

Experimenten schorverdedigingen Zuidgors en Slaak onder de loep

Een eerste evaluatie van de experimenten aan de hand van de monitoring van voorjaar 1992 tot en met voorjaar 1994.

Drs. C. Storm

RIKZ Werkdocument OS-94.813X

juni 1994

Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee
Directie Zeeland

Inhoudsopgave.

Voorwoord	3
0 Samenvatting	4
1 Inleiding	5
2 Opzet Monitoring	7
2.1 Algemeen	7
2.2 Overzicht metingen en opnamen	7
2.2.1 Morfologische monitoring	7
2.2.2 Hydrodynamische monitoring	9
2.3 Overzicht uitgevoerde metingen	10
3 Resultaten monitoring Slaak	12
3.1 Morfologie	12
3.1.1 Veldwaarnemingen	12
3.1.2 Slik-schor profielen	12
3.1.3 Hoogteveranderingen slik uit DTM's	12
3.1.4 Erosie-sedimentatie plots	13
3.1.5 Accretie schor	13
3.1.6 Ontwikkeling schorrand	13
3.1.7 Ontwikkeling geul	13
3.1.8 Sonderingen kleidek en schor Slaak.	13
3.2 Hydrodynamica	14
3.2.1 Waterstanden	14
4 Resultaten monitoring Zuidgors	15
4.1 Morfologie	15
4.1.1 Veldwaarnemingen	15
4.1.2 Slik-schor profielen	16
4.1.3 Hoogteveranderingen slik uit DTM's	16
4.1.4 Erosie-sedimentatie plots	16
4.1.5 Accretie schor	17
4.1.6 Ontwikkeling schorrand	17
4.1.7 Ontwikkeling geul	17
4.2 Hydrodynamica	18
4.2.1 Waterstanden en vervallen	18
4.2.2 Stroming	18
4.2.3 Zand- en slibconcentraties slik.	18
4.2.4 Golven	19
5 Discussie	20
5.1 Kleitalud Anna Jacobapolder Slaak	20
5.2 Wiepen- en rijshouten dammen bij Zuidgors	20
6 Conclusies	22
7 Referenties	23

Voorwoord

De volgende personen en instanties worden hartelijk bedankt voor hun medewerking aan de uitvoering van de experimenten en de totstandkoming van deze rapportage:

- * de Meetdienst Zeeland, Directie Zeeland en in het bijzonder Wim Roelse, Cees Joosse, Frank Mous, Bert Boer, Ko Baayens, Anton Jumelet, Cees van Belzen, Jan Provoost, David Louws, Piet van de Weijde, Jan van het Westende, de bemanningen van de Schenge en Biezeling voor al het veldwerk en verdere assistentie
- * het VCZ, Directie Zeeland en in het bijzonder Frans van Balen voor de opslag van de golfgegevens
- * de Meetkundige Dienst te Delft voor de hoogteopnames en de opname van de luchtfoto's en de verwerking ervan
- * Jan van de Broeke (tekenkamer RIKZ) voor het vervaardigen van presentaties en het maken van foto's
- * de Vereniging voor Natuurmonumenten en de Stichting het Zeeuws Landschap voor het verlenen van hun medewerking
- * de projectmedewerkers van Lamsoor; Renske Postma, Wim Houmes, Dick de Jong en Jaap Consemulder

0 Samenvatting

Erosie van schorranden is een natuurlijk fenomeen. In een "ongestoord" estuarium is echter sprake van een dynamisch evenwicht tussen schorerosie en schorvorming. Dit evenwicht is thans in de Ooster- en Westerschelde verstoord door inpolderingen, bedijkingen en effecten van ingrepen zoals het Deltaplan en de vaargeulverdieping Westerschelde. De erosie is gaan overheersen, doordat aangroei nog maar weinig voorkomt. In verband hiermee wordt onder andere gezocht naar mogelijkheden om het nog resterende schorareaal te behouden door middel van schorverdedigingen.

Om meer inzicht te krijgen in de voor- en nadelen van het verdedigen van schorren is in 1992 door de Rijkswaterstaat Directie Zeeland en het Rijks Instituut voor Kust en Zee (voorheen de Dienst Getijdewateren) op twee locaties een proef gestart met schorverdedigingen. Op het schor voor de Anna Jacobapolder in de noordelijke tak van de Oosterschelde is over een afstand van ca. 200 m een kleitalud aangelegd tegen het schorklif. Op het Zuidgors in de Westerschelde zijn ongeveer loodrecht ten opzichte van de schorrand een zestal wiepen- en rijshouten dammen aangelegd. De effecten van de constructies worden aan de hand van een monitoringprogramma gevolgd. Dit werkdocument is een eerste evaluatie van de effectiviteit van die constructies ten aanzien van het tegengaan van de schorerosie en van de gevolgen van die constructies op de directe omgeving, zowel het slik als het schor.

Uit de monitoringgegevens kan worden afgeleid dat het kleitalud bij de Anna Jacobapolder de schorerosie effectief heeft verminderd. Ter plaatse van het kleidek is de schorrand hooguit slechts enkele dm's geërodeerd, waarvan een gedeelte ten gevolge van de aanleg. Het resterende, onverdedigde deel van de schorrand is met 1,5 tot 3 m/j achteruit gegaan. Na anderhalf jaar is ongeveer 50% van de aangebrachte klei verdwenen, vooral uit het hogere gedeelte van het talud en langs de krekken. Hierdoor ontstond langs vrijwel de gehele beschermde schorrand opnieuw een klif. De voet van het kleitalud is goed intact gebleven. Deze beschermt de zandige laag onder de kleilige schorafzettingen, zodat ondermijning van het schorklif wordt voorkomen. De belangrijkste oorzaak van de achteruitgang van het klif, namelijk de verlaging van het hoge deel van het slik, is daardoor waarschijnlijk voor een aantal jaren opgeheven. Er wordt verwacht dat dit gedeelte van het kleitalud in een trager tempo zal verdwijnen dan het hogere deel van de aangebrachte klei. De mondingen van de krekken zijn door de aanleg van het kleitalud niet beïnvloed. Een verandering van de waterstanden of de vulling en lediging van het schorsysteem, als een gevolg van het kleitalud wordt daarom ook niet verwacht.

Na anderhalf jaar kan worden geconcludeerd dat het slikprofiel van het Zuidgors ter hoogte van de dammen aanzienlijk is veranderd. Zoals voorspeld is het gedeelte tussen de dammen verhoogd. De verhoging is echter voornamelijk opgetreden aan het einde van de wiependammen. De sterkste verhoging is gemeten in het oostelijk gedeelte van de dammen en niet direct tegen het schorklif. Het slik direct voor de dammen is sterk verlaagd. Naast de algemene slikverlaging, die over het gehele slik langs het Zuidgors optreedt door het opdringen van de voorliggende geul, is het slik hier een aantal dm's extra verlaagd. Deze extra slikverlaging direct vóór de dammen is waarschijnlijk het gevolg van de toename van de stroomsnelheid. Direct tijdens en na de aanleg van de dammen zijn grote ontgrondingskuilen ontstaan, die de stabiliteit van de constructie in gevaar brachten. Na aanpassingen zijn de ontgrondingen langs de dammen verondiept en gestabiliseerd. De ontgrondingen langs de dammen vormen een aaneengesloten laagte, die daardoor in veel gevallen gebruikt wordt voor de afwatering van het slik en schor. De stabiliteit van de wiependammen wordt hierdoor negatief beïnvloed.

Tot nu toe is nog onduidelijk hoe de verhoging van het hogere slik de mate van schorachteruitgang heeft beïnvloed. Het is evident dat de erosie is voortgeschreden. In twee profielen is een achteruitgang van 10 m/jaar gemeten. Met behulp van de kartering van de schorrand zal worden onderzocht hoe de achteruitgang in de verschillende profielen is veranderd.

Er wordt geconcludeerd dat de constructie zwak is ten opzichte van de golf- en stroomomstandigheden op het Zuidgors.

1 Inleiding

Het schorareaal in zuidwest Nederland staat onder druk. Sinds 1930 is het totale schorareaal, dus met inbegrip van de schorren in het Haringvliet, de Grevelingen en het Volkerak, met ca. 60 % afgenomen tot een huidig totaal van 4200 ha. Hiervan bevindt ongeveer drie-kwart zich in de Westerschelde, waarvan 80 % (2600 ha) in één schor: het Verdrongen Land van Saeftinge.

Door Rijkswaterstaat wordt de huidige ontwikkeling van het schorareaal in kaart gebracht. Verder wordt onderzoek gedaan naar de processen of ingrepen die deze algemene erosieve trend veroorzaken. Erosie van schorranden is een natuurlijk fenomeen, vooral bij relatief oude en hoog opgeslibde schorren. In een "ongestoord" estuarium is echter sprake van een dynamisch evenwicht tussen schorerrosie en schorvorming. Dit evenwicht is thans in de Ooster- en Westerschelde verstoord.

Het overgrote deel van de areaalafname van de schorren in zuidwest Nederland is veroorzaakt door inpolderingen, dijkversterkingen en de uitvoering van het Deltaplan. Door de succesvolle inpolderingen zijn de watersystemen thans in een nauw "profiel" gedrongen, met als gevolg dat locaties voor nieuwe vorming van schorren vrijwel geheel zijn verdwenen. Andere indirecte oorzaken voor een versterkte erosie van schorren is de verlaging van slikken en platen in de Oosterschelde door de zandhonger van de geulen en de verhoging van de hoogwaters in de Westerschelde door de bedijkingen, relatieve zeespiegelstijging en de vaargeulverdieping. De areaaltoename tot 1950 kan worden toegeschreven aan de zeer succesvolle kolonisatie van *Spartina anglica* (*Spartina Townsendii*), welke rond 1930 in dit gebied is geïntroduceerd.

Door de beheerder van het estuarium en de afzonderlijke beheerders van de schorren is de vraag opgeworpen OF schorren verdedigd moeten worden, en zo ja HOE? Het wel of niet verdedigen van schorren tegen laterale erosie is een fundamentele keuze, welke ingebed moet zijn in een lange-termijn visie, of streefbeeld van een watersysteem (stroomgebiedbenadering). Andere alternatieven, waaronder bijvoorbeeld "ontpolderen", dienen serieus te worden bestudeerd. Maatschappelijk-politieke argumenten spelen bij dit vraagstuk een belangrijke rol.

Voordat een standpunt kan worden ingenomen ten aanzien van de wenselijkheid van schorverdedigingen, moet eerst meer ervaring worden opgedaan met verschillende constructies. Meer concreet zullen de volgende aspecten moeten worden bestudeerd; de effectiviteit (blijft de schorrand op zijn plek?), eventuele neveneffecten op nabijgelegen schor en slik, de aanleg- en onderhoudskosten, de onderhoudsinspanning en de mate van "natuurlijkheid" (hoe goed past de verdediging in het landschap?). In Zeeland is reeds enige ervaring opgedaan met stenen taluds direct tegen het schorklif. Daarom heeft het project Lamsoor, een samenwerking tussen de Directie Zeeland en het RIKZ, zich in 1992 tot doel gesteld om op een tweetal locaties een experiment met een schorrandverdediging uit te voeren met een meer tijdelijk of indirect karakter.

Er is gekozen voor één proeflocatie in de Oosterschelde en één in de Westerschelde, respectievelijk het schor bij Anna Jacobapolder aan de zijde van het Slaak en het Zuidgors, ten oosten van Ellewoutsdijk (Fig. 1.1). Deze locaties zijn bepaald in samenspraak met de beheerders, respectievelijk het Zeeuwse Landschap en Natuurmonumenten. De twee belangrijkste criteria waren een erosiesnelheid groter dan 2 m per jaar en een goed inzicht in het erosieve proces ter plaatse (Consemulder, 1992).

Op de proeflocatie Slaak is, in samenspraak met het Zeeuws Landschap, gekozen voor een schorverdediging die over een breedte van 200 m bestaat uit een kleitalud, direct tegen het schorklif (Fig. 1.2). De verwachting was dat door erosie het kleitalud in de loop der tijd in dikte en hoogte afneemt. Het is dus een tijdelijke verdediging die vergeleken kan worden met de strandsuppleties aan de kust (Consemulder, 1992).

Op de proeflocatie Zuidgors is in samenspraak met Natuurmonumenten, besloten tot een schorverdediging waarbij over een breedte van ca. 500 m een zestal rijshouten en wiependammen zijn aangelegd, ongeveer loodrecht gelegen ten opzichte van de schorrand (Fig 1.3 en 1.4). De hypothese was dat ten gevolge van sedimentatie tussen de dammen op termijn de golfaanval zou verminderen, zodat de schorachteruitgang zou kunnen worden gestopt. Deze verdediging beoogd het schor op een indirecte wijze te verdedigen, waarbij het dynamisch karakter van de schorrand in stand wordt gehouden (Consemulder, 1992).

Om de effectiviteit en de invloed van een schorverdediging goed te kunnen bepalen, is vooraf een minimaal meetperiode van 3 jaar ingeschat. Het is nu anderhalf jaar en twee winterseizoenen later, en een aantal morfologische veranderingen zijn vrij evident. Met de beheerders is afgesproken dat medio 1994 en 1995 gerapporteerd zou worden over de voortgang van de experimenten.

Door Houmes (1993 en 1994) zijn ervaringen met de constructies gedurende de aanlegperiode en de eerste anderhalf jaar beschreven. In deze evaluatie is de nadruk gelegd op de schorrandontwikkeling in relatie tot de aangebrachte verdediging en de eventuele veranderingen van de directe omgeving, het slik en het schor. Metingen die meer inzicht geven in de achterliggende processen, zoals waterstand, golf- en stroommetingen, zullen medio 1995 volledig worden uitgewerkt.

2 Opzet Monitoring

2.1 Algemeen

Om de effectiviteit van de schorverdediging te kunnen bepalen en om eventuele effecten voor de omgeving waar te nemen, worden de ontwikkelingen aan de hand van een monitoringprogramma gevolgd. De monitoring is gericht op de ontwikkelingen bij a) de schorrand (schorklif), b) het vóór het schor gelegen slik en c) het schor zelf.

Om het werkelijke effect van de "constructies" te kunnen onderscheiden van natuurlijke ontwikkelingen wordt gebruik gemaakt van een temporele en een ruimtelijke referentie. De temporele referentie is de situatie vóór de aanleg van het experiment, de T0. Deze wordt vervolgens vergeleken met de ontwikkelingen in de tijd na de aanleg. Door een sterke tijdsdruk is deze T0 beperkt tot ongeveer een half jaar, vanaf voorjaar 1992 tot en met najaar 1992. Het voor de schorrand zo belangrijke winterseizoen ontbreekt hierdoor. De mogelijkheden voor een temporele referentie zijn daardoor beperkt tot de schorrandontwikkeling, waarvan op basis van luchtfoto's wel een goed beeld bestaat.

De ruimtelijke referentie is de vergelijking van de morfologische ontwikkelingen ter plekke van het verdedigde schor ten opzichte van het onverdedigd schor aan weerszijden. Hierbij wordt aangenomen dat de ontwikkeling van de schorrand zonder verdediging eenduidig zou zijn. Doordat aan deze laatste voorwaarde niet altijd wordt voldaan, door bijvoorbeeld een ander slikprofiel, is ook deze referentie niet geheel "waterproof".

De monitormetingen zijn onderverdeeld in twee groepen. De eerste groep betreft een monitoring van de morfologie, aan de hand van opnamen die volgens een bepaalde frequentie worden opgenomen. De *morfologische monitoring* maakt het mogelijk om de morfologische veranderingen ter plaatse van de verdediging alsmede in de directe omgeving in kaart te brengen. Deze metingen geven inzicht in de snelheid van de veranderingen, bijvoorbeeld ten gevolge van stormen. De tweede groep metingen bestaat uit procesgerichte metingen, de *hydrodynamische monitoring*. Deze hebben tot doel om meer inzicht te krijgen in de hydrodynamische processen die verantwoordelijk zijn voor de waargenomen effecten.

2.2 Overzicht metingen en opnamen

Sinds voorjaar 1992 zijn verschillende soorten metingen uitgevoerd in de twee proefgebieden. In Fig. 2.1 is schematisch aangegeven welke soort metingen zijn uitgevoerd. Het proefgebied is in principe het gebied vanaf de laagwaterlijn tot aan de dijk. De grenzen aan de zijkanten zijn zo gekozen dat ook een gedeelte onverdedigde schorrand kan worden gevolgd. De meetlocaties en de soort meting zijn voor Slaak en Zuidgors respectievelijk weergegeven in Figuren 2.2 en 2.3.

2.2.1 Morfologische monitoring

Per soort meting wordt een korte beschrijving gegeven van de wijze van opname, de uitvoerder en de wijze waarin de data wordt opgeleverd. Alle hier beschreven metingen zijn op beide proeflocaties uitgevoerd met uitzondering van de bodemdierbemonstering en de sondering. De bodemdierbemonstering wordt alleen op het Zuidgors uitgevoerd omdat daar eventuele effecten worden verwacht op de hoogteligging en bodemsamenstelling van het slik. De sondering is alleen op Slaak uitgevoerd om het verschil in weerstand te meten tussen het schorsediment en de aangebrachte klei.

slik-schor transecten

Per locatie worden een aantal vaste transecten vanaf de NAP -1 m tot op het schor gewaterpast. De frequentie was aanvankelijk 8 keer per jaar en is sinds eind 1993 afgenomen tot 4 keer per jaar.

Een aantal kenmerken worden standaard opgenomen: klifhoogte, klifvorm, de verplaatsing van het klif, de hoogte van het schorklif, veranderingen in de constructie (indien van toepassing), enz. Het veldwerk wordt uitgevoerd door de veldmeetploeg van de Meetdienst Zeeland, Directie Zeeland. De gegevens worden in ASCII format aan het RIKZ toegeleverd.

erosie-sedimentatie slik

Door middel van reguliere erosie/sedimentatie plotjes (E/S) wordt in een aantal van de eerder genoemde slik-schor transecten nauwgezet de hoogteontwikkeling van het slik bepaald. Een E/S plot bestaat uit een drietal buizen die zijn verankerd in het slik en een referentievlak vormen. De gemiddelde slikhoogte voor het E/S plot wordt bepaald door vijftien hoogtewaarnemingen vanaf de bovenkant van het referentievlak tot aan de bodem te middelen. Per transect zijn 2 tot 3 plotjes uitgezet. De opnamefrequentie komt overeen met de opname van de slik-schortransecten. Het veldwerk wordt uitgevoerd door de veldmeetploeg van de Meetdienst Zeeland, Directie Zeeland. De gegevens worden in ASCII format aan de RIKZ toegeleverd.

DTM

Direct na de aanleg van de "constructie" is in beide proefgebieden een Digitale Terrein Meting (DTM) uitgevoerd. Een DTM is een globale hoogtemeting, in dit geval uitgevoerd met een tachymeter (een soort theodoliet). De DTM beslaat het gebied dat gelegen is boven NAP -1.0 m tot aan de bovenzijde van het schor. Van het schor zijn globaal de eerste 5 m vanaf de schorrand opgenomen. De "constructies" zijn op het resultaat aangegeven. De DTM wordt jaarlijks herhaald zodat een goed ruimtelijk beeld kan worden verkregen van de morfologische veranderingen. Dit werk is uitbesteed aan de Meetkundige Dienst. De gegevens worden in ASCII format en in "hard copy" aan de RIKZ toegeleverd.

accretie schor

Door middel van kaolien-plots wordt op een aantal transecten de accretie, oftewel de sedimentatie op het schor, bepaald. Met een kleine guts wordt per opname vijf keer de diepte gemeten tussen het bodemoppervlak en een referentie laag van kaolien (een wit soort klei). De referentielagen zijn voor beide proeflocaties in maart 1992 aangebracht. De laag bestaat uit een wit soort klei (kaolien) vermengd met zilverzand, dat na uitharding niet meer in water oplost. Deze is aangebracht op een vlakke bodem met een oppervlak van ca. 0,5 m², die zoveel mogelijk is vrijgemaakt van de begroeiing. Na verloop van tijd raakt dit oppervlak weer begroeid. De vijf opnames per plot worden telkens, volgens een vast patroon, evenredig verdeeld over het oppervlak.

De plots zijn zowel uitgezet op de oeverwallen als in de kommen. De accretiemeting is ongeveer 4 keer per jaar uitgevoerd door de veldmeetploeg van de Meetdienst Zeeland, Directie Zeeland. De gegevens worden in tabelvorm aan het RIKZ geleverd.

sedimentsamenstelling en bodemdieren (alleen Zuidgors)

Tweemaal per jaar, in het voor- en in het najaar is een bodembemonstering uitgevoerd op 3 tot 5 plaatsen op het slik ten behoeve van de sedimentsamenstelling en de bodemdiersamenstelling. Per monsterplaats zijn 10 monsters met een steekbuis van ϕ 0,08 m gestoken. De bodemmonsters worden geanalyseerd op korrelgroottesamenstelling (zand en slib), kalkgehalte en aan het gehalte organische stof. Verder zijn de monsters geanalyseerd op het voorkomen van bodemdieren. Dit werk is gedeeltelijk uitgevoerd en gerapporteerd door het RIKZ (Stikvoort, 1993) en wordt voor een gedeelte uitbesteed.

veldinspecties

Door medewerkers van de Directie Zeeland en het RIKZ zijn geregeld veldinspecties uitgevoerd. Een aantal aspecten is hierbij gefotografeerd, zoals de toestand van de constructie, ontgrondingskuilen, ontwikkelingen bij de schorrand, sedimentatie- of erosiekenmerken op het schor, etc.

luchtfoto's

Direct na de aanleg van de "constructies" zijn zwart-wit luchtfoto's gemaakt op een schaal van 1:2000. Aan de hand van deze foto's zijn door de Meetkundige Dienst te Delft de ligging van de schorrand en de "constructie" bepaald. Dit is in een digitaal bestand aangevoerd. Het is de bedoeling om aan het einde van de monitoring opnieuw een fotovlucht te laten uitvoeren. Zo kan een gedetailleerd ruimtelijk beeld worden verkregen van de ontwikkeling van de schorrand, ook in relatie met vroegere schorrand-karteringen. Een GIS lijkt hiervoor de aangewezen methodiek.

geulontwikkeling

Aan de hand van de reguliere vaklodingen (1:10.000) wordt de geulontwikkeling nabij het voorland gevolgd. De uitwerking geschiedt in het GIS door het RIKZ.

sonderingen schorsediment en aangebrachte klei (alleen Slaak)

Aan de hand van sonderingen is getracht om een indruk te krijgen van eventuele verschillen in "sterkte" eigenschappen binnen het aangebrachte kleidek en tussen de aangebrachte klei en het oorspronkelijke schorsediment. Een sondering geeft namelijk het verloop van de indringingsweerstand van een conus over de diepte. Het veldwerk is uitgevoerd door de Meetdienst Zeeland, Directie Zeeland.

2.2.2 Hydrodynamische monitoring

Per soort meting wordt een korte beschrijving gegeven van de wijze van opname, de uitvoerder en de wijze waarin de data wordt opgeleverd. Het aantal procesmetingen bij de proeflocatie Zuidgors is uitgebreider dan op het Slaak, vooral ten aanzien van verval- en stroommetingen. Dit komt omdat in het Slaak de stroming langs de schorrand geen rol van betekenis meer speelt, na de sluiting van de Phillipsdam. Het experiment bij het Zuidgors is opgezet om het schor te verdedigen door een verandering van de hydrodynamische processen. Aan de hand van deze metingen willen we weten in hoeverre dat gelukt is.

golven

Zowel op het Slaak als de Zuidgors is op NAP -1 m een stappenbaak geplaatst. Hiermee zijn vanaf voorjaar 1993 tot en met voorjaar 1994 golven gemeten. Via telemetrie staat het instrument in verbinding met het VCZ te Middelburg, alwaar de golfgegevens (golfhoogte, golfenergie) als 10 minuten-gemiddelden worden gepresenteerd en digitaal opgeslagen. De analyse van de golfgegevens zal door het RIKZ worden uitgevoerd.

waterstanden in schorkreken

Vóór en na de aanleg van het object zijn met drukdozen de waterstanden gemeten in een aantal schorkreken. Hiermee wordt onderzocht of de getijdoordringing is veranderd. De meting is gedurende een goed ontwikkeld doodtij-springtij cyclus uitgevoerd, en is jaarlijks herhaald. De waterstanden worden om de 10 minuten gemeten. Als referentie wordt het dichtstbijzijnde getijstation gebruikt. Deze meting is alleen in het Zuidgors uitgevoerd.

vervalmetingen over het slik (alleen Zuidgors)

Vóór en na de aanleg van de constructie, en daarna jaarlijks, zijn aan de hand van drukdozen de vervallen bepaald over het proefgebied Zuidgors. Hiermee wordt onderzocht of de constructie de vervallen over het slik beïnvloedt. De onderlinge afstand van de drukdozen bedroeg ca. 750 m. De meetpunten zijn gelegen op een hoogte van NAP + 0,5 m. De metingen zijn tot nu toe 3 keer uitgevoerd, telkens bij een gemiddeld springtij.

stroming (alleen Zuidgors)

Vóór de aanleg van de constructie is tijdens een gemiddeld springtij met weinig wind gedurende eb en vloed een drijvermeting uitgevoerd op het slik. Hiermee is een het algemene stroombeeld in de oorspronkelijke situatie vastgelegd.

