

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Directie Zeeland

Nummer:

K 1907



Bibliotheek, Koestr. 30, tel: 0118-686362,
postbus 5014, 4330 KA Middelburg

MORFOLOGISCH ONDERZOEK
VERDIEPING NAKMIDDELEN
WIELINGEN - BIESSINGEN
1971

Projectgroep

Morfologie

SWZ 54.

R004P193

MORFOLOGISCH ONDERZOEK
VERDIEPING MONDINGSGBIED
WIELINGEN - VLISSINGEN
48'/43'

Projectgroep

Morfologie

SAMENVATTING

In opdracht van de subcommissie Westerschelde is onderzoek verricht naar de technische aspecten verbonden aan het verdiepingsprogramma 48'/43' in het mondingsgebied van de Westerschelde. De projectgroep Morfologie heeft het deelonderzoek uitgevoerd naar de morfologische-, technische- en ecologische aspecten verbonden aan de uitvoering hiervan.

De dimensionering van de geul is vastgesteld op:

bodembreedte van 500 m, taluds van 1:60 en 1:20 en een aanlegdiepte van N.A.P. - 17,90 (ten oosten 3°33' E.L.) en -17,70 m (ten westen 3°33' E.L.).

De totale hoeveelheid specie die bij de verdieping vrijkomt bedraagt ca. 12,4 mln. m³ (gemeten in profiel). De vrijkomende grondsoorten bestaan uit holocene zanden (9,6 mln. m³), slibrijke klei (0,0 mln m³), tertiaire klei (1,6 mln m³) en tertiair zand (0,3 mln m³). Deze vrijkomende specie kan worden verwerkt met een hooperzuiger met uitzondering van de tertiaire klei (stug materiaal) die eerst met een cutterzuiger moet worden versneden. Een deel van de specie kan voor strandsuppletie worden gebruikt in het kustgebied tussen Breskens en Cadzand (ca. 3,7 mln m³). Verder zou het zinvol zijn de onderwateroever met zandig materiaal te suppleren. Dit zal in de loop der jaren misschien verdwijnen, maar geeft toch gedurende een lange periode een grotere veiligheid en een beter recreatiestrand.

In het mondingsgebied is één potentiële stortlocatie (de "Spleet") aanwezig met een bergingscapaciteit van ca. 5 mln m³.

De overige specie die niet voor hergebruik in aanmerking komt moet worden afgevoerd naar de bestaande stortlocatie "S1" (vaarafstand ca. 20 km).

Bij gebruik van deze stortlocatie zal hier de zogenaamde "slibrijke" holocene klei (0,9 mln m³) en voor de rest een deel van de overige vrijkomende specie in kunnen worden geborgen. De "Spleet" is een relatief ondiepe geul (N.A.P. - 10 à 10,5 m) met een oppervlak van ca. 500 ha en is ten opzichte van zijn naaste omgeving rijker aan bodemorganisme; vergelijkbaar met stratum III. Verder wordt in dit gebied op garnalen gevist door vissers uit Breskens. Bij gebruik van deze stortlocatie betekent dit dat tijdens de uitvoering van de speciestortingen de thans aanwezige bodemfauna aldaar zal verdwijnen.

Na de stortactiviteiten moet met een herstelperiode van 2 tot 5 jaar worden gerekend. Verder zal door deze slibstortingen in een deel van het aangrenzend gebied een slibconcentratieverhoging van enkele mg/l

optreden van 1,5 cm worden bedekt (stortingen gedurende 7 maanden). De meeste organismen zullen dit overleven echter voor de settling van vislarven is deze sliblaag niet gunstig. Verder zal als gevolg van de slibconcentratie-verbodiging (enkele mg/l) de primaire fytoplanktonproductie in het gebied rond de stortlocatie met ca. 15% verminderen. Opgemerkt wordt dat het Scheur en de Wielingen vanwege deze fytoplanktonproductie een belangrijk gebied is vanwege de pelagische voedselketen rond de Vlake van de Raan en de Belgische kust.

De bovengenoemde nadelige effecten kunnen worden verminderd wanneer men rekening houdt met de periode wanneer de fytoplanktonproductie minimaal is en de vislarven nog niet gesettled zijn. Indien de specie-stortingen plaats vinden in de periode na juni wordt de minste schade aan het ecosysteem verwacht; er wordt dan ook voorgesteld de specie-stortingen in de "Spleet" in de periode van half juni tot maart uit te voeren. De recreatie op de aangrenzende stranden zal als gevolg van de speciestortingen en baggeractiviteiten in het gebied geen hinder van sliboverlast ondervinden.

De kosten verbonden van de uitvoering van de verdieping van het mondingsgebied is sterk afhankelijk van het eventueel hergebruik van de specie en het gebruik van de stortlocatie de "Spleet".

De kosten voor de diverse varianten zijn:

- A. Berging specie in stortlocaties "Spleet" en "S1" en opspuiting ten behoeve van strandsuppletie (Zeeuwsch-Vlaamse kust, 3,7 mln m³);
- B. Berging specie in stortlocaties "Spleet" en "S1";
- C. Berging specie "S1" en stranden;
- D. Berging alle specie bij "S1".

Kosten in mln. gulden.

Variant	Bergingslocatie			Totale kosten
	"Spleet"	"S1"	strandsuppletie	
A	25.5	20.4	24.8	70.7
B	25.5	48.7	-	74.2
C	-	55.9	24.8	80.7
D	-	76.2	-	76.2

n.b. prijspeil 1985.

1. Inleiding
2. Onderzoeksprogramma
3. Algemene gegevens
 - 3.1 Gebiedsgrenzen
 - 3.2 Geulbreedte
 - 3.3 Aanlegdiepte
 - 3.4 Stortplaatsen
4. Grondonderzoek
 - 4.1 Boorprogramma
 - 4.2 Bodemsamenstelling
 - 4.3 Te baggeren hoeveelheden specie
5. Slibverspreidingsonderzoek
 - 5.1 Rekenmodel
 - 5.2 Slibbelasting op de stortplaats
 - 5.3 Resultaten modelberekeningen
 - 5.4. Slibverspreiding tijdens het baggeren
6. Golfonderzoek op de stortplaats
7. Milieu
 - 7.1 Onderzoek bodemorganisme en sedimentanalyse
 - 7.2 Effecten van de speciestortingen op het milieu
 - 7.3 Visserijbelangen
 - 7.4 Maatregelen ten aanzien van het milieu
8. Uitvoering baggerwerk
 - 8.1 Baggerwerk
 - 8.2 Mogelijk hergebruik specie
 - 8.3 Kosten
9. Conclusies en aanbevelingen

1 INLEIDING

Door de Technische Scheldecommissie werd op 21 december 1985 de Subcommissie Westerschelde belast met het onderzoek van de technische aspecten verbonden aan de uitvoering van het 48'/43' verdiepingsprogramma in het oostelijk deel van het Scheur en de Wielingen tot de rede van Vlissingen. Teneinde aan deze opdracht te kunnen voldoen werd door de Subcommissie Westerschelde een drietal projectgroepen ingesteld, namelijk: Morfologie, Geulligging en Wrakken en Hydro-meteosysteem.

De opdracht van de projectgroep Morfologie kan als volgt worden omschreven:

het bestuderen van de morfologische, technische- en ecologische aspecten en het doen van een uitspraak over de bodemsamenstelling (boringen), de hoeveelheid baggerwerk, de specieberging en de mogelijke gevolgen daarvan, alsmede de kosten van de uitvoering.

In deze nota rapporteert de projectgroep Morfologie de bevindingen van haar studie.

Samenstelling projectgroep Morfologie:

Nederland.

ir. M. Meulblok (v.z)
ing. D. de looff
ing. J. Stronkhorst
de heer A. Holland
de heer J.P. Swart (secr.)

België

ir. I. Coen
ir. J. Claessens
ir. P. de Wolf

2 ONDERZOEKSPROGRAMMA

Om aan de opdracht, zoals genoemd in hoofdstuk 1 te kunnen voldoen, zijn de volgende deelonderzoeken uitgevoerd:

- a. een onderzoek naar de bodemsamenstelling en de hoeveelheid van elke grondsoort in de voorziene geul;
- b. een modelonderzoek naar de slibverspreiding in het gebied van de voorziene stortplaats ("Spleet") en de aangrenzende gebieden;
- c. een onderzoek naar de invloed van golven op de in b. genoemde stortplaats;
- d. een onderzoek naar het effect van het storten van specie op het bodemleven ter plaatse van de in b. genoemde stortplaats en de stortplaats "S1" en het in de omgeving van deze stortplaatsen voorkomende bodemleven;
- e. een onderzoek naar de mogelijkheid tot hergebruik van de specie uit de voorziene geul;
- f. een onderzoek naar de uitvoeringsmogelijkheden en de hieraan verbonden kosten.

3 ALGEMENE GEGEVENS

3.1 Gebiedsgrenzen

Het te onderzoeken gebied strekt zich uit vanaf 3°20' oosterlengte in de Wielingen tot 3°45' in de Everingen (ankerplaatsen).

3.2 Geulbreedte

De breedte van de voorziene vaargeul is door de TSC vastgesteld op 500 m lit. 1. Verder is bij de hoeveelheidsberekening van de te baggeren specie rekening gehouden met taludhellingen van 1:60 (1,5%) en 1:20.

3.3 Aanlegdiepte

De aanlegdiepte van de voorziene vaargeul is eveneens vastgesteld door de TSC (lit. 1). Ten oosten van Vlissingen bedraagt het interventiepeil g.l.l.w.s. - 14,70 m en de overdiepte voor het baggerwerk in verband met de frequentie voor baggeren 7 dm.

Voor het gedeelte ten westen van Vlissingen geldt respectievelijk g.l.l.w.s. - 14,90 m en 10% van de te baggeren hoeveelheid; dit laatste komt overeen met ca. 3 dm.

De uiteindelijke aanlegdiepten worden:

- gebied ten oosten van de parallel 3°33' ($14,70 + 2,50 + 0,7$) = NAP - 17,90 m;
- gebied ten westen van de parallel 3°33' ($14,90 + 2,50 + 0,3$) = NAP - 17,70 m.

Verder moet hierbij nog de baggertolerantie worden opgeteld; zijnde - 3 dm in de tertiaire klei en + 2 dm of - 3 dm in het overige bodemmateriaal (holocene lagen en tertiair zand).

3.4 Stortplaatsen

Voor de vrijkomende specie uit de te verdiepen vaargeul zullen stortplaatsen moeten worden gezocht.

Aangenomen kan worden dat de specie niet is verontreinigd gezien de plaats van herkomst. Een deel van de specie heeft een zodanige goede korrelgrootte en -verdeling dat ze voor hergebruik in aanmerking komt (strandsuppletie, verhoging waterkeringen enz.). In hoeverre de toepassing hiervan mogelijk is, hangt af van het tijdstip van uitvoering

van de verdieping. Indien deze specie niet voor hergebruik wordt toegepast zal de volledige hoeveelheid vrijkomende specie moeten worden geborgen. De volgende stortplaatsen zouden hiervoor in aanmerking komen: de "Spleet" en boei "Scheur 1" (S1).

Stortplaats de "Spleet".

Ten noorden van de voorziene vaargeul ligt een relatief ondiepe geul (diepte N.A.P. -10 à 10,5 m), de "Spleet" geheten (bijlage 1). De "Spleet" is op ca. 2,5 km van de voorziene vaargeul gelegen en loopt hier nagenoeg evenwijdig aan. Tussen de "Spleet" en de voorziene vaargeul is een drempel gelegen met een hoogte van ca. N.A.P. -8 à 8,5 m. De "Spleet" ligt in een gebied waar weinig stroom heerst en is de laatste jaren aan het aanzanding onderhevig (gem. 0,25 m per jaar). Morfologisch gezien is deze locatie geschikt om als stortplaats te worden gebruikt.

Gezien de hoogteligging van het aangrenzende gebied (ca. N.A.P. -9 m) kan de "Spleet" met ca. 1 m worden verhoogd. De stortplaats beslaat dan een gebied van 5x1 km met een hierbij behorende berging van ca. 5 mln. m³ specie (gemeten in profiel).

Stortplaats boei "Scheur 1" (S1).

In het gebied van de Sierra Ventana is de bestaande stortlocatie "S1" ter hoogte van boei "Scheur 1" gelegen. Deze stortlocatie ligt op het plateau dat grenst aan het diepere geulgedeelte van de Noordzee. Door de Belgische overheid wordt deze stortplaats veelvuldig gebruikt voor het storten van specie afkomstig van Belgisch grondgebied.

Deze stortlocatie ligt op ca. 20 km afstand van de te verdiepen vaargeul in de Wielingen.

4 GRONDONDERZOEK

4.1 Boorprogramma

Voor de keuze van het in te zetten baggermaterieel is het van groot belang een inzicht te krijgen in het bodemmateriaal ter plaatse van het tracé van de voorziene vaargeul. Het grondonderzoek is uitgevoerd in samenwerking tussen de Rijksgeologische dienst en de voormalige Adviesdienst Vlissingen. Verder is een aanvullend bodemonderzoek met een "subbottomprofiler" verricht om zo mogelijk het aantal boringen te beperken en toch een goed inzicht in de bodemsamenstelling te krijgen. Behalve het grondonderzoek in het tracé van de voorziene vaargeul is tevens de ankerplaats in de Everingen onderzocht. Het totaal aantal boringen (met luchthamercorer) bedraagt 68 stuks met een lengte van 4 à 5 m, behalve in het tertiaire materiaal waarbij slechts enkele dm's diep kon worden geboord. De boringen zijn verricht in de as van het tracé en op een afstand van 300 m evenwijdig aan de as. Voor het aanvullend bodemonderzoek met de "subbottomprofiler" zijn deze 3 lijnen in lengterichting opgenomen. Op bijlage 2 en 3 zijn de boorlocaties aangegeven. Van de boorkernen zijn kleurenfoto's gemaakt en op het zandige materiaal is granulair onderzoek verricht.

4.2 Bodemsamenstelling

Aan de hand van de boorkernen (met behulp van luchthamercorer en de akoestische registraties (met de subbottomprofiler) is een interpretatie gemaakt van de samenstelling van de in het gebied aanwezige bodemmateriaal (lit. 2). Door de lithologische opeenvolging van de boringen met name de samenstelling en korrelgrootte van de afzettingen, met elkaar te correleren is het mogelijk geweest de kwartaire- en tertiaire afzettingen te onderscheiden.

Op bijlage 4 t/m 6 zijn de geologische lengteprofielen weergegeven, terwijl op bijlage 7 een globale aanduiding van de grondsoorten op de plattegrond van het gebied zijn weergegeven.

a. Het kwartaair

Het kwartaair in het onderzochte gebied bestaat vermoedelijk hoofdzakelijk uit holocene afzettingen.

Er zijn in de boringen geen aanwijzingen gevonden, die duiden op pleistocene ouderdom.

De gevonden holocene afzettingen worden onderscheiden in:
zand, zand gelaagd met klei, klei en veen.

- Zand

Onder de hierbovengenoemde lagen tussen km 5 en 11 bevindt zich een laag zand (D50 varieert tussen en).

Van deze laag zal maximaal 2 m moeten worden weggebaggerd om de vereiste geuldiepte te bereiken.

- Zand gelaagd met klei

Tussen km 5 en 11 bevindt zich aan het oppervlak een laag zand gelaagd met klei met een dikte van dit pakket variërend van enkele dm's tot maximaal 1,5 m.

- Klei

In het meest westelijk deel van de voorziene vaargeul tussen km 8 en 11 bevindt zich langs de noordelijke rand aan de oppervlakte een laag slibrijke klei (donkergrijs/blauw) van ca. 1 m dikte. Verder komt deze klei ook voor tussen km 4 en 6 langs de zuidelijke rand van de voorziene vaargeul; de laagdikte hier varieert van 0 tot 5 dm.

- Veen

De kleine veenlenzen, die zijn aangeboord in het zand gelaagd met klei zijn zo gering van omvang dat ze niet relevant is.

b. Het tertiair

Hiervan zijn in het gebied aangetroffen de Formaties van Breda en Rupel.

