

bezoekadres
Voorsterweg 28
8316 PT Marknesse

postadres
Postbus 248
8300 AE Emmeloord

08 FEB 2005

Rijkswaterstaat Zeeland
Projectbureau Zeeweringen
t.a.v. [redacted]
Postbus 1000
4330 ZW Middelburg

RINGEN	ACTIE	INFO
		X
Ob.		X
Ob.		X
		X
SCHRIJVER		X
		X
esse 2x		X
arch		X
2-050 32		X
CIRCULATIE MAP		

onderwerp
Eindrapportage slibdepot

uw kenmerk
PZST-B-05013 fin d.d. 26/1/05; contractnr. ZLAO 35050010

in behandeling bij
[redacted]

ons kenmerk
A1435le02

datum
4 februari 2005

Geachte heer [redacted],

Hierbij hebben wij het genoegen om u vijf exemplaren van de eindrapportage te doen toekomen van het door ons uitgevoerde onderzoek naar de sterkte van het slibdepot bij Hansweert.

Het bijbehorende PDF- en DOC-bestand zijn reeds per email beschikbaar gesteld.

Graag zijn wij bereid om u in dergelijke en/of aanverwante problemen ook in de toekomst behulpzaam te kunnen zijn.

Onder dankzegging voor de prettige samenwerking en in het vertrouwen u hiermee van dienst te zijn,

Hoogachtend,

[redacted signature]

Bijlage: 5 exemplaren eindrapportage met kenmerk A1435R1r1 d.d. 4 februari 2005.



009350 2005 PZDT-R-05032 inv
k verçEindrappörtage Sterkte-onderzoek slibdepot Hans

Opdrachtgever:

Rijkswaterstaat
Projectbureau Zeeweringen

Sterkte-onderzoek slibdepot Hansweert

Kwantificering te verwachten erosie
tijdens maatgevende belasting

Verslag bureaustudie

A1435

Februari 2005



Inhoud

Lijst van figuren

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doel	1
1.3	Aanpak	1
1.4	Opbouw rapportage	1
1.5	Uitvoering	2
2	Uitgangspunten	3
2.1	Twee-dimensionale aanpak	3
2.2	Zand in plaats van slib	3
2.3	Rekenmodel	3
2.4	Dwarsprofielen	3
2.5	Hydraulische condities	4
3	Resultaten afslagberekeningen.....	6
3.1	Ontwikkeling afslagprofiel	6
3.2	Maatgevend afslagprofiel	6
3.3	Resterende golfaanval t.p.v. oostelijke rand slibdepot	6
4	Maximaal te verwachten erosiediepte.....	8
5	Positie afslagrand en resterende golfaanval	9
6	Betrouwbaarheid resultaten.....	10
7	Conclusies en aanbevelingen.....	11
7.1	Conclusies	11
7.2	Aanbevelingen	11

Referenties

Figuren



Lijst van figuren

- 1.1 Lokatie Zuider Voorhaven Hansweert en slibdepot
- 1.2 Doorsnede over slibdepot

- 2.1 Definitie raaien t.b.v. afslagberekeningen; lokatie dwarsprofiel A en B
- 2.2 Overzicht dwarsprofielen A en B; Oorspronkelijke meetdata en verschoven presentaties; Definitie karakteristiek dwarsprofiel t.p.v. westelijke opsluiting depot

- 3.1 Resultaten afslagberekeningen; Profielontwikkeling voor $h = \text{NAP}+5,95 \text{ m}$ en $h = \text{NAP}+6,55 \text{ m}$ en onderlinge vergelijking eindprofielen
- 3.2 Resultaten afslagberekeningen; Effect waterstand op eindprofielen en vergelijking met basisvorm afslagprofiel volgens Leidraad Duinafslag [TAW, 1984]
- 3.3 Resultaten afslagberekeningen; Verloop significante golfhoogte en verloop relatieve golfhoogte

- 5.1 Schetsmatige indicatie positie $\text{NAP}+3/+4/+5\text{m}$ hoogtelijn op basis van conservatieve aannamen

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In 2004 is een ontwerp gemaakt voor het verbeteren van de dijkbekleding bij de Zuider Voorhaven van Hansweert. Bij dit ontwerp is rekening gehouden met de reducerende werking van beide havendammen. De westelijke havendam vormt de begrenzing van wat voor 1989 de oude ingang was van het Kanaal door Zuid-Beveland; zie figuur 1.1. Tijdens de aanleg van de nieuwe voorhaven is de oude voorhaven bestemd als slib- en speciedepot; zie figuur 1.2.

In de eerste uitwerkingen is aangenomen dat de westelijke havendam (het slibdepot) onder maatgevende omstandigheden stabiel blijft.

Hierdoor zal het slibdepot een sterk reducerende werking hebben op de golven in de Zuider Voorhaven. Aangezien er twijfels zijn t.a.v. het versterken van de dijkbekleding rondom het slibdepot, doet de vraag zich voor in welke mate het onverdedigde slibdepot bijdraagt aan het golfklimaat in de Zuider Voorhaven.

1.2 Doel

Het doel van deze studie is het in kaart brengen van de sterkte van het slibdepot. Hierbij is met name gekeken naar de door golfbelasting te verwachten profielontwikkelingen van het depot.

Meer concreet gaat het daarbij om de volgende 5 aandachtspunten:

- 1) Bepaling van de afslag die optreedt bij een tweetal gespecificeerde raaien bij westelijke wind (240°) voor een tweetal gespecificeerde waterstanden;
- 2) Bepaling van het 'restprofiel' van het slibdepot dat overblijft na afslag;
- 3) Het geven van een ruimtelijke schets van de verwachte afslaglijn;
- 4) Bepaling de erosiediepte bij het slibdepot;
- 5) Aangeven van de verwachte nauwkeurigheid van de antwoorden.

1.3 Aanpak

De aanpak van de studie is primair gericht op de beantwoording van de bij de doelstelling geformuleerde vragen. Daarbij zijn de gebruikte uitgangspunten nadrukkelijk gespecificeerd.

Voor de afslagberekeningen is gebruik gemaakt van de tijdsafhankelijke versie van het duinafslagprogramma, DUROSTA-1.20 [Steetzel, 1993].

In aanvulling op de geformuleerde vragen is (in de vorm van een aanbevelingen) kort ingegaan op de aspecten welke geen onderdeel uitmaken van de specifieke vraagstelling maar welke echter wel van belang kunnen zijn voor de beantwoording van de achterliggende vraag (te weten de golfbelasting in de voorhaven).

1.4 Opbouw rapportage

Na behandeling van de gehanteerde uitgangspunten (hoofdstuk 2) worden in hoofdstuk 3 de resultaten van de uitgevoerde dwarstransportberekeningen beschreven.



Hoofdstuk 4 gaat in op de erosiediepte en geeft daarbij antwoord op de vraag of tijdens maatgevende omstandigheden ook sprake zal zijn van het bloot komen van de vervuilde specie.

In hoofdstuk 5 wordt in gegaan op de positie van de afslaglijn, dit met het oog op de reducerende werking van de aanwezigheid van het slibdepot op de golfbelasting in de Zuider Voorhaven.

Hoofdstuk 6 behandelt de betrouwbaarheid van de gepresenteerde resultaten.

Hoofdstuk 7 bevat naast de conclusies ook enkele aanbevelingen.

1.5 Uitvoering

Het onderzoek werd uitgevoerd door Dr.Ir. H.J. Steetzel. Hij was ook verantwoordelijk voor de voorliggende rapportage.

2 Uitgangspunten

2.1 Twee-dimensionale aanpak

De vervorming van het slibdepot is in eerste instantie onderzocht door het uitvoeren van een aantal dwarstransportberekeningen; dus een twee-dimensionale benadering. Ofschoon natuurlijk ook drie-dimensionale effecten een rol spelen zal deze aanpak reeds veel inzicht geven in de te verwachten effecten.

De vertaling van de op deze wijze verkregen resultaten twee naar drie dimensies komt overigens aan de orde in hoofdstuk 5.

