

rijkswaterstaat
dienst getijdewateren
bibliotheek
grenadiersweg 31 -
4338 PG Middelburg

TECHNISCHE SCHELDECOMMISSIE

SUBCOMMISSIE WESTERSCHELDE

rijkswaterstaat - deltadienst
milieu en inrichting
bibliotheek en documentatie
postbus 8033
4330 EA Middelburg

Studierapport

VERDIEPING WESTERSCHELDE

PROGRAMMA 48' / 43'

Antwerpen
Middelburg

juni 1984

DEEL I : Tekst

Tikwerk en lay-out : Antwerpse Zeediensten.

Druk : Waterbouwkundig Laboratorium.

Omslagontwerp : Directie Zeeland.

DEEL I

<u>INHOUD</u>	<u>BLZ.</u>
1. Inleiding.	1
2. Aanleiding, doel, motivering en beschrijving van de te bereiken vaarmogelijkheden.	
2.1. De ontwikkeling van de zeevaart en het goederen-verkeer.	3
2.2. De invloed van de opgetreden ontwikkeling op de vaart van en naar de haven.	5
2.3. De huidige mogelijkheden voor de zeevaart op de Westerschelde.	6
2.4. De gewenste vaarmogelijkheden na verdieping van de maritieme toegangsweg.	7
3. Vroegere plannen tot verbetering van en reeds uitgevoerde werken aan Scheur en Westerschelde.	
3.1. Beschrijving van opgestelde plannen i.v.m. Westerschelde.	
1. Het leidammenprojekt.	9
2. Bochtafsnijding Bath.	10
3.2. Reeds uitgevoerde werken aan de Westerschelde (met uitsluiting van baggerwerken).	
1. Het inkorten van het Oude Hoofd te Wals-oorden.	11
2. Leidam op de Plaat van Doel.	12
3. Leidam op de Ballastplaat.	12
4. Inpolderingen.	13
3.3. De baggerwerken in Scheur en Westerschelde vanaf hun begin tot en met 1981.	
1. Onderhouds- en Verdiepingsbaggerwerken.	
A. Scheur.	13
B. Westerschelde.	15
2. Zandwinningen.	17
3. Speciestortingen.	19
4. De Westerschelde en haar mondingsgebied.	
4.1. Getijregime en Chloridegehaltes op de Wester-schelde.	20

1. Het vertikaal getij.	
A. Algemeen.	20
B. Gemiddeld-Laag-Laagwater-Spring (GLLWS).	21
C. Overschrijdingsfrequenties en Grenspeilen.	21
D. Stormvloeden.	22
E. Evolutie van het vertikaal getij.	22
2. Het horizontaal getij.	
A. Algemeen.	24
B. Eb- en vloeddebieten.	25
C. Snelheden.	25
D. Evolutie van het horizontaal getij.	25
3. Chloridegehalten.	25
4.2. Stormvloedbeheersing.	
1. Ontwerpcriteria.	27
2. Verhoging van golfoploop bij verhoging van ontwerpwatstanden.	28
3. Geadviseerde kruinhoogten t.b.v. de deltaverzwaringen langs de Westerschelde.	
A. Berekeningsmethode.	28
B. Presentatie gegevens.	29
C. Eventuele aanpassing van de verstrekte gegevens.	29
4.3. Morfologische ontwikkeling van de Westerschelde.	29
4.4. Zandhuishouding en stortplaatsen.	
1. Buitengebied - Scheur.	
A. Baggerwerken.	32
B. Stortplaats.	33
C. Zandwinning.	33
2. Westerschelde ten oosten van Vlissingen.	
A. Zandhuishouding.	34
B. Stortplaatsen.	35
4.5. Stabiliteit van de oevers.	
1. Algemeen.	38
2. Evolutie van de verschillende riviergedeelten.	
A. Vaarwater boven Bath.	40
B. Nauw van Bath rechteroever.	40
C. Overloop van Valkenisse.	41
D. Bocht van Walsoorden.	42
E. Hansweert.	42
F. Gat van Ossenisse.	42
4.6. Natuur, Milieu, Visserij en Recreatie.	
1. Natuur en Milieu.	
A. Samenvatting :	
a) Het Mondingsgebied.	43
b) Westerschelde.	44
B. Interacties binnen het systeem.	46

C. Het Mondingsgebied, abiotische componenten.	
a) Waterbeweging en morfologie.	47
b) De waterkwaliteit.	48
c) De slibkwaliteit.	51
d) Invloed op aquatische organismen.	52
D. Het Mondingsgebied, biotische componenten.	
a) Plankton.	52
b) Bodemdieren en vissen.	53
c) Vogels.	53
E. Westerschelde, abiotische componenten.	
a) Waterbeweging en morfologie.	54
b) De waterkwaliteit.	55
c) De slibkwaliteit.	59
d) Invloed op aquatische organismen.	61
F. Westerschelde, biotische componenten.	
a) Plankton.	62
b) Vastzittende algen of zeewieren.	63
c) Hogere planten (en lagere dieren) van de schorren.	63
d) Bodemdieren, vissen en andere dieren.	65
e) Vogels.	66
2. Visserij-aspecten (Westerschelde).	
A. Kraamkamerfunctie.	67
B. Beroepsvisserij.	69
3. Recreatie langs de Westerschelde.	
A. Strand- en oeverrecreatie.	70
B. Watersport.	70
C. Sportvisserij.	70
D. Verblijfsrecreatie.	71
E. Natuurrecreatie.	71
4.7. De Scheepvaart.	
1. De scheepvaartroutes.	71
2. Vaarwegmarkering en verkeersbegeleiding.	
A. Vaarwegmarkering.	72
B. Ankerplaatsen.	73
C. Verkeersscheidingsstelsel en voorzorgsgebieden.	73
D. Beloodsing.	73
E. Verkeersregeling en verkeersbegeleiding.	74
3. Hydraulische en meteorologische kondities.	74
4. Scheepvaartverkeer.	
A. Gegevensbronnen.	76
B. Goederenvervoer.	76
C. Verkeersintensiteit.	77
D. Scheepstypes, grootte en diepgang.	78
5. Verkeersgedrag.	
A. Vaarsnelheid.	79
B. Vaarschema's.	79
C. Verkeersafspraken.	80
6. Verkeersveiligheid.	80
4.8. Bewoning en Risico's.	
1. Bewoning in het Westerscheldegebied.	82
2. Risico's voor de omwonende bevolking.	83

4.9. Nautische en waterloopkundige overleg- en beheersinstanties.	
1. Internationale bilaterale overeenkomsten en afspraken.	
A. De Permanente Commissie van Toezicht op de Scheldevaart.	84
a) De beloodsing.	85
b) De bebakening en verlichting.	85
c) Schelde Inlichtingen Dienst (SID).	86
d) Beperkte Walradarketen Westerschelde.	87
e) Uitbreiding Walradarketen (UWRK).	87
B. De Technische Scheldecommissie (TSC).	88
2. Nationale beheersinstanties.	
A. Nederlandse Instanties.	89
B. Belgische Instanties.	89
4.10. De baggervergunning.	90
5. Vereiste vaarwegafmetingen.	
5.1. Standaardschepen.	92
5.2. Vaarschema's en getijvensters.	93
5.3. Te onderhouden waterdiepten.	
1. Gehanteerde definitie voor de kielspeling.	94
2. Kwantificering van de marges in de bruto-kielspeling.	95
3. Toetsing van de bruto-kielspeling.	98
4. Te onderhouden diepte boven de drempels.	99
5.4. Aangenomen verkeersaanbod.	100
5.5. Aangenomen verkeerssituaties.	101
5.6. Te onderhouden vaargeulbreedten.	
1. Indeling van de vaarweg.	104
2. Ontwerpregels.	104
3. Evaluatie van het voorlopige ontwerp van de geulbreedte.	107
4. Verkeerssimulatie-onderzoek traject Hansweert-Zandvliet.	107
5. Te onderhouden vaargeulbreedten op de verschillende deeltrajekten.	109
5.7. Keer-, ankerplaatsen en wachtgebieden.	110
5.8. Bemerkingen bij en toepassing van de gehanteerde criteria voor het ontwerp van de vaarweg.	112

6. Beoordeling van het voorgestelde ontwerp t.o.v. de huidige toestand.

6.1. Morfologie Westerschelde.

1. Inleiding.	114
2. Westerschelde ten oosten van coördinaat X = -104.000.	
A. Verwerking gegevens.	114
B. Afleiding grootte-orde van de verdieping 48' / 43'.	115
C. Schematisatie.	115
3. Westerschelde ten westen van de coördinaat X = -104.000.	116
4. Overzicht van de schematisaties.	117
5. Schematisering inclusief overdiepte.	118

6.2. Getijregime en chloridegehalte.

1. Getijregime Mondingsgebied.	120
2. Getijregime Westerschelde.	
A. Inleiding.	120
B. Berekeningen.	122
C. Berekeningsresultaten.	123
D. Samenvatting.	129
3. Chloridegehalten.	130

6.3. Stormvloedstanden en golfoploop.

6.4. Zandhuishouding en stortplaatsen.

1. Aanlegbaggerwerk.	131
2. Onderhoudsbaggerwerk.	
A. Buitengebied Scheur.	133
B. Westerschelde en Drempel van Zandvliet.	133
3. Stortplaatsen.	
A. Buitengebied.	136
B. Westerschelde en Zeeschelde.	136

6.5. Stabiliteit van de oevers.

1. Te verwachten inscharing van de oevers tijdens en na verdieping.	
A. Algemene beschouwing.	138
B. Samenvatting.	142
2. Uit te voeren oeververdedigingen.	143

6.6. Natuur, Milieu, Visserij en Recreatie.

1. Natuur en Milieu.	
A. Het Mondingsgebied - Abiotische componenten.	144
B. Het Mondingsgebied - Biotische componenten.	145
C. De Westerschelde - Abiotische componenten.	
a) Waterbeweging en Morfologie.	145
b) Waterkwaliteitsverandering.	147
D. De Westerschelde - Biotische componenten.	149

E. Mogelijke maatregelen ter beperking van de nadelige gevolgen.	151
2. Gevolgen voor de visserij.	152
3. Gevolgen voor de recreatie.	153
6.7. Veiligheid van het scheepvaartverkeer.	154
6.8. Risico's voor mens en milieu als gevolg van het scheepvaartverkeer.	157
6.9. Beheersmaatregelen.	
1. Waterloop- en waterbouwkundig beheer t.b.v. de scheepvaart.	161
2. Nautische beheersmaatregelen.	162
7. Werken uit te voeren voor de realisatie van de gewenste verdieping.	
7.1. Verdiepingsbaggerwerk.	165
7.2. Opruimen van hindernissen en wrakken.	165
8. Werken uit te voeren i.v.m. de gevolgen van de verdieping.	
8.1. Onderhoudsbaggerwerk.	166
8.2. Bescherming van oevers en schorren.	166
8.3. Hydro-Meteo-Systeem (HMS).	167
9. Uitvoeringstijd en kosten.	
9.1. Uitvoeringstijd.	168
9.2. Kosten.	
1. Realisatie.	168
2. Onderhoud.	168
10. Samenvatting en conclusies.	
10.1. Samenvatting.	169
10.2. Conclusies.	172

Hoofdstuk 1. INLEIDING.

De Westerschelde met haar mondingsgebied en de Beneden Zeeschelde vormen de maritieme toegangsweg tot de haven van Antwerpen. Deze haven is grotendeels gelegen op de rechteroever van de Schelde en staat via de zeesluizen (Royerssluis, Van Cauwelaertsluis, Boudewijns sluis, Zandvlietsluis en in de toekomst de Berendrecht sluis) in verbinding met de Beneden Zeeschelde. Voor de recente expansie op linkeroever wordt deze verbinding tot stand gebracht via Kallo sluis. In de toekomst zal de haven op de linkeroever via het Baalhoekkanaal en de Baalhoeksluis met de Westerschelde verbonden worden. Bijlage 1.0.1. toont de situatie van de maritieme toegangsweg en van de haven van Antwerpen.

Onderhoudsbaggerwerken worden sinds de eeuwwisseling uitgevoerd om de toegangsweg op diepte te houden. Tijdens het afgelopen decennium werden ook verdiepingsbaggerwerken uitgevoerd om de maritieme toegangsweg aan te passen aan de schaalvergroting in de scheepsbouw. De bereikte verdieping van de maritieme toegangsweg komt echter nog niet tegemoet aan de steeds verdergaande schaalvergroting.

Om de haven van Antwerpen concurrentieel en leefbaar te houden dient de maritieme toegangsweg verder te worden verdiept en aangepast.

Dit rapport behandelt deze verdieping en de bijhorende werken, alsmede de daaraan verbonden gevolgen voor de bij de Westerschelde betrokken belangen.

In hoofdstuk 2 wordt verder ingegaan op de aanleiding, het doel en de motivering van de gewenste verdieping. Tevens worden de gewenste vaarmogelijkheden aangegeven.

Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van vroegere plannen i.v.m. de Westerschelde, van de reeds uitgevoerde werken, van de baggerwerken in Scheur en Westerschelde en de zandwinning.

Hoofdstuk 4 beschrijft de Westerschelde en haar mondingsgebied onder meer uit oogpunt van morfologie, getijdenbeweging, scheepvaart langs de Westerschelde, milieu en visserij. Kort wordt aandacht besteed aan de commissies belast met toezicht op de Westerschelde.

In hoofdstuk 5 wordt gehandeld over de karakteristieken van de vaarweg nodig om het gestelde doel te bereiken. Hiertoe wordt speciaal aandacht besteed aan de standaardschepen, kielspeling, vaarschema's, verkeerssituaties, getijvensters, vaargeulafmetingen en anker- en wachtplaatsen.

In hoofdstuk 6 wordt de invloed van het voorgestelde ontwerp op alle aspecten onderzocht, met name : de morfologie, het getijregime en chloridegehalte, de stormvloedstanden en golfoploop, de zandhuishouding en de stortplaatsen, de stabiliteit van de oevers, natuur, milieu, visserij en recreatie, de veiligheid van het scheepvaartverkeer, de risico's voor mens en milieu als gevolg van het

scheepvaartverkeer en de te treffen beheersmaatregelen i.v.m. een veilig scheepvaartverkeer.

Hoofdstuk 7 beschrijft de uit te voeren werken ter realisering van de in hoofdstuk 5 voorgestelde en in hoofdstuk 6 onderzochte vaarweg.

De bijkomende werken, die dienen uitgevoerd als konsekwentie van de realisatie van deze verdieping (eventuele dijkversteving, beschermingswerken e.d.) worden behandeld in hoofdstuk 8.

In hoofdstuk 9 wordt aandacht besteed aan de uitvoeringstijd en de kosten, die de in beide voorgaande hoofdstukken vermelde werken met zich zullen brengen.

Het rapport eindigt met een samenvatting en conclusies (hoofdstuk 10), met betrekking tot het voorgestelde verdiepingsprogramma.

xxx

Volgende diensten verleenden hun medewerking bij het tot stand komen van het studierapport :

Nederland :

Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Middelburg met adviezen van medewerkers van volgende RWS-Diensten:

Directie Waterhuishouding en Waterbeweging - Adviesdienst, Vlissingen.

Deltadienst - Milieu en Inrichting, Middelburg.

Directie Noordzee, Rijswijk.

Dienst Verkeerskunde, Dordrecht.

Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater (RIZA), Lelystad.

Direktoraat-Generaal Scheepvaart en Maritieme Zaken, Distrikt Scheldemonde, Vlissingen.

Provinciale Waterstaat Zeeland, Middelburg.

België :

Bestuur der Waterwegen, Directie Antwerpse Zeediensten, Antwerpen.

Bestuur der Waterwegen, Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen (Borgerhout).

Bestuur der Waterwegen, Dienst der Kust, Oostende.

Bestuur van het Zeewezen en van de Binnenvaart, Nautische Directies Brussel, Antwerpen en Oostende.

Hoofdstuk 2. AANLEIDING, DOEL, MOTIVERING EN BESCHRIJVING VAN DE TE BEREIKEN VAARMOGELIJKHEDEN.

2.1. De ontwikkeling van de zeevaart en het goederenverkeer.

De aanleiding tot het verdiepen van de maritieme toegangsweg tot de haven van Antwerpen is te vinden in de ontwikkelingen welke in de afgelopen decennia zijn opgetreden in de zeevaart en in het goederenverkeer. Het ligt in de verwachting dat deze wijzigingen nog enige tijd zullen doorgaan.

De opgetreden ontwikkelingen hebben betrekking op de grootte van de schepen en op de toegepaste vervoertechnieken.

De schaalvergroting van de schepen is enerzijds een gevolg van de toename van het goederenverkeer ter zee en anderzijds ingegeven door het verlagen van de transportkosten.

Inzake het droge massagoedverkeer kan een aantal factoren aangestipt worden, die op wereldvlak een verschuiving zullen teweegbrengen naar het gebruik van grotere schepen :

- de verhoging van de tonnemaatgrens van het Suez-kanaal tot 150.000TDW op 1.1.1980 en studies voor een verdere verhoging tot meer dan 300.000TDW.
- een eventuele aanpassing van het Panamakanaal (thans zijn de afmetingen van veel zeeschepen afgestemd op de huidige mogelijkheden van dit kanaal).
- de verhoging van de toegankelijkheidsgrens van de overzeese verschepingshavens.
- de Europese energiebevoorrading, die een toenemende kolenaanvoer met grote schepen laat veronderstellen.
- bezuiniging van het brandstofverbruik door de schepen.

Om economische redenen geschiedt de aanvoer van massagoederen meer en meer met grotere zeeschepen. Indien de haven deze schepen wegens hun te grote diepgang niet kan ontvangen, geschiedt de aanvoer met gedeeltelijk afgeladen schepen, die eventueel een gedeelte van hun lading in een vorige haven hebben gelost. Dit systeem wordt bij de aanvoer van erts, kolen en graan te Antwerpen regelmatig toegepast. Alles wijst erop dat dit ook in de toekomst het geval zal zijn, waarbij voor erts en kolen de aanvoer met gedeeltelijk afgeladen schepen van 250.000TDW niet uitgesloten wordt geacht.

Vermelden we nog dat in de laatste decennia de zg. "restricted draft" schepen hun intrede hebben gedaan. De gedachte die hieraan ten grondslag ligt was een groter draagvermogen

te bekomen voor een gegeven diepgang door de horizontale scheepsafmetingen te vergroten. De scheepsbouwindustrie is erin geslaagd nieuwe vormlijnen te ontwikkelen die de bouw van "restricted draft" schepen hebben toegelaten.

Als concrete illustratie van wat vooraf gaat kunnen de OBO-schepen (oil, bulk, ore) worden vermeld die een Belgische rederij verworven heeft en die effectief voor de vaart op Antwerpen bestemd zijn.

Deze OBO-schepen kunnen zowel 127.000m³ petroleum als 125.000m³ graan of 71.000m³ erts laden. Zij hebben een L.O.A. van 249,10m, een breedte van 45m, een diepgang van 16,80m en een laadvermogen van 134.000 ton. Afgeladen op 15,20m (50') hebben deze schepen nog een laadvermogen van $\pm$ 115.000 ton.

Hierna volgt een overzicht van de wereldvloot van massagoedschepen in de vaart einde 1982.

Ore and Bulk Carriers 1982

Bron : Statistical Tables, Lloyds' List

<u>Aantal Schepen</u>	<u>Diepgang in voet</u>	<u>Diepgang in m</u>
4.383	van 20 t/m 43	6.10 - 13.10
115	van 44 " 45	13.41 - 13.71
97	van 46 " 47	14.02 - 14.32
70	van 48 " 49	14.63 - 14.93
41	van 50 " 51	15.24 - 15.54
100	van 52 " 53	15.85 - 16.15
104	van 54 " 55	16.45 of meer
66	van 56 " 57	
79	van 58 en meer	

<u>Aantal Schepen</u>	<u>Lengte in voet</u>	<u>Lengte in m</u>
4.379	van 400 t/m 819	122.- - 249.6
118	van 820 " 839	249.9 - 255.7
167	van 840 " 859	256.- - 261.8
51	van 860 " 879	262.1 - 267.9
42	van 880 " 899	268.2 - 274.-
18	van 900 " 919	274.3 - 280.1
16	van 920 " 939	280.4 - 286.2
31	van 940 " 959	286.5 - 292.3
36	van 960 " 979	292.6 - 298.4
30	van 980 " 999	298.7 - 304.5
55	van 1000 en meer	304.8 en meer

De nieuwe vervoertechnieken, zoals de éénheidsladingen, het container-, lash- en ro-ro-vervoer, zijn ontstaan als gevolg van de stijging van de lonen en kosten in de zeehavens en van de exploitatiekosten van een zeeschip. De nieuwe technieken laten toe de verblijfsduur van de schepen in de haven te verminderen en de kosten van overslag te drukken. Bovendien bereikt men dat de goederen sneller ter bestemming komen.

Het invoeren van deze nieuwe technieken heeft op zijn beurt aanleiding gegeven tot de ontwikkeling van nieuwe scheepstypen zoals de container- lash- en ro-ro-schepen. Wegens de grote exploitatiekosten van tal van deze schepen dient de verblijfsduur in de havens zo kort mogelijk te worden gehouden.

De laatste jaren heeft het vervoer van gassen in vloeibare vorm (gekoeld of onder druk) in speciaal daartoe ingerichte schepen, zijn intrede gedaan. Voor de Westerschelde zijn dit de schepen die vloeibaar petroleumgas (LPG) naar verschillende havens langs de Westerschelde en ook naar Antwerpen vervoeren. De vaart met deze schepen vormt echter geen reden voor de verdieping van de maritieme toegangsweg.

2.2. De invloed van de opgetreden ontwikkeling op de vaart van en naar de haven.

De hierboven geschetste ontwikkeling heeft niet alleen een belangrijke invloed op het havengebeuren zelf, maar eveneens op de vaart van en naar de havens. Wanneer men tracht de verblijfsduur van de zeeschepen in de havens terug te brengen van voorheen enkele dagen tot thans enkele uren, gaat men vanzelfsprekend ook de op- en afvaart naar en van de havens nader onderzoeken omdat de ganse duurtijd van het aanlopen van een haven als één geheel wordt gezien.

Voor de Schelde betekent dit dat bepaalde prioriteiten veranderen. Destijds was het logisch dat het diepstekende schip voorrang kreeg daar het niet enkel wegens zijn diepgang, maar ook dikwijls wegens de aard van de lading met een voldoende veiligheidsmarge de rivier moest kunnen opvaren en zonder wachten moest kunnen versast worden.

Vanzelfsprekend betekende dit dat het traditionele stukgoed-schip, dat toch meerdere dagen in de haven verbleef, zijn prioriteit moest afstaan aan het diepstekende schip.

Met de ontwikkeling in de moderne goederenbehandelings-technieken en het zeevervoer wordt het steeds noodzakelijker dat de lijnvaartrederijen, zij het in het container-, of het ro-ro-verkeer, zij het in bepaalde gespecialiseerde trafieken zoals fruit, enz., op vaste tijdstippen moeten kunnen afvaren zonder rekening te moeten houden met het getij.

Containerschepen vertrekken niet langer op een vaste dag, maar wel op een duidelijk, zeer lang op voorhand vastgesteld tijdstip en deze timing staat rechtstreeks in verband zowel met het beëindigen als met het begin van de werkzaamheden in de aan te lopen havens.

Niet enkel moet een lijnvaartschip snel en op vaste uren kunnen op- en afvaren, het moet ook de zekerheid hebben dat geen vertraging zal ontstaan die het ganse aanloopschema in gevaar kan brengen. Een eventuele vertraging kan immers

betekenen dat de ligplaats niet meer vrij is in de volgende haven, dat een aanzienlijk aantal hoogbetaalde havenarbeiders moet wachten, enz.

Er ontstaat dus een dubbele evenwaardige prioriteit van enerzijds de wegens exploitatieredenen uurgebonden schepen en anderzijds de wegens diepgang getijgebonden trafieken.

Het gevolg van dit alles is dat er heel wat meer piekverkeer ontstaat op de Schelde op welbepaalde vaste tijdstippen, onafhankelijk van het getij (zie verder hfdst. 4.7).

Uit het voorgaande blijkt de noodzakelijkheid om stukgoedschepen met inbegrip van de container-, ro-ro en lashschepen, zonder rekening te houden met de stand van het getij, de haven van Antwerpen te laten aanlopen. Niet enkel is dit een vereiste vanuit exploitatiestandpunt van reders en overslagbedrijven, maar draagt dit in belangrijke mate bij tot een veiliger scheepvaartverkeer door het spreiden van het piekverkeer in de tijd.

Voor de aanvoer van massagoederen wordt meer en meer overgeschakeld naar grotere zeeschepen met een draagvermogen van 125.000-150.000TDW. Deze schepen dienen thans een deel van hun lading te lichten. Voor dergelijke schepen is dit niet economisch. Het verdiepen van de Westerschelde is derhalve nodig om onder alle gemiddelde getijomstandigheden deze massagoedschepen toe te laten.

Het doel van de verdieping voor de haven van Antwerpen kan dan ook als volgt omschreven worden: enerzijds de haven toegankelijk maken voor massagoedschepen met een zodanig draagvermogen dat de concurrentiële positie van de haven in deze sector behouden blijft, en anderzijds de mogelijkheid bieden dat stukgoedschepen, container-, lash en ro-ro-schepen zoveel mogelijk onafhankelijk van het getij de haven kunnen aanlopen.

2.3. De huidige mogelijkheden voor de zeevaart op de Westerschelde.

Dank zij geïntensiveerde baggerwerken, betere verkeersbegeleiding en de opgedane ervaring van de loodsen, kon uiteraard de scheepvaart op de Westerschelde aanzienlijk verbeterd worden tijdens de laatste jaren. Terwijl tot in het begin van de jaren '70 de toelaatbare diepgang in opvaart tussen Vlissingen en Antwerpen beperkt was tot 42' à 43' is het thans mogelijk op hetzelfde traject diepgangen toe te laten tussen 43' en 48' (of meer) alnaargelang de astronomische getijvoorspellingen. Deze gunstige evolutie is mede mogelijk geworden door de beperkte verdieping toegestaan in 1981.

Ook de tonnemaat van zeeschepen op de Westerschelde is gevoelig toegenomen. In 1979 liepen 200 zeeschepen met een

draagvermogen van meer dan 70.000TDW de haven aan, tegenover 69 in 1975. Hiervan hadden 108 schepen een draagvermogen van meer dan 100.000TDW. Dit laatste aantal nam toe tot 134 in 1982, waarvan 107 schepen met een diepgang van 14m of meer de haven van Antwerpen aanliepen.

Ook de toelaatbare diepgang in afvaart op het traject Antwerpen-Vlissingen is opgelopen van 36' naar 40'.

Vanzelfsprekend is ook de toelaatbare diepgang voor de niet getijgebonden schepen vergroot. In 1982 kon deze diepgang voor de vaart op de Zandvlietsluis gesteld worden op 34' tegenover 26' 3" in 1972.

Vermelden we nog dat door de verdiepingsbaggerwerken in het Scheur de vaarmogelijkheden naar de rede van Vlissingen gevoelig zijn vergroot. Zo bedroeg de grootste toelaatbare diepgang bij springtij in het Scheur in 1982 ongeveer 48' tegenover 44' in 1972. De toelaatbare diepgangen in het Scheur zijn groter dan in de Westerschelde. Ze gelden dan ook voor de opvaart in twee getijen naar de Zandvlietsluis (eventueel wordt nog een deel van de lading gelicht in Everingen). Voor de opvaart in één getij van de loodskruispost A1 naar de Zandvlietsluis kon in 1982 de toelaatbare diepgang gesteld worden op 44'.

Uit het voorgaande blijkt dat de toelaatbare diepgangen naar de Zandvlietsluis ontoereikend zijn om de concurrentiële positie van de haven van Antwerpen veilig te stellen, en om tegemoet te komen aan de eisen gesteld door de ontwikkelingen in het vervoer van massagoedschepen en in het gebruik van nieuwe vervoertechnieken.

Hierbij past nog de bedenking dat de haven van Antwerpen beschikt over een uitgebreide infra- en superstructuur, en dat de haven een belangrijke rol speelt in de Belgische economie. De optimale benutting van deze structuur en het blijvend vervullen van deze rol in de Belgische economie vergen een verdieping van de maritieme toegangsweg.

2.4. De gewenste vaarmogelijkheden na verdieping van de maritieme toegangsweg.

De verdieping van de maritieme toegangsweg dient zodanig te zijn dat volgende vaarmogelijkheden onder alle gemiddelde getijomstandigheden (gemiddeld doottij, gemiddeld getij, gemiddeld springtij) kunnen worden bekomen. (Waar in deze nota van diepgang sprake is, wordt steeds die in zoet water bedoeld, tenzij uitdrukkelijk anders vermeld).

1. Opvaart in één getij van een massagoedschip met diepgang 48' (14,65m) tijdens een getijvenster van 1 h per getij.
2. Opvaart in twee getijen van een massagoedschip met diepgang 50' (15,25m) tijdens een getijvenster van $\frac{1}{2}$ h per getij.

3. Afvaart in één getij van een containerschip met een diepgang van 41' (12,50m) tijdens een getijvenster van minstens 2 3/4 h per getij.
4. Afvaart in één getij van een containerschip met diepgang van 42' 8" (13m) tijdens een getijvenster van minstens 1 h per getij.
5. Afvaart in één getij van een massagoedschip (type Panamax) met een diepgang van 41' (12,50m) tijdens een getijvenster van minstens 1 h per getij.
6. Getij-ongebonden vaart met een diepgang van 38' (11,60m) bij een waterstand van GLLWS (gemiddeld-laag-laagwater-spring).

Hoofdstuk 3. VROEGERE PLANNEN TOT VERBETERING VAN EN REEDS UITGEVOERDE WERKEN AAN SCHEUR EN WESTERSCHELDE.

3.1. Beschrijving van opgestelde plannen i.v.m. Westerschelde.

De plannen, die vroeger werden opgesteld, hadden alle betrekking op werken voor het verbeteren van de vaargeul in de omgeving van Bath. Sinds vele decennia werd o.a. de bocht van Bath, omwille van zijn beperkte kromtestraal, beschouwd als één van de moeilijkst te bevaren gedeelten van de Westerschelde. Verscheidene plannen zagen bijgevolg het licht en werden uitgebreid onderzocht.

1. Het leidammenprojekt (bijlage 3.1.1).

In het begin van de zestigerjaren werd op het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout in overleg met Rijkswaterstaat een projekt uitgewerkt waarvan volgende verbeteringen konden worden verwacht :

- de diepte in de vaargeul in stand houden met onderhoudsbaggerwerken van aanzienlijk kleinere omvang,
- mits het uitvoeren van baggerwerken van dezelfde omvang een grotere diepte in de vaargeul bereiken.
- minder hinder van dwarsstromingen voor de scheepvaart bij maximale vloedstroom.
- een verbetering van de bevaarbaarheid en van de veiligheid van de scheepvaart door de verruiming van de bocht van Bath.

Genoemd projekt bestond uit de konstruktie van een reeks leidammen en oeverbekledingen in een gebied gelegen tussen Baalhoek en Doel. In grote lijnen dienden volgende werken uitgevoerd :

1) Het aanleggen van leidammen aan de opwaartse uiteinden van de vloedgeulen van de Plaat van Doel, van de Ballastplaat, van de Platen van Saeftinge en van de Platen van Valkenisse. Deze leidammen beteugelen gedeeltelijk de vloedstroom en leiden tevens de ebstroom in het vaarwater, waardoor een groter uitschuringseffekt wordt bekomen en bijgevolg grotere natuurlijke diepten worden in stand gehouden. Deze leidammen leggen genoemde platengebieden nagenoeg vast waardoor bepaalde ongunstige natuurlijke geulevoluties grotendeels worden bestreden.

2) Het verruimen van de bocht van Bath met vergroting van de kromtestraal. Dit effect kan worden bereikt door de aanleg van een leidam bij de ingang van de Appelzak en het uitvoeren van baggerwerken westelijk van de drempel van Valkenisse. Door de aldus ontstane betere geleiding van de ebstroom wordt tevens het opdringen van de Platen van Saeftinge in noordoostelijke richting tegengegaan.

3) Het wegbaggeren van een uitsprong t.h.v. Konijnenschor met het aanbrengen van de nodige oeverbescherming. Op deze wijze wordt door een continu bochtverloop een betere vloed- en ebgeleiding gevormd waardoor de diepte op de dempel van Valkenisse gunstig wordt beïnvloed.

Gans dit leidammenproject wordt uitvoerig behandeld in de rapporten van het Waterbouwkundig Laboratorium (Model 119), alsook in [1].

Twee van de genoemde leidammen met name Plaat van Doel en Ballastplaat werden uitgevoerd en voldoen aan de gestelde verwachtingen (Hfdst.3.2).

2. Bochtafsnijding Bath (bijlage 3.1.2).

In 1967 werd van Belgische zijde voorgesteld de nautisch hinderlijke bocht van Bath door middel van een drastische bochtafsnijding te verbeteren. Na de nodige hydraulische en nautische studies werd dit plan, mits enkele wijzigingen, door Nederland aanvaard.

Het ontwerp van de bochtafsnijding, zoals het uiteindelijk door alle betrokken instanties is aanvaard, ziet er in grote lijnen als volgt uit :

De eigenlijke doorsteek heeft een breedte van 400m op NAP-12,40m, en een straal van 3.000m . De bodem zelf ligt op NAP-14,40m. Het zuidelijke talud tegen het Land van Saeftinge aan, heeft een helling van 1/10. De noordelijke geleidedam met een taludhelling 1/4 heeft over een lengte van enkele kilometers een kruinhoogte op NAP+4,60m. Dit gedeelte is dus onoverstroombaar in normale getijomstandigheden. Opwaarts daalt deze geleidedam tot op de bestaande maaiveldhoogte. Afwaarts daalt de geleidedam geleidelijk naar het peil NAP+0,10m toe t.p.v. de Drempel van Valkenisse. Verder naar afwaarts toe wordt deze geleidedam verlengd met een bodembescherming (dikte 1 à 1,50m en breedte 30m) op de Platen van Valkenisse. De bodembescherming over de Platen van Valkenisse naar de hoek van de Zimmermanpolder toe heeft dezelfde karakteristieken.

De leidam op de Ballastplaat (reeds bestaande konstruktie) wordt verhoogd tot het peil NAP+0,10m (TAW+2,40m). De afsluiting van het vaarwater boven Bath ligt eveneens op dit peil doch behoudt een doorstroomopening met een breedte van 200m op het peil NAP-6,40m. Deze opening is noodzakelijk om de getijstrooming door het noordelijk bekken (het deel van de Westerschelde ten noorden van de bochtafsnijding) te kunnen behouden. Het behoud van dit bekken is van essentieel belang voor het getijregime van de Schelde.

De bochtafsnijding betekent een vaarwegverkorting van nagenoeg 3km.

3.2. Reeds uitgevoerde werken aan de Westerschelde (met uitsluiting van baggerwerken).

1. Het inkorten van het Oude Hoofd te Walsoorden (bijlage 3.2.1)

Het Oude Hoofd van Walsoorden is een uit de 16e eeuw daterend overblijfsel van een zeedijk van een verdrinken polder. Het werd in die tijd versterkt om verder gaande aantasting van de oever tegen te gaan. Het beheer van dit Oude Hoofd berust, als onderdeel van de waterkering, bij het waterschap Hulster Ambacht. De aanwezigheid van deze konstruktie betekende een niet te onderschatten hinder voor de scheepvaart omwille van een S-bocht in het vaarwater.

Plannen tot inkorting zijn in de jaren 1948 tot en met 1950 opgesteld en onderzocht in het Waterloopkundig Laboratorium te Delft. Dit onderzoek wees uit dat een inkorting met ca. 140m van de 320m lange dam het gunstigste was.

Na het doorbaggeren van de vloedschaar van Walsoorden, waardoor de S-bocht verdween en het Plaatje van Walsoorden de scheiding vormde tussen het nieuwe vaarwater en de geul langs de linkeroever, was de toestand voor de scheepvaart veel verbeterd. Op korte tijd verdween echter, door uitbochten, het Plaatje van Walsoorden en werd de oude toestand, met genoemde hinder, hersteld. Men besloot toen een nieuwe studie op hydraulisch model uit te voeren.

Deze laatste geschiedde op een model met beweeglijke bodem in het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout. De uitkomst hiervan resulteerde in een overeenkomst volgens welke de werken in 1966/67 werden uitgevoerd. De dam werd 165m ingekort en tot op het peil NAP-15,00m volledig verwijderd. Het geheel verwijderen van het Oude Hoofd zou een ontoelaatbare aanval op de oever tot gevolg hebben.

Restanten van de kop van het Oude Hoofd beneden NAP-15,00m verhinderen klaarblijkelijk ter plaatse de uitschuring. Benedenstrooms hiervan behoudt zich een turbulentieput van beperkte omvang en een diepte van circa NAP-30,00m.

De baggerwerken langs de Plaat van Walsoorden bevorderen een door de inkorting van het Oude Hoofd reeds in gang gezette "natuurlijke" verruiming van de geul alsmede de aanzanding van het vloedschactje in de plaat.

Een ebschaar bovenstrooms ontbreekt echter zodat voor doorbraak niet hoeft gevreesd zoals in 1860 en 1945.

Plaatvallen van betrekkelijk kleine omvang bleken weer snel aan te zanden en een vloeiend verloop aan de plaat te geven.

2. Leidam op de Plaat van Doel (bijlage 3.2.2.).

Deze leidam, uitgevoerd in de periode 1966/69, was de eerste in de reeks leidammen zoals voorzien in het leidammenproject waarvan hoger sprake (zie hfdst. 3.1.1.).

De dam werd aangelegd aan de opwaartse zijde van de Plaat van Doel tussen de boeien 93 en 89. Hij is nagenoeg 2km lang. Ter hoogte van de aansluiting met de Scheldedijk ligt het kruinpeil op TAW+5,90m. De dam daalt vervolgens op korte afstand tot het peil TAW+0,90m. Over de rest van zijn lengte wordt dit laatste peil behouden. De kop van de leidam ligt op ca. TAW+2,00m als gevolg van de ligging van de Plaat van Doel op het ogenblik van de uitvoering.

Op bijlage 3.2.2 is de ligging van de leidam met gerealiseerde kruinpeilen aangeduid. Enkele typische dwarsdoorsneden vervolledigen het geheel.

De basis van de leidam bestaat uit zinkstukken, waarop een kern van klei is gestort. Op deze kleikern werd een laag breuksteen met stukgewicht van 200 à 800kg aangebracht. Deze laag is meer dan 1,10m dik en werd onder een talud van 1/4 aangebracht. Op deze breuksteen werden loodslakken als vulsteen gestort (300kg/m²).

3. Leidam op de Ballastplaat (bijlage 3.2.3).

In het kader van het leidammenproject, zoals beschreven onder 3.1.1, werd in de periode 1968/71 eveneens de leidam op de Ballastplaat aangelegd.

De ligging en de lengte van de dam werden echter vóór de uitvoering gewijzigd, rekening houdend met de vooropgestelde bochtafsnijding te Bath. De dam werd, in afwijking van het tracé voorgesteld door het Waterbouwkundig Laboratorium, naar afwaarts toe verlengd en verplaatst naar het oosten d.i. naar de rechteroever toe.

Bijlage 3.2.3 geeft de situatie van de dam met enkele kruinpeilen en dwarsprofielen. De totale lengte bedraagt ca. 2.800m.

Bij de aansluiting met de rechteroever ligt de kruin van de dam op het peil TAW+7,60m. De kruin daalt geleidelijk naar afwaarts toe om aan de kop het peil TAW-0,10m te bereiken.

De basis van de dam bestaat deels uit zinkstukken, deels uit draadgaas, waarop een kern van breukstenen (80 à 200kg per stuk) is gestort. De kern is met een laag breukstenen (200 à 800kg per stuk) afgedekt. Deze laag is $\pm$ 1,10m dik. De holle ruimten werden opgevuld met loodslakken (300kg/m²).

4. Inpolderingen

Volgend staatje geeft een overzicht van de op Nederlands grondgebied uitgevoerde inpolderingen sedert het jaar 1800.

Oppervlakte in hectaren (1ha=10.000m ²)					
Periode	Sloe- gebied	Braakman e.o.	Saef- tinge	Bath e.o.	Totaal per periode
1800-1860	388	4.651	2.073	-	7.112
1861-1905	147(1)	1.118	627	951(2)	2.843
1906-1931	-	1.069	316	257	1.642
1932-1952	481	1.525	-	319	2.325
1953-1960	75	-	-	-	75
1961-1970	200	-	-	680	880
1971-1980	-	151	-	210	361
Totaal per gebied	1.291	8.514	3.016	2.417	15.238

(1) Sloedam gereed in 1871 (2) Kreekrakdam gereed in 1867

3.3. De baggerwerken in Scheur en Westerschelde vanaf hun begin tot en met 1981.

N.B.: Alle dieptecijfers vermeld in dit hoofdstuk worden opgegeven t.o.v. GLLWS.

1. Onderhouds- en Verdiepingsbaggerwerken.

Zowel in het Scheur als in de Westerschelde bestaat de gebaggerde specie hoofdzakelijk uit zand. Op enkele plaatsen wordt soms slib gebaggerd (o.a. Drempel van Borssele).

A. Scheur.

Op bijlage 3.3.1 worden schematisch de vermelde bagger- en stortplaatsen aangeduid.

Tabellen 1a en 1b geven een overzicht van de uitgevoerde baggerwerken in het Scheur sedert hun aanvang in 1960 tot en met 1981. Daarnaast werd tevens de evolutie aangegeven van de diepten in de 500m brede geul in vakken met een lengte van 1 meridiaanminuut (= ca. 1,16km). De baggerhoeveelheden zijn aangegeven in m³ met densiteit 1,6 en werden afgerond op 0,1 mln m³. Verder in dit rapport is eveneens sprake van volumes gemeten in beun. De omzetting van het ene naar het andere begrip kan benaderend gebeuren door volgende formule : $V_{beun} = \frac{2}{3} V_k$, waarin V_k het volume met densiteit 1,6.

Gedurende hogergenoemd tijdvak (1960/81) is nagenoeg 141,6 mln. m³ gebaggerd. Deze werken resulteerden in een verdieping gaande van een oorspronkelijke diepte minder dan -10m op de drempels Bol van Heist en benoorden Ribzand tot gemiddeld -13,1m (opname 1982) over het volledige Scheur.

Drie tijdvakken kunnen onderscheiden worden :

I. Tijdvak '60 - '65.

De baggerwerken blijven beperkt tot de drempel Scheur-Wielingen (Bol van Heist). De diepte evolueert er van oorspronkelijk (-9,8m) tot (-10,9 m). Het totaal verwijderde baggervolume bedraagt ca. 3,2mln. m³ gedurende een periode van 6 jaar.

II. Tijdvak '66 - '68.

De baggerwerken worden verplaatst naar de drempels benoorden Ribzand. In de jaren 1966/67 worden voor het eerst belangrijke hoeveelheden gebaggerd voor de verdieping van Scheur-West (3°04'E-3°13'E) nl. 4,2mln. m³ over een periode van 2 jaar.

De bereikte diepte op de drempel benoorden Ribzand bedraagt (-10,00m). De drempel Bol van Heist loopt terug tot (-10,50m). Op deze laatste plaats werd echter niet gebaggerd.

III. Tijdvak '69 - '81.

Tijdens dit tijdvak worden de baggerwerken gelijkmatig uitgevoerd op beide drempels hetgeen resulteert in een aaneengesloten baggerzone die zich uitstrekt van 3°03'E tot 3°19'E. Het Scheur wordt verder ingedeeld in Scheur-West gelegen tussen 3°03'E en 3°10'E en Scheur-Oost gelegen tussen 3°10'E en 3°19'E. Scheur-West is dat gedeelte van het Scheur dat deel uitmaakt van de gemeenschappelijke toegang tot de haven van Zeebrugge en de havens langs de Westerschelde. Scheur-Oost biedt uitsluitend toegang tot de havens gelegen langs de Westerschelde.

Daar waar de gemiddelde diepten in Scheur-West en Scheur-Oost voor de aanvang van onderhavige periode respectievelijk (-10,3m) en (-10,4m) bedroegen zijn de diepten op 1/1/82 respectievelijk tot (-13,0m) en (-13,2m) opgevoerd. In totaal zijn hiertoe over de periode van 13 jaar 134,2mln. m³ verwijderd.

De recente evolutie sinds 1979 wordt nader besproken in hoofdstuk 4.4.1.

Tabel 2 geeft een overzicht van de hoeveelheden gestorte specie op de verschillende stortplaatsen. De stortzone S1 (Sierra Ventana, bewesten de Droogte van Schooneveld) is in gebruik sinds 1966 voor de specie afkomstig van het Scheur

en sinds 1971 voor de specie afkomstig uit de Pas van het Zand en Ribzand. Voordien werd de specie afkomstig uit het Scheur gestort in de omgeving van de Paardemarkt en de specie afkomstig uit de Pas van het Zand en Ribzand, Oost en West van Zeebrugge. In de periode 1973/77 is een gedeelte van de specie afkomstig van het Scheur (ca. 17,5 mln. m3) gestort aan de Westrand van de Appelzak (Stortboei R3 - Paardemarkt, 51°22'05"N-3°17'20"E).

De stortboei S1 bevond zich oorspronkelijk in de positie 51°26'N-3°06'E. Wegens de geleidelijke verondieping en de toenemende diepgang van de baggerschepen werd de stortboei in westelijke richting verplaatst, nl. in 1971 naar de positie 51°26'N-3°05'E en in 1976 naar de positie 51°26'N-3°04'E. Tot 1/1/82 werd in deze laatste stortzone ca. 232,8 mln. m3 gestort waarvan ca. 120,9 mln. m3 afkomstig van het Scheur en 111,9 mln. m3 afkomstig van de Pas van het Zand-Ribzand.

B. Westerschelde.

Op bijlage 3.3.2 fig. 1 en 2 worden respectievelijk de verschillende bagger- en stortplaatsen afwaarts Zandvlietsluis schematisch aangeduid.

De hoeveelheden gebaggerde en gestorte specie in de Westerschelde worden vermeld op tabellen 3 en 4. Tabellen 5 en 6 geven de opsplitsing weer van de gestorte hoeveelheden volgens de herkomst van de specie (resp. uit België en Nederland). Alle volumes werden in beun gemeten en zijn afgerond op 0,1 mln. m3. De baggerwerken in de Westerschelde zijn begonnen in 1895. De opdeling in tijdvakken geschiedt als volgt : een eerste tijdvak van 1895 tot 1940, vervolgens 3 opeenvolgende decennia tot 1970 en vanaf 1971 tot 1981 per jaar.

Uit de cijfers valt o.a. het volgende op te maken:

Tabel 3

- Op de Drempel van Borssele wordt sinds 1973 jaarlijks ± 1,3 mln. m3 gebaggerd.
- De Drempel van Baarland werd rond 1975/76 verlaten. Vanaf dat ogenblik wordt er op de Overloop van Hansweert gebaggerd.
- Op de Drempel van Hansweert neemt het baggervolume geleidelijk aan toe vanaf 1935 (0,35 mln. m3/jaar) tot 1 mln. m3/jaar in het decennium 1961/70. Vanaf 1971 wordt hier jaarlijks gemiddeld 2,7 mln. m3 verwijderd .
- Walsoorden behoort sinds 1927 tot de normale baggerplaatsen. Een lichte stijging van het volume valt in het laatste decennium op te merken.

- Op de drempel van Valkenisse wordt sedert 1924 nagenoeg onafgebroken gebaggerd. Een sterke stijging wordt vastgesteld vanaf het decennium 1961/70. Een volgende stijging begint vanaf ca. 1975 tot 3,8 mln. m³/jaar in 1979/80.
- Een soortgelijk verschijnsel doet zich voor op de Drempel van Bath (nagenoeg onafgebroken baggerwerk sedert 1922/23). De eerste stijging valt hier echter in het decennium 1951/60. Maximale kubieken stelt men vast in de periode 1975/76. Vanaf dat ogenblik valt een lichte daling op te merken.
- Op de Drempel van Zandvliet (baggerwerken sedert 1902) wordt de stijging waargenomen in 1961/70. Het laatste decennium blijft het gebaggerde volume nagenoeg konstant (1,8 mln. m³/jaar).

Besluit.

In de loop van de jaren wordt op de Westerschelde steeds meer naar afwaarts toe ingegrepen, terwijl de baggerinspanning op de drempels, gelegen tussen Zandvliet en Hansweert, wordt vergroot.

Tot 1902 is de Drempel van Zandvliet de meest afwaarts gelegen baggerplaats. In 1923 wordt dit de Drempel van Bath, in 1924 de Drempel van Valkenisse, in 1927 Walsoorden en in 1935 de Drempel van Hansweert. Deze toestand blijft bestaan tot 1969. Dit laatste jaar wordt begonnen aan de Drempel van Baarland. Vanaf 1973 wordt ook op de Drempel van Borssele gebaggerd.

Tabel 4

- Het gestorte volume in de afwaarts van Hansweert gelegen stortplaatsen neemt toe vanaf ca. 1970.
- De stortingen in de Schaar van Waarde en de Schaar van de Noord nemen drastisch af vanaf ca. 1977. Dit is het gevolg van de verzandingsgraad van genoemde stortplaatsen en de grotere diepgang van de baggerschepen.
- De zone "Boei 63 - Konijnenschor" (stortplaats 3 op bijlage 3.3.2 fig.2) werd na een relatief intens gebruik in 1961/70, praktisch verlaten in de periode 1971/73. Vanaf 1974 stijgt de hoeveelheid per jaar gestorte specie tot een maximum in 1979 (5,4 mln. m³). Daarna treedt een lichte daling op.
- De stortplaatsen Schaar van de Noord en Appelzak werden vooral sterk benut vóór 1970.

Tabellen 5 en 6

De stortplaatsen op de Westerschelde worden zeer weinig gebruikt voor het storten van specie afkomstig uit de Zeeschelde (=Belg. Schelde): max. 1,4 mln. m³/jaar in 1978/79 verspreid over een viertal zones.

Tabel 7

Deze tabel vermeldt de hoeveelheden gebaggerde specie, die uit de rivierbedding zijn verwijderd (o.a. t.b.v. opspuitingen, zandleveringen aan derden e.d.).

Tabel 8

Deze tabel geeft een indruk van de bereikte resultaten op de verschillende drempels. De aangegeven dieptepeilen werden verzameld aan de hand van de cijfers gepubliceerd op de algemene Scheldekaarten. Uiteraard gaat het hier om een zeer ruwe benadering. Er kan bijgevolg geen absoluut besluit worden uitgetrokken.

2. Zandwinningen.

Bij het toestaan van een zandwinvergunning werd uitgegaan van het principe dat er niet meer zand mocht worden verwijderd, dan er door de natuur werd aangevoerd. Recent is vastgesteld dat er vrijwel geen aanzanding meer van nature plaatsvindt. Het beleid van RWS is erop gericht het winnen van zand in de Westerschelde terug te dringen. Hierbij zullen echter historische rechten van ondernemingen worden afgewogen.

Zandwinning in de Westerschelde vindt plaats op grond van hiertoe door de RWS verleende vergunningen. Voor het opwaarts van de lijn Borssele - Hoofdplaat gelegen gebied worden de vergunningen op grond van de Rivierenwet en het Baggerreglement verleend. Afwaarts van genoemde lijn is sinds 1972 het Rijksreglement Ontgrondingen van kracht.

Zandwinning vindt plaats door concessiehouders of t.b.v. werken.

a) Concessiehouders.

De door concessiehouders gewonnen specie is bestemd voor levering aan derden. In dit kader worden vergunningen verleend voor jaarlijks maximaal te winnen hoeveelheden specie in nader binnen een 5-tal riviergedeelten (vakken I, II, III, IV en V) aan te wijzen winplaatsen (bijlage 3.3.2 fig. 3). Deze zandwinningen vinden voornamelijk plaats langs de randen van de Spijkerplaat (vak I), de Suikerplaat (vak II), de Middelpaat (vak III) en de Platen van Ossenis (vak IV). Sinds enkele jaren wordt aan concessiehouders tevens vergunning verleend in een langs de rand van de Platen van Valkenisse (ter hoogte van Baalhoek) gelegen riviergedeelte (vak V). Bij de zandwinning door concessiehouders wordt een maximale diepte opgelegd (GLLWS-10m).

Met mogelijk kleine aanpassingen zullen deze voor de concessiehouders aangegeven zandwingebeden ook in de toekomst worden aangehouden. Sinds een aantal jaren wordt hierbij een zo evenwichtig mogelijk gebruik van de genoemde zandwingebeden nagestreefd. Door de toegenomen zandbehoefte en de

verminderde mogelijkheden tot zandwinning elders is de zandwinning door concessiehouders op de Westerschelde in de loop van de jaren aanzienlijk toegenomen, zoals blijkt uit de cijfers in volgende tabel :

Gemiddeld per jaar gebaggerde hoeveelheden specie.	
Periode	Gebaggerde hoeveelheden (gem./j) in m ³ In beun gemeten
1956-1960	130.000
1961-1965	163.000
1966-1970	517.000
1971-1975	940.000
1976-1980	1.414.000

Om tot hoeveelheden in profiel over te gaan dienen deze getallen met ca. 20% verminderd.

Gedurende de laatste beschouwde periode werd een maximale jaarlijkse hoeveelheid specie van ruim 1,7mln. m³ afgevoerd (1979). Uitgaande van het feit dat de zandwinning door concessiehouders niet zal worden verruimd, zal verder in dit rapport worden rekening gehouden met een jaarlijkse ontzanding ten gevolge van zandwinning door concessiehouders van 1,5 à 2mln. m³ in middelen van vervoer of van 1,2 à 1,6mln. m³ in profiel als maximum.

b) Zandwinning t.b.v. werken.

Deze zandwinning (bv. t.b.v. dijkverzwaringen) vindt binnen van tevoren nauwkeurig begrensde zones plaats. Hierbij wordt een maximaal toegestane diepte van GLLWS-12,50m aangehouden. Bij het vaststellen van de bewuste winplaatsen wordt voor zover mogelijk een gunstige invloed op de geulontwikkeling nagestreefd. Met name zijn langs de bolle oevers van het hoofdvaarwater in de loop der jaren aanzienlijke hoeveelheden zand gewonnen. Langs inscharende oevers wordt geen zandwinning toegestaan. Met het oog op de toekomstige aanzanding vindt de zandwinning als regel in de lengterichting van de veelal langgerekte zandwingebieden plaats.

Gedurende het tijdvak 1971/80 werden ten behoeve van de uitvoering van werken jaarlijkse hoeveelheden specie van maximaal 3 à 4mln. m³ aan de rivier onttrokken (in beun gemeten). De gemiddelde jaarlijks gebaggerde hoeveelheid specie bedroeg ca. 2mln. m³.

De eerstkomende jaren kan echter met een zekere teruggang van dit soort zandwinningen worden rekening gehouden. Met het oog hierop werd verder in onderhavig rapport de geschatte gemiddelde jaarlijkse afvoer van de specie ten behoeve van werken in de eerstkomende jaren beperkt tot ca. 0,75 mln. m³ per jaar (in middelen van vervoer) of ca. 0,6 mln. m³ per jaar (in profiel). Deze hoeveelheid zou maximaal kunnen oplopen tot ca. 2,0 mln. m³ per jaar (in profiel).

De zandwinningen in dit verband, waarmee in de nabije toekomst nog dient gerekend, hebben betrekking op :

- de nog resterende, op deltahoogte te brengen, dijkgedeelten.
- de verbreding van het kanaal door Zuid-Beveland.
- de Westerschelde Oeververbinding (WOV).
- de Haven Vlissingen-Oost.

3. Speciestortingen.

In de navolgende tabel zijn de gemiddelde jaarlijks t.b.v. werken gestorte (geloosde) hoeveelheden specie vermeld over het tijdvak 1951-1980. Deze hoeveelheden werden grotendeels in profiel, deels echter in middelen van vervoer bepaald.

Jaarlijks (gemiddeld) in de Westerschelde gestorte hoeveelheden specie in de periode 1951-1980. [16].	
Tijdvak	gem. gestorte hoeveelheid per jaar (m ³)
1951 - 1960	33.000
1961 - 1965	725.000
1966 - 1970	3.200.000
1971 - 1975	1.200.000
1976 - 1980	1.560.000

Hoofdstuk 4 DE WESTERSCHELDE EN HAAR MONDINGSGE- BIED.

4.1. Getijregime en chloridegehalte op de Westerschelde.

De getijbeweging op de Westerschelde wordt voornamelijk opgewekt door de getijbeweging in de Noordzee. Hierdoor wordt de watermassa in het estuarium in beweging gebracht. Het effect van deze "aanslingering" in het estuarium zelf is te beschrijven als een superpositie van twee lopende golven, één van zee naar binnen en één in de tegengestelde richting. De golf in de tegengestelde richting ontstaat door de reflecties van de naar binnen lopende golf op o.a. de oevers en ondiepten.

Deze beschouwing als superpositie van twee lopende golven geldt zowel voor de waterstanden (het "vertikale" getij) als voor de debieten (het "horizontale" getij).

Kenmerkend voor een relatief ondiep estuarium als de Westerschelde is het grote effect van de bodemweerstand op de bovengenoemde golven. De voornaamste effecten van de weerstand zijn dat de amplitudes van zowel de in- als de uitlopende golven gedempt worden en dat de vorm van de golf verandert.

De getijbeweging op een bepaalde plaats langs de Westerschelde (d.w.z. het resultaat van de bovengenoemde superpositie van twee golven) manifesteert zich uiteindelijk als een min of meer sinusvormig verlopend vertikaal getij en eenzelfde soort horizontaal getij. In de volgende paragrafen wordt het optredend vertikale en horizontale getij nader beschreven.

1. Het vertikaal getij.

A. Algemeen.

Op bijlage 4.1.1. is het verloop van het gemiddeld getij van een aantal stations langs de Westerschelde weergegeven.

Het blijkt dat het hoogwater te Antwerpen ca. 1h52min na hoogwater Vlissingen optreedt en het laagwater te Antwerpen ca. 2h29min na laagwater Vlissingen.

Het verloop van de hoog- en laagwaterstanden en de getijverschillen langs de Westerschelde van Vlissingen tot Antwerpen is weergegeven op bijlage 4.1.2. Te zien is dat de hoogwaters in stroomopwaartse richting verhogen en de laagwaters verlagen.

Het gemiddeld hoogwater te Vlissingen bedraagt NAP+1,99m (TAW+4,32m) en dat te Antwerpen NAP+2,82m (TAW+5,15), terwijl het gemiddeld getijverschil respectievelijk 3,85m en 5,14m bedraagt.

B. Gemiddeld-Laaq-Laaqwater-Spring (GLLWS).

T.b.v. de scheepvaartbelangen worden de dieptegegevens van het estuarium veelal aangegeven ten opzichte van het peil "gemiddeld-laaq-laaqwater-springtij (GLLWS)". Dit peil wordt ook "reduktievlak" genoemd.

Het peil GLLWS wordt berekend als het meerjarig gemiddelde van het laagste springlaagwater van elke maand. De exacte berekening en middelingsperiode verschilt tussen de Belgische en Nederlandse stations enigszins, doch dit is voor deze beschrijving niet relevant.

In de volgende tabel zijn de reduktievlakken voor een aantal stations weergegeven.

Reduktievlakken voor Westerschelde en Westerscheldemonding (volgens [2]).	
Plaats :	GLLWS (reduktievlak) in m beneden NAP :
Oostende	2,75
Zeebrugge	2,55
Wandelaar (inloop Scheur)	2,70
Westkapelle	2,19
Vlissingen	2,50
Terneuzen	2,59
Hansweert	2,70
Bath	2,61
Antwerpen	2,65

C. Overschrijdingsfrequenties en Grenspeilen.

Op bijlagen 4.1.3 t/m 4.1.6 zijn de overschrijdingsfrequenties van de hoogwaterstanden te Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath weergegeven.

Allereerst zijn weergegeven de frequentielijnen zoals bepaald in het Deltarapport [3] over de periode 1901 - 1950.

Daarnaast zijn aangegeven de frequentielijnen, zoals bepaald door de Operationele Afdeling van de directie Waterhuishouding en Waterbeweging van RWS uit gegevens van de periode 1971 - 1980, t.b.v. het onderzoek naar eventuele wijzigingen in de frequenties van hoogwaterstanden (zie ook par. 4.1.1.E.) [4].

Opgemerkt wordt dat uit de geconstateerde verhogingen van de hoogwaterstanden met een frequentie van 10^{-2} per jaar nog geen konklusies getrokken kunnen worden over eventuele wijzigingen van het basispeil (de hoogwaterstand behorend bij een frequentie van 10^{-4} per jaar).

Overigens is de verhoging van de hoogwaterstanden in het gebied met "normale" frequenties 10^2 tot 10^{-2} per jaar opmerkelijk.

Op basis van het bovengenoemde onderzoek van de hoogwaterstanden [7] is voorgesteld om de zogenaamde "grenspeilen" (de hoogwaterstand die met een frequentie van 5×10^{-1} per jaar wordt overschreden) voor een groot aantal stations in opwaartse zin bij te stellen.

In de navolgende tabel zijn de grenspeilen van een aantal stations, zowel volgens de bepalingen van het Deltarapport [3] als van de nieuwe berekeningen [4] weergegeven (in cm + NAP).

Station	Oud grenspeil	Nieuw grenspeil	Vershil
Bath	405	430	+ 25
Hansweert	365	390	+ 25
Terneuzen	355	370	+ 15
Vlissingen	327	340	+ 13

D. Stormvloeden.

Ter illustratie is in de volgende tabel het hoogste peil in een aantal stations tijdens enkele geselecteerde stormen opgenomen. Geselecteerd zijn alle stormen vanaf 1825 tot heden met een maximale waterstand te Vlissingen van NAP+3,77m (50 cm boven huidig grenspeil) of hoger.

Hoogste stormvloedstanden op diverse stations in het tijdvak 1825 - heden (in cm + NAP).					
hoofdstation datum	20 jan. 1877	12 mrt. 1906	1 mrt. 1949	1 feb. 1953	3 jan. 1976
Hedwigpolder/ Prosperpolder	-	-	442	543	494
Bath	434	486	460	560	476
Hansweert	413	460	412	507	444
Terneuzen	408	427	407	496	432
Vlissingen	385	392	382	455	394
Westkapelle	-	375	360	435	-

E. Evolutie van het vertikaal getij.

Het verticale getij is aan verschillende schommelingen onderworpen. De voornaamste in dit verband zijn de 18,6 jarige cyclus in het vertikaal getij met een amplitude van 14cm te

Vlissingen (veroorzaakt door de cyclische verandering van de hoek tussen het maanvlak en de ecliptica van $18,5^\circ$ tot $28,5^\circ$ met een periode van 18,6 jaar) en de stijging van het gemiddeld zeeniveau (te Vlissingen 22cm per eeuw) [4]. Ten aanzien van de stijging van het gemiddeld zeeniveau zijn onlangs resultaten van recent onderzoek gepresenteerd [5].

De volgende tabel bevat een deel van de resultaten.

Gemiddelde stijging van het gemiddeld zeeniveau (MSL), gemiddeld hoogwater (HW), gemiddeld laagwater (LW) en gemiddeld getijverschil (TD) in cm per eeuw (uit [5]).					
Station	MSL	HW	LW	TD	Tijdvak met gegevens
Oostende	-	17	5	12	1925 - 1980
Vlissingen	22	33	19	14	1900 - 1980
Terneuzen	-	40	18	22	1900 - 1980
Hansweert	-	40	10	30	1900 - 1980
Bath	-	44	16	28	1900 - 1980

Deze resultaten tonen een toename van het getijverschil langs de Nederlandse en Belgische kust van 6 tot 21cm per eeuw. Langs de Westerschelde is de toename van het getijverschil groter.

Ter illustratie van de evolutie van het getij langs de Westerschelde zijn op bijlage 4.1.7 t/m 4.1.14 nog een aantal gegevens gepresenteerd. Bijlagen 4.1.7 t/m 4.1.10 geven een beeld van de ontwikkeling te Vlissingen. Uit bijlage 4.1.7 blijkt de toename van de gemiddelde zeestand met 22cm per eeuw; uit bijlage 4.1.8 blijkt de toename van het getijverschil met 14cm per eeuw en ook de amplitude van de 18,6 jarige cyclus (14cm). Bijlage 4.1.9 en 4.1.10 geven de gemiddelde stijging van het HW en LW met respectievelijk 33 en 19cm per eeuw. Op bijlage 4.1.11 t/m 4.1.13 zijn enkele gegevens van het station Bath gepresenteerd. Bijlage 4.1.11 geeft de ontwikkeling van het getijverschil (toename van 28cm per eeuw). Tevens is te zien dat na 1970 de ontwikkeling sterk gaat afwijken en dat in deze laatste periode een extra verhoging van het getijverschil optreedt. Op bijlage 4.1.13 is te zien dat deze extra-verhoging wordt veroorzaakt door de extra-verlaging van de laagwaterstanden. In de hoogwaterstanden (bijlage 4.1.12) is geen afwijking van de langjarige trend te onderkennen. Op bijlage 4.1.14 en 4.1.15 tenslotte zijn de veranderingen gepresenteerd die zijn opgetreden in het verschil in hoogwater, laagwater, halftij en getijverschil tussen Vlissingen en de overige stations in de Westerschelde (d.w.z. dat de veranderingen op het estuarium, relatief t.o.v. Vlissingen zijn aangegeven). Het blijkt dat de hoogwaters

t.o.v. Vlissingen een geringe stijging vertonen, waarbij de stijging toeneemt naarmate men verder oostelijk komt. Hetzelfde geldt voor de laagwaters die een relatieve daling vertonen waardoor het getijverschil tenslotte, relatief ten opzichte van Vlissingen bij de stations Bath en verder stroomopwaarts fors toeneemt. De stijging van het getijverschil na 1970 wordt in hoofdzaak veroorzaakt door de baggerwerken : door de verdieping van drempels en de daarmee gepaard gaande geulverruiming wordt de weerstand van de rivier verminderd en de getijgolf minder gedempt, voornamelijk tot uitdrukking komend in een verlaging van de laagwaterstanden.

2. Het horizontaal getij.

A. Algemeen.

Door de waterstandsverandering aan de mond van het estuarium ontstaat een verhang in de waterspiegel en daardoor stroming. Het Westerschelde-estuarium is relatief kort en daardoor wordt het horizontaal getij voornamelijk gekarakteriseerd door komberging (vulling bij vloed en lediging bij eb). In het geval het estuarium volledig door komberging zou worden gekarakteriseerd zouden de stroomkenteringen precies op HW respectievelijk LW vallen. De afwijking van het ideale kombergingsverval op de Westerschelde is gering : de stroomkenteringen vallen ongeveer 1 uur na HW respectievelijk LW.

Op bijlage 4.1.1 is de gemiddelde stroomsnelheid in de raai Vlissingen-Breskens aangegeven. Het is te zien dat de maximum vloed- en ebstroom ongeveer samenhangt met het maximum verhang over het estuarium (waterstandsverschil Antwerpen-Vlissingen). De "schouder" in de vloedstroomkromme bij een peil $\pm$ NAP+50cm wordt veroorzaakt door de topografie van het bekken : in die fase van het getij worden de plaatgebieden overstroomd.

Op bijlage 4.1.16 is gepresenteerd hoe de totale kombergingsinhoud van de Westerschelde verloopt van Vlissingen naar Antwerpen (deze komberging is gedefinieerd als het totale volume van het estuarium tussen de peilen LW en HW). In de tekening is voor deze inhoud, stroomopwaarts van Antwerpen $95 \times 10^6 \text{ m}^3$ aangehouden. Tevens is de omvang aangeduid van het totale watervolume dat in een gemiddelde vloedperiode tussen de stroomkenteringen in diverse raaien passeert (het vloedvolume). Het vloedvolume is slechts weinig minder dan de totale inhoud tussen HW en LW (komberging). Ook dit geeft aan dat het horizontale getij op het Westerschelde-estuarium zich voornamelijk als vullings- en ledigingsstroom gedraagt.

Het vloedvolume in de monding bij Vlissingen bedraagt ca. $1.100 \times 10^6 \text{ m}^3$ en de totale inhoud tussen gemiddeld HW en LW stroomopwaarts van Vlissingen ca. $1.250 \times 10^6 \text{ m}^3$.

B. Eb- en vloeddebieten.

Op bijlage 4.1.17 fig. 1 is de grootte van de gemiddelde eb- en vloedvolumes in de Westerschelde schematisch weergegeven, zodat de verdeling over de geulen zichtbaar wordt. In werkelijkheid zijn de eb- en vloeddebieten per geul niet gelijk : er bestaan geulen met een groter eb- dan vloeddebiet (ebgeulen) en andersom (vloedscharen). Fig. 2 op bijlage 4.1.17 geeft daarvan een beeld. Opgemerkt wordt dat bijlage 4.1.17 is opgesteld aan de hand van een berekening van het opgetreden getij van 11 mei 1971, waardoor het mogelijk is dat in het Vaarwater Boven Bath een gering vloedoverschot aanwezig is (vermoedelijk door opwaaiing). In de evenwichtssituatie (gemiddeld getij) zal hier een gering eboverschot ter grootte van de afvoer van de Schelde aanwezig zijn.

C. Snelheden.

Op bijlage 4.1.18 zijn de maximale stroomsnelheden die tijdens vloed respectievelijk eb optreden in de bovenste waterlaag bij gemiddeld springtij weergegeven (afgeleid uit [6]). Belangrijke stromingen dwars op de vaargeul treden met name op bij vloed, en wel in de uitmonding van de Zimmermangeul in het Nauw van Bath, en bij de uitmonding van de Schaar van de Spijkerplaat in de Pas van Terneuzen.

D. Evolutie van het horizontaal getij.

Uit metingen is niet gekonstateerd dat de snelheden in de Westerschelde gewijzigd zijn.

Op basis van het feit dat de komberging is toegenomen als gevolg van de vergroting van het getijverschil mag worden gekonkludeerd dat ook de getijvolumes zullen zijn toegenomen. In samenhang met het gelijkblijven van de snelheden wijst dit op een vergroting van het totale dwarsprofiel van de Westerschelde, hetgeen uit pellingen wordt bevestigd.

Verder is gekonstateerd dat in een aantal raaien in de Westerschelde de verdeling van de debieten over vloedschaar en ebgeul (hoofdgeul) trendmatig wijzigt ten gunste van de ebgeul (Middelgat - Gat van Ossensisse, Schaar van Waarde - Zuidergat en Nauw van Bath - Schaar van de Noord).

3. Chloridegehalten.

De chloridegehalten in de Westerschelde worden bepaald door de zoetwaterbelastingen en de invloed van de zee. De invloed van de zee manifesteert zich op twee manieren : door het hogere chloridegehalte van zeewater en door de getijbeweging en de daarmee samenhangende stromings- en mengingsverschijnselen.

Het jaargemiddelde chloridegehalte vertoont vanaf Vlissingen stroomopwaarts een geleidelijk afnemend verloop van ca. 17g/l te Vlissingen tot ca. 6,5g/l bij de grens België-Nederland. Gedurende perioden met hoge rivierafvoer kunnen de gemiddelde gehalten sterk dalen en uiteraard bij lage rivierafvoer, door vergroting van de invloed van de zee, sterk stijgen. Op bijlage 4.1.19 is het verloop van het gemiddeld chloridegehalte voor een gemiddelde, natte en droge periode weergegeven.

Bijlage 4.1.20 geeft een indruk van het verloop van het chloridegehalte over de jaren 1971-1980 op een viertal plaatsen : Vlissingen, Hansweert, Lamswaarde (Zuidergat t.h.v. Baalhoek) en de grens België-Nederland.

Het betreft hier chloridegehalten gemiddeld over de verticaal en over een periode van 10 dagen. Men ziet dat de variaties in chloridegehalte toenemen naarmate men verder stroomopwaarts komt : bij Vlissingen varieerde het chloridegehalte tussen 19g/l (november 1972) en 14,5g/l (december 1974), maar bij de grens bedroeg het maximum en minimum respectievelijk 14g/l (september 1976) en 0,5g/l (december 1974).

Naast de bovenstaande variaties in het decade-gemiddeld chloridegehalte is er nog de variatie, die gedurende de getijperiode als gevolg van de eb- en vloedstromingen optreedt.

Bijlage 4.1.21 geeft een goed overzicht van de omvang van deze tweede soort van variaties [8]. Uit deze bijlage ziet men dat de chloridegradiënt die tijdens de ebkentering aanwezig is (E) tijdens de vloedkentering in zijn geheel verder stroomopwaarts is komen te liggen (V), waardoor de maximale verschillen gedurende een getijperiode op een bepaalde plaats kunnen oplopen tot gemiddeld 3,5g/l in de omgeving van de grens.

Verder zijn de chloridegehalten aan het oppervlak in het algemeen iets lager dan aan de bodem, met name in de omgeving van Bath. De verschillen tussen oppervlakte en bodem zijn echter niet groot (bij Bath maximaal in de orde van 0,5g/l; bij Vlissingen en Antwerpen ca. 0,1g/l) en een duidelijke gelaagdheid treedt niet op.

In volgende tabel zijn enige cijfers omtrent het gemiddeld chloridegehalte in de periode 1975-1980 weergegeven [9].

De kolommen "10%" en "90%" geven een indruk van de variatie door verschillen in rivierafvoer en neerslag : de chloridegehalten in deze kolommen worden 10% respectievelijk 90% van de tijd onderschreden.

Gemeten chloridegehalten (getijgemiddeld) in de periode 1975-1980						
	zomer (mei t/m nov.)			winter (dec. t/m april)		
	gem.	10%	90%	gem.	10%	90%
Vlissingen	17,0	15,6	17,4	16,6	14,8	17,5
Hansweert	12,9	9,3	15,5	10,7	6,3	13,9
Baalhoek	12,0	7,8	15,5	9,4	4,8	13,2
Grens	8,1	3,5	12,5	5,0	0,9	9,3

Tenslotte zij vermeld dat de indruk bestaat dat de gemiddelde chloridegehalten, die bij gelijke afvoer- en neerslagomstandigheden optreden, in de loop van de tijd veranderen. Uit berekeningen met een diffusiemodel [10] bleek namelijk dat bij het simuleren van de gemeten chloridegehalten uit de periode 1975-1980 hogere dispersiecoëfficiënten moesten worden ingevoerd dan bij de chloridegehalten uit de periode 1971-1974. Dit wijst op een toename van zoutindringing. Verder is uit regressieberekeningen [9] afgeleid dat het chloridegehalte bij gemiddelde Schelde-afvoer in de periode 1975-1980 te Hansweert, Baalhoek en bij de grens respectievelijk ca. 0,6, 1,1 en 1,4g/l hoger lag dan in de periode 1970-1974. De beschouwde periode is te kort om definitieve conclusies te trekken. Een eventuele toename van de chloridegehalten in deze periode zou echter verklaard kunnen worden uit een versterking van het verticaal getij als gevolg van deels natuurlijke en deels artificiële oorzaken zoals de baggerwerken.

4.2. Stormvloedbeheersing.

In dit hoofdstuk wordt de berekeningsmethode samengevat voor het bepalen van de "deltahoogten en- profielen" van de Nederlandse dijken langs de Westerschelde.

1. Ontwerpcriteria.

Een zeedijk langs de Westerschelde dient een stormvloed te kunnen keren, waarbij het ontwerppeil niet wordt overschreden. De overschrijdingskans van een dergelijke stormvloed bedraagt voor de Westerschelde $2,5 \times 10^{-4}$. Bij het vaststellen van de afmetingen van een deltadijk worden in principe de aanbevelingen, opgenomen in het Rapport van de Deltacommissie [3], aangehouden. Volgens deze aanbevelingen wordt de kruinhoogte gevonden door de ontwerpstormvloedstand te vermeerderen met de golfoploop, een toeslag voor een mogelijke buistoot en een overhoogte.

De wijze van berekening van deze grootheden wordt uitvoerig behandeld in genoemd Rapport.

2. Verhoging van golfoploop bij verhoging van ontwerpwaterstanden.

Voor de berekening van de verhoging t.g.v. golfoploop kan worden uitgegaan van de nota ten behoeve van de Technische Scheldec commissie [11]. Uit deze nota blijkt, dat voor bijna alle dijkvakken geldt, dat de toename van de ontwerpwaterstand gelijk is aan de benodigde verhoging van de dijkhoogte.

Voor enkele gevallen met een hoog voorland, waarbij de golfhoogte door de geringe waterdiepte beperkt wordt tot een maximum, dient een verhoging van de kruin als gevolg van een verhoging van de golfoploop in rekening te worden gebracht volgens de formule:

$$\Delta k = \Delta h \left(1 + \frac{k - h}{h + d} \right)$$

waarbij:

k = ontwerp kruinhoogte (m)

h = ontwerp hoogwaterstand (m)

d = diepte voor de dijk beneden N.A.P. (m)

Δk = verhoging van de ontwerp kruinhoogte (m)

Δh = verhoging van de ontwerp hoogwaterstand. (m)

De extra ($\Delta k - \Delta h$) t.g.v. de aanwezigheid van het hoge voorland is in alle voorkomende gevallen kleiner of gelijk aan $0,5 \Delta h$.

3. Geadviseerde kruinhoogte ten behoeve van de deltaverzwaringen langs de Westerschelde.

A. Berekeningsmethode.

De bijgaande op bijlage 4.2.1 en tabellen 9a t.e.m. i weergegeven verzamelde adviezen zijn verstrekt in een periode die zich uitstrekt van de eerste jaren na de stormvloedramp van 1 februari 1953 tot heden.

De eerste dijkverzwaringen werden uitgevoerd in het kader van het herstel van zwakke plaatsen in de hoogwaterkeringen. Om deze verzwaring een zo definitief mogelijk karakter te kunnen geven werd de toenmalige Afdeling Studiedienst opgedragen om vooruitlopend op de richtlijnen van de Deltacommissie een zo goed mogelijke schatting te geven van de definitief vereiste kruinhoogten [12].

Door de beperkte kennis van de maatgevende randvoorwaarden en het ontbreken van goede rekenmodellen en gegevens moe-

ten de in de eerste jaren na de stormramp van 1 februari 1953 verstrekte gegevens als globaal worden aangemerkt. Als zodanig kunnen ook de in [12] gegeven dijkprofielen worden beschouwd. Eerst met het verschijnen van het Deltarapport [3] kwamen de definitieve randvoorwaarden en meer algemeen geldende rekenmethoden ter beschikking. Door de afwijkingen hiervan met de voordien gehanteerde normen was een herziening van de berekeningen van 1955 [12] noodzakelijk. Deze herziening kwam in 1962 gereed [13].

Door het uitvoeren van golfmetingen en veekrandwaarnemingen wordt meer en meer inzicht verkregen in de golfbeweging op de Westerschelde. Laboratoriumproeven maakten reeds een nauwkeuriger schatting van de golfoplopen mogelijk. Sinds het eind van de zestiger jaren worden de gegevens van 1962 voor elke adviesaanvraag derhalve aan de nieuwste inzichten getoetst en zonodig aangepast [14]. Voor niet op de stormstreek gelegen dijkvakken is men tot op heden echter vooral aangewezen op extrapolatie van uit veekmerken afgeleide golfoplopen.

B. Presentatie gegevens.

In de uitgebrachte adviezen werden naargelang de golfbelasting een aantal dijkvakken onderscheiden. Naarmate de inzichten hierin toenamen is een fijnere verdeling gemaakt. Zoveel als mogelijk zijn de destijds onderscheiden dijkvakken vermeld. Deze zijn aangegeven op bijlage 4.2.1, voorzien van een volgnummer. In de tabellen 9a t.e.m. i is per dijkvak het ontwerppeil bij de maatgevend gestelde stormstreek alsmede de vereiste kruinhoogte gegeven. Omdat de kruinhoogte mede afhankelijk is van de taludhelling en de bermbreedte zijn ook deze gegevens vermeld. Met betrekking tot de ontwerppeilen bij een superstormvloed met windrichtingen uit het noordwesten kan worden verwezen naar het Deltarapport [3].

C. Eventuele aanpassing van de verstrekte gegevens.

Zoals hoger vermeld, is getracht die gegevens uit de verstrekte adviezen te verzamelen, waarop het definitieve ontwerp is gebaseerd. Slechts in een gering aantal gevallen zijn alternatieven weergegeven. Afgezien van kleine verschillen ten gevolge van de interpretatie van het advies door de ontwerper kunnen derhalve ook hierdoor afwijkingen zijn ontstaan tussen de bestekshoogten en de geadviseerde hoogten. Voorts dient te worden opgemerkt dat van enkele dijkvakken thans (augustus 1981) nog geen definitief ontwerp is gemaakt, zodat aanpassingen van het advies in principe nog mogelijk zijn.

4.3. Morfologische ontwikkeling van de Westerschelde. (bijlagen 4.3.1 t.e.m. 4.3.4).

De oudste hydrografische opname van de Westerschelde dateert uit de Franse Republikeinse tijd (1799-1800). Volgens een

kaart van Zeeuwsch-Vlaanderen uit 1733 liep "Het Vaarwater naar Gent" van Breskens af niet alleen naar Gent maar had ook toegang tot Axel en zelfs Hulst. Hulst had via het Helle-gat echter ook een eigen verbinding met de Westerschelde door de huidige Platen van Hulst.

Bij Vlissingen moest de keus gemaakt worden tussen de Honte om bv. in Antwerpen te komen, en het vaarwater naar Gent om bv. Axel aan te doen. Deze vaarwateren waren verder immers door slechts ondiepe geultjes verbonden.

Hoe de vaarroute naar Antwerpen verder ging is niet uit gegevens bekend. Aansluitend aan de Honte kunnen de Everingen en de Pas van Terneuzen voor de scheepvaart als gelijkwaardige geulen worden aangemerkt. Na samenkornst van deze beide geulen in het dan nog op enige afstand uit de oever gelegen Middelgat, werd de opvaart via deze geul door het Groot Vaarwater (vlak langs Waarde) achtereenvolgens vanaf Konijnenschor door het Zuidergat, het Nauw van Bath en het Vaarwater boven Bath voortgezet.

In 1860 was het Zuidergat ter hoogte van Walsoorden - in samenhang met het aldaar ontstaan van de Schaar van Walsoorden - op enige afstand uit de oever gelegen. In 1945 heeft zich dit herhaald (zie Hfdst.3.2.1). Het Zuidergat neemt geleidelijk aan voor de scheepvaart een belangrijkere plaats in ten opzichte van de Schaar van Waarde. Ook de Pas van Terneuzen ontwikkelt zich verder.

Uit de hydrografische kaart van 1905 blijkt uit de betonning o.a. met lichtboeien, dat de Pas van Terneuzen hoofdvaarwater is en de Everingen nevenvaarwater. Zowel de Pas van Terneuzen als het Zuidergat zijn aan de benedenloop tegen de oever uitgebocht en naar het westen verschoven.

De Pas van Terneuzen is in het westen dichter tegen de oever aan gaan liggen en heeft een bollier verloop gekregen, vermoedelijk mede door het wegvallen van de krachtige vulen vooral leegstroming van de Braakman. De Pas van Terneuzen stroomt als ebgeul de Zuid-Bevelandse oever aan ter hoogte van Borssele. Hier is een diepe turbulentieput ontstaan. Door de afsluiting van de Sloedam (1871) is het Sloe in betekenis afgenomen. Gelijktijdig hiermee is ook de sterke afname van de Sardingeul te zien sinds 1800.

De grote inpolderingen vanaf 1800 met name bij de "Brakman" en Saeftinge zijn zichtbaar van invloed op de geulontwikkeling ter plaatse (zie Hfdst. 3.2.4).

Met name bij Breskens is het Vaarwater langs Hoofdplaat sterk afgenomen mede door de toename van de Schaar van Spijkerplaat. De Schaar van Waarde heeft zijn richting naar het zuiden meer oostwaarts verlegd. Hierdoor ontwikkelt zich de Schaar van de Noord in samenwerking met een inscharing van de oever bij het Nauw van Bath. Deze tendens is verder geëvolueerd. In 1905 was vanaf de zee tot en met

Hansweert een doorgaand diep vaarwater aanwezig van vrij grote breedte. In 1931 is het Middelgat zover in noordelijke richting uitgebocht tegen de Zuid-Bevelandse oever dat van de Pas van Kapelle weinig meer over is. Het Gat van Ossensisse neemt toe als vloedschaar. De Pas van Terneuzen heeft zich verder naar het westen verlegd. De turbulentieput bij Borssele is eveneens naar het westen meegegaan en deze uitstroming heeft de Honte in noordelijke richting laten uitbochten.

Vanaf 1905 tot 1951 werd in de bovenloop van de Westerschelde eerst incidenteel later geregeld gebaggerd op bescheiden schaal (zie Hfdst. 3.3.1.B). In 1952 is er sprake van een duidelijke groei van de hoeveelheid baggerwerk met een uitbreiding in westelijke richting tot uiteindelijk bij Baarland. De doorgaande ontwikkeling van het Gat van Ossensisse (de latere Overloop van Hansweert) is opmerkelijk. Voor de scheepvaart had deze nieuw gevormde kortsluitgeul toen nog geen betekenis.

Hoewel de diepstekende vaart door het Middelgat bleef varen is in 1960 de Overloop van Hansweert van blinde betonning voorzien en als nevenvaarwater gemarkeerd.

Het Zuidergat is weer geheel tegen de Zeeuwsvlaamse oever aan gaan liggen. Duidelijk zichtbaar is de priemende werking van het Oude Hoofd van Walsoorden. Met zijn lengte van 320m was het een obstakel voor de scheepvaart. Sinds 1948 zijn studies en proeven gedaan naar verbetering van de nauwe passage welke uiteindelijk leidden tot inkorting, hetgeen in 1967 is gerealiseerd (Hfdst.3.2.1).

Na 1960 heeft de verruiming van de Overloop van Hansweert zich nog in belangrijke mate voortgezet, ondanks baggerwerk in het Middelgat t.p.v. de Drempel van Baarland. Hoewel de Overloop van Hansweert ook toen als nevenvaarwater bleef aangemerkt, werd door de grote scheepvaart omstreeks 1970 overwegend van deze nieuwe vaarroute gebruik gemaakt. Dit om de ondiepere vaarroute te vermijden via het als officieel hoofdvaarwater aangemerkte Middelgat. Naast de blinde betonning waren toen ook enkele lichtboeien uitgelegd.

Pas in augustus 1980 is de Overloop van Hansweert officieel als hoofdvaarwater betond. Het Middelgat is sindsdien als nevenvaarwater gemarkeerd.

Het hoofdvaarwater wordt nu in 1982 tussen Vlissingen en Antwerpen achtereenvolgens gevormd door: de Honte, de Drempel van Borssele, de Pas van Terneuzen, de Overloop van Hansweert, het Zuidergat, het Nauw van Bath en het Vaarwater boven Bath.

Samenvattend kan van de laatste decennia worden gezegd, mede door de omvangrijke baggerwerken en daaruit voortvloeiende speciéstortingen, dat de ebgeulen zich hebben versterkt en de vloedscharen in betekenis zijn afgenomen (voornamelijk in het Zuidergat en de Schaar van Waarde).

Deze verschuiving in betekenis van de geulen heeft een verschuiving van de waterverdeling over de geulen tot gevolg.

Deze evolutie dient als één van de oorzaken te worden beschouwd voor de sterkere achteruitgang van de onverdedigde oevers. In hoofdstuk 4.5 wordt aan dit laatste verder aandacht besteed.

Uit het voorgaande blijkt dat de morfologie van de Westerschelde in de loop van de jaren belangrijke wijzigingen heeft ondergaan. Tot en met de eerste helft van deze eeuw zijn deze wijzigingen voornamelijk toe te schrijven aan natuurlijke ontwikkelingen alsook aan inpolderingen, die de oevers van de rivier vastlegden. In de laatste decennia hebben de baggerwerken en de daaruit voortvloeiende stortingen eveneens invloed uitgeoefend.

4.4. Zandhuishouding en stortplaatsen.

1. Buitengebied - Scheur (bijlage 3.3.1).

N.B. : Alle gebaggerde en gestorte volumes in het "Scheur" zijn uitgedrukt in m³ met densiteit 1,6. In hoofdstuk 3.3.1.A wordt een benaderende omzettingsformule opgegeven naar "volumes gemeten in beun".

A. Baggerwerken.

Uitgaande van de gegevens vermeld in hoofdstuk 3.3.1.A en de tabellen 1a, 1b en 2 kan worden vastgesteld dat vanaf 1969 het gerealiseerde baggervolume een eerste maal sterk is toegenomen tot ca. 7,1 mln. m³/jaar. In 1979 en 1980 wordt het baggervolume tot respectievelijk ca. 13,5 mln. m³ en ca. 17,7 mln. m³ opgevoerd.

Vanaf 1981 wordt meer dan 32 mln. m³/jaar gebaggerd i.v.m. de verdieping. In de eerste periode (1972/79) treedt er een gemiddelde verdieping op van ca. 10 dm. Genoemde 7,1 mln. m³/jaar is bijgevolg reeds groter dan het benodigde onderhoudsvolume. Na verloop van de tweede periode (1979/80) wordt de gemiddelde diepte nogmaals met ca. 5 dm opgevoerd. Na de sterke toename in 1981 wordt een bijkomende gemiddelde verdieping van ca. 7 dm op één jaar gerealiseerd.

Teneinde een zo goed mogelijke schatting te kunnen maken van het onderhoudsbaggerwerk in het Scheur is een zogenaamd observatieprogramma voor het Scheur opgezet. Ter gelegenheid van elke lading van het Scheur worden hiertoe volgende gegevens nauwkeurig geïnventariseerd.

Voor vakken van 1000 m lengte, over een geulbreedte van 500 m en langs weerszijden een invloedszone van 400 m, waarin de taluds gelegen zijn, wordt telkens berekend :

- de gemiddelde diepte per vak.
- de hoeveelheid verdieping of verondieping t.o.v. de vorige lading.
- de gebaggerde hoeveelheid per vak.
- de sedimentatie en/of erosie zowel per vak als over het volledige gebied, gecombineerd met voorgaande gegevens.

Het observatieprogramma voor het Scheur-West loopt sedert mei 1976. Als globale gemiddelde sedimentatie, over de periode mei '76 tot jan. '81, te rekenen over een geulbreedte van 500m + 2 x 400m, wordt gevonden : 0,028m³ per m² en per maand. De jaarlijkse totale aanzanding van het Scheur-West kan aldus voor een diepte GLLWS-12,3m van de 500m-geul geschat worden op : 7.000m x 1.300m x 0,028 x 12 = 3,1mln. m³ per jaar.

Het observatieprogramma voor het Scheur-Oost loopt pas sinds februari 1980. De gevonden sedimentatie voor Scheur-Oost bedraagt 0,005m³ per m² per maand. De observatieperiode is evenwel nog te kort. De aanzanding voor het Scheur-Oost kan voor een diepte GLLWS-12,5m van de 500m-geul geschat worden op : 12.000m x 1.300m x 0,005 x 12 = 0,9mln. m³ per jaar.

De totale jaarlijkse aanzanding in het Scheur, in profiel gemeten, kan bijgevolg geraamd worden op 4mln. m³ per jaar.

B. Stortplaats.

De huidige stortplaats voor de specie afkomstig uit het Scheur en de Pas van het Zand en Ribzand bevindt zich in positie 51°26'N - 3°04' E (stortboei S1).

Enig inzicht in de evolutie van de stortzone S1 (Sierra Ventana) kan worden verkregen d.m.v. bijlage 4.4.1. Hierop werden de resultaten getekend van de ladingen uitgevoerd door Nederland (april-mei 1962) en door België (eind februari 1981). In het op deze bijlage omliggende gebied werd een verondieping van 13,7mln. m³ berekend. Deze hoeveelheid dient te worden vergeleken met een volume van ca. 200mln. m³ (densiteit 1,6) specie welke - zoals blijkt uit tabel 2 - vanaf 1966 t.e.m. 1981 in deze stortzone werd gestort.

Door de steeds toe- nemende verondieping van de stortplaats in de richting van het Scheur zal in de nabije toekomst naar nieuwe stortplaatsen dienen gezocht.

C. Zandwinning.

Op bijlage 4.4.2 zijn de huidige en toekomstige vaargeul van het Scheur aangeduid. Op te merken valt dat alle huidige baggerwerken in het Scheur geschieden in een zone die in de

toekomst als vaarwater zal behouden blijven. In een beperkte zone (Akkaertbank) van de toekomstige vaargeul is echter nu reeds een aanvang gemaakt met een zandwinning ten behoeve van de havenwerken in Zeebrugge. Op deze laatste plaats is in het tijdvak 1/9/1980 tot 31/12/80 2,35 mln m³ zand gewonnen.

De gemiddelden diepten in deze zone evolueerden van GLLWS-14,3m naar -14,8m.

2. Westerschelde ten oosten van Vlissingen.

A. Zandhuishouding.

De zandhuishouding in de Westerschelde met inbegrip van de drempel van Zandvliet is, behalve door natuurlijke ontwikkelingen, met name tijdens de laatste decennia, in belangrijke mate mede beïnvloed door zandwinning en speciëstortingen (lozingen) t.b.v. diverse werken, alsmede door de onderhoudsbaggerwerken (en de daarmee samenhangende speciëstortingen) uitgevoerd door de Antwerpse Zeediensten.

Op grond van voor het tijdvak 1955-1980 uitgevoerde inhoudsberekeningen kon de jaarlijkse natuurlijke aanzanding van de Westerschelde globaal op 2,0 à 2,5mln. m³ (in profiel) worden gesteld [15]. Uit de resultaten van de inhoudsberekening voor de periode 1971/72-1980 blijkt echter dat genoemde waarden voor de huidige situatie dienen aangepast. De gemiddelde natuurlijke "aanzanding" voor deze laatste periode is negatief en bedraagt ca. - 0,6mln. m³ per jaar.

Onderstaande aan [16] ontleende tabel I geeft op basis van vorengenoemde inhoudsberekeningen de zandbalans voor de Westerschelde weer.

TABEL I

Zandbalans gehele Westerschelde (inclusief drempel van Zandvliet) zonder schorgebieden (in mln. m ³).			
tijdvak	totale zandwinst	balanspost i.v.m. specieafvoer	"natuurlijk" effect
1878-1931	-13,4	-	-13,4
1931-1952	+5,0	-	+5,0
1952-1971/72	+9,1	-26,7	+35,8
1971/72-1980	-36,8	-31,6	-5,2
1878-1980	-36,1	-58,3	+22,2

+ = aanzanding

- = ontzanding

De inhoudsberekening 1971/72-80 resulteert in een totaal zandverlies van 36,8 mln. m³. Rekening houdend met de netto aan de rivier onttrokken hoeveelheid specie (= ca. 31,6 mln. m³) bedraagt de globale natuurlijke ontzanding ca. 5,2 mln. m³ of 0,65 mln. m³/jaar.

In navolgende tabel II wordt een globale schatting gegeven van de in de eerstkomende jaren te verwachten jaarlijkse ontzanding.

TABEL II

Globale schatting te verwachten ontzanding in de Westerschelde		
aanzanding cq. ontzanding t.g.v.	hoeveelheden per jaar (mln. m ³ in profiel)	
(geschatte) natuurlijke aan- of ontzanding	-0,60	
afvoer naar België	-1,50	max. -2,3
afvoer t.b.v. werken	-0,65	max. -2,0
afvoer t.b.v. concessiehouders	-1,50	max. -1,7
totale ontzanding per jaar	gem. -4,25	

Het bekomen resultaat (- 4,25 mln. m³/jaar) dient als maximaal te worden beschouwd.

In tabel II zijn geen hoeveelheden van eventueel door storten of lozen in de rivier in te brengen specie opgenomen. Door deze speciestortingen (gedurende de komende 5 à 10 jaar mogelijk ca. 0,5 mln. m³/jaar) wordt de in tabel II gegeven negatieve zandbalans positief beïnvloed.

B. Stortplaatsen.

a) Stortplaatsen in gebruik door de Antwerpse Zeediensten t.b.v. onderhouds- en verdiepingsbaggerwerken.

Op 1/1/1982 zijn volgende stortplaatsen in gebruik (zie bijlage 3.3.2. fig. 2).

1. Appelzak (vloed).
2. Schaar van de Noord (eb en vloed tot 2h30 na L.W.).
3. Baalhoek - Marlemon (eb en vloed).
4. Zimmerman (eb en vloed).
5. Vloedschaar Walsoorden (eb en vloed tot 2h30 na L.W.).

- 6-7-8. Schaar van Waarde (eb en vloed).
9. Platen van Ossensisse Oostzijde (eb).
10. Molenplaat (vloed).
11. Gat van Ossensisse (eb en vloed).
12. Rug van Baarland (vloed).
13. Ebschaar naar de Everingen (eb en vloed tot
 GLLWS -6,00m).
14. Vloedschaar Everingen (eb en vloed).
15. Schaar van Spijkerplaat (eb).

Al deze stortzones werden in onderling overleg met Rijkswaterstaat vastgelegd. De nummering kwam begin 1982 tot stand. Stortplaatsen 9 en 15 kwamen slechts na hogergenoemde datum in gebruik.

Van deze stortplaatsen zijn de nummers 3 en 7, alsmede 10 tot en met 15, toegankelijk voor grote sleepzuigers, die voornamelijk instaan voor de onderhouds- en verdiepingsbaggerwerken op de Westerschelde. De nummers 1, 2, 4, 5, 6, 8 en 9 zijn slechts toegankelijk voor pramen of hopperzuigers met beperkte diepgang.

Het gebruik dat van deze stortplaatsen in de loop der jaren werd gemaakt kan worden afgeleid uit tabel 4. Hieruit blijkt dat dit gebruik van jaar tot jaar verschilt. De reden is dat geen enkele stortplaats onbeperkt kan benut worden daar door de stortingen de diepte van de klapzone achteruit gaat en deze na verloop van tijd niet meer toegankelijk is. Geruime tijd later herstelt zich meestal de oorspronkelijke toestand. Tot nog toe is alleen de stortplaats "Vloedschaar Everingen" niet aan beperkingen onderhevig gebleken, waarschijnlijk wegens de relatief kleine hoeveelheden gestorte specie.

In het algemeen kan worden gesteld dat het gebruik van een bepaalde stortplaats afhankelijk is van de baggerplaatsen, waarvoor steeds de meest economische vervoerafstand wordt gekozen binnen de technische mogelijkheden van het ogenblik. Zoals reeds in hfdst. 3.3.1.B werd vastgesteld, worden in de loop der jaren ook de stortingen naar afwaarts toe verplaatst als gevolg van de toegenomen baggeractiviteit in dit gedeelte van de rivier.

b) Stortplaatsen en speciéstortingen onder rechtstreeks toezicht van Rijkswaterstaat.

Afgezien van de speciéstortingen vanwege de Antwerpse Zee-diensten (zie onder a) zijn in de loop der jaren grotere en kleinere hoeveelheden specie afkomstig van diverse werken in het rivierbed van de Westerschelde ingebracht. Naast deze

veelal als zandig materiaal aan te merken specie worden jaarlijks aanzienlijke hoeveelheden onderhoudsspecie (slib) uit de diverse havens in het rivierbed teruggestort. Voor de zandhuishouding in de Westerschelde zijn laatstgenoemde speciestortingen evenwel van geen gelang. Verder blijven deze stortingen dan ook buiten beschouwing.

Het storten van specie (zie hfdst. 3.3.B.3) in het rivierbed is sinds 1961 in belangrijke mate beïnvloed door het uitvoeren van omvangrijke werken in het gebied van de Haven Vlissingen-Oost, de havens te Terneuzen en de Braakmanhaven. De van deze werken afkomstige specie is overwegend via persleidingen (uitmonding op grotere diepte) in de rivier ingebracht.

De overige ingebrachte specie is meestal bij middel van pramen in de rivier gestort. De locaties van de lozingspunten c.q. stortplaatsen worden telkens per object nader bepaald. Hierbij wordt zoveel mogelijk met de diverse rivierbelangen rekening gehouden. Met name bij de via persleidingen in de rivier ingebrachte specie zijn over het algemeen controlemetingen in de vorm van transportmetingen en/of bodembemonstering uitgevoerd, teneinde de verplaatsing van het geloosde materiaal te kunnen vaststellen. Dit vooral ter controle op de eventuele ongunstige invloed op de in de omgeving (boven- en/of benedenstrooms van het lozingspunt) in het vaarwater gelegen drempels. Enige invloed van betekenis op de ontwikkeling van deze drempels als gevolg van uitgevoerde speciestortingen (-lozingen) is tot dusver niet duidelijk aangetoond, alhoewel op de Drempel van Borssele regelmatig slibspecie (densiteit $< 1,6$) wordt gebaggerd.

Ook in de komende jaren zal met het storten (lozen) van specie in de Westerschelde rekening moeten worden gehouden. Bij het uitvoeren van de werken tot verbetering van het Kanaal door Zuid-Beveland zal in het tijdvak 1984-1987 ongeveer 8 mln. m^3 specie in het rivierbed worden gebracht. Als mogelijke stortplaats zal hiervoor in eerste instantie de Schaar van Waarde in aanmerking komen. Tijdens genoemde periode zal eveneens t.b.v. dit werk ca. 6,5 mln. specie worden gewonnen. Hieruit volgt een nettoverlies van ca. 1,5 mln. m^3 .

Als stortplaats voor een gedeelte van de bij de uitvoering van werken t.b.v. het lozingsmiddel Zoommeer vrijkomende specie (ongeveer 1,5 mln. m^3) is het bovenstrooms deel van de Appelzak (bovenstrooms van Bath) aangewezen. Deze specie zal eveneens de eerstkomende jaren worden ingebracht. Hoewel een aanzienlijk deel van de bij de uitvoering van de Westerschelde-Oeververbinding vrijkomende specie in het ontworpen overgangseiland op de Platen van Ossensisse zal worden gedeponeerd, zal ook t.b.v. deze werken met het in de rivier inbrengen van een (mogelijk beperkte) hoeveelheid specie moeten worden gerekend. Gelet op het voorgaande zal de eerstkomende 5 à 10 jaar met het jaarlijks in de rivier inbrengen van gem. 0,5 mln. m^3 specie moeten worden gerekend (zie hfdst. 4.4.2.A).

4.5. Stabiliteit van de oevers.

1. Algemeen.

In hoofdstuk 4.3. werd aangetoond dat de geulen en scharen van de Westerschelde in de loop der jaren belangrijke verplaatsingen hebben ondergaan. De geulbewegingen waren in de periode 1800-1945 veelal heen en weer gaand, waarbij nieuwe kortsluitgeulen werden gevormd, zonder daarbij aan de oevers veel te veranderen.

De laatste decennia komt meer bepaald tot uiting dat de geulen over het algemeen zijn uitgebocht tot tegen de oever.

Tevens werd aangestipt dat in het laatste decennium, mede door de omvangrijke baggerwerken, er een versterking optreedt van de ebgeulen waardoor een sterkere achteruitgang van de onverdedigde oevers wordt waargenomen. In dit hoofdstuk wordt hierop dieper ingegaan.

In het benedenstroomse deel van de Westerschelde is de invloed van de baggerwerken nog zeer gering geweest. Hierdoor kan nog van een zekere natuurlijke ontwikkeling worden gesproken. In dit gebied zijn de inscharingen van de hoofdgeulen Pas van Terneuzen en Honte, vrij aanzienlijk geweest. In het bovenstroomse gebied van de Westerschelde wordt de natuurlijke ontwikkeling vanaf het begin van deze eeuw verstoord door baggerwerken op de diverse drempels. Aanvankelijk was deze invloed nog vrij gering. Van aanzienlijke inscharingen kan in dit gebied gedurende de eerste helft van deze eeuw nauwelijks worden gesproken.

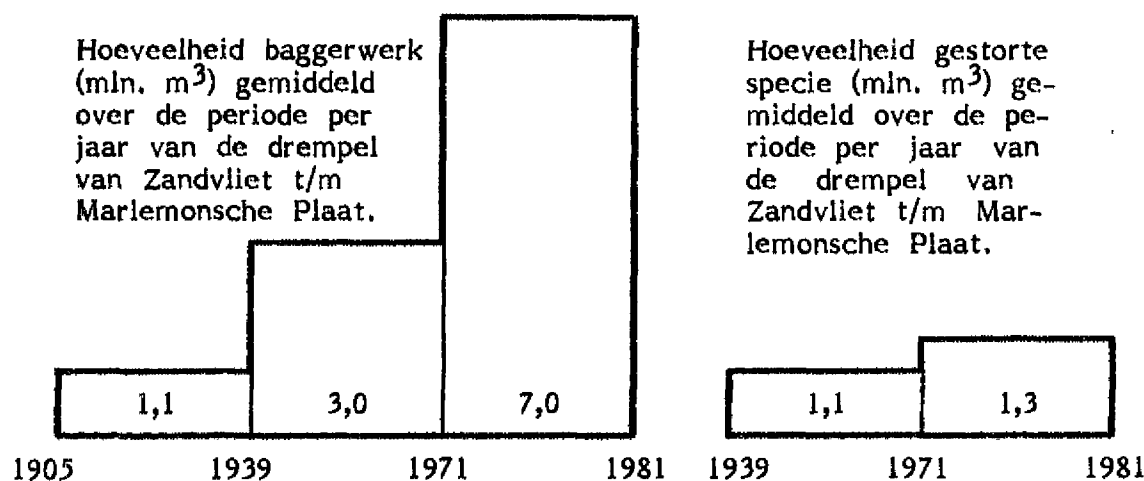
Na het opvoeren van de baggerwerken en de in samenhang daarmee in omvang toenemen van de hoofdgeulen is van een duidelijke toenemende inscharing sprake. Mogelijk is hierbij ook de zuigende werking van de scheepvaart op de geulrand van invloed. De toegenomen diepgang en waterverplaatsing gepaard aan een toename van de vaarsnelheid hebben hiertoe bijgedragen.

Bij de uitvoering van de baggerwerken is de laatste jaren in samenhang met de verondieping van de plaatselijk aanwezige stortplaatsen en de toename van de diepgang van het baggermaterieel de gestaag groeiende hoeveelheid stortspecie steeds verder stroomafwaarts geklapt (Hfdst. 4.4.2.B).

Uit inhoudsberekening is gebleken dat de aanzanding door natuurlijk effect van het t.h.v. Bath gelegen riviergedeelte (bijlage 4.5.2) zowel in de periode 1955-1971 als in de periode 1971-1980 ongeveer 50% van de uit het gebied afgevoerde hoeveelheid specie bedraagt.

De natuurlijke aanzanding blijkt hier onafhankelijk te zijn van de afgevoerde hoeveelheid specie per tijdseenheid. Dit heeft geresulteerd in een aanzienlijke verruiming van dit riviergedeelte.

Volgende figuren illustreren de toename van het baggeren en storten tussen de drempel van Zandvliet en Marlemonsche Plaat.



Ter illustratie werden op bijlage 4.5.1 voor genoemd rivierge-deelte enkele typische situaties van de dieptelijnen geschetst tijdens de periode 1860 tot 1979.

In samenwerking met de Rijks Geologische Dienst zijn door de Rijkswaterstaat onderzoeken gedaan naar de bodemgesteldheid in het oostelijk gedeelte van de Westerschelde.

Deze zijn voor de omgeving van Bath weergegeven op bijlage 4.5.2 en 4.5.3.

Uit deze overzichtskaart is globaal te zien waar het Hollandveen zich nog bevindt. In het algemeen mag worden aangenomen, dat hieronder niet valgevoelige gronden aanwezig zijn uit het Pleistoceen.

Voor de plaatsen waar dit veenpakket weg is moet extra aandacht worden besteed aan de stabiliteit van deze gronden.

Deze inbraken (oude of nog bestaande geulen) zijn doorgaans geheel of gedeeltelijk opgevuld met valgevoelig jong zeezand.

2. Evolutie van de verschillende riviergedeelten.

A. Vaarwater boven Bath.

Tussen het zinkertracé en het licht Zuid-Saeftinge is een onderbreking van het Hollandveen aanwezig. Tot NAP-12m is jong zeezand aangetroffen (afzetting van Duinkerke). Ten opzichte van de aangrenzende delen van de linkerschelde-oever is hier sprake van een veel flauwer talud.

Tot omstreeks 1960 is er sprake van een betrekkelijk geringe afname van de oever (ca. 1m/j). In de periode 1961-1970 is door de toegenomen baggerwerken van een toegenomen inscharing sprake (vooral waar het jonge zeezand aanwezig is (maximaal ca. 5m/j)). De aanleg van de leidam op de Ballastplaat heeft hierop nauwelijks nog invloed kunnen hebben.

In de periode 1971-1981 wordt de inscharing sterker, waarbij een belangrijke rol enerzijds aan de leidam op de Ballastplaat toekomt en anderzijds aan het verlies aan komberging (ca. 5mln. m³) door de afsluiting van de geulen en de schorren ten oosten van de "Appelzak" (inscharing maximaal ca. 6m/j).

B. Nauw van Bath rechteroever.

Onmiddellijk stroomafwaarts van de uitspringende hoek in de zeedijk bij Bath is te midden van oude kerngronden over een breedte van circa 500m en een diepte tot NAP-19m haaks op de rivier een geul gevuld met valgevoelig jong zeezand (bijlage 4.5.4).

In de periode 1922-1960 bedroeg de teruggang van de oever ter plaatse ca. 1m/j, in de periode 1961-1970 was dit ca. 2m/j en van 1971 t/m 1981 bedroeg dit 3m/j.

Verder stroomafwaarts is de achteruitgang van de oever sinds 1960 vrijwel niet toegenomen ten opzichte van de periode ervoor (2 à 4m/j).

De belangrijkste oorzaak van de sterkere achteruitgang bij Bath moet gezocht worden in het baggerwerk bij boel 77 en de afsluiting van de Appelzak door de leidam op de Ballastplaat. Hierdoor wordt de ebstroom geconcentreerd op dit oevergedeelte.

De speciéstortingen in de Schaar van de Noord veroorzaken daar een verondieping van de geul ter plaatse. In relatie hiermee krijgt het Nauw van Bath meer water per getij, waardoor deze geul zich verruimd. Dit verband wordt door de peilingen bevestigd.

C. Overloop van Valkenisse.

Op de drempel van Valkenisse bestaat de bodem tot ruim NAP-20m uit jong zeezand. Ook de aangrenzende gebieden van het Verdrongen Land van Saeftinge (Hondegat c.a.) bestaan uit deze valgevoelige grond.

Sinds 1907 is op de drempel van Valkenisse gebaggerd voor de instandhouding van de geul. Tot 1967 werd een diepte van ongeveer GLLWS-8m aangehouden.

Vanaf dit jaar is evenals op de drempel van Bath van een voortgaande verdieping sprake. In 1967 was de bevaarbare diepte GLLWS-8,5m, in 1977 ruim GLLWS-11m en in 1981 GLLWS-12m.

In het gebied Bath tot Hansweert is de waterverdeling door omvangrijke baggerwerken op de drempels en in geringe mate door de inkorting van het Oude Hoofd te Walsoorden (1966/67) geheel anders komen te liggen (zie volgende tabel).

Getijvolumes Zuidergat (Z.G.) en Schaar van Waarde (S.v.W.) in procenten van het totale getijvolume. Natuurwaarnemingen.				
Jaar	vloed		eb	
	Z.G.	S.v.W.	Z.G.	S.v.W.
1937	33,3	66,7	42,3	57,7
1957	30,4	69,6	47,9	52,1
1964	36,0	64,0	52,5	47,5
1970	41,7	58,3	55,1	44,9
1975	46,0	54,0	60,0	40,0
1981	52,8	47,2	67,9	32,1

Het Zuidergat is ruwweg 1,5 maal zoveel water gaan voeren als in 1937, waarbij de toename vooral gezocht moet worden na 1964. Deze toename is gegaan ten koste van de Schaar van Waarde, welke als stortplaats is gebruikt.

Verder stroomafwaarts van de drempel van Valkenisse zijn langs de linkeroever de oude kerngronden weer aanwezig.

Alleen bij het Speelmansgat ontbreekt de oude grond over een afstand van 300 à 400m. Het lichtopstand Konijnenschor is op oude gronden opgebouwd en toch sinds 1946 reeds acht maal verplaatst wegens teruggang van de oever, (zie tabel 10).

De geulbodem in dit gebied bestaat op een diepte van ca. NAP-27m uit een zeer harde kleilaag van ca. 2m dikte, daterend uit het "Boven Pliocene".

Deze kleilaag biedt weerstand tegen verdieping van de geul. De noodzakelijke geulverruiming door de toename van het eb- en vloedvolume wordt verkregen door de teruggang van niet alleen de linker- maar ook van de rechteroever (Platen van Valkenisse).

Vooralsinds 1965 is een opmerkelijke toename van de inschaling geconstateerd van de uit oude kerngronden opgebouwde linkeroever.

Bij het Speelmansgat en Baalhoek werd tijdens een periode van 4 jaar achtereen een teruggang van 30m/jaar vastgesteld. Overigens varieert de teruggang tussen 15 en 30m/jaar ondanks speciëstortingen ter plaatse.

De sterkere neiging tot inschaling lijkt zich stroomafwaarts te verplaatsen.

D. Bocht van Walsoorden.

Het benedenstroomse deel van de linkeroever is tot op grote diepte geheel verdedigd. De geulverruiming vindt mede door het baggerwerk aan de rechteroever plaats door verruiming van de binnenbocht. Hierdoor wordt zowel de linkeroever als de bodem ontzien. Vermindering van dit baggerwerk zal een toename van de stroomaanval op dit oevergedeelte tot gevolg hebben en een mogelijke aantasting van de stroomresistente bodemlagen tot gevolg hebben. Dit is reeds gebeurd bij het Oude Hoofd van Walsoorden en verder stroomafwaarts bij de Nol van Ossensisse.

E. Hansweert

Langs de oever was een afzetting van jong zeezand aanwezig, die betrekkelijk snel achteruit ging. Omstreeks 1965 werd het huidige uit oude kerngronden opgebouwde oevergedeelte bereikt, waarbij de huidige steile oever ontstond en de inschaling afnam.

F. Gat van Ossensisse.

De linkeroever (Platen van Hulst) is hier over een grote lengte onverdedigd, waarbij plaatselijk de oever uit jonge valgevoelige gronden is opgebouwd. Stroomafwaarts is tot aan de Margarethapolder langs de Pas van Terneuzen een aaneengesloten oeververdediging aanwezig. Aan het bovenstroomse eind van het Gat van Ossensisse is de omgeving van de Nol van Ossensisse eveneens van een oever- en bodemverdediging voorzien.

Door ondermijning en aantasting van de resistente kleilaag vinden regelmatig afschuivingen plaats bij de Nol van Ossenis-se.

Aan de voet van de Nol van Ossenis is de diepe kleilaag uit het Boven Pliocene geheel opgeruimd door de stroom. De onder de klei aanwezige grond wordt uitgespoeld waarna de kleilaag verder afbreekt. Indien zo een talud wordt bereikt kan een grote afschuiving volgen.

4.6. Natuur, Milieu, Visserij en Recreatie.

1. Natuur en Milieu.

A. Samenvatting.

a) Het Mondingsgebied.

Het Scheur kan omschreven worden als de belangrijkste vaargeul vanuit de Noordzee naar de Westerschelde met als huidige diepte GGLWS-13m.

Omringende ondiepten zijn onder andere de Vlake van de Raan en de Bol van Knokke. De Wielingen, zuidelijk van het Scheur, is tevens nog een belangrijke vaargeul. Het Scheur ligt ten zuid-westen van de Westerscheldemonding. Als gevolg van de turbulente stroming en de erosie van de kleiachtige Vlaamse Banken worden rond het Scheur zwevende stofgehalten waargenomen die enkele malen hoger zijn dan in de Westerschelde.

In het water van de kustzone (tot ca. 30km uit de kust) zijn de troebelingsgraden beduidend hoger dan in volle zee, waarbij zwevende stofgehalten van meer dan 30mg/l geen uitzondering zijn. Naar schatting vindt jaarlijks een netto-transport plaats van ca. 0,3mln. m³ sediment. [41]

Rond het Scheur vinden stortingen van baggerspecie, lozingen van industrieel afval en effluentlozingen vanaf de Belgische kust (voornamelijk omgeving Zeebrugge) plaats.

De baggerspecie die rond het Scheur gestort wordt is deels afkomstig uit de vaargeul zelf en deels uit lokaties voor de Belgische kust (Zeebrugge). Tussen de som van gebaggerde in en gestorte specie rond het Scheur en de in het omliggende gebied waargenomen zwevende stofgehalten is tot op heden geen significante relatie gevonden.

Uit onderzoek blijkt dat het sediment van het Scheur vergelijkbare gehalten aan zware metalen bevat als sediment met eenzelfde korrelgrootte-samenstelling uit een "schoon" gebied zoals de Oosterschelde. Het sediment van het Scheur is, wat betreft zware metalen, niet verontreinigd.

De invloed van de lozingen doet zich gelden in verhogingen van gehalten aan nutriënten en zware metalen in de

waterfase dichtbij de Belgische kust. Deze gehalten zijn hoger dan bij Vlissingen en liggen in de orde van grootte van die bij Hansweert.

Evenals in de Westerschelde weerspiegelen de voorkomende gehalten van in het water aanwezige stoffen zich in de kwaliteit van organismen als mosselen en zeewier. Langs de Belgische kust worden in het gebied Knokke - Zeebrugge de hoogste metaalgehalten gevonden zowel in water als in mosselen en zeewier.

De hoge troebelheden rond het Scheur beperken de primaire produktie tot de bovenste 5 meter van de waterkolom, terwijl verder weg in open zee de bovenste 25 meter produktief zijn. Door de verhoogde gehalten aan voedingsstoffen komen ook verhoogde gehalten aan plankton voor, waardoor de produktie in beide zones toch in dezelfde orde van grootte liggen (ca. 150-320 gram koolstof/m²/j rond het Scheur en ca. 150-250g/m²/j in de Noordzee). Het overgrote deel van al het beschikbare voedsel wordt ter plaatse door het fytoplankton geproduceerd.

Het plantaardig plankton (= fytoplankton) van de kustzone waarvan het Scheur deel uitmaakt, wordt gekenmerkt door een groot aantal mariene soorten waarvan de totale concentratie uitgedrukt als koolstof tussen de 90 en 750mg/m³ ligt. De concentratie van dierlijk plankton (= zoöplankton) varieert van 1-1000mg/m³ uitgedrukt als koolstof.

De bodemdieren rond het Scheur komen in grote aantallen en soorten voor, waarvan wormen en tweekleppige schelpdieren de belangrijkste vertegenwoordigers zijn. Deze bodemdieren zijn een belangrijke voedselbron voor vissen en vogels.

Ook voor de visstand is de kustzone, waartoe het Scheur behoort, belangrijk. Deze zone vormt een paaigebied voor tong en zandspiering en een opgroeigebied voor haring, kabeljauw, schol en tong. De kustzone fungeert als overwinteringsgebied voor grote aantallen vogels.

b) De Westerschelde

De Westerschelde is het laatst overgebleven estuarium in het Deltagebied van zuid-west Nederland met overgangen van zoute mariene milieutypen naar brakke. Het herbergt een grote verscheidenheid aan landschapsvormen en levensgemeenschappen en vormt een voor Nederland zeer waardevol natuurgebied. Ook in Europees en mondiaal verband is het een natuurgebied van belang. De dichtstbijzijnde estuaria zijn die bij de uitmondingen van de Franse rivieren de Somme en de Seine in het Kanaal en van de Duitse rivieren zoals de Eems in het Waddengebied. Milieufactoren zoals klimaat en getij-amplitude verschillen sterk in de Franse en Duitse gebieden. De Westerschelde vormt hierbij in menig opzicht een overgangsgebied. Verder zijn de vogelpopulaties in dit gebied van grote internationale betekenis.

Een estuarium als de Westerschelde wordt gekenmerkt door tal van gradiënten waarbij de indringing van zeewater van grote invloed is voor het voorkomen van zowel abiotische (opgeloste en aan slib gehechte stoffen) als biotische (planten, dieren) componenten. Het mondingsgebied tot aan Terneuzen is een voornamelijk marien gebied. Van Hansweert tot aan Antwerpen is het meer een brakwatergebied.

De import van voedingsstoffen vanuit zowel de Noordzee als de Zeeschelde houdt een hoge biologische produktie in stand. Deze produktie en een rijke schakering aan landschapsvormen (platen, slikken, schorren, etc.) dragen bij tot zeer waardevolle natuurgebieden als de Hooge Platen en het Verdrongen Land van Saeftinge.

