

MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP
DEPARTEMENT LEEFMILIEU EN INFRASTRUCTUUR
ADMINISTRATIE WATERINFRASTRUCTUUR EN ZEEWEZEN
ANTWERPSE ZEEHAVENDIENST

BENEDEN ZEESCHELDE

Berekeningen op basis van het rapport

"Evaluatie van de hoeveelheid slib in de Beneden Zeeschelde"

dd. september 1993 van Dr. A.L. Bastin

AZ 93/06
December 1993

**Berekeningen op basis van het rapport
"Evaluatie van de hoeveelheid slib in de Beneden Zeeschelde"
dd. september 1993 van Dr. A.L. Bastin.**

I. SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN

In zijn in titel genoemd rapport (bijlage 1) besluit Dr. A. Bastin dat zich in de bodem van de Beneden Zeeschelde tussen de Belg./Ned. grens en de rede van Antwerpen ter hoogte van de Kennedytunnel volgende hoeveelheden slib bevinden die voor resuspensie in aanmerking komen (ref. tabel 29):

1986:	6,95 miljoen Ton DS
1964:	4,76 miljoen Ton DS
Verschil	2,19 miljoen Ton DS

In de periode 1964 - 1986 is de hoeveelheid slib in de bovenste meter van de bodem van de Beneden Zeeschelde en in de toegangsgeulen tot de zeesluizen, bijgevolg met ca. 100.000 Ton DS/jaar toegenomen.

II. BESPREKING VAN DE RESULTATEN

1. Berekeningsmethode

Ter bepaling van de hoeveelheid slib in de bodem van de Beneden Zeeschelde beschikte Dr. A. Bastin over volgende gegevens:

- lithologische kaarten van de Benden Zeeschelde 1964 en 1986;
- korrelanalyses van een ganse reeks bodemonsters uit 1964, 1986 en 1992.

Per kleurvlak van de lithologische kaarten, die een indicatie geven van de samenstelling van het bodemsediment, werd met behulp van de uitgevoerde korrelanalyses het gemiddelde slibgehalte bepaald. Aan de hand hiervan werd voor 1964 en voor 1986 vlak per vlak de hoeveelheid slib in de bovenste meter van de bodem berekend.

Hiertoe ontbrak echter een belangrijk gegeven, nl. de densiteit van de bodem in de vlak. Inderdaad, de planimetrie van de vlak geeft een volume en de korrelanalyses geven een gewichtsverhouding zand/slib. De overgang tussen gewicht en volume is de densiteit die echter niet gemeten is. De exacte bepaling van de sterk wisselende densiteit op zoveel plaatsen is echter een praktisch onmogelijke opdracht. Om deze reden werd volgende vereenvoudiging toegepast:

- Er wordt gesteld dat de gewichtsverhoudingen zand/slib bij benadering gelijk mogen gesteld worden aan de volumeverhoudingen.
- Door middel van een uitsluitingsredenering stelt Dr. Bastin verder dat de gemiddelde densiteit van het slib in de Scheldebodem ten hoogste gelijk is aan 1,45. Deze slibdensiteit is helemaal iets anders dan de bodemdensiteit. Dr. Bastin stelt dat zand en slib zich elk met een eigen densiteit in de bodem bevinden en dat de densiteit van het slib gelijk is aan 1,45 (d.i. de min of meer vloeibare fase waarin de zandkorrels zich bevinden). Indien er geen slib aanwezig zou zijn is dit het water (densiteit 1) in het porienvolume.
- De densiteit van het geconsolideerde slib in de toegangsgeulen van de zeesluizen is door middel van metingen genoegzaam bekend en kan gelijk gesteld worden aan gemiddeld 1,3.

Op basis van eerstgenoemde aanname wordt een volume slib in de Beneden Zeeschelde berekend waarna dat volume met behulp van de aangenomen densiteiten wordt omgezet in een gewichtshoeveelheid.