2.2 Zand in plaats van slib

Het slibdepot bestaat uit geconsolideerd slib, afgedekt met zand en een mengsel van zand en klei. Voor het berekenen van de vervorming van het (uit dit materiaal bestaand) talud door golfaanval bestaan er geen rekenmethoden. Voor zand bestaan deze modellen wel.

In de voorliggende uitwerkingen is uitgegaan van de veronderstelling dat het gebruik van zand in de berekeningen zal leiden tot een overschatting van de te verwachten erosie. De vervorming van een los gepakt zandpakket zal (bij dezelfde belasting) groter zijn dan bij een met een mengsel van zand en klei afgedekte hoeveelheid geconsolideerd slib.

Het gebruik van zand is in deze dus te zien als een conservatieve aanname.

Bij de berekeningen is veiligheidshalve uitgaan van relatief fijn zand (opnieuw conservatief). In dit geval is gekozen voor een korreldiameter van 150 μm (aan de onderkant van het geldigheidsbereik van het gehanteerde rekenmodel).

Voor de bijbehorende valsnelheid is 0,015 m/s aangehouden.

2.3 Rekenmodel

Voor het berekenen van de dwarsprofielontwikkeling is gebruik gemaakt van het tijdsafhankelijke duinafslagmodel DUROSTA-1.2 [Steetzal, 1993].

Het standaard rekenmodel voor duinafslag conform de Leidraad Duinafslag [TAW, 1984] is niet geschikt vanwege het feit dat de maatgevende waterstanden boven de kruin van het slibdepot zijn gelegen en er dus geen standaard balanssom (zijnde het principe van het TAW1984-model) kan worden gemaakt.

2.4 Dwarsprofielen

De te verwachten profielontwikkeling is onderzocht voor een tweetal dwarsprofielen over het slibdepot, te weten:

- Dwarsprofiel A – een noordelijk gelegen dwarsprofiel met een totale breedte van het slibdepot voor orde 260 m;
- Dwarsprofiel B – een iets meer zuidelijk gelegen dwarsprofiel op het smallere deel van het depot met een breedte van orde 190 m.

Genoemde raaien zijn weergegeven in figuur 2.1.



De dwarsprofielen zijn gegeven in figuur 2.2. Figuur 2.2a heeft daarbij betrekking op de originele (meet)data.

In figuur 2.2b zijn de beide profielen zodanig verschoven dat de achterzijde van de profielen samenvalt met de lokatie van de westelijke havendam. In het geval van dwarsprofiel A kruist het westelijke deel van het dwarsprofiel de lager gelegen opsluitdam, de zogenaamde Westnol.

Omdat we in dit geval op zoek zijn naar de te verwachten erosie van het slibdepot lijkt het een goede aanname om hierbij geen rekening te houden met de beschermende bijdrage van de Westnol (zie figuur 1.1). Dit is opnieuw een conservatieve aanname. In deze zin is dit deel van het dwarsprofiel dan ook als niet maatgevend te beschouwen.

In figuur 2.2c zijn de profielen uitgezet ten opzichte van de westelijke opsluiting van het slibdepot. In deze figuur is ook een schematisch dwarsprofiel gegeven.

Het gemiddelde niveau van de bovenkant van het slibdepot bedraagt voor profiel A en B respectievelijk NAP+5,6 m en NAP+5,7 m (met respectievelijke maxima van NAP+6,1 m en NAP+6,2 m). Als conservatieve aanname is voor het schematische dwarsprofiel uitgegaan van een kruinniveau van NAP+5,5 m, zijnde het niveau van de kruin van de westelijke havendam; zie figuur 1.2.

De voorzijde van de opsluiting heeft in de schematisatie een helling van 1 : 4. Voor de vooroever is uitgegaan van een vaste helling van 1 : 50. Dit sluit goed aan bij het bodemprofiel van raai B. Het niveau van de vooroever van dwarsprofiel A ligt iets hoger, maar dit is gerelateerd aan de aanwezigheid van de eerder genoemde Westnol.

Het (op conservatieve aannamen gebaseerde) maatgevende dwarsprofiel is gegeven in figuur 2.2c (zie ook figuur 3.1a).

Uit deze uitwerking komt naar voren dat het blijkbaar voldoende is om berekeningen uit te voeren voor het (conservatief) geschematiseerde dwarsprofiel. Het wezenlijke verschil tussen de beide raaien bestaat slechts uit de beschikbare breedte van het depot.

2.5 Hydraulische condities

De berekeningen worden, conform de door de opdrachtgever toegeleverde specificaties, uitgevoerd voor twee verschillende waterstanden, te weten:

- Een (relatief) lage waterstand met $h = \text{NAP}+5,95 \text{ m}$ en
- een hoge waterstand van $h = \text{NAP}+6,55 \text{ m}$.

De relatief lage waterstand (NAP +5,95m) is de waterstand die maximaal mogelijk is bij westelijke windrichtingen (240° tot 270°), waarbij ook de hoogste golven optreden. Deze is bepaald op basis van de richtingsafhankelijke statistiek van de waterstanden. De hoge waterstand betreft het ontwerppeil welke omnidirectioneel bepaald is.

In beide gevallen is de golfhoogte aan het begin van de raai gelijk aan $H_s = 2,8 \text{ m}$. Deze aanname is ook conservatief in de zin dat deze alleen behoort bij een golfaanval met windrichting 240°.

De golfperiode is $T_p = 6,4 \text{ s}$. Beide opnieuw conform de door de opdrachtgever toegeleverde specificaties.



Bij de berekeningen is uitgegaan van een situatie met vaste hydraulische condities, dat wil zeggen een constante waterstand en een constante, niet variërende golfval. Feitelijk is er natuurlijk sprake van een compleet stormverloop met in de tijd variërende waterstands- en golfcondities. Ervaring leert dat de mate van erosie welke het gevolg is van een dergelijk stormvloedverloop overeenkomt met die van een situatie met maximale, niet in de tijd variërende condities. Voor deze tijdsduur wordt veelal orde 5 uur aangehouden. Voor de duur van de golfaanval is in dit geval dan ook uitgegaan van een constante belasting van **6 uur**.

3 Resultaten afslagberekeningen

3.1 Ontwikkeling afslagprofiel

In figuur 3.1a is het resultaat gegeven van de met behulp van DUROSTA-1.2 berekende dwarsprofielontwikkeling. In dit geval voor de situatie met de lagere waterstand van NAP+5,95 m. De gegeven dwarsprofielen hebben betrekking op de profielen na respectievelijk 1, 2, 3, 4, 5 en 6 uur. Duidelijk is dat de profielaanpassingen in het begin relatief snel plaatsvinden. Na enkele uren is de toename per uur nog slechts beperkt en na orde 6 uur lijkt er zelfs sprake te zijn van een soort van evenwicht.

De vorm van dit evenwichtsprofiel is primair afhankelijk van de golfcondities en het aanwezige materiaal. Het niveau van de afzetting is gekoppeld aan de waterstand. Voor de onderzochte condities blijkt dat het niveau van de kop van de afzetting zich op een waterdiepte van orde 4/3 van de grootte van de invallende golf bevindt.

Een soortgelijk resultaat is in figuur 3.1b gegeven voor de hogere waterstand van NAP+6,55 m. Conform de verwachting bevindt het niveau van de kop van de afzetting zich op een hoger niveau. De maximale erosie is vrijwel gelijk.

In figuur 3.1c zijn beide eindprofielen (na 6 uur golfaanval) samengebracht. Hieruit blijkt zelfs dat er bij toenemende waterstand zelfs sprake is van een minder grote teruggang van het "afslagfront".

3.2 Maatgevend afslagprofiel

In figuur 3.2a zijn naast de eerder beschreven eindprofielen voor NAP+6,55 m en NAP+5,95 m ook de resultaten gegeven voor twee nog (0,6 m) lagere waterstanden, te weten voor NAP+5,35 m en NAP+4,75 m. In alle gevallen gaat het hierbij om de situatie na 6 uur.