De Westerschelde wordt gekenmerkt door een keten van schorren verlopend van zout naar brak en is hierdoor uniek in Nederland. Ongeveer 10% van het buitendijks gebied, ca. 2800ha, bestaat uit schor. De grootte van deze gebieden is direkt afhankelijk van de hoogwaterstanden en de stroom en de golfaanval op de oevergebieden. Op de schorren en intergetijdegebieden fourageren vele vogelsoorten vanwege het ruime voedselaanbod (voornamelijk planten en bodemdieren). Bodemdierpopulaties van mosselen, kokkels en wormen komen voornamelijk voor in de intergetijdegebieden welke een oppervlakte van ca. 8200ha ofwel een kwart van het totale buitendijkse gebied beslaan.

De morfologie van de Westerschelde, met name de ligging van geulen en platen, met de daarbij horende milieucomponenten vormen een dynamisch geheel dat, binnen bepaalde grenzen van nature aan verandering onderhevig is.

Een aantal buitendijkse gebieden, t.w. het Verdrongen Land van Saeftinge, het schor van Waarde, de Verdrongen Zwartepolder en het Zwin, zijn ter bescherming onder de werking van de Natuurbeschermingswet gebracht. In streek- en bestemmingsplannen hebben de gebieden boven de GLW-lijn veelal de functie of bestemming natuurgebied gekregen.

De visfauna is ten westen van Terneuzen soortenrijk. Oostwaarts wordt het aantal soorten minder en komen voornamelijk jonge tongen, soms in grote aantallen, voor.

De wateruitwisseling met de Noordzee en de Zeeschelde is ook van grote invloed op de waterkwaliteit en de kwaliteit van het slib en de organismen in de Westerschelde. Het grootste deel van de belasting van de Westerschelde met organische afbreekbare stoffen, nutriënten, organische en anorganische mikroverontreiniging vindt plaats via de Zeeschelde. Het water is ter plaatse van de Belgisch-Nederlandse grens sterk verontreinigd. Door de verdunning via het getij met relatief schoon zeewater en zeeslib treedt in zeewaartse richting een sterke verbetering op in zowel de water- als de slibkwaliteit.

Het Scheldewater blijft vanwege de heersende stromingspatronen lange tijd achter in het bekken (ten oosten van Hansweert) rondstromen waar een groot deel van de organische vuillast afgebroken wordt en een deel van het zwevende slib, inclusief contaminanten, bezinkt. Het grootste deel van het slib bezinkt reeds vóór de grens op Belgisch gebied bij zoutgehalten tussen 0,5 en 3gCl/l. Ten aanzien van het zwevend slibgehalte bestaat er (in het gedeelte ten oosten van Terneuzen) een statistisch significante relatie met de hoeveelheid gebaggerde plus gestorte baggerspecie (4.6.1.E.b.).

De verontreiniging van zowel water als slib in het oostelijk deel van de Westerschelde wordt weerspiegeld in de gehalten van organische en anorganische mikroverontreinigingen in mosselen en schorplanten als lamsoor en zeekraal. Zo zijn in mosselen de gehalten aan cadmium ter hoogte van het Zuidergat gemiddeld 6mg/kg nat mosselvlees, hetgeen ca. 25 maal zo hoog is als de gehalten in mosselen uit de Waddenzee. Dit gehalte overschrijdt zeer duidelijk de concept-richtlijn die het Ministerie van Landbouw en Visserij hanteert voor consumptie van mosselen (1mg/kg nat mosselvlees). Zelfs ter hoogte van Vlissingen zijn de gehalten gemiddeld 1,5mg/kg nat vlees. Ook ten aanzien van PCB's bestaat een dergelijke oost-west gradiënt. Mosselkweek en -vangst vindt dan ook niet plaats.

B. Interacties binnen het systeem.

In volgende paragrafen zullen de abiotische (d.w.z. niet levende) en biotische (van oorsprong levende) componenten van het Mondingsgebied en de Westerschelde besproken worden. In deze paragraaf worden de interacties tussen de diverse componenten besproken.

In fig. 1 (bijlage 4.6.1) zijn de interacties schematisch weergegeven voor het Oosterschelde-ecosysteem. Dezelfde interacties zullen ook in de Westerschelde en haar mondingsgebied van primair belang zijn. Over de grootte van de componenten en de stofstromen in de Westerschelde is er echter veel minder bekend dan in de Oosterschelde. In de Westerschelde treedt er bovendien een belangrijke extra import op van slib en opgeloste stoffen via de afvoer van de Zeeschelde en de hogere belasting met afvalstoffen.

Het systeem in fig. 1. (bijlage 4.6.1) bevat een water- en bodemfase. De componenten zijn weergegeven als vierkantjes waarvan de grootte een indicatie is van de massa van het component. In de waterfase is detritus de grootste component. Dit is een verzamelnaam voor alle dode particuliere organische stof van biologische oorsprong. Dit detritus vormt een zeer belangrijke voedselbron voor de mosselen en kokkels in de bodem die op hun beurt een belangrijke voedselbron vormen voor vissen, krabben, zeesterren etc. Het detritus in de waterfase is bovendien de belangrijkste bron waaruit het detritus in de bodem vernieuwd wordt, of direct via bezinking op de bodem of indirect na filtratie door mosselen en

kokkels. Het bodemgebonden detritus op zijn beurt vormt, via de overige grote bodemdieren (wormen, bepaalde schelpdieren), een zeer belangrijke voedselbron voor vogels en vissen. Het detritus wordt op twee manieren aangevoerd. Een belangrijke bron is de import van detritus vanuit de Noordzee en de Zeeschelde.

Een tweede belangrijke bron is de primaire productie van algen in het water en op de bodem. Hierbij wordt met behulp van zonneenergie, opgeloste anorganische stof (fosfaat, stikstof, water, e.d.) door algen omgezet in meer algen. Deze algenproductie is direct en indirect een belangrijke detritus-bron. De grootte van de importterm voor detritus wordt bepaald door de abiotische randvoorwaarden, met name door de getij-uitwisseling, de stroming en sedimentatiepatronen en de slibgehalten. De grootte van de productieterm wordt ook bepaald door abiotische factoren, zoals instraling, helderheid van het water, concentratie van opgeloste anorganische voedingsstoffen enz. De tegenhangers van primaire productie zijn mineralisatie, waarbij detritus weer omgezet wordt in opgeloste anorganische stoffen en consumptie d.i. het nuttigen van detritus, algen enz. door andere organismen. Mineralisatie geschiedt voornamelijk onder invloed van micro-organismen zoals bacteriën die hierdoor een zeer belangrijke rol spelen in het weer beschikbaar komen van opgeloste nutriënten.

De interacties in fig 1 (bijlage 4.6.1), voor zover het consumptie of vraat betreft van een component door een andere, kunnen ook weergegeven worden als een voedselweb, zoals in fig. 2 van dezelfde bijlage te zien is. De organismen binnen de cirkel staan aan de basis van het web. Dit zijn de vrijzwevende zeer kleine algen, ook wel "fytoplankton" genoemd, die door vrijzwevende kleine dierlijke organismen, ofwel "zoöplankton", en door bodemdieren genuttigd worden en die allebei op hun beurt weer door vissen, vogels of mens gegeten kunnen worden. De processen die het voedselweb in stand houden zijn de al eerder genoemde: detritus import, primaire productie, consumptie en mineralisatie.

De zichtbare verscheidenheid aan planten, vogels, vissen en andere dieren is een resultaat van al deze processen en is dus eigenlijk maar het topje van de ijsberg.

C. Het Mondingsgebied, abiotische componenten.

a) Waterbeweging en Morfologie.

Het Scheur is de brede geul in het zuid-westelijk gedeelte van het mondingsgebied van de Westerschelde. De geul begint ca. 12km ten noord-westen van Zeebrugge met een breedte van ca. 750m om al breder wordend in de Westerschelde te eindigen. De huidige diepte van het Scheur is ca. GLLWS -13m.

Omringende ondiepten zijn de Vlake van de Raan, Bol van Knokke, Bol van Heist, Sluissche Hompels en Wandelaar, met

diepten van GLLWS-5 à -8m. Daar ten zuiden van de Westerschelde de kleilagen dicht aan het oppervlak komen, bestaan met name de geulbodems uit zogenaamd tertiaire gronden. De samenstelling van het sediment is hierdoor anders dan in de Westerschelde, waar voornamelijk zand wordt aangetroffen.

Het Scheur is een geul, waarbij een zeker (30 à 40%) eboverwicht heerst. Het meer naar het noorden gelegen Oostgat is een veel smallere geul dan het Scheur, waarbij een zeker (ca. 30%) vloedoverwicht heerst. Omdat het Scheur de ruimste geul vanuit de Noordzee naar de Westerschelde is, is dit de belangrijkste scheepvaartroute.

b) De waterkwaliteit.

Naast de beïnvloeding van de waterkwaliteit door de Westerschelde wordt de waterkwaliteit voor het mondingsgebied bepaald door de kwaliteit van het Noordzeewater en door activiteiten als lozingen van afvalstoffen vanaf land (huishoudelijk en industrieel afvalwater) en via dumpingen vanaf schepen rond het mondingsgebied. Jaarlijks worden op deze manier vele duizenden tonnen huishoudelijk en industrieel afval in en rond het mondingsgebied geloosd [57].

Ook baggerwerkzaamheden kunnen de waterkwaliteit beïnvloeden. In 1970 werd in het Scheur 4,6mln. m³ gebaggerd. Deze hoeveelheid is toegenomen tot 32,5mln. m³ in 1981 in verband met de verdiepingswerken (tabel 1a). Ook de jaarlijkse gestorte hoeveelheden specie zijn in het mondingsgebied toegenomen (specie afkomstig van de geul naar Zeebrugge, de Pas van het Zand en het Scheur) van 15,1mln. m³ in 1970 tot 48,8mln. m³ in 1981 (tabel 2).

Verder wordt, om aan de gestegen vraag te voldoen, jaarlijks ca. 1mln. ton zand ten noord-westen van het Scheur, rond de Goote Bank, gewonnen.

Om de waterkwaliteit in het mondingsgebied van de Westerschelde te beschrijven wordt gebruik gemaakt van de resultaten van het routinematig waterkwaliteitsonderzoek zoals dat iedere 2 weken wordt uitgevoerd door RWS. Hiertoe worden watermonsters genomen op de raaien voor de kust van Zeeuws Vlaanderen (Appelzakraai : 1, 2, 4, 10, 20 t/m 70km uit de kust) en Walcheren (Walcherenraai : 1, 2, 4, 10, 20 t/m 70km uit de kust).

De waarnemingen vinden vanaf 1975 plaats op ca. 0,5m onder het wateroppervlak.

Op bijlagen 4.6.2a t.e.m. c alsmede op tabel 11 zijn voor enkele relevante parameters de kwartaalgemiddelde gehalten weergegeven. Daarbij worden om de in het mondingsgebied aanwezige gradiënten te verduidelijken enkele isoconcentratie grafieken gepresenteerd, zoals deze door RWS via een helikop-

terprogramma sinds 1982 worden bepaald.

De gekozen parameters geven een indruk van de invloed van de Westerschelde (Cl^-), de zuurstofhuishouding (O_2 en Kjd-N), de nutriëntenhuishouding ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, Kjd-N en $\text{o-PO}_4\text{-P}$) en het zwevend stofgehalte. Sinds 1980 worden op de stations Appelzak 2 en 20 metaalgehalten in opgeloste vorm bepaald. Deze gehalten zijn weergegeven op tabel 11. Voor de beschrijving van de totale metaalgehalten is gebruik gemaakt van Belgische cijfers [61].

Voor de Zeeuwsvlaamse kust zijn de chloridegehalten lager dan voor de kust van Walcheren, waaruit afgeleid kan worden dat het grootste deel van de Westerschelde via het Scheur uitstroomt. Ook blijkt een seizoensinvloed : als gevolg van de hogere afvoer van de Schelde worden 's winters lagere chloridegehalten waargenomen dan 's zomers (bijlage 4.6.2a).

De zwevende stofgehalten t.h.v. het Scheur zijn, als gevolg van de meer klei-achtige samenstelling van het sediment, aanmerkelijk hoger (vaak hoger dan 300mg/l) dan voor de kust van Walcheren (zelden hoger dan 100mg/l).

Uit [41] kan afgeleid worden dat in de periode 1894-1970 netto ca. 21,7mln. m³ sediment uit het gebied van de Vlaamse Banken verplaatst is naar minder turbulente gebieden in de Noordzee. Jaarlijks komt dit neer op een verplaatsing van ca. 0,3mln. m³ sediment, wat echter in het niet valt vergeleken met de baggerwerken in en rond het Scheur.

Bruto (wat in suspensie gaat en weer in hetzelfde gebied sedimenteert) is deze natuurlijke bijdrage vele malen groter, gezien de al sinds mensenheugenis grote troebelheid van dit gebied terwijl de baggerwerken pas dateren van de laatste decennia [41].

De gebaggerde plus gestorte hoeveelheid specie is gecorreleerd aan het gemiddelde zwevende stofgehalte rond het Scheur, aan de hand van de zwevende stofgehalten van de Appelzak- en Walcherenraai tot 20km uit de kust. Dan ontstaat de regressievergelijking : $y = 0,27 x + 50,97$ met $r = 0,16$ waarbij :

y = jaargemiddelde zwevend stofgehalte rond het Scheur (mg/l)

x = gebaggerde plus gestorte hoeveelheid specie rond het Scheur (10mln. m³/jaar).

Deze vergelijking is echter niet significant. Met de beperkte beschikbare gegevens is er geen verband aantoonbaar tussen het zwevende stofgehalte en de baggerwerkzaamheden.

Volgende tabel geeft een overzicht van de jaargemiddelde zwevend-stofgehalten en de gebaggerde plus gestorte hoeveelheden specie rond het Scheur.

Overzicht van gebaggerde plus gestorte hoeveelheden specie rond het Scheur en jaargemiddelde zwevend-stofgehalten rond het Scheur in de periode 1975-1980.		
Jaar	Gebaggerde + gestorte hoeveelheid baggerspecie in 10mln. m3/j	Zwevend-stofgehalte in mg/l
1975	34,3	35
1976	30,3	55
1977	28,6	52
1978	24,4	81
1979	44,5	69
1980	50,2	72

Uit deze tabel blijkt een toename van het zwevend stofgehalte. Ook berekeningen met het WAKWON-model [65] (periode 1975-1979) duiden op een stijgende trend.

Vlak onder de kustlijn zijn de zwevende stofgehalten het hoogst. Zeewaarts nemen deze gehalten af. Duidelijk is een seizoensinvloed aanwezig : 's winters worden in het algemeen hogere waarden waargenomen dan in de zomer (bijlage 4.6.2a).

Ten aanzien van de zuurstofhuishouding (bijlage 4.6.2a) kan worden opgemerkt dat in het hele mondingsgebied de zuurstofgehalten nauwelijks verschillen. Zowel in oost-west als noord-zuid richting is nauwelijks een gradiënt waarneembaar. Het gehalte varieert, afhankelijk van het seizoen, tussen 6,5 en 10mg/l. Zelden wordt een zuurstofpercentage van 100% bereikt.

Ter hoogte van het Scheur zijn de gehalten aan ammoniumstikstof en Kjeldahlstikstof aanmerkelijk hoger dan voor de kust van Walcheren en ook hoger dan bij Vlissingen (bijlage 4.6.2b). Naast de invloed van de Westerschelde-afvoer duidt dit ook op een beïnvloeding van de waterkwaliteit door de vele nog niet gezuiverde lozingen vanuit België op de Noordzee.

In zeewaartse richting is een gering dalende gradiënt van ammoniumstikstof aanwezig. Deze is voor de Zeeuws-vlaamse kust groter dan voor de kust van Walcheren. Het grotere aanbod aan gereduceerde stikstofverbindingen rond het Scheur veroorzaakt, als gevolg van nitrificatie, in dit gebied ook hogere nitraatstikstofgehalten (bijlage 4.6.2b). De gradiënt van nitraatstikstof voor de kust van Zeeuws-Vlaanderen is veel duidelijker waar te nemen, dan voor de kust van Walcheren. Uit de grafieken blijkt een toename van het gehalte. Oriënterende trendberekeningen (periode 1975-1979) duiden eveneens op een stijgende trend in het mondingsgebied [65].

Als gevolg van snellere nitrificatie zijn de ammoniumstikstofgehalten 's zomers lager dan in de winter.

Evenals voor de stikstofverbindingen het geval is worden t.h.v. het Scheur ook hogere orthofosfaatgehalten waargenomen dan voor de kust van Walcheren. De gehalten rond het Scheur zijn ongeveer gelijk aan die bij Vlissingen. Duidelijk is voor de Zeeuwsvlaamse kust weer een gradiënt aanwezig (bijlage 4.6.2c). Daar orthofosfaat een belangrijke voedingsstof voor algen is, worden 's zomers t.g.v. de algengroei lagere gehalten waargenomen dan 's winters.

Uit de grafieken blijkt een geleidelijke stijging van het orthofosfaatgehalte in het mondingsgebied van de Westerschelde. Oriënterende trendberekeningen (periode 1975-1979) duiden eveneens op een toename. Het chlorofylgehalte (bijlage 4.6.2c) is een maat voor de hoeveelheid algen in water.

Zoals reeds eerder werd opgemerkt worden zware metalen in het mondingsgebied van de Westerschelde alleen in opgeloste vorm bepaald. Deze bepalingen gebeuren sinds eind 1980 op de meetpunten Appelzak 2 en 20.

Tabel 11a geeft een overzicht van deze waarnemingen, waarbij Vlissingen als referentie is opgenomen. In het algemeen zijn de gehalten bij Vlissingen het hoogst en nemen deze in westelijke richting af. Uitzonderingen hierbij zijn chroom en kwik. Door enkele piekwaarden zijn de gehalten voor de Zeeuwsvlaamse kust gemiddeld hoger dan bij Vlissingen.

Om een beeld te geven van totaal metaalgehalten is gebruik gemaakt van Belgische cijfers [61] (tabel 11b). De gehalten zijn 400m uit de kust bepaald en zijn ter hoogte van het Scheur het hoogst. Dit vindt mogelijk zijn oorzaak in de hoge zwevende stofgehalten (erosie van Vlaamse Banken). Daarnaast kunnen ook lozingen van invloed zijn. Opmerkelijk is dat de gehalten aan lood, zink en koper hoger zijn dan bij Vlissingen. Hoe de gradiënt van oost naar west verloopt is niet bekend.

Resumerend kan gesteld worden dat de waterkwaliteit in het zuidelijk deel van het mondingsgebied sterk beïnvloed wordt door de Westerschelde en ongezuiverde lozingen vanaf de Belgische Noordzeekust, waardoor de waterkwaliteit slechter is dan die ter hoogte van Vlissingen en de Noordzeekust van Walcheren.

c) De slibkwaliteit.

Onder slibkwaliteit wordt hier verstaan het gehalte aan bepaalde stoffen in zwevend stof en sediment. De kwaliteit van het slib wordt o.a. bepaald door de herkomst (fluviaal/marien), en de gehalten aan contaminanten (nutriënten, metalen, pesticiden).

In deze paragraaf zal, wat betreft de contaminanten, vooral aandacht worden besteed aan het gehalte aan zware metalen.

Om de kwaliteit van het sediment in het Scheur te

beschrijven is gebruik gemaakt van [61] en [89]. Het sediment van het Scheur en de omringende ondiepten bestaat voornamelijk uit zand-, klei en sliedlagen (bijlage 4.6.3). Uit [61] blijkt een organisch stofgehalte van 1-5% wat hoger is dan op de drempels in de Westerschelde (bijlage 4.6.6). Hieruit kan afgeleid worden [43] dat het percentage < 16µm varieert tussen 6 en 25%. Dit duidt op hogere slijdgehalten in het Scheur dan in de meeste drempels in de Westerschelde. Ad hoc onderzoek in januari 1983 heeft dit bevestigd (tabel 15b). Vergeleken met gebieden met soortelijke slijdgehalten in de Oosterscheldemonding [88], waar metaalgehalten in dezelfde orde van grootte voorkomen, kan het Scheur alleen maar als schoon aangeduid worden.

Van het Scheur zijn wat betreft organische contaminanten alleen gegevens over PCB's en dieldrin bekend. In het Scheur zijn de gehalten aan PCB's 25-45µg/kg en variëren de gehalten aan dieldrin van 0,1-1µg/kg [61]. Ook uit deze cijfers blijkt het sediment van eenzelfde kwaliteit te zijn als elders langs de kust.

Over de kwaliteit van het zwevend stof zijn geen gegevens bekend, omdat er nog te kort (sinds 1982) op de punten Appelzak 2 en 20 opgeloste en totale metaalgehalten zijn bepaald.

d) Invloed op aquatische organismen.

In het kader van het Joint Monitoring Programma vindt onder andere ten westen van Breskens (ongeveer in het Scheur) onderzoek plaats naar gehalten aan zware metalen, PCB's en HCB in garnalen. In tabel 12b is een overzicht gegeven van deze gehalten vergeleken met die in garnalen uit de Waddenzee en Oude Wester Eems. Uit dit overzicht blijken de gehalten ten westen van Breskens aan kwik, cadmium en PCB's het hoogst te zijn.

Voor de Belgische kust liggen de gehalten aan kwik, koper en lood in mosselen op een zelfde niveau als in de Westerschelde. De gehalten aan cadmium zijn lager en aan zink hoger dan in mosselen uit de Westerschelde (tabel 12a en 12c). De metaalgehalten in mosselen bereiken langs de Belgische kust een maximum ter hoogte van Knokke-Heist. Ook hieruit blijkt de invloed van (ongezuiverde) lozingen vanaf de Belgische kust op de Noordzee.

D. Het Mondingsgebied : Biotische componenten.

a) Plankton.

Het plantaardig plankton, d.i. fytoplankton, van de kustzone waarvan het Scheur deel uitmaakt wordt gekenmerkt door een groot aantal voornamelijk mariene soorten. De fytoplanktonconcentratie varieert over het jaar van ca. 3 tot ca. 25mg/m³ als chlorofyl-pigment ofwel van ca. 90 tot 750mg/m³ als

koolstof, waarbij de hoogste concentraties in april-mei bereikt worden.

De concentratie neemt af van de kust naar zee toe en van noord naar zuid langs de Belgische kust. De concentratie van dierlijk plankton, d.i. zoöplankton, varieert over het jaar van ca. 1 naar ca. 1.000mg/m³ uitgedrukt als koolstof, met maximale waarden in de maanden mei tot juli [47], [48], [61].

Het overgrote deel van al het beschikbare voedsel voor het ecosysteem wordt geleverd door de primaire produktie van het fytoplankton ter plaatse. Een klein deel wordt van elders aangevoerd via import door de getijstroom. De schattingen van de primaire produktie in het gebied van het Scheur lopen uiteen van 150 naar 320 gram koolstof per m² per jaar [47], [48], [39], [40]. Van de totale jaarproduktie vindt ca. 70% plaats tussen half maart en half juli [48].

De omvang van de primaire produktie in de kustzone (tot een diepte van GLLWS-20m d.i. ca. 30km uit de kust) wordt waarschijnlijk beperkt door de hoeveelheid licht die door het vrij troebel water dringt en niet door de nutriëntenconcentraties [47], [39], [40]. Van de primaire produktie wordt ca. 40% door bacteriën in het vrije water weer afgebroken en omgezet in beschikbare nutriënten, ca. 40% wordt geconsumeerd door bodemdieren en ca. 20% door het zoöplankton [48].

b) Bodemdieren en vissen.

De kustzone waartoe het gebied van het Scheur behoort wordt gekenmerkt door zowel een hoge biomassa als hoge diversiteit aan bodemdieren. Van de bodemdieren kleiner dan 1mm zijn de nematoden (wormen) de belangrijkste vertegenwoordigers. Groter dan 1mm zijn tweekleppige schelpdieren en borstel- wormen de belangrijkste [47], [61]. De bodemdieren zijn een belangrijke voedselbron voor verschillende vissoorten en voor duikeenden.

De kustzone wordt ook gekenmerkt door een hoge biomassa en hoge diversiteit aan vissen. Ook uit oogpunt van de commerciële visserij is het een zeer belangrijk gebied [47]. De Belgische kustzone is meer in het bijzonder van belang als "paaigebied" voor tong en zandspiering en als "opgroeigebied" voor haring, kabeljauw, schol en tong [47].

c) Vogels.

In de kustzone rond het Scheur overwinteren van ca. september tot maart belangrijke aantallen zeeëenden en eider- eenden, tot ca. 10 à 20 duizend exemplaren. Gedurende de zomer zijn de sterns van belang. Verder zijn er het hele jaar door meeuwen aanwezig en heeft het gebied in het najaar een doortrekfunctie voor vele soorten zeevogels. Het voedsel van de vogelpopulaties bestaat, afhankelijk van de vogelsoort, uit vissen, kleine kreeftachtigen en bodemdieren.

E. Westerschelde, abiotische componenten.

a) Waterbeweging en Morfologie.

In de hoofdstukken 4.1 t/m 4.3 zijn de waterbeweging en morfologie van de Westerschelde al aan de orde geweest. Hier zullen alleen enkele hoofdpunten genoemd worden die van grote invloed zijn op het leven in en om het water.

In de Westerschelde treedt menging op van zoet en zout water. Dit betekent dat er voor vele in het water aanwezige stoffen een gradiënt ontstaat in zeewaartse, dan wel landwaartse richting (bijlage 4.6.4). De gradiënt van lagere naar hogere zoutgehalten bijv. is van grote invloed op de levensgemeenschappen. De mate van menging en de concentratie van opgeloste stoffen hangen o.a. af van de morfologie en de verhouding vloedvolume/zoetwaterdebiet. In het algemeen draagt de Westerschelde in de zomerperiode bij lage Schelde-afvoeren sterker het karakter van een goed gemengd estuarium dan in een natte periode, wanneer gradiënten zowel over de diepte als over de breedte van het estuarium kunnen voorkomen.

Het verticale en horizontale getij zorgen voor een zeer grote waterverversing waardoor de invloed van de Zeeschelde op de waterkwaliteit in het grootste deel van de Westerschelde beperkt wordt. De uitwisseling met voedselrijk water uit de Noordzee en de Zeeschelde draagt ook bij tot de hoge biologische productiviteit. De getijdestromen en de aanvoer van zwevend slib uit de Zeeschelde en de Noordzee zorgen voor zwevend slibgehalten die van nature hoog zijn (bijlage 4.6.4, 4.6.5b en c). Door baggerwerkzaamheden worden deze gehalten nog verder verhoogd.

Naarmate de slibgehalten hoger zijn zal de lichtdoordringing en daarmee de productie van algen minder worden. Zeer hoge gehalten kunnen zelfs leiden tot verstikking van vissen en schelpdieren.

De turbulentie en de verblijftijd van het water in de verschillende delen van het estuarium zijn van grote invloed op de planktonsoorten die zich kunnen vestigen. Door het verticale getij komen grote oppervlakten intergetijdegebied periodiek droog te staan. Deze gebieden zijn van zeer groot belang voor de bodemdier-populaties en de vissen en vogels die daarvan eten. De omvang en verspreiding van de intergetijdegebieden is direct afhankelijk van het verticale getij. Ongeveer een kwart van het totale buitendijkse oppervlak van de Westerschelde ligt tussen GLW en GHW en is dus intergetijdegebied. De ligging van deze gebieden met hun oppervlakten is op bijlage 4.6.9 weergegeven. Door het verticale getij worden de schorgebieden bij verhoogde waterstanden overspoeld met zout water en wordt hun zeer karakteristieke flora en fauna in stand gehouden.

Via zijn invloed op morfologie van het bekken oefent de waterbeweging ook op een minder directe manier grote invloed uit op de levensgemeenschappen. In de mondingsgebieden worden voornamelijk grovere zandfracties afgezet terwijl achterin ook fijnere slibfracties in het bodemsediment voorkomen. Deze gradiënt in korrelgrootte is medebepalend voor de bodemdiersoorten die zich vestigen en voor de vis- en vogelsoorten die daar hun voedsel zoeken.

De waterbeweging is ook verantwoordelijk voor het ontstaan van de schorren. Deze gebieden herbergen zeer waardevolle vegetaties en vogelpopulaties. Met hun diep uitgesneden grillig verlopende kreek en grote mate van ruimtelijke differentiatie zijn ze ook uit morfologische en landschappelijk oogpunt zeer waardevol.

De waterbeweging heeft dus gezorgd voor een zeer sterk gevarieerd bekken, gekenmerkt door geulen en platen, slikken, stranden, schorren en grillige oevers, dat vanwege zijn uitgestrektheid en variaties een zeer waardevol milieu herbergt. De morfologie, met name de ligging van geulen en platen, met de daarbij horende milieucomponenten, vormen een dynamisch geheel. Van nature is dit geheel aan veranderingen onderhevig (zie hfdst. 4.3).

b) De waterkwaliteit.

De belastingen.

De Westerschelde wordt in aanzienlijke mate met afvalstoffen belast. De belastingsbronnen zijn als volgt in te delen (overgenomen uit [45]) :

a. Schelde-afvoer.

b. rechtstreeks afvalwaterlozingen verspreid over het hele gebied met als zwaartepunten de agglomeratie Terneuzen, de persleiding Waarde, het industriegebied Sloe en Middelburg-Vlissingen.

c. stortingen van baggerspecie uit de Zeeschelde (Zandvliet) en de havens langs de Westerschelde en van industrieel afval (afvalgips bij Terneuzen).

d. kanalen: kanaal door Zuid-Beveland, kanaal door Walcheren en kanaal Gent-Terneuzen.

e. uitgeslagen polderwater.

f. neerslag.

De belasting met organisch stof, stikstof en fosfaat wordt per

bron gegeven in tabel 13 (overgenomen uit [45]). Duidelijk is dat de Zeeschelde de grootste bron vormt en dat ook de rechtstreekse lozingen en de kanalen een grote bijdrage leveren. Tabel 13 geeft ook de geschatte totale belasting met zware metalen en organische microverontreinigingen. Voor beide categorieën is de Zeeschelde waarschijnlijk ook de grootste bron. Wat betreft zware metalen levert de storting van baggerspecie uit de Zeeschelde (Zandvliet) op stortplaatsen in de Westerschelde evenwel ca. 20 tot 40 % van de totale belasting [45].

De waterkwaliteitsparameters.

Op bijlage 4.6.5a t/m d zijn voor enkele relevante parameters de kwartaalgemiddelde concentraties opgenomen zoals deze van 1975 t/m het derde kwartaal 1980 op een 3- tot 5-tal punten op ca. 0,5m onder het wateroppervlak zijn gemeten.

De gekozen parameters geven een indruk van de zuurstofhuishouding (BOD_5 ; O_2 ; NH_4), de nutriëntenhuishouding (NO_3 ; ortho- PO_4 en ook NH_4), de metaalgehalten (Hg, Cd, Zn) en het zwevend stofgehalte. Ten aanzien van de zuurstofhuishouding kan worden opgemerkt dat er de laatste jaren een lichte verbetering valt te bespeuren op het grenspunt Schaar van Ouden Doel. De BOD_5 - en NH_4 -concentraties dalen langzaam hetgeen gepaard gaat met een lichte stijging van het zuurstofgehalte (bijlage 4.6.5a). Op de andere weergegeven punten kan niet worden gesproken van een duidelijk verhoging of verlaging van concentraties. Wat betreft de nutriëntenhuishouding is duidelijk waar te nemen dat de daling van de NH_4 -concentratie gepaard gaat met een stijging van de NO_3 -concentratie (bijlage 4.6.5a). Dit vindt zijn oorzaak in de omzetting van NH_4 in NO_3 (nitrificatie) in het Scheldewater, en ten dele ook in de bouw van zuiveringsinstallaties waarin nitrificatie optreedt. Deze veranderingen zijn vooral in de Schaar van Ouden Doel gemeten maar ook in Hansweert, en zelfs in Vlissingen lijkt een gradiënt in de tijd aanwezig. Het ortho-fosfaat (bijlage 4.6.5b) vertoont een opwaartse trend. Vooral in het oostelijk gedeelte van de Westerschelde is dit duidelijk (Schaar van Ouden Doel-Hansweert).

Het verloop van het zwevend-stofgehalte (deeltjes $>0,45$ micron) is niet eenduidig te interpreteren (bijlage 4.6.5b). De gehalten zijn in het algemeen 's winters duidelijk hoger dan 's zomers. Dit geldt voor de gehele Westerschelde, waarbij de extremen in het oostelijk gedeelte het grootste zijn. Er lijkt een verband te zijn met o.a. de Schelde-afvoer en stormperiodes op zee.

Troeelingen ten gevolge van baggerwerkzaamheden kunnen als volgt omschreven worden. Bij het storten en vooral bij het baggeren vindt een resuspensie van het sediment plaats. Uit

de literatuur [67] en [68] kan het gedrag van dit gesuspenderd sediment als volgt worden omschreven :

Bij het laden van het beun van een sleephopperzuiger is het van economisch belang de concentratie van de specie zo hoog mogelijk op te voeren teneinde een maximale lading te verkrijgen. Dit wordt gedaan door met het beladingsproces net zo lang door te gaan tot de vereiste specie-dichtheid is bereikt. In de "overflow" die hierbij ontstaat komen vaste stofgehalten voor (voornamelijk de fijnste fracties) van ca. 20g/l, waardoor in de directe omgeving (een straal van max. 200m) van de zuiger gehalten gemeten worden van 100-400mg/l, afhankelijk van de korrelgrootte en stroomsnelheid. Van nature varieert het zwevend-stofgehalte in het oostelijk deel van de Westerschelde tussen 75 en 120mg/l en in het westelijk deel tussen 25 en 60mg/l, waarbij maxima bereikt worden van 150mg/l. Bij het storten van de specie (voornamelijk zand) gedraagt de zich hierin bevindende vaste stof zich niet als afzonderlijke deeltjes, maar meer als een geheel dat snel bezinkt. Vlak over de bodem beweegt de specie dan als een soort deken waarin concentraties vaste stof tot maximaal 1000mg/l voorkomen. Binnen een straal van ca. 800m bezinkt vrijwel alle specie. Door het RIZA in april 1982 uitgevoerde metingen op bagger- en stortplaatsen bij resp. Bath en de Overloop van Valkenisse hebben dit uit literatuurstudies afgeleide gedrag bevestigd.

Uit bemonsteringen van enkele malen per week tot één maal per twee weken gedurende meerdere jaren (1969-1980) [79] blijkt dat in het westelijk deel van de Westerschelde de zwevend-stofgehalten gestegen zijn (bijlagen 4.6.5b en c).

Door de jaarlijks gebaggerde plus gestorte hoeveelheid bagger-specie in de Westerschelde (voornamelijk ten oosten van Terneuzen) te correleren aan de jaargemiddelde van de zwevend-stofgehalten van alle in dit gebied gelegen monsterlokaties (bijlage 4.6.5c [79]) is een regressielijn bepaald tussen beide grootheden. Deze lijn voldoet aan de vergelijking : $y = 1,30 x + 5,40$ ($r = 0,86$), waarbij :

y = jaargemiddelde zwevend stofgehalte (mg/l)
 x = gebaggerde + gestorte hoeveelheid specie (mln. m³/j).

Deze regressievergelijking is, met een eenzijdige overschrijdingskans van 2%, significant. Het is dus zeer waarschijnlijk dat de toename van bagger- en stortingswerkzaamheden een verhoging van de troebelheid ten gevolge heeft.

Volgende tabel geeft een overzicht van de voor deze berekening gebruikte gemiddelde zwevend-stofgehalten en de gebaggerde plus gestorte hoeveelheden specie.

Overzicht van de jaargemiddelden van de zwevend- stofgehalten op de punten Pas van Terneuzen, Gat van Ossensisse, Zuidergat 49, Zuidergat 59a en Vaarwater boven Bath en van de jaarlijks gebaggerde plus gestorte hoeveelheden specie in de Westerschelde.		
Jaar	Gebaggerde + gestorte specie (mln. m ³ /j) (1)	Zwevend stof (mg/l)
1973	16,0	25,8
1974	22,5	36,0
1975	23,0	32,9
1976	22,9	35,3
1977	19,8	28,7
1978	26,4	37,3
1979	23,7	37,4
1980	22,5	39,0

- (1) Deze cijfers stemmen niet noodzakelijk overeen met de cijfers vermeld op tabellen 3 en 4, daar enkel met die bagger- en stortplaatsen werd rekening gehouden, die in de omgeving van de meetpunten zijn gelegen.

Van enkele belangrijke en kenmerkende metalen is de totale concentratie (opgelost plus aan zwevend stof gebonden) opgenomen (bijlagen 4.6.5b en d). Er blijkt in het oostelijk deel een duidelijk verband met de variaties in het zwevend-stofgehalte. Daar er in het oostelijk deel van de Westerschelde sedimentatie optreedt, wordt het totaal-gehalte in het westelijk deel voornamelijk bepaald door de concentratie aan opgelost metaal. Het relatief schone zwevende stof van vooral mariene herkomst vormt slechts een geringe bijdrage aan het totaal-gehalte.

De concentraties Hg en Zn lijken "stabiel" en mogelijk licht af te nemen, terwijl die voor Cd "stabiel" en mogelijk licht toe lijkt te nemen.

Bijlage 4.6.4 geeft een indruk van de lengte-gradiënt in de Westerschelde. Hiertoe zijn de jaargemiddelde waarden over 1980 van een 5-tal punten in grafiekvorm weergegeven. Er blijkt een duidelijke relatie tussen de Cl⁻-gradiënt en het verloop van de overige parameters. De concentraties aan NH₄, NO₃, BOD₅, O-PO₄, Hg, Cd, Zn en zwevende stoffen dalen terwijl het zuurstofgehalte stijgt in zeewaartse richting.

Naast verdunning worden concentraties aan zwevend stof en de daaraan gehechte metalen tevens beïnvloed door de sedimentatie in het oostelijk gedeelte van de Westerschelde

[89]. Onbekend is de invloed van gipslozingen, spuien van het kanaal Gent-Terneuzen en/of baggerwerkzaamheden doch deze is niet significant t.o.v. de Schelde-afvoer. Tengevolge van nitrificatie vindt er tussen Schaar van Ouden Doel en Lamswaarde een sterke daling van de NH_4 -concentratie plaats.

Dit heeft tot gevolg dat op dit traject de NO_3 -concentratie, ondanks verdunning, niet afneemt. Tenslotte wordt in tabel 14a een vergelijking gemaakt tussen de gehalten in enkele wateren van Nederland. Opgemerkt dient te worden dat de waterkwaliteit in de Schaar van Ouden Doel reeds sterk beïnvloed wordt door de vermenging met zeewater (zie conc. Cl^- bijlage 4.6.4 en tabel 14b). Bij hoge Schelde-afvoeren worden lagere chloride-gehalten waargenomen dan bij lage afvoeren en schuiven de isohalinen in zeewaartse richting.

c. De slibkwaliteit.

Evenals bij de beschrijving van het mondingsgebied wordt onder slib het sediment en het zwevend stof verstaan.

Het Westerschelde-sediment is, op een bovenlaag van enkele millimeters na, anaeroob. In dit sediment zijn niet-geoxideerde organische stoffen en nutriënten (de laatste voornamelijk in de vorm van ammonium- en aan vaste deeltjes gehechte fosfaatverbindingen) aanwezig. Bij het baggeren komen deze stoffen in de waterfase terecht, waarbij de fosfaatverbindingen weer snel zullen bezinken. In het algemeen geldt dat de bij het baggeren en storten vrijkomende BOD-belasting verwaarloosbaar is ten opzichte van de belasting door lozingen. Op grond van de grote verdunning met Westerschelde-water is echter geen meetbare daling van het zuurstofgehalte en geen meetbare stijging van het gehalte aan nutriënten te verwachten. In april 1982 door het RIZA uitgevoerde metingen ter hoogte van Bath hebben dit onder de toen heersende omstandigheden bevestigd.

In een rivier komen zware metalen in zowel de opgeloste als de particulier gebonden fase voor.

Het percentage gebonden metaal loopt van 30 à 45% (Zn, Cd) tot 60 à 80% (Cu, Pb, Cr, Hg).

Als in een rivier de getijde-invloed merkbaar wordt, komen uitvlokingsprocessen op gang. Deze zijn het meest intensief in het gebied met saliniteiten van 1-5 o/oo ofwel tussen 0,5 en 3g Cl^-/l , dus in dit geval op Belgisch grondgebied. Bij hoge rivierafvoeren verschuift dit afzettingsgebied evenwel stroomafwaarts. Stroomafwaarts vindt bij sommige aan slib geabsorbeerde metalen (o.a. Zn, Cd, Cu, Ni) mobilisatie plaats van de slibfase naar de waterfase. De metaalgehalten in het zwevend stof zijn dan lager en in het water hoger dan men op basis van alleen verdunning etc. zou verwachten [72].

? estuarium

Bijlage 4.6.6 fig. 1 en 2 geeft een overzicht van de kwaliteit van het sediment in de Westerschelde in de jaren 1974 en

1979. Op fig. 1 zijn de absolute gehalten aangegeven. Op fig. 2 en tabel 15a zijn de waarden gecorrigeerd voor de korrelgrootteverdeling. Een in Nederland veel toegepaste methode is het omrekenen naar $50\% < 16\mu\text{m}$. Hierbij wordt uit vastgestelde correlaties tussen de korrelgrootteverdeling en het metaalgehalte in slibmonsters van eenzelfde monsterplaats vastgesteld wat het gehalte zou zijn indien de helft van het slibmonster zou bestaan uit deeltjes die kleiner zijn dan $16\mu\text{m}$. Op deze wijze kunnen verschillende locaties met elkaar worden vergeleken. Duidelijk is dat er in westwaartse richting een verbetering van de kwaliteit van het sediment optreedt. Dit wordt veroorzaakt door bijmenging met relatief schoon sediment van mariene herkomst en de mobilisatie van enkele reeds eerder genoemde metalen.

Uit bijlage 4.6.6, fig. 2, kan worden afgelezen dat de kwaliteit van het sediment voor de onderzochte parameters tussen 1974 en 1979 in het algemeen licht is verbeterd.

In oostelijke richting is er een toename van de fijne deeltjes in het sediment. De drempel van Zandvliet wordt, vergeleken met de andere in de Westerschelde te baggeren drempels, gekenmerkt door het hoogste percentage $< 16\mu\text{m}$. Uit [17] en [89] is bekend dat zowel anorganische als organische microverontreinigingen zich vooral hechten aan de fijnere deeltjes.

Er zijn geen gegevens bekend over organische (gechloreerde) contaminanten aan het Westerschelde-sediment. Onderzoek is noodzakelijk om duidelijk uitspraken te kunnen doen over eventueel aanwezige stoffen en stoffen die kunnen vrijkomen bij resuspensie van het sediment. Van organochloorverbindingen (pesticiden, PCB's) is bekend dat deze zich sterk aan kleideeltjes ($< 2\mu\text{m}$) en aan met olie en vet verontreinigd sediment hechten [17]. Het zijn ook juist deze deeltjes die het langst blijven zweven bij baggerwerkzaamheden, waardoor de kans op desorptie van deze verbindingen groter wordt. In het algemeen geldt dat hoe groter de mengverhouding water-sediment is bij het baggeren, des te meer desorptie er kan optreden. Wordt deze verhouding kleiner dan 0,1 dan is desorptie niet meer meetbaar [17].

Tabel 15b geeft een overzicht van de korrelgrootteverdeling en de samenstelling van het sediment van enkele te verdiepen drempels zoals die in januari 1983 zijn bepaald. Voor de ligging van de verschillende drempels, stort- en zandwinplaatsen wordt verwezen naar hoofdstuk 3.3.B en bijlage 3.3.2.

Ook de anorganische microverontreinigingen (metalen) hechten zich het sterkst aan de fijnere deeltjes in het sediment. De aan het sediment geabsorbeerde metalen komen hoofdzakelijk voor als sulfideverbindingen. Door het baggeren wordt het in beroering gebracht en komt in aanraking met zuurstofrijker water. De in het water aanwezige zuurstof zet de slecht oplosbare metaalsulfide om in de iets beter oplosbare metaaloxiden en -hydroxyden. Zo gaat o.a. cadmium deels in

oplossing ([22] en [32]). De (chemische) processen die hierbij een rol spelen zijn ondermeer afhankelijk van het zoutgehalte, dat in de Westerschelde sterk kan variëren (getij, Schelde-afvoer).

Teneinde de te verdiepen drempels voor wat betreft de aan het sediment geadsorbeerde anorganische microverontreinigingen met elkaar te kunnen vergelijken, zijn in tabel 15a de metaalgehalten gecorrigeerd naar een korrelgrootteverdeling $50\% < 16\mu\text{m}$. Ter vergelijking zijn gehalten opgenomen van relatief sterk verontreinigd sediment (Merwede).

Bijlage 4.6.7 geeft een visuele weergave van deze tabel waarbij de gehalten in het sediment op de drempel van Zandvliet op 100% zijn gesteld. Om de relatieve verontreinigingsgraad van het Westerschelde-sediment aan te geven is in bijlage 4.6.8 een overzicht gemaakt van de metaalgehalten van het bodemsediment in de grote wateren in zuidwest Nederland. Tabel 16 geeft een overzicht van de in 1978/79 gemeten gehalten van enkele parameters in zwevend slib. Tabel 17 geeft aan wat de verhouding is tussen de gehalten in het zwevend slib en in het sediment gecorrigeerd voor de korrelgrootteverdeling. Het blijkt dat deze verhouding niet de verwachte 1 op 1 is. In het algemeen bevat het zwevend slib in de Westerschelde hogere gehalten aan zware metalen en fosfor dan het afgezette slib. Oorzaak hiervan is een verschil in de verhouding rivierslib/zeeslib in zwevend slib en sediment en menging van recente sedimentlagen met oudere afzettingen. In hoeverre baggerwerkzaamheden invloed hebben op deze verhouding is niet bekend.

d) Invloed op aquatische organismen.

De Westerschelde heeft voor sommige organismen (vooral platvis) een kraamkamerfunctie. De kwaliteit van het omringende aquatisch milieu is dus zeer belangrijk voor de verdere ontwikkeling van deze soorten. Daarnaast vormt de Westerschelde het milieu voor een grote groep "constant" aanwezige organismen zoals mosselen. Zowel de kwaliteit van het oppervlaktewater als de kwaliteit van het zwevend stof en sediment heeft invloed op de gehalten aan contaminanten in aquatische organismen. Vooral organische halogeenverbindingen (pesticiden, PCB's) zijn bekend om hun accumulatiegedrag, maar ook metalen kunnen zich in organismen ophopen. Sinds 1979 wordt in het kader van het internationale Joint Monitoring Programma (JMP) door RWS onderzoek verricht naar de verontreinigingsgraad van organismen op een 10-tal locaties in de Nederlandse zoute wateren. Tabel 12a en b geeft een overzicht van de tot nu toe bekende gehalten van enkele metalen en organochloorverbindingen in mosselen en garnalen welke op een aantal locaties in de Westerschelde zijn gevangen. Ter vergelijking zijn enkele resultaten van organismen uit de Waddenzee en Eems-Dollard in de bijlage opgenomen. De resultaten geven de indruk dat, wat betreft de gehalten van sommige stoffen in mosselen uit de Westerschelde, een dalende gradiënt bestaat van oost naar west.

Dit is nog het duidelijkst voor cadmium. De cadmiumgehalten in mosselen uit het oostelijk deel (Zuidergat) zijn ca. 20 maal zo hoog als in mosselen uit de Oosterschelde en ca. 6 maal zo hoog als de conceptrichtlijnen van het Ministerie van Landbouw en Visserij t.a.v. consumptie van schelpdieren door de mens. Zelfs de gehalten t.h.v. Breskens liggen daar nog boven, hetgeen erop wijst dat de (negatieve) invloed van de Zeeschelde zich nog tot de monding uitstrekt. De gehalten aan cadmium en PCB in mosselen uit de Westerschelde zijn vele malen hoger dan in mosselen uit de Waddenzee. Oorzaak hiervan kunnen zowel de in het oostelijk gedeelte aanwezige slechtere waterkwaliteit als de hogere gehalten aan contaminanten in zwevend slib en sediment zijn.

Door het achterblijven van met het water meegevoerde verontreinigingen zijn schorplanten als lamsoor en zeekraal in het oostelijk deel van de Westerschelde niet meer voor consumptie geschikt [23].

Uit bovenstaande beschrijving van de kwaliteit van het aquatisch milieu in de Westerschelde blijkt een zekere interactie tussen verontreinigingsgraad van oppervlaktewater, slib en organismen. Vooral in het oostelijk gedeelte is er sprake van een duidelijke verontreiniging van het aquatisch milieu.

Door verdunning en biologische processen verbetert de situatie in zeewaartse richting, maar nog t.h.v. Vlissingen is de invloed van op de Zeeschelde en Westerschelde plaatsvindende lozingen nog aanwijsbaar.

F. Westerschelde, biotische componenten.

a) Plankton.

Het plankton omvat alle vrijzwevende organismen, zowel plantaardig als dierlijk, en wordt dus meegevoerd met de getijstroom. Het is een zeer belangrijke voedselbron voor zowel bodemdieren als vissen en dus indirect ook voor vogels.

Zowel het plantaardig gedeelte, d.i. het fytoplankton, als het dierlijk gedeelte, het zoöplankton, vertonen een gradiënt in de Westerschelde. Achterin bij Bath en Waarde met zoutgehalten tussen de ca. 6 en 10g Cl⁻/l is het plankton soortenarm en gekenmerkt door zowel brakwatersoorten als mariene soorten die geadapteerd zijn aan de lage zoutgehalten. In het mondingsgebied tot ongeveer Terneuzen is de planktongemeenschap veel gevarieerder met een groter aantal voornamelijk mariene soorten. Het gebied tussen Terneuzen en Waarde is een overgangsgebied met een vrij hoge diversiteit. Een dergelijke gradiënt hoort bij een estuarium zoals de Westerschelde waarin de zoutgehalten sterk afnemen in de richting van Antwerpen. Het zijn de zoutgehalten en de sterke getijstroomingen gepaard aan een hoge turbulentie die bepalend zijn voor de samenstelling van de planktongemeenschap van de

Westerschelde ([18], [19], [20] en [64]).

De gemiddelde hoeveelheid fytoplankton aanwezig over het jaar uitgedrukt als chlorofyl-pigment varieert tussen ca. 5 en ca. 15mg/m^3 ([18], [45], [64]) en is van dezelfde orde-grootte als in de Oosterschelde. Een belangrijke voedselbron voor het zoöplankton is zeer waarschijnlijk het zwevende detritus al dan niet geassocieerd met slib en een laagje bacteriën [19]. Er zijn weinig gegevens beschikbaar over de omvang van de primaire productieterm of van de consumptie door zoöplankton van detritus en algen. Bepaalde onderzoekers [96] geven een jaargemiddelde primaire productie voor de Westerschelde op van ca. 20 gram koolstof/ m^2/j . Dit is vergeleken met de waarde van 100-150g C/ m^2/j in de Noordzee [39] een zeer lage productie en zou het gevolg kunnen zijn van de hoge slibgehalten die de indringing van licht in het water sterk beperken.

b) Vastzittende algen of zeewieren. [63]

Het verspreidingspatroon van macroalgen (wieren > ca. 0,2mm), die vastzittend voorkomen op harde ondergronden zoals dijkglolingen, strekdammen, pieren etc. vertoont een gradiënt, die voornamelijk bepaald wordt door het zoutgehalte en de mate van geëxponeerd zijn van de ondergrond.

Vanaf Vlissingen tot ongeveer Borssele is de wiergemeenschap op harde ondergronden zeer soortenrijk, mede door het hoge zoutgehalte en de verminderde golfslag ten opzichte van de kuststrook. Ten oosten van Borssele waar het zoutgehalte lager wordt dan ca. $15\text{g Cl}^-/\text{l}$ is deze wiergemeenschap veel soortenarmer.

In het oostelijk deel, met name in het Verdrongen Land van Saeftinge, komen op zachte slikbodems omvangrijke populaties voor van brakwater-macroalgen, welke populaties bijzonder zijn voor Nederland. Dergelijke populaties kwamen vroeger wel voor in het oude getijdegebied van het Hollandsdiep en de Biesbosch. De primaire productie van de vastzittende macroalgen is niet bekend, maar zal klein zijn ten opzichte van de totale primaire productie.

Over de microalgen (wieren < ca. 0,2mm) die aan en in de bodem van de Westerschelde voorkomen is nauwelijks iets bekend. De primaire productie van deze groep kan zeer aanzienlijk zijn maar hierover is ook niets bekend.

c) Hogere planten (en lagere dieren) van de schorren.

Hogere planten komen voor op de buitendijkse terreinen van de Westerschelde voornamelijk langs de oevers rondom en hoger dan de gemiddelde hoogwaterlijn. Periodieke overstromingen bij verhoogde waterstanden zorgen voor een hoger zoutgehalte in de bodem en voor de bijzondere zoutminnende vegetatietypen die deze schorgebieden kenmerken. De schor-

vegetaties langs de Westerschelde worden gekenmerkt door een gradiënt vanaf de monding tot Antwerpen, die bepaald wordt door het zoutgehalte van het overstromende water. Vanaf de monding tot ongeveer Borssele vindt men voornamelijk zoute vegetatietypen waarin o.a. lamsoor, zoutmelde en zeealsem voorkomen. Het gebied tussen Borssele en Waarde is een overgangszone. Tussen Waarde en Antwerpen zijn het voornamelijk brakwatervegetatietypen met o.a. zeebies, riet en echt lepelblad als kenmerkende soorten. De aanwezigheid van mollusken zoals het wadslakje en de alikruik in de schorvegetaties wordt ook gekenmerkt door een gradiënt van de monding tot Antwerpen waarbij het zoutgehalte weer de bepalende factor is. Vermoedelijk zal ook de verspreiding van andere lagere dieren zoals insecten, wormen etc. onder meer afhankelijk zijn van de aanwezige vegetatie. Hierover zijn echter weinig gegevens voorhanden.

Binnen een bepaald schor bestaat er meestal ook een gradiënt in vegetatietypen vanaf de lager tot de hoger gelegen delen. De lagere schorvegetaties, die onder sterkere invloed staan van het periodiek overstromende water, zijn doorgaans minder soortenrijk en gekenmerkt door meer algemene soorten dan de vegetaties van de hogere delen.

In de zoute schorren wordt de lagere vegetatie meestal gekenmerkt door o.a. Engels slijkgras en in de brakwater-schorren door o.a. zeebies. Langs de Westerschelde wordt het schor aan landzijde doorgaans begrensd door de dijkvoet. Dit betekent dat bij een eventuele verhoging van het gemiddelde hoogwaterniveau er geen mogelijkheid is voor het schor om zich verder landinwaarts uit te breiden.

De ligging van de schorren rond de Westerschelde en hun oppervlakten worden weergegeven op bijlage 4.6.9 en 4.6.10, fig. 1. Hieruit blijkt overduidelijk het belang van het Verdrongen Land van Saeftinge, dat met een oppervlakte van 2300ha schor, 83% vormt van het totale schorrenareaal.

De schorlevensgemeenschappen langs de Westerschelde zijn bijzonder voor Nederland. Het is de enige plaats in Nederland waar een keten van natuurlijke schorgebieden aanwezig is, die gekenmerkt wordt door een hoge mate van reliëf en door een gradiënt in de plantengemeenschappen van zoute naar brakke typen. De aanwezigheid op zich van een gebied als het Verdrongen Land van Saeftinge, een omvangrijk schor gekenmerkt door brakke vegetatietypen die op eenzelfde landschapstype elders in Nederland nergens voorkomen, is eveneens van groot belang. Het Verdrongen Land van Saeftinge, het schor bij Waarde, de Verdrongen Zwarte Polder en het Zwin zijn geplaatst onder de werking van de Natuurbeschermingswet, d.w.z. dat ze tot beschermd natuurgebied zijn verklaard. De overige delen van het buitendijkse gebied in de Westerschelde, voor zover deze gelegen zijn boven de gemiddeld laagwaterlijn hebben in streek- en bestemmingsplannen veelal eveneens een

natuurfunctie c.q. -bestemming gekregen [76]. Het Belgische deel van het Zwin is ook beschermd gebied. In Europees verband zijn de schorvegetaties van de Westerschelde ook belangrijk. Op het vaste land van Europa zijn de dichtstbijzijnde schorlandschappen te vinden bij de uitmondingen van de Franse rivieren de Somme en de Seine en van de Duitse rivieren zoals de Eems in het Waddengebied. Milieufactoren zoals klimaat en getijamplitude bij de Franse en Duitse schorgebieden verschillen sterk van elkaar. De vegetatie van de schorren in het Z.W. Nederlandse Deltagebied vormen in menig opzicht een overgang tussen de Franse en Noordnederlandse-Duitse vegetatietypen en zijn ook als zodanig zeer waardevol [21]. Weliswaar zijn er ook schorvegetaties langs de Oosterschelde, maar die zijn alle van het zoute type, dat bij een zeearm hoort met een hoog en constant zoutgehalte. Bovendien zullen er vele schorgebieden langs de Oosterschelde, met name achter in de kom en in het Volkerak, na 1986 verdwijnen.

d) Bodemdieren, vissen en andere dieren.

De populaties van bodemdieren komen voornamelijk in de intergetijdegebieden tussen GLW en GHW voor. Kwantitatieve gegevens over de aanwezige biomassa aan bodemdieren en over de consumptie van plankton en detritus door bodemdieren zijn nauwelijks voorhanden. De soortenrijkdom van de populaties is zeer hoog in het mondingsgebied tot ongeveer Terneuzen. Het middengebied tot ongeveer Hansweert is minder soortenrijk en voorbij Hansweert is de bodemdierpopulatie veel armer, voornamelijk als gevolg van de lage en sterk wisselende zoutgehalten. Dichtbij de grens zullen ook de lage zuurstofgehalten hierbij een rol spelen. De gradiënt in de soortensamenstelling vanaf de monding tot achter in het bekken is een gevolg van de gradiënt in zoutgehalte en korrelgrootte van het bodemsediment. Bepaalde soorten komen alleen voor bij zoutgehalten hoger dan ca. $10\text{g Cl}^-/\text{l}$ (bijv. kokkels en mosselen). Andere soorten verdragen lagere gehalten en/of hebben een voorkeur voor de fijnere sedimenten achter in het bekken [95]. De rijkdom aan bodemdieren moet waarschijnlijk toegeschreven worden aan de hoge concentraties van voedsel in de vorm van detritus-deeltjes die met het getij uit zee aangevoerd worden.

Het oostelijk deel van de Westerschelde voorbij Terneuzen wordt gekenmerkt door een visfauna die zeer soortenarm is, er komen voornamelijk jonge tongetjes voor, soms in grote aantallen. De lage diversiteit is waarschijnlijk het gevolg van de lage sterk wisselende zoutgehalten. Dichtbij de grens zullen ook de lage zuurstofgehalten hierbij een rol spelen. In zeewaartse richting wordt de visfauna veel rijker aan soorten.

In de vijftiger jaren kwamen in de Westerschelde vele honderden zeehonden voor. Daarna zijn de aantallen steeds minder geworden en in de jaren zeventig zijn er nauwelijks meer zeehonden waargenomen. Dit is vermoedelijk het gevolg van

zowel een algemene achteruitgang in de Nederlandse zeehondenpopulatie door toenemende watervervuiling als van een toenemende verstoring van de rust op de platen.

e) Vogels.

De betekenis van de Westerschelde als voedsel- en broedgebied voor Europese vogels is groot. Dit hangt samen met de hoge productie van voedsel dat beschikbaar komt voor vogels in een dergelijk estuarium. Van twee kanten worden er slib- en voedseldeeltjes aangevoerd - vanuit de Noordzee en vanuit de Zeeschelde - met als resultaat een hoge productie van de bodemdieren, wormen, enz. op de platen en slikken en een hoge productie van plantaardig voedsel op de schorren in de vorm van zaden, worteldelen enz. De Westerschelde ligt op de trekroute van vele vogelsoorten tussen de noordelijke broedgebieden van Europa en Azië en de meer zuidelijk gelegen overwinteringsgebieden. Het zijn voornamelijk de populaties van ganzen, eenden, steltlopers en sterns die van groot belang zijn.

De Westerschelde vervult voor vogels twee hoofdfunctie :

a. de broedfunctie.

b. de overwinterings- en doortrekfunctie.

Alleen de gebieden die gedurende de broedtijd permanent droog staan hebben een broedfunctie. Dit zijn de hoger gelegen delen van de schorren, met name Saeftinge, en het hoogste deel van de Hoge Platen, het Kopje of de Bol genaamd. Op de Bol broeden grote aantallen vogels die ook internationaal zeldzaam zijn, waaronder een van de grootste dwergsternkolonies van West-Europa.

De waarde van het Westerscheldegebied als overwinterings- en doortrekgebied wordt voornamelijk bepaald door de aanwezigheid van zowel intergetijdegebieden (platen en slikken) als grote aaneengesloten schorgebieden zoals Saeftinge, waar vogels kunnen fourageren.

Op de platen en slikken fourageren voornamelijk steltlopers en eendensoorten zoals smient en pijlstaart. Als voedsel worden grote aantallen bodemdieren, kleine kreeftachtigen, wormen enz. aangeboden.

Deze gebieden zijn verspreid over het hele bekken met uitzondering van het mondingsgebied en vormen met hun 8240ha ongeveer een kwart van het totale buitendijkse gebied tussen de lijn Vlissingen-Breskens en de Belgisch-Nederlandse grens (bijlage 4.6.9).

Op de schorren, met name Saeftinge, fourageren voornamelijk eenden als smient en pijlstaart en ganzen als grauwe gans en kolgans. Het voedsel wordt hier geleverd door zaden, wortel-

delen en overige plantenresten. Het totale areaal aan schorgebied vormt ongeveer 10% van het totale oppervlak buitendijks en daarvan wordt 83% gevormd door Saeftinge.

Tabel 18 geeft tellingen van de vogelsoorten in de Westerschelde waarvan de aantallen de norm voor een gebied van internationale betekenis overschrijden. Uit de tellingen blijkt dat de Westerschelde een zeer belangrijk gebied is voor o.a. doortrekkende en/of overwinterende populaties van steenloper, drieteenstrandloper, kanoetstrandloper, bontbekplevier, pijlstaart, smient en kolgans.

Voor de steenloper en de eenden vertegenwoordigt de Westerscheldespopulatie bovendien een derde deel of meer van de hele populatie in het Z.W.-Nederlandse deltagebied. Na het gereedkomen van de stormvloedkering en de compartimenteringsdammen in de Oosterschelde in 1986 zal het intergetijdeareaal van de Oosterschelde sterk verminderen en zal de betekenis van de Westerschelde voor doortrekkende en overwinterende populaties van steltlopers en eenden waarschijnlijk nog groter worden. Het Westerscheldegebied vervult nog twee andere speciale functies voor vogels. De schorgebieden, met name Saeftinge, en de platengebieden zijn overnachtingsplaatsen voor ganzen die overdag in de polders fourageren. Deze functie is essentieel voor het handhaven van de rol van de polders als fourageergebied. De genoemde gebieden voldoen aan de eisen die door de ganzen worden gesteld, nl. geïsoleerd, droog en rustig zijn. De Hoge Platen vervullen verder ook een "ruifunctie" voor bergeenden. Het is een van de drie plaatsen in West-Europa waar bergeenden vertoeven gedurende de tijd dat ze niet kunnen vliegen doordat ze bezig zijn met het vernieuwen van hun slagpennen. Verder zijn de overige platen en de schorren een belangrijk ruigebied voor steltlopers.

Samenvattend kan gesteld worden dat het Westerscheldegebied van grote internationale betekenis is als broed-, overwinterings- en doortrekgebied voor verschillende vogelsoorten. Ook de functie als overnachtingsplaats voor ganzen en als ruigebied voor bergeenden en steltlopers is van belang. Essentieel voor het vervullen van al deze functies is de aanwezigheid van voldoende intergetijde- en schorgebieden, die een zeer rijke voedselbron herbergen, en van voldoende droge en rustige gebieden die kunnen dienen als broedplaats en overnachtingsplaats ([68] t/m [71], [94]).

Op bijlage 4.6.10, fig.2, wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste broedplaatsen, fourageergebieden en hoogwatervluchtplaatsen voor vogels in het Westerscheldegebied.

2. Visserij-aspecten (Westerschelde)

A. Kraamkamerfunctie.

De Westerschelde vervult, naast Oosterschelde en Waddenzee, een belangrijke rol in de Nederlandse kustwateren als kinderkamer voor diverse vissoorten.

Jonge platvissen en garnalen vinden in de zeearm in het voorjaar een rustig opgroeigebied om na een opgroeiperiode van gemiddeld 2 à 3 jaar dan weer zeewaarts uit te zwemen.

Als voornaamste "groei"soorten moeten tong, schol en garnaal aangemerkt worden.

Sinds 1968 verricht het Rijks Instituut voor Visserij-onderzoek (RIVO) onderzoek in de zogenaamde Nederlandse kinderkamer-gebieden die van belang zijn. Alhoewel het onderzoek nog niet afgerond is, kan toch al geconcludeerd worden dat het Zeeuwse Estuarium vergeleken met de Waddenzee en de kustzone, steeds minder levert dan men op grond van zijn areaalgrootte zou verwachten, met uitzondering van kleine tong in het voorjaar.

Van de Zeeuwse stromen herbergt met name de Westerschelde veel jonge tong. Tong paait in het algemeen op ondiepere plaatsen in Noordzee en langs de kust. Een deel van de populatie trekt de Zeeuwse stromen in om te paaien, hetgeen de aanwezigheid van vrij veel grote tongen in het voorjaar tot ver in de zomer verklaart. De tonglarven duiken na de metamorfose naar de bodem. Van jonge tongen is bekend, dat deze vissen een uiterst selektief getijgedrag vertonen. In het najaar verlaten veel jonge vissen de zeearm richting Noordzee om in het voorjaar weer terug te keren.

De grootste gemiddelde dichtheid aan kleine tong komt in het oostelijke deel van de Westerschelde voor in slibrijk water met een laag zoutgehalte. Met name in het voorjaar trekken de jonge tongen, waarvan bekend is, dat ze door zoet water worden aangetrokken, naar het oosten, zich weinig aantrekkend van voorkomende vervuilingen. In het najaar echter blijkt de Oosterschelde aantrekkelijker voor tong (bijlage 4.6.11, fig.1).

Voor schol is de Westerschelde als kinderkamer aanmerkelijk minder belangrijk dan de Waddenzee, de kustwateren en de Oosterschelde. Wel blijkt bij onderzoek, dat in het najaar het aantal jonge schollen beter vertegenwoordigd is dan in het voorjaar.

Van garnalen is bekend, dat de eerste acht maanden van het jaar grote aantallen larven geproduceerd worden, zowel binnengaats als buitengaats, afhankelijk van de plaats van het wijfje. Deze larven worden door getijstromingen getransporteerd naar ondiepe plaatsen met een slibbodem. In de Westerschelde fungeert de gehele bovenloop oostelijk van Terneuzen, maar ook de Nolleplaat in de monding als kinderkamer. De larven groeien snel, de biomassa neemt toe, mede door constante toevoer van nieuwe larven. In het najaar trekken echter weer veel geslachtsrijpe garnalen naar zee. Zo blijft de garnalenpopulatie in evenwicht (bijlage 4.6.11, fig.2).

B. Beroepsvisserij.

De palingvisserij met vaste vistuigen (fuiken) wordt in de Westerschelde beroepsmatig door vijf vissers uitgeoefend. Deze vorm van visserij speelt zich slechts af langs dijken en randen van het vaarwater en in enkele buitenhavens.

Boomkorvisserij op de Westerschelde wordt uitgeoefend door een drietal vissers uit Terneuzen en door een aantal uit Breskens, dat al naar gelang het seizoen varieert van twee tot veertien, waaronder momenteel zes Belgische schepen. De vissers uit Terneuzen vissen voornamelijk in de Everingen en het Gat van Ossensisse tot aan Hansweert toe op garnalen en in het voorjaar op tong. Door de vissers uit Breskens wordt meer westwaarts gevist in de Schaar van de Spijkerplaat, de Rede van Vlissingen, de Wielingen, Deurloo en het Oostgat met de daartussen liggende geulen.

In het vaarwater langs Hoofdplaat wordt weinig of niet gevist. In het oostelijk deel van de Westerschelde wordt ook op Nederlands gebied, door enkele Belgische vissersschepen gevist, afkomstig uit het mondingsgebied van de Schelde (Kieldrecht, Doel e.a.).

De visserij op kokhanen vindt op zeer geringe schaal plaats in het westelijk deel van de Westerschelde, rond de Hooge Platen. De plaatsen, waar de kokkels gevist worden kunnen echter van jaar tot jaar verschillen.

De kokhanen worden verzaaid en later (aug.-dec.) op de zandplaten gezogen. Slechts door twee schepen uit Breskens wordt deze vorm van visserij uitgeoefend.

Overigens worden in de Westerschelde geen schelpdierkulturen aangetroffen.

Het is moeilijk een kwantitatief inzicht van de betekenis van de visserij in de Westerschelde te geven, omdat vele schepen zowel op zee als in de zee-armen actief zijn, afhankelijk van de weersomstandigheden. Tabel 19 geeft globaal aan welke betekenis de vissersplaatsen Breskens en Terneuzen hebben t.o.v. de andere aanvoerplaatsen in Zeeland.

Concluderend kan gesteld worden dat de beroepsvisserij in de Westerschelde relatief niet van zeer grote betekenis is en zich grotendeels westelijk en zeewaarts afspeelt.

3. Recreatie langs de Westerschelde.

Langs en in de Westerschelde zijn o.a. volgende recreatievormen te onderscheiden :

- strand- en oeverrecreatie.
- watersport.

- sportvisserij.
- verblijfsrecreatie.
- natuurrecreatie.

A) Strand- en oeverrecreatie.

Langs de Zuid-Westkust van Walcheren en de kust van West-Zeeuwsch-Vlaanderen vormen strand, zee en duinen een natuurlijke aantrekkingskracht voor recreanten.

Het geschatte bezoekersaantal van de stranden op een zogenaamde normdag (= vijfde drukste dag van het jaar) bedraagt ca. 75.000 personen. Op een topdag bedraagt dit zelfs ca. 92.000 personen. De norm van 1.000 personen per ha is dan ruimschoots overschreden.

Stroomopwaarts vindt oeverrecreatie voornamelijk plaats op de buitentaluds van de dijken en enkele strandjes. Vooral de gedeelten oostelijk van Terneuzen en tussen Ossenisse en Walsoorden zijn druk bezocht (3 à 5.000 bezoekers op drukke dagen).

B) Watersport.

Vanwege de getijbeweging wordt op de Westerschelde voornamelijk met zeewaardige recreatievaartuigen gevaren. Bijlage 4.6.12, fig. 1, toont de ligging en capaciteit van de direct aan de Westerschelde gelegen jachthavens.

Teneinde conflictsituaties tussen beroepsvaart (zeescheepvaart, binnenvaart) en de recreatievaart te voorkomen is het beleid erop gericht vergroting van de jachthavencapaciteit langs de Westerschelde tegen te gaan.

De "kleine" watersport (roeien, spelevaren, plankzeilen) vindt men voornamelijk langs de onder 3A beschreven strand- en oeverrecreatiegebieden.

C) Sportvisserij.

Afhankelijk van de tijd van het jaar concentreert de sportvisserij zich op die plaatsen waar bepaalde vissoorten, zoals platvis, paling, geep en kabeljauw goed vangbaar zijn.

De sportvisserij kan in een aantal categorieën worden onderscheiden :

- Vanaf de oevers :

Deze vorm van visserij vindt men nabij Bath, ten westen van Hansweert en ten oosten van Terneuzen. Hier vindt men ook de meeste zogenaamde viscampings.

Voornaamste belemmeringen zijn de waterdiepte, de ontsluiting en het zogenaamde looprecht.

- Vanuit de eigen visboot :

Deze visboten liggen hetzij in jachthavens, hetzij op schorren en slikken of worden via trailerhellingen (Breskens en Terneuzen) te water gelaten. Gebieden waar vanuit sportvisboten veel wordt gevisd zijn o.a. De Middelpaalt, het Stoombotengat, de Rug van Borssele, de Pas van Terneuzen en het gebied bij Klevershille en Deurloo.

- Vanuit grote huurboten :

Langs de Westerschelde zijn een viertal van dit soort schepen te vinden. Eén ervan is vooral gericht op de Noordzee, de andere op de Westerschelde.

- Wormenspitten :

De Deltafederatie van sportvissers krijgt jaarlijks op aangegeven plaatsen vergunning om wormen te spitten.

D) Verblijfsrecreatie.

Langs de Westerschelde bestaan naar schatting 70.000 slaappleatsen, waarvan ruim de helft op kampeerterreinen en ca. 1/3 in zomerwoningen. Bij de kampeerterreinen kan men onderscheid maken tussen strandcampings (alle langs de monding) en viscampings (meer stroomopwaarts). Bijlage 4.6.12, fig.2, geeft de situering van deze campings weer.

E) Naturrecreatie.

In het Land van Saeftinge en andere natuurgebieden rond de Westerschelde worden natuurexcursies onder leiding georganiseerd.

4.7. De Scheepvaart.

1. De Scheepvaartroutes. [99]

De Westerschelde en haar monding zijn druk bevaren vaarwaters met veel navigatorisch lastige aspecten. De vaargeulen hebben een grillig verloop (bijlage 4.7.1), bevatten ondiepten (drempels) en kennen sterke eb- en vloedstromen. De toegang tot de Westerschelde wordt gevormd door het zeegat van Vlissingen waarin vier vaargeulen lopen, nl. de Wielingen, het Scheur, de Deurloo en het Oostgat. De Wielingen ligt dicht onder de Belgische kust, het Scheur iets benoorden hiervan en het Oostgat loopt langs de westkust van Walcheren. De Deurloo liggend tussen het Scheur en het Oostgat, wordt behalve door de vissersschepen zeer weinig bevaren. Oospronkelijk had de Wielingen de grootste diepte en was daardoor voor diepstekende schepen de hoofdgeul. Mede door baggerwerken in

het Scheur was deze al vóór 1966 de voornaamste toegangsgeul geworden.

Ook elders in de Westerschelde komen naast de hoofdvaargeul nevenroutes voor. Een vrij bekend voorbeeld is het traject tussen Terneuzen en Hansweert waar de vaarroute voor het doorgaand verkeer omstreeks 1970 verlegd werd van het Middelgat, dicht onder de oever van Zuid-Beveland, naar de Overloop van Hansweert en het Gat van Ossenis (langs de Zeeuwsvlaamse oever).

De Westerschelde heeft een overwegend zandige bodem. Door de getijbeweging is een stelsel van vloed- en ebscharen ontstaan. Tussen de scharen liggen drempels (ondiepten). De ligging van de geulen en de hoogte van de drempels is niet stabiel. Naast de natuurlijke veranderingen van het geulensstelsel door de getijbeweging zijn het onderhouds- en/of verdiepingsbaggerwerk in de scheepvaartroutes sterk bepalend voor de bevaarbare diepte. Aan het eind van de jaren '70 lag de maximum diepte in het Scheur en de Westerschelde tussen 11 en 12m beneden GLLWS. De belangrijkste drempels in de hoofdvaargeul zijn op bijlage 4.7.2 aangegeven (zie ook bijlage 3.3.1 en 3.3.2). Op deze bijlage is ook een overzicht van de huidige ligging van die geul gegeven. De breedte van deze geul neemt, van west naar oost geleidelijk af. Het aantal bochten neemt toe, en de bochtstraal wordt kleiner. De breedte in het kielvlak van de getijgebonden schepen was evenwel in 1980, afgezien van Borssele, overal groter dan 300m. Op de drempel van Borssele bedroeg die breedte ongeveer 300m.

In de toekomst zullen wellicht enkele wijzigingen aan de vaargeul en directe omgeving worden aangebracht. Met de effecten daarvan op het scheepvaartverkeer is bij de studies naar de verdieping van de Westerschelde rekening gehouden.

2. Vaarwegmarkering en verkeersbegeleiding. [99][104][105]

A. Vaarwegmarkering.

Langs de rivier zijn op de oevers meerdere lichtenlijnen met evt. sektorlichten opgesteld, die veelal het midden van de vaargeulen aangeven. De geulen zijn sinds 1977 betond volgens het gekombineerde kardinaal en lateraal systeem (rood op bakboord). Voor 1977 werd hier het uniforme (laterale) betonningsstelsel toegepast.

De boeiposities zijn afhankelijk van de heersende getij-omstandigheden. Meetresultaten tonen aan dat de boeien op de Westerschelde gedurende een getij in bochten een zijdelingse verplaatsing dwars op de vaargeul van ca. 30m kunnen ondervinden. Op de trajekten tussen de bochten blijkt deze verplaatsing ca. 20m te kunnen zijn.

Voor de plaatsbepaling van de schepen kan, behalve van de boeien en de scheepsradar, gebruik worden gemaakt van daar-

toe geëigende elektronische plaatsbepalingssystemen.

B. Ankerplaatsen.

Officiële ankergebieden op de Westerschelde zijn (bijlage 4.7.1):

- Wielingen-Noord, waarvan het westelijke deel uitsluitend gereserveerd is voor schepen met gevaarlijke lading.
- Wielingen-Zuid, bestemd voor zeevaartuigen die getijgebonden zijn. Andere schepen mogen daar alleen met toestemming van de Verkeersdienst Westerschelde ankeren.
- Vlissingen - Rede.
- Springergeul.
- Everingen A, B, C, D en E.
- Put van Terneuzen A, B en C.
- Middelgat bij Kapellebank.

Daarnaast bevinden zich ankerplaatsen bij de loodskruisposten Wielingen, boei A1 en Steenbank in het Oostgat. De ankerplaatsen in de Everingen en de Pas van Terneuzen liggen in een vaargeul en mogen slechts gebruikt worden na verkregen toestemming van de Rijkshavenmeester. In het algemeen worden deze plaatsen gebruikt voor laad- en loswerkzaamheden. Zeevaartuigen, die ten anker willen komen of anker op willen gaan, dienen dit per marifoon te melden aan de Schelde Inlichtingen Dienst (SID).

C. Verkeersscheidingstelsel en voorzorgsgebieden.

Ten westen van het geulensstelsel Scheur/Wielingen is nabij West-Hinder een verkeersscheidingstelsel van kracht (bijlage 4.7.1). Daarnaast geldt sinds 1982 op de Rede van Vlissingen een beperkt scheidingstelsel. Dit laatste stelsel maakt deel uit van een voorzorgsgebied waar de zeeschepen van loods wisselen. In dit gebied gelden een aantal bijzondere bepalingen, w.o. een ankerverbod.

D. Beloodsing.

De zeeschepen die de Westerschelde bevaren zijn behoudens enige uitzonderingen loodsplichtig. Volgens de huidige loodswet en het Schelde-reglement houdt loodsplicht de verplichting in tot het betalen van loodsrechten. Indien de gezagvoerder van een zeeschip geen loods aan boord neemt, dan kan het doorvaren van het schip op grond hiervan niet worden belemmerd. Voor bepaalde schepen (gasschepen) geldt een verscherpte loodsplicht. Dit betekent dat het schip zonder loods niet mag opvaren. Voor de Westerschelde geldt een loodsregime gebaseerd op het internationaal tractaat tussen België en Nederland. De schepen worden beloodst op de loodskruisposten Steenbank en Wielingen bij de A1-boei (bijlage 4.7.1). Op de Rede van Vlissingen wordt van loods gewisseld.

E. Verkeersregeling en verkeersbegeleiding.

Tot 1.1.1982 waren op de Westerschelde het Binnenaanvaringsreglement en het Bijzondere aanvaringsreglement voor de Westerschelde van toepassing. Sindsdien zijn die vervangen door het Scheepvaartreglement Westerschelde [105].

Sinds 1966 wordt in dit gebied met patrouilleboten toezicht gehouden op de scheepvaart, eerst door Rijkswaterstaat en sinds 1.1.1982 door DGSM (zie hfdst. 4.9.2.A). Daarnaast zijn er een aantal verkeersposten ingericht, en wel bij de Zandvlietsluis (1967), Terneuzen (1969), Hansweert (1975) en (in een voorlopige post) in Vlissingen. Deze verkeersposten regelen de in- en uitvaart van de voorhavens van de sluisen. Daarnaast wordt o.a. bij slecht zicht, vanuit de verkeerspost bij de Zandvlietsluis navigatie-assistentie verleend aan zeeschepen op het traject tussen Zandvliet en Hansweert, waar sinds 1978 een beperkte walradarketen operationeel is. In 1985 zal worden aangevangen met deze keten uit te breiden, zodat de gehele vaarweg tussen Antwerpen en de beide loodskruisposten door walradarstations wordt "gedekt" (het project UWRK '84).

Op initiatief van de Permanente Commissie van Toezicht op de Scheldevaart -waarin de Belgische en Nederlandse autoriteiten samenwerken- is in 1962 de Schelde Inlichtingen Dienst (SID) ingesteld (zie hfdst. 4.9). Deze geeft gedurende het gehele etmaal nautische informatie aan de scheepvaart. De SID heeft vestigingen in alle hiervoor genoemde verkeersposten. De in het Nederlands gestelde berichtgeving wordt uitgezonden in de maritieme zeer hoge frekwentieband (VHF of marifoon) volgens vooraf ingedeelde werkingsgebieden. Daarnaast neemt de loods een portofoon mee aan boord.

3. Hydraulische en meteorologische kondities. [97] [98] [99]

Het stroombeeld in de Westerschelde (en haar mondingsgebied) is sterk afhankelijk van de getijbeweging en van de bodemconfiguratie, die zelf ook door de getijbeweging beïnvloed wordt. Met het effect van de langsstromen op de vaarschema's van de getijgebonden schepen moet terdege rekening worden gehouden. Daarnaast zijn de langsstromen van invloed op de grootte van het breedtebeslag van de schepen in de beschikbare vaargeul. Met name beïnvloedt de stroomrichting van het water de bestuurbaarheid van het schip. Bij een gelijkblijvende snelheid t.o.v. de grond is de bestuurbaarheid in geval van tegenstroomse manoeuvres veel beter dan bij voorstroomse, waardoor het benodigde breedtebeslag af- resp. toeneemt.

Bijlage 4.7.3 geeft een overzicht van de plaatsen waar de scheepvaart bij bepaalde getijomstandigheden met aanzienlijke dwarsstroomsnelheden rekening moet houden. Op sommige plaatsen kunnen deze snelheden wel oplopen tot 1,5 à 2m/s. Hoe snel de stroomsnelheden kunnen veranderen blijkt uit de situatie bij de Zimmermangeul in de bocht bij Bath. De maximaal optredende dwarsstroom nam daar tussen 1963 en

1980 van 3m/s af tot 1,5m/s in dezelfde fase van het getij. Een ander voorbeeld is de drempel van Borssele, waar de dwarsstroomsnelheden de laatste jaren sterk zijn toegenomen.

Terwijl de dwarsstroomsnelheden op de Westerschelde meestal een sterk plaatselijk karakter hebben is in de vaargeul in het mondingsgebied meer van een homogene dwarsstroomsituatie sprake. De stroomkomponent loodrecht op de vaargeul kan daar over vrij grote afstanden waarden tussen 0,5m/s en 1m/s tijdens de passage van de getijgebonden schepen bereiken. [6]

Hevige dwarsstroomsnelheden kunnen het benodigde breedtebeslag sterk doen toenemen en zijn dus van groot belang voor de veiligheid van het scheepvaartverkeer. Dat blijkt heel duidelijk uit de situatie bij Borssele, waar in de laatste jaren relatief veel ongevallen werden geconstateerd. Datzelfde geldt voor slecht zicht en harde wind. Anders dan de dwarsstroom, waarmee "dagelijks" rekening moet worden gehouden, treden beperkt zicht en/ of harde wind slechts gedurende korte tijd op. Bij het vaargeulontwerp moet daarom met dwarsstroom zonder meer rekening worden gehouden, terwijl voor wat betreft wind en slecht zicht ook gedacht kan worden aan maatregelen in de sfeer van verkeersbegeleiding en/of tijdelijke staking van de loodsdienst.

Harde wind komt in het mondingsgebied het meest voor. Afhankelijk van de windrichting wordt bij windsterkten > 7 Bft de loodsdienst gestaakt. In 1980 was dit gedurende ongeveer 6% van de tijd het geval. Staking van de loodsdienst i.v.m. slecht zicht (vnl. dichte mist) kwam minder dan 1% van de tijd voor. Wel is vrij vaak sprake van beperkt zicht (< 1500 m), en wel gedurende 5 à 10% van de tijd.

In de vaargeulen in het mondingsgebied van de Westerschelde komt regelmatig deining voor. Hoewel de hoeveelheid deining minder groot is dan b.v. in de Eurogeul is ze toch bepaald niet verwaarloosbaar. Dit geldt zeker gezien het feit dat de getijgebonden schepen hier veel kleiner zijn, want kleinere schepen bewegen meestal wat sterker in golven. Er bestaat een goede correlatie tussen het optreden van deining in het Eurogeulgebied en in het mondingsgebied van de Westerschelde. Analyses hebben verder aangetoond dat slechts een deel van de periodes met aanzienlijke deining samen valt met een staking van de loodsdienst i.v.m. sterke wind (bijlage 4.7.4).

De hoeveelheid deining lijkt op grond van de geanalyseerde metingen van West-Hinder naar het Scheurgebied wat af te nemen. De verschillen zijn echter gering en soms is de hoeveelheid deining in het Scheurgebied zelfs groter dan bij West-Hinder. Het aantal golfmeetpunten en de korte periode waarover metingen voor analyse beschikbaar waren maakt het trekken van "harde" konklusies hierover niet mogelijk. Daarvoor zijn veel uitgebreidere golfmetingen langs de geul nodig, gekombineerd met refraktie/diffraktieberekeningen. Gezien het

geringe aantal malen dat schepen hinder door deining kunnen ondervinden lijkt een dergelijk onderzoek op dit moment niet nodig. De metingen bij West-Hinder kunnen bij de huidige stand van zaken representatief worden geacht voor het gehele mondingsgebied.

Het astronomische getij in de Westerschelde heeft een groot amplitude, van 1,5 à 2m in het mondingsgebied tot 2 à 2,5m bij Antwerpen. Het maximale getijverschil bedraagt nagenoeg 3 tot 5m. Langs de Westerschelde wordt op een aantal plaatsen de waterstand gemeten. Op grond van deze metingen wordt door het loodswezen bij het opstellen van de vaarschema's van de getijgebonden schepen enigszins met op- en afwaaiing rekening gehouden. Voor de geulen in het mondingsgebied is veel minder informatie over de waterstanden bekend. Zelfs over de ligging van het middenstandsvlak bleek tijdens de studie voor het verdiepingsproject nogal wat onduidelijkheid te bestaan. Over op- en afwaaiing in dit gebied was anno 1981 ook weinig exakte informatie beschikbaar. Inmiddels wordt door de Dienst der Kust onderzoek gedaan, waardoor binnen afzienbare tijd veel meer informatie beschikbaar zal zijn over het vertikaal getij in dit gebied.

4. Scheepvaartverkeer. [99] [104] [106] [115]

A. Gegevensbronnen.

Het statistisch materiaal over het scheepvaartverkeer komt uit verschillende bronnen. De belangrijkste zijn : beloodsingsstatistieken, registraties van aan de Westerschelde gelegen havens en sluizen, douanediens ten, dokumentatie van privé-bedrijven en steekproefsgewijze metingen. Het is duidelijk dat de uitgangspunten van al deze instanties bij het verzamelen der gegevens uiteenlopen. Bij een kritisch onderzoek van het beschikbare materiaal komen dadelijk opvallende verschillen in de beoordeling van eenzelfde gegeven naar voren. Vrij opvallende verschillen in de gegevens over grote schepen kunnen b.v. soms toegeschreven aan het lichten van schepen in de Everingen en de Put van Terneuzen, zowel voor de bestemming Antwerpen als voor Gent. Het statistisch materiaal dient daarom zeer omzichtig te worden gehanteerd.

B. Goederenvervoer.

Uit een overzicht van het goederenvervoer in 1977 en 1981 naar een aantal havens langs de Westerschelde blijkt dat meer dan de helft van het vervoer over de Westerschelde bestaat uit grondstoffen (o.a. erten) en brandstoffen (kolen en olie) (tabel 20). Het vervoer van ruwe aardolie naar Antwerpen dat in 1970 nog 23mln. ton omvatte, viel na de in gebruikname van de pijpleiding van Rotterdam naar Antwerpen terug tot enige miljoenen tonnen (1981 ca. 2,5mln. ton van/naar Antwerpen). Het vervoer van containers was vrijwel geheel gericht op Antwerpen.

Bij de groep gevaarlijke stoffen is de omvang van het benzinevervoer het grootst (in 1981 ca. 2,5 mln. ton van/naar Antwerpen). Verder worden van/naar Antwerpen ook energie-gassen vervoerd (1981 : ca. 200.000 t). Hiervan bestaat een belangrijk deel uit LPG. Ook in de andere havens langs de Westerschelde wordt LPG gelost/geladen. Verder bestaat een zeker deel van de chemische produkten, die over de Westerschelde worden vervoerd, uit gevaarlijke chemische stoffen. Nauwkeurige statistische informatie over de -vaak kleine-vervoerde hoeveelheden van specifieke stoffen is echter niet beschikbaar. Per jaar deden ongeveer 200 LPG- tankers Antwerpen aan. Het betreft voornamelijk kleinere schepen. In 1981 waren 12 van deze LPG-schepen groter dan 20.000 BRT. Behalve met zeeschepen wordt op de Westerschelde ook vrij veel LPG met binnenschepen vervoerd. Het vervoer van gevaarlijke goederen is sinds oktober 1983 beter geregeld doordat een aantal specifieke regels voor het vervoer van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde zijn ingevoerd.

C. Verkeersintensiteit.

Een uitgebreide inventarisatie van de verkeersintensiteiten op de Westerschelde is gemaakt in het kader van een door de Dienst Verkeerskunde uitgevoerde ongevallenanalyse. Op bijlage 4.7.5 is voor de belangrijkste trajekten van de Westerschelde de ontwikkeling van de verkeersintensiteit tussen 1967 en 1978 uitgezet. Opvallend is dat op de diverse trajekten het aantal zee- en binnenschepen nagenoeg gelijk is gebleven. Een uitzondering hierop is het traject Hansweert-Antwerpen en v.v., waar door de opening van de Schelde-Rijnverbinding in 1975 de intensiteit van de binnenvaart sterk teruggelopen is. Verder nam de zeevaart naar Vlissingen en via het Scheur/Wielingen in deze periode toe. Bijlage 4.7.6 geeft voor enkele telpunten de ontwikkeling van het gepasseerde tonnage van de zee- en binnenvaart. Het tonnage van de zeevaart vertoont een stijgende lijn. Het gepasseerde laadvermogen van de binnenvaart bleef, behalve op het traject Hansweert-Antwerpen, ongeveer gelijk. De schaalvergroting van de zeevaart blijkt duidelijk uit een vergelijking van bijlagen 4.7.5 en 4.7.6. Een andere gegeven dat dit illustreert is dat de gemiddelde BRT per eenheid van de schepen, die de haven van Antwerpen aanliepen van ca. 3.000 BRT in 1950 tot ca. 6.000 BRT in 1980 toenam.

Naast zee- en binnenschepen zijn vooral de veerdiensten van belang, en wel die tussen Vlissingen en Breskens (ca. 25.000 vaarten per jaar v.v.) en Kruiningen-Perkpolder (ca. 20.000 vaarten per jaar v.v.). Daarnaast komt enig verkeer voor van schepen i.v.m. civieltechnische werken (vooral baggerwerk), rekreatievaart en visserij. De laatste categorieën zijn niet zozeer interessant in verband met hun intensiteit maar wel gezien hun afwijkend vaargedrag (als regel niet "vaarroutegebonden").

De verkeersintensiteit varieert in de tijd. Op de Westerschelde zijn vooral van belang de "pieken" in het verkeer, die volgen

op een stremming van de loodsdienst, b.v. tijdens een periode met harde wind of mist. T.b.v. een studie naar de bochtafsnijding bij Bath is indertijd door de Dienst Verkeerskunde een "maatgevend dagaanbod" bepaald. Voor de op- en afvaart naar/van Antwerpen bedroeg dat 1,83‰ en 2,08‰ van het gemiddeld jaaraanbod (= alle op- en afvarende schepen samen). Daarbij is nog niet met het effect van een staking van de loodsdienst op de vaart met grote, getijgebonden schepen rekening gehouden. Voor de spreiding over de dag zijn de vaarschema's van de getijgebonden schepen, het sluisbedrijf, de wachttijden in de havens en dag/nachteffekten van belang.

D. Scheepstypes, grootte en diepgang.

De binnenvaart op de Westerschelde bestaat voornamelijk uit, t.o.v. de zeeschepen kleine, motorschepen (tot ca. 110 x 11,5m²). Daarnaast komt incidenteel 4-baksduwvaart voor (ca. 190 x 22,8m²). Doordat de diepgang van de binnenschepen beperkt is (max. 4m) is de breedte die deze schepen ter beschikking staat op de vaargeulen veel groter dan voor de zeeschepen. Voor de verkeersafwikkeling op de vaarweg leveren ze daardoor weinig problemen op. Alleen op plaatsen met veel vaarweg-kruisend-binnenvaartverkeer (Hansweert, Terneuzen) is sprake van onderlinge hinder van zee- en binnenvaart. Door de verkeersposten aldaar wordt het verkeer echter in goede banen geleid. Op de rivier zijn de binnenschepen daarnaast kwetsbaar voor de golven die snelvarende zeeschepen kunnen opwekken.

Ook de zeevaart bestaat voor het grootste deel uit vrij kleine eenheden. Schepen < 6.000 TDW maken ca. 60% uit van de gehele vloot. De samenstelling van de vloot verloopt langs de Westerschelde. Voor de belangrijkste bestemmingen (Antwerpen en Terneuzen/Gent) is in tabel 21 een vlootverdeling anno 1981 gegeven. De verdeling over verschillende scheepstypes is "gerekonstrueerd" op grond van steekproef-waarnemingen, die in 1981 door de Dienst Verkeerskunde zijn uitgevoerd.

Van groot belang is het aantal diepstekende getijgebonden schepen. Daartoe behoort slechts een klein deel van de zeeschepen. Het aandeel wordt sterk beïnvloed door conjunktuurverschijnselen en door technische vernieuwingen. Zo heeft de verwezenlijking van de pijpleiding Rotterdam-Antwerpen, die vanaf 1971 operationeel werd, samen met de teruggang in de conjunktuur enige weerslag gehad op het aantal diepliggende schepen, zowel bij aankomst als bij vertrek. Ter illustratie wordt op tabellen 22a en b de ontwikkeling (sinds 1969) van het aantal schepen gegeven, die in de loodsdienst het predikaat "super" dragen (diepgang 97dm of meer). Een kritische analyse heeft aangetoond dat de meeste van deze schepen werden geregistreerd onder de grootste diepgang die tijdens de reis Vlissingen-Antwerpen, Vlissingen-Gent werd opgetekend en dat verschillende van deze eenheden hun reis met een kleinere diepgang hebben voortgezet, na lichtingsoperaties in de Put van Terneuzen of de Everingen.

Het was vrij moeilijk bij de verschillende firma's, die bij overslagoperaties zijn betrokken, inlichtingen te bekomen over een langere periode. Wel werd duidelijk dat dergelijke verrichtingen vrij veelvuldig voorkomen. Het ging in de jaren '70 om 50 tot 100 schepen per jaar, waarvan 30 à 40 met eindbestemming Gent. Bij benadering lag in 1980 de gemiddelde diepgangsvermindering rond 1,50m (ca. 4'11") en in 1981 rond 1,27m (4'3").

In het licht van de voorafgaande beschouwingen moeten de door de Antwerpse havendiensten meegedeelde gegevens over de evolutie van de grootste afmetingen van schepen in de haven (tabellen 23a en b) voorzichtig worden benaderd. Het ongecontroleerd gebruik van gegevens in bepaalde persartikelen heeft soms aanleiding kunnen geven tot verwarring.

5. Verkeersgedrag.

A. Vaarsnelheid. [106]

Door de Dienst Verkeerskunde is een overzicht van de beschikbare informatie over de vaarsnelheid van zeeschepen op het traject Hansweert-Zandvliet en v.v. opgesteld. De vracht- en massagoedschepen varen op dit traject met snelheden van (ongeveer) 6 à 6,5m/s (12 kn) t.o.v. het water, behalve op het traject tussen het Nauw van Bath en de Zandvlietssluis. Opvarende grote schepen, met bestemming Zandvlietssluis, laten vanaf de drempel van Valkenisse hun snelheid geleidelijk afnemen, tot gemiddeld 4,5 à 5m/s (9 kn) voor de kleinere en 3,5 à 4m/s (7 kn) voor de grootste schepen in het Nauw van Bath. De meeste afvarende vracht- en massagoedschepen hebben in het Nauw van Bath al een snelheid van 5 à 6m/s (10 à 11 kn). Containerschepen varen wat sneller, en wel met 7 à 8m/s (14 à 15 kn) t.o.v. het water, afnemend tot 6 à 7m/s bovenstrooms van het Nauw van Bath. De snelheid van de opvarende grootste containerschepen (> 25.000 TDW) is in het Nauw van Bath afgenomen tot 3 à 6m/s. Over de snelheden van de schepen op de trajecten ten westen van Hansweert zijn geen statistische overzichten beschikbaar. De snelheid t.o.v. het water ligt naar verwachting op de rest van de Westerschelde en in het aanloopgebied op hetzelfde niveau. Een uitzondering vormt het Redegebied van Vlissingen, waar i.v.m. de loodswisseling de snelheid meestal sterk wordt teruggenomen. De grootste schepen zullen in het aanloopgebied wellicht iets hogere snelheden behalen dan op de Westerschelde.

B. Vaarschema's. [97]

De vaarschema's van de getijgebonden schepen hangen sterk af van de aflaaddiepte in relatie tot de drempelliggingen. De vaart met getijgebonden schepen wordt als regel zo gepland dat de voorhaven van de Zandvlietssluis tijdens stroomkentering (ca. 2,5h na HW Vlissingen) wordt aangelopen. Dat kan door omstreeks 1h vóór lokaal HW vanuit Vlissingen te vertrekken. In de praktijk wordt zo vroeg als dat gezien het getij en de

scheepsdiepgang mogelijk is naar Vlissingen opgevaren vanaf de loodskruispost bij de A1-boei. De diepstekende schepen, die in 1 getij willen opvaren naar Antwerpen, moeten uiterlijk 3,5 à 4 uur vóór HW Vlissingen van de A1-boei vertrekken, i.v.m. vertragingen t.g.v. fysische en operationele beperkingen (snelheidsterugval boven drempels en i.v.m. stroom; resp. loodswisseling, sleepbootassistentie, vaart verminderen i.v.m. de verkeerssituatie, aanloop Zandvlietsluis).

Voor de opvaart in twee getijden (al dan niet na lichten in de Everingen) wordt op de Westerschelde hetzelfde vaarschema aangehouden. Het vaarschema door Scheur/Wielingen wordt dan veelal bepaald door de wens met de schepen zo mogelijk tegenstrooms voor anker te gaan. Dit betekent dat het aankomsttijdstip op de Rede bij voorkeur niet vóór 1h na HW Vlissingen mag liggen.

Voor de afvaart in twee getijden van vrijwel alle getijgebonden schepen staan zeer ruime getijvensters ter beschikking, waardoor de vaarschema's thans sterk kunnen uiteenlopen.

C. Verkeersafspraken. [102] [105]

De grote getijgebonden schepen houden bij de vaart op de Westerschelde meestal terdege rekening met elkaar. Hoewel dit in de regel wordt vermeden komt het incidenteel voor dat de grootste opvarende schepen elkaar oplopen op het traject Borssele-Terneuzen. Ontmoetingen en oplooptmanoeuvres worden middels onderlinge afspraken via de marifoon zo geregeld dat ze buiten de knelpunten (scherpe bochten, drempel van Borssele, enz.) worden afgewikkeld. Deze onderlinge afspraken zijn niet gebaseerd op formele regelingen. Wel zijn de grote zeeschepen reglementair verplicht hun geschatte aankomsttijd (E.T.A.) op verschillende plaatsen per marifoon aan de SID te melden. Voor een overzicht van de verschillende regels m.b.t. het verkeersgedrag van de verschillende schepen wordt verwezen naar het Scheepvaartreglement Westerschelde [105].

6. Verkeersveiligheid. [99] [104]

Dat de aanwezigheid van verschillende verkeersgebruikers in een druk bevaren vaarweg, waarbij de verkeersregels niet altijd voldoende worden gerespekteerd, een zeker ongevalsrisiko meebrengt, vooral in de omgeving van kunstwerken (sluizen, steigers, enz.) en splitsingspunten, hoeft geen betoog. Het onderzoek naar het ongevalenpatroon tussen 1966 en 1978 in de Westerschelde en haar mondingsgebied, uitgevoerd door de Dienst Verkeerskunde bevat voldoende gegevens om zich over dit probleem een oordeel te vormen. Met betrekking tot de grootste zeeschepen is nog een nadere analyse uitgevoerd. Enige interessante konklusies uit deze onderzoeken zijn :

- De Westerschelde bleek, vergeleken met een aantal andere drukbevaren vaarwegen in Nederland, geen bovenmatig onveilige rivier te zijn. Het totale aantal ongevallen per vaartuigkilometer op de Westerschelde was hoger dan elders.

Er kwamen relatief veel lichte ongevallen voor. Het aantal zware ongevallen^o per vaartuigkilometer was van dezelfde orde van grootte als elders.

- Zeeschepen waren zowel absoluut als relatief vaker bij ongevallen betrokken dan binnenschepen. De uitgevoerde analyses bevestigen dat de Westerschelde ten oosten van Vlissingen een moeilijke en, voor de grote zeeschepen, ook een beperkt vaarwater is. Dat zeeschepen in vergelijking met binnenschepen relatief vaker bij ongevallen betrokken zijn is hier ook een aanwijzing voor. Het leeuwendeel (43%) van de ongevallen bestond uit strandingen, vooral van zeeschepen. Van west naar oost gaande nam het aantal ongevallen sterk toe (bijlage 4.7.7). Dat geldt zowel voor de strandingen als voor de aanvaringen van schepen onderling. Na een piek in 1969 liep het aantal aanvaringen van schepen onderling gestaag terug.
- Beoordelingsfouten, onoplettendheid en dergelijke speelden een rol bij meer dan de helft van de ongevallen. Technische storingen waren minder vaak (mede) de oorzaak van een ongeval (in 14% van de gevallen). Relatief vaak speelden bij het ontstaan van ongevallen de volgende factoren een rol : het in- of uitvaren van havens (16%), manoeuvreren (gaande houden, ten anker gaan, enz.) (18%), oploopmanoeuvres (8%) en ontmoetingen van schepen (8%). Tenslotte waren slecht zicht (23%), stroom (12%) en wind (7%) vaak (mede) van belang bij het ontstaan van een ongeval.
- Over de gehele Westerschelde gerekend nam het aantal ongevallen na 1969 duidelijk af. Enige mogelijke verklaringen voor deze afname zijn : de vermindering van het binnenvaartverkeer tussen Hansweert en Antwerpen na de opening van de Schelde-Rijnverbinding (na 1975), de ingebruikname van de verkeerspost aan de voorhaven van Hansweert (na 1975) en het verdiepen en verruimen van enige vaargeulen op de Westerschelde. De vaargeulverruiming heeft tot een toename van de afmetingen van de grootste zeeschepen geleid. Hoewel de grootste zeeschepen relatief vaker bij ongevallen betrokken waren dan kleinere, lijken de hiervoor genoemde maatregelen het effect van de schaalvergroting in de scheepvaart in de periode 1966-1978 te hebben gecompenseerd. Naast deze specifieke veranderingen bestaat de

^o Zware ongevallen zijn ongevallen waarbij schade van betekenis aan schip en/of lading ontstaat. Daaronder wordt verstaan :

- zinken, breken, kapseizen, e.d.
- zware scheepsschade, nl. deuken met diepten van meer dan 40cm en/of gaten of lekken met oppervlakten vanaf 100cm², evt. met gevaar voor zinken, breken, kapseizen e.d.
- zware ladingschade.
- zware brand- en explosieschade.

overtuiging dat ook factoren als de uitbreiding van de Schelde Inlichtingen Dienst (SID), het veralgemeend gebruik van de VHF-verbindingen, uitbreiding van radarassistentie vanaf de wal en het, mede door deze ontwikkelingen mogelijk gemaakte, betere samenspel van diensten en personen een positief effect op de verkeersveiligheid hadden en nog zullen hebben. Ook de betere uitrusting van moderne schepen, zowel qua apparatuur als qua manoeuvreer-eigenschappen, kan een reden zijn geweest voor de gekonstateerde afname van het aantal ongevallen in het verleden. Het feit dat in de periode 1966 t/m 1978 ook op andere druk bevaren vaarwegen in Nederland een afname van het aantal ongevallen werd gekonstateerd, lijkt eveneens op deze samenhang te wijzen. Uit de ongevallen-analyse kunnen dergelijke ontwikkelingen echter niet specifiek worden onderkend.

- In het algemeen zijn de grootste schepen relatief vaak bij ongevallen betrokken. Dat geldt ook m.b.t. de zware ongevallen. Terwijl het totale aantal ongevallen op de Westerschelde na 1970 sterk terugliep, is het aantal ongevallen met zeeschepen > 20.000 BRT tussen 1970 en 1978 ongeveer gelijk gebleven. Ook het aantal schepen > 20.000 BRT, dat in Antwerpen aankwam, bleef volgens opgaven van het havenbedrijf in deze periode ongeveer konstant.
- Meer dan de helft van de ongevallen met grote zeeschepen trad op een 9-tal korte vaarwegtrajekten op (bijlage 4.7.8). De belangrijkste concentratiepunten waren de Rede van Vlissingen, de drempel van Borssele, het traject nabij Zandvliet en het traject Bath-Zimmermangeul. Daarbij is vooral de ontwikkeling bij de drempel van Borssele opvallend. Sinds 1976 was dit voor de zeeschepen > 20.000 BRT het belangrijkste ongevalsconcentratiepunt.

4.8. Bewoning en Risico's.

1. Bewoning in het Westerscheldegebied. [107 t.e.m. 114]

Teneinde een inzicht te verkrijgen in het inwonersaantal van de bewoonde kernen in het Westerscheldegebied wordt uitgegaan van een telling binnen stroken die tussen 0 en 5km vanuit de oever werden gemeten.

De rechter- en de linkeroever worden hierbij afzonderlijk behandeld. Op de rechteroever wordt het aantal inwoners sterk beïnvloed door Vlissingen, op de linkeroever door Terneuzen.

Inwonersaantallen :

Binnen een strook van				
0 - 1km	0 - 2km	0 - 3km	0 - 4km	0 - 5km
21.207	<u>Westerschelde (Rechteroever)</u>			91.430
	40.571	67.729	85.733	
17.455	<u>Westerschelde (Linkeroever)</u>			46.845
	32.130	36.472	39.436	
38.662	<u>Totaal Inwonersaantal</u>			138.275
	72.701	104.201	125.169	

2. Risico's voor de omwonende bevolking. [115]

Het risico dat de bevolking in het Westerscheldegebied loopt als gevolg van het scheepvaartverkeer wordt enerzijds bepaald door de situering van de bevolkingsconcentraties t.o.v. de scheepvaartgeulen, anderzijds door de risico's die het vervoer van gevaarlijke stoffen door die geulen met zich meebrengt.

De grootste bevolkingsconcentraties die tussen de Zandvliet-sluiss en de loodskruisposten aan de Westerschelde liggen zijn Terneuzen en Vlissingen. Vlissingen heeft een grotere bevolkingsomvang. De gevolgen van een kalamiteit op de Rede van Vlissingen met een schip dat gevaarlijke stoffen vervoert zullen daarom meestal ernstiger zijn dan van een vergelijkbare kalamiteit elders op de Schelde. Een ramp met een LPG-schip hier zou maximaal tot ca. 2000 doden kunnen leiden. De kans daarop is bij het vervoersaanbod anno 1981 10^{-6} per jaar. De kans dat één of meer bewoners van het Westerscheldegebied door een LPG-ramp ergens op de Westerschelde omkomen lag wat hoger (ca. 5×10^{-4} per jaar). De risico's die de bevolking loopt als gevolg van het vervoer van ammoniak over de Westerschelde liggen in dezelfde orde-grootte. Het in 1981 vrij omvangrijke vervoer van benzine leverde een aanzienlijk kleiner risico voor de bevolking op.

Bovenstaande gegevens m.b.t. de risico's voor de bevolking in het Westerscheldegebied zijn ontleend aan een globale studie door de TNO-hoofdgroep Maatschappelijke Technologie. Ze dragen een indicatief karakter en worden door de Nederlandse regering aanvaardbaar bevonden.

4.9. Nautische en waterloopkundige overleg- en beheersinstan- ties.

1. Internationale bilaterale overeenkomsten en afspraken.

In verband met het internationaal karakter van de vaarweg hebben inzake het nautisch en waterloopkundig overleg twee instellingen een bijzondere waarde :

A. de Permanente Commissie van Toezicht op de Schelde-
vaart.

B. de Technische Scheldecommissie.

A. De Permanente Commissie van Toezicht op de Schelde- vaart.

In art. IX § 2 van het verdrag van 19 april 1839 hebben de Belgische en Nederlandse regeringen zich verbonden :

"à conserver les passes navigables de l'Escaut et de ses embouchures et à y placer et y entretenir les balises et bouées nécessaires, chacun dans sa partie du fleuve."

De mogelijkheden die deelnamen aan de conferentie van Londen, die het verdrag voorbereidde, zijn er van uitgegaan dat hiertoe "gemeenschappelijk toezicht" nodig was.

Daarom werd overeengekomen :

"Il est convenu que le pilotage et le balisage, ainsi que la conservation des passes de l'Escaut en aval d'Anvers seront soumis à une surveillance commune et que cette surveillance commune sera exercée par des commissaires nommés à cet effet de part et d'autre."

Deze commissie wordt de Permanente Commissie van Toezicht op de Scheldevaart genoemd. Ze vergadert viermaal per jaar en bestaat uit vier leden :

Voor Nederland :

- De Directeur-Generaal van het Directoraat Generaal Scheepvaart en Maritieme Zaken.
- De Directeur van Scheepvaart en Maritieme Zaken in het distrikt Scheldemond.

Voor België :

- De Directeur-Generaal van het Bestuur van het Zeewezen en van de Binnenvaart.
- De Inspecteur-Generaal van Bruggen en Wegen-Administrateur van de Antwerpse Zeediensten.

a) De beloodsing.

De beloodsing waarvan het toezicht tot de bevoegdheid van de voornoemde Permanente Commissie behoort, wordt geregeld door het Scheldereglement van 20 mei 1843 (Reglement ter uitvoering van art. 9 van het Traktaat van 19 april 1839 en van hoofdstuk II, afdelingen 1 en 2 van het Traktaat van 5 november 1842, met betrekking tot het loodswezen en het gemeenschappelijk toezicht).

Hieraan werden in de loop der jaren verbeteringen aangebracht. Als voornaamste hiervan worden genoemd :

- het voeren van een politiek van samenwerking en verstandhouding.
- de loodsdienstregeling 1966 die leidde tot een bevestiging van de verdeling van de prestaties ($72\frac{1}{2}$ % van de prestaties en inkomsten voor België, $27\frac{1}{2}$ % voor Nederland).

b) De bebakening en verlichting.

De beide landen hadden zich in par. 2 van art. IX van het Verdrag van 1839 verbonden bakens en boeien te plaatsen op het eigen gedeelte van de rivier. Deze bepalingen werden hernomen in het nieuwe verdrag dat beide landen op 23 oktober 1957 hebben gesloten (Het z.g. "Verlichtingsverdrag").

- Bebakening.

De dagbebakening van de Schelde heeft nooit aanleiding gegeven tot moeilijkheden.

- Verlichting.

Over de verlichting wordt niets bepaald in het Verdrag van 1839. Nederland achtte zich dan ook niet verplicht bij te dragen tot de verlichting van de Schelde.

Het kreeg van bij de aanvang de verzekering dat de gebruikers van de Westerschelde of de Belgische Staat voor alle hieraan verbonden kosten zouden instaan.

Door het Traktaat van 23 oktober 1957 verbinden beide staten zich ertoe verlichte boeien en bakens aan te brengen, en het plaatsen en het onderhouden ervan op hun grondgebied te verzekeren.

Alle vernieuwingen en onderhoud op Belgisch grondgebied komen volledig ten laste van België. De kosten van de uitrusting op Nederlands grondgebied worden momenteel voor ca. 17% door Nederland gedragen.

Nederland neemt zowel de dag- en nachtbetonning van de wrakken op Nederlands gebied voor zijn rekening, alsmede alle onverlichte betonning.

Het Traktaat van 1957 voorziet verder in de mogelijke inrichting van andere moderne signalisatie en detectiemiddelen, zoals een radarketen, VHF-verbindingen, portofoonuitrusting, inlichtingendiensten.

Nederland zal deze verbeteringen op zijn grondgebied op kosten van België verzekeren, waarbij het echter wel een deelname in de lasten voorziet, in verhouding tot zekere Nederlandse belangen die door deze verbeteringen worden gediend.

c) Schelde Inlichtingen Dienst (SID).

Vanwege het speciale karakter van de Westerschelde en de aan deze rivier gelegen havens en onder meer door het feit dat de haven van Antwerpen ca. 70km in land is gelegen, kwam door de toename van de zee- en binnenvaart de noodzakelijkheid naar voren om door het verstrekken van relevante inlichtingen :

- de veiligheid van de scheepvaart op de Westerschelde en haar monding te verbeteren.
- het schutten door de sluizen te bespoedigen.
- de in- en uitgaande bewegingen tussen de sluizen en de ligplaatsen in de havens te organiseren.

Met dit doel voor ogen werd voor de haven van Antwerpen een Coördinatie Dienst (CD) en de Schelde Inlichtingen Dienst (SID) ingericht. De coördinatie is aan de Antwerpse Havenkaptiteindienst (Stad Antwerpen) toevertrouwd, en de SID aan het Belgisch Loodswezen (Ministerie van Verkeerswezen) samen met het distrikt Scheldemond.

In 1962 ontstond de Schelde Inlichtingen Dienst op initiatief van de Permanente Commissie. Radio-uitzendposten werden geïnstalleerd bij het Kruisschanssluizencomplex en te Vlissingen. De werking ervan werd sindsdien onafgebroken door het Belgisch en Nederlands Loodswezen verzekerd.

De in het Nederlands gestelde berichtgeving wordt uitgezonden in de maritieme zeer hoge frekwentieband (VHF of marifoon) volgens vooraf ingedeelde werkingsgebieden.

Vaartuigen zonder eigen installatie, kunnen van draagbare toestellen gebruik maken.

In 1965 werd de post aan de Kruisschans uitgerust met een radar van het riviertype.

Bij het in gebruik nemen van de Zandvlietsluis in 1967 werd het hoofdstation van de Belgische SID daar geïnstalleerd en terzelfdertijd voorzien van een walradar.

De noodzaak van het verschaffen van accurate en steeds bijgewerkte inlichtingen door de SID heeft de noodzakelijkheid van radardekking aangetoond voor de gehele stroom, inclusief de monding.

d) Beperkte walradarketen Westerschelde.

In 1972 werd de z.g. beperkte keten besteld op advies van het NRP (Nederlands Radar Proefstation) na besprekingen en planning in de Permanente Commissie.

Het project omvatte alle waterbouwkundige, civiele, elektronische en werktuigkundige voorzieningen. Hiertoe waren belangrijke werken nodig :

- de aanleg van een kunstmatig eiland bij Saeftinge.
- de bouw van een radartoren op dit eiland.
- de bouw van een radartoren op de oever bij Waarde.

In de radarcentrale Zandvliet worden naast de lokale radarbeelden via centrale verbindingen de radargegevens van Saeftinge, Waarde en Kruisschans (toegevoegd in 1983) weergegeven. De assistentieprocedure die hierdoor mogelijk wordt, gebeurt volgens een blokfrequentiesysteem. Schepen die hun invaart in de keten melden, worden gevolgd en op verzoek geassisteerd door een radarwaarnemer.

Alle informatie wordt over marifoon-kanalen doorgegeven. Omdat niet alle schepen beschikken over de geëigende apparatuur, brengt de loods een draagbare VHF-uitrusting mee aan boord.

e) Uitbreiding Walradarketen (UWRK).

Naast de verwezenlijkte beperkte keten werd opdracht gegeven tot het ontwikkelen van een plan dat de verdere uitbreiding van de radarketen tot de gehele vaarweg vanaf de beide loodskruisposten (A1 in de West en MSB in de Noord) tot doel heeft.

In 1978 werd tussen België en Nederland een overeenkomst tot uitvoering van deze uitbreiding gesloten. Daar eerst in 1985 tot uitvoering zal worden overgegaan, was het -mede tengevolge van gewijzigde inzichten in de verkeersbegeleiding- noodzakelijk de eerder genoemde overeenkomst te wijzigen.

De thans voorgenomen Uitbreiding Walradarketen (projekt UWRK'84) zal met de onder d) genoemde beperkte walradarketen één geïntegreerd systeem vormen voor de begeleiding van de scheepvaart, en omvat de volgende voorzieningen :

- een Scheldecoördinatie Centrum te Vlissingen (SCC).
- (verkeers)centrales te Zeebrugge, Vlissingen, Terneuzen en Hansweert.
- onbemande radartorens te Westkapelle, Cadzand, Hoofdplaat en Vlissingen.

- funktionele en operationele integratie van deze voorzieningen met de beperkte walradarketen.

In het Scheldecoördinatie Centrum worden, in samenwerking met de centrale te Zandvliet, alle operationele activiteiten gecoördineerd. De begeleiding van het scheepvaartverkeer geschiedt vanuit de centrales, ieder in zijn eigen regio. Daartoe worden de radarbeelden van de onbemande torens door middel van een verbindingsnet overgebracht naar de betreffende centrale.

De centrales en het Schelde Coördinatie Centrum worden onderling tot een systeem verbonden door een Informatie Verwerkend Systeem (IVS), waarmee voor alle betrokkenen binnen het systeem steeds volledig bijgewerkte informatie over het scheepvaartgebeuren beschikbaar zal zijn.

Met dit instrument, ondersteund door de patrouillevaartuigen van de Verkeersdienst Westerschelde, zal uiteindelijk de gehele scheepvaart langs de Westerschelde en haar mondingen tot de loodskruisposten worden geobserveerd en begeleid.

Het project UWRK'84 zal naar thans kan worden voorzien gereed kunnen zijn 1988/1989.

B. De Technische Scheldecommissie (TSC).

In het protokol van de besprekingen van Luxemburg (29 - 30 en 31 januari 1948) tussen de Ministers van Benelux werd de onmiddellijke installatie van een Technische Scheldecommissie voorzien, bevoegd voor het bestuderen van de problemen, die zich op technisch gebied stellen voor de Westerschelde.

In het kader van de Economische Unie kwam het probleem van de perfecte bevaarbaarheid van de Schelde als een zeer belangrijke factor naar voor. Daarom waren de technici het er over eens om alle technische studies gezamenlijk door Belgische en Nederlandse deskundigen te laten uitvoeren.

De problemen, die aan de TSC worden toegewezen, werden naar aanleiding van de stichtingsvergadering (18 november 1948) als volgt opgesomd :

Alle vraagstukken, die betrekking hebben op de bevaarbaarheid van de Schelde - zoals de ligging, de vorming, de verplaatsing van de vaargeulen - zowel als deze die betrekking hebben op afwatering, visserij, enz. Ze zullen in deze commissie besproken worden in een geest van innige samenwerking voor het gemeenschappelijk welzijn en in een geest van medewerking met het doel de wederzijdse moeilijkheden uit de weg te ruimen.

Kortgeleden (sedert 31.5.83) werd het werkgebied uitgebreid met het Kanaal Terneuzen-Gent.

De Technische Scheldecommissie bestaat van Nederlandse zijde uit :

Alhoewel in dit dokument de Nederlandse reserves tegen de Belgische desiderata inzake de bevaarbaarheid van de Schelde worden aangehaald, ligt in dit schrijven ook de aanzet besloten van samenwerking en overleg tussen de Waterstaatsdiensten van beide landen, die in de Technische Scheldecommissie werden geconcretiseerd.

- o -

Hoofdstuk 5. VEREISTE VAARWEGAFMETINGEN.