De Formatie van Breda is in het gebied aangetroffen als een zeer sterk slibhoudend, donker groen zand dat glauconiethoudend is en plaatselijk schelpresten bevat. Deze afzettingen zijn voornamelijk aangetroffen in het oostelijk deel van het gebied (tussen km 1 en 2), waar ze direct aan het oppervlak van de zeebodem komen en liggen op de kleiïge afzettingen van de Formatie van Rupel.

De in het gebied gevonden Formatie van Rupel bestaat voornamelijk uit groengrijze stugge, zandige klei, die vrijwel kalkvrij is. Tussen km 2 en 5 komen deze afzettingen direct aan het oppervlak. In dit gebied moet ca. 0,5 tot 2 m van dit materiaal worden weggebaggerd om de vereiste aanlegdiepte te bereiken. Gezien de ervaring van Belgische aannemers met de uitvoering van baggerwerk in dit materiaal, moet men ervan uitgaan dat deze specie met een cutterzuiger moet worden verwijderd.

De geulvormige structuren in de Formatie van Rupel tussen km 5 en 9 zijn gereconstrueerd aan de hand van de akoestische records van de "subbottomprofiler". Mogelijk bestaan zij niet maar zijn deze plooien als gevolg van dichtheidsverschillen van tektonische activiteiten in het gebied ontstaan. Overigens liggen de toppen van de tertiaire afzettingen in dit gebied beneden de te baggeren geuldiepte.

Samenvattend kunnen de grondsoorten als volgt worden geclassificeerd:

Tabel 1

Kwartair (holocene afzettingen)

km.	Code	Grondsoort	Bijzonderheden
8000-11000	I	Klei	sterk slibhoudend (afvoeren)
5000-11000	II	Zand gelaagd met klei	mogelijk te gebruiken op vooroevers
5000-11000	III	Zand	matig geschikt voor zandsuppletie
	IIIa	Zand (dr. Vlissingen)	grof zand, geschikt voor b.v. zandsuppletie

Tertiair (Formaties Breda en Rupel)

km	Code	Grondsoort		Bijzonderheden
0-2000	IV	Zand, veelal glauconiethoudend		slibhoudend en schelprijk
2500-5500	V	Klei		stugge harde klei, enigszins zandhoudend

Op bijlage 8 is van elke boring de D50 waarde aangegeven.

4.3 Te baggeren hoeveelheden specie.

Bij de bepaling van de vrijkomende specie voor de aanleg van de voorzene vaargeul is uitgegaan van de onderverdeling van de grondsoorten zoals aangegeven in hoofdstuk 4.1.2 en de bijlage 4 t/m 6.

Bij de inhoudsberekening is gerekend met een bodembreedte van de vaargeul van 500 m, een te baggeren geuldiepte van NAP - 18,00 m en taludhellingen van 1:60 en 1:20.

De in tabel 2 gepresenteerde gegevens zijn berekend in profiel. Een globaal overzicht van de grondsoorten op bijlage 7 weergegeven.

Tabel 2

Te baggeren hoeveelheden specie in mln. m³

Code	kwartair				tertiair	
	I	II	III	IIIa	IV	V
Grondsoort	klei	zand klei	zand	zand	zand glauc.	klei (stug)
	0,9	2,0	7,2	0,4	0,3	1,6

De totaal te baggeren hoeveelheid specie bedraagt 12,4 mln m³. (gemen in profiel).

Indien in de Tertiaire klei (V) taluds van 1:20 worden gebaggerd, verminderd deze hoeveelheid specie met 0,1 mln.m³.

5 SLIBVERSPREIDINGSONDERZOEK

Bij het baggeren van de voorziene vaargeul komt o.a. een grote hoeveelheid slibhoudende klei vrij (holocene klei 0,9 mln. m³), die in de aangewezen stortlocatie de "Spleet" geborgen zou kunnen worden.

Verder komt er bij het baggeren van de overige grondsoorten, een deel van het fijne materiaal (deeltjes 63 µm) uit deze grondsoorten ook op de stortlocatie terecht.

Gezien dit gegeven is onderzoek naar de verspreiding van slib in het mondingsgebied noodzakelijk.

In bovengenoemd onderzoek is gekeken naar de wijze en het gebied waarin het slib zich zal verspreiden.

Dit onderzoek is uitbesteed aan het Nederlandse Ingenieursbureau SVASEK (lit. 3).

5.1 Rekenmodel

De waterbeweging in het mondingsgebied is berekend met het 2D-model "FINEL" (eindig elementen model). Randvoorwaarden hiervoor werden gehaald uit het WAQUA (400 en 800 m grid).

IJking van de resultaten van het model "FINEL" geschiedde middels gegevens van getijschrijvers, Flachsee metingen en interpretatie gegevens stroomatlas.

De met "FINEL" berekende snelheidsvelden dienden als invoer voor het slibverspreidingsmodel "TRASIL" (gebaseerd op de diepte gemiddelde convectie-diffusie vergelijking).

De verspreiding van slib in het model "TRASIL" gaat via een substap-techniek.

Het gebied wordt in een aantal bewegende blokken opgedeeld en voor ieder blok wordt een beginconcentratie berekend. Daarna worden de verschillende processen zoals diffusie, afbraak en opwerveling doorgerekend. Als randvoorwaarde voor het model is opgenomen dat langs de open randen nieuwe blokjes het gebied instromen (concentratie nul) of oude blokjes het gebied verlaten afhankelijk van de stroomrichting.

5.2 Slibbelasting op de stortplaats

Voor de invoer van de slibbelasting op de stortplaats is in het rekenmodel het volgende aangenomen:

- a. De slibhoudende holocene klei wordt zonder overloop gebaggerd. Dit betekent dat op de stortlocatie $366,34 \times 10^3$ ton vaste stof wordt gestort (grondsoort I).

In de beun komt dit overeen met een te laden hoeveelheid van ca. 1.382.400 m³. Voor de modeberekening is aangenomen dat alle deeltjes $< 63 \mu\text{m}$ van de totaal te baggeren specie op de stortplaats ("Spleet") wordt gestort; totaal 1290 ton vaste stof.

De werkelijk te storten hoeveelheid is echter minder dan de helft hiervan.

Bij een baggerproductie van 1.000 m³/uur (in de beun) en aanname dat 63% van het materiaal $< 63 \mu\text{m}$ wordt dit een slibbelasting van 75 kg/sec op de stortplaats.

In dit geval zal de verwerking van dit slibhoudend materiaal ca. 7 maanden in beslag nemen.

Indien deze hoeveelheid sneller wordt gebaggerd, in 1 maand zal de slibbelasting orde grootte 750 kg/sec bedragen.

Deze slibbelasting is niet reëel, maar dient om een extreme grens vast te stellen, die vrijwel zeker niet zal worden bereikt en overschreden.

- b. Van de overige grondsoorten (afhankelijk van de samenstelling) zal een deel in de beun bezinken en op de stortlocatie terecht komen. Voor de grondsoorten II, III, IIIa is dit totaal 498×10^3 ton droge stof (10 à 35%).

Deze hoeveelheid zal in tegenstelling tot de onder a. genoemde hoeveelheid, gemengd met zand op de stortplaats terecht komen.

5.3 Resultaten modelberekeningen

In de berekeningen is het achtergrond slibgehalte niet meegenomen.

Bij de modelresultaten dienen dus de achtergrondgehalten te worden gesuperponeerd.

Met het slibverspreidingsmodel zijn 2 uiterste gevallen berekend namelijk slibbelasting op de stortplaats van 75 kg/sec. en 750 kg/sec.; respectievelijk uitvoeringstijd van 8 maanden en 1 maand. Verder is gerekend zonder en met resuspensie; respectievelijk $\alpha = 1,0$ en $= 0,0$.

De verspreiding van het slib tijdens het bagger- en stortproces vindt hoofdzakelijk plaats in westelijke richting (zeewaarts).

De belangrijkste oorzaak hiervoor is gelegen in de zeewaarts gerichte reststroom in de Wielingen (eboverschot van ca. 4%).

Hierdoor treedt ter plaatse van de stortplaats na ca. 10 getijden een volledige verversing op. Dit voorkomt dat grote slibconcentratieverhogingen de stranden bereiken.

Binnen 15 getijden is in het gebied een duidelijk evenwichtssituatie (steady state) bereikt (bijlage 9, fig. 1-3).

Het gebied waarin het slib na 10 en 15 getijden neerslaat is weergegeven op bijlage 9, fig. 4 en 5.

De verspreiding van het slib in oostelijke- en zuidelijke richting is beperkt.

De uiterste grenzen van het gebied bij verspreiding binnen een getij met concentratieverhoging van 10 gr/m³ beslaat ca. 225 km², deze verhoging zal de kust niet bereiken. De concentratie verhoging van 1 gr/m³ zal zowel de kust van Walcheren als Zeeuwsch-Vlaanderen bereiken. Deze verhoging van 1 gr/m³ is echter gering ten opzichte van het achtergrondgehalte in de Wielingen; tussen 10 en 150 gr/m³ afhankelijk van het getij. In de Wielingen variëren de vertikaal gemiddelde slibconcentratie in de zomer van 10 tot 50 gr/m³ op kentering en van 25 tot 150 gr/m³ op maximum stroom. In de winter zullen deze waarden het dubbele bedragen.

Belangrijk is het tempo waarin het slibrijke materiaal wordt gestort. Indien dit in 1 maand tijd gebeurt, zal praktisch alles weer in het mondingsgebied neerslaan.

Het gebied zal dan ca. 1 1/2 maal zo groot zijn als bij een verwerkingsperiode van 8 maanden. In b.v. 5 getijden is dan totaal 169 mln. kg (droge stof) slib gestort dat is ca. 13% van de totale hoeveelheid. Door de hoge concentraties slaat aanzienlijk meer slib neer dan bij een geleidelijker lozing; 126 mln. kg, dus 75% van de gestorte hoeveelheid (169 mln). Hierbij is 23% in suspensie en slechts 2% is over de rand verdwenen.

Practisch alle slib is dan in het mondingsgebied neergeslagen over een oppervlakte dat ca. 1 1/2 maal zo groot is als bij verwerking over een periode van 8 maanden (bijlage 10.).

De tijdsduur waarin de slibrijke klei wordt gebaggerd en gestort is dus een belangrijke factor die de grootte van het door slib beïnvloede

gebied bepaalt. Op bijlage 11 is dit in grafiekvorm en in een tabel weergegeven.

Het slib dat tijdens het baggeren van de overige specie vrijkomt is zo gering dat het niet in de berekening is meegenomen.

Na afloop van de baggeractiviteiten zal na ca. 10 getijden de eerste directe concentratieverhogingen als gevolg van de storting zijn verdwenen. Wel zal er gedurende een langere tijd (enkele maanden) rekening moeten worden gehouden met lokale verhoging van het slibgehalte over een groot gebied.

5.4 Slibverspreiding tijdens het baggeren

Tijdens het baggeren van de kleiachtige grondsoorten (holocene- en tertiaire klei) komt een deel van het slib in suspensie.

De hoeveelheid is echter gering. Bij het slibverspreidingsonderzoek is aangenomen dat de holocene slibrijke klei (grondsoort I) zonder overloop wordt gebaggerd, zodat nagenoeg geen slib door overstorten in de waterfase terecht komt. Tijdens het baggerproces van de overige grondsoorten in de vaargeul komt ca. 248 ton vaste stof ($<63 \mu\text{m}$) in suspensie; dit is 20% van wat volgens de aanname in het slibverspreidingsmodel op de stortplaats terecht komt.

Het slibverspreidingsonderzoek heeft aangetoond, dat bij de grote slibstortingen (totaal 1290 ton vaste stof) op de stortlocatie de "Spleet" de invloed op de naaste omgeving gering is (verhoging van enkele mg/l). Verder is deze verhoging gering in verhouding met het aanwezige achtergrondgehalte. Hieruit mag worden geconcludeerd dat, gezien de ligging van de stortlocatie de "Spleet" ten opzichte van de te baggeren vaargeul, het slib dat tijdens het baggeren in suspensie wordt gebracht nagenoeg geen invloed heeft op de omgeving.

6 GOLFONDERZOEK OP DE STORTPLAATS

Ongeveer 5 mln. m³ van de te baggeren specie zal maximaal in de voorziene stortplaats de "Spleet" kunnen worden geborgen. De bodem van de stortplaats zal door deze berging ca. 1 m verondiepen. Gezien de diepteligging van de stortplaats (gemiddeld N.A.P. - 10,5 m) is onderzoek verricht naar mogelijk suspensietransport onder invloed van golven en stroom (lit. 4).

Een groot deel van de op de stortplaats gestorte specie bestaat uit fijn materiaal (fractie $< 100 \mu\text{m}$). Bodemtransportformules voor slib zijn niet voorhanden. Meestal wordt voor slibtransport in de waterfase met de diffusie transportvergelijking gerekend. Daar het hier gaat om het transport van bodemmateriaal onder invloed van golven en stroom is derhalve gebruik gemaakt van bestaande bodemtransportformules voor zanderig materiaal (fractie $100 \mu\text{m}$ en groter). Berekeningen zijn gemaakt met de transportformules volgens: "Meijer-Peter en Müller; Engelund en Hansen, Swart en Twee Lagen Model".

De berekening volgens de formule van "Engelund en Hansen" geeft een totaal sedimenttransport dat ca. 2 maal zo groot is als het transport berekend volgens de overige formules. Opgemerkt dient echter te worden dat het totale sedimenttransport volgens "Engelund en Hansen" een overschatting van het totale sedimenttransport geeft, speciaal bij lage stroomsnelheden omdat in deze formule geen drempel voor een bewegingscriterium wordt gebruikt.

Uitgaande van het totale sedimenttransport volgens "Engelund en Hansen" betekent dit dat het toekomstige totale sedimenttransport na storting van de specie op de stortplaats een factor 2,5 toeneemt; respectievelijk 6.8 l/m/sec. tegen 2.9 l/m/sec. in de huidige situatie (fractie $100 \mu\text{m}$). Dit komt overeen met een laagdikte van respectievelijk 2,5 en 1 cm.

Het huidige totale sedimenttransport ter plaatse van de voorziene stortlocatie is reeds zeer gering, zodat verhoging van het transport met een factor 2,5 niet relevant is. Dit betekent dat de invloed van golven en stroom op de voorziene stortplaats ("Spleet") mag worden verwaarloosd.

7 MILIEU

De studie naar de mogelijke effecten op het milieu zijn gerapporteerd in (lit. 5). Hierbij is onderzoek uitgevoerd naar invloed van de slibstortingen op de bodemfauna en de groei van fytoplankton op de nieuwe stortlocatie (de "Spleet").

7.1 Onderzoek sedimentanalyse en bodemorganisme

Algemeen

Het onderzoek heeft zich voornamelijk toegespitst naar de aanwezigheid van bodemorganisme in termen van aantal soorten, dichtheid (aantal individuen) per soort en de biomassa per soort.

Onderscheid is gemaakt in macrozoöbenthos, dit zijn organismen groter dan 1 mm en het meiobenthos, dit zijn organismen kleiner dan 1 mm.

Deze groep is een bron van voedsel voor onder andere jonge vis en speelt voorts een belangrijke rol bij het mineralisatieproces.

De inventarisatie van de bodemfauna is uitgevoerd op de nieuwe stortlocatie de "Spleet". Daarnaast is ter vergelijking een raai bemonsterd in noordelijke richting van het stortvak S1 (zie bijlage 9 figuur 1). Indien de ligging van deze twee gebieden wordt vergeleken met de stratumindeling (statistische ruimtelijke eenheden) zoals die in het kader van het RWS-project "Bodeminventarisatie Voordelta is gemaakt, dan blijkt dat de "Spleet" in het minder rijke stratum V ligt en de raai "S1" in het stratum III.

De bemonsteringsstations voor de huidige studie op de locaties raai "S1" en de "Spleet" zijn aangegeven op bijlage 11, waarbij respectievelijk de zone tussen N.A.P. - 10 m tot - 15 m en N.A.P. -7,5 m tot - 14 m werd bemonsterd.