Naarmate er sprake is van een lagere waterstand is er in toenemende mate een echt afslagfront aanwezig en daarmee dus ook het normale duinafslagproces.

De resultaten laten zien dat het effect van de golfaanval voor wat betreft de erosie van het dwarsprofiel beperkt blijft tot 80 m (of afgerond 100 m) van de kop van de westelijke beëindiging van het slibdepot. Gegeven de gehanteerde conservatieve uitgangspunten voor dwarsprofiel, materiaal en hydraulische condities heeft deze waarde per definitie betrekking op een bovengrens.

Ter validatie van de verkregen resultaten is in figuur 3.2b ook het resultaat van een normale Leidraad-berekening gegeven [TAW, 1984]. De vorm van de hierbij voorgeschreven afslagparabool komt globaal overeen met de resultaten van de uitgevoerde simulaties en geeft daarmee dus aan dat de resultaten in ieder geval niet in tegenspraak zijn.

3.3 Resterende golfaanval t.p.v. oostelijke rand slibdepot

Voor de ter plaatse van de oostelijke rand van het slibdepot (feitelijk ter plaatse van de Westelijke havendam) resterende golfaanval is niet alleen de optredende profielverandering (de onderzochte erosie) van belang, maar veel meer de afbraak van golfenergie over het ontstane afslagprofiel.



In figuur 3.3a is het (met DUROSTA-1.2 berekende) verloop van de golfhoogte over het geschematiseerde depotprofiel gegeven, dit zowel voor de situatie met de hoge als de lage waterstand. De dunne lijnen hebben daarbij betrekking op de initiële situatie (zonder afslag) en de dikke lijnen op de situatie na 6 uur golfaanval.

Onderlinge vergelijking van de dunne en de dikke lijnen geeft in feite inzicht in het effect van de profielverandering op de ter plaatse van de Westelijke Havendam resterende golfaanval. Voor de lagere waterstand is er op orde 120 m van de kruinlijn geen verschil meer aanwezig. Voor de hogere waterstand ligt dit punt op orde 170 m van de kruinlijn.

Gegeven het feit dat de aanwezige depot breedte groter is, betekent dit dus ook dat de vervorming van het slibdepot geen effect heeft op de resterende golfaanval.

Bij de hogere waterstand is de resterende golfhoogte orde 0,6 m, bij de lagere waterstand orde 0,35 m. De grootte van de resterende golf hangt daarbij primair af van de waterdiepte boven het depot. Deze bedraagt 1,05 m bij de hogere waterstand en slechts 0,45 m bij de lagere.

Door het in rekening brengen van de aanwezigheid van het slibdepot is er in feite sprake van een westelijke havendam met een zeer brede kruin.

De resterende golf is in dit geval dus ook veel lager dan de in de RWS-studie gegeven getransmiteerde golfhoogte [RWS, 2005].

De verhouding tussen de lokale significante golfhoogte en de lokale waterdiepte (als verschil van stormvloedpeil en lokaal bodemniveau) is gegeven in figuur 3.3b.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de invloed van de golfopzet met name bij de lagere waterstand vrij groot is. De lokale waterstanden kunnen daarbij dan ook hoger zijn, dit met een reductie van de verhouding tussen golfhoogte en waterstand tot gevolg.

Voor de bovengrens van de brekerindex lijkt een waarde van 0,8 een veilige aanname.



4 Maximaal te verwachten erosiediepte

Uit de berekende profielontwikkelingen blijkt dat er slechts in beperkte mate sprake is van erosie van het "slibdepotprofiel".

Het maximaal bereikte erosieniveau bedraagt orde NAP+3 m; zie figuur 3.2b.

Aangezien de verontreinigde specie zich onder het niveau van NAP-1 m bevindt (en bovendien aanwezig is in het centrale deel van het depot en niet aan de rand), bestaat er geen enkel gevaar voor blootkomen van dit materiaal.

5 Positie afslagrand en resterende golfaanval

De golfbelasting in op de waterkering in de Zuider Voorhaven van Hansweert wordt in gunstige mate beïnvloed door de aanwezigheid van het westelijk van de havenmonding gelegen slibdepot. Het slibdepot is voor de bepaling van de maatgevende golfbelasting beschouwd als havendam. Ervan uitgaande dat de steenbekleding van de ringdijken rondom het slibdepot niet bestand zijn tegen de maatgevende golfbelasting wordt in de voorliggende studie ingegaan op de vervorming van het onverdedigde slibdepot tijdens de maatgevende hydraulische omstandigheden.

Uit de uitgevoerde dwarstransportberekeningen blijkt dat de afslag en hiermee samenhangende afslagrand maximaal tot orde 100 m van de westelijke kruinrand zal reiken.

De breedte van het depot varieert van orde 190 m (t.p.v. raai B) tot 260 m (t.p.v. raai A). Dit betekent dat er oostelijk van het afslagprofiel, afhankelijk van de positie, nog 90 tot 160 m depotprofiel overblijft.

Het eventuele eroderen van het slibdepot lijkt dus geen effect te hebben op de resterende golfaanval richting Zuider Voorhaven. Het effect van het al dan niet vervormen van het dwarsprofiel beperkt zich tot hooguit 170 m van de oostelijke kruinrand; zie figuur 3.3a.

In figuur 5.1 is schetsmatig weergegeven waar, op basis van de voorliggende modelresultaten, de verschillende hoogtelijnen zijn gelegen. In dit geval zijn de te verwachten contouren voor de niveau's NAP+3m, de NAP+4m en de NAP+5m gegeven.

Een en ander is direct gebaseerd op de in figuur 3.1 gegeven dwarsprofielen.

De NAP+3m contour valt daarbij globaal samen met de positie van de buitenkruinrand van de westelijke opsluiting. De NAP+4m en NAP+5m contour zijn hier respectievelijk op orde 30 en 60 m oostelijk van gelegen.

Gegeven het feit dat er gebruik is gemaakt van conservatieve uitgangspunten voor wat betreft het dwarsprofiel, het materiaal en de hydraulische belasting heeft dit resultaat bovendien nog betrekking op een bovengrens. Met andere woorden: het kan alleen nog maar verder meevallen.

6 Betrouwbaarheid resultaten

Ten aanzien van de betrouwbaarheid van de hier gepresenteerde resultaten kan worden opgemerkt dat het voor de berekeningen gebruikte duinafslagmodel als relatief betrouwbaar kan worden aangemerkt. De afwijkingen voor wat betreft de hoeveelheid erosie bedragen maximaal enkele tientallen procenten [Steetzel, 1993].

De betrouwbaarheid van de resultaten hangt natuurlijk ook af van de mate waarin de sterkte en de belasting aan onzekerheid onderhevig zijn.

Ten aanzien van de sterkte valt hierbij te denken aan het soort materiaal en de vorm van het aanwezige dwarsprofiel. Ten aanzien van de sterkte gaat het om de waterstand, de golfhoogte en de duur van de golfaanval.

In de voorliggende studie is niet zozeer getracht een verwachte erosie met een spreiding uit te rekenen, maar juist gericht te zoeken naar een ongunstige bovengrens. In het eerste geval zou het resultaat betrekking hebben op de mediane verwachtingswaarde (zeg hooguit orde tientallen meters afslag) en een inschatting van de onzekerheid (opnieuw enkele tientallen meters).

Omdat voor het voorliggende probleem feitelijk gezocht wordt naar een erosiemaat met een zeer beperkte overschrijdingskans, is de aandacht hier dan ook direct op gericht geweest.

Ten aanzien van de sterkte is daarbij gebruik gemaakt van de volgende conservatieve aannamen:

- Een relatief mager dwarsprofiel (zie schematisatie);
- Het niet in rekening brengen van de westelijke opsluitconstructie van het slibdepot (zijnde de oorspronkelijke oostelijke havendam);
- Het gebruik van zand in plaats van geconsolideerd slib of een mengsel van zand en klei;
- Het gebruik van relatief fijn zand.

