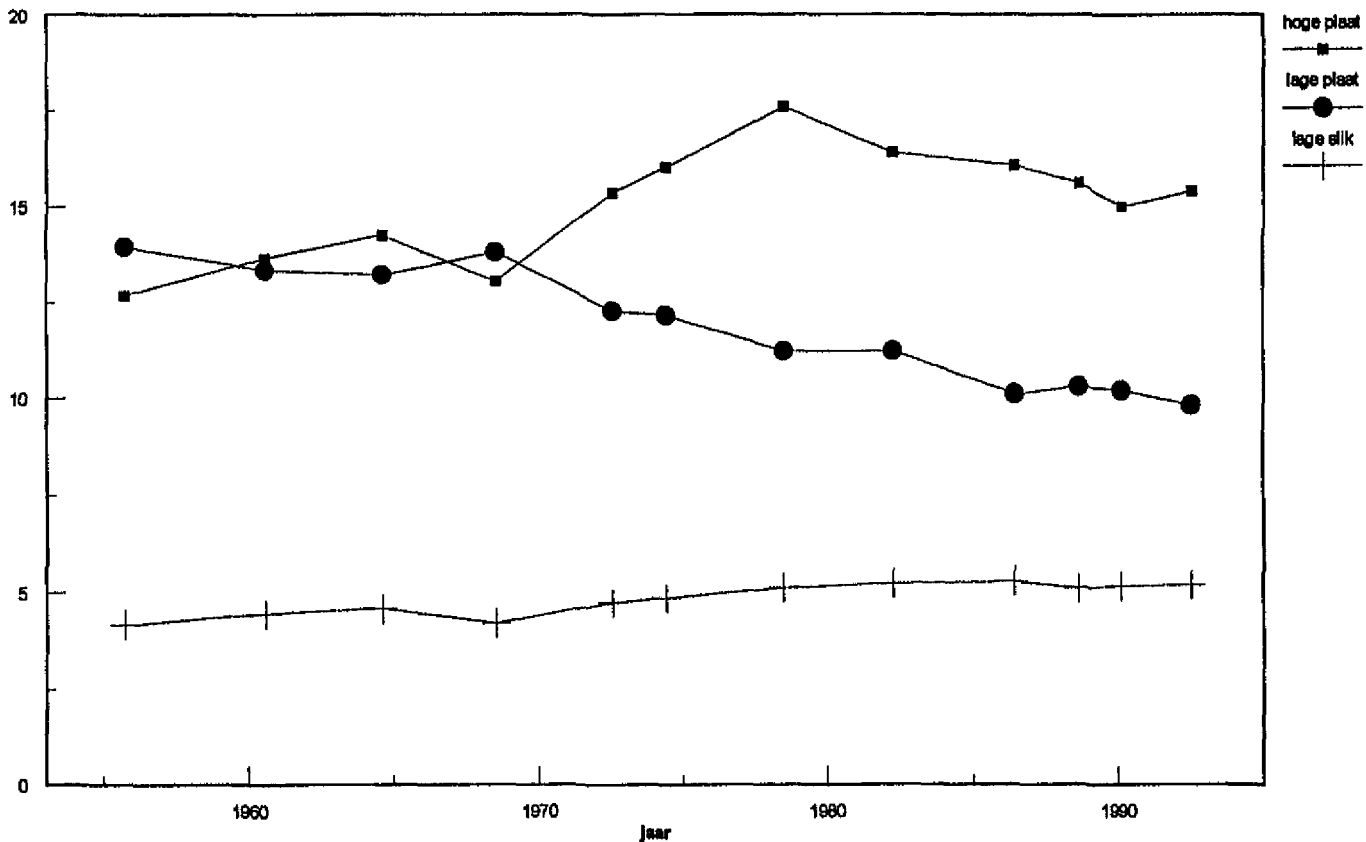


Bijlage C

Ontwikkeling van het oppervlak van de platen en het lage slik ten opzichte van een bewegend kader

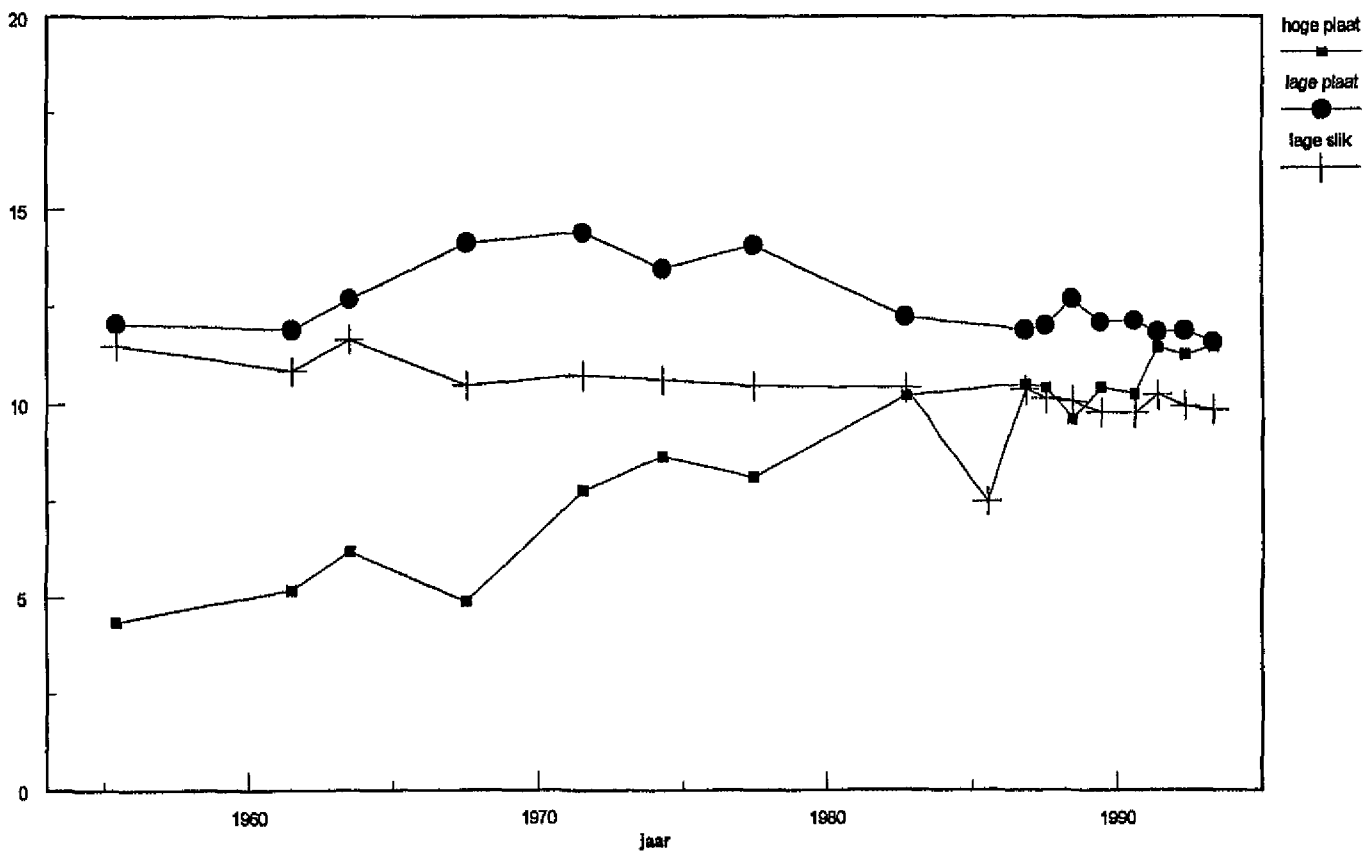
Westerschelde West vak 4, 5 en 6
 Oppervlak van de platen (tussen GLW en GHW) en slik (tussen GLW en MSL)
 1955 - 1992

oppervlak (*10⁶ m²)

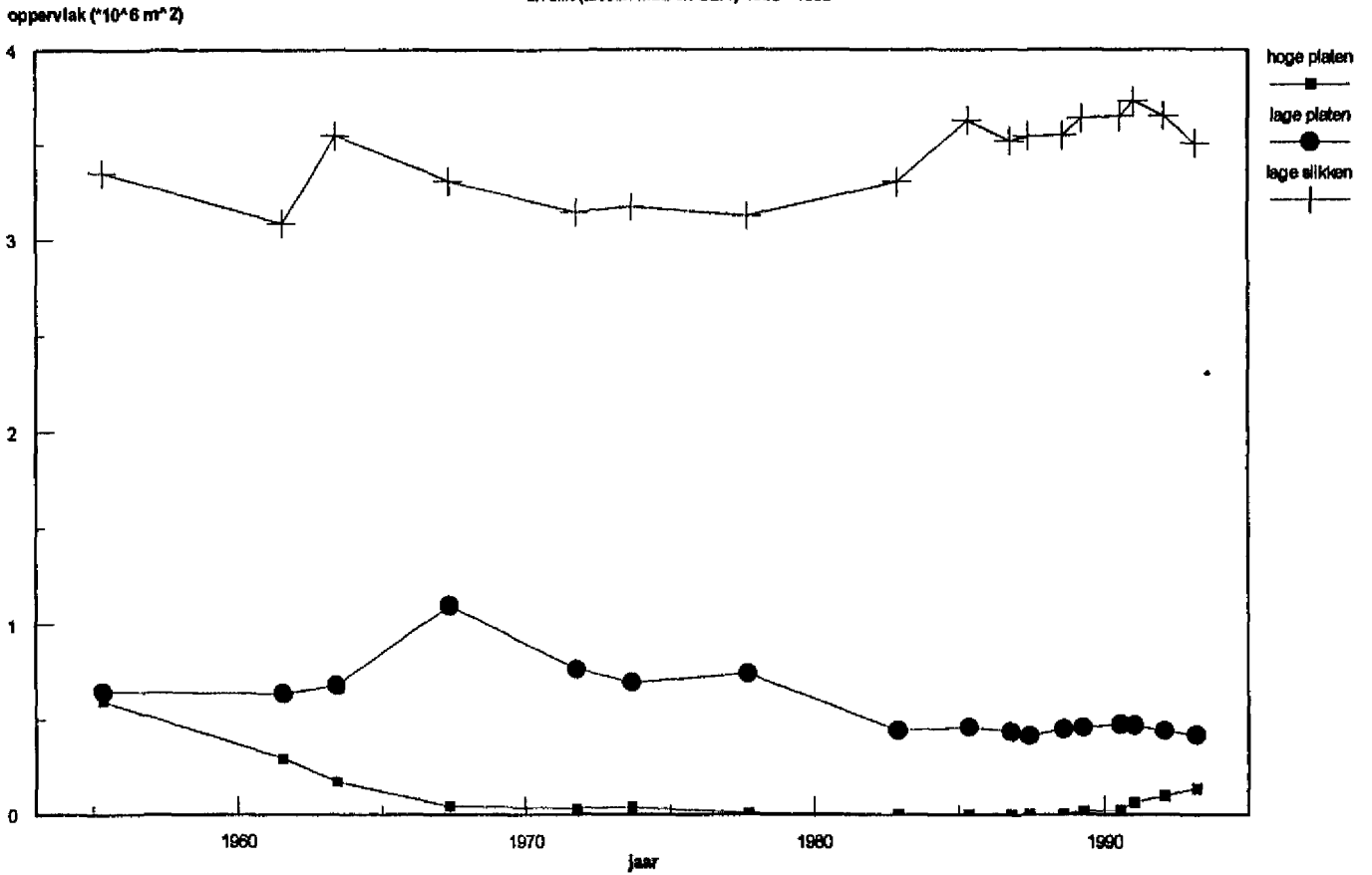


Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Oppervlak van de platen (tussen GLW en GHW) en slik (tussen GLW en MSL)
 1955 - 1993

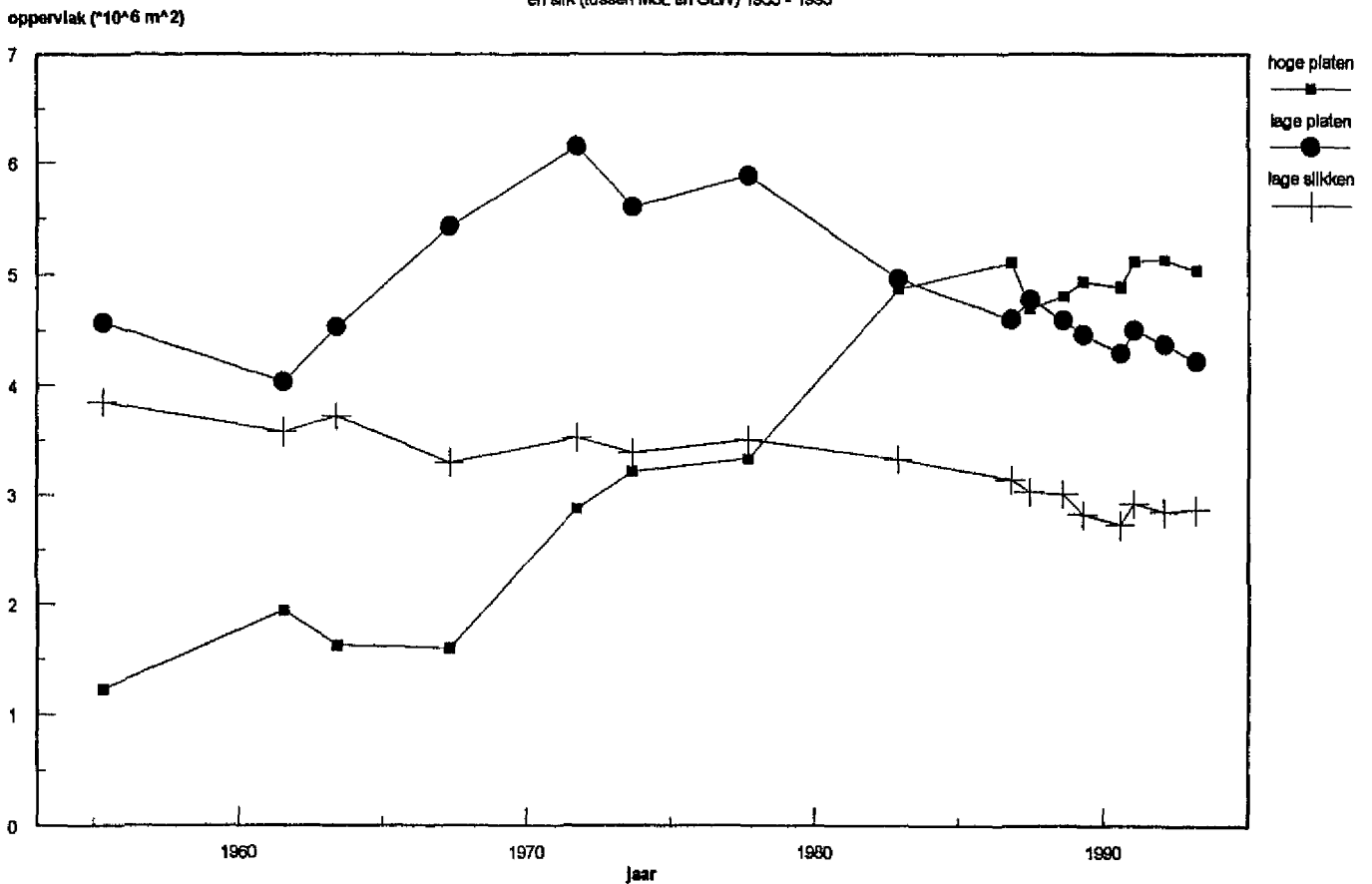
Oppervlak (*10⁶ m²)



Westerschelde West vak 1
 Oppervlak van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
 en slik (tussen MSL en GLW) 1955 - 1993



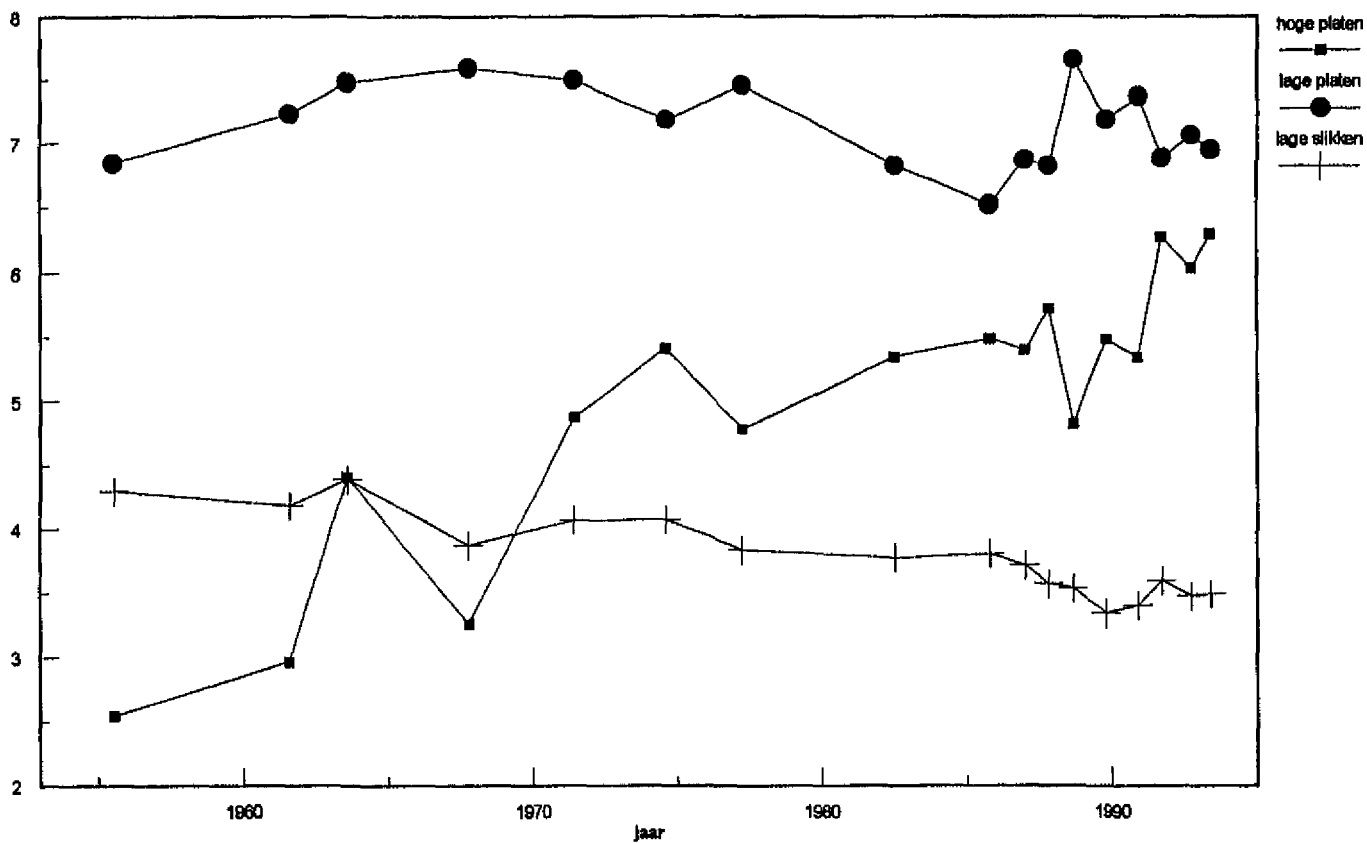
Westerschelde West vak 2
 Oppervlak van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
 en slik (tussen MSL en GLW) 1955 - 1993



Westerschelde West vak 3

Oppervlak van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
en slik (tussen MSL en GLW) 1955 - 1993

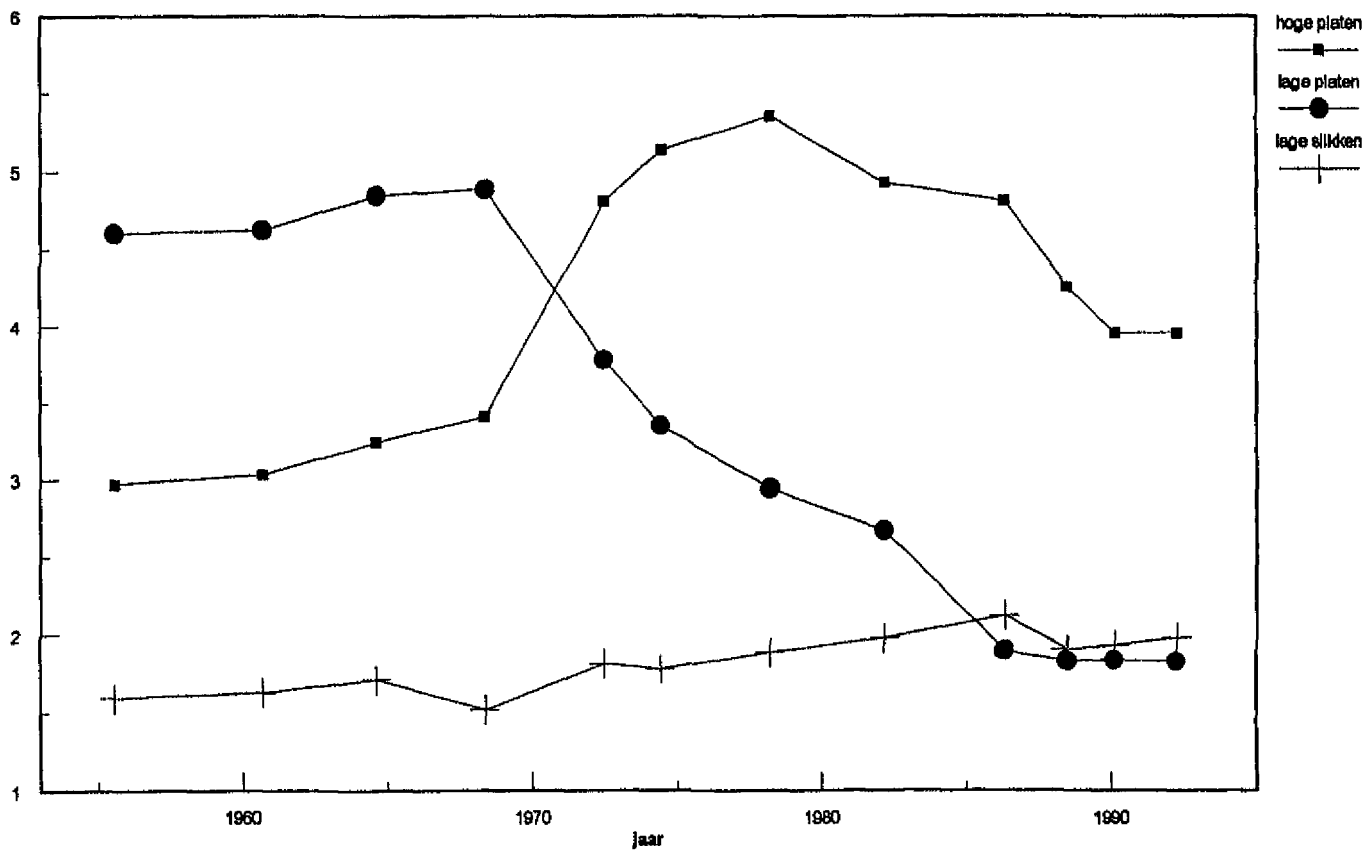
oppervlak ($\cdot 10^6 \text{ m}^2$)



Westerschelde West vak 4

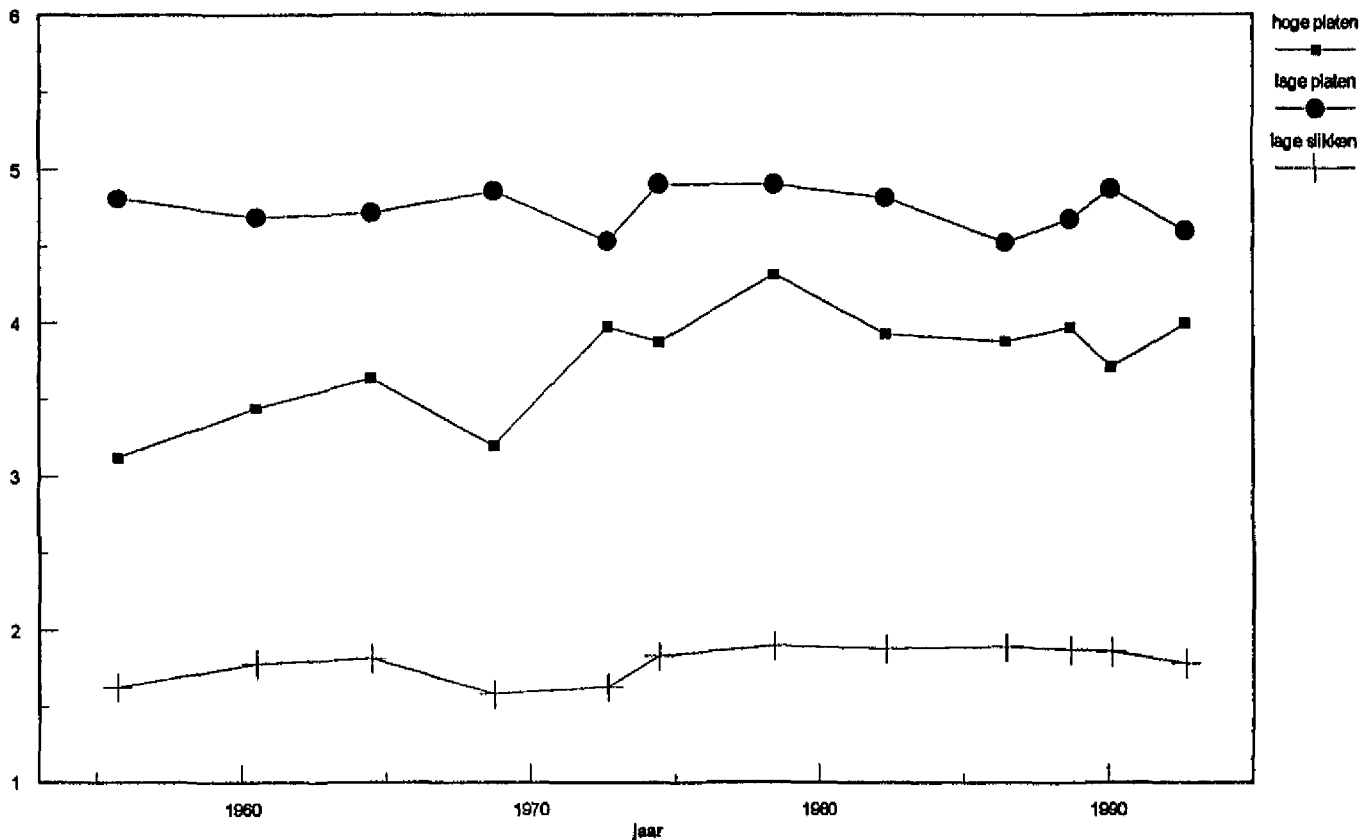
Oppervlak van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
en slik (tussen MSL en GLW) 1955 - 1992

oppervlak ($\cdot 10^6 \text{ m}^2$)