Verder zijn op twee vaste locaties gedurende een goed ontwikkeld doottij-springtijcyclus stroomsnelheden gemeten. Hiervoor zijn 2-dimensionale electromagnetische stroomsnelheidsmeters gebruikt. De stroommeters zijn door een statief gefixeerd ten opzichte van het maaiveld, zodat ook richtingen kunnen worden bepaald. De stroming is elke 5 minuten gemeten waarbij telkens 1 minuut-gemiddelde waarden zijn opgeslagen. Deze meting is jaarlijks herhaald en werd tegelijkertijd uitgevoerd met de waterstandsmetingen in de schorkreken en de vervalmeting over het slik.

zandtransport (alleen Zuidgors)

Vóór de aanleg van de constructie zijn, op één locatie tijdens een springtij (7 juli 1992), gedurende eb en vloed zand- en slibconcentraties gemeten in de waterkolom. Hiermee is een de grootteorde bepaald van de sedimentconcentraties in de waterkolom. De locatie valt samen met de locatie van de golfmeetpaal. De hoogte waarop de concentraties zijn bepaald zijn 7, 11, 25, 55 en 105 cm boven de bodem. Op 7 en 11 cm bodem de bodem zijn telkens dubbele metingen uitgevoerd, omdat juist deze voor het sedimenttransport van belang zijn.

Er is gebruik gemaakt van een (mini)-PFS pompsysteem, welke vanaf een schip is bediend. In het lab zijn vervolgens het droge gewicht van de zand en slibfractie bepaald (grens zand/slib 53 micron).

2.3 Overzicht uitgevoerde metingen

In Tabel 1 en 2 wordt een overzicht gegeven in welke maand een bepaalde meting is uitgevoerd.

De meetfrequentie is het hoogst direct na aanleg van de "constructies", omdat dan de grootste morfologische veranderingen werden verwacht. Uit logistieke overwegingen is de meetfrequentie in het najaar 1993 teruggebracht.

Tabel 1. Overzicht uitgevoerde monitormetingen.

METINGEN	1992 J F M A M J J A S O N D	1993 J F M A M J J A S O N D	1994 J F M A M
slik-schor transecten (Sl)	x x x x x x	x x x x	x
slik-schor transecten (Zu)	x x x x x x	x x x x	x
erosie-sedimentatie plots (Sl)	x x x x x	x x x x x x	x
erosie-sedimentatie plots (Zu)	x x x x	x x x x x x	x
DTM (Sl)	x	x	
DTM (Zu)	x	x	
accretie schor (Sl)	x x	x x x x	x
accretie schor (Zu)	x x	x x x	x
bodemmonsters (Zu)		x x	x
luchtfoto (Sl en Zu)	x		
Vaklodingen (Sl)			
Vaklodingen (Zu)			

Tabel 2. Overzicht uitgevoerde procesmetingen.

METINGEN	1992 J F M A M J J A S O N D	1993 J F M A M J J A S O N D	1994 J F M A M J J A S O N D
golfmetingen (Sl en (Zu)		oooooooooooooooooooo	oooooooooooo
waterstand schorkreken (Sl)	cc	cc	cc
waterstand schorkreken (Zu)	cc	cc cc	
vervalmetingen slik (Zu)	cc	cc cc	
drijfvermeting slik (Zu)	x		
stroommeting slik (RMS)(Zu)	cc	cc cc	
zandtransportmeting (Zu)	x		
sondering (Sl)		x	

x = incidentele meting o = (semi) continue meting

3 Resultaten monitoring Slaak

3.1 Morfologie

3.1.1 Veldwaarnemingen

De schorrand bestaat uit een 0,7 tot 0,8 m hoog recht klif. De voet van het klif is bijna over de gehele lengte van de rand ondergraven. Voor het klif liggen redelijk afgeronde kleibrokken, de resten van het naar beneden gestorte schorsediment. Het schorsediment bestaat uit redelijk homogene sterk organische klei. Onder deze laag die 0,7 tot 0,8 m dik is, wordt direct vrij zandig materiaal aangetroffen. Juist dit zand wordt zelfs bij een geringe golfwerking uitgespoeld, waardoor de ondergraving ontstaat.

Het schorniveau ligt op NAP +1,5 m, 0,08 m beneden het GHW te Stavenisse. De hoogte van de voet ligt op NAP +0,7 m. Er monden een aantal schorkreken uit met een breedte van ca. 5 tot 7 m. De kreekbodems liggen ter hoogte van de schorrand vrijwel op slikhoogte, zodat geen sprake is van een ingegraven kreek. Het slik is relatief smal en steil. De afstand vanaf de klifvoet tot aan de laagwaterlijn bedraagt 125 tot 150 m.

Volgens Houmes (1993) heeft de aangebrachte kleilaag (Fig 1.2) niet overal dezelfde consistentie. Door het overscheppen van de kei op het slik zijn meer en minder geconsolideerde kleilagen aangebracht. Een aantal weken na aanleg was de minder gepakte klei al uitgespoeld, hetgeen resulteerde in een zeer grillig oppervlak van het kleitalud. Het meer westelijk gelegen kleitalud leek harder te eroderen dan het meer oostelijk gedeelte. De zijranden van het talud bij de kreekmondingen is relatief snel geërodeerd. Doordat voornamelijk het bovenste gedeelte erodeert, is op vrijwel alle locaties een steilrand ontstaan van één tot meerdere decimeters. De voet van het kleitalud is goed intact gebleven.

Voor het talud, op het schor en in de kreekmondingen, zijn veel afgeronde kleibrokjes aangetroffen. De sporen van de machines in het slik waren na enige weken bijna geheel uitgewist.

Op het bovenste deel van het kleitalud zijn direct na aanleg spartinapollen aangeplant. De pollen waren levensvatbaar omdat ze met kluit zijn ingegraven. Toch waren de pollen snel uit het kleitalud gespoeld. In het voorjaar van 1993 is een tweede serie spartinapollen aangebracht. Door de verlaging van het kleitalud zijn ze een voor een verdwenen; de laatste in februari 1994 (Houmes, 1994).

3.1.2 Slik-schor profielen

Uit luchtfotoïnterpretaties en transectmetingen was bekend dat de schorrand ongeveer met 2 m per jaar erodeerde (Blijenberg, 1990; Jonkers, 1991). De onverdedigde schorranden zijn inderdaad met ongeveer deze snelheid geërodeerd; de kliffen in de profielen 1, 3 en 4 zijn in 2 jaar tijd respectievelijk 4, 6 en 3 m achteruit gegaan (Fig 3.1 t/m 3.6). De profielen 2, 5 en 6 in de verdedigde schorrand zijn hooguit enkele dm's geërodeerd. Het kleitalud zelf is wel gedeeltelijk verdwenen. Deze erosie heeft vooral plaatsgevonden in het bovenste gedeelte van het talud. Hierdoor is in profiel 2 en 5 al in het voorjaar van 1993 het bovenste gedeelte van het oorspronkelijke klif weer vrijgekomen. Het opmerkelijke van dit klif was dat dit nauwelijks erodeerde en alleen in de loop van de tijd hoger werd door verdere erosie van de aangebrachte klei. Alleen in profiel 6 is de oorspronkelijke vorm van het talud nog relatief lang gehandhaafd. Volgens globale schattingen is in de profielen 2, 5 en 6 ca. 50% van de aangebrachte klei (boven het maaiveld) verdwenen. Het hoge slik nabij het klif is bij de onverdedigde raaien met ca. 0,2 m verlaagt. Het lagere deel van het slik, beneden NAP -0,5 m is vrijwel niet veranderd. Dit geldt zowel voor de slikvorm als de slikhoogte.

3.1.3 Hoogteveranderingen slik uit DTM's

In december 1992 en september/oktober 1993 is de bodemhoogte van het slik en de eerste 5 m van het schor gedetailleerd ingemeten door de Meetkundige Dienst. Deze DTM's hebben een schaal van

1:2000. De verschillen tussen de kaarten zijn globaal bekeken. Uit het verloop van de hoogtelijnen blijkt dat het westelijk deel van het kleitalud sterker is verlaagd dan het oostelijk deel. Dit komt overeen met de waarnemingen uit de slik-schor profielen. Er wordt aanbevolen om met deze gegevens via DIGIBEELD en GIS verschilkaarten te maken.

3.1.4 *Erosie-sedimentatie plots*

Het slik voor het schor van Anna Jacobapolder, beneden NAP niveau, is gedurende de proefperiode zeer stabiel gebleken (Fig. 3.7 t/m 3.10). De hoogteligging van alle laaggelegen plots, dus rond NAP - 0,8, is vanaf het voorjaar van 1992 nauwelijks veranderd. Van de hooggelegen plots zijn plot 1301 en 1307 enkele cm's verlaagd, terwijl plot 1306 met 10 cm het sterkst is verlaagd. Er is geen sprake van een seizoenale fluctuatie. De fluctuaties in Raai 2 eind 1992 zijn zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de werken met betrekking tot het kleitalud.

3.1.5 *Accretie schor*

De accretie op het schor is over het algemeen zeer laag (Fig. 3.11). Op de meeste plots bedraagt de accretie vanaf maart 1992 tot en met december 1993 minder dan 5 mm. De schommelende lijnen in de figuren voor Raai A en B zijn zeer waarschijnlijk het gevolg van meetfouten. Er is één duidelijke uitschieter, namelijk het plot op Raai B van 0 tot 1 m, een lage overwal, waar in die periode 70 mm is gesedimenteerd. De sedimentatie is vooral opgetreden in het eerste halve jaar dus vóór einde 1992. Door het ontbreken van een goede T0 kan niet worden aangegeven of deze sterke sedimentatie het gevolg is van de aanleg van het kleitalud.

3.1.6 *Ontwikkeling schorrand*

De ontwikkeling van de schorrand is gevolgd door middel van karteringen uit luchtfoto's (Blijenberg, 1990; Jonkers, 1991). De schorrand in het proefgebied is in die periode netto ongeveer 2 m per jaar geërodeerd. De achteruitgang van de schorrand van 1983 tot 1989 is vrijwel gelijkmatig verlopen binnen het proefgebied.

In december 1992 zijn opnieuw luchtfoto's gemaakt en uitgewerkt door de Meetkundige Dienst. Aan het einde van de monitoring zal een laatste fotovlucht moeten worden uitgevoerd.

Als deze 4 opnamen onderling worden vergeleken, dan kan het effect van de schorverdediging op de mate van erosie van de schorrand worden opgemaakt.

3.1.7 *Ontwikkeling geul*

Het gebied rondom het Slaak is door de uitvoering van het Deltaplan ingrijpend veranderd. In 1964 is de Grevelingendam gebouwd en in 1969 kwam de Volkerakdam klaar. Door opslingering van het getij nam verhoogden de hoogwaters in de jaren zeventig en tachtig met 20 tot 30 cm. Na het gereedkomen van de stormvloedkering en de afsluiting van de Philipsdam in 1987 is het getij weer gereduceerd naar het niveau van van voor 1960. Het Slaak is in korte tijd veranderd van een actieve getijgeul tot een dode arm aan het einde van de Oosterschelde. De huidige geul is veel te groot en verondiept. De zandhonger, karakteristiek voor de geulen in de Oosterschelde, veroorzaakt een netto transport van sediment van het slik naar de geul, waardoor het slik verlaagt (EOS, 1991).

3.1.8 *Sonderingen kleidek en schor Slaak.*

Een sondering geeft het verloop van de conusweerstand (of indringingsweerstand) over de diepte in N/m². De conusweerstand is een index van de bodemsterkte, welke bepaald wordt door karakteristieken als compactie, vochtgehalte, textuur en het type kleimineraal. Deze parameter heeft echter geen

directe relatie met de weerstandskracht tegen erosie, omdat dan ook aspecten als bijvoorbeeld scheuren en beworteling van belang zijn.

Uit alle raaien blijkt duidelijk dat de conusweerstand van het schorsediment kleiner is dan de conusweerstand van de aangebrachte klei. Alleen direct onder het maaiveld van het bestaande schor is het weerstandsverhogende effect van de wortelzone te zien. De conusweerstand van het aangebrachte kleidek varieert aanzienlijk. Zelfs op één locatie kunnen al behoorlijke verschillen optreden. De gemiddelde conusweerstand per profiel schommelt tussen de 30 en 45 N/m², met uitschieters naar beneden en boven van respectievelijk bijna 0 en 150 N/m². Op grond van deze sonderingen zijn geen duidelijke verschillen aangetroffen tussen het westelijk en het oostelijk deel van het aangebrachte kleidek.

3.2 Hydrodynamica

3.2.1 Waterstanden

Aan de schorverdedigingen zijn vooraf een aantal randvoorwaarden gesteld waaraan deze verwacht werden te voldoen. Een van de belangrijkste hiervan was dat de wateruitwisseling tussen het schor en het watersysteem niet mocht worden belemmerd ten gevolge van de constructie. Daarom zijn in een tweetal krekken de waterstanden gemeten door middel van een drukdoos. Een eventuele beïnvloeding van de waterstanden kan worden gereconstrueerd door voor vergelijkbare getij- en weersomstandigheden de waterstandskrommen te vergelijken. Een andere mogelijkheid is om de waterstanden uit te drukken ten opzichte van de waterstanden op de Phillipsdam (buiten). Als de coëfficiënten gelijk zijn gebleven dan zijn de waterstanden in de schorkrekken niet beïnvloed. Deze uitwerking is door tijdgebrek nog niet uitgevoerd.

Door de Meetdienst Zeeland zijn voor de meting in februari 1994 de waterstanden gepresenteerd (Fig. 3.12). Het hoogwater komt in beide krekken vrijwel exact overeen, zowel wat betreft tijdstip als waterstand. Opmerkelijk is echter wel de fluctuatie in de waterstand in de vorm van een dubbele piek en een dip, rond het hoogwatertijdstip. Dit verschijnsel kan wellicht worden toegeschreven aan resonantie van de getijgolf in deze afgesloten arm. De dubbele piek wordt niet gedurende de volledige meetcyclus waargenomen; rond dooftij is een enkele (normale) hoogwaterpiek waargenomen.

Omdat een verandering van de waterstanden in deze locatie zeer onwaarschijnlijk lijkt, wordt aanbevolen verdere waterstandsmetingen achterwege te laten.

4 Resultaten monitoring Zuidgors

4.1 Morfologie

4.1.1. Veldwaarnemingen

Het schorniveau ligt op NAP +2,5 tot 2,7 m, ca. 0,25 m boven het GHW te Terneuzen. De hoogte van de klifvoet ligt op NAP +1,7 tot 2,0 m. In het proefgebied monden een aantal schorkreken uit met een breedte (ter hoogte van het schorniveau) van ca. 10 m. De slikbreedte, vanaf de klifvoet tot aan de laagwaterlijn, neemt van west naar oost toe van ca. 300 m ter hoogte van Raai 2 tot 450 m ter hoogte van Raai 6.

De schorrand bestaat uit een 0,7 tot 1,0 m hoog recht of getrapt klif. In tegenstelling tot de situatie bij Slaak is dit geen ondergraven klif en worden er eveneens geen (verse) kleibrokken vóór het klif aangetroffen. Dit wijst op een geheel ander proces van eroderen. Het schorsediment bestaat uit een sterk gelaagde schorafzetting, een afwisseling van zeer kleirijke en vrijwel zandige laagjes.

In november 1992 is een zestal rijshouten- en wiependammen aangelegd. Tijdens en direct na aanleg van de dammen ontstonden grote ontgrondingskuilen rondom de wiependammen. Om de stevigheid zo goed mogelijk te garanderen zijn a) de palen van de wiependammen 20 cm dieper de grond ingedrukt, b) tuidraden aangebracht en c) zijn planken in de bodem bevestigd. Sindsdien zijn verscheidene herstel- en onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd aan zowel de rijshouten- als de wiependammen (Houmes, 1993 en 1994).

De erosie van de schorrand is ook na de aanleg van de dammen doorgedaan. Alle rijshouten dammen zijn reeds verlengd in de richting van het schor om achterloopsheid te voorkomen. Deze ontwikkeling was overigens voorzien. De doorgaande erosie blijkt ook uit het feit dat een meetplot voor de accretie (Kaolienveld B) gedeeltelijk is verdwenen; de schorrand is daar in een periode van 2 jaar ongeveer 8 m geërodeerd.

Tussen de rijshouten en wiependammen is netto sediment afgezet. Het gebied tussen de middelste dammen en oostelijk hiervan hebben de sterkste ophoging laten zien. De tweede dam vanuit het oosten steekt nog maar 1 tot 2 decimeter boven het slikoppervlak uit. Het slik direct vóór de dammen is sterk verlaagd. Hierdoor vertoont het slikprofiel net buiten de dammen een duidelijke hellingsknik.

Gedurende het najaar en de winter bepalen de erosiekuilen en de vele kleiranden sterk het uiterlijk van dit slik. In het voorjaar en in de zomer wordt dit bedekt met een matig geconsolideerde sliblaag, met een dikte van 2 tot 10 cm. Deze sliblaag wordt over het gehele slik aangetroffen, vanaf de schorrand tot en met de laagwaterlijn. Op het slib is soms een groenige laag zichtbaar, die bestaat uit diatomeën. Door de sliblaag is het slik hydraulisch gezien zeer "glad" geworden. Er zijn duidelijke aanwijzingen dat hier hoge stroomsnelheden voorkomen, zoals streepachtige patronen (evenwijdig aan de schorrand), erosiekuilen en lij-effecten achter obstakels. Na de eerste stormen in het najaar is deze laag snel verdwenen, ten gevolge van de resuspensie door windgolven. Het slik is dan zandig en er kunnen stroomribbels worden waargenomen.

De krekens, zowel in als voor het schor, hebben een zeer zachte bodem. Door de vervlakking van het hogere gedeelte van het slik, zijn de krekens op dit gedeelte sterker gaan insnijden. Een aantal krekens volgt de wiependammen

De rijshouten dammen zijn in het voorjaar van 1994 over het algemeen in redelijke tot goede staat. In augustus 1993 is door Natuurmonumenten klein onderhoud gepleegd aan de rijshout- en wiependammen. Zware stormen in november 1993 hebben geleid tot aanzienlijke schade. In december 1993 is groot onderhoud gepleegd waarbij gaten in de wiependammen zijn gedicht, extra tuidraden zijn aangebracht en indien nodig rijshout is toegevoegd. Na stormen in januari 1994 is echter opnieuw schade aan de meest westelijke dammen ontstaan. Daarnaast zijn enkele dammen bijna achterloos geworden.

Voor een meer uitgebreide beschrijving van de toestand van de dammen en de uitgevoerde herstelwerkzaamheden, wordt verwezen naar Houmes (1993 en 1994).

4.1.2. *Slik-schor profielen*

De schorrand is in het gebied tussen de dammen sterker achteruitgegaan dan in de raaien aan weerszijden hiervan. Zo bedraagt de erosie vanaf oktober 1992 tot en met maart 1994 in de Raaien 3, 4 en 5 respectievelijk 10, 10 en 4 m tegen 3 en 5 m in Raai 2 en 6 (Fig. 4.1 t/m 4.5). Deze cijfers weerspiegelen niet een effect van de verdediging. In 1992 is namelijk met opzet het gedeelte met de grootste achteruitgang uitgezocht.

Het slik in het proefgebied wordt van west naar oost steeds langer, minder steil en meer convex (zie profiel 2 tot en met 6). De vorm van Raai 2 is vrijwel gelijk gebleven sinds de aanvang van de monitoring. In de andere raaien is de vorm van het profiel wel veranderd. Het hogere slik, vanaf de schorrand tot ongeveer de NAP +0,75 m lijn is verhoogd terwijl het lagere gedeelte is verlaagd. Hierdoor is een soort trap ontstaan in het slikprofiel. Deze hellingsknik is in de loop van de tijd steeds meer geprononceerd. In alle profielen is het slik netto verlaagd; het lage deel van het slik gemiddeld met 20 tot 30 cm. De centrale Raai 4 is echter ongeveer 40 cm verlaagd. De NAP dieptelijn is ter hoogte van de Raaien 3, 4 en 5 ca. 40 m en in de Raaien 5 en 6 ca. 25 m in de richting van het klif verplaatst. Deze verplaatsing is duidelijk seizoensafhankelijk. Dit stemt overeen met de veldwaarnemingen. De sterkste veranderingen zijn in de winter opgetreden.

De ophoging van het hogere deel van het slik is het sterkst aan de uiteinden van de dammen op 150 m vanaf de schorrand, en bedraagt ca. 20 tot 30 cm. De sterkste ophoging is gemeten in de Raaien 4 en 5. Het schorklif is vrijwel overal even hoog gebleven, namelijk 70 tot 80 cm. Alleen lokaal, direct ten oosten van een dam, is door ophoging van het slik direct voor het klif de klifhoogte afgenomen.

4.1.3 *Hoogteveranderingen slik uit DTM's*

In december 1992 en september/oktober 1993 is de bodemhoogte van het slik en de eerste 5 m van het schor gedetailleerd ingemeten door de Meetkundige Dienst. Deze DTM's hebben een schaal van 1:2000. De verschillen tussen de kaarten zijn globaal bekeken. Hieruit blijkt dat de hoogtelijnen van het hoge en lage slik aan weerszijden van de dammen in de richting van het schor opschuiven. Ter plaatse van de verdediging schuiven alleen de hoogtelijnen op het lage slik op naar het schor. Binnen de dammen verplaatsen de hoogtelijnen in tegengestelde richting. Dit leidt tot een verstelling van het slik bij het einde van de dammen en een vervlaking tussen de dammen.

Er wordt aanbevolen om met deze gegevens via DIGIBEELD en GIS verschilkaarten te maken zodat kan worden onderzocht of de totale sedimentatie tussen de dammen overeenkomt met de extra erosie van het slik.

4.1.4 *Erosie-sedimentatie plots*

Uit de erosie-sedimentatie plots (Fig. 4.6 t/m 4.8) blijken dezelfde tendensen zoals reeds beschreven aan de hand van de waterpasprofielen. Het hogere deel van het slik is verhoogd; het lagere deel geërodeerd. In het hoogteverloop van de plots 1204, 1205, 1207 en 1208 (Raai 4 en 5) treden in het najaar van 1992 trendbreuken op welke samenvallen met de aanleg van de dammen. De plots op een niveau van NAP -0,5 m laten niet zo'n trendbreuk zien. Deze liggen wellicht buiten de directe invloedssfeer van de dammen. De seizoenale ontwikkeling, namelijk ophoging in het voorjaar en in de zomer en verlaging in het winterseizoen, is in alle plots aanwezig, met uitzondering van 1204 en 1207. Deze beide plots laten een constante sedimentatie zien sinds de aanleg van de dammen.

4.1.5 Accretie schor

De accretie van het schor varieert tussen de 2 en 4 cm in een periode van 2 jaar (Fig. 4.9). Het begin van de tijdschaal (dagen) is gesteld op 1 januari 1992. De sterke accretie vindt, volgens verwachting plaats in de winterperiode. Gedurende het voorjaar en de zomer van 1993 is de accretie aanmerkelijk kleiner. Mede door deze seizoenale fluctuaties kan op grond van deze gegevens geen uitspraak worden gedaan over een eventuele invloed van de constructie op de schoraccretie. De T0 was hiervoor zeker een half jaar te kort. Door de grotere absolute sedimentatie is de invloed van meetfouten geringer dan in de meetplotjes bij Slaak.

In Raai B, gelegen bij de schorrand, bedraagt de accretie plaatselijk meer dan 5 cm in 1 jaar. Na deze sterke ophoging verlaagt het oppervlak waarna vervolgens het plotje geheel verdwijnt. Deze sterke sedimentatie wordt veroorzaakt doordat sediment dat geërodeerd wordt bij het schorklif gedeeltelijk direct daarachter op het schor terecht komt. Deze pseudo-oeverwal verplaatst zich met de erosie van de schorrand schorinwaarts.