Ten aanzien van de belasting zijn de volgende conservatieve aannamen gedaan:

- Het niet in rekening brengen van de golfreductie t.p.v. de Westnol;
- Het gebruik van de meest ongunstige golfhoogte;
- Het loodrecht laten invallen van de inkomende golf;
- Het gebruik van maximale waterstands- en golfcondities gedurende een relatief lange duur (6 uur constant).

De voor zowel de sterkte als de belasting gehanteerde conservatieve uitgangspunten resulteren per definitie in een conservatieve bovengrens voor de verwachte erosie.

De algehele conclusie is dan ook dat de resultaten als bovengrens als zeer betrouwbaar kunnen worden aangemerkt. De kans dat het nog iets slechter uitpakt bedraagt hooguit enkele procenten. Zelfs in dat geval is er ten aanzien van de vraagstelling nog geen probleem aanwezig.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

In de voorliggende studie is ingegaan op de vervorming van het onverdedigde slibdepot tijdens de maatgevende hydraulische omstandigheden.

Aan de hand van de resultaten van enkele verkennende dwarstransportberekeningen wordt geconcludeerd dat de vervorming van het slibdepot relatief beperkt zal zijn.

De conclusie is dan ook dat er slechts een beperkte erosie zal plaatsvinden en dat daarbij de vervuilde specie niet bloot komt.

Verder zal de aanwezigheid van het slibdepot ook na vervorming leiden tot een maximale reductie van de resterende golfaanval richting Zuider Voorhaven.

7.2 Aanbevelingen

Ten aanzien van de berekening van de golftransmissie richting Zuider Voorhaven moet worden opgemerkt dat in de voorgaande uitwerkingen slechts gebruik is gemaakt van een relatief simpel model.

Bij een definitieve uitwerking verdient het aanbeveling om het effect van het ontstaan van het golfgedreven circulatie-patroon te kwantificeren. Het breken van golven voor en op/boven het slibdepot zal leiden tot een massaflux-gedreven stroming welke wellicht aanleiding zal zijn tot een enige extra opzet in de voorhaven en geringere reductie van de resterende golfaanval.

Verder kan het periodiek breken van golfgroepen aanleiding geven tot het aanslingeren van met name de lagere frequenties. Het is niet uitgesloten dat deze secundaire lange golven nadelige effecten kunnen hebben op de belasting van de waterkering in de Zuider Voorhaven.



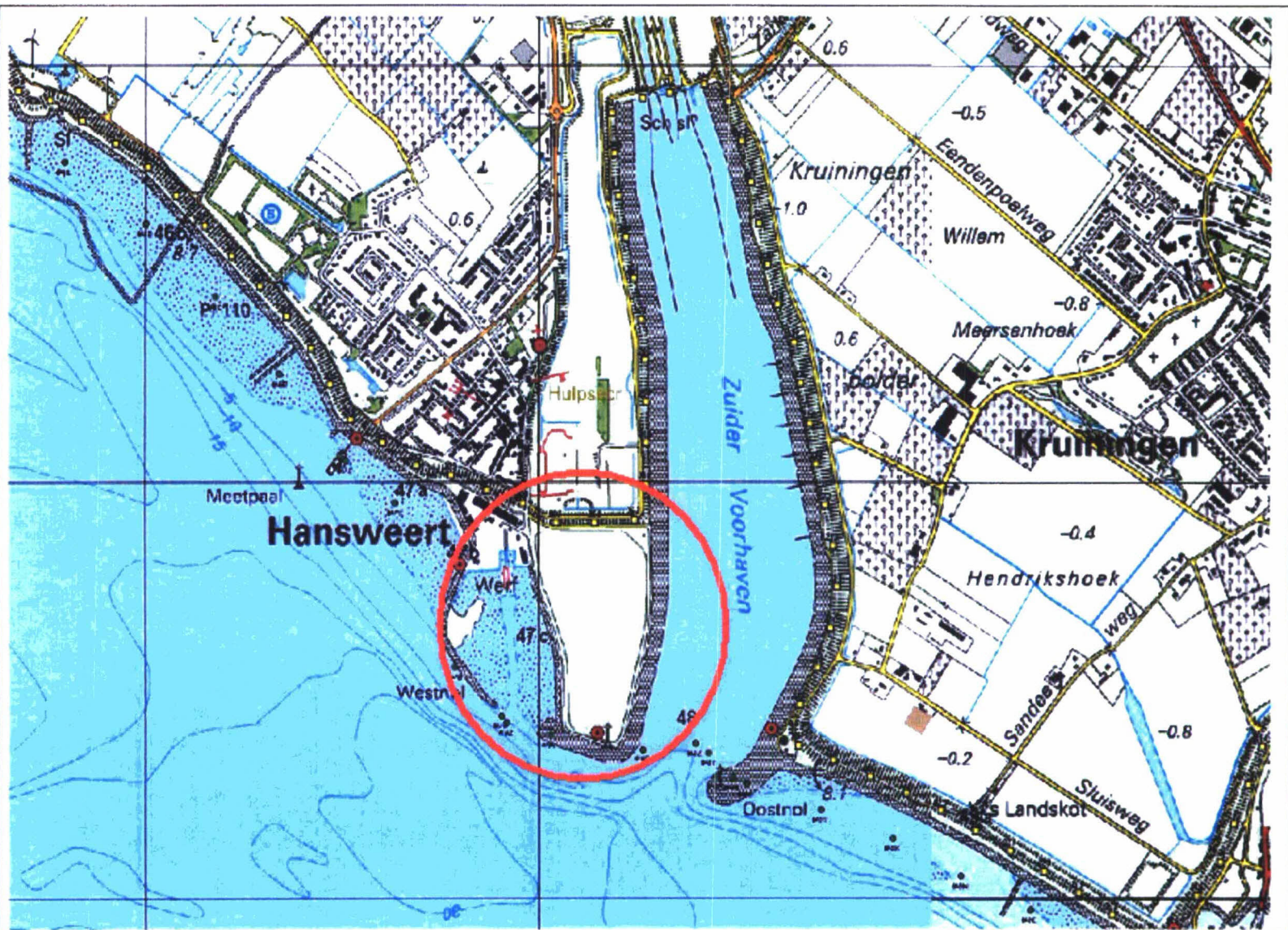
Referenties

Rijkswaterstaat/Projectbureau Zeeweringen, 2005. Invloed slibdepot Voorhaven HSW, Memo K-05-01-04 (pre-concept).

Steetzel, H.J., 1993. Cross-shore transport during storm surges. Ph.D. Thesis Delft University of Technology, Delft.

Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen/TAW, 1984. Leidraad voor de beoordeling van duinen als waterkering.

FIGUREN



Topografie Voorhaven Hansweert

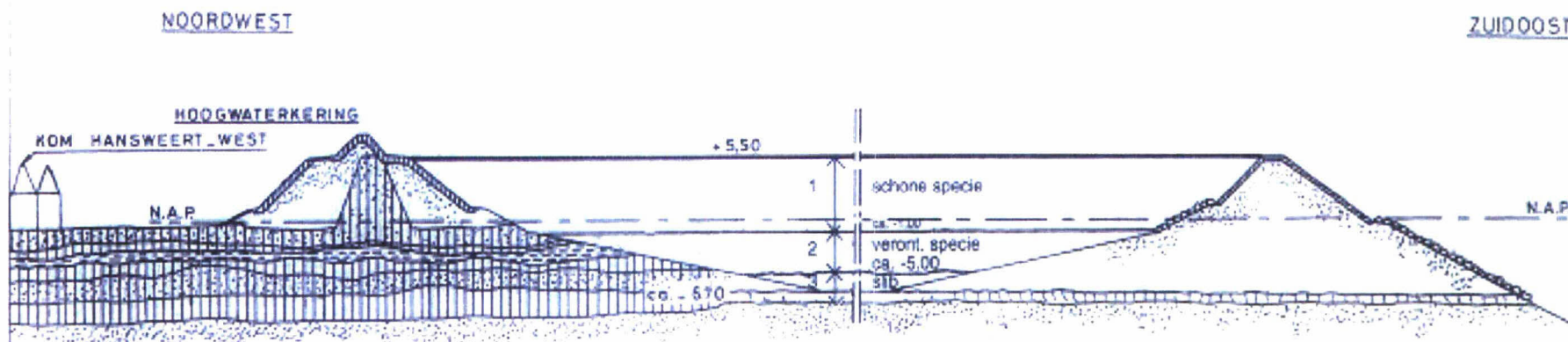
Legenda

- 50a dijkvalnummer
- dijkvalgrens volgens handleiding
- dijkvalgrens nieuw
- dijkpaal + nummer
- uitvoerpunt SWAN