Opgemerkt dient te worden dat de drempels in de voorziene vaargeul van de Wielingen niet zo gunstige biotopen zijn voor bodemorganisme vanwege hun diepe ligging.

a) Sedimentanalyse.

Uit eerder verricht onderzoek kan globaal worden afgeleid dat de dichtheid van de belangrijkste soorten bodemorganismen het hoogst is bij een slibgehalte hoger dan 1% en een D50 van ca. 200 µm of meer. Bij te hoge slibpercentages (40%) echter neemt de dichtheid weer af.

De bodemsamenstelling in de raai "S1" is gemiddeld genomen fijnzandig en varieert tussen 125 en 250 μm , met een verwaarloosbaar grindgehalte en een laag slibpercentage. In de Spleet varieert de korrelgrootte tussen 180 en 400 μm , terwijl het slibgehalte ligt tussen 20 en 80%. Verder is het voor organismen die op de bodem leven van belang dat het bodemsediment goed gesorteerd is. Dit is namelijk een gunstigvoorwaarde voor het ontwikkelings- en leefklimaat.

De sortering van het bodemsediment voor beide locaties is als volgt:

- Raai "S1", goed tot matig goed gesorteerd;
- de "Spleet", minder goed gesorteerd.

b. Macrozoöbenthos.

Het totaal aantal gedetermineerde soorten is in de raai S1 iets groter dan op de locatie de "Spleet". Verder is de gemiddelde dichtheid in de raai "S1" significant hoger.

De verdeling over de beide locaties is duidelijk verschillend (bijlage 12). De raai "S1" toont een vrij evenwichtige verdeling, hoewel in een aantal van de meest noordelijk gelegen stations grotere dichtheden voorkomen. De stortlocatie de "Spleet" vertoont per station een grote variatie in biomassa, dichtheden en aantal soorten.

De verdeling over het gebied is dan ook vrij onevenwichtig.

Toch is er wat de biomassa betreft geen significant verschil tussen de raai "S1" en de "Spleet". De gemiddelde biomassa's van raai "S1" en de "Spleet" zijn respectievelijk 14,8 g AVD/m² en 10,0 g AVD/m².

c) Meiobenthos.

De samenstelling van de meiofauna is in beide gebieden vergelijkbaar; met uitzondering van enkele soorten die in het slibrijkeregebied van de "Spleet" hoger zijn.

De gemiddelde dichtheid van de totale meiofauna is in de Spleet iets lager dan in de raai "S1"; toch is er geen significant verschil.

d) Vogels.

Het mondingsgebied van de Westerschelde is vanuit ornithologisch

oogpunt een gebied van geringe betekenis ten opzichte van andere delen van de Voordelta. Het gemiddelde van alle vogelsoorten bedraagt in het mondingsgebied ca. 6%, voor de zeer algemene vogelsoorten (Wilde Eend en Kokmeeuw) ligt dit percentage iets hoger (lit. 6).

Samenvattend kan worden gesteld dat hoewel enige verschillen in sedimentsamenstelling bestaat tussen de raai S1 en de "Spleet", de bodemfauna qua soortenaantal, dichtheden en totale biomassa niet significant van elkaar verschillen. Dit ondanks de huidige speciéstortingen ter plaatse van de stortlocatie "S1".

Wat de vogelsoorten betreft is het mondingsgebied van gering betekenis.

7.2. Effecten van de speciéstortingen op het milieu

De belangrijkste veranderingen op het aquatisch milieu bij het verdiepen van de Wielingen worden veroorzaakt door:

1. het storten van baggerspecie op de stortlocatie;
2. slibverspreiding tijdens het storten.

De stortlocaties de "Spleet" zal de meeste schade ondervinden omdat het hier om een nieuwe stortlocatie gaat. Thans worden op de stortplaats ter plaatse van boei "S1" vanwege de Belgische overheid uitgevoerde baggerwerken reeds aanzienlijke speciéstortingen verricht. Uit de (slechts eenmaal uitgevoerde inventarisatie hoofdstuk 7.1) in de raai "S1" blijkt dat het bodemleven in de omgeving van het stortvak zich op hetzelfde niveau handhaaft.

In dit hoofdstuk zullen dan ook alleen de milieu-effecten als gevolg van de speciéstortingen op de stortlocatie de "Spleet" worden bekeken.

a) Invloed op de stortlocatie.

De stortlocatie de "Spleet" zal over een oppervlakte van ca. 500 ha 1 m verondiepen. Het onderzoek naar het bodemleven (hoofdstuk 7.1) heeft aangetoond dat de Spleet ten opzichte van zijn omgeving een rijk gebied is qua aantal soorten en dichtheden van diverse soorten. De meio- en macrofauna is vrijwel vergelijkbaar met die van raai "S1", welke tot de meeste soorten en individuen rijke stratum van de Zuidelijke Voordelta behoort.

Door de speciëstortingen in de Spleet zal de aanwezige bodemfauna verstikken. Na beëindigen van het storten zullen in bepaalde gevallen na enkele dagen reeds de eerste organismen weer op de stortlocatie worden aangetroffen.

Dit gebeurt door settling van larven en/of door migratie van individuen. Bij deze rekolonisatie zullen de soorten organismen beperkt zijn doch de dichtheid hoog. Na verloop van tijd neemt de dichtheid af en stijgt de diversiteit gevolgd door een fase waarin de gemeenschap zich stabiliseert. Gezien de diepteligging van de "Spleet" ook na de speciëstortingen kan worden aangenomen dat aldaar de voormalige bodemfauna zal terugkeren.

Afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden duurt de gehele herstelperiode 2 tot 5 jaar.

Hierbij is met name de sortering van de bovenste 20 cm van het sediment van belang. Wanneer hiervoor gemiddeld fijn zand wordt gebruikt, biedt dit een goede voorwaarde voor een herstel van een rijke bodemfauna.

b) Invloed slibverspreiding onderwaterbodem.

De slibwolk, die zich over de naaste omgeving van de stortlocatie verspreidt en bezinkt kan nadelige invloed hebben om de plaatselijke habitats. De dikte van de sliblaag is afhankelijk van het tempo waarin de specie wordt gestort. Een maximale laagdikte treedt op bij een uitvoeringsperiode van ca. 1 maand voor het storten van de tertiaire slibrijke klei.

De laagdikte bedraagt dan ca. 1,5 cm met een daarbij behorend oppervlak van 8700 ha. Bij verwerking van de specie gedurende een periode van 7 maanden bedraagt het oppervlak slechts 1000 ha.

Opgemerkt dient te worden dat het oppervlak van de stortlocatie de "Spleet" (500 ha) in beide gevallen in mindering moet worden gebracht. De sliblaagdikte van 1,5 cm zal voor de meeste organismen (b.v. Polychaeten) weinig bezwaar opleveren, slechts enkele soorten (o.a. Bivalvia) zullen door hun geringe mobiliteit verstikken. Gezien de geringe dikte van de maximale optredende sliblaag, mag worden verwacht dat de kans op schade aan het bodemleven beperkt blijft. Een ander aspect is dat de settling van larven door de hoge slibconcentraties minder succesvol is.

De settlingsperiode verschilt van soort tot soort maar vindt in het algemeen over de gehele zomerperiode plaats en voor een enkele soort gedurende het gehele jaar.

c) Invloed slibverspreiding in waterfase.

Het ecosysteem van het Scheur en de Wielingen vormt vanwege de hoge chlorofyl concentraties ter plaatse de eerste fase in een pelagische voedselketen rond de Vlake van de Raan en de Belgische kust.

In de periode half maart- tot half juli wordt ca. 70% van de totale jaarproduktie gerealiseerd. De invloed op deze "basis van de voedselketen" is in deze periode dan ook groter dan in de periode hiervoor of daarna.

Vertroebeling van het water zorgt ervoor dat uitdoving van zonlicht in het water optreedt, zodat de primaire produktie van fytoplankton wordt beperkt.

Bij een uitvoeringsperiode van 7 maanden (storting van 75 kg slib/sec.) treedt een verhoging van het slibgehalte in de waterfase van 10 mg/l op (oppervlakte ca. 7000 ha).

Een toename van het zwevend stofgehalte met 10 mg/l, geeft een afname van de primaire produktie van fytoplankton met 10% voor de ondiepe gedeelten en 20% voor de diepere geul.

Bij versnelde uitvoering (ca. 1 maand, storting 750 kg slib/sec.) bedraagt het gebied waarin een verhoging van 10 mg/l optreedt ca. 13.000 ha. De periode waarin afname van de primaire produktie van fytoplankton plaatsvindt, bedraagt dan ca. 1 maand. De invloed van de primaire produktie-afname ter plaatse kan echter door het belang voor de voedselketen over een groot gebied merkbaar zijn.

d) invloed op de vispopulatie

De vispopulatie ondervindt indirecte beïnvloeding door de specie-stortingen in het gebied van de "Spleet" en de naaste omgeving. Deze indirecte beïnvloeding geschiedt via de bodem en de voedselketen in de waterfase. Door neerslag van slib op de bodem bestaat er met name in de maand april kans op schade wanneer de larven van de vissen zich op de bodem gaan vestigen. Ook in de periode met een maximale biomassa aan vis (september-oktober) is de kans op schade groter dan in de periode daarvoor of daarna.

Verder zal afname van de primaire voedselketen zijn weerslag vinden in de hoeveelheid van de vispopulatie.

7.3 Visserij

Thans wordt in het stortgebied van de "Spleet" door vissers uit Breskens op garnalen gevist. Tijdens de uitvoering van de speciéstortingen op de bewuste stortplaats zal gedurende het hele jaar waarin het werk wordt uitgevoerd, de visplaats vervallen. De visserij zou verder materiële schade kunnen ondervinden bij een oneffen bodem (door bijvoorbeeld kleibrokken).

7.4 Maatregelen ten aanzien van het milieu

Wanneer we er van uitgaan dat de qua bodemleven relatief rijke locatie de "Spleet" gebruikt dient te worden als nieuwe en éénmalig stortvlak, dan dienen de volgende maatregelen ten aanzien van uitvoeringsperiode in acht te worden genomen.

De minste schade aan het ecosysteem wordt verwacht wanneer de slibstortingen worden uitgevoerd in de periode december-maart; in deze periode is de biologische activiteit relatief laag.

Wanneer de slibstortingen uitsluitend in het zomerhalfjaar worden uitgevoerd, is de minste schade te verwachten tussen half juni en eind augustus.

Door de slibstortingen na half juni uit te voeren kan worden voorkomen dat de primaire produktie van fytoplankton te sterk wordt gereduceerd en verder blijft de sterfte van vislarven aan de bodem beperkt.

Om een snel herstel van de bodemfauna op de stortplaats te bevorderen, zal de bovenste laag (ca. 2 dm) van het sediment moeten bestaan uit gemiddeld fijn zand. Voor de visserijactiviteiten kan dit eventueel ook schade voorkomen.

8 UITVOERING

8.1 Baggerwerk

De te verdiepen vaargeul in de Wielingen is zodanig gelegen dat met volle zeegang rekening dient te worden gehouden, waarbij krachtige winden uit het westen en noord-westen het werk kunnen belemmeren. Dit betekent dat het baggermaterieel dat wordt ingezet, zeewaardig moet zijn.

Uit golfgegevens van 1985 blijkt dat de golfhoogte zelden boven 1,5 m uitkwam en dat de significantie golfhoogte 0,8 m bedroeg. Opgemerkt wordt dat het jaar 1985 als een kalm jaar kan worden aangemerkt. Verder dient rekening te worden gehouden met de drukke scheepvaart in de Wielingen; dit levert beperkingen ten aanzien van de verankering van het baggermaterieel.

Uit de baggerstudie (lit. 3) blijkt de volgende methode de meest rendabele.

In de holocene klei- en zandgronden (tabel 2, hoofdstuk 4.3) is de sleephopper het meest geschikte baggertuig te worden ingezet. De tertiaire klei daarentegen (ca. 1,6 mln. m³) zal eerst met een cutter moeten worden versneden om vervolgens in een hopper te worden geladen en naar de stortplaats worden afgevoerd.

8.2 Mogelijk hergebruik specie

Een deel van de specie komt voor hergebruik in aanmerking.

Het gaat hierbij met name om het zand van de drempel van Vlissingen en het zand uit het overige deel van de Wielingen (totaal ca. 7,6 mln. m³) en de tertiaire klei (ca. 1,6 mln m³).

Het zand van de drempel van Vlissingen zou mogelijk kunnen worden gebruikt voor zandsuppletie langs de Zeeuwsch Vlaamse kust. Hierbij moet worden gedacht aan de volgende gebieden:

- Breskens (ca. 1,2 mln m³);
- Groedse duinen (ca. 750.000 m³).

Overwogen wordt door strandsuppletie de kosten voor het renoveren van de strandhoofden te verminderen;

- Kustvak Cadzand (ca. 1,7 mln m³):

Strandsuppletie zou voorkomen dat de glooiing ter plaatse naar beneden moet worden verbreed. Verder zou het opdringen van de langs de kust gelegen geul, kunnen worden geconsolideerd door de landwaartse oever te bestorten met vaste klei (tertiaire klei).

- Verder is het ook zinvol de onderwateroever met zandig materiaal te suppleren. Dit zal in de loop der jaren weer verdwijnen, maar geeft gedurende een lange periode een grotere veiligheid en een beter recreatiestrand.

8.3 Kosten

De kosten verbonden aan de uitvoering van de voorziene vaargeul worden sterk bepaald door de stortlocaties; dit in verband met vaarafstand (S1 ca. 20 km).

Totaal moet in de voorziene vaargeul ca. 12,4 mln. m³ specie worden gebaggerd.

In de stortlocatie de "Spleet" zou 5 mln. m³ kunnen worden geborgen, terwijl ca. 3,7 mln. m³ zand voor strandsuppletie nodig is.

De volgende varianten voor berging van de specie zijn bekeken:

- A. Berging specie in stortlocaties "Spleet" en "S1" en opspuiting ten behoeve van strandsuppletie (Zeeuwsch-Vlaamse kust, 3,7 mln m³);
- B. Berging specie in stortlocaties "Spleet" en "S1";
- C. Berging specie "S1" en stranden;
- D. Berging alle specie bij "S1".

Kosten in mln. gulden.

Variant	Bergingslocatie			Totale kosten
	"Spleet"	"S1"	strandsuppletie	
A	25.5	20.4	24.8	70.7
B	25.5	48.7	-	74.2
C	-	55.9	24.8	80,7
D	-	76.2	-	76.2

n.b. prijspeil 1985.

Hierbij zijn de volgende éénheidsprijzen gehanteerd:

- baggeren en berging ("Spleet") tertiaire klei gem. f 8,5 p/m³;
- baggeren en bergen specie ("Spleet") f 3,5 p/m³;
- baggeren en opspuiten ten behoeve van strandsuppletie f 6,70 p/m³.

Indien de specie naar de stortplaats "S1" wordt afgevoerd is de meerprijs f 2,-- per m³. Het suppleren van de onderwateroever met zandig materiaal is niet begroot daar geen exacte hoeveelheid bekend is.

9 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

9.1 Conclusies

1. Vaargeul (hoofdstuk 3)

De dimensionering van de vaargeul is vastgesteld op:

- bodembreedte van 500 m met taluds van 1:60 (holoceen materiaal) 1:20 (tertiair) materiaal);
- aanlegdiepte geul N.A.P. - 17,90 m (ten oosten 3°33' EL) en N.A.P. - 17,70 m (ten westen 3°33' EL);
- baggertolerantie in holoceen- en tertiair zand + 2 dm of -3 dm en in de tertiaire klei -3dm.

2. Stortplaatsen (hoofdstuk 3)

In het mondingsgebied is één potentiële stortlocatie (de "Spleet") aanwezig (berging ca. 5 mln m³, verondieping 1 m).