4.1.6 Ontwikkeling schorrand

In Fig. 4.10 is de ligging van de schorrand weergegeven, zoals gekarteerd uit opeenvolgende luchtfoto's van 1935, 1959, 1970, 1978 en 1988. Opvallend langs is de grote uitbreiding van het schor in de periode van 1935 tot 1959. De schorrand in het westelijk deel is daarna weinig meer verplaatst. De schorrand in het oostelijk deel is verder uitgebreid tot 1978. Daarna is juist het gedeelte waar nu de proef is gesitueerd geërodeerd. Het meest oostelijk deel van de schor heeft zich in die periode nog uitgebreid. De schorrand is daardoor als het ware rechtgetrokken.

In december 1992 zijn opnieuw luchtfoto's gemaakt en uitgewerkt door de Meetkundige Dienst. Aan het einde van de monitoring zal een laatste fotovlucht moeten worden uitgevoerd.

Als deze 4 opnamen onderling worden vergeleken, dan kan het effect van de schorverdediging op de mate van erosie van de schorrand worden opgemaakt.

4.1.7 Ontwikkeling geul

In Fig. 4.10 is de ligging van de NAP -2 m diepteliijn, ongeveer het gemiddeld laagwater, weergegeven zoals opgemaakt uit uitlodingen. De geul vóór het Zuidgors, een noordelijke tak van de Everingen, laat over de afgelopen 50 jaar een wisselend verloop zien in de migratie. Vanaf 1935 tot de jaren zeventig en tachtig is de laagwaterlijn naar het zuiden verplaatst. Het laatste decennium is de laagwaterlijn juist in de richting van het schor gemigreerd. Deze migratie is vooral groot in het westelijk deel van het slik, die van 1978 tot 1988 ca. 80 m in de richting van het schor is verplaatst. De slikbreedte is hierdoor met 25 tot 40 % afgenomen.

De laagwaterlijn van 1988 ligt in het oostelijk deel ongeveer op dezelfde plaats als in 1970. De fluctuaties zijn hier over het algemeen groter omdat de slikhelling kleiner; een klein hoogteverschil betekent een relatief grote verplaatsing van een diepteliijn. Het oostelijk deel wordt daarnaast beïnvloed door de ontwikkelingen in het Boerengat. Deze kortsluitgeul ten oosten van het Zuidgors is sinds de zestiger jaren sterk in betekenis afgenomen. De geul is verondiept en westelijke inloop voor het Zuidgors valt bij laagwater droog. Het is niet geheel duidelijk hoe deze morfologische veranderingen het stroombeeld op het hoge slik voor het Zuidgors hebben beïnvloed.

Het is opvallend dat juist het gebied waar het slik naar verhouding het sterkst is versmalt en steiler wordt, de schorrand netto weinig is verplaatst. De laagwaterlijn in het oostelijk deel is het laatste decennium in de richting van het schor opgeschoven. De schorrand volgt deze migratie met een zekere vertraging. Het huidige schor is in 1988 nog steeds groter dan in 1970.

4.2 Hydrodynamica

4.2.1 Waterstanden en vervallen

Op het slik zijn waterstanden gemeten in de lengterichting van de stroming om na te gaan of de vervallen tijdens maximum stroom ten gevolge van de dammen meetbaar zijn veranderd. Tot nu toe zijn alleen de resultaten van de eerste waterstand- en vervallmetingen verwerkt.

In Fig. 4.11 zijn een aantal variabelen gepresenteerd voor 16 juni 1992; de waterstanden op lokaties 13 en 14, het absolute verval tussen 13 en 14 (niet gecorrigeerd en gecorrigeerd) en de stroomsnelheden op locatie 9 (evenwijdig en loodrecht ten opzichte van meetraai 4). Het getij valt tussen gemiddeld en springtij in.

Uit het verloop van de waterstanden is geconcludeerd dat de waterstanden van locatie 13 systematisch lager zijn dan de waterstanden van locatie 14, hoewel verondersteld mag worden dat tijdens de hoogwaterstroomkentering de waterstand in beide locaties even hoog is. Het verval is derhalve uitgezet zonder en met correctie van de systematische fout in de waterstand. Het maximale verval tijdens vloed bedraagt 8 à 9 cm; tijdens maximum eb is dit 3 à 4 cm. Dit komt overeen met de lagere maximum stroomsnelheden tijdens de eb: 0,7 m/s tegen 0,9 m/s tijdens de vloed.

4.2.2 Stroming

Voor de aanleg van de dammen zijn op 30-06-92 drijfvermetingen uitgevoerd op het slik van het Zuidgors bij een vloed en daaropvolgend eb. De resultaten zijn samengevat in Figuren 4.12 t/m 4.14 voor de situatie van maximum vloed, het begin van de eb en halverwege de eb. Tijdens maximum vloed (bijna hoogwater) volgt de stroming min of meer de lijn tussen het haventje van Ellewoutsdijk en de dijk ten oosten van het Zuidgors. Dit is vrijwel evenwijdig aan de ligging van de huidige schorrand. Direct na de stroomkentering volgen de stroombanen eerst de helling van het slik (traagheidsstroming) om vervolgens nabij de geul bij te buigen in een duidelijke zuidwestelijke stromingsrichting. Ongeveer één uur na hoogwater stroomt het water in vrijwel tegengestelde richting als de vloed.

Op het slik zijn op twee locaties stroomsnelheden gemeten, beide gelegen in Raai 4. In dit stadium zijn alleen de gegevens van de eerste meetperiode verwerkt.

4.2.3 Zand- en slibconcentraties slik.

De resultaten van de zand- en slibconcentratie metingen op het slik zijn gepresenteerd in Fig. 4.15 voor de eb, en Fig. 4.16 voor de vloed. Alle waarnemingen in de waterkolom, van 7 tot 105 cm boven de bodem, zijn hier door elkaar weergegeven. De hoogste concentraties zijn waargenomen bij de bodem, de laagste op 105 cm boven de bodem. Helaas zijn door een storing geen gelijktijdige stroomgegevens beschikbaar. Daarom zijn stroomgegevens gebruikt van dezelfde locatie maar dan één dag eerder (6 juli), gerelateerd aan de waterstanden bij Terneuzen (Fig. 4.17).

De eb-meting is pas 1,5 uur na de hoogwaterkentering begonnen, ongeveer 45 min na de stroomkentering. De zand- en slibconcentraties zijn aan het begin van de ebmeting relatief hoog omdat de stroming dan al is aangetrokken. De slibconcentraties zijn in het begin vrij hoog met grote variaties. Ongeveer 1,5 uur voor het droogvallen van de meetlocatie, verminderen de slibconcentraties tot 100 à 300 mg/l. De zandconcentraties zijn over het algemeen kleiner dan 100 mg/l. Alleen rond 10.00 MET zijn hogere zandconcentraties gemeten, met een maximum van 350 mg/l. Dit maximum is 20 tot 30 minuten later dan het maximum van de ebstroom.

Tijdens de vloed nemen de slibconcentraties direct toe na het onderlopen van het slik, van 250 naar maximaal 600 mg/l. Hieruit blijkt dat het slib in de ondiepe waterkolom snel in suspensie wordt gebracht en tevens goed over de gehele verticaal wordt verdeeld. Na het maximum op 16.45 MET zakken de concentraties enigszins tot waarden van 200 tot 400 mg/l om gedurende de rest van de vloed rond dit niveau te blijven schommelen. De invloed van de stroomkentering is duidelijk merkbaar. Na 20.00 MET lopen de concentraties snel terug tot ca. 50 mg/l. De zandconcentraties vertonen een

duidelijk maximum rond 19.00 MET, tijdens maximum stroom. Vlakbij de bodem bedraagt de zandconcentratie 350 mg/l, op 105 cm boven de bodem is dit iets meer dan 100 mg/l. De maximale concentraties tijdens de vloedpiek zijn gedurende langere tijd groter dan tijdens de ebpiek. Dit geldt ook voor het verloop van de stroomsnelheden, zodat geconcludeerd mag worden dat het vloedtransport van zand beduidend groter is dan het ebtransport.

Samengevat: de slibconcentraties zijn zeer hoog en relatief constant gedurende zowel de eb- als vloedfase. Aan de hand van deze metingen is niet vastgesteld of er sprake is van een eb- dan wel vloedgedomineerd slibtransport. Zand is vrijwel continu in suspensie. De zandconcentraties blijven over het algemeen lager dan 100 mg/l, met uitzondering van de pieken waarbij concentraties tot 350 mg/l zijn gemeten. Deze pieken treden op tijdens of net na de maximale stroomsnelheden. De zandconcentraties en zandtransporten zijn tijdens het vloedmaximum groter dan tijdens het ebmaximum. Het zandtransport op deze locatie is derhalve vloedgedomineerd.

4.2.4 Golven

Door Hendrikse (1993) is het golfklimaat onderzocht bij windsnelheden groter dan 6 Bf (> 10 m/s) in de Everingen te zuidwesten van Ellewoutsdijk. De gemiddelde golfperiode in het "diepe" water bedraagt 4 tot 6 s bij een windkracht van 9 Bf. De hoogste golven worden opgewekt bij een windrichting tussen de 270° en 300° . Tijdens de stormen van 11-11-'92 en 25-01-'93 zijn maximale golfhoogten gemeten van respectievelijk 1,6 en 1,9 m. De $H_{1/3}$ bedraagt dan ongeveer 1 tot 1,2 m. De golven die uiteindelijk de dammen en de schorrand van het Zuidgors zullen bereiken zullen inmiddels kleiner zijn geworden, door energieverlies ten gevolge van bodemwrijving, refractie en deels diffractie. De golfgegevens op het slik in de proeflocatie zijn verzameld met een stappenbaken op NAP -1 m diepte op een afstand van ca. 450 m vanaf de schorrand. Deze gegevens worden in een later stadium uitgewerkt.

5 Discussie

5.1 Kleitalud Anna Jacobapolder Slaak

Uit de monitoringgegevens kan worden afgeleid dat het kleitalud de schorerosie effectief heeft vermindert. Ter plaatse van het kleidek is de schorrand hooguit slechts enkele dm's geërodeerd, gedeeltelijk tijdens de aanleg van de constructie. Het onverdedigde deel van de schorrand met 1,5 tot 3 m/j achteruit is gegaan. Toch is een groot deel van de aangebrachte klei boven het oorspronkelijke maaiveld verdwenen. Direct na aanleg was vooral uit het hogere gedeelte van het talud en langs de krekken het kleitalud snel geërodeerd. Hierdoor ontstond langs vrijwel de gehele beschermde schorrand opnieuw een klif. Dit klif blijft echter op zijn plaats. Dit komt omdat de belangrijkste oorzaak van de erosie, namelijk de verlaging van het hoge deel van het slik waardoor de zandige laag onder het schorsediment vrijkomt, is geneutraliseerd. De voet van het kleitalud is goed intact gebleven. Deze beschermt de zandige laag onder de kleiige schorafzettingen, zodat ondermijning van het schorklif wordt voorkomen. Er wordt verwacht dat dit gedeelte van het kleitalud in een trager tempo zal verdwijnen dan het hogere deel van de aangebrachte klei. De voet van het klif zal daardoor naar verwachting nog een aantal jaren worden beschermd.

Een belangrijke voorwaarde die aan de constructie is gesteld is dat deze geen nadelige gevolgen mocht hebben voor de directe omgeving: het schor en het slik. Het slik en het schor vertonen beide minimale hoogteveranderingen. De mondingen van de krekken zijn door de aanleg van het kleitalud niet beïnvloed. Een verandering van de waterstanden of de vulling en lediging van het schorsysteem, als een gevolg van het kleitalud wordt daarom ook niet verwacht.

In het voorjaar van 1993 is een gedeelte van het talud beplant met Spartinapollen, afkomstig uit hetzelfde schor. Het doel hiervan was om de aangebrachte klei van een natuurlijke verdediging te voorzien. De pollen waren levensvatbaar doordat ze met enig bodemmateriaal zijn verplant. De planten zijn echter niet verder aangeslagen, mede doordat de aangebrachte klei relatief hard is, zoals aangetoond door de sonderingen. Door verdere verlaging van het talud zijn de pollen thans vrijwel allemaal uitgespoeld. Er wordt geconcludeerd dat het aanbrengen van Spartina in deze vorm de "levensduur" van het kleitalud niet verbetert.

5.2 Wiepen- en rijshouten dammen bij Zuidgors

De schorverdediging van het Zuidgors is opgezet als een indirecte verdediging. De vorm van het slik zou door de constructie zodanig worden beïnvloed dat de golfaanval van de schorrand zou verminderen. Na anderhalf jaar kunnen we concluderen dat het slikprofiel ter hoogte van de dammen aanzienlijk is veranderd. Zoals voorspeld is het gedeelte tussen de dammen verhoogd. De slikhelling van het hogere deel van het slik is hierdoor flauwer geworden. De ophoging is echter voornamelijk opgetreden aan het einde van de wiependammen. Het slik direct voor het schorklif heeft hiervan weinig geprofitteerd. De sterkste ophoging is gemeten in het oostelijk gedeelte van de dammen. De vertraging van de vloeddominante stroming werkt vooral door na het passeren van een aantal dammen. Ook geldt dat de resuspensie van sediment door golven in het westelijk gedeelte sterker zal zijn dan het oostelijk deel, omdat de grootste golfaanval optreedt vanaf het zuidwesten. Dit blijkt ook duidelijk uit het feit dat de twee meest westelijke dammen de grootste schade hebben opgelopen. Deze hebben als het ware de klappen opgevangen voor de meer oostelijke dammen.

Het slik direct voor de dammen is sterk verlaagd. Naast de algemene slikverlaging, die in over het gehele slik langs het Zuidgors optreedt door het opdringen van de voorliggende geul, is het slik hier een aantal dm's extra verlaagd. Deze extra slikverlaging is zeer waarschijnlijk het gevolg van de toename van de stroomsnelheid direct vóór de dammen. Een gedeelte van het water dat normaliter over het hogere slik zou stromen wordt omgeleid via het lagere slik. Dit aspect speelt zowel tijdens de

vloed als de eb. Er wordt verondersteld dat het sediment dat op het slik is geërodeerd, in belangrijke mate heeft bijgedragen aan de ophoging binnen de dammen.

Direct tijdens en na de aanleg van de dammen zijn grote ontgrondingskuilen ontstaan, die de stabiliteit van de constructie in gevaar brachten. Na aanpassingen, zoals het verlagen van de dammen en het aanbrengen van planken om de onderstroming tegen te gaan, zijn de ontgrondingen langs de dammen verondiept en gestabiliseerd. Toch vormen de ontgrondingen langs de dammen een aaneengesloten laagte, die daardoor in veel gevallen fungeert als afwatering van het slik en schor. De stabiliteit van de wiependammen wordt hierdoor negatief beïnvloed.

Tot nu toe is nog onduidelijk hoe de verhoging van het hogere slik de mate van schorachteruitgang heeft beïnvloed. Het is evident dat de erosie is voortgeschreden en in het verdedigde deel groter is dan aan weerszijden ervan. In twee profielen binnen het verdedigde schor is een achteruitgang van 10 m/jaar gemeten. Het onverdedigde schor is maximaal 5 m/j geërodeerd. In 1992 is besloten om de proef juist in het gebied met de sterkste achteruitgang uit te voeren. Met behulp van de kartering van de schorrand zal worden onderzocht hoe de achteruitgang in de verschillende profielen is veranderd. Dit voorbeeld geeft aan dat de ruimtelijke referentie in dit proefgebied slechts beperkt geldig is.

De rijshouten- en wiependammen hebben gedurende het experiment veel onderhoud gevergd. Tot twee maal toe is zelfs een grondige revisie van met name de twee meest westelijke dammen uitgevoerd. Ook zijn direct na de aanleg een aantal constructieve aanpassingen uitgevoerd om de sterkte van de dammen te vergroten. Er wordt geconcludeerd dat de constructie zwak is ten opzichte van de golf- en stroomomstandigheden op het Zuidgors.

6 Conclusies

Slaak:

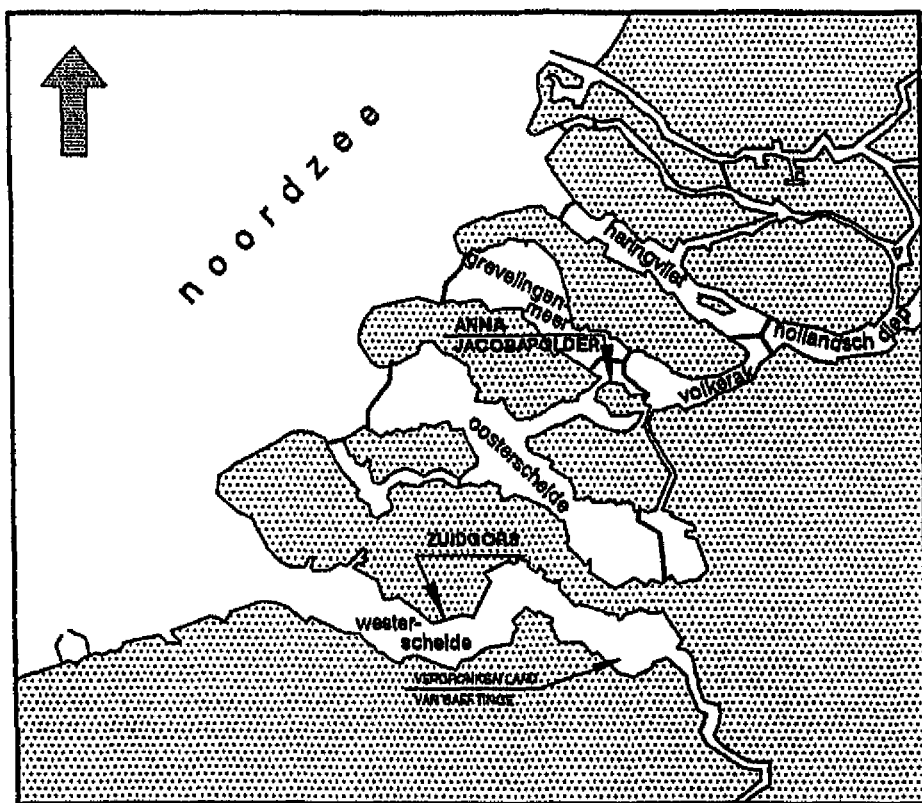
- * Uit de monitoringgegevens kan worden afgeleid dat het kleitalud de schorerosie effectief heeft verminderd. Ter plaatse van het kleidek is de schorrand hooguit slechts enkele dm's geërodeerd, waarvan een gedeelte ten gevolge van de aanleg. Het resterende, onverdedigde deel van de schorrand is met 1,5 tot 3 m/j achteruit gegaan.
- * Na anderhalf jaar is ongeveer 50% van de aangebrachte klei verdwenen, vooral uit het hogere gedeelte van het talud en langs de krekken. Hierdoor ontstond langs vrijwel de gehele beschermde schorrand opnieuw een klif. Dit klif blijft echter op zijn plaats.
- * De voet van het kleitalud is goed intact gebleven. Deze beschermt de zandige laag onder de kleiige schorafzettingen, zodat ondermijning van het schorklif wordt voorkomen. De belangrijkste oorzaak van de achteruitgang van het klif, namelijk de verlaging van het hoge deel van het slik, is daardoor waarschijnlijk voor een aantal jaren opgeheven.
- * Er wordt verwacht dat dit gedeelte van het kleitalud in een trager tempo zal verdwijnen dan het hogere deel van de aangebrachte klei.
- * Het lage slik en het schor vertonen beide minimale hoogteveranderingen. De mondingen van de krekken zijn door de aanleg van het kleitalud niet beïnvloed. Een verandering van de waterstanden of de vulling en lediging van het schorsysteem, als een gevolg van het kleitalud wordt daarom ook niet verwacht.
- * In dit gebied wordt vooral waarde gehecht aan de ruimtelijke referentie. De temporele referentie is door de beperkte duur van de T0 minder goed bruikbaar.

Zuidgors:

- * Na anderhalf jaar kan worden geconcludeerd dat het slikprofiel ter hoogte van de dammen aanzienlijk is veranderd. Zoals voorspeld is het gedeelte tussen de dammen verhoogd. De verhoging is echter voornamelijk opgetreden aan het einde van de wiependammen. De sterkste verhoging is gemeten in het oostelijk gedeelte van de dammen en niet direct tegen het schorklif.
- * Het slik direct voor de dammen is sterk verlaagd. Naast de algemene slikverlaging, die over het gehele slik langs het Zuidgors optreedt door het opdringen van de voorliggende geul, is het slik hier een aantal dm's extra verlaagd. Deze extra slikverlaging direct vóór de dammen is waarschijnlijk het gevolg van de toename van de stroomsnelheid.
- * Er wordt verondersteld dat het sediment dat op het slik is geërodeerd, in belangrijke mate heeft bijgedragen aan de ophoging binnen de dammen.
- * Direct tijdens en na de aanleg van de dammen zijn grote ontgrondingskuilen ontstaan, die de stabiliteit van de constructie in gevaar brachten. Na aanpassingen zijn de ontgrondingen langs de dammen verondiept en gestabiliseerd. De ontgrondingen langs de dammen vormen een aaneengesloten laagte, die daardoor in veel gevallen gebruikt wordt voor de afwatering van het slik en schor. De stabiliteit van de wiependammen wordt hierdoor negatief beïnvloed.
- * Tot nu toe is nog onduidelijk hoe de verhoging van het hogere slik de mate van schorachteruitgang heeft beïnvloed. Het is evident dat de erosie is voortgeschreden. In twee profielen is een achteruitgang van 10 m/jaar gemeten. Met behulp van de kartering van de schorrand zal worden onderzocht hoe de achteruitgang in de verschillende profielen is veranderd.
- * De ruimtelijke referentie is voor het proefgebied in het Zuidgors slechts beperkt geldig.
- * Er wordt geconcludeerd dat de constructie zwak is ten opzichte van de golf- en stroomomstandigheden op het Zuidgors.

7 Referenties

- Blijenberg, H.M., 1990. Erosie van schorren in de Oosterschelde. Stagerapport Rijksuniversiteit Utrecht.
- Consemulder, J., 1992. Bescherming van eroderende schorranden: twee experimenten in het Deltagebied. RWS DGW Rapport 92.023.
- Hendrikse, K., 1993. Natuurgegevens getij, wind en golven; proef schorrandverdediging Zuidgors. RWS Werkdocument GWWS-93.842X.
- Houmes, W., 1993. Evaluatie overeenkomst Z 3472 A en konstruktie ervaringen. RWS Directie Zeeland Memo.
- Houmes, W., 1994. Konstruktieve ontwikkelingen in de periode juli 1993 tot juni 1994. RWS Directie Zeeland Memo.
- Jonkers, 1991. Inventarisatie en procesanalyse van de schorranderosie in de Oosterschelde. Rapport GEOPRO 1991.025.
- Stikvoort, E., 1993. Referentie situatie bodemdieren op Slikken van Everingen. RWS DGW Werkdocument GWWS-93.815X.
- Storm, C., 1993. Sonderingen kleitalud Anna Jacobapolder (Slaak). RWS DGW Werkdocument GWA0-93.822X.
- Storm, C., en De Jong, D.J., 1991. Monitoring proeven schorrandverdedigingen. RWS DGW Werkdocument GWA0-92.846X.



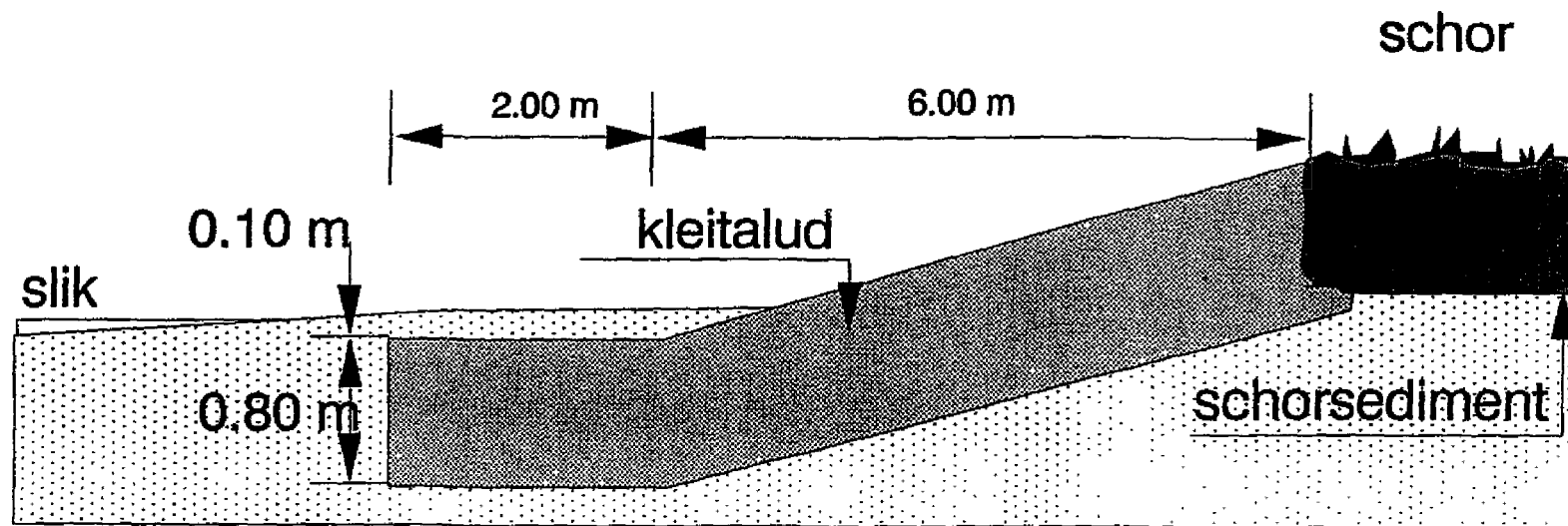
Figuur 1.1 Ligging proeflocaties Anna Jacobapolder (Slaak) en het Zuidgors.