Lokatie Zuider Voorhaven en silbdepot Hansweert

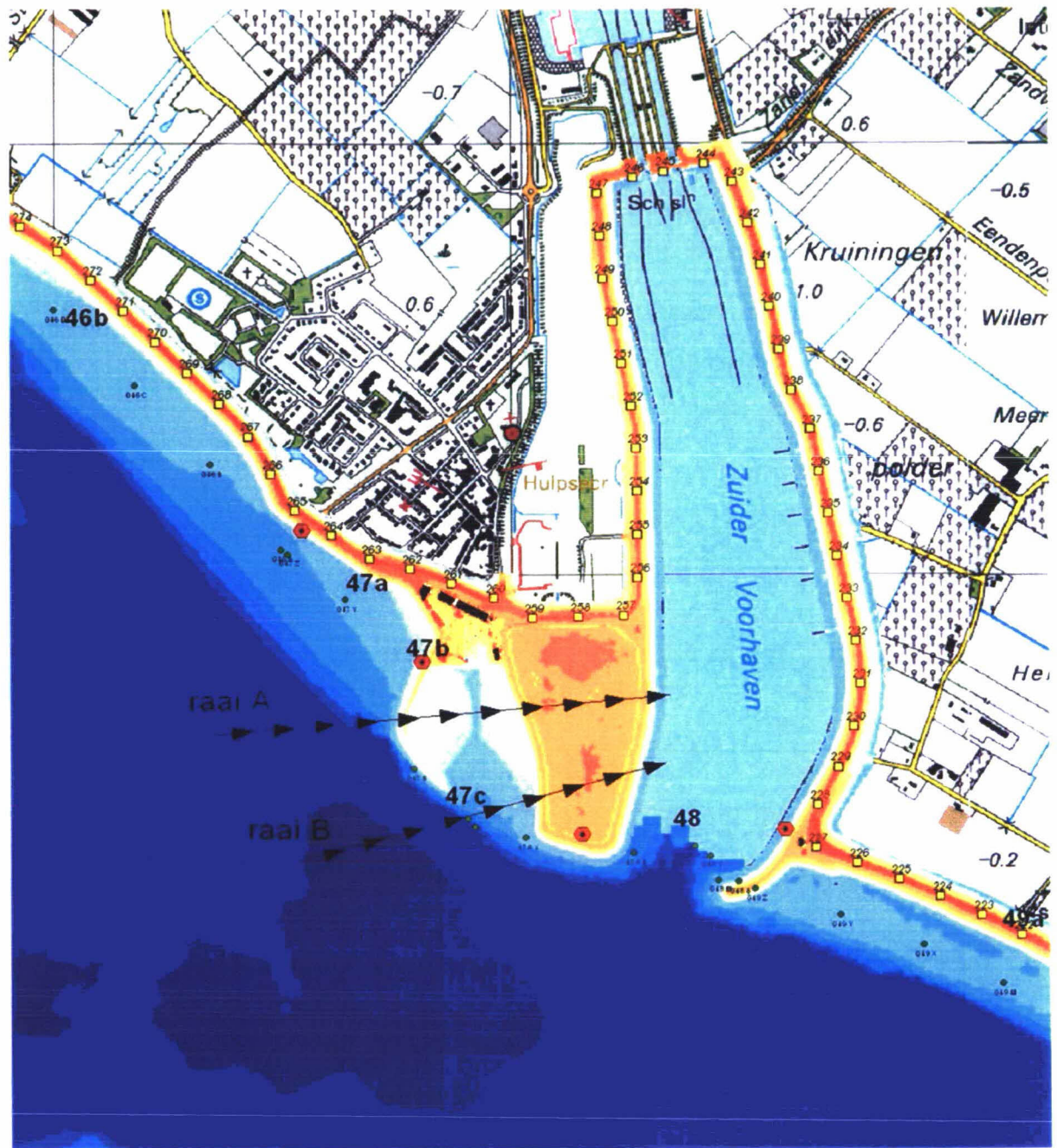
Dwarsprofiel over de hoogwaterkering en zuidoostelijke havendam

Doorsnede over slibdepot

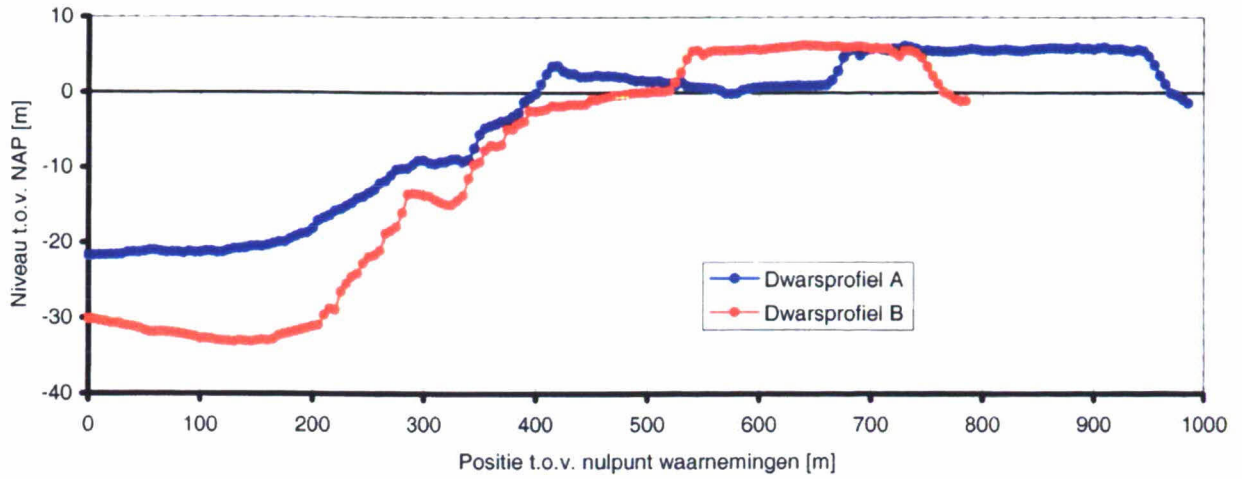


- LEGENDA:
- SCHONE SPECIE = [1]
 - VERONTREINIGDE SPECIE = [2]
 - KLEI - SLIB = [3]
 - ZAND = [4]
 - KLEI = [5]
 - GLOOING = [6]
 - BESTORTING = [7]
 - ZANDIGE KLEI = [8]
 - VEEN = [9]