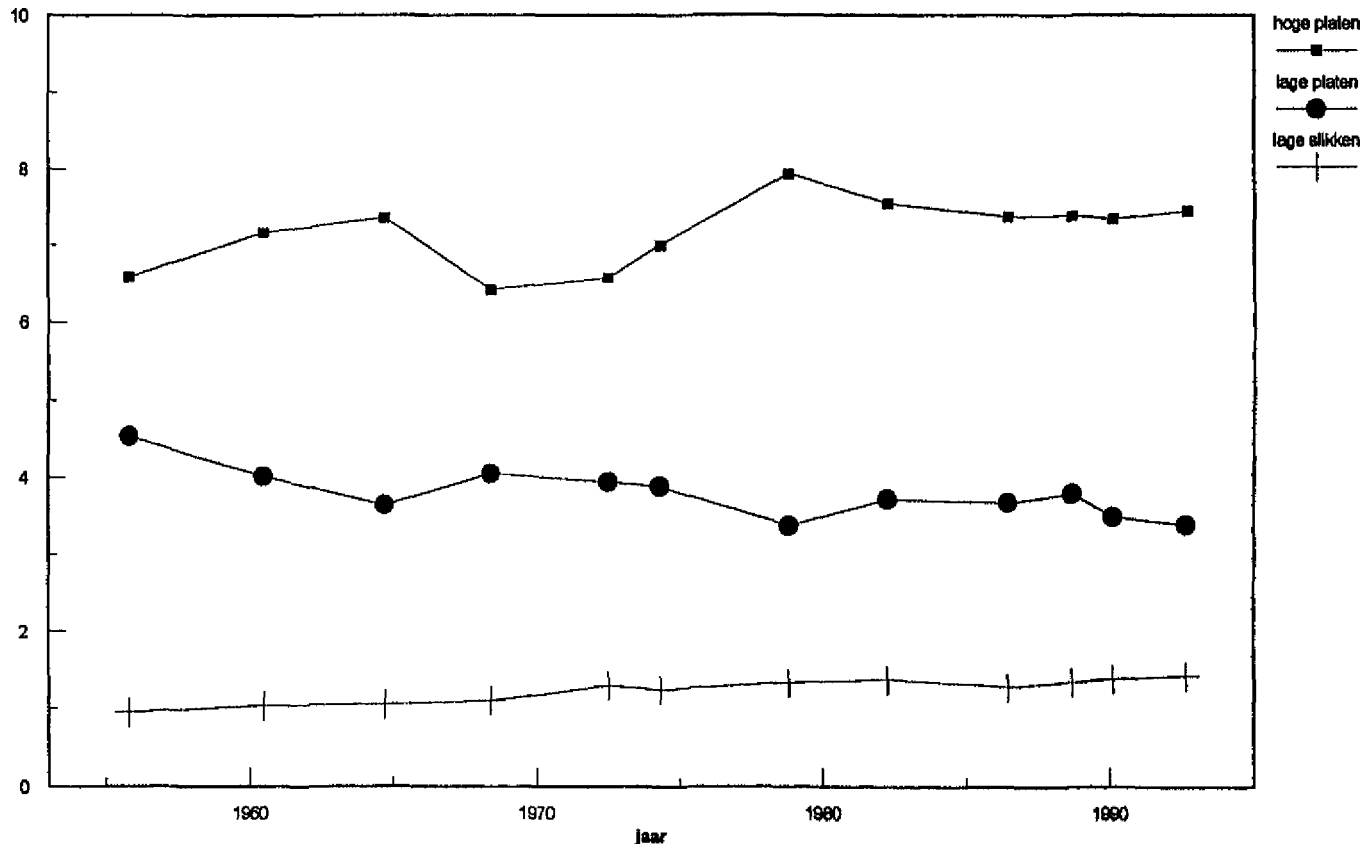
Westerschelde West vak 6
 Oppervlak van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
 en slik (tussen MSL en GLW) 1955 - 1992

oppervlak ($\cdot 10^6 \text{ m}^2$)



Westerschelde West vak 6
 Oppervlak van de hoge en lage platen (resp. tussen GHW - MSL en MSL en GLW) en
 en slik (tussen MSL en GLW) 1955 - 1992

oppervlak ($\cdot 10^6 \text{ m}^2$)

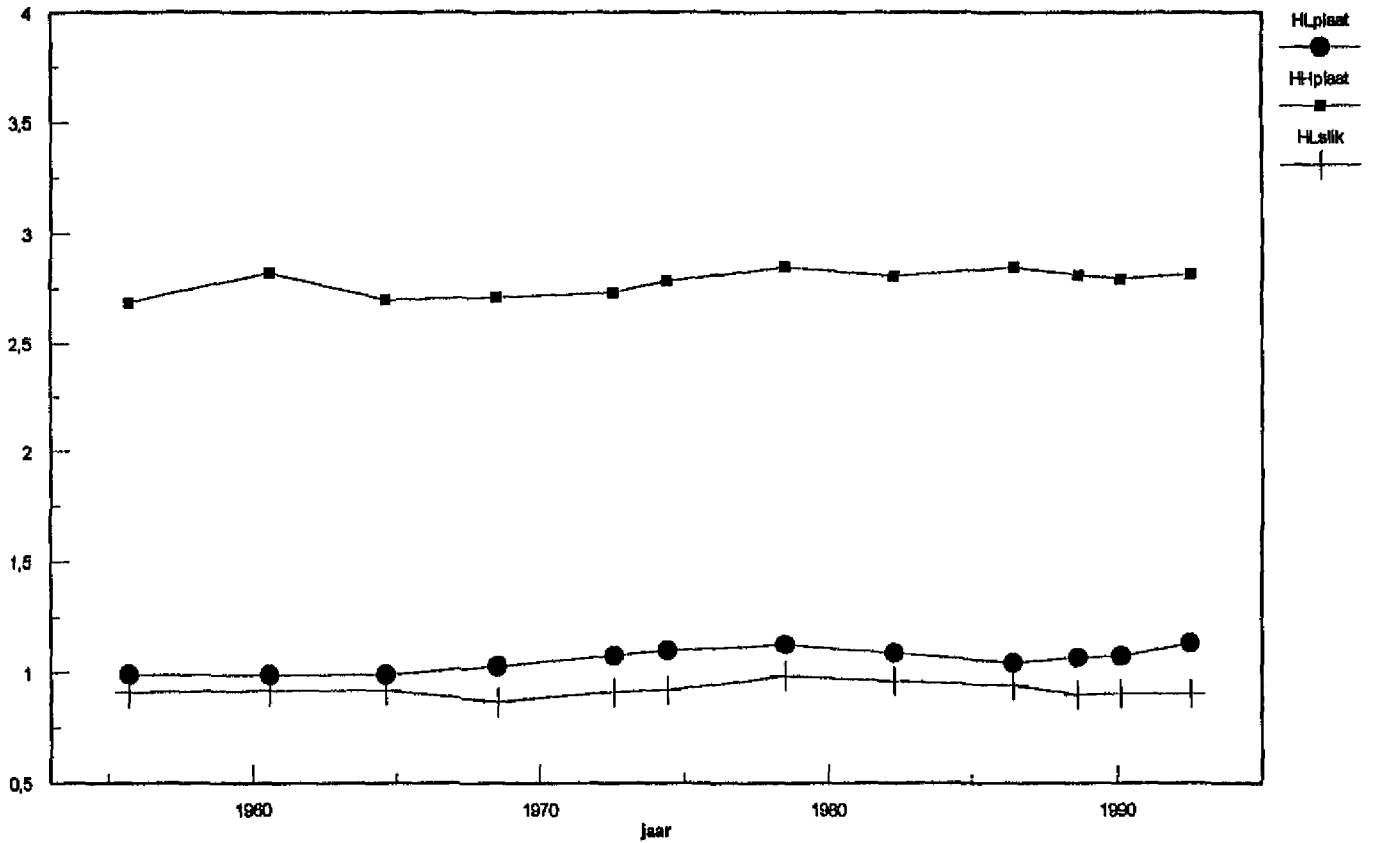


Bijlage D

Ontwikkeling van de gemiddelde hoogte van de platen en het lage slik ten opzichte van een bewegend kader

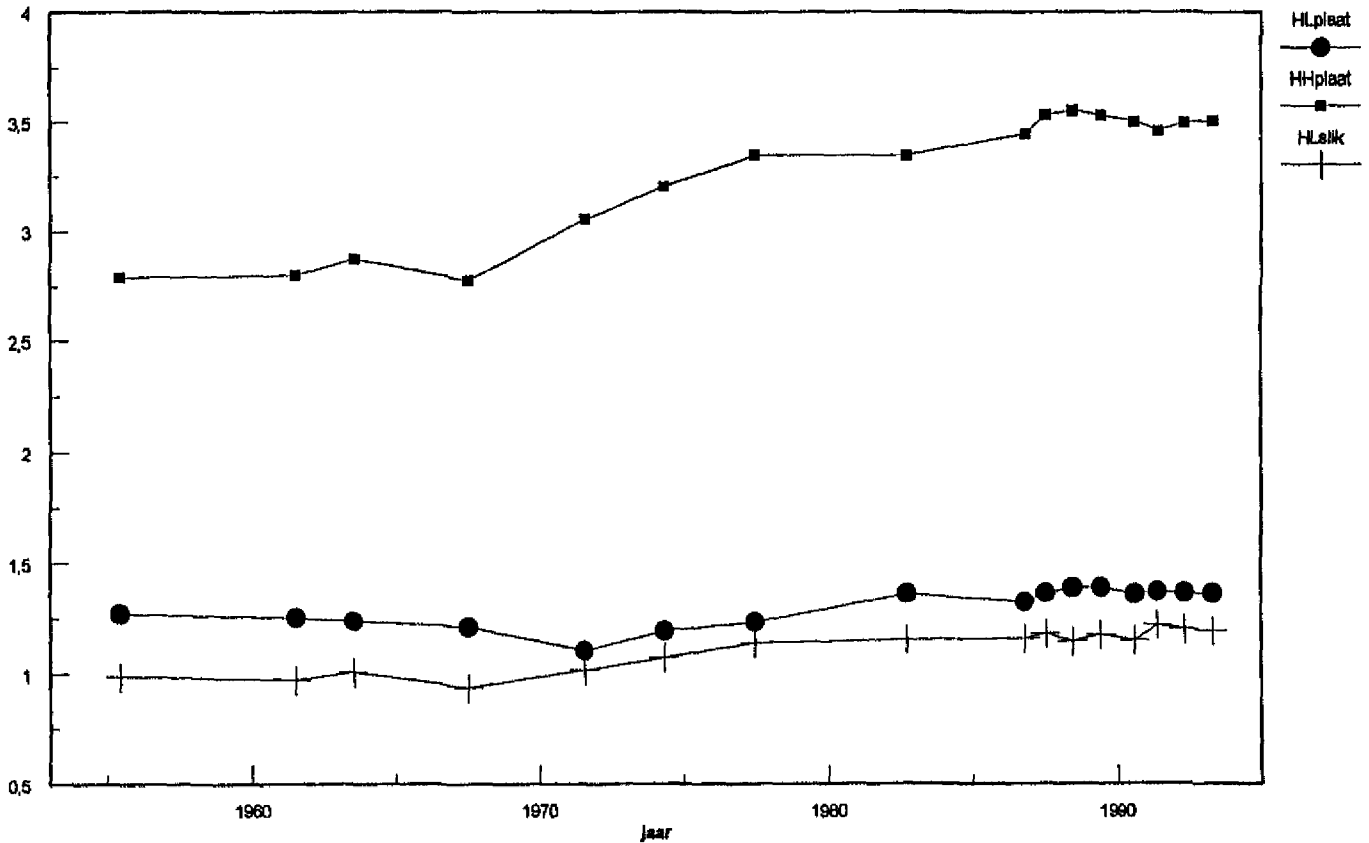
Westerschelde West vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de platen (tussen GLW en GHW) en slik (tussen GLW en MSL)
 1955 - 1992

hoogte tov GLW (m)



Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Gemiddelde hoogte van de platen (tussen GLW en GHW) en slik (tussen GLW en MSL)
 1955 - 1993

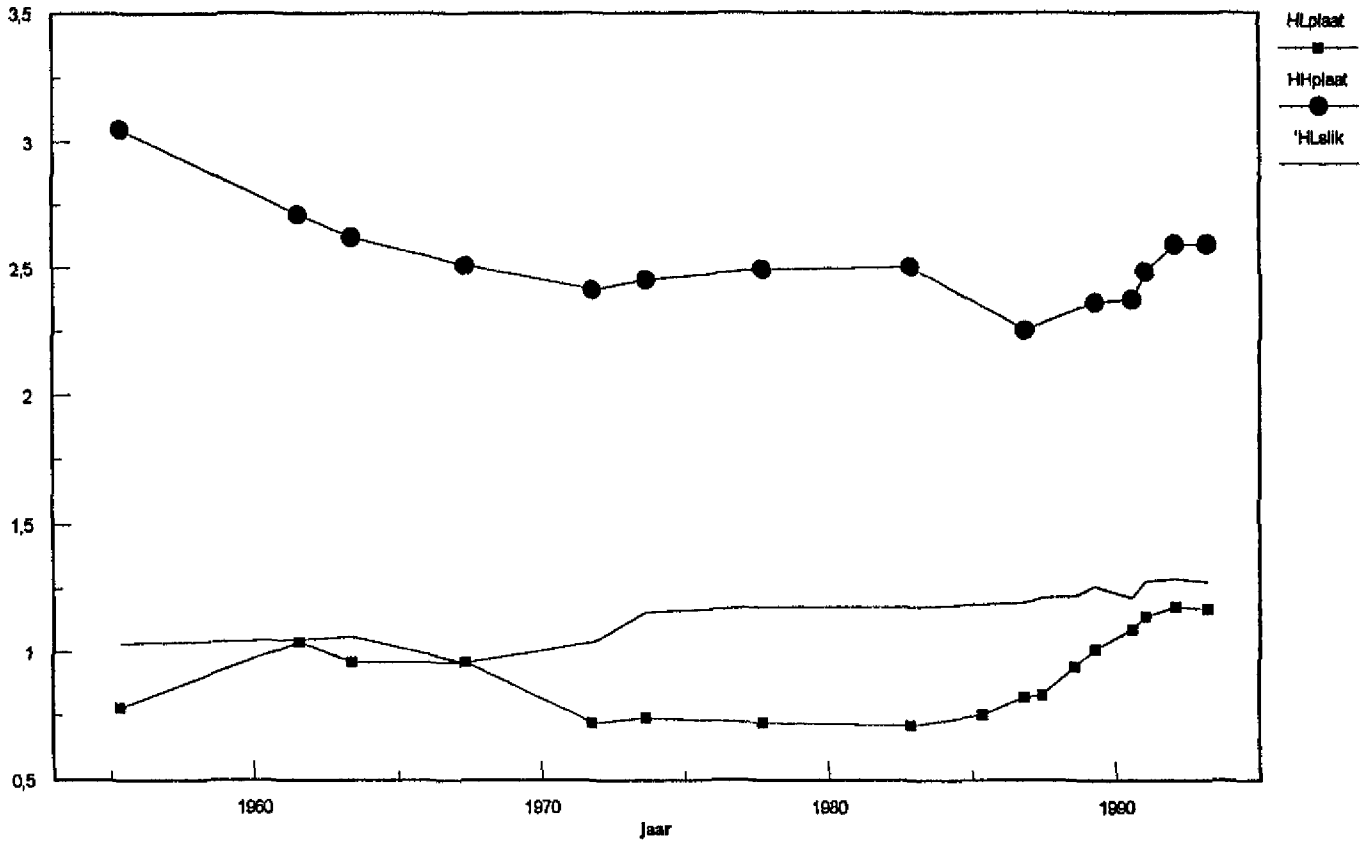
hoogte tov GLW (m)



Westerschelde Vak 1

Gemiddelde hoogte tov GLW van de platen (boven en onder NAP) en van het slijk
(onder NAP) tussen GLW en GHW 1955 - 1993

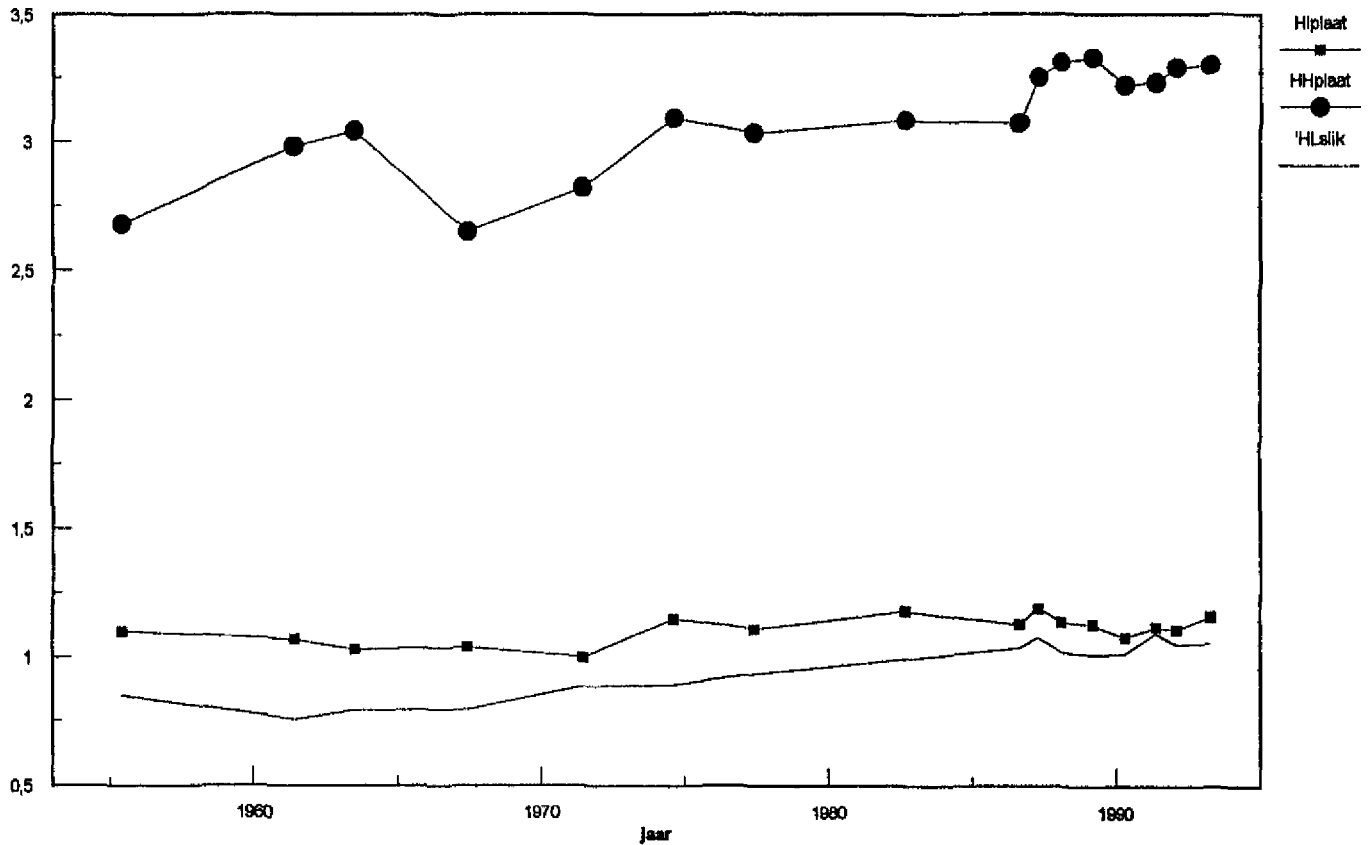
hoogte tov GLW (m)



Westerschelde Vak 2

Gemiddelde hoogte tov GLW van de platen (boven en onder NAP) en van het slijk
(onder NAP) tussen GLW en GHW 1955 - 1993

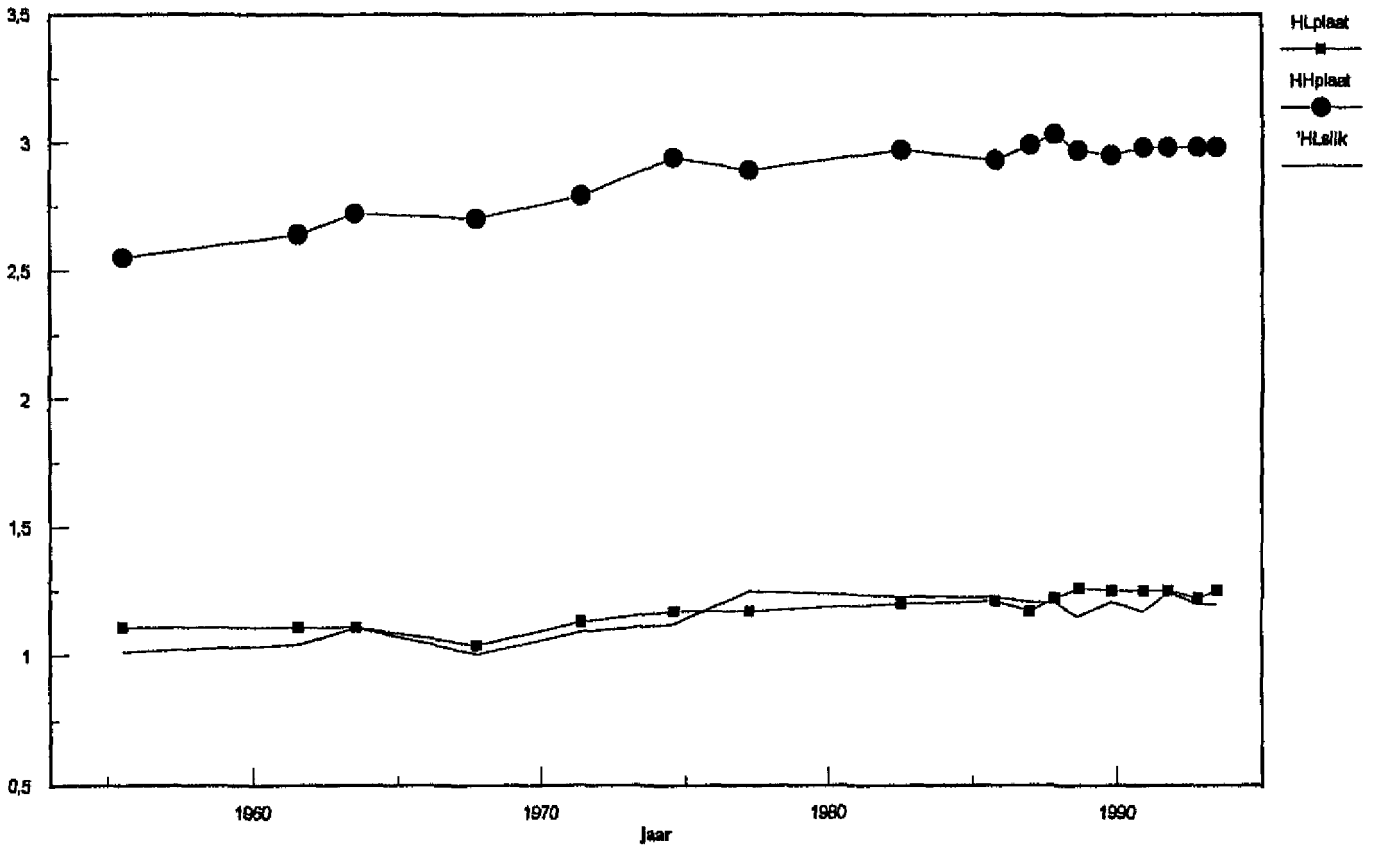
hoogte tov GLW (m)



Westerschelde Vak 3

Gemiddelde hoogte tov GLW van de platen (boven en onder NAP) en van het slik (onder NAP) tussen GLW en NAP 1955 - 1993

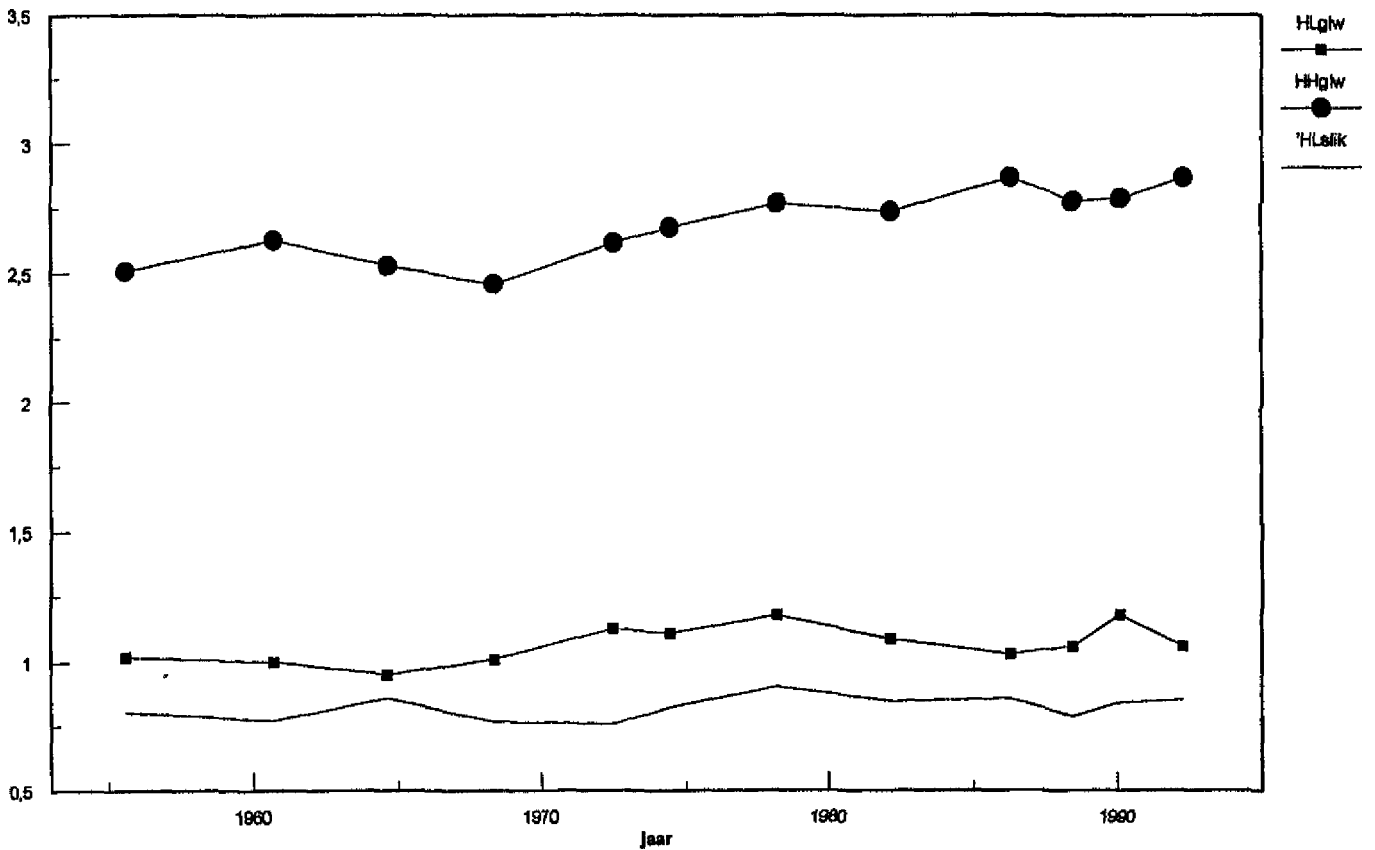
hoogte tov GLW (m)