Afhankelijk van de hoeveelheid specie die voor strandsuppletie wordt gebruikt, zal de overblijvende specie naar de stortlocatie "S1" moeten worden afgevoerd.

3. Bodemstamenstelling en baggerhoeveelheden (hoofdstuk 4)

De in de voorziene vaargeul aanwezige grondsoorten kunnen als volgt worden geclassificeerd:

Tabel 1

Kwartair (holocene afzettingen)

km.	Code	Grondsoort	Bijzonderheden
8000-11000	I	Klei	sterk slibhoudend (afvoeren)
5000-11000	II	Zand gelaagd met klei	mogelijk te gebruiken op vooroevers
5000-11000	III	Zand	matig geschikt voor zandsuppletie
-	IIIa	Zand (dr. Vlissingen)	grof zand, geschikt voor b.v. zandsuppletie

Tertiair (Formaties Breda en Rupel)

km	Code	Grondsoort	Bijzonderheden
0-2000	IV	Zand, veelal glauconiethoudend	slibhoudend en schelprijk
2500-5500	V	Klei	stugge harde klei, enigszins zandhoudend

Te baggeren hoeveelheden specie in profiel gemeten zijn:
hoeveelheden specie in mln. m³.

Code	kwartaair				tertiair	
	I	II	III	IIIa	IV	V
Grondsoort	klei	zand klei	zand	zand	zand glauc.	klei (stug)
	0,9	2,0	7,2	0,4	0,3	1,6

De totaal te baggeren hoeveelheid specie bedraagt 12,4 mln m³.
(gemeten in profiel).

Indien in de Tertiaire klei (V) taluds van 1:20 worden gebaggerd, verminderd deze hoeveelheid specie met 0,1 mln.m³.

4. Slibverspreidingsonderzoek (hoofdstuk 5)

- De grootte van de slibbelasting op de stortlocatie de "Spleet" is in het model aan de veilige kant gehouden (1290 ton droge stof). In werkelijkheid komt maar ca. 1/3 van deze hoeveelheid op de stortlocatie terecht.
- De effecten als gevolg van het storten van deze hoeveelheid slib in:
 - a. 7 maanden geeft een verhoging van het achtergrondslibgehalte van enkele mg/l en over een gebied van ca. 1000 ha zal een 1,5 cm dikke sliblaag op de bodem neerslaan.
 - b. 1 maand (geen reële situatie) zullen de oppervlakken grenzend in a. respectievelijk een factor 1,5 à 2 en een factor 9 groter worden.

- De slib die tijdens het baggerproces in suspensie komt is gering en bedraagt ca. 20% van de totale hoeveelheid die in de "Spleet" wordt gestort.
- De vertikaal gemiddelde slibgehalten in de Wielingen variëren sterk met de getijfase; in de zomer van 10 tot 150 mg/l bij maximum stroom. In de winter zullen deze waarden het dubbele bedragen.
- De kans op sliboverlast op de aangrenzende strande als gevolg van de eventuele speciéstortingen in de "Spleet" en de baggeractiviteiten in de vaargeul zal minimaal zijn.

5. Golfonderzoek stortplaats (hoofdstuk 6)

Het sedimenttransport op de stortplaats de "Spleet" zal na het storten van de specie (5 mln m³) een factor 2,5 toenemen. Daar het huidige bodemtransport minimaal is (2,9 l/sec \approx laagdikte 1 cm), mag het transport op de stortlocatie onder invloed van stroom en golven worden verwaarloosd.

6. Milieu (hoofdstuk 7)

- Hoewel de "Spleet" in het minder rijke stratum V ligt, heeft deze locatie een bodemfauna die qua soorten aantal, dichtheden en totale biomassa (macrozoöbenthos en meiobenthos) vergelijkbaar is met het rijkere stratum III. Dit komt door de relatief diepere ligging van de "Spleet" ten opzichte van de omgeving die tevens slibrijker is.

7. Effecten op het milieu (hoofdstuk 7)

a) stortplaats

Tijdens de uitvoering van de speciéstortingen zal de aanwezige bodemfauna op de stortlocatie de "Spleet" (opp. 500 ha) verdwijnen; een deel van het organisme zal verstikken en het andere deel zal wegtrekken.

Na beëindiging van de stortactiviteiten moet met een herstelperiode van 2 tot 5 jaar worden gerekend.

b) onderwaterbodem aangrenzend gebied

Uit het slibverspreidingsonderzoek blijkt dat een groot deel van de bodem (1000 ha bij stortingen gedurende 7 maanden) door een slibdeken van ca. 1,5 cm wordt bedekt. De meeste organismen zullen dit overleven en zichf aanpassen, slechts enkele soorten zullen vanwege hun geringe mobiliteit verstikken.

Het settlen van larven bij deze sliblaag op de bodem is minder succesvol. De periode van settling vindt in het algemeen gedurende de hele zomerperiode plaats.

c. invloed op de waterfase

Het ecosysteem van het Scheur en de Wielingen is door de hoge chlorofylconcentraties een belangrijk gebied in de pelagische voedselketen rond de Vlakte van de Raan en de Belgische kust. De verhoging van het zwevend stofgehalte betekent een gemiddelde afname van 15% van de primaire produktie van fytoplankton in het beïnvloede gebied.

d. vispopulatie

Indirecte beïnvloeding van de vispopulatie vindt plaats via de bodem en de voedselketen in de waterfase.

Verder bestaat met name in april kan op schade, wanneer de larven zich op de bodem gaan vestigen en in de poeriode met een maximum aan biomassa aan vis (september en oktober).

8. Uitvoering, hergebruik specie en kosten (hoofdstuk 8)

a) Het baggermaterieel dat wordt ingezet, dient zeewaardig te zijn. De hopperzuiger is het meest economische werktuig om de aanwezige specie te verwijderen met uitzondering van de tertiaire klei (stugge klei), die eerst met een cutterzuiger moet worden versneden.

b) Hergebruik volgende specie:

- zand drempel van Vlissingen (0,4 mln m³);
- zand overige deel Wielingen (7,6 mln m³);
- eventueel tertiaire klei (1,6 mln m³);

Locaties strandsuppletie:

- Breskens (1,2 mln m³);
- Groedse duinen (0,75 mln m³);
- Cadzand (1,7 mln m³);
- eventueel suppleren van de onderwateroevers.

c) Kosten varianten uitvoering baggerwerk:

- A. Berging specie in stortlocaties "Spleet" en "S1" en opspuiting ten behoeve van strandsuppletie (Zeeuwsch-Vlaamse kust, 3,7 mln m³);
- B. Berging specie in stortlocaties "Spleet" en "S1";
- C. Berging specie "S1" en stranden;
- D. Berging alle specie bij "S1".

Kosten in mln. gulden.

Variant	Bergingslocatie			Totale kosten
	"Spleet"	"S1"	strandsuppletie	
A	25.5	20.4	24.8	70.7
B	25.5	48.7	-	74.2
C	-	55.9	24.8	80.7
D	-	76.2	-	76.2

n.b. prijspeil 1985.

9.2 Aanbevelingen

1. Indien de stortlocatie de "Spleet" voor het bergen van een deel van de specie (ca. 5 mln m³) wordt gebruikt, dienen de volgende maatregelen in acht te worden genomen.
 - a. een zo gunstig mogelijk klimaat voor een snel herstel van de bodemfauna in de "Spleet" wordt gecreëerd door de bovenste 2 dm van de stortplaats op te bouwen uit gemiddeld fijn zand met een D 50 van ca. 200 μ m;

b. de schade aan het ecosysteem in het gebied waar slibverspreiding plaatsvindt, is minimaal indien de speciëstortingen in de "Spleet" in de periode vanaf half juni tot maart worden uitgevoerd.

Door de speciëstortingen na half juni uit te voeren wordt voorkomen dat de totale primaire productie van fytoplankton te sterk wordt gereduceerd. De settling van vislarven vindt plaats in de maand april, zodat indien de speciëstortingen vóór deze periode worden beëindigd de kans op schade hieraan minimaal is.

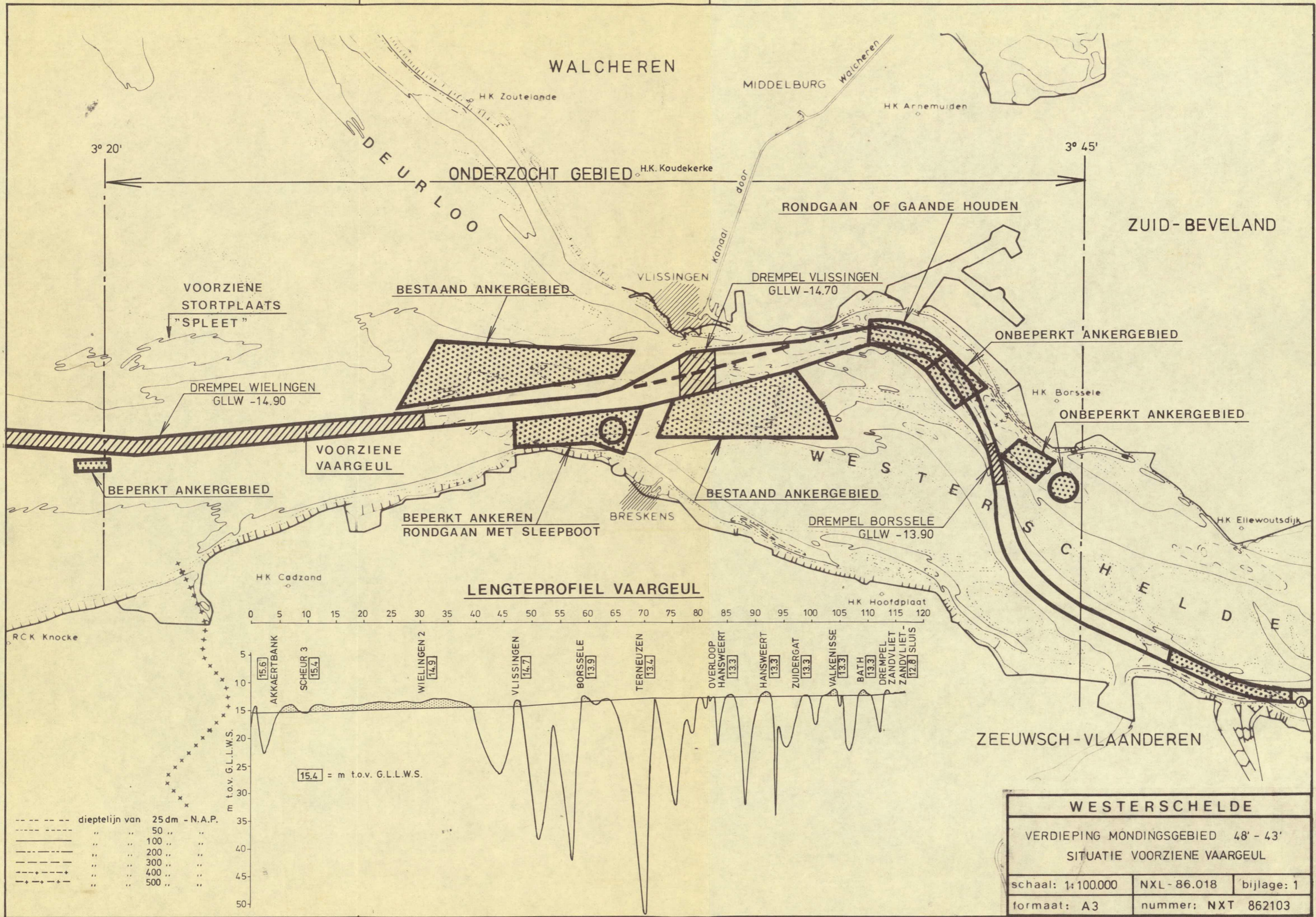
2. Om de slibverspreiding in het gebied van de stortplaats de "Spleet" als gevolg van de speciëstortingen aldaar zo veel mogelijk te beperken, dienen deze speciëstortingen over een periode van 3 à 7 maanden te worden gespreid. Verder dient met name de holocene klei (ca. 0,9 mln m³) zonder overloop te worden gebaggerd.
3. Het zand dat bij verdieping vrij komt is van dusdanige kwaliteit dat wordt voorgesteld deze specie voor strandsuppletie langs de Zeeuwsch-Vlaamse kust te gebruiken; totaal komt vrij ca. 7,6 à 7,9 mln m³.

Literatuurlijst

1. Studierapport Verdieping Westerschelde 48'/43', juni 1984.
2. Geologisch onderzoek vaargeul Wielingen c.a.
Rapport OP 6520,
Rijks Geologische Dienst, Afdeling Mariene Geologie.
3. Slibverspreidingsonderzoek stortplaats t.b.v. verdieping mondings-
gebied Westerschelde,
Ingenieursbureau SVASEK, Rotterdam.
4. Folfonderzoek stortplaats de "Spleet".
DGW-notitie GWWS-86.516.
L.A. Louws, mei 1986.
5. Milieu-effecten van de verdieping 48'/43'
Wielingen-Vlissingen.
D.G.W.-nota 403, Middelburg,
ing. J. Stronkhorst
6. Ornithologische verkenning van de Voordelta van Zuidwest-Nederland
1975-1983.
Nota DDMI-83.19.
H.J.M. Baptist en P.R. Meininger, 1984.

Lijst van bijlagen

<u>bijlage nr.</u>	<u>Omschrijving</u>
1	Situatie voorziene vaargeul
2-3	Lokatie steekboringen
4 t/m 6	Geologische lengteprofielen
7	Overzicht grondsoorten in de vaargeul
8	D50-waarden zandmonsters
9 t/m 10	Resultaten slibverspreidingsonderzoek
11	Relatie slibdikte - oppervlakte slibdeken
12	Overzicht bemonsteringsstations
13	Grafieken bodemorganisme de Spleet en S ₁



---+---+---	dieptelijn van	25 dm	- N.A.P.
---	"	50 "	"
---	"	100 "	"
---	"	200 "	"
---	"	300 "	"
---	"	400 "	"
---+---+---	"	500 "	"

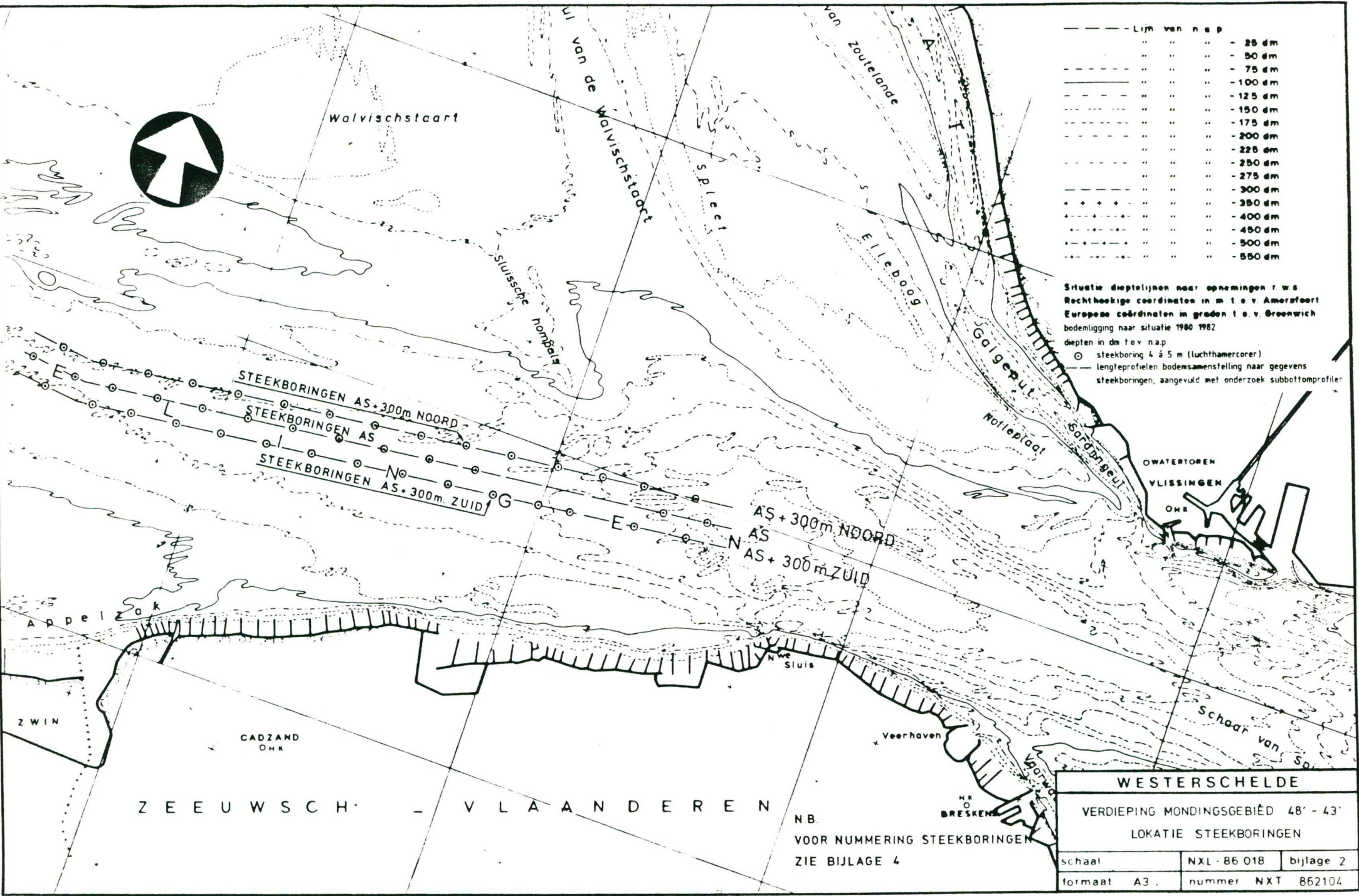
WESTERSCHELDE		
VERDIEPING MÖNDINGSGBIED 48' - 43'		
SITUATIE VOORZIENE VAARGEUL		
schaal: 1:100.000	NXL - 86.018	bijlage: 1
formaat: A3	nummer: NXT 862103	