5.1. Standaardschepen. [97]

De belangrijkste standaardschepen welke werden gebruikt voor het ontwerp van de vaarweg zijn :

- Een massagoedschip met L.O.A. = 300m en B = 50m. Dit schip moet met een zoetwaterdiepgang van $\leq 15,25\text{m}$ (50') in 2 getijden binnen een getijvenster van $\frac{1}{2}$ h van zee naar Zandvliet kunnen varen. Met een zoetwaterdiepgang van $\leq 14,65\text{m}$ (48') moet dat in 1 getij kunnen, binnen een getijvenster van 1 h. Wanneer dit massagoedschip van Zandvliet naar zee vaart is het niet gebonden aan het getij en heeft dan een zoetwaterdiepgang $\leq 10,67\text{m}$ (35').
- Een derde-generatie containerschip met L.O.A. = 290m, B = 33m. Dit schip moet met een zoetwaterdiepgang van 13,00m (42' 8") in 1 getij binnen een getijvenster van 1 h van Antwerpen naar zee kunnen varen. Met een zoetwaterdiepgang van 12,50m moet de getijpoort in afvaart tenminste $2\frac{3}{4}$ h bedragen. Met een zoetwaterdiepgang $\leq 11,6\text{m}$ (38') is het niet meer getijgebonden.
- Een massagoedschip van het type Panamax met L = 260m, B = 32m. Dit schip moet met een diepgang van 12,50m (41') in 1 getij binnen een getijvenster van 1 h kunnen afvaren van Antwerpen naar zee. Met een zoetwaterdiepgang $\leq 11,6\text{m}$ is het niet meer getijgebonden.
- Een niet-getijgebonden schip met L = 190m en B = 24m met een zoetwaterdiepgang $\leq 11,6\text{m}$ (38').

De verschillende getijvensters hebben betrekking op alle gemiddelde getijomstandigheden (gemiddeld doodtij, gemiddeld getij en gemiddeld springtij). De niet-getijgebonden schepen moeten ook onder GLLWS-kondities overal op de Westerschelde veilig kunnen varen.

In verband met het onderzoek naar de verkeersafwikkeling op de verschillende deeltrajekten op de Westerschelde is een wat verdergaande onderverdeling van de zeeschepen in tonnagesklassen gehanteerd, met bijbehorende standaardafmetingen (tabel 24).

Er zij nog opgemerkt dat de grootste binnenschepen (4-bak-duwstellen) afmetingen hebben die (afgezien van de diepgang) nagenoeg overeenkomen met de grootste niet-getijgebonden zeeschepen. De overige binnenschepen zijn qua horizontale afmetingen vergelijkbaar met de kleinere zeevaart (< 6.000 TDW).

- Ingenieurs en nautici van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Rijkswaterstaat en het Directoraat Generaal Scheepvaart en Maritieme Zaken).
- Een afgevaardigde van het Departement van Buitenlandse Zaken.

Van Belgische zijde :

- Ingenieurs en nautici van het Ministerie van Openbare Werken, Bestuur der Waterwegen en van het Ministerie van Verkeerswezen, Bestuur van het Zeewezen en van de Binnenvaart.
- Een afgevaardigde van het Ministerie van Buitenlandse Zaken.

2. Nationale Beheersinstanties.

A. Nederlandse Instanties.

Met de zorg voor de Nederlandse loodsdiensten, de betonning, bebakening, verlichting alsmede de Schelde-Inlichtingen-Dienst op het Nederlands gedeelte van de Schelde en de kustwacht is belast de dienst Scheepvaart en Maritieme Zaken, distrikt Scheldemond. Ook de overige taken behorende bij het nautisch beheer, t.w. Rijkshavendiensten langs Westerschelde en Kanaal Terneuzen-Gent met de bijhorende verkeers- en radarposten en patrouillediensten, zijn op 1 maart 1982 door deze dienst overgenomen van de Directie Zeeland van Rijkswaterstaat. Het komt er op neer dat vanaf 1 maart 1982 het scheepvaartverkeersbeleid en de operationele scheepvaartverkeerstaken tot de bevoegdheden van deze dienst zijn gaan behoren.

Het beheer van de vaarweg als infrastructuur d.w.z. het beleid en de operationele zorg voor die infrastructuur blijft bij Directie Zeeland van Rijkswaterstaat als onderdeel van het waterstaatkundig beheer in het algemeen. Dit omvat o.a. de zorg voor aanleg, verbetering, instandhouding en beveiliging t.b.v. het doelmatig functioneren van de scheepvaartwegen en de daarmee verbonden kunstwerken, alsmede de zorg voor de overige functies die de vaarweg naast zijn verkeersfunctie vervult (waterhuishouding, waterkwaliteit, milieu, e.d.). Ook de bediening van de kunstwerken (sluizen, bruggen, e.d.) behoort tot dit beheer.

B. Belgische Instanties.

Het algemeen beheer van het Belgisch gedeelte van de vaarweg Zeeschelde, afwaarts het boven einde van de Rede van Antwerpen totaan de Nederlandse grens, berust bij het Inspectoraat-Generaal van de Antwerpse Zeediensten.

Dit overkoepelend orgaan heeft tot taak de coördinatie te verzekeren tussen de beide takken van de Antwerpse Zeediensten, respectievelijk afhankelijk van het Ministerie van Openbare Werken en van het Ministerie van Verkeerswezen.

Zijn bijzonderste opdrachten zijn :

- Het optimaal verzekeren van de toegankelijkheid voor zeeschepen naar de Belgische havens (Antwerpen, Gent, Brussel).
- Het verbeteren van de vaarweg met als doel de afmetingen van de schepen die deze havens kunnen bereiken te vergroten.
- Het treffen van de nodige veiligheidsmaatregelen om de vaart van deze schepen met voldoende zekerheid te waarborgen.

a. Tot het Ministerie van Openbare Werken behoort de Directie der Antwerpse Zeediensten die zich bezighoudt met werken en studies van de Schelde afwaarts het bovineinde van de Rede van Antwerpen.

Met name kan o.a. worden vermeld :

- de baggerwerken in Zeeschelde en Westerschelde (zie baggervergunning (Hfdst. 4.10)).
- het normaliseren van de rivier.
- het opruimen van wrakken.
- de hydrografie.
- hydrologie.

b. Tot het Ministerie van Verkeerswezen behoren :

1. De Technische Dienst met :

- a) Scheepsbouwdienst.
- b) Zeevaartinspectie.
- c) Scheepsmeting (Zeeschepen).

2. Het Loodswezen met :

- a) De loodsdienst.
- b) De betonnen, bebakening en verlichting van de Zeeschelde.
- c) De ontvangerij.

3. Het Waterschoutsambt dat instaat voor Politiediensten op de rivier, en tevens afhangt van het Ministerie van Justitie en het Ministerie van Binnenlandse Zaken.

4.10. De baggervergunning.

België heeft steeds aan Nederland vergunning gevraagd om op de verschillende baggerplaatsen werken te mogen uitvoeren en een gedeelte van de gebaggerde specie naar België af te voeren tegen betaling van een cijns. Een brief [116] van het Nederlands Ministerie van Buitenlandse Zaken, regelt deze materie en wordt bij het verlenen van de baggervergunning nog steeds als basisdocument gebruikt.

5.2. Vaarschema's en getijvensters. [97]

Alvorens de te onderhouden diepte van de geulen in de Westerschelde kon worden bepaald moesten de hiervoor genoemde getijvensters verder worden uitgewerkt.

De mogelijke vaarschema's in opvaart worden begrensd door de beschikbare waterdiepte boven de drempel van de Zandvlietsluis en doordat de stroomsnelheden bij de invaart van de voorhaven niet te hoog mogen zijn. Als "kriteria" zijn een kleinste bruto-kielspeling van 10% boven de drempel en een maximale dwarsstroom van ca. 0,5m/s gehanteerd. Vanuit het hierdoor bepaalde laatste aankomsttijdstip voor de 15,25m (50') resp. 14,65m (48') diepstekende massagoedschepen worden de "optimale" vaarschema's tot Vlissingen bepaald door invoeren van de vaarsnelheid "over de grond". De maximaal haalbare snelheid is echter aan fysische en operationele beperkingen onderhevig. De maximale snelheid t.o.v. het water, die een groot massagoedschip bij 15% kielspeling op de Westerschelde kan bereiken, is 5,5 à 5,9m/s. Omdat op de diepere delen tussen de drempels, waar de kielspeling veel groter is, duidelijk hogere snelheden mogelijk zijn is in theorie, rekening houdend met de stroomsnelheden, een snelheid van bijna 6,5m/s mogelijk. Het is echter niet verantwoord voor de vaarschema's uit te gaan van deze theoretisch nog haalbare snelheden, omdat op de rivier regelmatig snelheidsaanpassingen nodig zijn i.v.m. de overige vaart. Hiermee is rekening gehouden door voor de vaarschema's tussen Vlissingen en de overloop van Valkenisse van een gemiddelde snelheid van 6m/s (11,6 kn) "over de grond" uit te gaan. Tussen de overloop van Valkenisse en de Zandvlietsluis worden de vaarschema's mede bepaald door het vaart minderen i.v.m. het vastmaken van de sleepboten en het afstoppen voor het aanlopen van de Zandvlietsluis.

Op de Rede van Vlissingen wordt van loods gewisseld. Daartoe moet al vroegtijdig vaart geminderd worden. Bij een goede planning kan het totale tijdverlies t.g.v. het wisselen van loods worden beperkt tot 20 minuten. Daarmee is in de vaarschema's rekening gehouden. Mocht worden besloten de loodswisseling op de Rede van Vlissingen te laten vervallen, dan kan (hooguit) een winst van 10 minuten in de vaarschema's worden bereikt, omdat ook dan vaart moet worden geminderd om het voorzogsgebied op de Rede van Vlissingen voorzichtig te kunnen passeren.

De opvaart van de standaardschepen door Scheur en Wielingen wordt voornamelijk beperkt door de fysisch haalbare snelheid van de schepen boven de lange drempels. Dat beperkt de snelheid tot 5,5 à 6m/s t.o.v. het water. Schepen, die in één getij opvaren, ondervinden per saldo weinig effect van de langsstroom. Bij de opvaart in 2 getijden hebben ze tussen de loodskruispost en Vlissingen stroom mee. Daardoor ligt de gemiddelde snelheid tussen de Akkaert-Bank en de boei Wielingen 2 volgens het vaarschema van de opvaart in 2 getijden op 6,7m/s, terwijl die voor de opvaart in 1 getij op 6,0m/s ligt. De in 2 getijden opvarende schepen komen kort

vóór of tijdens de stroomkentering op de Rede van Vlissingen aan, zodat ze veelal (na eventueel korte tijd gaande houden) tegenstrooms kunnen ankeren.

De "optimale" vaarschema's voor de opvaart zijn gegeven op bijlage 5.2.1. De getijvensters volgen nu uit deze vaarsnelheden en uit de voorwaarde dat de standaardschepen overal op de vaarweg naar Antwerpen gedurende 1 h (opvaart in 1 getij) resp. $\frac{1}{2}$ h (opvaart in 2 getijden) veilig moeten kunnen varen. De getijvensters voor de afvaart (eveneens bijlage 5.2.1) zijn op vergelijkbare wijze opgesteld, waarbij weer is getoetst aan de fysische en operationele beperkingen.

Schepen met een kleinere diepgang kunnen van een ruimer getijvenster gebruik maken. Wel dient dan bij het opstellen van de vaarschema's er op gelet te worden dat de snelheid t.o.v. het water niet beduidend hoger wordt dan die van de maatgevende schepen.

In verband met de beperkte breedte van de vaarweg ten oosten van Hansweert is het van groot belang dat alle opvarende schepen > 125.000 TDW, dus ook die met een geringere diepgang, daar binnen het getijvenster voor opvarende schepen van 48' tot 50' varen. Alleen wanneer zekerheid bestaat dat ze op dit traject geen andere schepen > 125.000 TDW zullen ontmoeten is het verantwoord ook buiten dat getijvenster op te varen.

5.3. Te onderhouden waterdiepten. [97] [98] [101]

1. Gehanteerde definitie voor de kielspeling.

Als oorspronkelijk uitgangspunt voor het verdiepingsprogramma van de Westerschelde geldt een brutokielspeling van 20% in het mondingsgebied, van 15% boven de drempels tussen Vlissingen en Zandvliet en van 10% boven de drempel van Zandvliet. Daarbij is de bruto-kielspeling t.o.v. de zoetwaterdiepgang als volgt gedefinieerd (bijlage 5.3.1) :

"De berekende verticale afstand tussen het diepst gelegen punt van een stilliggend schip, bij een vlak wateroppervlak, en het interventiepeil voor baggeren (dit is gelijk aan de te onderhouden diepte)". T.o.v. de werkelijke diepgang in zout/brakwater is deze kielspeling groter.

De bruto-kielspeling (BKS) dient dan een marge te bevatten voor :

- inzinking en vertrimming (squat).
- evt. diepgangsvermeerdering door varen onder een drifthoek, slagzij t.g.v. wind, enz.
- diepgangsvermeerdering in golven.
- verschil tussen werkelijke en voorspelde waterstand.

- fouten in diepgangsopgave.
- onnauwkeurigheid tijdens peilingen.
- plotselinge aanzanding tussen twee peilingen.
- netto-kielspeling.

Aangenomen wordt dat, zodra bij een peiling minder dan de vereiste diepte (interventiepeil) gepeild wordt, er d.m.v. baggeren voor wordt gezorgd dat de vereiste drempeldiepte weer tenminste wordt gerealiseerd. Dit betekent niet dat altijd deze gepeilde diepte aanwezig is. Plotselinge aanzanding (b.v. bij storm) en onnauwkeurigheden bij lodingen kunnen er toe leiden dat de werkelijke bodem tussen de interventiediepte en de nautisch gegarandeerde bodem ligt. (De nautische bodem ligt hoger dan de interventiediepte omdat hier geen rekening wordt gehouden met onnauwkeurigheid van peilingen en plotse aanzanding tussen twee peilingen). Bij een aanleg van een geul en/of bij onderhoudsbaggerwerk zal in in het algemeen een zekere "overdiepte" worden gebaggerd om het aantal baggercampagnes te beperken en/of omdat niet op de decimeter nauwkeurig kan worden gebaggerd. De gemiddelde aanlegdiepte bij baggeren ligt daarom duidelijk beneden het interventiepeil voor baggeren.

De voorgaande definitie voor bruto-kielspeling wordt ook door het IMO gehanteerd, maar dan "Static Underkeel Allowance" genoemd. Door anderen (o.a. PIANC in het eindrapport van de International Commission for the Reception of Large Ships) wordt onder bruto-kielspeling verstaan de ruimte tussen de kiel van het schip en de "Nautisch gegarandeerde bodem". Daar beneden wordt een marge aangehouden voor plotselinge aanzanding tussen twee peilingen, onnauwkeurigheid tijdens lodingen en i.v.m. de frekwentie en onnauwkeurigheid van baggerwerk. Rekening houdend met de voor de Westerschelde gehanteerde marges voor lodingsonnauwkeurigheid en aanzandingen komt een bruto-kielspeling van 20% van een standaard-massagoedschip in het mondingsgebied volgens de hier gehanteerde definitie overeen met 16% volgens PIANC. Met 15% resp. 10% op de Westerschelde komt 13% resp. 8% volgens PIANC overeen.

2. Kwantificering van de marges in de bruto-kielspeling.

De (gemiddelde) inzinking is de diepgangsvermeerdering t.g.v. het vaartlopen van een schip, gemeten t.p.v. het zwaartepunt van het schip. Vertrimming is de verdraaiing om een as in dwarsrichting door het zwaartepunt. De maximale diepgangsvermeerdering van een schip door (gemiddelde) inzinking en vertrimming wordt in deze nota verder kortweg "inzinking" genoemd. Dit is veruit de belangrijkste diepgangsvermeerderende faktor. In de literatuur zijn hiervoor een groot aantal

prediktiemethoden gepubliceerd. Op basis daarvan zijn voor de standaardschepen bij verschillende waterdiepten gemiddelde vaarsnelheids-inzinkingsrelaties afgeleid, zie b.v. bijlage 5.3.2. Rekening houdend met een zekere spreiding in de vaarsnelheden en met de stroomsnelheden op de Westerschelde kan nu voor ieder getijvenster de grootste inzinking van de standaardschepen per deeltraject worden bepaald. Op de aldus bepaalde inzinking zijn nog toeslagen toegepast i.v.m. varen onder een drifthoek (in geval van dwarsstroom of in bochten) en, voor de containerschepen, i.v.m. slagzij t.g.v. wind. De uiteindelijk gevonden maximale diepgangsvermeerdering ligt voor de afvaart van getijgebonden containerschepen in de orde-grootte van 2m in het aanloopgebied en van 1m boven de drempels in de Westerschelde. Bij de getijgebonden opvarende massagoedschepen ligt de maximale inzinking op het gehele traject tussen 1,2 en 1,6m. Boven de drempel van Zandvliet ligt de inzinking van de getijgebonden schepen in de orde van 0,1 tot 0,6m. Mits de grootste niet-getijgebonden schepen boven de drempels op de Westerschelde niet harder varen dan 6,5m/s (t.o.v. het water) is de inzinking daarvan niet meer dan ca. 1m. (N.B. de maximale snelheden van dergelijke schepen liggen op de Westerschelde thans vaak aanzienlijk hoger (Hfdst. 4.7.5.A).

In het mondingsgebied van de Westerschelde komt regelmatig deining voor (Hfdst. 4.7.3). Daarom is de diepgangsvermeerdering van de standaardschepen onder invloed van golven berekend. De golf invalshoek is daarbij dwars tot iets schuin van achteren genomen, hetgeen overeenkomt met de overheersende deiningsrichting (NW tot N) bij de voorgestelde oriëntatie van de vaargeul. Deze golf invalshoek veroorzaakt ook de grootste scheepsbewegingen. Het blijkt dat de standaardschepen, zowel in de opvaart als in de afvaart, niet onder alle golfkondities veilig kunnen varen bij een bruto-kielspeling van 20%. Met een eenvoudig deiningsprediktiesysteem is een vaarwegontwerp gebaseerd op deze kielspeling echter goed mogelijk, mits in een aantal gevallen gedurende een beperkte tijd stremming van de vaarweg voor de vaart met de standaardschepen wordt geaccepteerd. Een stremming van het scheepvaartverkeer bij windkracht 7 Bft en hoger is onvoldoende gebleken om alle gevallen van "ontoelaatbare" diepgangsvermeerdering t.g.v. deining uit te sluiten. Behalve voor de standaardschepen is ook voor de andere getijgebonden schepen, zowel in de opvaart als in de afvaart, soms een wachttijd in verband met het optreden van deining noodzakelijk. Dat geldt bij de voorgestelde maximale diepgang van 11,60m ook voor de "niet-getijgebonden schepen", en wel wanneer er gelijktijdig een lage waterstand én veel deining aanwezig is. Gezien de invloed van de waterstand en het golfklimaat op de stremming van de vaart door de Scheurpas, zal naast een deiningsprediktiesysteem ook een eenvoudig waterstands-informatiesysteem worden ontwikkeld. Dit zal de wachttijden van de schepen sterk verminderen.

Om de diepgangsvermeerdering onder invloed van golven te bepalen is gebruik gemaakt van de hoeveelheid deining, uitge-

drukt als laag-frekwente-energie (lfe), gedefinieerd als de energie-inhoud van het gedeelte van het golfspectrum met golfperiodes tussen 10 en 30s.

Bij 50cm² lfe treedt er onder invloed van deining een significante scheepsbeweging op van ca. 0,75m. Bij een verlaging van de hoeveelheid deining neemt de significante scheepsbeweging maar weinig af (bij 25cm² lfe nog ca. 0,50m). Dergelijke lage lfe-waarden komen vrij vaak voor (ca. 25% van de tijd op de lokatie West-Hinder) en kunnen niet goed worden voorspeld. Er moet dus, ook wanneer er een deiningsprediktiesysteem aanwezig is, gerekend worden op een marge van 0,50 à 0,75m in verband met scheepsbewegingen.

Het verschil tussen de werkelijke waterstand en de "voorspelde" waterstand in het Westerscheldegebied is niet gekwantificeerd. Dat was niet mogelijk, omdat op dit ogenblik geen formeel waterstandsprediktiesysteem bestaat. Voor het mondingsgebied is een waterstands- annex deiningprediktiesysteem nodig. Voor de vaart op de Westerschelde is het ook gewenst te beschikken over een goede verwachting van de waterstanden die tijdens een reis kunnen optreden, met name om te signaleren wanneer die beneden de "gemiddelde getij-waarden" liggen. Wanneer een degelijk prediktiesysteem voor de te verwachten waterstanden op de Westerschelde aanwezig is, is het niet nodig in de bruto-kielspeling een marge op te nemen voor het verschil tussen de werkelijke en de voorspelde waterstand.

Onnauwkeurigheden in de diepgangsopgave kunnen, gezien de ervaring in andere havens, in de orde van 1 à 2dm liggen. Hiermee is bij het vaarwegontwerp niet expliciet rekening gehouden.

Uiteraard is de marge tussen het interventiepeil voor baggeren en de nautisch gegarandeerde bodem (deze marge is gelijk aan de peillonauwkeurigheid en mogelijke sedimentatie tussen twee peilingen) sterk afhankelijk van de bodemvariabiliteit en de frekwentie van peilen. Op de rivier, bij een peil-frekwentie van eens per 14 dagen, is de marge hiervoor gesteld op 0,30m. Op zee, bij een frekwentie van eens per 3 maanden, is de marge gesteld op totaal 0,60m.

Met het effect van oplopende schepen op de diepgangsvermeerdering wordt bij het ontwerp van de geuldiepte geen rekening gehouden. Daarom is het gewenst dat oploopmanoeuvres van de grootste schepen boven de drempels in de Westerschelde zo veel mogelijk voorkomen worden, zoals dit trouwens nu reeds het geval is.

Met de diepgangsafname in zout/brakwater is rekening gehouden bij de toetsing van de bruto-kielspeling (Hfdst. 5.3.3). Deze afname is beperkt en neemt af van 30cm in het mondingsgebied tot 9 à 5cm bovenstrooms Valkenisse.

3. Toetsing van de bruto-kielspeling.

Wanneer de beschikbare bruto-kielspeling van een schip wordt verminderd met de hiervoor genoemde marges moet nog een marge overblijven om een voldoende manoeuvreerbaarheid van het schip te waarborgen. Op grond van diverse onderzoeken is gebleken dat als regel bij een netto-kielspeling van 1m een schip nog vrij goed wendbaar blijft, zodat b.v. uitwijkmanoeuvres nog voldoende vlot kunnen worden gerealiseerd. Omdat kortdurende verminderingen van deze netto-kielspeling slechts een geringe invloed op de manoeuvreerbaarheid blijken te hebben is het acceptabel dat binnen deze "manoeuermarge" scheepsbewegingen o.i.v. golven plaatsvinden. Tijdens het passeren van de korte drempels in de Westerschelde wordt een wat kleinere manoeuermarge acceptabel geacht. Hier wordt als criterium 60cm aangehouden. Bij de bruto-kielspeling van 20%, 15% en 10% op de verschillende deeltrajekten is nagegaan of daarbij te allen tijde aan de genoemde eisen m.b.t. de manoeuermarges is voldaan.

Voor de bodemligging van de Scheurpas blijkt het vaarschema van het massagoedschip met een diepgang van 14,65m (48') maatgevend te zijn. Wanneer geen rekening wordt gehouden met deining bedraagt de netto-kielspeling van dit schip, bij 20% bruto-kielspeling, tenminste 1,0m. Dit wordt nautisch nog voldoende geacht. Voorwaarde is dat deze vaart wordt gestaakt wanneer een significante scheepsbeweging wordt verwacht van ca. 0,75m, dus bij 50cm² lfe, de voorgestelde grensgolfkonditie. Verlaging van de bruto-kielspeling tot beneden 20% is daarom bij de vaarschema's volgens hoofdstuk 5.2 niet veilig mogelijk. Onderzocht is wel of een verlaging van de bruto-kielspeling mogelijk is door de vaarschema's te wijzigen. Een verlaging, tot 17,5%, blijkt in het mondingsgebied inderdaad mogelijk, mits dat wordt gekombineerd met een lagere vaarsnelheid boven de drempels, die duidelijk beneden manoeuvreervermogen ligt. In dat geval kan een baggerwinst van ca. 0,3m t.p.v. de gehele drempel worden gehaald. Een andere mogelijkheid om de hoeveelheid baggerwerk te verminderen zou zijn het verminderen van het getijvenster bij gemiddeld springtij van de in één getij opvarende schepen met 14,65 (48') diepgang tot 3/4 h. Daardoor kan t.p.v. de boei Scheur 3 een baggerwinst van 0,15m worden bereikt. Van beide mogelijkheden is afgezien om een optimale veiligheid van de scheepvaart in dit gebied te bereiken en om de gewenste vaarmogelijkheden niet te beperken.

Voor de opvaart in twee getijden is bij gemiddeld doottij over de gehele drempel een netto-kielspeling van 1,2m beschikbaar. Voor de opvaart in twee getijden kan dan ook in het mondingsgebied met een bruto-kielspeling van 18,5% worden volstaan. Onder die omstandigheden is het in principe mogelijk met een zoetwaterdiepgang van 15,45m op te varen naar Vlissingen, b.v. om in de Everingen gelicht te worden. Bij gemiddeld getij is op dit traject in principe een zoetwaterdiepgang van 15,85m mogelijk en bij gemiddeld springtij van 16,20m.

Doorvaart van dergelijke schepen naar Antwerpen is echter niet mogelijk. Daarvoor is boven de drempel van Borssele onvoldoende waterdiepte aanwezig. Schepen, die in twee getijden opvaren hebben daar slechts een netto-kielspeling van 0,7m beschikbaar, de gemiddelde getijkrommen "snijden" elkaar daar juist bij de passage van de in twee getijden opvarende massagoedschepen met een diepgang van 15,25m (50').

Op de overige drempels in de Westerschelde is de vaart met de juist niet meer getijgebonden schepen bepalend. Mits de maximale snelheid van deze schepen bij lage waterstanden boven de drempels wordt beperkt tot ca. 6,5m/s t.o.v. het water bedraagt de netto-kielspeling nog tenminste 0,6 à 0,7m hetgeen voldoende ruime manoeuvreermarges geeft. Ook voor de vaart over de Westerschelde is nagegaan of door wijzigingen in de vaarschema's met significant minder baggerwerk kan worden volstaan. De mogelijkheden daartoe bleken echter vrijwel nihil.

Gekonkludeerd kan worden dat bij hantering van de "oorspronkelijke" bruto-kielspelingpercentages voldoende ruime manoeuvreermarges beschikbaar blijven. Vermindering van deze percentages wordt om veiligheidsredenen niet mogelijk resp. (in het mondingsgebied) niet gewenst geacht.

4. Te onderhouden diepte boven de drempels.

Met behulp van de getijvensters voor de verschillende maatgevende schepen, de getijkrommen en de bruto-kielspelingpercentages kan op eenvoudige wijze de te onderhouden diepte (d.i. het interventiepeil op bijlage 5.3.1)) boven de drempels worden bepaald. Deze zijn in de volgende tabel samengevat (bijlage 5.3.3).

Drempel	Drempeldiepte in m t.o.v. G.L.L.W.
Akkaert-Bank	-15,6
Scheur-West, boei Scheur 3	-15,4
Scheur-Oost, boei Wielingen 2	-14,9
Rede van Vlissingen	-14,7
Borssele	-13,9
Terneuzen	-13,4
Overloop van Hansweert	-13,3
Zuidergat	-13,3
Valkenisse	-13,3
Bath	-13,3
Zandvliet	-12,8

Tenslotte is nagegaan of in het zeegebied ten westen van de voorgestelde loodskruispost en voorzorgsgebied, (op ongeveer 2°40'OL) nog ondiepten voorkomen. Voor de opvaart is wat dat betreft alleen de noordwestelijke uitloop van de Oostdijck-Bank van belang, waar in het midden van de vaarroute ondiepten tot 19 à 20m beneden GLLWS voorkomen. In geval van lage waterstanden en hevige deining is het niet verantwoord deze bank te passeren. Omdat in geval van hevige deining toch uitgeweken moet worden naar het voorgestelde ankergebied aan het begin van het geulenstelsel, is het niet nodig de vaargeul hier te verdiepen. Wel verdient het aanbeveling het voorzorgsgebied in westelijke richting uit te breiden (tot 2°32,5'OL). Voor de afvaart kunnen naast de Oostdijck-Bank een tweetal wrakken wellicht gevaar voor de schepen opleveren.

5.4. Aangenomen verkeersaanbod. [98] [99] [106]

Op basis van het verkeersaanbod in 1981 en van de goederenstromen per goederengroep naar de verschillende havens aan de Westerschelde zijn scenario's voor het verkeersaanbod in 1990 en 2000 voor de havens van Antwerpen, Gent en Terneuzen afgeleid. Daarbij is gebruik gemaakt van een weektelling, waarin zeer gedetailleerd het verkeersaanbod vastgelegd is. De omvang van het verkeersaanbod in 1990 en 2000 is op een tweetal manieren afgeleid. De eerste manier, een vergroting van de vloot evenredig met de goederenstromen, zal een duidelijke overschatting van de omvang van de kleine zeevaart tot gevolg hebben. Bij de tweede manier, een verdeling van de extra lading over de standaardschepen per goederengroep, zal dit in mindere mate het geval zijn. Bij een vergelijking van verschillende verkeersscenario's blijkt datgene uit 1982, hetwelk door het Antwerpse Havenbedrijf in samenwerking met de Antwerpse Scheepvaartvereniging werd opgesteld en dat afgeleid is op basis van "extra lading in de standaardschepen", relatief het minst af te wijken van de andere scenario's. Gezien de grotere rijkdom aan details van het laatstgenoemde scenario is in overleg met het Antwerpse Havenbedrijf besloten dit te gebruiken voor het ontwerp van de vaargeul. Op tabellen 25a en b zijn de belangrijkste verkeersstromen volgens dit scenario samengevat. Het veronderstelt een voortgaande gematigde groei van het vervoer naar Antwerpen en naar de andere havens langs de Westerschelde.

Uitgaande van de indeling in scheepsgrootte-klassen volgens tabellen 25a en b neemt het aantal reizen met geladen schepen met een maximale diepgang $\geq 11,6\text{m}$ over de Westerschelde toe van ruim 1500 in 1981 tot meer dan 3000 in 2000. Daarvan bestaan ca. 400 resp. 1200 uit grote containerschepen en ca. 250 resp. ca. 700 uit massagoedschepen met een max. diepgang van 14,5m en meer. Met name de containerschepen zijn bijna nooit tot hun maximale diepgang beladen, terwijl dat ook bij de vracht- en massagoedschepen vaak niet het geval is. Mede op basis van een trendanalyse

wordt het aantal getijgebonden schepen (exkl. de vaart op Zeebrugge) in 1990 geschat op ca. 700 schepen in opvaart (waarvan ca. 100 met een diepgang $\geq 14\text{m}$) en ca. 80 in afvaart [98]. Voor 2000 wordt rekening gehouden met enige honderden opvarende massagoedschepen met meer dan 14m diepgang, enige honderden op- en afvaarten van containerschepen met een diepgang van 12,5m en meer, en met enige tientallen afvaarten met geladen "Panamax"-schepen met een diepgang boven 12,5m.

De "jaarcijfers" voor het verkeersaanbod in 2000 zijn geschikt voor globale berekeningen van de frekwentie waarmee bepaalde verkeerssituaties gemiddeld per jaar kunnen optreden. Voor een goed beeld van de verkeersafwikkeling is daarnaast inzicht nodig in de spreiding in de verkeersintensiteit over de dag enz. Voor de studie naar de vereiste vaarwegafmetingen is de "aangenomen dagintensiteit" voor de grotere zeevaart gesteld op 5,6‰ van het jaaraanbod. Daarbij is rekening gehouden met in de praktijk gemeten variaties in de verkeersintensiteit, alsook met het effect van een staking van de loodsdienst. Voor de kleine zeevaart (< 25.000 TDW) is het effect van dergelijke stakingen op de maximale verkeersintensiteit wat geringer. Daardoor zijn dan ook wat kleinere promillages toegepast.

5.5. Aangenomen verkeerssituaties. [99]

De aangenomen verkeerssituatie voor een vaarwegontwerp wordt hier gedefinieerd als de verkeerssituatie, die binnen de ontworpen vaarwegbegrenzungen nog voldoende veilig en vlot kan worden afgewikkeld. De "maat" van het vaarwegtraject wordt dus voldoende groot gekozen voor het afwikkelen van die aangenomen verkeerssituatie. Dat heeft tot gevolg dat verkeerssituaties, die meer ruimte vergen, op het ontworpen vaarwegtraject voorkomen moeten worden.

Welke verkeerssituatie wordt aangenomen voor een vaarwegtraject, wordt in grote lijnen bepaald door de volgende overwegingen :

- a. De "bovenmaatse" verkeerssituaties moeten effectief voorkomen kunnen worden. In de praktijk betekent dat b.v. dat schepen, die niet per VHF bereikbaar zijn, als regel niet bij een verkeersregeling betrokken moeten worden.
- b. Het aantal schepen, dat bij "bovenmaatse" verkeerssituaties betrokken is, moet beperkt zijn. Dit is nodig om de verkeersafspraken overzichtelijk te houden.
- c. Getijgebonden schepen moeten als gevolg van verkeersafspraken niet zodanig worden vertraagd, dat zij niet of slechts geforceerd binnen hun getijvenster kunnen blijven varen.
- d. De wachttijden van bij verkeersafspraken betrokken schepen moeten om economische redenen beperkt zijn. In de praktijk leidt dat ertoe dat het aantal "bovenmaatse" verkeerssituaties op korte trajekten groter mag zijn dan op lange trajekten.

Uit de prognoses van het toekomstige scheepvaartverkeer op de Westerschelde blijkt dat ook in de verre toekomst meer dan de helft van de zeeschepen op de Westerschelde bestaat uit schepen < 6.000 TDW. Daarnaast moet tussen Vlissingen en Antwerpen rekening worden gehouden met de binnenvaart, die op het traject Terneuzen-Hansweert de zeevaart in aantal passages zelf ver overtreft. Op grond van de hiervoor onder a en b gegeven overwegingen en de frekwentie van voorkomen wordt de ontmoeting van een zeeschip van 6.000 TDW met een geladen massagoedschip ($L \times B = 300 \times 50m^2$) (MV1) bepalend gesteld voor de kleinste vaarwegbreedte, die op enig traject van de Westerschelde tussen de boeien beschikbaar moet zijn.

In principe zijn op de gehele vaarweg ontmoetingen mogelijk tussen standaard-massagoedschepen van $300 \times 50m^2$ onderling (opvarend met een diepgang van 48' of 50', afvarend met een diepgang van maximaal 35') (MV2). Het afvarende massagoedschip is daarbij niet getijgebonden. Deze situatie komt slechts sporadisch voor. Het wordt daarom acceptabel geacht wanneer deze verkeerssituatie niet op alle trajekten veilig afgewikkeld kan worden.

In de toekomst wordt op de Westerschelde een sterke toename van de vaart met derde-generatie containerschepen verwacht. Ook het aantal massagoedschepen en vrachtschepen van 50.000 - 125.000 TDW zal toenemen. Er moet dan ook op worden gerekend dat opvarende geladen massagoedschepen verspreid over de vaarweg meerdere niet-getijgebonden schepen uit die categorie zullen tegenkomen. Op grond daarvan moeten ontmoetingen van opvarende standaard-massagoedschepen met afvarende niet-getijgebonden derde-generatie containerschepen (MV3) en met afvarende (niet-getijgebonden) vracht- en massagoedschepen van 50.000 - 125.000 TDW (MV4) op regelmatige afstanden langs de vaarweg mogelijk zijn.

Tussen het Scheur en de Bocht van Walsoorden moet op grond van de vaarschema's (bijlage 5.2.1) rekening worden gehouden met ontmoetingen van geladen opvarende, standaardmassagoedschepen en getijgebonden afvarende derde-generatie containerschepen (MV3a) en Panamax-schepen (MV4a). Dergelijke ontmoetingen moeten op vrijwel dat gehele traject mogelijk zijn. Voor zover dat op deeltrajekten toch niet het geval is moeten die trajekten zo kort zijn, dat de daardoor ontstane vertragingen voor de getijgebonden schepen zo klein zijn dat ze binnen hun getijvenster kunnen blijven varen.

Voor zover de standaard-containerschepen al getijgebonden zijn, hebben ze een ruim getijvenster dat dit van de opvarende standaard-massagoedschepen volledig overlapt. Gezien de snelheidsverschillen die tussen deze schepen mogelijk zijn moet het op een groot deel van de vaarweg mogelijk zijn dat derde-generatie containerschepen de standaard-massagoedschepen oplopen. Een dergelijke oplooptmaneuver zal zich, om sterke vertragingen van het getijgebonden standaard massa-

goedschip te voorkomen, over een grote lengte van de vaarweg uitstrekken. Daarom wordt het nodig geacht dat tijdens het manoeuvreren voldoende ruimte overblijft voor ontmoetingen met relatief kleine schepen tot ca. 6.000 TDW (MV5).

Oplooptmanoeuvres waarbij twee standaard-massagoedschepen betrokken zijn zullen door een goede planning van de opvaart zoveel mogelijk voorkomen kunnen worden. Desondanks kan zo'n oplooptmanoeuvreren in bijzondere gevallen toch nodig blijken te zijn. Deze manoeuvres zullen zich over nog grotere afstanden kunnen uitstrekken dan MV5. Ook in dat geval is het daarom nodig voldoende ruimte vrij te houden voor relatief kleine, tegemoetkomende schepen (tot 6.000 TDW) (MV6).

Het breedtebeslag van de hiervoor opgesomde bepalende verkeerssituaties verschilt sterk. Rekening houdend met de karakteristieken van de vaarweg is nagegaan op welke vaarwegtrajecten de verschillende bepalende verkeerssituaties zonder al te ingrijpende werkzaamheden gerealiseerd kunnen worden. Dat leverde als resultaat, dat op de drempel van Borssele, in de bochten bovenstrooms van Hansweert en op het traject tussen Bath en Zandvliet alleen MV1 zonder ingrijpende werkzaamheden gerealiseerd kan worden.

Om na te gaan wat dat betekent is door de Dienst Verkeerskunde een tweetal verkeerssimulaties uitgevoerd, waarbij het verkeersgedrag slechts summier werd beschreven. Gedurende lange tijd werd daarbij het aantal ontmoetingen op de drempel van Borssele en op het traject Hansweert-Zandvliet vastgelegd voor alle relevante scheepskategorieën (tabellen 26 en 27). Daaruit blijkt dat ook in de verre toekomst hooguit enige malen per dag ontmoetingen op de drempel van Borssele uitgesteld moeten worden wanneer MV1 daar bepalend is. Dat lijkt, mede gezien de korte lengte van dit traject, acceptabel. Uit tabel 27 blijkt echter dat ontmoetingen tussen schepen ≥ 125.000 TDW en schepen ≥ 6.000 TDW op het traject tussen de Zimmermangeul en Zandvliet (in de verre toekomst) vele malen per dag kunnen optreden. Gezien de grote trajectlengte en de daardoor te verwachten vertragingen wordt het onaanvaardbaar geacht dat zulke ontmoetingen daar nergens mogelijk zijn. Anderzijds komen ontmoetingen van schepen ≥ 125.000 TDW met schepen ≥ 50.000 TDW of derde-generatie containerschepen ≥ 25.000 TDW naar verwachting ook in de verre toekomst slechts weinig voor. Afgezien van een kleine "passeerplaats" stroomafwaarts van de Zandvlietssluis, waar zelfs ontmoetingen van de grootste schepen onderling, zo nodig met behulp van een sleepboot, mogelijk dienen te zijn, wordt op de rechte trajecten boven Bath een ontmoeting van een geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een containerschip ≥ 25.000 TDW of een vracht- of massagoedschip ≥ 50.000 TDW bepalend gesteld (MV1a). Op bijlage 5.5.1 zijn de aangenomen verkeerssituaties, die voor de verschillende trajecten gelden, samengevat.

5.6. Te onderhouden vaargeulbreedten. [99],[102],[106]

1. Indeling van de vaarweg.

Een vaarweg kan in een aantal stroken verdeeld worden. Deze hebben elk een afzonderlijke functie in de afwikkeling in het scheepvaartverkeer. De volgende definities worden hier aangehouden (bijlage 5.6.1).

- a. De padbreedte is het breedtebeslag van een enkel schip dat een gewenste koers volgt.
- b. De vaarstrook is de afstand tussen twee lijnen evenwijdig aan de gewenste vaarbaan. Deze lijnen vormen de omhullende van de padbreedten van diverse schepen die dezelfde gewenste koers volgen.
- c. De bermstrook is de benodigde ruimte tussen de vaarstrook en de (al dan niet, bijvoorbeeld door tonnen) gemarkeerde rand van de vaargeul.
- d. De veiligheidsstrook wordt gedefinieerd als de benodigde ruimte tussen de vaarstroken van elkaar oplopende of ontmoetende schepen.
- e. Toeslagen op de vaarstroken zijn nodig voor bijzondere omstandigheden, zoals bij bochten en dwarsstroom het geval is. In deze gevallen zullen de schepen een groter beslag op de beschikbare breedte van de vaargeul leggen dan zonder deze komplikaties voor de navigatie het geval is.
- f. De bevaarbare breedte van de vaargeul wordt gedefinieerd als de som van de bovengenoemde stroken en toeslagen.

De breedte van elke strook of combinatie van stroken wordt gerelateerd aan de afmetingen van de ter plaatse voorkomende standaardschepen, en geldt voor de breedte gemeten op het kielvlak van het schip.

2. Ontwerpregels.

Het onderzoek naar de vereiste breedte van de vaargeul naar Antwerpen bij verschillende verkeerssituaties is gestart met een inventarisatie van regels, die in de literatuur worden genoemd voor het ontwerp van vaarwegen. Die ontwerpregels zijn getoetst aan de huidige vaarpraktijk op de Westerschelde, aan berekeningen met een mathematisch model voor het manoeuvreren van schepen en aan een ongevalanalyse. Daarbij bleek het nodig de ontwerpregels op enige (vrij ondergeschikte) punten bij te stellen. Voor een tweetal "moeilijke" trajekten (Borssele en Zimmermangeul/Bath) zijn nog enige oriënterende berekeningen met een mathematisch manoeuvreermodel uitgevoerd. Deze berekeningen gaven geen aanleiding de ontwerpregels, die voor meer "geschematiseerde" situaties zijn afgeleid, bij te stellen. Deze uiteindelijke afgeleide ontwerpregels worden hieronder samengevat.

De breedte van de benodigde vaarstrook van ieder schip is afhankelijk van het type schip en de aktuele waterdiepte. Daarvoor zijn de volgende regels afgeleid :

	$h/T < 1,3$	$1,3 < h/T < 1,5$	$h/T > 1,5$
maasagoedschip	$B_v = 2,5 B$	$B_v = 1,8 B$	$B_v = 1,8 B$
containerschip	$B_v = 3 B$	$B_v = 2,5 B$	$B_v = 2,5 B$
Niet-getijgebonden vrachtschip ($L=190m$; $B=24m$)	$B_v = 3 B$	$B_v = 2,5 B$	$B_v = 1,8 B$

Voor de breedte van de bermstrook zal een waarde van $1B$ aangehouden worden. De breedte van de veiligheidsstrook bij ontmoeten wordt gelijk gesteld aan $1,5B_m$ terwijl bij oplopen een waarde van $3B_m$ nodig is. Hierin is B_m gelijk aan het gemiddelde van de breedten van beide in de verkeerssituatie betrokken schepen.

Voor de benodigde extra-breedte van de vaarstroken in bochten wordt voor de Westerschelde aangehouden :

- in de huidige bocht bij Bath : een overbreedte van $0,8B$ voor derde-generatie containerschepen en van $0,6B$ voor de overige schepen.
- in de overige bochten met een grotere bochtstraal, zoals Hansweert, Walsoorden, Valkenisse en Saeftinge : een overbreedte van $0,6B$ voor derde-generatie schepen en van $0,5B$ voor de overige schepen.

Voor de overbreedte van de vaarstroken t.g.v. de dwarsstromen zijn de volgende ontwerpregels afgeleid :

- op plaatsen waar tijdens de passage een hoge dwarsstroomsnelheid ($1-1,5m/s$) optreedt : voor maasagoedschepen een extra-breedtebeslag van $1,5$ maal de scheepsbreedte, voor containerschepen $2B$.
- op plaatsen waar tijdens de passage een dwarsstroomsnelheid van $0,5-1m/s$ optreedt : een extra-breedtetoeslag van 1 maal de breedte van het standaardschip.
- bovenstrooms van de Overloop van Valkenisse : i.v.m. de lage snelheid van de opvarende schepen (vastmaken sleepboten) een groter breedtebeslag, in de grootte van tweemaal de onder c en d genoemde waarden.

In geval van sterke dwarswind (7 à 8 Bft) moet voor grote containerschepen met een extra-breedte van 1,5B rekening worden gehouden, voor lege massagoedschepen met 1B. Bij lagere windsnelheden (5 à 6 Bft) bedraagt de benodigde "toeslag" voor deze schepen 0,5B à 1B.

Tenslotte is nog een toeslag op de vaarwegbreedte nodig voor de nauwkeurigheid waarmee de positie van de schepen bepaald kan worden. Boeien kunnen bv., afhankelijk van hun kettinglengte en het verticale getij, soms aanzienlijke verplaatsingen ondergaan o.i.v. stroom, wind en golven. Aangezien de navigatoren van schepen op de Westerschelde voor hun oriëntatie voornamelijk afhankelijk zijn van de waarnemingen van boeien wordt daarmee rekening gehouden door de breedte van de vaargeul te vermeerderen met de maximale beweging die de boeien loodrecht op de vaarrichting kunnen ondergaan.

Uitgaande van een ontmoeting tussen twee geulgebonden schepen, die beide in het midden van de vaargeul varen, is een schatting gemaakt van de lengte van het traject waarover het ontmoetingsmaneuver zich uitstrekt. Dat blijkt over een afstand van ca. 8 à 10 maal de lengte van de betrokken schepen te zijn (bijlage 5.6.2) Daarbij is geen rekening gehouden met het feit dat nooit "op de meter nauwkeurig" afgesproken kan worden waar de ontmoeting zal plaatsvinden.

De lengte van de vaarweg, waarover de voor een ontmoeting van standaardschepen vereiste vaargeulbreedte in ieder geval aanwezig moet zijn zal daarom op de Westerschelde tenminste 2,5 à 3km moeten bedragen.

Het traject, waarover een oploopmaneuver zich uitstrekt is veel langer dan bij een ontmoeting, daar de relatieve snelheid (ΔV) bij oplopen veel geringer is. Een "normale" oploopmaneuver ($\Delta V = 2$ à 3 m/s) van twee standaardschepen duurt globaal genomen 10 minuten en strekt zich uit over een traject van ongeveer 5 - 6km. Dergelijke manoeuvres vereisen dat de oploper tijdens het oploopmaneuver wat sneller gaat varen en dat het opgelopen schip, zonodig, wat snelheid terugneemt.

Op grond van de uitgevoerde berekeningen en vergelijkingen kan worden gekonkludeerd, dat de ontwerpregels voldoende veilig zijn. Voorwaarde daarbij is wel dat de nautici voldoende getraind zijn in de vaart met de standaardschepen en dat voldoende informatie over de positie van het schip in relatie tot de vaarweg beschikbaar is.

De bovenstaande ontwerpregels voor de Westerschelde vormen de basis voor de berekening van de toelaatbare verkeerssituaties voor de doorgaande vaart op de Westerschelde (Voor manoeuvres zoals het in- en uitvaren van havens aan de Westerschelde zijn de gegeven ontwerpregels dus niet geldig). Met positieve effecten zoals het anticiperen op de verkeerssituatie en sterke vaarsnelheidsveranderingen is daarin geen rekening gehouden. Verder is er van uitgegaan dat voldoende zicht beschikbaar is, dat de schepen een loods aan boord hebben en voorzien zijn van de thans algemeen gebruikelijke navigatiehulpmiddelen.

3. Evaluatie van het voorlopige ontwerp van de geulbreedte.

Op grond van een globaal oriënterend vooronderzoek is bij de aanvang van het onderzoek naar de verbetering van de vaargeul naar Antwerpen voorzien in een bodembreedte van 500m voor tweestrooksverkeer, stroomafwaarts van Hansweert (met uitzondering van de drempel van Borssele), en een bodembreedte van 300m voor éénstrooksverkeer met de grootste standaardschepen, bovenstrooms van Hansweert en bij Borssele.

Op grond van de uiteindelijke ontwerpregels is nagegaan of, en zo ja waar, op de Westerschelde knelpunten in de verkeersafwikkeling verwacht kunnen worden, zowel bij (minimaal te onderhouden) vaargeulbreedten van 300m resp. 500m als bij de in 1980 aanwezige vaargeul. Ten westen van Hansweert blijkt vooral de drempel van Borssele een knelpunt te vormen. Voor de overige trajekten zeewaarts van Hansweert worden bij een te onderhouden vaargeulbreedte van 500m weinig problemen m.b.t. de verkeersafwikkeling verwacht. Daarentegen bleken diverse verkeerssituaties, waarbij meerdere standaardschepen betrokken zijn, over grote delen van het traject Hansweert-Zandvliet niet mogelijk te zijn. Gekonstateerd is dat een simulatie van het in de toekomst te verwachten scheepvaartverkeer op dit traject nodig was alvorens de minimaal benodigde geulafmetingen op dit traject en de (eventuele) verkeersafspraken vastgesteld konden worden.

Alvorens simulaties van de in de toekomst te verwachten verkeersafwikkeling konden worden gemaakt, was het nodig een goed inzicht op te bouwen van het mogelijk effect daarop van toekomstige infrastrukturele werken. Het blijkt dat het effect van de meeste voorgenomen/overwogen werken zeer beperkt is. Het belangrijkste gegeven daaruit is dat in de studies m.b.t. de verkeersafwikkeling er van uitgegaan moet worden dat na ingebruikname van de Berendrechtsluis regelmatig meerdere standaard-massagoedschepen binnen hetzelfde getij zullen opvaren. Verder zal de ingebruikname van het Baalhoekkanaal de verkeersafwikkeling op het traject tussen Hansweert en Baalhoek relatief sterk kunnen beïnvloeden. Mocht t.z.t. tot aanleg van dat kanaal worden besloten, dan zullen wellicht een aantal maatregelen moeten worden getroffen. Onoverkomelijke problemen voor de verkeersafwikkeling behoeven als gevolg daarvan niet te worden verwacht.

4. Verkeerssimulatie-onderzoek traject Hansweert-Zandvliet. [106]

Het verkeerssimulatie-onderzoek naar de knelpunten, die bij de voorlopige ontworpen vaargeulafmetingen op het traject Hansweert-Antwerpen kunnen optreden, is uitgevoerd door TNO-IWECO, met een door dit Instituut ontwikkeld verkeerssimulatiemodel, aangepast aan de Westerschelde. Hiermee zijn simulaties uitgevoerd voor de "huidige" situatie (verkeer en bodemligging anno 1981) en een toekomstige situatie (verkeer)

volgens scenario-2000, bodemligging volgens prognose 1990, beschreven in hfdst. 6.1). In het simulatie-model zijn enkele beoordelingsmaten opgenomen waarmee het aantal gevaarlijke situaties ("domeinpenetraties"), de doorstroming van het verkeer en de benodigde vaarwegbreedte worden bepaald. Op grond van een vergelijking in statistische zin van de meetresultaten voor beide situaties is door TNO-IWECO gekonkludeerd : dat de gehanteerde veiligheidsmaat voor de toekomst een verminderde veiligheid te zien geeft, dat de doorstroming (vlotheid) weinig zal verminderen en dat de vaarwegbreedte een aantal verkeerssituaties niet toelaat. Vooral van belang is dat bij smalle trajekten (Zandvliet-Bath) alsmede in bochten (nl. de bocht van Bath) schepen > 125.000 TDW (dat zijn de standaard-massagoedschepen) geen schepen > 12.000 TDW kunnen ontmoeten. Daarnaast zijn een aantal minder ingrijpende aanbevelingen m.b.t. verkeersregels gedaan.

De door TNO-IWECO uitgevoerde simulaties van het scheepvaartverkeer op het traject Hansweert-Zandvliet zijn onderworpen aan een nadere nautische beoordeling. Op grond daarvan blijkt dat er nu en in de toekomst op dit traject weinig situaties te verwachten zijn die niet "ter plaatse" veilig kunnen worden afgewikkeld. Voorwaarden daarbij zijn dan dat :

- noodzakelijke uitwijkmaneuvers i.v.m. ontmoetingen, konform de gangbare praktijk op de Westerschelde, vroegtijdig worden gestart.
- oploopmaneuvers, waarbij twee grote zeeschepen zijn betrokken, in onderling overleg worden gepland, zodanig dat het manoeuver niet t.p.v. bottlenecks (scherpe bochten enz.) wordt uitgevoerd en waarbij het opgelopen schip zo nodig "ruimte" maakt door uit te wijken en snelheid terug te nemen, een en ander konform de thans gangbare praktijk (goed zeemanschap) op de Westerschelde.
- oploopmaneuvers, waarbij grote zeeschepen betrokken zijn, zodanig worden gepland dat tijdens het manoeuver geen andere grote zeeschepen worden ontmoet.

Indien aan deze voorwaarden is voldaan, is het aantal resterende situaties, waarin verkeersplanning nodig is, gering. De daartoe nodige verkeersafspraken kunnen goed gerealiseerd worden. Voorwaarde daarvoor is wel dat op de vaarweg op regelmatige afstanden geschikte "passeerplaatsen" beschikbaar zijn waar die situaties goed kunnen worden afgewikkeld. Met name geldt dat voor het traject Zandvliet-Bath (zie ook hfdst. 5.5). Daarbij moet wel worden aangetekend dat de simulatie is uitgevoerd volgens de in 1981 aanwezige resp. de in de toekomst (1990) te verwachten vaarwegafmetingen, die vrijwel overal belangrijk ruimer waren dan de volgens de uitgangspunten voor de verdieping te onderhouden afmetingen (breedte 300m).

5. Te onderhouden vaargeulbreedten op de verschillende deeltrajekten (bijlage 5.6.3.).

Bij de in de toekomst op het traject Zandvliet-Bath verwachte verkeerssituaties zijn o.a. ontmoetingen van geladen massagoedschepen > 125.000 TDW met schepen > 12.000 TDW bij een te onderhouden vaargeulbreedte van 300m nergens mogelijk. Dergelijke ontmoetingen worden op het traject echter dagelijks meerdere malen verwacht (tabel 27). Gezien de grote lengte van het traject wordt dit niet acceptabel geacht. Tenminste is een vaargeul nodig die voldoet aan de eisen die in hfdst. 5.5 zijn gesteld m.b.t. de aangenomen verkeerssituaties (bijlage 5.5.1).

Zoals blijkt uit het simulatie-onderzoek zijn op het traject Bath-Hansweert bij de "bodempligging - 1990" (hfdst. 6.1) geen problemen m.b.t. de verkeersafwikkeling te verwachten. De vaargeuldimensies van genoemde "bodempligging" zijn echter veel groter dan de (overigens onvoldoende geachte) breedte van 300m van het voorlopige ontwerp. Mocht de vaargeul zich niet volgens de verwachtingen ontwikkelen, dan is het van belang te weten welke geulbreedte tenminste onderhouden moet worden.

Op basis van de ontwerpregels en de aangenomen verkeerssituaties is daarom nagegaan wat de minimaal te onderhouden afmetingen van de vaargeul op de verschillende deeltrajekten tussen Hansweert en Zandvliet zijn. Voor de bochten blijkt dat een breedte tussen de boeien van 360m te zijn en een bodembreedte van 290m, en voor de rechte trajekten een breedte van 410m tussen de boeien en een bodembreedte van 370m (voor de breedte tussen de boeien is de beweging van de boeien loodrecht op de vaarrichting in rekening gebracht). De te onderhouden vaargeulafmetingen zijn bij de bodempligging, die in de toekomst ("1990") wordt verwacht, vrijwel overal aanwezig. Mocht onverhoopt toch op één of meer van de trajekten aanzanding optreden, dan zal enig onderhoudswerk nodig zijn.

Voor het traject Hansweert-Terneuzen werd geconstateerd dat een geul met een bodembreedte van tenminste 370m (i.p.v. 500m volgens de oorspronkelijke plannen) en een breedte van 500m tussen de boeien daar nog voldoende is voor oplooptmanoeuvres van een standaard-massagoedschip (>125.000 TDW) door een derde-generatie containerschip. Alleen t.p.v. de bocht bij Ossensisse is een wat grotere breedte nodig (50m extra). Op een groot deel van het traject Terneuzen-Borssele is een geul met een bodembreedte van 520m (i.p.v. 500m) en een breedte van 580m tussen de boeien nodig om de mogelijkheid van (incidentele) oplooptmanoeuvres van twee standaard-massagoedschepen open te houden. Hier is t.p.v. de bocht bij de uitloop van de Springergeul een extra-breedte van 60m nodig.

Ter plaatse van de drempel van Borssele blijkt, in verband met de sterke dwarsstroom, een bodembreedte van 330m nodig (420m tussen de boeien). Ook dan moet met een aantal

bependingen in de verkeersafwikkeling rekening worden gehouden.

Het thans geldende voorzorgsgebied op de Rede van Vlissingen is, mits het op diepte wordt gehouden, voor de vaart met de standaard-massagoedschepen voldoende ruim. In de Scheurpas kan worden volstaan met een symmetrische geul, met een bodembreedte van 450m en een breedte van 570m tussen de boeien. Alleen daar waar tijdens de opvaart van de standaard-massagoedschepen op aanzienlijke dwarsstroom moet worden gerekend (trajekt ten westen van de boei Scheur-Zand) wordt een bodembreedte van 530m nodig geacht bij een breedte tussen de boeien van 690m. Bij die geulafmetingen is het nog mogelijk dat de standaard-massagoedschepen door derde-generatie containerschepen worden opgelopen, terwijl aan beide zijden van de vaargeul "bermen" voor de kleine vaart aanwezig zijn. Wanneer incidenteel oploopmaneuvers tussen standaard-massagoedschepen onderling gewenst zijn, dan zijn hiervoor aan beide zijden van de geul (ten W. van de Mid-Akkaertboei en ten O van de boei Wielingen 6) brede trajekten met voldoende ruimte beschikbaar. Ter hoogte van de Akkaert-Bank is een bodembreedte van 620m en een breedte van 800m tussen de boeien gewenst.

Bij het vaststellen van de benodigde vaargeulbreedte is geen rekening gehouden met het extra-breedtebeslag dat in geval van hevige wind en/of slecht zicht nodig is. Hiermee zal rekening worden gehouden door een adekwate verkeersbegeleiding (Hfdst. 6.9.). De invloed van dwarsstroom is alleen bij de breedte-bepaling van de geulen in het zeegebied en boven de drempel van Borssele van belang geweest. Voor zover elders thans sterke dwarsstroomsnelheden voorkomen zal hiermee ook in de vorm van verkeersafspraken rekening worden gehouden. Het is overigens niet uitgesloten dat de dwarsstroomhinder op andere deeltrajekten te zijner tijd toeneemt. Alsdan zullen de nodige aanvullende maatregelen in de sfeer van vaargeulverruiming en/of verkeersafspraken getroffen moeten worden. Het is echter evenmin uitgesloten dat dwarsstroomhinder kan afnemen.

5.7. Keer- en ankerplaatsen en wachtgebieden. [100] [102]

Naast of ter plaatse van de thans op de Westerschelde bestaande of voorgestelde ankerplaatsen zijn, voor de vaart met diepstekende schepen de volgende voorzieningen nodig :

- ter weerszijde van de geulen in het mondingsgebied : ankerplaatsen voor schepen die bij stremming, vooral in geval van deining, daar kunnen wachten (gebied bij West-Hinder en Wielingen-Zuid).
- in het Redegebied van Vlissingen een ankerplaats waar schepen die in twee getijden opvaren naar Antwerpen of Terneuzen kunnen wachten (Wielingen-Zuid).

- zeewaarts van de drempel van Borssele een ankerplaats waar schepen die het mondingsgebied met een diepgang > 15,25m (50') hebben gepasseerd kunnen lichten ("Everingen-A").
- op de Rede van Terneuzen een ankerplaats waar schepen kunnen lichten alvorens verder te varen naar de havens aan het kanaal Terneuzen-Gent ("Put van Terneuzen-C").
- direkt benedenstrooms Zandvliet is een "passeerplaats" nodig waar de afvaart in voorkomende gevallen korte tijd met sleepboothulp kan wachten om "bovenmaatse" ontmoetingen op (delen van) het trajekt Hansweert-Zandvliet te voorkomen [102].

Daarnaast zijn op verschillende plaatsen langs de route plaatsen nodig waar getijgebonden schepen kunnen ankeren, wachten of keren in geval van storingen. Bij die storingen moet men denken aan "interne oorzaken", zoals machinekamer-schade en aan de grond lopen van het schip, en "externe oorzaken" zoals stremming van de vaart door een aan de grond gelopen ander schip, door deining, doordat de sluis in het ongereede raakt, enz.

Op vrijwel alle als wacht- en ankergebieden voor getijgebonden schepen geschikte plaatsen langs de geulen moet op hoge stroomsnelheden gerekend worden. De minste diepte van de hiervoor bedoelde noodanker- en wachtgebieden voor de getijgebonden schepen wordt daardoor mede bepaald door de eis dat ook in sterke stroom de houdkracht van de ankers voldoende moet zijn. Daarvoor is tenminste een kiel-speling van 10% van de diepgang nodig. Zo'n marge blijkt op de Westerschelde ook voldoende te zijn om te zorgen dat de schepen op de Westerschelde de bodem niet kunnen raken. De eis van 10% kielspeling leidt tot een in de (nood)anker- en wachtgebieden te onderhouden diepte van 16,8m beneden GLLWS. In de zeeankergebieden is in verband met deining een diepte van 21m beneden GLLWS nodig en voldoende. Eén ankerpositie in het gebied Wielingen-Zuid en de ankerplaats "Everingen-A" moeten op een diepte van 17,8m beneden GLLWS onderhouden worden i.v.m. de vaart van schepen met een diepgang tot 16,2m door het mondingsgebied bij gemiddeld springtij. Voor de keerplaatsen en het wachtgebied bij de Zandvlietssluis is het voldoende als de diepte gelijk is aan die van de vaargeul waaraan/waarin ze liggen.

Voor de noodankergebieden is voor de standaardschepen tenminste een gebied met een diameter van 900m nodig om "onbeperkt", d.w.z. zonder sleepboothulp, te kunnen ankeren. Wanneer bij het zwaaien beschikt kan worden over sleepboothulp ("beperkt ankeren") is een gebied van ca. 900 x 450m² voldoende. Voor een keermaneuver zonder sleepboothulp is een gebied met een diameter van 2400m gewenst.

Voor de maximale onderlinge afstand van de noodanker- en wachtgebieden en keerplaatsen is het uitgangspunt dat de standaardschepen zowel bij "interne" als "externe" oorzaken tenminste één zo'n gebied moeten kunnen bereiken. Daarbij is vooral de opvaart van meerdere standaardschepen binnen een getij van belang. Dat zal in de toekomst, na realisatie van de Berendrechtsluis, frekwenter voorkomen dan thans. Het wordt nodig geacht dat zich tussen twee zulke opvarende schepen steeds een keerplaats of een noodanker- of wachtplaats bevindt. Omdat een onderlinge afstand van ca. 10km tussen deze schepen gewenst is om te voorkomen dat een schip op een gestrande "voorligger" loopt, is ook voor de anker- en wachtplaatsen een maximale onderlinge afstand van ca. 10km aangehouden. Dat betekent dat hierdoor de verkeerskundige capaciteit van de vaarweg niet wordt beperkt door onvoldoende "uitwijkplaatsen".

Naast de aan het begin van dit hoofdstuk genoemde gebieden zijn uiteindelijk geselecteerd : één keerplaats, 3 plaatsen waar ook zonder, en 6 plaatsen waar alleen met, sleepboothulp kan worden geankerd en 3 plaatsen waar de schepen zich in de geul (al dan niet met sleepboothulp) gaande kunnen houden (bijlage 5.7.1). De meeste van deze gebieden worden zonder meer noodzakelijk geacht, andere zijn dringend gewenst.

Het spreekt voor zich dat intensieve communicatie en vroegtijdige informatie-uitwisseling tussen de wal en de betrokken schepen onderling vereist is in geval situaties (dreigen te gaan) optreden waarbij noodanker- of keermaneuvers nodig zijn. Het is van groot belang de loodsen de nodige training te geven om vaardigheid in deze -in de praktijk sporadisch nodige- maneuvers op te doen. Verder dienen patrouilleboten, die het overige verkeer zo nodig (mede) moeten regelen, en eventueel benodigde sleepboten, zo snel mogelijk naar het betrokken gebied te worden gedirigeerd. De noodanker- en wachtplaatsen die in de geul liggen dienen na gebruik zo spoedig mogelijk, maar uiterlijk bij het eerstvolgende hoogwater, te worden vrijgemaakt voor het doorgaande verkeer.

5.8. Bemerkingen bij en toepassing van de gehanteerde criteria voor het ontwerp van de vaarweg.

1. De aangenomen bruto-kielspelingen en bodembreedten maken een veilige vaart mogelijk. Nader onderzoek, mede gebaseerd op ervaring in de praktijk van het vaargedrag van de grote schepen in de verdiepte vaarweg, zal kunnen uitwijzen of andere bruto-kielspelingen en bodembreedten met handhaving van een veilige vaart kunnen worden toegepast.

2. De drempelpeilen zijn de interventiepeilen voor de start van de onderhoudsbaggerwerken. Kortstondige overschrijding van deze drempelpeilen met 0,3m op de Westerschelde en 0,6m in het mondingsgebied, brengen echter de vaarmogelijkheden, zoals vermeld in hfdst. 2.4, niet in het gedrang.

3. Bij de aanleg en het onderhoud van de verdiepte geul zal t.a.v. de interventiepeilen enige overdiepte worden gemaakt met het oog op de frekwentie van onderhoudsbaggerwerk en baggertolerantie.

4. De aangenomen uitgangspunten en de daarmee bepaalde vaargeulafmetingen maken een veilige vaart mogelijk.

De verkeerssituaties in relatie tot de grootte en het aantal schepen op de Westerschelde kunnen, bij het voorkomen van standaardschepen en grotere dan standaardschepen, leiden tot aanvullende verkeersmaatregelen. Deze maatregelen dienen alsdan te worden uitgewerkt in de Permanente Commissie van Toezicht op de Scheldevaart.

Praktijkervaringen, een mogelijke gunstige ontwikkeling van de vaargeul, onderling overleg tussen de loodsen betrokken bij de verkeerssituatie, en een goede verkeersbegeleiding, zijn factoren waarmee rekening moet worden gehouden.

5. De toelaatbare diepgangen van de getijgebonden schepen kunnen in positieve en negatieve zin worden beïnvloed door afwijkingen van de werkelijke getijstanden t.o.v. deze gebruikt voor het ontwerp van de vaarweg.

Hoofdstuk 6. BEOORDELING VAN HET VOORGESTELDE ONTWERP T.O.V. DE HUIDIGE TOESTAND.

6.1. Morfologie Westerschelde.

1. Inleiding

Bij uitvoering van de verdieping van de drempels in de Westerschelde, zoals beschreven in 5.3.4, kan naast een verruiming van de vaargeulen een verondieping van de door de stortplaatsen beïnvloede vloedscharen en hun omgeving worden verwacht.

Een kwantitatieve schatting hiervan kan uiteraard slechts een grove benadering zijn en dient dus met de nodige omzichtigheid te worden gebruikt.

Aan de hand van de in voorafgaande jaren opgetreden ontwikkelingen wordt in [56] een kwalitatieve prognose gegeven van de in dit kader te verwachten geulontwikkeling bij voortgaande verdieping van de drempels door baggerwerken. Naast de in genoemde nota gegeven beschouwingen is een na uitvoering van het verdiepingsprogramma geschatte geulligging "1990" uitgewerkt en schematisch weergegeven op bijlage 6.1.1. Op deze bijlage is de geschatte toekomstige bodemligging tot het weergeven van de dieptelijnen van N.A.P. -5m, -10m en -17,5m beperkt gebleven. In grote lijnen wordt bij het bepalen van de geschatte geulligging met een zekere voortzetting van reeds waar te nemen evoluties rekening gehouden. Het eventueel beïnvloeden van de ontwikkeling van de hoofdgeulen door het storten van specie langs de geulranden is hierbij niet verwerkt. Een te verregaande geulverruiming kan op deze manier beïnvloed worden (cfr. huidige stortplaatsen "Baalhoek-Marlemon" en "Gat van Ossenisse").

Ter bepaling van de invloed van deze ingreep op de getijontwikkeling is de schematisatie voor de in eerste aanleg uitgevoerde berekeningen met het Belgische tweedimensionaal model [118] op de navolgende wijze vastgesteld.

Hierbij werd rekening gehouden met de aanleg van de "Westerschelde-Oeververbinding" (WOV) Kruiningen-Perkpolder.

2. Westerschelde ten oosten van coördinaat X = -104.000.

A. Verwerking gegevens.

- Gebruikte gegevens : rivierlodingen RWS vakken 1, 2 en 3, volgens opnemingen van 1971, 1976 en 1980.
- Deze situaties met dieptecijfers werden omgezet in situaties met evenwijdige raaien, alle 500m, zoveel mogelijk loodrecht op de vaargeul.

- Voor deze raaien werd per 500m de gemiddelde diepte bepaald; vervolgens eveneens per 500m het gemiddeld diepteververschil 1971 en 1980 (waarde A) en het gemiddeld diepteververschil 1971 en 1976 (waarde C).
- De periode 1971-1976 moet gezien worden als een periode van verdieping van de drempels. In de periode 1976-1980 is de gerealiseerde verdieping gekonsolideerd. In 1980 kan in feite weer van een zekere evenwichtstoestand worden gesproken.

B. Afleiding grootte-orde van de verdieping 48'/43'.

TABEL I

Drempel (°)	Gemiddelde diepte (GLLWS)		Verdieping	Minimum diepte (GLLWS)		Verdieping
	1970	1976		1980	48'/43'	
Hansweert	95dm	120dm	25dm	112dm	133dm	21dm
Valkenisse	100dm	125dm	25dm	116dm	133dm	17dm
Bath	110dm	125dm	15dm	116dm	133dm	17dm
Som			65dm			55dm

(°)Deze drempels werden ondertussen reeds met 4dm verdiept.

Uitgaande van deze cijfers kan de toekomstige verdieping van de drempels gelijk gesteld worden aan 55/65 van de verdieping van de drempels in de periode 1971-1976.

C. Schematisatie.

- De referentiebodern van het Belgisch tweedimensionaal mathernatisch getijmodel heeft betrekking op het jaar 1976 (bijlage 6.1.2). De bodernveranderingen voor de situatie "1990" moeten bijgevolg aangegeven worden t.o.v. genoemd referentiejaar.
- Per 500m van elk dwarsprofiel werd hiertoe eerst de bodernverandering 1976-1980 aangebracht d.i. (A-C) en vervolgens werd 55/65 toegevoegd van de bodernverandering tijdens de drempelverdieping en konsolidatie in de periode 1971-1980 d.i. $\frac{55}{65} \times A$, waaruit volgt :

$$\text{Bodernverandering} = \frac{120}{65} A - C$$

$$\text{en : bodern "1990" = bodern "1976" + } \frac{120}{65} A - C.$$

- Op deze wijze wordt een vierkantennet met mazen van 500m verkregen waarin de bodemveranderingen zijn aangegeven. Dit vierkantennet komt echter in ligging niet overeen met dat van het tweedimensionaal mathematisch model. De gevolgde werkwijze heeft voorts tot gevolg dat de toekomstige bodemveranderingen op de overeenkomstige plaatsen optreden als in het verleden, hetgeen op diverse plaatsen tot een onnatuurlijke situatie leidt.
- De in ruwe vorm verkregen bodemveranderingen zijn vervolgens uitgevlakt, rekening houdend met de op bijlage 6.1.1 geschetste toekomstige bodem.
- De hierbij verkregen cijfers werden in het mazennet van het tweedimensionaal mathematisch model (500x500m) gebracht. Het uiteindelijke resultaat is te zien op bijlage 6.1.3: schematisatie "1990".
- Met deze schematisatie wordt er ten oosten van de coördinaat $X = -104.000$ in totaal 102,85 mln. m³ zand verplaatst, waarvan slechts 72 mln. m³ in dat gebied blijft. Er is dus een restant van 30,85 mln. m³ dat - gerekend over het tijdvak 1976-90 - uit het gebied verdwijnt. Ter vergelijking, in de periode 1971-1980 verdween, volgens berekeningen van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging - Adviesdienst Vlissingen, in totaal 23,3 mln. m³ zand uit ditzelfde gebied.

3. Westerschelde ten westen van coördinaat $X = -104.000$.

In tegenstelling tot het oostelijk gedeelte is er in dit gedeelte in de voorbije jaren zeer weinig onderhouds- en verdiepingsbaggerwerk uitgevoerd. Ook de stortingen ten gevolge hiervan zijn tot een minimum beperkt gebleven. Wel werden in dit gebied tamelijk grote zandwinningen uitgevoerd.

Eenzelfde werkwijze voor de schematisering van het westelijk deel als voor het oostelijk gedeelte van de Westerschelde is derhalve niet mogelijk. Analoog aan het oostelijk gedeelte kan echter wel gesteld worden dat het hoofdvaarwater zal verruimen en de nevenvaarwaters zullen verondiepen.

Een bruikbaar gegeven om de grootte-orde van de verdiepingen en verondiepingen te schatten is een prognose van de totale hoeveelheid zand die in de komende jaren uit de Westerschelde zal verdwijnen. Navolgende tabel II geeft hiervan een overzicht (in mln m³/jaar in profiel gemeten) :

TABEL II

	gegevens 1971/72-1980 (Hfdst.3.3.)	schatting 1981-1990 (Hfdst.4.4.2.A.)
1. natuurlijke ontwikkeling [15]	-0,6	-0,6
2. afvoer door AZ uit beschouwd gebied (Westerschelde + Drempeel van Zandvliet	-3,2	-1,5
3. afvoer t.b.v. werken en concessiehouders	-2,5	-2,15
4. speciestorting/lozing	+1,2	+0,5
	-5,1	-3,75

+ : specie-aanvoer, - : specie-afvoer.

Met deze schatting zal er jaarlijks ruim 1mln. m³/j minder uit het beschouwde gebied verdwijnen dan in het voorgaande decennium.

Gerekend met de schatting voor de periode 1981-1990 zou er in de periode 1976-1990 dus 14 x 3,75mln. = 52,5mln. m³ zand uit de Westerschelde verdwijnen. Uit het gebied ten oosten van de coördinaat X = -104.000 is met de beschreven, schematisatie reeds 30,85mln. m³ afgevoerd, zodat uit het Westelijk deel nog 21,65mln. m³ zand moet verdwijnen.

In het hoofdvaarwater van het westelijk deel (Pas van Terneuzen, Honte en Rede Vlissingen), als ook in de Schaar van Spijkerplaat (aan gang zijnde natuurlijke ontwikkeling) werd een verruiming van 4 tot 5dm toegepast, wat neer komt op een ontzanding van 29,7mln. m³. Hiervan wordt ongeveer 21mln. m³ uit de Schelde afgevoerd en 8,7mln. m³ teruggestort in de Schaar van Everingen (algemene verondieping van 4dm).

4. Overzicht van de schematisaties.

De uitgevoerde schematisatie van de geulverruiming voor het Belgische tweedimensionale getijmodel omvat de periode 1976-1990, d.w.z. dat deze zowel de periode van verdieping als van consolidatie omvat. De schematisatie van bodem "1990" is weergegeven op bijlage 6.1.3. Bijlage 6.1.4 geeft de verschillen weer tussen de bodemschematisatie "1990" en "1976".

Het totale verplaatste volume zand bedraagt 132mln. m³, waarvan ca. 52mln. m³ definitief uit het beschouwde gebied verdwijnt. De naar verhouding grote zandafvoer heeft tot gevolg dat er van de stortingen in het westelijk riviergedeelte betrekkelijk weinig terug te vinden is.

De wijze waarop de bodemveranderingen in het oostelijk gedeelte bepaald werden gaat ervan uit, dat alle bodemveranderingen in het voorbije decennium enkel en alleen het gevolg waren van baggerwerken en dat deze evolutie zich in de toekomst op identieke wijze zal voortzetten. Eventuele doorbraken van platen zijn buiten beschouwing gelaten. Dit is uiteraard een grove benadering.

Tenslotte dient aangestipt, dat bij een verdergaande verdieping van de geulen, het interessant zou kunnen worden aan de rand van de vaarwaters te storten, wat uiteraard de verruiming zal verminderen. Hiermee werd in de schematisatie geen rekening gehouden.

Voor het ééndimensionaal model Implic was een schematisering van de bodemligging in 1969 aanwezig [119]. Teneinde de te bekomen rekenresultaten te kunnen vergelijken met natuurgegevens is op basis van de opgetreden bodemveranderingen tevens een schematisatie gemaakt van de bodem 1979 [120].

Voor de extrapolatie naar de bodemligging "1990" is weer gebruik gemaakt van de tekening op bijlage 6.1.4. Deze tekening geeft de bodemveranderingen weer over de periode 1976-1990 (14 jaar) met mazen van 500 x 500m. Voor de periode 1979-1990 (11 jaar) zijn deze bodemveranderingen vermenigvuldigd met een factor 11/14, en aangebracht in de bodemschematisering Implic "1979" [120].

5. Schematisering inclusief overdiepte.

Voor een efficiënte uitvoering van het baggerbedrijf is een grotere diepte dan het interventiepeil nodig. Inclusief de baggertolerantie is hierbij gedacht aan een maximum van 1 meter. De gemiddelde uitwerking hiervan op de bodem werd bij de schematisering t.b.v. de getijberekeningen (Hfdst. 6.2) gelijkgesteld aan 0,7m.

De voorziene diepteligging van de drempels van Hansweert, Valkenisse en Bath komt hierdoor op GLLWS -140dm. d.w.z. een verhoging van de waarden van de diepteveranderingen ten oosten van $X = -104.000$ met 20% ten opzichte van de verdiepingen volgens tekening op bijlage 6.1.4. Dit houdt in dat ten oosten van de coördinaat $X = -104.000$ moet verdwijnen 37,5mln. m³ in plaats van de eerder genoemde 30,85mln. m³. Het verschil (6,65mln. m³) dient niet uit de rivier te worden verwijderd, doch via de schematisering in de Everingen (ten westen van $X = -104.000$) te worden teruggebracht.

Voor deze schematisatie inclusief overdiepte was beschikbaar het tweedimensionaal model WAQUA met een schematisatie "bodem 1976".

De schematisatie van de bodem "1990 inclusief overdiepte" ("1990(2)") is als volgt uitgevoerd :

- De bodemveranderingen 1976-1990 volgens de tekening op bijlage 6.1.4 zijn aangebracht in het model WAQUA "1976". Deze veranderingen dienden daarvoor vertaald te worden naar het WAQUA-rooster van 400 x 400m. Deze vertaling werd d.m.v. kubering gecontroleerd. Hierdoor ontstond de schematisering WAQUA "1990" (controle).
- Vervolgens werden de veranderingen 1976-1990 ten oosten van de coördinaat $X = -104.000$ in elk vak van 400 x 400m vermenigvuldigd met een factor 1,2. Daarbij werden de juiste drempeldiepten ingevoerd, terwijl de hoogte van de platen op maximaal NAP+2m werd geschematiseerd : op die plaatsen waar de platen door de factor 1,2 hoger dan NAP+2m zouden komen, zijn de overhoogten tot NAP+2m uitgevlakt over de naastliggende vakken. De hierbij extra vrijkomende hoeveelheid specie in het oostelijk deel (ca.7mln. m³) werd gecompenseerd met een verondieping in de Everingen met hetzelfde bedrag. Deze schematisering "bodem 1990(2)" werd tenslotte gecontroleerd door kuberingen.

Volgende tabel geeft de inhoudsveranderingen die bij de bovengenoemde tweedimensionale schematiseringen zijn toegepast. Alle inhoudsveranderingen zijn dus gebaseerd op de tekening van bijlage 6.1.4.

Inhoudsveranderingen 1976-1990 volgens de in de berekeningen gebruikte tweedimensionale schematisaties (in mln. m ³) ^o						
	ten westen van $X = -104.000$			ten oosten van $X = -104.000$		
	Antwerpse Zeediensten 1976-90	Waqua 1976-90 (controle)	Waqua 1976-90(2)	Antwerpse Zeediensten 1976-90	Waqua 1976-90 (controle)	Waqua 1976-90(2) (1,2xkol.5)
Uit	29,7	23,728	24,016	102,85	102,272	126,032
In	8,7	8,704	15,952	72,0	72,176	88,48
Resultaat (Uit)	21,0	15,024	8,064	30,85	30,096	37,552

^o Het verschil tussen kolom 1 en 2 wordt veroorzaakt door het feit dat de zeewaartse begrenzing van het beschouwd gebied niet gelijk is.

6.2. Getijregime en chloridegehalte.

1. Getijregime Mondingsgebied.

Berekeningen werden uitgevoerd met een mathematisch model [127] met mazen van 1000 x 1000m. De ingevoerde gegevens zijn deze van de lodingskaarten van de periode 1975/76 en van het gemiddeld springtij van 6/9/1975.

Op het model werd het Scheur verdiept tot NAP-18,00m (= GLLWS-15,48m) over een breedte van 500m. De uitgevoerde berekeningen hebben betrekking op het verschil van de waterstanden, de watersnelheden en -richtingen als gevolg van de toegepaste verdieping. Tevens werden de procentuele snelheidsveranderingen bij hoog- en laagwater en bij maximale vloed- en ebstroom te Zeebrugge bepaald.

In het gehele mondingsgebied van de Westerschelde zijn de wijzigingen zeer gering of onbestaande.

Uit dit resultaat kan bijgevolg worden afgeleid dat door de voor het programma 48'/43' toegepaste verdieping in het Scheur in het gehele mondingsgebied van de Westerschelde geen wezenlijke invloed op het horizontale en verticale getij te verwachten is. A fortiori heeft de voorgenomen verdieping van het Scheur geen invloed op het getij in de Westerschelde.

2. Getijregime Westerschelde.

A. Inleiding.

Teneinde de gevolgen van een verdieping van de Westerschelde tot 48'/43' op het getijregime te bestuderen werd een aantal getijberekeningen uitgevoerd met het tweedimensionaal mathematisch getijmodel van de Universiteit van Luik [118], alsook met het ééndimensionaal model Implic van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging - Adviesdienst Vlissingen [120] [121] [122].

In een later stadium is nog een berekening uitgevoerd waarbij in de bodemschematisatie rekening werd gehouden met een afgesproken overdiepte beneden het interventiepeil van 7dm, waarvan sprake in hfdst. 6.1.5. Deze laatste berekening is uitgevoerd met het tweedimensionaal mathematisch model Waqua [123] [124].

In volgende tabel I worden enige gegevens van de drie modellen gepresenteerd.

TABEL I

Enige gegevens van de gebruikte rekenmodellen.			
model	2D-Luik	1D-Implic	2D-Waqua
maaswijdte	500m	n.v.t.	400m
bodemschematisaties To	1976	1969	1976
randvoorwaarden bij ijking	11 en 12 mei 1971 en 3 januari 1976 (storm)	11 en 12 mei 1971 en 3 januari 1976 (storm)	1 t/m 5 september 1975
rapportage	[118]	[120] [121] [122]	[123] [124]

Het voor ijking gebruikte getij van 11 en 12 mei 1971 werd gekenmerkt door een getijverschil te Vlissingen van ongeveer 1,1 maal het gemiddeld getijverschil in de periode 1971-1980 (getijfactor 1,1). Het stormtij van 3 januari 1976 bereikte te Vlissingen een hoogwaterstand van NAP+3,94m en kwam daarmee, na de stormvloed van 1953, op de tweede plaats in de rangorde der hoogst gekende waterstanden. De bovenstaande getijden zijn als representatief beschouwd voor gemiddelde getijomstandigheden respectievelijk stormvloedomstandigheden. De getijden in de periode 1 t/m 5 september 1975 hadden een getijfactor variërend van 0,7 tot 1,2, zodat ook hier de situatie van gemiddelde getijomstandigheden wordt gepresenteerd.

Voor een berekening van het effect van de verdieping op het getijregime diende eerst een aanname gedaan te worden voor de bodemligging in "1990". De wijze waarop de bodemligging "1990" is bepaald is beschreven in hoofdstuk 6.1. Gedurende de studie is gebleken dat de in eerste instantie gehanteerde schematisering nog moest worden uitgebreid met een extra 7dm verdieping. Deze laatste bodemaanpassing is met het oog op de tijdsplanning alleen doorgerekend met het inmiddels gereedgekomen tweedimensionaal model Waqua. Aan deze laatste bodemschematisatie wordt verder gerefereerd als bodem "1990 (2)" (zie hfdst. 6.1).

Teneinde een duidelijk overzicht van de betekenis van de verschillende bodemschematisaties te verkrijgen, wordt volgende samenvatting gegeven (zie hfdst. 6.1) :

Bodemschematisatie 1969 : Morfologie Westerscheldebodem vooraleer van enige verdieping sprake was.

" 1976 : Morfologie Westerscheldebodem ogenblikkelijk na de eerste verdiepingsperiode (1971-1975).

Bodemschematisatie	1979 :	Morfologie Westerscheldebodern na consolidatie van de nieuwe evenwichtstoestand, bereikt na de eerste verdiegingsperiode.
"	1990 :	Morfologie Westerscheldebodern na consolidatie van een nieuwe evenwichtstoestand, die zal bereikt worden na de verdieping 48'/43'.
"	1990(2):	idem als "1990" met een extra verdieping van 7dm op de drempels.

B. Berekeningen.

De volgende berekeningen zijn uitgevoerd :

a) Met het tweedimensionaal model van de Universiteit van Luik :

- bodem "1976" met getij van 11 mei 1976 en met stormtij van 3 januari 1976.
- bodem "1990" met dezelfde getijden.

b) Met het ééndimensionaal model Implic :

- bodem "1969" met getij van 12 mei 1971 en met stormtij van 3 januari 1976.
- bodem "1979" met dezelfde getijden.
- bodem "1990" met dezelfde getijden.

Voor dit model kon beschikt worden over twee historische bodemschematiseringen (1969 en 1979), waardoor een vergelijking van de berekende getijveranderingen met opgetreden veranderingen mogelijk was. De berekeningsresultaten 1969 en 1979 kwamen overeen met de natuurwaarnemingen in de periode 1970-1980.

c) Met het tweedimensionaal model Waqua :

- bodem "1976" met getij van 2 september 1975 en 5 september 1975.
- bodem "1990(2)" met getij van 5 september 1975.

Daarnaast zijn de resultaten van waterstandswaarnemingen (jaarboeken der waterhoogten) en debietmetingen uit de afgelopen periode in de beschouwingen betrokken, teneinde de extrapolaties naar "1990" te kunnen vergelijken met de gevolgen van de in de jaren 1970-1975 uitgevoerde verdiepingswerken.

C. Berekeningsresultaten.

In volgende tabellen worden de resultaten van de berekeningen weergegeven.

a) Waterstanden.

TABEL II

Wijziging van de waterstanden (cm) bij gemiddeld getij.												
Station	2D-model Luik "1990"-1976			1D-model Implic a) "1990"-1979 b) 1979 -1969						2D-model Waqua "1990(2)"-1976		
	HW	LW	TV	HW		LW		TV		HW	LW	TV
				a	b	a	b	a	b			
Terneuzen	0	0	0	0	0	-1	+1	+1	-1	+3	-3	+6
Hansweert	0	0	0	0	0	-3	0	+3	0	-2	-5	+3
Bath	-2	-5	+3	+3	+4	-12	-22	+15	+26	+5	-11	+16
Prosperp.	-2	-5	+3	+4	+4	-12	-25	+16	+29	+1	-12	+13

Ter illustratie wordt op bijlagen 6.2.1 en 6.2.2, afgeleid uit [118], een schematisch beeld gegeven van de met het 2D-model van Luik berekende waterstandsverschillen bij hoogwater resp. laagwater.

TABEL III

Wijziging van de waterstanden (cm) bij stormtij.						
Station	2D-model Luik "1990"-1976		1D-model Implic a) "1990"-1979 b) 1979 -1969			
	HW	LW	HW		LW	
			a	b	a	b
Terneuzen	0	0	0	-1	-1	0
Hansweert	0	0	0	+1	-3	-2
Bath	-3	0	+1	+1	-9	-12
Prosperp.	0	0	+1	+2	-12	-13

Nagegaan werd of de natuurwaarnemingen uit het verleden eenzelfde tendens vertonen als de resultaten van de berekeningen. Volgende tabel IV geeft de wijziging van het gemiddeld getij over de periode 1971-1980 weer.

De getallen zijn relatief t.o.v. het getij te Vlissingen, ten-einde de invloed van het nodale getij uit te schakelen.

TABEL IV

Wijzigingen van het gemiddeld getij (cm) t.o.v. Vlissingen over de periode 1971-1980 volgens natuurwaarnemingen				
	H.W.	L.W.	T.V.	T.V.(%)
Terneuzen	0	-1	+1	+0,2
Hansweert	+2	+2	0	0
Bath	+7	-15	+22	+4,8
Prosperpolder	+12	-12	+24	+5,2

Uit de cijfers is geconcludeerd dat het effect van de verdieping in Terneuzen en Hansweert verwaarloosbaar is. Ten oosten van Hansweert wordt een geringe toename van het getijverschil verwacht, die zich vooral voordoet als een verlaging van het laagwater in de grootte-orde van 1 decimeter. De gemiddelde hoogwaters stijgen daarbij slechts met enkele centimeters. De wijzigingen blijken kleiner te zijn dan die welke in de periode 1969-1979 zijn opgetreden.

Bij stormvloedomstandigheden wordt geen extra verhoging van het hoogwater verwacht.

De natuurwaarnemingen over de periode 1971-1980 geven eenzelfde tendens als de berekeningsresultaten, namelijk een toename van de getijverschillen, zich voornamelijk manifesterend als een verlaging van het laagwater.

b) Getijvolumes.

1 Totale getijvolumes.

TABEL V

Berekende wijzigingen van de totale getijvolumes uitgedrukt in procenten bij gemiddeld getij.							
	2D-mod. Luik "1990"-1976		1D-mod. Implic a) "1990"-1979 b) 1979-1969				2D-mod. Waqua "1990(2)"-1976
Raai	Eb	Vloed	Eb		Vloed		Eb Vloed
			a	b	a	b	
Vlissingen-Breskens	0	-2	+1	+2	+1	+2	-2 -2
Terneuzen-Ellewoutsdijk	-1	-3	+1	+3	0	+3	-3 -3
Baarland-Ossenisse	-1	-3	0	+3	0	+3	-4 -4
Sch.v. Waarde-Zuidergat	0	-2	0	+5	0	+4	-4 -4
N.v. Bath-S.v.d. Noord			+3	+5	+2	+5	+2 +2
Vw.b. Bath-Ballastplaat	+1	-1	+2	+6	+2	+5	+4 +4

De berekende wijzigingen in de totale getijvolumes zijn klein en liggen binnen de nauwkeurigheidsgrenzen van de modellen. Verwacht wordt dat de voorgenomen verdieping geen significante wijzigingen van de totale eb- en vloedvolumes tot gevolg zal hebben.

2. De verdeling van de getijvolumes over hoofdvaarwater en vloedscharen.

Gezien de resultaten van natuurwaarnemingen werd verwacht dat de verdieping van het hoofdvaarwater, tezamen met het storten van (onderhouds-) specie in de vloedscharen een verdere toename van het volume door het hoofdvaarwater ten koste van de vloedscharen zou veroorzaken, zulks bij een gelijkblijvend totaal getijvolume.

De berekende verandering van het volume door het hoofdvaarwater in procenten van het totale volume is in tabel VI weergegeven.

TABEL VI

Berekende wijziging van het volume door het hoofdvaarwater in procenten van het totale getijvolume ter plaatse (gemiddeld getij).							
	2D-mod. Luik "1990"-1976		1D-mod. Implic a) "1990"-1979 b) 1979 - 1969				2D-mod. Waqua "1990(2)"-1976
Raai	Eb	Vloed	Eb a b		Vloed a b		Eb Vloed
Honte	0	-3	0	0	0	+1	-1 0
P.v.Terneuzen	+2	0	+1	0	+1	0	+2 +2
G.v.Ossenissee	+5	+1	+4	+4	+3	+5	+9 +6
Zuidergat	+4	+2	+3	+10	+5	+19	+12 +16
N.v.Bath			+4	+15	+7	+21	+12 +16
Vw.b.Bath	+1	0					

Ten westen van Terneuzen zijn er geen veranderingen van betekenis. De resultaten ten oosten van Terneuzen, met name bij de verdeling Zuidergat-Schaar van Waarde, lopen iets uiteen.

Bij de interpretatie van de berekeningsresultaten is aansluiting gezocht bij de gegevens uit debietmetingen. De tabellen VII en VIII geven de resultaten van debietmetingen in de raaien Baarland-Ossenissee en Perkpolder-Waarde.

TABEL VII

Getijvolumes Middelgat (M.G.) en Gat van Ossenissee (G.v.O.) in procenten van het totale getijvolume. Natuurwaarnemingen.				
Jaar	vloed		eb	
	M.G.	G.v.O.	M.G.	G.v.O.
1932	54,7	45,3	71,0	29,0
1957	52,8	47,2	66,2	33,8
1968	48,7	51,3	64,0	36,0
1972	45,9	54,1	55,2	44,8
1978	43,3	56,7	54,4	44,6

TABEL VIII (Hfdst. 4.5.2.C)

Getijvolumes Zuidergat (Z.G.) en Schaar van Waarde (S.v.W.) in procenten van het totale getijvolume. Natuurwaarnemingen.				
Jaar	vloed		eb	
	Z.G.	S.v.W.	Z.G.	S.v.W.
1937	33,3	66,7	42,3	57,7
1957	30,4	69,6	47,9	52,1
1964	36,0	64,0	52,5	47,5
1970	41,7	58,3	55,1	44,9
1975	46,0	54,0	60,0	40,0
1981	52,8	47,2	67,9	32,1

Uit de natuurgegevens blijkt in de periode 1968-1978 in het Gat van Ossensisse een toename van het vloedvolume van 5% en van het ebvolume van 9,5% ten opzichte van het totale getijvolume ter plaatse. Voor het Zuidergat bedroegen de toenames in de periode 1970-1981 (11 jaar) voor de vloed 11% en voor de eb 13% van het totale getijvolume.

Op grond van de berekeningsresultaten en de natuurwaarnemingen is geconcludeerd dat een toename van het volume in de hoofdgeulen mag worden verwacht van 5% in het Gat van Ossensisse tot 10 à 15% in Zuidergat en Nauw van Bath. Deze toenames zijn berekend als percentage van het totale eb- en vloeddebiet ter plaatse (d.w.z. over de volledige dwarsdoorsnede van de rivier). Dit betekent dat, berekend ten opzichte van de oorspronkelijke eb- en vloedvolumes, de toename in de hoofdgeulen afzonderlijk in het Zuidergat 15% en in het Nauw van Bath 15% voor de eb resp. 30% voor de vloed kan bedragen.

c) Snelheden.

Bij de presentatie van de berekende snelheden dient bedacht te worden dat deze snelheden als gevolg van het feit dat het rivierprofiel in grote eenheden moet worden geschematiseerd moeilijk vergelijkbaar zijn met in de natuur gemeten snelheden.

Tevens is het zo dat men uit een eventuele afname of toename van de berekende snelheden niet mag aannemen dat een bepaald gedeelte "dus" zal aanzanden respectievelijk eroderen : de berekeningen zijn uitgevoerd met een op morfologische beschouwingen gebaseerde bodem "1990". De drempels en geulen zijn dus al verruimd en de stortplaatsen in de vloed-scharen zijn reeds verondiept.

Wel kan men - uitgaande van de veronderstelling dat de maximum snelheden constant blijven, waarvoor binnen bepaalde geulafmetingen wel aanwijzingen bestaan [125] - bezien of de bodem "1990" een reële schatting is geweest.

De volgende tabel IX bevat een indicatie van de berekende wijzigingen van de maximale snelheden. De veranderingen zijn niet groot : in een enkel geval maximaal plus of min 20cm/s als gemiddelde over een geul of drempel. De twee tweedimensionale modellen geven grotendeels hetzelfde beeld. Het model Implic geeft minder detail in de snelheden (de rekensecties zijn ca. 4km lang).

Ter illustratie wordt op bijlagen 6.2.3 en 6.2.4, afgeleid uit [118], een schematisch beeld gegeven van de met het 2D-model van Luik berekende snelheidsverschillen (mazen 500m x 500m), bij max. vloed resp. max. eb.

TABEL IX

2D-model Luik 1990-1976	1D-model Implic 1990-1979	2D-model Waqua 1990(2)-1976
Toename eb- en vloodsnelheid		
-Gat van Ossenisse -Zuidergat	-Gat van Ossenisse	-Gat van Ossenisse -Zuidergat
Afname eb- en vloodsnelheid		
-Schaar v. Waarde -drempels in het oostelijk deel van de Wes- terschelde -in het gebied van de Platen van Walsoorden en Valkenisse -Ebschaar naar de Everingen	-Schaar v. Waarde -Vaarwater boven Bath	-Schaar v. Waarde -drempels in het oostelijk deel van de Wes- terschelde -in het gebied van de Platen van Walsoorden en Valkenisse -Ebschaar naar de Everingen (alleen afname bij eb)

Het algemeen beeld is :

- Geen significante veranderingen ten westen van Terneuzen.
- Geringe toename van snelheden in het Gat van Ossenisse en het Zuidergat (Bocht van Walsoorden).
- Geringe afname van snelheden op de drempels in het oostelijk deel, de Schaar van Waarde en de Platen van Walsoorden en Valkenisse.

Opgemerkt wordt, op grond van het gestelde in [56], dat het profiel van het hoofdvaarwater zich door verruiming aanpast aan de toenemende debieten, immers direct na het baggeren van de drempels zal de snelheid van het water in de geulen tijdelijk toenemen met als gevolg uitschuring van deze geulen.

In relatie met de berekeningsresultaten kan worden gesteld dat in de schematisatie "1990" de geulprofielen globaal genomen goed zijn ingeschat.

D. Samenvatting.

Berekeningen werden gemaakt voor de te verwachten wijzigingen in het verticale en het horizontale getij na uitvoering van het 48'/43' programma. Bij de interpretatie van de berekeningsresultaten is gebruik gemaakt van natuurwaarnemingen.

Uit natuurwaarnemingen in de periode 1970-1980 blijkt in het oostelijk deel van de Westerschelde een geringe toename van de hoogwaters ($\text{Bath} \pm 5\text{cm}$) en een grotere afname van de laagwaters ($\text{Bath} \pm 15\text{cm}$). Uit interpretaties volgt tevens dat de totale eb- en vloedvolumes in die periode in het gebied stroomopwaarts van Hansweert met maximaal 5% zijn toegenomen. Bij deze interpretatie is gebruik gemaakt van herleiding van getijden. Dit brengt een zekere onnauwkeurigheid met zich mee. Tot slot bleek uit de natuurwaarnemingen in Gat van Ossensisse en Zuidergat een duidelijke toename van de eb- en vloedvolumes door de hoofdgeulen ten koste van het Middelgat en de Schaar van Waarde. Deze toename bedroeg 5 à 10% van het totale eb- en vloedvolumes ter plaatse. Berekeningen over de periode 1969-1979 gaven resultaten overeenkomstig de bovengenoemde natuurwaarnemingen.

Uit berekeningen naar het effect van de verdere verdieping tot 48'/43' bleek eenzelfde tendens als gebleken is na de baggerwerken van 1970-1975. Deze berekeningen werden uitgevoerd met één- en tweedimensionale mathematische modellen, zowel met interventiepeilen als met een om baggertechnische redenen toegepaste extra-verdieping van 7dm op de drempels.

Deze verdiepingswerken zullen naar verwachting geen verdere significante wijziging van de totale eb- en vloedvolumes tot gevolg hebben. De verdeling echter van het totale volume over hoofdgeul en vloodschaar zal verder wijzigen: ten oosten van Terneuzen wordt verwacht dat de hoofdgeulen 5 à 15% van het totale eb- en vloedvolume meer zullen afvoeren, en de scharen even zoveel minder.

De getijverschillen zullen als gevolg van de nieuwe verdiepingswerken in stroomopwaartse richting toenemen van ca. 0cm bij Vlissingen tot 10 à 15cm bij Bath, voornamelijk door verlaging van het laagwater met ca. 10cm. De gemiddelde hoogwaters stijgen slechts met enkele centimeters.

Uit het verloop van de berekende snelheden is afgeleid dat de bodemschematisatie "1990" globaal genomen goed is ingeschat.

3. Chloridegehalten.

De veranderingen die in het chloridegehalte zullen optreden als gevolg van menselijke ingrepen zijn onderzocht met behulp van een ééndimensionaal advectiediffusiemodel [10]. Het transport van chloride wordt in dit model beschreven door het maken van een balans tussen het advectief transport $Q \times c$ (bovenafvoer maal chloridegehalte) en een diffusief transport, een stroomopwaarts gericht transport van chloride als gevolg van menging door turbulentie en getijstromingen ter grootte van $D \times \frac{\Delta c}{\Delta x}$. Hierin is $\frac{\Delta c}{\Delta x}$ de helling van het chloridegehalte-verloop (bijlage 4.1.19) en D de zogenaamde "dispersiecoëfficiënt" die bepaald wordt door ijken van het model aan de gemeten chloridegehalten.

De aldus bepaalde waarde van de dispersiecoëfficiënt D is een getal waarin o.a. tot uitdrukking komt de menging in het estuarium door moleculaire en turbulente diffusie (kleinschalig) maar ook door de heen en weergaande getijbeweging en door restcirculaties via ebgeulen en vloedscharen (grootschalig). De invloed van de grootschalige mengingsverschijnselen op het chloridegehalteverloop is verreweg overheersend op de kleinschalige menging. De moeilijkheid is nu dat de invloed van de verdiepingswerken op deze grootschalige mengingsprocessen (nog) niet bekend is, en dat het opstellen van een voor de praktijk bruikbare relatie tussen grootschalige menging en de waarde van de dispersiecoëfficiënt in de Westerschelde een zeer omvangrijk onderzoek zal vergen.

Daarom is bij de berekeningen aangenomen dat de dispersiecoëfficiënten na verdieping gelijk zullen zijn aan de huidige en is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar de invloed van veranderingen in de coëfficiënt D van een orde-grootte die gelijk is aan die van de veranderingen die in het verleden zijn gevonden.

Op basis van deze berekeningen en de gevoeligheidsanalyse is geconcludeerd dat de verdiepingswerken een geringe verhoging van het chloridegehalte in het oostelijk deel van de Westerschelde zullen veroorzaken, naar schatting van de orde van 80mg/l te Hansweert en 400mg/l bij de grens. De onbekendheid met de waarden van de toekomstige dispersiecoëfficiënt veroorzaakt een onzekerheidsmarge in de voorspelling van ca. 300mg/l te Hansweert en ca. 1250mg/l bij de grens.

De Bathse spuisluis geeft een daling van het zoutgehalte op de Westerschelde, maar of deze groter of kleiner is dan de stijging door de verdieping hangt af van de nog te kiezen beheersstrategie voor het Zoommeer. Uit onderzoek [10] [126] is reeds wel bekend dat de lozingen gelaagdheid op de Westerschelde zullen veroorzaken.

6.3. Stormvloedstanden en golfoploop.

Zoals blijkt uit de resultaten van de berekeningen vermeld in hfdst. 6.2 wordt ten gevolge van de verdieping geen extra verhoging van de hoogwaterstanden bij stormomstandigheden verwacht op Nederlands grondgebied.

Er wordt geen directe invloed van de verdiepingswerken verwacht op de golfhoogte; wel is het mogelijk dat door veranderingen in de morfologie veranderingen in golfhoogten ontstaan.

De invloed van een eventuele afname van hoog voorland op de golfoploop is zeer gering, behoudens in het geval dat de breedte van het voorland te klein wordt.

Er is bijgevolg geen aanleiding om aan de geldende adviezen m.b.t. de kruinhoogten van de dijken langs de Westerschelde (Hfdst. 4.2) wijzigingen voor te stellen.

6.4. Zandhuishouding en stortplaatsen.

1. Aanlegbaggerwerk.

De berekening van de te baggeren hoeveelheid specie nodig voor de verwezenlijking van het verdiepingsprogramma 48'/43' is gebeurd met de lodingsgegevens op volgende peilingsplans :

Ten westen van Boei Wielingen 2 : 1983

Ten oosten van Boei Wielingen 2 : 1982

Op deze plannen werd vanaf de loodskruispost van de Akkaertbank tot de Zandvlietsluis de gewenste vaargeul (500m resp. 300m) getekend, waarin de weg te baggeren gedeelten werden aangeduid en opgemeten. Indien een weg te baggeren zone tegen de rand van de getekende vaargeul was gelegen, werd buiten de vaargeul een helling van 1,5% zeewaarts Vlissingen en 5% bovenstrooms Vlissingen aangenomen.

Deze berekeningen werden uitgevoerd met de interventiepeilen voor baggeren als streefdiepten (Hfdst. 5.3.4). Voor de efficiënte uitvoering van het baggerbedrijf is echter een grotere diepte dan het interventiepeil nodig. Evenals voor de schematisatie van de bodem t.b.v. de getijberekeningen (Hfdst. 6.1) werden de berekeningen voor het aanlegbaggerwerk (in profiel) met betrekking tot de Westerschelde en de Drempel van Zandvliet herhaald met een overdiepte van 7dm. Ten aanzien van Scheur en Akkaertbank werd een gelijkaardige overdiepte als irreëel ervaren, gezien de grote oppervlakte van de baggerzones en de daaruit voortvloeiende duur van de baggerwerken. Een overdiepte die resulteert in een meerbaggerwerk van 10% werd als meer realistisch aanzien.

Volgende tabel geeft een overzicht van het aldus berekende aanlegbaggerwerk (in mln. m³) in profiel gemeten.

	Aanlegbaggerwerk tot interventiepeil	Aanlegbaggerwerk tot interventiepeil +7dm t. O. van Vlissingen, +10% t. W. van Vlissingen
Akkaertb.-3°20' OL	18,78	20,66
3°20' OL-Vlissingen	9,82	10,80
Tot. ten westen van Vlissingen	28,60	31,46
Vlissingen	0,71	1,53
Borssele	0,96	1,18
P.v.Terneuzen	0,06	0,23
Overl.v.Hansweert	0,75	1,73
Hansw.-Walsoorden	0,49	1,02
Overl. Valkenisse	0,15	0,45
Valkenisse	0,48	0,73
Bath	0,24	0,67
Zandvliet	0,10	0,44
Tot. ten oosten van Vlissingen	3,94	7,98

Samengevat kan gesteld worden dat het aanlegbaggerwerk in profiel gemeten, zal gelegen zijn tussen 28 en 32 mln. m³ voor het gebied ten westen van Vlissingen (Akkaertbank - Scheur - Wielingen) en tussen 4 en 8 mln. m³ ten oosten van Vlissingen (Westerschelde + Drempel Zandvliet).

De in profiel gemeten volumes dienen te worden herleid naar in beun gemeten hoeveelheden om de uitvoeringskosten te kunnen bepalen. Ervaring heeft geleerd dat de in profiel gemeten volumes in Scheur en Akkaertbank moeten worden vermenigvuldigd met 2. Op de Westerschelde bedraagt deze factor nagenoeg 3. Deze laatste factor wordt enkel toegepast op het aanlegvolume t.b.v. het bereiken van het interventiepeil. Op deze drempel peilen zal de geuligging van de Westerschelde zich aanpassen. Het meervolume dat volgt uit hogergenoemde overdiepte (7 dm) zal enkel om baggertechnische redenen in sommige gevallen worden gebaggerd. Daarom wordt op genoemd meervolume slechts 20% uitlevering toegepast om het te herleiden naar in beun gemeten hoeveelheden.

Het in beun gemeten aanlegbaggerwerk kan bijgevolg worden geraamd op 56 à 64 mln. m³ ten westen van Vlissingen en op 12 à 17 mln. m³ in de Westerschelde en op de drempel van Zandvliet.

2. Onderhoudsbaggerwerk.

A. Buitengebied - Scheur.

De totale oppervlakte van de vaargeul "Akkaertbank", Scheur-West, Scheur-Oost en Wielingen is van de grootte-orde 35 mln. m².

Uit observatiemetingen (Hfdst. 4.4.1.A.) blijkt dat de sedimentatie per jaar in het Scheur kan worden geraamd op ca 0,5m³/m². Neemt men deze waarde in eerste benadering eveneens aan voor de geul in de Akkaertbank, dan kan het onderhoudsbaggerwerk na voltooiing van de verdieping worden geraamd op ca 18 mln. m³ per jaar, d.i. 9 mln. m³/jaar meer dan zonder verdieping.

B. Westerschelde en drempel van Zandvliet.

Teneinde een schatting van het onderhoudsbaggerwerk in de Westerschelde en de drempel van Zandvliet na de verdieping te kunnen maken werd een extrapolatie toegepast uit de gegevens van het verleden. De methode is slechts bruikbaar voor zover er voldoende peilingen over een voldoende lange periode beschikbaar zijn. Dit is het geval voor de drempels van Hansweert, Valkenisse, Bath en Zandvliet.

Op bijlage 6.4.1 wordt voor het tijdvak 1961-1981 het verloop weergegeven van de gemiddelde drempeldiepten en van het gebaggerde volume specie op deze vier drempels. Deze tekeningen tonen aan dat tijdens het beschouwde tijdvak de drempeldiepten gedurende een eerste periode (1) nagenoeg constant zijn gebleven. Nadien vond een verdieping plaats. Na deze verdiegingsperiode kennen de diepten terug een nagenoeg constant verloop (periode (2)) :

TABEL I

	Hansweert	Valkenisse	Bath	Zandvliet
constante diepte : periode (1)	1961-1969	1961-1972	1961-1966	1961-1969
verdieping	1970-1975	1973-1975	1967-1975	1970-1975
constante diepte : periode (2)	1976-1981	1976-1981	1976-1981	1976-1981

Aangenomen dat het gebaggerde volume specie bij constante diepte, gemiddeld over een voldoende aantal jaren, gelijk is aan het onderhoudsvolume dan kan een schatting van de jaarlijkse onderhoudsvolumes per drempel worden opgemaakt.

Ten behoeve van de studie in 1980 van de "Beperkte Verdieping van de Westerschelde met 1 voet " [128] werden met behulp van de gegevens beschikbaar tot en met 1979 volgende jaarlijkse onderhoudsvolumes bepaald :

TABEL II

	Drempel v/ Hansweert	Drempel v/ Valkenisse	Drempel v/ Bath	Drempel v/ Zandvliet
Beschouwde oppervlakte	52,50ha	32,50ha	45,75ha	36,5ha
gem. diepte periode (1)	98,0dm	99,0dm	100,0dm	97,0dm
gem. diepte periode (2)	122,0dm	127,0dm	127,0dm	128,0dm
verdieping: = a	24,0dm	28,0dm	27,0dm	31,0dm
gem. onderhoud periode (1)	730.000m ³ /j	1.110.000m ³ /j	1.780.000m ³ /j	1.070.000m ³ /j
gem. onderhoud periode (2)	2.440.000m ³ /j	3.110.000m ³ /j	2.970.000m ³ /j	1.820.000m ³ /j
verschil : = b	1.710.000m ³ /j	2.010.000m ³ /j	1.190.000m ³ /j	750.000m ³ /j
meer onderh. per dm verdiep. b/a	71250m ³ /j/dm	71786m ³ /j/dm	44074m ³ /j/dm	24194m ³ /j/dm
afgerond	70000m ³ /j/dm	70000m ³ /j/dm	50000m ³ /j/dm	30000m ³ /j/dm

De cijfers hebben betrekking op een verdieping van de ganse drempel over een breedte van ca. 300m en met de aangegeven oppervlakte. Het wegbaggeren van enkele plaatselijke ondiepten, die de nautische bodem van een drempel bepalen, is niet in rekening gebracht. De berekeningen omvatten echter wel de putten, die in de beschouwde zone voorkomen. De grote gemiddelde diepten aangegeven in tabel II tonen dit trouwens aan. Het lijkt echter wel realistisch rekening te houden met een verdieping van de ganse drempel daar het in de praktijk tot nog toe onmogelijk is gebleken een drempel volledig "glad te strijken".

Een gelijkaardige berekening met de gegevens tot en met 1981 resulteert in volgende onderhoudsvolumes (in m³/j/dm) :

TABEL III

	Hansweert	Valkenisse	Bath	Zandvliet
Meeronderhoud per dm verdieping	76.000	76.786	28.929	19.677
Afgerond	80.000	80.000	30.000	20.000

De berekeningsresultaten verschillen weinig, uitgenomen voor de drempel van Bath waar de wijziging in de baggertechniek vanaf 1980 (geleidelijke overgang van verankerde zuiger naar sleepzuiger) waarschijnlijk zijn invloed laat gelden. Gezien de geringe verschillen wordt voor de verdere berekeningen gebruik gemaakt van de hoeveelheden vermeld in tabel II.

Het totale meeronderhoud voor genoemde vier drempels na uitvoering van de verdieping kan geschat worden op :

TABEL IV

Drempel	Gem.diepte zone <120dm in 1979 (dm) [127]	Interven-tiepeil (dm)	Verdieping (dm)	Onderhoud (m3/j/dm)	Bijkomend onderhoud na verdieping (m3/j)
Hansweert	112	133	21	70.000	1.470.000
Valkenisse	116	133	17	70.000	1.190.000
Bath	116	133	17	50.000	850.000
Zandvliet	115	128	13	30.000	390.000
				Totaal :	3.900.000

Voor de overige drempels kan met minder nauwkeurige gegevens eenzelfde schatting worden gemaakt. Vooreerst wordt ondersteld dat de Rede van Vlissingen, Terneuzen en het Nauw van Bath na verdieping geen verder onderhoud van betekenis vergen.

Met uitzondering van de Overloop van Valkenisse waar eveneens 120dm werd aangehouden, werd de gemiddelde diepte binnen de zones ondieper dan 130dm als gemiddelde minimumdiepte aangenomen. Deze gemiddelde minimumdiepten werden berekend met de gegevens van de peilingsplannen van november 1979.

Voorts wordt ondersteld dat het gemiddeld jaarlijks onderhoudsbaggerwerk per drempel 60.000m3/dm/j zal bedragen, dit naar analogie met de drempels van Hansweert, Valkenisse, Bath en Zandvliet.

Dit leidt tot volgend resultaat :

TABEL V

Drempel	Gem. min. diepte nov. 1979 (dm)	Inter- ventie- peil (dm)	Verdie- ping (dm)	Onderhoud (m ³ /j/dm)	Bijkomend onderhoud na verdie- ping (m ³ /j)
Borssele	120 (zone < 130 dm)	139	19	60.000	1.140.000
Overloop Hansweert	125 (zone < 130 dm)	133	8	60.000	480.000
Overloop Valkenisse incl. Wals- oorden	113 (zone <120 dm)	133	20	60.000	1.200.000
				Totaal	2.820.000

Rekening houdend met genoemde aannamen kan het meeronderhoud op de Westerschelde en de drempel van Zandvliet na de verdieping geschat worden op ca. 6,72 mln. m³/j, d.i. ca. 50% meer dan gemiddeld over de jaren 1979-1983 afwaarts Zandvlietsluis.

3. Stortplaatsen.

A. Buitengebied.

De bestaande stortplaatsen in de omgeving van de Sierra Ventana (S1) en de Paardemarkt zullen verder worden gebruikt. Er is evenwel een studie aan gang enerzijds naar uitbreiding van de bestaande stortplaats S1, waarbij rekening wordt gehouden met scheepvaart en morfologie, en anderzijds naar nieuwe stortplaatsen.

B. Westerschelde en Zeeschelde.

Teneinde de consolidatieperiode van de voorafgaande verdieping (1971-1975) zoveel mogelijk te vermijden, werd voor de prognose van het gebruik van de stortplaatsen na verdieping 48'/43' uitgegaan van de gegevens van de periode 1979-1983. Tijdens dit laatste tijdvak werd door de Antwerpse Zeediensten in de Westerschelde en de Zeeschelde, inclusief toegangseulen, kaaien, enz., in totaal gemiddeld 13,9 mln. m³ specie per jaar gebaggerd, waarvan 12,5 mln. m³ benedenstrooms van de Zandvlietsluis. Tabel VI geeft een overzicht van de bestemmingen van de gebaggerde specie. De nummers van de stortplaatsen verwijzen naar bijlage 3.3.2. fig. 2.

TABEL VI

Gebruik van de stortplaatsen tijdvak 1979-1983 (mln. m ³)	
Ten westen van stortplaats Ebschaar Everingen (stortplaatsen 14 en 15)	1,1
Stortplaatsen 6 t.e.m. 13	5,3
Stortplaats 3 (Boei 63-Konijnensch.)	3,9
Stortplaatsen 1,2,4 en 5	0,7
Stortplaatsen in de Zeeschelde	1,4
Ophogingen en leveringen	1,5
Totaal	13,9

Het ligt uiteraard in de bedoeling de bestaande stortplaatsen na de verdieping op hun volle capaciteit te benutten. Zowel uit financiële als rendementsoverwegingen zullen de stortplaatsen zo dicht mogelijk bij de baggerlocatie worden gekozen. Toch mag verwacht worden dat niet alle specie die in het oostelijk deel van de Westerschelde gebaggerd wordt ook daar zal kunnen geborgen worden. Bij de schematisatie van de Scheldebodem "1990" werd hiermee trouwens rekening gehouden.

Uit Tabel VI kan worden opgemaakt dat gemiddeld 1,5mln. m³ specie per jaar uit de Schelde werd afgevoerd. Er bestaat geen zekerheid of dit volume ook in de toekomst steeds zal worden bereikt. Wel kan echter met zekerheid gesteld worden dat een eventuele vermindering van de afgevoerde hoeveelheid specie, kan opgevangen worden door het totaal van de andere stortplaatsen in het oostelijk deel in de Westerschelde, daar deze in hun geheel tot nu toe niet op hun maximale capaciteit benut werden.

Bij de begroting van het aanleg- en onderhoudsbaggerwerk werd gesteld dat in de Overloop van Valkenisse zal moeten gebaggerd worden. Bij de bepaling van het jaarlijks meeronderhoud werd voor de Overloop van Valkenisse, incl. Walsoorden, een jaarlijks meerbaggerwerk van 1,2mln. m³ aangenomen.

Indien na de verdiepingswerken stortplaats 3 (Boei 63 - Konijnenschor) verlaten zou worden, zal het begrote jaarlijkse meeronderhoud waarschijnlijk grotendeels vervallen. Mogelijk is de stortplaats zelfs nog in beperkte mate bruikbaar. Bij de verdere berekeningen wordt zij echter volledig buiten beschouwing gelaten, zowel voor baggeren als voor storten.

Met behulp van voorgaande cijfers en opmerkingen kan de hoeveelheid onderhoudsspecie geschat worden die in het weste-

lijk deel van de Westerschelde zal moeten gestort worden (tabel VII). Er is van uitgegaan dat de stortplaatsen bovenstrooms de Ebschaar Everingen (13) (incl.) in de periode 1979-1983 maximaal zouden zijn benut.

TABEL VII

Schatting hoeveelheid te storten specie benedenstrooms stortplaats (13) (mln. m ³)	
Totaal gebaggerd (1979-1983)	13,9
Meeronderhoud na verdieping	+6,7
Vermindering van het meeronderhoud wegens het verlaten van stortplaats 3	-1,2
Totaal te bergen	19,4
Gemiddeld geborgen bovenstrooms stortplaats 13 in het tijdvak 1979-1983	-12,4
Vermindering van de bergingscapaciteit door het verlaten van stortplaats 3	+3,9
Blijft te storten benedenstrooms Ebschaar Everingen (13) afgerond	10,9 11,0

Hierbij wordt opgemerkt dat in genoemde 10,9 mln. m³/j 2,2 mln. m³/j begrepen is afkomstig van de drempel van Borssele. Het totale specietransport van het oostelijk naar het westelijk deel van de Westerschelde zal bijgevolg 8,7 mln. m³/j bedragen, echter met een onzekerheidsmarge van ca. 10%.

Als potentiële stortplaatsen in het westelijk deel van de Westerschelde komen o.a. in aanmerking : de Vloedschaar van Everingen, Schaar van de Spijkerplaat en het vaarwater langs Hoofdplaat.

6.5. Stabiliteit van de oevers.

1. Te verwachten inscharing van de oevers tijdens en na verdieping.

A. Algemene beschouwing.

Bij het verrichte onderzoek naar de te verwachten ligging en stabiliteit van de oevers omstreeks "1990" (zie hfdst. 6.1) zijn in eerste aanleg de onverdedigde schaaroevers langs het hoofdvaarwater, stroomopwaarts van Terneuzen in beschouwing genomen.