Westerschelde Vak 4

Gemiddelde hoogte tov GLW van de platen (boven en onder NAP) en van het slik (onder NAP) tussen GLW en GHW 1955 - 1992

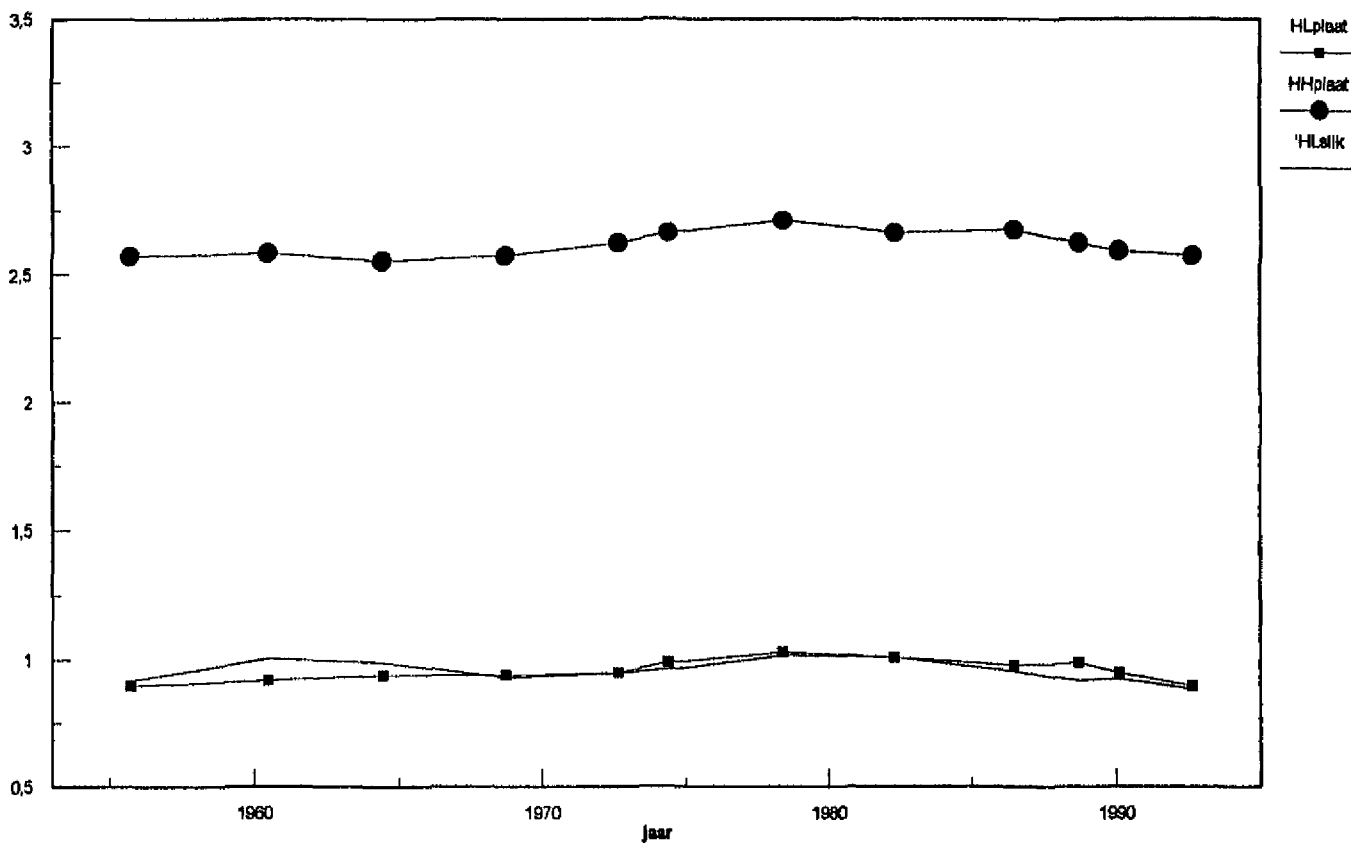
hoogte tov GLW (m)



Westerschelde Vak 5

Gemiddelde hoogte tov GLW van de platen (boven en onder NAP) en van het slik
(onder NAP) tussen GLW en GHW 1955 - 1992

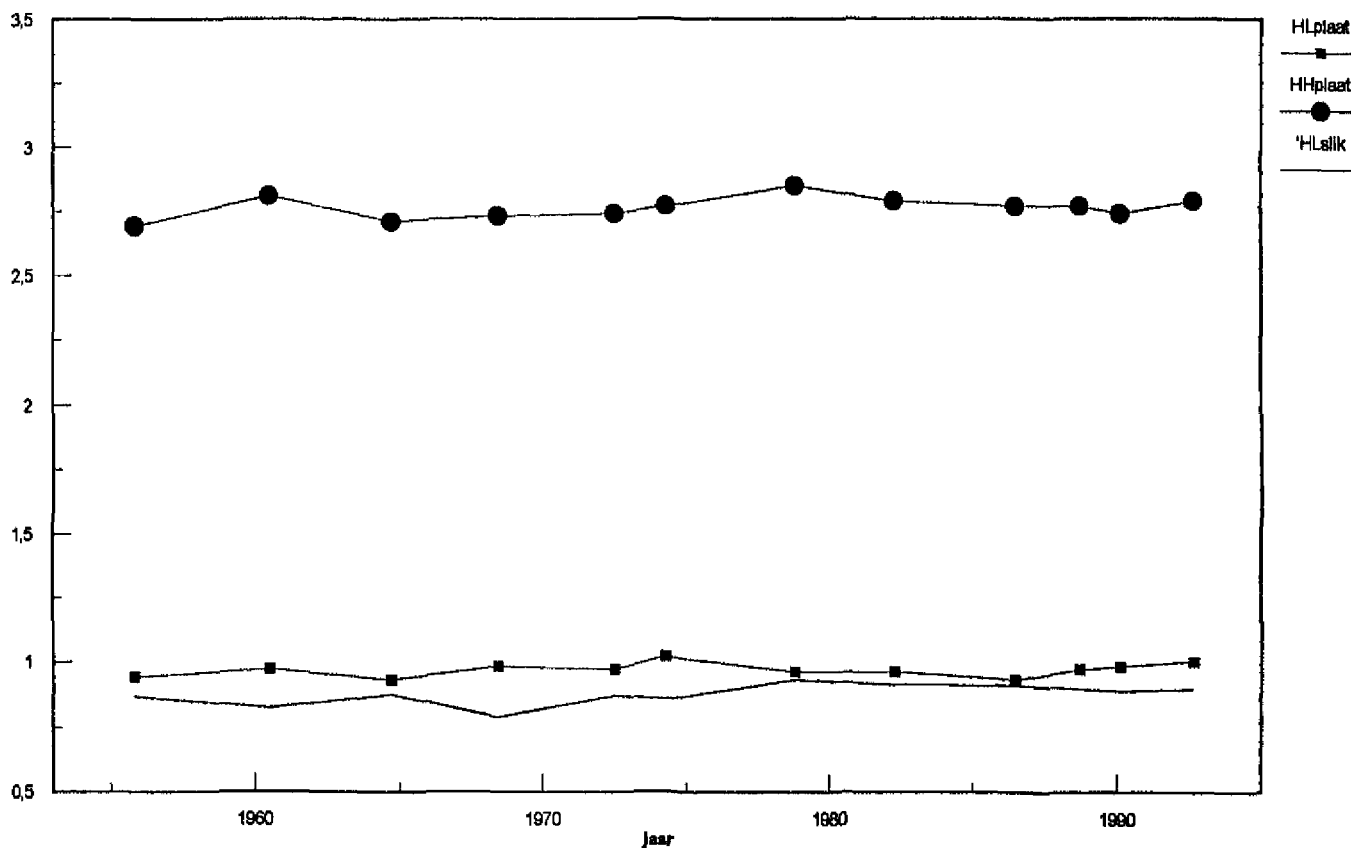
hoogte tov GLW (m)



Westerschelde Vak 6

Gemiddelde hoogte tov GLW van de platen (boven en onder NAP) en van het slik
(onder NAP) tussen GLW en GHW 1955 - 1992

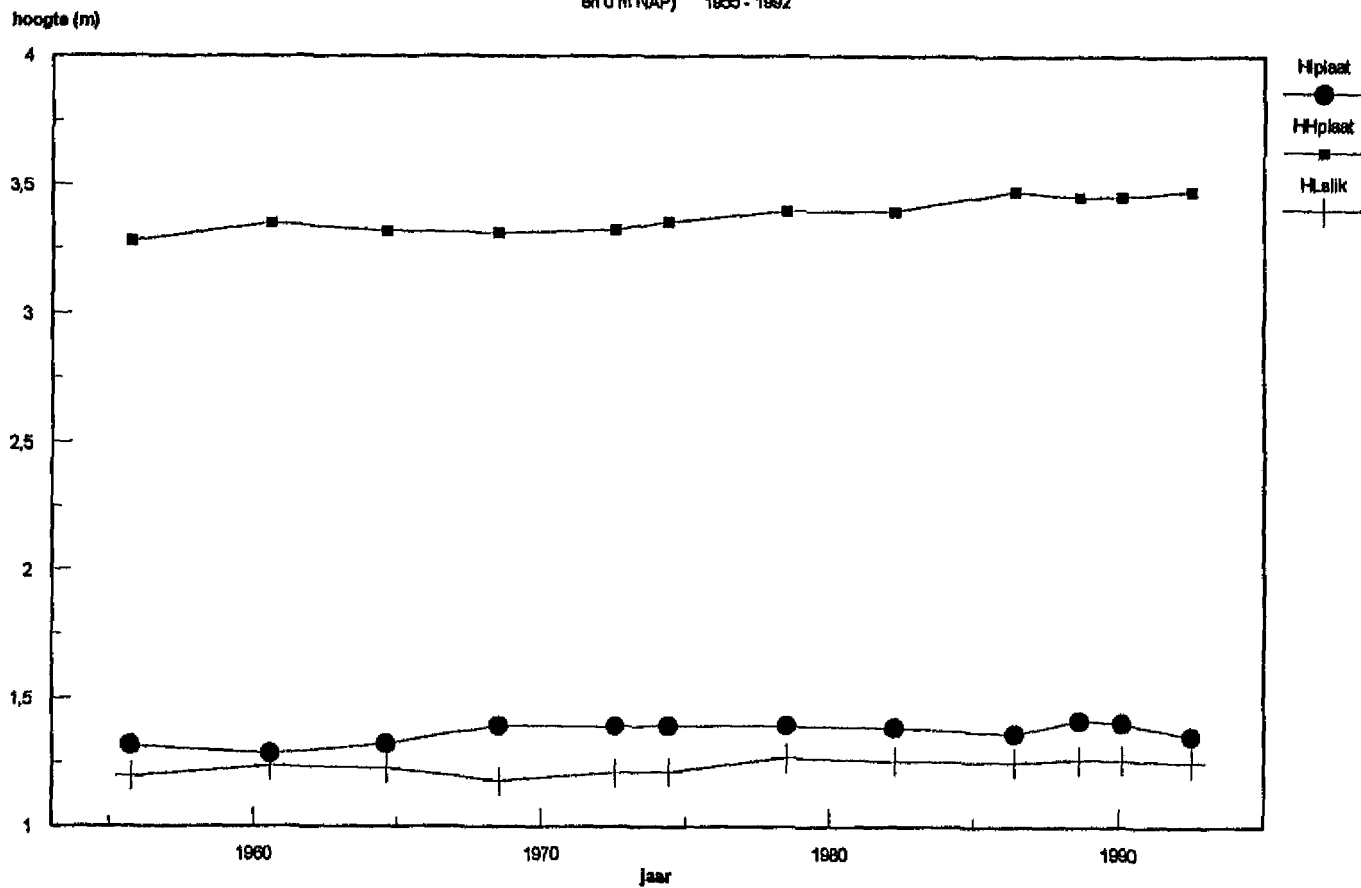
hoogte tov GLW (m)



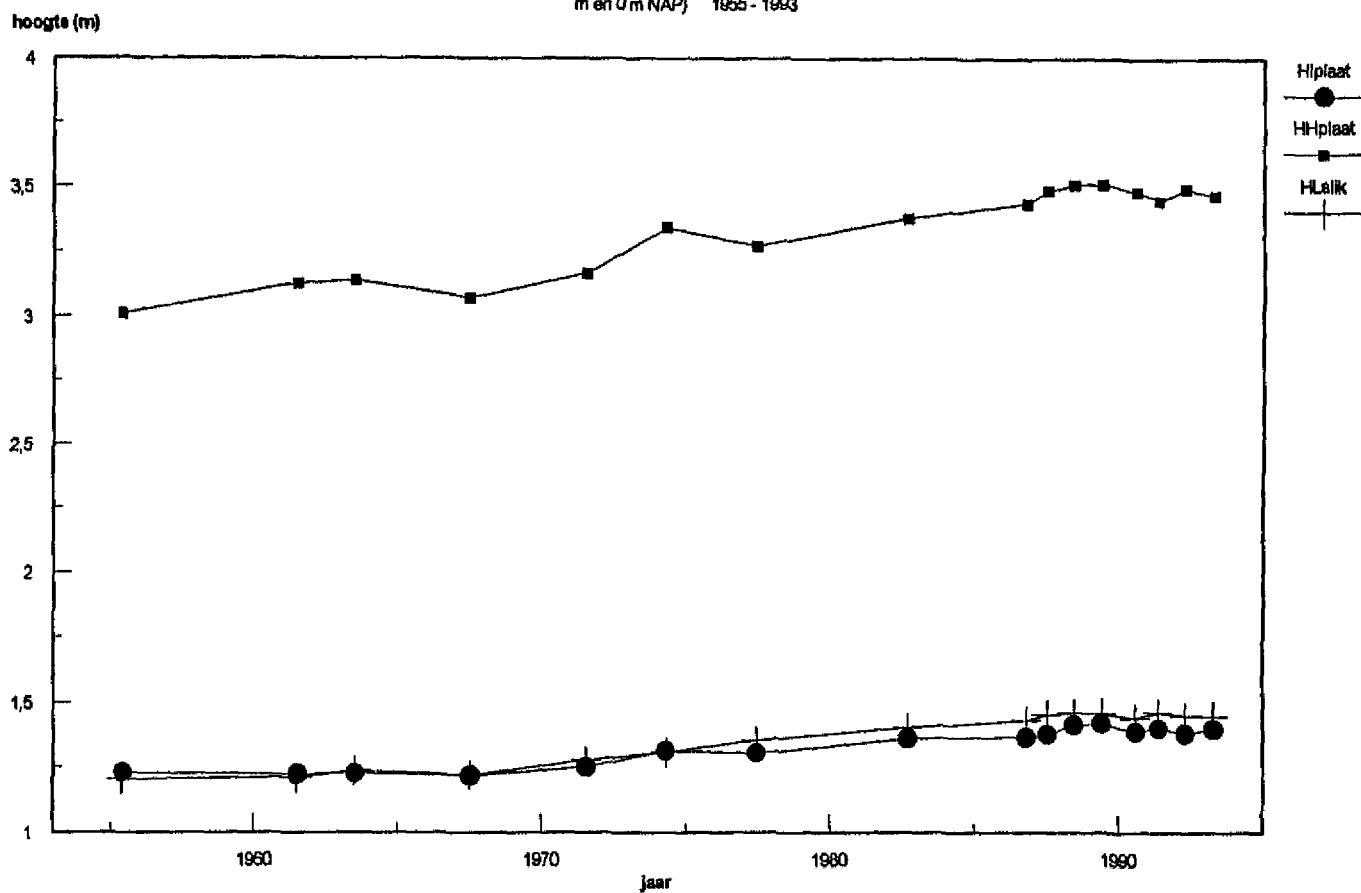
Bijlage E

Ontwikkeling van de gemiddelde hoogte van de platen en slikken ten opzichte van een vast kader

Westerschelde West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de platen (tussen -2.5 en 2.5 m NAP) en slik (tussen -2.5 en 0 m NAP) 1955 - 1992

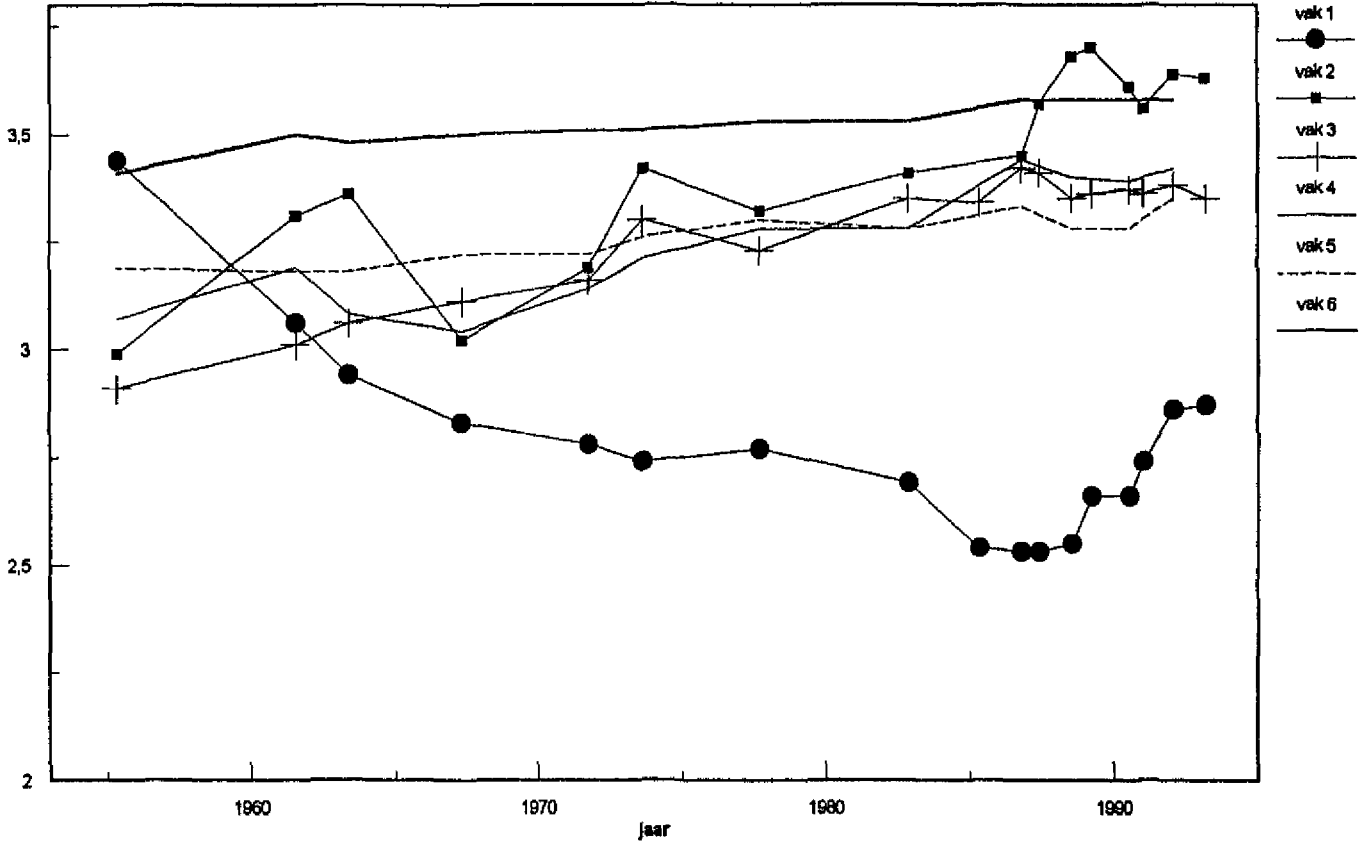


Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Gemiddelde hoogte van de platen (tussen -2.5 en 2.5 m NAP) en slik (tussen -2.5 m en 0 m NAP) 1955 - 1993



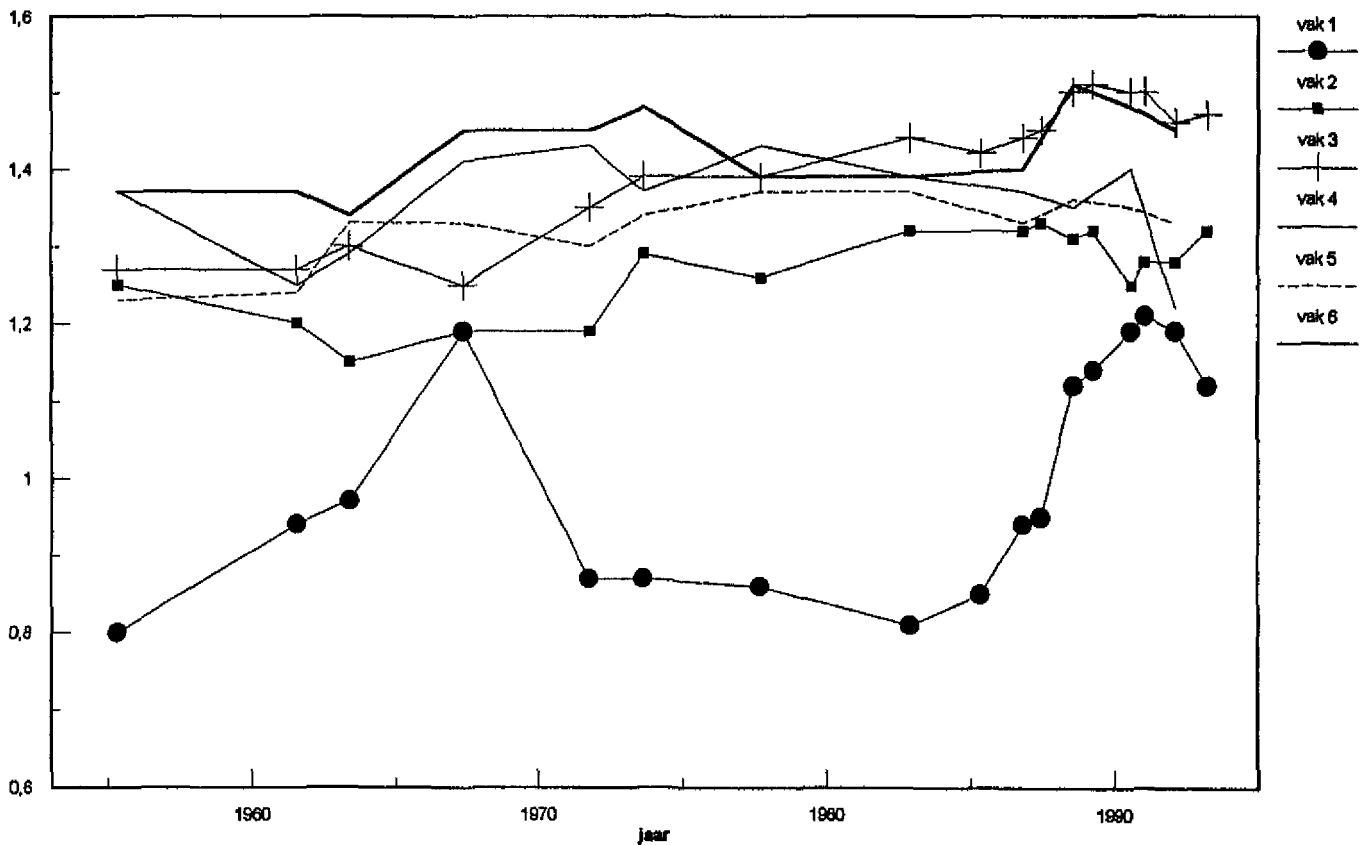
Westerschelde Vak 1 t/m 6
 Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen 0 en 2.5 m NAP; Hh)
 1955 - 1993

hoogte tov NAP 0 m (m)



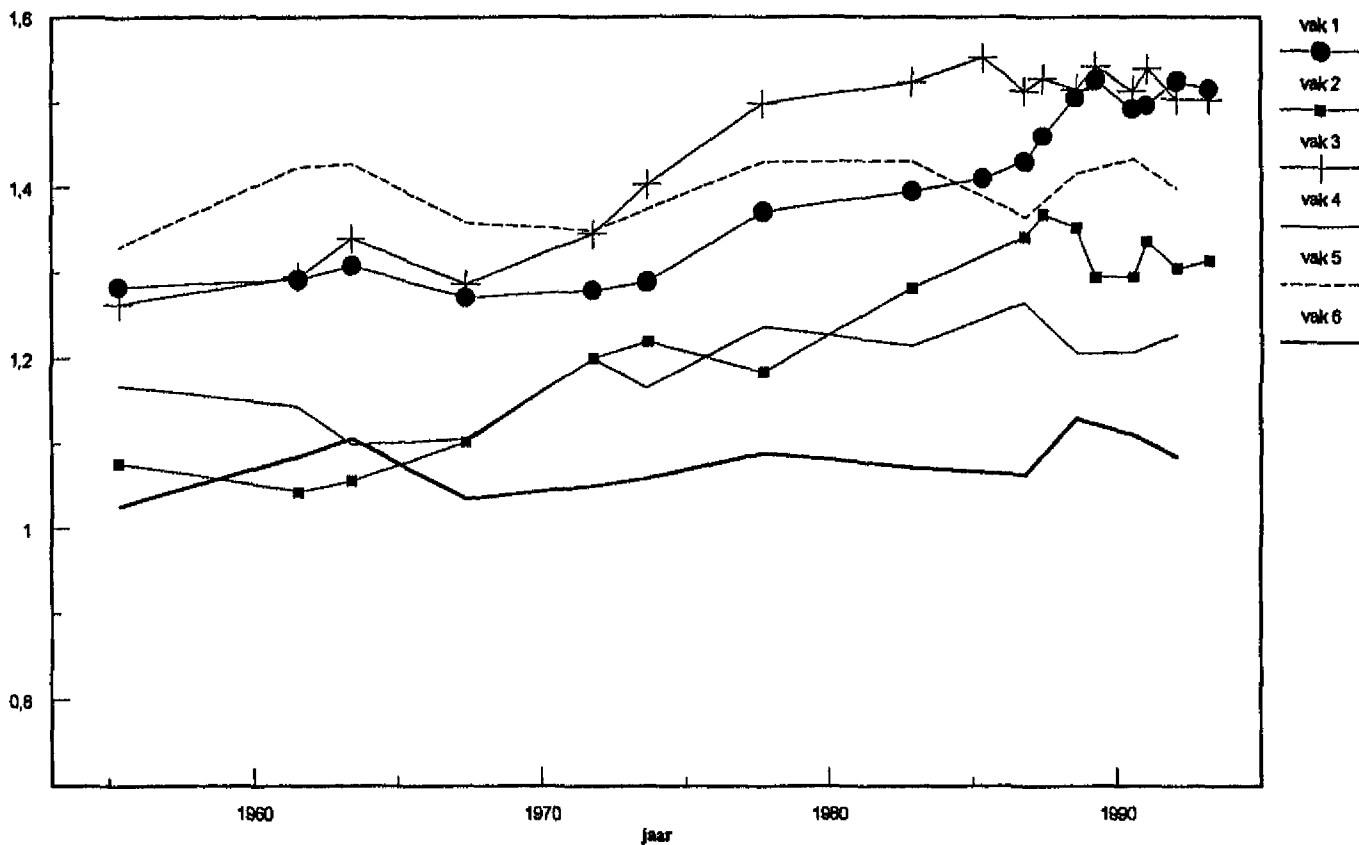
Westerschelde Vak 1 t/m 6
 Gemiddelde hoogte van de lage platen (tussen 0 en -2.5 m NAP; Hl)
 1955 - 1993

hoogte tov NAP -2.5 m (m)