---	Lijn van n a p	- 25 dm
---	" " "	- 50 dm
---	" " "	- 75 dm
---	" " "	- 100 dm
---	" " "	- 125 dm
---	" " "	- 150 dm
---	" " "	- 175 dm
---	" " "	- 200 dm
---	" " "	- 225 dm
---	" " "	- 250 dm
---	" " "	- 275 dm
---	" " "	- 300 dm
+	" " "	- 350 dm
+	" " "	- 400 dm
+	" " "	- 450 dm
+	" " "	- 500 dm
+	" " "	- 550 dm

Situatie dieptelijn naar opnemingen t.w.s. ReCHThoekige coördinaten in m t.o.v. Amersfoort Europeese coördinaten in graden t.o.v. Greenwich bodemligging naar situatie 1980-1982 diepten in dm tov n.a.p.

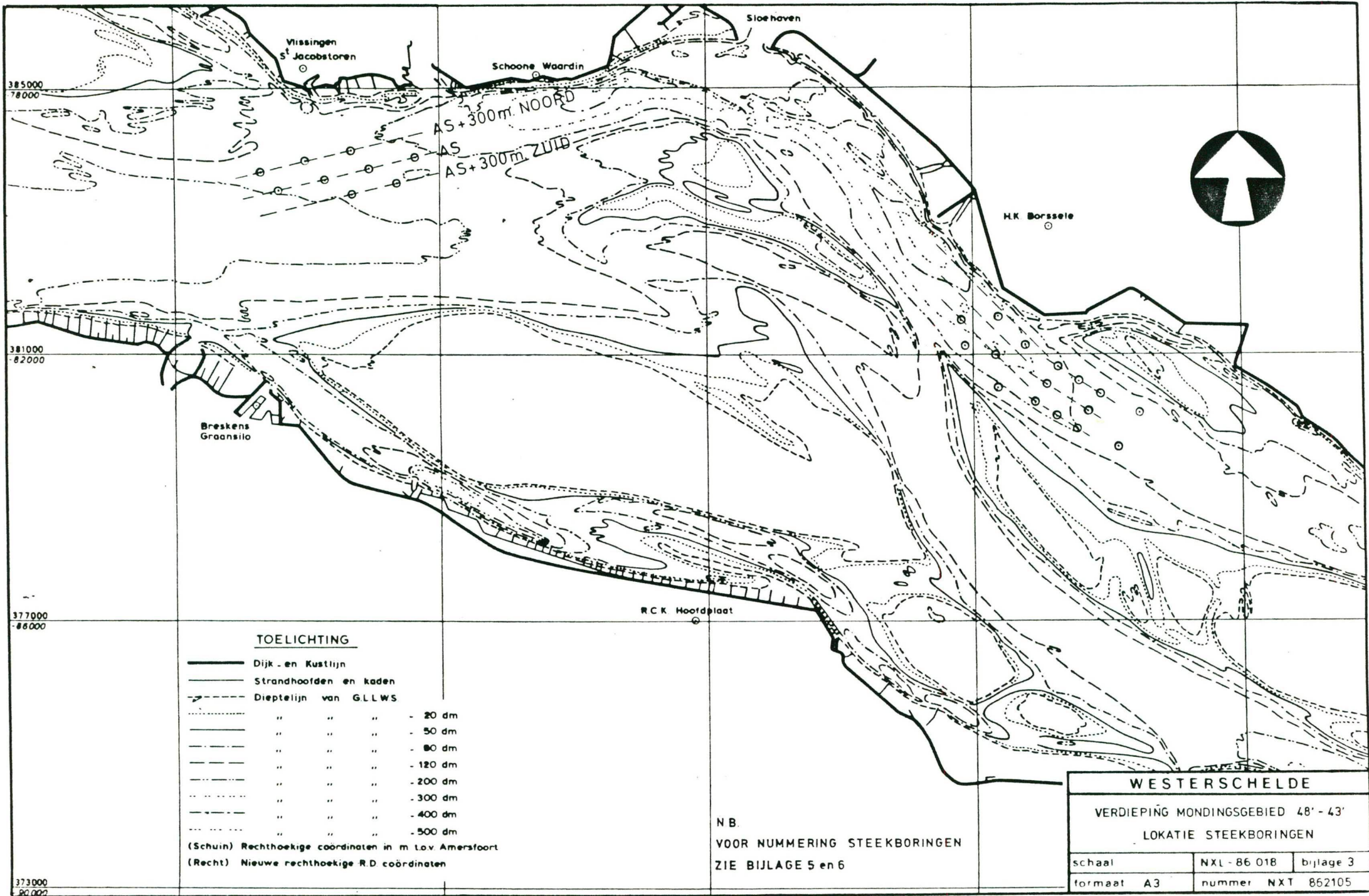
○ steekboring 4 à 5 m (Luchthamercorer)
 — lengteprofielen bodemsamenstelling naar gegevens steekboringen, aangevuld met onderzoek subbottomprofielen



Z E E U W S C H - V L A A N D E R E N

N.B.
 VOOR NUMMERING STEEKBORINGEN
 ZIE BIJLAGE 4

WESTERSCHELDE		
VERDIEPING MONDINGSGBIED 48' - 43'		
LOKATIE STEEKBORINGEN		
Schaal	NXL - 86 018	bijlage 2
formaat	A3	nummer NXT 862104



TOELICHTING

- Dijk- en Kustlijn
- Strandhoofden en kaden
- Dieptelijn van G.L.L.W.S.
- " " " - 20 dm
- " " " - 50 dm
- " " " - 80 dm
- " " " - 120 dm
- " " " - 200 dm
- " " " - 300 dm
- " " " - 400 dm
- " " " - 500 dm

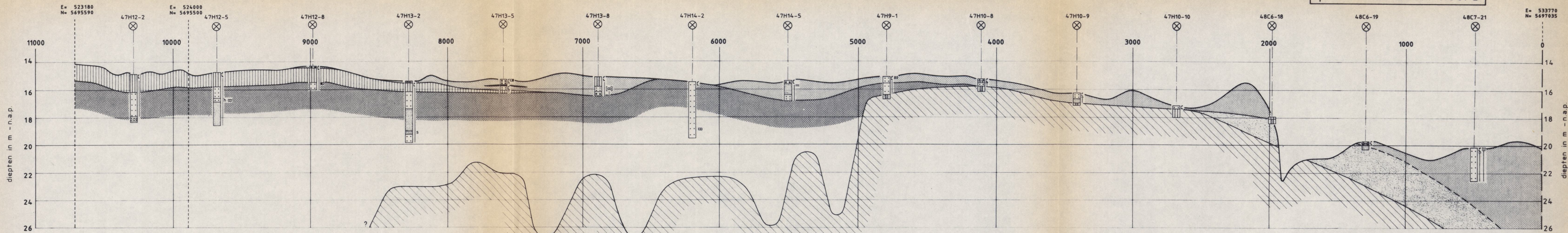
(Schuin) Rechthoekige coördinaten in m. Lov. Amersfoort
 (Recht) Nieuwe rechthoekige R.D. coördinaten

N.B.
 VOOR NUMMERING STEEKBORINGEN
 ZIE BIJLAGE 5 en 6

WESTERSCHDELDE		
VERDIEPING MONDINGSGBIED 48' - 43'		
LOKATIE STEEKBORINGEN		
schaal	NXL - 86 01B	bijlage 3
formaat	A3	nummer NXT 862105

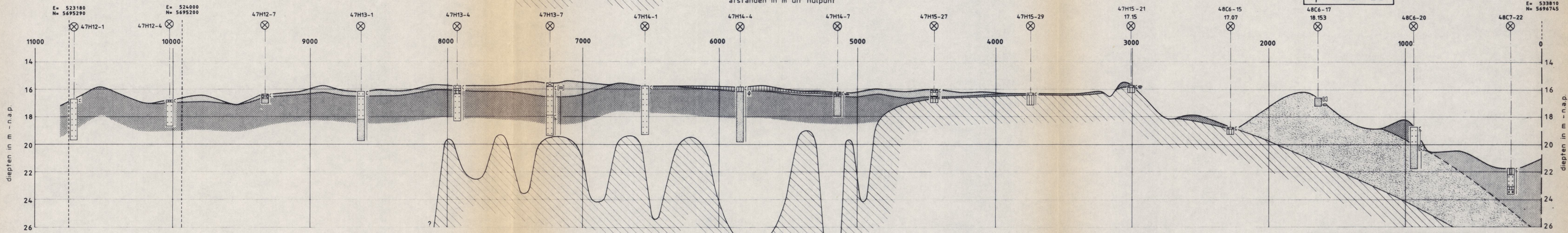
afstanden in m uit nulpunt

profiel as+300m noord



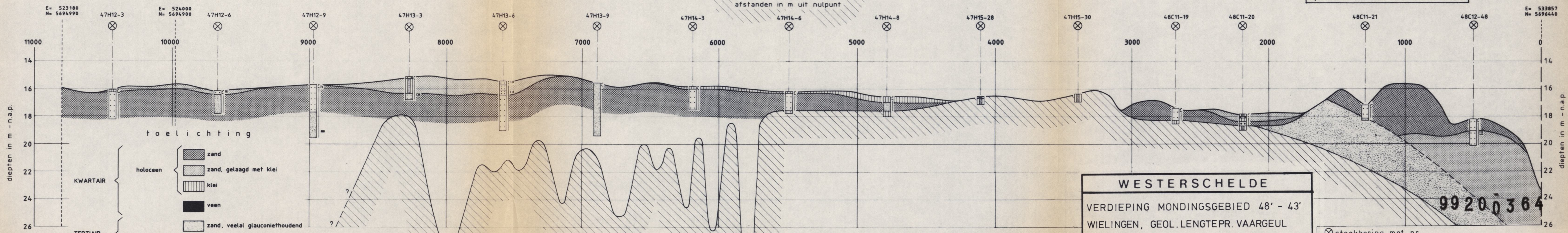
afstanden in m uit nulpunt

profiel as



afstanden in m uit nulpunt

profiel as+300m zuid



toelichting

- holoceen
 - zand
 - zand, gelaagd met klei
 - klei
- veen
- zand, veelal glauconiethoudend
- klei

voor toelichting boorprofielen zie A4-85.295

geologische gegevens naar resultaten onderzoek rijksgeologische dienst

WESTERSCHELDE		
VERDIEPING MONDINGSGBIED 48' - 43'		
WIELINGEN, GEOL. LENGTEPR. VAARGEUL		
schaal:	NXL - 86.018	bijlage: 4
formaat:	A3	nummer: NXT 862106

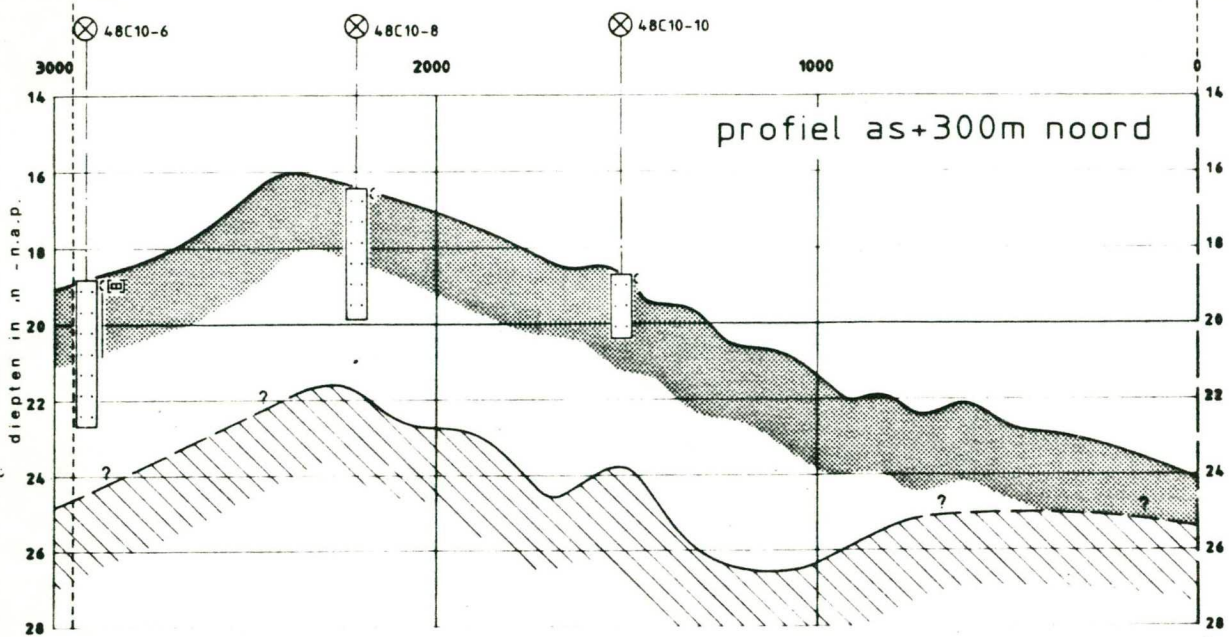
⊗ steekboring met nr. lengtepr. naar opnemig 1984 (rivierlodingen) aangepast aan bodemonderzoek 1985 u.t.m. coördinaten in m. (zône 31)