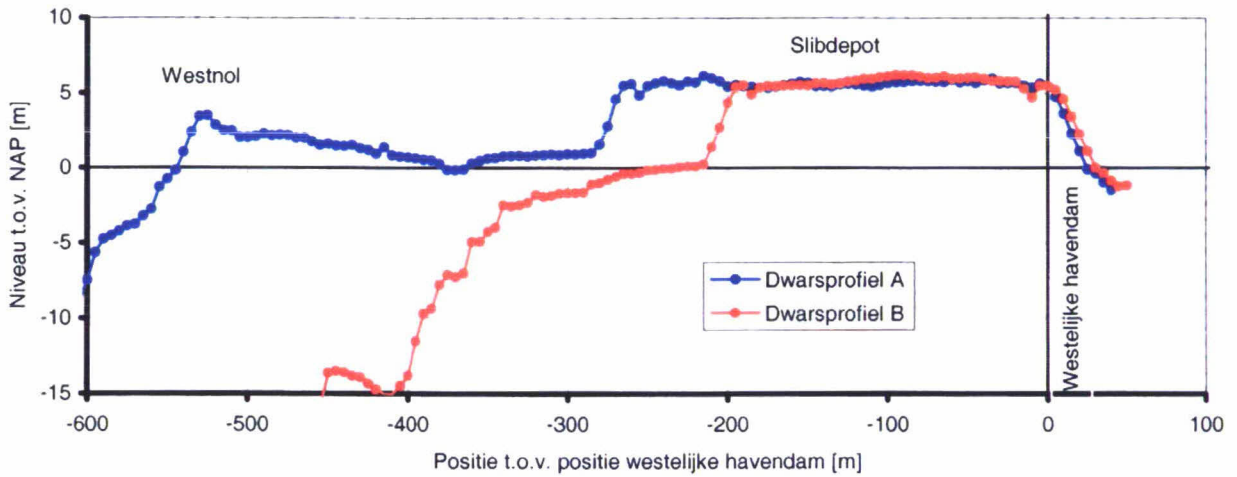
LENGTESCHAAL 1:1500
HOOGTESCHAAL 1:500



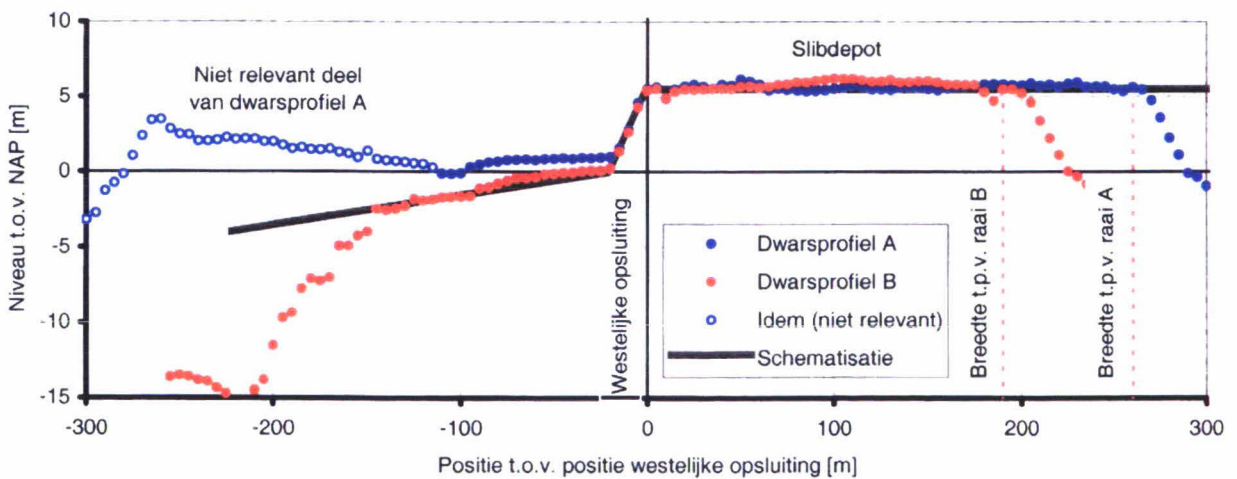
Definitie raaien t.b.v. afslagberekeningen
 Lokatie dwarsprofiel A en B