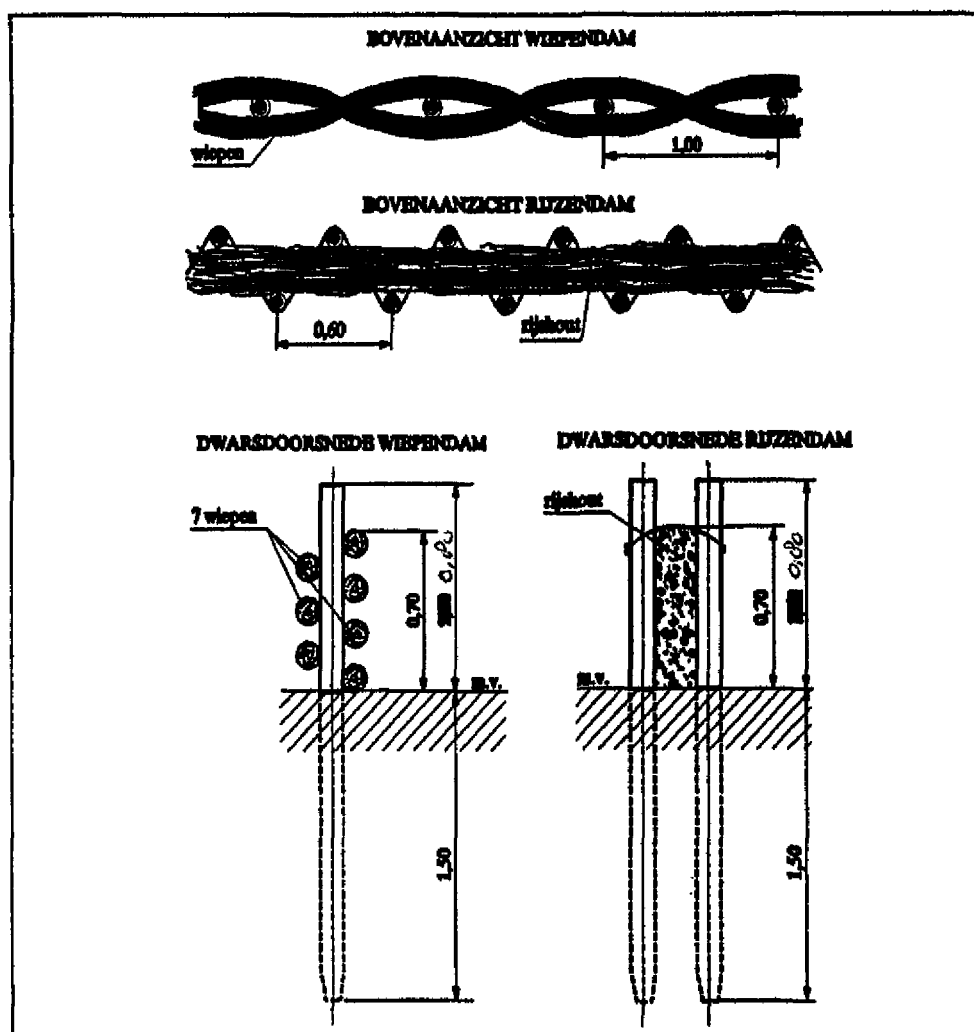
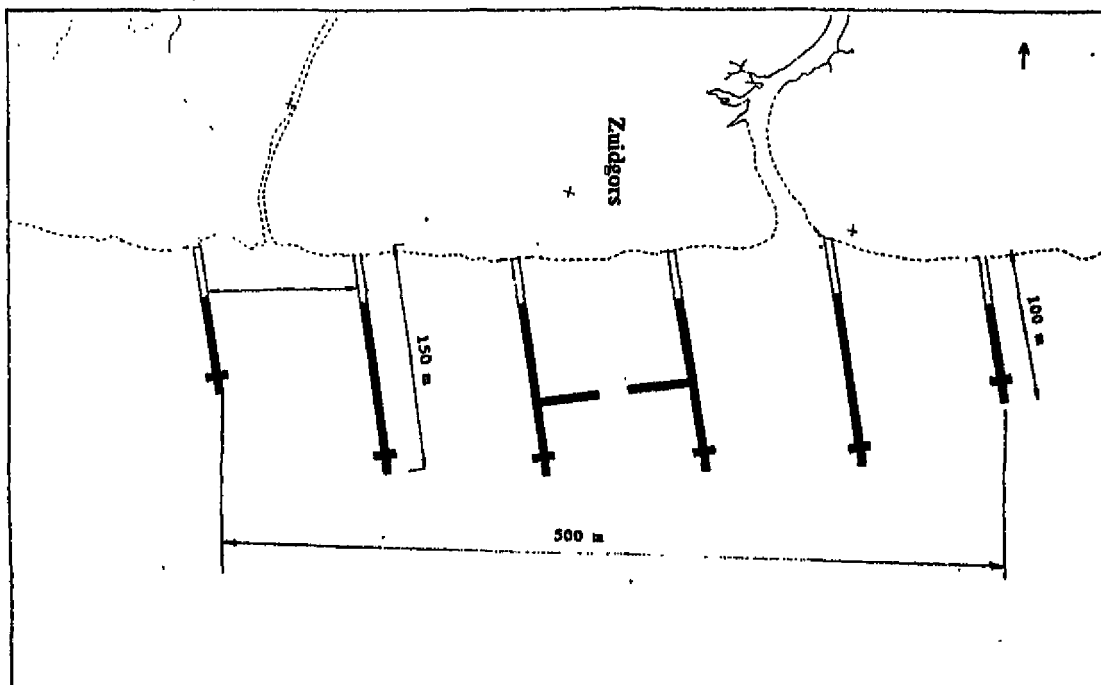
Figuur 1.2

Dwarssectie van het kleitalud zoals aangelegd bij Anna Jacobapolder.

SLAAK MET KLEITALUD

dwarsdoorsnede

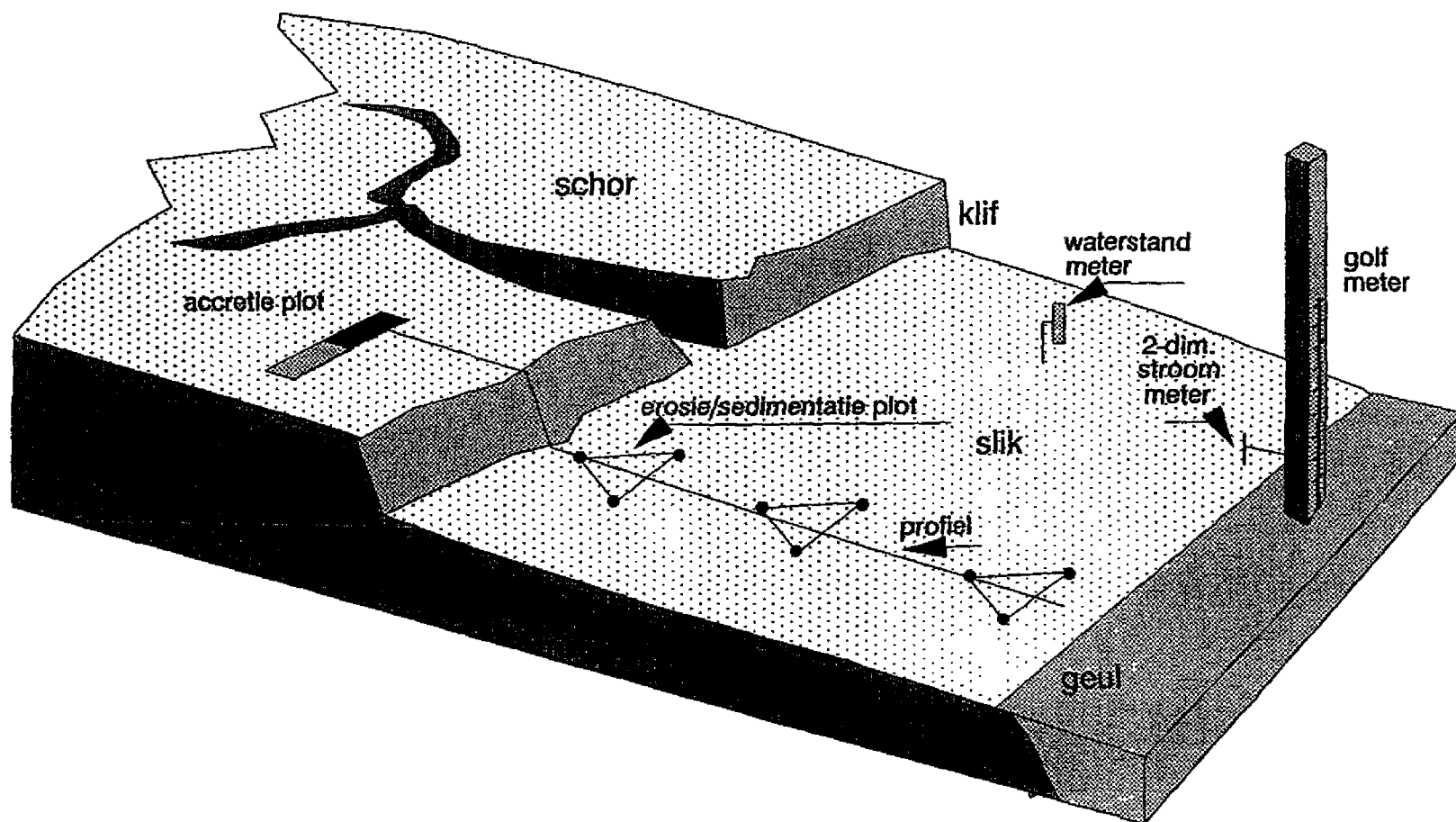




Figuur 1.3

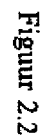
a) Ligging van de rijshouten- en wiependammen op het Zuidgors;
b) Details van een rijshouten- en wiependam.

MONITORING

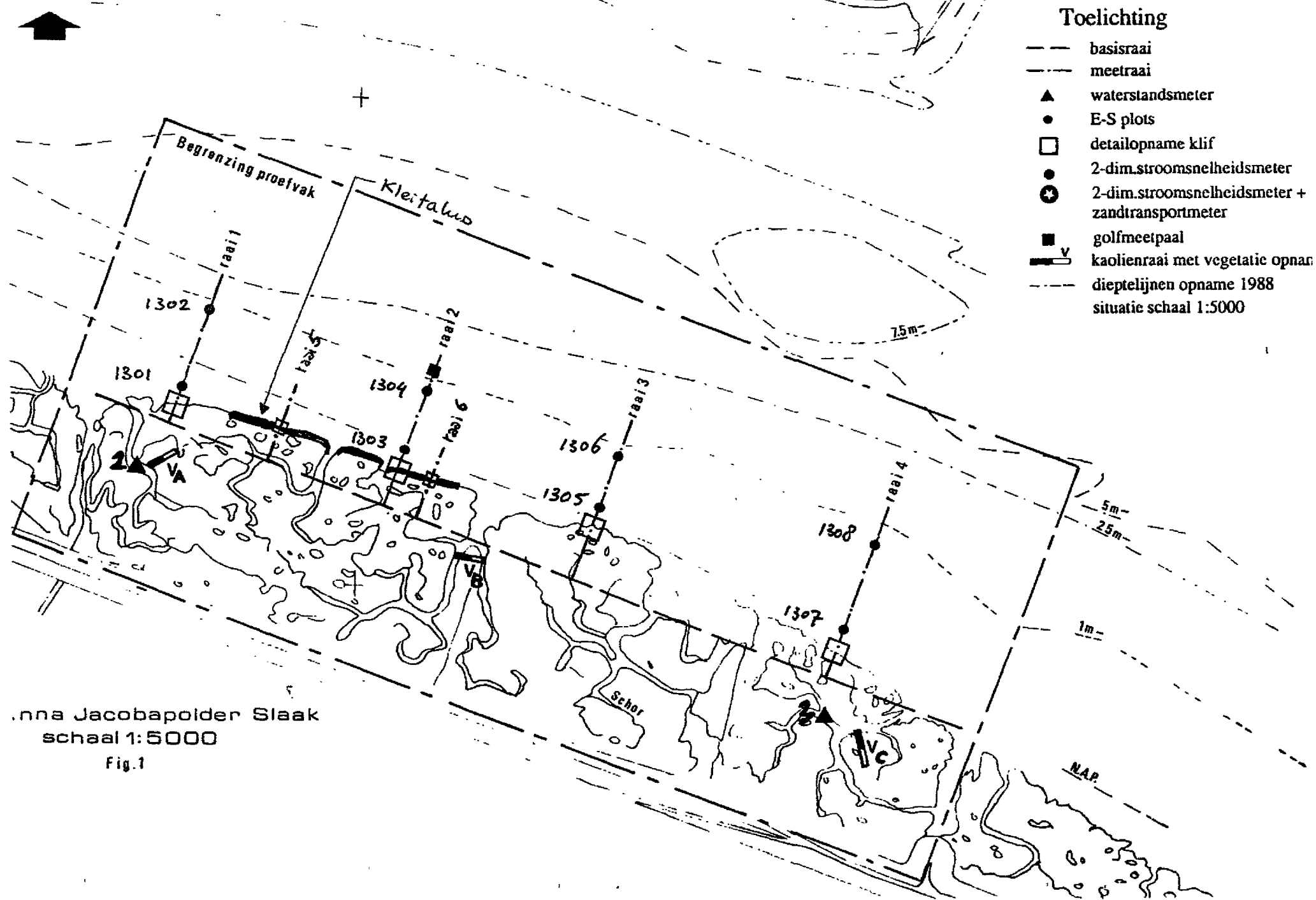


Figuur 2.1

Schematische weergave van de monitoringmetingen.

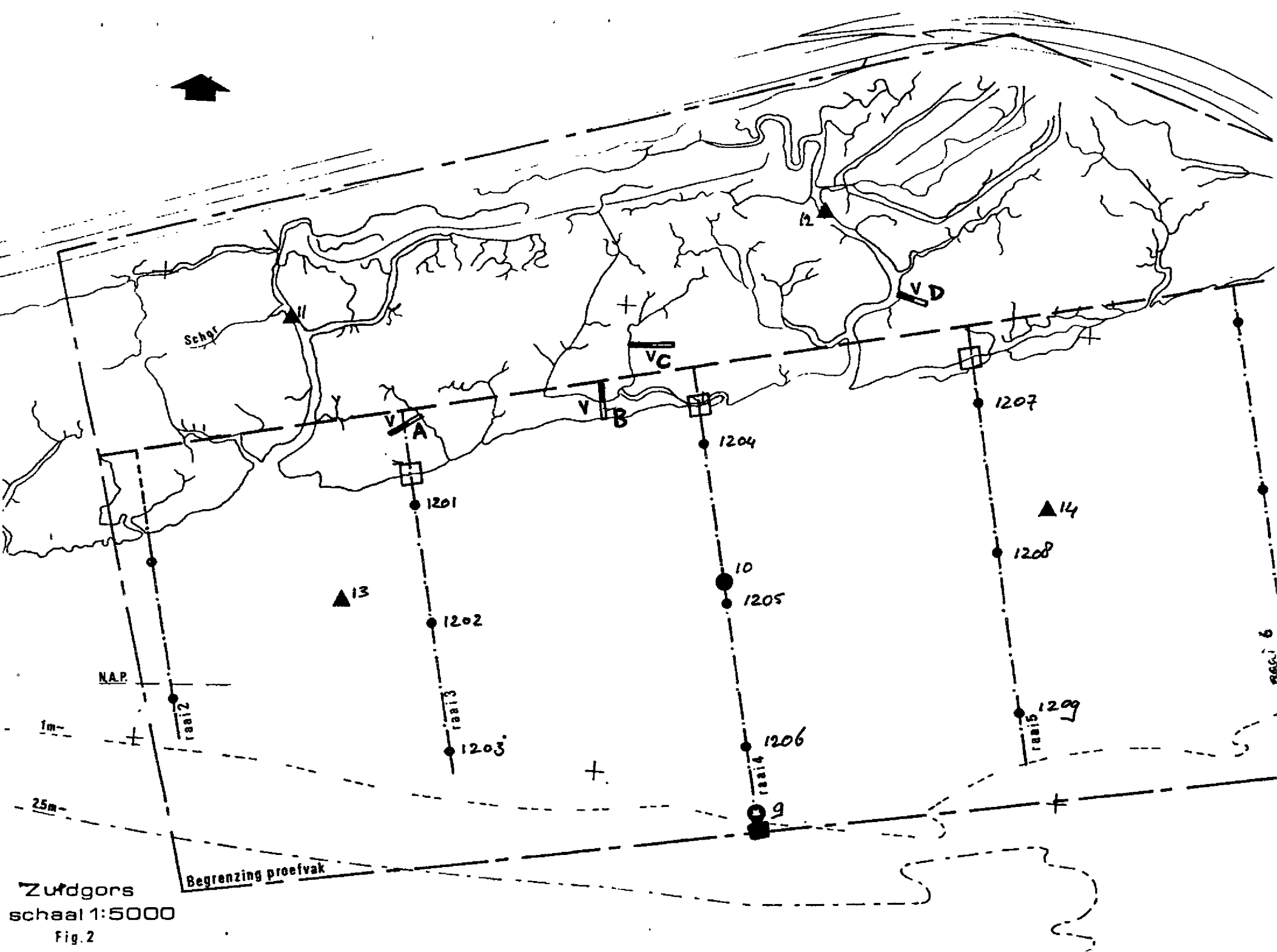


Meellocaties op schor en slik bij Anna Jacobapolder (Slak).



Figur 2.3

Meetlocaties op schor en slik bij Zuidgors.

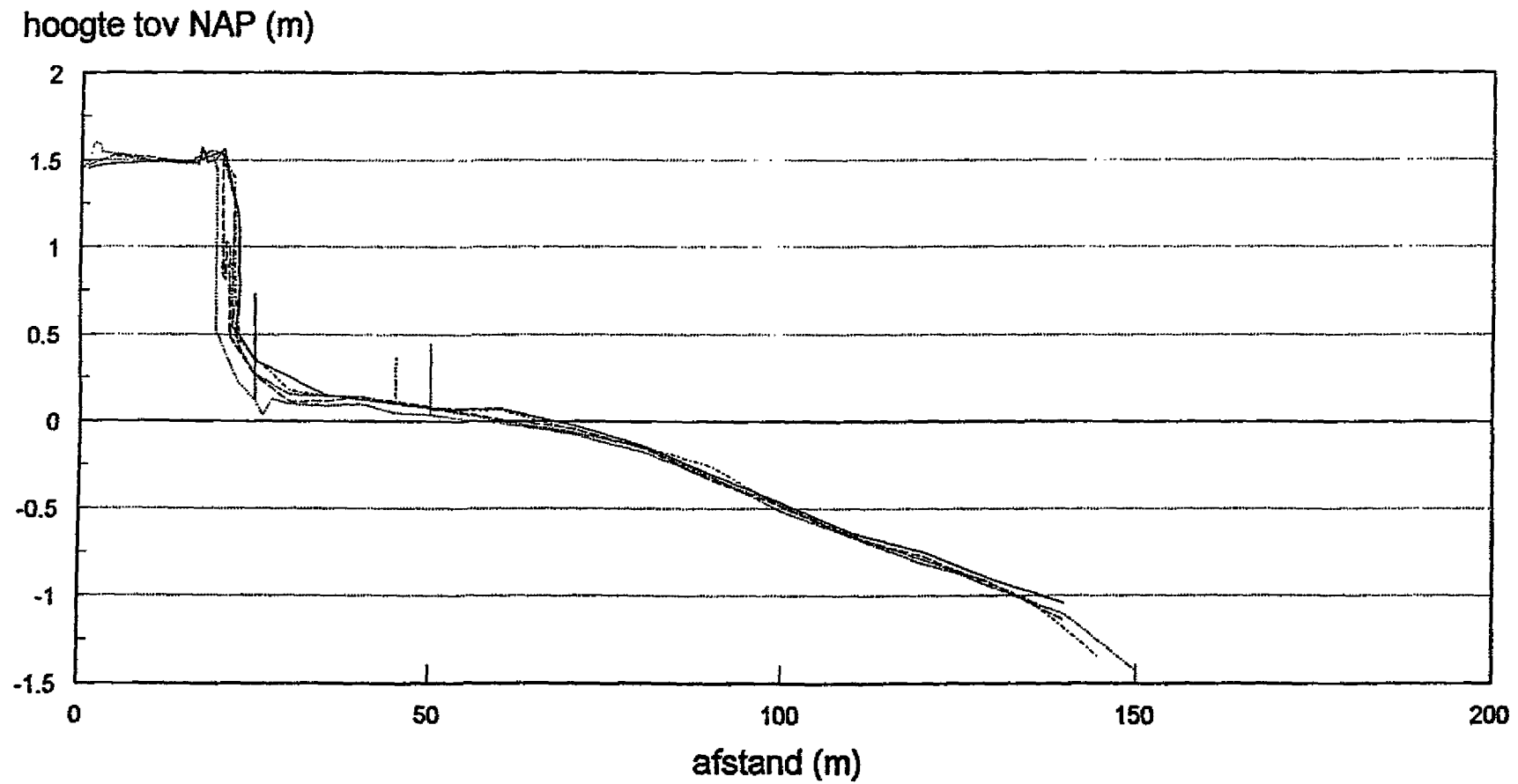


Figuur 3.1

Slik-schorprofiel Anna Jacobapolder: Profiel 1.

Anna Jacobapolder (Oosterschelde)

profiel 1



11-03-92 15-09-92 09-02-93 08-09-93 16-03-94

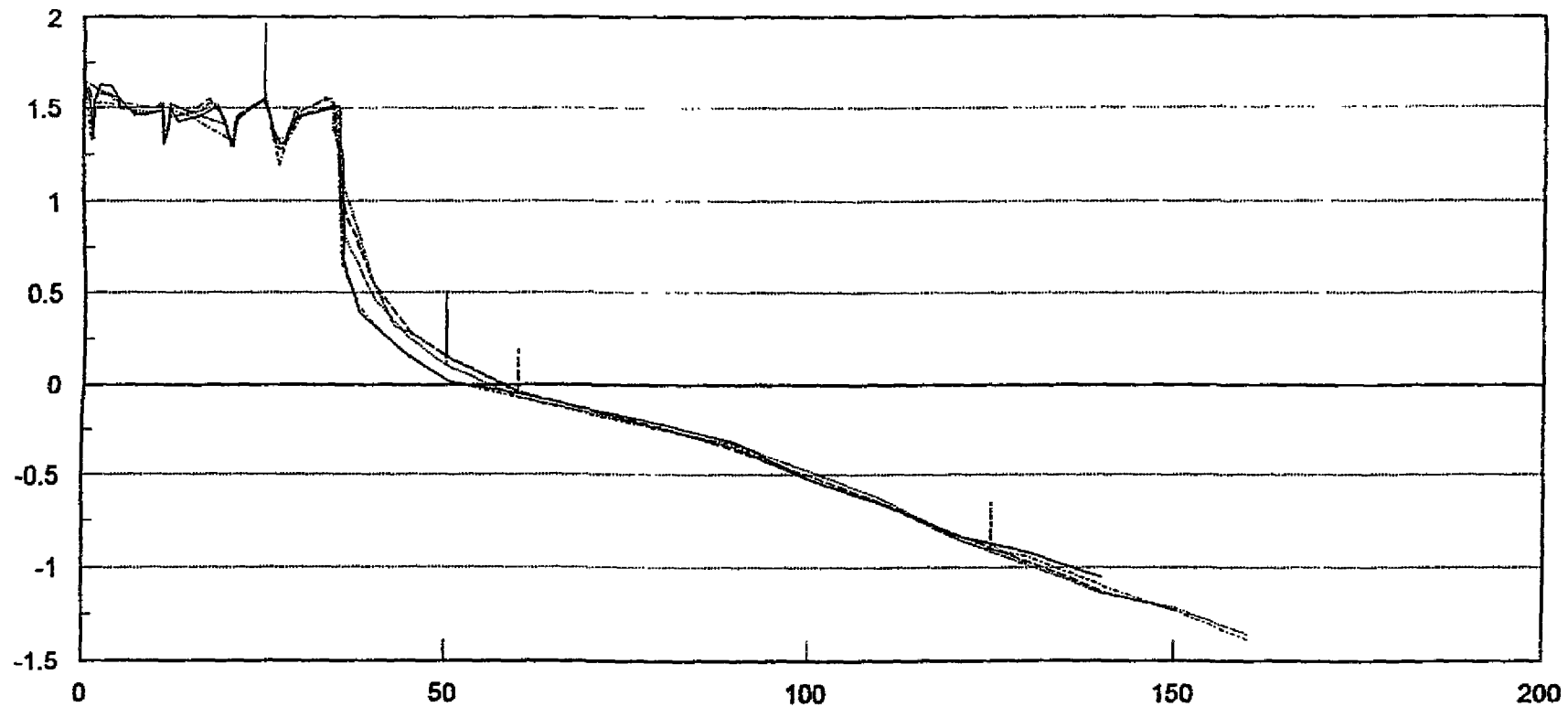
Figuur 3.2

Slik-schorprofiel Anna Jacobapolder: Profiel 2.