99200364

x = 28140
y = 383700

afstanden in m uit nulpunt

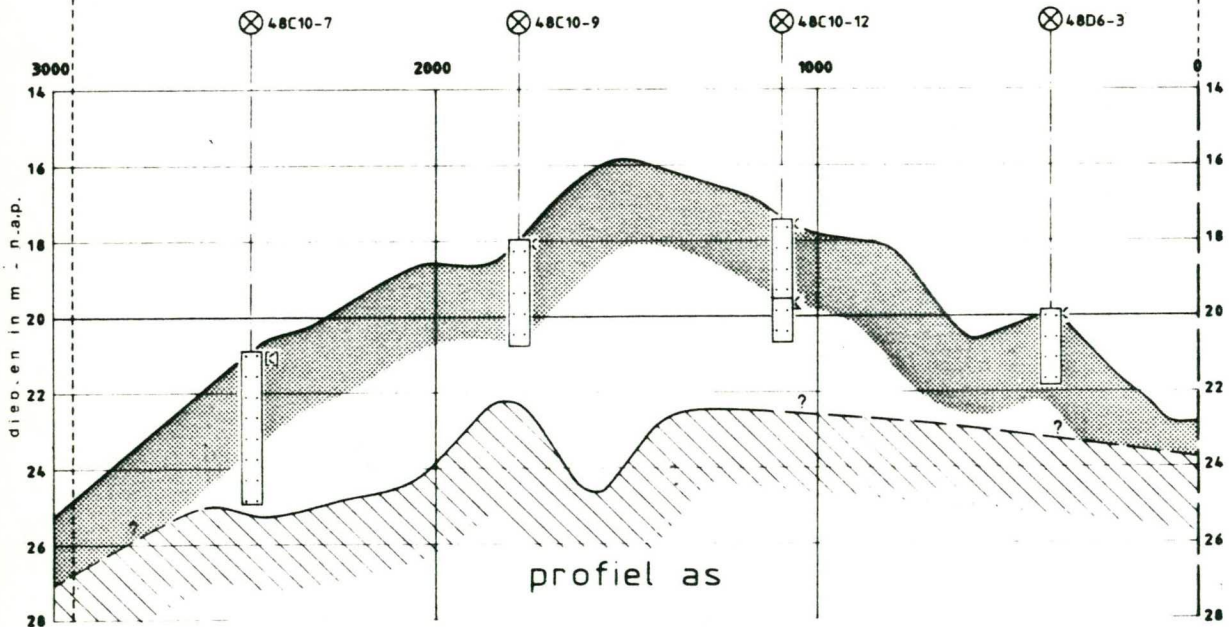
x = 31000
y = 384420



x = 28140
y = 383400

afstanden in m uit nulpunt

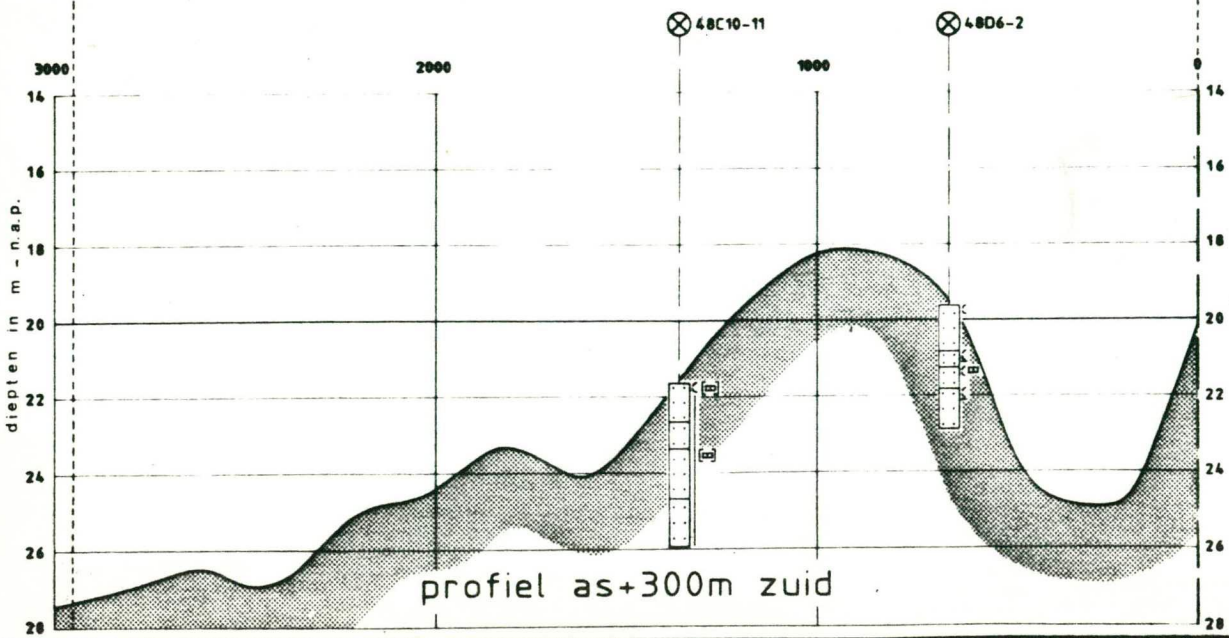
x = 31000
y = 384110



x = 28140
y = 383080

afstanden in m uit nulpunt

x = 31000
y = 383800

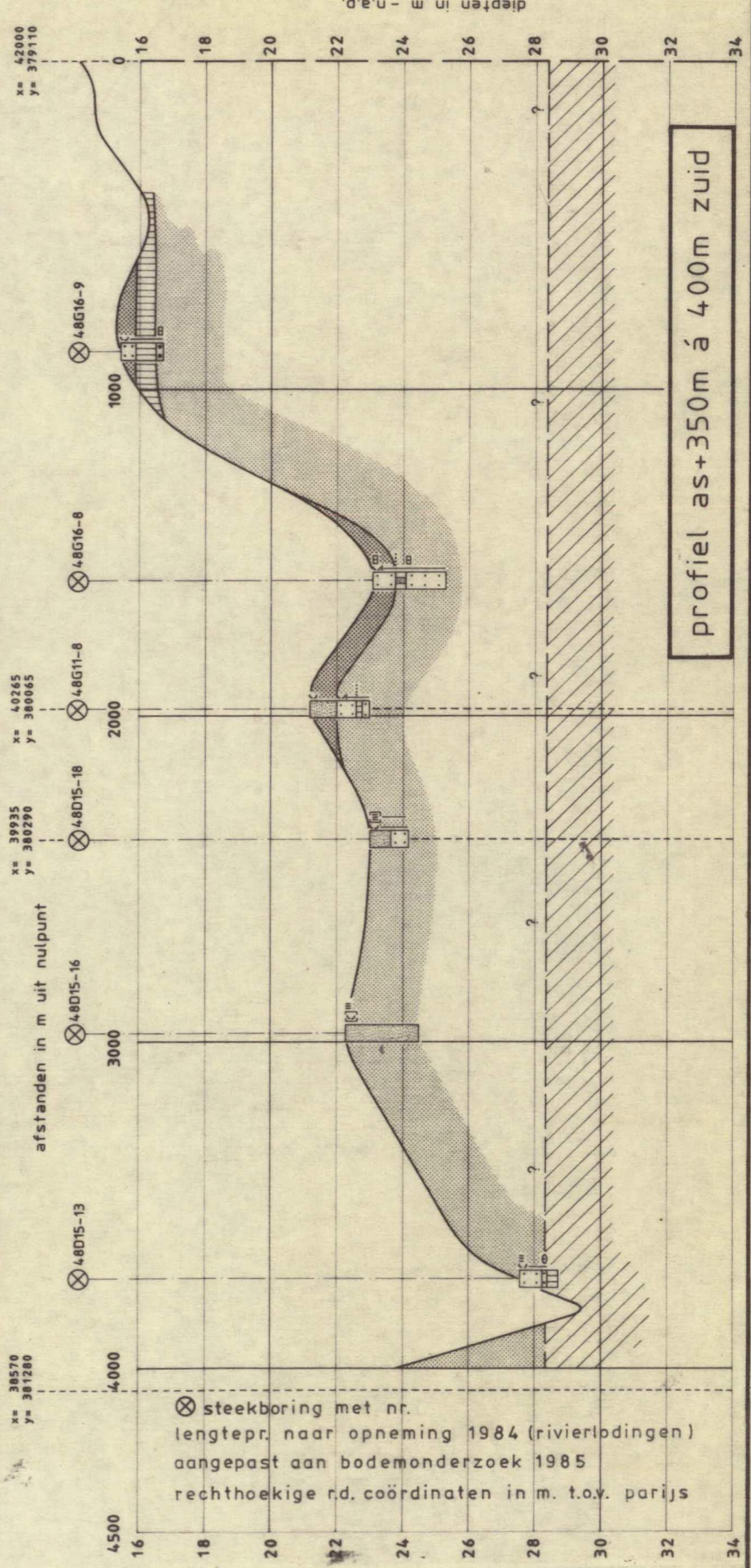
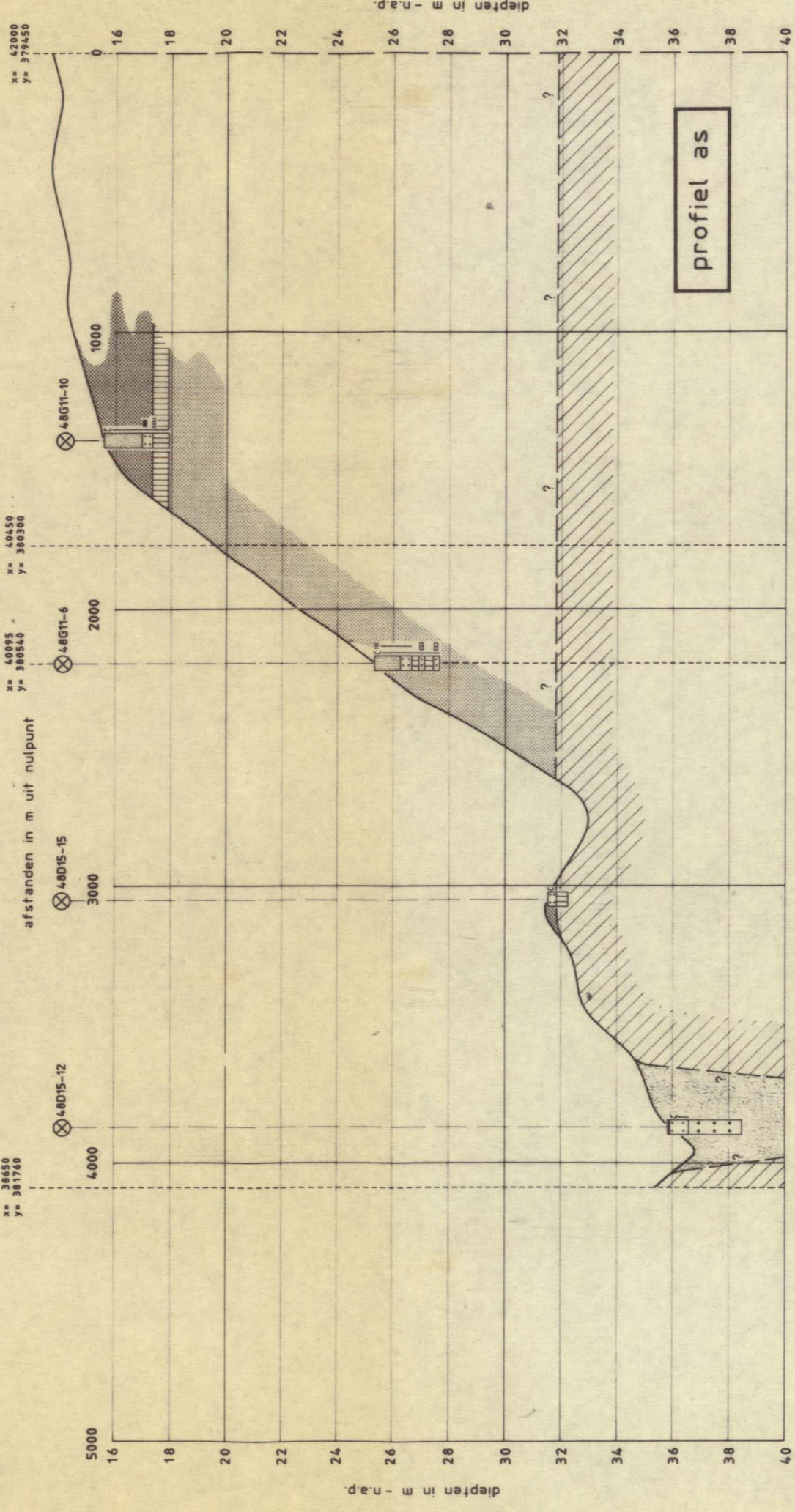
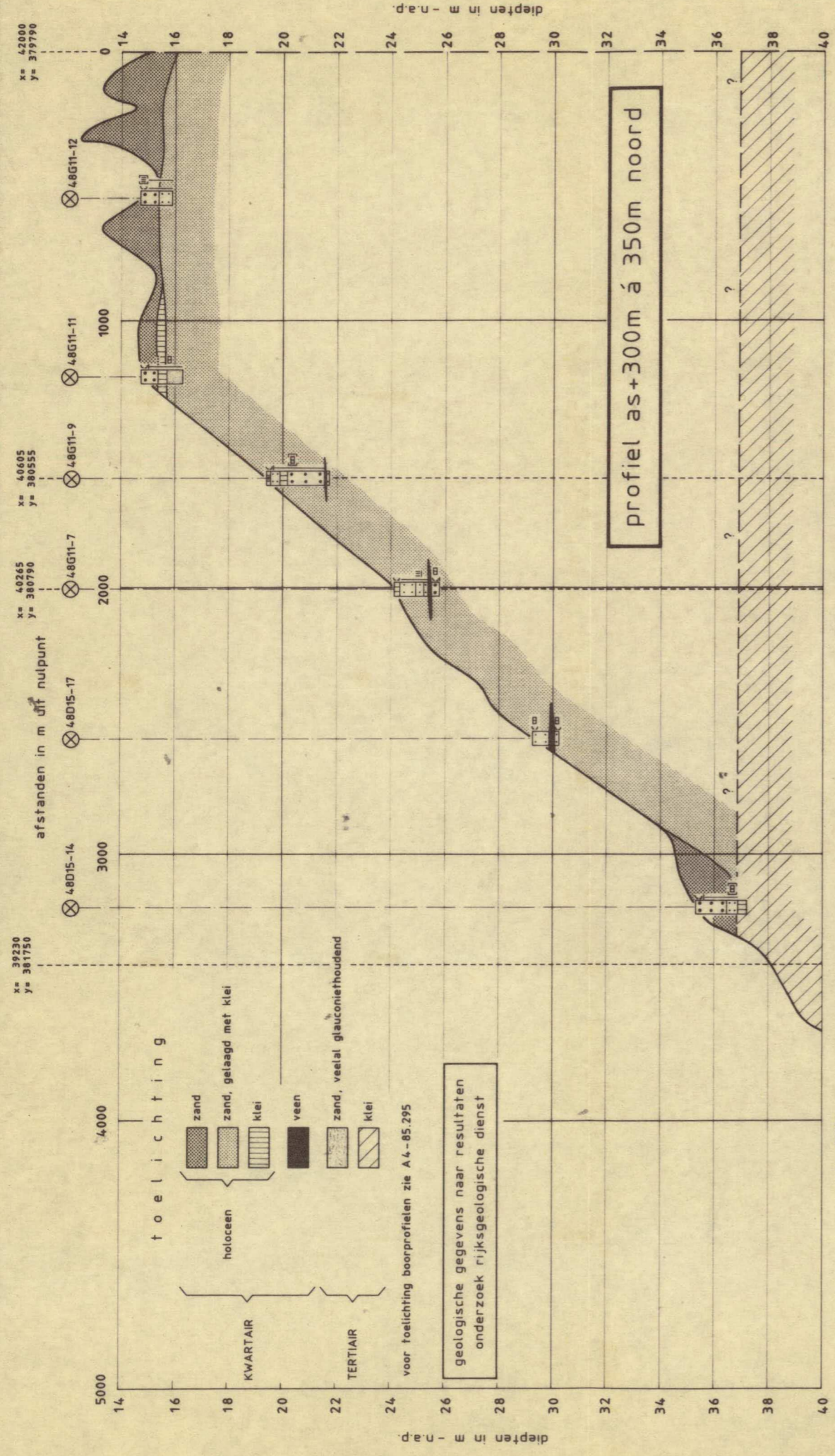