a) Meetdata individuele dwarsprofielen

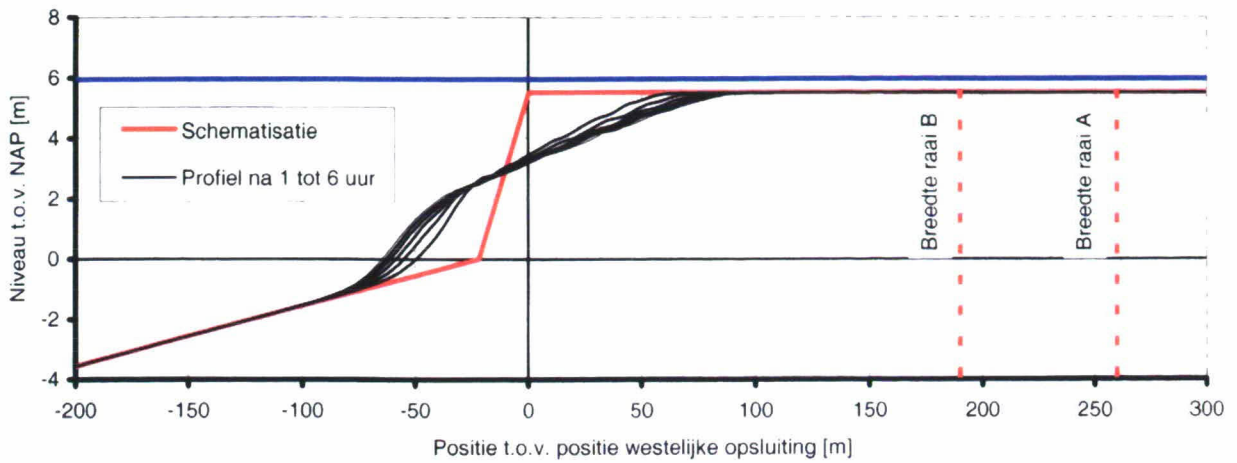


b) Relevant deel dwarsprofielen t.o.v. westelijke havendam

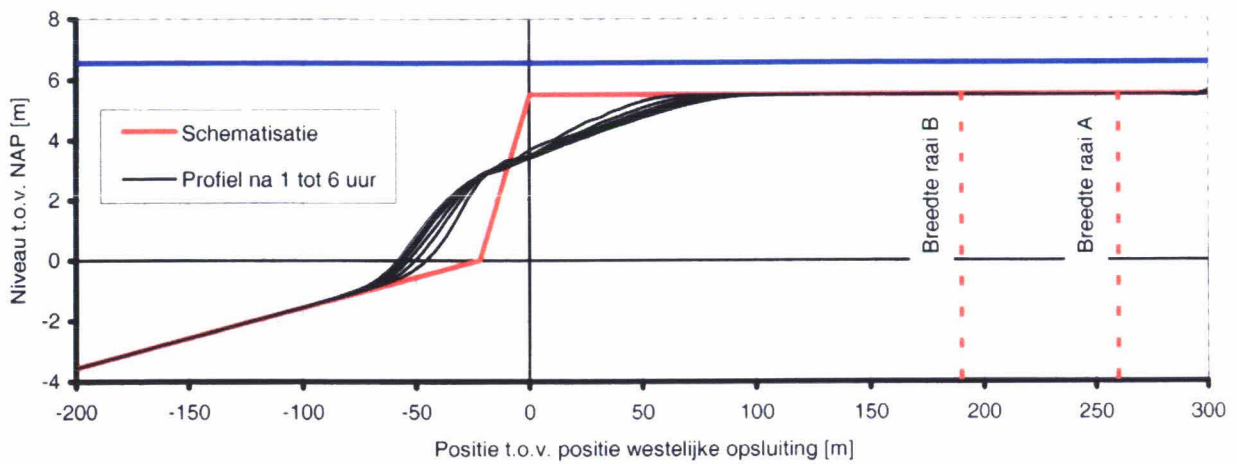


c) Schematisatie dwarsprofiel t.o.v. westelijke opsluiting slibdepot

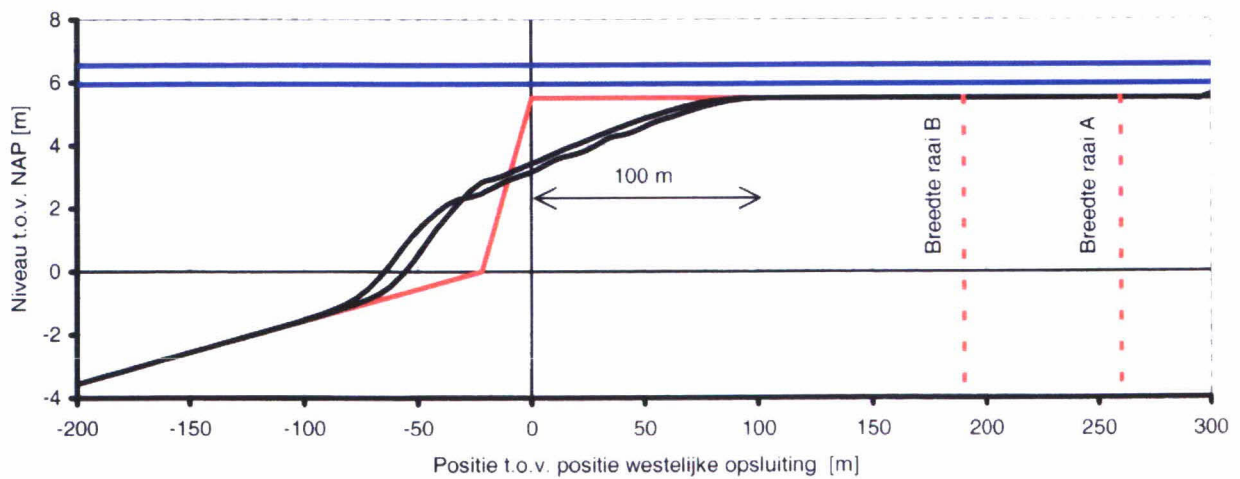
Overzicht dwarsprofielen A en B
 Oorspronkelijke meetdata en verschoven presentaties
 Definitie karakteristiek dwarsprofiel t.p.v. westelijke opsluiting depot



a) Profielontwikkeling gedurende 6 uur maximale belasting voor $h = \text{NAP} + 5,95 \text{ m}$



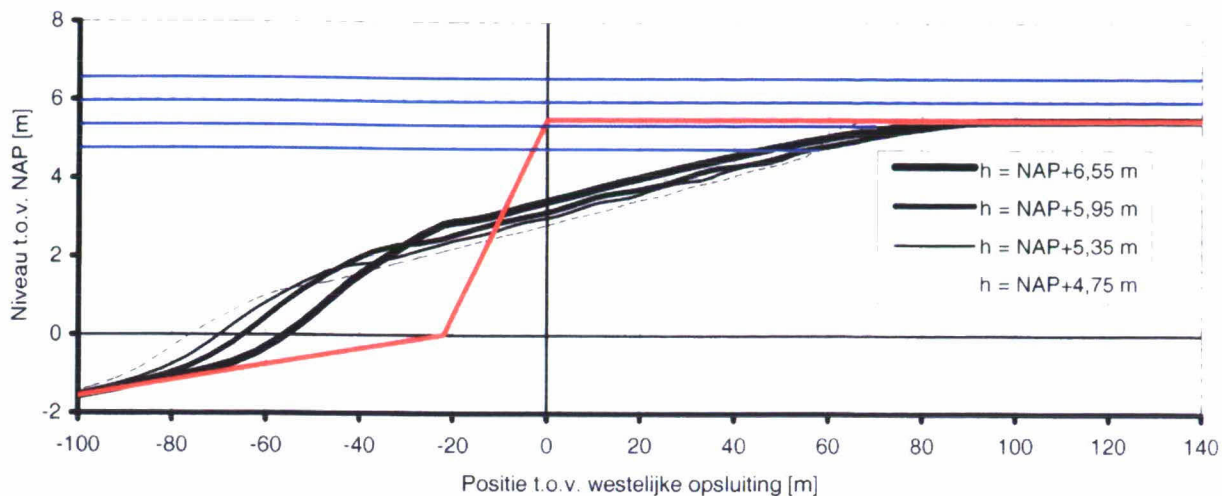
b) Profielontwikkeling gedurende 6 uur maximale belasting voor $h = \text{NAP} + 6,55 \text{ m}$



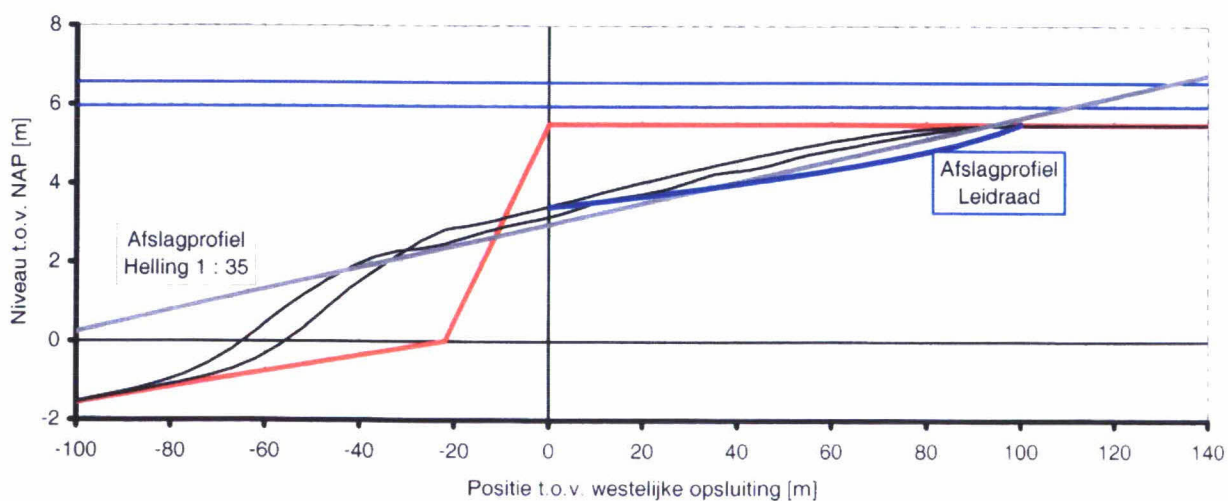
c) Overzicht maximaal verwachte erosie (na 6 uur) voor $h = \text{NAP} + 5,95 \text{ m}$ en $h = \text{NAP} + 6,55 \text{ m}$

Resultaten afslagberekeningen
 Profielontwikkeling voor $h = \text{NAP} + 5,95 \text{ m}$ en $h = \text{NAP} + 6,55 \text{ m}$
 en onderlinge vergelijking eindprofielen