Anna Jacobapolder (Oosterschelde)

profiel 2

hoogte tov NAP (m)



afstand (m)

11-03-92 15-09-92 09-02-93 08-09-93 16-03-94

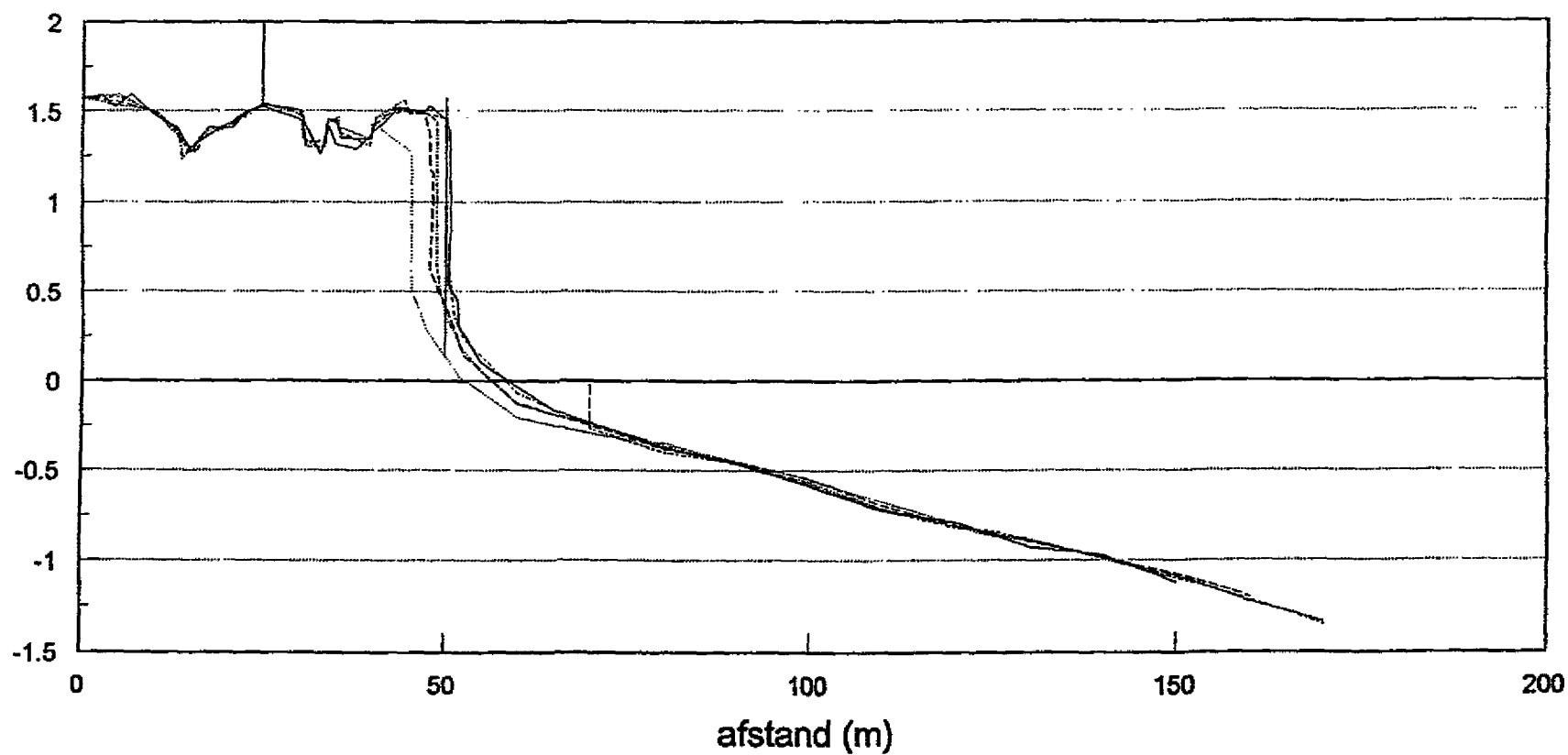
Figuur 3.3

Slik-schorprofiel Anna Jacobapolder: Profiel 3.

Anna Jacobapolder (Oosterschelde)

profiel 3

hoogte tov NAP (m)



11-03-92 15-09-92 09-02-93 08-09-93 16-03-94

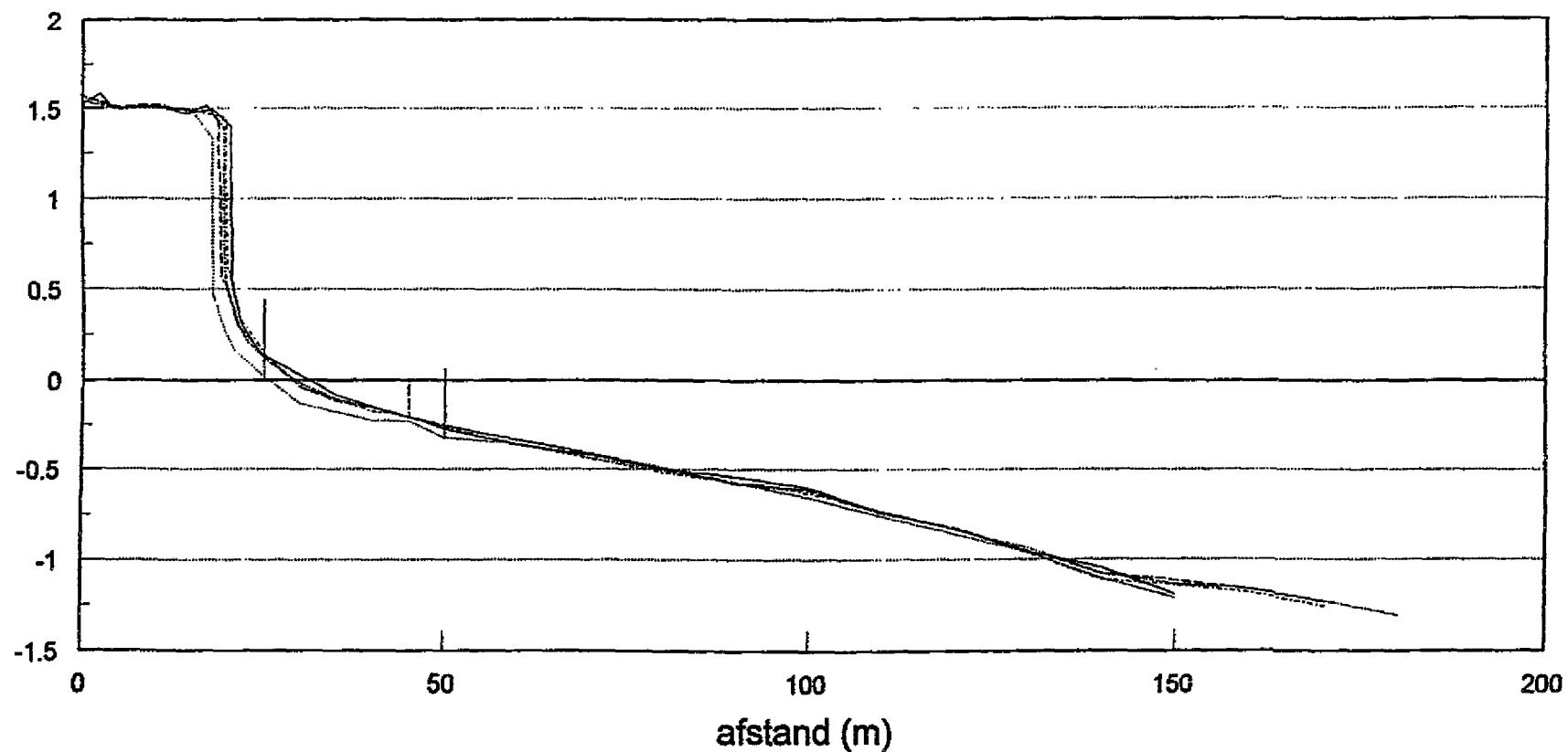
Figuur 3.4

Slik-schorprofiel Anna Jacobapolder: Profiel 4.

Anna Jacobapolder (Oosterschelde)

profiel 4

hoogte tov NAP (m)

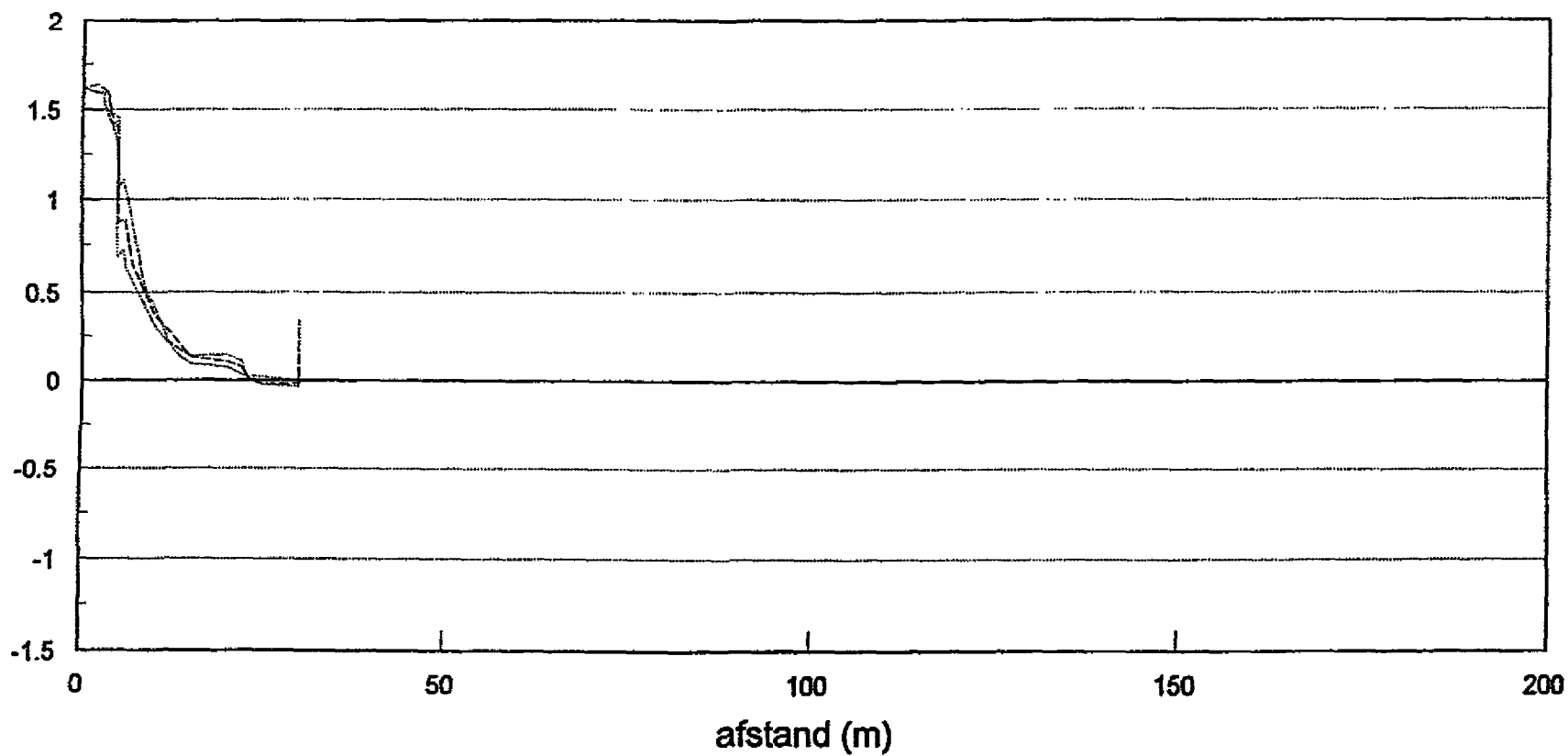


11-03-92 15-09-92 09-02-93 08-09-93 16-03-94

Anna Jacobapolder (Oosterschelde)

profiel 5

hoogte tov NAP (m)



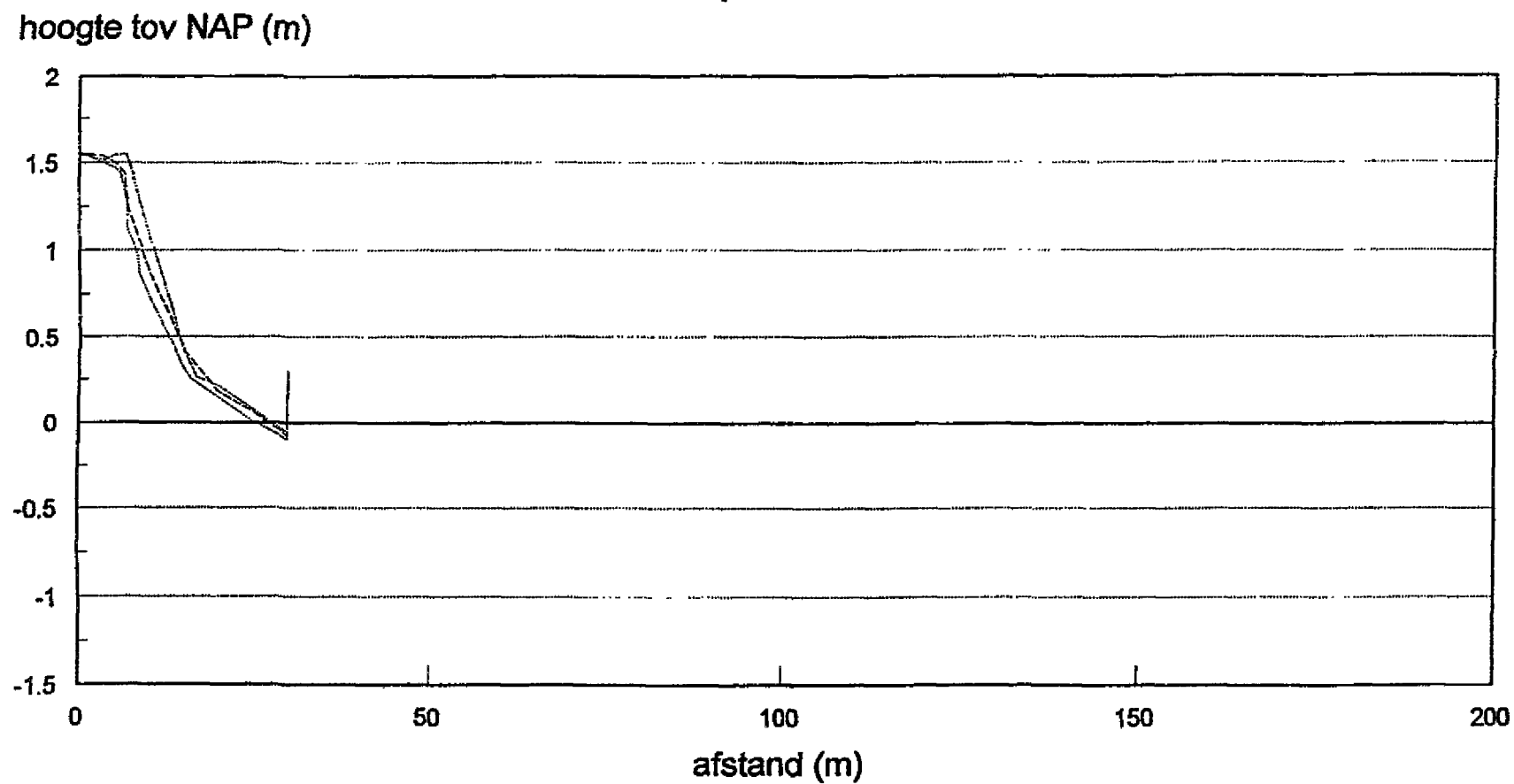
11-03-92 15-09-92 09-02-93 08-09-93 16-03-94

Figuur 3.6

Slik-schorprofiel Anna Jacobapolder: Profiel 6.

Anna Jacobapolder (Oosterschelde)

profiel 6



11-03-92

15-09-92

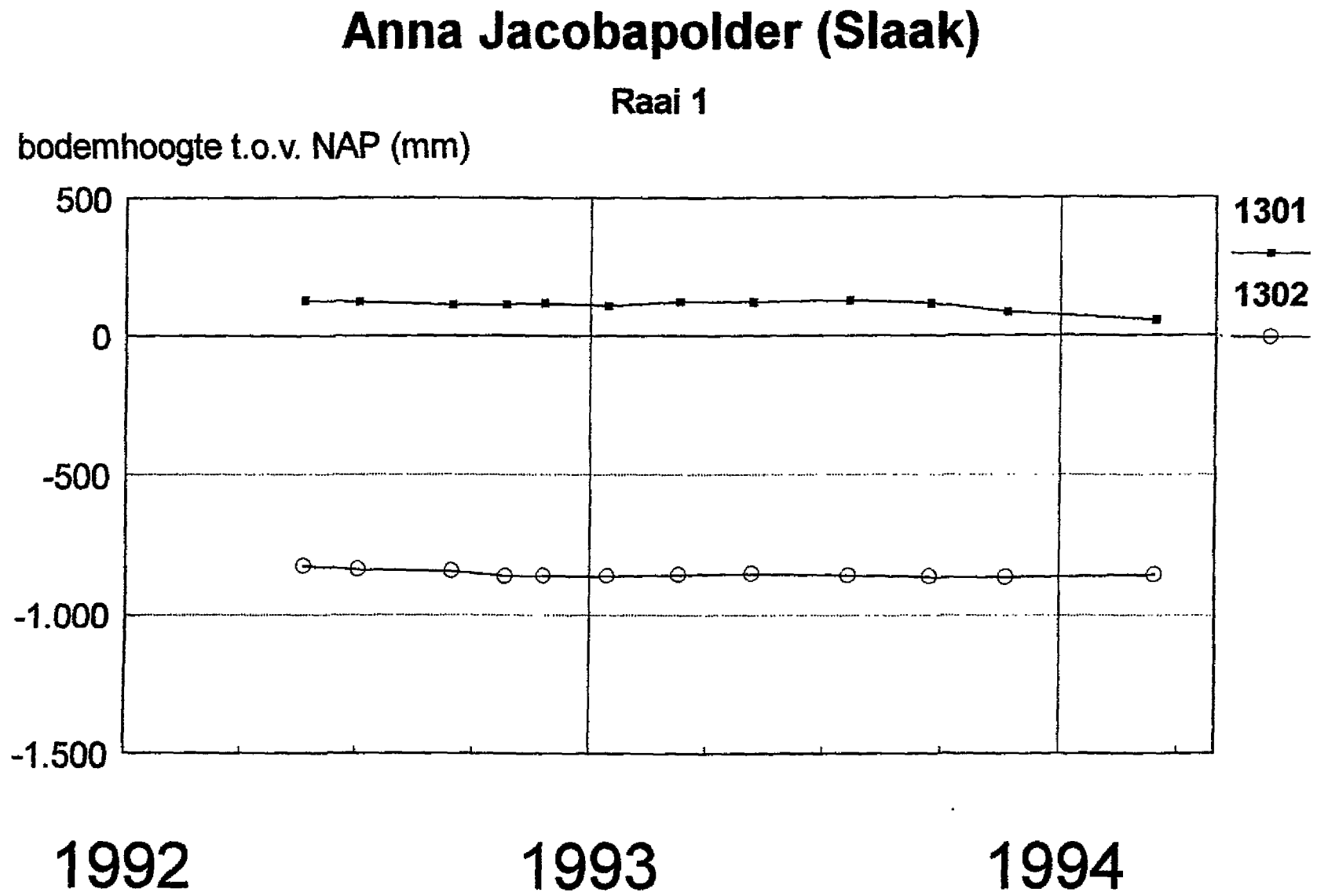
09-02-93

08-09-93

16-03-94

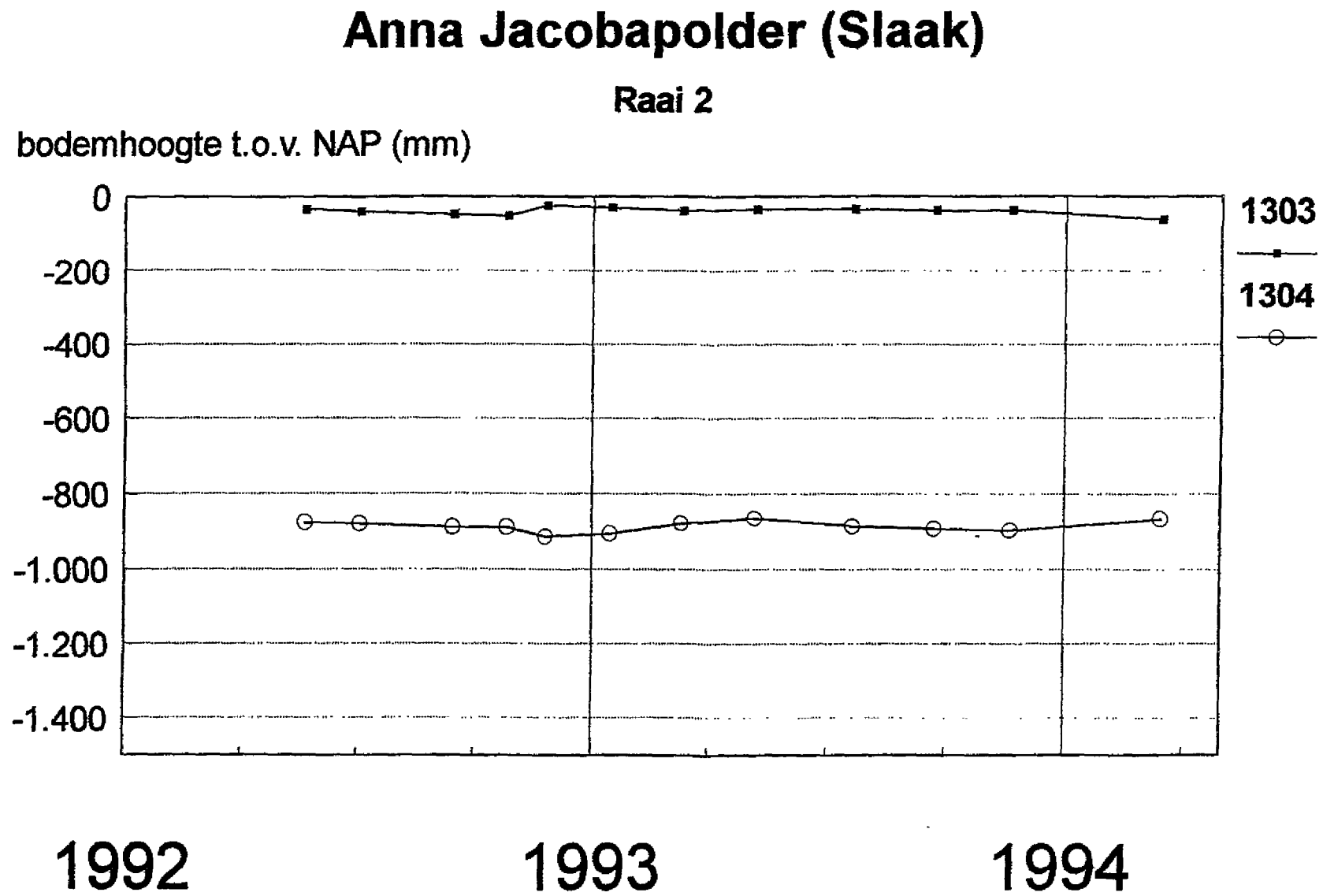
Figuur 3.7

Erosie-sedimentatie plots Anna Jacobapolder: Raai 1.