Deze oevergedeelten zijn op bijlage 6.5.1 als oevervakken 1, 2, 3 en 4 nader aangeduid. De ligging en bodemopbouw van deze oevergedeelten, t.w. : de linkeroever van het Vaarwater boven Bath, de rechteroever van het Nauw van Bath, de linkeroever van de Overloop van Valkenisse en de linkeroever

van het Gat van Ossensisse is in hoofdstuk 4.5 aan de orde geweest.

Voor de bewuste oevergedeelten is de inscharing met aanduiding van de dieptelijnen van NAP-5m voor de jaren 1955, 1971 en 1981 achtereenvolgens op de bijlagen 6.5.2, 6.5.3, 6.5.4 en 6.5.5 weergegeven. Op basis van de opgetreden inscharing in het laatste decennium en uitgaande van de in 1981 aanwezige ligging, is de in "1990" te verwachten ligging van de dieptelijn van NAP-5m op genoemde bijlagen nader aangeduid.

Voorts is op genoemde bijlagen de ligging van de veengrens aangegeven volgens de hieromtrent door de Geologische Dienst verstrekte gegevens. Met name op bijlage 6.5.3 is de aanduiding van de omstreeks 1960 bepaalde veengrens blijkens nadere gegevens niet volledig.

Op grond van het in hoofdstuk 4.5 met betrekking tot de bodemopbouw ter plaatse van de bewuste oevergedeelten gestelde, blijkt dat behoudens enkele lokale uit valgevoelig zeezand opgebouwde oevergedeelten, ter plaatse van de linkeroever van het Vaarwater boven Bath, de rechteroever van het Nauw van Bath, de linkeroever van de Overloop van Valkenisse en de rechteroever t.h.v. Hansweert op de aanwezigheid van niet valgevoelige oude kerngronden kan worden gerekend. De linkeroever van het Gat van Ossensisse is over een aanzienlijke lengte uit valgevoelig jong zeezand opgebouwd. Langs de linkeroever van het Vaarwater boven Bath en de rechteroever van het Nauw van Bath blijkt de gemiddeld te verwachten inscharing vrij beperkt (tot 3 à 6m/j, dit was tot 1950 ca. 1m/j).

De het Vaarwater Boven Bath kruisende zinkers "1966", "1970" en "1965" (bijlage 6.5.2) zijn destijds in het beloop van de linkeroever ingebaggerd. Door inscharing is de oeverwand van de zinkers "1966" thans reeds vrij dicht genaderd. Bij de zinkers "1965" en 1970" is dit in mindere mate het geval (bijlage 6.5.6). Met name bij de zinkers "1966" dient na verloop van tijd met een noodzakelijke vastlegging van de geuloever ter bescherming van de zinkers te worden gerekend. Een dergelijke lokale verdediging zou, bij een voortgaande inscharing ter weerszijden, door het ontstaan van een zekere kribwerking op den duur tot een minder gunstige stromingssituatie in de vaargeul kunnen leiden. Ter voorkoming van een dergelijke situatie zal de oeverbescherming in voorkomend geval tijdig dienen te worden uitgebreid.

In het begin van de jaren dertig is aan de rechteroever van het Nauw van Bath een oeververdediging aangelegd. Ten westen hiervan bevindt zich een schorgebied met een maximum breedte variërend van 400 tot 700 m. Hoewel dit gebied als geheel uit niet-valgevoelige specie is opgebouwd, ligt er een zeer diepe oude geul (bijlage 4.5.4) gevuld met jong zeezand bijna aansluitend aan de verdedigde oever. De kritieke helling van 1:3 is op een enkele plaats bereikt, zodat reke-

ning moet worden gehouden met een zettingsvloeiing. Met deze laatste zal de waterkering nog geen direct gevaar lopen. Echter met de doorgaande inscharing van ca. 3m/j, ook in de niet-valgevoelige grond, zal een volgende zettingsvloeiing mogelijk wel de teen van de waterkering kunnen bereiken. In 1953 is hier ook een dijkbreuk geweest, met een geul tot ca. NAP -8m. Los van een verdieping van drempels in de Westerschelde, zal ten minste langs 300m oever een verdediging dienen te worden aangebracht, met een breedte van ca. 75m.

Ter plaatse van de Overloop van Valkenisse (Konijnenschor-Baalhoek) was de gemiddelde inscharing over de jaren 1970 t/m 1981 ca. 15m/j. Als gevolg van plaatselijk optredende ontgrondingen (afschuivingen) kunnen lokaal evenwel grotere landwaartse verplaatsingen ontstaan. Door laatstgenoemde grote achteruitgang blijken in een aaneengesloten periode van 5 jaar lokaal inscharingen tot omstreeks 120m te zijn opgetreden. In de voorgaande jaren was van een duidelijk mindere inscharing sprake. Tot 1960 werden inscharingen tot 4 à 5m/j vastgesteld. De inscharing neemt dan toe tot 8m/j in de jaren 1960-1970, hetgeen de helft is van wat thans optreedt.

De grote eroderende kracht lokaliseert zijn aanval niet alleen op de oever, maar ook op de bodem. De bodem bestaat ter plaatse van de Overloop van Valkenisse uit een vrij stevige 1 à 1½m dikke kleilaag uit het Boven-Pliocene. Deze kleilaag ligt op een diepte van ongeveer NAP-27m. Ook deze laag wordt door stroominvloeden aangetast, zeker als men het oeverbeloop vast gaat leggen. Onder de kleilaag bevinden zich vrij gemakkelijk erodeerbare zanderige lagen. Een sterke verdieping in korte tijd (8m in 1 à 2 maanden) is in dergelijk materiaal reeds eerder opgetreden op een andere plaats. Deze verdieping geeft de rivier ter plaatse een grotere afvoercapaciteit, waardoor een ontlasting van de aanval op de binnenbocht te verwachten is. Een geulversmalling is dan het gevolg, hetgeen als zeer ongunstig kan worden beschouwd voor de scheepvaart. Wanneer door voortdurende aantasting de kleilaag voor een oeverbekleding zou verdwijnen dan bestaat er groot gevaar voor ondermijning en afschuiving van het verdedigde beloop. Een daarna nodig herstel van de talud-verdediging en beschermen van de bodem wordt veel duurder dan bij preventieve bescherming. Overwogen moet worden of met een oeververdediging gelijktijdig ook een bodembescherming moet worden aangebracht. Hierbij valt te denken aan een zoolstuk van ca. 50m breedte, of een losse bestorting van ca. 100m breedte langs de aangevallen oever.

Meer stroomafwaarts bij Walsoorden is reeds een oeververdediging aangebracht. Door periodiek baggerwerk aan de rechtergeuloever wordt deze verdediging en de bodem ontlast. Bij het Oude Hoofd van Walsoorden is de kleilaag plaatselijk verdwenen en is een diep gat ontstaan (Hfdst. 3.2.1). Ook in de Bocht van Walsoorden dient de dikte van de kleilaag nauwlettend in de gaten te worden gehouden. Wanneer namelijk een doorbreking van de kleilaag ontstaat gevolgd door een grote lokale verdieping kan de oeververdediging door ondermijning bezwijken. Het afvlakken van het talud met stortsteen

(slakken) gevolgd door een oeververdedigingsstuk is zeer duur. Ook hier geldt dat voorkomen beter is dan genezen. Voor de voor het oeverbeloop gelegen bodemgeul zal een verdedigingsstrook moeten worden overwogen, wanneer de ter plaatse aanwezige kleilaag sterk is aangetast (b.v. wanneer deze is gereduceerd tot 0,5m). Niet alleen een zoolstuk en een bodembekleding heeft een gunstig effect op de bodem- en oeververdediging, maar ook baggerwerk aan de er tegenoverliggende geuloever kan ter ontlasting als alternatief worden gezien.

Naast een zekere wijziging in de ligging van de betreffende vaargeulen zal de te verwachten inscharing tevens tot een overeenkomstige afname van de aangrenzende vooroevers of schorgebieden leiden. Bovendien dient in dit kader met een noodzakelijke verplaatsing van de op verschillende plaatsen langs de oevers aanwezige lichtbakens te worden gerekend.

Indien de geul verder landwaarts gaat, komt op een zeker moment de waterkering in gevaar. Op bijlage 6.5.7 [128] is aangegeven wat om deze reden reeds tot "1990" en waarschijnlijk in de toekomst moet worden vastgelegd.

Naast de hierboven genoemde rivierkundige en nautische redenen kan ook uit landschappelijk oogpunt en met het oog op de belangen van het natuurlijk milieu een oeververdediging plaatselijk gewenst zijn.

Bij een verdere toename van de verdieping en de baggervolumes op de drempel van Hansweert, zal met name bij eb een toename te verwachten zijn van de aanstroming van het oevergedeelte tussen de buitenhaven van Hansweert en de veerhaven.

Het wordt verwacht, dat op het geplande tracé van de tunnel (WOV) verdiepingen zullen optreden van $1\frac{1}{2}$ à 2m. Bij het ontwerp en de uitvoering van deze vaste oeververbinding zal hiermee terdege rekening dienen te worden gehouden.

Langs de linkeroever van het Gat van Ossenissee was van een vrij aanzienlijke inscharing sprake. Voor het laatste decennium kan deze op maximaal 12m/j worden gesteld. Lokale stortefecten en de aanwezigheid van stroomresistentere oeverstukken hebben de (versterkte) natuurlijke ontwikkeling van deze oever door het ontstaan van de Overloop van Hansweert plaatselijk enigszins geremd en een grillig verloop gegeven aan de inscharing. De Nol van Ossenissee heeft in samenhang met de opgetreden inscharing van de linkeroever van het Gat van Ossenissee (bijlage 6.5.5) geleidelijk aan (met name bij vloed) een wat grotere kribwerking verkregen. Deze zowel voor de oeververdediging ter plaatse, als voor het stroombeeld in het aangrenzende deel van het Gat van Ossenissee (Overloop van Hansweert) wat minder gunstige situatie, zal bij een te verwachten voortgaande inscharing nog worden versterkt.

B. Samenvatting.

Volgende tabel geeft een overzicht van de onder A beschreven inscharing, zoals die zich in het verleden heeft voorgedaan langs de belangrijkste oevers.

Tabel : Gemiddelde inscharing in m per jaar.						
	1	2	3	4	5	6
geulgedeelte	vóór 1950	1950- 1970	1970- 1980	zonder verdie- ping	met verdie- ping 48'/43'	Max. inscha- ring tijdens verdie- ping °
Vaarwater boven Bath (linkeroever)	1	2,5	6	3	6	6
N.v.Bath (rechteroever nabij Bath)	1,5	2	3	2	3	3,5à4
Konijnenschor- Baalhoek	5	7	15	7	15	20à30
Bocht Walsoor- den buiten ver- dediging	2	3	4	2	4	5
Hansweert rechteroever	6,5	9	7	5	7	8
Gat van Os- senisse	10	8	12	10	12	12à15

° van beperkte duur.

Kolom 4 in deze tabel geeft de gemiddelde jaarlijkse inscharing over een periode van 10 jaar zoals die zonder verdere geulverdieping kan worden verwacht. In kolom 5 is de te verwachten inscharing over een periode van tien jaar bij uitvoering van het verdiepingsprogramma gegeven. De geschatte jaarlijks te verwachten inscharing is voornamelijk aan de ontwikkelingen in de periode 1970-1980 ontleend. Gedurende periode 1970-1975, waarin in feite een eerste verdiepingsprogramma is uitgevoerd, was duidelijk van een versterkte inscharing sprake. In het aansluitende tijdvak 1976-1980 (waarin niet verder werd verdiept) werd een afname van de inscharing vastgesteld. Tijdens de uitvoering zelf van het programma 48'/43' wordt eenzelfde versnelde inscharing verwacht (kolom 6).

Langs de rechteroever bij Hansweert is - na het aanvankelijk opruimen van het aldaar afgezette jonge zeezand - omstreeks 1965 het uit oude kerngronden opgebouwde oevergedeelte bereikt. Uit de aanwezigheid van laatstgenoemd meer stroomresistent materiaal valt de wat afgenomen inscharing nu 1970 te verklaren.

Na consolidatie van het verdiepingsprogramma zal de inscharing (vermeld in kolom 5) toegroeien naar de cijfers van kolom 4 (zonder verdere verdieping).

2. Uit te voeren oeververdedigingen.

De zonder verdieping te verwachten inscharing van de onverdedigde schaaroevers van het hoofdvaarwater bovenstrooms van Terneuzen heeft, naast een zekere wijziging in de ligging van de vaargeul, mede een aantasting van de aangrenzende vooroevers tot gevolg. Als gevolg van de hiervoor geschetste te verwachten ontwikkelingen dient uit oogpunt van dijkbeheer rekening te worden gehouden met het aanleggen van de volgende oeververdedigingen (bijlage 6.5.7) :

- rechteroever Nauw van Bath, direct stroomafwaarts van Bath ca. 300m.
- linkeroever Overloop van Valkenisse, t.h.v. Baalhoek, ca. 800m.
- linkeroever Overloop van Valkenisse, aansluitend aan de bestaande verdediging ter hoogte van de haven van Walsoorden ca. 700m.
- b- ca. 500m onverdedigde oever tussen de nieuwe havenmond van Hansweert en de veerhaven van Kruiningen.
- linkeroever Gat van Ossenis, bij de Nol van Ossenis ca. 200m en als oostelijke uitbreiding van de bestaande verdediging voor de Eendragtspolder ca. 300m lengte.

Voor de veiligheid van de hoogwaterkering ter hoogte van de linkeroever van het Vaarwater boven Bath zijn naar verwachting nog geen verdedigingswerken noodzakelijk. Gerekend met een gemiddelde breedte van 100m bedraagt de totaal te verdedigen oppervlakte ca. 280.000m².

Een eventuele verdediging van de geulbodem is buiten beschouwing gelaten.

In dit kader kan tevens versneld een noodzakelijke verplaatsing van de verschillende langs de geulrand aanwezige lichtbakens worden verwacht. Verdere versmalling van de relatief brede schor- en slikranden is niet alleen nadelig uit milieu-oogpunt doch kan in verband met vermindering van de golfreducerende werking bovendien gevolgen hebben voor de veiligheid van de hoogwaterkering. Vóór de verdieping speelt een en ander echter geen rol.

Beoordeling in hoeverre de ontwikkeling van de andere dan de hiervoor beschouwde oevervakken zal worden beïnvloed door de verdiepsingswerken kan pas plaats vinden als de noodzaak van verdedigen zich aandient. Het verband tussen één en ander moet niet bij voorbaat worden uitgesloten.

6.6. Natuur, Milieu, Visserij en Recreatie.

1. Natuur en Milieu.

A. Het Mondingsgebied - Abiotische componenten.

a) Waterbeweging en morfologie.

Zoals blijkt uit hoofdstukken 6.1 t/m 6.3 zal een verdieping van de scheepvaartgeul in het Scheur geen wezenlijke invloed hebben voor zowel de waterbeweging (reststromen, circulatiepatronen, getij) als voor de morfologie in het aangrenzend deel van het Continentaal Plat. Gevolgen van een verdieping voor natuur en milieu door veranderingen in waterbeweging en morfologie zullen dan ook zeer gering blijken.

b) Waterkwaliteitsverandering.

In 1981 werd ruim 32 mln. m³ in het Scheur gebaggerd (onderhoud + verdieping). Verdieping tot 48'/43' betekent een toename van de baggerwerkzaamheden, ten eerste voor de verdieping en ten tweede voor toekomstig onderhoud. Naar verwachting zal het onderhoud in de toekomst ca. 18 mln. m³ per jaar bedragen, hetgeen een verdubbeling ten opzichte van het huidige onderhoud inhoudt.

De gevolgen van deze verdieping op de waterkwaliteit rond het Scheur worden hierna besproken aan de hand van de waterkwaliteitsparameters zwevend stof, zuurstof en nutriënten, chloride, organische en anorganische microverontreinigingen.

- Zwevend stof.

Vermoedelijk zullen door de toename van de hoeveelheid gebaggerde plus gestorte specie rond het Scheur ook de zwevende stofgehalten toenemen.

- Zuurstof en nutriënten.

In het ten opzichte van de Westerschelde meer slibrijke sediment van het Scheur komen hogere gehalten aan niet-geoxideerde organische- ammonium- en (slecht oplosbare) fosfaatverbindingen voor. Tijdens het baggeren komen deze stoffen in de waterfase terecht, waarbij de fosfaatverbindingen weer snel bezinken. In het algemeen zal de verdunning met zeewater zo groot zijn dat in de omgeving van het baggertuig geen verhoging van het gehalte aan nutriënten waarneembaar zal zijn. Onbekend is of er een zuurstofdaling meetbaar zal zijn.

- Chloride.

Het aandeel van het zoet water uit de Schelde is in het Scheur zo gering (ca. 1%) dat een verdieping van de vaargeul geen verhoging of verlaging van het chloridegehalte zal veroorzaken.

- Organische en anorganische microverontreinigingen.

De absolute gehalten aan anorganische microverontreinigingen in het sediment van het Scheur zijn vergeleken met de Westerschelde (Hfdst. 4.6.3). Gecorrigeerd voor de korrelgrootteverdeling is dit sediment echter vergelijkbaar met dat van de Oosterschelde en is daardoor als niet verontreinigd te beschouwen. Een toename van de baggerwerkzaamheden zal dan ook nauwelijks gevolgen hebben in de gehalten aan organische en anorganisch microverontreinigingen.

B. Het Mondingsgebied - Biotische componenten.

Voor het bergen van de extra specie t.g.v. de verwachte toename van onderhoudsbaggerwerk (ca. 18 mln m³ per jaar i.p.v. 9 mln) wordt gedacht aan een intensiever gebruik en uitbreiding van de huidige stortplaats S1 (zie bijlage 3.3.1). Duidelijk is dat het bodemleven in en nabij de stortplaats zich niet zal kunnen handhaven vanwege de steeds vaker terugkerende stortingen. De bodem krijgt geen kans zich tussentijds te herstellen. Minder duidelijk is in hoeverre de invloed van deze stortingen op het bodemleven zich uit zal strekken tot een groter gebied om de stortplaats heen. De grootte van het gebied onder directe invloed van de stortingen is ca. 30 km² (zie bijlage 3.3.2). Zoals gesteld in hoofdstuk 4.4.1.B. blijft slechts ca. 7% van de gestorte specie op en nabij de stortplaats liggen. De stortplaats S1 maakt deel uit van een groter gebied, de kustzone, waarin de diversiteit en biomassa van het bodemleven vrij hoog zijn ([47] [61]). Dit bodemleven is van groot belang als voedselbron voor vissen en vogels. Een verdubbeling van de hoeveelheid jaarlijks te storten specie op S1 zal leiden tot verhoogde schade aan het bodemleven in het betreffende gebied rond S1. Dit effect is echter niet gekwantificeerd. Het vermoeden bestaat dat het hier gaat om een zeer geringe invloed t.o.v. de omgeving.

C. De Westerschelde - Abiotische componenten.

a) Waterbeweging en Morfologie.

Ten gevolge van de voorgenomen verdieping 48'/43' zullen naar verwachting de vloed- en ebvolumes in het hoofdvaarwater in het oostelijk deel van de Westerschelde met ca. 5 à 15% toenemen. De volumes in de aangrenzende vloedscharen (Schaar van Waarde, Schaar van de Noord, Appelzak) zullen met ca. 5 à 15% afnemen (Hfdst. 6.2). In deze vloedscharen, met uitzondering van de Appelzak, worden grote hoeveelheden baggerspe-

die gestort die vrijkomen bij de onderhoudsbaggerwerkzaamheden in het hoofdvaarwater (zie bijlage 3.3.2). De zijdelingse aan- en afvoer van water boven de ondiepe platengebieden die aan de vloedscharen grenzen zal dan ook nog verder afnemen [56]. Deze ondiepe gebieden herbergen grote aantallen organismen die afhankelijk zijn van het voedsel aangevoerd met de getijstroom. Een afname in de debieten over de platen kan tot een vermindering van het voedselaanbod leiden. Over de mate waarin deze afname nadelige gevolgen zal hebben voor de dieren op de platen is thans geen kwantitatieve uitspraak te doen.

Mede door de gewijzigde getij-omstandigheden (andere dispersiecoëfficiënten) zal het water van de Zeeschelde verder de Westerschelde in kunnen dringen waardoor de belasting van meer westelijk gelegen gebieden met verontreinigende stoffen zal toenemen.

Deze mogelijke extra-belasting van meer westelijk gelegen gebieden is in strijd met het "stand-still" beginsel, neergelegd in de Nederlandse Wet Verontreiniging Oppervlaktewater en met het in het Nederlandse structuurschema Natuur- en Landschapsbehoud geformuleerde beleidsvoornemen [77].

De voorgenomen verdieping zal leiden tot een verruiming van de hoofdgeulen stroomopwaarts van Hansweert en tot een overeenkomstig terugschrijden van de aangrenzende vooroevers en schorgebieden (Hfdst. 6.2.1, lit. [38] [74]). De totale afname van het intergetijdegebied (thans groot 8200ha) komt uit in de orde van grootte van 125 hectare, voornamelijk in de omgeving van Saeftinge maar ook ten westen van Bath en bij de Platen van Hulst (bijlage 4.6.9).

Het verlies aan schor (thans groot 2800ha) komt uit in de orde van grootte van 75 hectare voornamelijk bij het Verdrongen Land van Saeftinge [74]. Ten gevolge van de verdieping zal mogelijk aanzanding plaats kunnen vinden ter hoogte van de zuidkant van de platen van Valkenisse, ten n.o. van de Plaat van Saeftinge en ten n.o. van het Verdrongen Land van Saeftinge. De mogelijke aanwinst van intergetijdegebied die hiermee gepaard gaat zal echter maar voor een klein deel het geschatte verlies kunnen compenseren [74].

Zowel de intergetijdegebieden als de schorgebieden zijn van grote landschappelijke en geomorfologische betekenis. In het Nederlandse structuurschema Natuur- en Landschapsbehoud wordt de instandhouding en waar mogelijk het herstel van de natuurlijke waarden in de Westerschelde als beleidsuitgangspunt genomen. De gesignaleerde afname van bovengenoemde gebieden moet dan ook uit oogpunt van natuur en milieu als negatief beoordeeld worden.

Het is echter mogelijk het verlies aan schorareaal te beperken c.q. te voorkomen, door het uitvoeren van beschermingswerken.

Ook nu al is, als gevolg van vroegere verdiepingen, de situatie zodanig dat bescherming van bepaalde schorgedeelten gewenst is. Op bijlage 6.6.1 worden de meest bedreigde schorranden aangegeven.

Zoals aangegeven in hoofdstuk 4.3 leidt verdere verdieping tot een verdere regulering van de Westerschelde. De hoofdgeul wordt als het ware vastgelegd en de ligging van platen en geulen "gefixeerd". Kenmerkend voor een estuarium als de Westerschelde is echter dat het geulen en platenstelsel met de daarbij behorende milieuwaarden een dynamisch geheel vormen dat in de loop der tijden aan verandering onderhevig is. Een verdere regulering betekent dan ook dat het natuurlijke karakter van het systeem afneemt, hetgeen uit oogpunt van natuurbehoud in Nederland minder gewenst is.

b) Waterkwaliteitsverandering.

1) Door baggerwerkzaamheden.

Achtereenvolgens zullen de parameters zwevend stof, chloride, zuurstof, nutriënten, organische en anorganische microverontreinigingen beschouwd worden.

- Zwevend stof.

Een van de gevolgen van verdieping tot 48'/43' is een toename van het debiet door het hoofdvaarwater. Direct na het baggeren van de drempels zal de stroomsnelheid in de geulen toenemen, met als gevolg uitschuring van deze geulen. Hierdoor is op korte termijn een stijging van het zwevend stofgehalte te verwachten.

Een ander gevolg van de verdieping is een toename van de onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Hierdoor is op langere termijn een toename van het zwevend stofgehalte te verwachten. Vergelijking van de zwevend stofgehalten met de omvang van de baggerwerkzaamheden (verdieping ca. 2m) in de gehele Westerschelde in de 70-er jaren laat een enigszins stijgende trend in vrijwel de gehele Westerschelde zien (Hfdst. 4.6.E.b en bijlage 4.6.5.c).

In het Eems-Dollard estuarium (getijverschil 2-3m) zijn door de geulverruiming waarbij het onderhoudsbaggerwerk steeg van 8-16mln. m³ per jaar toenamen geconstateerd van ca. 75mg/l gemiddeld in 1974 tot ca. 95mg/l in 1977 [93].

Evenwel dient opgemerkt te worden dat van nature de zwevende stofgehalten in een dergelijk estuarien gebied vrij hoog en aan sterke wisseling onderhevig zijn.

Op basis van de geconstateerde toenamen in de Westerschelde en Eems-Dollard estuarium in de 70-er jaren kan gesteld worden dat voorgenomen verdieping tot 48'/43' een toename van het zwevend stofgehalte zal veroorzaken. Deze toename zal, verspreid over meerdere jaren, in de orde van grootte van 10mg/l liggen.

Dit komt overeen met een stijging van 15-30% van het gemiddeld zwevend stofgehalte in de Westerschelde.

- Chloride.

De wijzigingen van het chloridegehalte worden veroorzaakt door de wijziging van de morfologie. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 6.2.3.

- Zuurstof.

Aangezien bij het baggeren en storten de vrijkomende BOD-belasting verwaarloosbaar is ten opzichte van bestaande lozingen zullen door de toenemende activiteiten ook geen significante wijzigingen in zuurstof- of nutriëntengehalten optreden.

- Organische en anorganische microverontreinigingen.

In het algemeen zullen er geen meetbare stijgingen van de gehalten aan organische contaminanten en zware metalen in het water aan te tonen zijn als direct gevolg van het toegenomen baggerwerk. In slibrijke gebieden evenwel (met name op de drempel van Zandvliet) waar relatief meer fijne (en verontreinigde) deeltjes voorkomen zal dit wel het geval zijn. Voor zink, koper, chroom, nikkel en lood ligt de toename tussen 0,2 en 2 ug/l, voor cadmium rond 0,02 ug/l en voor kwik rond 0,004 ug/l. (Deze toenames zijn berekend aan de hand van de te verwachten stijging van het zwevend stofgehalte).

Procentueel zijn deze toenames: cadmium en nikkel minder dan 1%, lood, zink en koper 1 à 2%, kwik 0,5 à 4% en chroom 3 à 4%.

2) Door verandering van het getijverschil.

De Verdieping van de Westerschelde heeft enige vergroting van de getijverschillen tot gevolg, waardoor de menging in het estuarium zal toenemen. Met name in het oostelijk deel zal dit leiden tot een grotere verdunning van het verontreinigende Scheldewater met het schonere Westerscheldewater. Deze verdunning zal hierdoor een -geringe- verbetering van de slechte waterkwaliteit in het oostelijk deel van de Westerschelde veroorzaken ("Dilution is the solution of pollution"). Mede door de gewijzigde getijomstandigheden (andere dispersiecoëfficiënten) zal de belasting van meer westelijk gelegen gebieden met het water van de Zeeschelde en de daarin aanwezige verontreinigingen toenemen. Het gevolg is een verslechtering van de waterkwaliteit in het westen.

Na verdieping zal als gevolg van de overigens geringe stijging van het zoutgehalte verder stroomopwaarts dan nu het geval is een uitvloeking van zwevend stof met de daaraan geadsorbeerde contaminanten optreden. Hierbij is echter geen rekening gehouden met de lozingen van de Bathse spuisluis.

3) Door verschuiving van stortplaatsen naar het westen.

Ten gevolge van de verdieping zal er ca. 9,5 mln. m³ sterker verontreinigde specie uit het oostelijk deel van de Westerschelde gestort moeten worden op nieuwe stortlokaties in het westelijk deel (Hfdst. 6.4).

Storten van deze sterker verontreinigde specie in het relatief schonere westelijk deel zal ten eerste de bodem daar verder verontreinigen. Door natuurlijke invloeden (stroming, getij) wordt dit sediment weer verspreid. Onbekend is echter hoe deze verspreiding zal verlopen. In [130] is aannemelijk gemaakt dat het transport van slib langs de bodem over de gehele lengte van de Westerschelde stroomopwaarts gericht is. Een deel van het gestorte slib zal dus weer oostwaarts getransporteerd worden. Ten tweede kunnen door het opnieuw instellen van een bepaalde evenwichtsverdeling van organische en anorganische microverontreinigingen tussen bodem en schonere waterkolom belangrijke hoeveelheden van deze stoffen aan de waterfase worden afgegeven (Hfdst. 4.6.E.b en [42]). Met het gestelde in het structuurschema Natuur- en Landschapsbehoud [77], waarin de instandhouding en het herstel van natuurlijke waarden richtinggevend zijn voor het beleid, is een dergelijke verdere verspreiding van verontreinigingen in strijd.

D. De Westerschelde - Biotische componenten.

Zoals al eerder aangegeven (Hfdst. 6.6.1.C.a) zal de verdieping leiden tot een verlies aan schor van ca. 75 hectare, voornamelijk in het Land van Saeftinge. Ook zullen er ca. 125 hectare intergetijdegebied verloren gaan in het oostelijk deel van de Westerschelde. In hoofdstuk 4.6 is het belang van deze gebieden voor de levensgemeenschappen in de Westerschelde al onderstreept. Het Land van Saeftinge is, ook op mondiaal niveau, van groot belang als broed- en voedselgebied voor diverse vogelsoorten. Het intergetijdegebied herbergt grote aantallen bodemdieren, garnalen en jonge platvis en biedt voedsel aan grote aantallen vogels. Een verlies van dergelijke gebieden moet gelet op het beleid in Nederland [77] zoveel als doenlijk worden vermeden.

Ten gevolge van de voorgenomen verdieping zullen er jaarlijks aanzienlijke hoeveelheden baggerspecie (d.w.z. bodemsediment) gestort moeten worden op, deels thans nog niet gebruikte stortlokaties in het westelijk deel (stroomafwaarts van Baarland) van de Westerschelde (Hfdst.6.4, bijlage 3.3.2 en [56]). Het gaat daarbij om maximaal 9,5 mln. m³ per jaar extra.

Het areaal aan benodigde stortplaatsen in dit deel van de Westerschelde zal hierdoor bijna verdubbeld worden. Daar deze gebieden relatief diep zijn gelegen en minder rijk zijn dan de ondiepere gebieden zal de direkte schade aan het bodemleven relatief beperkt blijven.

Een groot deel van deze 9,5 mln. m³ bestaat uit relatief schoon sediment van mariene afkomst. Specie afkomstig van de drempels van Hansweert en Valkenisse behoort hiertoe. Een groot probleem vormt echter de meer slibrijke specie afkomstig van lokaties bovenstrooms van de drempel Bath, met gehalten aan zware metalen die tenminste 2 à 5 maal hoger liggen dan vergelijkbare specie uit schone gebieden.

Tot heden werd er jaarlijks ca. 1 mln. m³ van deze sterk verontreinigde specie op stortplaatsen in het oostelijk deel van de Westerschelde gestort. Door de verdieping zal deze hoeveelheid aanmerkelijk toenemen. Op bijlage 6.6.2, fig. 1, wordt het verloop van de gehalten aan cadmium en kwik weergegeven zoals gemeten in het bodemsediment op diverse lokaties.

De verschillen op fig. 1 (bijlage 6.6.2) worden deels veroorzaakt doordat bodemsediment uit het oostelijk deel (bv. Zandvliet) van nature fijner is van samenstelling dan sediment uit het westelijk deel. De gehalten aan cadmium en kwik ter plaatse van Drempel van Zandvliet zijn echter nog altijd ca. 3 à 4 maal hoger dan in sediment van vergelijkbare samenstelling uit een niet verontreinigd gebied (zie bijlage 4.6.7 en tabel 15b). De gehalten aan cadmium in mosselen uit de Westerschelde weerspiegelen de gehalten in de bodem, zoals blijkt uit bijlage 6.6.2, fig.2.

De cadmiumgehalten in zowel mosselen als in schorplanten uit het oostelijk deel van de Westerschelde overschrijden duidelijk de (concept-) richtlijnen voor consumptie door de mens.

Uit gericht onderzoek is ook gebleken [58] dat hogere gehalten aan cadmium in bodemsediment leiden tot verhoogde gehalten in bodemdieren. Een verplaatsing van relatief grote hoeveelheden sterk verontreinigde bodemsediment van het oostelijk naar het westelijk deel (zie hfdst. 6.6.1.C.b.3) van de Westerschelde zal dan ook leiden tot hogere gehalten aan schadelijke stoffen, waaronder met name cadmium, in zowel bodem als bodemdieren in het westelijk deel. Ook de gehalten in vissen en vogels, die bodemdieren als voedsel nemen, kunnen dan toenemen. Een dergelijk effect moet uit oogpunt van natuur en milieu als negatief beoordeeld worden.

Vanuit milieu-oogpunt bezien is berging van sterk verontreinigde specie in de Westerschelde onaanvaardbaar.

Ten gevolge van de verdieping en de daarmee samenhangende wijzigingen in het getijregime zal het water van de Schelde en de daarin aanwezige verontreinigingen verder de Westerschelde indringen (zie hfdst. 6.6.1.C.b.2). Hierdoor zal de bovengenoemde stijging van schadelijke stoffen in bodemdieren verder versterkt worden.

T.g.v. de verdieping zullen de zwevende stofgehalten in de Westerschelde met ca. 15 à 30% toenemen. Aangezien de primaire produktie hoogstwaarschijnlijk beperkt wordt door de hoe-

veelheid licht onder water, zal de stijging van het zwevend stofgehalte leiden tot eenzelfde afname van de produktie.

Deze produktie is een zeer belangrijke voedselbron voor het systeem als geheel en een vermindering daarvan zal dan ook negatieve gevolgen hebben voor bodemdieren, vissen en vogels.

Als gevolg van de verdieping zullen in het oostelijk deel de debieten boven de platen verder afnemen. Hierdoor kan het voedselaanbod aan bodemdieren, vissen en vogels in en op de platen nadelig beïnvloed worden. Het is echter thans niet mogelijk om deze effecten te kwantificeren.

Het baggeren en storten oefent een negatieve invloed uit op de bodemdierpopulaties. De gevolgen hiervan in de gehele Westerschelde zullen niettemin beperkt blijven. De drempels liggen namelijk in een hoofdgeul op een diepte van ca. NAP-14m. De stortplaatsen liggen in vloedscharen op een diepte tussen ca. NAP-8m en -13m en lokaal in diepere geulen (bijlage 3.3.2). De maximale stroomsnelheden in beide gebieden bedragen ca. 1,5m/s en de aanwezige bodem is derhalve instabiel en bestaat uit zogenaamd "wandeland zand". In een dergelijk milieu zijn de aantallen bodemdieren klein en zal de schade beperkt blijven.

E. Mogelijke maatregelen ter beperking van de nadelige gevolgen.

- Teneinde de afname van schor en intergetijdegebied in het oostelijk deel van de Westerschelde te voorkomen, kan men de betreffende oevergedeelten onder de laagwaterlijn beschermen tegen afslag met bijv. stortsteen. Voor een overzicht van de meest bedreigde schorranden zie bijlage 6.6.1.
- De negatieve effecten verbonden aan het verplaatsen van bodemsediment in westelijke richting kunnen mogelijkerwijs op een tweetal manieren beperkt worden :
 - a) De sterker verontreinigde specie uit het meest oostelijk deel (Zandvliet, Lillo) dient zo veel als technisch mogelijk op de meest oostelijk gelegen stortplaatsen gestort te worden.
 - b) Een andere mogelijkheid is het gecontroleerd storten van deze specie op land -wat thans reeds wordt toegepast- of op een kunstmatig eiland.

Het nauwkeurig uitvoeren van baggerwerk om aldus de hoeveelheid te verplaatsen specie te beperken is eveneens een middel om de nadelige gevolgen te beperken.

Opgemerkt moet worden dat het jaarlijks onttrekken van enkele miljoenen m³ specie gevolgen zal hebben voor de zandbalans van de Westerschelde. Een dergelijke onttrekking zou ook de regulering van de Westerschelde, die in 6.6.1.C.a. ter sprake kwam, bevorderen. Een dergelijke regulering heeft ook nadelen uit oogpunt van natuurbehoud. Een en ander dient dan ook eerst afgewogen te worden.

De enige afdoende oplossing op lange termijn is sanering bij de bron. Het overgrote deel van de schadelijke stoffen dat in het sediment van de Westerschelde terecht komt is afkomstig van de Zeeschelde. Sanering van de Zeeschelde is dan ook een voorwaarde om op langere termijn de gehalten aan schadelijke stoffen in het sediment van de meest oostelijk gelegen drempels tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen. Opgemerkt dient te worden dat ook na een sanering van de Zeeschelde, het wellicht nog vele tientallen jaren, zoniet langer, zal duren alvorens de gehalten aan schadelijke stoffen in de bodem en in de waterfase op een aanvaardbaar niveau liggen.

De mogelijkheden die hierboven genoemd zijn dienen alleen als een eerste terreinverkenning gezien te worden. De technische haalbaarheid en rendement van de genoemde maatregelen zijn hier dan ook niet aan de orde geweest.

2. Gevolgen voor de visserij.

De verdiepingswerkzaamheden hebben een gevoelige verhoging van de te baggeren en te storten hoeveelheden specie tot gevolg. Volgende effecten kunnen van invloed zijn op de kraamkamerfunctie, de visstand en de beroepsvisserij :

- Hogere zwevende stofgehalten.

Gesuspendeerd materiaal kan zich hechten aan de kieuwen van de vislarven en andere jonge, zowel pelagisch als bentisch levende dieren. Door de toekomstige baggerwerken is een toename van het gemiddelde zwevende stofgehalte met 15-30% te verwachten in de Westerschelde. Voor het Scheur is een toename minder duidelijk vast te stellen. Jonge vis en larven komen korte tijd in grote aantallen in de Westerschelde voor en zijn dan afhankelijk van een voldoende voedselaanbod, wat gevormd wordt door fyto- en zoöplankton. De produktie van dit voedsel kan nadelig beïnvloed worden door de toename van de zwevende stofgehalten. Gezien de van nature al erg hoge en sterk wisselende zwevende stofgehalten in deze gebieden, zijn de effecten van voornoemde toename op de kraamkamerfunctie en dus de toelevering van jonge vis aan de Noordzee, niet goed te schatten.

Onbekend is, of jonge vis van andere gebieden als de Oosterschelde, kuststrook en Waddenzee eventuele verliezen zullen compenseren.

- Grotère benodigde oppervlakte aan stortplaatsen.

De grotère benodigde oppervlakte aan stortplaatsen kan onder meer betekenen dat er een aantal plaatsen waar de jonge vis en garnaal voedsel zoeken en waar ze opgroeien alvorens naar zee te trekken, verloren gaat.

Door deze beperking van potentieel opgroeigebied, alsmede door de bovengenoemde verminderde voedselproductie kan er een zgn. "crowding"-effekt gaan optreden, hetgeen zich uit in geremde groei en een verhoogd percentage zieke dieren.

- Verschuiving stortplaatsen naar het westen van de Westerschelde.

Het verschuiven van de stortgebieden naar het westen van de Westerschelde geeft een grotere verspreiding van de in het oosten in grotere hoeveelheden voorkomende verontreinigingen.

Deze verontreinigingen kunnen zich ophopen in bodemdieren, die weer als voedsel dienen voor vogels en vissen. Een groter aantal vogels en vissen kunnen daardoor vergiftigd c.q. niet meer voor consumptie geschikt worden (Hfdst. 6.6.1.D).

Of en zo ja in hoeverre bovenstaande nadelige invloeden doorwerken naar een groter gebied is niet aan te geven.

3. Gevolgen voor de recreatie.

- Het zwevend stofgehalte in het Westerscheldewater zal door de verdiepingswerken toenemen en tot gevolg hebben dat de toch al minder goede helderheid van het water (tijdelijk) verder zal afnemen. Naar verwachting zal deze vertroebeling niet van zodanige aard zijn dat het thans in het Westerscheldegebied nog op diverse plaatsen voorkomende goede en aanvaardbare zwemwater ongeschikt zal worden.
- Op een aantal plaatsen zullen ten gevolge van de verdiepingswerken versterkte inscharingen van de oevers optreden. In het algemeen wordt verwacht dat deze inscharingen zich niet zullen voordoen op plaatsen waar veel oeverrecreatie plaats vindt.
- Op enkele plaatsen, o.a. in de Zimmermangeul en het Straatje van Willem, kunnen bij vloed versterkte dwarsstromingen ontstaan (in de huidige toestand dient hier ook al rekening mee te worden gehouden). Door de intensieve zeescheep- en binnenvaart en de getijstromingen is het Westerscheldegebied reeds minder geschikt voor de recreatievaart. Plaatselijke stroomtoenamen kunnen deze toestand weliswaar nadelig beïnvloeden, doch door een goede informatie aan de pleziervaart, kan dit worden ondervangen.

Resumerend kan worden gesteld dat de effecten van de verdieping van de Westerschelde voor de recreatie niet groot zullen zijn. Uitgezonderd een (tijdelijke) toename van de vertroebeling van het zwemwater en het plaatselijk ontstaan van versterkte dwarsstromingen worden geen nadelige effecten verwacht.

6.7. Veiligheid van het scheepvaartverkeer. [97] [99] [100]
[102] [103] [106] [117]

Evenals in het verleden zijn de voorgestelde getijvensters voor de opvaart van de standaardmassagoedschepen beperkt. De vaarsnelheden van deze schepen zullen in de toekomst ongeveer gelijk blijven aan de huidige. De getijvensters voor de afvaart van de grote categorie diepstekende containerschepen zullen zeer veel ruimer worden. De meeste van deze schepen zullen zelfs in het geheel niet meer getijgebonden zijn.

Het verdient aanbeveling de vaart met de diepstekende schepen in de toekomst systematischer te plannen en te volgen, waarbij zorg gedragen wordt voor een zo onbelemmerd mogelijke doorvaart. Een en ander zal er toe leiden dat de mogelijkheden binnen de getijvensters op te varen in de toekomst zullen toenemen. Enige verdere verbetering hierin kan worden bereikt indien de loodswisseling op de Rede van Vlissingen zou worden beëindigd, in welk geval er natuurlijk op moet worden gelet dat het voorzogsgebied daar met aangepaste, lagere snelheid wordt gepasseerd.

De te onderhouden drempelpelen zijn voldoende om, bij de aangehouden uitgangspunten van het projekt, de kans dat de schepen de bodem van de vaarweg raken praktisch nihil te maken. Daarbij wordt er wel van uitgegaan dat :

- op het moment dat de vaart met dieper stekende schepen wordt toegelaten een hydro-meteo-systeem volledig operationeel is, dat een deining- en een waterstandsprediktiesysteem bevat.
- de scheepvaart tussen de loodskruispost en de sluizen zodanig zal worden begeleid en gecoördineerd, dat wordt voldaan aan de kielspelings-eisen en waarbij de getijvensters bij ongunstige omstandigheden (afwaaiing, deining) zo nodig worden verkleind.
- de frekwentie van de peilingen boven de drempels in de vaarweg (2x per maand in de Westerschelde, 1x per 3 maanden in het mondingsgebied) wordt aangehouden.
- zo spoedig mogelijk met onderhoudsbaggerwerk wordt gestart nadat geconstateerd is dat het bodempeil ergens tot boven het "interventiepeil" is gestegen.
- op grond van een gedetailleerd onderzoek van de routes in het verkeersscheidingsstelsel op wrakken of ondiepten aan de diepstekende schepen gerichte informatie m.b.t. die plaatsen wordt gegeven, voor zover ze bijdragen aan de kans op bodemberoering van die schepen.

Wanneer aan deze voorwaarden wordt voldaan, zal de kans dat schepen de bodem raken t.o.v. de huidige situatie duidelijk afnemen. Met name het handhaven van een voldoende kielspeling wordt als een belangrijke voorwaarde voor een veilige

vaart gezien, niet alleen om de bodemberoering te voorkomen, maar vooral ook om een voldoende manoeuvreerbaarheid van de schepen te waarborgen. Uit een ongevalanalyse bleek dat in het verleden de "ongevalsgevoeligheid" zeer sterk toenam bij toenemende scheepsdiepgang. Bij die ongevallen ging het vooral om strandingen. Het spreekt voor zich dat het handhaven van een voldoende manoeuvreerbaarheid onder "kritieke" omstandigheden van uitermate groot belang is voor de veiligheid van de vaart.

In het verleden was, met uitzondering van enige drempels, de Westerschelde vrijwel overal zo diep dat ook de grootste schepen daar zonder bezwaar een getij konden overliggen. Sinds enige tijd is dat niet meer zo. Het kreëren van een reeks op diepte te houden noodanker- en wachtplaatsen voor getijgebonden schepen langs de gehele vaarroute zal dan ook een positief effect op de verkeersveiligheid hebben. Naast het in acht nemen van verkeersmaatregelen is het daarbij wel van groot belang dat de loodsen voldoende training kunnen opdoen in het uitvoeren van dergelijke noodmanoeuvres, die ze in de praktijk uiteraard uiterst zelden meemaken.

Op het lange en relatief smalle traject Hansweert-Zandvliet was in de periode 1966 t/m 1978 in vergelijking met de "bredere" trajecten sprake van een verhoogde kans op ongevallen met grote zeeschepen. Toch was in die periode de vaarweg vrijwel overal belangrijk breder dan volgens de "ontwerpregels" (bij goed zicht) voor de destijds grootste schepen nodig was. Ten behoeve van de verbetering van de vaarweg naar Antwerpen zal de vaargeul ter plaatse van een aantal "drempels" worden verbreed. Dit betreft echter slechts een betrekkelijk kort deel van het traject Hansweert-Antwerpen. Bij een verdere toename van de scheepsafmetingen zal de kans op strandingen op dit traject daardoor kunnen toenemen. Dit benadrukt nog eens de noodzaak van noodanker- en wachtgebieden met name op dit traject. Wel dient er op gewezen dat het in de verwachting ligt dat ook de geulen tussen de drempels zullen verbreden.

Behalve het aantal strandingen van grote zeeschepen nam in het verleden het aantal aanvaringen daarvan met andere schepen toe, naarmate de vaarweg nauwer werd. Met name aanvaringen met ontmoetende schepen leidden vaak tot aanzienlijke scheepsschade. In het rapport over de verkeerssimulatie-studie [106] wordt dan ook gekonkludeerd dat de daar gehanteerde veiligheidsmaat voor de toekomstige situatie (d.w.z. een vaarweggeometrie volgens de "prognose 1990", een verkeersaanbod volgens het "scenario 2000" en geen aanvullende nautische beheersmaatregelen) een verminderde veiligheid te zien geeft. Om de veiligheid op peil te houden worden bij die vaarweggeometrie een aantal verkeersafspraken nodig geacht waardoor verkeerssituaties, die op grond van de voor de Westerschelde afgeleide ontwerpregels op bepaalde vaarwegtrajecten niet mogelijk zijn, worden voorkomen. Ook gezien de verhoogde ongevalskans in 1966...1978 in vaargeultrajecten die relatief smal waren, maar toch nog breder dan volgens de ontwerpregels

(zonder toeslag voor slecht zicht), is dit geen overbodige luxe.

Opvallend vaak was slecht zicht één van de oorzaken, die tot een ernstig ongeval leidden. Een vaargeulbreedte met bijhorende verkeersafspraken volgens de "ontwerpregels" lijkt daarom niet voldoende om een toename van het aantal ongevallen met grote zeeschepen te voorkomen. Bij een goede navigatie-assistentie in geval van slecht zicht en een adequate verkeers-begeleiding, waarbij behalve de volgens de ontwerpregels "bovenmaatse" verkeerssituaties in geval van slecht zicht, harde wind, extra stroom enz. ook andere "gevaarlijke" verkeers-situaties op de kritieke deeltrajekten worden voorkomen, is het echter zeker mogelijk de verkeersveiligheid in de ontworpen vaarweg zelfs te verhogen. De uitgevoerde verkeerssimulaties hebben aangetoond dat een dergelijke regeling zonder aanzienlijke vertragingen in de verkeersafwikkeling mogelijk is.

De Drempel van Borssele is, in de laatste jaren, door een ongunstige morfologische evolutie, voor de grootste zeeschepen, naast de Rede van Vlissingen het belangrijkste ongevalsconcentratiepunt geworden. Zeker bij slecht zicht en/of wind zijn diverse ontmoetingen hier niet veilig mogelijk. Ook de passage van de grootste zeeschepen leverde - bij sterke dwarsstroom en slecht zicht - in het verleden herhaaldelijk problemen op. Verkeersbegeleiding vanuit een verkeerspost op de wal, op grond van een goede positiebepaling van de schepen en informatie m.b.t. de stroomsnelheden, zal naar verwachting, wanneer daarnaast ook de vaargeul wordt verbreed, de afname van de verkeersveiligheid door de komst van grotere schepen ruimschoots compenseren.

De verkeersveiligheid op de Rede van Vlissingen kan verder worden verbeterd door op de grootste schepen de rivierloodsen al op de loodskruispost op zee aan boord te nemen resp. van boord te laten. Voor de trajekten die thans reeds relatief ruim zijn (het mondingsgebied ten westen van Vlissingen, het traject Borssele-Hansweert) wordt aanbevolen op- en afvaart met de grootste schepen vanaf de wal te volgen en, zo nodig, navigatie-assistentie te verlenen (vooral bij slecht zicht) en te adviseren m.b.t. de planning van oploop- en ontmoetings-situaties.

Tenslotte moet nog worden opgemerkt dat het aantal strandingen van en boeiaanvaringen door grote zeeschepen nabij de Zandvlietsluis in de periode van 1966 t/m 1978 hoog was. Bij een verdere toename van de scheepsafmetingen lijkt het nodig dat de grootste zeeschepen altijd kunnen beschikken over sleepboten met een voldoende vermogen. Deze kunnen ook bij eventuele strandingen en (nood)anker- en keermaneuvers van standaardschepen hun nut bewijzen. Een aantal van dergelijke krachtige sleepboten is in de loop van 1983 in Antwerpen in gebruik genomen, terwijl verdere uitbreiding voorzien is.

Kombinatie van de ontworpen vaarwegverruiming met aanpassing c.q. aanvulling van bestaande regelingen en verkeersafspraken (rekening houdend met de ontwerpregels) en de hiervoor opgesomde aanvullende investeringen en maatregelen zullen er

toe leiden dat de veiligheid van het scheepvaartverkeer niet zal verminderen als gevolg van het verdiepingsproject en de introductie van de vaart met grotere schepen. Afhankelijk van de wijze waarop de verkeersbegeleiding wordt uitgevoerd is er zelfs enige verbetering van de veiligheid t.o.v. de huidige situatie mogelijk.

6.8. Risico's voor mens en milieu als gevolg van het scheepvaartverkeer. [115] [131]

Het uitvoeren van werkzaamheden aan een vaarweg met als doel het varen met grotere schepen mogelijk te maken kan de veiligheid van de bevolking rond de vaarweg op een aantal manieren beïnvloeden. Hier wordt alleen ingegaan op die veiligheidsrisico's, die samenhangen met het vervoer van gevaarlijke stoffen.

Veranderingen, die in principe een toename van het risico voor de bevolking kunnen veroorzaken, zijn dan :

1. Een toename van de kans dat een schip, dat gevaarlijke stoffen vervoert, bij een ongeval betrokken raakt :
 - a. door een toename van het aantal ongevallen (bij gelijkblijvend verkeersaanbod).
 - b. door een toename van het verkeersaanbod.
 - c. door een toename van het vervoer van bepaalde categorieën gevaarlijke stoffen, met als gevolg een toename van het aantal schepen dat deze stoffen vervoert.
2. Een toename van de kans dat bij een ongeval, waarbij een schip met gevaarlijke lading betrokken is, deze lading vrijkomt als gevolg van :
 - a. hoger snelheden van de "overige" schepen.
 - b. grotere massa of andere vorm van de "overige" schepen.
3. Een toename van de maximale hoeveelheid gevaarlijke stof, die bij één ongeval vrijkomt, door een toename van de grootte van de schepen en/of ladingstanks waarin die stof wordt vervoerd.
4. Een afname van de afstand tussen de plaats, waar de stof vrijkomt, en een bevolkingscentrum door een wijziging in het tracé van de vaarweg.

Door de TNO-hoofdgroep Maatschappelijke Technologie is een studie uitgevoerd naar de gevolgen van de verdieping van de Westerschelde voor de veiligheid van de bevolking [115]. Een van de uitgangspunten van dat onderzoek was dat het uiteindelijke vaargeulontwerp en de daarbij toe te passen nautische beheersmaatregelen zodanig zullen worden gekozen dat het aantal aanvaringen na de verdieping zal afnemen bij een gelijk blijvend vervoersbeeld. In hoofdstuk 6.7 is aanneme-

lijk gemaakt dat dit inderdaad verwacht mag worden. Verder is de snelheid van de getijgebonden schepen na de verdieping ongeveer gelijk aan de huidige. Aangenomen is dat de verhoging van de verkeersveiligheid op de Westerschelde zodanig is dat behalve de mogelijke effecten van het verdiepingsproject, genoemd onder 1a, ook die onder 1b en 2 niet leiden tot een toename van de risico's voor de bevolking. Verder verandert het tracé van de vaarweg alleen wezenlijk ver op zee (bij de Akkaert-Bank). De plaats waar dat gebeurt ligt zo ver van de bewoonde wereld dat het effect van de tracé-verandering verwaarloosbaar is. Het onderzoek is daarom geheel gericht op mogelijk effecten van een toename van het vervoer van gevaarlijke stoffen (1c) en van de grootte van de schepen die ze vervoeren (3), beide voor zover veroorzaakt door de verdieping van de vaarweg en de toegankelijkheid van de haven van Antwerpen. Naast de gevolgen voor de veiligheid van de bevolking is daarbij ook aan mogelijke schade aan het milieu enige aandacht besteed.

De studie van TNO-MT [115] bestond uit :

- het uitvoeren van een beperkte risico-analyse van het huidige transport van gevaarlijke stoffen over de Westerschelde.
- het analyseren van de nauwkeurigheid waarmee risicoberekeningen uitgevoerd kunnen worden.

Aangezien het onmogelijk is gebleken een betrouwbare prognose op te stellen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen na de verdieping, is een vergelijking van de risico's vóór en na de verdieping niet uitvoerbaar gebleken. Het accent van het onderzoek is daarom verschoven naar het analyseren van de invloed van denkbare veranderingen op het berekend risico.

Zonder afbreuk te doen aan het doel van de studie zijn bij het uitvoeren van de nauwkeurigheds- en risico-analyse de volgende beperkingen gesteld :

1. De gevaarlijke stoffen zijn ingedeeld in vijf categorieën. Per categorie is een voorbeeldstof gekozen.
2. Uitsluitend de effecten die tot de grootste gevolgen voor bevolking en milieu aanleiding geven, zijn beschouwd.
3. Het transport per binnenvaartschip is niet beschouwd. Het transport per zeeschip is beperkt tot het bulktransport in tankschepen.
4. Alleen letaal (= dodelijk) letsel wordt als schade-kriterium gehanteerd voor de vaststelling van het risico voor de bewoners.

Het kwantificeren van de schade aan het milieu werd in genoemde studie beperkt tot het bepalen van het oppervlak waarover de verontreiniging zich uitstrekt.

Het risico voor de bevolking werd uitgedrukt in de kans dat een zeker aantal doden werd overschreden. Deze kans werd

gepresenteerd in de vorm van risico-figuren (bijlage 6.8.1), waarin de effecten van schaalvergroting in de scheepvaart worden geïllustreerd). Zo'n risico-figuur komt tot stand door langs de gehele route "ongevalspunten" te kiezen en vervolgens per ongevalspunt alle mogelijke ontwikkelingen te berekenen (kans op ongevallen aldaar, effecten, meteorologische kondities enz.). Dit resulteert in vele duizenden ongevalsscenario's die, gesommeerd, tot risico-figuren als op bijlage 6.8.1 leiden. De analyse van de risico's voor de bevolking is toegespitst op twee elementen :

- het maximaal aantal doden als gevolg van één ongevalsgebeurtenis.
- de gesommeerde kans op het optreden van ongevallen als gevolg van alle geanalyseerde ongevalsgebeurtenissen op de Westerschelde.

De resultaten van het onderzoek zijn door TNO-MT samengevat in een viertal konklusies :

Konklusie 1 : Het risico van het transport van gevaarlijke stoffen op de Westerschelde wordt in hoofdzaak bepaald door de vloeibaargasschepen waarvoor als voorbeeldstoffen NH_3 (ammoniak) en LPG zijn gekozen.

Konklusie 2 : De verdieping van de Westerschelde heeft geen wezenlijke invloed op het maximaal aantal doden ten gevolge van een ongeval. Dat komt omdat het varen met grotere schepen uit de huidige vloot vloeibaargasschepen niet resulteert in een toename van het maximaal aantal doden, terwijl bovendien de vaarroute voor en na de verdieping dezelfde blijft.

Konklusie 3 : Zelfs wanneer na de verdieping van de Westerschelde uitsluitend met de grootste schepen voor vloeibaar gas zou worden gevaren (125.000m³), zal de gesommeerde kans op één of meer doden maximaal met een faktor 1,5 toenemen. Uitgangspunt is dat de vervoersomvang van vloeibaar gas vóór en na de verdieping dezelfde is. De toename van de kans op doden met een faktor 1,5 resulteert niet in een statistisch significant ander risico. Voor een significante verandering van het risico is als criterium gekozen dat de toename van de kans tenminste gelijk moet zijn aan de faktor die de onzekerheid aangeeft waarmee de kans op doden berekend wordt. Bij de schepen voor vloeibaar gas bedraagt de onzekerheid een faktor 6.

Konklusie 4 : Wanneer ten gevolge van de verdieping een toename van het vervoer van vloeibaar gas met een faktor 6 of groter zou optreden, zal dit in een statistisch significant ander risico - in termen van kans op doden - ten opzichte van de situatie vóór de verdieping resulteren. Uitgangspunt is in dit geval dat de vlootsamenstelling vóór en na de verdieping niet wijzigt. Deze konklusie is gebaseerd op hetzelfde criterium als geformuleerd bij konklusie 3.

Door de werkgroep, die de studie heeft begeleid, werden kanttekeningen bij de konklusies geplaatst, die hierna worden samengevat.

Er bestaan geen goede prognose m.b.t. de invloed van de verdieping van de rivier op het vervoer van gevaarlijke stoffen door zeeschepen en op de grootte van de schepen waarmee deze stoffen vervoerd worden. Het is evenwel onwaarschijnlijk dat alle vervoer van gevaarlijke stoffen in de toekomst uitsluitend met grote schepen geschieden zal. Evenmin wordt thans voorzien dat het vervoer van gevaarlijke stoffen me een faktor 6 of meer zal toenemen uitsluitend als gevolg van de rivierverdieping. De werkgroep was daarom van mening dat, bij de gehanteerde uitgangspunten, de verdieping van de Westerschelde geen bij voorbaat ontoelaatbaar effect zal hebben op de veiligheid van de bevolking. Uitdrukkelijk dient wel te worden gesteld dat de overwegingen m.b.t. significante verschillen in risico's op basis van de nauwkeurigheid van de gehanteerde modellen zeker niet gebruikt mogen worden om af te zien van maatregelen waardoor het risico minder afneemt dan dat wat op basis van deze berekeningen significant is. Evenmin kunnen alle maatregelen, die leiden tot een minder dan significante stijging van het risico alleen op grond daarvan acceptabel worden geacht.

Voor wat betreft de risico's voor het milieu is door TNO-MT alleen nagegaan wat de kans is op de verspreiding van een bepaalde hoeveelheid milieuverontreinigende stof of op een initieel verontreinigd oppervlak. Dat is gedaan voor het vervoer van nafta en van ruwe aardolie. Analooq aan de beschouwingen m.b.t. het risico voor de bevolking is gekonstateerd dat de toename van de vervoersomvang van milieugevaarlijke stoffen groter moet zijn dan een faktor 4, wil er sprake zijn van een statistisch significant andere kans dat een bepaalde hoeveelheid stof het milieu belast.

Door de Deltadienst, hoofdafdeling Milieu en Inrichting, is een verkennende studie [131] uitgevoerd naar de risico's van het vervoer van olie en vloeibare stoffen op het milieu in de Westerschelde. Gekonstateerd wordt dat er in de huidige situatie in geval van kalamiteiten waarbij schepen met milieugevaarlijke stoffen betrokken zijn, een aanzienlijke milieuschade kan optreden. Ook hier is het, door het ontbreken van prognoses over de wijziging van het vervoersbeeld als gevolg van de verdieping en de grote onzekerheid over de kans op een kalamiteit, niet mogelijk een "keiharde" uitspraak te doen over de invloed daarvan op het risico voor het milieu. Kwalitatief kunnen m.b.t. het milieu dezelfde opmerkingen worden gemaakt als hiervoor is gedaan m.b.t. de aanvaardbaarheid van risico's voor de veiligheid van de bevolking.

Samengevat kan worden gesteld dat de verdieping van de Westerschelde, rekening gehouden met de uitgangspunten, geen ontoelaatbaar effect zal hebben op de veiligheid van de bevolking en het milieu.

6.9. Beheersmaatregelen.

1. Waterloopkundig en waterbouwkundig beheer t.b.v. de scheepvaart. [99] [101] [117]

Voor wat betreft het beheer en onderhoud van de vaargeulen is in 6.7. al aangegeven dat het van groot belang is dat de peilingsfrequentie, waarop de marges voor peilingonnauwkeurigheid en aanzanding tussen peilingen zijn gebaseerd, ook in de toekomst t.p.v. de drempels zal worden aangehouden. Uiteraard kan worden overwogen deze frequentie te verlagen, wanneer t.z.t. wetenschappelijk wordt aangetoond dat de bodemvariabiliteit minder sterk is dan tot nu toe is aangenomen, of door over te gaan op een dieper "interventiepeil" voor onderhoudsbaggerwerk. Verder is in 6.7. reeds gesteld dat zo spoedig mogelijk nadat gekonstateerd is dat het "interventiepeil" is bereikt wordt gestart met het onderhoud.

Erg belangrijk is ook dat de ontwikkeling van het stroombeeld op de Westerschelde nauwlettend wordt gevolgd. Optredende veranderingen in het geulensysteem, die tot een sterke toename van de dwarsstroomhinder kunnen leiden, zullen nauwgezet worden gevolgd. Naast regelmatige metingen van het stroombeeld op de bekende plaatsen kan daarbij van een eventueel te ontwikkelen mathematisch model van de stromingen in de Westerschelde gebruik worden gemaakt.

De belangrijkste waterloopkundige beheersmaatregelen hebben betrekking op het ontwikkelen van een deinings- en waterstandsprognosesysteem voor de Westerschelde en haar mondingsgebied. Dit systeem zal deinings- en waterstandsgegevens gaan leveren t.b.v. alle getijgebonden scheepvaart alsook, bij lage waterstanden (omstreeks of beneden GLLWS, in geval van hevige deining in het mondingsgebied ook bij iets hogere waterstanden) ten behoeve van een klein deel van de net niet meer getijgebonden vaart. Op routinebasis zal elke dag ca. 4 x een 18-uurs voorspelling van de verwachte waterstanden langs de vaarweg worden gegeven. Het systeem zal daartoe op kontinu-basis moeten functioneren. Daarnaast zal een voorspelling van de verwachte hoeveelheid ijs worden opgesteld. Hier kan met een korte-termijn-voorspelling worden volstaan, daar de vaart door het mondingsgebied slechts enkele uren vergt.

Om de nodige verwachtingen op te kunnen stellen, zal de instantie die de nautische autoriteit adviseert moeten beschikken over zowel lokale hydraulische en meteorologische gegevens, aan en voor de Belgische Kust en in de Westerschelde, als over een deel van de gegevens van het Meetnet Noordzee. Daarnaast zal gebruik worden gemaakt van golfverwachtings- en waterstandsverwachtingsmodellen. Gezien het voorgaande lijkt het een logische uitbreiding de adviesinstantie ook te belasten met het verstrekken van informatie over wind en zicht. Er zijn diverse samenwerkingsverbanden tussen Nederlandse en Belgische diensten mogelijk om e.e.a. te realiseren. Uitgangspunt is dat het systeem volledig uitgetest en operationeel moet zijn op het moment dat de vaarweg wordt opengesteld voor de dieperstekende schepen. In alle gevallen zal er één eenduidig advies dienen te worden gegeven aan de nautische autoriteit, gevestigd in Vlissingen.

2. Nautische beheersmaatregelen. [103]

Enerzijds dient bij het beoordelen van de bevoegdheid van de verschillende instanties tot het treffen van bepaalde beheersmaatregelen, buiten de terzake geldende Nederlandse en Belgische wetgeving, rekening gehouden met het Tractaat gesloten tussen het Koninkrijk der Nederlanden en het Koninkrijk België betreffende de scheiding der wederzijdse grondgebieden, het Verdrag tussen Nederland en België gesloten op 5 november 1842, en het Verdrag tot afkoop van de Scheldetol van 12 mei 1863.

Anderzijds moet men zich realiseren dat de veiligheid op de vaarweg de vrije vaart kan binden aan zekere regels.

Nautische beheersmaatregelen beogen in de eerste plaats de totale veiligheid op de vaarweg. Eerste uitgangspunt hierbij is de vrije vaart d.w.z. dat indien er (uit veiligheidsoverweging) geen redenen zijn om aan een schip beperkende maatregelen op te leggen, het schip een vrije ongehinderde vaart wordt gegarandeerd. Tweede uitgangspunt is dat te allen tijde de verantwoordelijkheid voor de veilige navigatie aan boord van het schip, met name bij de gezagvoerder blijft, die daarbij in geval van belooft schip wordt geadviseerd door de loods [132].

Bij het als nautisch vaarwegbeheerder afwegen van allerlei factoren bij de uitvoering van zijn opdracht, spelen onder meer een rol :

- de door de technische beheerder van de vaarweg gestelde randvoorwaarden.
- aard en lading van het schip.
- beschikbare ligplaats.
- toestemming c.q. voorwaarden van de havenautoriteiten.
- overige scheepvaart.
- bijzondere omstandigheden.

De uiteindelijke verantwoordelijkheid voor het verkeersbeleid van de vaart over de Westerschelde berust bij de directeur Scheepvaart en Maritieme Zaken van het distrikt Scheldemond. Bij de uitwerking van het verkeersbeleid zal hij zijn beslissingen nemen in samenspraak met de vertegenwoordiger(s) van het Belgisch Loodswezen. Dit is nu reeds het geval, maar na de totstandkoming van het Schelde Coördinatie Centrum (zie hfdst. 4.9.1.A.e : UWRK) worden de faciliteiten voor deze samenspraak aanzienlijk verbeterd doordat de Belgische en de Nederlandse dienstleiding op kontinubasis in dezelfde ruimte zullen opereren. Het verkeersbeleid kan dan worden gehanteerd in goed overleg tussen de wederzijdse dienstleidingen en met de betrokken loodsen.

T.a.v. Zeebrugge ligt het in de rede dat Zeebrugge v.w.b. de vaart tot die haven zijn eigen bevoegde autoriteit zal hebben. De vaart van grote schepen op Zeebrugge en van de schepen voor de havens langs de Westerschelde zal echter reeds vanaf de loodskruispost nabij de West-Hinder geïntegreerd moeten geschieden, zodat een, door een doeltreffend verbindingssysteem (IVS) en goede procedures onderbouwde intensieve samenwerking tussen Vlissingen en Zeebrugge onontbeerlijk zal zijn.

De administratieve melding van aankomst dient zo mogelijk tenminste 24 uren van te voren te geschieden en te worden ingevoerd in het informatieverwerkend systeem (IVS) van de UWRK. De eerste operationele melding moet aan het kuststation worden gedaan 6 uren voor aankomst op het loodsstation. Verder moet worden gehandeld conform de bestaande onderrichtingen.

De uitvoering van het verkeersbeleid voor de scheepvaart berust voor de opvaart bij de Verkeersdienst te Vlissingen in samenwerking met de Nederlandse en Belgische loodsdiensten. Voor de afvaart berust de uitvoering bij de SID te Zandvliet, in overleg met o.a. de Verkeersdienst te Vlissingen.

Zowel voor de op- als afvaart worden vaarplannen opgesteld, respectievelijk door de Verkeersdienst en de SID in overleg met de loodsdiensten. Deze vaarplannen worden zodanig opgezet dat voldaan wordt aan de kielspelingseisen bij de voorspelde waterstanden. Ook met het optreden van deining zal rekening worden gehouden. Wanneer twee standaardschepen op hetzelfde getij op- of afvaren, zal een veilige onderlinge afstand worden aangehouden. De plannen moeten worden geakkordeerd door de betrokken loodsen.

In het vaarplan wordt een vaarschema opgegeven met passeertijden van bepaalde punten. Gevaren wordt binnen een beperkt getijvenster, zodat voor een zo onbelemmerd mogelijke doorvaart moet worden gezorgd.

Voor de opstelling van een type vaarplan zal vooraf gemeenschappelijk overleg tussen de bevoegde diensten worden gevoerd.

Gezien de beschikbare breedte ten oosten van Hansweert zullen ontmoetingen en inhaalmanoeuvres op daarvoor geschikte vaarweggedeelten plaats moeten vinden of geheel worden ontraden d.m.v. bekendmakingen of aanvullingen op de vigerende regels.

De communicatie tijdens de vaart over de Westerschelde wordt onderhouden d.m.v. VHF-kontakten met de regio-verkeersposten. Daartoe is de route verdeeld in communicatieblokken met aparte marifoonkanalen. De informatie-uitwisseling tussen wal en schip zal vooral betrekking hebben op hydrologische en meteorologische omstandigheden, het scheepvaartverkeer, het sluisbedrijf, navigatie-assistentie, verkeersbegeleiding, en eventueel van belang zijnde andere bijzonderheden.

Navigatie-assistentie wordt verleend in de vorm van positie-informatie, richting en afstand tot andere schepen en objecten. Het heeft alleen een informerend karakter.

Tijdens de opvaart zal door de (regio)verkeersposten (Zeebrugge, Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Zandvliet) de voortgang van het getijgebonden schip kunnen worden beoordeeld in relatie tot de voortgang van de overige verkeersdeelnemers. Zeker na realisatie van de UWRK met zijn IVS (Hfdst. 4.9.1.A.e) zijn eventuele ongewenste verkeerssituaties tijdig te onderkennen. Deze zullen worden vermeden door het geven van informatie of door het maken van vaarafspraken tussen de loodsen. Daarbij zal worden aangesloten op de "ontwerpregels" voor de vaarwegdimensionering, de actuele vaarweggeometrie en de actuele hydrologische en meteorologische kondities. Uitgangspunt daarbij is "vrij baan" te maken voor het schip met het krapste getijvenster.

Uitsluitend op grond van wetten en reglementen, alleen indien noodzakelijk uit veiligheidsoogpunt en alleen in een aantal limitatief omschreven gevallen, kunnen zgn. verkeersaanwijzingen worden gegeven. In dat geval zal aan boord door de gezagvoerder, in overleg met de loods, moeten worden bepaald hoe deze aanwijzingen zullen worden opgevolgd. Voorkomen dient te worden dat van de bevoegdheid tot het geven van (resultaats-)verkeersaanwijzingen een gebruik wordt gemaakt dat niet in overeenstemming is met de doeleinden waarvoor zij in het leven zijn geroepen. Deze en andere nautische beheersmaatregelen t.b.v. een veilige en vlotte vaart betreffen maatregelen, voorschriften en aanbevelingen die betrekking kunnen hebben op een schip, de scheepvaart in het algemeen, de loodsdienst, de Verkeersdienst en/of de Vaarwegmarkeringsdienst.

Overwogen wordt bij de vaart met de grootste schepen een extra loods als assistent mee te laten varen. Uit ervaringen aan de Nieuwe Rotterdamse Waterweg is gebleken dat de loods zich tot de essentiële zaken kan beperken omdat zijn assistent hem veel routinematig werk uit handen neemt. Voorts doet de assistent hiermede de nodige ervaring op in het beloodsen van deze schepen. Opgemerkt zij, dat deze maatregel niet zal resulteren in kostenverhoging voor de betrokken schepen. In ieder geval zullen de loodsen die op de grootste schepen varen in de toekomst getraind moeten worden in het uitvoeren van manoeuvres en met name ook noodmanoeuvres, waarvoor de vereiste ervaring in de praktijk niet of moeilijk kan worden verkregen. Nagegaan zal worden of het wenselijk is in bepaalde gevallen een lokaal bekende roerganger (wielman) in te schakelen voor de vaart op de rivier. In ieder geval kan dit na opgedane ervaringen op het traject zee - Vlissingen Rede worden geadviseerd door de zeeloods voor de vaart op de rivier. Tenslotte zal worden nagegaan of een nauwkeurig plaatsbepalingssysteem -onafhankelijk van de scheepsapparatuur- langs het gehele traject gerealiseerd kan worden, zodat aan boord de positie van het schip in de vaargeul doorlopend gecontroleerd kan worden.

Hoofdstuk 7. WERKEN UIT TE VOEREN VOOR DE REALISATIE VAN DE GEWENSTE VERDIEPING.

Om de gewenste verdieping van de maritieme toegangsweg tot de haven van Antwerpen uit te voeren, dienen verdiepingsbaggerwerken te worden uitgevoerd en hindernissen en wrakken te worden opgeruimd.

7.1. Verdiepingsbaggerwerk.

- In het mondingsgebied.

In de routes binnen het verkeersscheidingsstelsel West-Hinder is het wellicht nodig enig verdiepingsbaggerwerk uit te voeren ten westen van de A-Noordboei, op de NO-uitloper van de Oost-Dijck Bank. Alvorens hierover een beslissing genomen wordt, dient vooraf een gedetailleerde peiling van de betrokken gebieden te worden uitgevoerd [101]. Vanaf de loodskruispost tot aan coördinaat 3°20' OL dient 18 à 21 mln. m³ gemeten in profiel te worden gebaggerd. Tussen genoemde westelijke begrenzing en Vlissingen bedraagt deze hoeveelheid 10 à 11 mln. m³. In beun gemeten worden deze hoeveelheden 36 à 42 mln. m³ respectievelijk 20 à 22 m³ (Hfdst. 6.4.1).

- In de Westerschelde en op de drempel van Zandvliet.

De totale te baggeren hoeveelheid gemeten in profiel wordt geschat op 4 à 8 mln. m³. Gemeten in beun moet worden gerekend met 12 à 17 mln. m³ (Hfdst. 6.4.1).

- Het totale verdiepingsbaggerwerk in beun gemeten is bijgevolg begrepen tussen 68 en 81 mln. m³.

7.2. Opruimen van hindernissen en wrakken.

In totaal werden in de te verdiepen vaargeul, in het verkeersscheidingsstelsel Westhinder en in de ankergebieden op de Rede van Vlissingen ca. 20 hindernissen en wrakken onderkend, waarvan 2 in het verkeersscheidingsstelsel Westhinder, 1 in de Akkaert en de rest oostelijk van 3°20' OL [133]. Een aantal hiervan is goed gekend, de rest dient aan een nader onderzoek te worden onderworpen.

De juiste omvang en diepteligging van de hindernissen en wrakken zal door de bevoegde diensten van beide landen voorafgaand aan en tijdens de verdiepingswerken worden bepaald.

De hindernissen en wrakken zullen zo mogelijk volledig worden opgeruimd of minstens tot 1m onder de berekende bodempeilen.

Hoofdstuk 8. WERKEN UIT TE VOEREN I.V.M. DE GEVOLGEN VAN DE VERDIEPING.

Deze werken hebben betrekking op onderhoudsbaggerwerken, op het verdedigen van inscharende oevers en van schorren en op de oprichting van een hydro-meteo-systeem in het mondingsgebied.

8.1. Onderhoudsbaggerwerk.

In hoofdstuk 6.4.2 worden ramingen gegeven van het onderhoudsbaggerwerk na verdieping.

Voor het mondingsgebied bedraagt dit ca. 18 mln. m³/j d.i. ca. 9 mln. m³/j meer dan zonder verdieping.

Voor de Westerschelde en de Drempel van Zandvliet zal het onderhoud toenemen tot ca. 19 mln. m³/j d.i. ca. 6,7 mln. m³/j meer dan zonder verdieping. Hieraan dient nog een niet nauwkeurig bekend volume te worden toegevoegd i.v.m. noodankerplaatsen.

8.2. Bescherming van oevers en schorren.

Onafhankelijk van de verdieping dient nu reeds te worden overgegaan tot oeverbescherming over een lengte van ca. 3km (zie hfdst. 6.5.2 en bijlage 6.5.7)

- rechteroever Nauw van Bath, direct stroomafwaarts van Bath ca. 300m.
- linkeroever Overloop van Valkenisse, t.h.v. Baalhoek, ca. 800m.
- linkeroever Overloop van Valkenisse, aansluitend aan de bestaande verdediging ter hoogte van de haven van Walsoorden ca. 700m.
- ca. 500m onverdedigde oever tussen de nieuwe havenmond van Hansweert en de veerhaven van Kruiningen.
- linkeroever Gat van Ossenissee, bij de Nol van Ossenissee ca. 200m en als oostelijke uitbreiding van de bestaande verdediging voor de Eendragtspolder ca. 300m lengte.

Voor de veiligheid van de hoogwaterkering ter hoogte van de linkeroever van het Vaarwater boven Bath zijn naar verwachting vóór 1990 geen verdedigingswerken noodzakelijk. Gerekend met een gemiddelde breedte van 100m bedraagt de totaal te verdedigen oppervlakte ca. 280.000m².

In een latere fase zullen bijkomende oeververdedigingen noodzakelijk zijn over een lengte van ca. 6km.

Tevens dient nog rekening gehouden met een eventueel bijkomende bescherming van schorren o.m. ter plaatse van het Verdrongen Land van Saeftinge, geschat op 1,5 à 3km (Hfdst.

6.6.1.E en bijlage 6.6.1). Een samenvatting van deze oeverbescherming wordt gegeven in volgende tabel.

OEVERBESCHERMING						
Oevergedeelte (Bijlagen 6.5.7 en 6.6.1)	Onafhankelijk van verdieping			Tijdens en na verdieping		
	Lengte (m)	Breedte (m)	Raming(°) (1000fl.)	Lengte (m)	Breedte (m)	Raming(°) (1000fl.)
Vw.b.Bath	-	-	-	400	75	4000
Bath (r.o.)	300	75	4100	950	75	9500
Saeftinge (l.o.)	PM	-	PM	PM	-	PM
Baalhoek-						
Walsoorden (l.o.)	1500	100	20500	2700	100	36700
Hansweert (r.o.)	500	100	6800	-	-	-
G.v. Ossenisse	500	100	6800	2000	100	27200
Totaal	2800+ PM	-	38200+ PM	6050+ PM	-	77400+ PM

(°) Zie hfdst. 9 - Prijspeil februari 1984 exclusief B.T.W.

Indien de Westerschelde-Oeververbinding (WOV) wordt uitgevoerd, zal een bekleding (bodembescherming) van het dak van de tunnel nodig zijn van ca. 600 x 90m².

8.3. Hydro-Meteo-Systeem (HMS).

Zoals reeds opgemerkt in hoofdstuk 5.3.2 bestaat de kans dat de gehanteerde bruto-kielspeling in het mondingsgebied ontoereikend is om, in geval van deining (optreden van laagfrequentie energie) bodemberoering te voorkomen. Een eenvoudig hydro-meteo-systeem in het mondingsgebied bestaande uit meetopstellingen die toelaten golven en waterstanden te meten, en waarvan de gegevens aan de wal on-line worden verwerkt, zal worden opgericht om de nautische autoriteit toe te laten de scheepvaart te adviseren i.v.m. het bevaren van de geul in het mondingsgebied. Het HMS dient eveneens zodanig te worden opgevat dat voorspellingen over deining en waterstanden kunnen worden verstrekt. Het zal worden gekoppeld aan bestaande systemen in Nederland zowel uit oogpunt van correlatie tussen de metingen in de verschillende meetnetten, als uit oogpunt van gebruik voor andere waterstaatsdoeleinden.

Dit HMS werd reeds onderzocht vooral met betrekking tot de plaats, waar de gegevens worden verwerkt, als met betrekking tot de verbinding tussen het nieuwe en de bestaande meetnetten.

Het nieuwe meetnet dient operationeel te zijn samen met de verdieping.

Hoofdstuk 9. UITVOERINGSTIJD EN KOSTEN.

9.1. Uitvoeringstijd.

De totale uitvoeringstijd van het aanlegbaggerwerk en van de werken welke een gevolg zijn van de verdieping kan worden geraamd op 3 jaar. Het is wenselijk vanaf nu reeds over te gaan tot het oprichten van het HMS teneinde reeds vóór het beëindigen van de verdieping de nodige gebruikservaring met het systeem op te bouwen. Verder dient nu reeds een aanvang te worden gemaakt met de verkenning van hindernissen en wrakken en eventueel met de berging. I.v.m. deze obstakels dient een prioriteit van uitvoering te worden vastgelegd.

9.2. Kosten.

1) Realisatie.

De kosten verbonden aan de verdieping en haar gevolgen kunnen slechts worden geraamd. Ze worden hierna opgegeven (prijspeil februari 1984 en zonder BTW).

- Aanlegbaggerwerk : - Mondingsgebied 1.350 à 1.550 mln. BF.
(= 73 à 84 mln. fl.)
 - Westerschelde met drempel van
Zandvliet 630 à 890 mln. BF.(= 34 à
38 mln. fl.)
- Hindernissen en wrakken : 1.000 à 1.500 mln. BF.(= 54 à
81 mln. fl.)
- Oeververdediging : (zie tabel hfdst.8.2)
- Onafhankelijk van verdieping : 725 mln. BF.(= 39 mln. fl.)
- Tijdens en na verdieping : 1.450 mln. BF.(= 78 mln. fl.)
- Schorrebescherming : 350 à 700 mln. BF.(= 19 à 38 mln. fl.)
- Hydro-Meteo-Systeem (HMS) monding : 50 mln. BF.(= 2,7 mln.
fl.). In deze som zijn bepaalde elementen begrepen (bv.
waterstands- en windsensoren) welke reeds aan de orde zijn
bij het UWRK-project (Uitbreiding Walradarketen).

2) Onderhoud.

De extra onderhoudskosten (baggerwerken) als gevolg van de verdieping worden geraamd op 215 mln. BF.(= 12 mln. fl.) per jaar in het mondingsgebied, en 350 mln. BF. (=19 mln. fl) per jaar in de Westerschelde inclusief de drempel van Zandvliet.

Het onderhoud van de nieuwe oeverbeschermingen aangelegd ten gevolge van de verdieping wordt geraamd op 4,6 mln.BF. (= 0,25 mln. fl.) per jaar.

Het onderhoud van het HMS kan geraamd worden op 12 mln. BF (= 0,7 mln. fl.) per jaar.

Hoofdstuk 10. SAMENVATTING EN CONCLUSIES.

10.1. Samenvatting.

De Subcommissie Westerschelde heeft in opdracht van de Technische Scheldec commissie een studie uitgevoerd van een verdieping van de maritieme toegangsweg naar de haven van Antwerpen en naar de gevolgen hiervan op de morfologie, het getijregime en het chloridegehalte, de stormvloedstanden en de golfoploop, de zandhuishouding, de stortplaatsen voor baggerspecie, stabiliteit van de oevers, natuur - milieu - visserij en recreatie, de veiligheid van het scheepvaartverkeer, de risico's voor mens en milieu als gevolg van het scheepvaartverkeer en de te nemen beheersmaatregelen i.v.m. een veilig scheepvaartverkeer,

De bestudeerde verdieping van de maritieme toegangsweg beoogt de opvaart mogelijk te maken van massagoedschepen met een diepgang van 48' (14,65m) in één getij en met een diepgang van 50' (15,25m) in twee getijden. Verder dient dit programma ruime afvaartmogelijkheden toe te laten voor containerschepen met een diepgang van 41' (12,50m) en van 42' 08" (13,00m), evenals van massagoedschepen (type Panamax) met een diepgang van 41' (12,50m). Tenslotte dient de getij-ongebonden vaart mogelijk te zijn voor schepen met een diepgang van 11,60m (38'). De opgenoemde vaarmogelijkheden gelden bij alle gemiddelde getijomstandigheden.

De Subcommissie heeft vooraf ruime aandacht besteed aan vroeger opgestelde plannen voor de verbetering van de maritieme toegangsweg, aan de reeds met dit doel uitgevoerde werken, aan de huidige toestand van de Westerschelde met name aan het getijregime - de stormvloedbeheersing - de morfologische ontwikkelingen - de zandhuishouding - de stortplaatsen - de stabiliteit van de oevers - het natuurlijk milieu - visserij en recreatie. Ruime aandacht werd eveneens besteed aan het scheepvaartverkeer onder oogpunt van scheepvaartroutes, de hydraulische en meteorologische condities, de huidige scheepvaartbeweging met betrekking tot het goederenvervoer, de verkeersintensiteit, de scheepstypes, de vaarsnelheden, de verkeersafspraken, de veiligheid van het scheepvaartverkeer en van de bevolking. Verder werd een overzicht gegeven van alle instanties betrokken bij het nautisch en waterloopkundig overleg en beheer.

Aan de hand van de in het verleden opgetreden morfologische evolutie en met een eerste verkenning van de nodige vaargeulafmetingen, werd een nieuwe morfologie "1990" van de Westerschelde opgebouwd. Deze morfologie was nodig om door middel van één- en twee-dimensionale getijdeberekeningen de invloed van de verdieping te bepalen op de dagelijkse verticale en horizontale getijbeweging en op de stormvloedstanden. De uitkomsten van deze berekeningen, samen met de gegevens over de verwachte te storten hoeveelheden baggerspecie, werden door verschillende werkgroepen als randvoorwaarden gebruikt om de invloed van de verdieping te bepalen.

De vereiste vaarwegdiepten werden bepaald rekening houdend met de gewenste vaarmogelijkheden, de kielspeling, de vaarschema's en getijdensters. Om de vaarwegbreedte te bepalen, werden verkeerssituaties opgesteld aan de hand van de vaarschema's en een prognose van het scheepsaanbod in het jaar 2000. Tevens werd rekening gehouden met lokale morfologische knelpunten en de toekomstige morfologie "1990".

De studie van het ontwerp van de vaarweg heeft geleid tot volgende te onderhouden drempeldiepten (in m. t.o.v. GLLWS) :

Akkaert - Bank	-15,6
Scheur-West, boei Scheur 3	-15,4
Scheur-Oost, boei Wielingen 2	-14,9
Rede van Vlissingen	-14,5
Borssele	-13,9
Terneuzen	-13,4
Overloop van Hansweert, Zuidergat, Valkenisse en Bath	-13,3
Zandvliet	-12,8

De te onderhouden bodembreedten van de vaargeul en de breedten (afgerond op 10m) tussen de boeien zijn als volgt :

Plaats	Bodembreedte in m	Breedte tussen de boeien in m
Akkaert-Bank	620	800
Scheur-West	530	690
Scheur-Oost	450	570
Vlissingen	520	660
Westerschelde		
-ten W.v.Terneuzen	520	580
-t.p.v.Borssele	330	420
-tussen Terneuzen en Hansweert	370	500
ten O.v.Hansweert		
-in de bochten	290	360
-in de rechte delen	370	410

Om een veilige en vlotte verkeersafwikkeling te verzekeren, dienen aan beide zijden van het mondingsgebied anker- en wachtgebieden te worden voorzien. Op de Westerschelde zijn enkele plaatsen nodig waar schepen een deel van hun lading kunnen lichten. Langs de gehele vaarroute zal bovendien een patroon van keerplaatsen, noodanker- en wachtgebieden worden gekreëerd.

Uit de getijberekeningen is gevolgd dat de verdieping van het Scheur geen invloed heeft op de waterstanden en de getijstromingen in het mondingsgebied van de Westerschelde. Ook worden geen veranderingen verwacht in de morfologie van dit gebied en derhalve geen invloed op de kustverdediging.

Uit de berekeningsresultaten en uit interpretatie van natuurmetingen volgt dat de getijverschillen op de Westerschelde als gevolg van de verdieping bij gemiddelde getijomstandigheden toenemen in opwaartse richting van 0cm bij Vlissingen tot 10 à 15cm bij Bath. De toename is vooral een gevolg van de verlaging van het laagwater.

De verdieping heeft geen verhoging voor gevolg van de stormvloedstanden op Nederlands grondgebied.

De eb- en vloedvolumes zullen door de verdieping niet significant worden gewijzigd. De verdeling echter van het totale volume over hoofdgeul en vloedscharen zal verder wijzigen: ten oosten van Terneuzen wordt verwacht dat de hoofdgeulen 5 à 15% van het totale eb- en vloedvolume meer zullen afvoeren, en de scharen even zoveel minder.

Als gevolg van de verdieping zal een verhoging optreden van het zoutgehalte oostelijk van Hansweert. Hier tegenover staat echter een daling van het zoutgehalte t.g.v. de lozing van het Zoommeer.

Door het aanleg- en het te verwachten groter onderhoudsbaggerwerk, dienen de stortplaatsen van de baggerspecie te worden uitgebreid. Dit levert geen probleem op voor de stortplaats t.b.v. de specie afkomstig uit het mondingsgebied. In de Westerschelde zullen de bestaande stortplaatsen op volle capaciteit worden benut, terwijl bijkomende stortplaatsen ter beschikking kunnen worden gesteld in het westelijk deel van de Westerschelde. Al naar gelang de behoeften, kunnen hiertoe de nodige bilaterale afspraken worden gemaakt.

De reeds sinds enkele decennia optredende inscharing van de holle oevers van de vaargeul heeft zich het laatste decennium versterkt en deze trend zal zich nog doorzetten als gevolg van de concentratie van de stroming in de vaargeul door de verdere verdieping. Teneinde de oever zijn functies blijvend te laten vervullen is een oeverbescherming vereist met name in het Gat van Ossenisse, Hansweert, Walsoorden, Baalhoek, en Bath.

De invloed van de verdieping op natuur en milieu is een gevolg van de grotere hoeveelheid te storten baggerspecie (door aanleg- en onderhoudsbaggerwerk) en van een afname van het schorareaal en het intergetijdegebied (door toename van de debieten in het hoofdvaarwater). De grotere hoeveelheid te bergen baggerspecie kan nadelig zijn voor bodemdieren, vissen en andere organismen door het mogelijk vergroten van het zwevend stofgehalte. Het ligt in de verwachting dat een groot deel van de vrijkomende baggerspecie uit het oostelijk deel van de Westerschelde in het westelijk deel zal dienen gestort. De hogere verontreinigingsgraad van deze specie kan een verplaatsing van de verontreiniging van oost naar west voor gevolg hebben. Naar raming zal het schorareaal (thans 2.800 ha) afnemen met 75 ha, en het intergetijdegebied (thans 8.200 ha) met 125 ha.

De visserij kan nadelig worden beïnvloed door een toename van de zwevende stofgehalten als gevolg van de toename van de hoeveelheid te storten specie, mogelijk de groter benodigde oppervlakte aan stortplaatsen en een westelijke verschuiving van de stortplaatsen.

De recreatie langs de Westerschelde zal geen nadelige invloed ondervinden van de verdieping.

De vaargeulafmetingen zijn zo ontworpen dat van de grote categorie derde-generatie containerschepen en stukgoedschepen als gevolg van de verdieping slechts een zeer klein deel getijgebonden zal zijn. Dit draagt bij tot een veiliger afwikkeling van het scheepvaartverkeer. Bovendien zijn de te onderhouden drempelpelen zodanig dat de kans op bodemberoering in de toekomst praktisch verwaarloosd kan worden. Op de hele vaarroute zijn geen verkeerssituaties te verwachten die niet veilig ter plaatse kunnen worden afgewikkeld. Dit geldt ook voor het meest nauwe traject Hansweert-Zandvliet, waarvoor speciaal verkeerssimulatiestudies werden uitgevoerd. Een en ander wordt bereikt mits de aanbevolen werken en bijkomende c.q. aanvullende beheersmaatregelen van waterloopkundige en nautische aard worden uitgevoerd.

Verder kan worden gesteld dat de verdieping van de Westerschelde, rekening gehouden met de uitgangspunten, geen ontoelaatbaar effect zal hebben op de veiligheid van de bevolking en het milieu.

10.2. Conclusies.

Zoals blijkt uit het voorgaande kan de verdieping (programma 48/43) van de maritieme toegangsweg tot de haven van Antwerpen worden uitgevoerd zonder belangrijke wijziging van het regime van de Westerschelde, zonder gevoelige aantasting van zijn grote ecologische waarde, zonder de veiligheid van het scheepvaartverkeer te verminderen en de risico's voor bevolking en milieu te vergroten.

De verdieping betreft het uitvoeren van baggerwerken in het Scheur en Wielingen en op enkele plaatsen in de Westerschelde en het opruimen van hindernissen en wrakken. De totale kosten en deze van de bijkomende werken en maatregelen bedragen 5.555 à 6.865 mln. BF.(= 300 à 371 mln. fl.). De extra jaarlijkse onderhoudskosten ten gevolge van de verdieping voor het baggerwerk, de nieuwe oeververdediging en het hydro-meteosysteem bedragen respectievelijk 565mln. BF. (= 31mln. fl.), 4,6mln. BF. (= 0,25mln. fl.) en 12mln. BF. (= 0,7mln. fl.).

Om de toch geconstateerde of verwachte mogelijke nadelige invloeden op enkele gebieden te ondervangen en om de veiligheid van het scheepvaartverkeer nog te verbeteren, verdient het aanbeveling bijkomende maatregelen te treffen, namelijk :

- het oprichten van een hydro-meteo informatiesysteem ten-einde voorspellingen te doen over de te verwachten waterstanden langs de vaarweg en laagfrekwente deining in het mondingsgebied.
- het uitvoeren van baggerwerk zodra het interventiepeil bereikt wordt en zodra de vereiste breedte niet meer aanwezig is.
- het handhaven van een hoge frekwentie van peilingen van de drempels.
- het nauwlettend volgen van de morfologische evolutie van de Westerschelde om ongunstige evoluties tijdig te onderkennen en de gepaste maatregelen te kunnen treffen, mede i.v.m. de ontwikkeling van dwarsstroomsnelheden.
- het verdedigen van inscharende oevers en schorren, zowel uit oogpunt van veiligheid van het achterliggende dijklichaam als voor de veiligheid van de scheepvaart, alsmede voor het natuurbehoud.
- het verder ontwikkelen van methoden van baggeren en storten van baggerspecie (toewijzing van stortplaatsen, de periode van het getij en het seizoen waarin mag worden gestort, e.d.) om mogelijke nadelige invloed op natuur, milieu en visserij zoveel mogelijk te ondervangen.
- het uitvoeren van baggerwerk met een zo groot mogelijke precisie in horizontale en vertikale zin om het onnodig verplaatsen van specie te beperken. Een continu en nauwkeurig werkend plaatsbepalingssysteem is hiervoor dringend gewenst.
- het voeren van overleg i.v.m. de waterkwaliteit aan de Belgisch-Nederlandse grens.
- het voeren van een verkeersbeleid, alsmede het begeleiden en coördineren van de scheepvaart tussen de loodskruispost en de sluizen van de haven van Antwerpen en v.v.

- opstellen van vaarplannen voor de getijgebonden schepen, waarbij ten allen tijde een voldoende kielspeling van de schepen wordt gerealiseerd.
- het creëren en onderhouden van keerplaatsen en noodanker-gebieden langs de vaarweg.
- navigatie-informatie en zo nodig assistentie bij slecht zicht en in speciale gevallen.
- aanvulling c.q. aanpassing van bestaande regeling en verkeers-afspraken.

De Subcommissie Westerschelde is van oordeel dat, mits in-achtneming van de hiervoor genoemde aanbevolen maatregelen, de uitvoering van de verdieping van de maritieme toegangsweg (programma 48'/43') tot de haven van Antwerpen aanvaardbaar is.

- 000 -

Middelburg - Antwerpen

juni 1984

TECHNISCHE SCHELDECOMMISSIE
SUBCOMMISSIE WESTERSCHELDE

Studierapport

VERDIEPING WESTERSCHELDE

PROGRAMMA 48' / 43'

Antwerpen
Middelburg juni 1984

DEEL II : - Literatuur
- Tabellen
- Bijlagen

REL.NR. 2310 od. 11. OKT. 1984

DEEL II

INHOUD

BLZ.

- Lijst van de gebruikte afkortingen.	1
- Lijst van de tabellen.	4
- Lijst van de bijlagen.	7
- Literatuurlijst.	12
- Tabellen : 1 t.e.m. 27	
- Bijlagen : 0.0.1. t.e.m. 6.8.1.	

LIJST VAN DE GEBRUIKTE AFKORTINGEN

AZ	Antwerpse Zeediensten (BWW)
B	breedte (m)
BRT	bruto-registerton (zie bijlage 0.0.1.a)
BWW	Bestuur der Waterwegen. Ministerie van Openbare Werken
Cd	Cadmium
Cl ⁻	Chloorion
Cq	"casu quo", in het gegeven geval
Cr	Chroom
Cu	Koper
DD	Deltadienst (RWS)
DGSM	Directoraat Generaal Scheepvaart en Maritieme Zaken
DK	Dienst der Kust (BWW)
DWW	Directie Waterhuishouding en Waterbeweging (RWS)
DZ	Directie Zeeland (RWS)
DVK	Dienst Verkeerskunde (RWS)
E	Geografische lengte (= Oosterlengte)
E.T.A.	"estimated time of arrival", vermoedelijk aankomsttijdstip
E.T.D.	"estimated time of departure", vermoedelijk vertrektijdstip
GHW	Gemiddeld Hoogwater
GLW	" Laagwater
GLLWS	Gemiddeld-Laag-Laagwater-Spring
HCB	Hexachloorbenzeen
Hg	Kwik

IMO	International Maritime Organisation
IVS	Informatieverwerkend Systeem
JMP	Joint Monitoring Program
Kjd-N	Kjeldahl-stikstof
kn	knoop d.i. 1 zeemijl/uur of 1852m/uur
L	lengte (m)
lash	lighter abroad ship
lfe	laagfrequentie energie
LNG	liquefied natural gas
L.O.A.	lengte over alles
LPG	liquefied petroleum gas
mln	miljoen
MSL	"mean sealevel", gemiddeld zeeniveau
NAP	Nieuw Amsterdams Peil (Nederlands algemeen referentiepeil)
Ni	Nikkel
OBO	Oil, bulk, ore carrier
Pb	Lood
PCB	Polychloorbifenil
PIANC	Permanent International Association of Navigation Congresses
RGD	Rijksgeologische Dienst (Nederland)
RIV	Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek (Nederland)
RIZA	Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater
Ro-ro	"roll on - roll off"
RWS	Rijkswaterstaat
SID	Schelde Inlichtingen Dienst
TAW	Tweede Algemene Waterpassing (Belgisch Algemeen referentiepeil)
TV	Getijverschil (m)

TDW	Ton deadweight (zie bijlage 0.0.1.b onder DWT)
TNO	Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TNO/IWECO	idem/Instituut voor Werktuigkundige Constructies
TSC	Technische Scheldecommissie
STSC	Subcommissie Technische Scheldecommissie Westerschelde
UL	Universiteit van Luik
UWRK	Uitbreiding Walradarketen
V	Volume (m ³)
V _{beun}	volume gemeten in beun
V _k	volume met densiteit 1,6
VHF	Very High Frequency
Zn	Zink
[n]	Verwijzing naar literatuurlijst nummer n

LIJST VAN DE TABELLEN

Tabel

1a	Scheur. Onderhouds- en verdiepingsbaggerwerken. Hoeveelheden gebaggerde specie en gemiddelde diepten.
1b	idem (vervolg).
2	Omgeving Scheur. Onderhouds- en verdiepingsbaggerwerken. Hoeveelheden gestorte specie met herkomst.
3	Onderhouds- en verdiepingsbaggerwerken Westerschelde. Hoeveelheden gebaggerde specie.
4	Onderhouds- en verdiepingsbaggerwerken Westerschelde. Hoeveelheden gestorte baggerspecie. Herkomst België en Nederland.
5	Onderhouds- en verdiepingsbaggerwerken Westerschelde. Hoeveelheden gestorte baggerspecie. Herkomst België.
6	Onderhouds- en verdiepingsbaggerwerken Westerschelde. Hoeveelheden gestorte baggerspecie. Herkomst Nederland.
7	Onderhouds- en verdiepingsbaggerwerken Westerschelde. Afgevoerde hoeveelheden baggerspecie.
8	Gemiddelde minimumdiepten op de drempels afwaarts Zandvlietsluis.
9a	Geadviseerde kruinhoogten dijken.
9b	idem (vervolg).
9c	idem (vervolg).
9d	idem (vervolg).
9e	idem (vervolg).
9f	idem (vervolg).
9g	idem (vervolg).
9h	idem (vervolg).
9i	idem (vervolg).
10	Overzicht plaatsen cq. verplaatsen lichtopstanden. Bron : DWW

Tabel

11a/b	Overzicht van opgeloste zware metalen op de stations Appelzak 2 (A2), 20 (A20) en Vlissingen.
12a	Resultaten JMP onderzoek 1979/1980 naar gehalten van metalen en organische verbindingen in mosselen van diverse locaties.
12b	Resultaten JMP onderzoek 1979/1980 naar gehalten van metalen en organische verbindingen in garnalen van diverse locaties.
12c	Gehalten van zware metalen in mosselen en zeewier voor de Belgische kust.
13	Overzicht van de belastingen op de Westerschelde aan zoet water, organische stof, totale nutriënten, zware metalen en organische microverontreinigingen.
14a/b	Gehalten in Nederlandse wateren - Jaargemiddelden 1980.
15a	Door interpolatie bepaalde metaalgehalten in het Westerscheldesediment van de te verdiepen drempels en in drie andere lokaties.
15b	Gemeten korrelgrootteverdeling en metaalgehalten in sedimenten van de aangeduide lokaties.
16	Gemiddelde gehalten aan metalen en fosfor in zwevend slib uit de Westerschelde (1978-1979).
17	Gehalte aan metalen en fosfor in het zwevende slib (1978-1979).
18	Vogeltellingen Westerscheldegebied.
19	Visserij in de Zeeuwse stromen.
20	Goederenvervoer over de Westerschelde omstreeks 1980.
21	Samenstelling van het verkeer op Antwerpen en via de sluizen van Terneuzen.
22a	Schepen ingedeeld volgens diepgang-reeksen. Beloodsingsstatistiek haven van Antwerpen. Ingekomen schepen.
22b	Schepen ingedeeld volgens diepgang-reeksen. Beloodsingsstatistiek Haven van Antwerpen. Uitgaande schepen.

Tabel

23a	Grootste schepen ontvangen in de Haven van Antwerpen.
23b	idem (vervolg)
24	Maximale lengte, breedte en diepgang van zeeschepen per grootte-klasse.
25a	Centraal scenario voor de ontwikkeling van de zeevaart op de Westerschelde tot 2000.
25b	idem (vervolg)
26	Volgens centraal scenario (2000) te verwachten aantal ontmoetingen bij de drempel van Borssele.
27	In de toekomst (2000) te verwachten aantal ontmoetingen op het traject Hansweert-Zandvliet.

LIJST VAN DE BIJLAGEN

N.B.: Tussen haakjes is de bron vermeld. De betekenis ervan is terug te vinden op de "lijst van de gebruikte afkortingen".

Bijlage

- 0.0.1.a Begrippen gebruikt in de zeevaart.
- 0.0.1.b idem (vervolg).
- 0.0.1.c idem (vervolg).
- 1.0.1. Maritieme toegangsweg tot Haven van Antwerpen. (AZ)
- 3.1.1. Leidammenprojekt. (AZ)
- 3.1.2. Ontwerp Bochtafsnijding bij Bath. (AZ)
- 3.2.1. Walsoorden. Inkorting Oude Hoofd. (DZ)
- 3.2.2. Leidam op de Plaat van Doel. (AZ)
- 3.2.3. Leidam op de Ballastplaat. (AZ)
- 3.3.1. Omgeving Scheur : Bagger- en stortplaatsen. (DK)
- 3.3.2. Westerschelde : Baggerplaatsen, stortplaatsen, zandwinplaatsen. (DZ)
- 4.1.1. Gemiddelde getijkrommen (1971-1980) : Zeebrugge - Antwerpen. (DWW)
- 4.1.2. Westerschelde Vlissingen - Antwerpen.
Verloop hoog- en laagwaterstanden (1971-1980).
Verloop getijverschillen (1971-1980). (DWW + AZ)
- 4.1.3. Overschrijdingslijnen Vlissingen. (DWW)
- 4.1.4. Overschrijdingslijnen Terneuzen. (DWW)
- 4.1.5. Overschrijdingslijnen Hansweert. (DWW)
- 4.1.6. Overschrijdingslijnen Bath. (DWW)
- 4.1.7. Vlissingen : Gemiddelde zeestand 1862...1980. (DWW)
- 4.1.8. Vlissingen : Gemiddeld getijverschil 1862...1980. (DWW)
- 4.1.9. Vlissingen : Gemiddeld hoogwater 1862...1980. (DWW)
- 4.1.10. Vlissingen : Gemiddeld laagwater 1862...1980. (DWW)

Bijlage

- 4.1.11. Bath : Gemiddeld getijverschil 1850-1980. (DWW)
- 4.1.12. Bath : Gemiddeld hoogwater 1900-1980. (DWW)
- 4.1.13. Bath : Gemiddeld laagwater 1900-1980. (DWW)
- 4.1.14. Verschillen tienjaarlijkse getijgemiddelden : Hansweert, Bath en Antwerpen t.o.v. Vlissingen. (DWW + AZ)
- 4.1.15. Verschillen jaarlijkse getijgemiddelden : Terneuzen, Hansweert, Bath, Prosperpolder en Antwerpen t.o.v. Vlissingen. (DWW + AZ)
- 4.1.16. Komberging en getijvolume. (DWW)
- 4.1.17. Westerschelde : Gemiddelde eb- en vloeddebieten. Restdebieten. (DWW)
- 4.1.18. Westerschelde : Springtij - Max. vloed- en ebstroom. (DWW)
- 4.1.19. Verloop van het gemiddelde chloridegehalte voor een gemiddelde natte en droge periode. (DWW)
- 4.1.20. Verloop van het chloridegehalte te Vlissingen, Hansweert, Lamswaarde en de grens (1971-1980). (DWW)
- 4.1.21. Chloridegehalteverloop in langszin (jaargemiddelde 1950). (AZ)
- 4.2.1. Westerschelde : Indeling dijkvakken t.b.v. advisering Deltaprofielen. (DWW)
- 4.3.1. Westerschelde : Overzicht geulligging 1800 en 1860. (DWW)
- 4.3.2. Westerschelde : " " 1905 en 1931. (DWW)
- 4.3.3. Westerschelde : " " 1952 en 1960. (DWW)
- 4.3.4. Westerschelde : " " 1970 en 1980. (DWW)
- 4.4.1. Mondingsgebied : Evolutie stortzone S₁. (DK)
- 4.4.2. Mondingsgebied : Huidige en toekomstige vaargeul. Zandwinning. (DK)
- 4.5.1. Westerschelde omgeving Bath : Situaties dieptelijnen 1860-1979. (DWW)

Bijlage

- 4.5.2. Westerschelde omgeving Bath. (DWW + RGD)
Algemeen overzicht, situering geologische profielen.
- 4.5.3. Westerschelde : Omgeving Bath - Geologische profielen.
(DWW + RGD)
- 4.5.4. Westerschelde : Nauw van Bath - Situatie boorpunten.
(DWW)
- 4.6.1. Natuur en milieu. (DD)
- 4.6.2.a Scheur en mondingsgebied : Waterkwaliteitsparameters.
(RIZA)
- 4.6.2.b " " : idem
- 4.6.2.c " " : idem
- 4.6.3. Scheur : Bodemsamenstelling. (DK)
- 4.6.4. Westerschelde : Gradiënt lengte-as voor diverse
stoffen. (RIZA)
- 4.6.5.a Westerschelde : Waterkwaliteitsparameters. (RIZA)
- 4.6.5.b " : "
- 4.6.5.c " : "
- 4.6.5.d " : "
- 4.6.6. Westerschelde : Gradiënt lengte-as. (RIZA)
- 4.6.7. Westerschelde en Scheur : Procentuele gehalten van
zware metalen in sedimenten t.o.v. Drempel van
Zandvliet. (RIZA + DZ)
- 4.6.8. Relatieve gehalten aan zware metalen in het
bodemsediment van het deltagebied. (DD)
- 4.6.9. Westerschelde : Intergetijde- en Schorgebieden.
- 4.6.10. Westerschelde : Ligging van Schorgebieden. (DD)
- 4.6.11. Zeeuwse wateren : Visserij-aspekten. (RIV)
- 4.6.12. Westerschelde : Jachthavens, kampeerterreinen.
- 4.7.1. Vaargeulen en vaarroutes omstreeks 1980.
- 4.7.2. Enige karakteristieken van de vaarweg omstreeks 1980.
- 4.7.3. Dwarsstroomsnelheden op de hoofdvaargeul omstreeks
1980. (DWW + DVK)

Bijlage

- 4.7.4. Korrelatie laagfrequentie energie West-Hinder en staking van de Loodsdienst. (DVK + DGSM)
- 4.7.5. Ontwikkeling van het scheepvaartverkeer. (DVK)
- 4.7.6. Ontwikkeling van het goederenverkeer. (DVK)
- 4.7.7. Plaats van de ongevallen (Alle ongevallen en zware ongevallen). (DVK)
- 4.7.8. Plaats van de ongevallen (Alle ongevallen en ongevallen waarbij zeeschepen $\geq$ 20.000 BRT zijn betrokken). (DVK)
- 5.2.1. Vaarschema's van getijgebonden schepen. Schematisch overzicht. (DVK)
- 5.3.1. Kielspeling (definitie volgens IMO). (DVK)
- 5.3.2. Verband tussen vaarsnelheid en max. inzinking op onbeperkt breed water (massagoedship). (DVK)
- 5.3.3. Te onderhouden diepte van de geulen. (DVK)
- 5.5.1. Aangenomen verkeerssituaties. (DVK)
- 5.6.1. Geschematiseerde indeling van de vaarweg. (DVK)
- 5.6.2. Schematische weergave van ontmoetings- en ophoof-manoeuvres. (DVK)
- 5.6.3. Akkaertbank-Zandvlietsluis. Te onderhouden breedte van de geulen. (DVK)
- 5.7.1. Keerplaatsen, anker- en wachtgebieden. (DGSM + DVK)
- 6.1.1. Toekomstige geulligging "1990". (DWW)
- 6.1.2. Bodemschematisatie 1976. (AZ)
- 6.1.3. Bodemschematisatie "1990". (AZ + DWW)
- 6.1.4. Verschil bodemschematisatie (dm) "1990" - 1976. (AZ)
- 6.2.1. Gemiddeld getij. Verschil hoogwaterstanden (cm) "1990" - 1976. (UL)
- 6.2.2. Gemiddeld getij. Verschil laagwaterstanden (cm) "1990" - 1976. (UL)
- 6.2.3. Gemiddeld getij. Verschil max. vloednelheden (cm/s) "1990" - 1976. (UL)
- 6.2.4. Gemiddeld getij. Verschil max. ebsnelheden (cm/s) "1990" - 1976. (UL)

Bijlage

- 6.4.1. Westerschelde. Verloop van de gemiddelde drempel-
diepte en het baggervolume. (AZ)
- 6.5.1. Westerschelde. Overzicht ligging schaaroevers langs
hoofdgeul. (DWW)
- 6.5.2. Westerschelde. Vaarwater boven Bath. Ligging linker-
oever naar situaties 1955, 1971 en 1981 met
verwachte ligging 1990. (DWW)
- 6.5.3. Westerschelde. Nauw van Bath. Ligging rechteroever
naar situaties 1955, 1971 en 1981 met verwachte
ligging 1990. (DWW)
- 6.5.4. Westerschelde. Overloop Valkenisse. Ligging linker-
oever naar situaties 1955, 1971 en 1981 met
verwachte ligging 1990. (DWW)
- 6.5.5. Westerschelde. Gat van Ossenisse. Ligging linkeroever
naar situaties 1955, 1971 en 1981 met verwachte
ligging 1990. (DWW)
- 6.5.6. Westerschelde. Profielen as zinkers 1966, 1970 en
1965, volgens ligging juli 1979, oktober 1980 en
september 1981. (DWW)
- 6.5.7. Westerschelde. Overzicht vermoedelijk te verdedigen
oevergedeelten. (DWW)
- 6.6.1. Meest bedreigde schorranden. (DD)
- 6.6.2. Cadmium- en kwikgehalten. (RIZA)
- 6.8.1. Invloed van de scheepsgrootte op de risico's voor de
bevolking. (TNO)

LITERATUURLIJST

Hoofdstuk 3.

- 3.1. [1] Modelstudies aangaande de verbetering van de bevaarbaarheid van de Westerschelde, ir. A. Sterling en ir. P. Roovers. "De Ingenieur" nr. 19 en 20, 1967.

Hoofdstuk 4.

- 4.1. [2] Zeemansgids voor de Nederlandse kust en aangrenzend gebied.
Uitgegeven door de Chef der Hydrografie (1979).
- [3] Rapport Deltacommissie.
Rijkswaterstaat.
- [4] Grenspeilen 1981.0; bepaling van nieuwe grenspeilen voor de kuststations.
Conceptnota WW-WH 82.12. Rijkswaterstaat, directie Waterhuishouding en Waterbeweging.
- [5] Changes of relative mean sea-level and of mean tidal amplitude along the Dutch coast, door ir. J. de Ronde.
Opgenomen in : Seismicity and Seismic Risk in the Offshore North Sea Area.
Editors : A.R. Ritsema en A. Gürpınar.
- [6] Stroomatlas Westerschelde (1976 en 1981).
Dienst der Hydrografie van de Koninklijke Marine.
- [7] Getijregime Westerschelde - Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Notitie WWKZ - 83V 297, juli 1983.
- [8] Chloridegehalten in de Westerschelde. Samenvattend verslag over de metingen van 1942 tot 1970.
Ir. I. Coen, Antwerpse Zeediensten, oktober 1971.
- [9] Beschouwingen omtrent de chloridegehalten op de Westerschelde in de periode 1971-1980.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Notitie WWKZ-83.V286, januari 1983.
- [10] Berekeningen naar het effect van verdiepingswerken en lozingen van het Zoommeer op de chloridegehalten op de Westerschelde. ir. J.W. Daamen en F.O.B. Lefèvre
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Nota WWKZ 82V 009, augustus 1982.
- 4.2. [11] De gevolgen van de stormvloedkering te Oosterweel voor de ontwerp kruinhoogten van de dijken langs de Westerschelde (mei '79).
Technische Scheldecommissie.

- [12] Ontwerp voor een verhoging van de waterkeringen langs de Westerschelde tussen de Belgische grens en Vlissingen.
Rijkswaterstaat - Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Nota 55.8 (1955).
- [13] Berekening Dijkhoogten.
Intern rapport Rijkswaterstaat.
ir. J. Liek - aug.'62.
- [14] Over het berekenen van Deltaprofielen van dijken langs de Westerschelde.
Rijkswaterstaat - Publicatie nr.9 (nota 71.7) 1971 .
- 4.4. [15] Inhoudsveranderingen en zandbalans Westerschelde, op basis van de resultaten van vroeger over de periode 1878-1971/'72 en recent over de periode 1971/72-1980 uitgevoerde berekeningen.
Ing. D. de Looff - Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Nota WWKZ - 83.V.003 - januari 1983.
- [16] Beschouwingen over stortplaatsen en speciéstortingen in de Westerschelde.
ing. D. de Looff - Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.
Notitie WWKZ - 81.V 273a.
- 4.6. [17] d'Angrémond, ir. K., Environmental effects of dredging.
"Royal Adriaan Volkergroep".
- [18] Bakker, C., de Pauw, N. "Comparison of brackish water plankton assemblages of identical salinity ranges in an estuarine tidal (Westerscheld) and stagnant (Lake Veere) environment (S.W. Netherlands). I. Phytoplankton. Hydrobiol. Bull. 8 pag. 179-189. - 1974.
- [19] Bakker, C., de Pauw, N. "Comparison of plankton assemblages of identical salinity ranges in estuarine tidal en stagnant environment. II : Zoöplankton". Neth.Journ. Sea Res. 9 (2) pag 145-165. - 1975.
- [20] Bakker, C., Phaff, W., Ewijk-Rosier, M..V., de Pauw, N. Copepod biomass in an estuarine and a stagnant brackish environment of the SW-Netherlands". Hydrobiol. 52, pag. 3-12 - 1977.
- [21] Beeftink, W.G., "De buitendijkse terreinen van de Westerschelde en de Zeeschelde - natuurwetenschappelijke betekenis, bedreiging door het Deltaplan en behoud voor de toekomst." Natuur en Landschap 11 nr.2 - 1957.
- [22] Beeftink, W.G., "De zoutvegetatie van Z-W. Nederland beschouwd in Europees verband". Meded. L.H. Wageningen 65-1 - 1965.

- [23] Beeftink W.G., Nieuwenhuizen J., Stoeper M., Mohl, C. "Heavy Metal Accumulation in Salt from the Western and Eastern Scheldt, The Science of the Total Environmental (in press) : . - 1982.
- [24] Blom, B.E., Jenkins T.F., Leggeldt D.C., Murrmann. "Effect of Sediment Organic Matter on Migration of Various Chemical Constituents during Disposal of Dredged Material". Dredged Material Research Program, contract report D-76-7. U.S.-Army Engineer Waterways Experiment Station, 1976.
- [25] Bohlen, W.F., Cundij, D.F., Tramontano, J.M. Artikel uit : Estuarine and coastal Marine Science vol. 9. 1979.
- [26] Buekens, prof. dr. ir. A.G., Dhaese, dr. ir. A. "Technische problemen bij het bergen van baggerslib ondermeer in verband met de toxiciteit".
- [27] Burks, S.A., Engler, R.M. "Water Quality Impacts of Aquatic Dredged Material Disposal (laboratory Investigations)". Dredged Material Research Program, technical report DS-78-4. U.S.-Army Engineer Waterways Experiment Station. - 1978.
- [28] Claeys, ir. C. "Specifieke problemen bij het baggeren, transport en bergen van slib". Dredging International.-
- [29] Colijn F. "Light absorption in waters of estuary". Artikel uit "Netherlands Journal of Sea Research, n° 2" - 1982.
- [30] Contactcommissie voor Natuur- en Landschapsbescherming en Stichting het Zeeuws Landschap. "De Westerschelde, erfdeel van het Zeeuws Landschap". - 1967.
- [31] Contactcommissie voor Natuur- en Landschapsbescherming. "De kleuren van zuid-west Nederland". 1972.
- [32] Daamen ir., J.W., "Verdieping Westerschelde; stand van zaken t.a.v. het onderzoek naar de invloed op de chloridegehalten, notitie WWKZ-81. v294 - 1981.
- [33] v. Dam D., de Loeff D. "Verwachte ligging en stabiliteit oevers Westerschelde omstreeks 1990, na uitvoering van de voorgenomen drempelverdieping en totstandkoming van een hierop aangepaste geulligging. Notitie WWKZ-82.617. RWS Deltadienst" - 1982.
- [34] v. Damme, D., Herman R., Scharma Y., Hokoet M., Martens P.; "Benthic studies of the Southern Bight of the North Sea and its adjacent continental estuaries. Fluctuations of the meiobenthic communities in the Westerschelde estuary. Geconcentreerde onderzoeksacties. Interuniversitaire Aktie Oceanologie - Verslag van de studiedagen - 1980.

- [35] Duinker J.C., Hillebrand M.I.J. "Behaviour of PCB, pentachlorobenzene, hexachlorobenzene, -HCH, dieldrin, endrin and P"P'-DDD in the Rhine - Meuse estuary and the adjacent coastal area". Artikel uit "Netherlands Journal of Sea Research", vol. 13 - 1979.
- [36] Eulen, J.R. "Invloed op het aquatisch milieu van de lozing van zoet water vanuit het Zoommeer op de Westerschelde". RIZA nota 78.0716. - 1978.
- [37] Fulk R., Gruber D., Wulschleger R.; "Laboratory Study of the Release of Pesticide and PCB Materials to the Water Column Owing to Dredging and disposal Operations". Dredged material Research Program, contract report D-75-6. U.S.-Army Engineer Waterways Experiment Station - 1975.
- [38] v. Genuchten P.M.B. "Effecten van het verdiepen van de vaargeul naar Antwerpen op de schor- en uitergetijdegebieden in het oostelijk deel van de Westerschelde. Studentenrapport 1-83, RWS, Deltadienst - Milieu en Inrichting 1983.
- [39] Gieskes, W.W.C., Kraay G.W. "The phytoplankton spring-bloom in Dutch coastal waters of the North Sea". Neth. Journ. Sea. Res. 2 pag. 166-196 1975.
- [40] Gieskens W.W.C., Kraay G.W. "Primary production and consumption ...". 11(2): 146-167 - 1977.
- [41] Gossé, J.G. "A preliminary investigation into the possibility of erosion in the area of the Flemish banks. RWS Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Nota FA 77702-1977.
- [42] de Groot, s.J. "An assessment of the Potential environmental Impact of large - Scale and Sand-Dredging for the Building of artificial Islands in the North Sea". RIVO IJmuiden. Artikel uit: Ocean Management vol.5, 1979.
- [43] Haverkamp, s.H. "Een onderzoek naar de gevolgen van de afsluiting van de Lauwerszee in 1968/1969 op de bodemfauna van de Zoutkamerlaag in 1980." RIZA A-Rapport BI-MV 80.10.
- [44] Heip, C. et.al. "Benthic studies of the southern Bight of the North Sea and its adjacent continental estuaries" (Progress Report I). Geconcentreerde onderzoeksacties. Interuniversitaire Aktie Oceanologie, Verslag van de Studiedagen. pag. 133-163 - 1979.