Westerschelde Vak 1 t/m 6
Gemiddelde hoogte van de lage slikken (tussen 0 en -2.5 m NAP; Hh)
1955 - 1993

hoogte tov NAP -2.5 m(m)

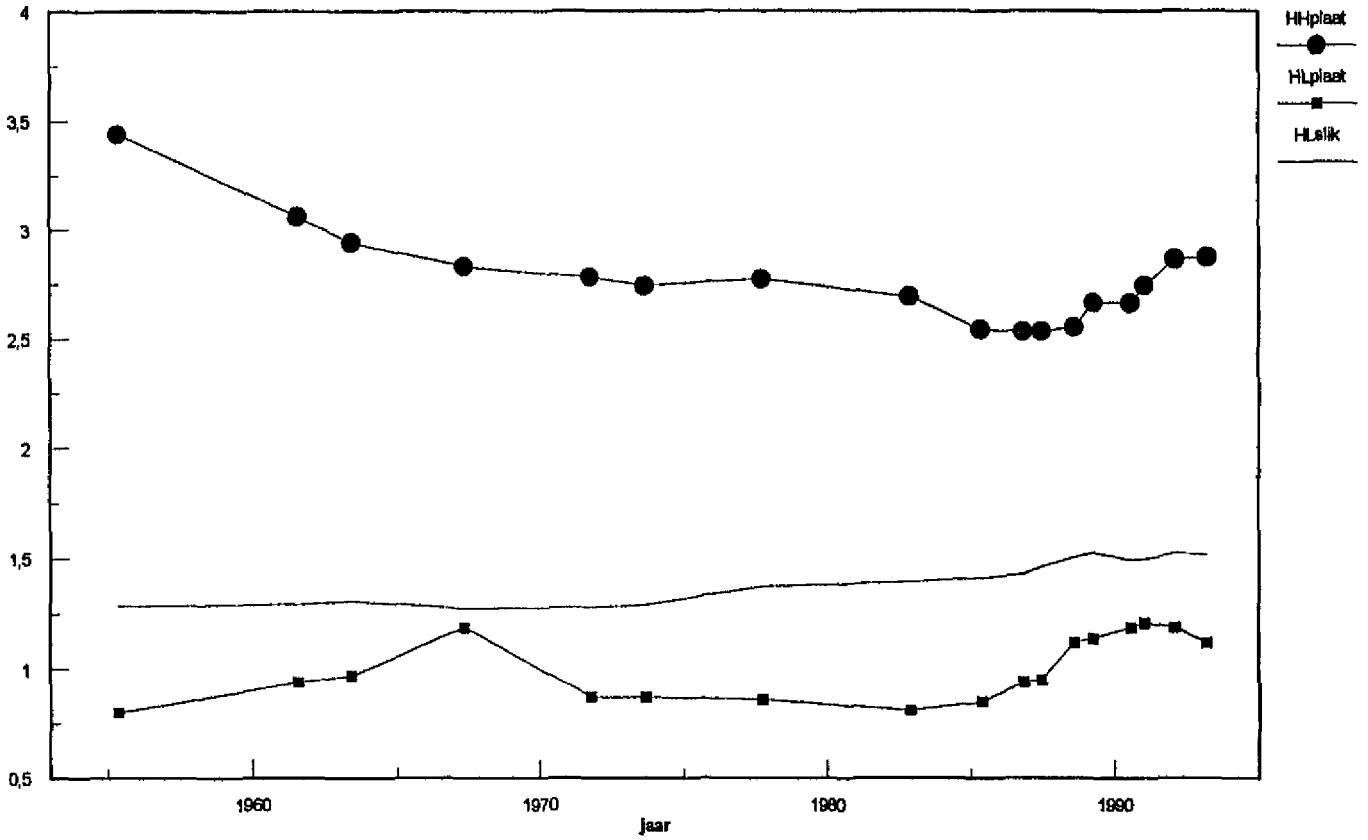


Figuur E.3

Westerschelde Vak 1

Gemiddelde hoogte tov LW van de platen (boven en onder NAP) en van het slik (onder NAP) tussen -2.5 m en 2.5 m NAP 1955 - 1993

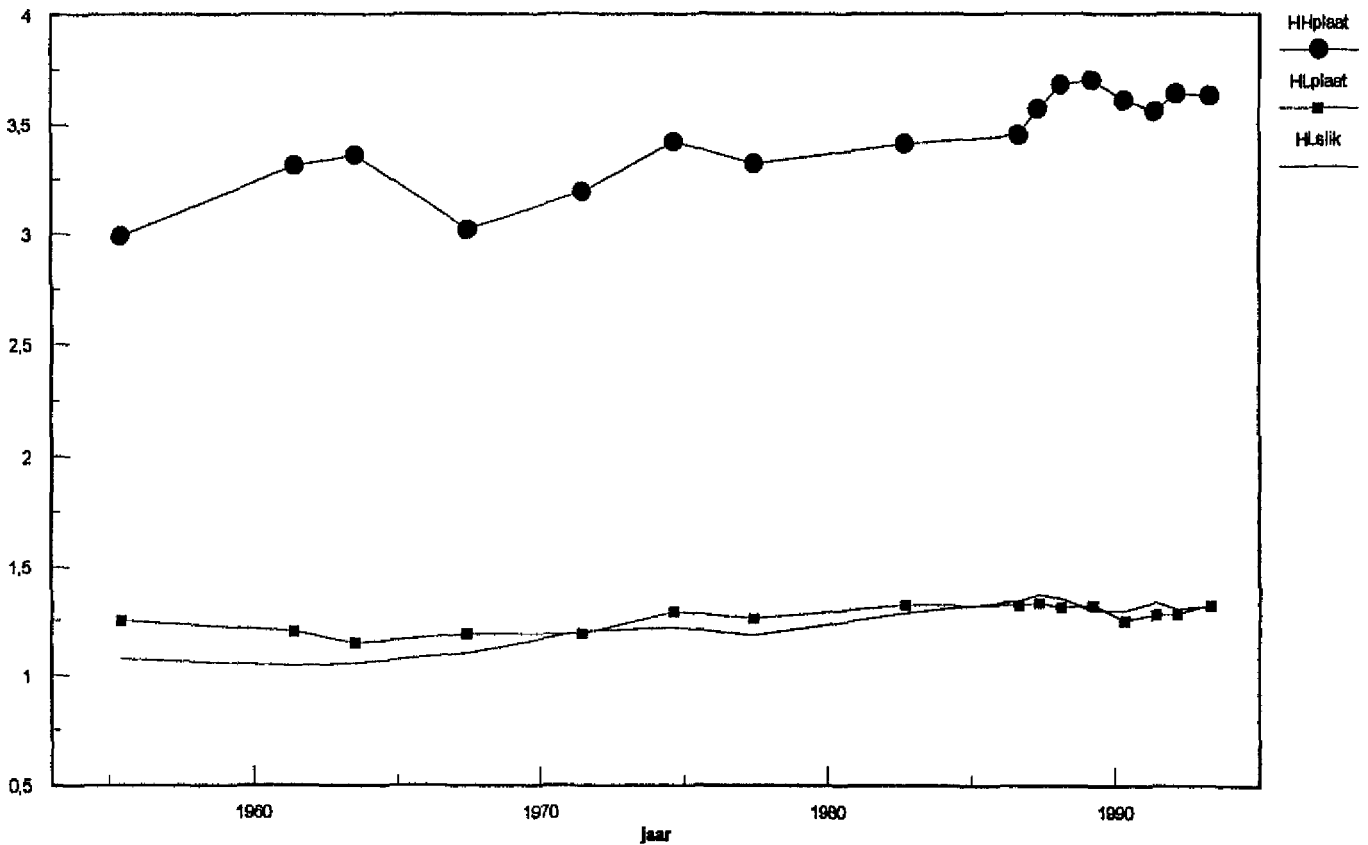
hoogte tov LW (m)



Westerschelde Vak 2

Gemiddelde hoogte tov LW van de platen (boven en onder NAP) en van het slik (onder NAP) tussen -2.5 m en 2.5 m NAP 1955 - 1993

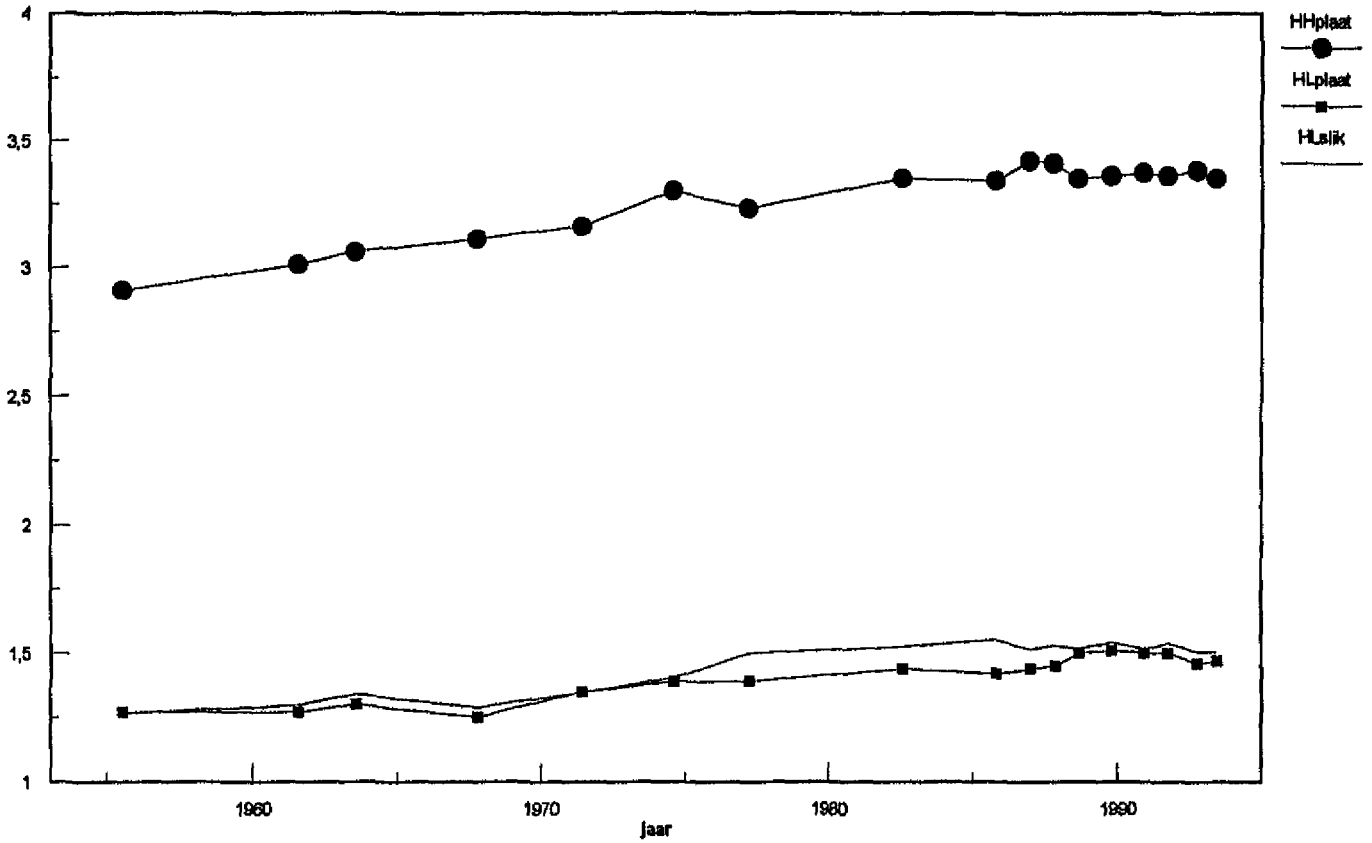
hoogte tov LW (m)



Westerschelde Vak 3

Gemiddelde hoogte tov LW van de platen (boven en onder NAP) en van het slijk
(onder NAP) tussen -2.5 m en 2.5 m NAP 1955 - 1993

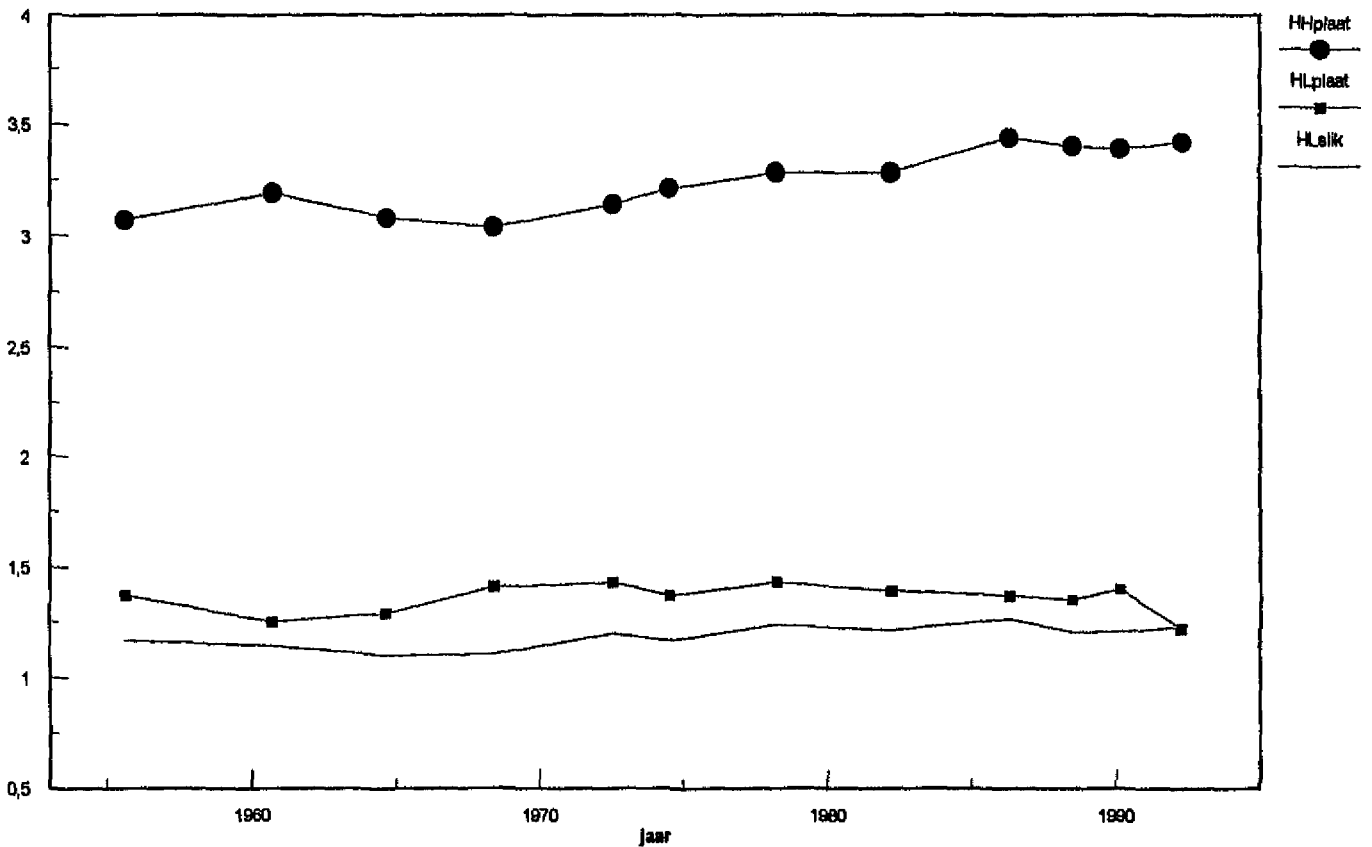
hoogte tov LW (m)



Westerschelde Vak 4

Gemiddelde hoogte tov LW van de platen (boven en onder NAP) en van het slijk
(onder NAP) tussen -2.5 m en 2.5 m NAP 1955 - 1993

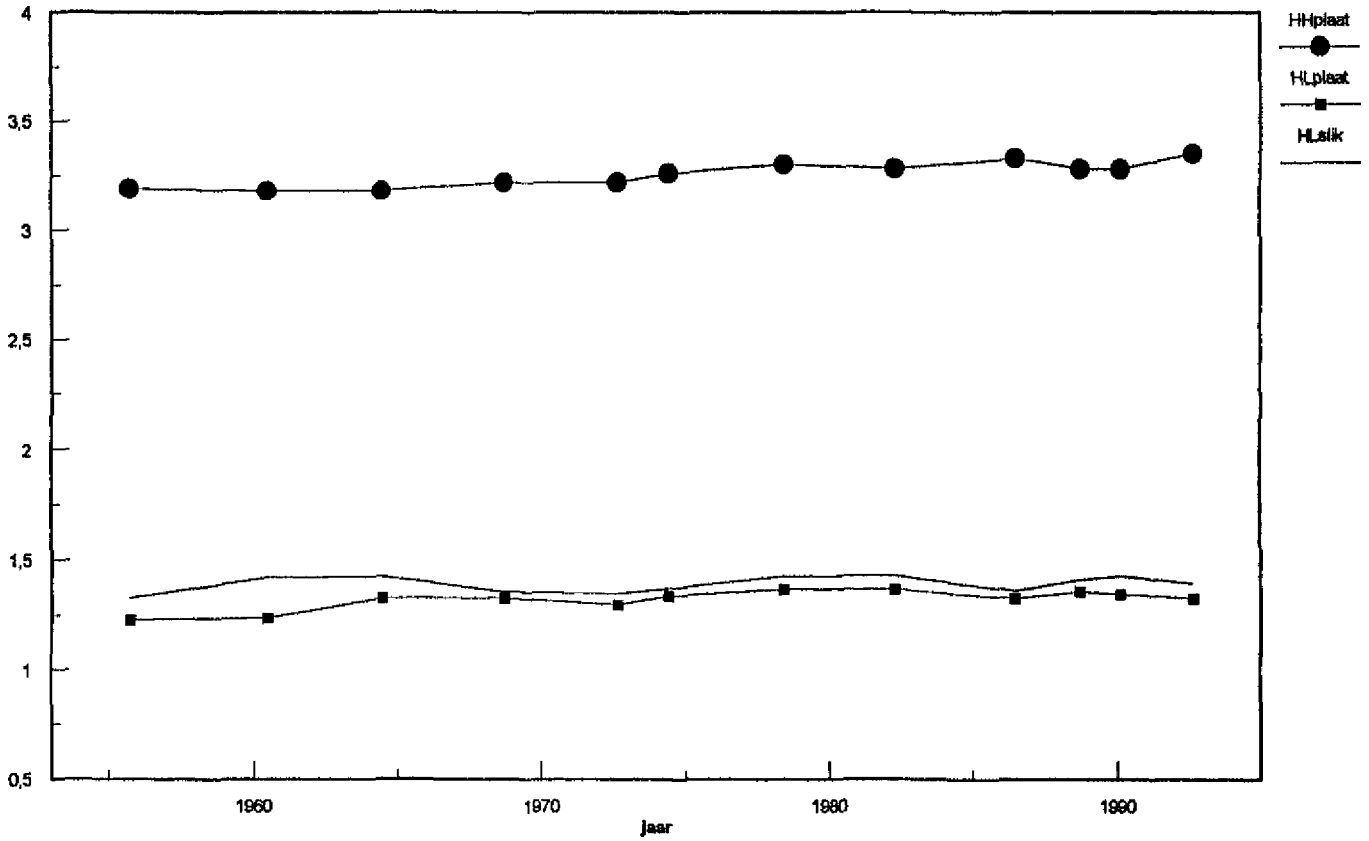
hoogte tov LW (m)



Westerschelde Vak 5

Gemiddelde hoogte tov LW van de platen (boven en onder NAP) en van het sijk
(onder NAP) tussen -2.5 m en 2.5 m NAP 1955 - 1993

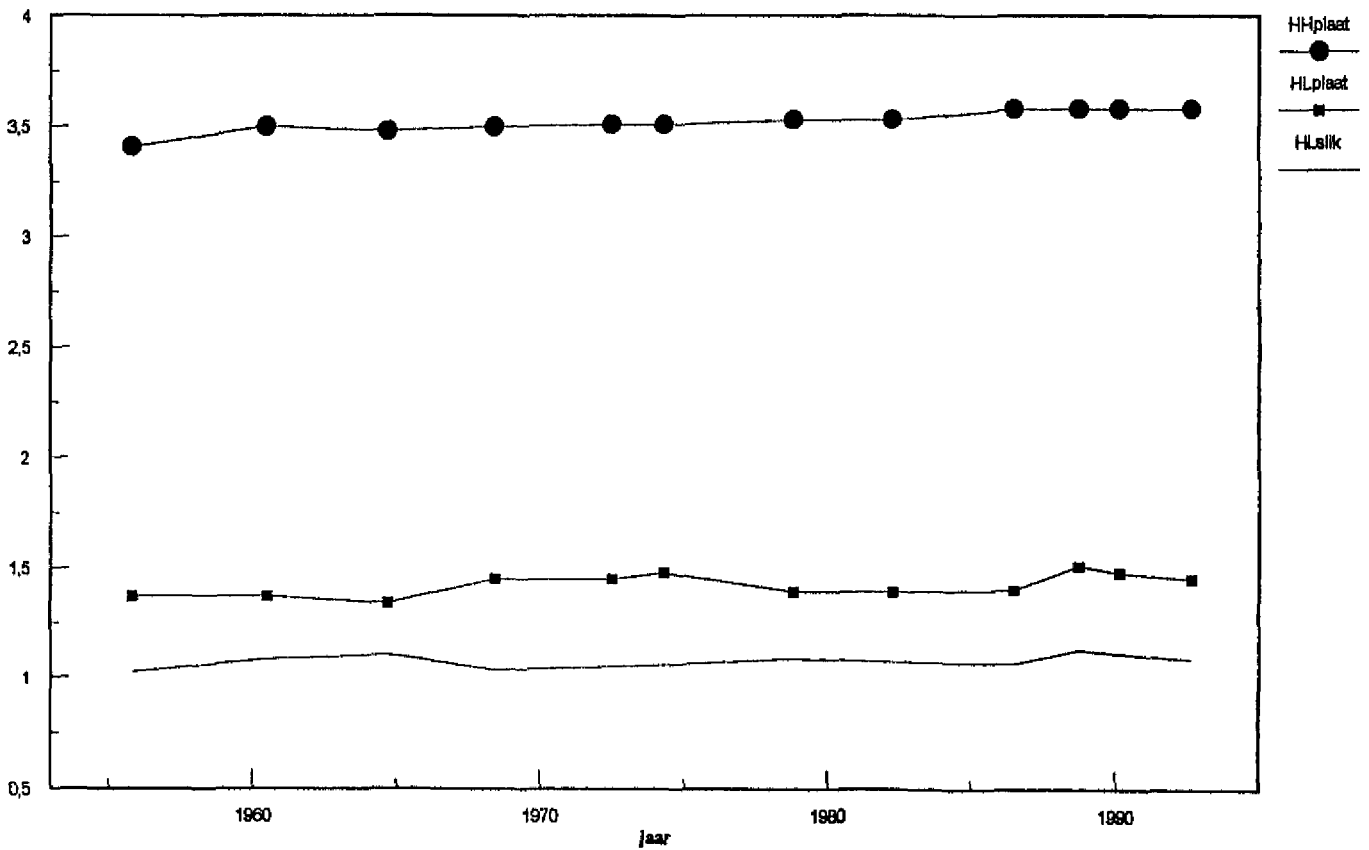
hoogte tov LW (m)



Westerschelde Vak 6

Gemiddelde hoogte tov LW van de platen (boven en onder NAP) en van het sijk
(onder NAP) tussen -2.5 m en 2.5 m NAP 1955 - 1993

hoogte tov LW (m)



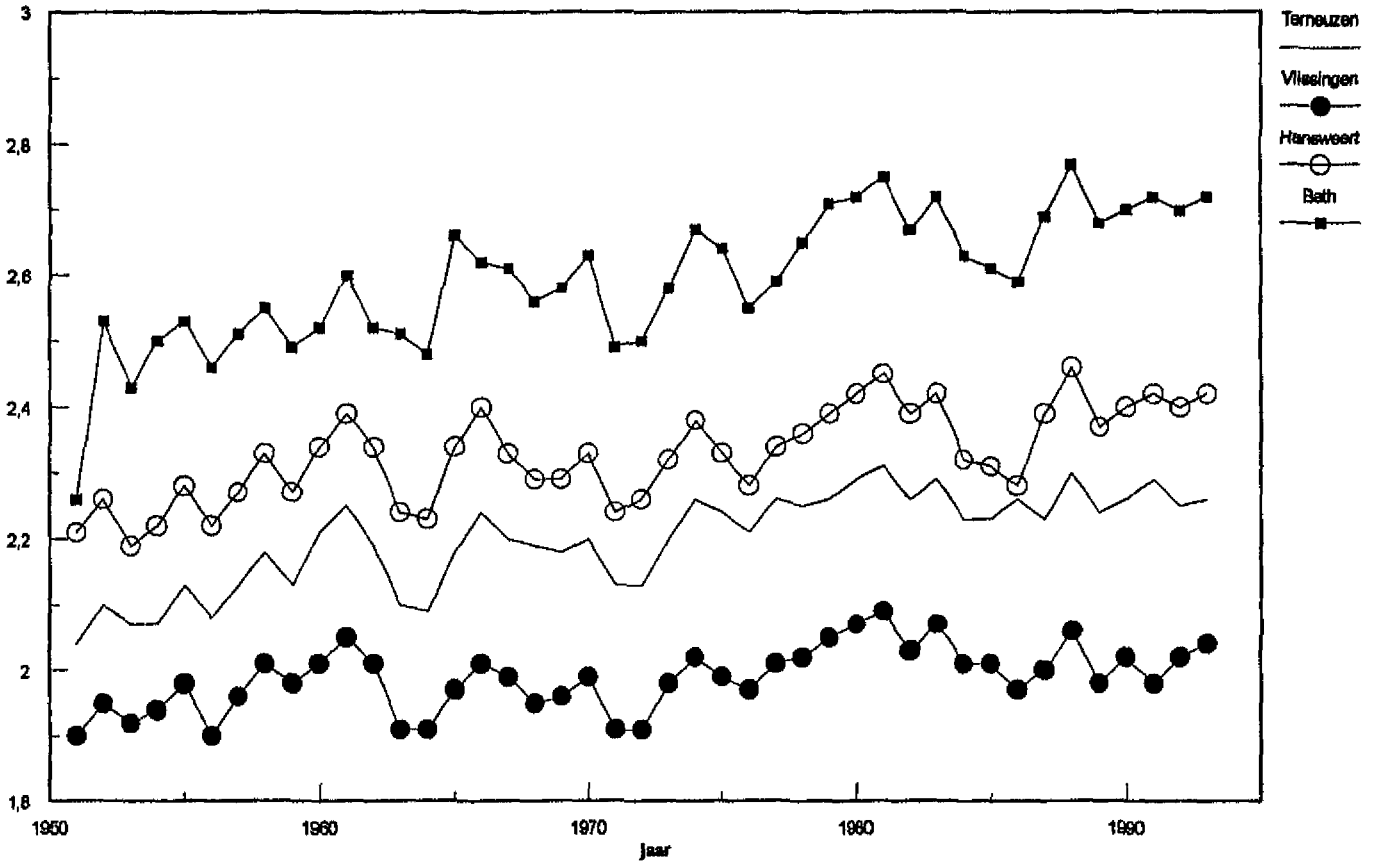
Bijlage F

Verloop getij karakteristieken in Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en
Bath van 1951 tot en met 1993