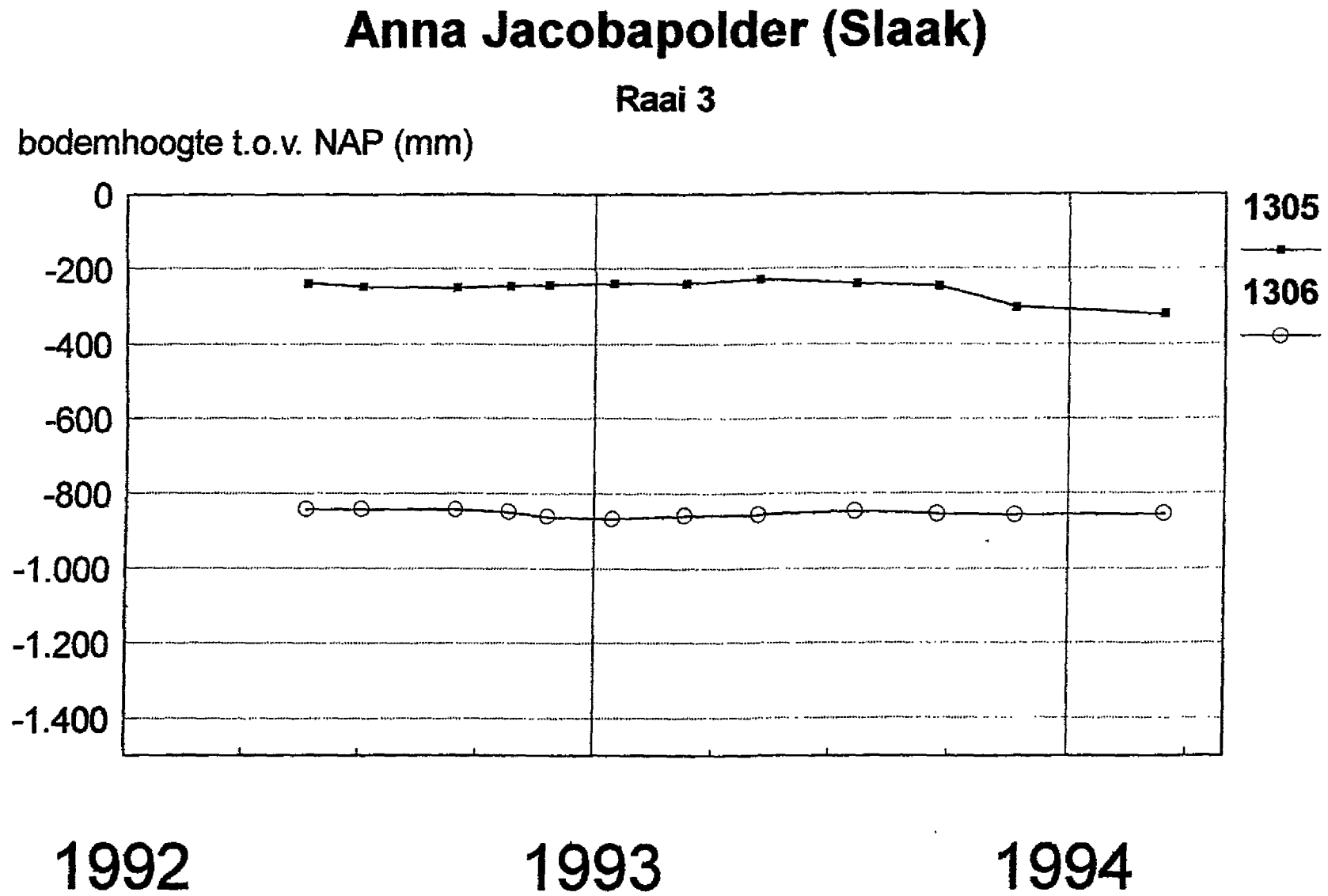
Figuur 3.8

Erosie-sedimentatie plots Anna Jacobapolder: Raai 2.



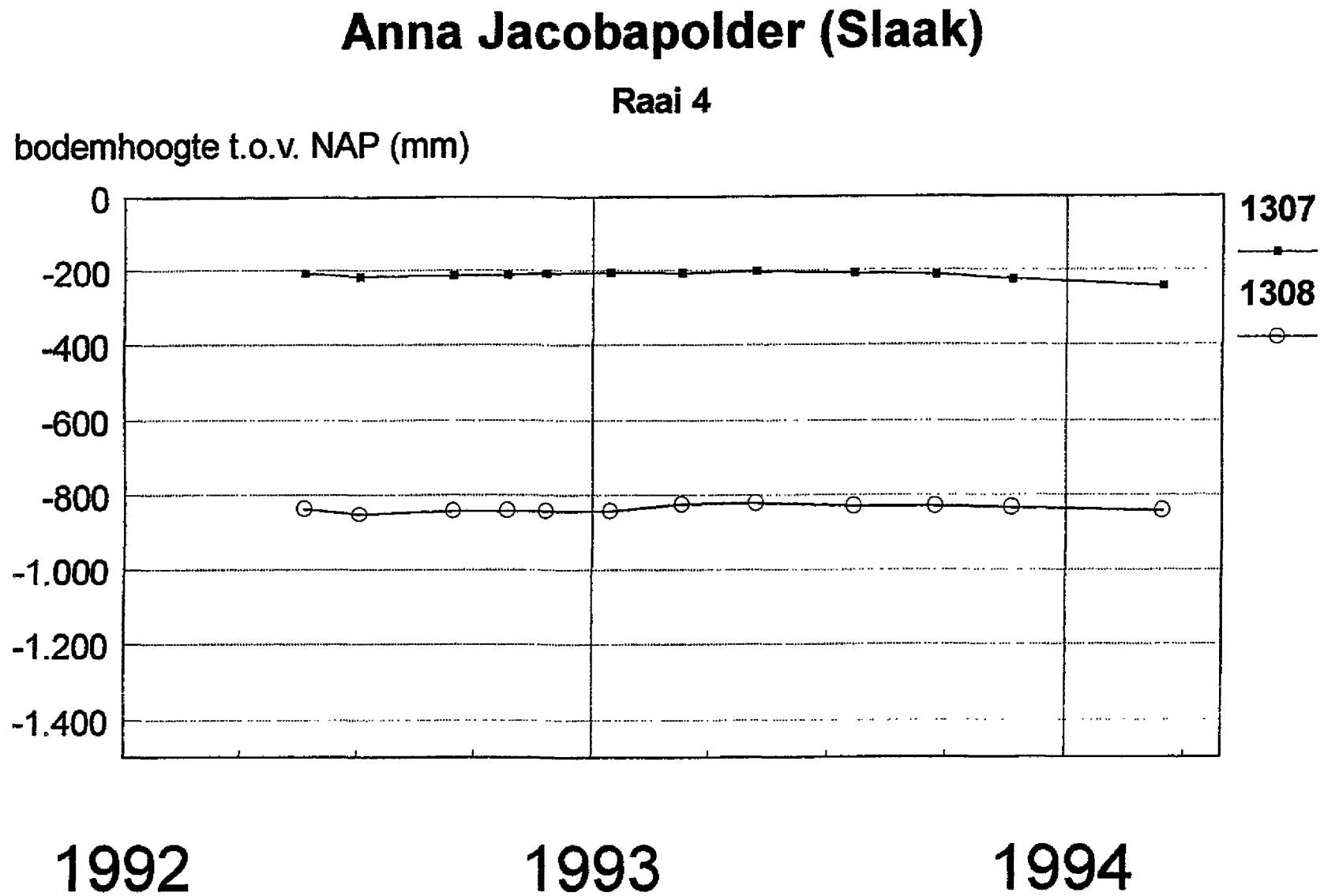
Figuur 3.9

Erosie-sedimentatie plots Anna Jacobapolder. Raai 3.



Figuur 3.10

Erosie-sedimentatie plots Anna Jacobapolder: Raai 4.

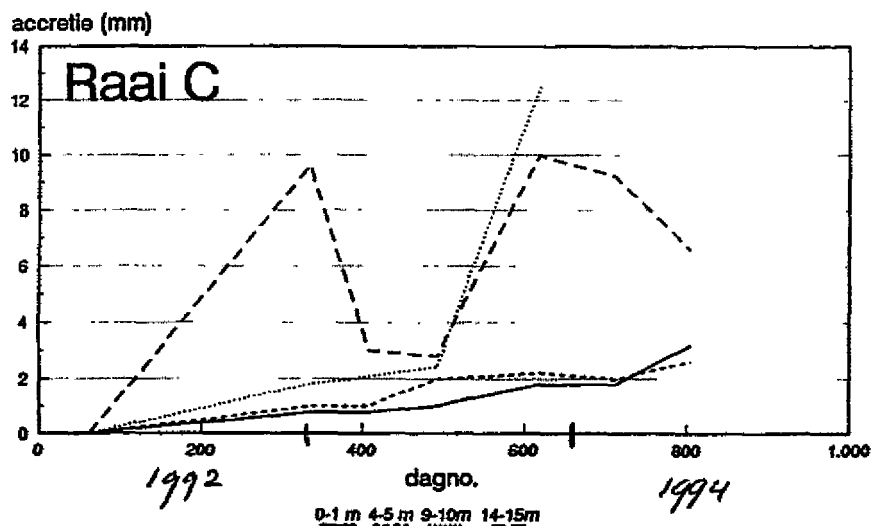
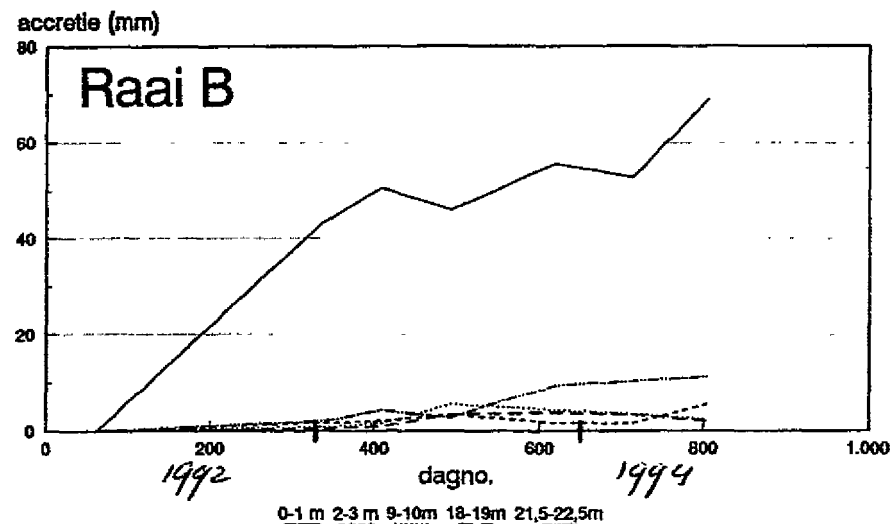
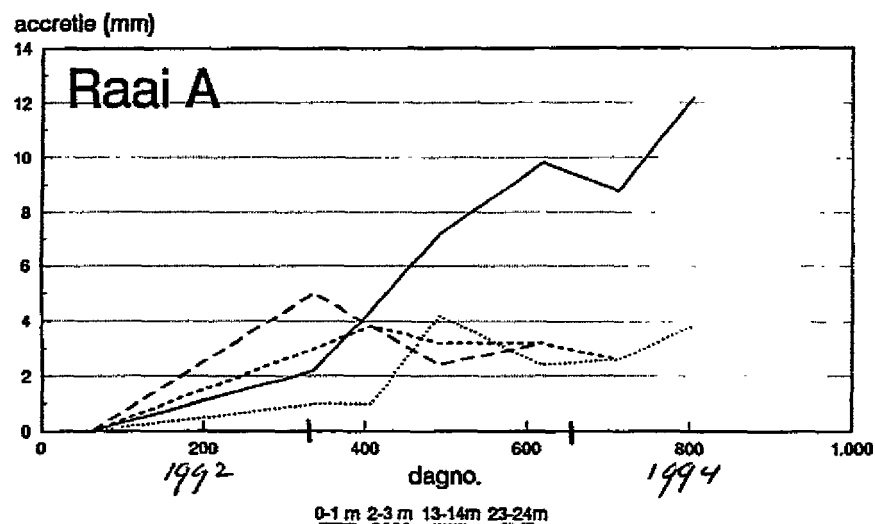


Figuur 3.11

Schoraccretie Anna Jacobapolder: Raai A, Raai B en Raai C.

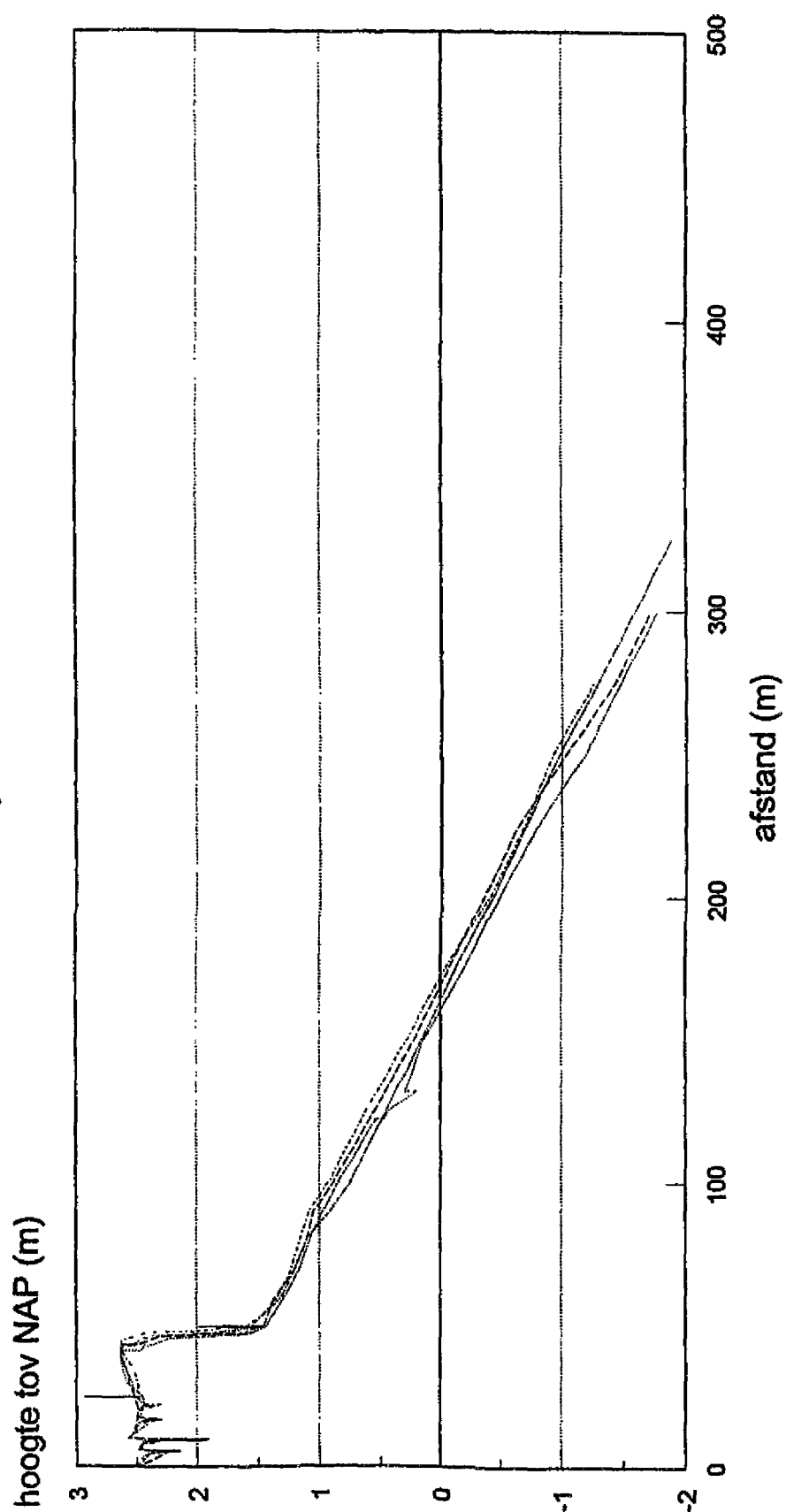
SCHORACCRETIE Anna Jacobapolder Slaak

dagno. vanaf 1 januari 1992



Zuidgors (westerschelde)

profiel 2



25-02-92 01-10-92 23-02-93 17-09-93 29-03-94

Figuur 4.1

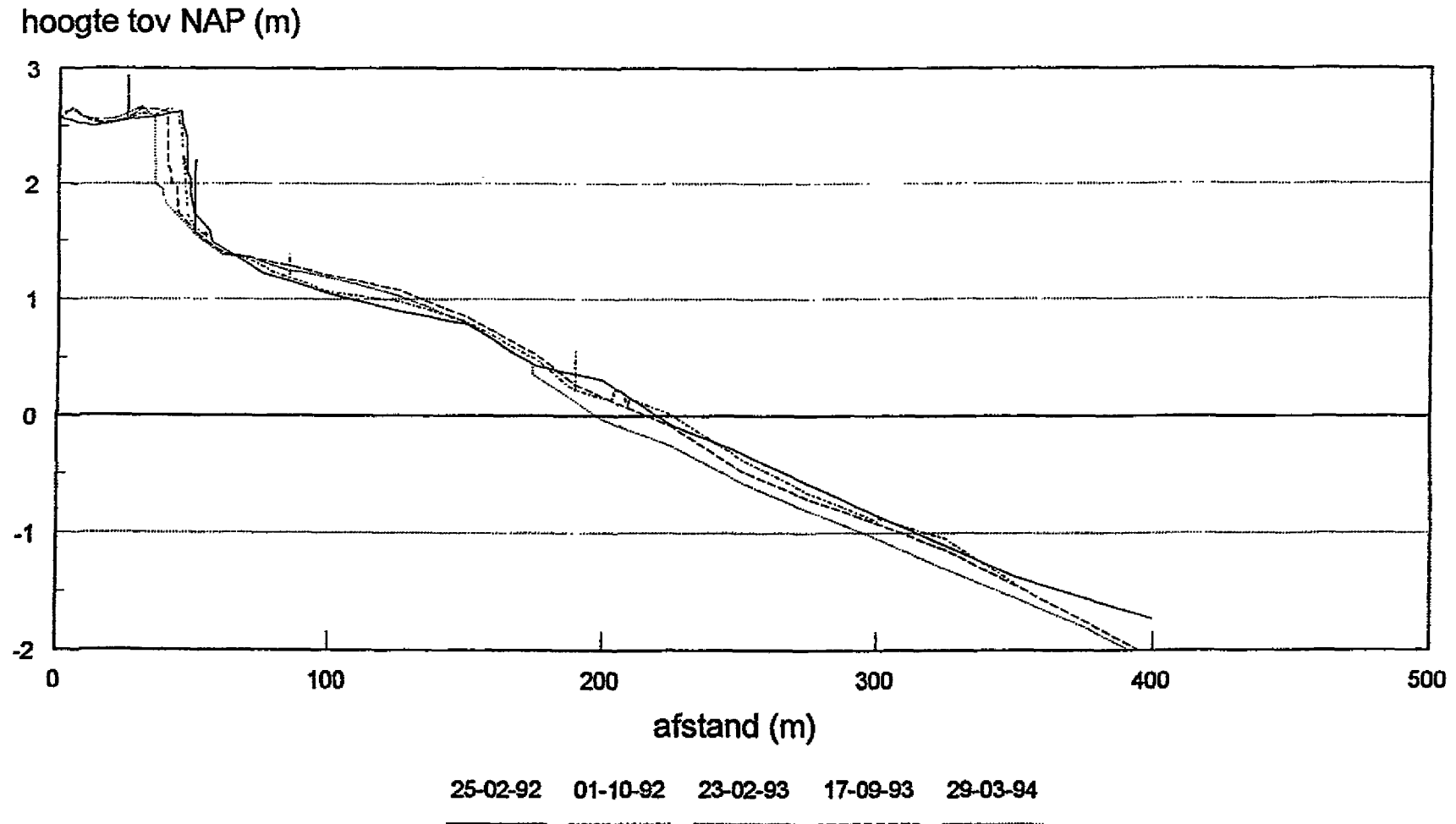
Slik-schorprofiel Zuidgors: Profiel 2.

Figuur 4.2

Slik-schorsprofiel Zuidgors: Profiel 3.

Zuidgors (westerschelde)

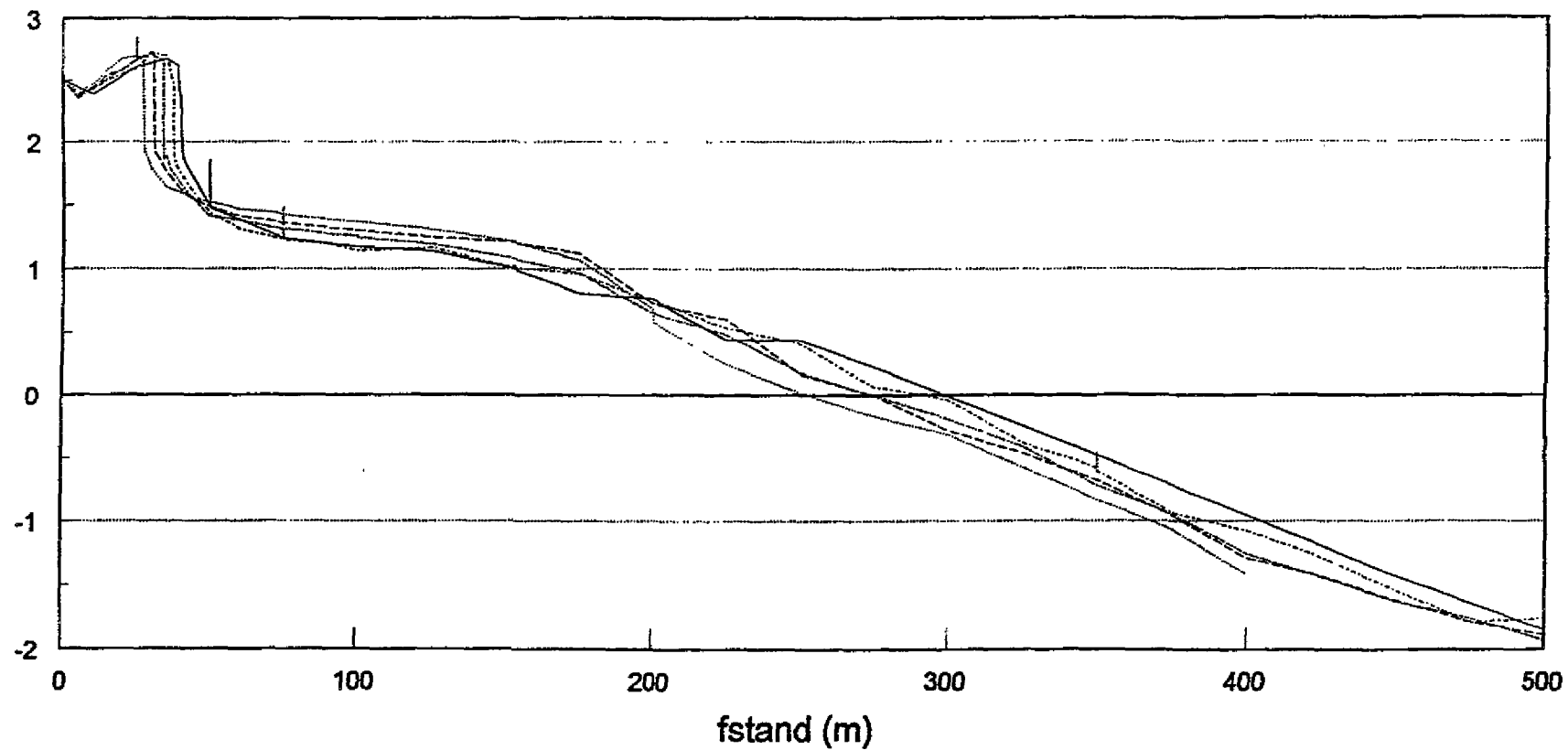
profiel 3



Zuidgors (westerschelde)

profiel 4

hoogte tov NAP (m)