DurosTA

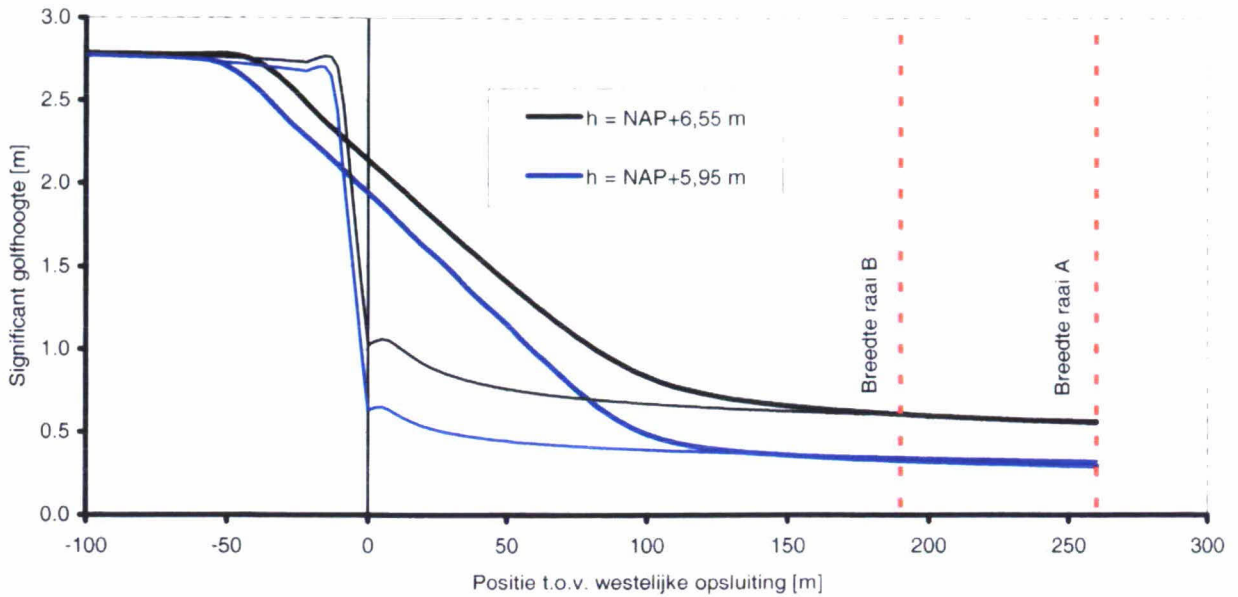


a) Effect waterstand op eindprofielen

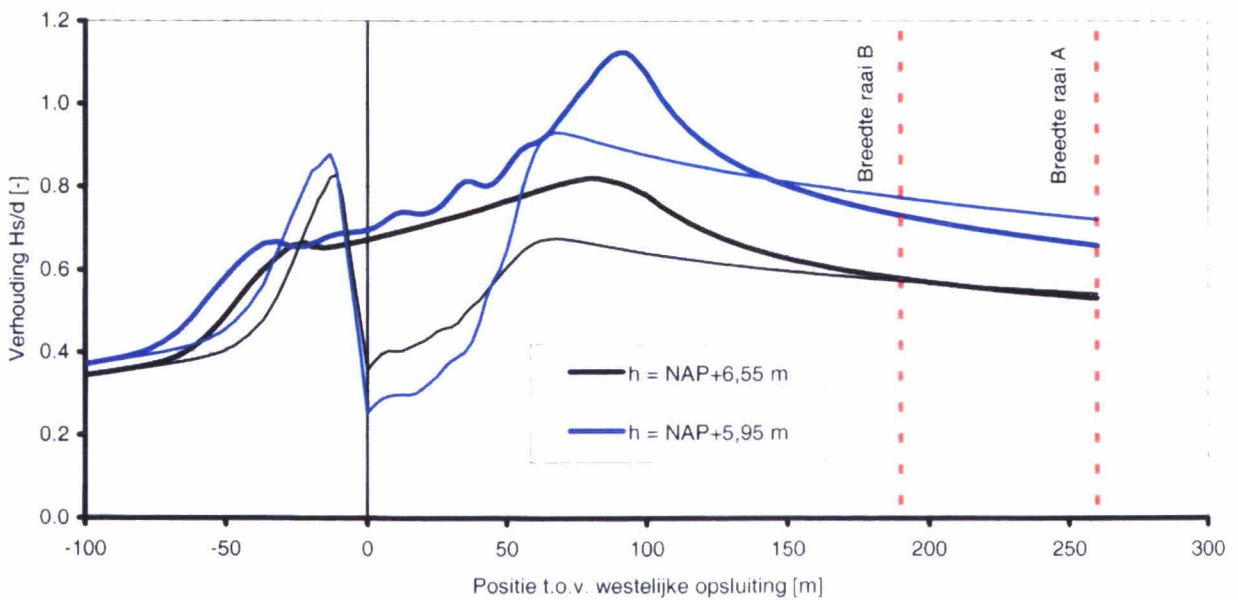


b) Detailvergelijking berekende afslagprofielen met basisvorm Leidraadmodel

Resultaten afslagberekeningen Effect waterstand op eindprofielen en vergelijking met basisvorm afslagprofiel volgens Leidraad Duinafslag	DurosTA	
	[TAW, 1984]	
STERKTEONDERZOEK SLIBDEPOT HANSWEERT	A1435	Alkyon
		Fig. 3.2



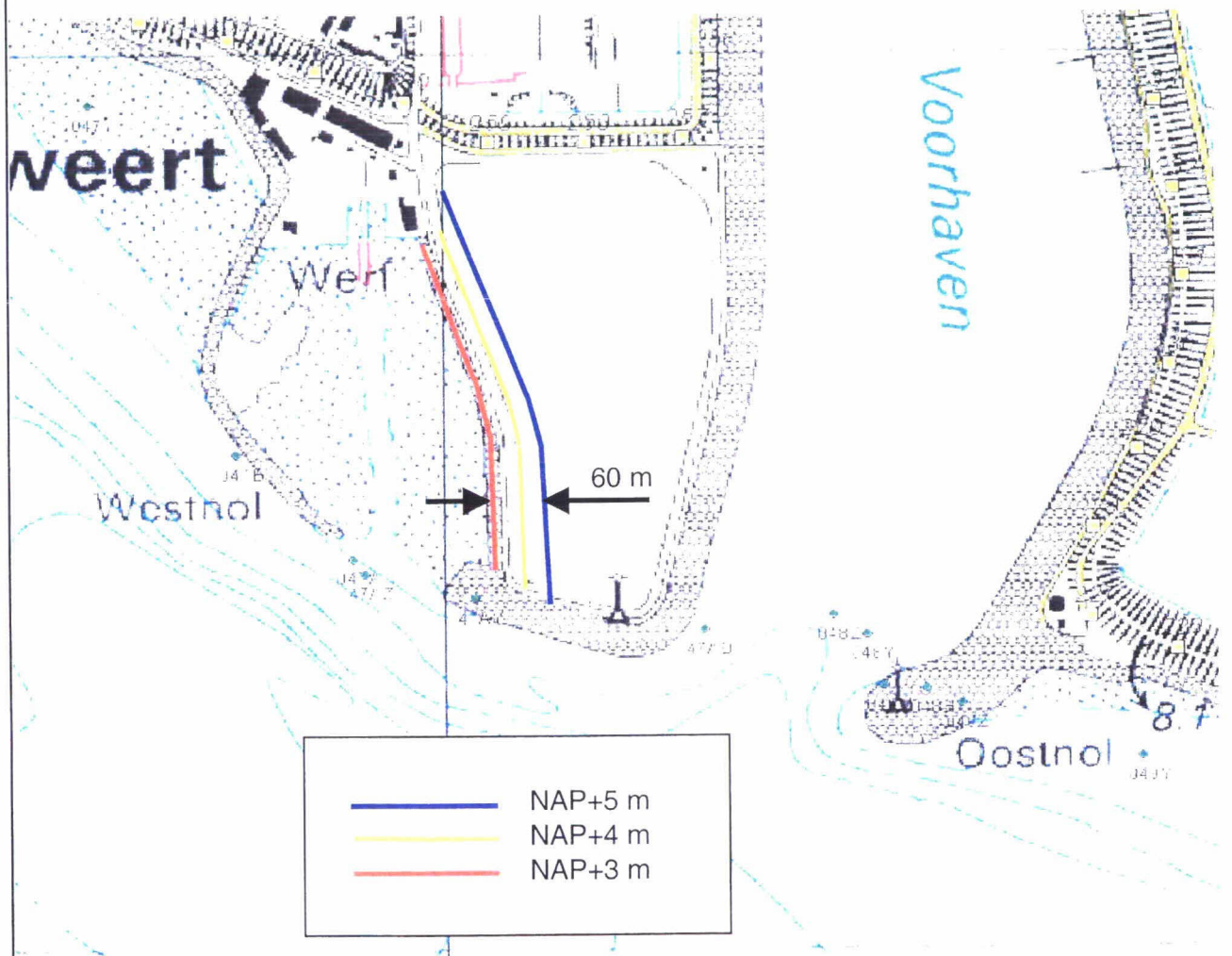
a) Verloop significante golffhoogte over slibdepot voor en na erosie van de westopsluiting



b) Verloop verhouding tussen significante golffhoogte en waterdiepte over slibdepot

Resultaten afslagberekeningen
 Verloop significante golffhoogte en relatieve golffhoogte
 over het slibdepot

DurosTA



Schetsmatige indicatie positie NAP+3/+4/+5m hoogtelijn
 Op basis van conservatieve aannamen