WESTERSCHELDE
VERDIEPING MONDINGSGBIED 40° - 43°
GEOLOG. LENGTEPR. DREMPEL VLISSINGEN
 Schaal: NXL - Bb 01B bijlage: 5
 formaat: A1 nummer: NXT 862107

holoceen
 zand
 steekboring met nr
 KWAARTAIR
 TERTIAIR

langprofielen naar opneming 1984 (rivierlodingen)
 aangepast aan bodemonderzoek 1985
 rechthoekige r.d. coördinaten in m t.o.v. parijs

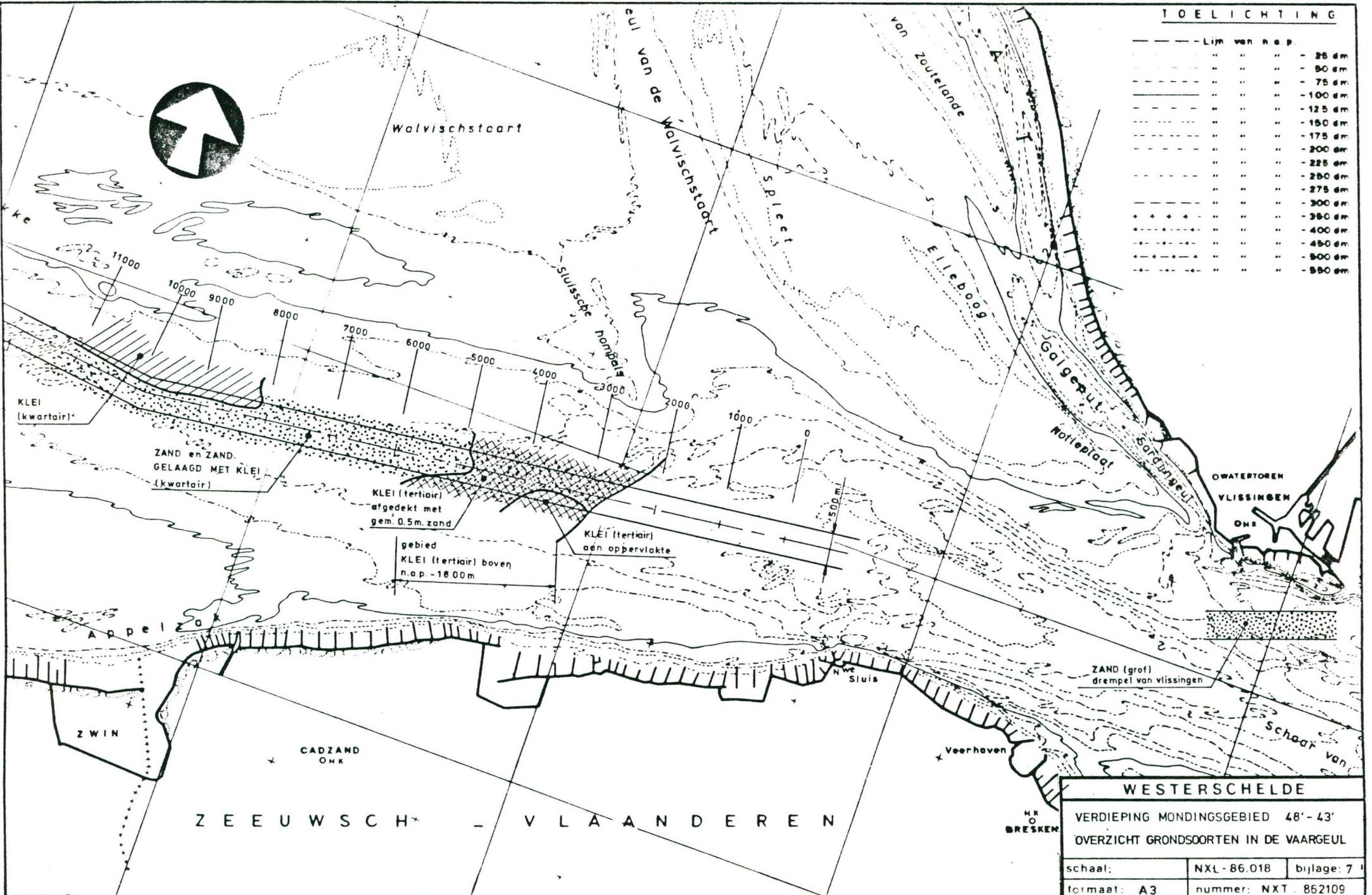
geologische gegevens naar resultaten
 onderzoek rijksgelogische dienst



WESTERSCHDELDE		
VERDIEPING MONDINGSGBIED 48' - 43'		
EVERINGEN-WEST		
GEOL. LENGTEPR. ANKERGBIED		
schaal:	NXL - 86.018	bijlage: 6
formaat: A3	nummer: NXT	862108

TOELICHTING

---	Lijn van n.a.p.	- 25 dm
---	" " "	- 50 dm
---	" " "	- 75 dm
---	" " "	- 100 dm
---	" " "	- 125 dm
---	" " "	- 150 dm
---	" " "	- 175 dm
---	" " "	- 200 dm
---	" " "	- 225 dm
---	" " "	- 250 dm
---	" " "	- 275 dm
---	" " "	- 300 dm
+	" " "	- 350 dm
+	" " "	- 400 dm
+	" " "	- 450 dm
+	" " "	- 500 dm
+	" " "	- 550 dm



WESTERSCHDELDE

VERDIEPING MONDINGSGBIED 48'-43'

OVERZICHT GRONDSOORTEN IN DE VAARGEUL

schaal:	NXL - 86.018	bijlage: 7
formaat:	A3	nummer: NXT - 862109

PROFIEL AS+300m_noord

Boring ;	nr.	diepte -m.v.	code	diepte laag t.o.v. NAP	% slib	D50	D50 gem.
47H12-2	1	-1.65	III	{-16.20 -18.00}	0.8	263	} 275
	2	-2.80	III		0.7	287	
47H12-5	1	-1.45	III	{-15.70 -18.00}	1.2	225	} 234
	2	-3.55	III		1.1	243	
47H12-8	1	-1.45	III	-15.50 -18.00	1.2	261	261
47H13-2	1	-1.15	III	{-16.20 -18.00}	1.2	272	} 268
	2	-2.75	III		1.0	263	
47H13-5	1	-0.55	II	-15.30 -16.10	2.2	317	317
			III	-16.30 -18.00	-	-	-
47H13-8	1	-0.80	II	-15.10 -16.50	0.8	291	291
			III	-16.50 -18.00	-	-	-
47H14-2	1	-0.25	III	{-15.40 -18.00}	2.0	259	} 259
	2	-2.85	III		1.1	259	
47H14-5	1	-0.30	II	{-15.30 -16.80}	3.3	158	} 228
	2	-1.15	II		0.9	298	
47H9-7	1	-0.55	II	-15.10 -15.50	2.3	258	258
			III	-15.50 -16.40	2.1	329	329
47H10-8	1	-0.30	II	-15.20 -15.70	1.6	368	368
47H10-9	1	-0.30	II	-15.20 -17.00	3.2	333	333
47H10-10	1	-0.05	II	-17.30 -17.50	0.9	364	364

PROFIEL AS

Boring ;	nr.	diepte -m.v.	code	diepte laag t.o.v. NAP	% slib	D50	D50 gem.
47H12-1	1	-0.45	III	{-16.60 -18.00}	0.9	258	} 299
	2	-1.70	III		1.0	339	
47H12-4	-	-	II	-16.80 -17.00	-	-	-
	1	-0.55	III	-17.00 -18.00	1.0	355	355
47H12-7	-	-	II	-16.30 -16.60	-	-	-
47H13-1	1	-0.50	III	-16.60 -18.00	1.0	231	231
	2	-0.75	III	{-16.50 -18.00}	1.0	222	} 242
3			-1.55		III	0.7	
47H13-4	1	-0.15	II	-15.80 -16.10	0.5	340	340
	2	-0.45	III	{-16.10 -18.00}	3.0	349	} 292
3	-0.95	III	0.8		241		
47H13-7	1	-0.55	II	-15.50 -16.50	1.1	296	296
	2	-1.85	III	-16.50 -18.00	0.7	284	284
47H14-1	1	-0.45	III	{-15.80 -18.00}	1.6	294	} 313
	2	-1.80	III		0.5	332	
47H14-4	1	-0.55	III	{-16.10 -18.00}	2.3	141	} 145
	2	-0.80	III		1.6	148	
47H14-7	-	-	II	-16.20 -16.50	-	-	-
	1	-0.35	III	{-16.50 -18.00}	1.1	152	} 148
2	-1.55	III	1.3		144		
47H15-27	1	-0.25	II	-16.00 -16.50	0.9	430	430
	2	-0.60	III	-16.50 -16.70	3.4	181	181
47H15-29	1	-0.05	III	-16.30 -16.50	2.5	397	397
48C6-17							

PROFIEL AS+300m - Zuid

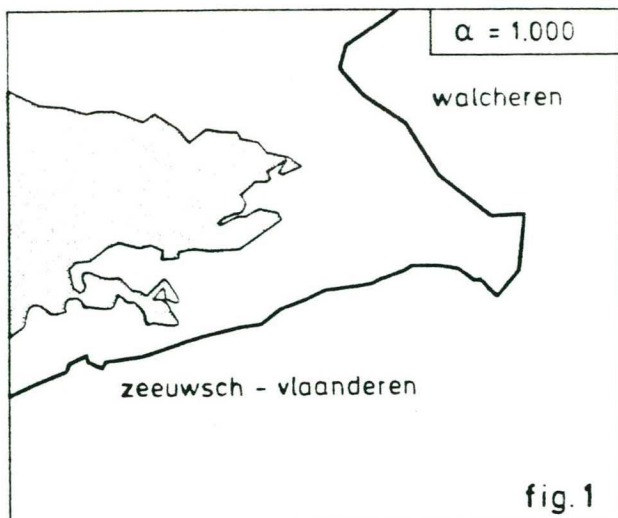
Boring ;	nr.	diepte -m.v.	code	diepte laag t.o.v. NAP	% slib	D50	D50 gem.
47H12-3	-	-	II	-16.20 -16.50	-	-	-
	1	-0.35	III	{-16.50 -18.00}	1.0	359	} 351
2	-1.75	III	0.7		343		
47H12-6	-	-	II	-16.20 -16.50	-	-	-
	1	-0.45	III	{-16.50 -18.00}	1.1	218	} 227
2	-1.55	III	0.5		235		
47H12-9	1	-0.35	III	{-15.70 -18.00}	0.5	302	} 269
	2	-1.55	III		0.6	237	
47H13-3	1	-0.05	II	{-15.10 -16.30}	0.4	314	} 217
	2	-0.90	II		1.3	216	
	3	-1.30	II		6.1	121	
47H13-6	1	-0.05	II	-15.50 -16.50	1.0	325	325
	2	-1.30	III	{-16.50 -18.00}	0.9	299	} 312
3	-2.85	III	0.7		325		
47H13-9	1	-0.30	III	{-15.60 -18.00}	1.5	232	} 238
	2	-1.85	III		1.2	188	
	3	-2.45	III		0.3	295	
47H14-3	1	-0.50	III	{-16.00 -18.00}	1.6	347	} 241
	2	-0.75	III		1.0	187	
	3	-1.55	III		0.8	190	
47H14-6	1	-0.20	III	{-16.30 -17.60}	0.4	443	} 340
	2	-0.85	III		0.5	356	
	3	-1.50	III		13.0	221	
47H14-8	1	-0.55	III	{-17.00 -17.60}	0.8	160	} 295
	2	-1.00	III		2.4	430	
48C11-19	1	-0.05	III	{-17.50 -18.00}	0.8	346	} 358
	2	-0.35	III		0.5	424	
	3	-0.70	III		0.8	305	
48C11-21	1	-0.25	III	{-17.20 -18.00}	2.3	208	} 186
	2	-0.75	III		1.8	163	

DREMPEL VAN VLISINGEN

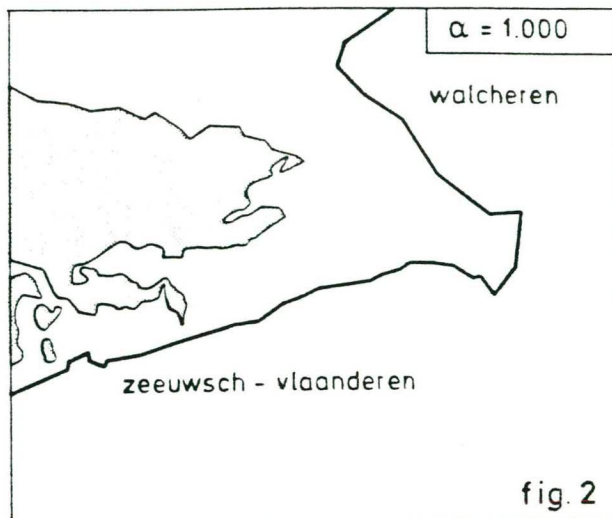
Boring ;	nr.	diepte -m.v.	code	diepte laag t.o.v. NAP	% slib	D50	D50 gem.
48C10-8	1	-0.20	III	{-16.50 -18.00}	0.5	264	} 246
	2	-1.35	III		0.8	266	
	3	-2.55	III		0.4	208	
48C10-9	1	-0.30	III	{-15.80 -18.00}	1.4	329	} 317
48C10-12	1	-2.50	III		1.0	305	

SAMENVATTING VAN BOORRESULTATEN
VAN TE BAGGEREN ZANDGRONDEN
WIELINGEN - WESTERSCHELDE

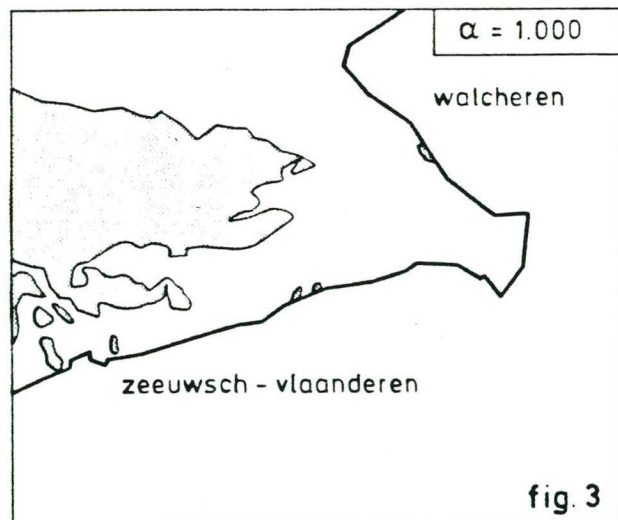
lozing 75 kg/sec droge stof zonder resuspensie



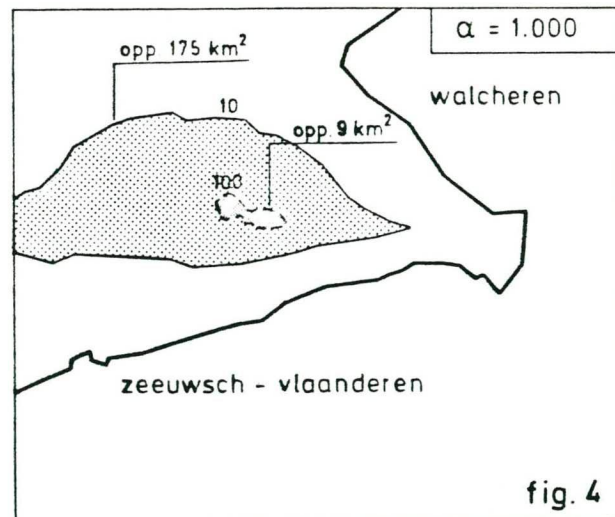
concentratie slib 1 g/m³ na 5 getijden
(verhoging t.o.v. achtergrondslibgehalte)