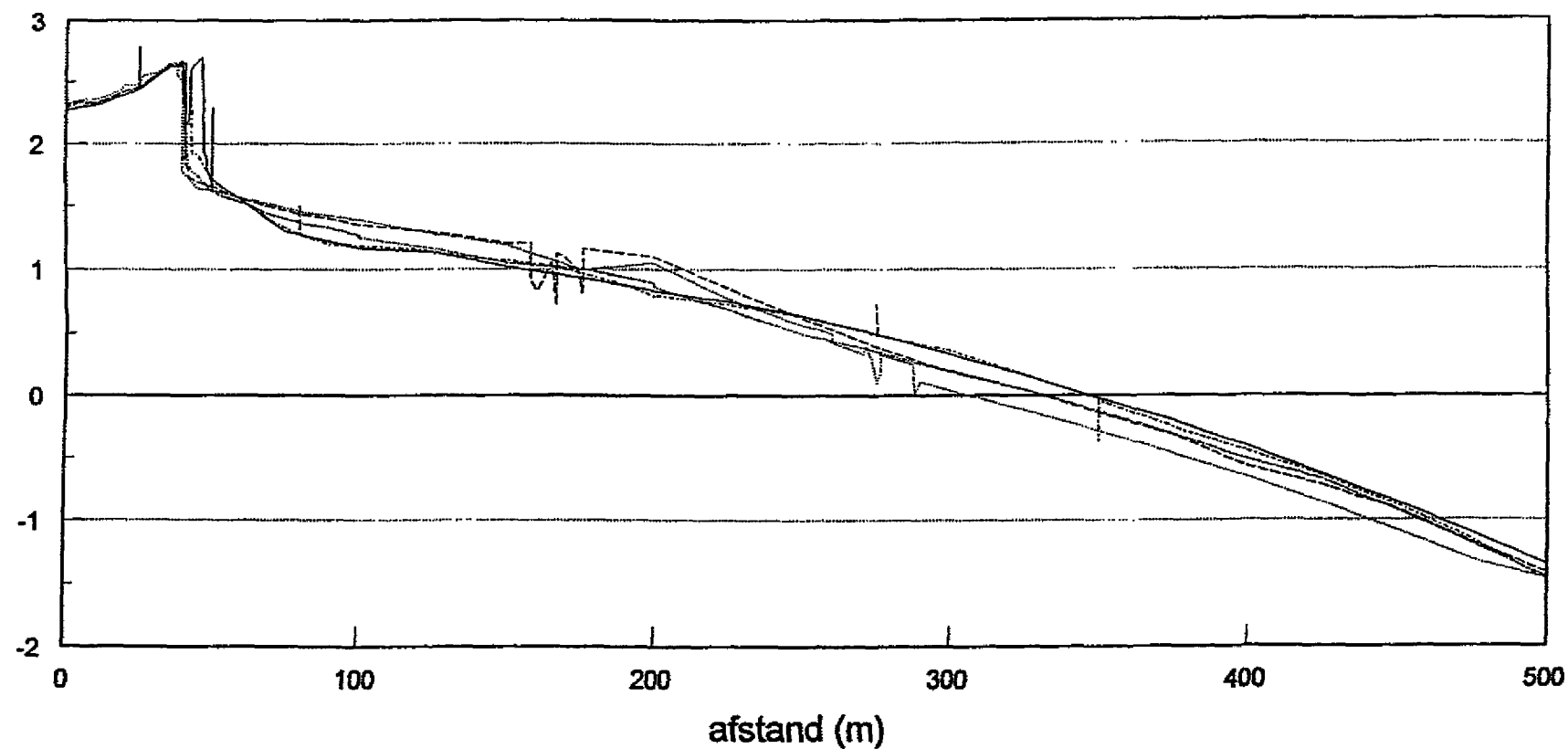


25-02-92 01-10-92 23-02-93 17-09-93 29-03-94

Zuidgors (westerschelde)

profiel 5

hoogte tov NAP (m)



25-02-92 01-10-92 23-02-93 17-09-93 29-03-94

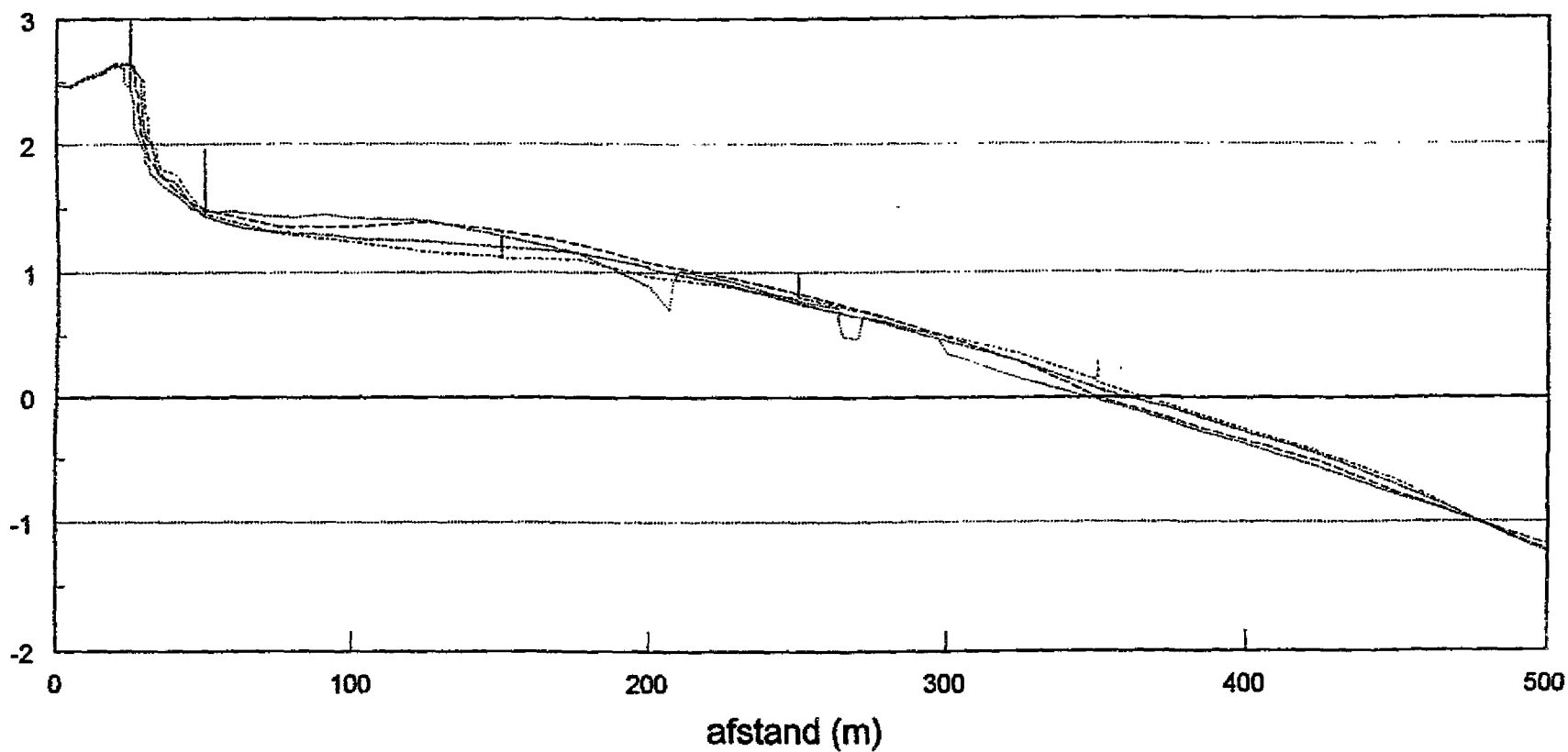
Figuur 4.5

Slik-schorprofiel Zuidgors: Profiel 6.

Zuidgors (westerschelde)

profiel 6

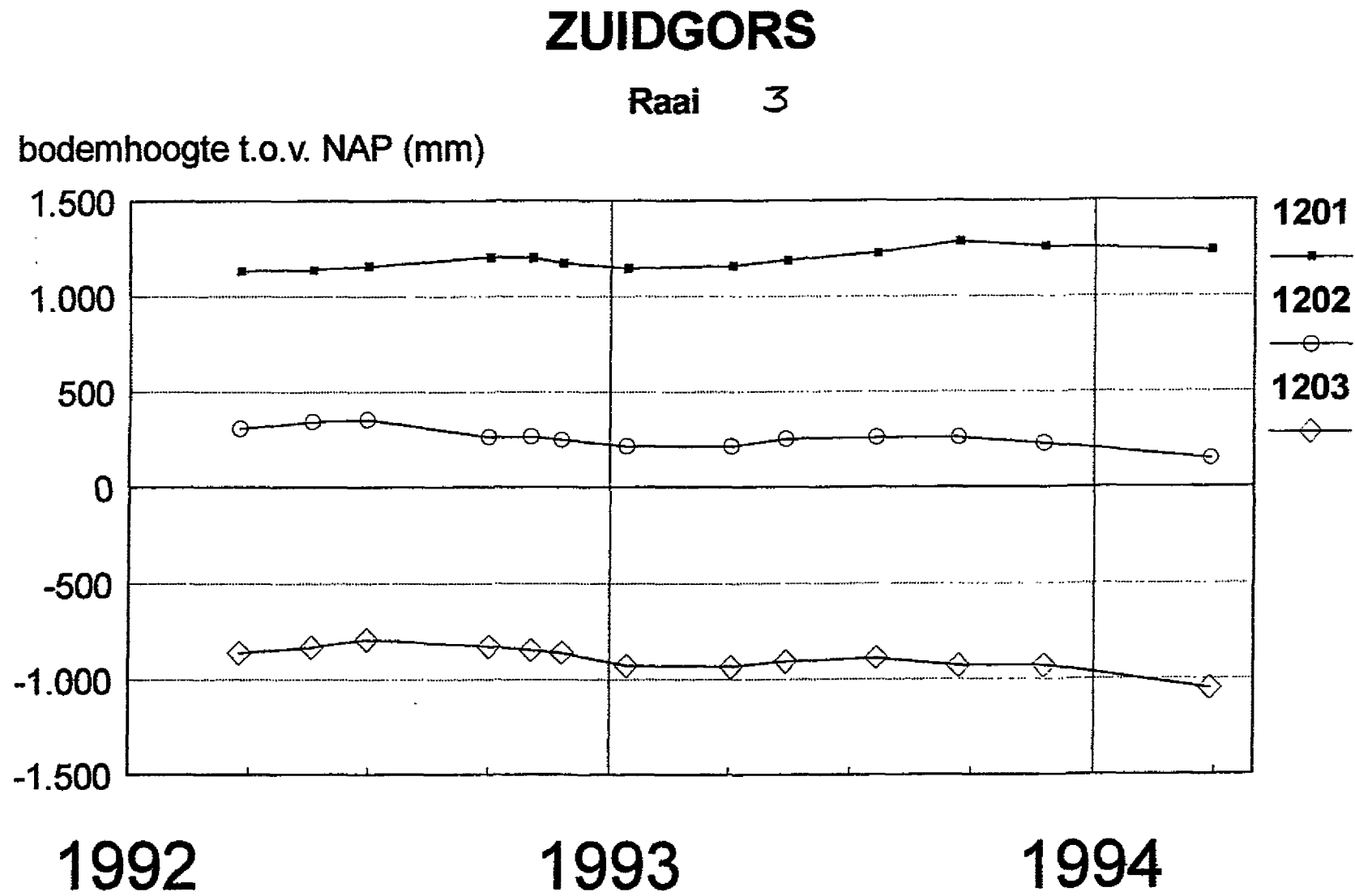
hoogte tov NAP (m)



25-02-92 01-10-92 23-02-93 17-09-93 29-03-94

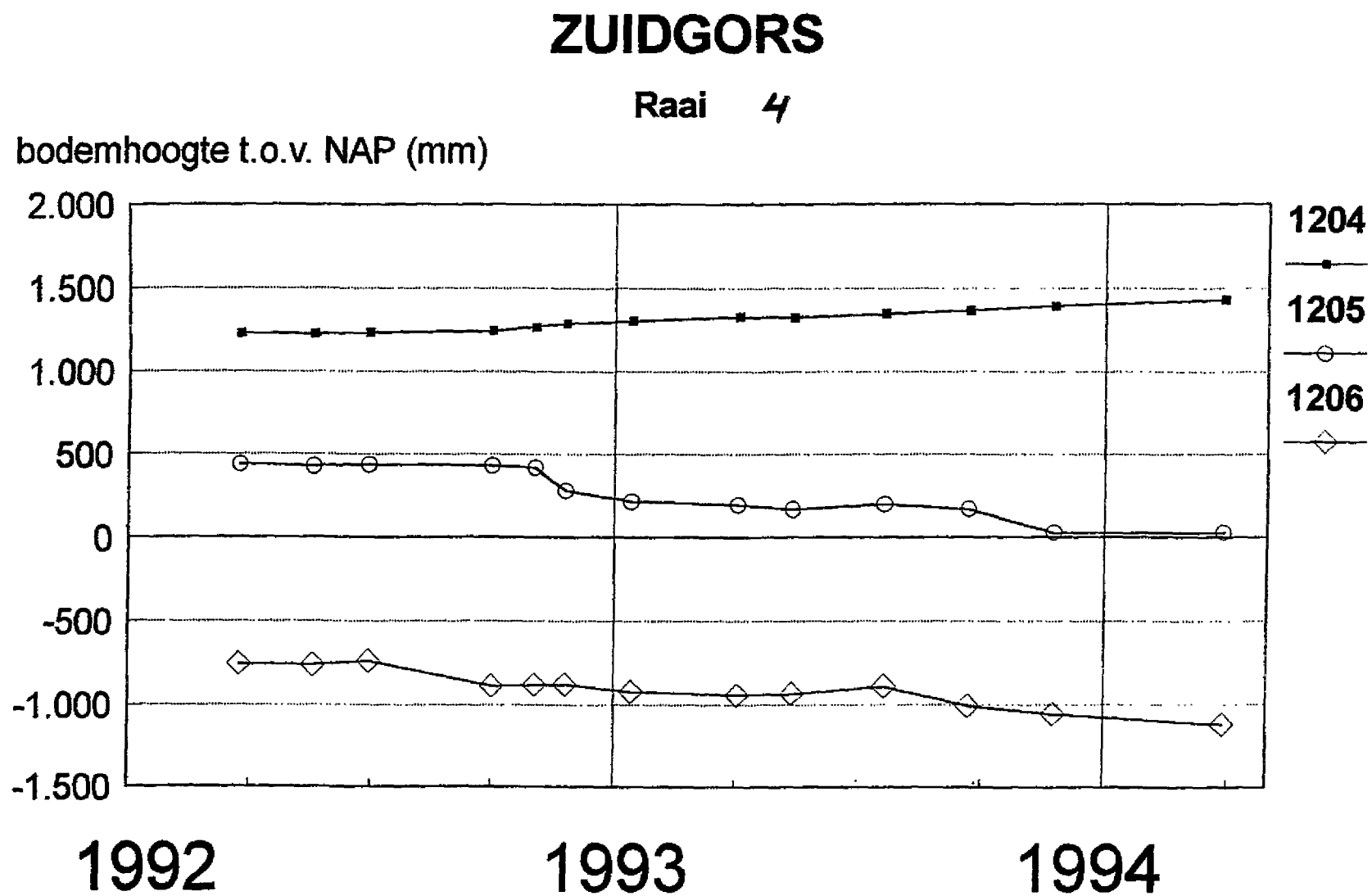
Figuur 4.6

Erosie-sedimentatie plots Zuidgors, Raai 3.



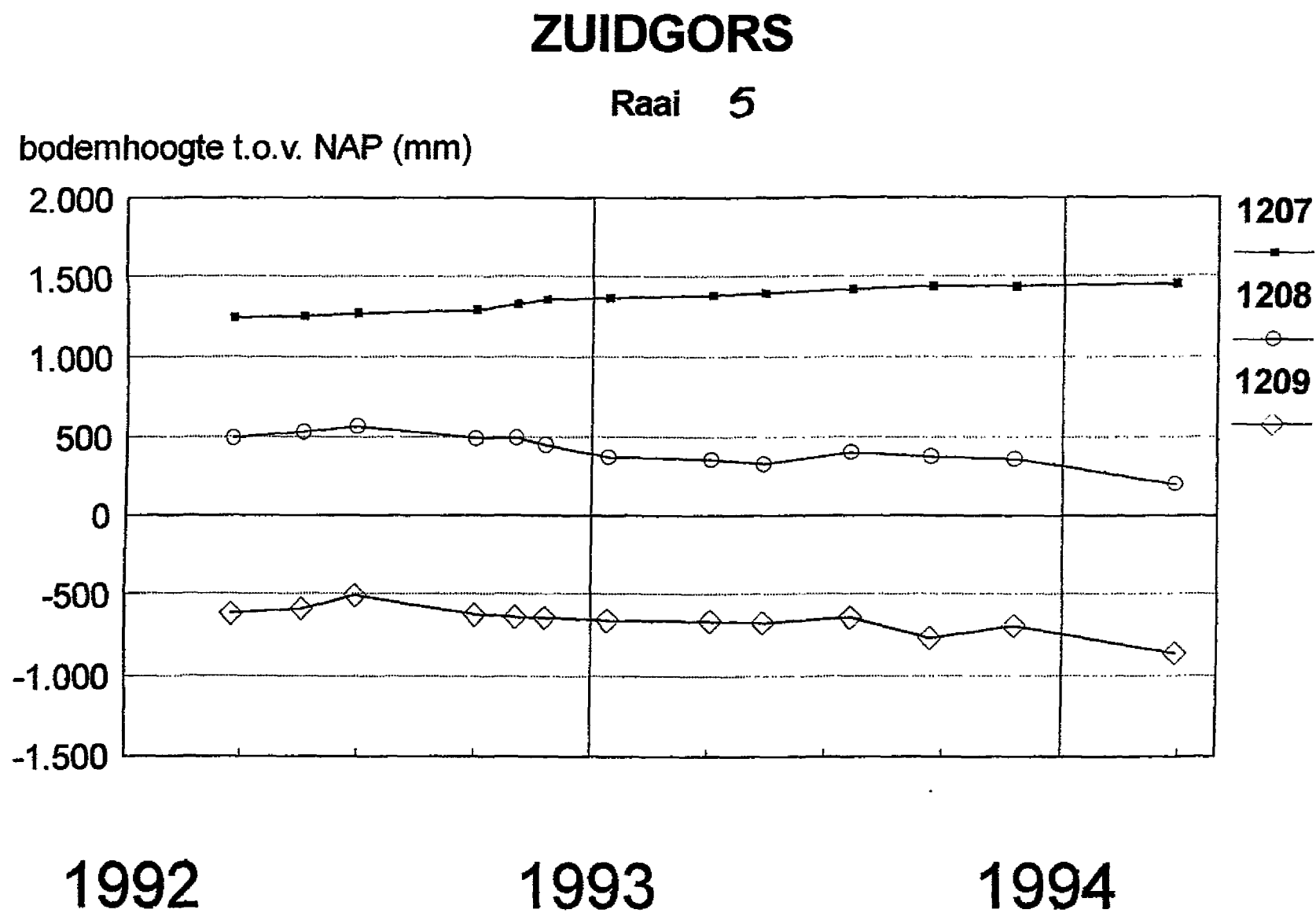
Figuur 4.7

Erosie-sedimentatie plots Zuidgors: Raai 4.



Figuur 4.8

Erosie-sedimentatie plots Zuidgors: Raai 5.

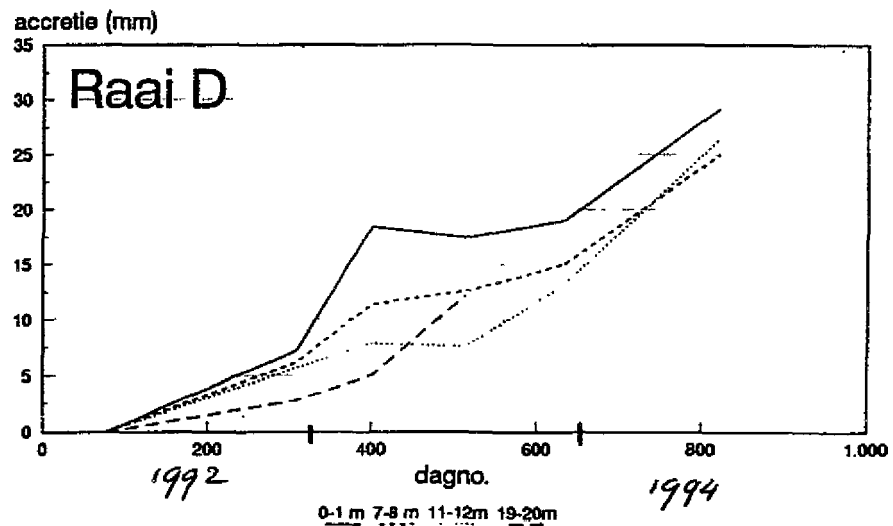
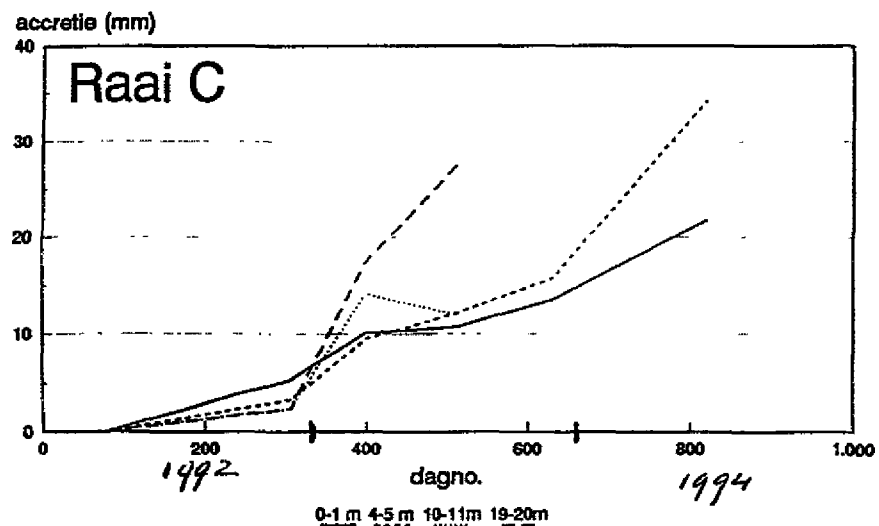
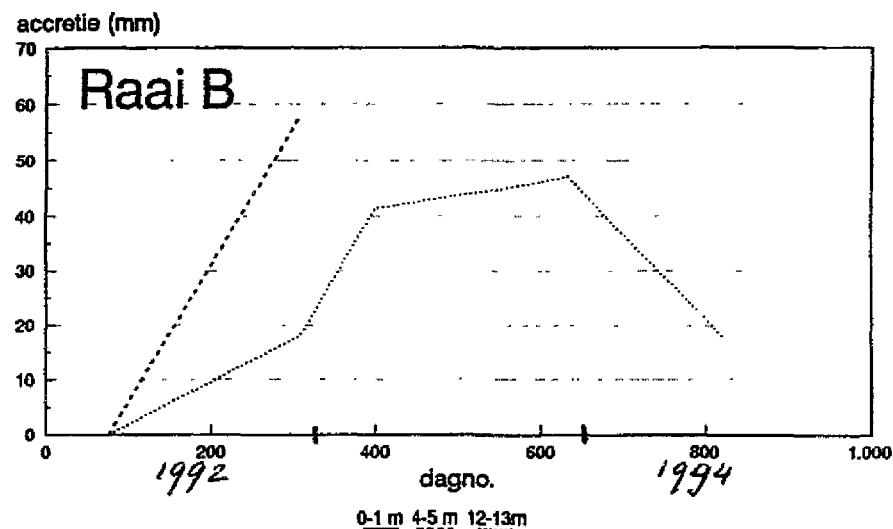
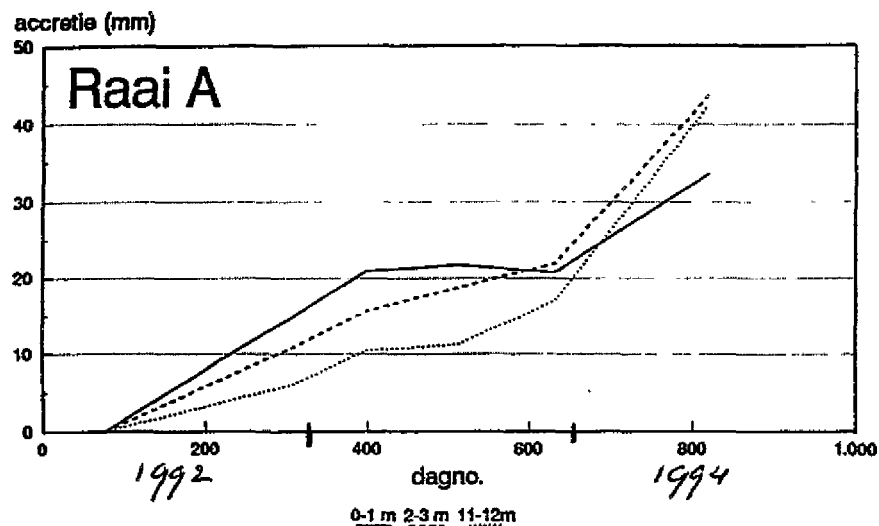


Figuur 4.9

Schoraccretie Zuidgors: Raai A, Raai B, Raai C en Raai D.