- [45] Hendriksma, J. "Waterkwaliteitsaspecten van de Westerschelde (rapportage 1972-1977) RIZA rapport - 1981.
- [46] Hirsch N.D., Disalvo L.N., Peddicord R. "Effects of Dredging and Diposal on Aquatic Organisms". Dredged Material Research Program, Technical report DS-78-5. U.S.-Army Engineer Waterways Experiment Station - 1978.
- [47] Hummel H. "Beschrijving van het abiotisch en biotisch milieu van het Nederlands continentaal Plat. Sturnet rapport. NIOZ 1978-3 1978.
- [48] Joiris C., Billen G., Lancelet C., Dano M.H., Mommaerts J.P., Beslets A., Bossicant M., Nijs J., Heca J.H. "A budget of carbon cycling..." Neth. I. Sea. Res. 16:260:275 - 1982.
- [49] Karickhoff S.W., Brown D.S., Scott T.A. "Sorption of hydrophobic pollutants on natural sediments". Artikel uit "Water Research". vol. 13 1979.
- [50] Khalid, R.A., Gambrell R.P., Verloo M.G., Patrick Jr. W.G. "Transformations of Heavy Metals and Plant Nutrients in Dredged Sediments as affected by Oxidation Reduction Potential and pH. Vol 1: Literature review". Dredged material Program. contract report D-77-4. U.S.-Army engineer Waterways Experiment Stations. - 1977.
- [51] de Kogel T.J. "De flora en vegetatie van een aantal schorren langs de Westerschelde in 1978." DDMI 79-20 - 1979.
- [52] Leemans J., Verspaandonk B. "Het Verdrongen Land van Saeftinge - een vegetatiekundige studie m.b.v. luchtfoto's." Studentenverslag Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek D4-1975.
- [53] de Looff, Ing. D. "Kaartering van de bodemsamenstelling van het oostelijk gedeelte van de Westerschelde. Methode en resultaten." Nota WWKZ-78-v013 - Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging - 1980.
- [54] de Looff, Ing. D. "Kaartering van de bodemsamenstelling van het westelijk gedeelte van de Westerschelde. Methode en resultaten." Nota WWKZ-80.v009 - Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging 1980.
- [55] de Looff, Ing. D. "Opgetreden en te verwachten diepte-veranderingen in het gebied van de mond van de Westerschelde, in samenhang met de reeds uitgevoerde en voorgenomen verdiepingsbaggerwerken in het Scheur. Concept van een toekomstige nota." Notitie WWKZ-81.v207. Projektgroep VWZ - 1981.

- [56] de Looff, Ing. D. "Onderzoek gevolgen verdieping Westerschelde, met betrekking tot morfologie, zandhuishouding, stortplaatsen en stabiliteit oevers." Nota WWKZ-80.v018 - 1980.
- [57] Maertens D. "Invloed van verontreiniging op sediment (kust en scheepvaart) op het ecosysteem in kustwater en open zee." - 1981.
- [58] Marquenie J.M., de Kock W.C. TNO-rapport nr. 82/97a.
- [59] May E.B. "Environmental Effects of Hydraulic Dredging in Estuaries." Artikel uit: Alabama Marine Resources Bulletin nr. 9. - 1973.
- [60] Meet- en Adviesdienst Delfzijl. "Sedimentologisch gevolgen van het storten van baggerspecie uit de haven van Delfzijl in het Eems-Dollard estuarium." - 1980.
- [61] Ministerie v. Volksgezondheid en het Gezin. "Studie van de ecologisch effecten van de voorhaven van Zeebrugge. I. Synthese over de fysische, fysicochemische, chemische, biologische en bacteriologische variabelen in de zone rond Zeebrugge (periode 1972-1978)." - 1979.
- [62] Marton J.W. "Ecological Effects of Dredging and Dredge Spoil Disposal: A literature review." Uit: Technical Papers of the U.S. fish and wildlife service nr. 94. - 1977.
- [63] Nienhuis P.H. "The epilithic algal vegetation of the SW Netherlands mededeling nr. 187 DIHO Yerseke." - 1980.
- [64] de Pauw, N. "Bijdrage tot de kennis van milieu en plankton in het Westerschelde estuarium I, II en III". Doctoraatsthesis R.U.G. Gent." - 1975.
- [65] Projectgroep WAKWON. "Monitoring Waterkwaliteit Noordzee (concept)." Optimalisatienota.
- [66] RIZA/Antwerpse Zeediensten: Uitgevoerde metingen op Westerschelde - 1982.
- [67] RIZA/Rijkswaterstaat: Kwartaal berichten waterkwaliteit in Rijkswateren.
- [68] Saeys H.L.F., Baptist H.J.M. "Waarde deltawateren voor vogels. Actuele en potentiële ornithologische waarde van de deltawateren gemeten aan de hand van internationaal vastgestelde normen." Nota 74-28. Deltadienst afd. Milieu-onderzoek - 1974.
- [69] Saeys H.L.F., Baptist H.J.M. "Watervogels in het delta-gebied, overzicht simultaantellingen 1972-1976." Nota 77-34. Deltadienst afd. Milieu-onderzoek - 1977.

- [70] Saeys H.L.F. "De Westerschelde, een milieu in beweging." Uitgave van de Stichting Zeeuws Coördinatieorgaan voor natuur-, Landschaps- en Milieubescherming - 1977.
- [71] Saeys H.L.F. "Vegetatiekundig en ornithologisch belangrijke gebieden in de Oosterschelde c.a. en Westerschelde." Nota 97-18. DDMI. - 1975.
- [72] Salomons W., Mook W.G., Eljink W.E. "Biogeochemical and hydrodynamic processes affecting heavy metals in rivers, lakes and estuaries." WL/IB publicatie nr. 253 - 1981.
- [73] Schilperoort ir. T., de Groot ir. S., van de Wetering ir. B.G.M., Dijkman ir. F. "Optimalisatie van de bemonsteringsfrequentie van routinematig waterkwaliteitsonderzoek." Artikel "H₂O", nr. 5 maart 1982.
- [74] Siereveld J.J., Visser J. "Morfologische en landschappelijke gevolgen bij verdere verdieping van de z.g. drempels in de Westerschelde." Notitie DDMI-82.617 RWS-Deltadienst - 1982.
- [75] Siereveld J.J., Visser J. "Oppervlakten intergetijde- en schorregebieden in de Westerschelde." Nota 76.15. Deltadienst-Milieu-onderzoek.
- [76] Streekplan Midden-Zeeland. Provincie Zeeland - 1982.
- [77] Structuurschema Natuur- en landschapsbehoud - Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk - Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. Deel a: Beleidsvoornemen, Hoofdstuk 6.4.5.5. - 1981.
- [78] Stokkom H., van in prep. Vegetatiekaart Verdrongen Land van Saeflinge 1979 Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst, Delft 1980.
- [79] Swart J.P. "Onderzoek oppervlakte bemonstering slib in de Westerschelde, periode '69-'80." Nota WWKZ-82v003. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging - 1982.
- [80] Theuns, ir. J. De baggerwerken in de Belgische havens en hun maritieme toegangswegen. Antwerpse Zeediensten 1979.
- [81] TNO: Centraal laboratorium Delft. "De bepaling van potentiële milieu-effecten in het water van chemicaliën en afvalwater: afbreekbaarheid, toxiciteit, bio-accumulatie." deel 1.
- [82] Technische Scheldec commissie (TSC). "Verdieping Westerschelde-programma '48/'43." Voorlopige nota.

- [83] Tijdeman P., Kleef H.L. "Kwalitatieve bemonstering van de bodemfauna in de Westerschelde ter hoogte van het Verdrongen Land van Saeftinge." RIZA Groningen, rapport nr. BI-MV 81.07 - 1981.
- [84] Verslag van de 8e vergadering van de Standing Advising Committee for Scientific Advice, 24-28 nov. 1980.
- [85] de Visser A. "De Zwarte Polder". De levende natuur pag. 12-16 - 1956.
- [86] Vogelwacht Oost Zeeuwsch-Vlaanderen "de Steltkluit". "Saeftinge Boek, een bundel artikelen over de geschiedenis van de flora en fauna van "Het Verdrongen land van Saeftinge". - 1973.
- [87] Waterloopkundig Laboratorium Delft. "Decontaminatie van havenslib in zeewater". - 1978.
- [88] Waterloopkundig Laboratorium/Instituut voor Bodemvruchtbaarheid. "Zware metalen in het zuid-westelijk Deltagebied". Verslag onderzoek R 1051 - 1977.
- [89] Waterloopkundig Laboratorium Delft "Inventarisatie en geochemisch gedrag van zware metalen in de Schelde en Westerschelde". Verslag M1640/M1736 - 1981.
- [90] Werkgroep II, onderzoek zandwinning Waddenzee. "Interimrapport aangaande biologisch ecologisch onderzoek met bemptrekking tot winning van zand in de Waddenzee c.a." - 1978.
- [91] Westhoff V., den Heldt A.J. "Plantengemeenschappen in Nederland". - 1969.
- [92] Williamson K.J., Bella D.A. "Estuarine Sediments: Successional Model". Artikel uit: Journal of the environmental engineering Division vol. 106 - 1980.
- [93] de Wit, ir. J.A.W. "Nota betreffende de gevolgen van het storten van baggerspecie uit de haven van Delfzijl in het Eems-Dollard estuarium". RIZA 1978.
- [94] Wolff W.J. "Distribution of non-breeding waders in an estuarine area in relation tot the distribution of their foodorganisms". Ardea 57 (1-2): 1-28 - 1969.
- [95] Wolff W.J. "The estuary as a habitat. An analysis of data on softbottom macrofauna of the estuarine of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt". Zoölogische Verhandeling Leiden 126 pag. 1-242 - 1973.
- [96] Wollast. "Diensten van de eerste Minister, programmatie van het wetenschapsbeleid, Nationaal onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma, boekdeel 10: het Schelde-estuarium". - 1979.

- 4.7. [97] Nota S.80.20.01. Technisch-nautisch onderzoek - Deel 1. Vaarschema's en vereiste Waterdiepte. RWS Dienst Verkeerskunde - mei 1983.
- [98] Nota S.80.20.02. Technisch-nautisch onderzoek - Deel 2. De invloed van het golfklimaat op de vereiste diepgang RWS Dienst Verkeerskunde juni 1982.
- [99] Nota S.80.20.03. Technisch-nautisch onderzoek - Deel 3. Maatgevende Verkeerssituatie en vaargeulbreedte. Tekst en bijlagen RWS Dienst Verkeerskunde - maart 1984.
- [100] Nota S.80.20.04. Technisch-nautisch onderzoek. Deel 4. Noodanker- en Wachtgebieden. RWS Dienst Verkeerskunde - april 1984.
- [101] Nota S.80.20.05. Technisch-nautisch onderzoek. Deel 5. Aanvullend onderzoek vereiste waterdiepte. RWS Dienst Verkeerskunde - mei 1983.
- [102] Nota S.80.20.06. Technisch-nautisch onderzoek. Deel 6. Vaarwegafmetingen en verkeersafwikkeling op het traject Hansweert-Zandvliet. RWS Dienst Verkeerskunde - februari 1984.
- [103] Nota S.80.20.07. Technisch-nautisch onderzoek. Deel 7. Aanbevolen nautische beheersmaatregelen marginale schepen. RWS Dienst Verkeerskunde.
- [104] Nota S.77.42. Scheepsongevallen op de Westerschelde over de periode 1966 e.e.m. 1978. RWS Dienst Verkeerskunde. Dordrecht - april 1981.
- [105] Scheepvaartreglement Westerschelde. Besluit van 11/9/1981 houdende vaststelling van een reglement voor de Scheepvaart op de Westerschelde. Staatsblad 1981 nr. 620. Nederland. Koninklijk besluit van 3 september 1981 houdende Scheepvaartreglement voor de Beneden Zeeschelde. Belgisch Staatsblad van 23/10/1981.
- [106] Verkeerssimulatie. Studie t.b.v. het project Verdieping Westerschelde. TNO-IWECO. - Delft - september 1983.
- 4.8. [107] Zeeland in cijfers. Sociaal-economische ontwikkeling 1970-1980. Economisch Technologisch Instituut voor Zeeland, oktober 1980.
- [108] Herziening streekplan Midden-Zeeland. Voorontwerp. Stuurgroep streekplan Midden-Zeeland, 1980.

- [109] Opgave gemeente Middelburg, mei 1981.
 - [110] Opgave gemeente Reimerswaal, mei 1981.
 - [111] Excursie Provinciale Staten van Zeeland naar West Zeeuwsch-Vlaanderen, PPD voor Zeeland, 1980.
 - [112] Opgave gemeente Oostburg, mei 1981.
 - [113] Streekplan Oost Zeeuwsch-Vlaanderen, Provincie Zeeland, oktober 1977.
 - [114] Opgave gemeente Hontenisse, mei 1981.
 - [115] De invloed van de Verdieping van de Westerschelde op het risico voor mens en milieu ten gevolge van het transport van gevaarlijke stoffen.
TNO. Maatschappelijke Technologie - Apeldoorn - oktober 1983.
- 4.10. [116] Nederlands Ministerie van Buitenlandse Zaken.
Afdeling Diplomatieke Zaken en Consulaire en Handelszaken.
Brief nr. 46435 - 22 december 1939.

Hoofdstuk 5.

- [117] Nota Deiningsprediktie Systeem Westerscheldemonnd (DPS)
Rijswijk april 1983.

Hoofdstuk 6.

- 6.1. [118] Tweedimensionaal mathematisch model van de Westerschelde. Berekeningsresultaten Verdiepingsprogramma 48'/43'.
Waterbouwkundig Laboratorium-Borgerhout.
Model 388-1982.
- [119] Inhoudsberekening Scheldebekken.
Traject Vlissingen - Antwerpen. Opneming 1968-1969.
P. Heugst - februari 1980.
Nota WWKZ-79.V018.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.
- [120] Getijberekeningen in verband met het onderzoek naar de verdieping van de Westerschelde. Deel 1b: Matig Springtij (nadere berekeningen).
Ing. L. Dekker en G.P. Bollebakker.
Maart 1982.
Nota WWKZ-82.V005.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.

- 6.2. [121] Getijberekeningen in verband met het onderzoek naar de verdieping van de Westerschelde.
Deel Ia: Matig Springtij.
Ing. L. Dekker en G.P. Bollebakker.
November 1981.
Nota WWKZ-81.V008.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.
- [122] Getijberekeningen in verband met het onderzoek naar de verdieping van de Westerschelde.
Deel II: Stormtij.
Ing. L. Dekker.
November 1981.
Nota WWKZ-81.V010.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.
- [123] Tweedimensionaal model Westerschelde. - Presentatie model.
Ing. L. Dekker.
December 1983.
Nota WWKZ-83.V010.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.
- [124] Tweedimensionaal model Westerschelde. - Verdieping Westerschelde.
Ing. L. Dekker.
(in voorbereiding, 1984)
Nota WWKZ-84.V010.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.
- [125] Stabiliteit van doorstroomprofielen in de Westerschelde.
F. Gerritsen en H. de Jong.
November 1983.
Nota WWKZ-83.V008.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.
- [126] Beschrijving getij- en zoutregime Westerschelde omgeving Land van Saeftinge.
Nota WWKZ-83.V002, november 1983.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.
- [127] Mathematisch model van de zeewaartse uitbouw van de haven van Zeebrugge. Mod. 382.
Prof. J.C.J. Nihoul en Dr. F.C. Ronday.
Rijksuniversiteit Luik 1979.

- 6.4. [128] Nota betreffende een beperkte vergroting van de toegankelijkheid van de haven van Antwerpen.
Technische Scheldec commissie - 28 maart 1980.
- 6.5. [129] Verwachte ligging en stabiliteit oevers Westerschelde omstreeks 1990, na uitvoering van de voorgenomen drempelverdieping en tot standkoming van een hierop aangepaste geulligging.
P. Van Dam en ing. D. de Looff.
Nota WWKZ-82.V273.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.
- 6.6. [130] Transport de sediments dans l'estuaire de l'Escaut.
ir. J.J. Peters - Waterbouwkundig Laboratorium,
Borgerhout - november 1972.
- [131] Risico's van het vervoer van olie en vloeibare toxische stoffen.
Nota DDMI-84.07 - Middelburg - februari 1984.
- 6.9. [132] Eindrapport Interdepartementale Commissie Loodsgeld Tarieven.
Instelling DGSM - 27 december 1979.

Hoofdstuk 7

- 7.2. [133] Inventarisatie Wrakken en Hindernissen.
Verdieping Westerschelde - Programma 48'/43'.
Antwerpen - Middelburg - juni 1984.

S C H E U R ONDERHOUDS- EN VERDIEPINGSBAGGERWERKEN HOEVEELHEDEN GEBAGGERDE SPECIE (MLN. M ³ DENSITEIT 1,6) EN GEMIDDELDE DIEPTEN										
Jaar	Bagger volume (mln. m ³)	Bagger volume per tijdvak (mln. m ³)	Gemiddelde diepten (dm beneden GLLWS)							Scheur West (1)
			Scheur-West							
			Drempels benoorden Ribzand							
			3°03 3°04	3°04 3°05	3°05 3°06	3°06 3°07	3°07 3°08	3°08 3°09	3°09 3°10	
1960	0,5	tijdvak	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	-		-	-	-	-	-	-	-	-
1962	0,8	60/65	-	-	-	-	-	-	-	-
1963	1,2		-	-	-	-	-	-	-	-
1964	0,4	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-
1965	0,3		106	100	97	96	96	96	97	97
1966	1,9	tijdvak	-	-	-	96	96	96	-	-
1967	2,3	66/68	-	103	104	100	97	97	96	100
1968	<0,1	4,2	-	100	99	101	98	98	98	99
1969	3,5		-	101	99	102	99	99	98	100
1970	4,6	tijdvak	-	103	103	105	102	104	101	103
1971	5,4		-	-	-	-	-	104	103	-
1972	7,3		109	103	103	107	104	104	104	105
1973	10,9	69/81	110	105	106	109	109	108	107	108
1974	8,6		113	108	111	113	112	111	111	111
1975	11,8		115	112	114	115	113	112	111	113
1976	8,8	134,2	116	113	116	118	115	114	113	115
1977	3,8		116	114	117	118	116	115	114	116
1978	5,8		118	116	116	115	113	113	112	116
1979	13,5		124	116	116	117	117	117	118	118
1980	17,7		123	119	119	118	119	120	120	120
1981	32,5		124	121	122	123	122	123	123	123
To- taal (+/-)	141,6	141,6								

(1) in voorkomend geval beperkt tot
"Drempel benoorden Ribzand".

Technische Scheldec commissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 1a

S C H E U R
ONDERHOUDS- EN VERDIEPINGSBAGGERWERKEN
HOEVEELHEDEN GEBAGGERDE SPECIE (MLN. M³ DENSITEIT 1,6) EN GEMIDDELDE
DIEPTEN

Jaar	Bagger volume (mln. m ³)	Bagger volume per tijdvak (mln. m ³)	Gemiddelde diepten (dm beneden GLLWS)										Scheur Oost (2)
			Scheur-Oost										
			Drempels benoorden Ribzand					Bol van Heist					
			3°10 3°11	3°11 3°12	3°12 3°13	3°13 3°14	3°14 3°15	3°15 3°16	3°16 3°17	3°17 3°18	3°18 3°19		
1960	0,5	tijdvak	-	-	-	-	103	102	92	104	-	98	
1961	-		-	-	-	-	-	99	95	100	111	101	
1962	0,8	60/65	-	-	-	-	-	-	101	105	114	107	
1963	1,2		-	-	-	-	-	-	99	103	109	103	
1964	0,4	3,2	-	-	-	-	-	105	105	104	-	105	
1965	0,3	-----	100	100	101	102	102	107	105	105	108	106	
1966	1,9	tijdvak	-	-	-	-	-	108	108	108	112	109	
1967	2,3	66/68	96	97	100	-	-	105	106	106	110	106	
1968	<0,1	4,2	98	99	100	-	-	104	105	106	109	106	
1969	3,5	-----	98	100	101	-	-	103	105	106	109	105	
1970	4,6		101	102	102	102	102	104	107	107	111	104	
1971	5,4		103	104	104	104	104	105	107	107	110	105	
1972	7,3	tijdvak	105	104	103	104	106	107	106	106	110	106	
1973	10,9		106	104	103	104	106	109	110	110	113	107	
1974	8,6	69/81	113	115	115	116	114	114	114	112	115	114	
1975	11,8		113	115	115	117	116	118	122	119	118	117	
1976	8,8		115	117	117	118	117	118	122	117	117	118	
1977	3,8	134,2	115	116	117	115	115	118	119	118	118	117	
1978	5,8		113	115	115	115	115	119	120	116	119	115	
1979	13,5		118	120	121	121	118	117	117	116	120	119	
1980	17,7		122	122	124	124	122	122	124	123	122	123	
1981	32,5		123	124	126	127	125	126	127	122	123	125	
To- taal (+/-)	141,6	141,6											

109 = gedeeltelijke opname

(2) in voorkomend geval beperkt tot
 "Bol van Heist".

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
 Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
 Tabel 1b

OMGEVING SCHEUR
ONDERHOUDS- EN VERDIEPINGSBAGGERWERKEN
HOEVEELHEDEN GESTORTE SPECIE (MLN. M³ DENSITEIT 1,6) MET HERKOMST
(zie bijlage 3.3.1)

Stort- plaats	Stortplaats SI		Appelzak	Paardemarkt			Oost en West van Zeebrugge	
Her- komst	Scheur	P.v/h Zand	Haven en voorhaven Zeebrugge	Scheur	P.v/h Zand	Haven en voorhaven Zeebrugge	P.v/h Zand	Haven en voorhaven Zeebrugge
1960	-	-	-	0,5	-	-	-	2,3
1961	-	-	-	-	-	-	1,1	2,2
1962	-	-	-	0,8	1,3	-	0,7	2,9
1963	-	-	-	1,2	0,9	-	-	2,3
1964	-	-	-	0,4	0,8	-	0,5	3,0
1965	-	-	-	0,3	-	-	0,8	2,3
1966	1,9	-	-	-	-	-	1,0	2,4
1967	2,3	-	-	-	-	-	2,0	2,1
1968	<0,1	-	-	-	-	-	6,9	2,6
1969	3,5	-	-	-	-	-	3,6	2,4
1970	4,6	-	-	-	-	-	7,5	3,0
1971	5,4	2,1	1,8	-	-	-	3,5	0,7
1972	7,3	4,4	2,9	-	-	-	0,8	-
1973	6,1	8,0	2,5	4,8	-	-	-	-
1974	5,6	8,0	2,7	3,0	-	-	-	-
1975	5,0	8,4	2,3	6,8	-	-	-	-
1976	5,9	10,0	2,7	2,9	-	-	-	-
1977	3,8	18,4	2,6	-	-	-	-	-
1978	5,8	10,1	2,7	-	-	-	-	-
1979	13,5	14,5	3,0	-	-	-	-	-
1980	17,7	14,1	0,7	-	-	2,0	-	-
1981	32,5	13,9	-	-	-	2,4	-	-
Totaal (+/-)	120,9	111,9	23,9	20,7	3,0	4,4	28,4	28,2
	232,8		23,9	28,1			56,6	
	341,4							

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48' / 43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 2

**ONDERHOUDS- EN VERDIEPINGSBAGGERWERKEN WESTERSCHELDE
HOEVEELHEDEN GEBAGGERDE SPECIE (MLN. M³)**

DREMPEL	1895 tot 1940	1941 tot 1950	1951 tot 1960	1961 tot 1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
BORSSELE	-	-	-	-	-	-	1,2	0,5	1,5	1,8	0,5	2,6	1,3	1,2	0,9
PUT V. TERNEUZEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	<0,1
BAARLAND	-	-	0,1	4,1	1,8	2,5	0,1	2,8	1,2	0,2	-	-	-	-	-
OVERLOOP HANSWEERT	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-	0,1	0,3	0,2	0,4	-
HANSWEERT	3,8	3,5	6,7	9,8	2,1	1,9	3,6	3,4	3,2	2,1	1,7	2,7	3,1	2,8	3,2
WALSOORDEN	5,9	1,0	1,3	5,7	1,3	-	0,5	0,8	0,9	2,8	1,3	0,5	0,9	1,6	1,1
OVERLOOP VALKENISSE	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	0,9	-	-	0,3	0,7	-
VALKENISSE	7,4	0,9	6,4	11,4	0,4	1,5	2,1	1,6	2,7	2,5	3,0	3,1	3,9	3,8	3,3
BATH	22,0	8,0	21,1	21,2	1,8	2,3	2,3	2,3	3,1	3,5	2,9	2,6	3,0	1,5	2,2
VAARWATER BOVEN BATH	1,7	2,6	0,2	0,6	-	-	-	<0,1	<0,1	0,4	0,1	-	-	<0,1	-
ZANDVLIET	12,6	5,7	6,1	11,9	1,7	2,1	1,6	2,6	1,8	1,6	2,4	1,6	1,6	1,4	1,6
TOTAAL (+/-)	53,4	21,7	41,9	65,0	9,1	10,3	11,4	14,1	15,4	15,8	12,0	13,4	14,3	13,6	12,4
	182,0				141,8										
	323,8														

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 3

ONDEPHOUDS- EN VERDIEPINGSBAGGERWERKEN WESTERSCHDELDE
HOEVEELIJDEN GESTORTE BAGGERSPECIE (MLN. M³)
HERKOMST BELGIE EN NEDERLAND

STORTPLAATS (nrs vermeld op bijlage 3.3.2 fig.2)	1895 tot 1940	1941 tot 1950	1951 tot 1960	1961 tot 1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
SPIJKERPLAAT(15)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
VLOEDSCH. EVERINGEN(14)	-	-	-	-	-	-	1,2	0,4	1,5	1,8	0,5	2,6	1,3	1,3	0,8
EBSCH. V.D. EVERINGEN(13)	-	-	-	-	0,9	1,4	0,1	2,3	-	-	-	-	0,3	2,3	1,8
RUG V. BAARLAND(12)	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	1,8
GAT V. OSSENISSE(11)	0,1	-	0,1	3,4	0,9	1,1	-	0,5	2,7	1,3	2,0	2,8	4,4	1,5	<0,1
MOLENPLAAT(10)	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-
PLATEN V. OSSENISSE(9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
SCH. V. WAARDE(6,7,8)	4,1	-	7,9	12,8	3,0	1,9	4,0	3,9	2,5	3,2	1,2	0,5	0,8	1,4	0,4
WALSOORDEN(5)	1,6	-	-	<0,1	-	-	<0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-
ZIMMERMAN(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	0,1	<0,1	-	-	0,2	0,2
BOEI 63 (Baalhoek)(3)	-	-	<0,1	13,2	0,4	-	-	1,3	2,0	1,8	3,0	3,4	1,6	1,5	2,1
KONIJNENSCHOR(3)	5,0	3,3	9,7	1,1	-	-	-	-	-	-	-	0,7	3,5	1,7	2,0
PLAAT V. VALKENISSE(-)	-	-	2,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCH. V. VALKENISSE(-)	4,0	4,1	<0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCH. V.D. NOORD(2)	9,4	5,4	10,7	8,7	-	1,0	1,4	0,5	1,7	2,4	1,5	0,9	<0,1	<0,1	0,5
APPELZAK(1)	6,5	3,3	4,7	4,9	0,2	0,2	0,2	0,2	<0,1	<0,1	0,4	0,6	<0,1	<0,1	0,4
DIV. STORTPL.(-)	11,3	-	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAAL +/-	45,7	16,1	35,7	44,9	5,4	5,6	7,0	9,3	10,6	10,7	8,7	11,5	12,1	11,4	10,5
	142,4				102,8										
	245,2														

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 42' / 43'

Studierapport STSC 6/86
Tabel 4

ONDERHOUDS- EN VERDIEPINGSBAGGERWERKEN WESTERSCHELDE
HOEVEELHEDEN GESTORTE BAGGERSPECIE (MLN. M³)
HERKOMST BELGIË

STORTPLAATS (nrs vermeld op bijlage 3.3.2 fig.2)	1895 tot 1940	1941 tot 1950	1951 tot 1960	1961 tot 1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
SCHAAR V. WAARDE(6,7,8)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	-
WALSOORDEN (5)	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BOEI 63 (Baalhoek) (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,7	0,4	0,4	0,2
KONIJNENSCHOR (3)	<0,1	0,4	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,8	0,3	<0,1
SCHAAR V.VALKENISSE (-)	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCHAAR V.D.NOORD (2)	0,9	1,4	0,9	0,2	-	-	-	-	0,1	0,3	0,4	0,3	<0,1	-	-
APPELZAK (1)	1,1	1,1	0,1	0,2	-	<0,1	-	-	-	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	-	-
DIVERSE STORTPLAATSEN(-)	6,5	-	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAAL +/-	8,9	2,9	1,7	0,4	-	<0,1	-	-	0,1	0,4	1,3	1,4	1,4	0,8	0,3
	13,9				5,8										
	19,7														

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 5

ONDERHOUDS- EN VERDIEPINGSBAGGERWERKEN WESTERSCHELDE
HOEEVELHEDEN GESTORTE BAGGERSPECIE (MLN. M³)
HERKOMST NEDERLAND

STORTPLAATS (nrs vermeld op bijlage 3.3.2 fig.2)	1895 tot 1940	1941 tot 1950	1951 tot 1960	1961 tot 1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
SPIJKERPLAAT (15)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
VLOEDSCH. EVERINGEN (14)	-	-	-	-	-	-	1,2	0,4	1,5	1,8	0,5	2,6	1,3	1,3	0,8
EBSCH. EVERINGEN (13)	-	-	-	-	0,9	1,4	0,1	2,3	-	-	-	-	0,3	2,3	1,8
RUG V. BAARLAND (12)	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	1,8
GAT V. OSSENISSE (11)	0,1	-	0,1	3,4	0,9	1,1	-	0,5	2,7	1,3	2,0	2,8	4,4	1,5	<0,1
MOLENPLAAT (10)	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-
PLATEN V. OSSENISSE (9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
SCH. V. WAARDE (6,7,8)	4,1	-	7,9	12,8	3,0	1,9	4,0	3,9	2,5	3,2	1,2	0,5	0,8	1,3	0,4
WALSOORDEN (5)	1,4	-	-	<0,1	-	-	<0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-
ZIMMERMAN (4)	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	0,1	<0,1	-	-	0,2	0,2
BOEI 63 (Baalhoek) (3)	-	-	<0,1	13,2	0,4	-	-	1,3	2,0	1,8	2,2	2,7	1,2	1,1	1,9
KONIJNENSCHOR (3)	4,9	2,9	9,1	1,1	-	-	-	-	-	-	-	0,7	2,7	1,4	2,0
PL. V. VALKENISSE (-)	-	-	2,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCH. V. VALKENISSE (-)	3,9	4,1	<0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCH.V.D.NOORD (2)	8,5	4,0	9,8	8,5	-	1,0	1,4	0,5	1,6	2,1	1,1	0,6	-	<0,1	0,5
APPELZAK (1)	5,4	2,2	4,6	4,7	0,2	0,1	0,2	0,2	<0,1	-	0,3	0,3	-	<0,1	0,4
DIV. STORTPLAATSEN (-)	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAAL +/-	36,8	13,2	34,0	44,5	5,4	5,5	7,0	9,3	10,5	10,3	7,4	10,2	10,7	10,6	10,3
	128,5				97,0										
	225,5														

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 6

ONDERHOUDS- EN VERDIEPINGSBAGGERWERKEN WESTERSCHELDE AFGEVOERDE HOEVEELHEDEN BAGGERSPECIE (MLN. M ³)			
	GEBAGGERD IN NEDERLAND m.i.v. ZANDVLIET		
	NAAR NEDERLAND	NAAR BELGIE	AAN DERDEN ONBEKEND
1895-1920	geen	gegevens	bekend
1921-1930	<0,1	1,7	1,6
1931-1940	-	4,8	-
1941-1950	-	0,6	-
1951-1960	-	3,5	<0,1
1961-1970	4,5	13,8	0,3
1971	0,5	2,1	<0,1
1972	-	3,7	0,2
1973	-	4,3	<0,1
1974	0,1	2,5	<0,1
1975	-	2,8	0,1
1976	-	2,3	<0,1
1977	-	2,6	<0,1
1978	-	1,5	<0,1
1979	-	2,7	<0,1
1980	-	1,4	-
1981	-	0,3	-
TOTAAL (+/-)	5,1	50,6	2,5
	58,2		

Technische Scheldec commissie
Verdieping Westerschelde Programma 48' / 43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 7

GEMIDDELDE MINIMUMDIEPTEN OP DE DREPELS AFWAARTS ZANDVLIETSLUIS t.o.v. GLLWS (dm).														
	1900 tot 1950	1951 tot 1960	1961 tot 1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
BORSSELE	126	119	116	108	108	102	106	111	119	124	127	125	125	127
BAARLAND	104	120	107	101	103	94	81	81	105	101	86	91	91	84
OVERLOOP HANSWEERT	-	77	91	107	120	101	106	115	117	116	117	121	123	131
HANSWEERT	92	99	95	84	86	87	100	106	110	108	111	111	117	122
VALKENISSE	93	97	94	91	88	92	102	102	117	114	117	118	116	122
BATH	87	92	93	102	102	104	101	101	117	115	112	118	118	121
ZANDVLIET.	82	93	90	88	88	88	104	104	113	117	118	119	119	122

Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 8

GEADVISEERDE KRUINHOOGTEN DIJKEN

Polder	Dijkvak			maatgevende superstroom- vloedstand in m t.o.v. NAP	geadviseerde kruinhoogte in m t.o.v. NAP	berm- breedte in m	talud boven- berm
	volg- nr.	van dijkpro- fiel (dp)	tot dp				
Walcheren	1	Oranjedijk		+5.40	+9.00	24	1:4
	2	t.p.v. v.m. Marinehaven		+3.35	+8.50	>50	1:3
	3	Eilanddijk (Dijkstraat)		+3.35	+8.50	10	1:4
	4	Eilanddijk (KNMI)		+3.35	+9.00	10	1:4
Walcheren (ZW)	5	Buitenhaven- Vlissingen	38	+3.35	+9.50	12	1:4
	6	38	32	+3.35	+9.50	9	1:4
	7	32	29	+3.35	+9.50	9	1:4
	8	29	26	+3.35	+9.50	9	1:4
	9	26	24	+3.35	+9.50	9	1:4
	10	24	22	+3.35	+9.50	9	1:4
	11	22	16	+5.40	+9.50	9	1:4
	12	16	13	+5.40	+9.50/+8.50	9-7	1:4
	13	13	5a	+5.40	+8.00	7-5	1:4
	14	5a	3	+5.40	+7.50	5	1:4
	15	3	1	+5.40	+8.50	5	1:4

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 9a

GEADVISEERDE KRUINHOOGTEN DIJKEN

Polder	Dijkvak			maatgevende superstorm- vloedstand in m t.o.v. NAP	geadviseerde kruinhoogte in m t.o.v. NAP	berm- breedte in m	talud boven berm
	volg- nr.	van dijkpro- fiel (dp)	tot dp				
Van Citters	16	26	20	+4,40	+9,50/6,75	6	1:4
	17	20	10	+4,40	9,50	6	1:4
Van Citters/ Borssele	18	10	56	+4,40	9,25	6	1:4
Borssele	19	56	40	+4,40	+11,50	9	1:4
	20	40	33	+4,40	+9,50	9	1:4
	21	33	27	+4,40	+8,50	9	1:4
	22	27	19	+5,55	+7,25	6	1:3,5
	23	18	13	+4,40	+9,00	10	1:3,5
	24	13	10	+4,40	+9,50	10	1:3,5
	25	9	0	+4,40	+8,50	10	1:3,5
Ellewoutsdijk	26	88	82	+4,80	+8,50/+9,00	10	1:4
	27	82	77	+4,40	+9,00	10	1:3,5
	28	77	71	+4,40	+10,00	10	1:3,5
	29	71	68	+4,40	+10,50	10	1:3,5
	30	68	62	+5,00	+10,00	10	1:3,5
	31	62	48	+5,00	+10,50	10	1:3,5
	32	48	44				1:3,5

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 9b

GEADVISEERDE KRUINHOOGTEN DIJKEN

Polder	Dijkvak			maatgevende superstorm- vloedstand in m t.o.v. NAP	geadviseerde kruinhoogte in m t.o.v. NAP	berm- breed- te (m)	talud boven berm
	volg- nr.	van dijkpro- fiel (dp)	tot dp				
Ellewoutsdijk/ Everingen	33	44	20		+7,50	5	1:3,5
	34	20	11		+7,50	7,5	1:3,5
	35	11	0		+7,50	5	1:3,5
Zuid	36	50	47		+7,50/+8,00	5	1:3,5 à 4
	37	47	42		+8,00	5	1:4
Baarland	38	41	38		+7,50/+8,50	5	1:4
	39	38	26	+5,50	+8,50	5	1:3,5
	40	25	0	+5,80	+7,50	5	1:3
Hoedekens- kerke	41	40	25		+7,50	4	1:3
	42	25	3		+7,50	5	1:3
Boone	43				+7,50		1:3
Willelm Anna	44	40	33				
	45	33	0		+7,75	5	1:3
De Breede wat. bew. Yerseke	46	132	106	+6,10	+8,00	5	1:3,5
Kruiningen	47	50	kan. Z.B.	+5,90	+8,00	8	1:4
	48	buitenhaven		+5,90	+7,50	-	
	49	buitenhaven	veer- hav.				
	50	veerhaven	Waar- depr.				

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 9c

GEADVISEERDE KRUINHOOGTEN DIJKEN

Polder	Dijkvak			maatgevende superstorm- vloedstand in m t.o.v. NAP	geadviseerde kruinhoogte in m t.o.v. NAP	berm- breedte in m	talud boven berm
	volg- nr.	van dijkpro- fiel (dp)	tot dp				
Waarde	51	56	54	+6,00	+8,75/+8,50	7,5	1:3,5
	52	54	51	+6,00	+8,75	7,5	1:3,5
Waarde	53	51	45	+6,00	+8,50	7,5	1:3,5
Westveer	54	45	43	+6,00	+9,25	7,5	1:3,5
	55	43	30	+6,00	+8,50	7,5	1:3,5
Waarde	56	30	23				
	57	23	19	+5,55	+8,85	7,5	1:3,4
	58	18	9	+5,55	+8,25	5	1:3
Emmanuel	59	21	18	+5,55	+8,25	5	1:3
	60	18	16	+5,55	+8,25/+9,00/ +8,25	5 6	1:3,5 1:3,5
	61	16	8	+5,55	+9,00 +8,25	5 6	1:3,5 1:3,75
	62	8	2	+5,55	+8,00	5	1:3,5
	63	2	0	+5,55	+9,00	5	1:3,5
Zimmerman	64	47	44	+5,55	+10,00 +9,00	5 7,5	1:3,5 1:3,5
	65	44	40	+6,25	+9,00	7,5	1:3,5
	66	40	34	+6,25	+8,00	5	1:3,5
	67	34	29	+6,25	+9,00 +8,50	7,5	1:3,5 1:4
	68	29	0	+6,25	+8,00	5	

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 9d

GEADVISEERDE KRUINHOOGTEN DIJKEN

Polder	Dijkvak			maatgevende superstorm- vloedstand in m t.o.v. NAP	geadviseerde kruinhoogte in m t.o.v. NAP	berm- breedte in m	talud boven berm
	volg- nr.	van dijkpro- fiel (dp)	tot dp				
Reigersberg- sche	69	45	26	+6,35	+8,50	7,5	1:4
	70	26	11	+6,35	9,00	7,5	1:4
Hert.Hedwige	71	grens	VP 11	+6,25	+8,50	7,5	1:4
	72	VP 11	VP 305	+6,25	+8,80	7,5	1:4
	73	VP 305	VP 298	+6,25	+8,80	7,5	1:4
Prosper	74			+6,25	+8,90	7,5	1:4
Koningin Emma	75	54	41	+6,25	+8,90	7,5	1:4
	76	41	29	+6,25	+8,80	7,5	1:4
	77	29	11	+6,25	+8,80	7,5	1:4
	78	11	3	+6,25	+8,80	7,5	1:4
Van Alstein	79	11	0	+6,25	+8,80	7,5	1:4
Melo	80	6	0	+6,00	+9,50	7,5	1:3
KL. Molen	81	10	6	+6,00	+9,50	7,5	1:3
	82	6	0	+6,00	+9,50	7,5	1:3

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 9e

GEADVISEERDE KRUINHOOGTEN DIJKEN

Polder	Dijkvak			maatgevende superstorm- vloedstand in m t.o.v. NAP	geadviseerde kruinhoogte in m t.o.v. NAP	berm- breedte in m	talud boven berm
	volg- nr.	van dijkpro- fiel (dp)	tot dp				
Kruis	83	37	25	+6,00	+9,50	7,5	1:3
	84	25	17	+6,00	+9,75 +9,25	7,5	1:3,5 1:4
	85	17	0	+5,92	+9,75 +9,25	7,5	1:3,5 1:4
Wilhelmus	86	88	80	+5,67	+8,75 +9,00	7,5	1:3,5 1:3
	87	80	74	+5,42	+8,00 +8,25	7,5	1:3,5 1:3
	88	74	70	+5,67	+8,50 +8,75	7,5	1:3,5 1:3
Noorddijk	89	haven Wals.			+7,25		
	90	63	52	+4,90	+7,05	7,5	1:3
	91	52	48	+5,95	+9,00	10	1:3
Perk	92	48	45	+5,35	+7,15	7,5	1:3
	93	veerhaven					
	94	38	28	+5,80	+9,00		1:3,5
Kievits/Perk	95	25	21	+5,85	+9,00		1:4
Molen	96	21	16	+5,85	+9,00		1:4
	97	16	7	+5,80	+9,00		1:4
Molen/Nijs	98	7	20	+6,45	+9,50	10	1:4

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 9f

GEADVISEERDE KRUINHOOGTEN DIJKEN

Polder	Dijkvak			maatgevende superstorm- vloedstand in m t.o.v. NAP	geadviseerde kruinhoogte in m t.o.v. NAP	berm- breedte in m	talud boven berm
	volg- nr.	van dijkpro- fiel (dp)	tot dp				
Nijs	99	20	0	+6,45	+9,50	10	1:4
's H.Arends	100	1	19	+5,02	+9,75	10	1:4
Hellegat	101	13	0	+5,75	+8,15	10	1:4
Eendragt	102	28	25	+5,32	+8,50	9	1:4
	103	25	19	+5,45	+9,00	9	1:4
Eendragt	104	19	13	+5,45	+10,00	9	1:4
	105	13	0	+5,45	+10,50	9	1:4
Kl. Huyssens	106	16	11	+5,45	+10,55		1:4
	107	11	5	+5,45	+10,75		1:4
	108	5	0	+5,45	+9,80		1:4
Margreta	109	20	14	+5,60	+10,25	9	1:4
	110	14	13	+5,20	+11,75	12	1:4
	111	13	8	+5,20	+11,00	9	1:4
	112	8	0	+5,20	+10,75	9	1:4
Nw Othene	113	13	0		+10,05	7,5	1:4
					+10,40	9	1:3,5
Ser Lippens	114	5	1		+9,40	7,5	1:4
					+9,70	9	1:3,5

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 9g

GEADVISEERDE KRUINHOOGTEN DIJKEN							
Polder	Dijkvak			maatgevende superstorm- vloedstand in m t.o.v. NAP	geadviseerde kruinhoogte in m t.o.v. NAP	berm- breedte in m	talud boven berm
	volg- nr.	van dijkpro- fiel (dp)	tot dp				
Hoofdplaat	132	87	78	+4,90	+8,00	6	1:3,5
	133	78	51	+5,65	+10,00	10	1:3,5
	134	51	47	+5,65	+10,00	10	1:3,5
	135	47	34	+5,65	+9,50	10	1:3,5
	136	34	30	+5,65	+9,25	10	1:3,5
	137	30	6	+5,65	+9,00	10	1:3,5
Hoofdplaat/ Elisabeth	138	6	19	+5,42	+10,00	10	1:3,5
Elisabeth	139	18	10	+5,42	+8,50	10	1:3,5
	140	9	7	+5,42	+10,00	10	1:3,5

Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 9i

OVERZICHT PLAATSEN c.q. VERPLAATSEN LICHTOPSTANDEN									
LICHTBAKEN	GEULOEVER	DATA PLAATSEN c.q. VERPLAATSEN							
Z. Saeftinge	linkeroever Vaarwater boven Bath	1947	11/02/60	06/09/66					
Oostketel	rechteroever Nauw van Bath	1947	gedemonteerd october 1964	herplaatst maart 1965	verplaatst april 1971	verplaatst maart 1975			
Middenketel		1953	mrt/apr.1958	weggefallen sept. 1964	herplaatst nov. 1964				
Westketel		1950	17/02/60						
Marlemonsche plaat	linkeroever Overloop van Valkenisse	1952	16/08/66						
Konijnenschor	linkeroever Overloop van Valkenisse	1946	1/9/ 1958	14/2/ 1964	9/7/ 1968	8/11/ 1974	22/12/ 1977	12/6/ 1981	verwijderd 4/3/1983
Baalhoek	linkeroever Overloop van Valkenisse	1947	28/2/ 1957	27/6/ 1962	juni 1969	8/11/ 1974	10/3/1977		12/6/1981

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 10

**OVERZICHT VAN OPGELOSTE ZWARE METALEN OP DE STATIONS
APPELZAK 2 (A2), 20 (A20) EN VLISSINGEN**
Gehalten in mg/l.

	Cd			Cr			Cu			Zn			Hg			Pb		
	VI.	A2	A20	VI.	A2	A20	VI.	A2	A20	VI.	A2	A20	VI.	A2	A20	VI.	A2	A20
gemiddeld	1	0,2	0,2	1	3	2	—	3	2	10	8	4	0,01	0,02	0,01	1	0	0
minimum	0,3	0,1	0,0	0	0	0	—	1	1	1	1	1	0,00	0,00	0,00	1	0	0
maximum	5,6	0,6	0,3	2	26	17	—	8	6	18	47	13	0,03	0,13	0,04	3	1	1

**OVERZICHT VAN ENKELE ZWARE
METALEN IN TOTAALVORM, 400m
VOOR DE BELGISCHE
NOORDZEEKUST [61] EN TER
HOOGTE VAN VLISSINGEN [67]**

	Zn	Pb	Cu	Hg
Vlissingen	25	7	7	—
Knokke	63	15	14	0,05
Heist O.	79	14	14	0,12
Heist C.	49	15	9	0,06
Heist W.	54	17	10	0,09
Blankenberge	66	14	12	0,07
Middelkerke	37	3	4	0,07
Oostduinkerke	41	7	0	0,14

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48' / 43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 11a/b

**RESULTATEN JMP ONDERZOEK 1979/1980 NAAR GEHALTEN VAN METALEN EN ORGANISCHE
VERBINDINGEN IN MOSSELEN VAN DIVERSE LOCATIES, UITGEDRUKT ALS MG STOF PER KG NAT
VLEESGEWICHT MOSSEL.**

Ben. plaats		Zuidergat		P.v.Terneuzen		Vlissingen		Waddenzee		Oude Wester		Bochtv.Watum	
para met.	bem. mnd.	1979	1980	1979	1980	1979	1980	1979	1980	1979	1980	1979	1980
Hg	apr/mei	0,05	0,05	0,09	0,05	0,05	0,06	0,09	0,06	-	0,03	-	0,17
	okt	0,09	0,07	0,0	0,10	0,10	0,04	0,06	0,05	-	0,06	-	-
Cd	apr/mei	3,05	6,60	2,75	2,8	1,50	0,69	0,33	0,37	-	0,33	-	0,48
	okt	2,51	12,80	0,51	7,4	2,82	1,05	0,10	0,12	-	0,33	-	-
Zn	apr/mei	-	15	-	17	-	23	-	13	-	20	-	21
	okt	-	35	-	31	-	20	-	15	-	9,9	-	-
Cu	apr/mei	-	3,6	-	3,0	-	3,3	-	4,4	-	3,5	-	2,6
	okt	-	3,6	-	4,0	-	4,3	-	3,8	-	3,6	-	-
Cr	apr/mei	-	1,6	-	1,1	-	1,9	-	3,2	-	1,6	-	2,4
	okt	-	0,8	-	3,1	-	1,8	-	2,8	-	3,3	-	-
Pb	apr/mei	-	0,7	-	0,9	-	1,2	-	0,66	-	0,42	-	0,51
	okt	-	1,1	-	2,0	-	1,3	-	0,69	-	0,74	-	-
PCB	apr/mei	0,17/ 0,22	0,25/ 0,28	0,10/ 0,15	0,09/ 0,12	0,05/ 0,10	0,06/ 0,11	-	0,07/ 0,12	-	0,06/ 0,09	-	0,02/ 0,07
	okt	0,25/ 0,27	0,19/ 0,24	0,13/ 0,15	0,11/ 0,16	0,12/ 0,15	0,12/ 0,17	0,06/ 0,11	0,11/ 0,16	-	0,05/ 0,11	-	-
HCB	apr/mei	0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	-	0,001	-	0,001	-	0,001
	okt	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	-	-

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 12a

**RESULTATEN JMP ONDERZOEK 1979/1980 NAAR GEHALTEN VAN
METALEN EN ORGANISCHE VERBINDINGEN IN GARNALEN VAN
DIVERSE LOCATIES, UITGEDRUKT ALS MG STOF PER KG NAT
VLEESGEWICHT GARNALEN.**

Ben. plaats		Westerschelde Breskens		Waddenzee		Eems-Oude Wester	
para- meter	bem. mnd.	1979	1980	1979	1980	1979	1980
Hg	apr/mei okt	0,16	0,32 0,13	0,15 0,09	0,18 0,06	0,15	0,08 0,06
Cd	apr/mei okt	0,09	0,012 0,013	0,007 <0,002	0,07 0,010	0,002	0,005 0,010
Zn	apr/mei okt		6,8 14		16 12		11 17
Cu	apr/mei okt		5,7 5,9		5,9 6,7		5,7 10,0
Cr	apr/mei okt		0,15 0,03		0,26 0,13		0,23 0,12
Pb	apr/mei okt		0,21 0,21		0,34 0,17		0,31 0,14
PCB	apr/mei okt		0,01/ 0,07 0,02/ 0,07/ 0,13	0,05/ 0,08 0,02/ 0,08	0,04/ 0,07 0,02/ 0,08	0,04/ 0,07	0,00/ 0,07 0,01/ 0,07
HCB	apr/mei okt	<0,001	0,001 0,001	0,001 <0,001	0,001 <0,001	<0,001	0,001 <0,001

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 12b

**GEHALTEN VAN ZWARE METALEN IN MOSSELEN EN
ZEEWIER VOOR DE BELGISCHE KUST [61] IN MG PER KG**

	Lokatie	Hg	Cd	Cu	Pb	Zn
Zeewier	Knokke	0,06	1,40		6,7	
	Heist	0,04	1,10		4,4	
	Zeebrugge	0,04	1,60		10,20	
	Raverszijde					
	Nieuwpoort	0,05	0,60		9,90	
	Gemiddeld	0,04	1,36	4,95	7,90	214,5
Mosselen	Knokke	0,57	2,90		9,9	
	Heist	0,58	3,10		12,2	
	Zeebrugge	0,36	2,20		9,7	
	Raverszijde	0,26	1,50		6,0	
	Nieuwpoort	0,30	1,40		5,10	
	Gemiddeld	0,42	2,46	11,78	8,80	192,2

Voor omrekening naar natgewicht: mosselvlees bestaat voor ca. 80% uit water, de opgegeven gehalten gedeeld door vijf geven dan de gehalten in mg/kg nat vleesgewicht.

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 12c

**OVERZICHT VAN DE BELASTINGEN OP DE WESTERSCHELDE AAN ZOET WATER,
ORGANISCHE STOF, TOTALE NUTRIENTEN, ZWARE METALEN EN ORGANISCHE
MICROVERONTREINIGINGEN [45].
TOTALE BELASTING WESTERSCHELDE**

	zoetwater		BOD		N		P	
	m ³ /s	%	ton/j	%	ton/j	%	ton/j	%
1. Schelde	83	83	22000	53	30000	70	5500	54
2. rechtstreekse af- valwaterlozingen	1	1	15000	36	4300	10	1900	19
3. stortingen							1000	10
4. kanalen	11	11	2600	6,3	6900	16	1400	14
5. polderlozingen	5	5	1900	4,7	1100	2,7	330	3
6. neerslag	0,3	-			480	1,3	35	-
Totaal	100,3	100	41500	100	42780	100	10165	100

Indicatie overige parameters (ton/j)

Cd	30	fenolen	200
Cr	300		
Cu	150	HCB	0,035
Pb	160	op DDT	0,02
Ni	120	-HCH	0,22
Zn	700	-HCH	0,22
Hg	4		

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 13

GEHALTEN IN NEDERLANDSE WATEREN - JAARGEMIDDELDEN 1980							
		Rijn	Maas	Westerschelde		Noordzee	Eems-Dollard
		Lobith	Eijsden	Sch. O. Doel	Vlissingen	4km uit kust Cadzand	Bocht v. Watum
Cl-	mg/l	168,0	41,0	3400,0	16500,0	17400,0	13612,0
BOD5	mg/l	3,2	2,8	3,3	1,7		1,4
O2	mg/l	8,0	9,7	2,1	9,2	8,0	9,2
Zw.stof	mg/l	31,0	37,1	85,0	42,0	86,9	98,1
NH4-N	mg/l	0,80	0,52	2,56	0,18	0,08	0,3
NO3-N	mg/l	3,93	2,79	4,2	1,0	0,65	1,09
O-PO4-P	mg/l	0,42	0,35	0,62	0,11	0,08	0,25
tot Hg	mg/l	0,18	0,31	0,24	0,07		0,12
tot Cd	mg/l	1,6	3,4	2,6	0,6		0,1
tot Zn	mg/l	103,0	300,0	91,0	17,0		15,0

GEMETEN CHLORIDEGEHALTEN (g/l), HERLEID NAAR HALFTIJ [41]				
Plaats	Gemiddeld	Maximum	minimum	Maximum variatie
Vlissingen	16,5-17	19,5	14	5,5
Hansweert	10 -11	17	4	13
Grens	6 - 8	14,5	0,5	14
Schelde- afvoer (m3/s)	87	40	260	220

Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde Programma 48' /43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 14a/b

**DOOR INTERPOLATIE BEPAALDE METAALGEHALTEN IN HET
WESTERSCHELDESEDIMENT VAN DE TE VERDIEPEN DREMPELS, EN IN
DRIE ANDERE LOKATIES.**

	Zn	Cr	Pb	Cu	As	Ni	Cd	Hg
Merwede	1920	990	515	300		95	45	
Dr.v.Zandvliet	600	220	180	100	70	40	25	2,5
Dr.v. Bath	550	200	170	90	60	35	18	2,2
Dr.v.Valkenisse	450	170	140	70	55	35	13	1,9
Dr.v.Hansweert	300	150	110	55	50	30	7	1,4
Dr.v.Baarland	250	110	60	30	30	25	3	0,8
Scheur/Vlaamse Banken	160	110	60	19	22	21	0,7	0,5
Oosterschelde- monding	157+/-9	88+/-3	55+/-2	23+/-2		23+/-1	0,9+/-1	

- gecorrigeerd voor de korrelgrootte-verdeling (50%<16um)
- gehalten in ug/g [88] [89]

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48' / 43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 15a

GEMETEN KORRELGROOTTEVERDELING EN METAALGEHALTEN IN SEDIMENTEN VAN DE AANGEDUIDE LOKATIES.										
Lokatie	%<16µm	%>16µm	%org. stof	Zn	Cr	Pb	Cu	Ni	Cd	Hg
Dr.v.Zandvliet	13,4	75,7	2,18	148	58	28	22	15	2,0	0,42
Dr.v.Valkenisse	3,4	93,4	0,08	20	23	4	<2	3	0,1	0,02
Dr.v.Hansweert	3,8	92,8	0,26	20	18	4	<2	3	<0,05	0,02
Sch.v.d.Spijker- plaat(stortplaats)	4,2	90,0	0,16	20	22	6	<2	3	<0,05	0,02
Scheur	9,2	76,5	1,03	57	40	(50)	6	10	0,2	0,13
Oosterschelde- monding [88]	10-12	n.b.	2,40-2,55	56-58	54-79	13-14	7-8	10	0,4	n.b.

De monsters die werden geanalyseerd waren per lokatie samengesteld uit een tiental mengmonsters.
 Metaalgehalten in µg/g droge stof, niet gecorrigeerd voor korrelgrootte.
 Meettocht van januari 1983.

Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 15b

GEMIDDELDE GEHALTEN AAN METALEN EN FOSFOR IN ZWEVEND SLIB UIT DE WESTERSCHELDE ALS MICROGRAM STOF PER GRAM ZWEVEND SLIB (1978-1979)							
		Antwerpen	Bath	Baalhoek	Terneuzen	Ellew.dijk	Vlissingen
Zn	ug/g	793,0	594,0	342,0	309,0	314,0	208,0
Cu	ug/g	242,0	201,0	178,0	112,0	127,0	46,0
Cr	ug/g	276,0	240,0	136,0	142,0	130,0	101,0
Ni	ug/	54,8	47,4	35,2	38,7	36,3	29,3
Pb	ug/g	287,0	197,0	105,0	85,0	83,0	77,0
Cd	ug/g	28,1	15,5	4,0	2,6	3,1	2,3
Fe	%	6,02	5,66	3,91	3,36	3,30	2,89
Mn	ug/g	942,0	1853,0	1872,0	1472,0	1350,0	1046,0
P	%	0,775	0,445	0,207	0,162	0,148	0,153
Al	%	3,62	4,27	3,58	4,20	4,09	3,79
Hg	ug/g	3,17	2,17	1,04	0,65	0,82	0,44
As	ug/g	121,0	67,1	35,7	21,4	23,5	17,4

De bemonstering is uitgevoerd op een diepte van 1,5m.

Bron IB/WL

Technische Scheldec commissie
Verdieping Westerschelde Programma 48' / 43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 16

GEHALTE AAN METALEN EN FOSFOR IN HET ZWEVENDE SLIB UITGEDRUKT IN % VAN DE GEHALTEN IN HET AFGEZETTE SLIB (OMGEREKEND NAAR 50% <16 µm) (1978-1979)			
Element	Antwerpen (a)	Bath (b)	Vlissingen (c)
Zn	83	84	101
Cu	143	164	143
Cr	145	103	87
Pb	114	96	125
Cd	86	71	89
Ni	97	102	93
Hg	110	70	68
As	133	81	71
Fe	141	107	93
Mn	139	119	142
P	156	105	96

- a) Zwevend slib Antwerpen <---> afgezet slib Rupel tot Antwerpen
b) Zwevend slib Bath <---> afgezet slib Boudewijnsluizen tot Baalhoek
c) Zwevend slib Vlissingen <---> afgezet slib Breskens + Sloehaven.

Technische Scheldec commissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 17

VOGELTELLINGEN WESTERSCHELDEGEBIED					
Soort	Norm	Gem.jan. aantal	x norm	gem.max. aantal	x norm
Rietgans	700	1000	1,4	1500	2,1
Kolgans	1800	2250	1,2	5900	3,3
Grauwe gans	400	600	1,5	780	2,0
Bergeend	1250	1300	1,0	1600	1,3
Smient	5000	17300	3,5	19500	3,9
Wintertaling	2000	3300	1,6	3300	1,6
Wilde eend	10000	10000	1,0	12000	1,2
Pijlstaart	700	3800	5,4	7500	10,7
Scholekster	6500	13800	2,1	17000	2,6
Kluut	400	120	(0,3)	630	1,6
Bontbekplevier	450			1740	3,9
Zilverplevier	850	1100	1,3	1750	2,1
Kanoetstrandloper	3000	8500	2,8	8500	2,8
Drieteenstrandloper	500			1500	3,0
Bonte strandloper	20000	26000	1,3	30000	1,5
Wulp	3000	1350	(0,4)	3300	1,1
Zwarte ruiter	200			250	1,2
Steenloper	300	600	2,0	700	2,3

Dit zijn gemiddelde januari-aantallen en gemiddelde maximum aantallen van vogelsoorten die de norm voor een gebied van internationale betekenis overschrijden (gegevens van Deltadienst DDMI en Staatsbosbeheer). De norm is gelijk aan 1% van de totale NW-Europese populatie van het soort.

De aantallen zijn gebaseerd op maandelijkse vogeltellingen in het Westerscheldegebied van 1976 t/m 1980. De gemiddelde januari-aantallen geven een indicatie van de overwinterende populatie.

De gemiddelde maximum aantallen geven een indicatie van de doortrekpopulatie.

Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 18

VISSERIJ IN DE ZEEUWSE STROMEN		
1979	Hoeveelheid en Waarden	
	Totaal	
Maanden	Kg	gld
januari	7.944.813	4.764.562
februari	4.307.340	2.761.799
maart	1.567.046	1.565.129
april	61.500	570.084
mei	15.945	95.565
juni	15.272	55.270
juli	615.650	426.993
augustus	5.297.855	3.218.304
september	4.651.498	3.137.927
oktober	5.504.649	5.051.018
november	5.252.168	4.828.122
december	4.733.066	9.400.828
Aanvoerplaatsen		
Bergen op Zoom	23.074	96.993
Breskens	48.407	144.595
Goes		
Tholen	29.551	257.347
Yerseke	39.828.797	34.999.385
Zierikzee	10.538	131.463
Colijnplaat (Kortgene)	12.220	91.319
Terneuzen	976	10.210
Midden-Schouwen	8.014	92.839
Wolphaartsdijk	5.225	51.450
totaal 1979	39.966.802	35.875.601
totaal 1978	36.566.191	26.109.439
totaal 1977	25.922.681	22.554.119

Technische Scheldec commissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 19

GOEDERENVERVOER OVER DE WESTERSCHELDE OMSTREEKS 1980.

GOEDERENGROEP (1)	Eenheid	Antwerpen		Gent		Terneuzen	
		1977	1981	1977	1981	1977	1981
Totaal aanvoer	10 ⁶ ton	36,3	43,7	11,1	15,7	4,0	5,5
Onder te verdelen in :							
voedingsstoffen	10 ⁶ ton	7,0	3,8	2,3	2,4	-	-
grondstoffen	10 ⁶ ton	11,0(2)	11,0(3)	4,4(2)	6,2(3)	0,6	0,5
brandstoffen	10 ⁶ ton	8,5(3)	16,3(2)	1,3(3)	4,0(2)	2,7	3,1
chemische producten	10 ⁶ ton	4,9	2,2	0,1	0,8	0,4	1,2
overige producten	10 ⁶ ton	4,7	10,4	3,0	2,3	0,3	0,7
Gesplitst in :							
containers	10 ⁶ ton	1,1	2,9	0,1	0,1	-	-
aantal containers	10 ³ stuks		390				
diverse producten	10 ⁶ ton	3,6	7,5	2,9	2,2	0,3	0,7
Totaal afvoer	10 ⁶ ton	30,0	36,1	3,5	3,6	2,5	2,2
Onder te verdelen in :							
voedingsstoffen	10 ⁶ ton	3,5	3,0	0,2	1,0	-	-
grondstoffen	10 ⁶ ton	1,7(2)	0,1(3)	0,1(2)	0,1(3)	0,2	0
brandstoffen	10 ⁶ ton	9,3(3)	6,9(2)	1,7(3)	0,8(2)	0,3	0,4
chemische producten	10 ⁶ ton	5,5	1,5	0,1	0,1	2,0	1,7
overige producten	10 ⁶ ton	9,2	24,5	1,4	1,6	-	0,1
Gesplitst in :							
containers	10 ⁶ ton	1,9	4,2	0	0	-	-
aantal containers	10 ³ stuks		405				
diverse producten	10 ⁶ ton	7,4	20,3	1,4	1,6	-	0,1

(1) De indeling naar goederensoort verschilt per literatuurbron. Hierdoor lijken de gegevens soms niet consistent: zie bijvoorbeeld de brandstoffen en grondstoffen (kolen!).

(2) Inklusief kolen; zie ook (1).

(3) Exklusief kolen; zie ook (1).

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 20

**SAMENSTELLING VAN HET VERKEER OP ANTWERPEN
EN VIA DE SLUIZEN VAN TERNEUZEN**

	Laadvermogen in 10 ³ TDW	ANTWERPEN			TERNEUZEN		
		Totaal aanbod per richting	Aantal geladen schepen in 1981		Totaal aanbod per richting	Aantal geladen schepen in 1981	
			Opvaart	Afvaart		Opvaart	Afvaart
To- taal	<1	3533	2849	3533	1939	1057	1057
	1 - 6	6474	5654	5716	1191	866	755
	6 - 12	2181	1643	2083	335	335	268
	12 - 25	3319	2407	2911	211	169	127
	25 - 50	839	756	674	254	169	51
	50 - 125	428	428	285	127	127	0
	>125	28	28	0	0	0	0
Vracht sche- pen	12 - 25	2563	1710	2417	127	85	64
	25 - 50	76	76	63	0	0	0
	50 - 125	71	71	71	0	0	0
	>125	0	0	0	0	0	0
Con- tainer- sche- pen	12 - 25	232	232	232	42	42	42
	25 - 50	229	191	229	0	0	0
	50 - 125	71	71	71	0	0	0
	> 125	0	0	0	0	0	0
Massa- goed- sche- pen	12 - 25	524	466	262	42	42	21
	25 - 50	534	490	381	254	169	51
	50 - 125	286	286	143	127	127	0
	>125	28	28	0	0	0	0

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 21

SCHEPEN INGEDEELD VOLGENS DIEPGANG - REEKSEN BELOODSINGSSTATISTIEK HAVEN VAN ANTWERPEN INGEKOMEN SCHEPEN													
Diepgangsklasse	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
135-140				-	2	2	-	-	-	1	5	3	9
130-134				3	-	10	23	39	23	43	75	72	66
125-129				45	55	89	80	107	80	92	97	77	68
120-124				102	135	133	80	73	81	80	90	109	98
115-119				154	155	106	69	66	53	71	74	87	71
110-114				118	124	107	83	85	63	68	88	80	89
105-109				52	59	72	69	92	110	89	122	100	126
100-104				122	135	153	116	151	158	119	141	162	149
97-99				106	110	132	92	125	144	109	111	124	152
Schepen >97 dm diepgang	1070	1201	946	702	775	804	612	738	712	672	802	814	828
Idem in % totale vloot	5,3	5,9	4,8	3,5	3,9	4,1	3,3	3,9	3,8	3,7	4,4	4,6	4,75
Totaalscheepsaan- bod (in- en uit- gaande x 1000)	38,1	40,4	39,4	39,5	39,6	39,5	36,7	37,0	37,0	36,5	36,7	35,7	34,8

Opmerking: 1) Maximum geadviseerde diepgang bij afvaart uit de Zandvlietluis bedraagt 38' (116 dm).
 2) Bovenstaande statistiek werd opgesteld aan de hand van door de Ontvangerij der loodsrechten verstrekte gegevens en geeft geen juist overzicht van de grootste diepte waarmede naar Antwerpen werd opgevaaren. Bij lichten te Everingen of Terneuzen werd de diepgang vóór dit lichten geakteerd, omdat de loodsrechten berekend worden volgens de grootste diepgang gedurende de volledige loodsreis.

Bron: Loodsstatistieken - Belgisch Loodswezen.

Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 22a

SCHEPEN INGEDEELD VOLGENS DIEPGANG - REEKSEN BELOODSINGSSTATISTIEK HAVEN VAN ANTWERPEN UITGAANDE SCHEPEN													
Diepgangsklasse	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
125 - 129											1		
120 - 124											1	1	3
115 - 119						1	1	5	21	17	11	12	20
110 - 114					21	33	19	25	38	47	49	43	59
105 - 109					28	45	39	35	73	101	94	87	152
100 - 104					93	119	50	53	85	128	131	158	200
97 - 99					128	123	64	86	132	101	124	162	204
Schepen >97 dm diepgang	184	151	193	255	270	321	173	204	349	394	411	463	638
Idem in % totale vloot	1,0	0,7	1,0	1,0	1,3	1,6	0,9	1,1	1,8	2,2	2,2	2,6	3,7
Totaal scheepsaan- bod (in- en uit- gaande x 1000)	38,1	40,4	39,4	39,5	39,6	39,5	36,7	37,0	37,0	36,5	36,7	35,7	34,8

- Opmerking: 1) Maximum geadviseerde diepgang bij afvaart uit de Zandvlietsluis bedraagt 38' (116 dm).
 2) Bovenstaande statistiek werd opgesteld aan de hand van door de Ontvangerij der loodsrechten verstrekte gegevens en geeft geen juist overzicht van de grootste diepte waarmede vanuit Antwerpen werd afgevaaren. Bij laden te Everingen of Terneuzen werd de diepgang na dit laden geakteerd, omdat de loodsrechten berekend worden volgens de grootste diepgang gedurende de volledige loodsreis.

Bron: Loodsstatistieken - Belgisch Loodswezen.

Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 22b

GROOTSTE SCHEPEN ONTVANGEN IN DE HAVEN VAN ANTWERPEN									
Jaar	Getij	Data	Naam van het schip	Lengte (m)	Breedte (m)	Draagvermogen (TDW)	Diepgang (m) (ft)		
1972	S	13- 4	Nikkala	244	37,8	72500	12,84	42' 2"	
	M	23- 6	Aragonite Islander	261	32,4	74203	10,51	34' 6"	
	S	19- 1	Pegny	255	38,1	96130	10,46	34' 4"	
Normale grootste TDW van geladen schepe., rond 72500									
1973	S	2- 9	Nikkala	244	37,8	72500	12,89	42' 4"	
	M	16- 11	Ancora	282	38,4	125000	11,17	36' 8"	gelost ca.70000 t
	M	30- 12	Thorfrid	256	39,0	96400	12,18	40'	gelost ca.80000 t
1974	S	23- 6	Nimba	244	37,9	72500	12,92	42' 5"	gelost ca.76000 t
	D	24- 10	Transoceanica Mario	297	40,8	136200	9,75	32'	herstelling
	M	29- 9	Harima Maru	261	40,6	114812	11,01	36' 2"	gelost ca.73050 t
1975	S	26- 2	Ragna Gorthon	244	32,3	68785	13,02	42' 9"	gelost ca.66511 t
	S	27- 2	Silver Bridge	266	44,0	142767	11,67	38' 4"	
	M	16-11	Jacob Russ	282	42,5	139852	11,04	36' 3"	
1976	S	1- 6	Melete	228	32,3	72063	13,20	43' 4"	
	M	25- 5	Sir John Hunter	294	44,3	169087	8,22	27'	
	S	29- 7	Nortrans Elma	260	39,7	118738	13,32	43' 9"	(betwist gegeven)
Totaal: 17 schepen met meer dan 100000 TDW met zeer beperkte diepgang, 5 schepen met meer dan 13m diepgang.									

S = springtij

M = gemiddeld getij

D = doodtij

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 23a

GROOTSTE SCHEPEN ONTVANGEN IN DE HAVEN VAN ANTWERPEN									
Jaar	Getij	Data	Naam van het schip	Lengte (m)	Breedte (m)	Draagvermogen (TDW)	Diepgang (m) (ft)		
1977	S	14- 9	Ludolf Oldendorff	244	32,2	74027	13,23	43' 5"	
	M	17- 1	Giewont 2	284	43,5	135700	10,35	34'	
	D	16- 3	Nortrans Elma	260	39,7	118738	12,49	41'	
	Totaal: 21 schepen met meer dan 100000 TDW, 6 schepen met meer dan 13m diepgang.								
1978	S	25- 5	Ellora	237	35,4	44222	13,58	44' 7"	
	S	16-12	English Bridge	294	44,3	169080	8,22	26' 08"	leeg-herstei
	Totaal: 66 schepen met meer dan 100000 TDW, 24 schepen met meer dan 13m diepgang.								
1979	S	15- 1	Chihirosan Maru	260	39,7	110904	13,99	45' 6"	(betwist gegeven)
	S	17- 3	Eraclide	287	40,8	135995	9,75	32' 0"	
	M	29- 8	Cast Puffin	266	44,1	142725	12,75	41' 10"	
	Totaal: 109 schepen met meer dan 100000 TDW, 54 schepen met meer dan 13m diepgang.								
1980	M	13-12	Sea Antwerp	286	41,0	140653	10,97	36' 0"	
	M	9- 1	Cast Petrel	266	44,1	142762	11,96	39' 3"	
	M	15- 2	Andros Storm	275	43,4	146346	11,88	39' 0"	
	S	5- 1	Atlantic Princess	256	38,6	87106	14,02	46' 0"	
Totaal: 111 schepen met meer dan 100000 TDW, 51 schepen met meer dan 13m diepgang.									

S = springtij

M = gemiddeld getij

D = doortij

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 23b

MAXIMALE LENGTE, BREEDTE EN DIEPGANG VAN ZEESCHEPEN PER GROOTTE-KLASSE						
Tonnage-klasse (TDW)	Scheepstype					
	Containerschepen			Overige schepen		
	lengte(1) (m)	breedte (m)	diepgang (m)	lengte(1) (m)	breedte (m)	diepgang (m)
0-6.000	110	20	8	110	18	7
6.000-12.000	150	23	9	150	21	9
12.000-25.000	210	28	11	180	26	10
25.000-50.000	290(2)	33	12,5	210	33	12
50.000-125.000	290(2)	33	13	290(2)	42,5	15,3
>125.000	-	-	-	300(2)	50	15,3

- 1) tussen loodlijnen.
2) over alles (L.O.A.).

Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde Programma 48' / 43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 24

**CENTRAAL SCENARIO VOOR DE ONTWIKKELING VAN DE
ZEEVAART OP DE WESTERSCHELDE TOT 2000**

Laadvermogen in TDW		ANTWERPEN			
		Scheeps- aanbod 1981	Scheepsaanbod in 2000 volgens centraal scena- rio ("extra lading in maatgevende schepen")		
			Totaal aantal schepen per richting	Totaal aantal geladen schepen	
				opvaart	afvaart
massa- goed- sche- pen	1000	1000	353	325	353
	1000 - 5999		2033	1771	1555
	6000 - 11999		105	105	70
	12000 - 24999		524	466	262
	25000 - 49999		534	490	381
	50000 - 124999		446	286	303
	125000		352	352	0
contai- ner- sche- pen	1000	1000	117	117	117
	1000 - 5999		932	785	932
	6000 - 11999		105	105	105
	12000 - 24999		232	232	232
	25000 - 49999		229	191	229
	50000 - 124999		621	441	621
	125000		0	0	0
vracht- sche- pen	1000	1000	3063	2496	3063
	1000 - 5999		3509	3098	3228
	6000 - 11999		1971	1433	1908
	12000 - 24999		2563	1710	2417
	25000 - 49999		76	76	63
	50000 - 124999		233	71	233
	125000		0	0	0
alle sche- pen	1000	1000	3533	2849	3533
	1000 - 5999	6474	6474	5654	5716
	6000 - 11999	2181	2181	1643	2083
	12000 - 24999	3319	3319	2407	2911
	25000 - 49999	839	839	756	674
	50000 - 124999	428	1300	798	1157
	125000	28	352	352	0
		16802	17998	14459	16073

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 25a

CENTRAAL SCENARIO VOOR DE ONTWIKKELING VAN DE ZEEVAART OP DE WESTERSCHELDE TOT 2000					
Laadvermogen in TDW		TERNEUZEN/GENT (1)			
		Scheepsaanbod 1981	Scheepsaanbod in 2000 volgens centraal scenario ("extra lading in maatgevende schepen")		
			Totaal aantal schepen per richting	Totaal aantal geladen schepen	
				opvaart	afvaart
massagoedschepen	1000		0	0	0
	1000 - 5999		325	108	325
	6000 - 11999		67	67	67
	12000 - 24999		42	42	21
	25000 - 49999		254	169	51
	50000 - 124999		351	351	91
	125000		0	0	0
containerschepen	1000		0	0	0
	1000 - 5999		73	73	73
	6000 - 11999		201	201	134
	12000 - 24999		42	42	42
	25000 - 49999		13	13	0
	50000 - 124999		0	0	0
	125000		0	0	0
vrachtschepen	1000		1939	1057	1057
	1000 - 5999		793	685	357
	6000 - 11999		67	67	67
	12000 - 24999		127	85	64
	25000 - 49999		0	0	0
	50000 - 124999		14	14	14
	125000		0	0	0
alle schepen	1000	1939	1939	1057	1057
	1000 - 5999	1191	1191	866	755
	6000 - 11999	335	335	335	268
	12000 - 24999	211	211	169	127
	25000 - 49999	254	267	182	51
	50000 - 124999	127	365	365	105
	125000	0	0	0	0
Totaal		4057	4308	2974	2363

1) Alleen het verkeer dat de sluisen passeert.

Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Tabel 25b

**VOLGENS CENTRAAL SCENARIO (2000) TE VERWACHTEN AANTAL ONTMOETINGEN
BIJ DE DREMPEL VAN BORSSELE**

type	tonnage klasse TDW	massagoed- en vrachtschepen						containerschepen				
		<6.000	6.000- 12.000	12.000- 25.000	25.000 50.000	50.000 125.00	>125.000	<6.000	6.000- 12.000	12.000- 25.000	25.000- 50.000	50.000 125000
massagoed- schepen, vracht- schepen	<6.000	682										
	6.000-12.000	171	15									
	12.000-25.000	324	73	21								
	25.000-50.000	112	28	32	7							
	50.000-125.000	159	13	30	15	4						
	>125.000	49	13	11	7	8	0					
container- schepen	<6.000	98	36	21	26	50	4	5				
	6.000-12.000	19	6	6	4	8	2	1	0			
	12.000-25.000	16	2	10	5	6	1	4	2	0		
	25.000-50.000	25	6	5	7	6	1	8	0	0	0	
	50.000-125.000	37	4	9	9	3	0	7	0	1	2	2

NB: - Duur van de simulatie bedraagt ca. 23,3 dagen.

- Scheepvaartintensiteit volgens centraal scenario voor het jaar 2000.

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 26

IN DE TOEKOMST (2000) TE VERWACHTEN AANTAL ONTMOETINGEN OP HET TRAJEKT HANSWEERT-ZANDVLIET													
type	tonnage klasse TDW	massagoed- en vrachtschepen						containerschepen					gesimu- leerd aantal sche- pen
		< 6000	6.000- 12.000	12.000- 25.000	25.000 50.000	50.000 125000	> 125000	< 6000	6000- 12000	12000- 25000	25.000- 50.000	50.000 125000	
massagoed- schepen, vracht- schepen	<6.000	6024											2420
	6.000-12.000	2681	265										773
	12.000-25.000	4028	913	644									1189
	25.000-50.000	1148	253	392	69								315
	50.000-125000	1366	246	392	122	62							313
	>125000	542	128	175	52	35	10						148
container- schepen	<6.000	1341	288	484	129	151	61	80					420
	6.000-12.000	194	43	61	17	11	3	24	2				58
	12.000-25.000	296	82	107	28	32	22	36	9	6			105
	25.000-50.000	408	74	133	37	29	25	48	4	6	8		118
	50.000-125000	843	139	308	84	76	21	97	13	18	36	40	249

NB: - Duur van de simulatie bedraagt ca. 60 dagen.
 - Scheepvaartintensiteit volgens centraal scenario voor het jaar 2000.
 - Het aantal ontmoetingen is bij benadering recht evenredig aan de lengte van de (deel)trajekten.

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 27

BEGRIPPEN GEBRUIKT IN DE ZEEVAART

DEFINITIES

Voor de beoordeling van de grootte van schepen worden de normen gehanteerd die golden vóór de Londense Conventie van 23.6.1969 over het meten van schepen.

De grootte van een schip kan op verschillende manieren worden aangegeven. Soms is de inhoud bedoeld, dan weer het gewicht als het afgeladen is, of alleen het gewicht dat kan worden ingenomen. Ook de eenheden waarin deze grootte is uitgedrukt verschillen merkkelijk van elkaar : het kunnen inhoudsmaten zijn of gewichtsmaten. Zelfs dan hebben zij niet altijd dezelfde waarde. Of de Internationale Conventie van 1969 van Londen overeengekomen op 23 juni 1969 de beoordeling van de grootte van de schepen verduidelijkt is niet zo evident.

Hierna volgt een definitie van de belangrijkste begrippen zoals ze in dit verslag zijn gehanteerd :

1. Bruto-inhoud (BRT - Grosstonnage)

Volgens de meetonderrichtingen voor zeeschepen wordt de bruto-inhoud uitgedrukt in kubieke meters of in tonnen van $1/0,353 \text{ m}^3$ (nagenoeg registertonnen van $2,83 \text{ m}^3$). De inhoud omvat de ruimte onder het meetdek, vermoederd met de tussendekruimten boven het meetdek en onder het bovendek, en met de inhoud van de zich al dan niet van boord tot boord uitstrekkende bovenbouw en met de overmaat van de luikhoofden.

- registerton = zeeton = Moorsomton = $100 \text{ voet}^3 = 2,83 \text{ m}^3$. Deze maat werd ingesteld bij de Merchant Shipping Act van 1854 voor het Verenigd Koninkrijk en Ierland en werd later algemeen aangenomen.

- meetdek = het meetdek is het bovendek bij schepen met niet meer dan 2 dekken en het tweede dek van beneden af in schepen met meer dan 2 dekken.

2. Netto-inhoud (NRT - Nettonnage)

Komt overeen met de inhoud die wordt gevonden door de bruto-inhoud te verminderen met de ruimten voor de kapitein en bemanning, met de ruimten voor besturing en behandeling van het schip en de ruimten voor "werktuigelijke" voortstuwing (machinekamer, ketelruim, astunnel enz.)

De netto-inhoud wordt zo klein mogelijk gehouden zonder het laadvermogen te beïnvloeden. Deze inhoud wordt ook in registerton uitgedrukt. Het is in feite het volume dat voorhanden is voor winstgevende lading.

Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Bijlage 0.0.1.a

3. Draagvermogen (DWT-Deadweight)

Maximum doodgewicht of deadweight is het gewicht dat in het schip moet worden geladen om het in zeewater op de geladen lastlijn te doen inzinken. In feite dus het gewicht van de lading, de bemanning, de brandstof, de waterballast, de proviand, drink- en voedingswater en losse inventaris. Het wordt uitgedrukt in metrische ton.

4. Lightweight-tonnage (LWT)

is het scheepsgewicht van een volledig ledig schip.

5. Waterverplaatsing (Dpi-Displacement)

het gewicht van het door het schip verplaatste zeewater, als het schip op de geladen lastlijn ligt (dus tot het uitwateringsmerk voor de zomer afgeladen). Het wordt uitgedrukt in tonnen van 1.000 of 1.060 kg (Engelse ton). De waterverplaatsing is dus ook het gewicht van het afgeladen schip. Het is in feite de som van lightweight en deadweight tonnage en is de gebruikelijke tonnemaat voor oorlogsschepen.

6. Laadvermogen (ton)

Het gewicht dat een schip aan winstgevende lading kan meenemen. Deze is afhankelijk van de hoeveelheid brandstof, water enz. dat moet worden meegenomen. Het is dus afhankelijk van de afstand tussen haven van herkomst en bestemming.

7. Displacement

Inhoud van het onderwatergedeelte van het schip, uitgedrukt in voet³ of m³.

8. Lengte (L)

Lengte over alles (L.OA) horizontale afstand van het voorste punt van de voorsteven tot het achterste punt van het hek. Lengte tussen de loodlijnen (L.L) afstand van de voorkant van de voorsteven tot de achterkant van de achtersteven (roersteven) gemeten op de geladen lastlijn. Is er geen achtersteven dan wordt de afstand gemeten tot de hartlijn van de roerkoning.

9. Breedte (B)

Breedte volgens de mal - grootste breedte gemeten tussen de buitenkanten van de spanten aan bak- en stuurboord. Breedte over alles: grootste breedte buitenwerks gemeten.

Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde Programma 48' / 43'
Studierapport STSC 6/84 Bijlage 0.0.1.b

10 Holte (DM-Depth moulded)

Vertikale afstand tussen bovenkant kiel en bovenkant van de dekbalk, gemeten in de zijde op de halve lengte tussen loodlijnen.

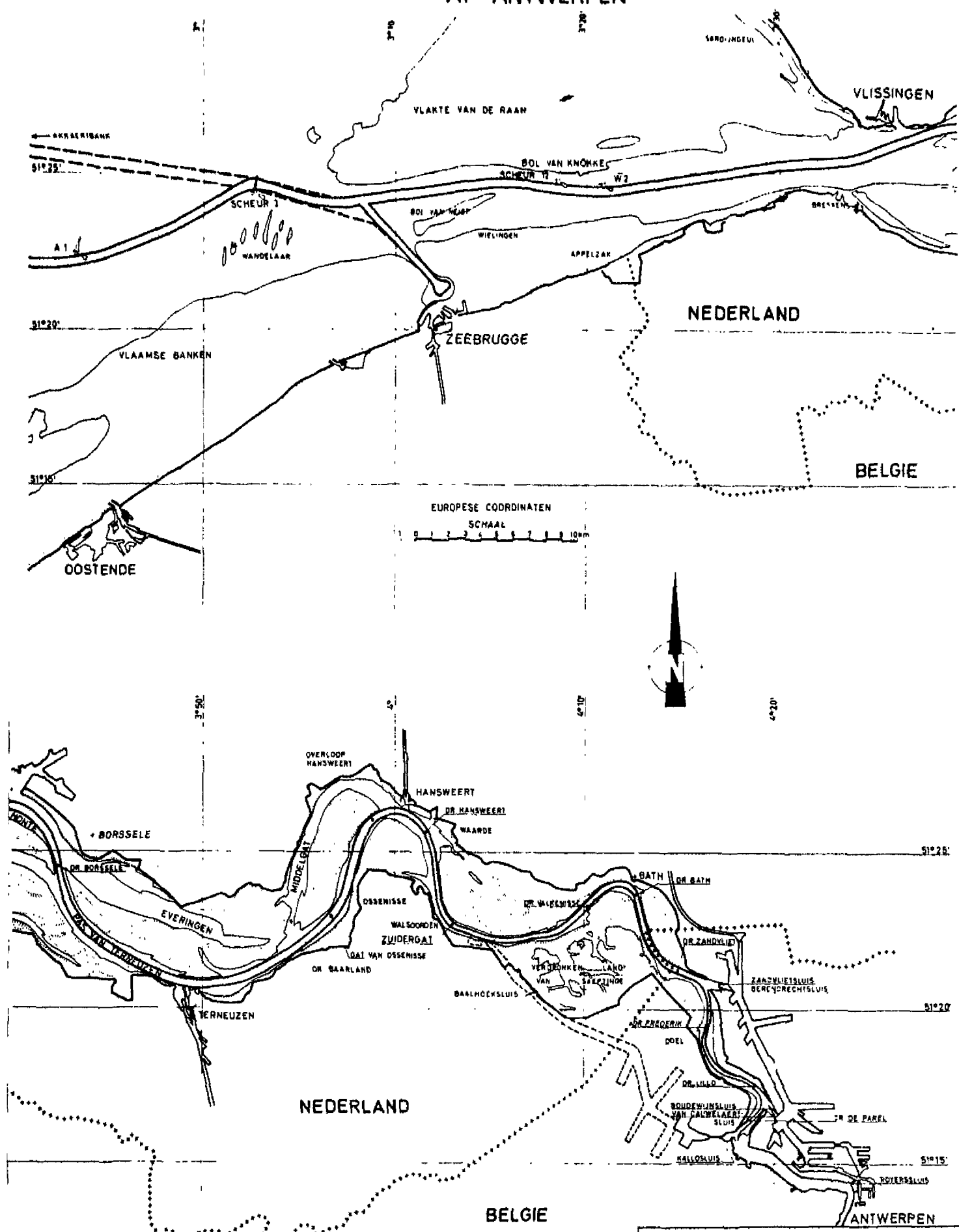
11. Diepgang (D-draught)

Verticale afstand tussen de onderkant van de kiel en de waterlijn waarop het schip ligt. Is deze genomen tot de zomerlastlijn dan spreekt men van maximumdiepgang.

- o -

Technische Scheldec commissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 Bijlage 0.0.1.c

A1 - ANTWERPEN

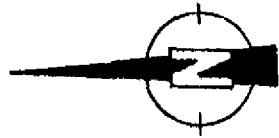


Technische Scheldecommissie
Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 bijlage 1.0.1.

bijlage 3.1.1

ONTWERP BOCHTAFSNIJDING BIJ BATH

ZANDVLIETSLUIS
BERENDRECHTSLUIS



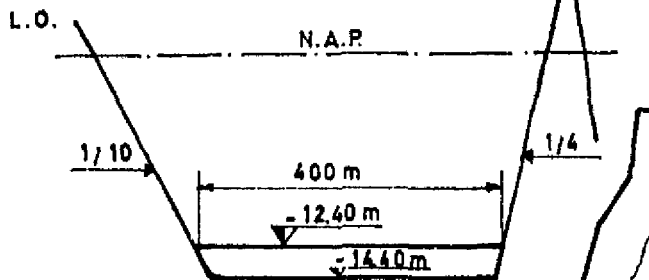
DOORSTROOMOPENING

BATH

NAUW VAN BATH

DOORSNEDE A-A'

SCHALEN: BREEDTE: 1/10.000
HOOGTE: 1/500



LEIDAM

Verdronken
van
Saeflinge

platen

van

Valkenisse

BODEMBEKLEDING

SCHAAL

0 1 2 Km

WALSOORDEN

HANSWEERT

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

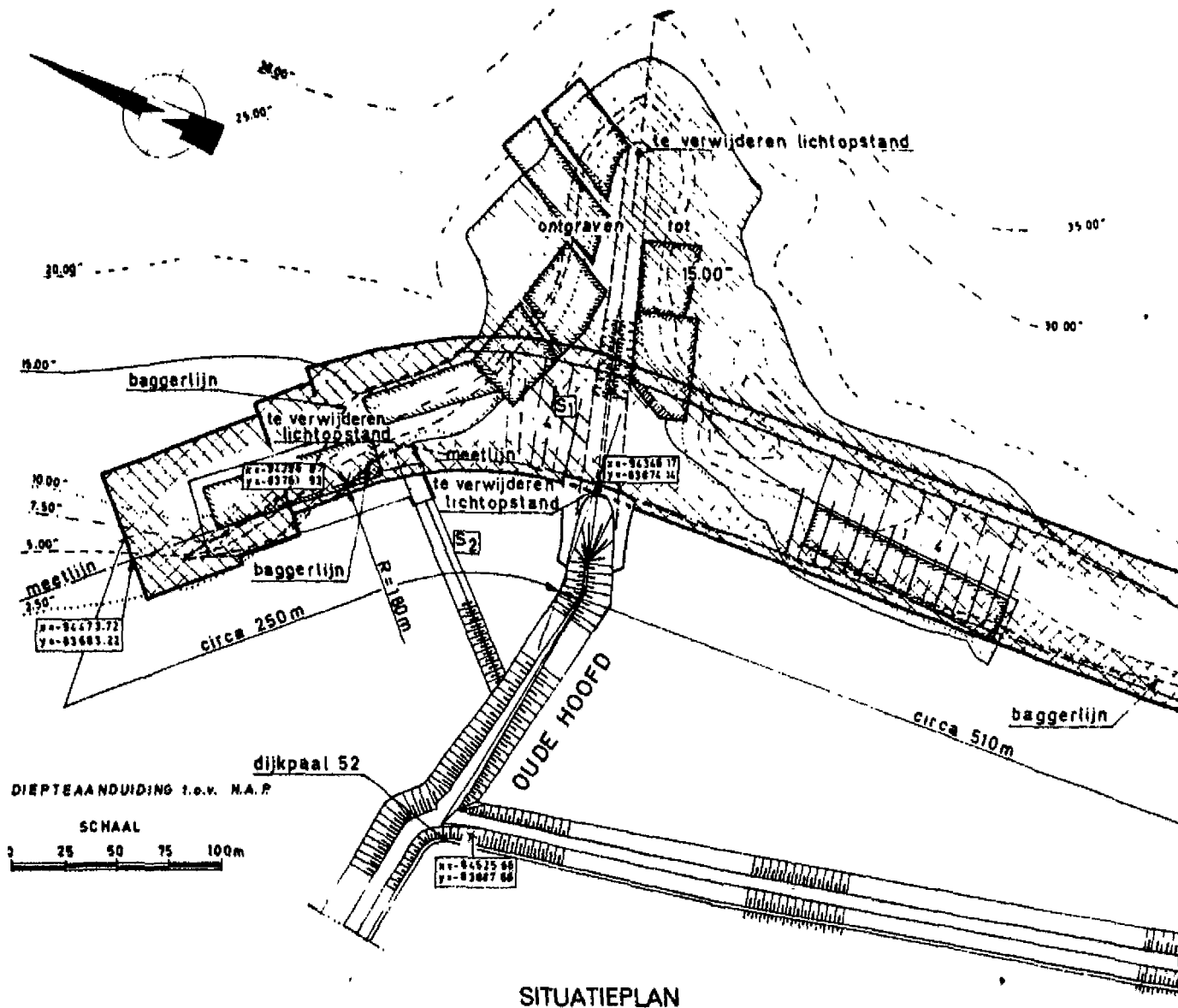
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

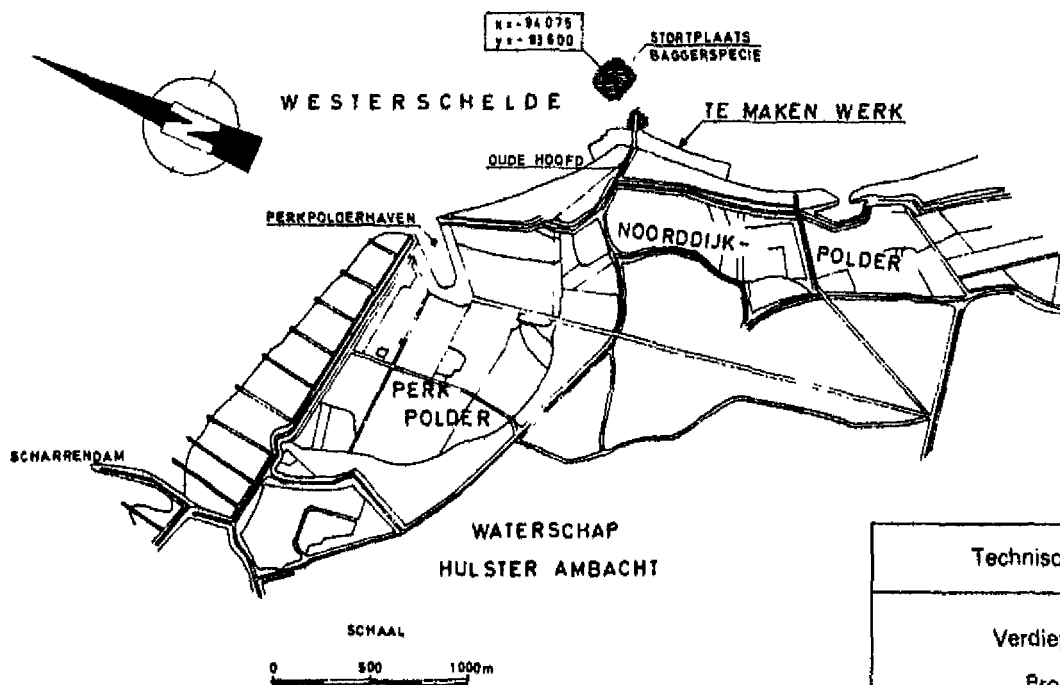
bijlage 3.1.2

WALSOORDEN

INKORTING OUDE HOOFD



SITUATIEPLAN



Technische Scheldec commissie

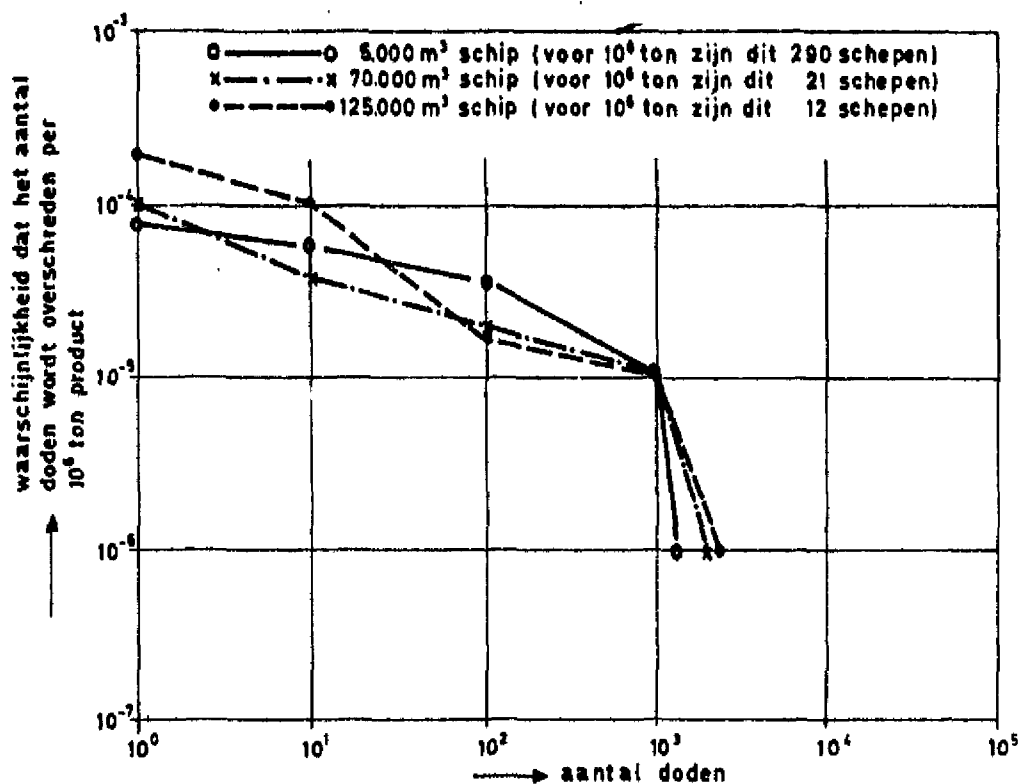
Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

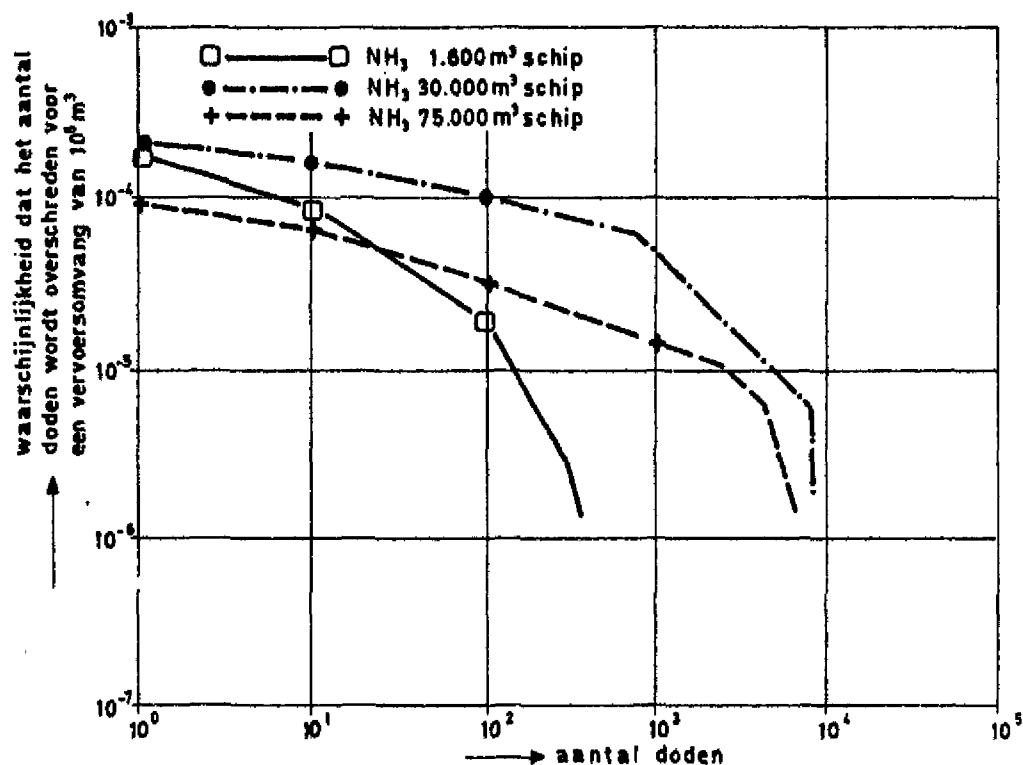
Studierapport STSC 6/84

bijlage 3.2.1

INVLOED VAN DE SCHEEPSGROOTTE OP DE RISICO'S VOOR DE BEVOLKING



Risico voor de omgeving ten gevolge van transport van LPG voor 3 voorbeeldschepen gebaseerd op een vervoersomvang van 10^6 ton LPG per voorbeeldschip.



Risico voor de omgeving ten gevolge van transport van NH₃ voor de 3 voorbeeldschepen gebaseerd op de vervoersomvang van 10^6 m³

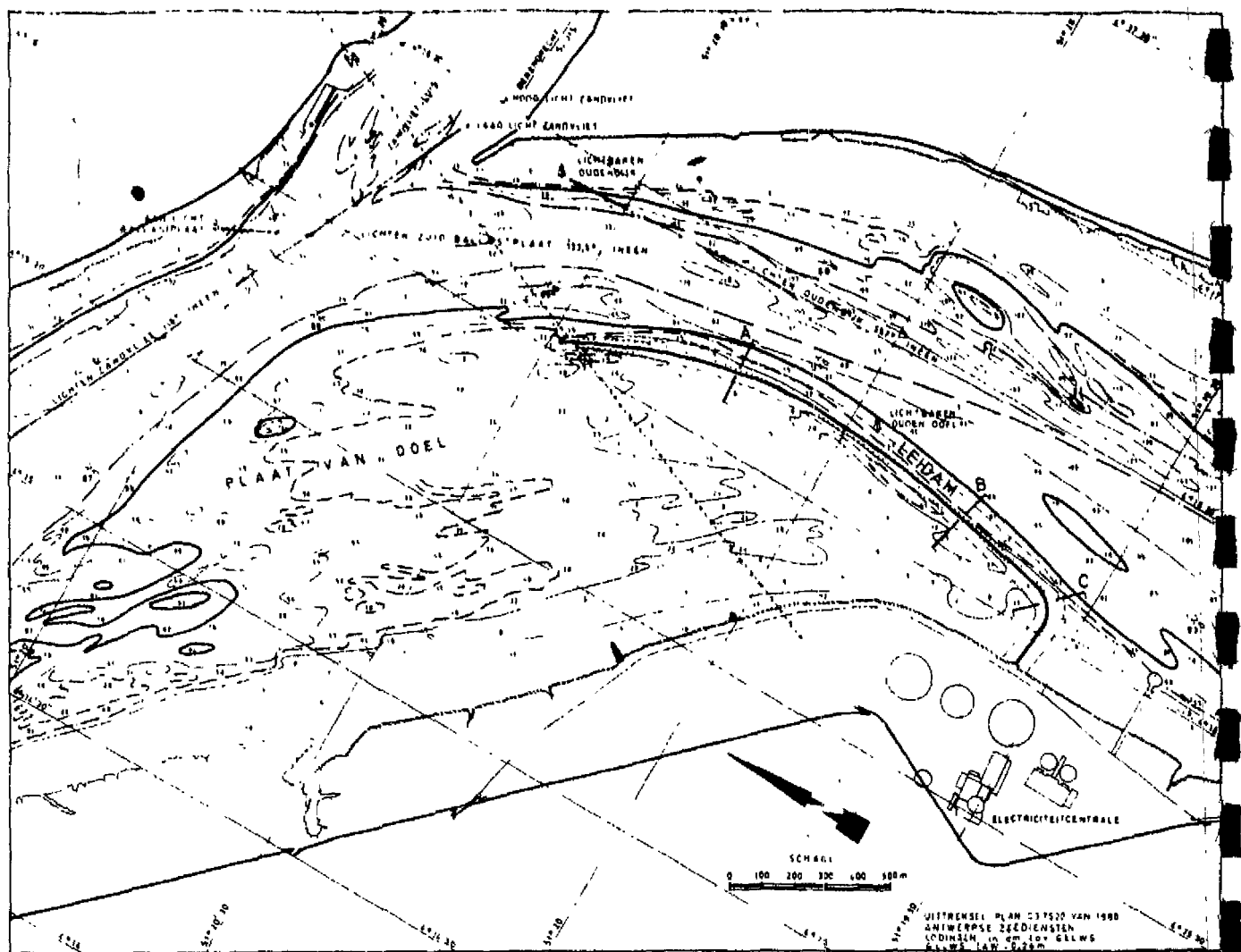
Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

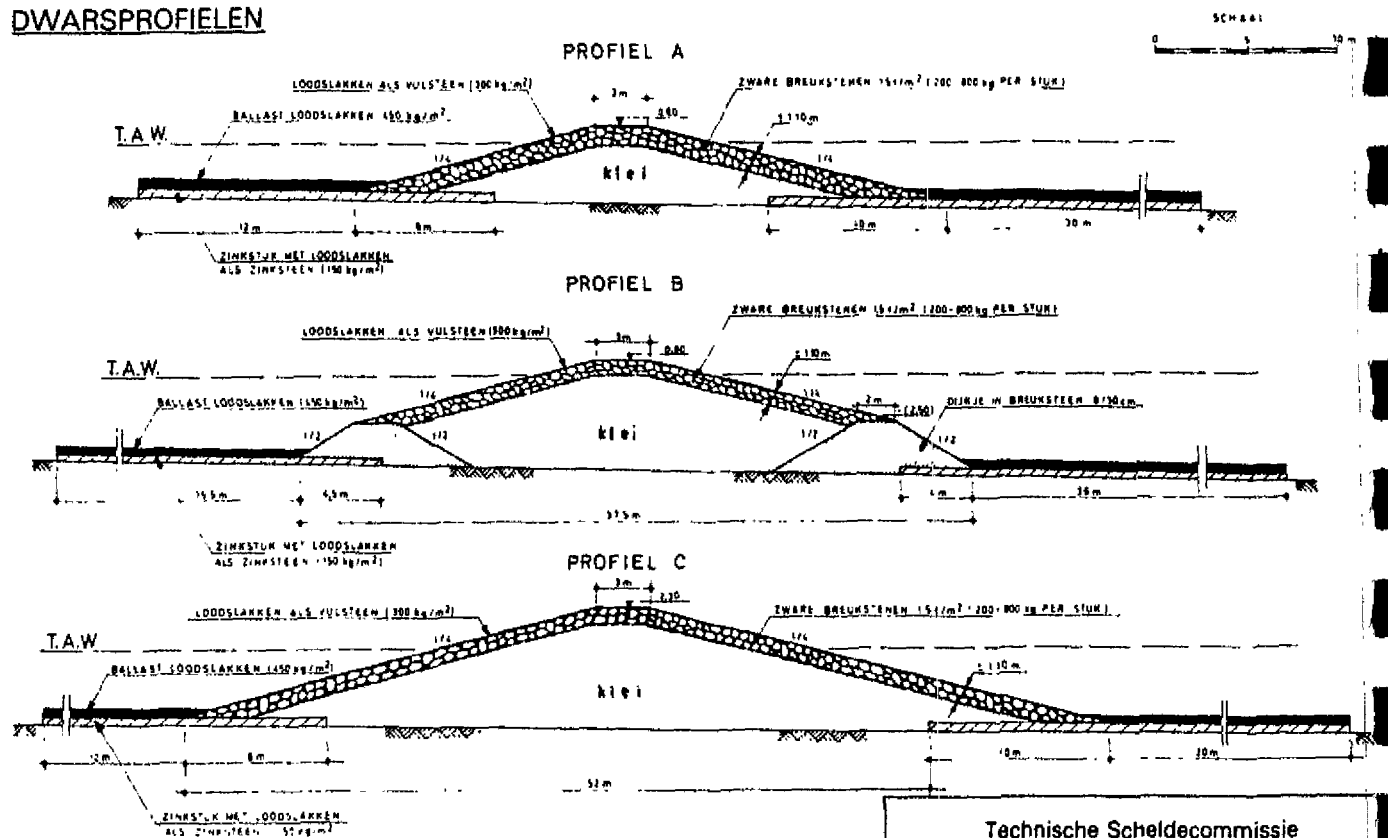
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 6.8.1.