2. Variante berekeningsmethode

De berekeningsmethode van Dr. A. Bastin steunt op een aantal aannamen die hij als expert sedimentoloog aangewezen acht. Er zijn echter ook andere benaderingen mogelijk. Door ondergetekende werd zulk een tweede benadering van het probleem uitgevoerd teneinde de gevoeligheid van de resultaten aan de aannamen te toetsen. Deze variante berekeningsmethode gebeurt als volgt:

Per kleurvlak van de lithologische kaarten is een gewichtspercentage slib bepaald. ("C" uit de tabellen 1 t.e.m. 22 van Dr. A. Bastin). Aangenomen wordt dat de densiteit van de bodem functie is van dit slibgehalte. Er wordt aangenomen dat bij zuiver slib zoals in de toegangsgeulen ($C = 1$) de densiteit van de bodem gelijk is aan 1,3. Bij zuiver zand ($C = 0$) zoals kan gemeten worden in de bakken gebruikt bij de baggerwerken is de densiteit gelijk aan 1,9. Er wordt aangenomen dat er een lineair verband bestaat tussen dit slibgehalte en de densiteit: $d = (1,9 - 0,6 C)$. Nu kan per vlak, aan de hand van de gekende C-waarde de densiteit en het gewicht van de bovenste meter bodem bepaald worden en bijgevolg ook het aandeel slib daarin:

$$\text{Gewicht slib} = \text{oppervlak} \times C \times (d - 1) \times 1,625.$$

De rekenbladen van deze berekening zijn bijgevoegd in bijlage 2.

Deze bewerking resulteert in volgende slibhoeveelheden in de Scheldebodem excl. toegangsgeulen sluizen (in miljoen Ton DS slib)

	Berekening Bastin	Variante berekening
1986	6,03	7,31
1964	4,76	6,01

De variante berekening geeft enigszins hogere, doch niet al te sterk afwijkende slibhoeveelheden aan. Inclusief het slib in de toegangsgeulen, waarvoor de hoeveelheden van Dr. A. Bastin worden aangenomen, worden de resultaten (in miljoen Ton DS slib).

	Berekening Bastin	Variante berekening
1986	6,95	8,24
1964	4,76	6,01
Verschil	2,19	2,23

Het blijkt dat de toename van de slibhoeveelheid in de Beneden Zeeschelde tussen 1964 en 1986 voor beide berekeningsmethoden hetzelfde is.

3. Bespreking

Door middel van twee, op verschillende aannamen gesteunde, berekeningsmethoden, werd de hoeveelheid slib in de Beneden Zeeschelde bepaald. Deze hoeveelheid kan geraamd worden op 7 tot 8 miljoen Ton DS slib in 1986 en 5 tot 6 miljoen Ton DS slib in 1964.

De toename van de hoeveelheid slib tussen 1964 en 1986 is voor beide berekeningsmethoden gelijk en bedraagt ca. 2,2 miljoen Ton DS, hetzij ca. 100.000 ton DS per jaar. In deze periode is de totale hoeveelheid slib in de bovenste meter van de bodem van de Beneden Zeeschelde en in de toegangsgeulen tot de sluizen bijgevolg toegenomen met 40 tot 50 %.

Een belangrijke opmerking die hier op zijn plaats is, is het feit dat de Beneden Zeeschelde tussen 1964 en 1986 aanzienlijk verruimd is. Het zijn bijgevolg niet dezelfde twee bodems die met elkaar vergeleken worden. Deze van 1986 ligt gemiddeld lager dan deze van 1964. Er zijn echter weinig gegevens over de slibgehalten en -hoeveelheden in de diepere lagen van de bodem van de Beneden Zeeschelde beschikbaar. De ervaring met de uitgevoerde baggerwerken nochtans leert dat het slibgehalte in de zandpakketten hier veel lager was en dat sterk gemengde zand/slib lagen bij de verdieping niet werden aangetroffen.

De sterke menging van zand en slib zoals uit de studie Bastin en uit de onderhoudsbaggerwerken blijkt is dan ook waarschijnlijk slechts een fenomeen van de bovenste bodemlaag. De dikte van deze laag werd in de studie arbitrair gelijkgesteld aan 1 m.

In deze redenering zakt het grote slibgehalte gewoon met de bodem mee wanneer deze zakt bij een verruiming. Het is bijgevolg toegelaten de hoeveelheden slib in de bodems van 1964 en 1986 met elkaar te vergelijken, zeker als gesproken wordt over "hoeveelheden slib die voor resuspensie in aanmerking komen".

III. NADER ONDERZOEK VAN DE HOEEVEELHEDEN SLIB PER ZONE OF GRONDSOORT

De berekeningen van bijlage 2 laten toe om per grondsoort de hoeveelheden slib in de Scheldebodem na te gaan.