Westerschelde

Verloop GHW in Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath 1951 - 1993

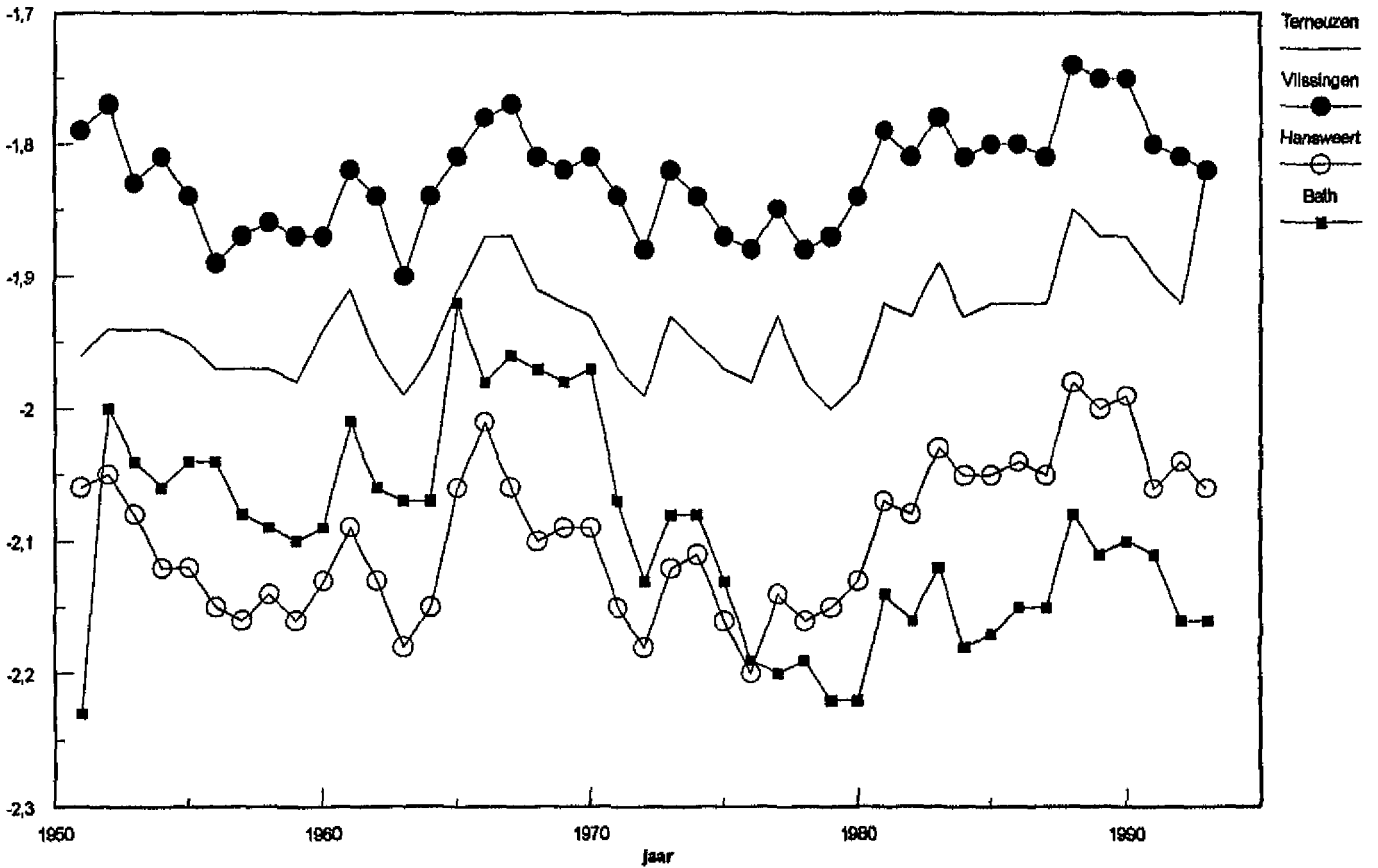
GHW (m)



Westerschelde

Verloop GLW in Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath 1951 - 1993

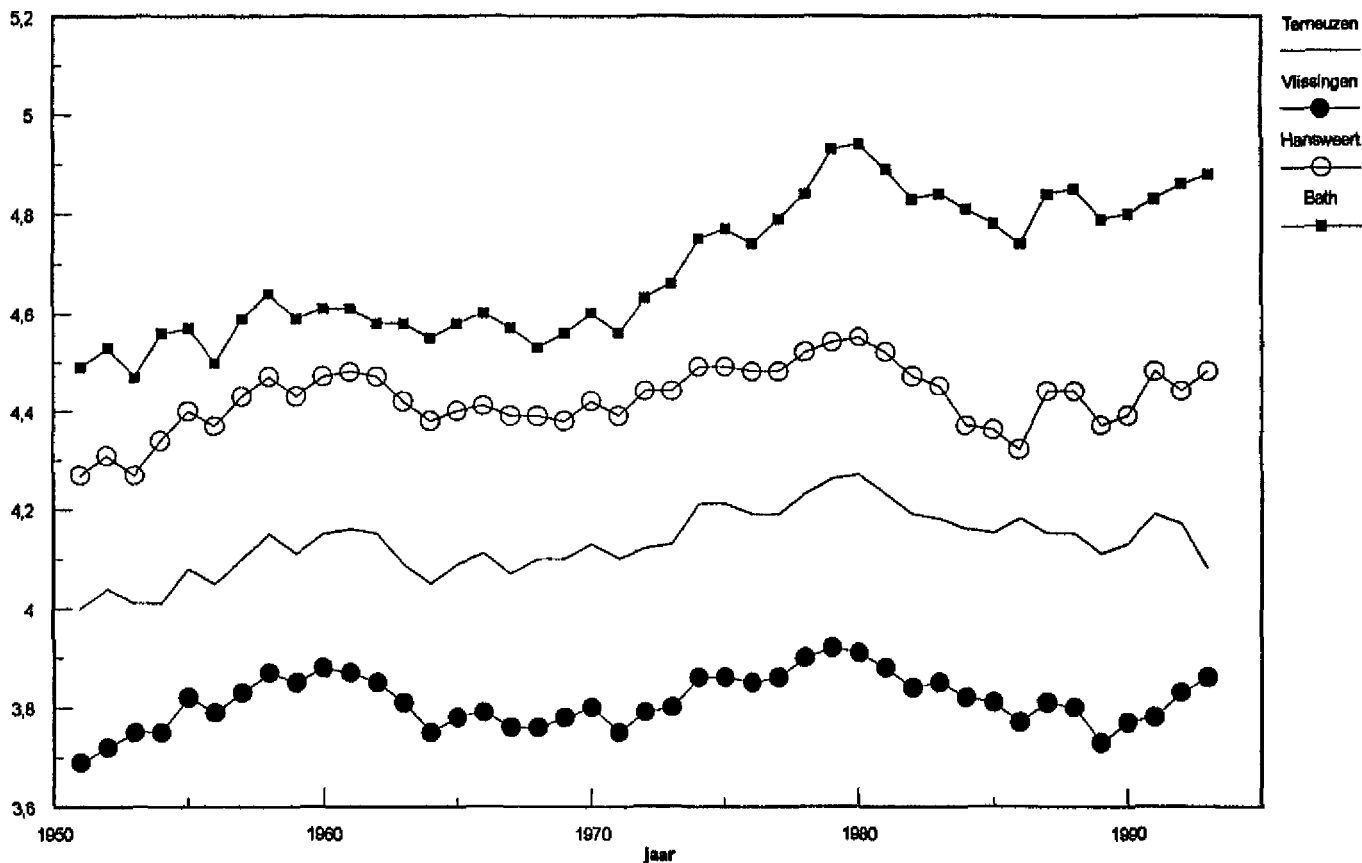
GLW (m)



Westerschelde

Verloop getijverschil in Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath 1951 - 1993

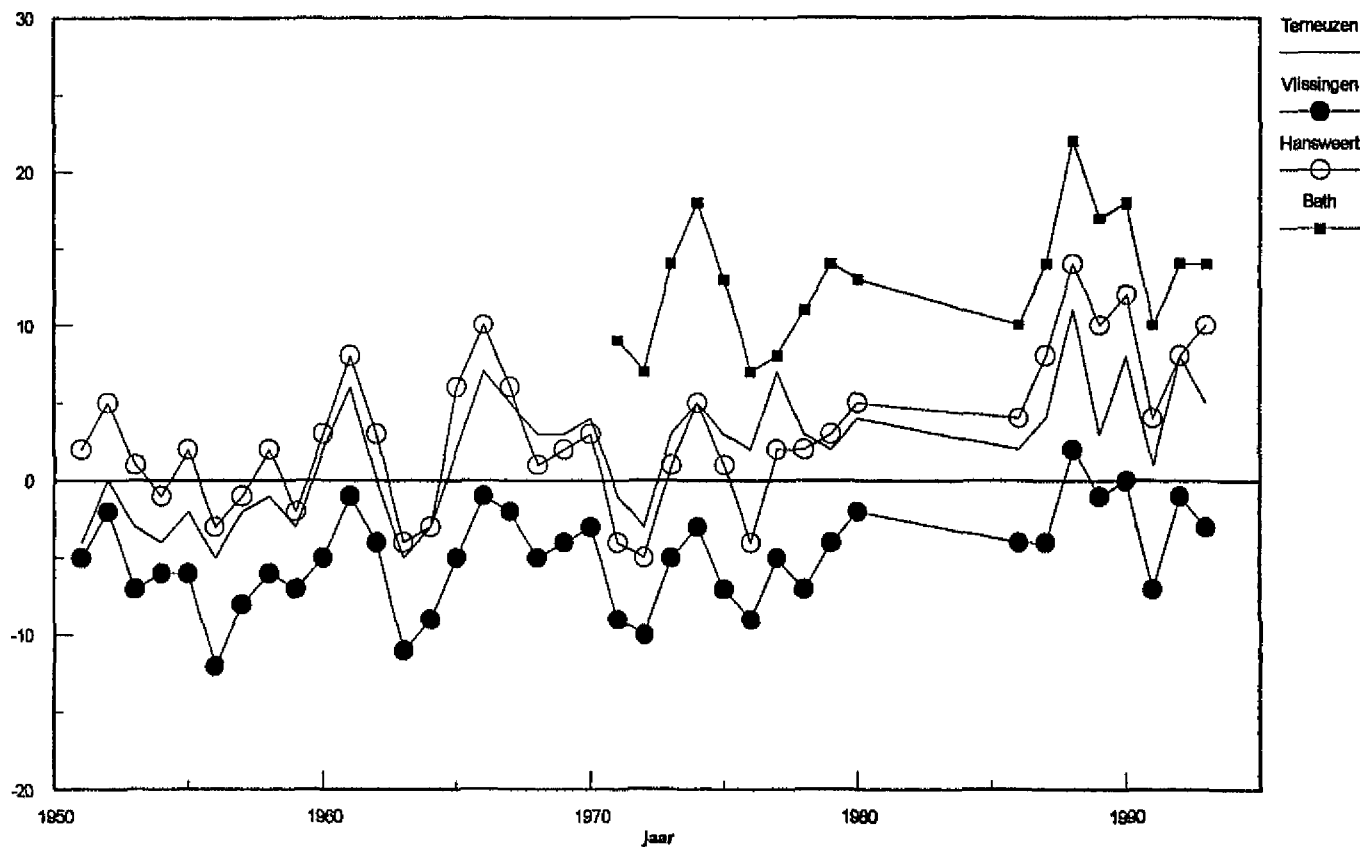
getijverschil (m)



Westerschelde

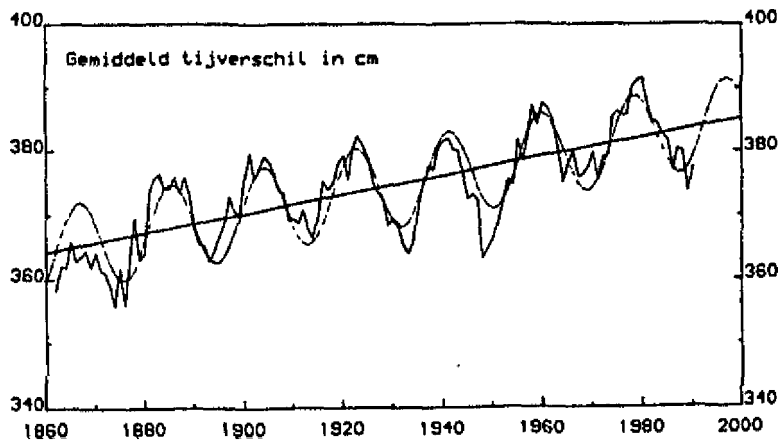
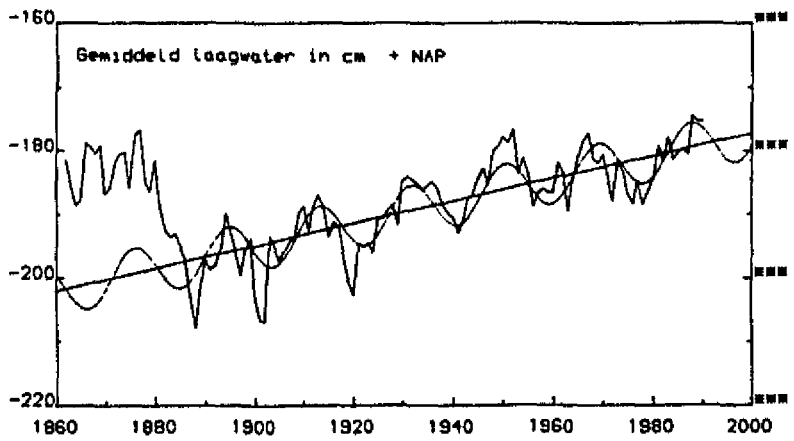
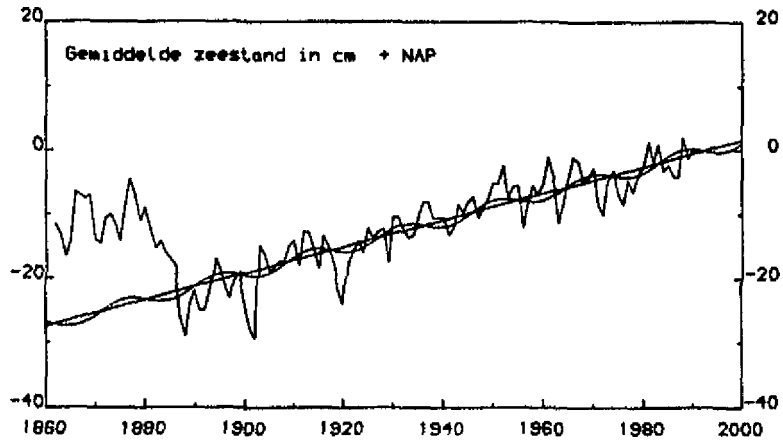
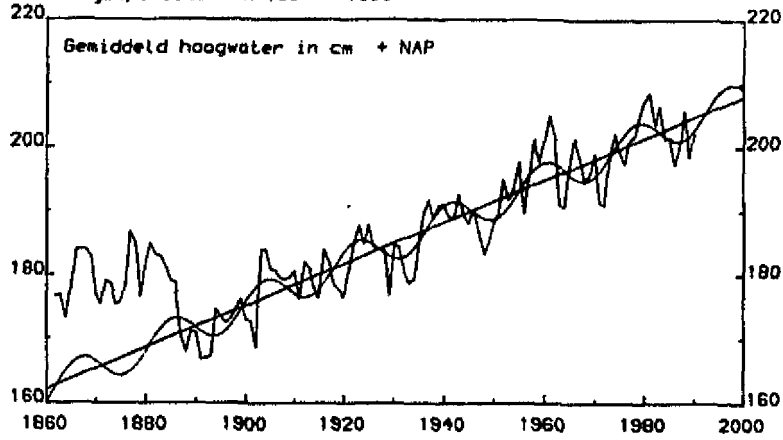
Verloop MSL 'mean sea level' in Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath 1951 - 1993

MSL (cm)



Vlissingen

Trendberekening via Matrix operatie
 Analyseperiode van 1901 - 1990



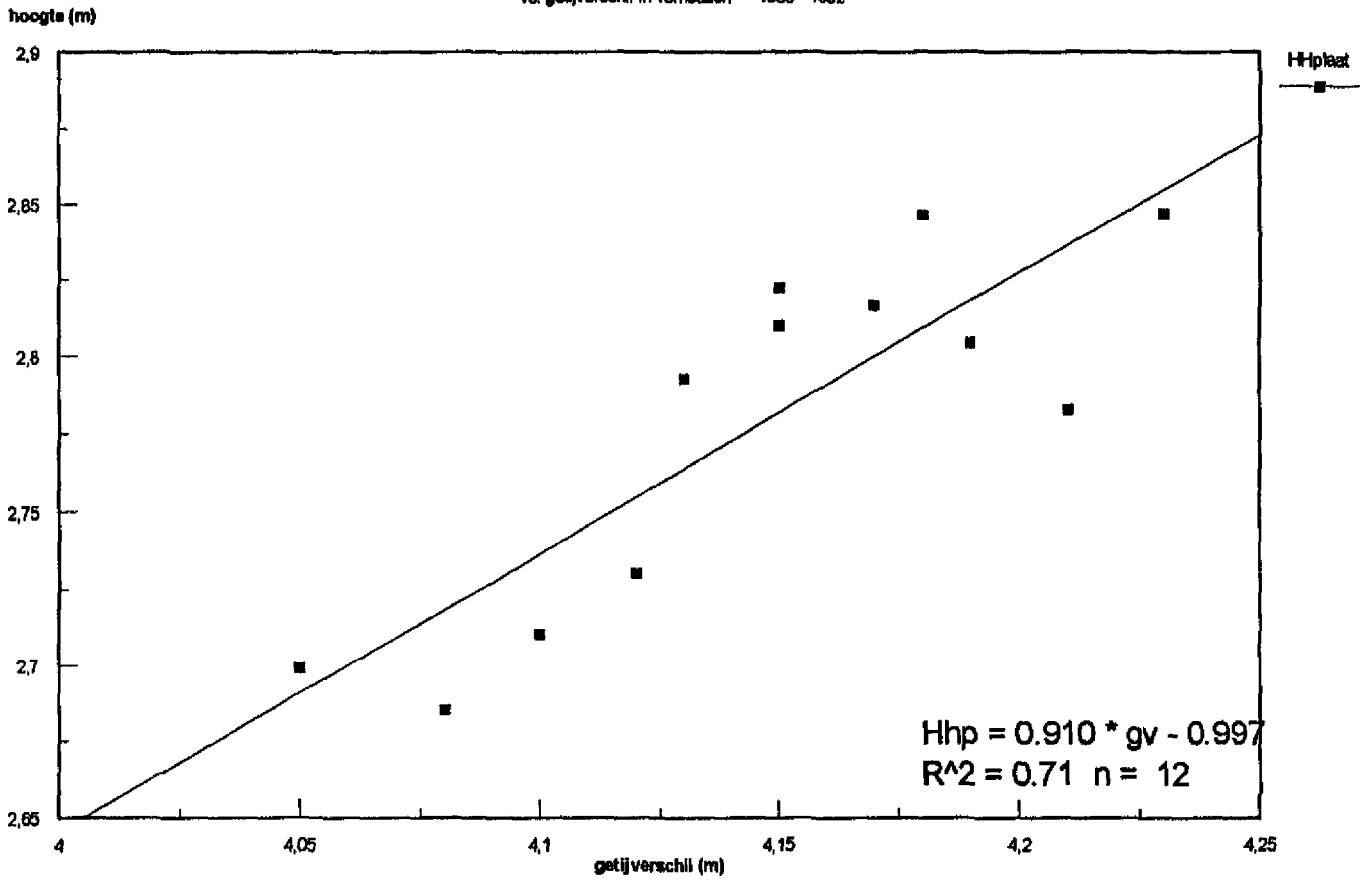
$$y = a \cdot jr + b \cdot (\sin(jr + K) \cdot 2 \cdot \pi / S) + c \quad \text{met}$$

$$S = 18.60 \quad K = -2.00$$

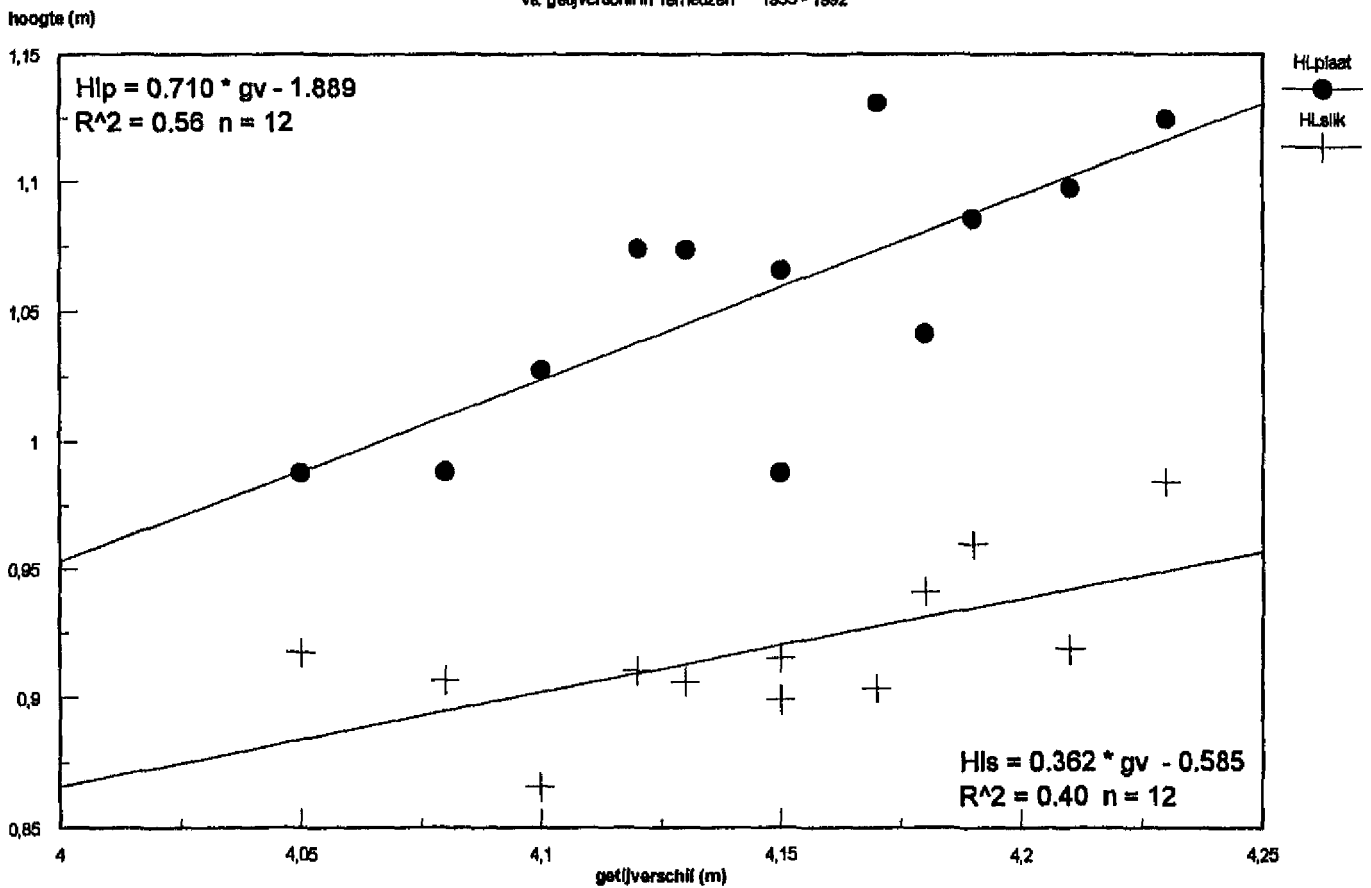
Bijlage G

Grafieken van de relatie in het westen tussen getijkarakteristieken én de gemiddelde hoogte van de platen en slikken ten opzichte van een bewegend kader

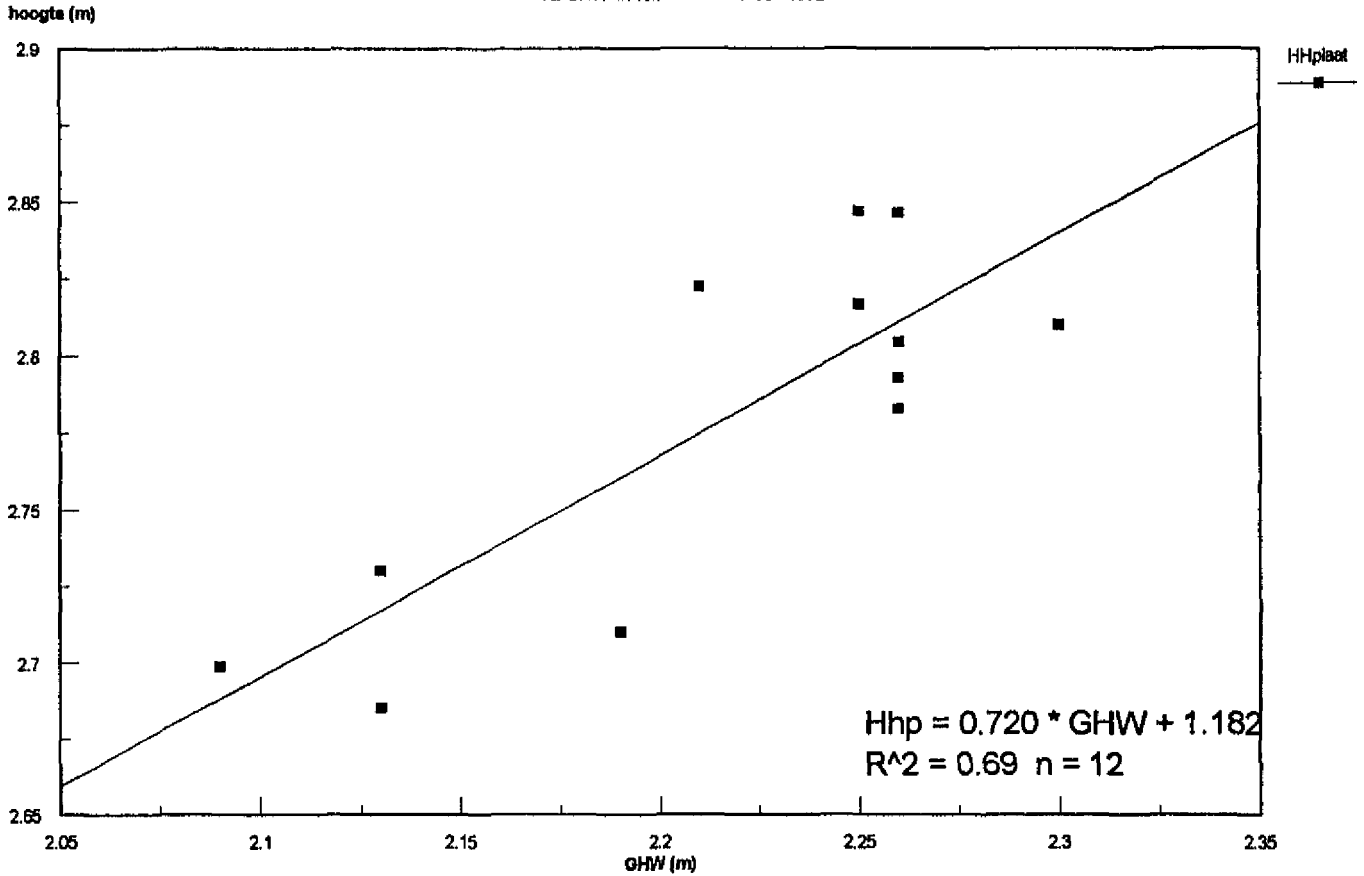
Westerschelde West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen MSL en GHW)
 vs. getijverschil in Terneuzen 1955 - 1992