DWARSPROFIELEN



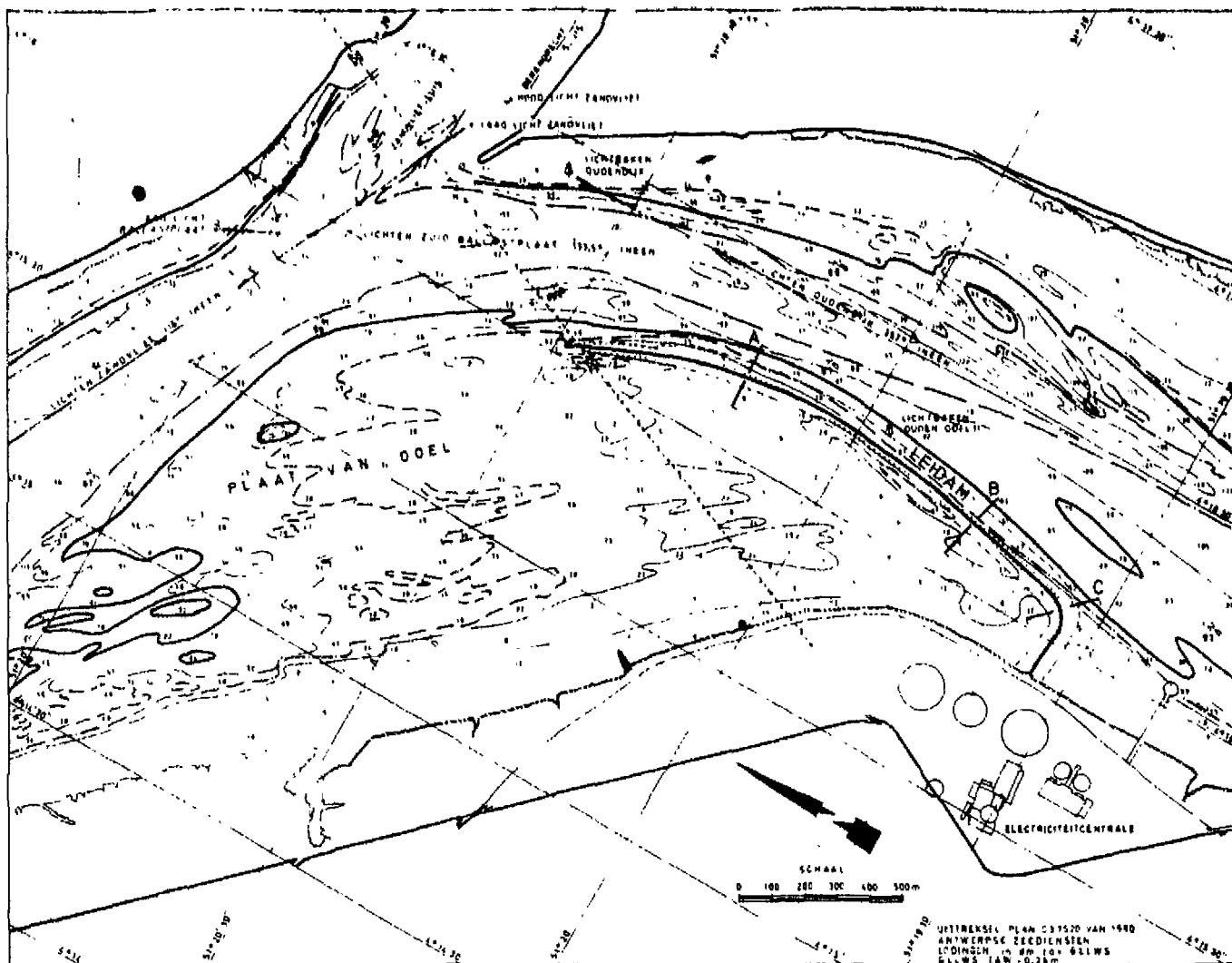
Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde

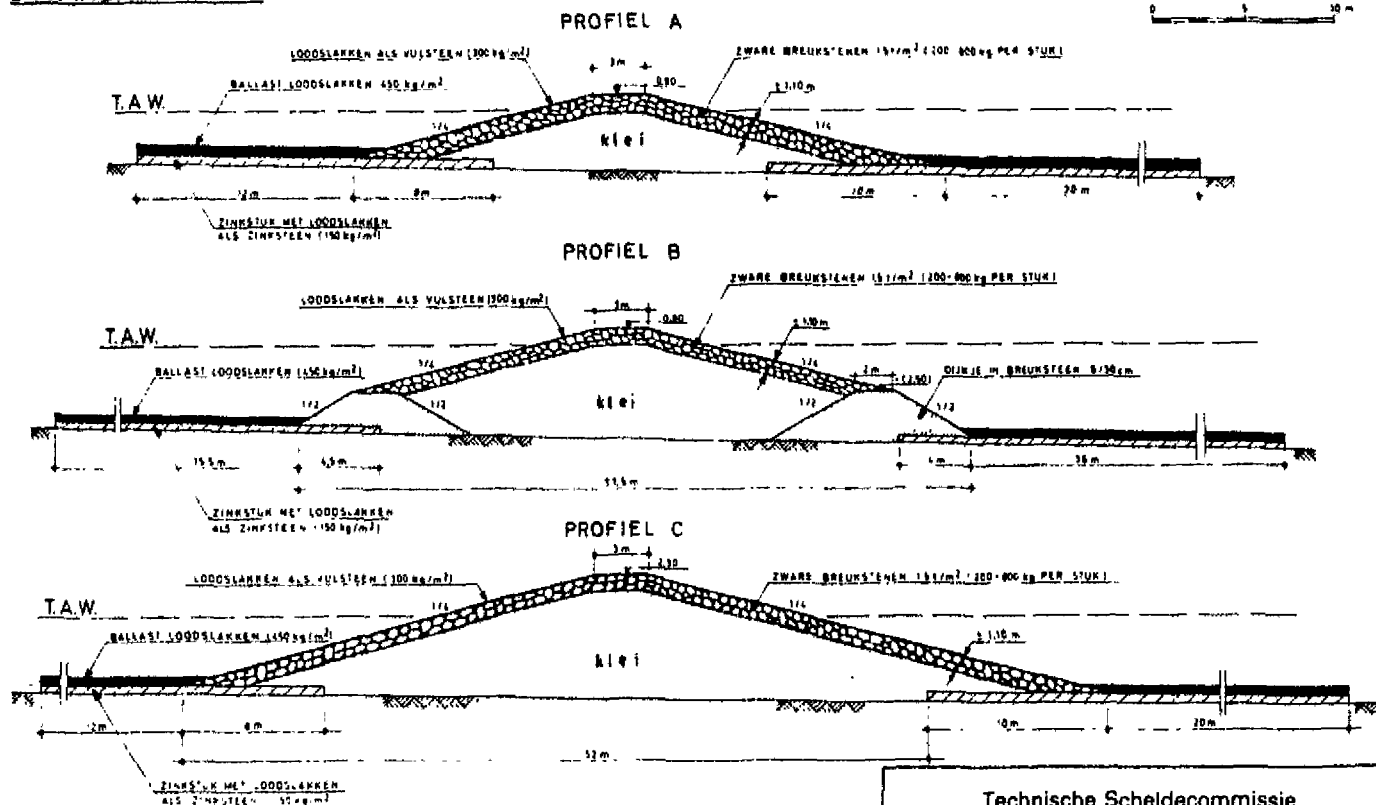
Programme 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 3.2.2



DWARSPROFIELEN



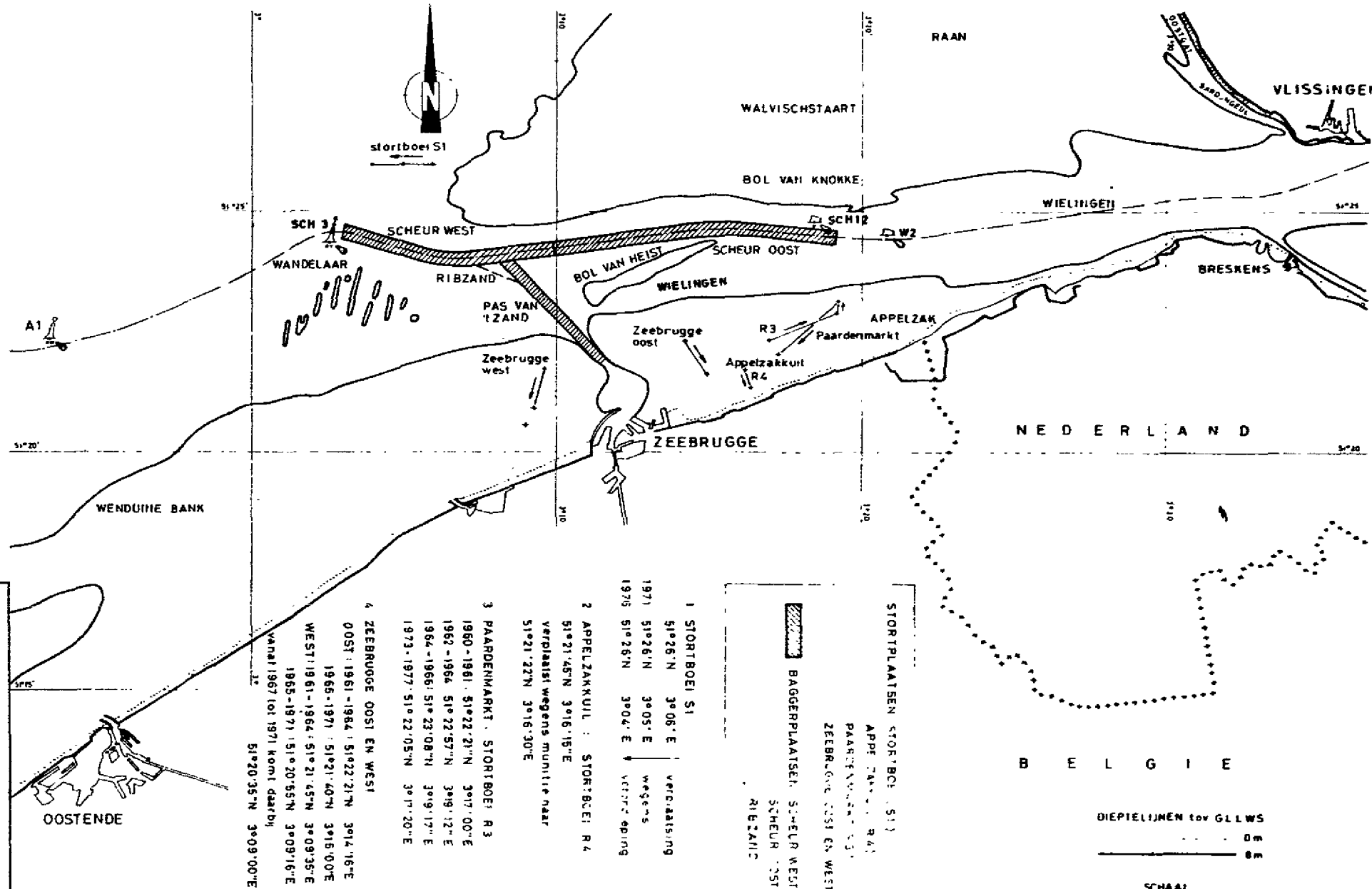
Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/B4

bijlage 3.2.2

OMGEVING SCHEUR BAGGER- EN STORTPLAATSEN



Technische Scheldecommissie

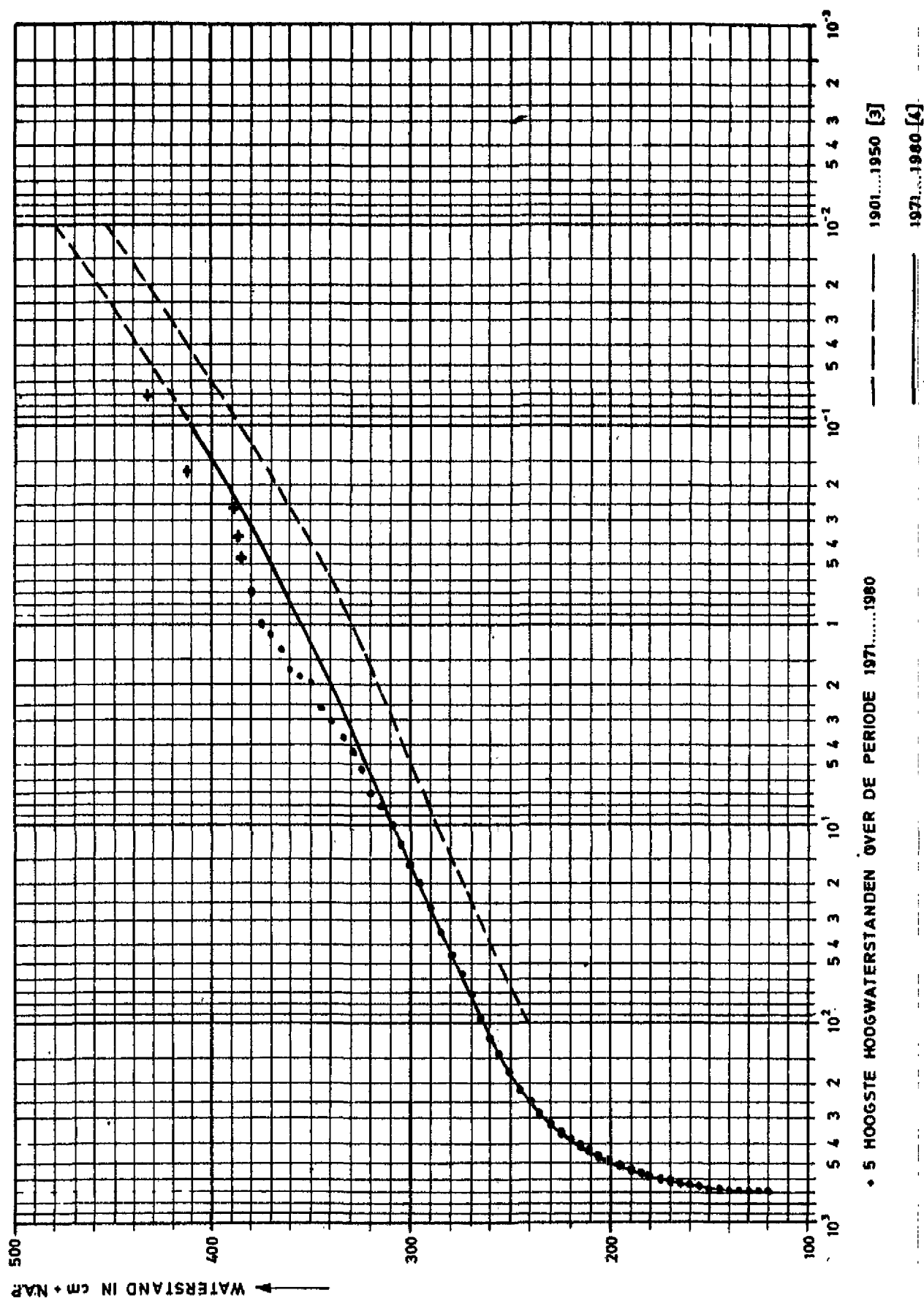
Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

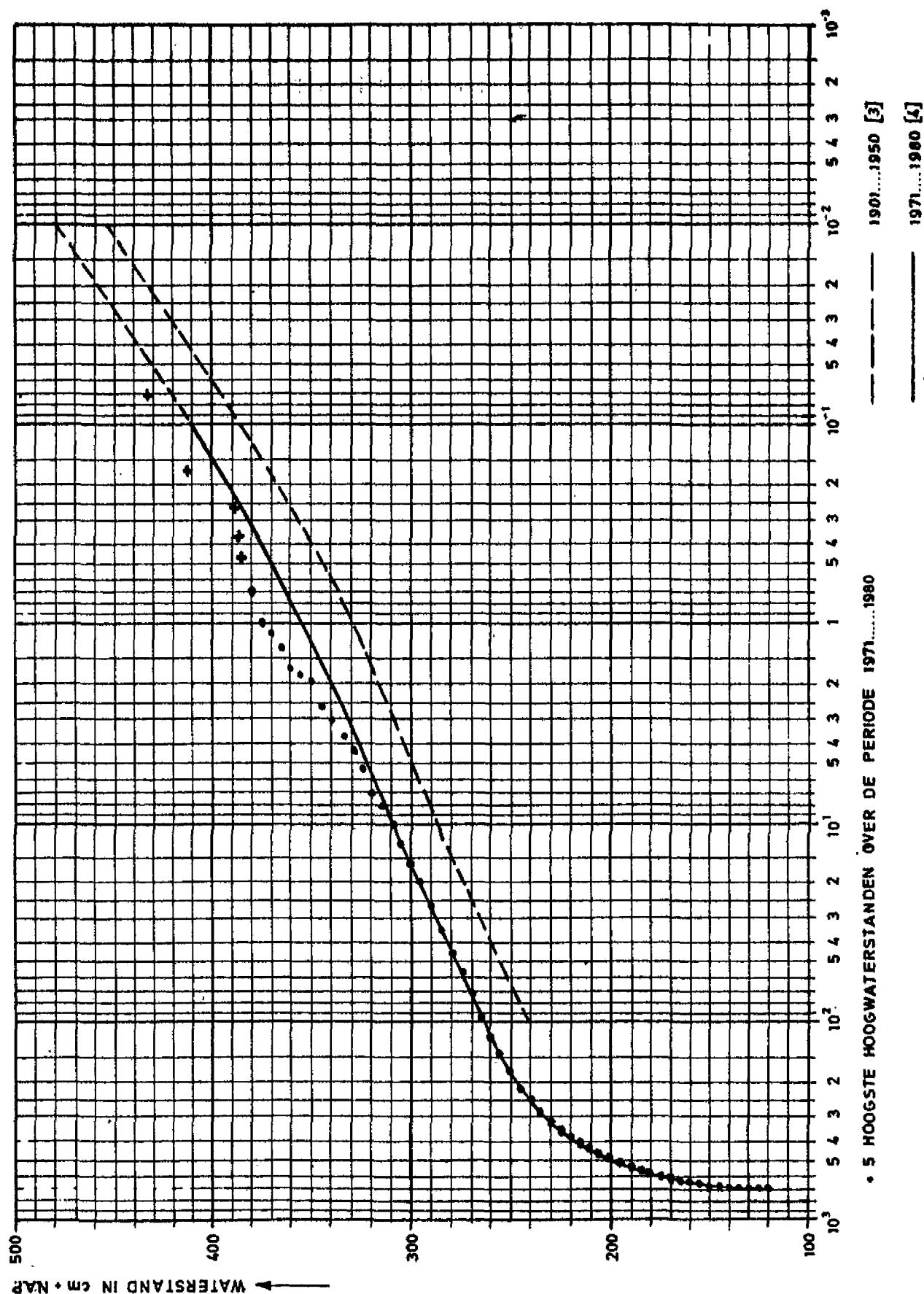
Studierapport STSC 6/84

bijlage 3.3.1

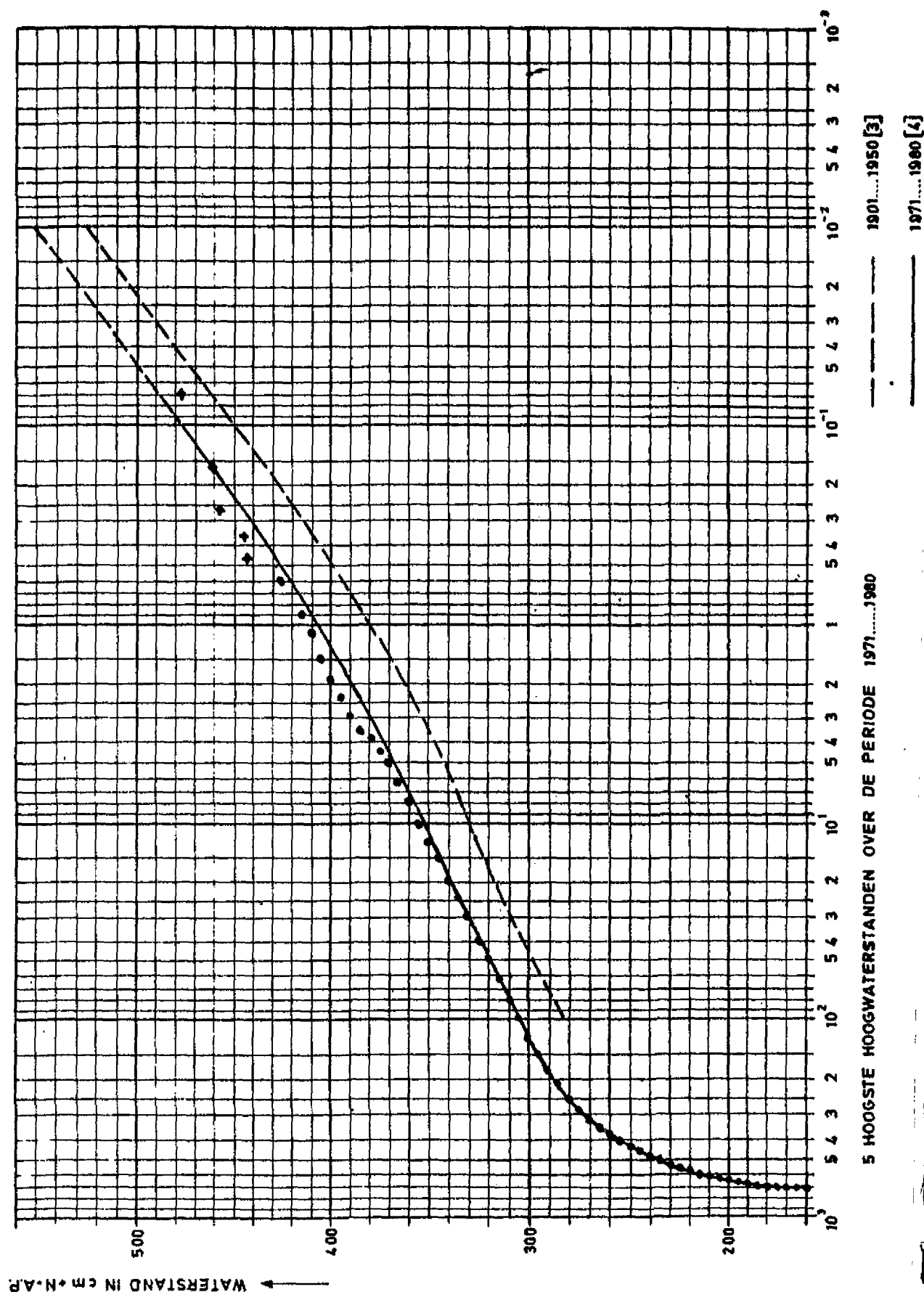
OVERSCHRIJDINGSLIJNEN TERNEUZEN



OVERSCHRIJDINGSLIJNEN TERNEUZEN



OVERSCHRIJDINGSLIJNEN BATH



Technische Scheldec commissie

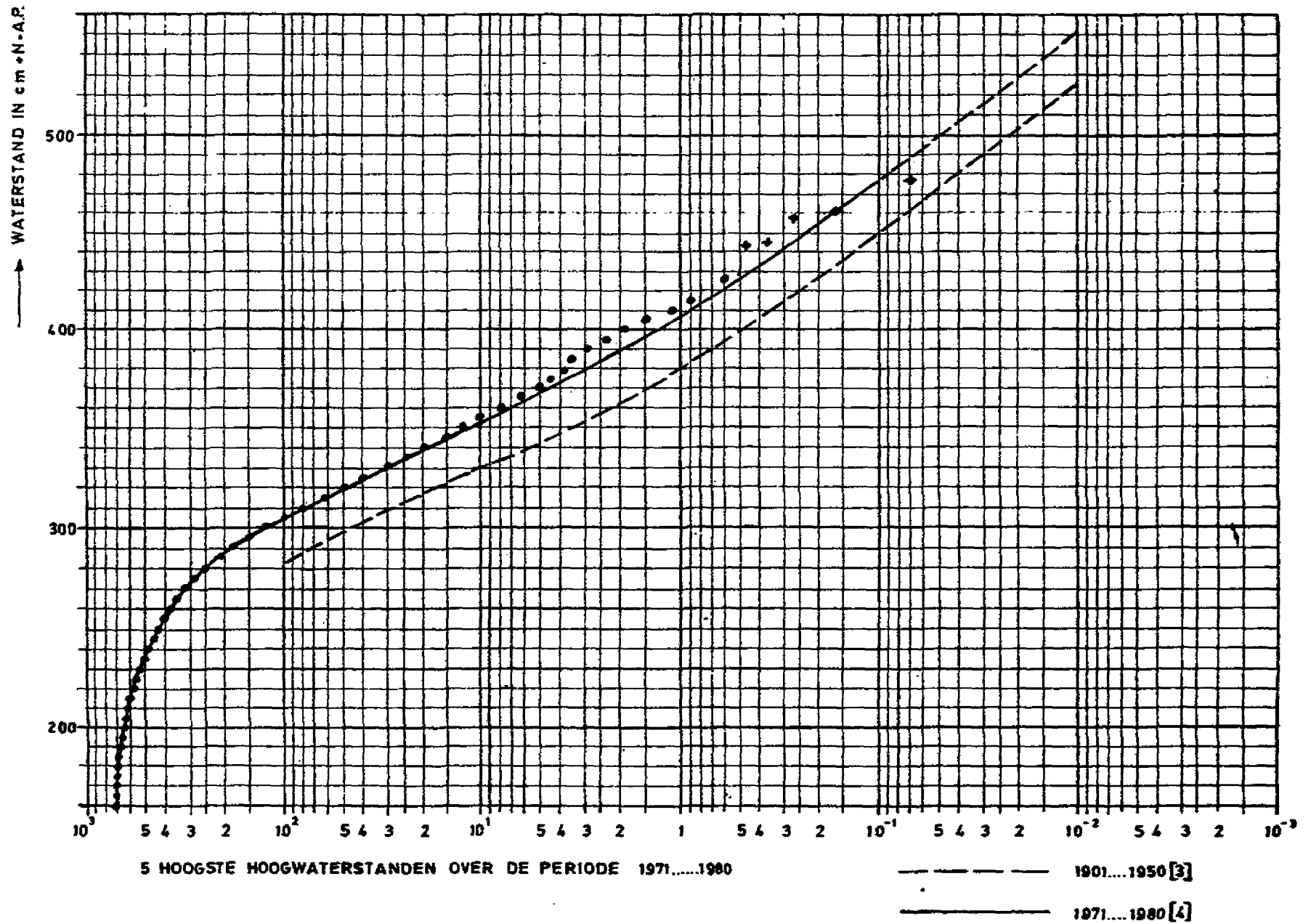
Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 4.1.6

OVERSCHRIJDINGSLIJNEN BATH



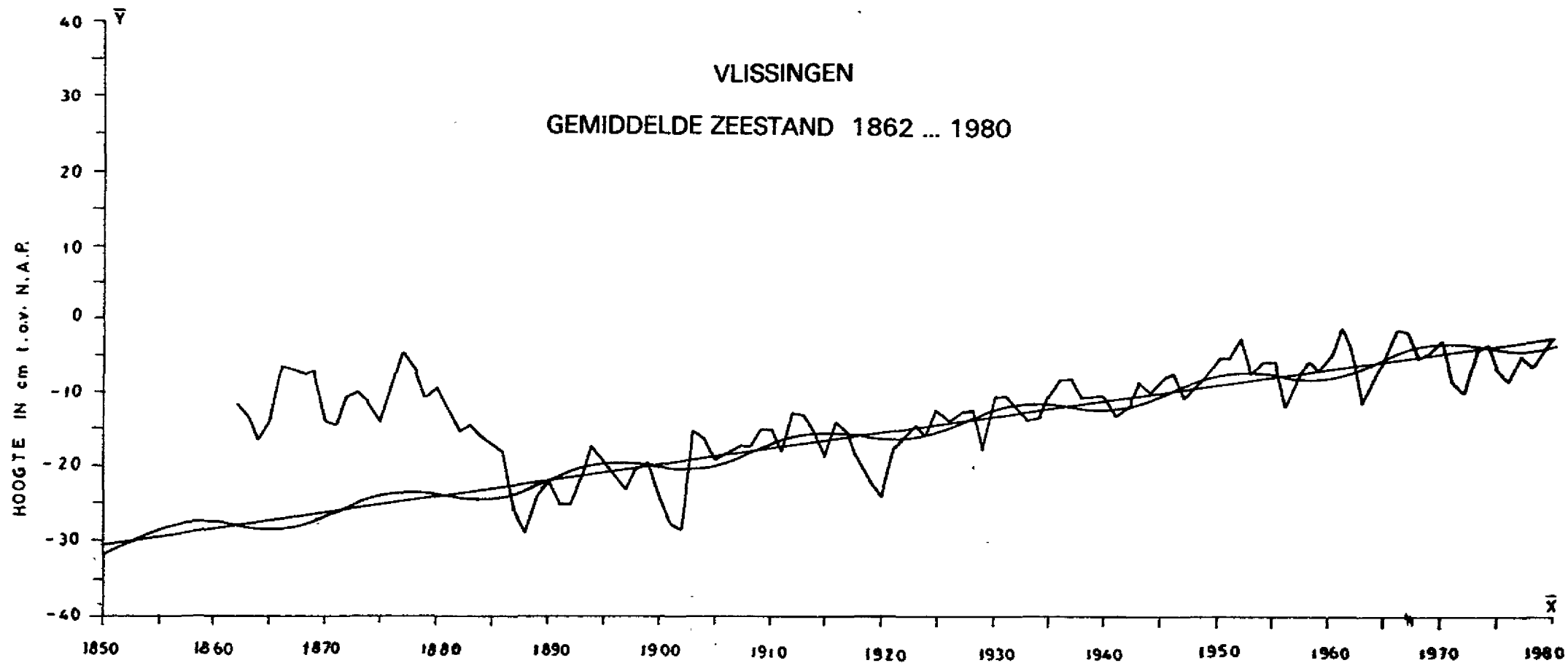
Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/431

Studierapport STSC 6/84

bijlage 4.1.6



(parameters berekend over de periode 1900...1980)

$$Y = AX + B \times \sin\left(\frac{(X+K)}{S}\right) \times 2\pi + C$$

$$A = 0,217986$$

$$B = -1,3$$

$$K = -20$$

$$S = 18,6$$

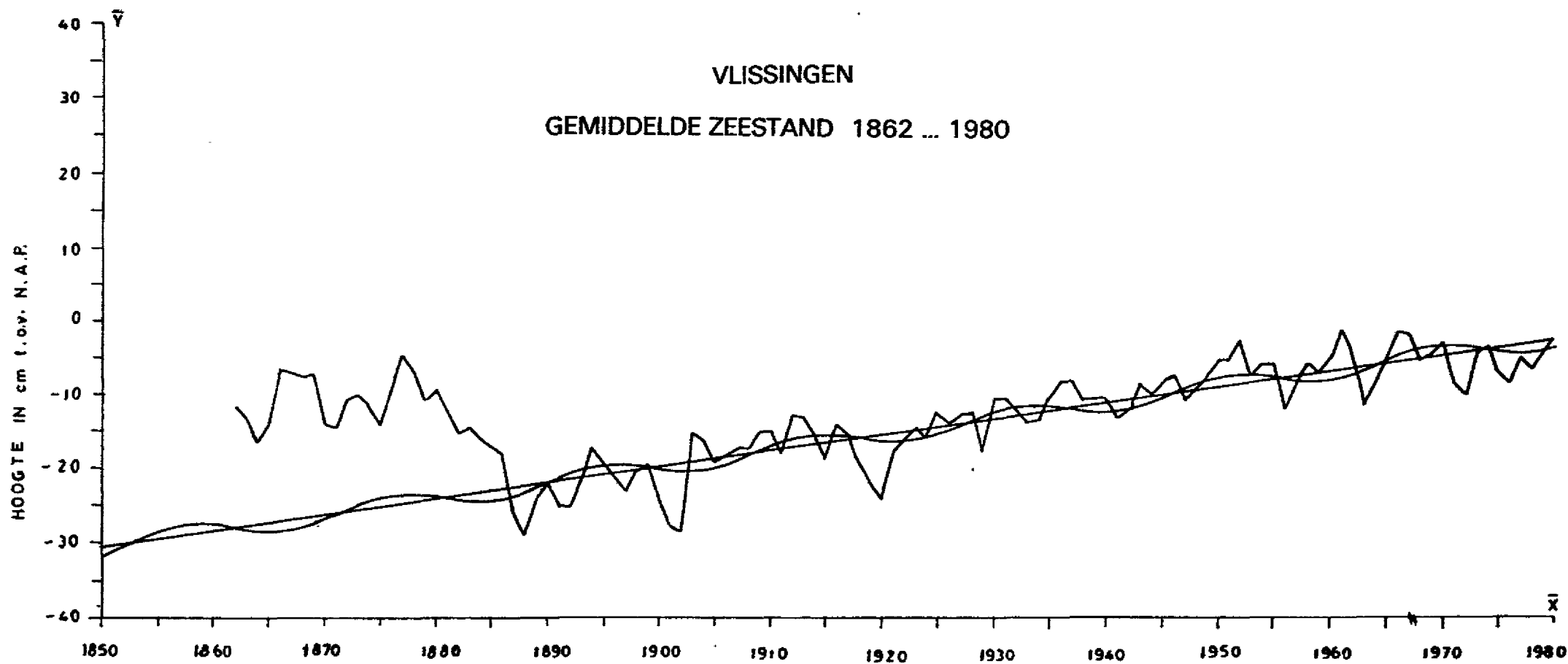
$$C = -43,4$$

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 8/84 bijlage 4.1.7



(parameters berekend over de periode 1900...1980)

$$Y = AX + B \times \sin\left(\frac{(X+K)}{S}\right) \times 2\pi + C$$

$$A = 0,217986$$

$$B = -1,3$$

$$K = -2,0$$

$$S = 18,6$$

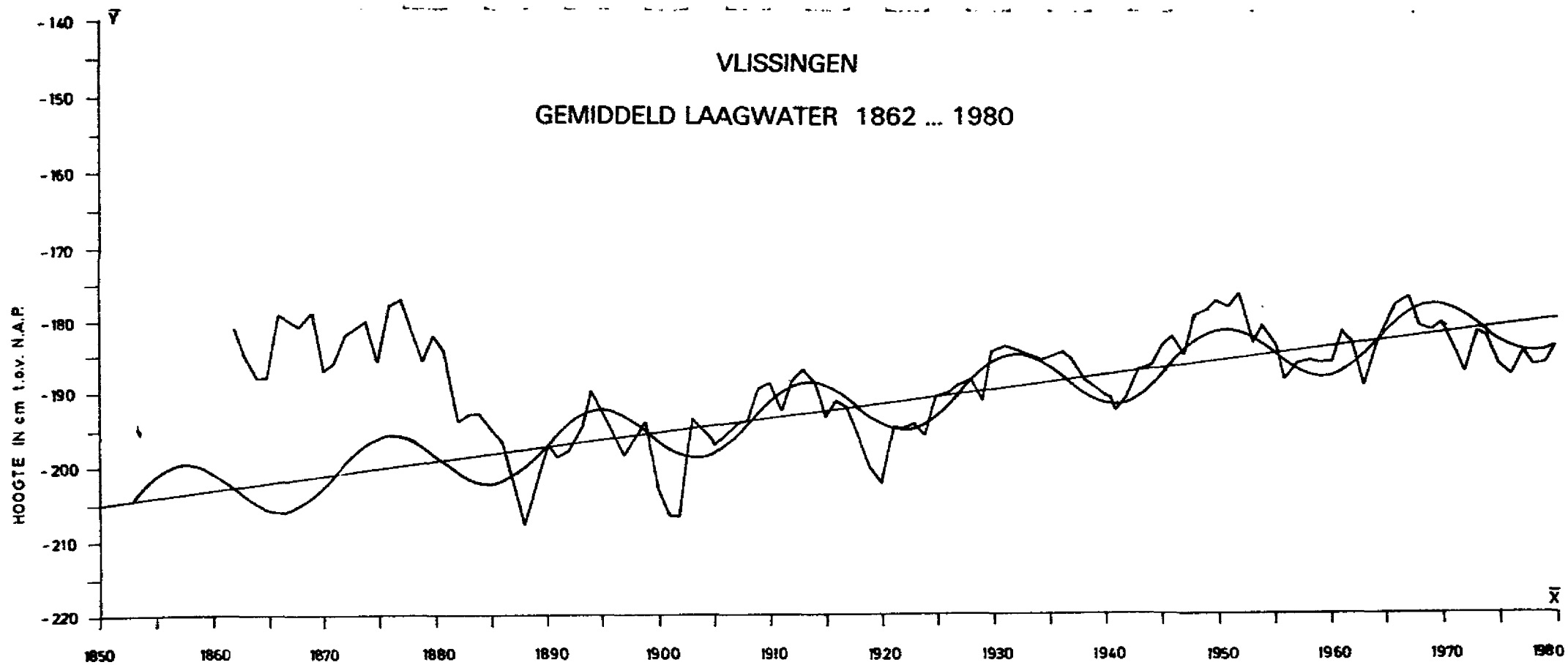
$$C = -43,4$$

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.1.7



(parameters berekend over de periode 1900...1980)

$$Y = AX + B \times \sin\left(\frac{(X-K)}{S}\right) \times 2\pi + C$$

$$A = 0,189891$$

$$B = -4,2$$

$$K = -2,0$$

$$S = 18,6$$

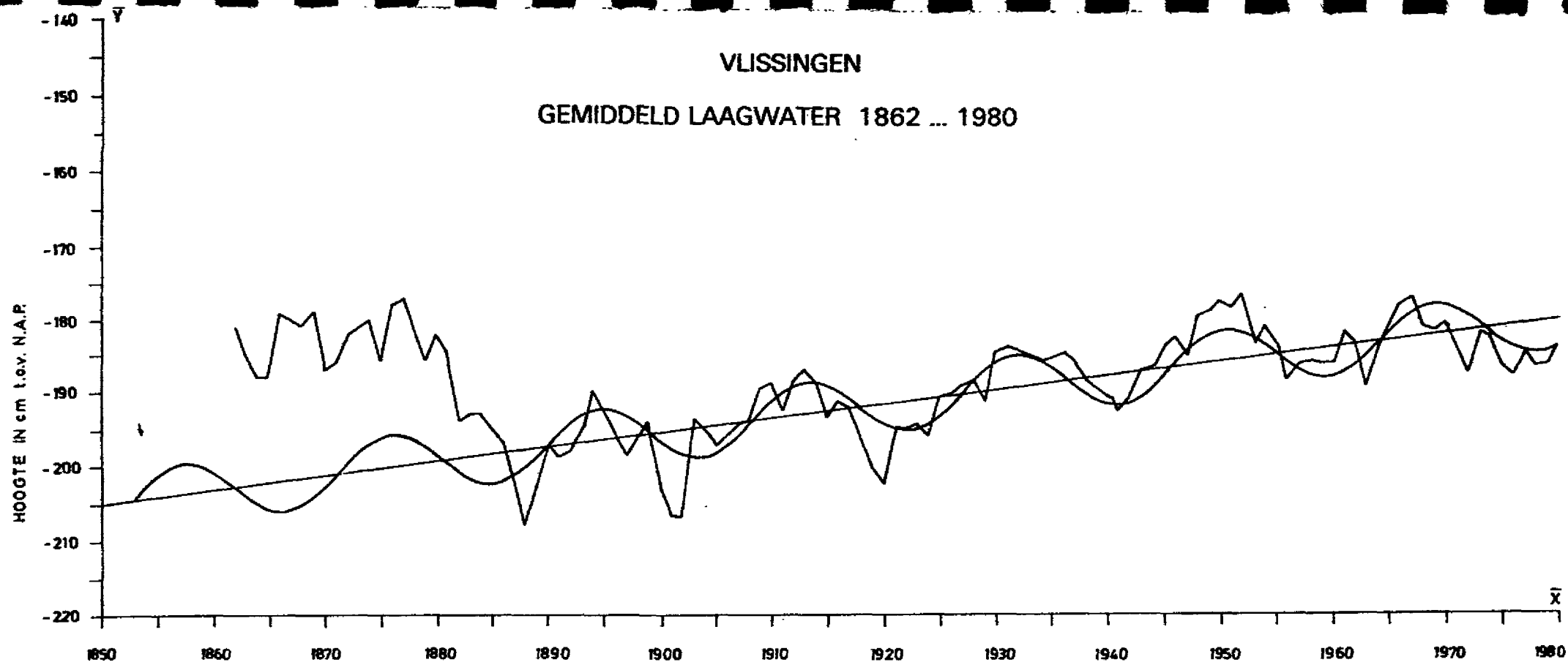
$$C = -556$$

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

Programma 4B/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.1.10



(parameters berekend over de periode 1900...1980)

$$Y = AX + B \times \sin\left(\frac{(X-K)}{S} \times 2\pi\right) + C$$

$$A = 0,189891$$

$$B = -4,2$$

$$K = -2,0$$

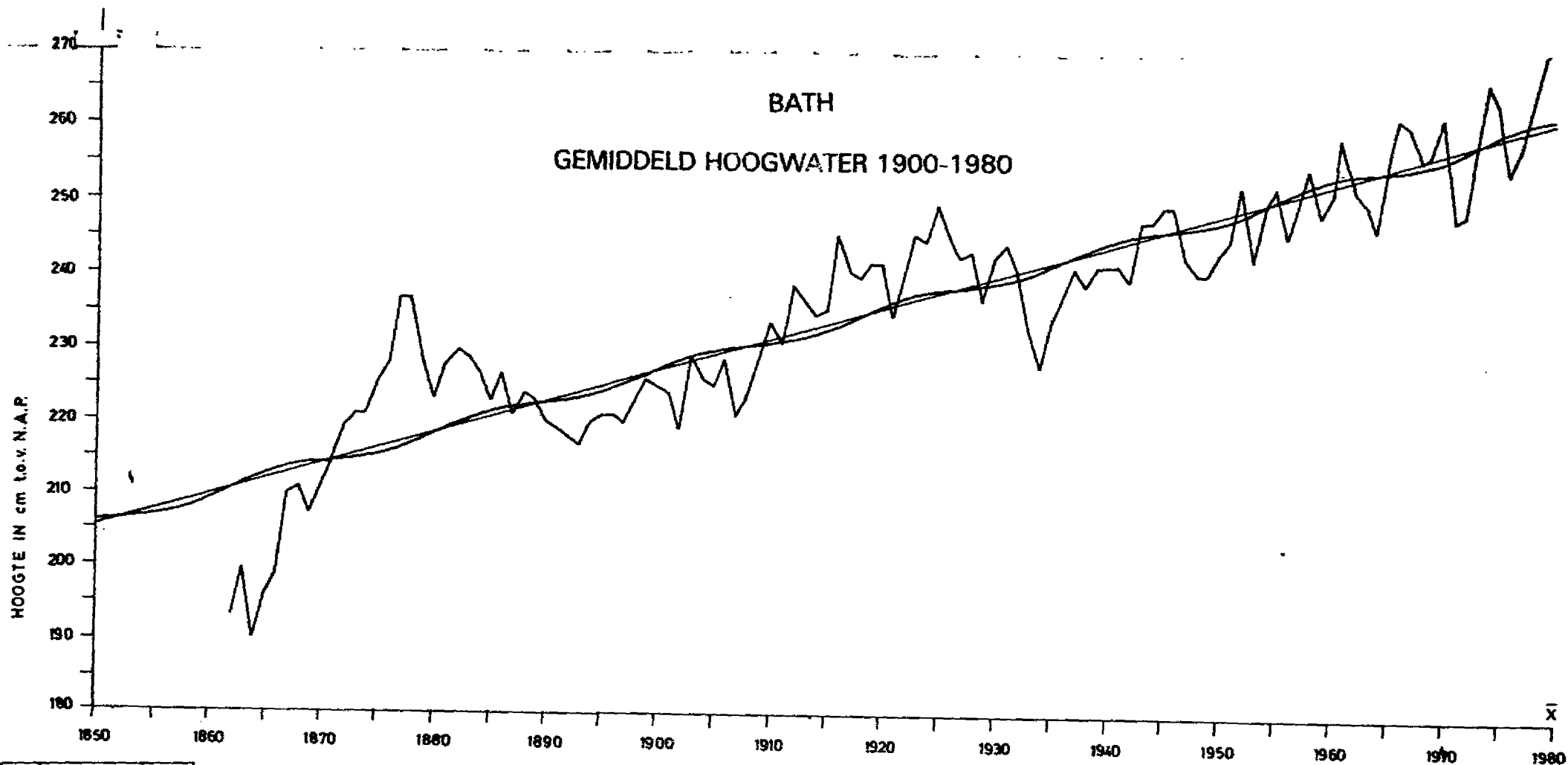
$$S = 18,6$$

$$C = -556$$

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 4B/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.1.10



Technische Scheldecmissie
Verdieping Westerschelde
Programma 4B/43
Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.1.12

(parameters berekend over de periode 1900...1980)

$$Y = AX + B \times \sin\left(\frac{(X+K)}{S} \times 2\pi\right) + C$$

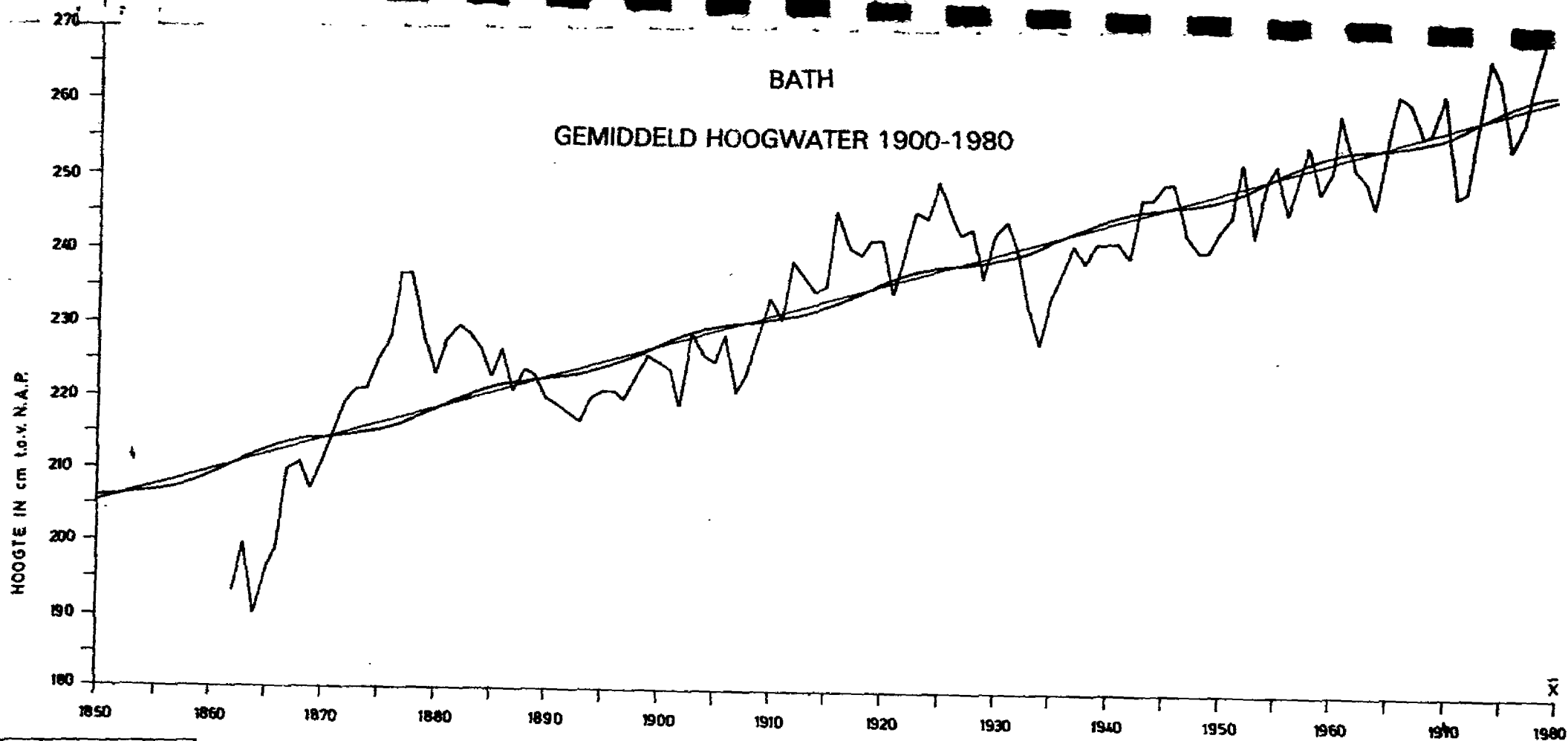
$$A = 0,434909$$

$$B = 0,810222$$

$$K = -2,0$$

$$S = 18,6$$

$$C = -599,22$$



(parameters berekend over de periode 1900...1980)

$$Y = AX + B \times \sin\left(\frac{(X+K)}{S} \times 2\pi + C\right)$$

$$A = 0,434909$$

$$B = 0,810222$$

$$K = -2,0$$

$$S = 18,6$$

$$C = -599,22$$

Technische Scheldec commissie

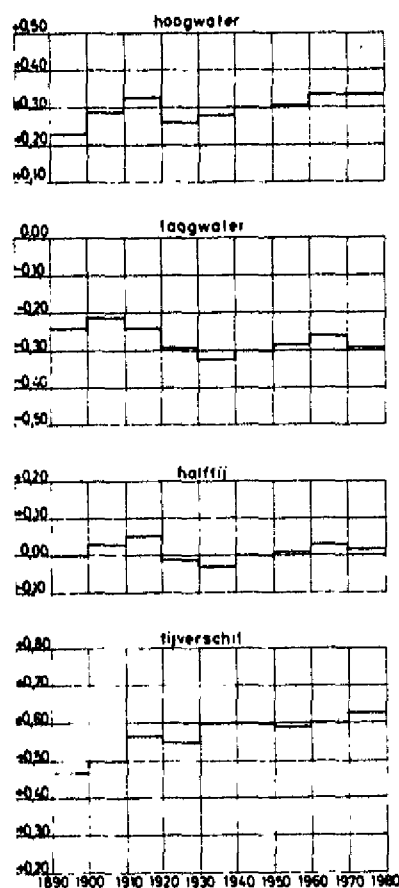
Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

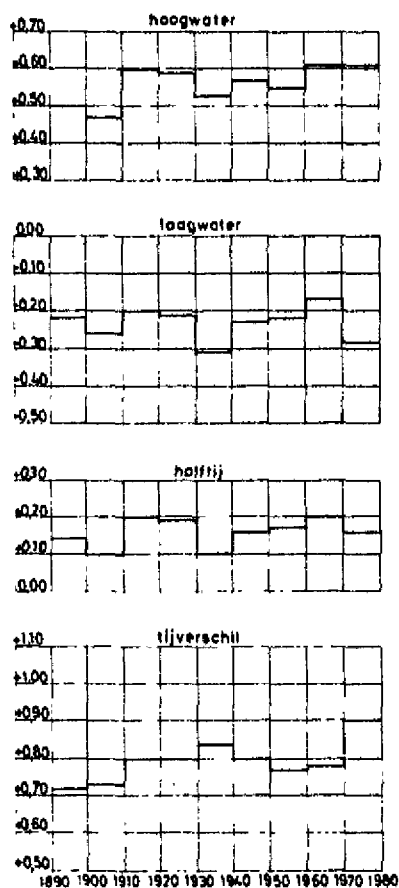
Studiereport STSC 8/84 bijlage 4.1.12

Verschillen tienjaarlijkse getijgemiddelden (m) Hansweert, Bath en Antwerpen t.o.v. Vlissingen

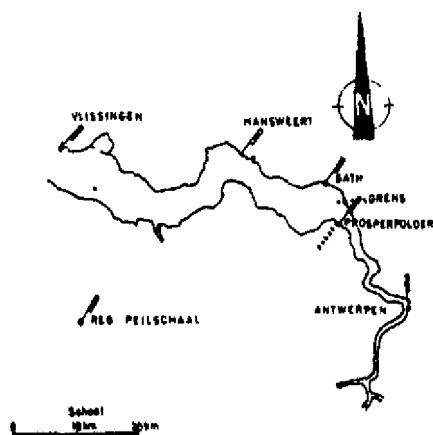
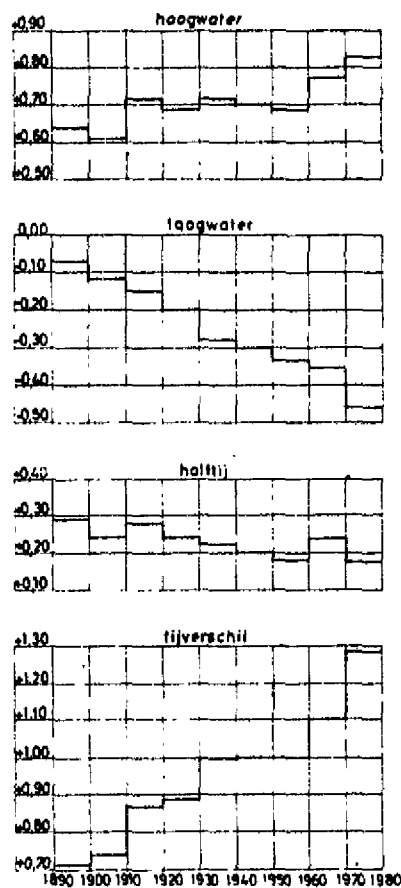
HANSWEERT



BATH



ANTWERPEN



TOELICHTING:

De grafieken zijn ontleend aan gegevens van de
directie waterhuishouding en waterbeweging
en van de antwerpse zeediensten

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48/43'

Studierapport STSC 6/84

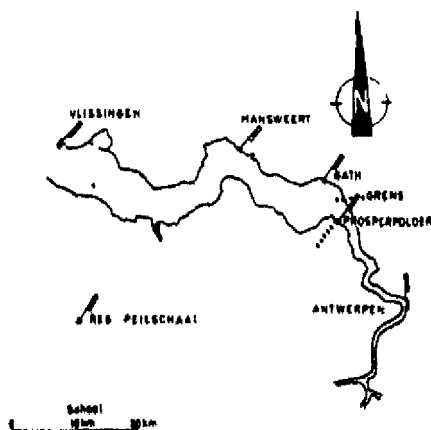
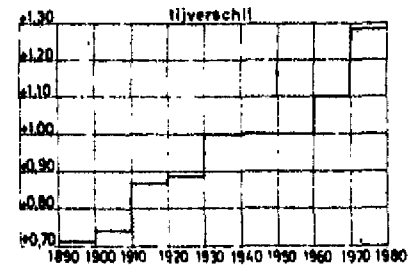
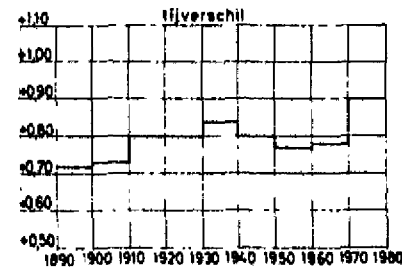
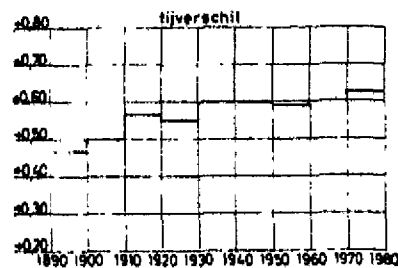
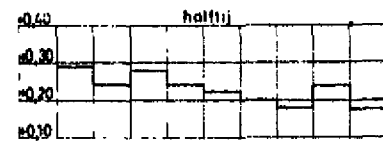
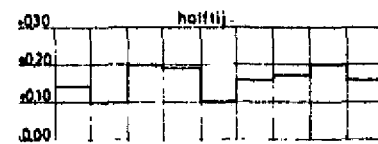
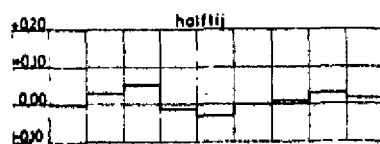
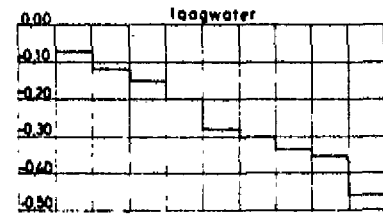
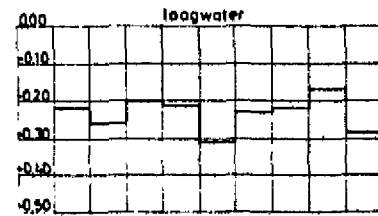
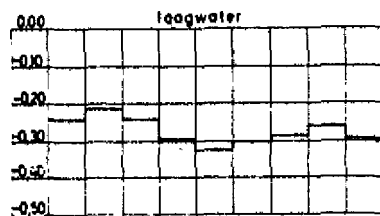
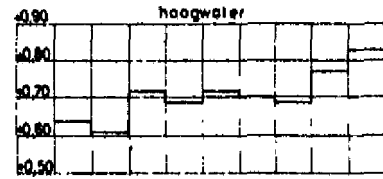
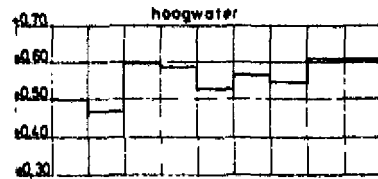
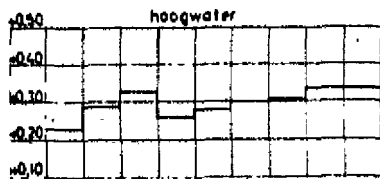
bijlage 4.1.14

Verschillen tienjaarlijkse getijgemiddelden (m)
Hansweert, Bath en Antwerpen t.o.v. Vlissingen

HANSWEERT

BATH

ANTWERPEN



TOELICHTING:

De grafieken zijn ontleend aan gegevens van de
directie waterhuishouding en waterbeweging
en van de antwerpse zeediensten

Technische Scheldec commissie

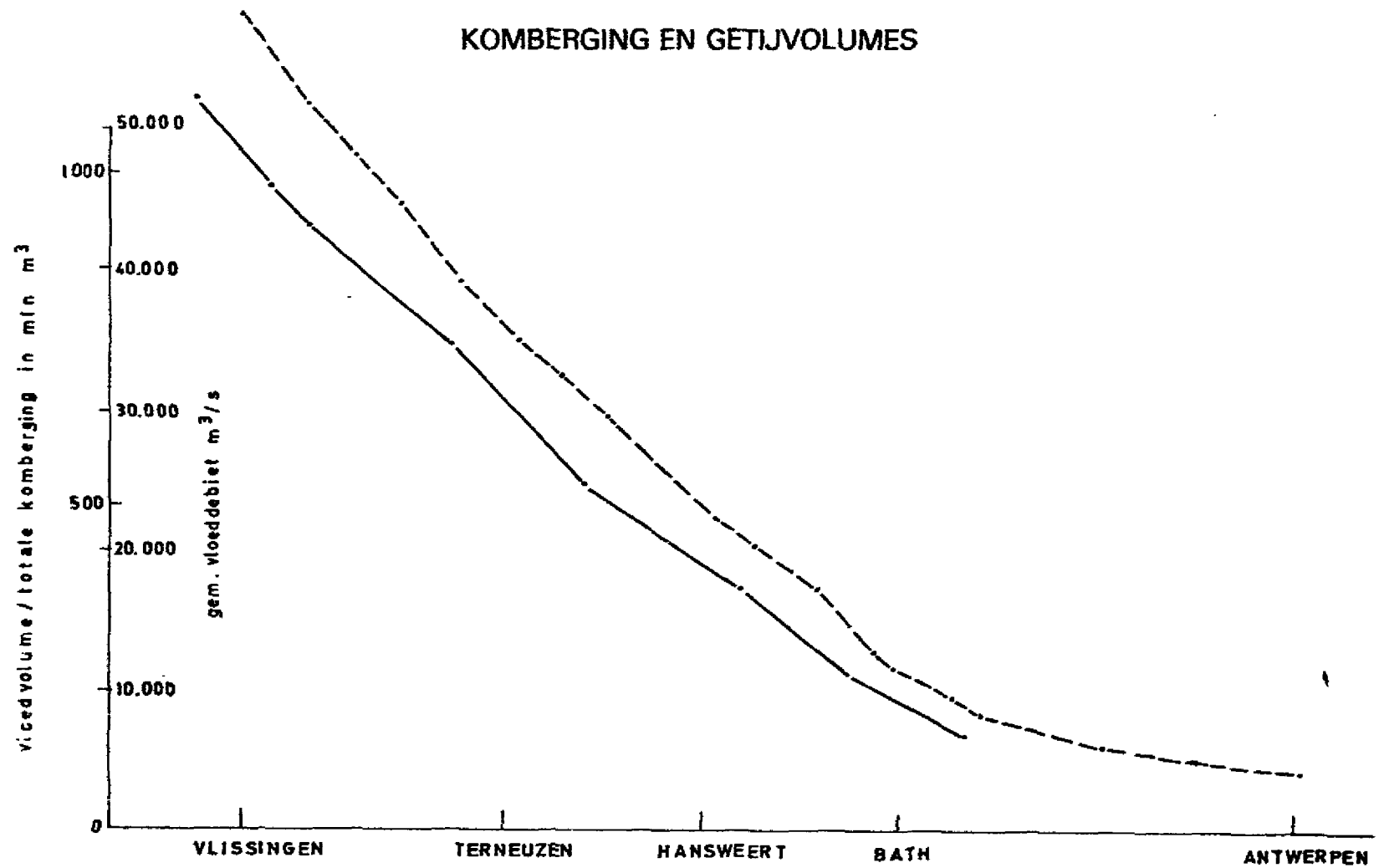
Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 4.1.14

KOMBERGING EN GETIJVOLUMES



TOELICHTING:

- vloeddebiet westerschelde
(volgens debietmetingen 1971 t/m 1982
herleid naar slotgem. 810)
- - - - - totale komberging
(volgens nota WWKZ - 79V018
situatie 1969)

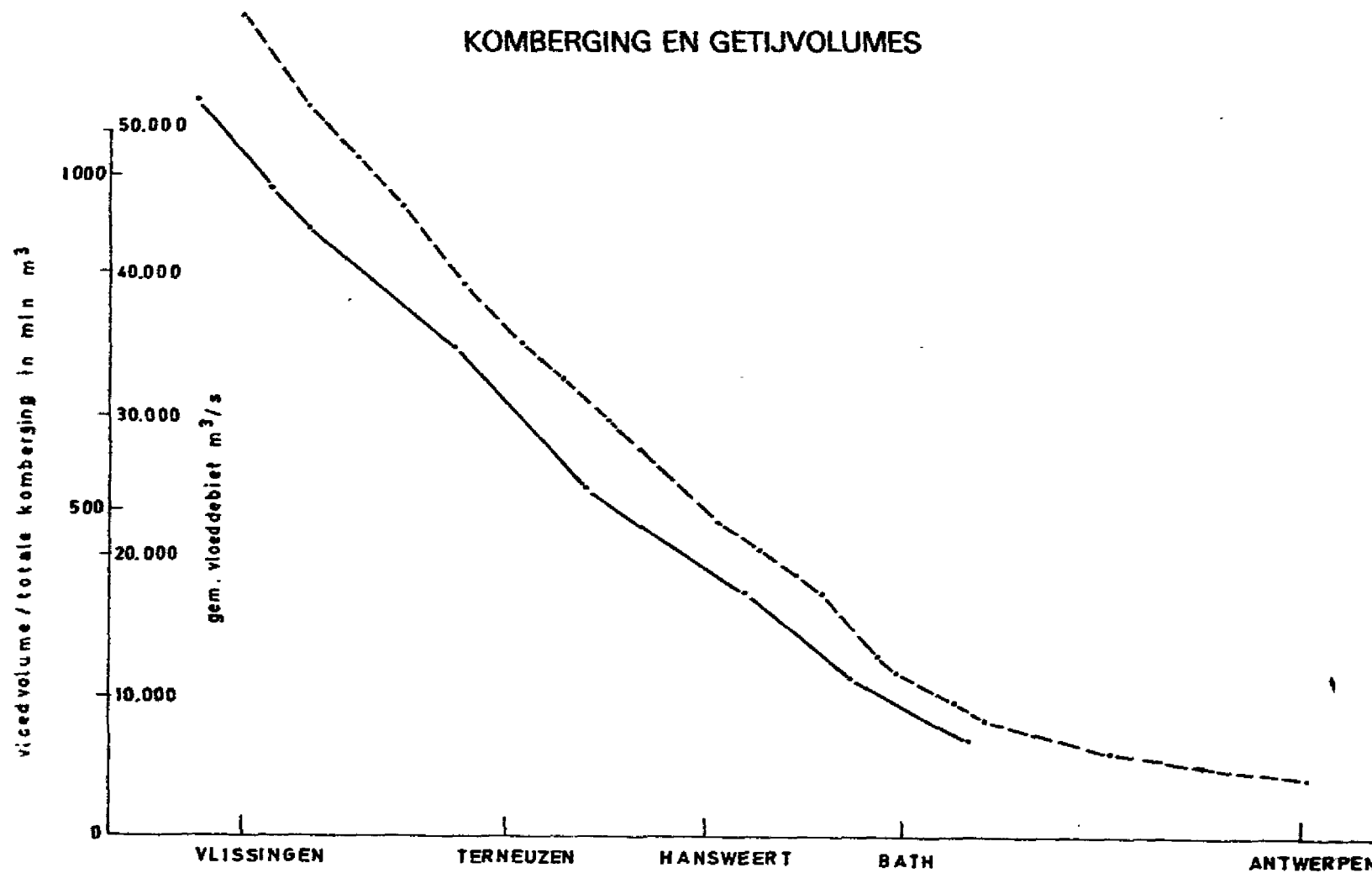
Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 8/84 bijlage 4.1.18

KOMBERGING EN GETIJVOLUMES



TOELICHTING:

— vloeddebiet westerschelde
(volgens debietmetingen 1971 t/m 1982
herleid naar slotgem. 810)

- - - - - totale komberging
(volgens nota WWKZ - 79V018
situatie 1969)

Technische Schiedecommissie

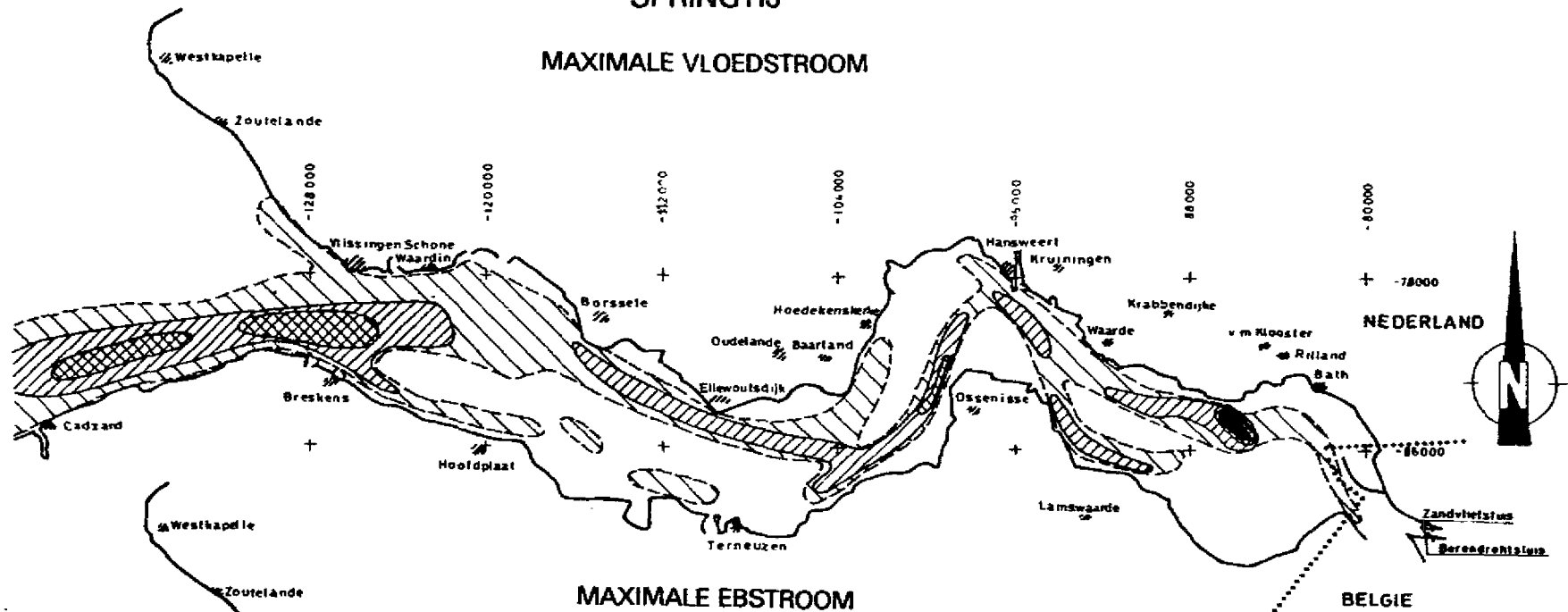
Verdieping Westerschelde
Programma 48/43

Studierapport STSC 8/84 bijlage 4.1.18

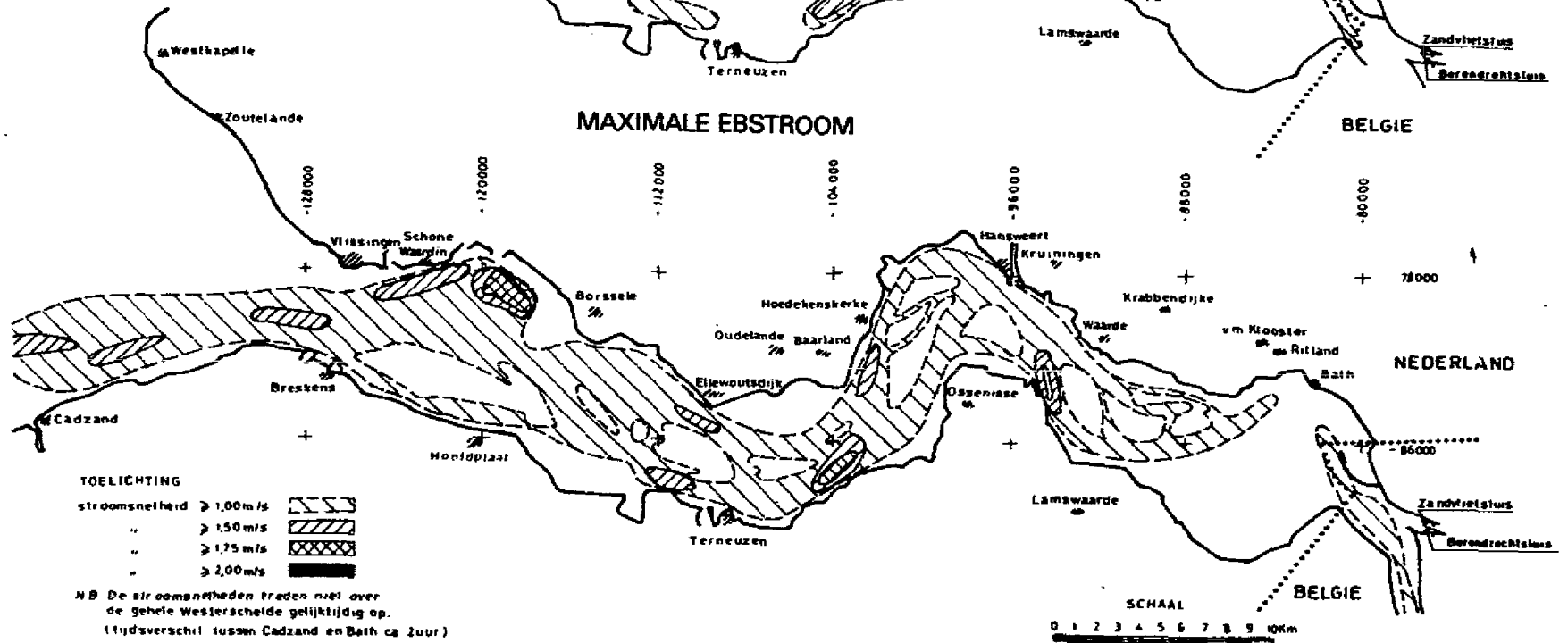
WESTERSCHELDE

SPRINGTIJ

MAXIMALE VLOEDSTROOM



MAXIMALE EBSTROOM



TOELICHTING

stroomsnelheid $\geq 1,00 \text{ m/s}$	
" $\geq 1,50 \text{ m/s}$	
" $\geq 1,75 \text{ m/s}$	
" $\geq 2,00 \text{ m/s}$	

N.B. De stroomsnelheden treden niet over de gehele Westerschelde gelijktijdig op.
(Tijdsverschil tussen Cadzand en Bath ca. 2 uur)

Deze gegevens zijn ontleend aan de stroomatlas 1976 van de dienst der hydrografie en aan gegevens van de adviesdienst Vlissingen

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

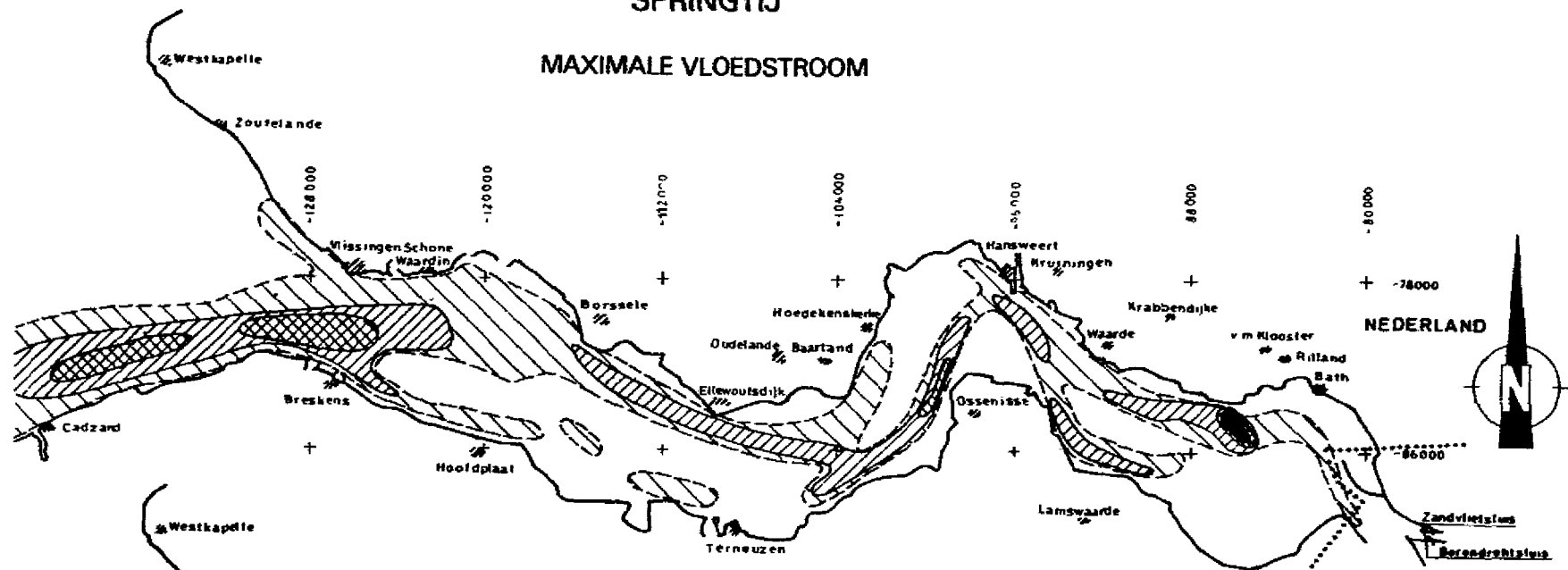
Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.1.18

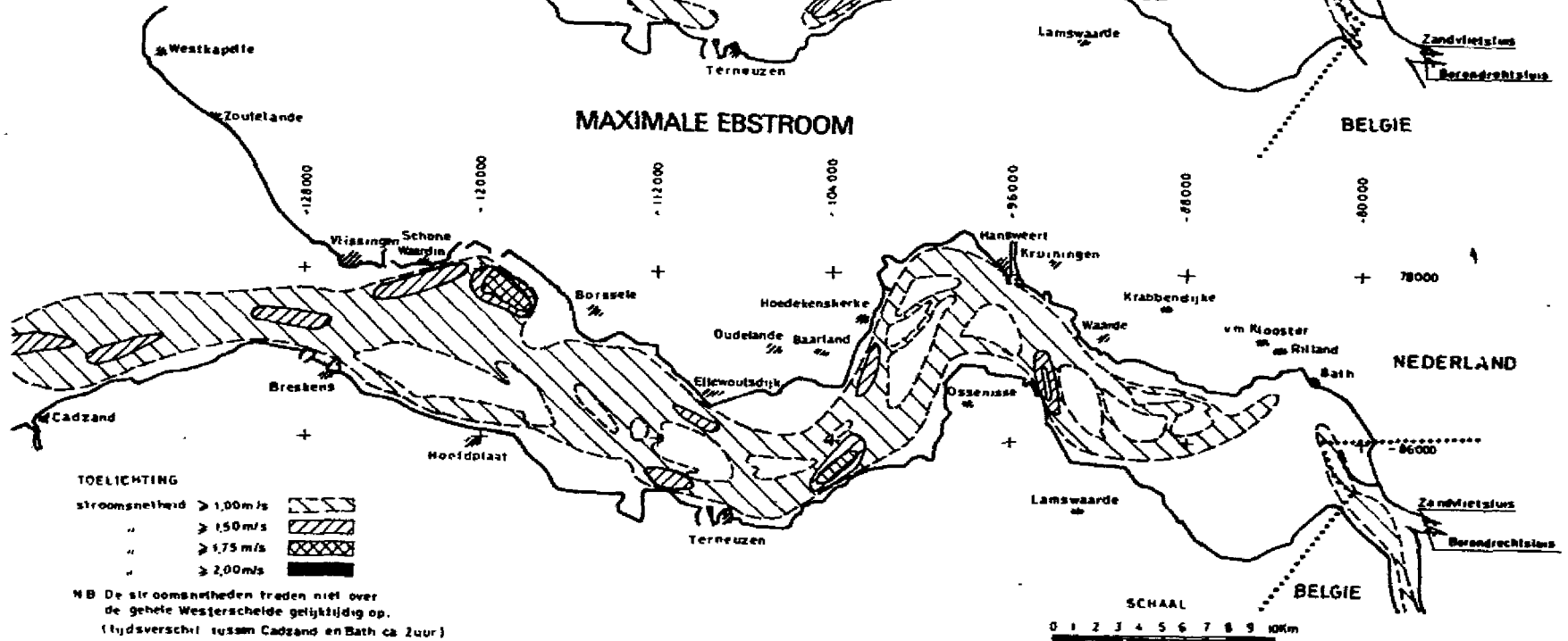
WESTERSCHELDE

SPRINGTIJ

MAXIMALE VLOEDSTROOM



MAXIMALE EBSTROOM



TOELICHTING

stroomsnelheid $\geq 1,00 \text{ m/s}$	
" $\geq 1,50 \text{ m/s}$	
" $\geq 1,75 \text{ m/s}$	
" $\geq 2,00 \text{ m/s}$	

NB De stroomsnelheden treden niet over de gehele Westerschelde gelijktijdig op.
(Tijdsverschil tussen Cadzand en Bath ca. 2uur)

SCHAAL

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km

Deze gegevens zijn ontleend aan de stroomatlas 1976 van de dienst der hydrografie en aan gegevens van de adviesdienst Vlissingen.

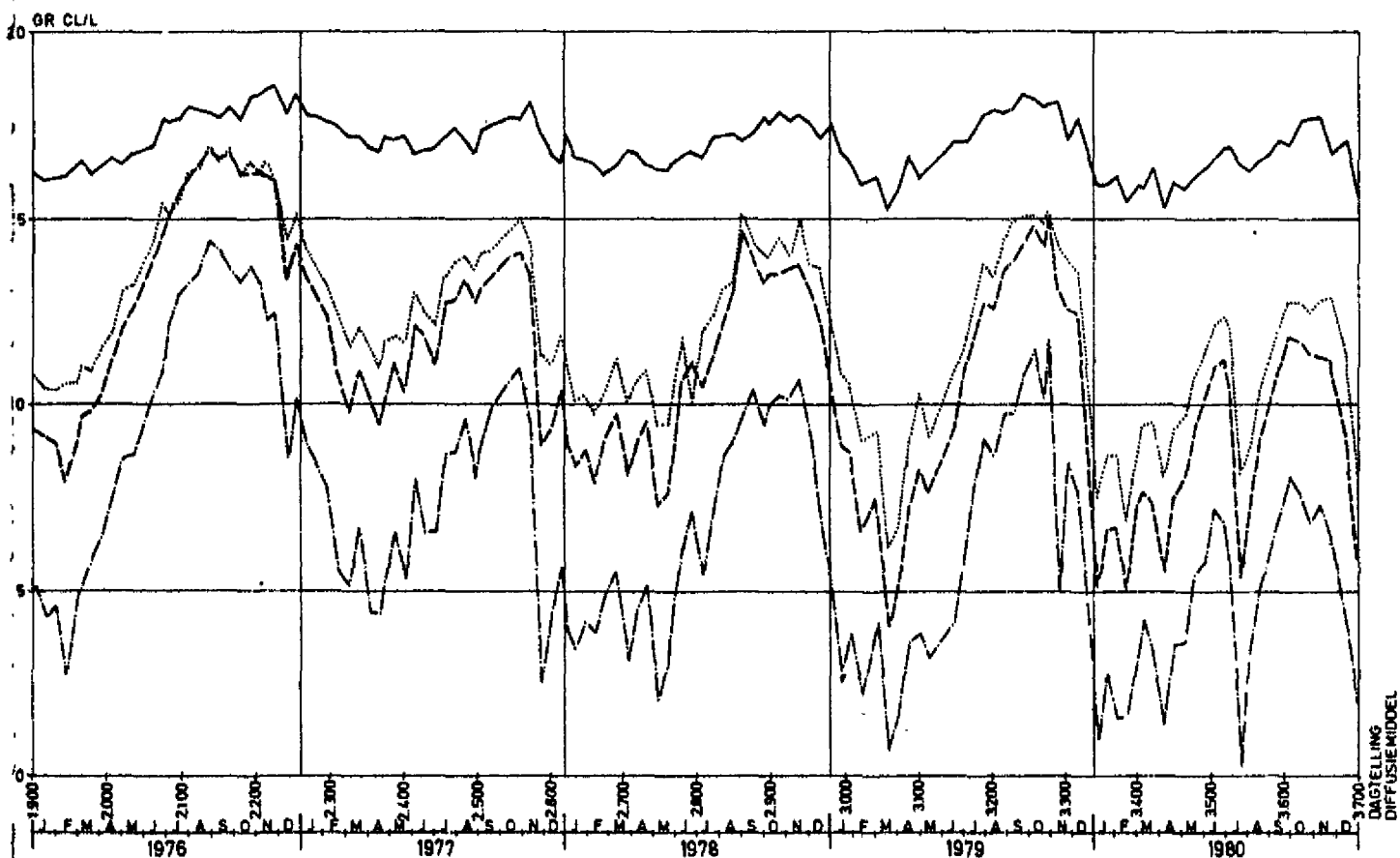
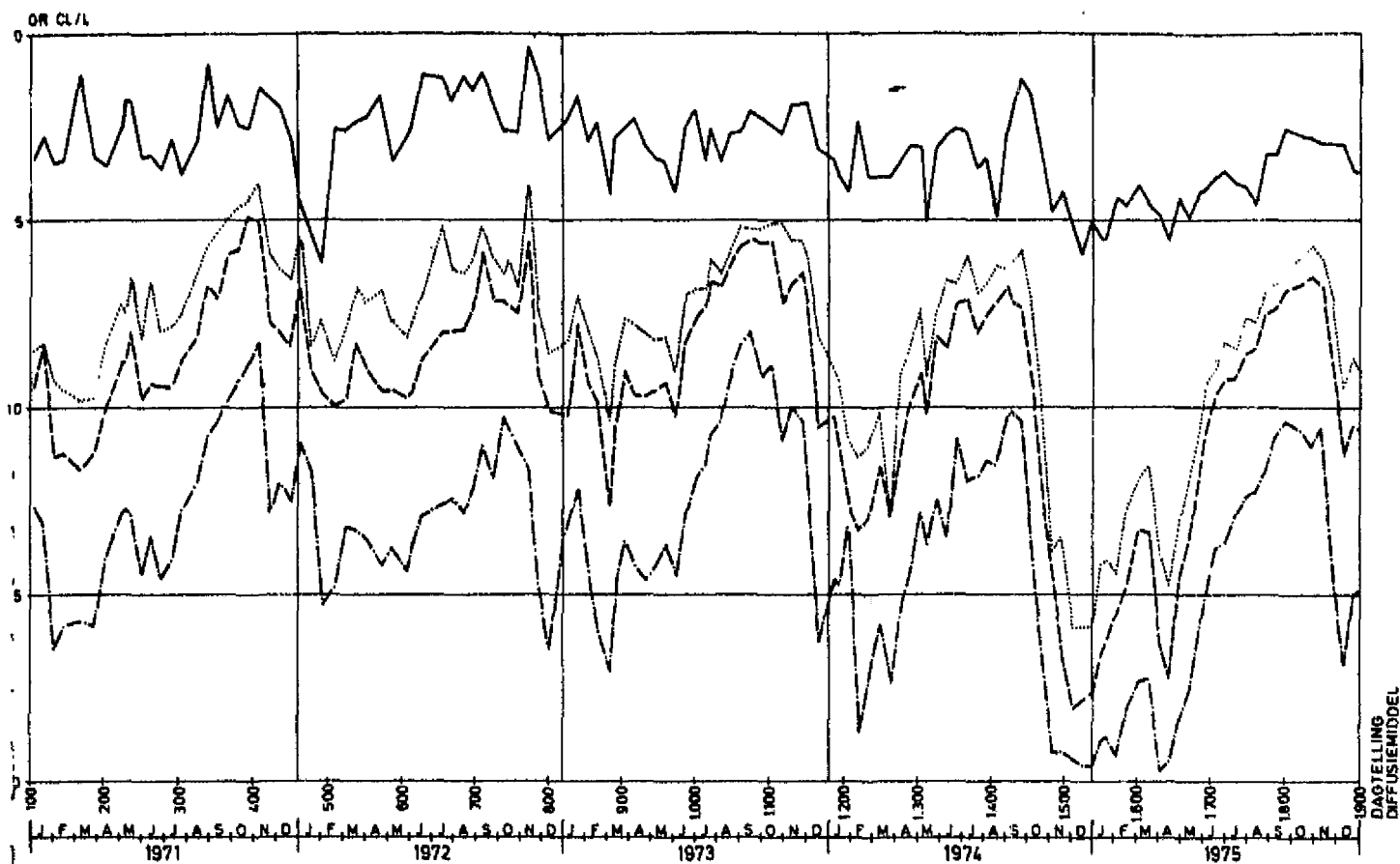
Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.1.18

Verloop van het chloridegehalte te Vlissingen, Hansweert, Lamswaarde en de grens (1971-1980)



TOELICHTING

- VLISSINGEN (SONGA)
- HANSWEERT (BOEI 42)
- - - LAMSWAARDE (BOEI 59)
- . - . GRENZ (BOEI 87)

GEMETEN BEHALTEN HERLEID NAAR
GEMIDDELD IN DE VERTIKAAL
GEMIDDELD OVER HET OETIJ

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde

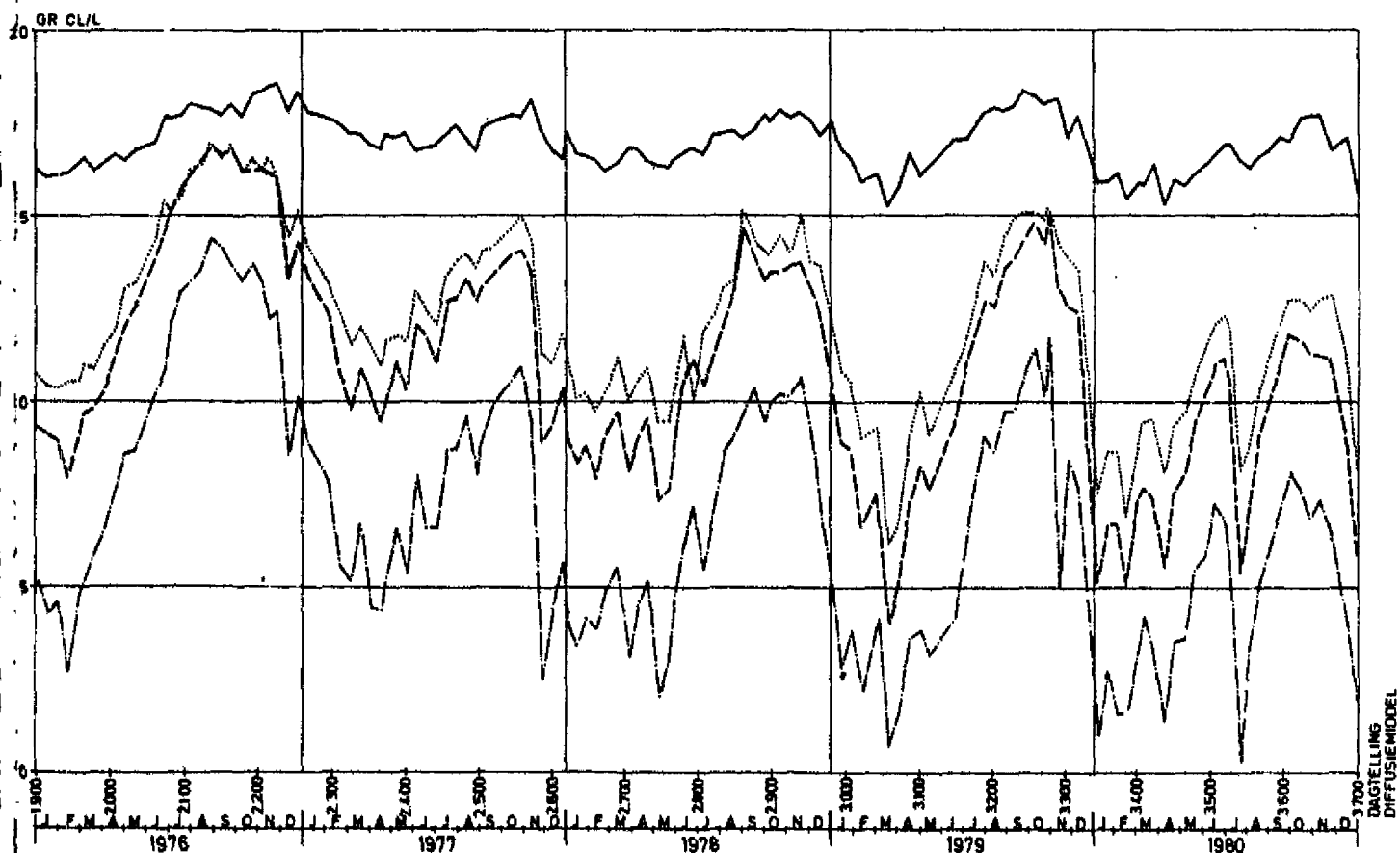
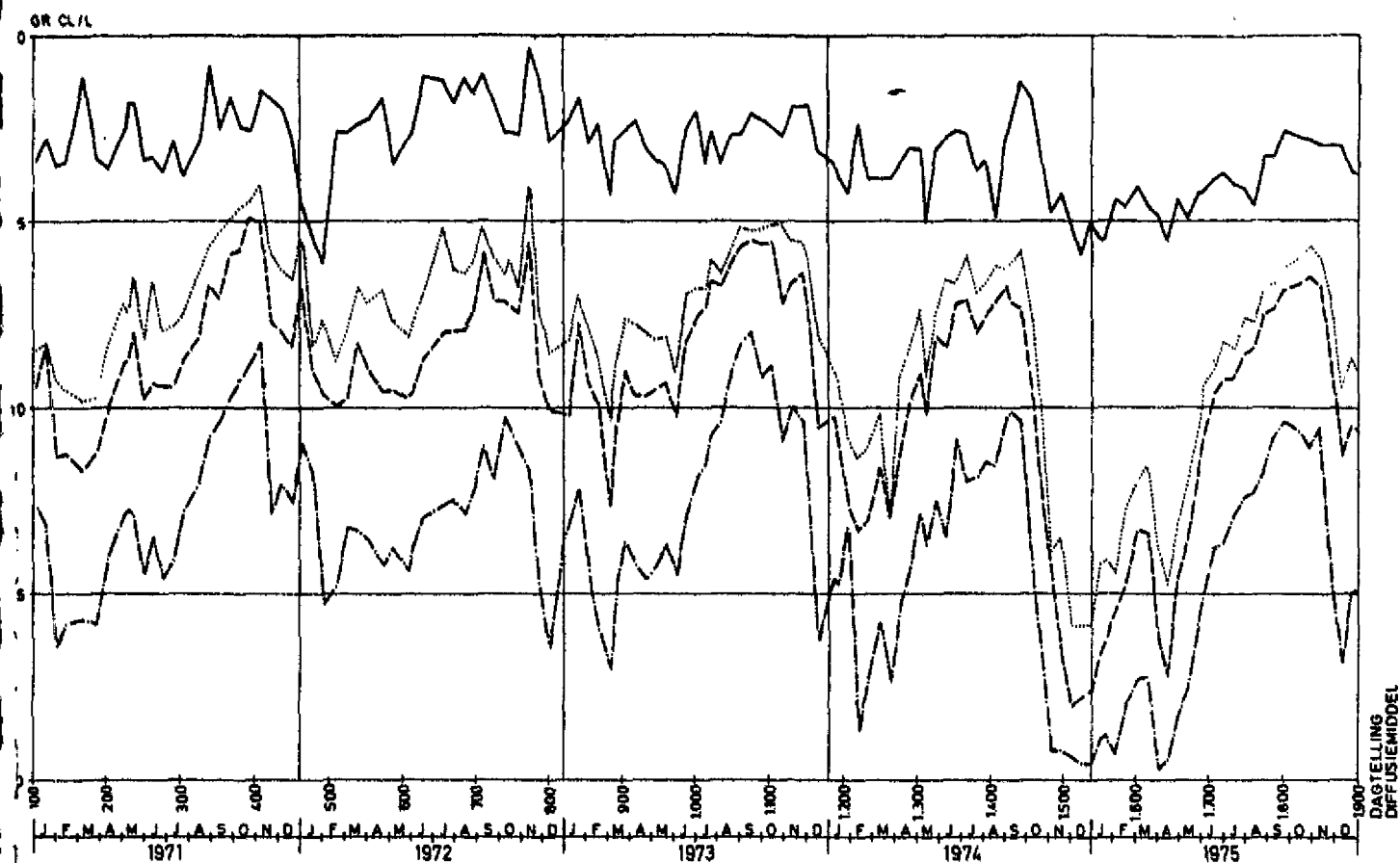
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 4.1.20.

WESTERSCHELDE

Verloop van het chloridegehalte te Vlissingen,
Hansweert, Lamswaarde en de grens (1971-1980)



TOELICHTING

- VLISSINGEN (SONGA)
- HANSWEERT (BOEI 42)
- - - - - LAMSWAARDE (BOEI 39*)
- - - - - GRENS (BOEI 87)

GEMETEN GEHALTEN HERLEID NAAR
GEMIDDELD IN DE VERTIKAAL
GEMIDDELD OVER HET OETIJ

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

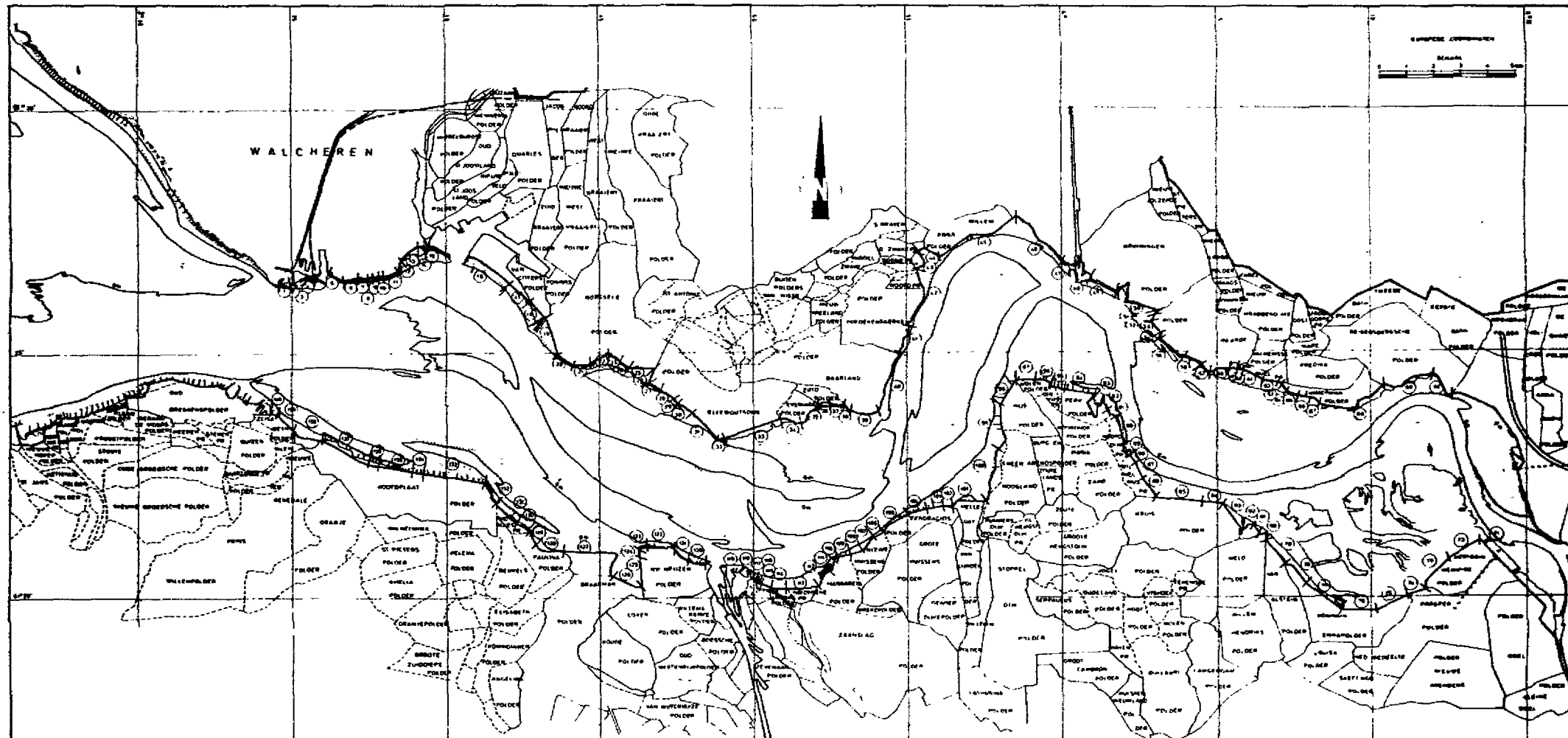
bijlage 4.1.20.

INDELING DIJKVAKKEN t.b.v. ADVISERING DELTAPROFIELEN



WESTERSCHELDE

INDELING DIJKVAKKEN t.b.v. ADVISERING DELTAPROFIELEN



Technische Schuldcommissar

Verdieping Westerschelde
Programme 45/43'

Studierapport STSC 8/84 bilaga 4.2 1.

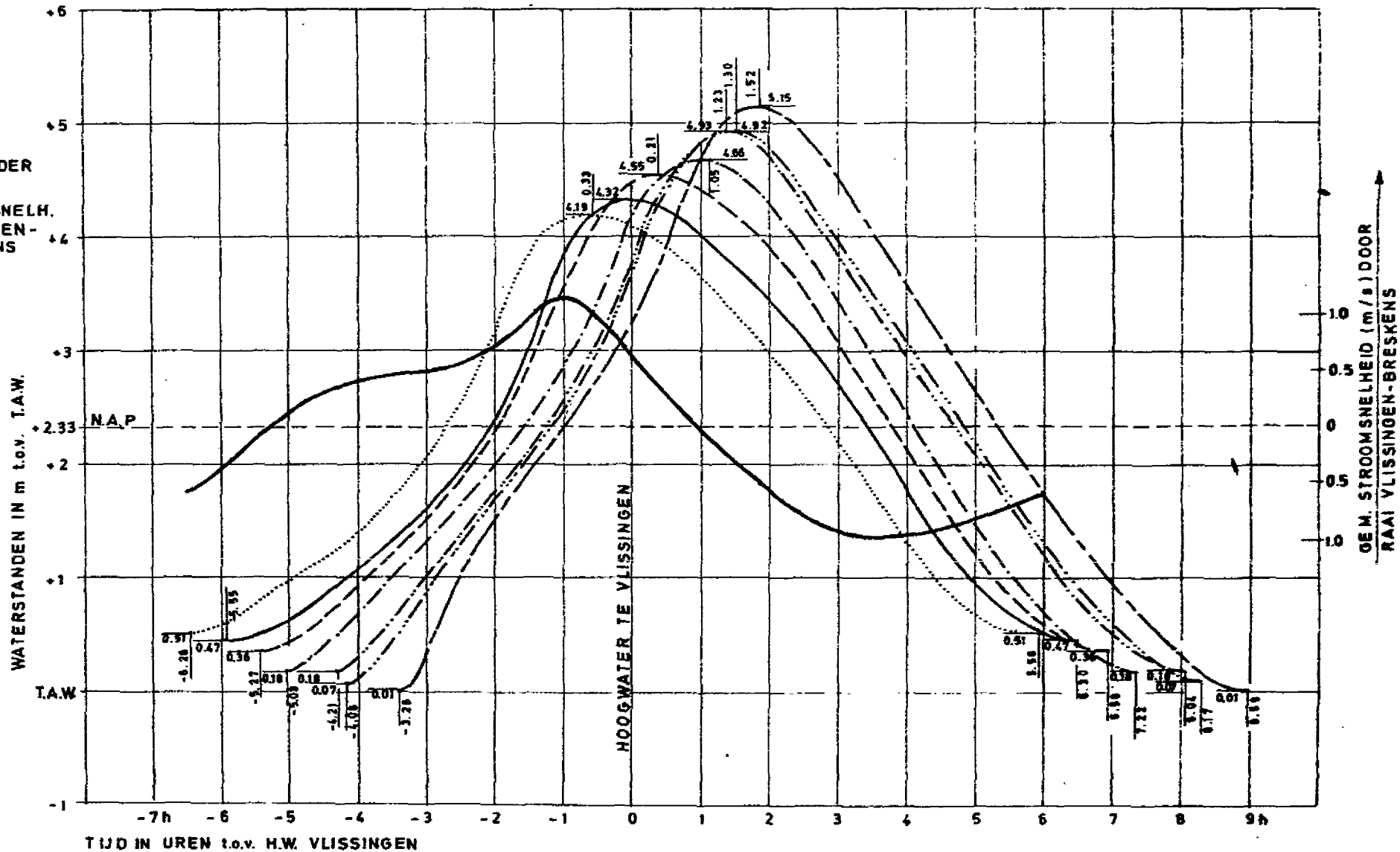
GEMIDDELDE GETIJKROMMEN (1971-1980)

ZEEBRUGGE - ANTWERPEN

TOELICHTING

- ZEEBRUGGE
- VLISSINGEN
- - - TERNEUZEN
- - - HANSWEERT
- - - BATH
- - - PROSPERPOLDER
- - - ANTWERPEN
- GEM. STROOMSNELH.
RAAI VLISSINGEN-
BRESKENS

(*) GEMIDDELDE TIJDKROMME
ZEEBRUGGE 1962.3 - 1980



Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.1.1

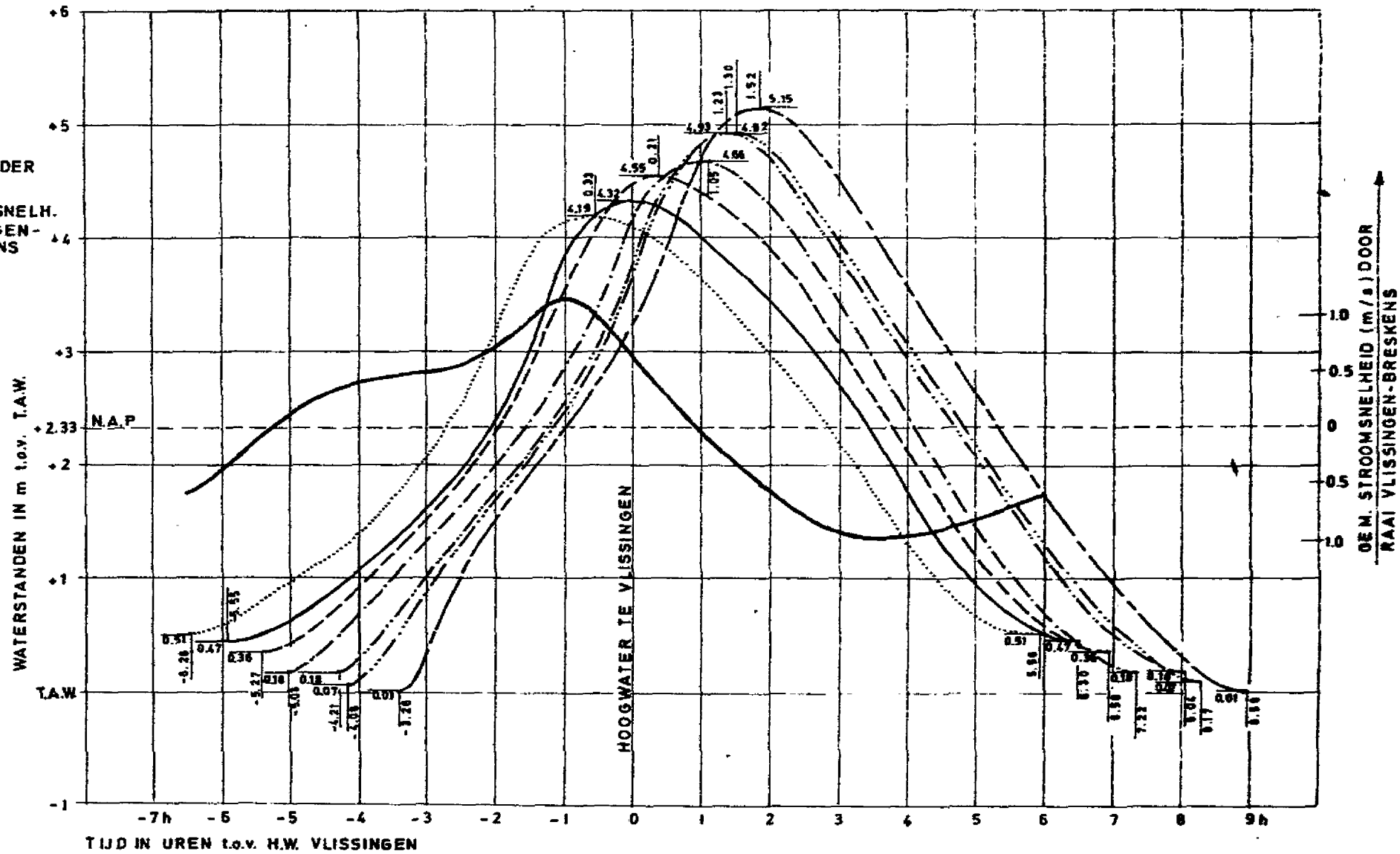
GEMIDDELDE GETIJKROMMEN (1971-1980)

ZEEBRUGGE - ANTWERPEN

TOELICHTING

- ZEEBRUGGE
- VLISSINGEN
- - - TERNEUZEN
- - - HANSWEERT
- - - BATH
- - - PROSPERPOLDER
- - - ANTWERPEN
- GEM. STROOMSNELH.
RAAI VLISSINGEN-
BRESKENS

(1) GEMIDDELDE TIJDKROMME
ZEEBRUGGE 1962.3 - 1969



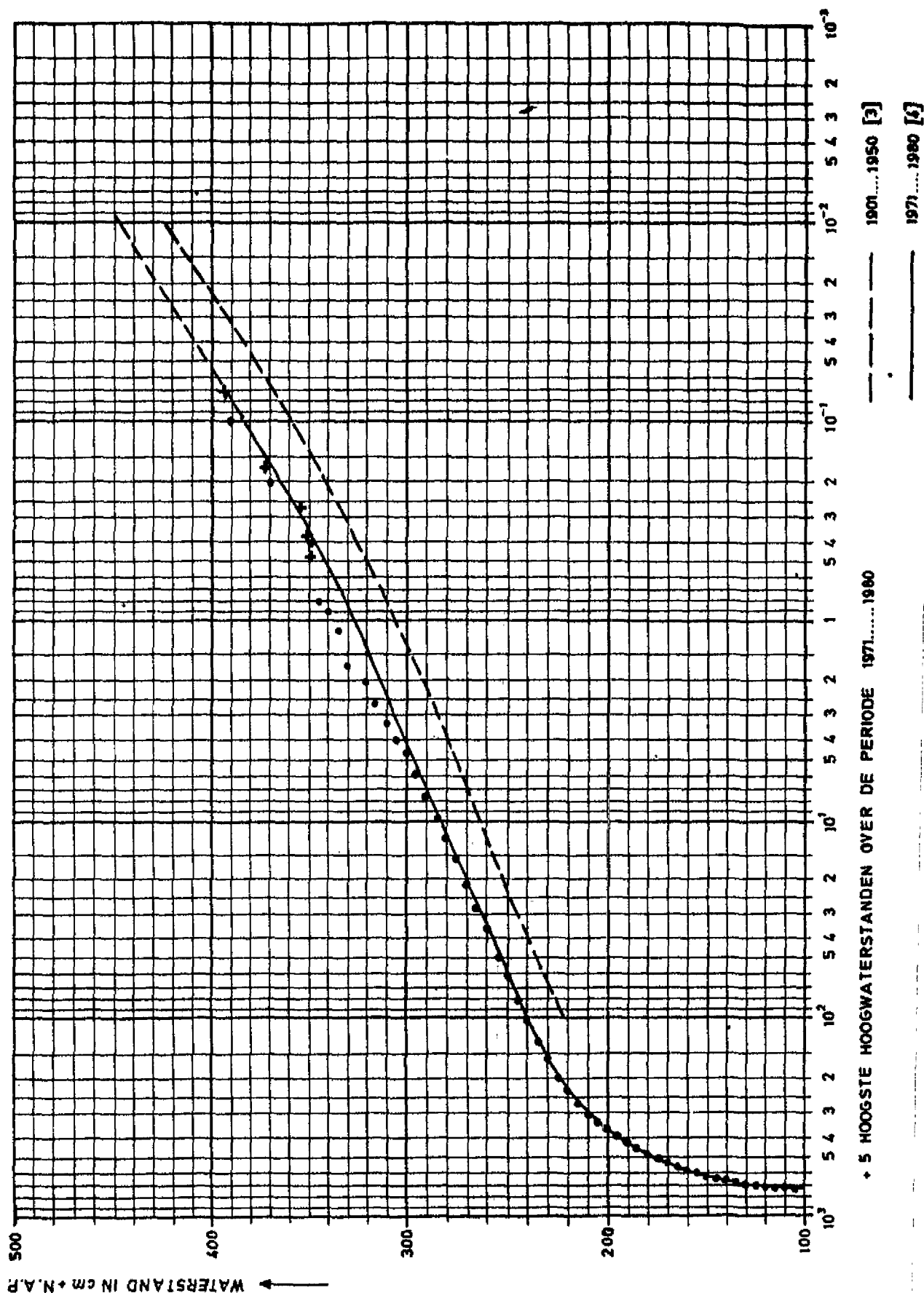
Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

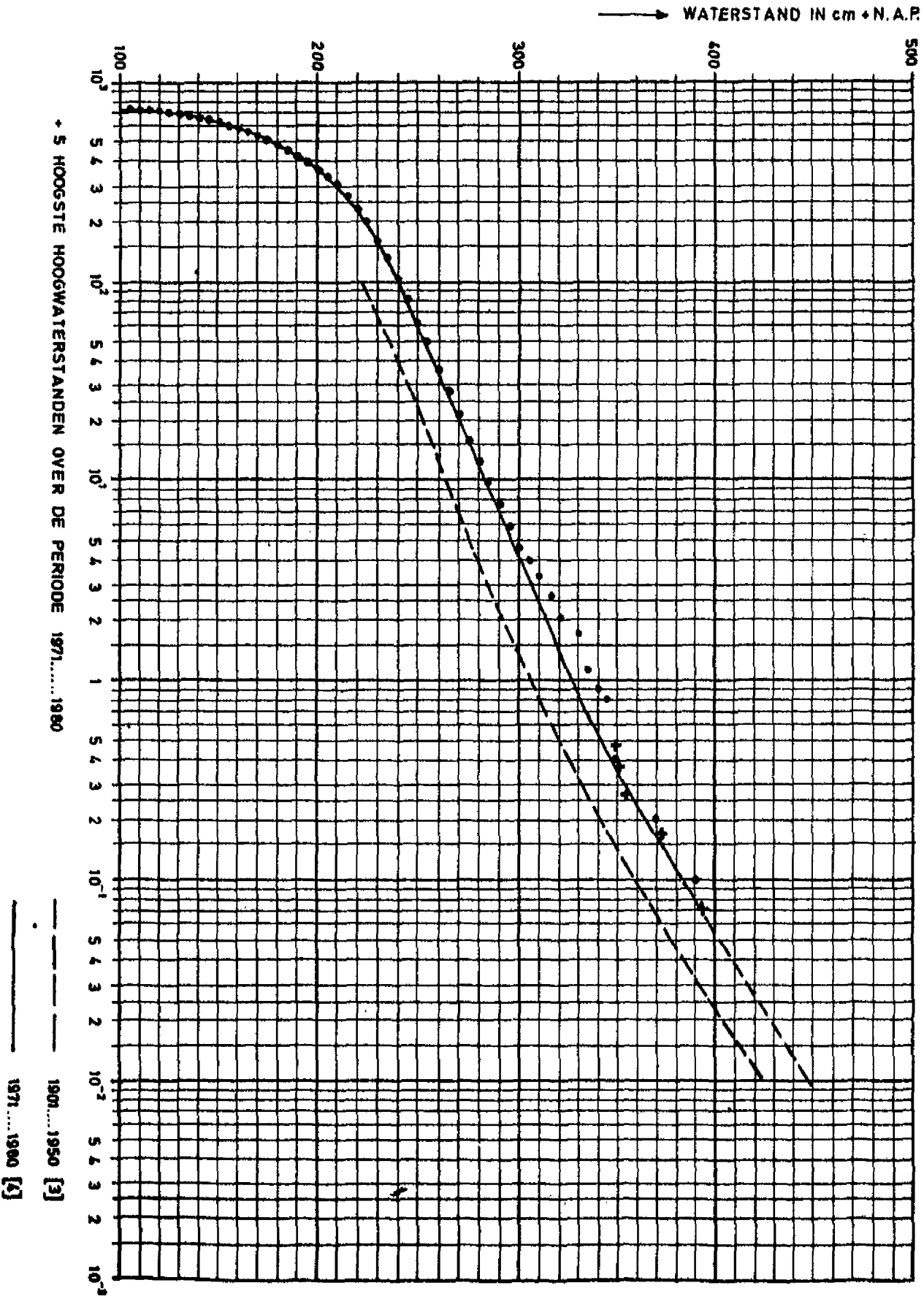
Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.1.1

OVERSCHRIJDINGSLIJNEN VLISSINGEN

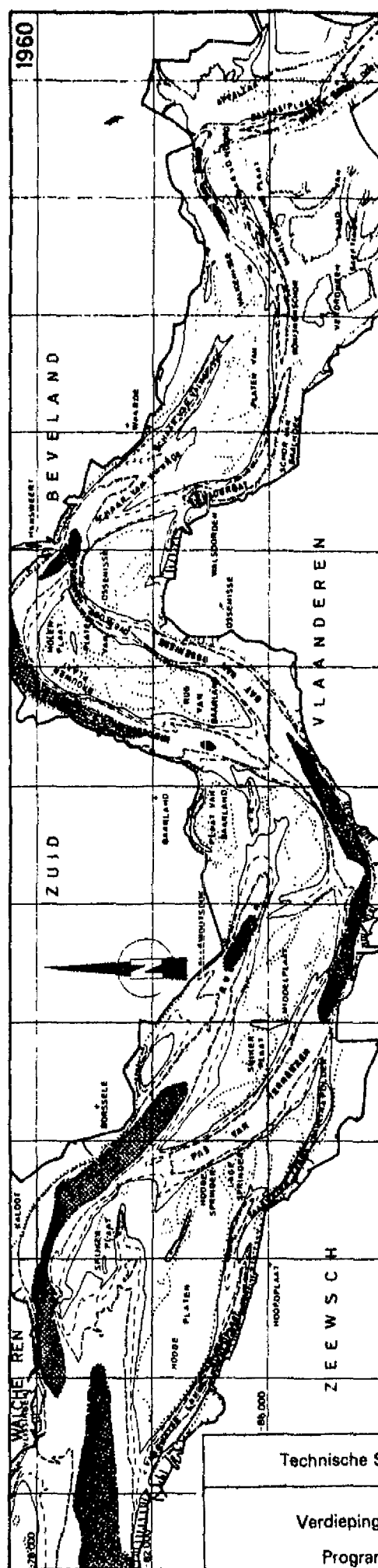
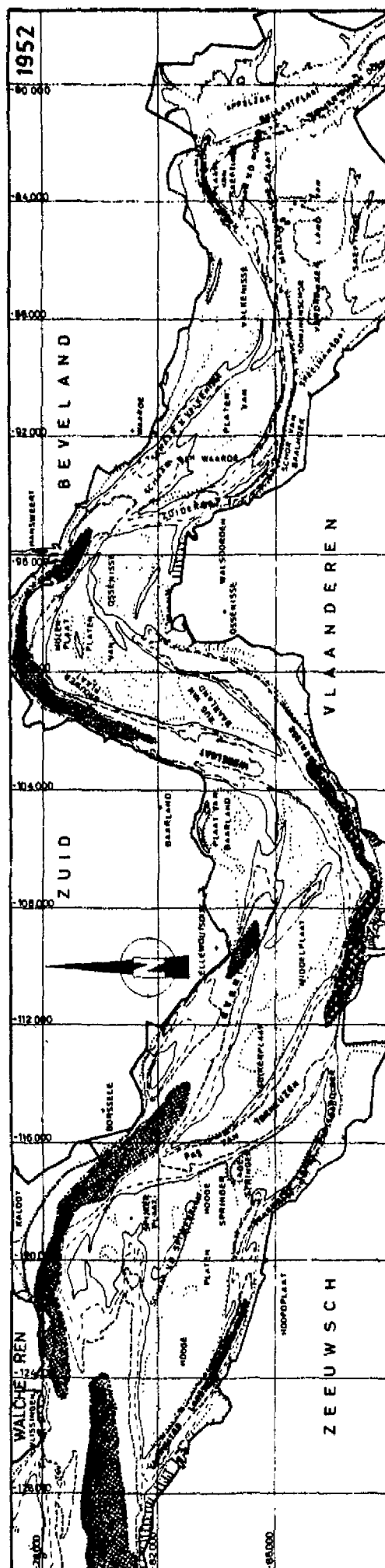


OVERSCHRJDINGSLIJNEN VLISSINGEN



WESTERSCHELDE

OVERZICHT GEULLIGGING 1952 EN 1960



TOELICHTING

—	dijk - en kustlijn
—	strandhoofden en heden
—	dieptelijn van G.L.W.S.
—	- 20 dm
—	- 50 dm
—	- 80 dm
—	- 120 dm
—	- 200 dm
—	- 300 dm

situaties naar versterkingen
van kaartrijes (schaal 1:50 000)
samengesteld uit oorspronkelijke gegevens
door rijkswaterstaat directie benedenrivieren

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

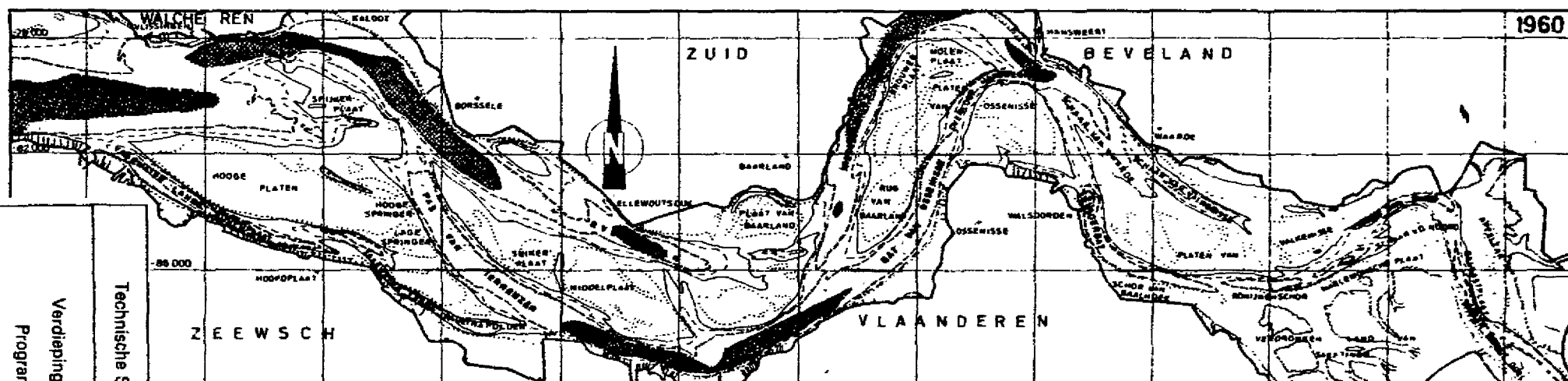
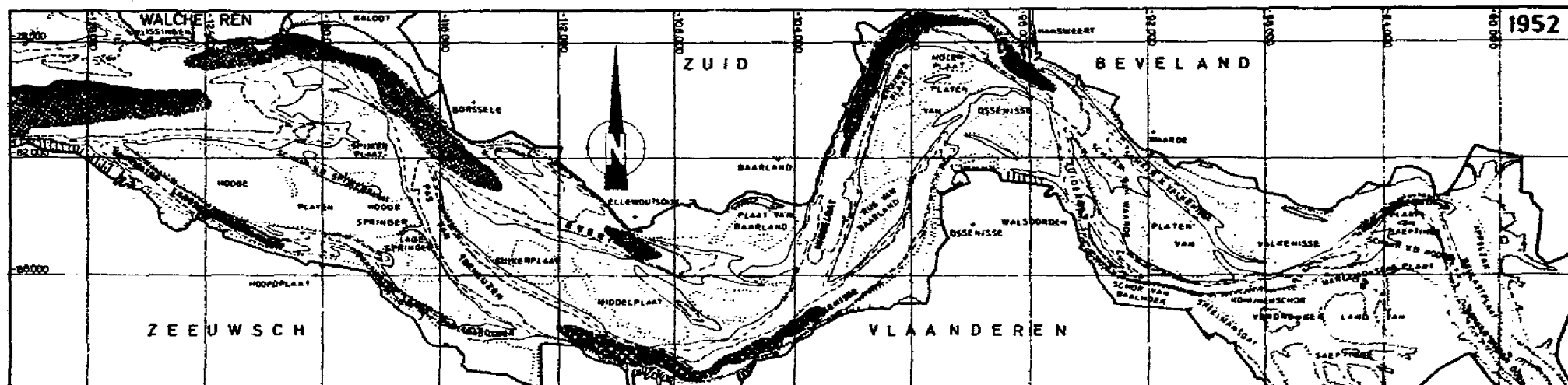
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 4.3.3

WESTERSCHELDE

OVERZICHT GEULLIGGING 1952 EN 1960



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

situaties naar verkleiningen
van kaartjes (schaal 1:50 000)
samengesteld uit oorspronkelijke gegevens
door rijkswaterstaat directie benedenrivieren

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43'

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.3.3

GEADVISEERDE KRUINHOOGTEN DIJKEN

Polder	Dijkvak			maatgevende superstorm- vloedstand in m t.o.v. NAP	geadviseerde kruinhoogte in m t.o.v. NAP	berm- breedte in m	talud boven berm
	volg- nr.	van dijkpro- fiel (dp)	tot dp				
Rijkszeew	115	VP 47	VP51	+5,60	+9,00	9	1:3,1
	116	VP 51	dp 3				1:3
	117	dp 3	VP61	+5,60	+8,25	23 à 25	1:3,8
	118	Scheldekafe Terneuzen			+8,00	10	1:3
	119	Voorhavens sluizen					
Nw Neuzen	120	48	42	+5,65	+9,25	9	1:4
	121	42	33	+5,65	+8,50	9	1:4
	122	33	22	+5,65	+9,75	9	1:4
	123	22	18	+5,65	+9,75	9 à 14	1:4
	124	18	15	+5,65	+9,75	9	1:4
	125	15	5	+5,65	+9,75/+8,00	9	1:4
Braakman	126	1	13	+5,60	+9,00	9	1:4
	127			+5,60	+10,00	9	1:4
Paulinapolder	128	15	5	+5,20	+8,25 +9,00	9 6	1:4
	129	5	0	+5,20	+7,75	6	1:4
Thomaes	130	17	10	+5,20	+8,75 +8,50	8 10	1:3,5
	131	10	0	+5,20	+8,50 +8,25	8 10	1:3,5

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 9h

GEADVISEERDE KRUINHOOGTEN DIJKEN

Polder	Dijkvak			maatgevende superstorm- vloedstand in m t.o.v. NAP	geadviseerde kruinhoogte in m t.o.v. NAP	berm- breedte in m	talud boven berm
	volg- nr.	van dijkpro- fiel (dp)	tot dp				
Rijkszeew	115	VP 47	VP51	+5,60	+9,00	9	1:3,1
	116	VP 51	dp 3				1:3
	117	dp 3	VP61	+5,60	+8,25	23 à 25	1:3,8
	118	Scheldekade Terneuzen			+8,00	10	1:3.
	119	Voorhavens sluizen					
Nw Neuzen	120	48	42	+5,65	+9,25	9	1:4
	121	42	33	+5,65	+8,50	9	1:4
	122	33	22	+5,65	+9,75	9	1:4
	123	22	18	+5,65	+9,75	9 à 14	1:4
	124	18	15	+5,65	+9,75	9	1:4
	125	15	5	+5,65	+9,75/+8,00	9	1:4
Braakman	126	1	13	+5,60	+9,00	9	1:4
	127			+5,60	+10,00	9	1:4
Paulinapolder	128	15	5	+5,20	+8,25 +9,00	9 6	1:4
	129	5	0	+5,20	+7,75	6	1:4
Thomaes	130	17	10	+5,20	+8,75 +8,50	8 10	1:3,5
	131	10	0	+5,20	+8,50 +8,25	8 10	1:3,5

Technische Scheldecommissie

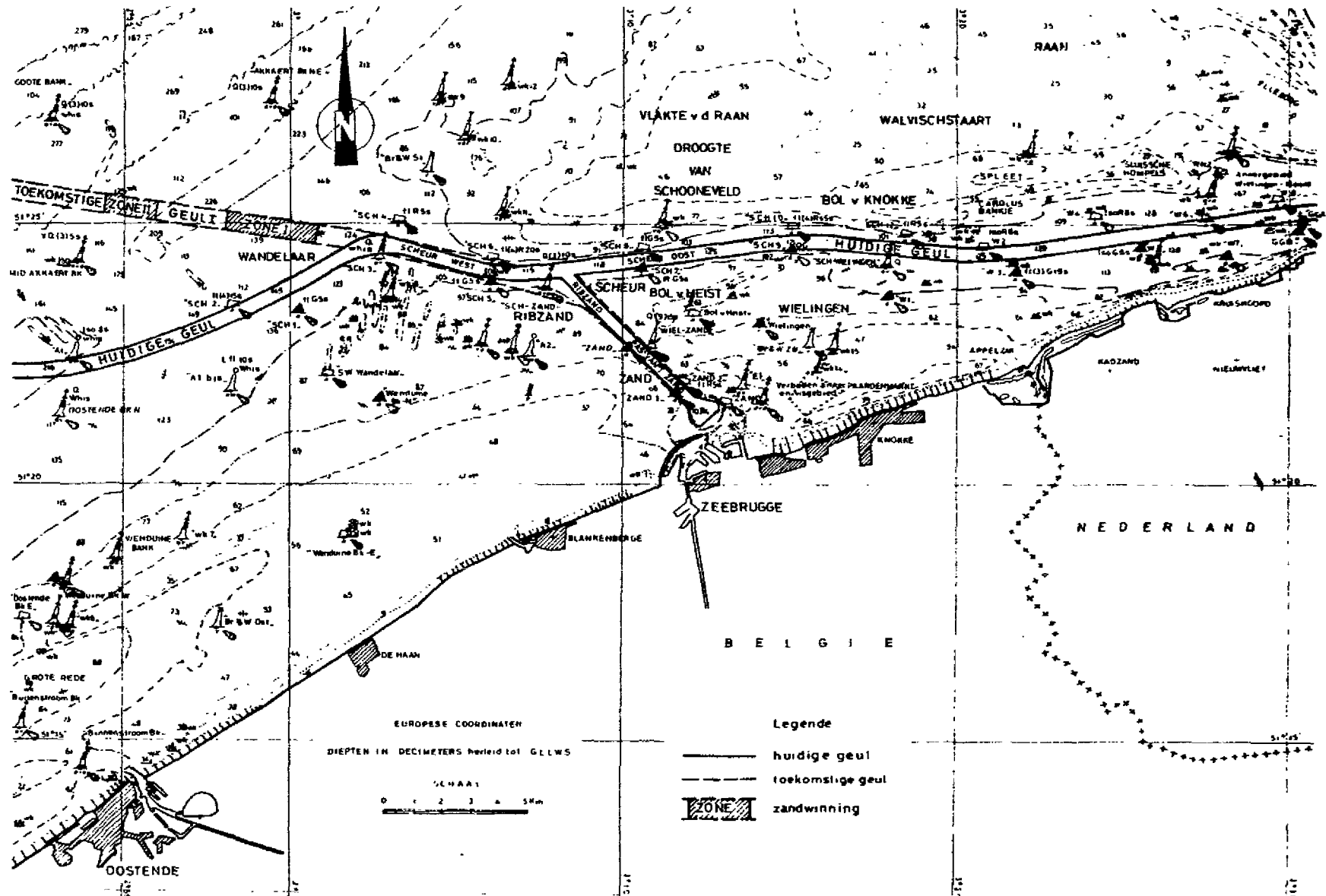
Verdieping Westerschelde
Programma 48' / 43'

Studierapport STSC 6/84
Tabel 9h

MONDINGSGEBIED

HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE VAARGEUL

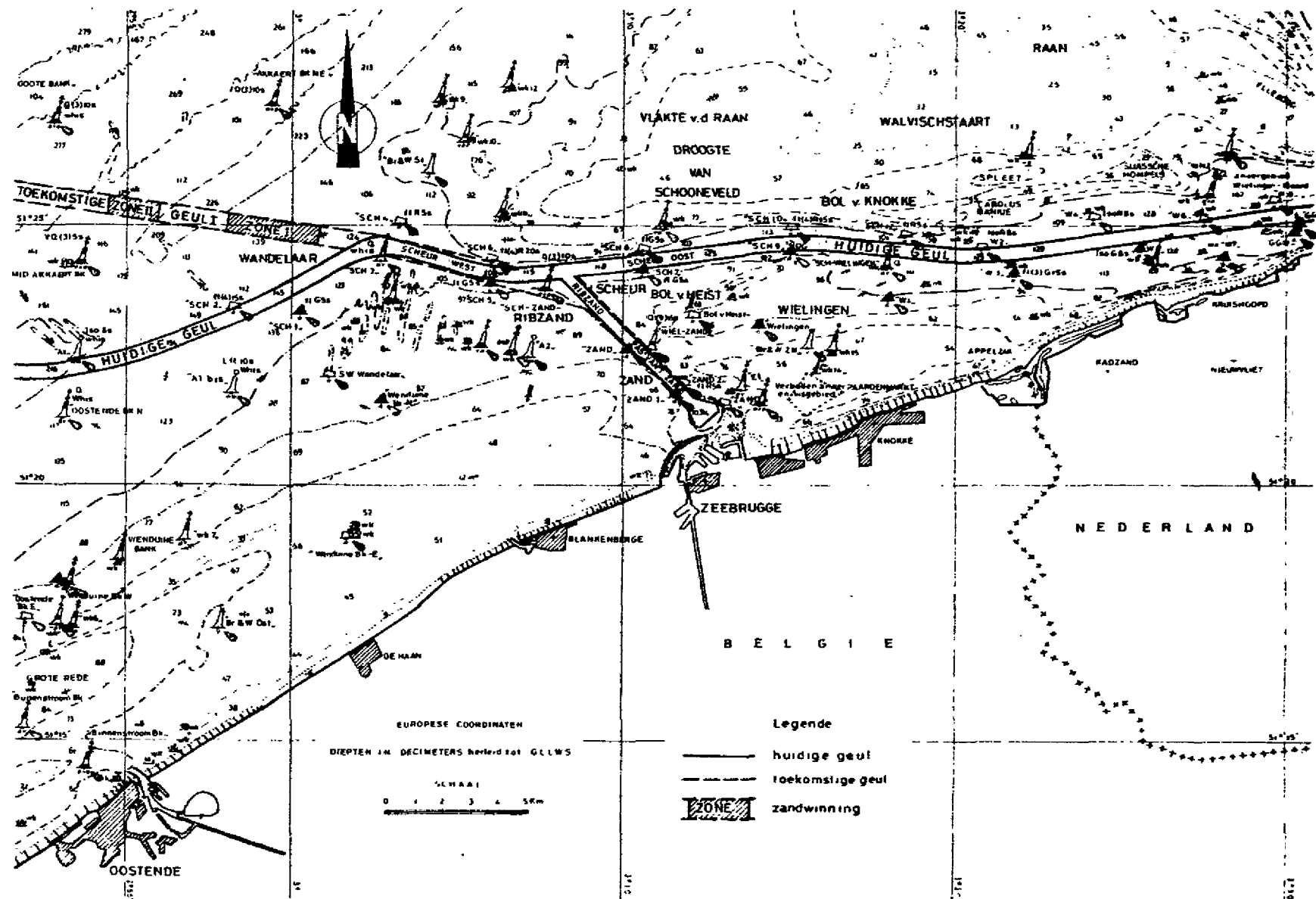
ZANDWINNING



MONDINGSGBIED

HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE VAARGEUL

ZANDWINNING

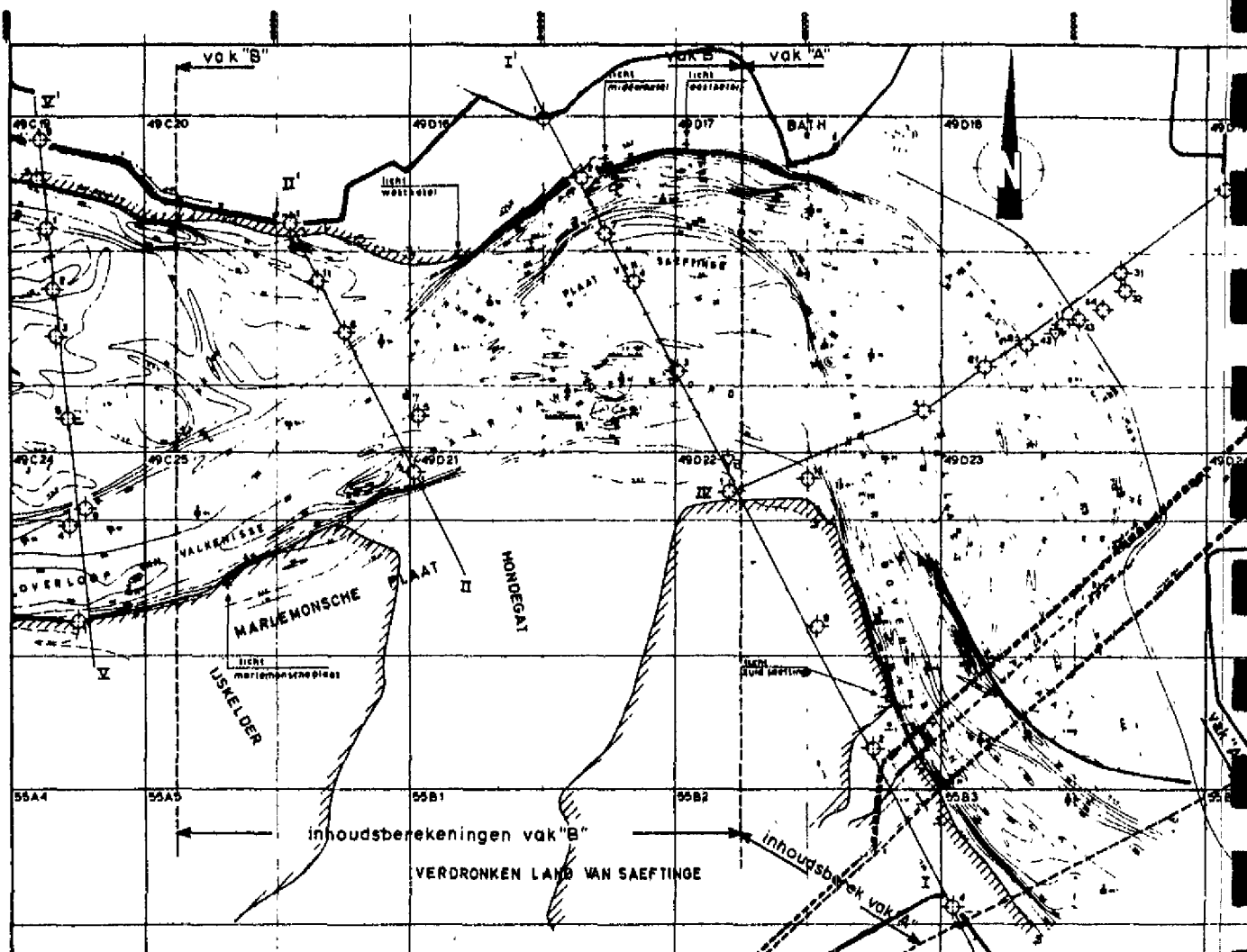


WESTERSCHELDE

OMGEVING BATH

algemeen overzicht; situering geologische profielen

I - I' t/m V - V' met boorlokaties



- toelichting**
- situatie dieptelijnen (in en t.a.v. N.A.P.) volgens opmeting 1979
 - rechthoekige coördinaten in m tov etherstroom
 - reël geologisch profiel met nr
 - boring met volgnummer (per vak)
 - sondering met volgnummer (per vak)
 - 49C30 topografische vermindering codering boringen en sonderingen
 - veengrens vastgesteld door rijks geologische dienst (rapport 233/61-62, bijlage I) plaatselijk aangepast aan situatie 1979
- voor overzicht geologische profielen I - I', II - II', III - III' en IV - IV' zie bijlage 4.5.3.