Volgende cijfers komen naar voren (in miljoen Ton DS):

	1986	1964
- blauw: los slib	2,10	1,80
- groen: harder sediment - klei	0,26	0,41
- oranje: zand met slib	1,35	1,17
- geel: zand	0,52	0,46
- slik: tussen kleurvlekken en GLLWS + 4,5 m lijn	3,07	2,16
- toegangsgeulen sluizen:	0,92	
	8,22	6,00

Uit deze tabel blijkt dat bijna 40 % van het slib in de Beneden Zeeschelde (ca. 3 miljoen Ton DS in 1986) te vinden is in de "slikken". De vraag stelt zich of dit slib voor resuspensie in aanmerking komt.

Voor de rede van Antwerpen, vakken 1 t.e.m. 3, komen verder veel blauwe vlekken voor in de lithologische kaart. Deze vlekken worden gecatalogeerd als "los slib". De vraag stelt zich of dit wel een laag los slib van 1 m dik is. Inderdaad, de ervaring leert dat de bodem aldaar bestaat uit harde klei met een laagje slib er boven op. Of dit sliblaagje echter een meter dik is valt sterk te betwijfelen. Dit cijfer is waarschijnlijk dan ook overdreven. Ook voor andere plaatsen kan dezelfde opmerking gemaakt worden. Het hogergenoemde cijfer van 7 à 8 miljoen Ton DS slib in de Scheldebodem dient dan ook met de nodige voorzichtigheid gebruikt te worden.

Het grootste verschil tussen 1964 en 1986 is te vinden in enerzijds de toegangsgeulen van de zeesluizen alsook in de toename van de hoeveelheid slib in de "slikken". De toename van de slibhoeveelheid in de toegangsgeulen is duidelijk gezien dit preferentiele aanslibbingszones zijn en er in de periode 1964-1986 twee grote toegangsgeulen werden bijgebouwd. De toename van de hoeveelheid slib in de "slikken" is echter te wijten aan de toename van de totale berekende oppervlakte van de slikken tussen 1964 en 1986: van 424 ha naar 602 ha (cfr. bijlage 2a en 2b).

De totale oppervlakte van de Beneden Zeeschelde tussen de G.L.L.W.S. + 4,5 m lijnen is echter gelijk gebleven op 86 ha na die verklaard worden door de aanleg van de toegangsgeulen van Zandvliet- en Kallosluis en de haven van de N.V. Dredging International. Het is duidelijk dat in 1964 tot dicht tegen de oever werd gemeten dan in 1986.

Het slibgehalte in de "slikken" is echter veel hoger dan dat in de gele en de groene vlekken die over zeer grote afstanden grenzen aan de "slikken". Enige correctie is hier dan ook op zijn plaats. In de limiet kan gesteld worden dat de oppervlakte van de "slikken" in 1964 en 1986

constant gebleven is en het verschil vervangen door groene vlekken (vergelijk de oppervlakte van de groene vlekken in 1964 en 1986). In dit geval zit er in 1986 0,76 miljoen Ton DS slib minder in de Beneden Zeeschelde dan hoger berekend. Het verschil tussen 1964 en 1986 wordt dan ca. 1,45 miljoen Ton DS, hetzij ca. 66.000 Ton DS/jaar. Het grootste deel hiervan bevindt zich in de toegangsgeulen van de grote zeesluizen.

De waarheid zal zich hoogst waarschijnlijk bevinden tussen de hier berekende cijfers en de hogergenoemde

Voor de som van de overige kleurvlekken is het verschil tussen 1964 en 1986 veel kleiner: in totaal 4,23 miljoen Ton DS in 1986 tegen 3,84 miljoen ton DS in 1964, of een verschil van ca. 400.000 Ton.

Nochtans werd bij de uitgevoerde onderhoudsbaggerwerken ondervonden dat tussen 1964 en 1986 het slibgehalte op de drempels in deze periode gevoelig was toegenomen.

Het zijn echter voornamelijk drempels die in deze periode verdiept zijn wat gepaard gaat met stroomsnelheidsvermindering en grotere sedimentatie. In totaal beslaan zij slechts een miniem percentage van de totale oppervlakte van de Beneden Zeeschelde. Er moet bijgevolg besloten worden dat de lichte toename van 400.000 Ton DS slib in de Scheldebodem zich geconcentreerd heeft op voornamelijk de drempels.