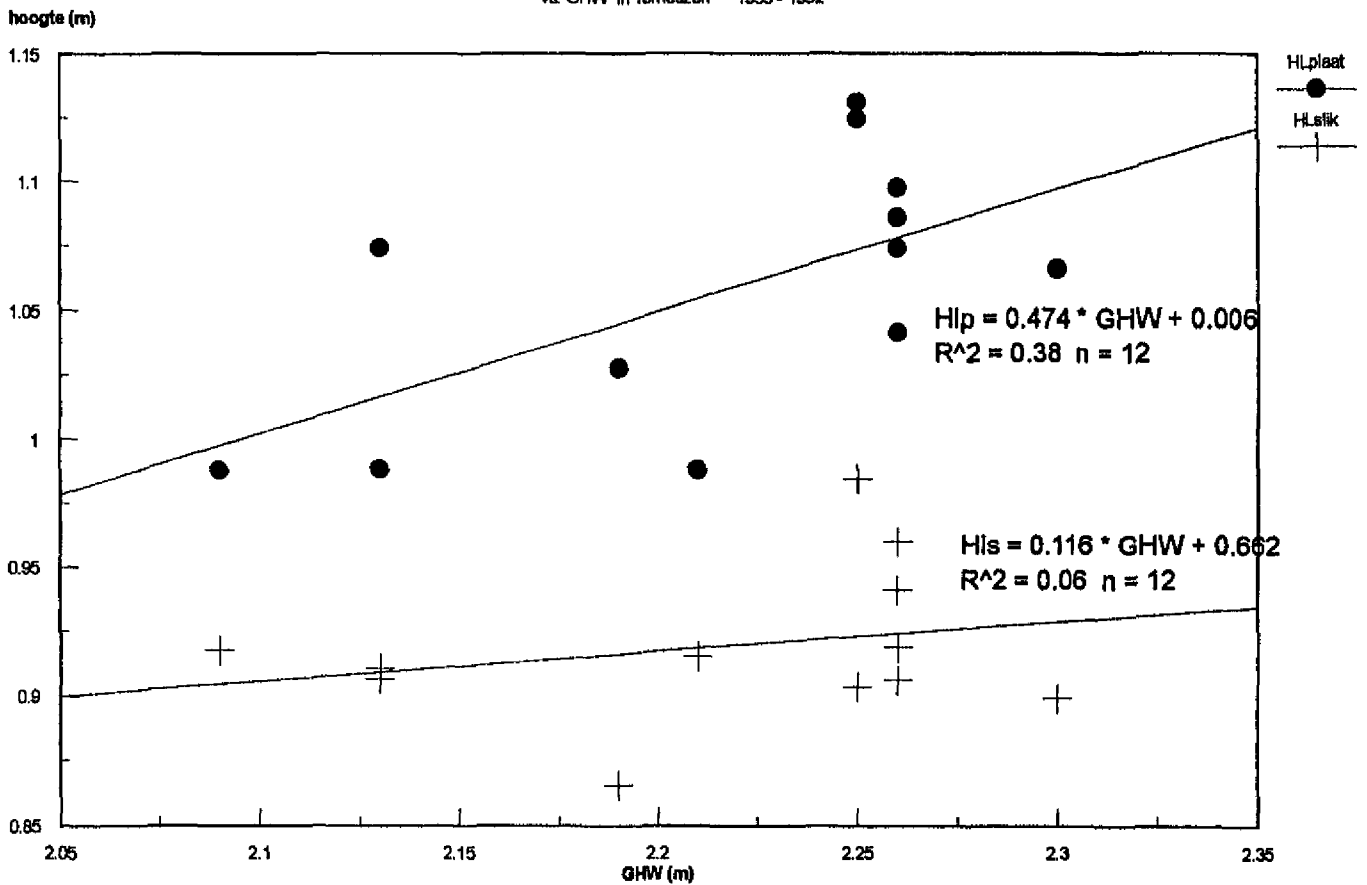
Westerschelde West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de lage platen en lage slikken (tussen MSL en GLV)
 vs. getijverschil in Terneuzen 1955 - 1992



Westerscheide West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen MSL en GHW)
 vs. GHW in Terneuzen 1955 - 1992

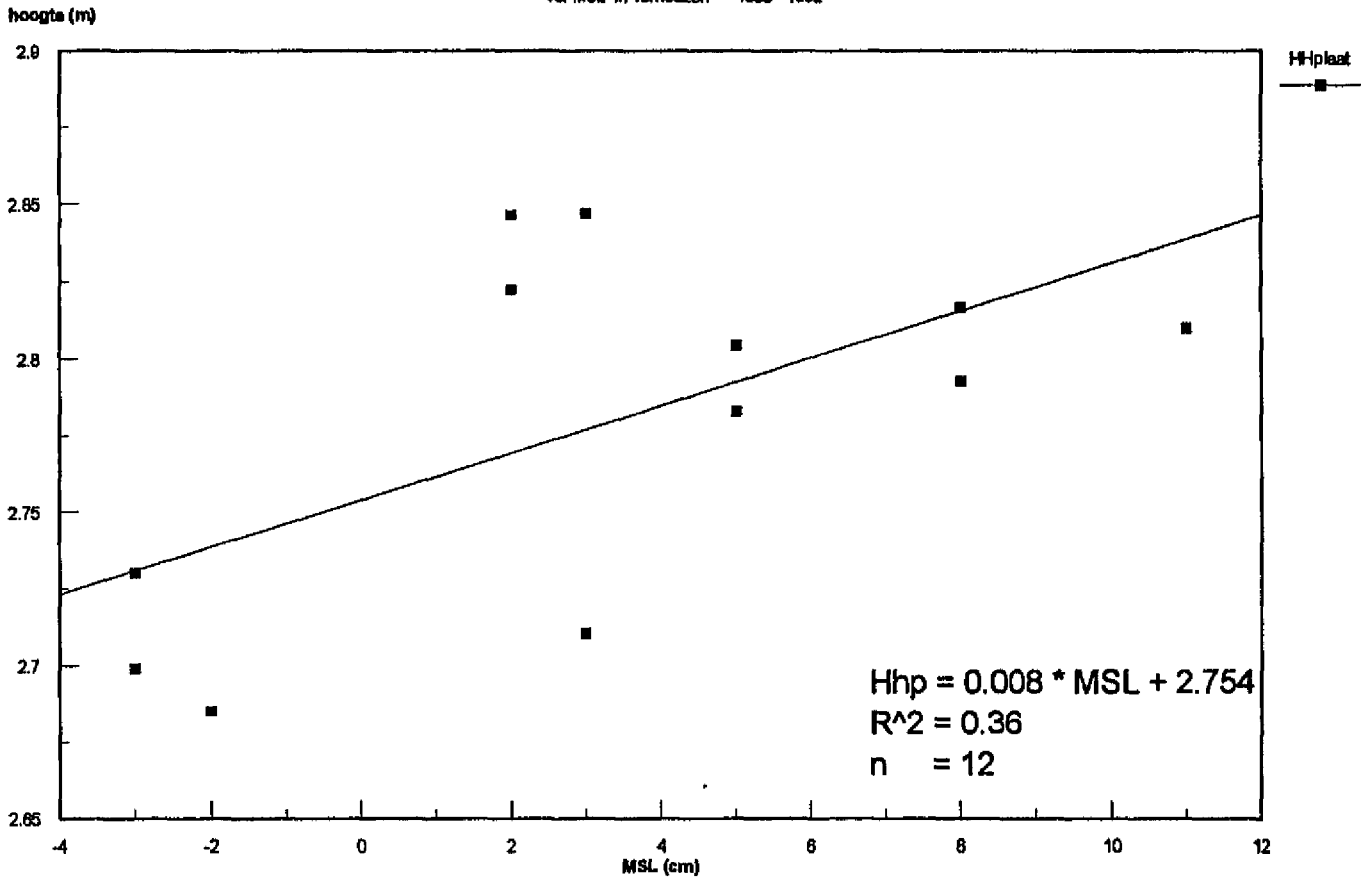


Westerscheide West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de lage platen en slijken (tussen MSL en GLW)
 vs. GHW in Terneuzen 1955 - 1992



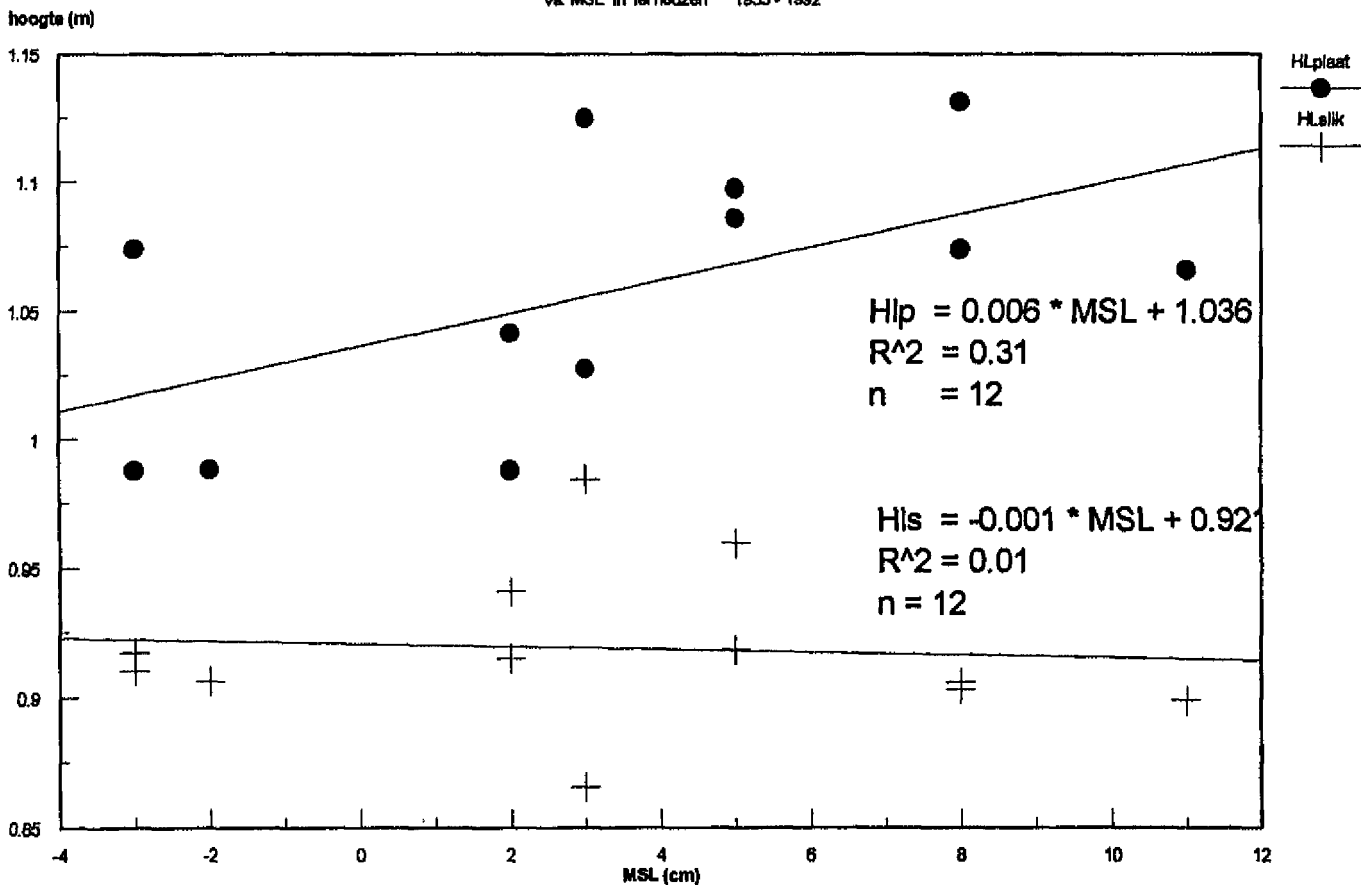
Westerschelde Vak 4, 5 en 6

Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen MSL en GHW)
vs. MSL in Terneuzen 1955 - 1992

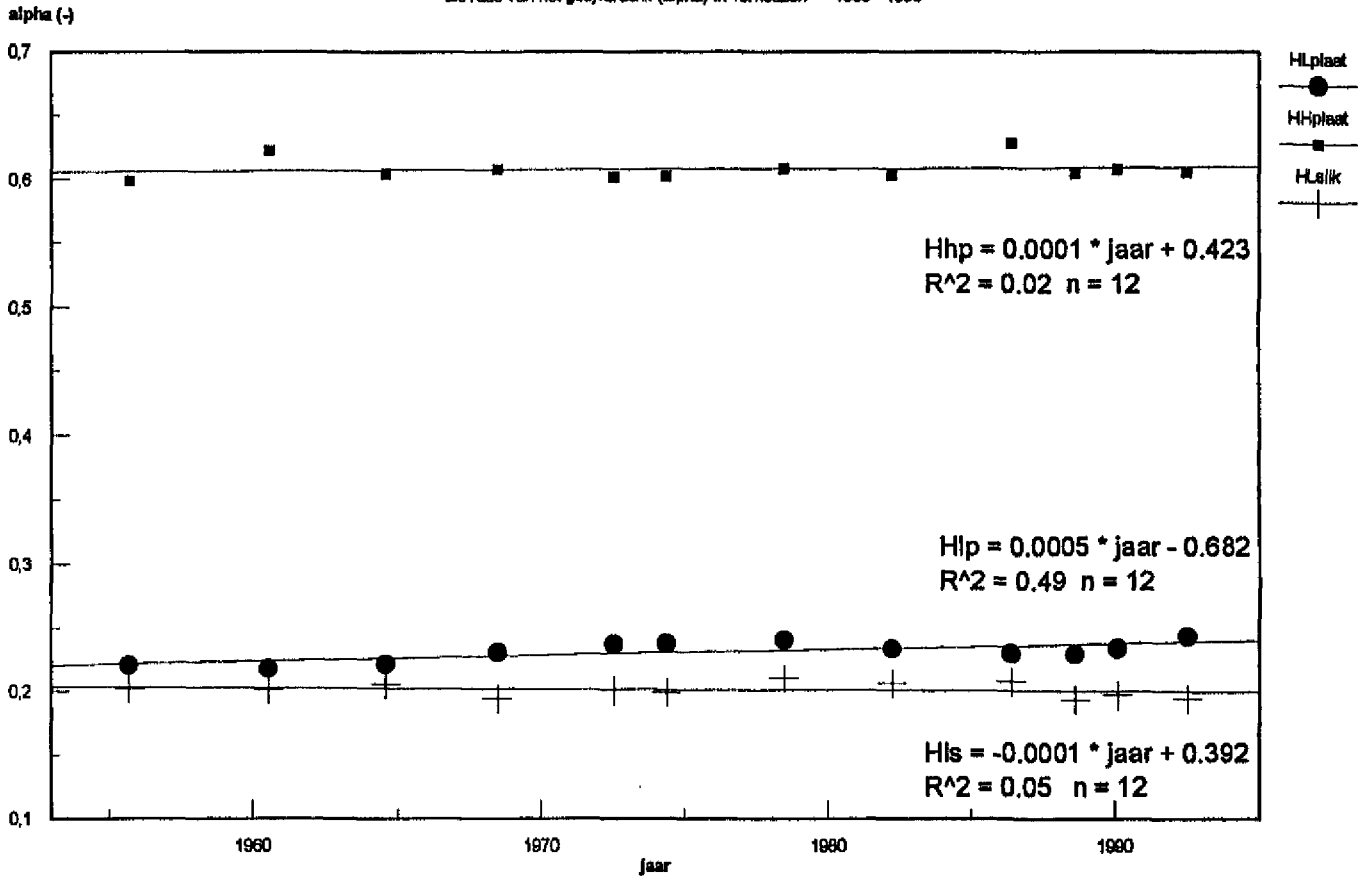


Westerschelde Vak 4, 5 en 6

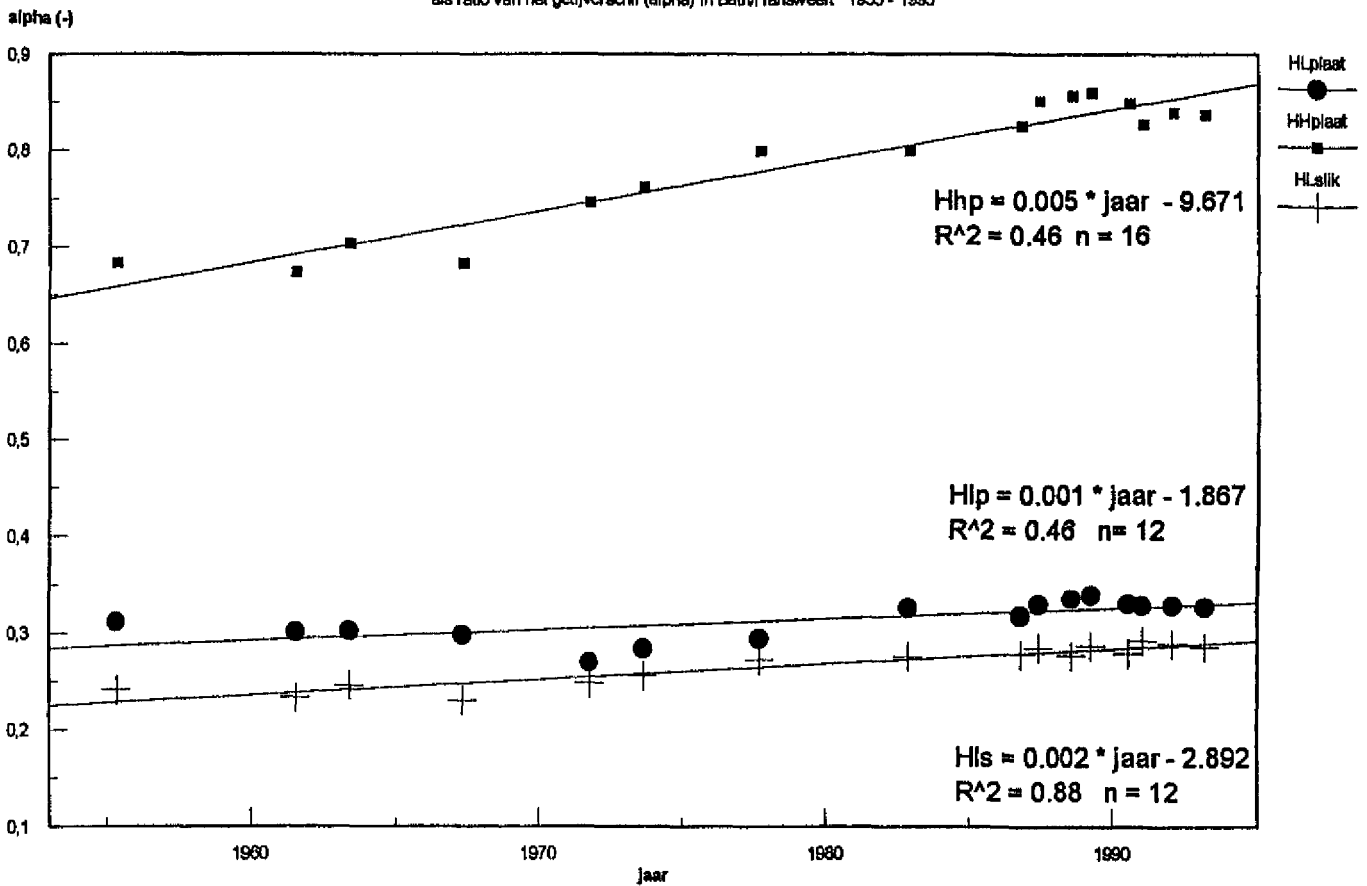
Gemiddelde hoogte van de lage platen en lage slik (tussen GLW en MSL)
vs. MSL in Terneuzen 1955 - 1992



Westerschelde West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de platen (tussen GLW en GHW) en sijk (tussen GLW en MSL)
 als ratio van het getijverschil (alpha) in Terneuzen 1955 - 1993



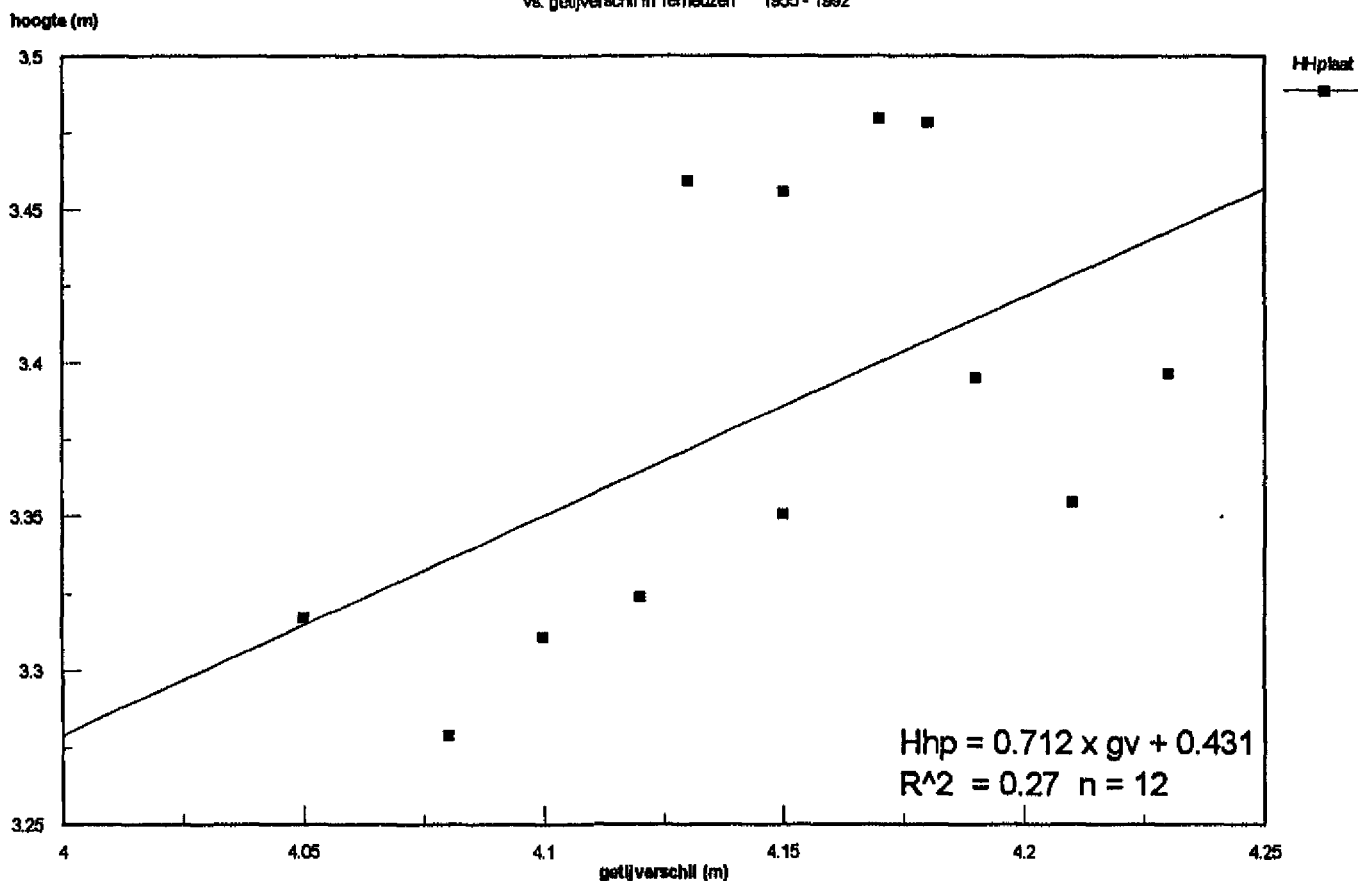
Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Gemiddelde hoogte van de platen (tussen GLW en GHW) en sijk (tussen GLW en MSL)
 als ratio van het getijverschil (alpha) in Bath-Hansweert 1955 - 1993