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

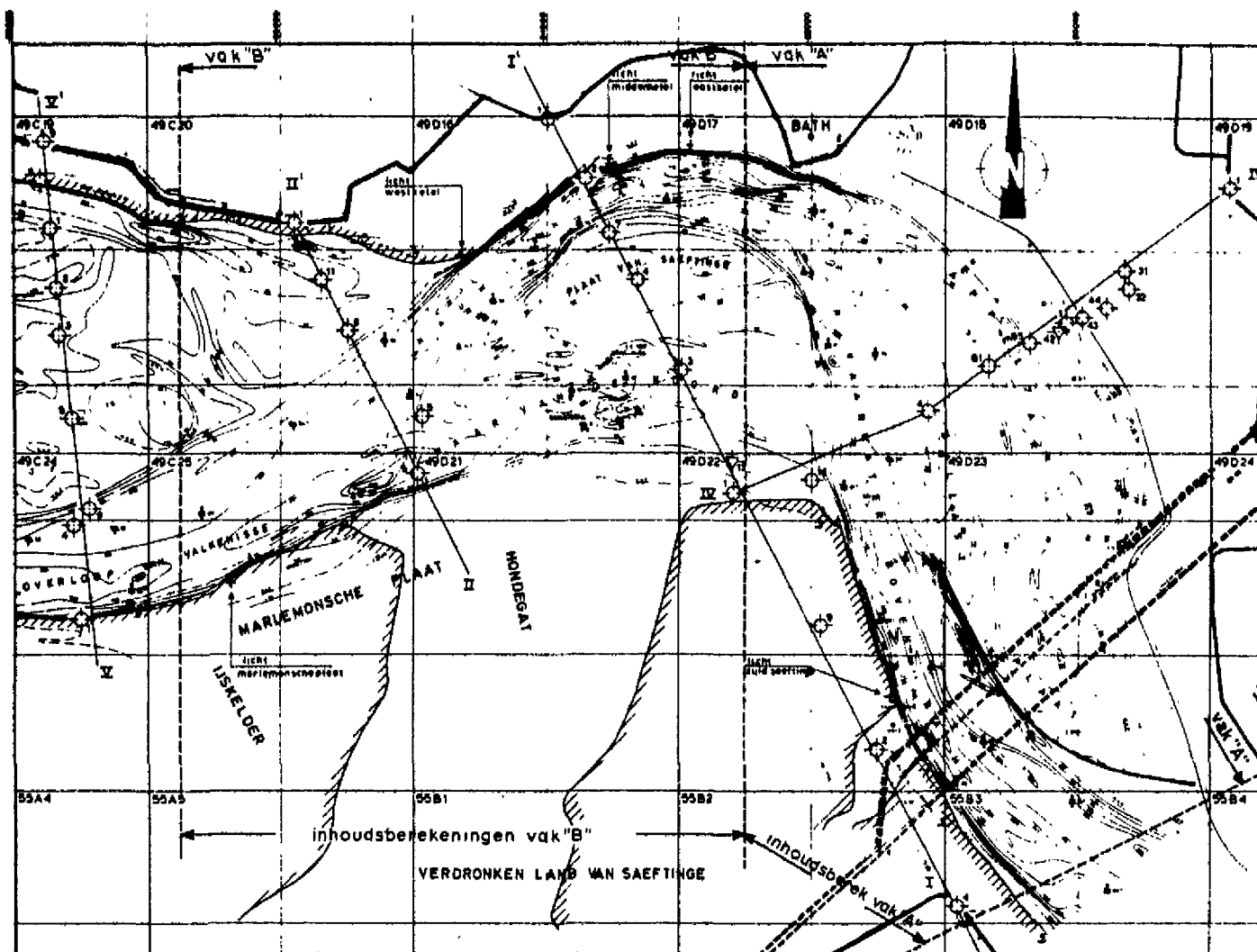
bijlage 4.5.1

WESTERSCHELDE

OMGEVING BATH

algemeen overzicht; situering geologische profielen

I - I' t/m V - V' met boorlokaties



toelichting

situatie dijptalijnen (in dm t.o.v. N.A.R.) volgens eenening 1979

rechthoekige coördinaten in m t.o.v. amersfoort

I - I' reël geologisch profiel met nr.

⊙ boring met volgnummer (per vak)

⊕ sondering met volgnummer (per vak)

49C20 topografische verdeling codering boringen en sonderingen

voengrens vastgesteld door rijks geologische dienst (rapport 333/61-62, bijlage I) plaatselijk aangegeven aan situatie 1979

voor overzicht geologische profielen I - I', II - II', III - III' en IV - IV' zie bijlage 4, 5, 6.

Technische Scheldec commissie

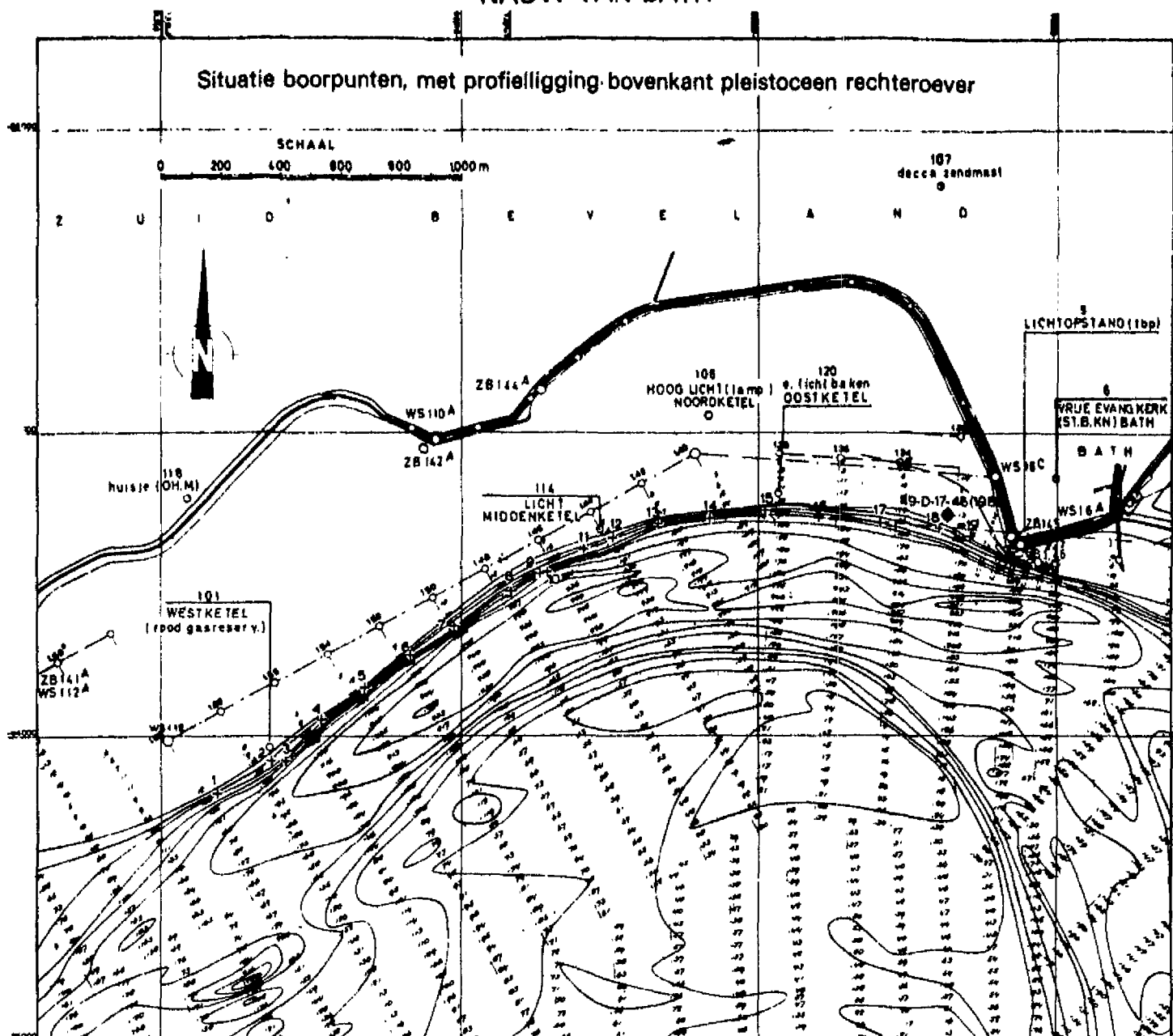
Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

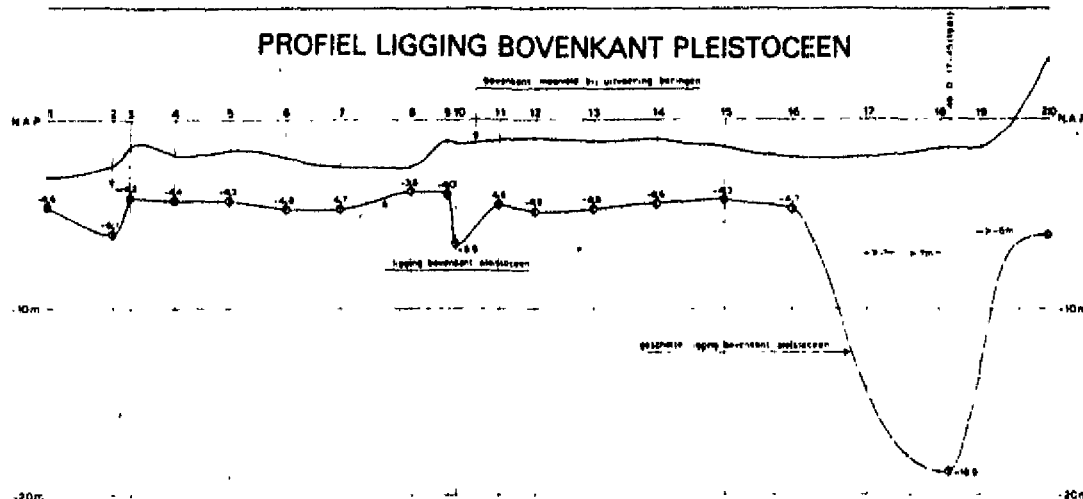
Studierapport STSC 6/84

bijlage 4.5.1

WESTERSCHDELDE NAUW VAN BATH



PROFIEL LIGGING BOVENKANT PLEISTOCEN



TOEGELIJDING

By situatie

1. Situatie met dieptepunten ± 1 tot ± 2 m t.o.v. N.A.P. volgens opname september - december 1980

2. 3 gestiepte boring met nr. boringen grofweg uitgevoerd in 1972/73

By situatie

3. Borehole locaties zijn vanaf de situatie loodrecht op een lijn evenwijdig aan de x-ss van het coördinatenstelsel geprojecteerd, het weergegeven profiel geeft derhalve niet de ontwikkelde lengte van het feitelijke profiel langs de rechteroever weer

4. Bovenkant pleistoceen
5. Bovenkant pleistoceen volgens gegevens rijks geologische dienst in m t.o.v. N.A.P.
6. Bovenkant pleistoceen naar den N.A.P. - 7m

7. A. 1e plaatse van de boringen nr. 1 t/m 16 en nr. 20 was destijds boven het pleistoceen een voortlog aanwezig, t.p.v. de boringen nr. 17 t/m 19 (geboort tot resp. N.A.P. - 7, - 7 en - 8m) werd jong zeesand vastgesteld

Technische Scheldec commissie

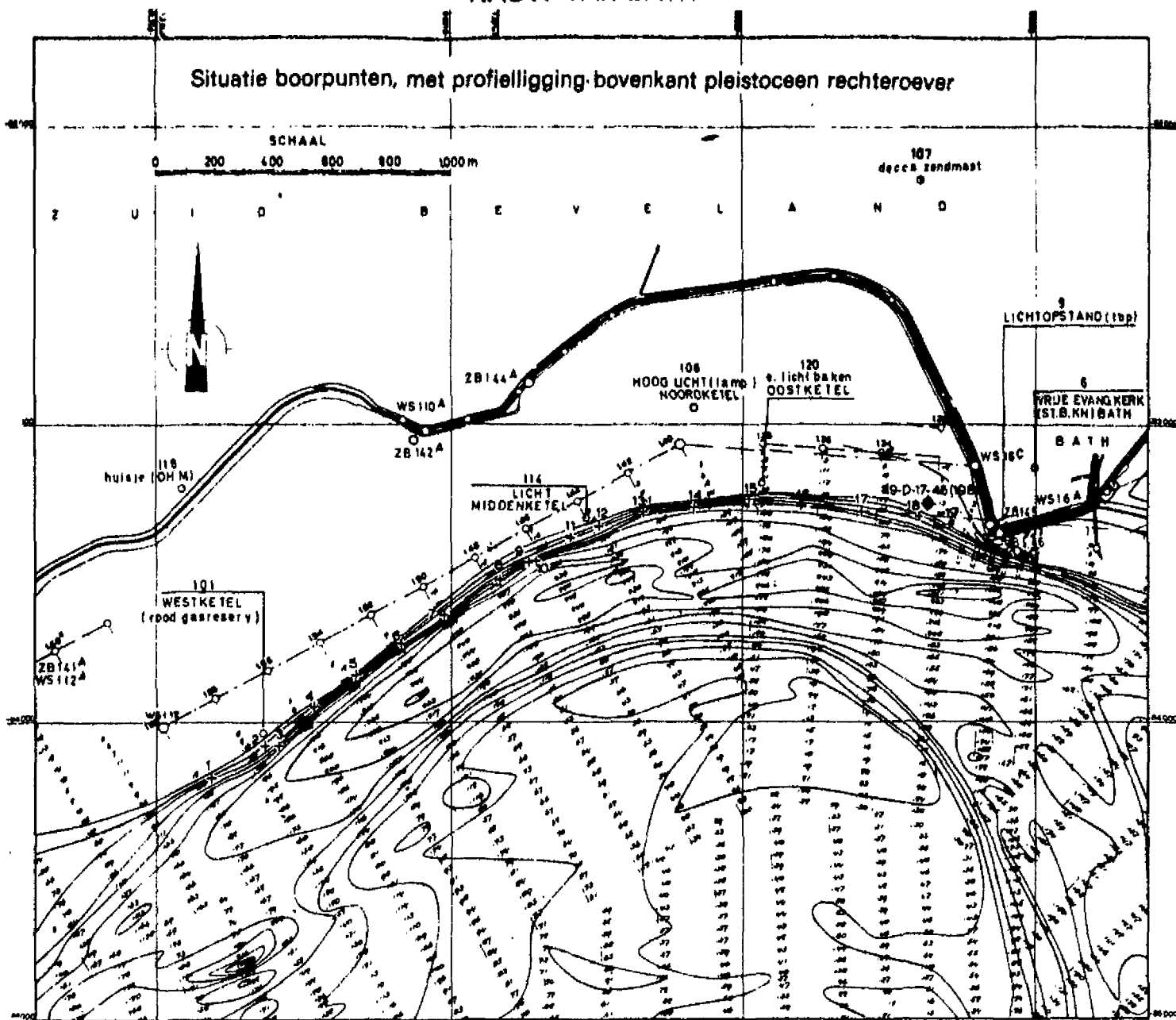
Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

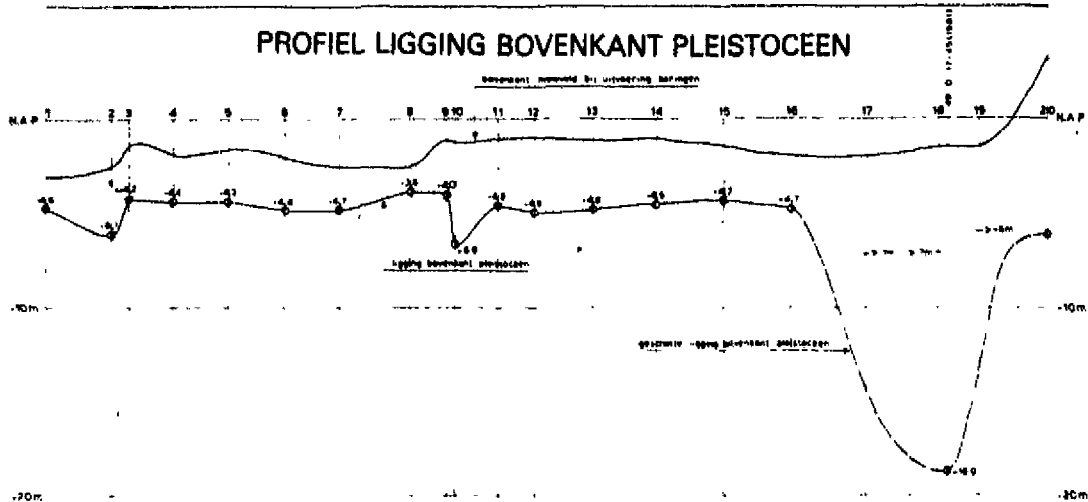
Studierapport STSC 6/84

bijlage 4.5.4

NAUW VAN BATH



PROFIEL LIGGING BOVENKANT PLEISTOCEEN



1000 CHINA

4. situatie
vrijwel met diezelfde en 1 tot 10 cm EOP NAF volgens opmeting september - december 1980
= 3 aansluit boring met 10 boringen grotendeels uitgevoerd in 1972/73

*. Welke bovengemiddeld pleistocene
bevolkingsgolven zijn vanaf de situatie toedrecht op een lijn evenwijdig aan de z- as van het coördinatenstelsel
projecteerd, het weergegeven profiel geeft derhalve niet de ontwikkelde lengte van het laatste profiel
langs de rechteroever weer

→ bovengrond meervoud bij uitvoering boringen; inmiddels is de betreffende daver verder ingescheurd
 - 4,6 depiepting bovengrond pleistocene volgens gegevens rijt; geologische dienst in m tot MAF
 > -7m legging pleistocene boer den MAF -7m

Na 'er plaatse van de boringen nr. 1 t/m 10 en nr. 20 was deeljes boven het pleistoceen een veenlaag aanwezig, t/m de boringen nr. 17, 18 en 19 (geboord tot resp. N.A.P. -7, -7 en -8m) werd jong zeezand gevonden.

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

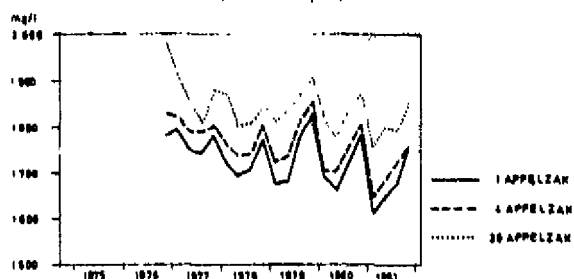
bijlage 4.5.4

SCHEUR EN MONDINGSGBIED

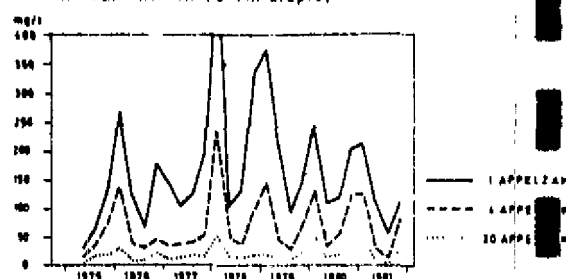
WATERKWALITEITSPARAMETERS

KWARTAALGEMIDDELDEN 1975 - 1981

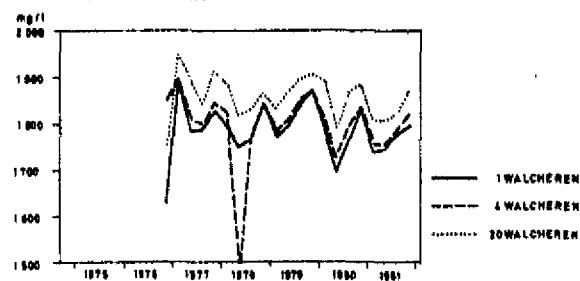
Cl⁻ APPELZAKRAAI (0-1m diepte)



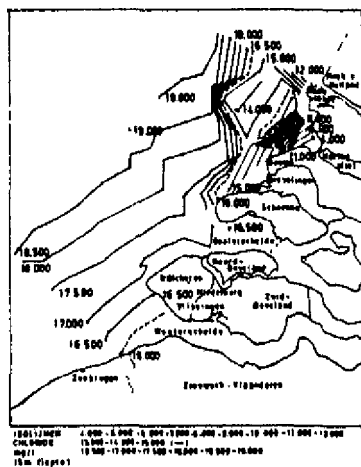
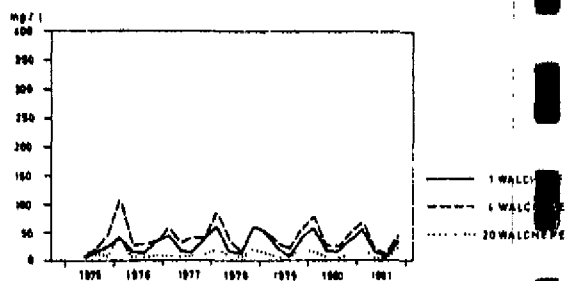
ZW STOF APPELZAKRAAI (0-1m diepte)



Cl⁻ WALCHERENRAAI



ZW STOF WALCHERENRAAI

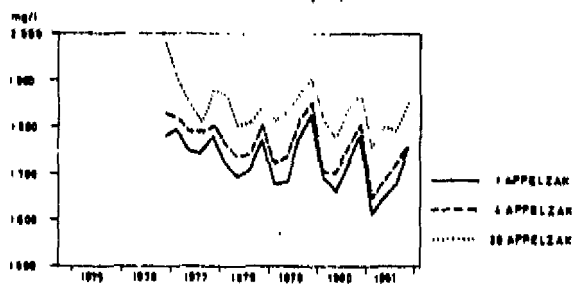


SCHEUR EN MONDINGSGBIED

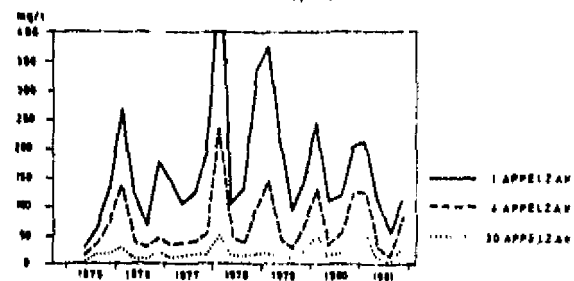
WATERKWALITEITSPARAMETERS

KWARTAALGEMIDDELDEN 1975 - 1981

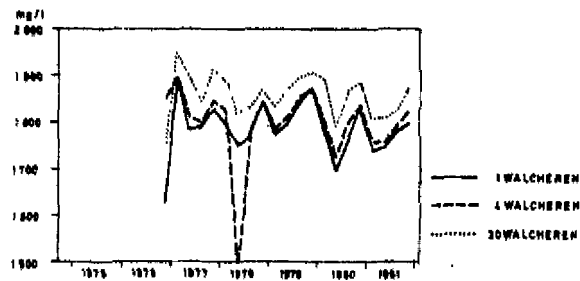
Cl⁻ APPELZAKRAAI (0-1m diepte)



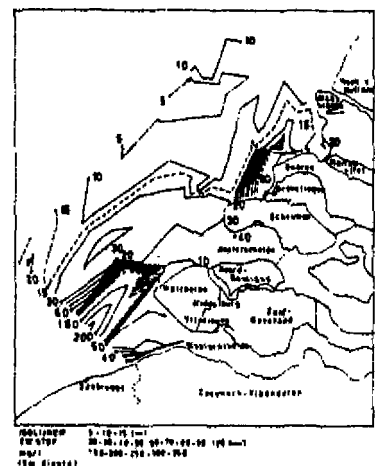
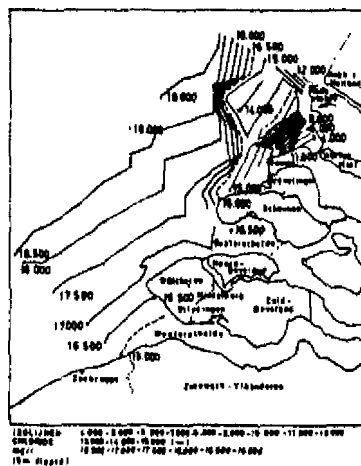
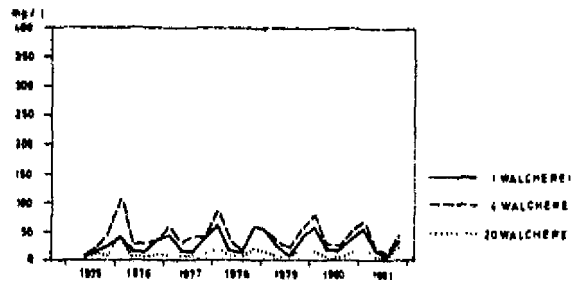
ZW STOF APPELZAKRAAI (0-1m diepte)



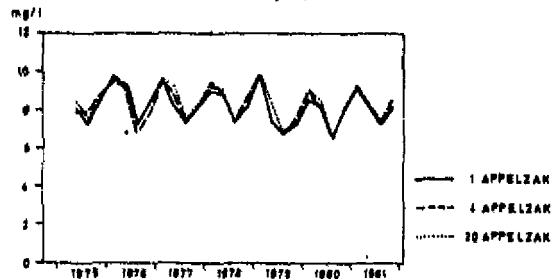
Cl⁻ WALCHERENRAAI



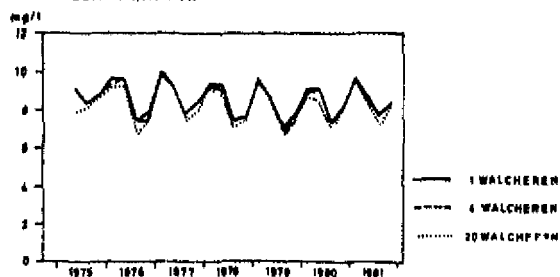
ZW STOF WALCHERENRAAI



O₂ APPELZAKRAAI (0-1m diepte)



O₂ WALCHERENRAAI



Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

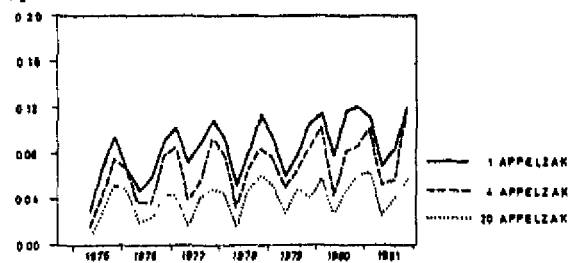
Programma 48/43'

Studierapport STSC 6/84

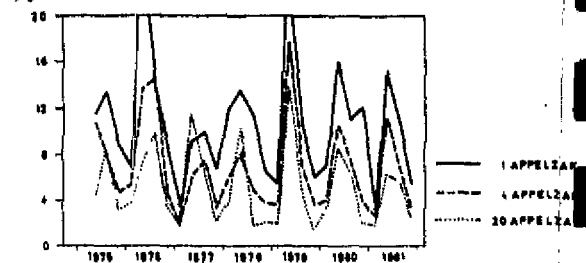
bijlage 4.6.2.a

KWARTAALGEMIDDELDEN 1975 - 1981

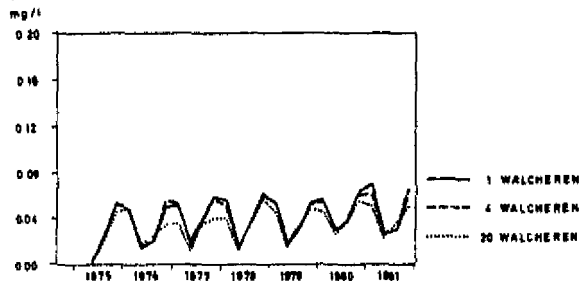
O-PO₄-P APPELZAKRAAI (0-1m diepte)



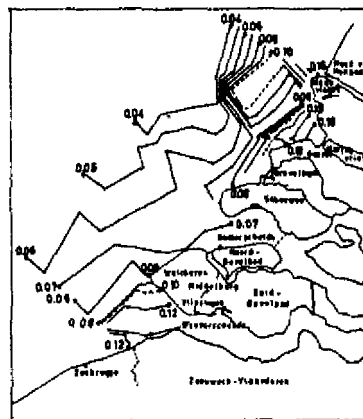
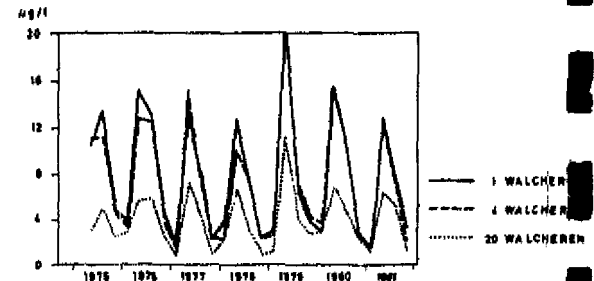
CHLOROPHYL APPELZAKRAAI (0-1m diepte)



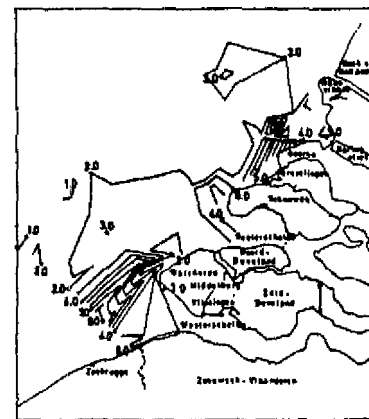
O-PO₄-P WALCHERENRAAI



CHLRPHYL WALCHERENRAAI



1804, 1805 0 01, 0 05, 0 06, 0 07, 0 08, 0 09, 0 10 (—)
00 (0000000000) 0 12, 0 13, 0 14, 0 15
(500 000000)



1981-1982
C. H. H. H. H.
H. H. H. H.
H. H. H. H.

Technische Scheldecommissie

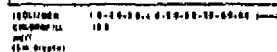
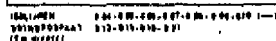
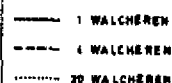
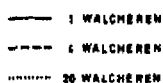
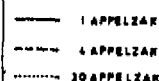
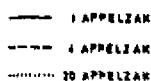
Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 4.6.2.c

KWARTAALGEMIDDELDEN 1975 - 1981

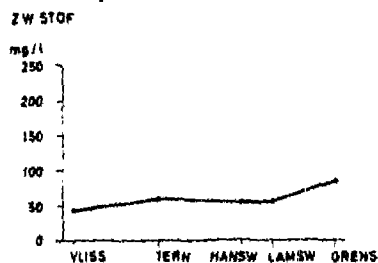
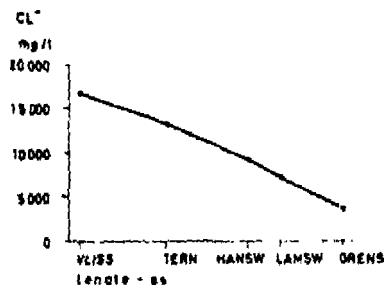


bijlage 4.6.2.c

WESTERSCHELDE

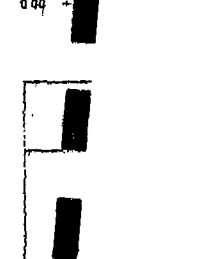
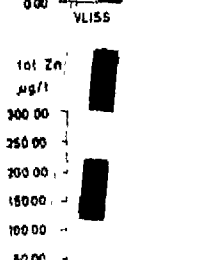
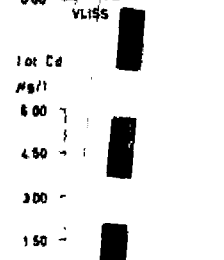
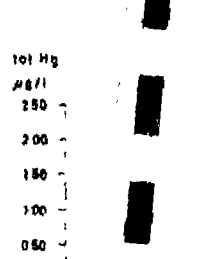
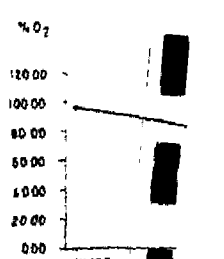
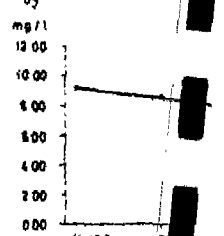
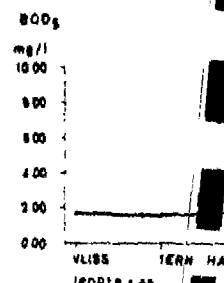
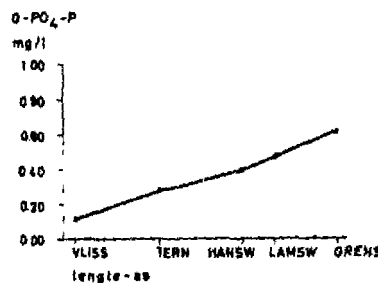
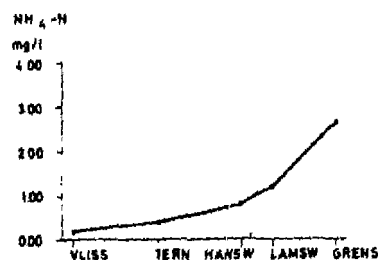
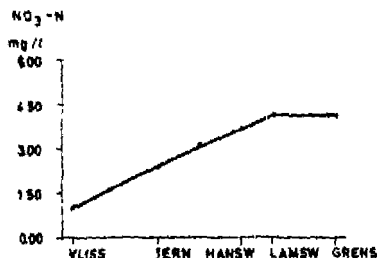
GRADIENT LENGTE-AS VOOR DIVERSE STOFFEN

JAARGEMIDDELTE 1980



TOELICHTING.

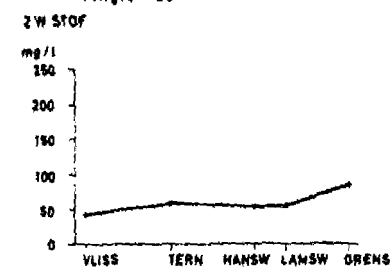
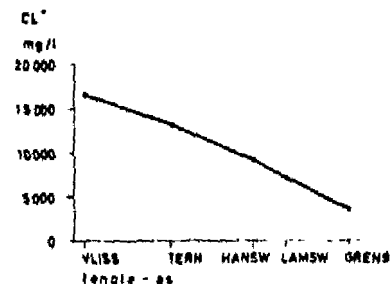
alle gehalten zijn gemeten in bovenste meter van de waterkolom



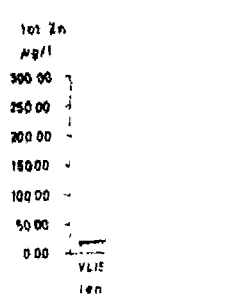
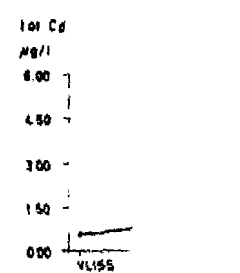
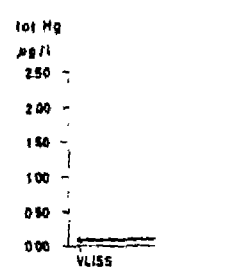
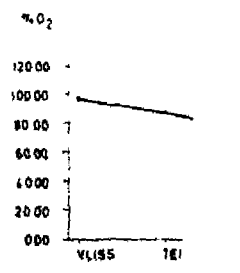
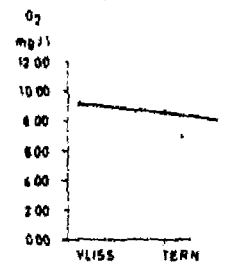
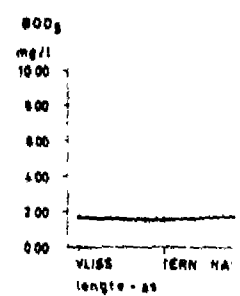
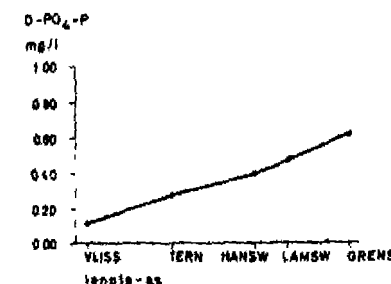
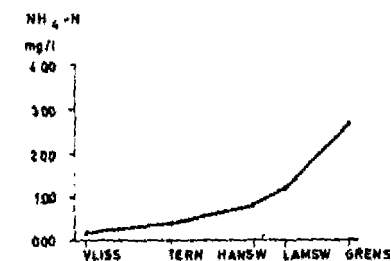
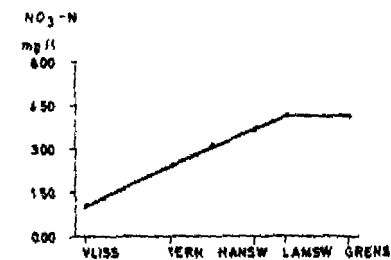
WESTERSCHELDE

GRADIENT LENGTE-AS VOOR DIVERSE STOFFEN

JAARGEMIDDELTE 1980



TOELICHTING
alle gehalten zijn gemeten in bovenste meter van de waterkolom

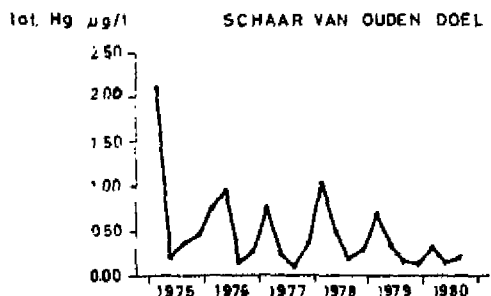
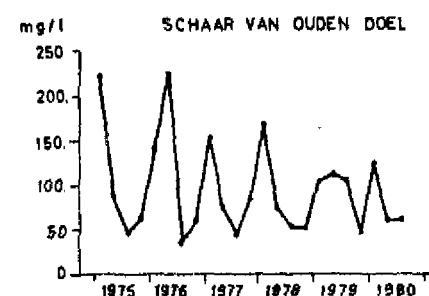
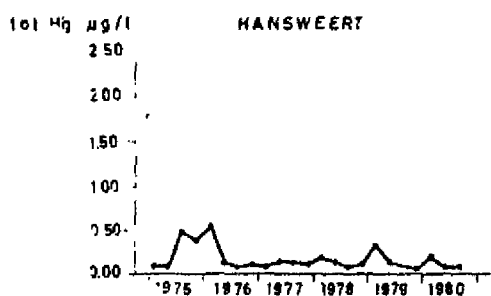
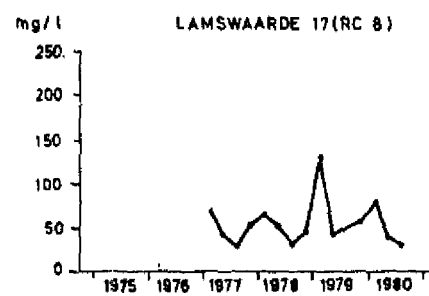
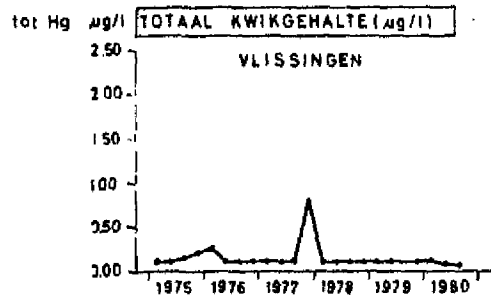
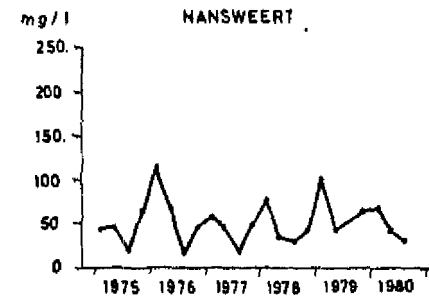
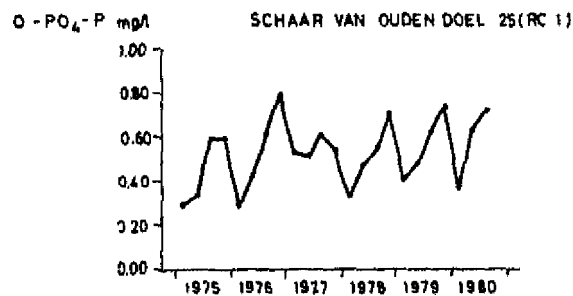
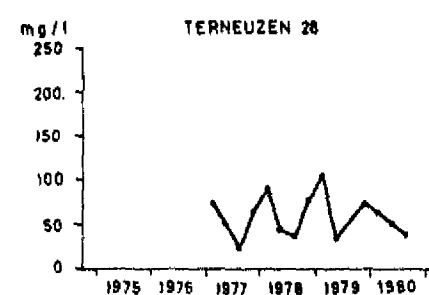
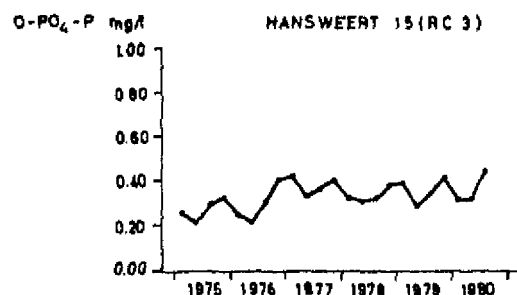
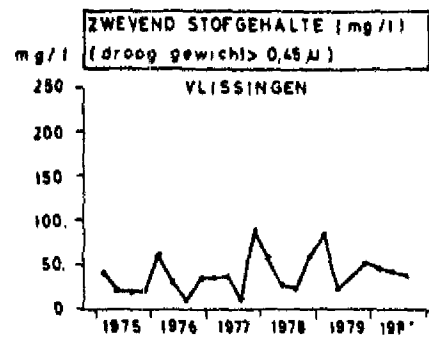
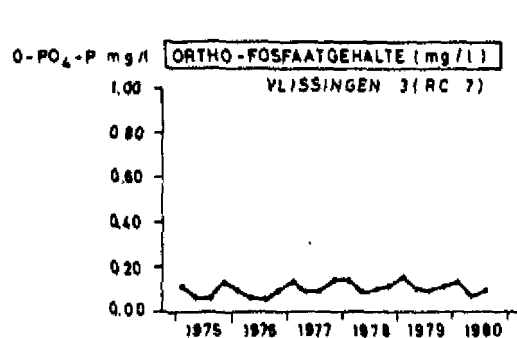


Stur

WESTERSCHELDE

WATERKWALITEITSPARAMETERS

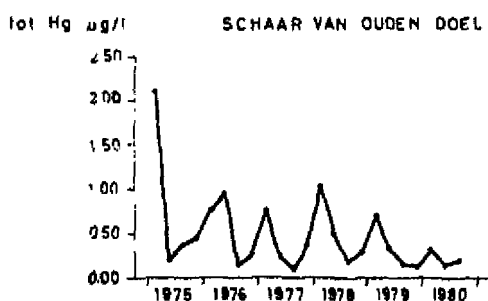
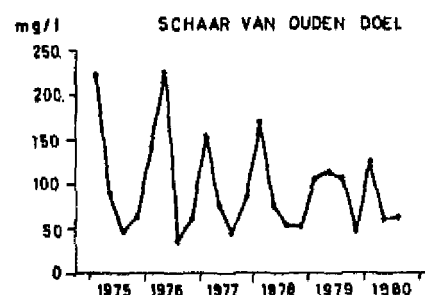
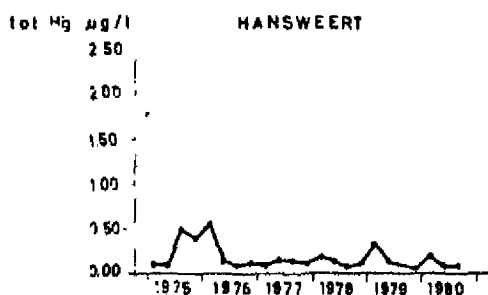
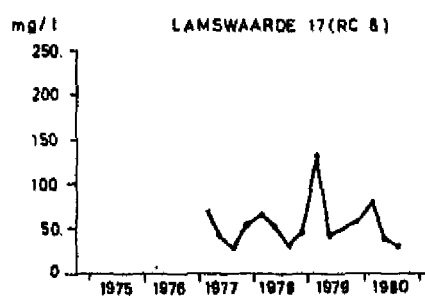
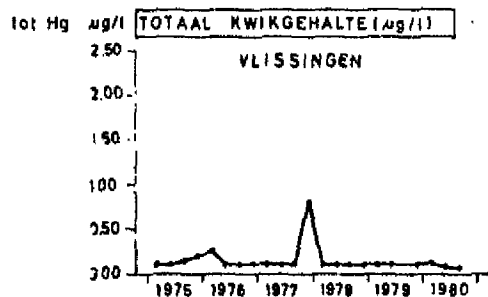
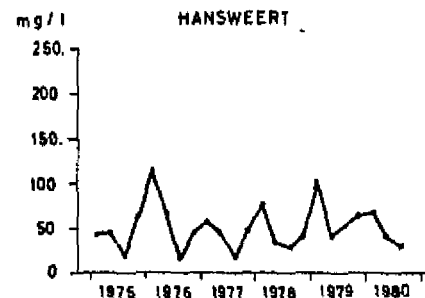
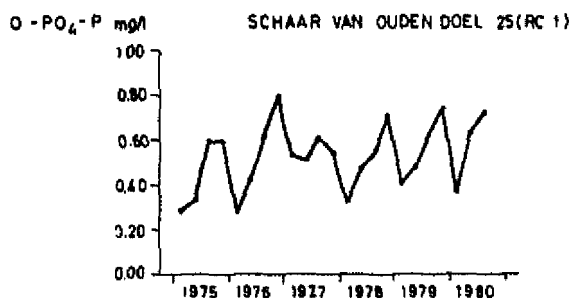
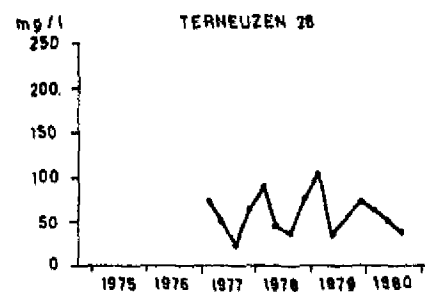
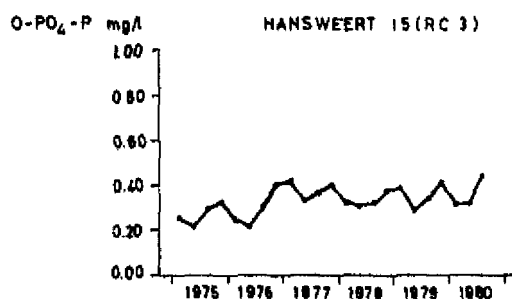
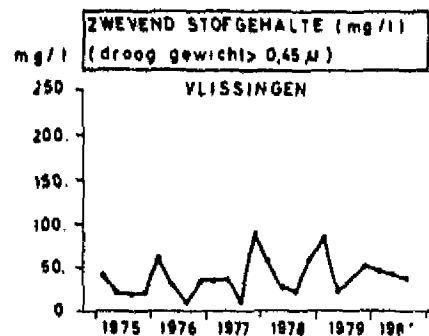
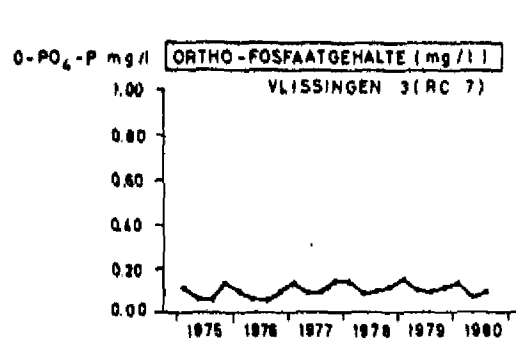
KWARTAALGEMIDDELDEN 1975 - 1980 (67)



WESTERSCHELDE

WATERKWALITEITSPARAMETERS

KWARTAALGEMIDDELDEN 1975 - 1980 (87)



Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48'/43'

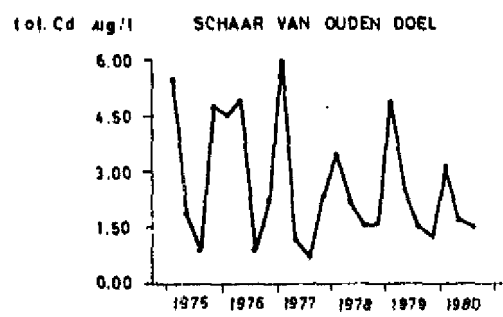
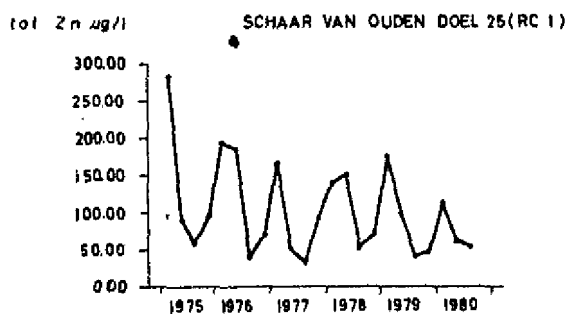
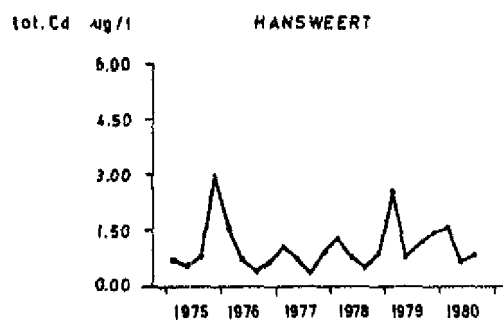
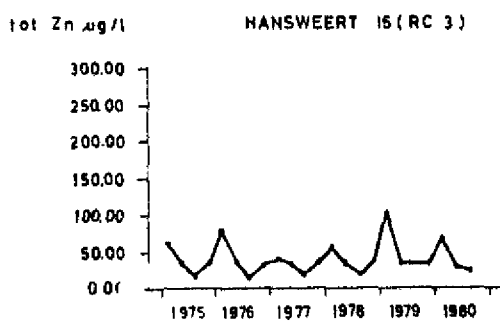
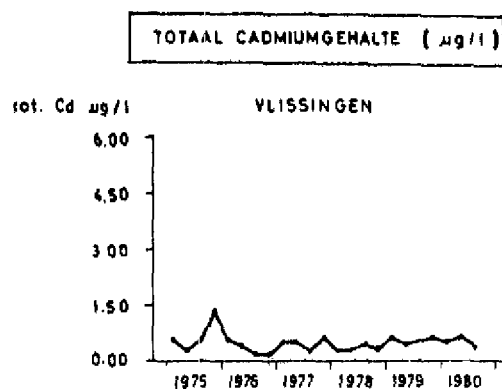
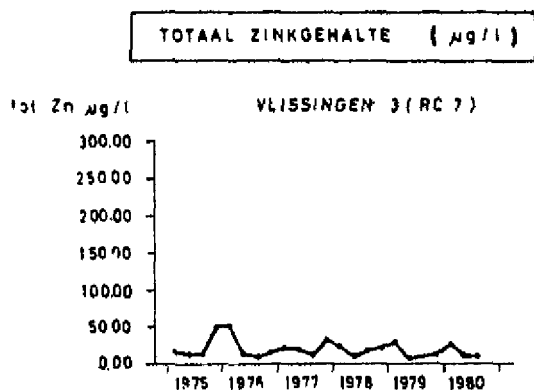
Studierapport STSC 6/84

bijlage 4.6.5.b

WESTERSCHELDE

WATERKWALITEITSPARAMETERS

KWARTAALGEMIDDELDEN 1975 - 1980 [67]



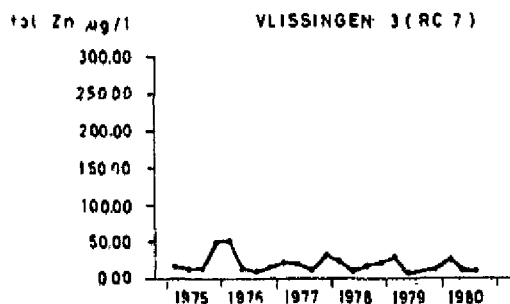
Technische Scheldecommissie	
Verdieping Westerschelde	
Programma 48/43'	
Studierapport STSC 6/84	bijlage 4.6/5.d

WESTERSCHELDE

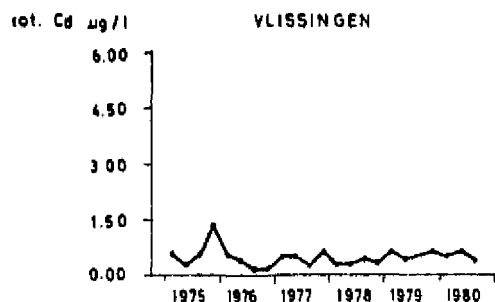
WATERKWALITEITSPARAMETERS

KWARTAALGEMIDDELDEN 1975 - 1980 [67]

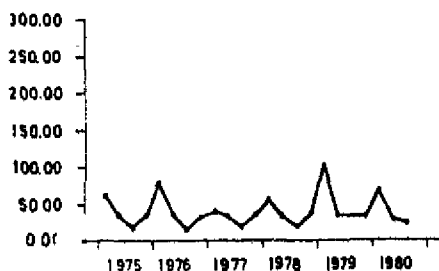
TOTAAL ZINKGEHALTE ($\mu\text{g/l}$)



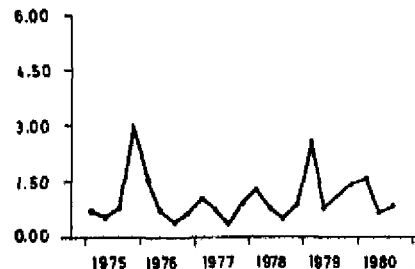
TOTAAL CADMIUMGEHALTE ($\mu\text{g/l}$)



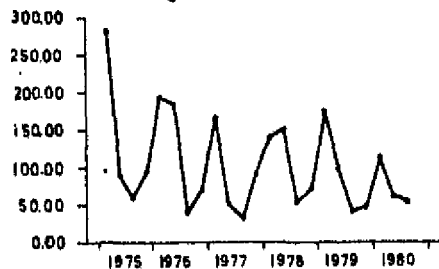
tot. Zn $\mu\text{g/l}$ HANSWEERT 15 (RC 3)



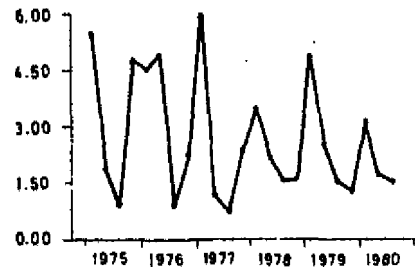
tot. Cd $\mu\text{g/l}$ HANSWEERT



tot. Zn $\mu\text{g/l}$ SCHAAK VAN OUDEN DOEL 25 (RC 1)



tot. Cd $\mu\text{g/l}$ SCHAAK VAN OUDEN DOEL



Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

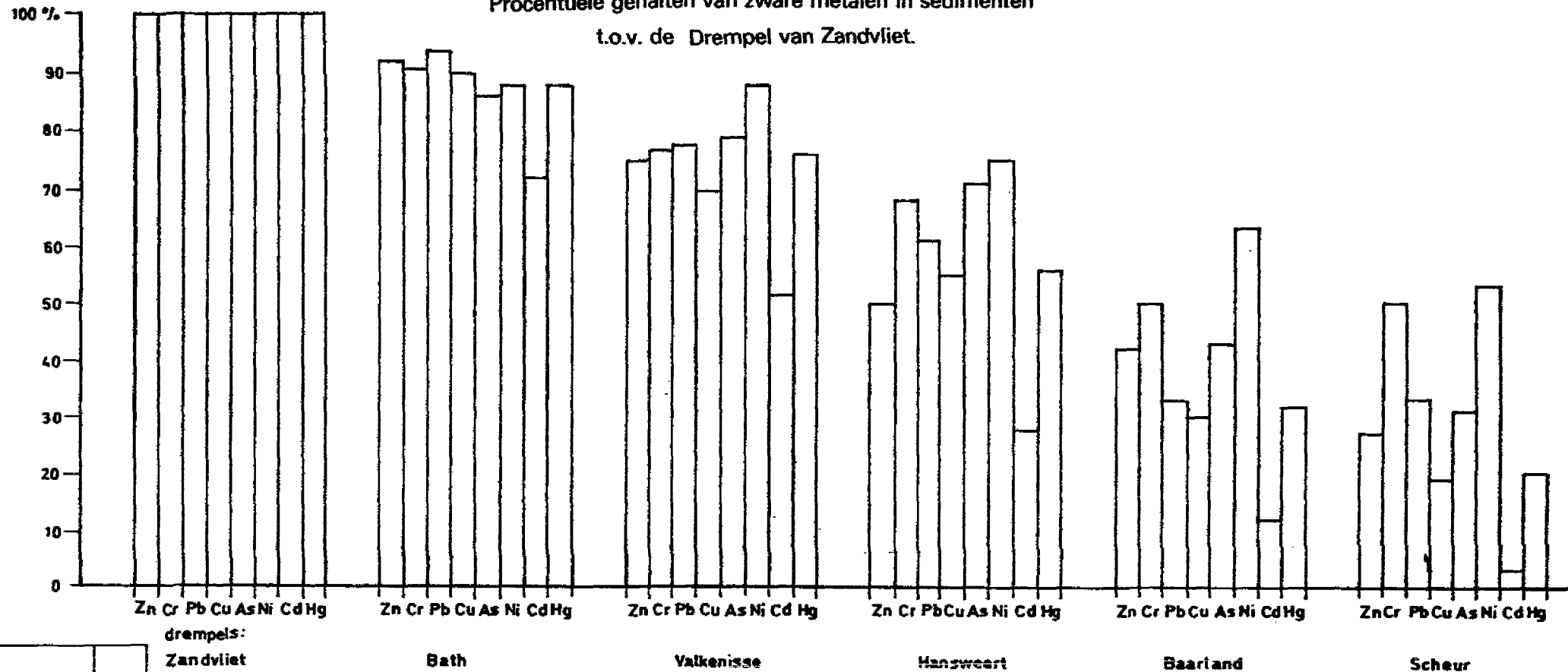
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 4.6.5.d

WESTERSCHELDE EN SCHEUR

Procentuele gehalten van zware metalen in sedimenten
t.o.v. de Drempel van Zandvliet.



Nota : een correctie is toegepast op de korrelgrootteverdeling (50 % < 16µm)

Technische Scheldec commissie

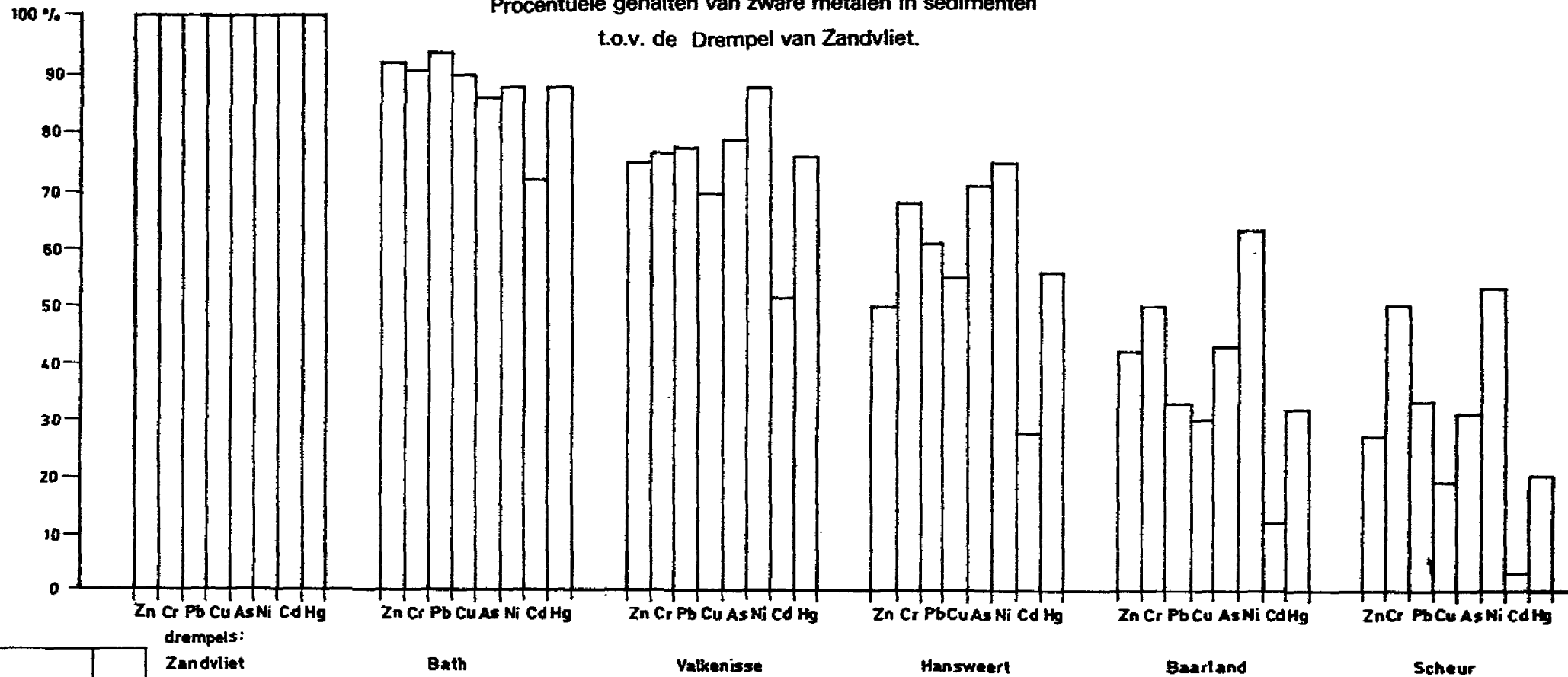
Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.6.7.

WESTERSCHELDE EN SCHEUR

Procentuele gehalten van zware metalen in sedimenten
t.o.v. de Drempel van Zandvliet.



Nota : een correctie is toegepast op de korrelgrootteverdeling (50 % < 16µm)

Technische Scheldecmissie

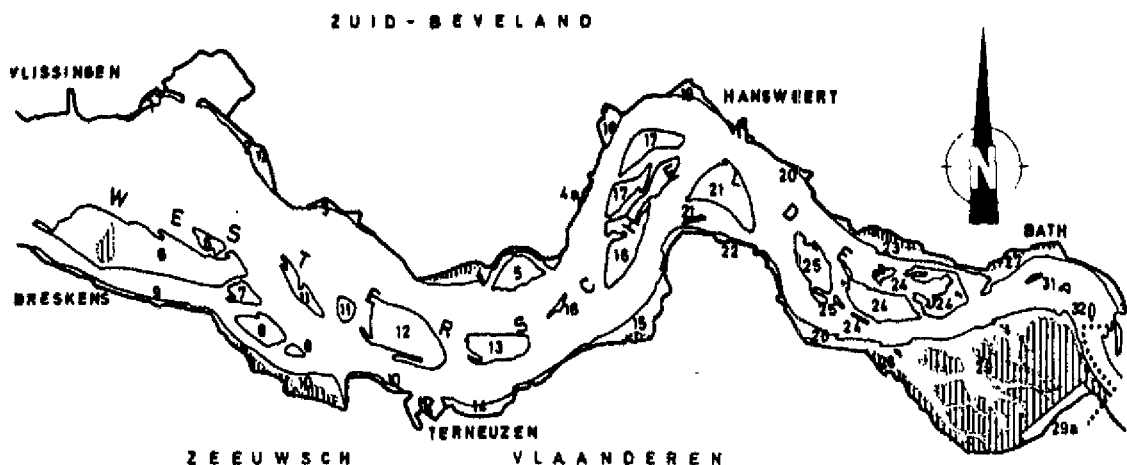
Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.6.7.

WESTERSCHDELDE INTERGETIJDE- EN SCHORGEBIEDEN

LIGGING:



TOELICHTING

- intergetijdegebied (tussen LW en HW)
 schorgebied

OPPERVLAKTEN (Ha.)

Nr.	Gebied	Intergetijde	Schor
1	Slikken bij Rammekenshoek	41 ha	13 ha
2	Slikken ten W. van Borssele	128	14
3	Slikken ten O. van Borssele	52	-
4	Slikken van Everingen	144	55
4a	Slikken bij Hoedekenskerke	4	-
5	Plaet van Baarland	185	-
6	Hooge Platen	1.228	70
7	Lage Springer	85	-
8	Plaet ten O. van Hoofdplaat	193	-
9	Slikken tussen Breskens - Hoofdplaat	113	-
10	Mosselbanken en Savoyaardplaten	281	127
11	Suikerplaat	177	-
12	Middelplaat	802	-
13	Plaet ten N. van Terneuzen	258	-
14	Slikken ten O. van Terneuzen	149	-
15	Platen van Hulst	313	15
16	Rug van Baarland	503	-
17	Molenplaat en Brouwerplaat	375	-
18	Blezelingsche Ham	84	2
19	Kapelle bank	71	-
20	Slikken ten O. van Hansweert	35	-
21	Platen ten N. van Parkpolder	405	-
22	Slikken ten W. van Parkpolder	31	-
23	Schorren van Emanuelpolder	166	115
24	Plaet van Valkenisse	844	-
25	Plaet van Walsoerden	236	-
26	Schor van Baalhoek	195	2
27	Slikken ten W. van Bath	243	22
28	Schor tussen Baalhoek - Paal	134	35
29	Verdronken Land van Saeflinge	1.025	2.175
29a	Idem achter aardendam	-	105
30	Schorren bij Ossendrecht	114	25
31	Plaet van Saeflinge	22	-
32	Ballastplaat	8	-
TOTAAL		8.240 ha	2.775 ha

OVERGENOMMEN UIT C753

Technische Scheldecommissie

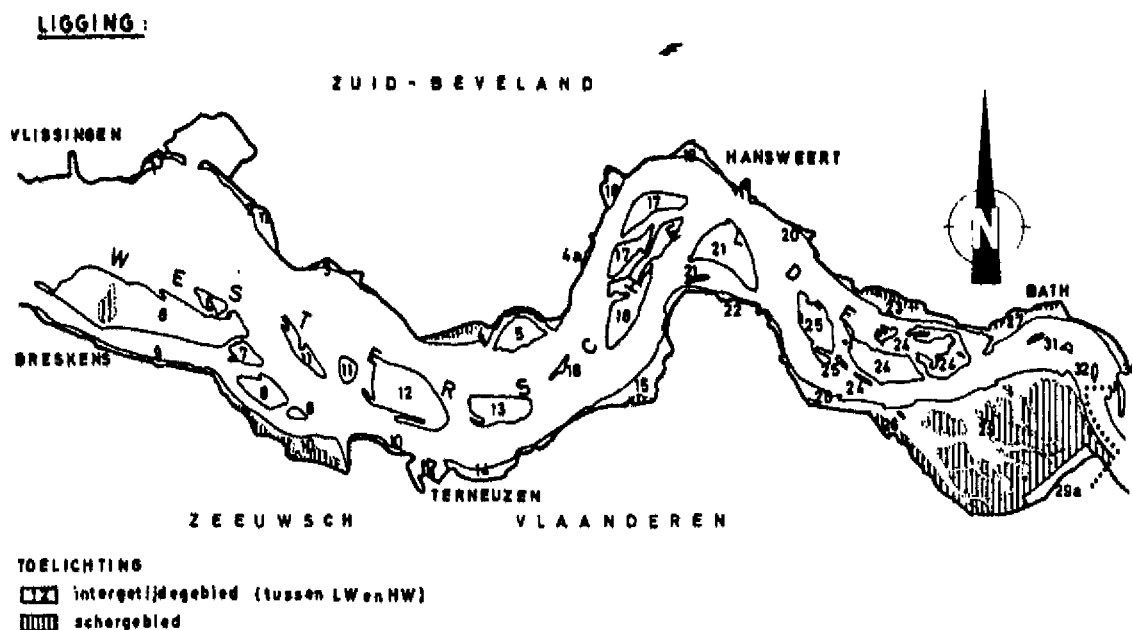
Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 4.6.9.

WESTERSCHELDE INTERGETIJD- EN SCHORGEBIEDEN



OPPERVLAKTEN (Ha.)

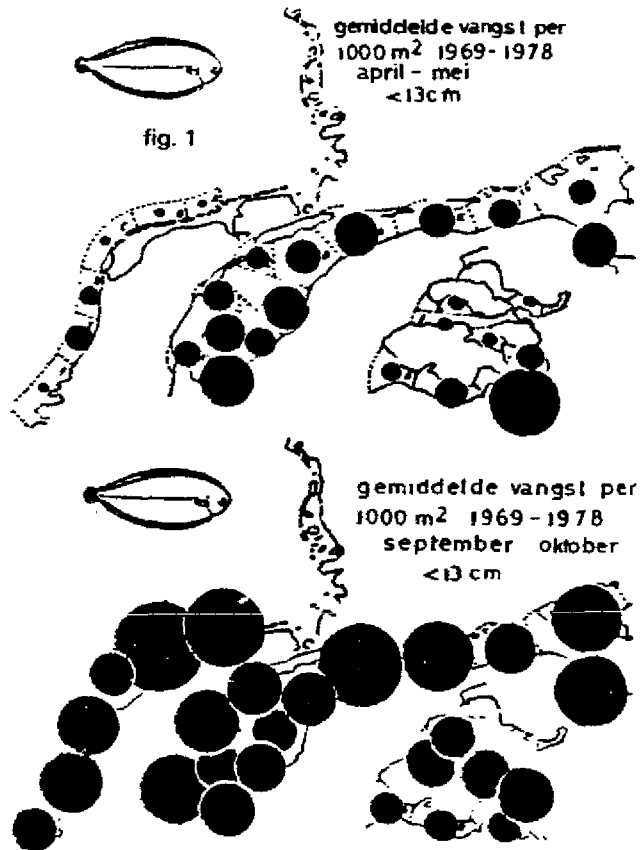
Nr.	Gebied	Intergetijde	Schor
1	Slikken bij Rammekenshoek	41 ha	13 ha
2	Slikken ten W. van Borssele	126	14
3	Slikken ten O. van Borssele	52	-
4	Slikken van Everingen	144	55
4a	Slikken bij Hoedekenskerke	4	-
5	Plaet van Baarland	185	-
6	Hooge Platen	1.228	70
7	Lage Springer	85	-
8	Plaet ten O. van Hoofdplaat	193	-
9	Slikken tussen Breskens - Hoofdplaat	113	-
10	Mosselbanken en Savoyaardplaten	281	127
11	Suikerplaat	177	-
12	Middelplaat	602	-
13	Plaet ten N. van Terneuzen	256	-
14	Slikken ten O. van Terneuzen	149	-
15	Platen van Hulst	313	15
16	Rug van Baarland	503	-
17	Molenplaat en Brouwerplaat	375	-
18	Brezelingsche Ham	84	2
19	Kapelie bank	71	-
20	Slikken ten O. van Hansweert	35	-
21	Platen ten N. van Perkpolder	405	-
22	Slikken ten W. van Perkpolder	31	-
23	Schorren van Emanuelpolder	166	115
24	Plaet van Velkenisse	844	-
25	Plaet van Walsoorden	236	-
26	Schor van Baalhoek	195	2
27	Slikken ten W. van Bath	243	22
28	Schor tussen Baalhoek - Paal	134	35
29	Verdronken Land van Saeftinge	1.025	2.175
29a	Idem achter aardendam	-	105
30	Schorren bij Ossendrecht	114	25
31	Plaet van Saeftinge	22	-
32	Ballastplaat	8	-
TOTAAL		8.240 ha	2.775 ha

OVERGENOMEN UIT C753

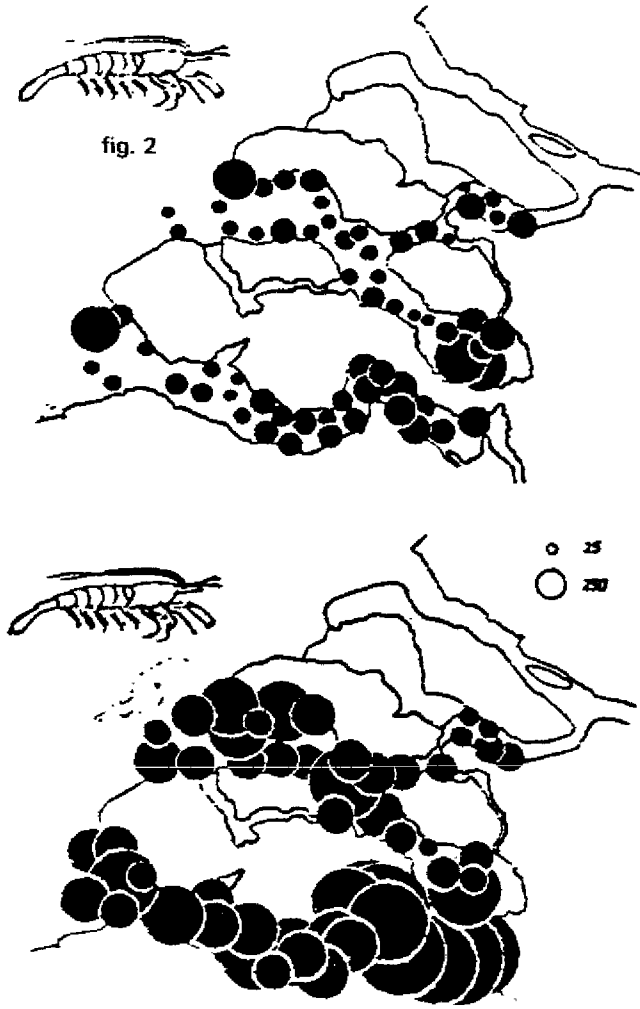
Technische Scheldec commissie
Verdieping Westerschelde Programma 48'/43'
Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.6.9.

ZEEUWSE WATEREN VISSERIJ-ASPECTEN

Figuur 1.— Gemiddelde vangst aan tong kleiner dan 13 cm in het voor- en in het najaar over de periode 1969 - 1978 per 1000 m².

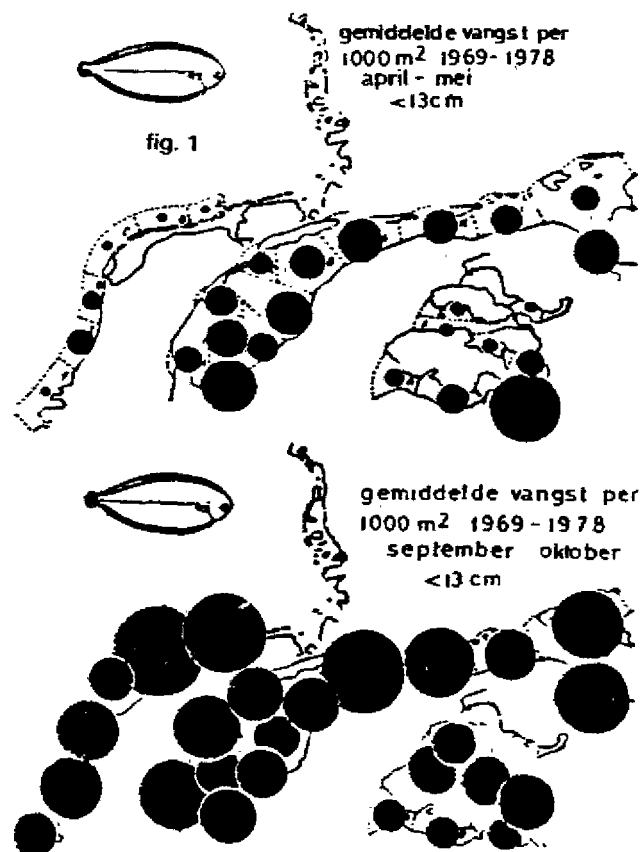


Figuur 2.— Gemiddelde vangst aan garnaal kleiner dan 54 mm per 1000 m² per station in het voorjaar (bovenste figuur) en in het najaar (onderste figuur) voor de periode 1969 - 1978.

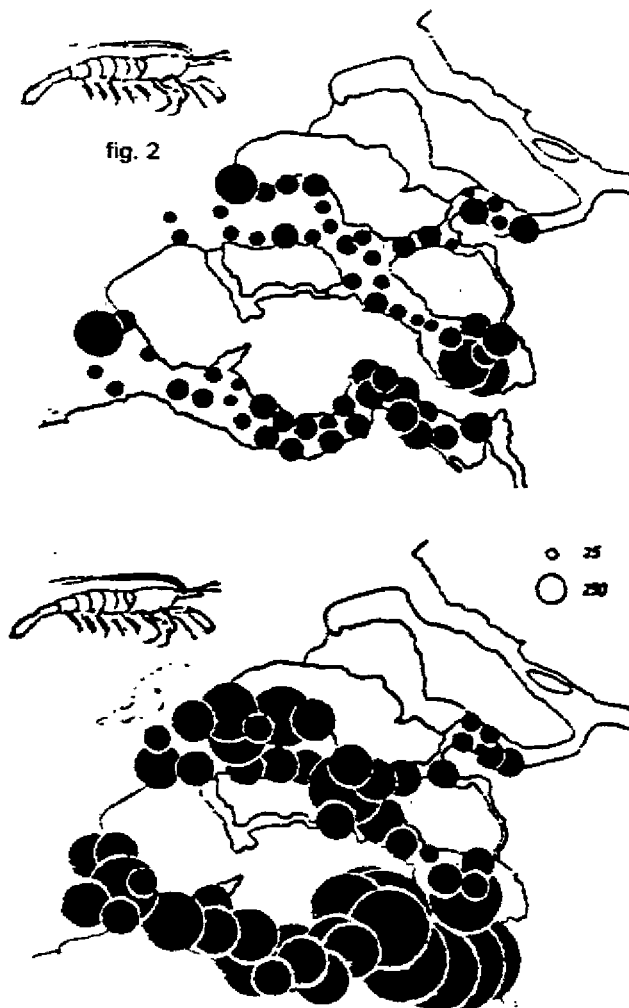


ZEEUWSE WATEREN VISSERIJ-ASPECTEN

Figuur 1. — Gemiddelde vangst aan tong kleiner dan 13 cm in het voor- en in het najaar over de periode 1969 - 1978 per 1000 m².



Figuur 2. — Gemiddelde vangst aan garnaal kleiner dan 54 mm per 1000 m² per station in het voorjaar (bovenste figuur) en in het najaar (onderste figuur) voor de periode 1969 - 1978.



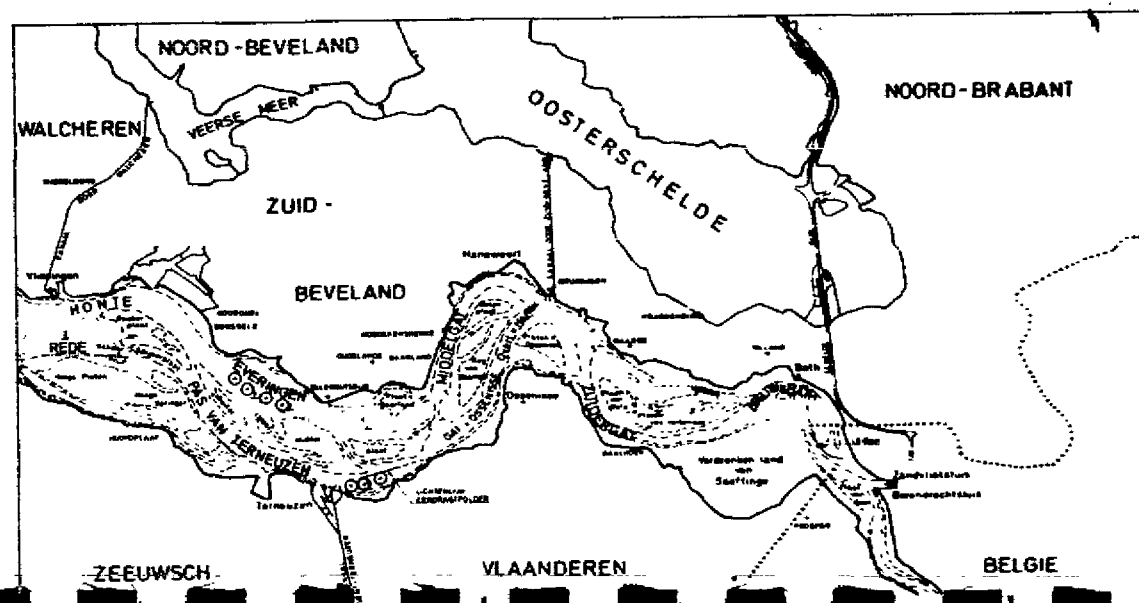
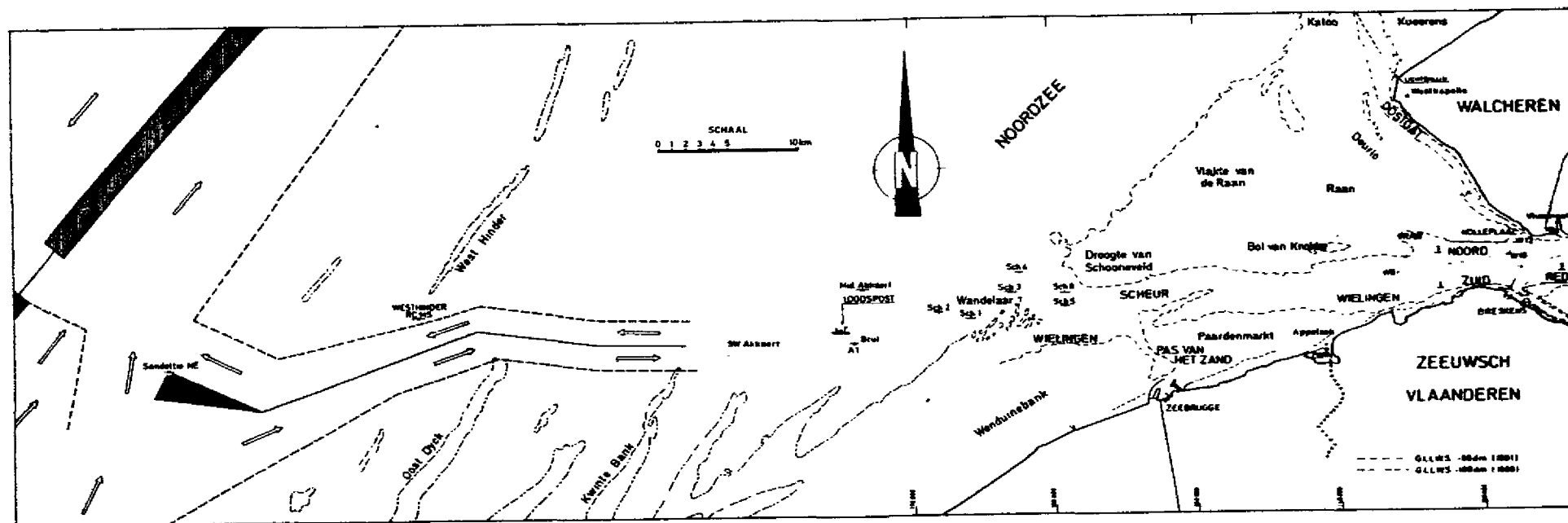
Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.6.11.

WESTERSCHELDE EN MONDINGSGBIED VAARGEULEN EN VAARROUTES OMSTREEKS 1980



Technische Scheldecommissie

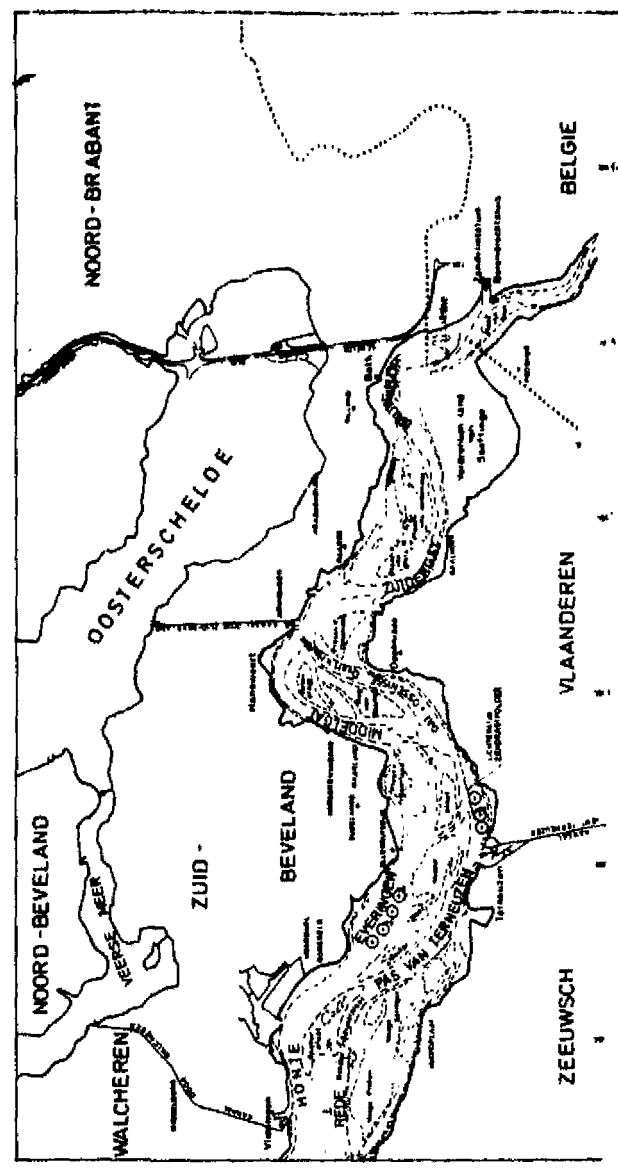
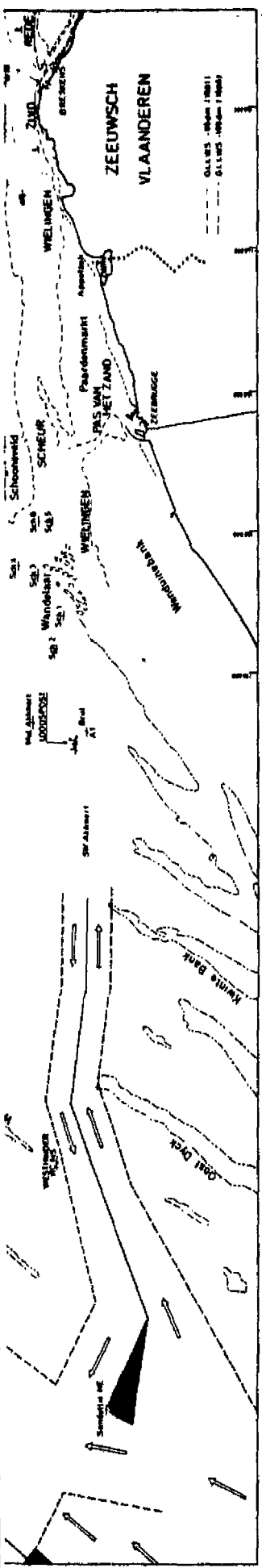
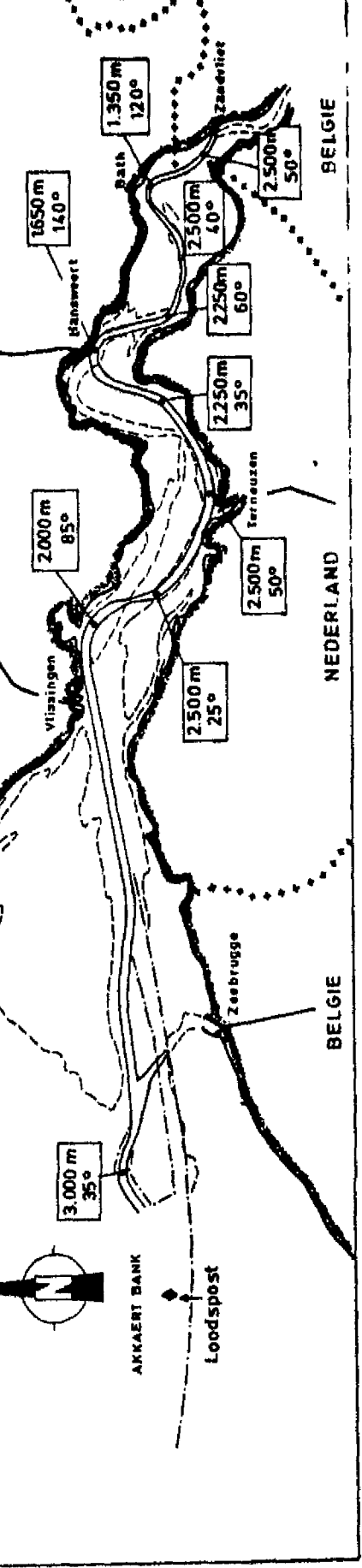
Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 4.7.1

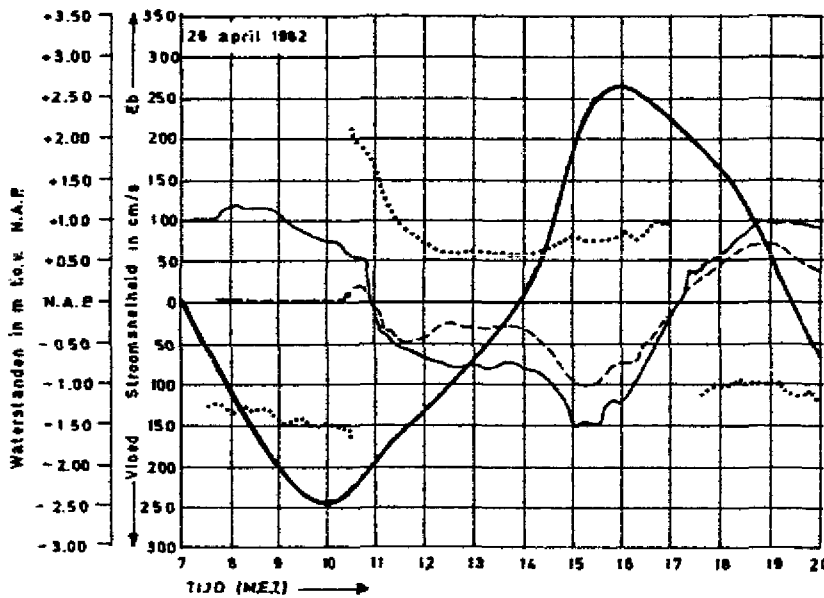
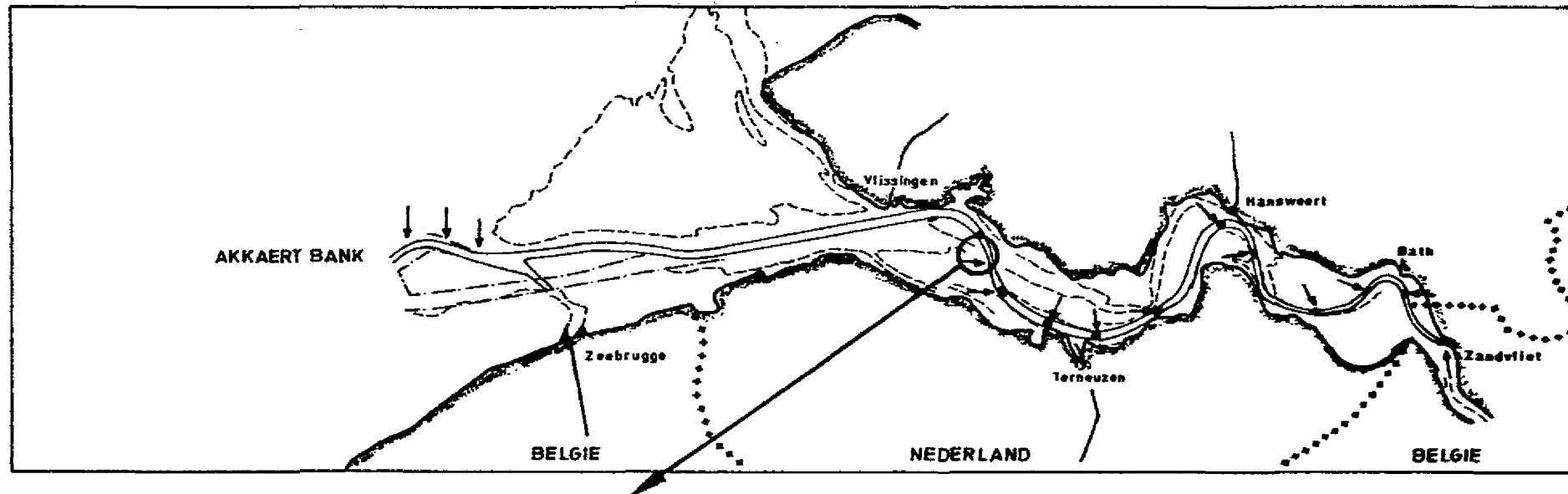
gemiddelde bochtstraal
loersverandering

BOCHTEN IN VAARGEUL < 3000m



WESTERSCHELDE

DWARSSTROOMSNELHEDEN OP DE HOOFDVAARGEUL OMSTREEKS 1980



LEGENDE

— Waterstanden (getijkromme) te Borssele
 - - - Gemiddelde stroomsnelheid in vaargeul te Borssele
 ... Gemiddelde stroomsnelheid in vaargeul te Borssele

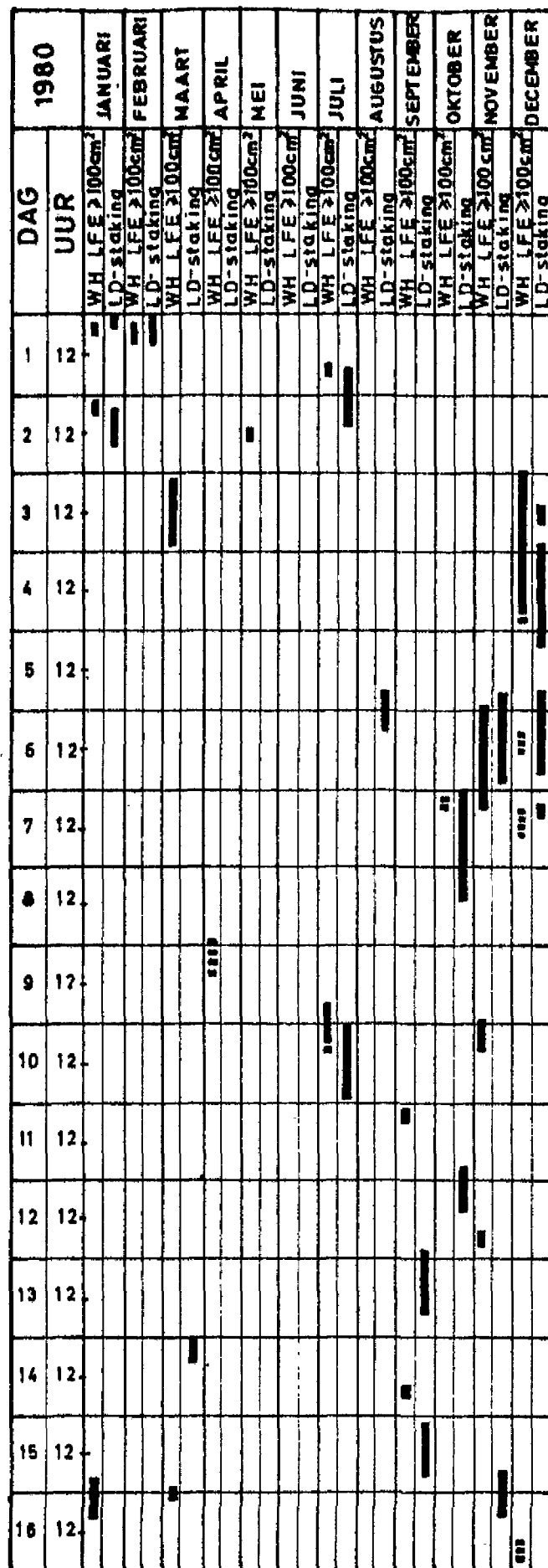
Stroomrichting in graden ten opzichte van het noorden

plaats	AFVAART		OPVAART		niet getijgebonden schepen
	vertrek ca. 2 uur voor HW Zandvliet	vertrek ca. 1 uur na LW Zandvliet	aankomst ca. 1 uur na HW Zandvliet	aankomst ca. 2 uur na HW Zandvliet	
Bath	gering	gering	0.75 - 0.8	gering	0.75 - 0.8
Zimmermangeul	1.8 - 2	gering	1.1 - 1.4	gering	1.6 - 2
Valkenisse	gering	gering	gering	gering	1 - 1
Hansweert	0.2 - 0.25	0.5 - 0.6	0.85 - 0.85	0.4 - 0.5	0.85 - 0.85
Everingen/ Gat v. Ossenisse	gering	0.85 - 0.95	0.25 - 0.25	gering	0.85 - 0.95
Borssele *	gering	0.5 - 0.6	0.85 - 0.9	0.75 - 0.85	1.20 - 1.20
Vlissingen	0.6 - 0.7	0.7 - 0.8	0.8 - 0.85	0.8 - 0.85	0.8 - 0.85
Scheur-Boei A1	0.65 - 0.75	0.5 - 0.6	0.4 - 0.5	0.8 - 0.8	0.88 - 0.9

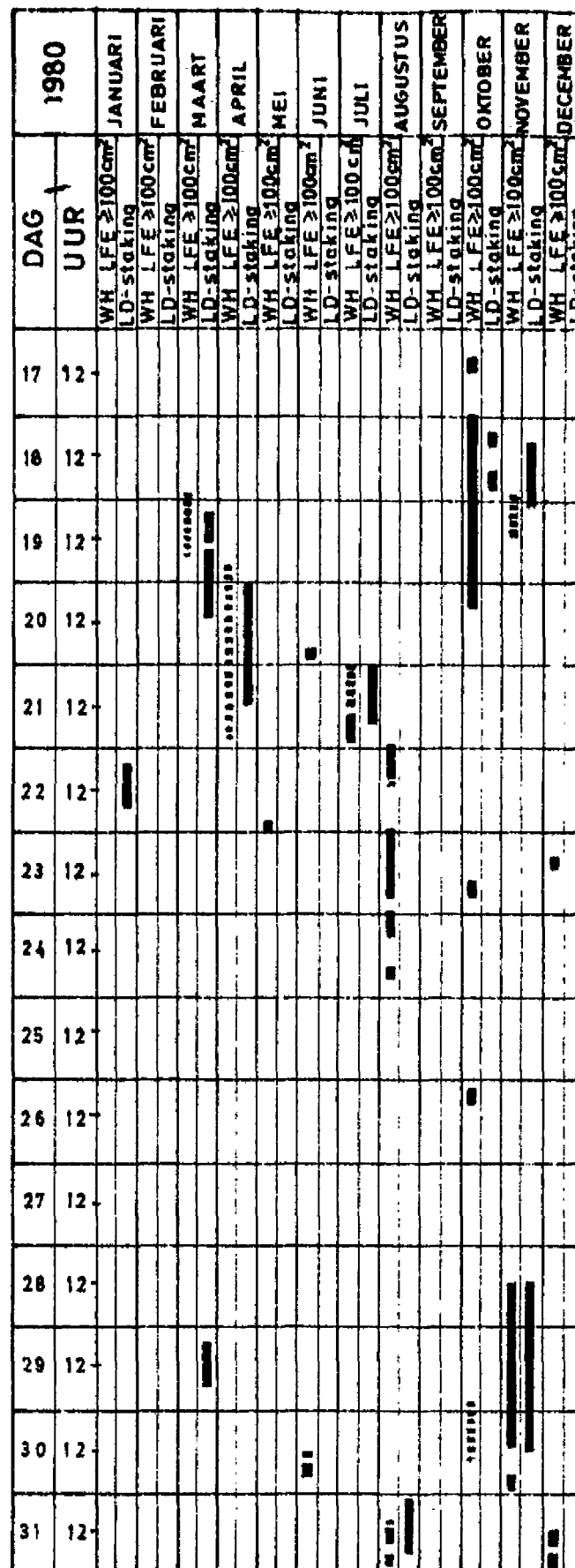
Bron: Stroomatlas Westerschelde 1978 [4]

eerste getal: onthoudene van de stroomsnelheid (m/s), loodrecht op de vaargeul bij gemiddeld getij
 tweede getal: onthoudene van de stroomsnelheid (m/s), loodrecht op de vaargeul bij gemiddeld springtij

x De dwarsstroomsnelheid is hier sinds 1978 duidelijk toegenomen. Ze is ten tijde van de passage van de drempel door de opvallende standaard-massagoedschepen maximaal en bereikt dan waarden boven 1m/s



Korrelatie laagfrequentie energie West Hinder
en staking van de loodsdienst



— Gemeten periode

..... Geschatte periode

LD-staking: staking v.d. loodsdienst t.g.v. slecht weer

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde

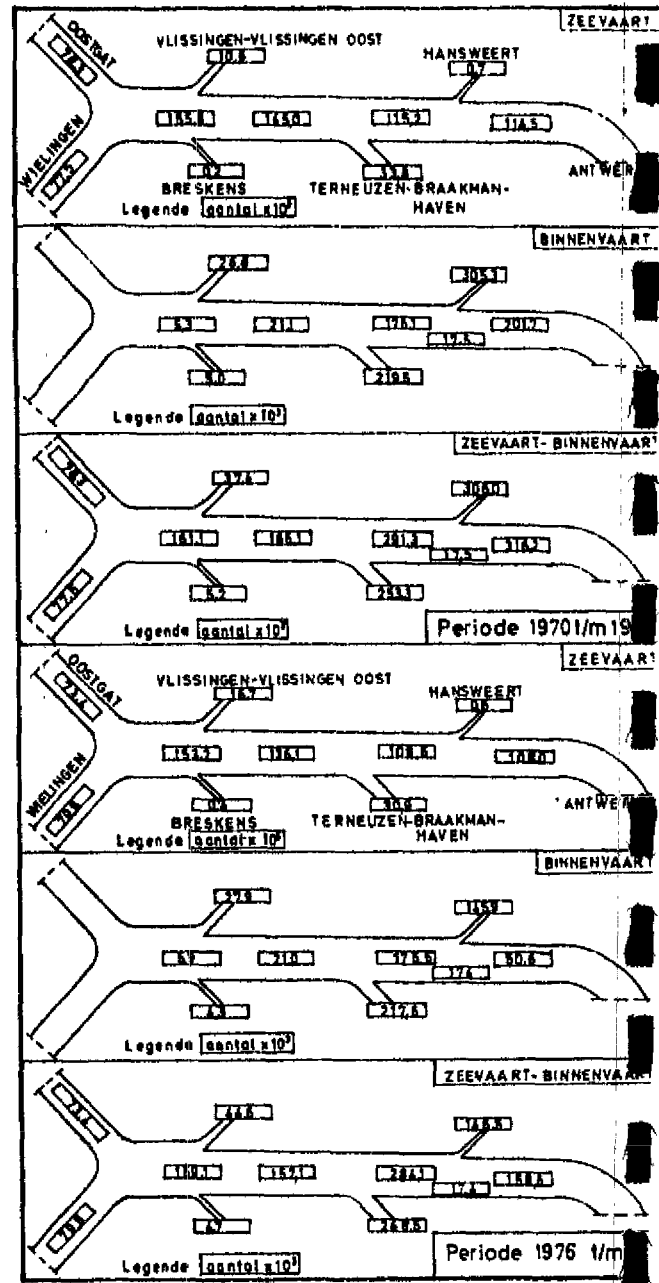
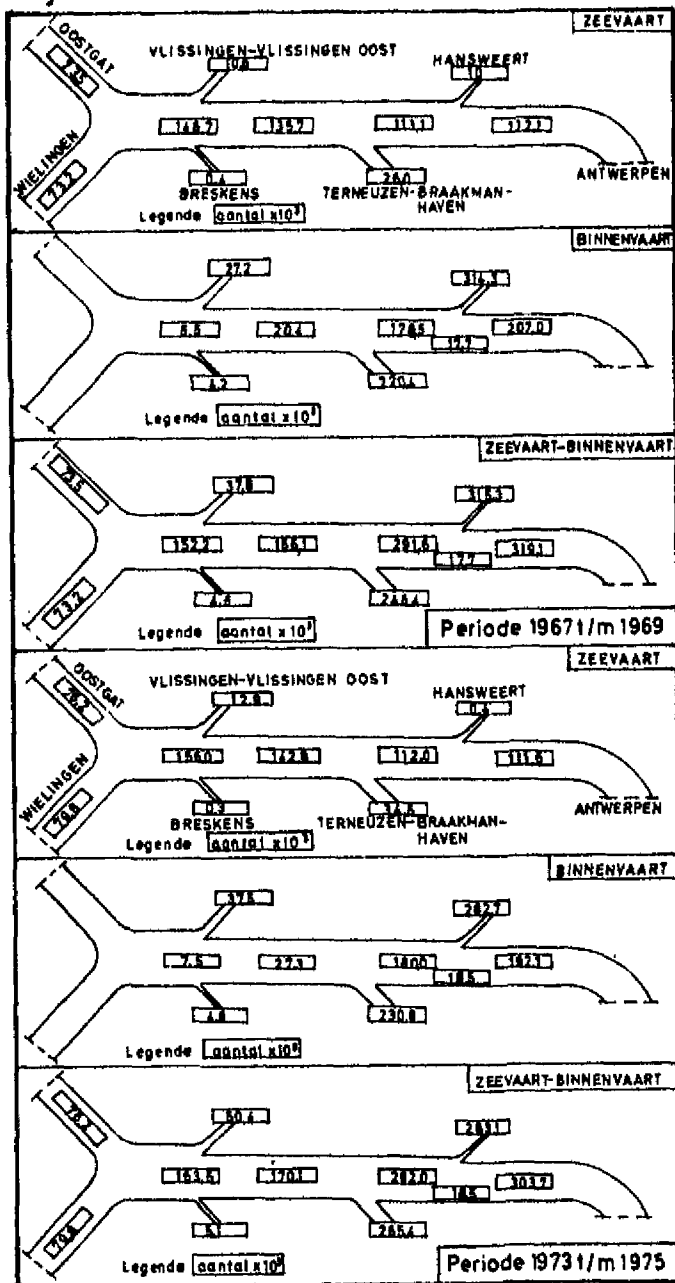
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/B4

bijlage 4.7.4

WESTERSCHDELDE

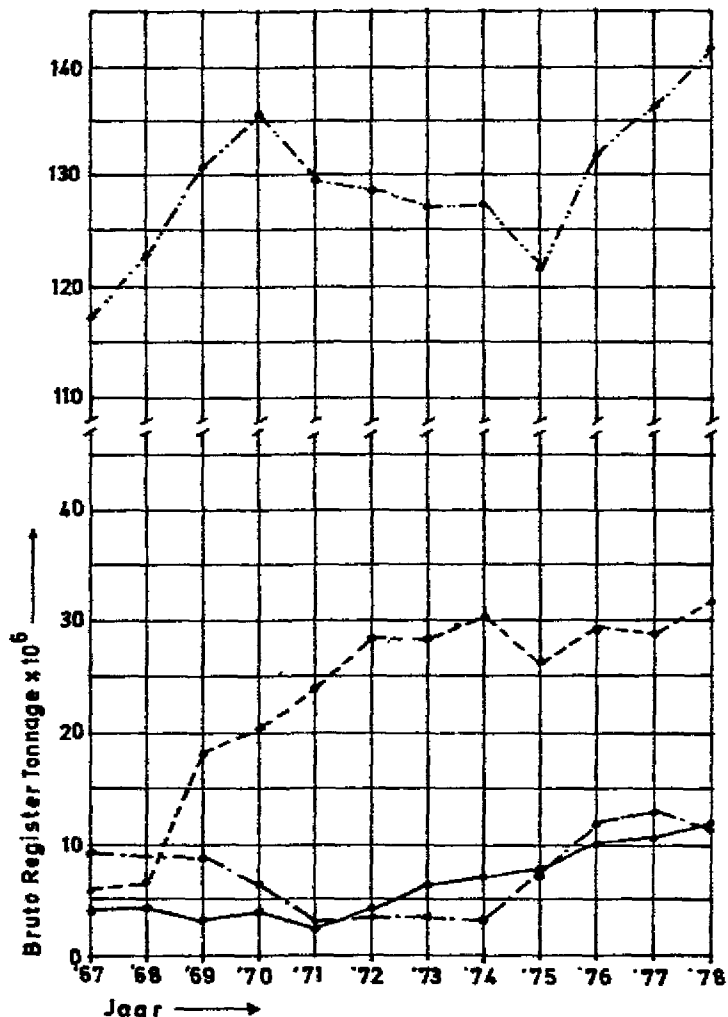
ONTWIKKELING VAN HET SCHEEPVAARTVERKEER



ZEEVAART

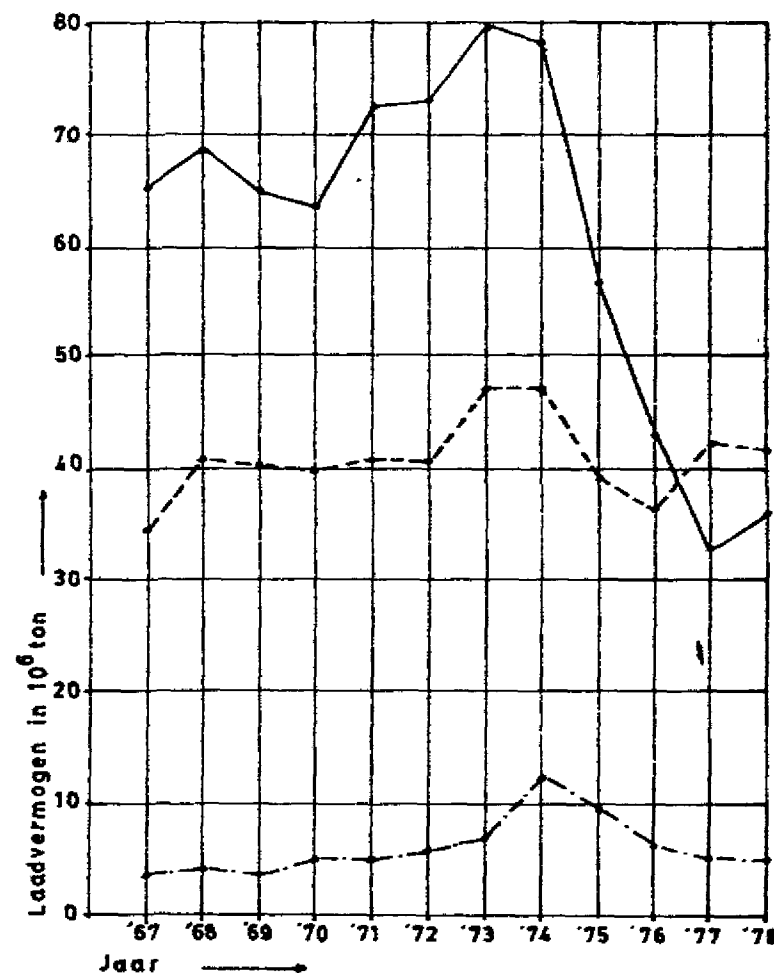
WESTERSCHELDE ONTWIKKELING VAN HET GOEDERENVERKEER

BINNENVAART



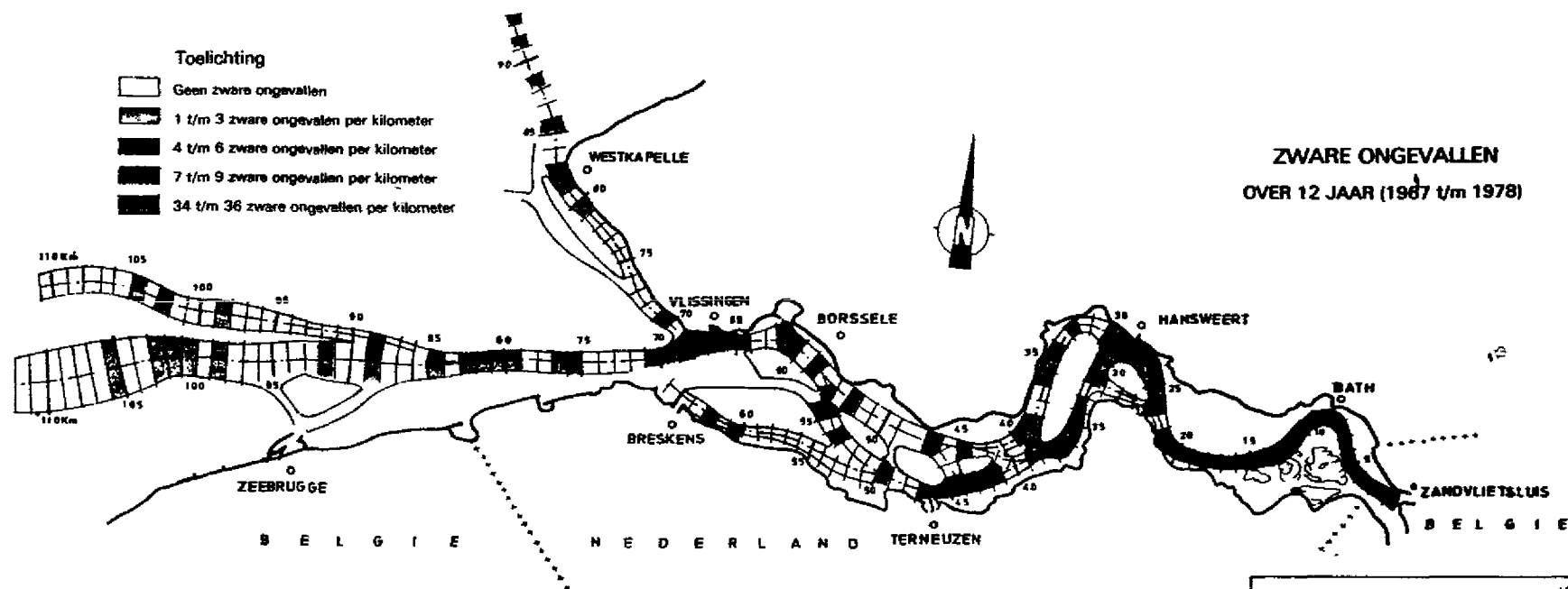
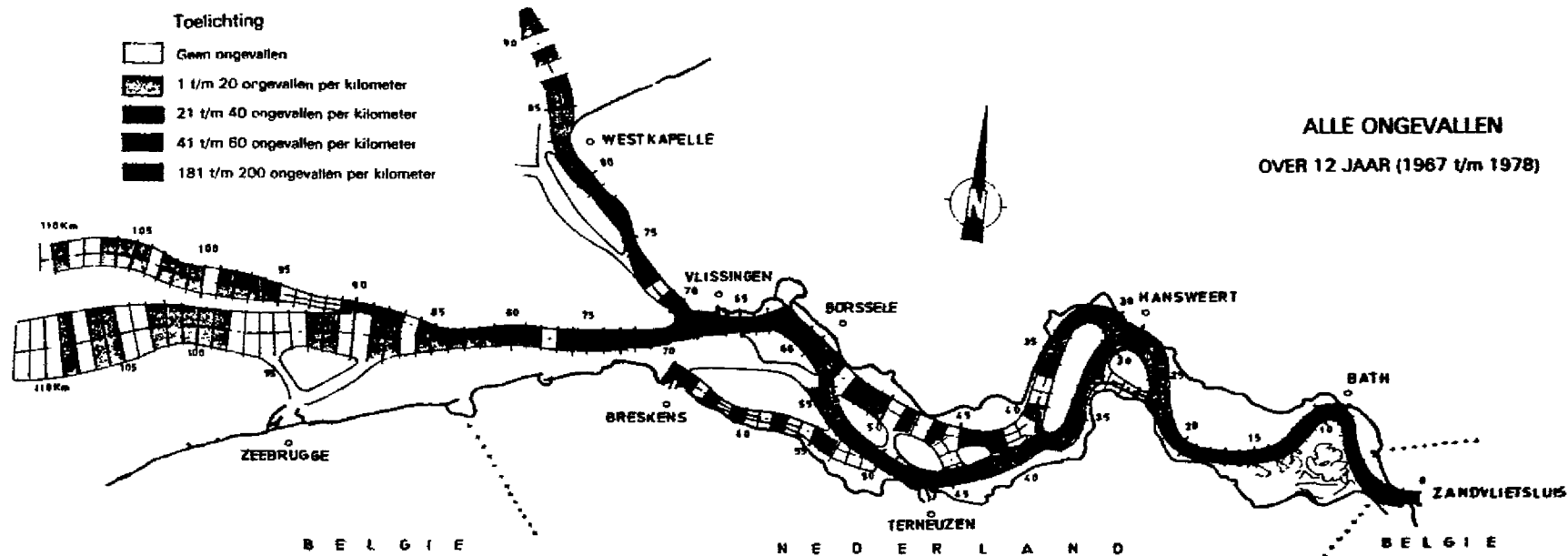
..... Antwerpen (Belgische Netto Tonnage $\times 10^6$)
 - - - - - Vlissingen
 - - - - - Terneuzen
 ——— Braakman, Rede