SCHORACCRETIE Zuidgors

dagno. vanaf 1 januari 1992



A topographic map of a coastal area. The map shows a long, narrow landmass or dike running diagonally from the top left towards the bottom right. The word 'dijk' is written vertically along the left side of this feature. To the right of the dike, the word 'schorrand' is written vertically. The map includes contour lines and elevation markers. On the right side, there are two elevation markers: '47000' and '48000'. At the top right corner, there is a label '-2mNAP'. The map is oriented with North at the top.

1935	1959	1970	1978	1988
				

17 juni 1994
Saskia Huijs
RIKZ/RUU

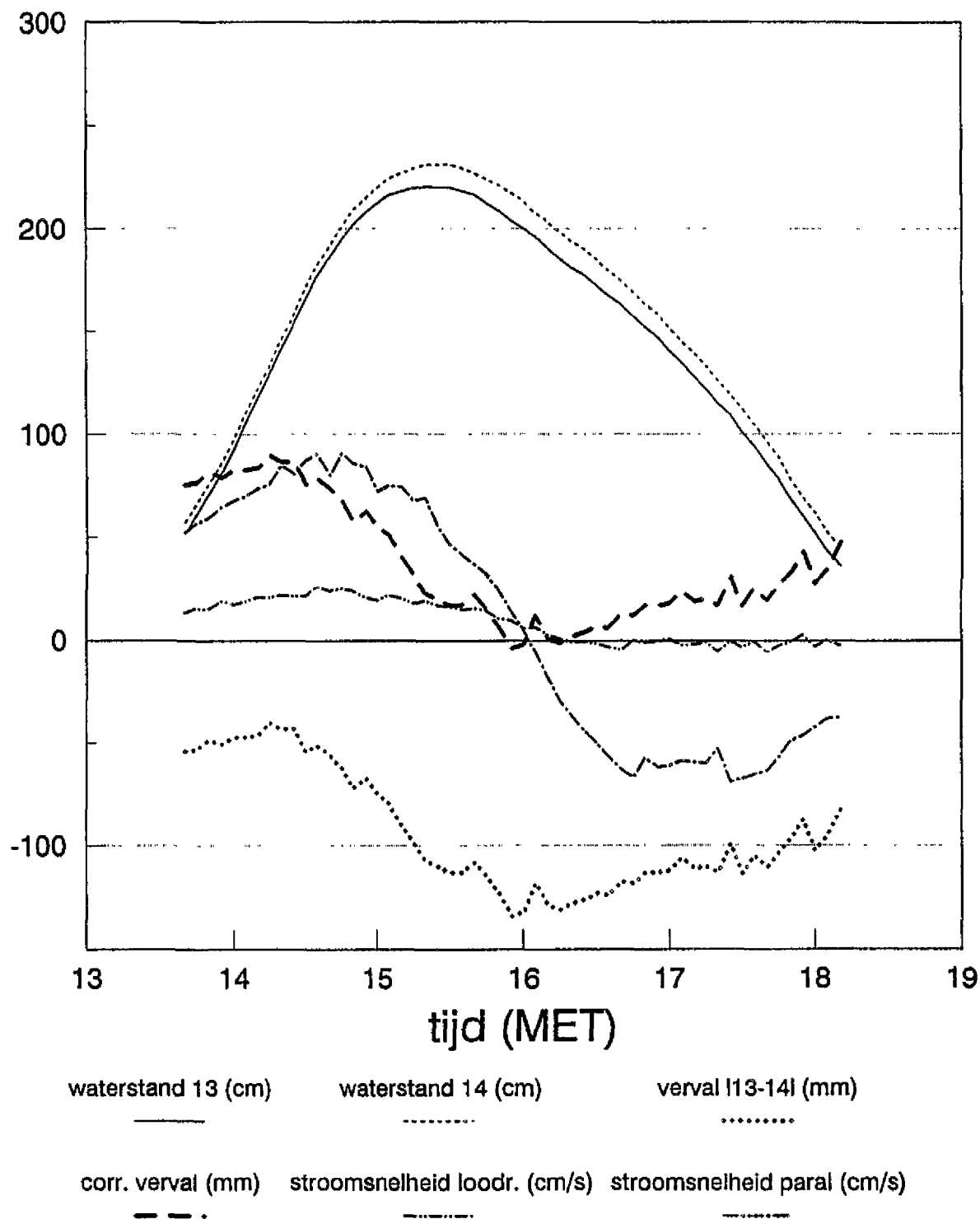
Figuur 4.10 Schorrand- en laagwaterlijn ontwikkeling Zuidgors voor de jaren 1935, 1959, 1970, 1978 en 1988.

Slik Zuidgors (Westerschelde)

Waterstanden, verval en stroomsnelheden

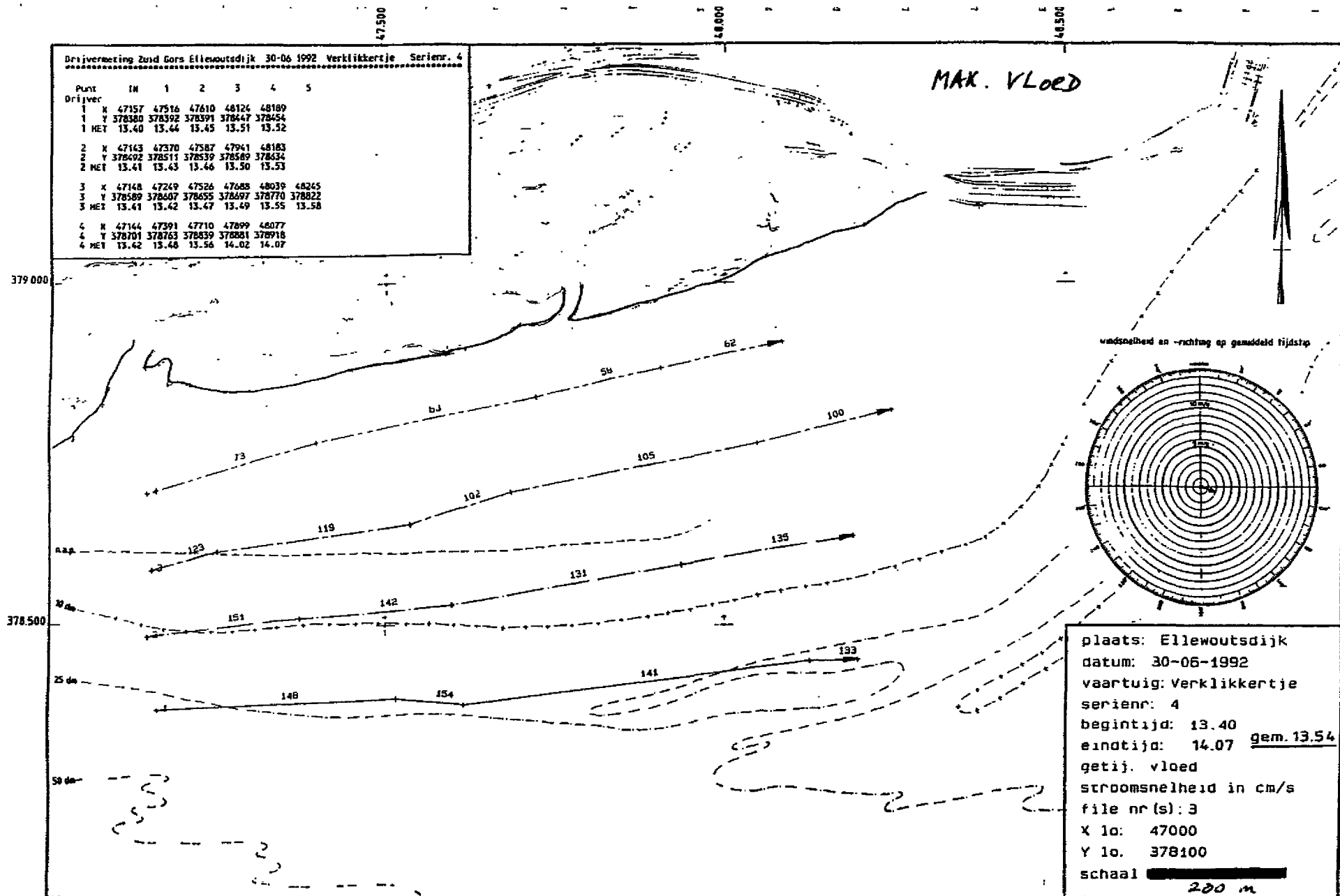
16 juni 1992; tussen gem.tij en springtij

waterstand/ verval/ stroomsnelheid

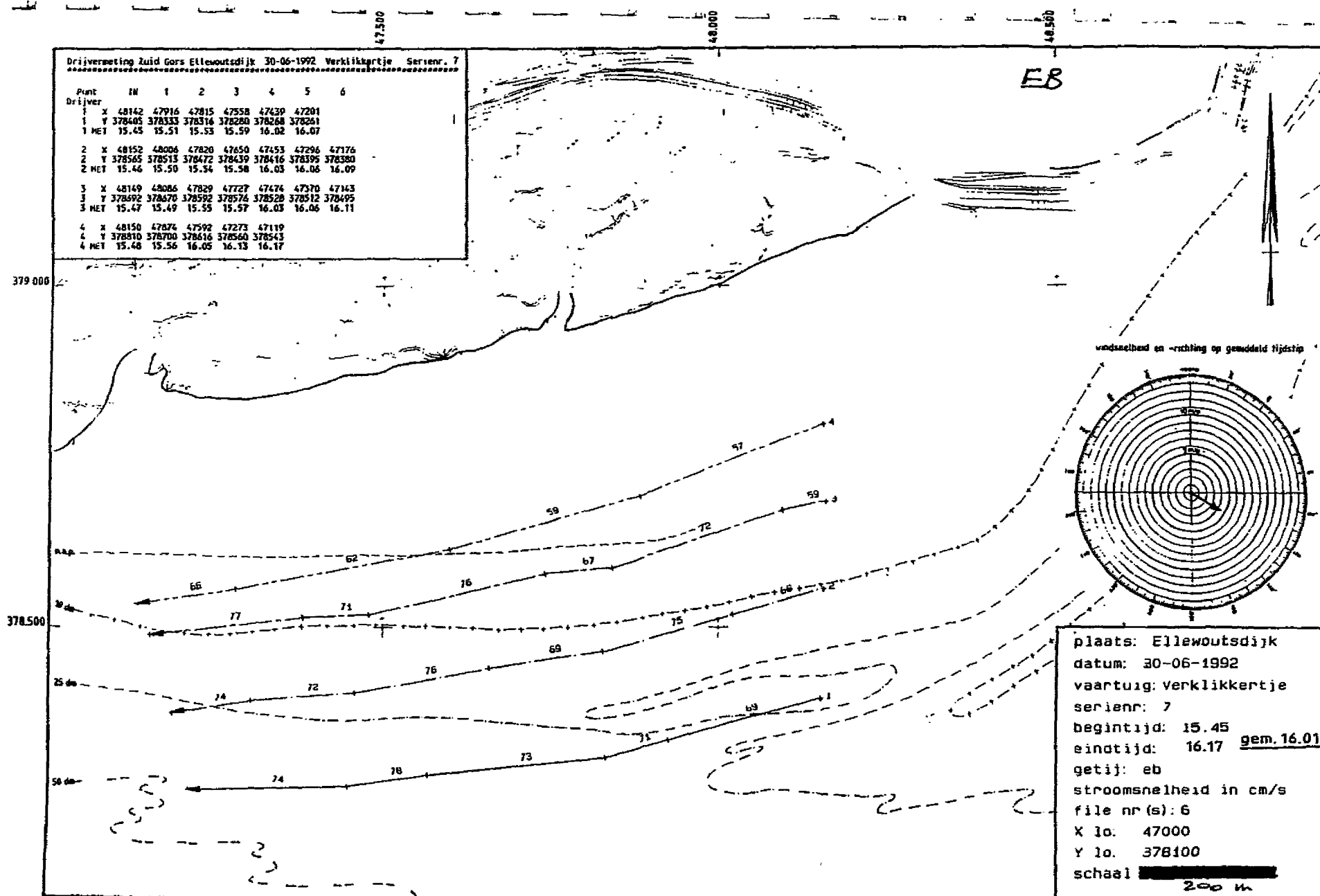


Figuur 4.11 Waterstanden, vervallen (gemeten en gecorrigeerd) voor de meetlocaties 13 en 14, en stroomsnelheid evenwijdig aan de schorrand op meetlocatie 9; 16 juni 1992 op het slik bij het Zuidgors.

Figuur 4.12 Stroomsnelheden aan het oppervlak bij het Zuidgors tijdens maximum vloed; resultaat drijvmeting 30 juni 1992.



Figuur 4.14
Stroomsnelheden aan het oppervlak bij het Zuidgors halverwege de eb; resultaat drij-
vermeting 30 juni 1992.

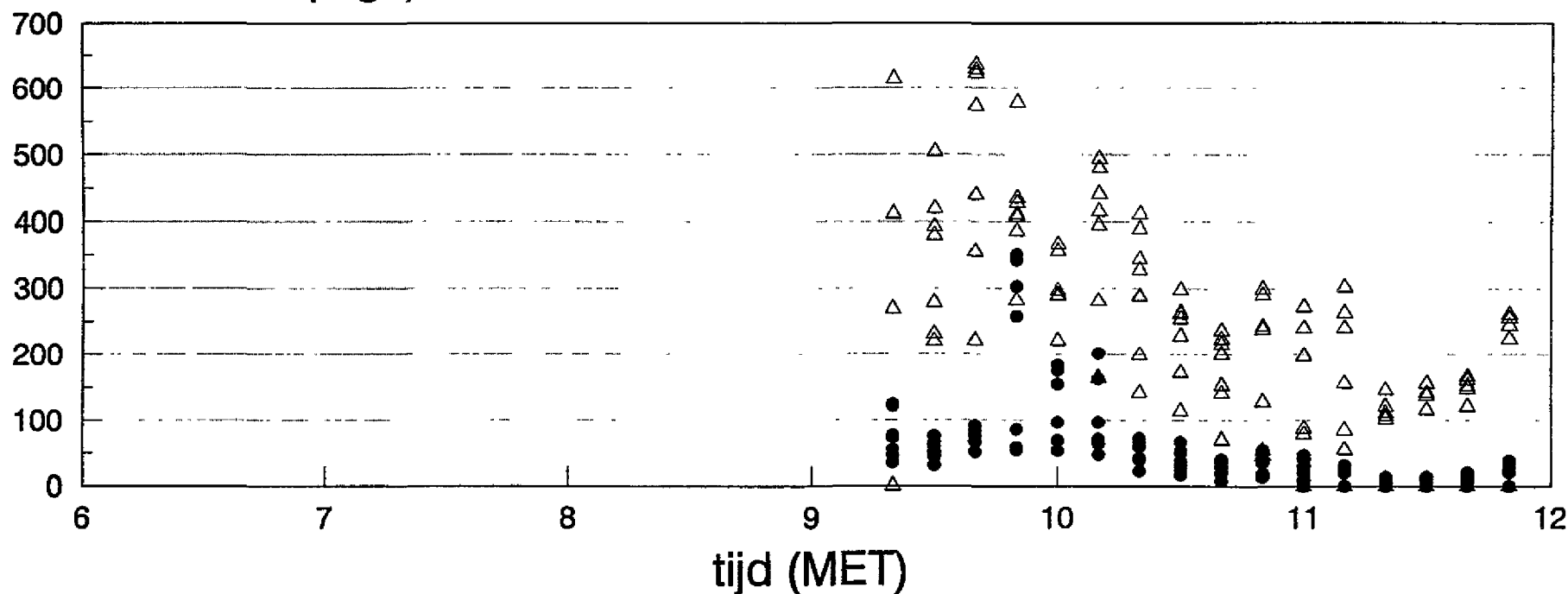


ZUIDGORS (Westerschelde)

zand- en slibconcentraties EB

7 juli 1992

concentraties (mg/l)



zand concentratie slib concentratie

•

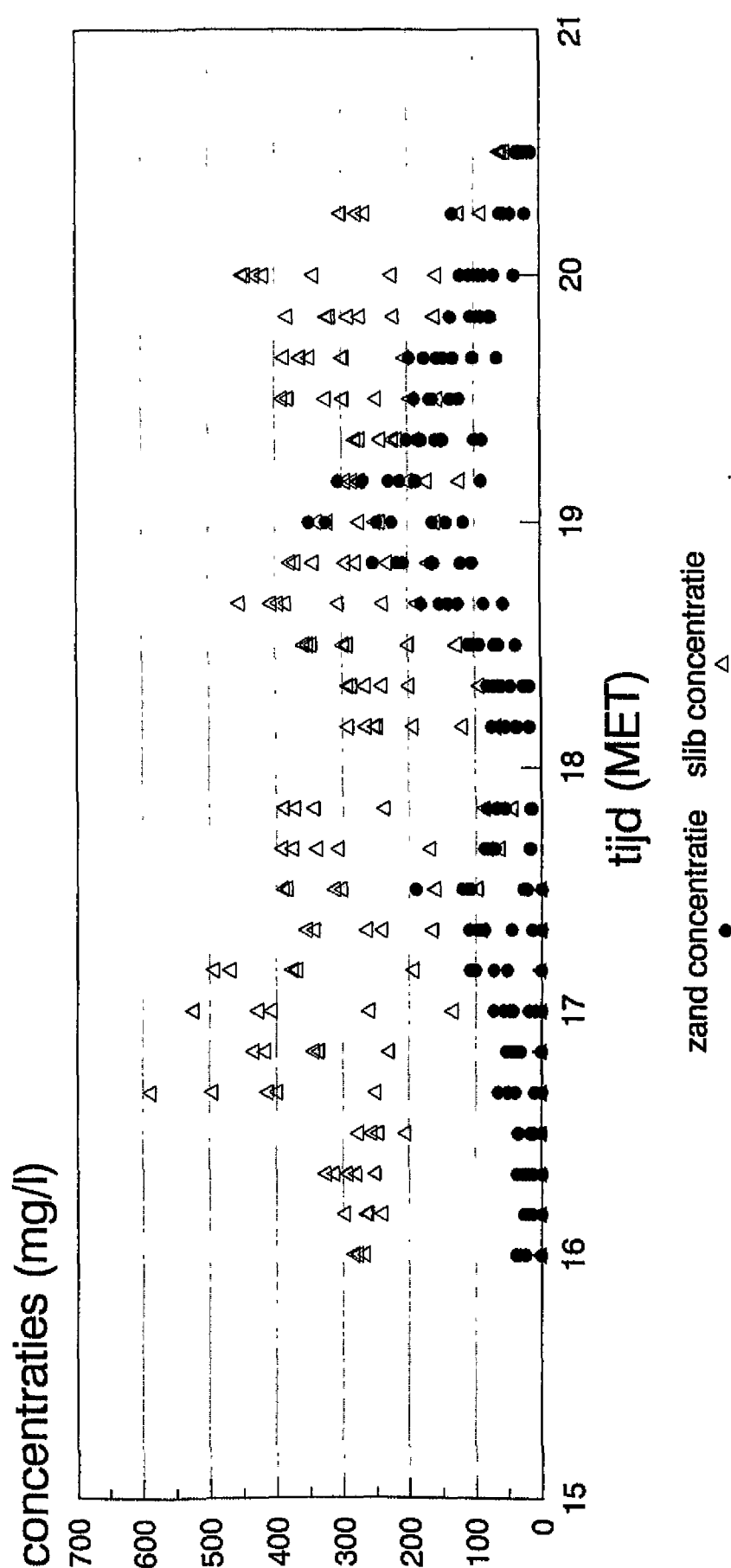
△

meethoogten van 7 tot 105 cm boven de bodem
1st HW 7:30, 1st LW 13:50, 2nd HW 20:00 (Tern.)

ZUIDGORS (Westerscheide)

zand en slib concentraties VLOED

7 juli 1992



meethoogten van 7 tot 105 cm boven de bodem
1st HW 7:30, 1st LW 12:50, 2nd HW 20:00 (Tern.)

Figuur 4.16

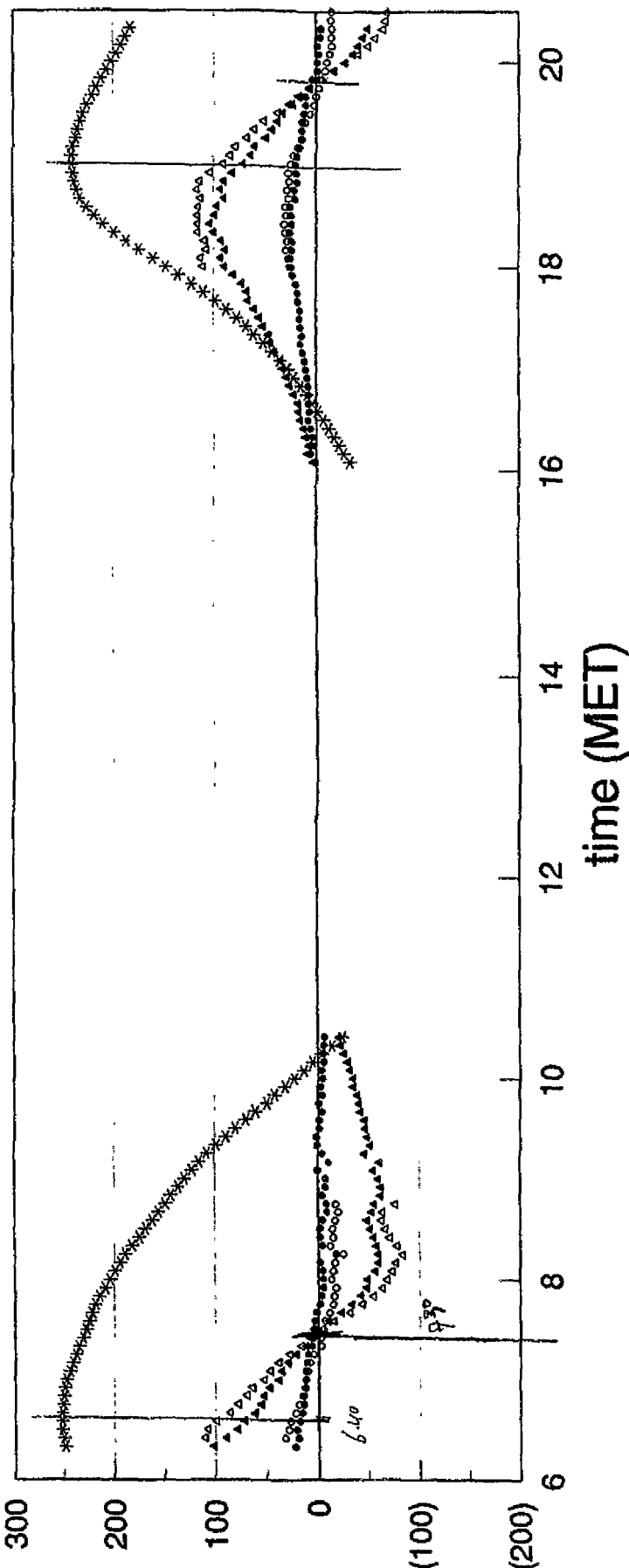
Zand- en slibconcentraties tijdens vloed op het slik bij het Zuidgors ter hoogte van meetpunt 9; 7 juli 1992.

ZUIDGORS (WESTERSCHELDE)

Current velocities and waterlevel

July 6th 1992; location no. 9

current velocity (cm/s) / water level(m NAP)



Figuur 4.17

Stroomsnelheden op 0,5 en 1,5 m boven de bodem, loodrecht en evenwijdig aan de schorrand op het slik bij het Zuidgors ter hoogte van meetpunt 9; 6 juli 1992.