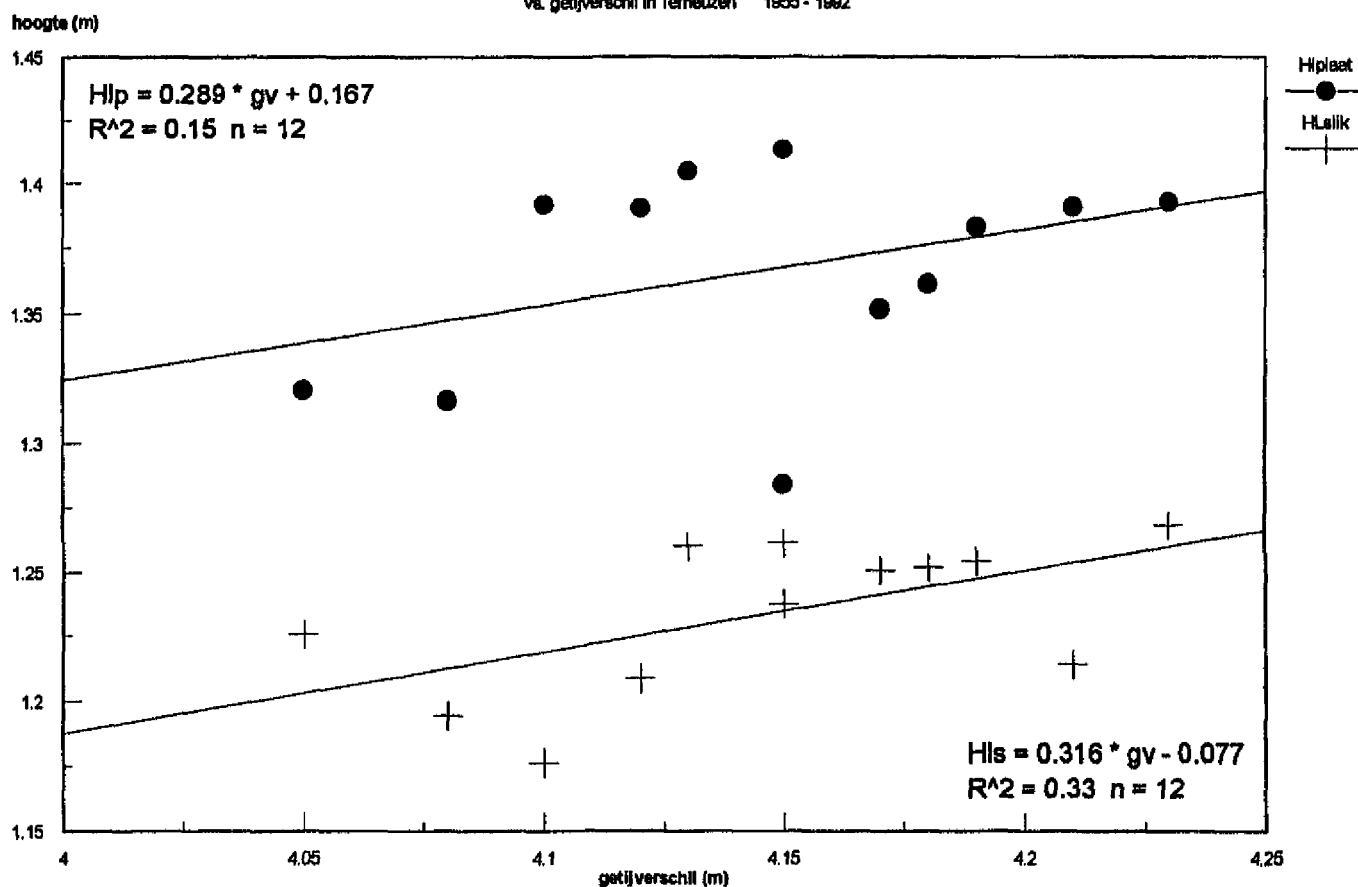
Bijlage H

Grafieken van de relatie in het westen tussen getijkarakteristieken én de gemiddelde hoogte van de platen en slikken ten opzichte van een vast kader

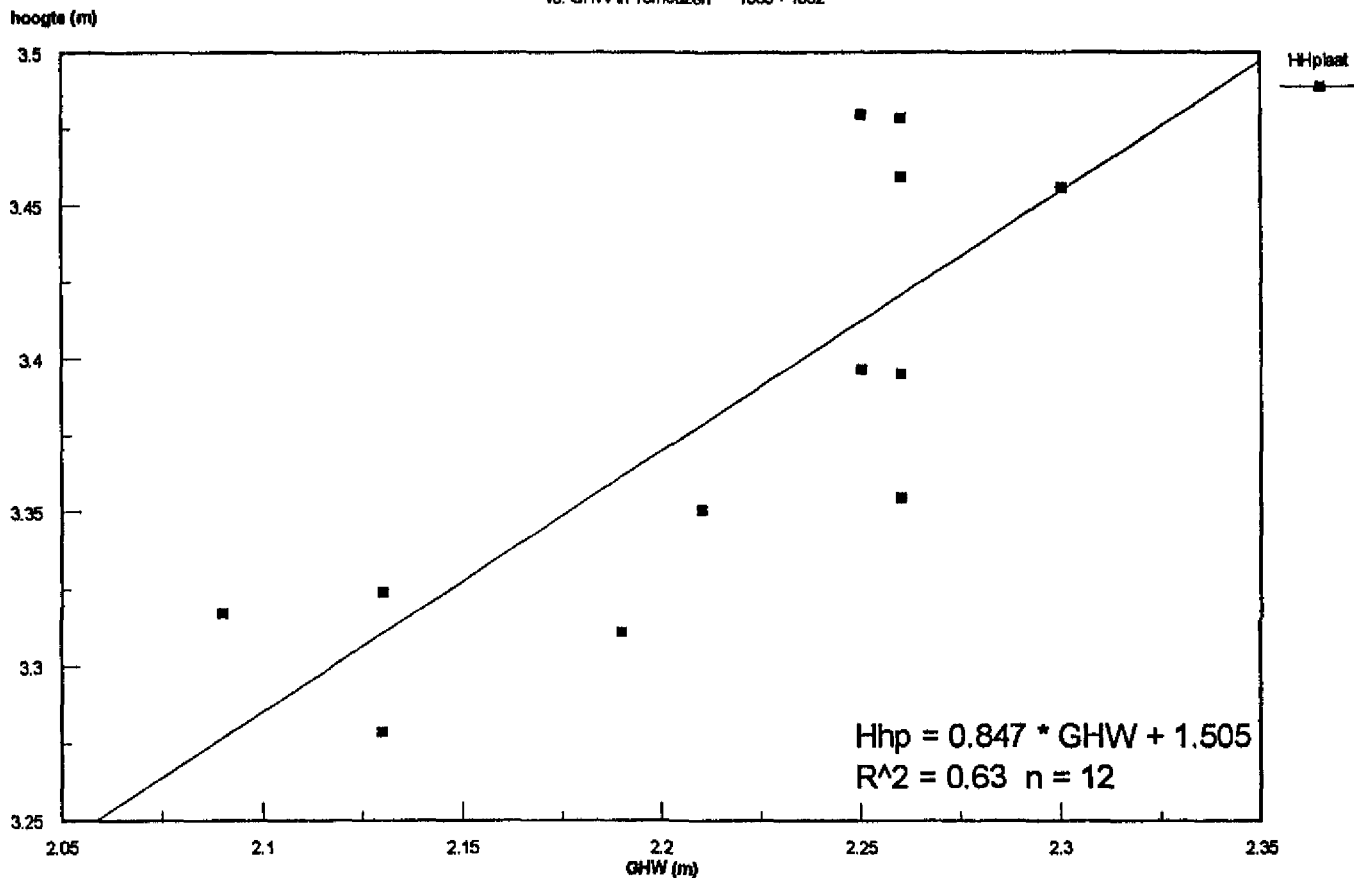
Westerschelde West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen 0 en 2.5 m NAP)
 vs. getijverschil in Terneuzen 1955 - 1992



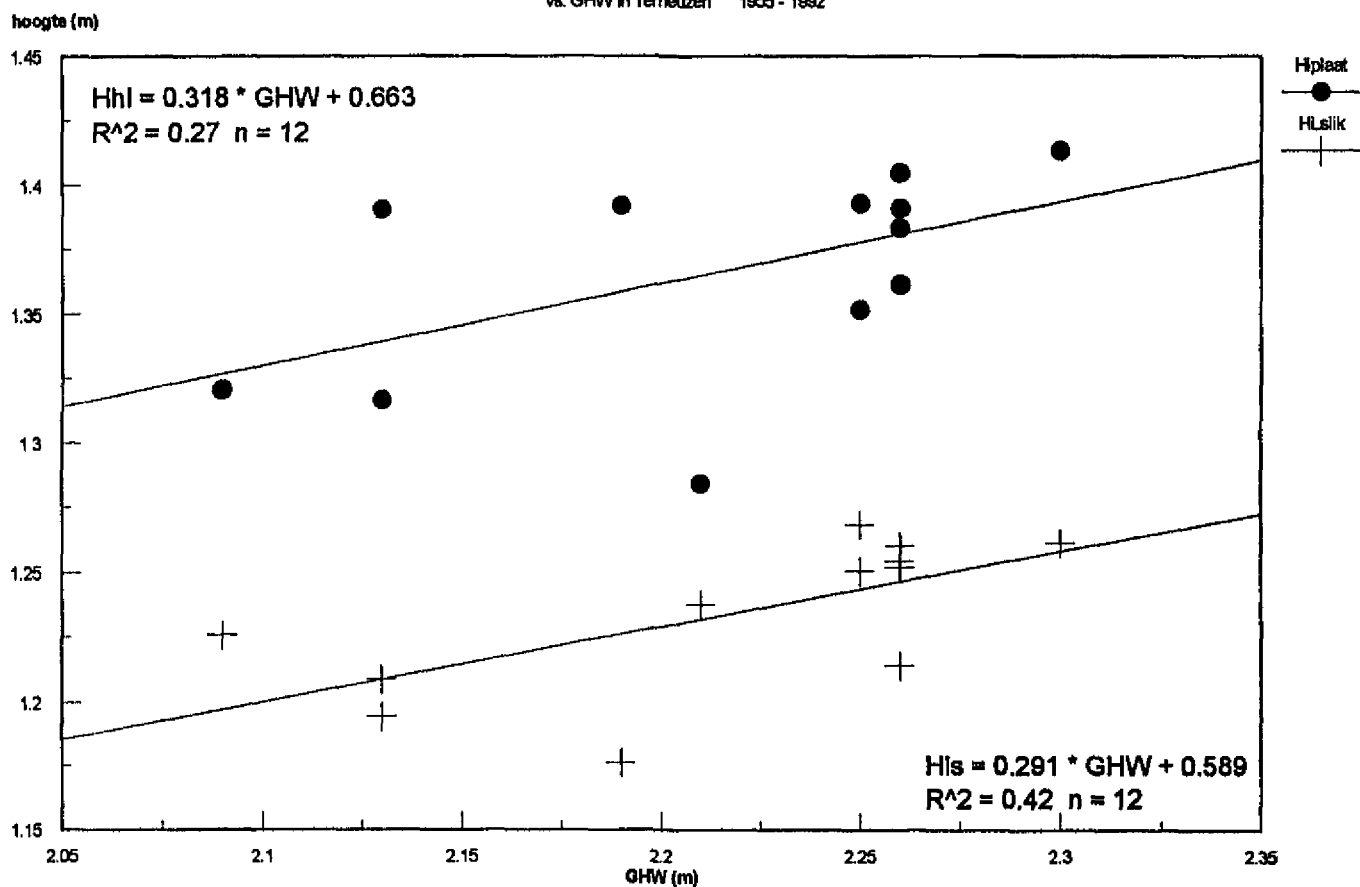
Westerschelde West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de lage platen en lage slikken (tussen -2.5 en 0 m NAP)
 vs. getijverschil in Terneuzen 1955 - 1992



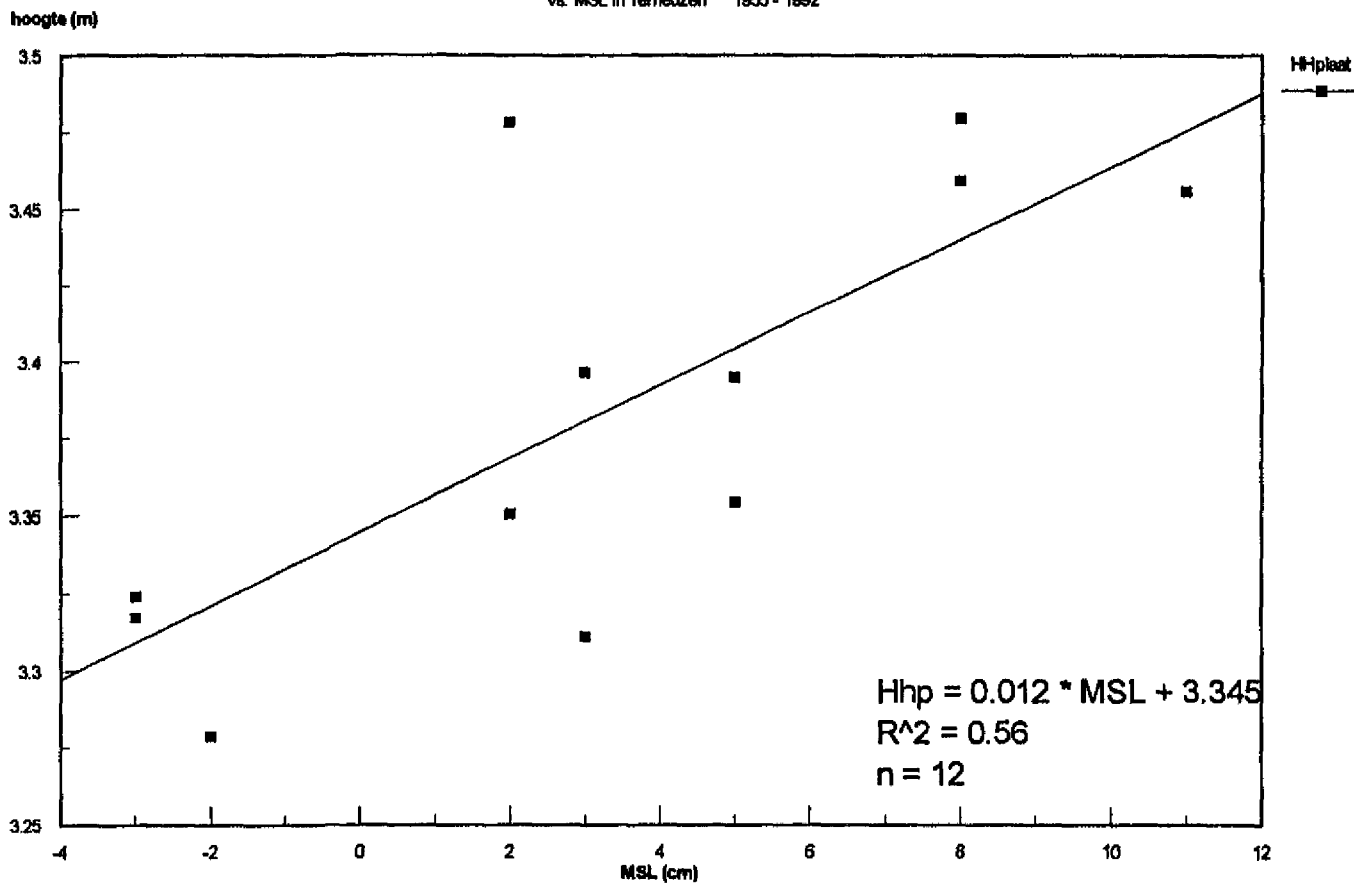
Westerschelde West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen 0 en 2.5 m NAP)
 vs. GHW in Terneuzen 1955 - 1992



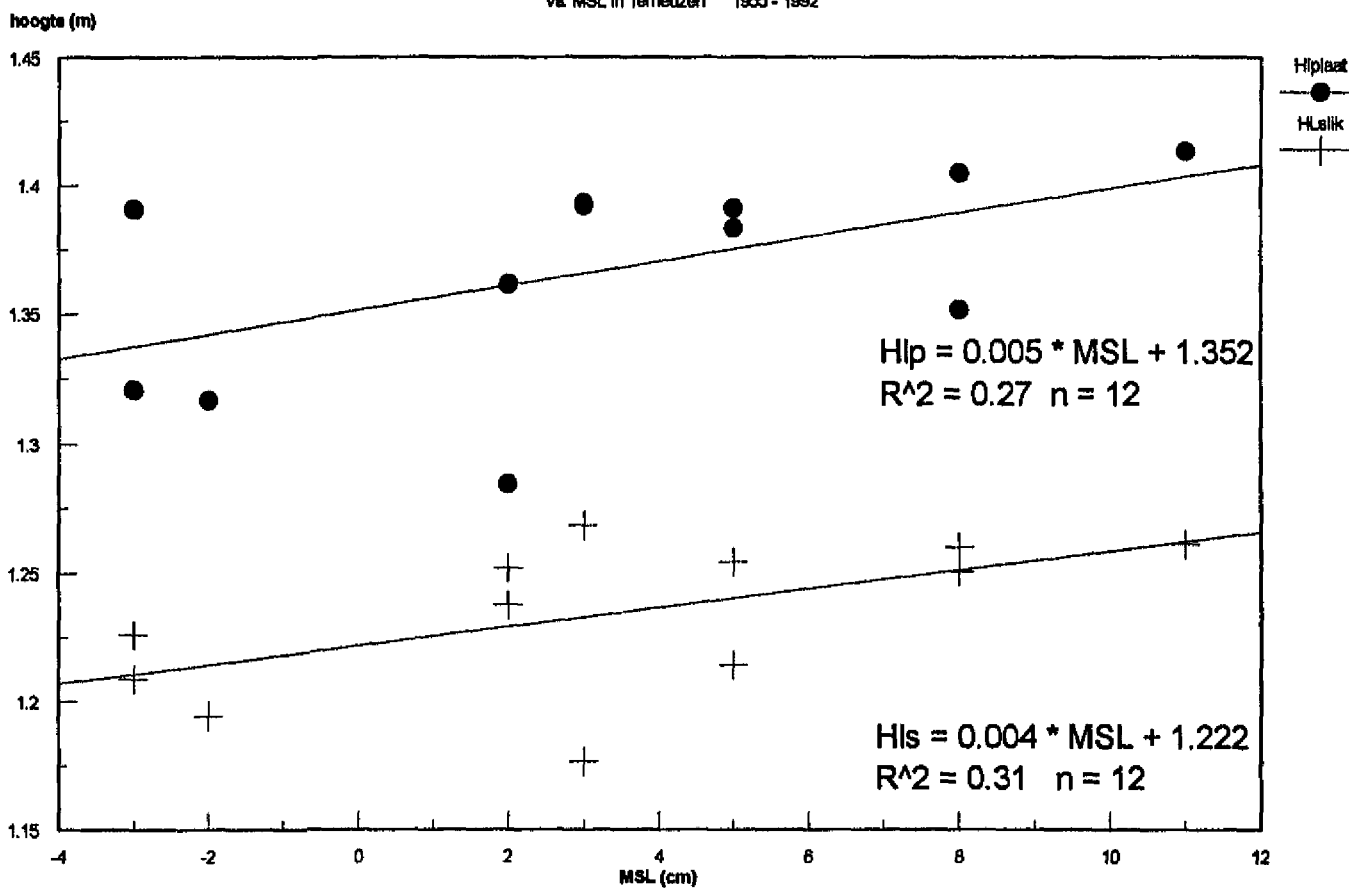
Westerschelde West Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de lage platen en slikken (tussen -2.5 en 0 m NAP)
 vs. GHW in Terneuzen 1955 - 1992



Westerschelde Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen 0 en 2.5 m NAP)
 vs. MSL in Terneuzen 1955 - 1992

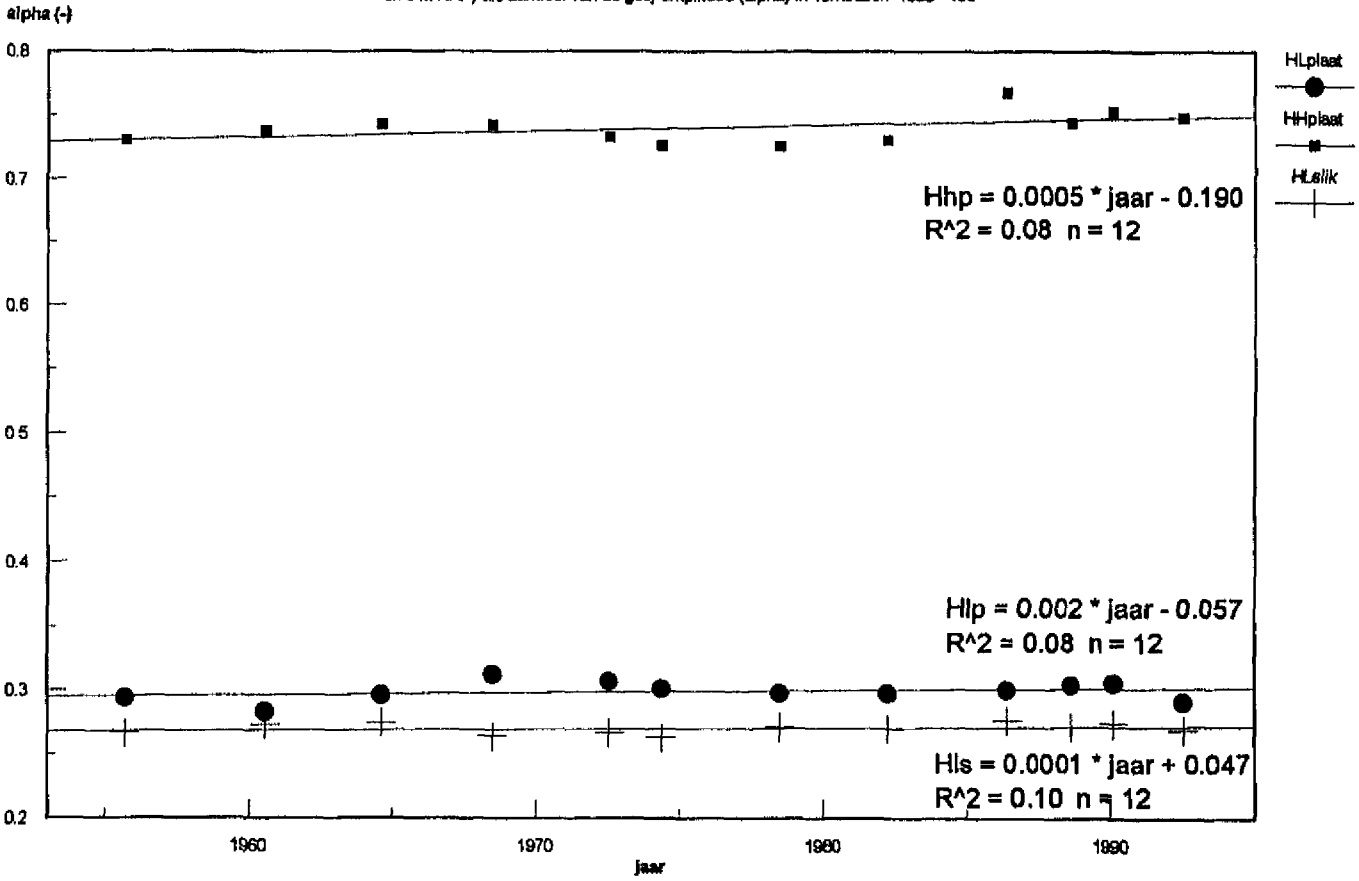


Westerschelde Vak 4, 5 en 6
 Gemiddelde hoogte van de lage platen en lage siliken (tussen -2.5 en 0 m NAP)
 vs. MSL in Terneuzen 1955 - 1992



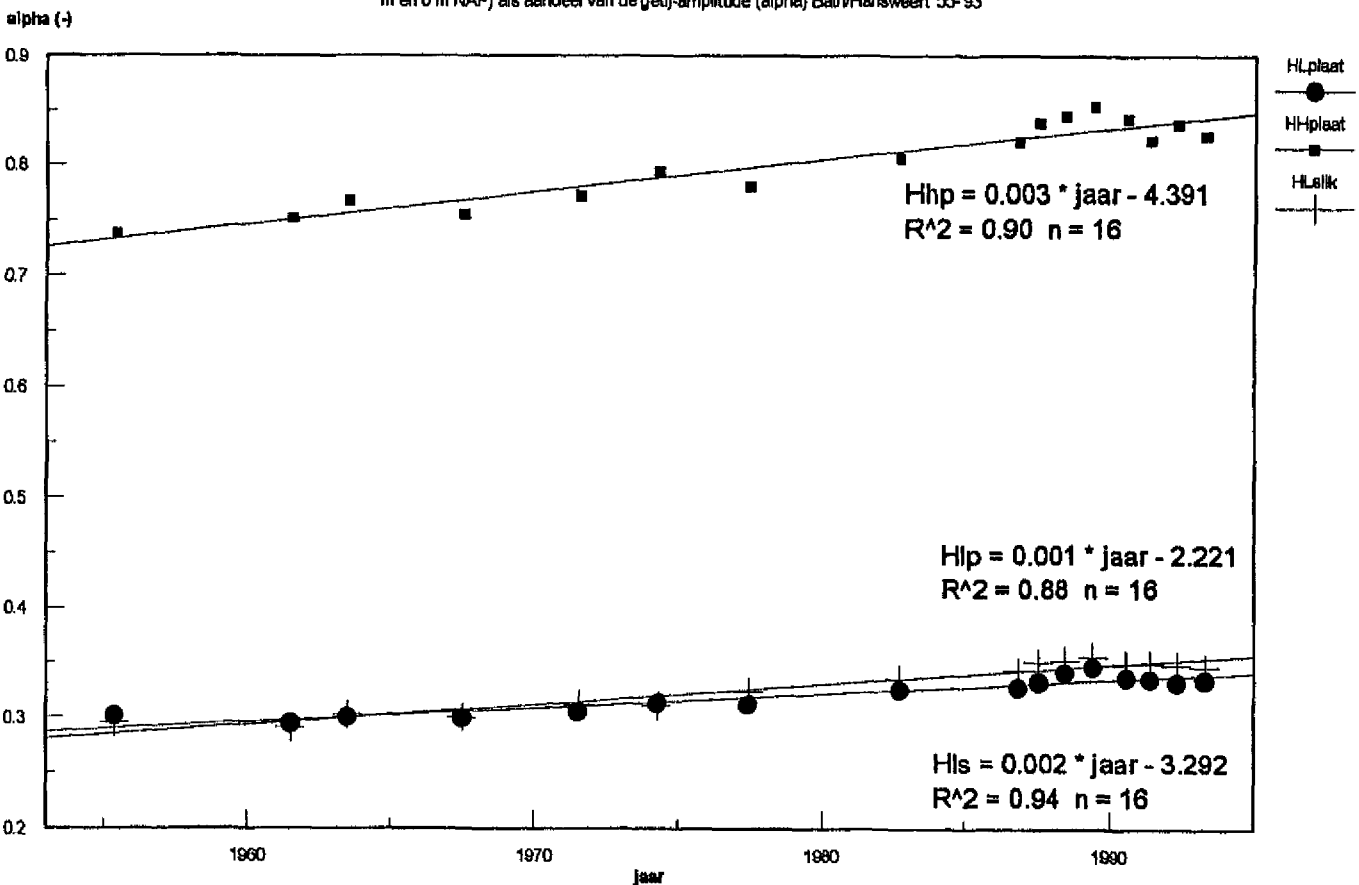
Westerschelde West Vak 4, 5 en 6

Gemiddelde hoogte van de platen (tussen -2.5 en 2.5 m NAP) en slik (tussen -2.5 en 0 m NAP) als aandeel van de getij-amplitude (alpha) in Terneuzen 1955 - 1999



Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3

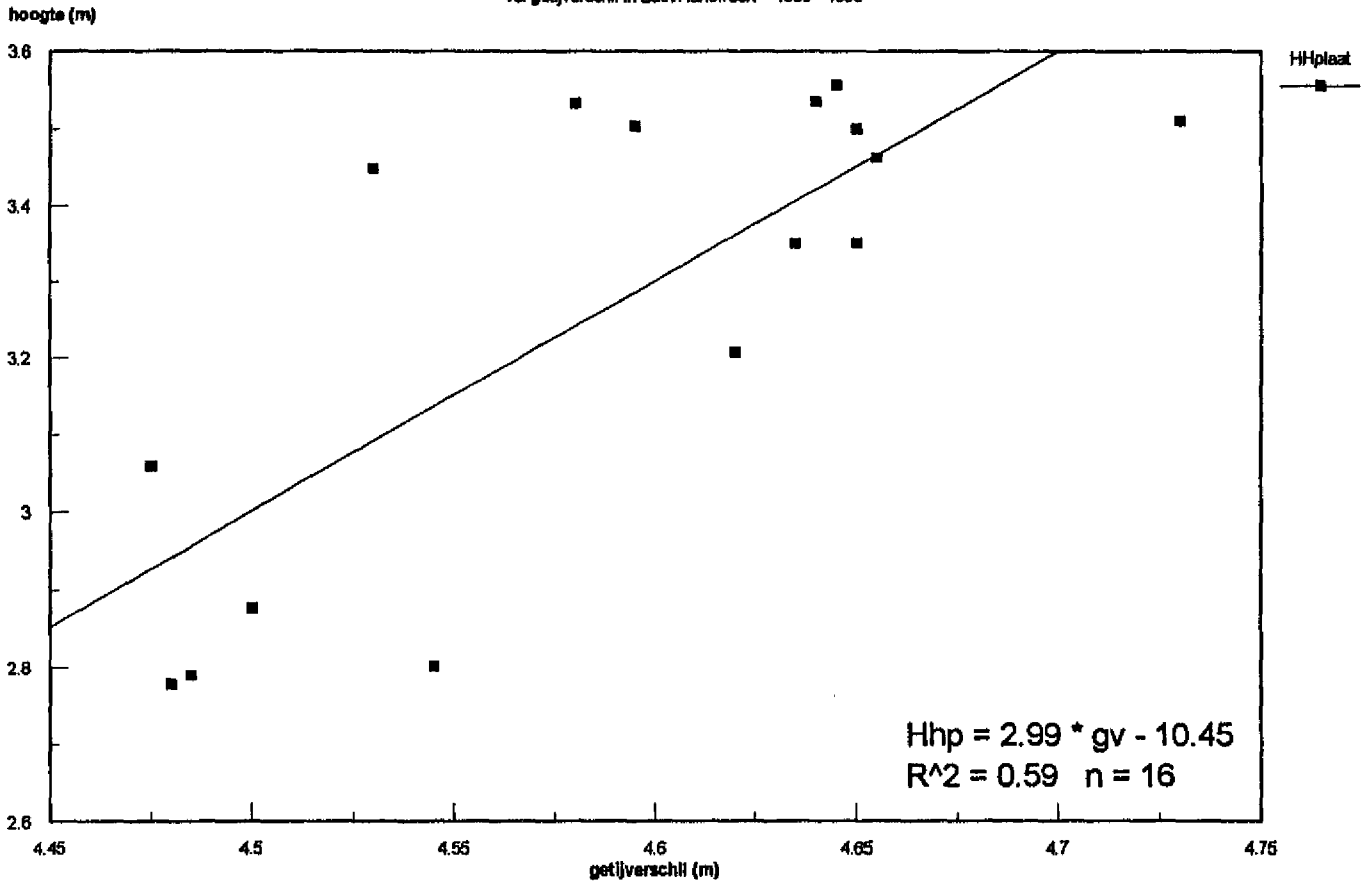
Gemiddelde hoogte van de platen (tussen -2.5 en 2.5 m NAP) en slik (tussen -2.5 m en 0 m NAP) als aandeel van de getij-amplitude (alpha) Bath/Harsweert '55-'93



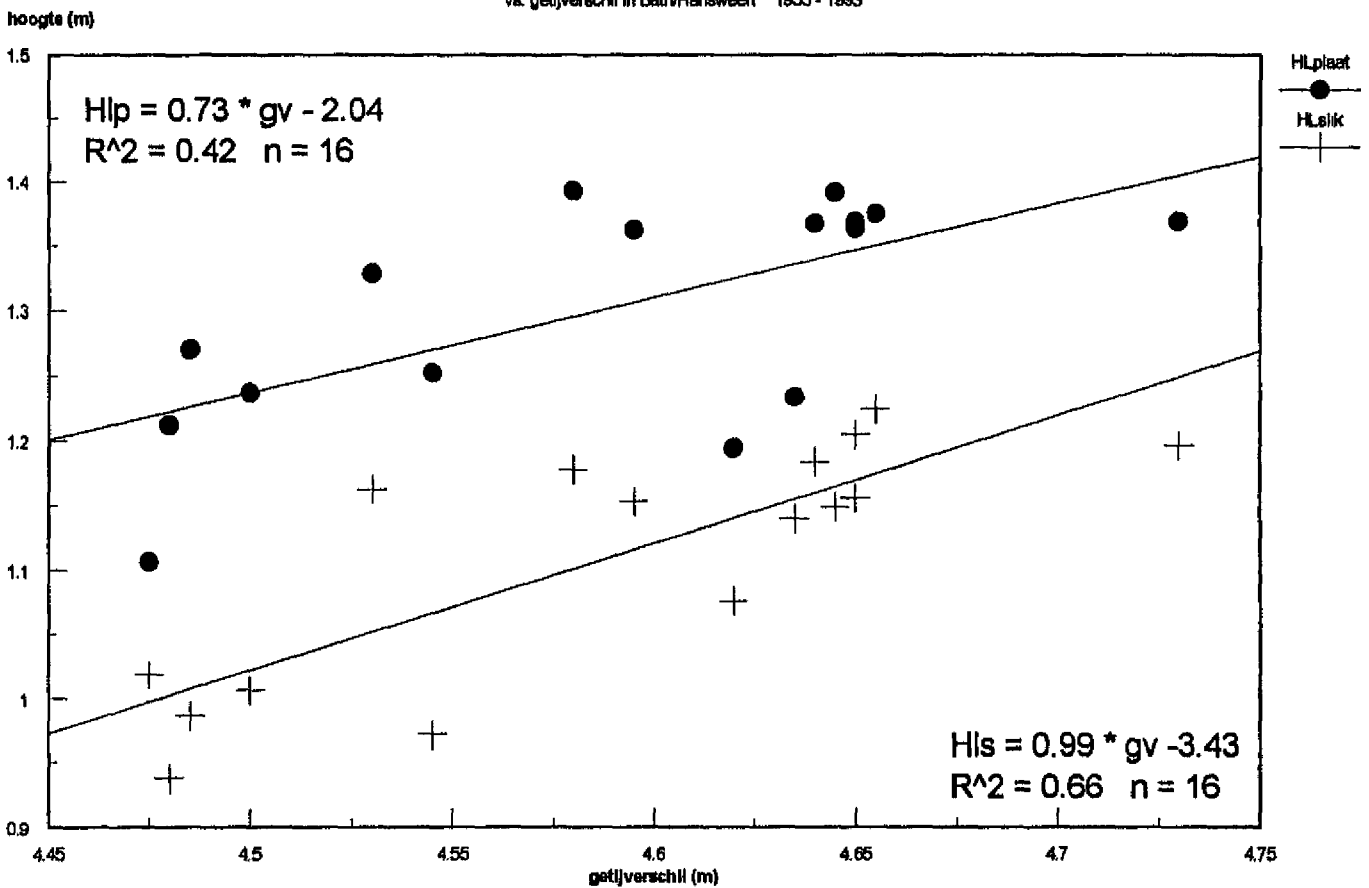
Bijlage I

Grafieken van de relatie in het oosten tussen getijkarakteristieken en de gemiddelde hoogte van de platen en slikken ten opzichte van een bewegend kader

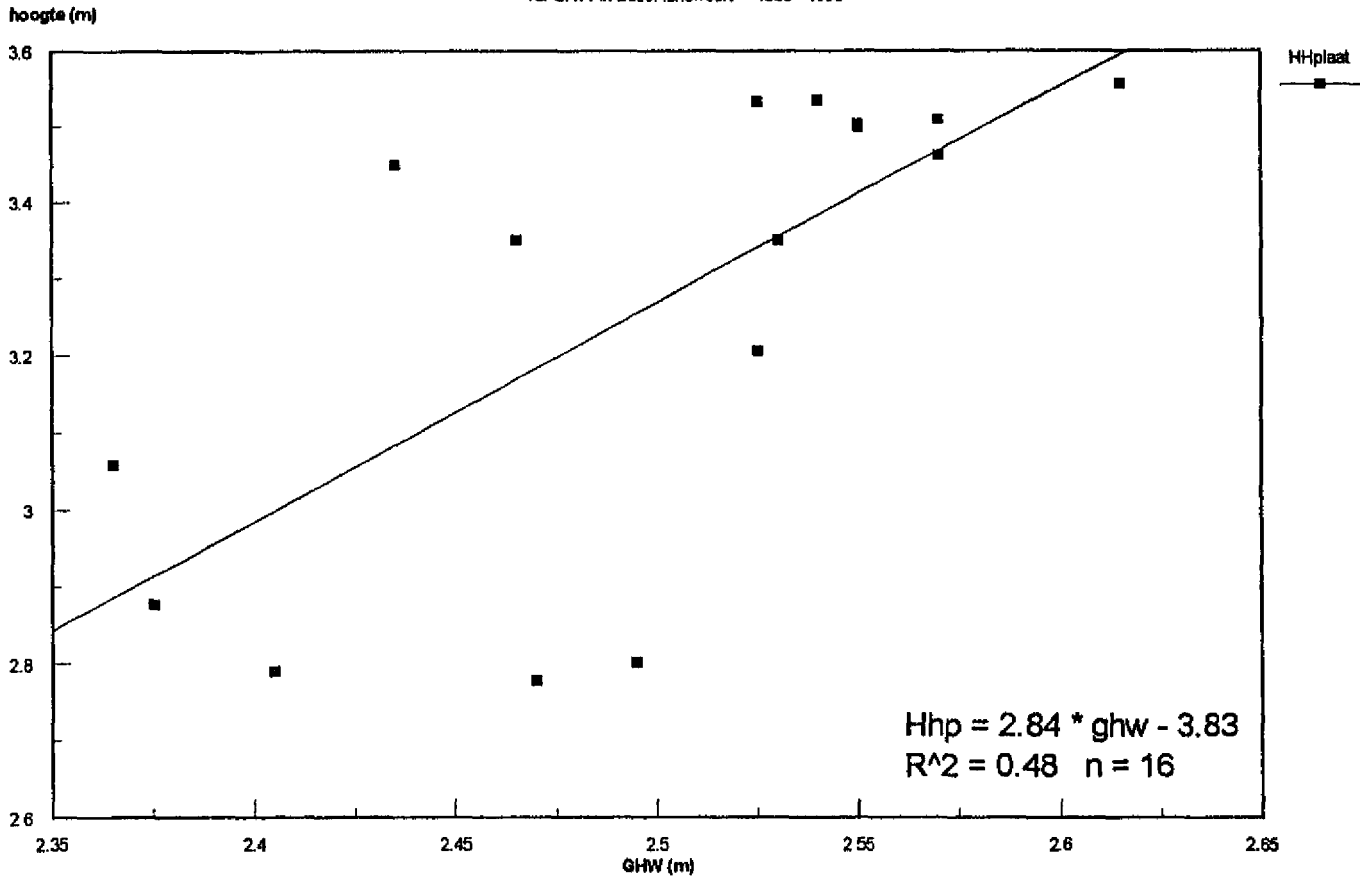
Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen MSL en GHW)
 vs. getijverschil in Bath/Hansweert 1955 - 1993



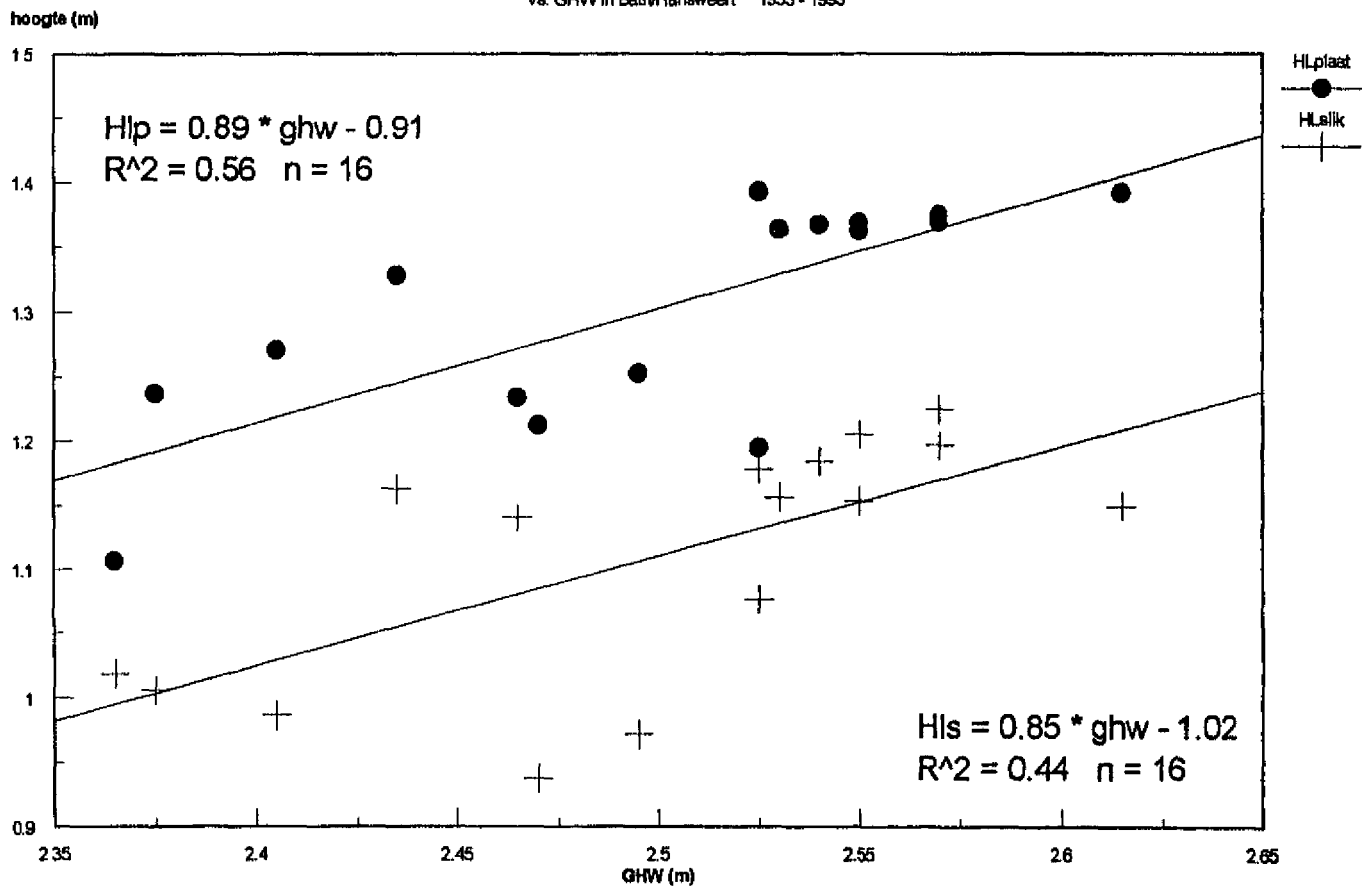
Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Gemiddelde hoogte van de lage platen en lage slikken (tussen GLW en MSL)
 vs. getijverschil in Bath/Hansweert 1955 - 1993



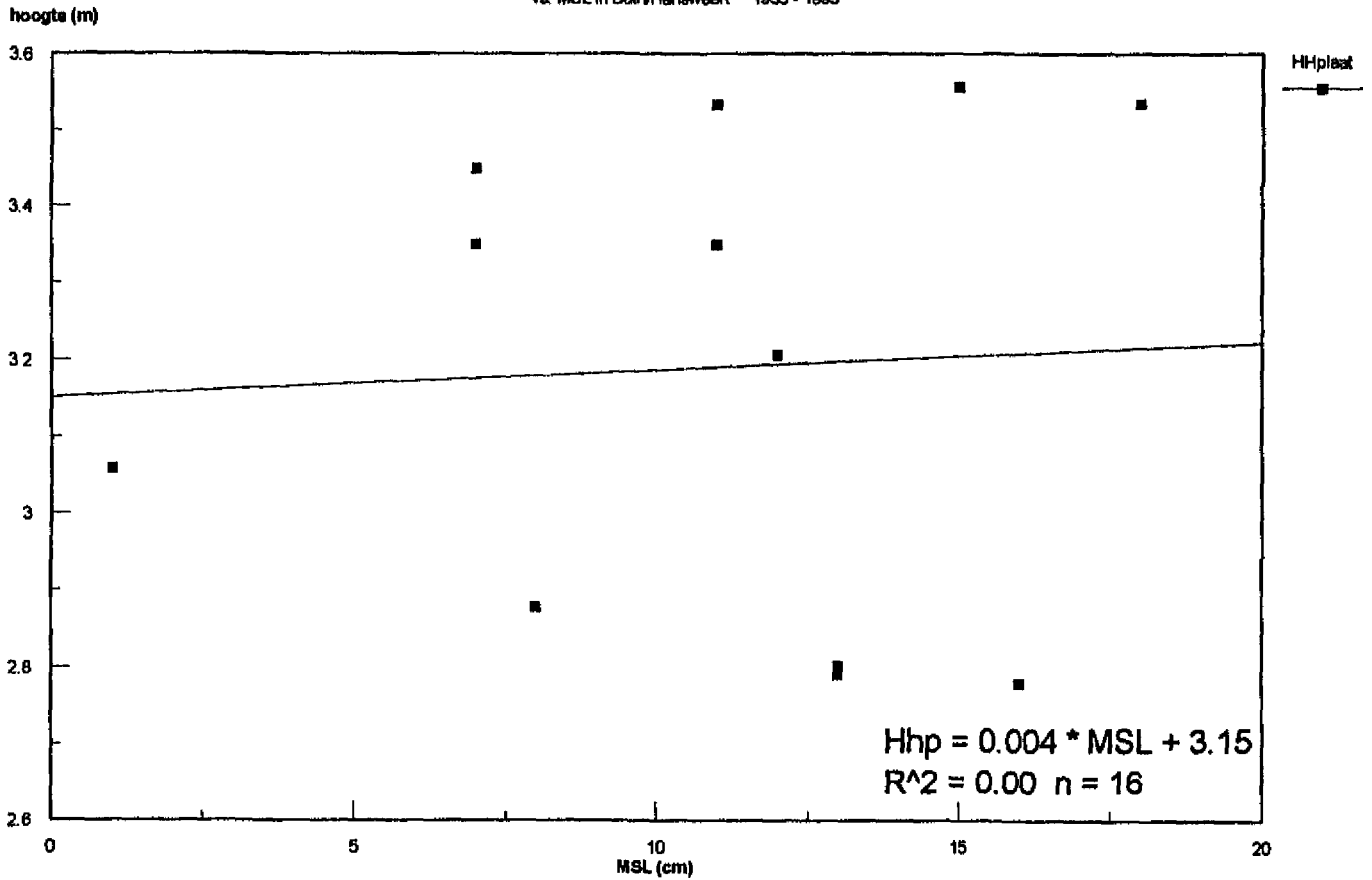
Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen MSL en GHW)
 vs. GHW in Bath/Hansweert 1955 - 1993



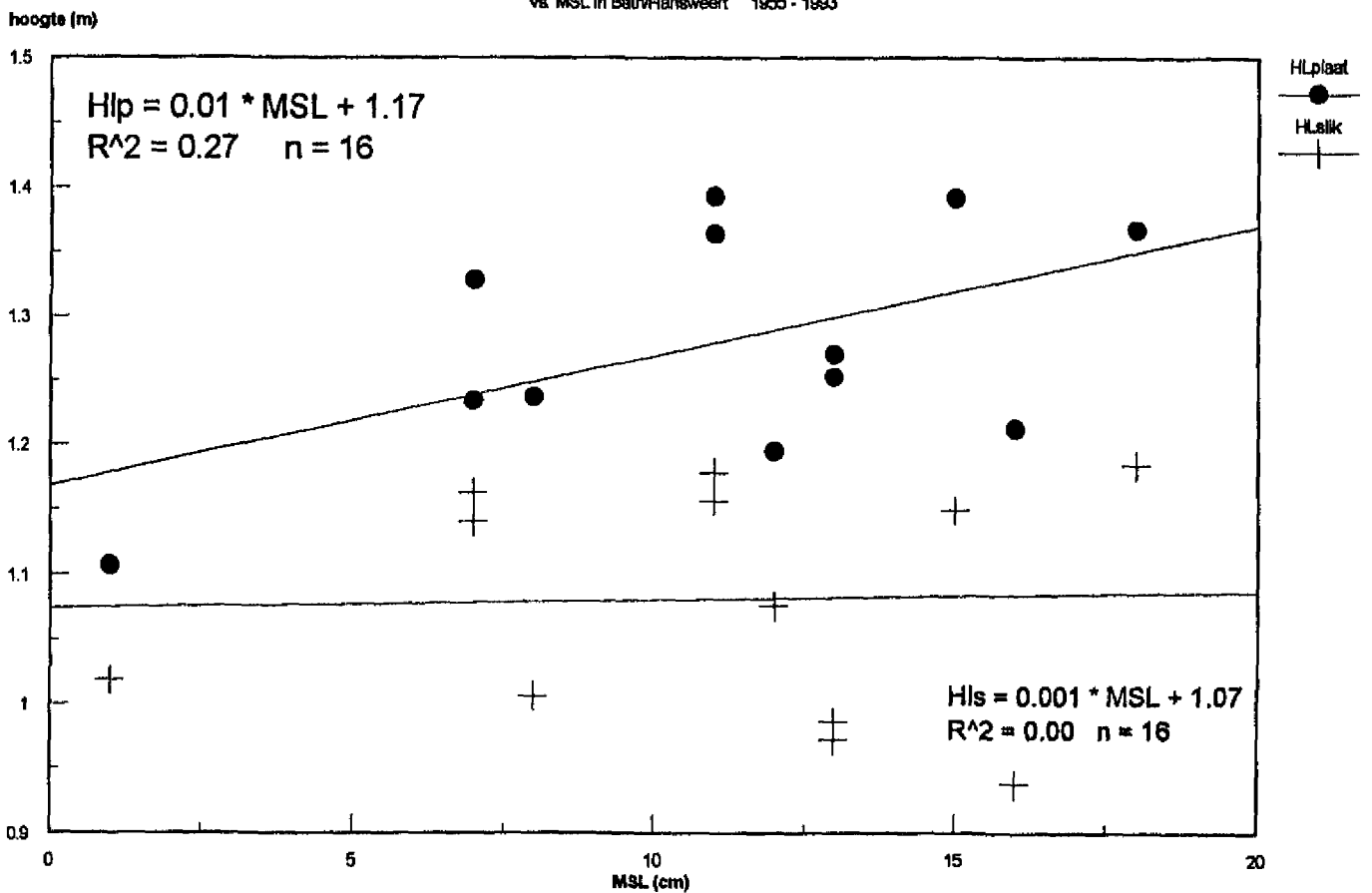
Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Gemiddelde hoogte van de lage platen en slikken (tussen GLW en MSL)
 vs. GHW in Bath/Hansweert 1955 - 1993



Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Gemiddelde hoogte van de hoge platen (tussen MSL en GHW)
 vs. MSL in Bath/Hansweert 1955 - 1993



Westerschelde Oost Vak 1, 2 en 3
 Gemiddelde hoogte van de lage platen en lage slikken (tussen GLW en MSL)
 vs. MSL in Bath/Hansweert 1955 - 1993

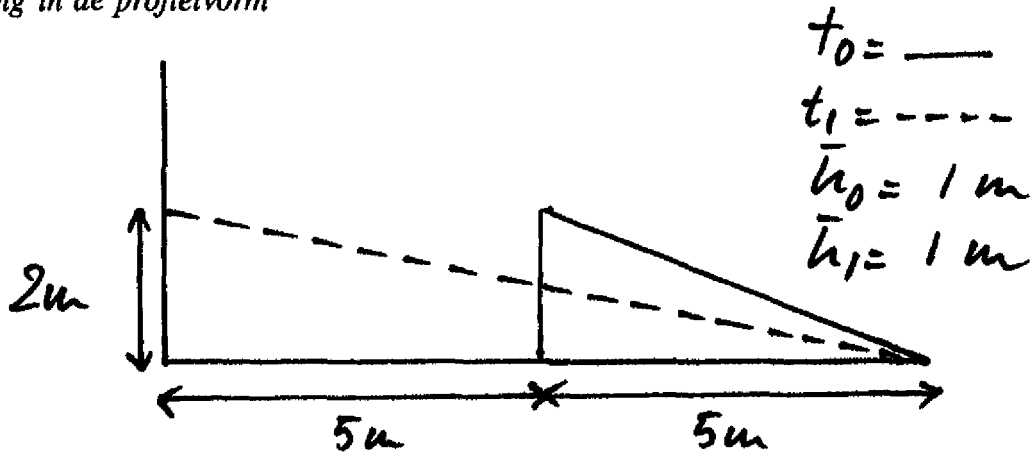


Bijlage J

De invloed van veranderingen in de profielvorm en veranderingen in de waterstanden op de gemiddelde hoogte van (delen van) het intergetijdgebied

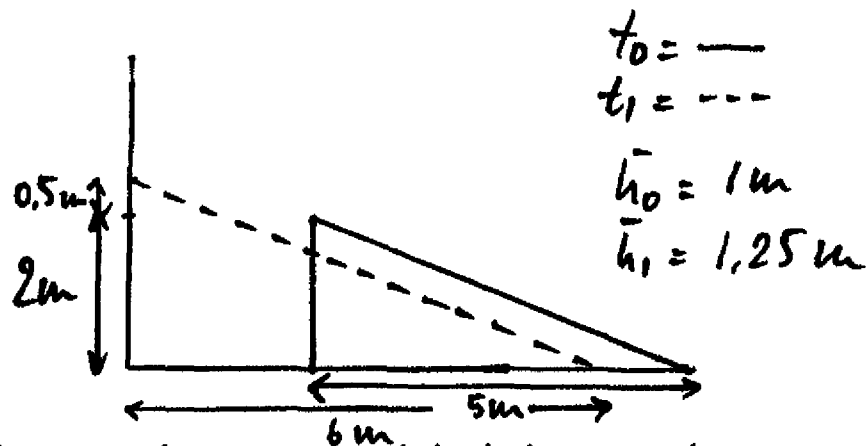
Hieronder worden eventuele foutieve interpretaties van de gemiddelde hoogte ten gevolge van de hier gehanteerde werkwijze met behulp van voorbeelden nader toegelicht.

Verandering in de profielvorm



In bovenstaande schets is te zien hoe ondanks een algehele verlaging van het profiel de gemiddelde hoogte van het intergetijdgebied niet veranderd.

Verandering in de waterstand



Deze schets laat zien hoe ten gevolge van een verandering in de waterstand een toename van de gemiddelde hoogte optreedt terwijl in werkelijkheid het profiel verlaagd.