²⁾ Opm.: Belgische Netto Ton is ongeveer 0,8 Netto Register Ton
 omrekening in BRT was niet direct mogelijk



..... Vlissingen
 - - - - - Terneuzen
 ——— Hansweert

PLAATS VAN DE ONGEVALLEN (ALLE ONGEVALLEN EN ZWARE ONGEVALLEN)

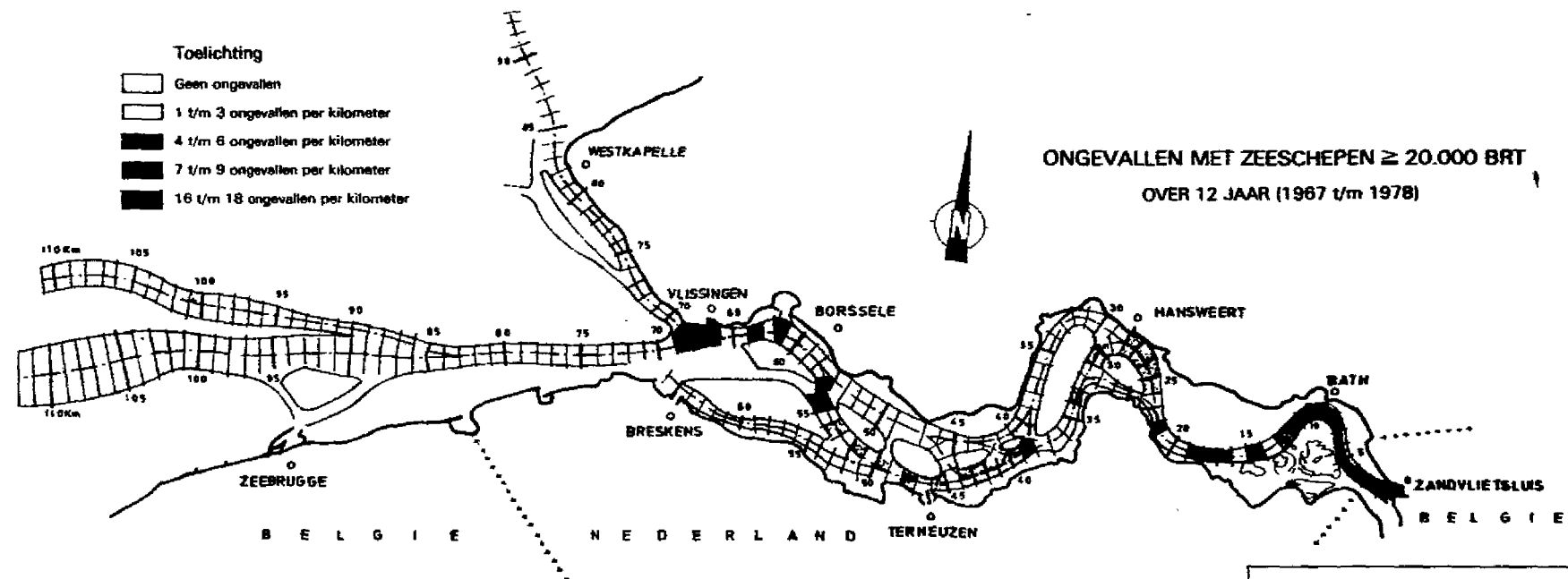
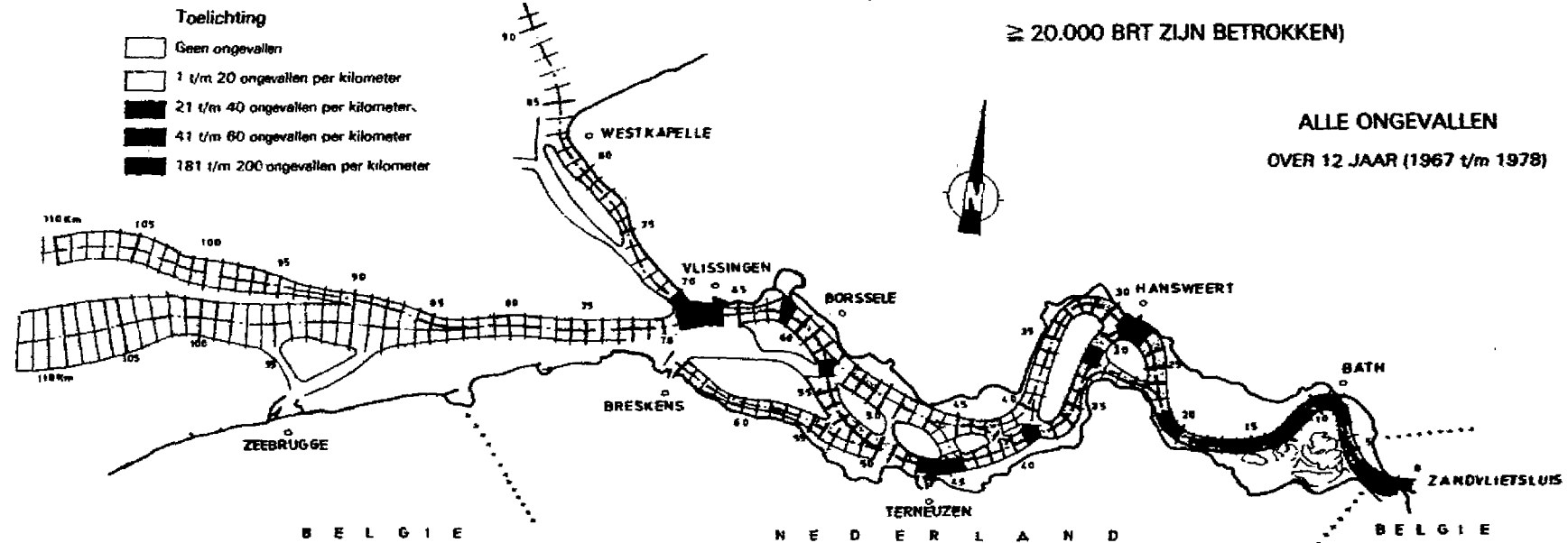


Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

PLAATS VAN DE ONGEVALLEN
(ALLE ONGEVALLEN EN ONGEVALLEN WAARBIJ ZEESCHEPEN
≥ 20.000 BRT ZIJN BETROKKEN)

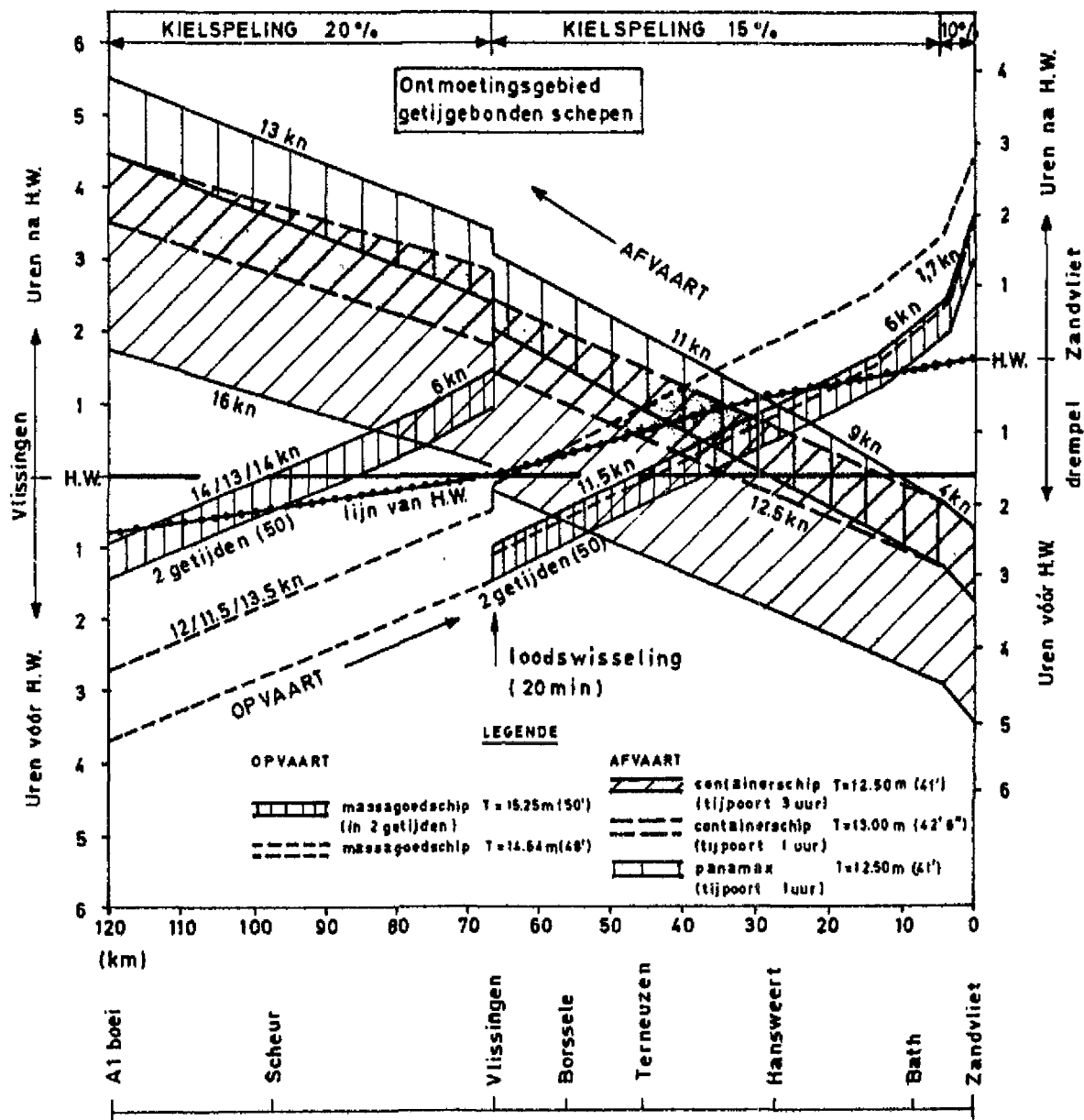
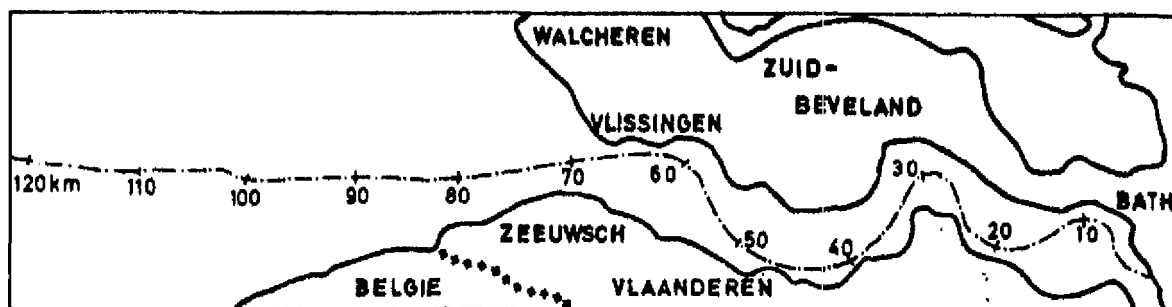


Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48/43

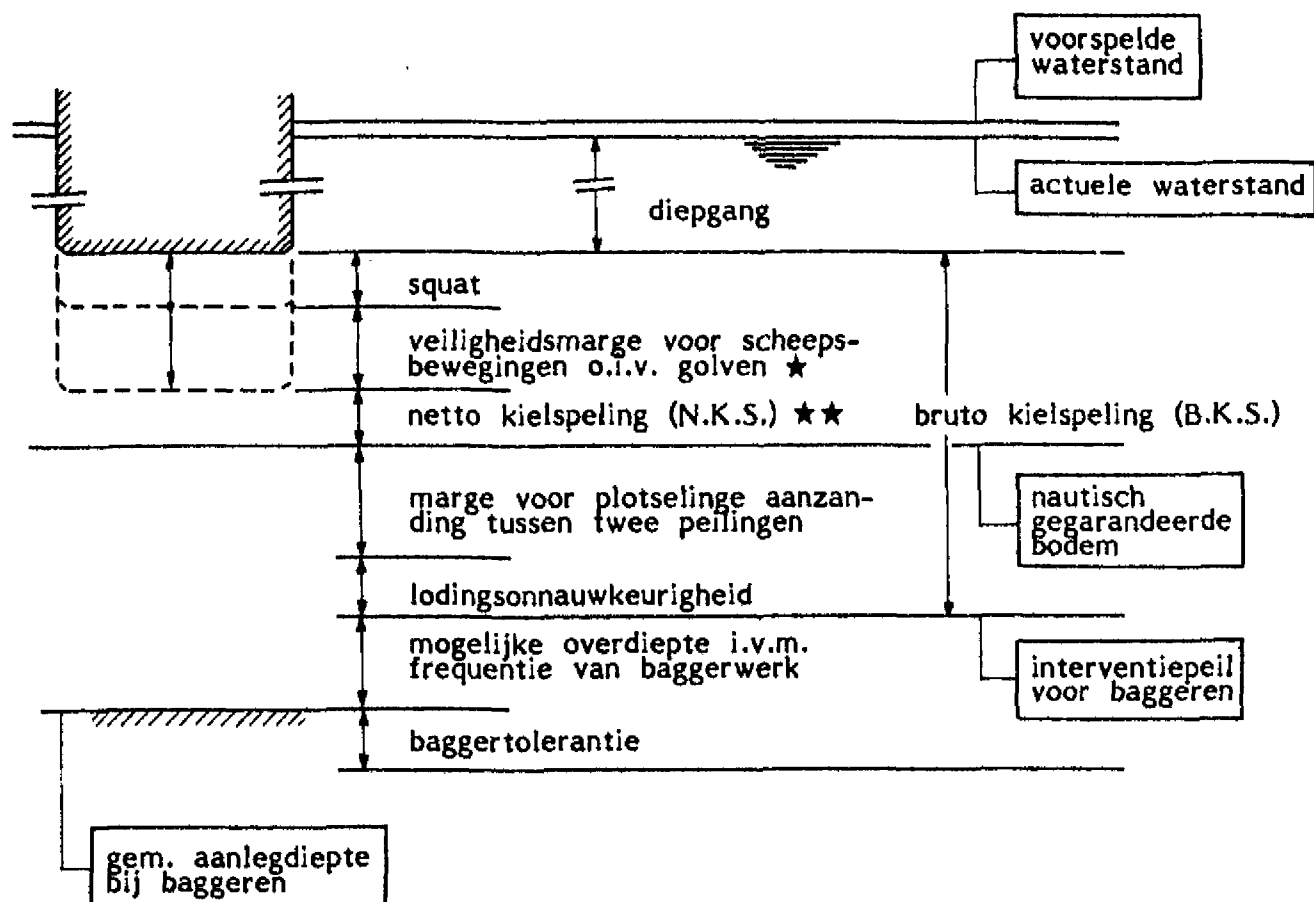
Stadsplan 1:50000 1984

VAARSCHEMA'S VAN GETIJGEBONDEN SCHEPEN SCHEMATISCH OVERZICHT



KIELSPELING

(Definitie volgens I M O)



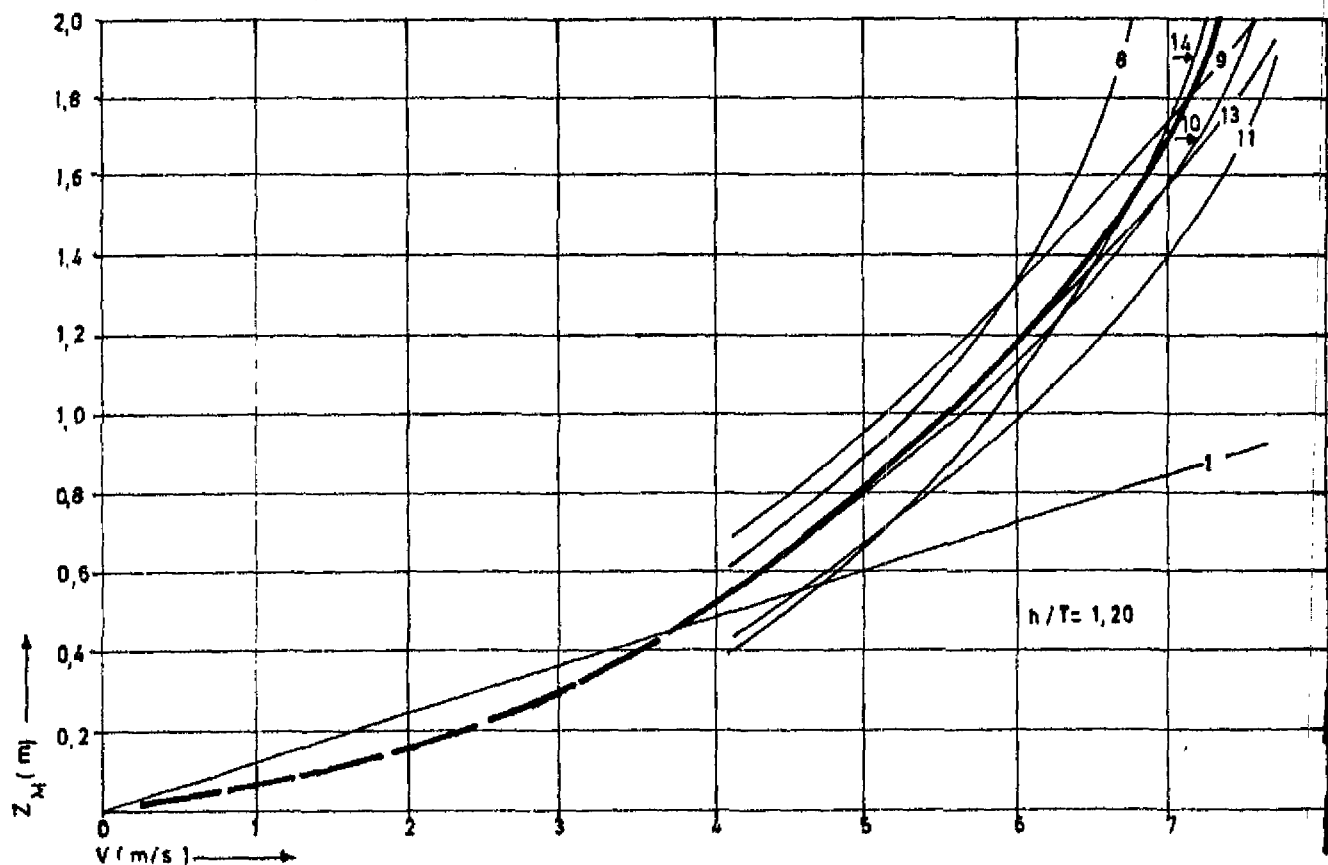
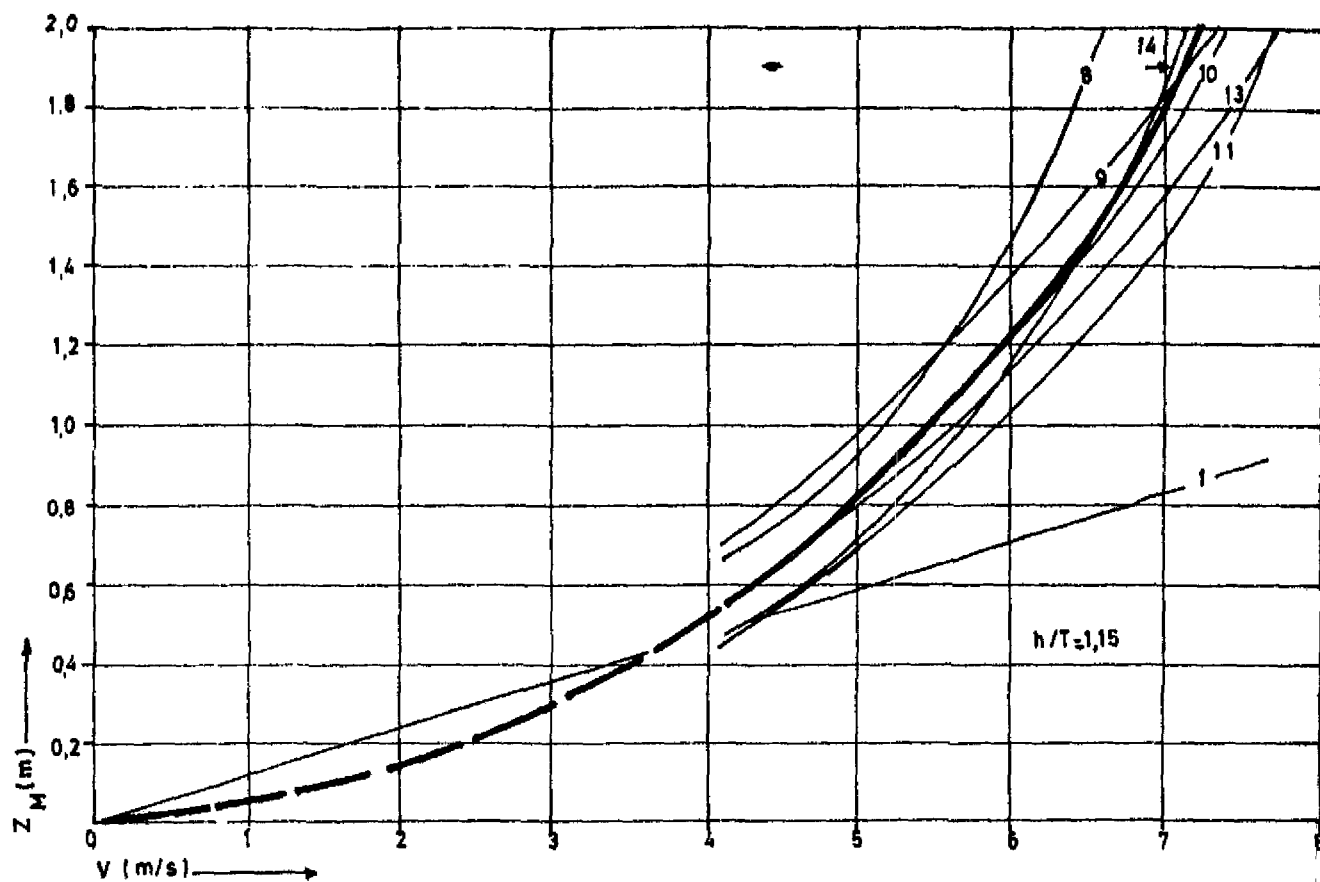
★ beneden een bepaalde drempelwaarde van golfenergie is deze marge nihil;

★★ deze marge moet tenminste gemiddeld aanwezig zijn i.v.m. de invloed van de waterdiepte op het manoeuvreergedrag. Daarin zijn ook scheepsbewegingen o.i.v. golven, toegestaan.

Technische Scheldec commissie	
Verdieping Westerschelde	
Programma 48'/43'	
Studierapport STSC 6/84	bijlage 5.3.1

Verband tussen vaarsnelheid en maximale inzinking
op onbeperkt breed water (massagoedschip)

$$L_{OA} \times B \times T = 300 \times 50 \times 14,63 \text{ m}^3$$



Opmerking:

1.....14 Verschillende in de literatuur
gepubliceerde prediktie-methoden

Technische Scheldec commissie

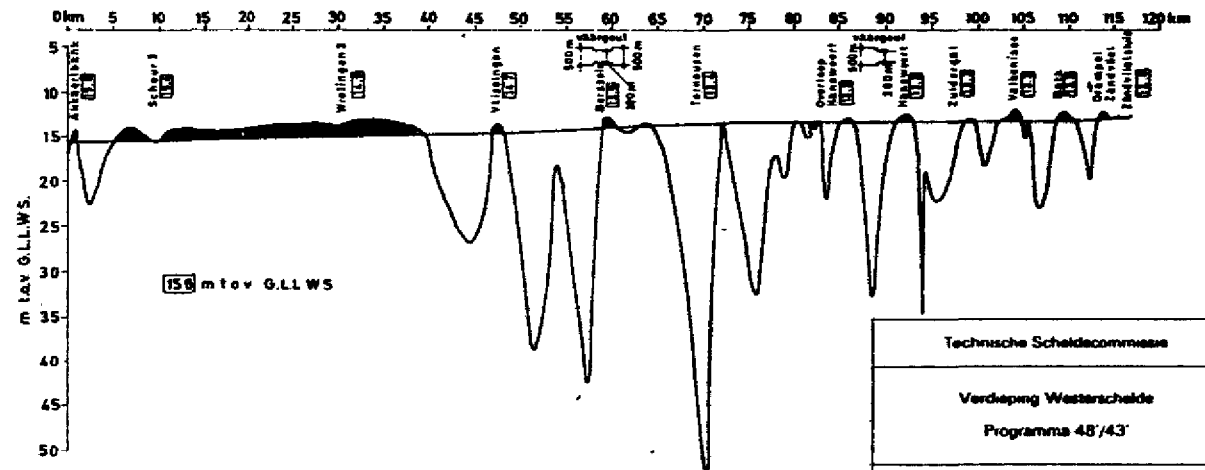
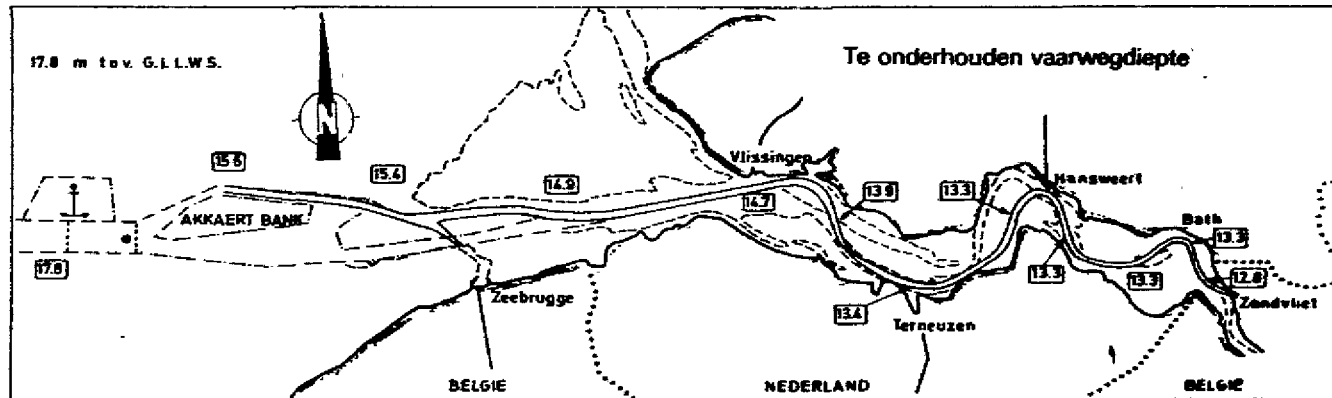
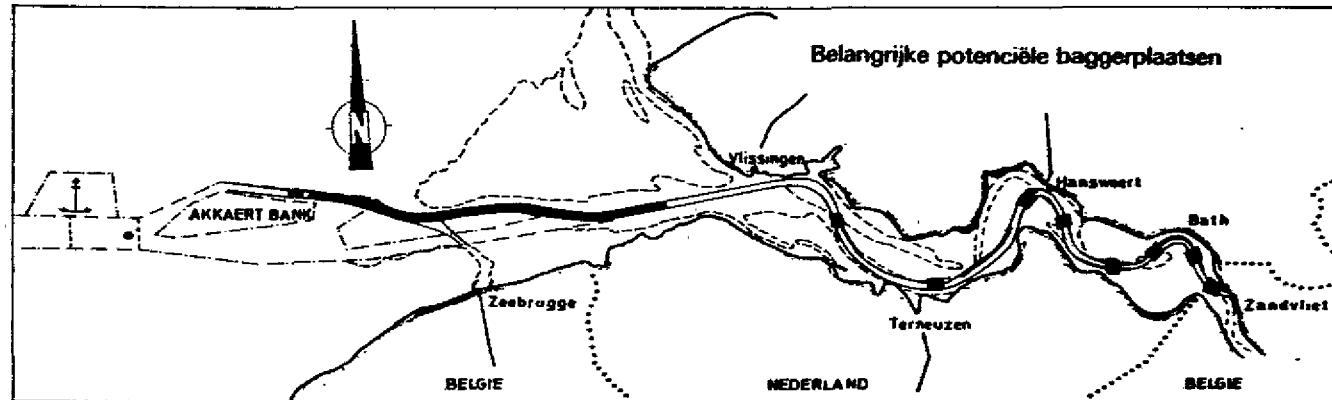
Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

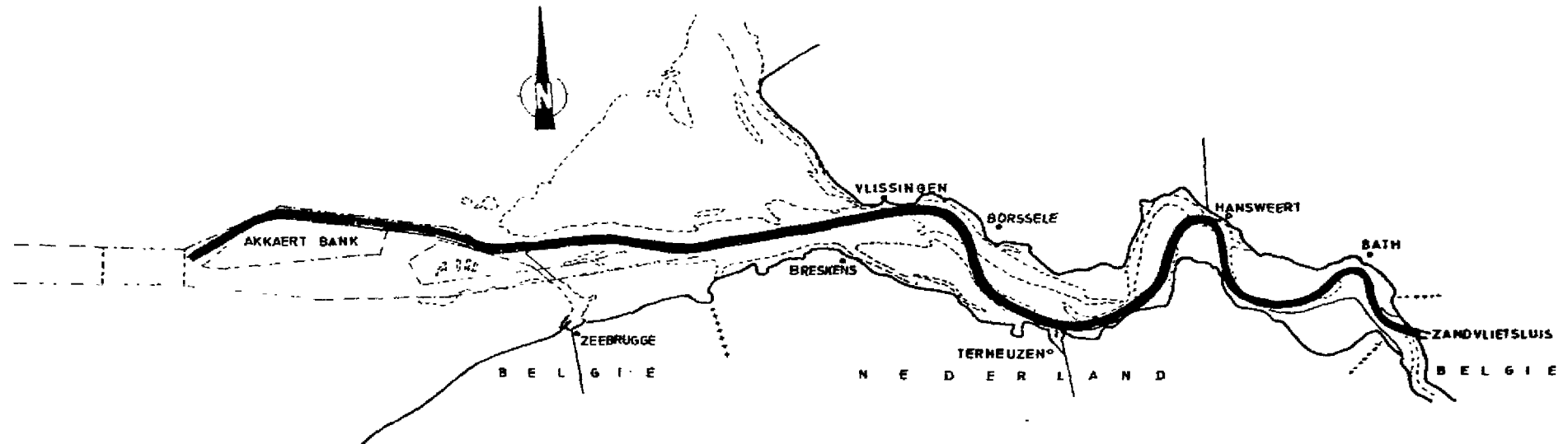
Studierapport STSC 6/84

bijlage 5,3 2

TE ONDERHOUDEN DIEPTE VAN DE GEULEN



AANGENOMEN VERKEERSSITUATIES



MV1a Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een schip ≤ 6.000 TDW.

MV1a Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip $\geq$ TDW met een containerschip ≤ 25.000 TDW of een vracht- of massagoedschip ≤ 50.000 TDW.

MV2a Ontmoeting tussen een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW en een massagoedschip ≤ 125.000 TDW met een diepgang van max. 10,67 m (35').

MV3a Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een niet-tijgebonden derde-generatie containerschip.

MV3a Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een tijgebonden derde-generatie containerschip.

MV4a Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een niet-tijgebonden vracht- of massagoedschip van 50.000 - 125.000 TDW.

MV4a Ontmoeting van een opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW met een tijgebonden Panamaxschip.

MV5a Opleopmaneuver tussen opvarend geladen massagoedschip ≥ 125.000 TDW en een derde-generatie containerschip en een ontmoeting met een schip ≤ 6.000 TDW.

MV6a Opleopmaneuver tussen twee opvarende geladen massagoedschepen ≥ 125.000 TDW waarbij een ontmoeting met een schip ≤ 6.000 TDW.

- MV 1
- MV1a
- MV3, MV4 (gewenst MV2)
- MV3, MV4, MV3a, MV4a (gewenst MV2)
- MV2, MV3, MV4
- MV5
- MV6

Technische Scheldecommissie

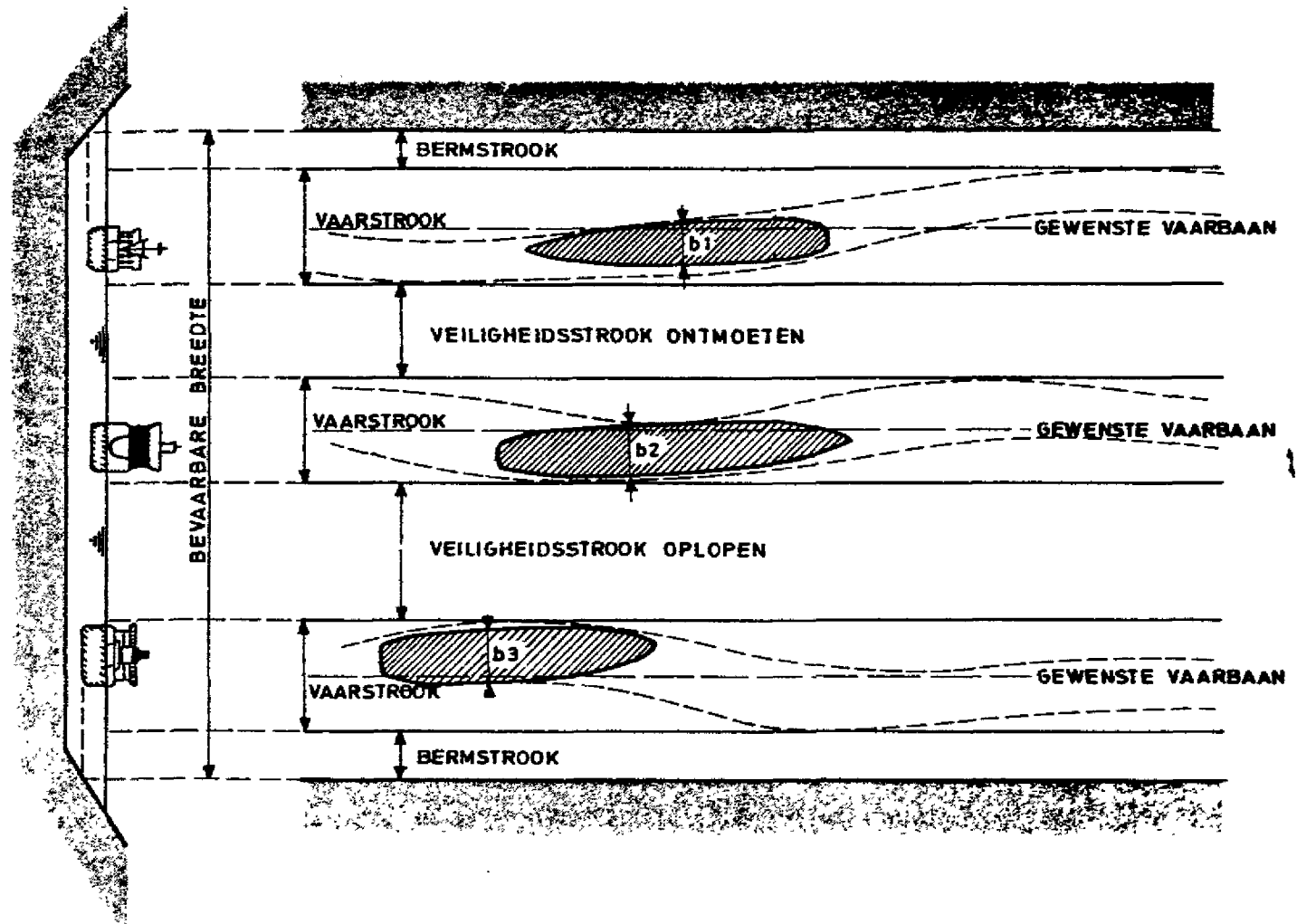
Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84

bijlage 5.5.1

GESCHEMATISEERDE INDELING VAN DE VAARWEG



Technische Scheidecommissie

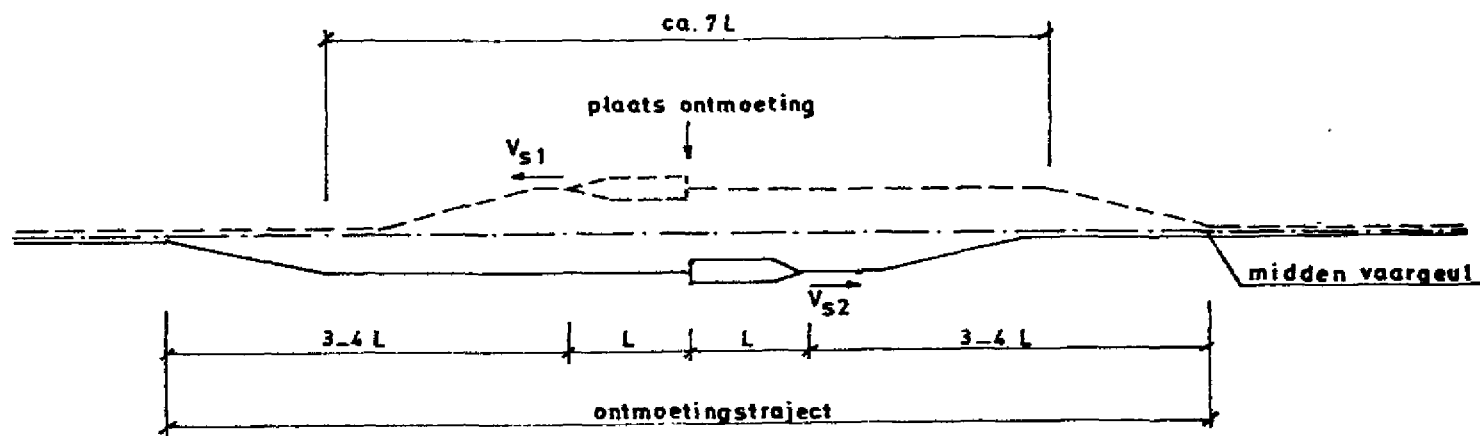
Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

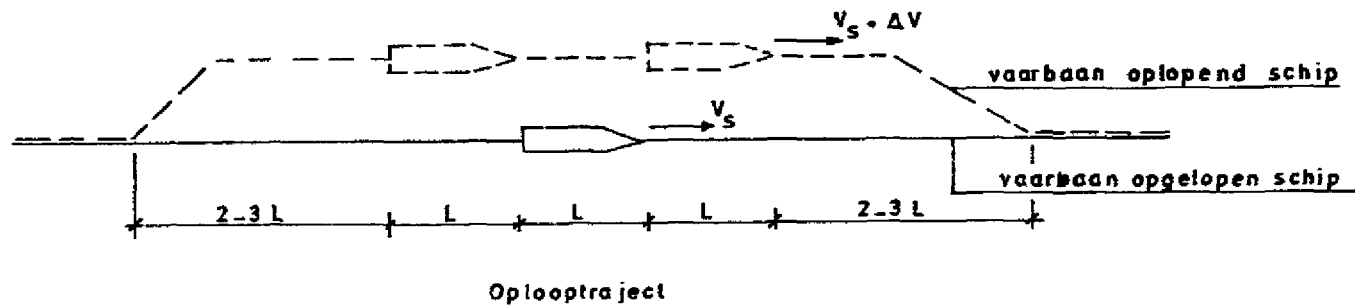
Studierapport STSC 6/84

bijlage 5.6.1.

SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN ONTMOETINGS- EN OPLOOPMANEUVERS

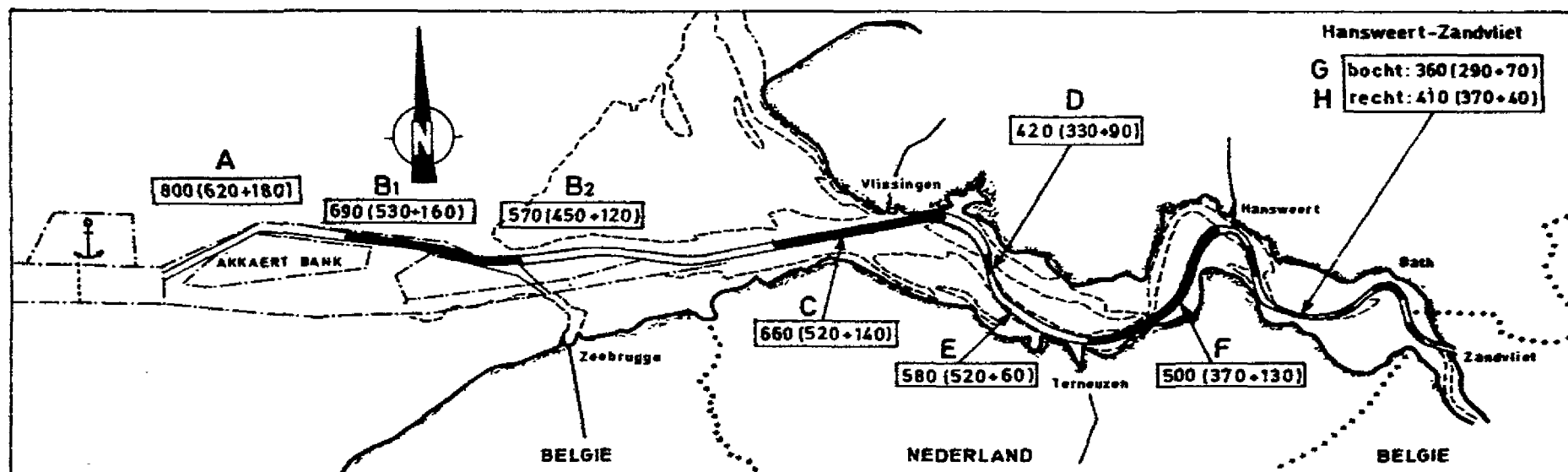


Schematische weergave van de ontmoeting van schepen



Oplooptraject

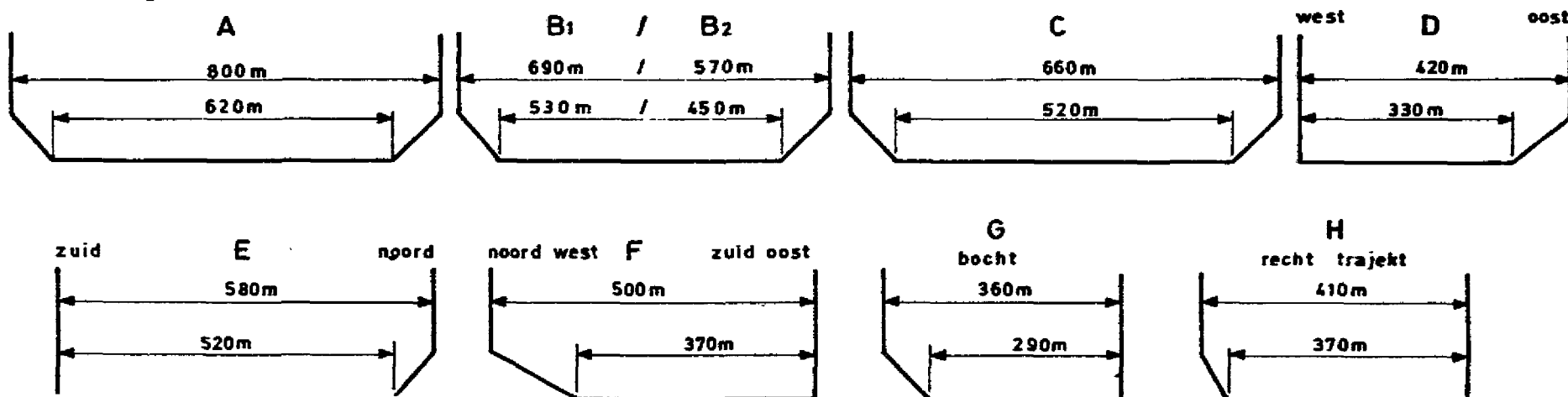
AKKAERT BANK – ZANDVLIETSLUIS TE ONDERHOUDEN BREEDTE VAN DE GEULEN



TOELICHTING

420 (330 + 90)

└ geulbreedte op maatgevende diepte + "bermen" op kleine diepten in m
└ totale geulbreedte tussen de boeien in m



Technische Scheldec commissie

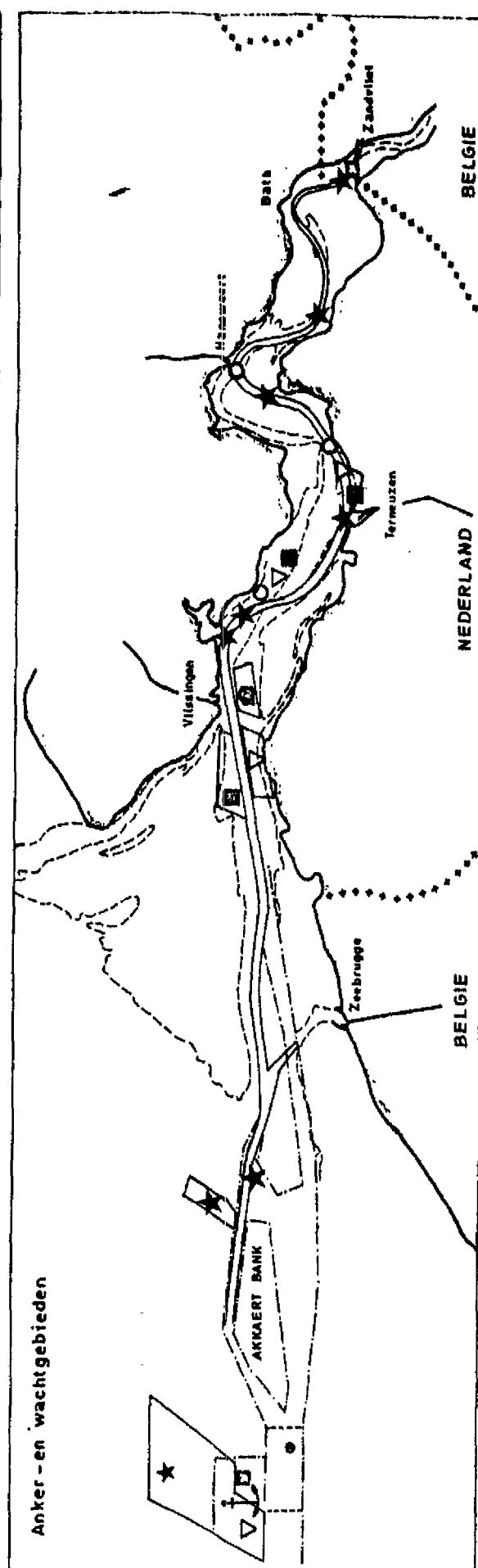
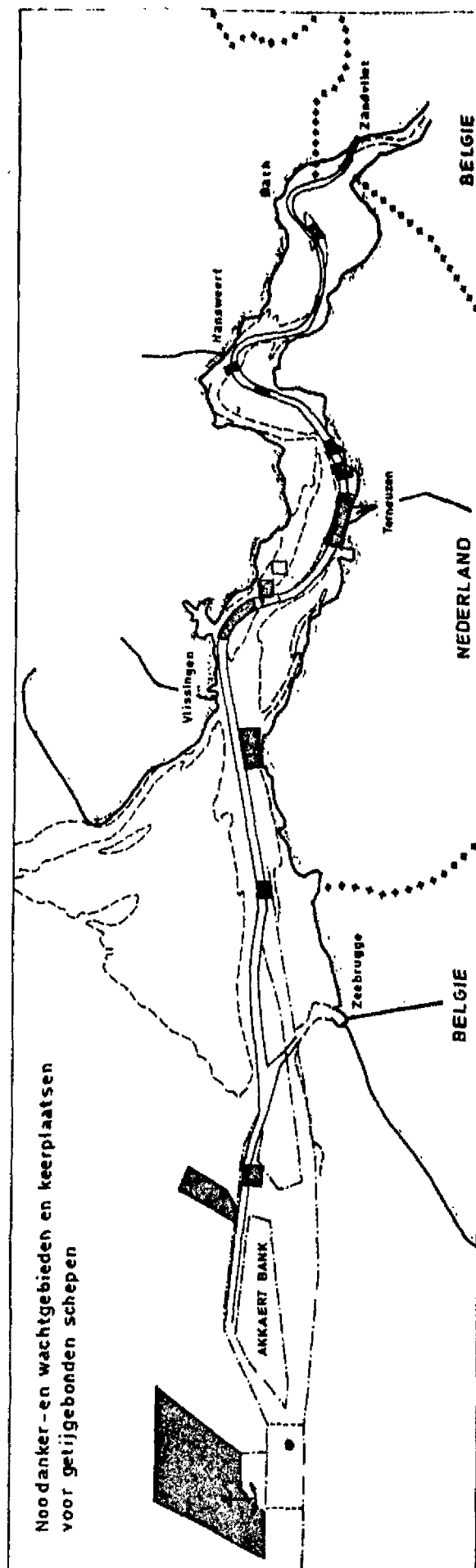
Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84

bijlage 5.6.3.

KEERPLAATSEN, ANKER- EN WACHTGEBIEDEN

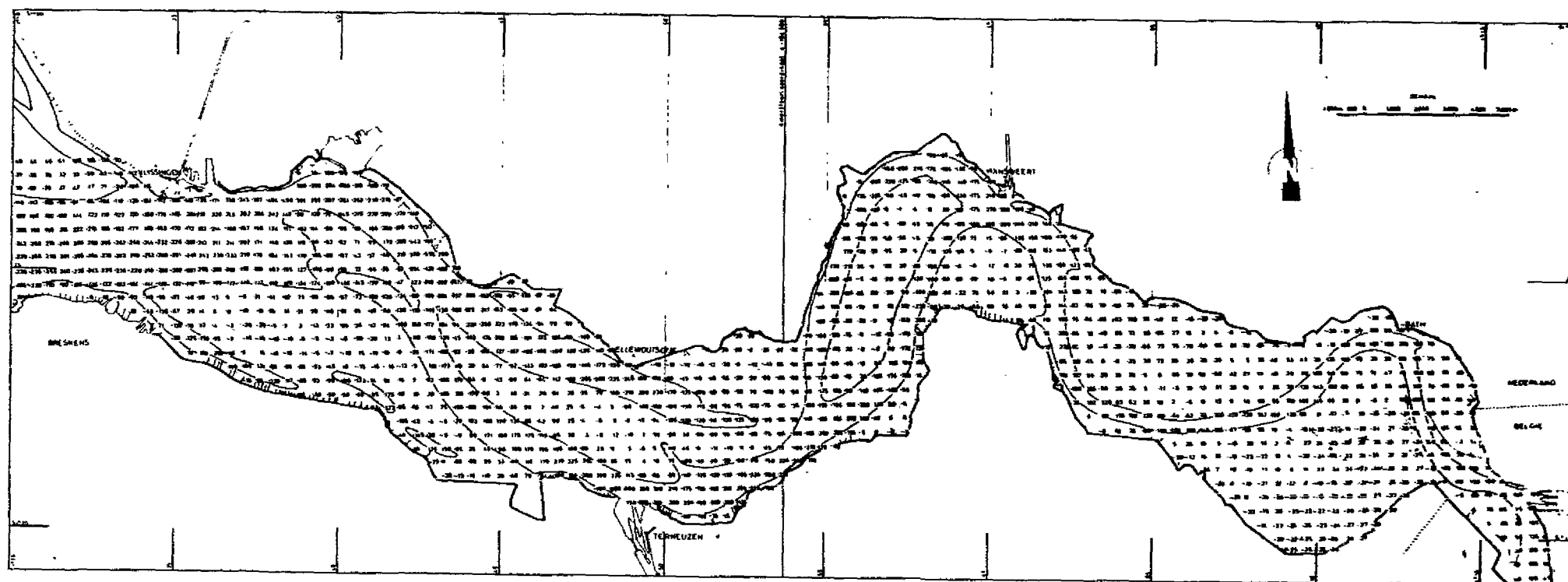


- ☐ Bestaande ankergebieden voor niet getijgebonden schepen
- ☐ Passeer- wachtgebieden afvarende schepen
- ☐ Bestaande ankergebieden voor getijgebonden schepen
- ★ Noodzakelijke keerplaatsen, noodanker- en wachtgebieden
- Gewenste of alternatieve keerplaatsen, noodanker- en wachtgebieden

WESTERSCHELDE

Tweedimensionaal mathematisch model

Bodemschematisatie 1976



TOELICHTING

cijfers in dm t.o.v. N.A.P.

-5 : 5dm boven N.A.P.

— G.L.L.W.S. -8m toestand 1976

Technische Scheldecommissie

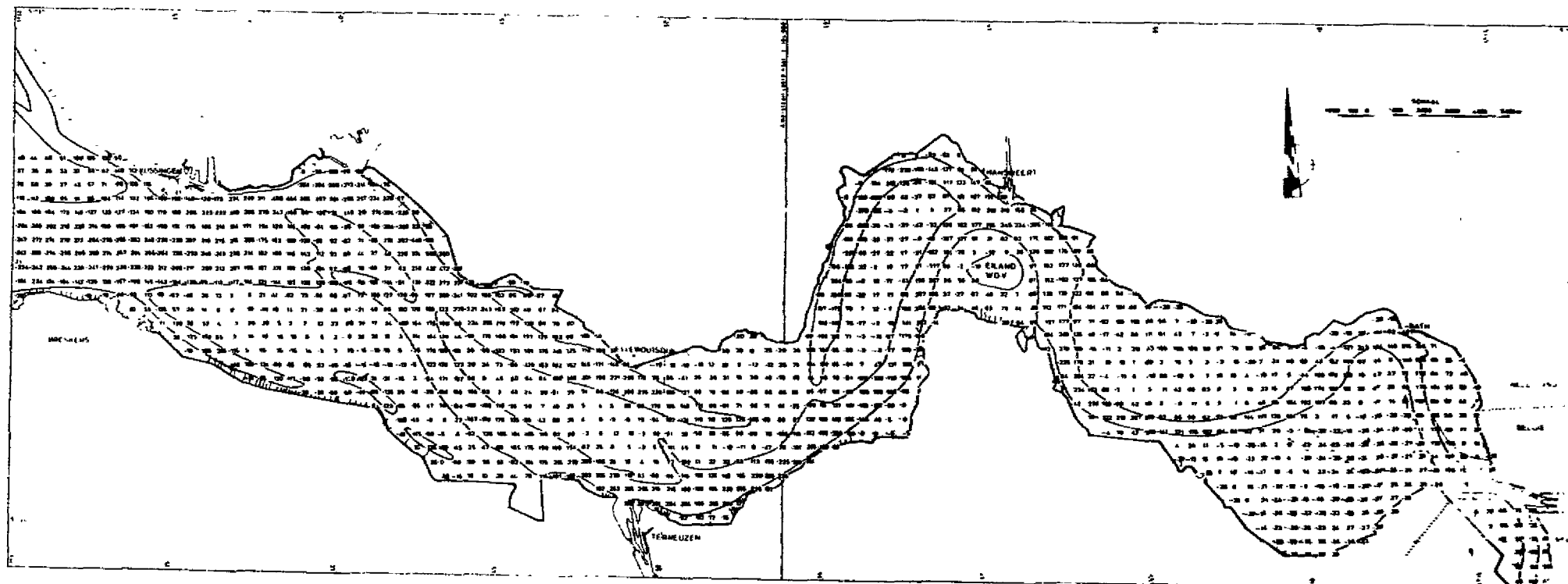
Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

WESTERSCHELDE

Tweedimensionaal mathematisch model

Bodemschematisatie "1990"



TOELICHTING

cijfers in dm t.o.v. N.A.P.

-5 : 5dm boven N.A.P.

— G.L.L.W.S. -8m toestand "1990"

Technische Scheldecommissie

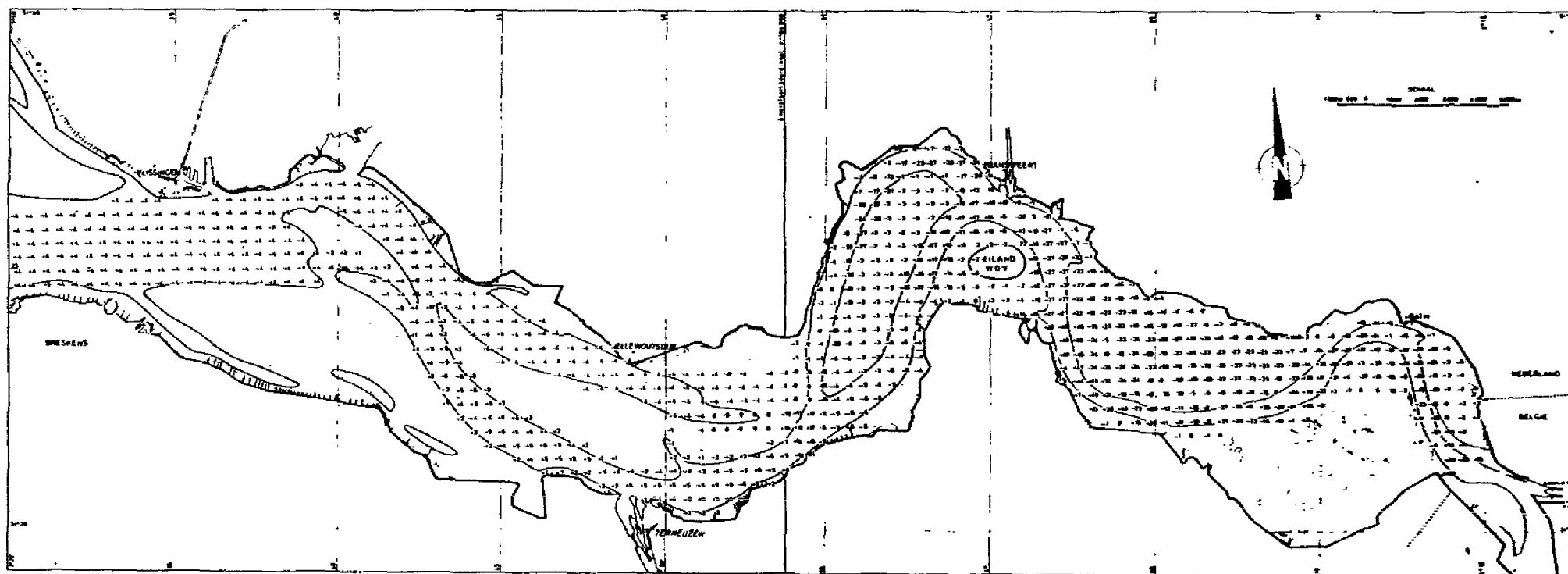
Verdieping Westerschelde

Programme 48/43

WESTERSCHELDE

Tweedimensionaal mathematisch model

Vershil bodemschematisatie (dm) "1990" - 1976



TOELICHTING

-1 : Bodempeil "1990" 1dm ondieper dan bodempeil 1976

— G.L.L.W.S. -8m' toestand 1976

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

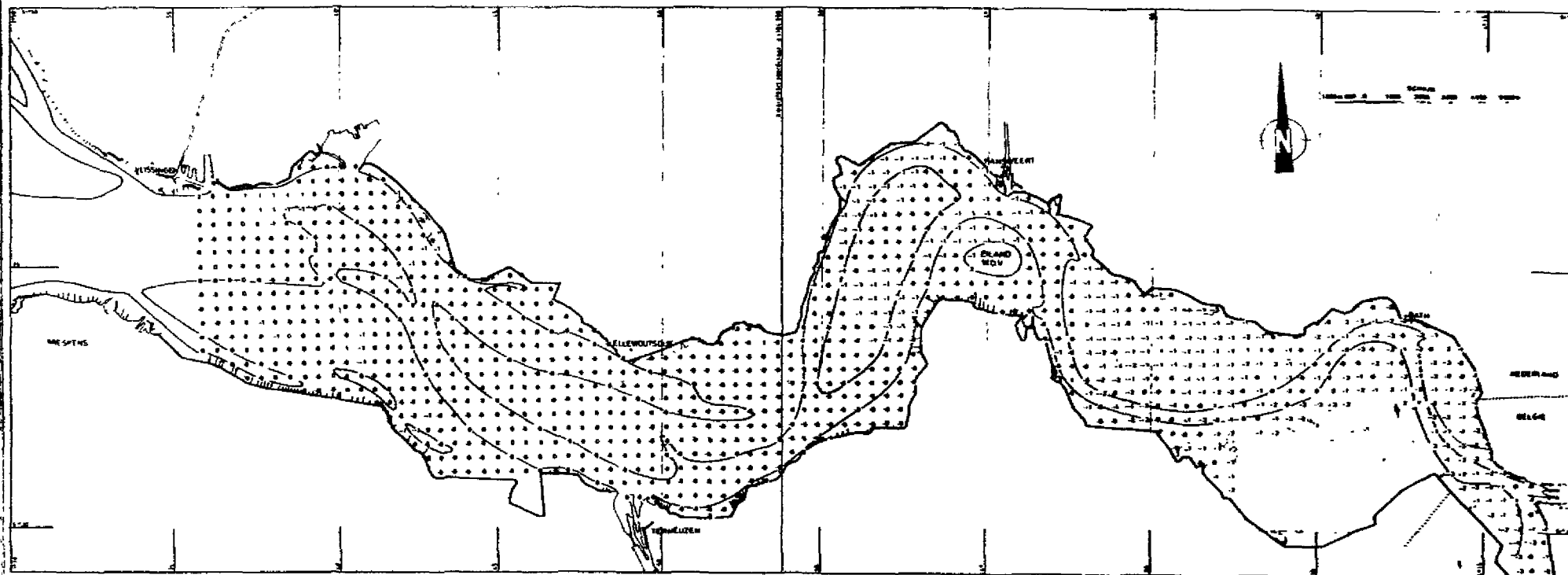
Programma 48/43

WESTERSCHELDE

Tweedimensionaal mathematisch model

Gemiddeld getij

Vershil hoogwaterstanden (cm) "1990" - 1976



TOELICHTING

-1 : H.W. "1990" 1cm onder H.W. 1976

— G.L.L.W.S. -8m toestand 1976

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde
Programma 48/43

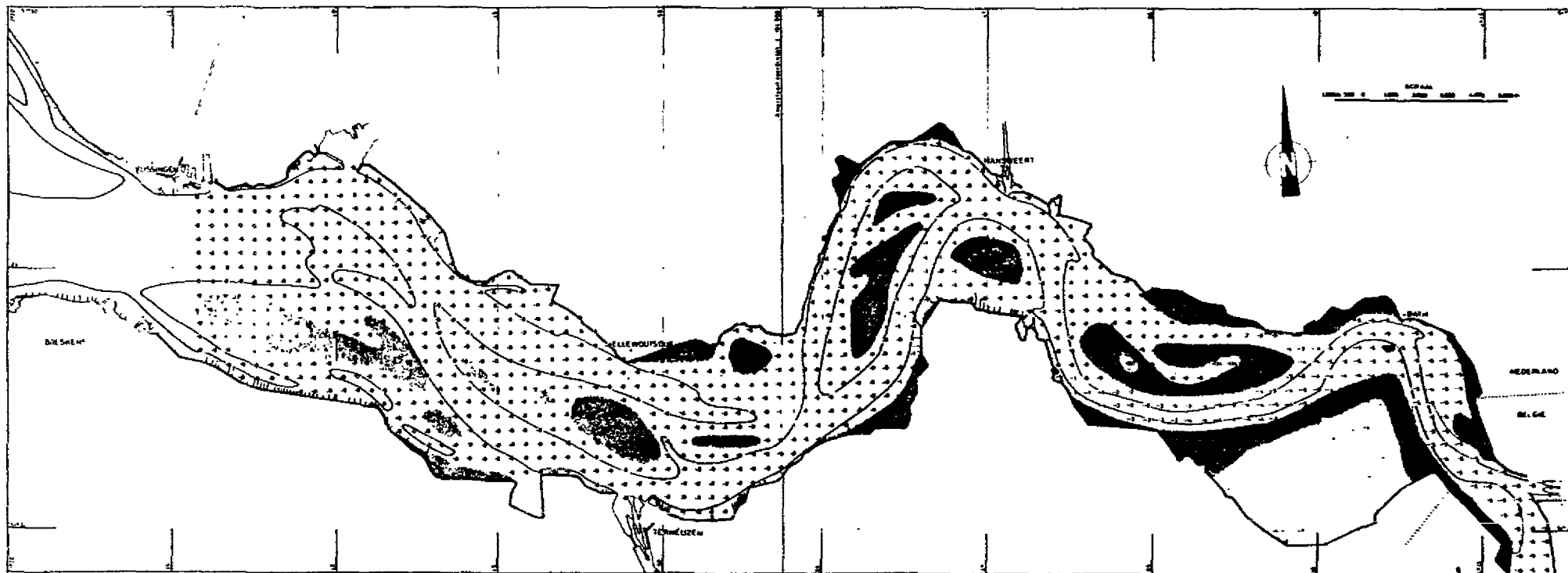
Studierapport STSC 8/84 bijlage 6.2.1

WESTERSCHELDE

Tweedimensionaal mathematisch model

Gemiddeld getij

Verskil laagwaterstanden (cm) "1990" - 1976



TOELICHTING

-1 : L.W. "1990" 1cm onder L.W. 1976

 Bodem boven L.W. "1990"

 G.L.L.W.S. -8m toestand 1976

Technische Scheldecommissie

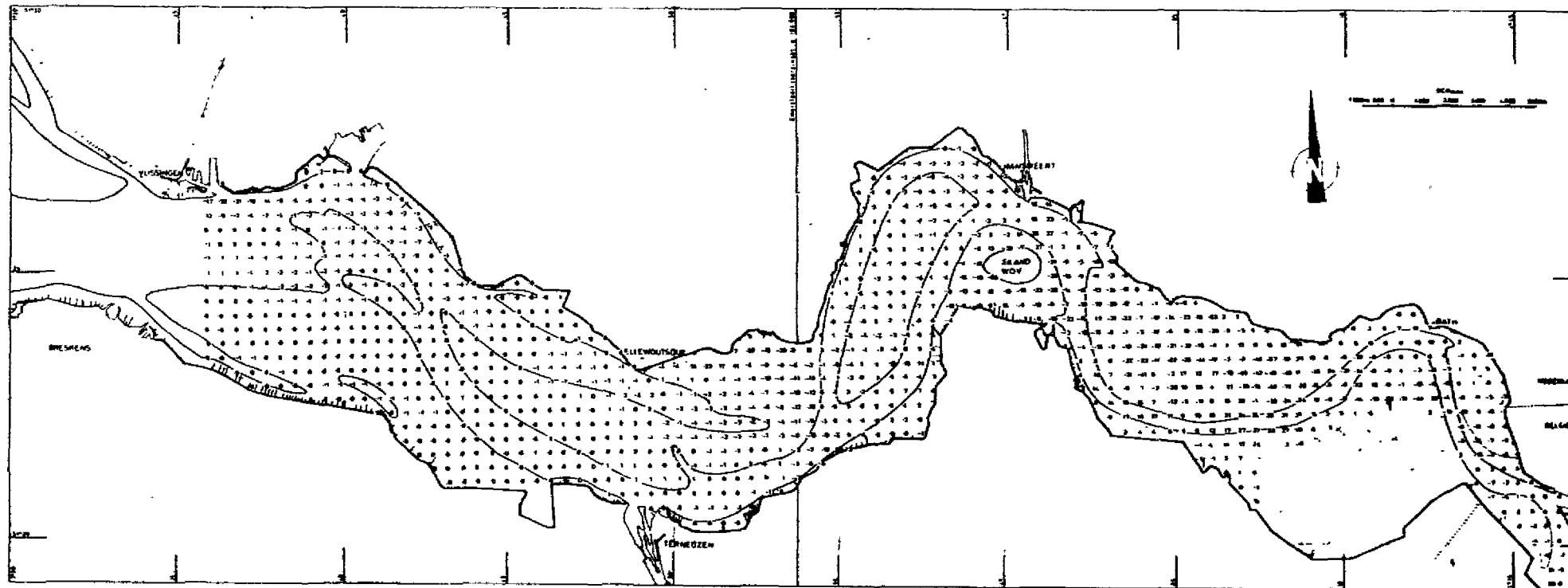
Verdieping Westerschelde
Programma 48/43

WESTERSCHDELDE

Tweedimensionaal mathematisch model

Gemiddeld getij

Vershil max vloedshnelheden (cm/s) "1990" - 1976



TOELICHTING

cijfers in cm/

-6 : vloedsnelheid "1990" < vloedsnelheid 1978

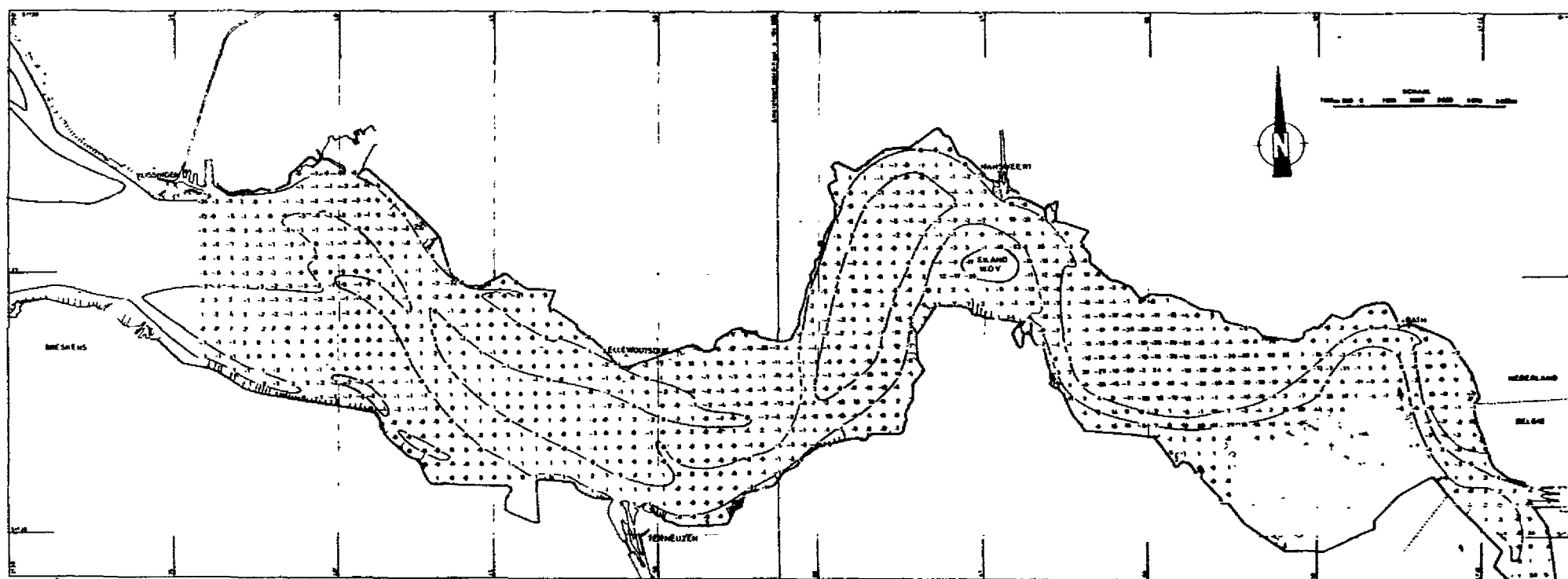
_____ G.L.L.W.S. -8m toestand 1976

WESTERSCHELDE

Tweedimensionaal mathematisch model

Gemiddeld getij

Verskil max ebsnelheden (cm/s) "1990" - 1976



TOELICHTING

cijfers in cm/s

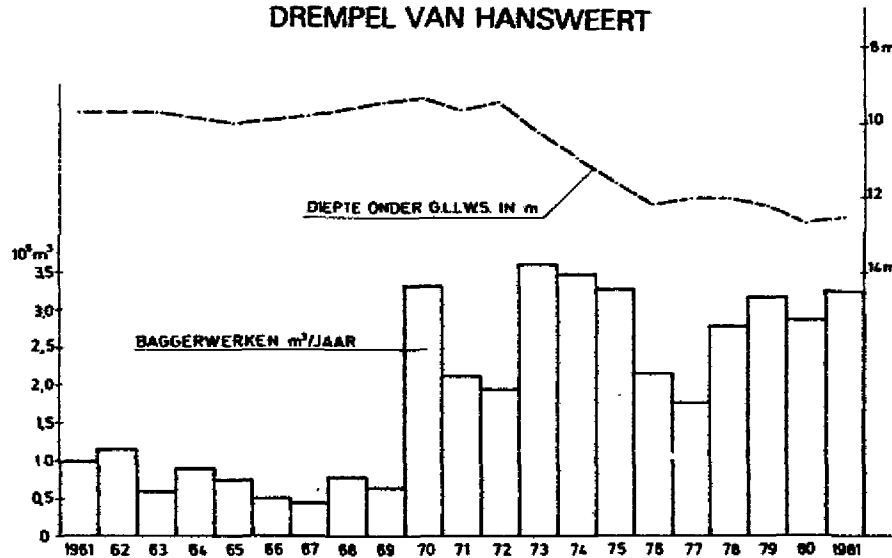
-6 : ebsnelheid "1990" < ebsnelheid 1976

— G.L.L.W.S. -8m toestand 1976

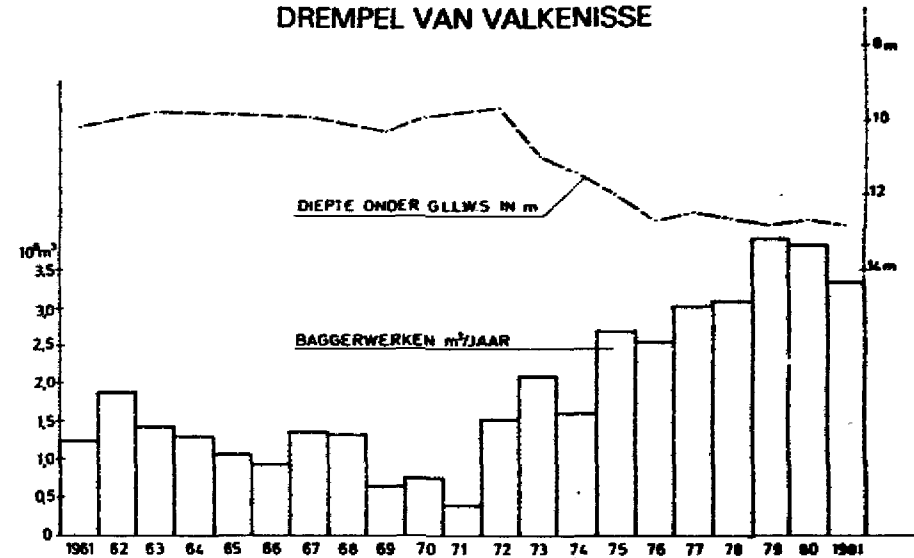
WESTERSCHELDE

VERLOOP VAN DE GEMIDDELDE DREMPELDIEPTE EN HET BAGGERVOLUME

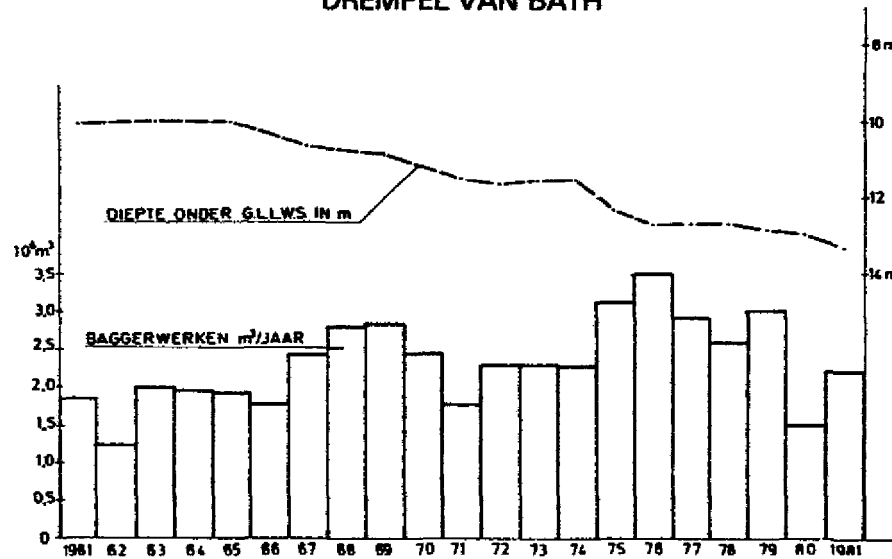
DREMPEL VAN HANSWEERT



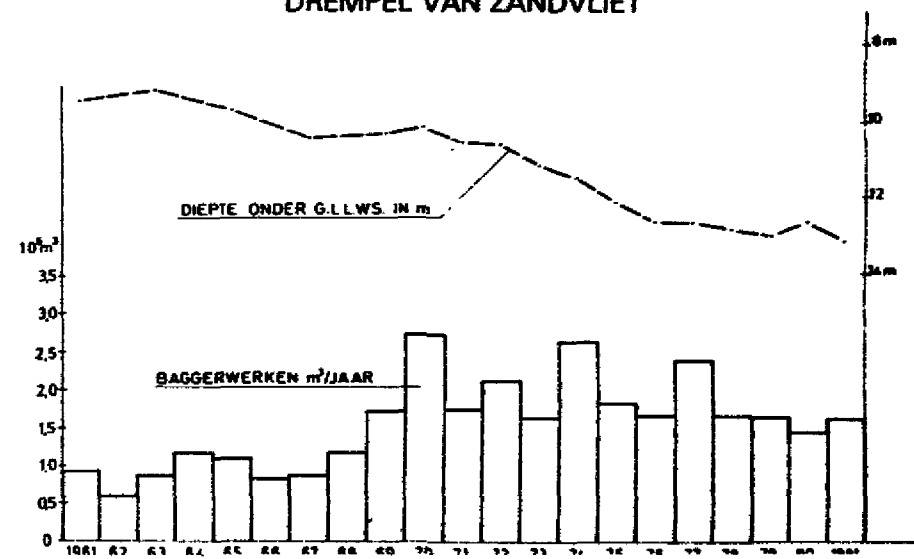
DREMPEL VAN VALKENISSE

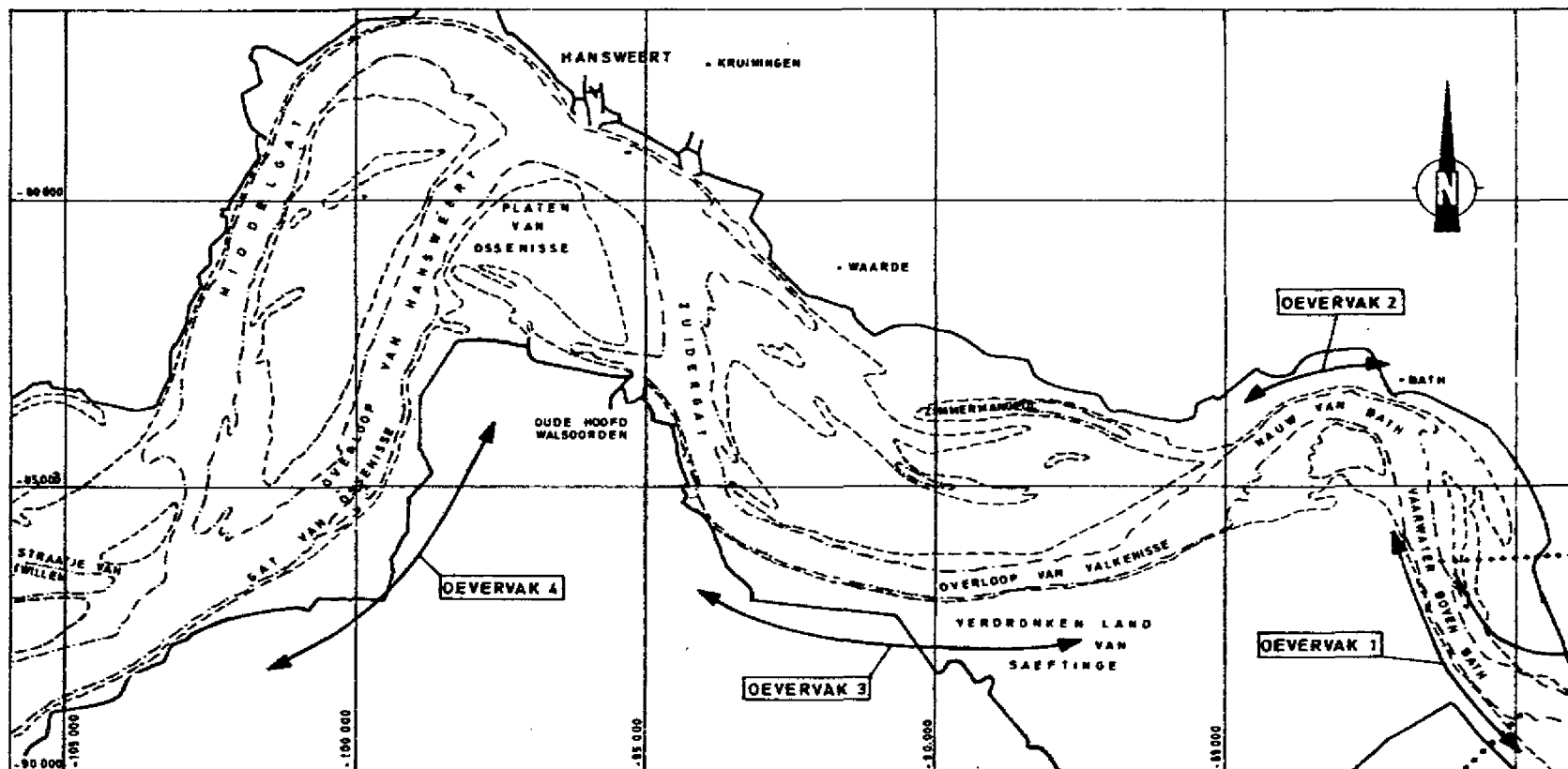


DREMPEL VAN BATH



DREMPEL VAN ZANDVLIET





WESTERSCHELDE - OOSTELIJK DEEL

Overzicht ligging schaarroevers langs hoofdgeul

Technische Scheldec commissie

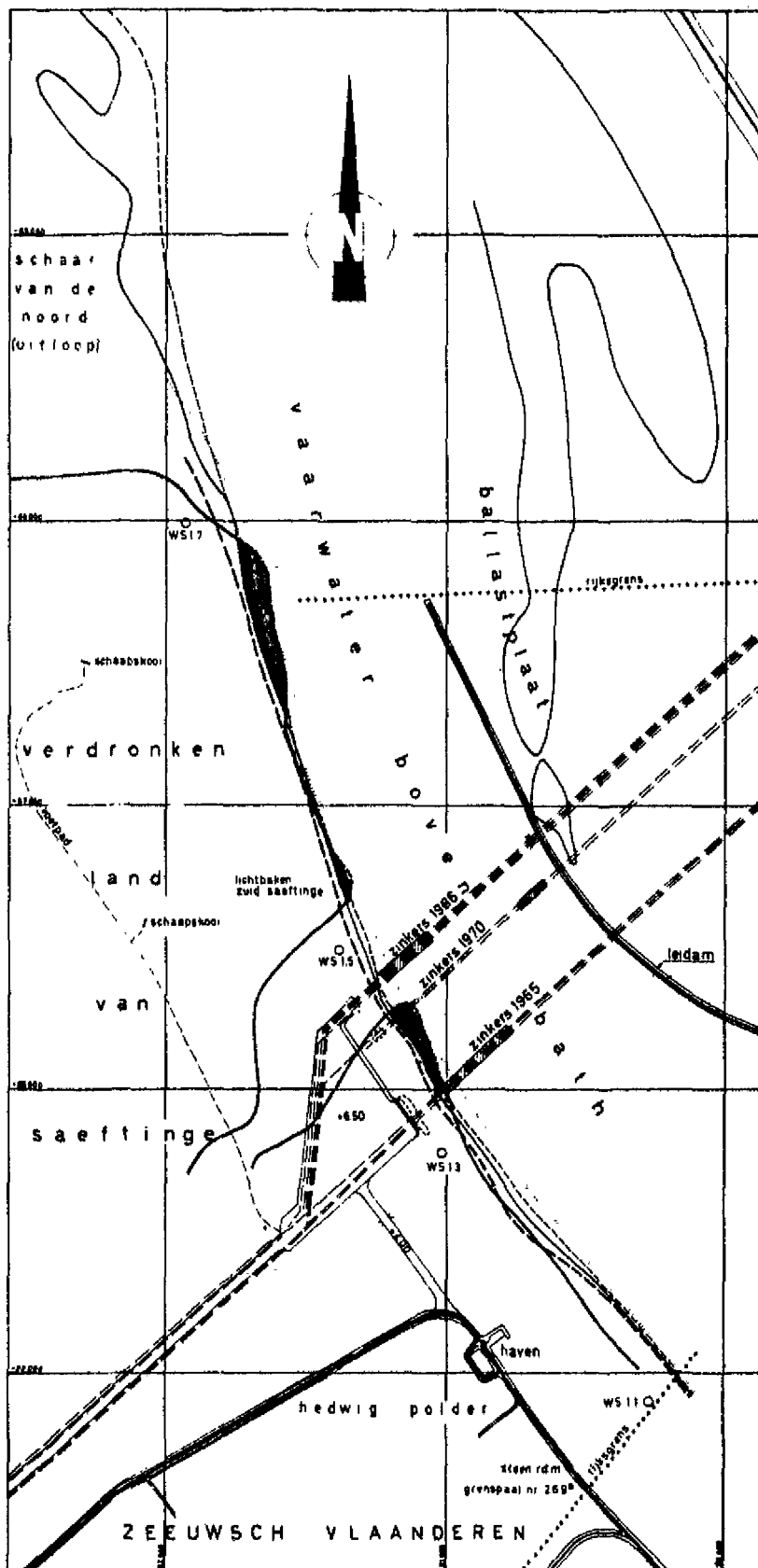
Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 6.5

WESTERSCHELDE - VAARWATER BOVEN BATH

Ligging linkeroever naar situaties 1955 - 1971 - 1981,
met verwachte ligging 1990



TOELICHTING

- N.A.P. -5m (1955)
- N.A.P. -5m (1971)
- veengrens bepaald bij geologisch onderzoek omstreeks 1960
- door inscharing tot 1981 globaal verplaatste ligging van de veengrens
- N.A.P. -5m (1981)
- N.A.P. -5m (geschatte ligging 1990)

WS 1,5 O vastpunt met nr(W5 1,5)

[] onderzeese oeverwerken

rechthoekige coördinaten in m t.o.v. amersfoort
situatie naar luchtkartering

gas- en waterleidingzinkers 1965 en 1966
zinkers 1965 in rivierbed overeenkomstig opname cesc
ligging overige zinkers volgens bestek
ligging zinkers 1970 (Shell) overeenkomstig vergunning

//// zinkstukken/bestorting met fosforslakken

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde

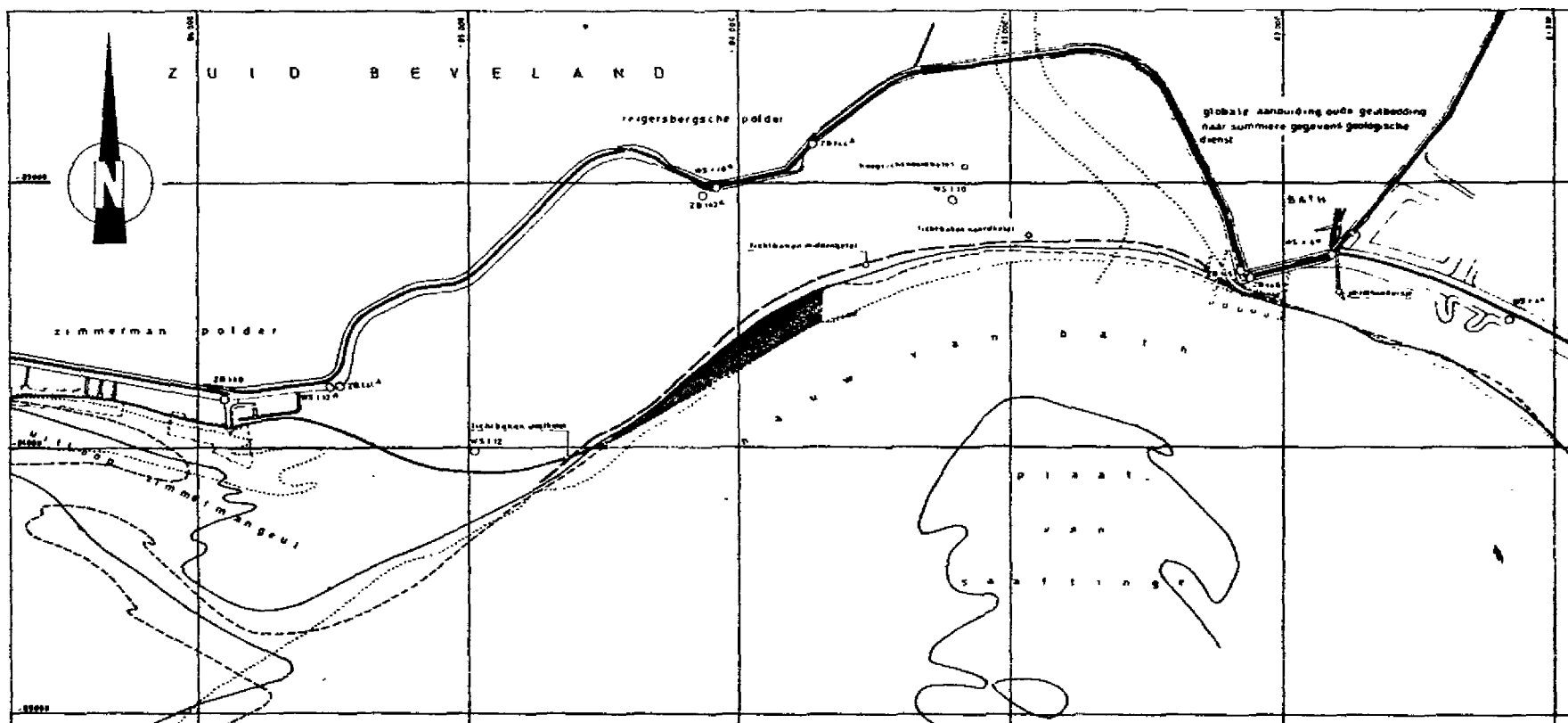
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 6.5.2.

WESTERSCHELDE – NAUW VAN BATH

Ligging rechteroever naar situaties 1955 - 1971 - 1981,
met verwachte ligging 1990



TOELICHTING

----- N.A.P. -5m (1955)

----- N.A.P. -5m (1971)

veengrens bepaald bij geologisch onderzoek omstreeks 1960

door inschaling tot 1981 globaal verplaatste ligging van de veengrens

----- N.A.P. -5m (1981)

----- N.A.P. -5m (geschatte ligging 1990)

----- onderzeese oeverwerken

rechtshoekige coördinaten in m t.o.v. amersfoort
situatie naar luchtkartering

ZB 140 O vastpunt met nr. (ZB 140)

Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

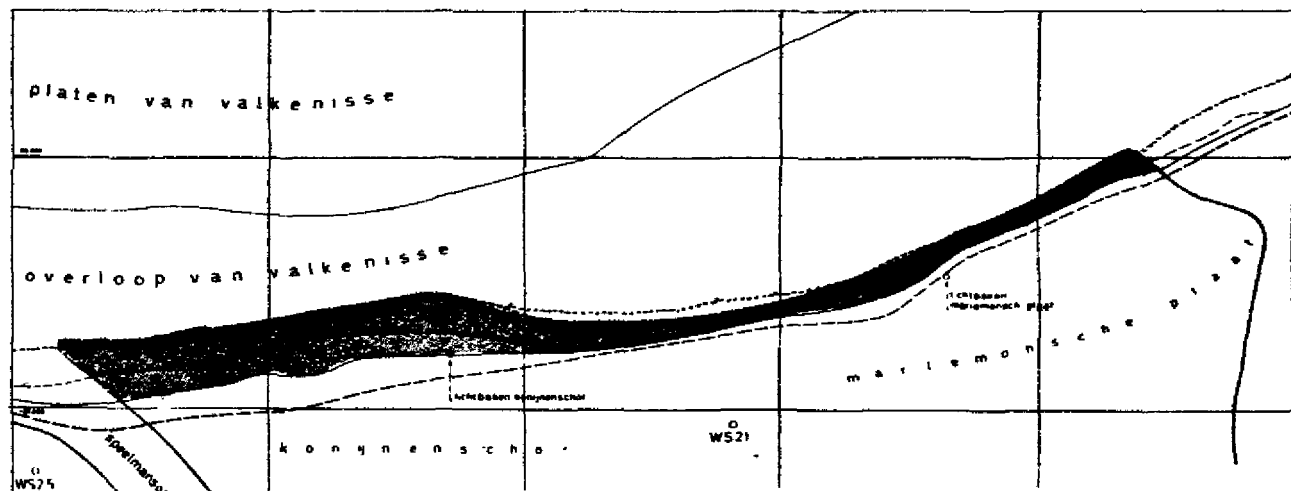
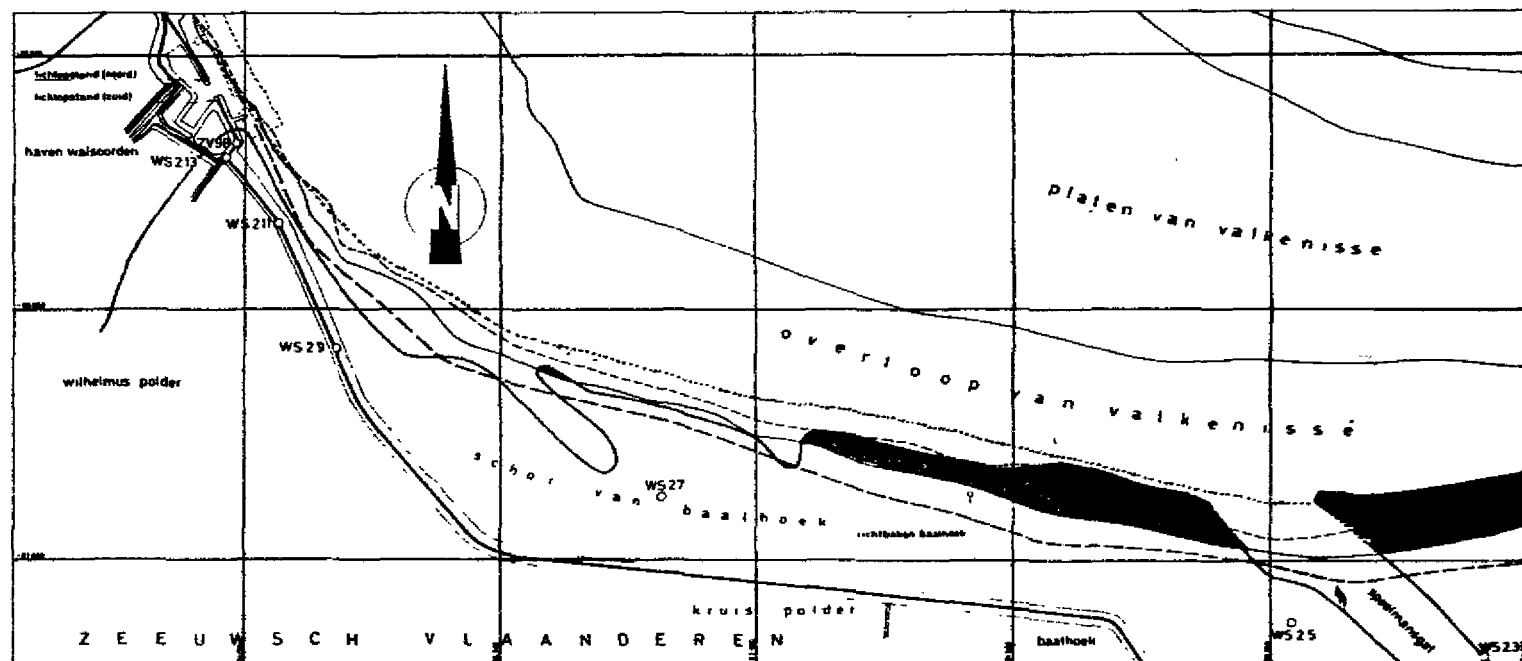
Studierapport STSC 6/84

bijlage 6.5.3

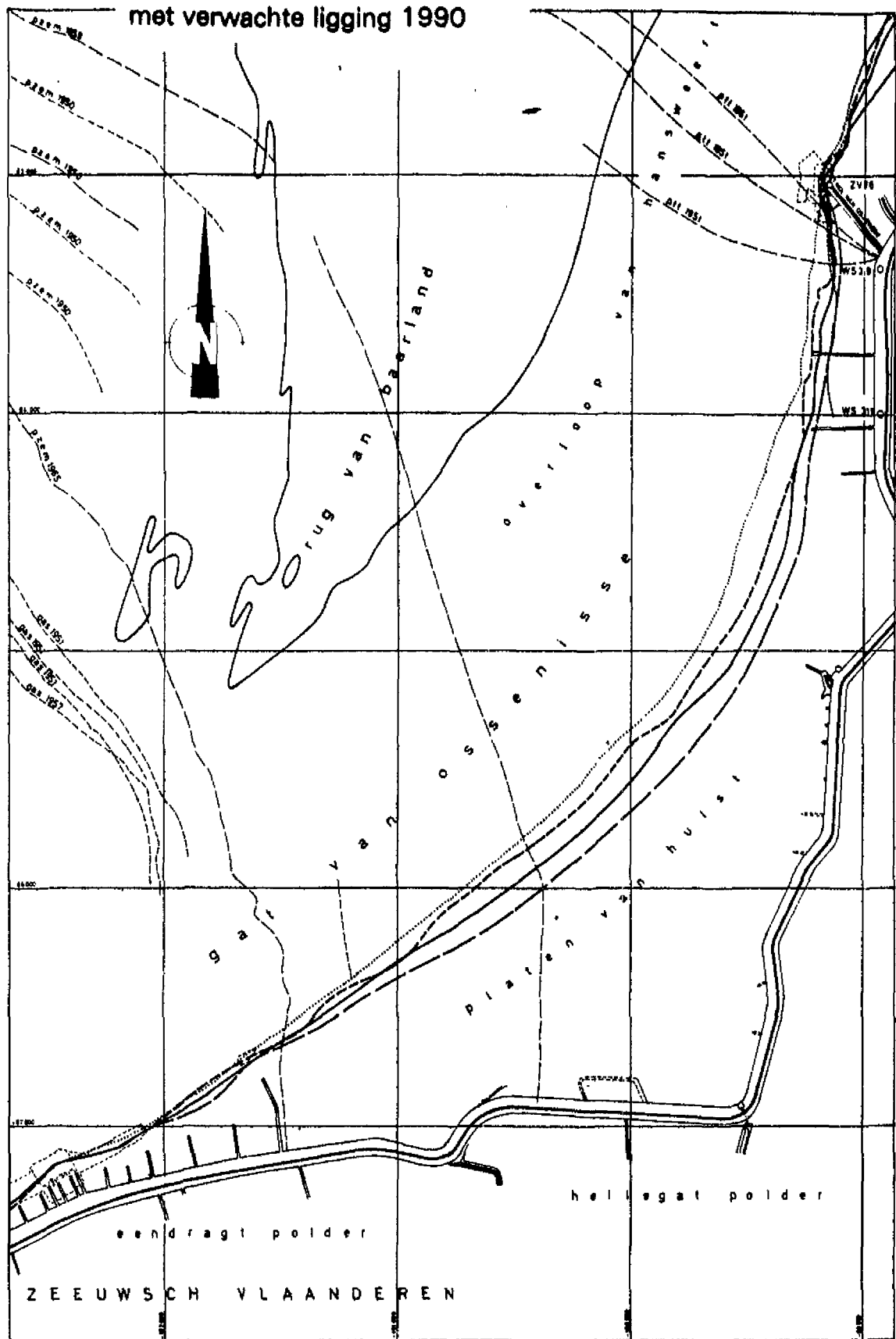
WESTERSCHELDE - OVERLOOP VAN VALKENISSE

ligging linkeroever naar situaties 1955 - 1971 - 1981.
met verwachte ligging 1990

- TOELICHTING**
- N.A.P. -5m (1955)
 - N.A.P. -5m (1971)
 - veengrens bepaald bij geologisch onderzoek omstreeks 1960
 - door inscharing tot 1981 globaal verplaatste ligging van de veengrens N.A.P. -5m (1981)
 - N.A.P. -5m (geschatte ligging 1990)
 - Ws 2.7 O vastpunt met nr (WS 2,7)
 - [] onderzeese oeverwerken
 - rechthoekige coördinaten in m t.o.v. amersfoort
situatie naar luchtkartering



Studierapport STSC 6/84	Technische Scheldec commissie
bilage 6.5.4.	Verdieping Westerschelde
	Programma 4B/43'



TOELICHTING

..... N.A.P. -5m (1955)

----- N.A.P. -5m (1971)

———— veengrens bepaald bij geologisch onderzoek omstreeks 1960

■ door inscharing tot 1981 globaal verplaatste ligging van de veengrens

..... N.A.P. -5m (1981)

----- N.A.P. -5m (geschatte ligging 1990)

ZV 76.0 vastpunt met nr (ZV 76)

□ onderzeese oeverwerken
rechtthoekige coördinaten in m t.o.v. Amersfoort
situatie naar luchtkartering

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

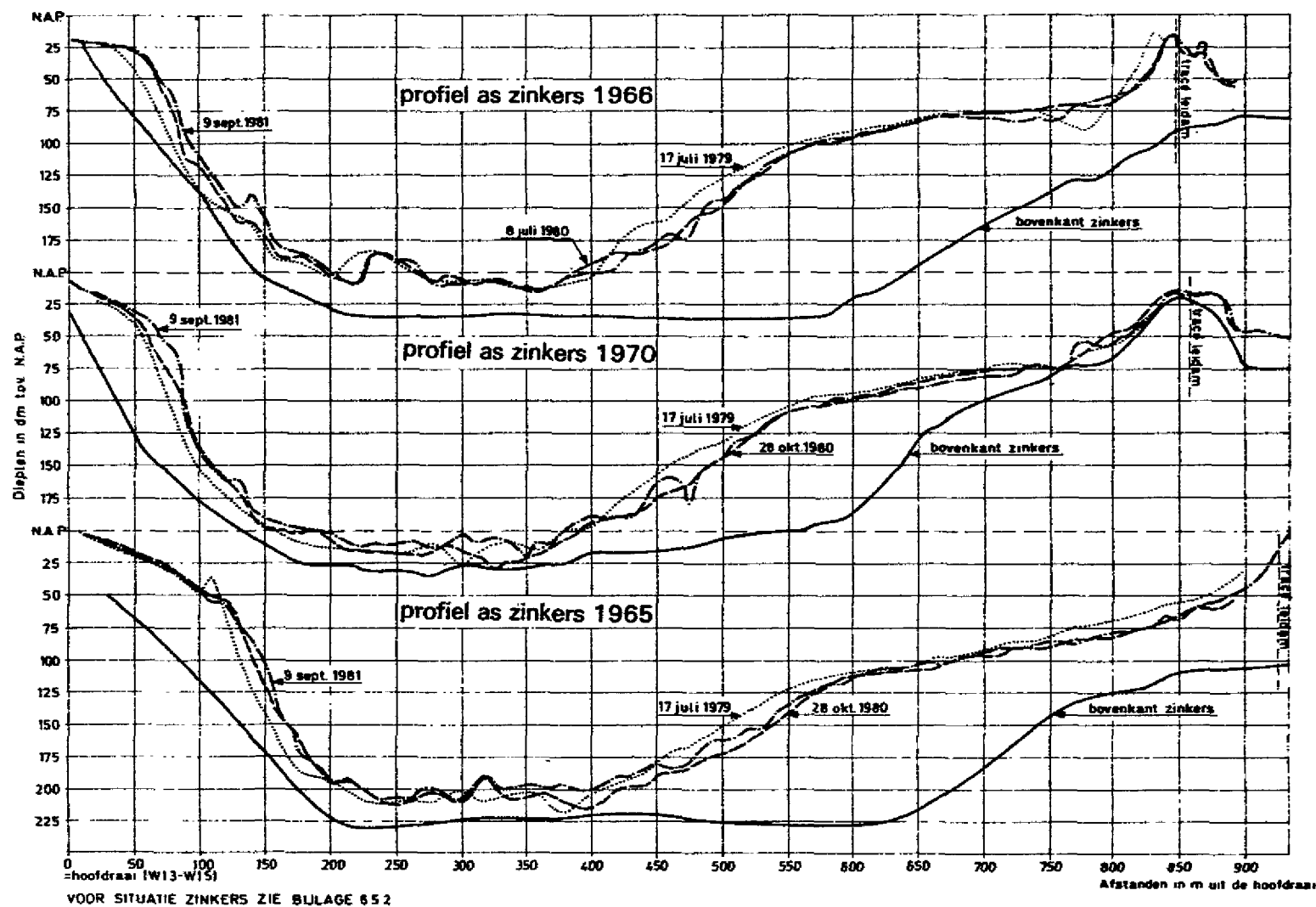
Programma 48'/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 6.5.

WESTERSCHELDE VAARWATER BOVEN BATH

Profielen as zinkers 1966, 1970 en 1965 volgens ligging
juli 1979, oktober 1980 en september 1981



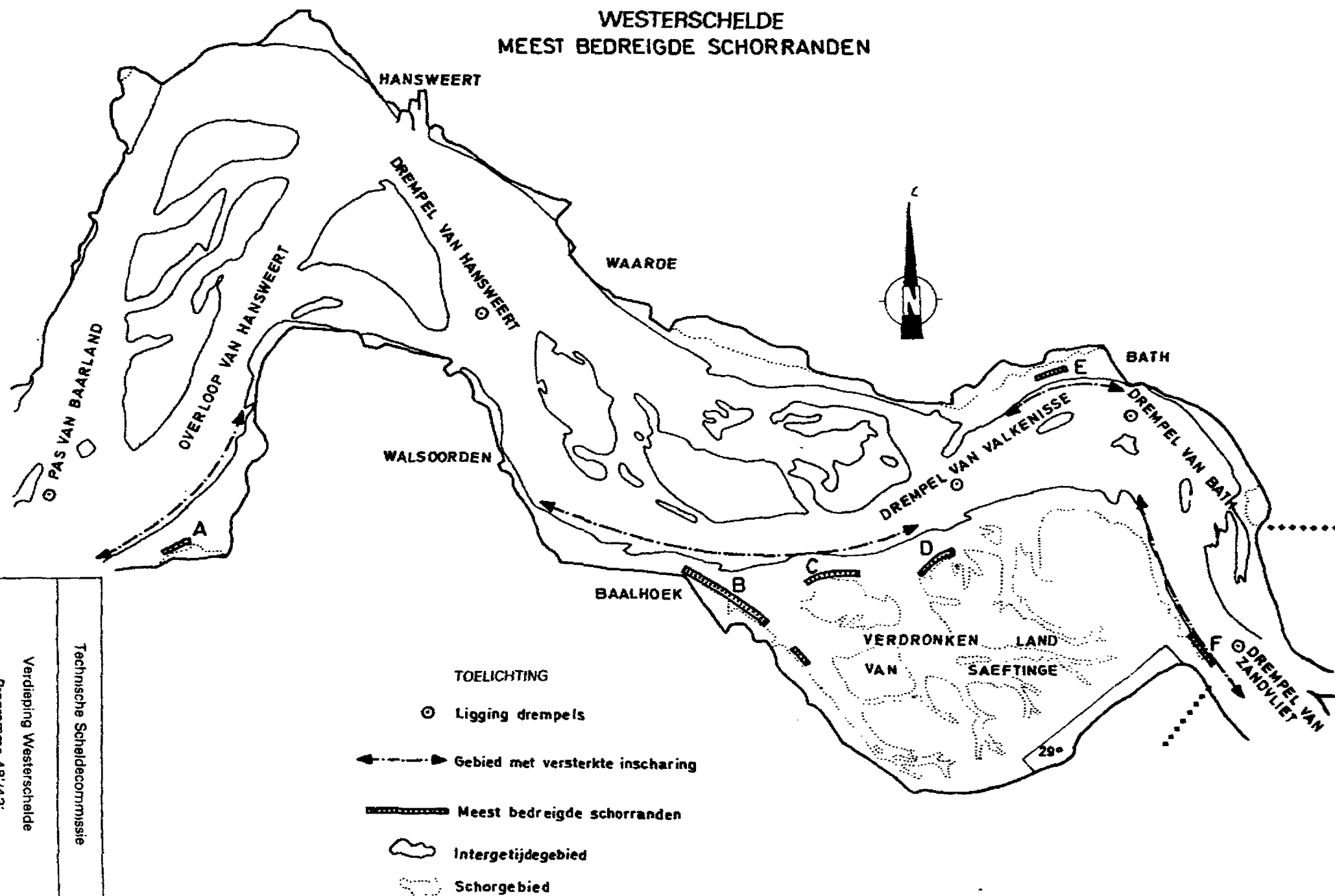
Technische Scheidecommissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 6.5.6.

WESTERSCHELDE MEEST BEDREIGDE SCHORRANDEN



Technische Scheldecommissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43

Studierapport STSC 6/84 bijlage 6.6.1.

WESTERSCHELDE

Cadmium en kwikgehalten

fig 1 Gehalten aan cadmium en kwik gemeten januari 1983 in sediment afkomstig van verschillende drempels waar gebaggerd wordt en één stortplaats (zie voor lokaties bijlage 3.3.3. fig 2). Alle gehalten zijn absolute waarden niet gecorrigeerd voor korrelgrootteverdeling.

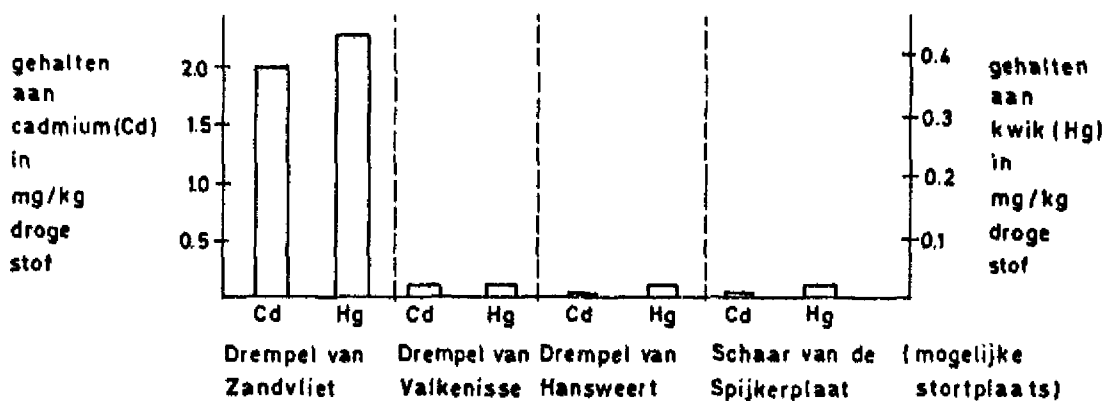
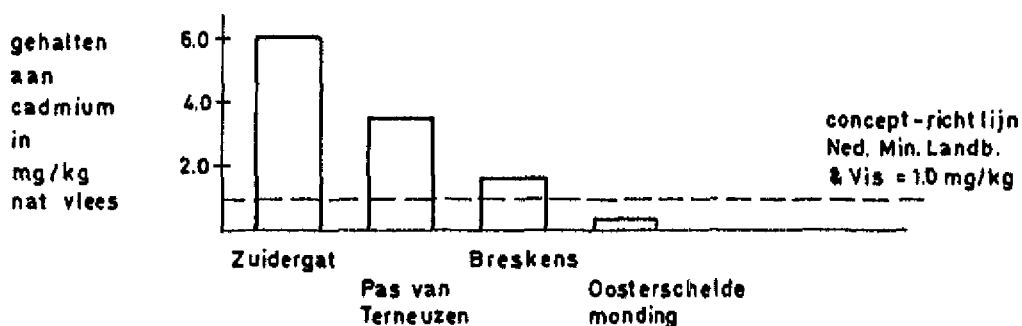


fig 2 Gehalten aan cadmium in mossels uit de Westerschelde en Oosterschelde. Gemiddelde meetwaarden over 1979-1980 (Bron : Joint Monitoring Programme - RIZA).



Technische Scheldec commissie

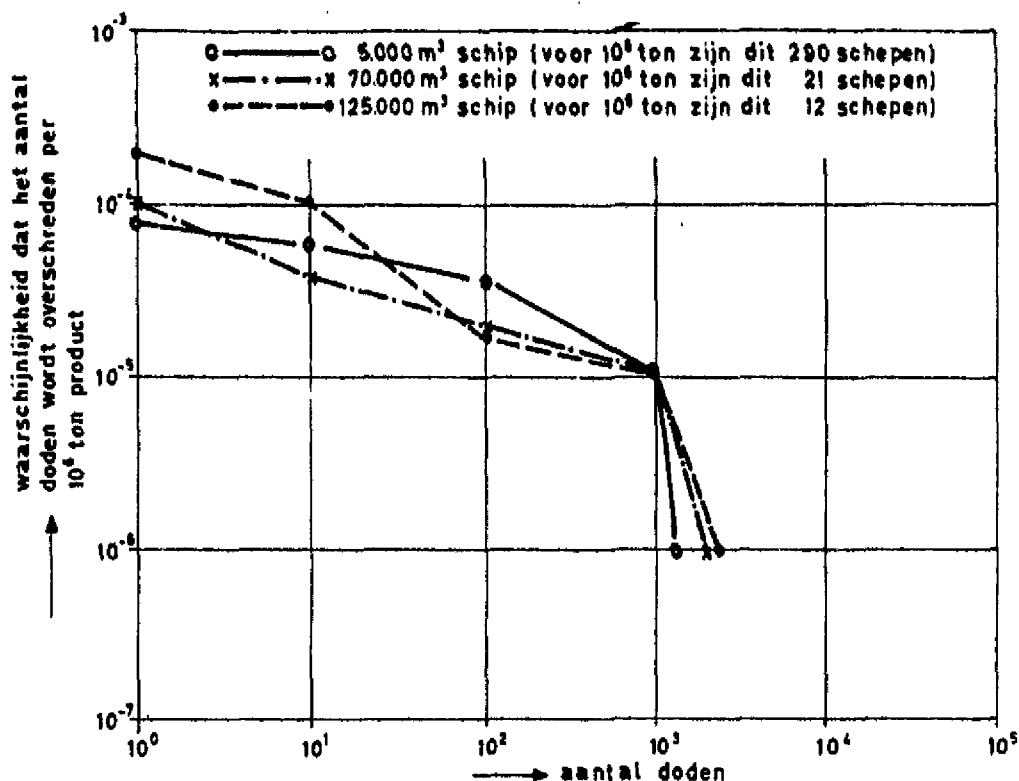
Verdieping Westerschelde

Programma 48'/43'

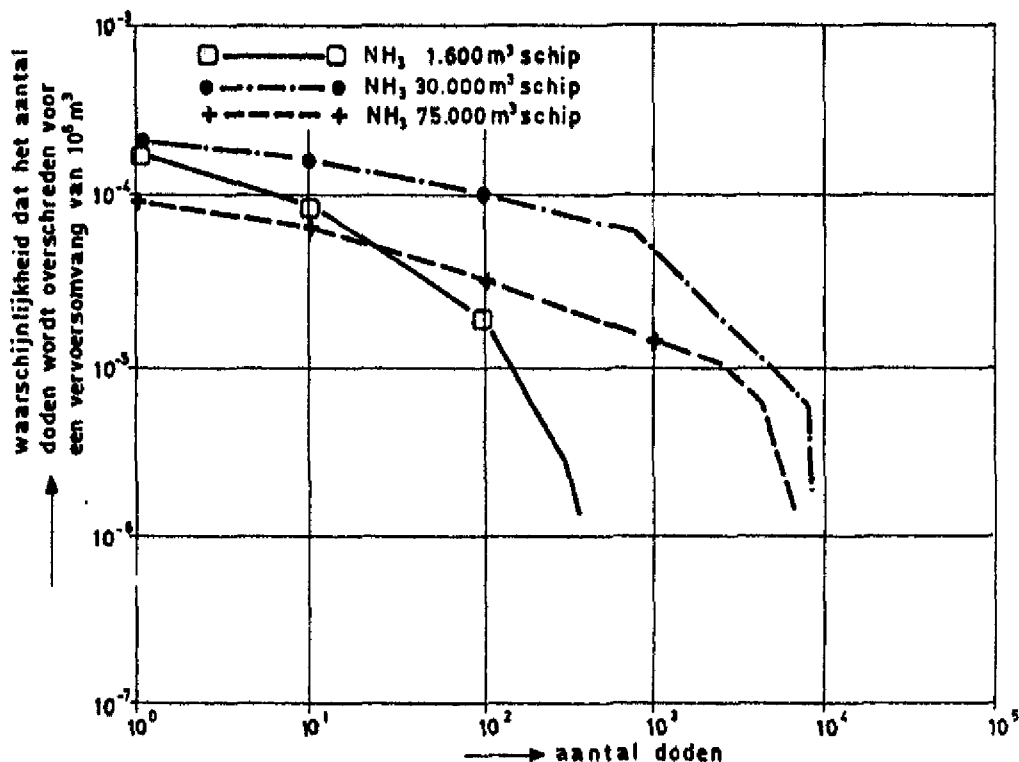
Studierapport STSC 6/84

bijlage 6.6.2

INVLOED VAN DE SCHEEPSGROOTTE OP DE RISICO'S VOOR DE BEVOLKING



Risico voor de omgeving ten gevolge van transport van LPG voor 3 voorbeeldschepen gebaseerd op een vervoersomvang van 10⁶ ton LPG per voorbeeldschip.



Risico voor de omgeving ten gevolge van transport van NH₃ voor de 3 voorbeeldschepen gebaseerd op de vervoersomvang van 10⁶ m³

Technische Scheldec commissie

Verdieping Westerschelde

Programma 48/43'

Studierapport STSC 6/84

bijlage 6.8.1.