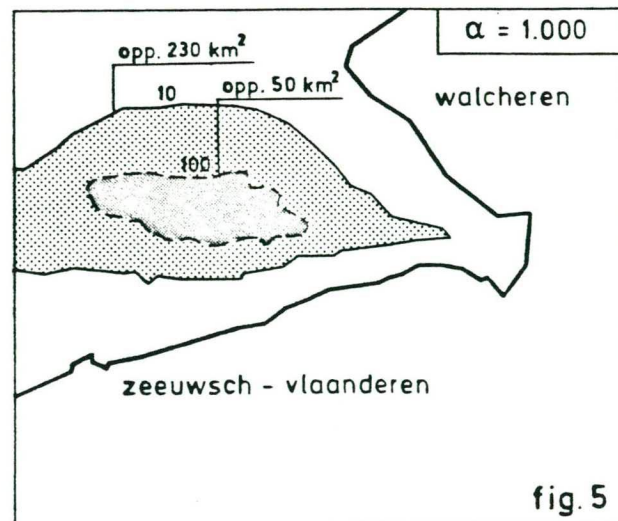
concentratie slib 1 g/m³ na 10 getijden
(verhoging t.o.v. achtergrondslibgehalte)



concentratie slib 1 g/m³ na 15 getijden
(verhoging t.o.v. achtergrondslibgehalte)



oppervlak van neergeslagen slib
na 10 getijden : ——— 10 g/m² (laagdikte 0,04 mm)
einde lozing : ca. 375 g/m² (laagdikte 1,5 mm)
na 10 getijden : - - - 100 g/m² (laagdikte 0,4 mm)
einde lozing : ca. 3750 g/m² (laagdikte 15 mm)



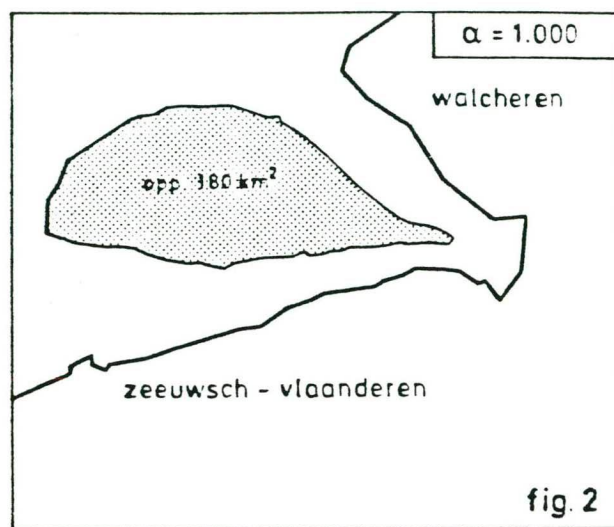
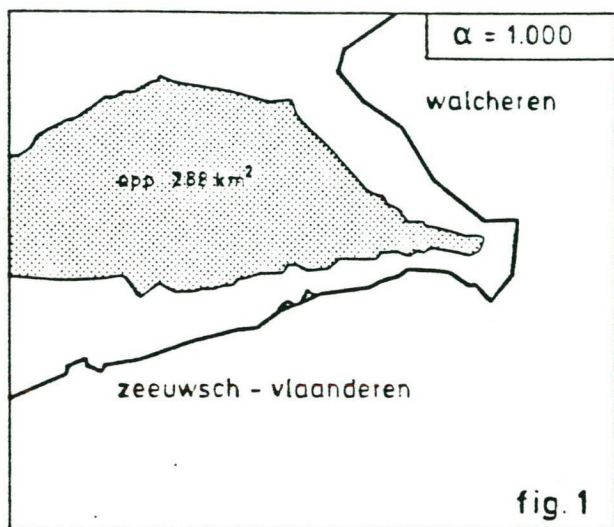
oppervlak van neergeslagen slib
na 15 getijden : ——— 10 g/m² (laagdikte 0,04 mm)
einde lozing : ca. 250 g/m² (laagdikte 1,0 mm)
na 15 getijden : - - - 100 g/m² (laagdikte 0,4 mm)
einde lozing : ca. 2500 g/m² (laagdikte 10 mm)

WESTERSCHELDE

VERDIEPING MONDINGSGBIED 48' - 43'
RESULTATEN SLIBVERSPREIDINGSONDERZOEK

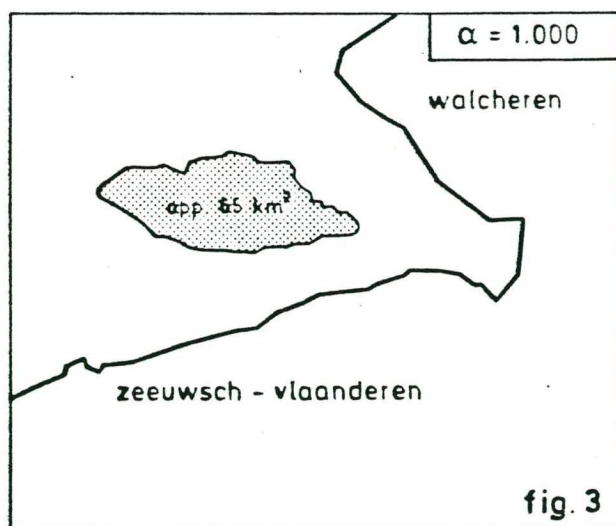
schaal: 1:500000	NXL-B6.018	bijlage 9
formaat: A1	nummer: NXT	

lozing 750 kg/sec droge stof



na 5 getijden : 10 g/m² (laagdikte 0,04 mm)
einde lozing : 100 g/m² (laagdikte 0,4 mm)

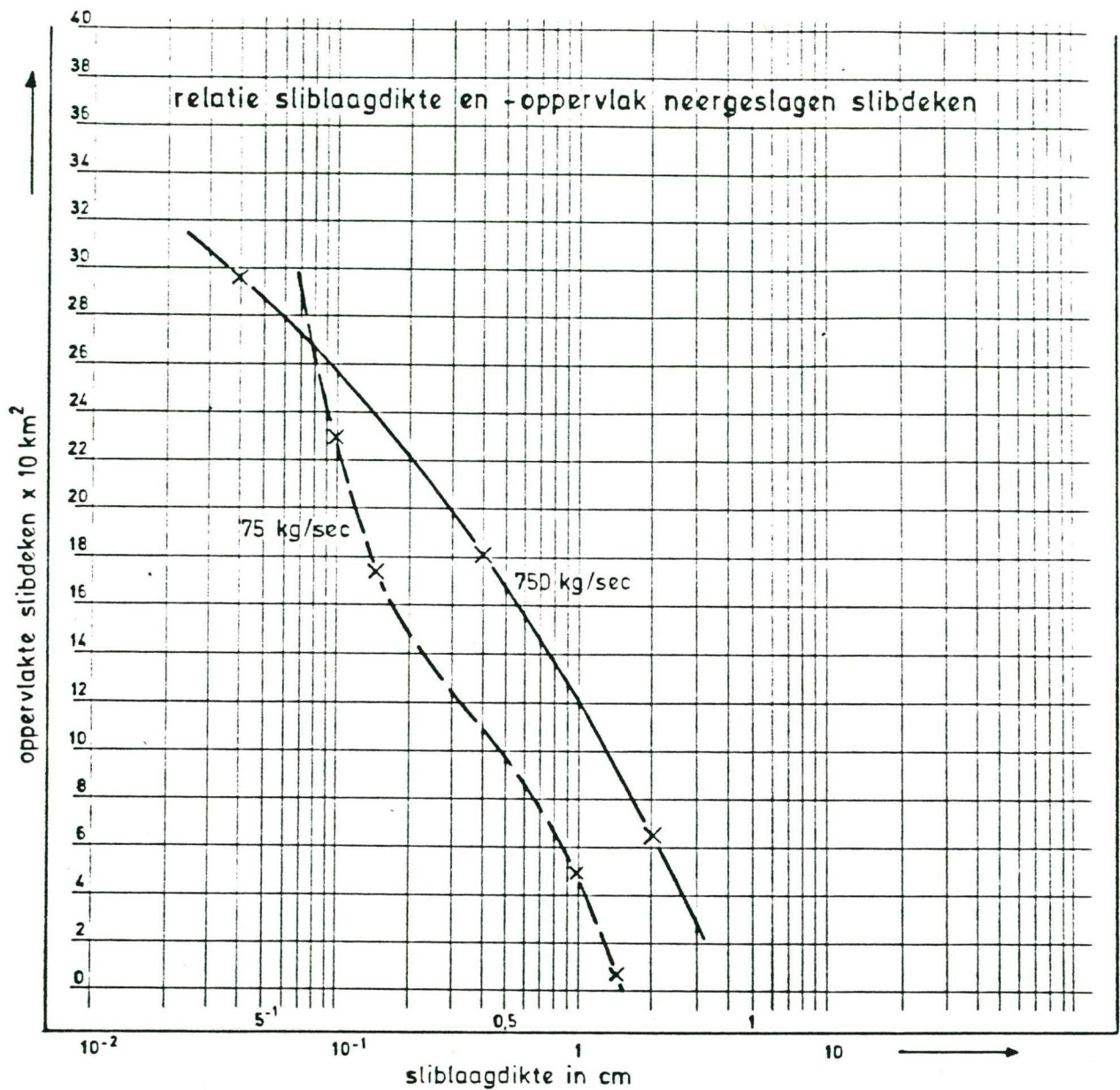
na 5 getijden : 100 g/m² (laagdikte 0,4 mm)
einde lozing : 1000 g/m² (laagdikte 4 mm)



na 5 getijden : 500 g/m² (laagdikte 2 mm)
einde lozing : 5000 g/m² (laagdikte 20 mm)

oppervlakte neergeslagen slibdeken bij versnelde uitvoering (storten in de spleet) binnen ca. 1 maand

WESTERSCHELDE		
VERDIEPING MONDINGSGBIED 48' - 43'		
RESULTATEN SLIBVERSPREIDINGSONDERZOEK		
schaal: 1:500 000	NXL-86.01B	bijlage:10
formaat: A1	nummer: NXT	



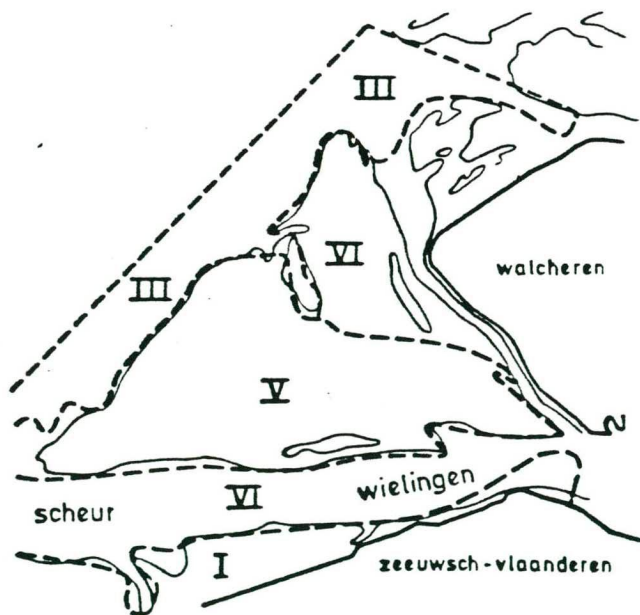
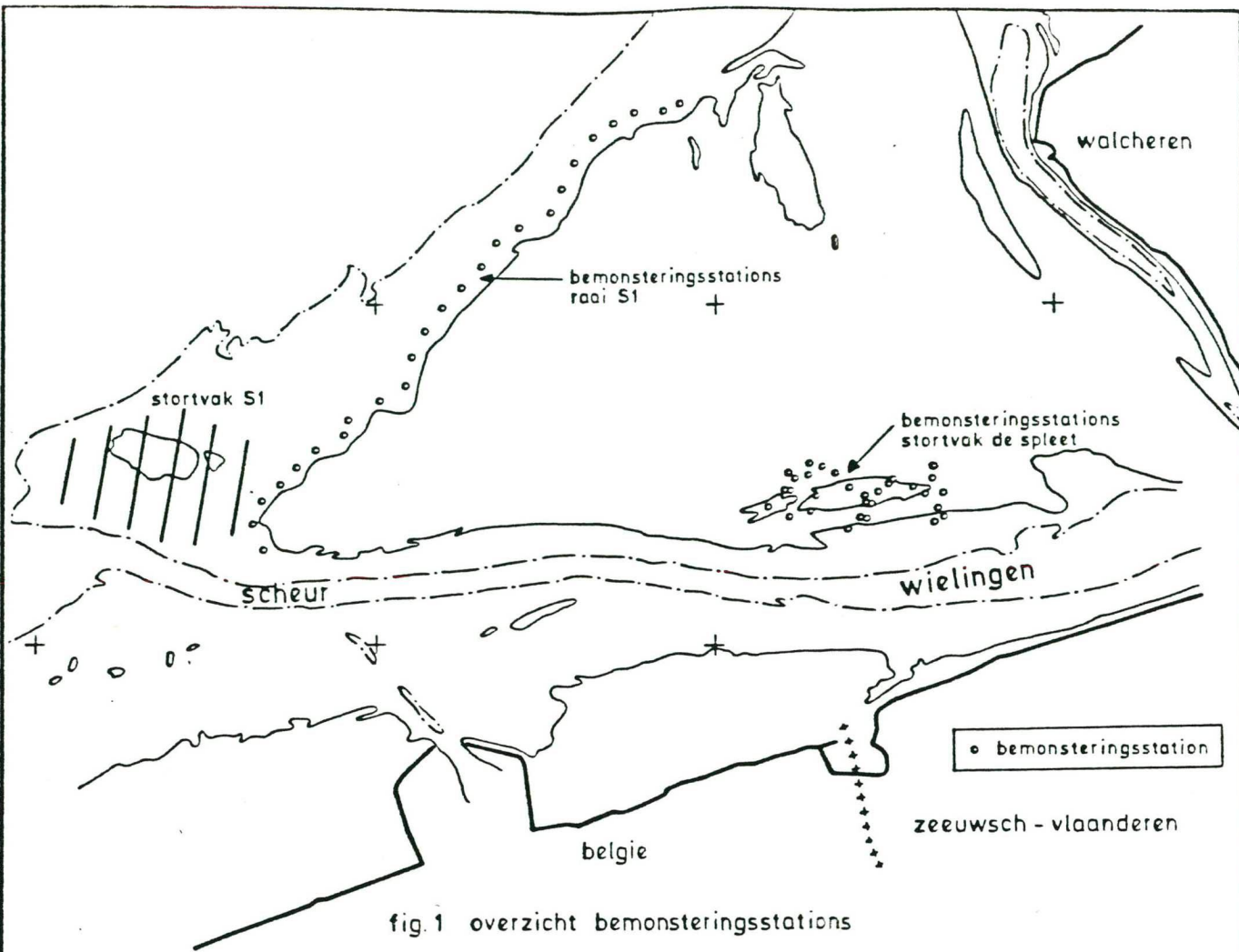
($\rho_{\text{slib}} = 1200 \text{ kg/m}^3$ d.w.z. het slib bevat 11% droge stof)

overzicht van invoer en resultaten van het verspreidingsmodel						
lozing droge stof < 63 μ	resuspensie	afbraak	opp. slibwolk		opp. slibdeken na afloop lozing ($\rho_{\text{slib}} = 1,2$)	dikte slibdeken
75 kg/sec	geen	$\alpha = 1$	$c = 1 \text{ mg/l}$	190 km ²	230 km ²	1 mm
			$c = 10 \text{ mg/l}$	90 km ²	175 km ²	1,5 mm
					50 km ²	10 mm
					9 km ²	15 mm
750 kg/sec	geen	$\alpha = 1$	$c = 1 \text{ mg/l}$	300 km ²	288 km ²	0,4 mm
			$c = 10 \text{ mg/l}$	150 km ²	180 km ²	4 mm
					65 km ²	20 mm

WESTERSCHELDE

VERDIEPING MONDINGSGBIED 48' - 43'
RELATIE SLIBDIKTE - OPP. SLIBDEKEN

schaal	NXL-86 018	bijlage 11
formaat A1	nummer NXT	



WESTERSCHELDE		
VERDIEPING MONDINGSGBIED 48' - 43'		
OVERZICHT BEMONSTERINGSSTATIONS		
schaal.	NXL-86.018	bijlage 12
formaat: A1	nummer: NXT	