IV. DE JAARLIJKSE TOENAME VAN DE HOEEVEELHEID SLIB IN DE BENEDEN ZEESCHELDE.

Zoals in de studie Bastin aangetoond, is in de periode 1964 - 1986 de hoeveelheid slib in de Beneden Zeeschelde aangegroeid met ca. 2,2 miljoen Ton DS. In deze periode is echter ook een grote hoeveelheid slib door middel van baggerwerken uit de Beneden Zeeschelde verwijderd, en is anderzijds een grote hoeveelheid slib vanuit de haven van Antwerpen terug in de Beneden Zeeschelde gestort¹. Om een idee te krijgen van de natuurlijke processen die zich afspelen moet hier rekening mee worden gehouden. Een poging hiertoe wordt hierna ondernomen.

Op basis van de statistieken van de baggerwerken kan de hoeveelheid slib die door baggerwerken uit de Beneden Zeeschelde werd verwijderd bepaald worden. De bijlage 3 a en b geven de uitgevoerde berekeningen weer.

In totaal werden volgende hoeveelheden slib door middel van baggeren uit de Beneden Zeeschelde verwijderd:

Via de sluizen migreren voortdurend grote hoeveelheden slib vanuit de Beneden Zeeschelde naar de havendokken achter de sluizen. Dit slib zet zich in de dokken af en dient er te worden weggebaggerd. Dit slib werd vroeger voor een groot deel terug in de Beneden Zeeschelde gestort. Deze praktijk is echter sedert 1991 volledig gestopt.

1965-1986:	4,20 miljoen Ton DS
1987-1993:	1,70 miljoen Ton DS

Vanuit de haven van Antwerpen werden in het verleden grote hoeveelheden gebaggerd slib terug in de Beneden Zeeschelde gestort. Door de Technische Dienst van de Haven van Antwerpen werden hiervoor de cijfers van bijlage 4 in m³ opgegeven.

Omgerekend naar tonnen droge stof vertegenwoordigt dit:

1965-1986:	2,30 miljoen Ton DS
1987-1993:	0,04 miljoen Ton DS

Samengevat kan voor de periode 1964-1986 volgende slibbalans worden opgesteld:

Uit d.m.v. baggerwerk:	4,2 miljoen Ton
In vanuit de haven:	2,3 miljoen Ton
resterend uit:	1,9 miljoen Ton

Om de natuurlijke aanslibbing van de Beneden Zeeschelde te kennen moet zeker de hoeveelheid slib die door baggerwerken uit de Beneden Zeeschelde werd verwijderd bij de 2,2 miljoen Ton DS stof die uit de studie Bastin volgt gevoegd worden. Of de hoeveelheid slib die vanuit de haven in de Beneden Zeeschelde werd gestort er volledig moet vanafgetrokken worden is een andere vraag. Inderdaad, het is helemaal niet zeker dat dit slib ook volledig in de Beneden Zeeschelde afgezet is. Hoogstwaarschijnlijk is een gedeelte in de Beneden Zeeschelde afgezet en een ander gedeelte in de waterfase gebleven. Dit betekent dat in de periode 1965-1986 in totaal tussen $2,2 + 1,9 = 4,1$ en $2,2 + 4,2 = 6,4$ miljoen Ton DS slib is afgezet in de Beneden Zeeschelde, hetzij tussen 185.000 en 290.000 Ton DS slib/jaar.

Met zekerheid kan evenwel gesteld worden dat een groot gedeelte van het slib dat vanuit de haven in de Beneden Zeeschelde is gestort niet in de Beneden Zeeschelde is afgezet. Nemen we hiervoor minimaal 50 %. Dan betekent dit dat het minimum cijfer van 185.000 Ton DS slib/jaar zeker mag verhoogd worden tot 235.000 Ton DS slib/jaar. De totale natuurlijke slibafzetting in de Beneden Zeeschelde is dan begrepen tussen 235.000 en 290.000 Ton DS/jaar.

Indien echter rekening wordt gehouden met het gestelde in hoofdstuk III in verband met de oppervlakte van de "slikken" moet dit cijfer gereduceerd worden met 0,76 miljoen Ton DS in 22 jaar, hetzij met 35.000 Ton/jaar. Dit brengt de totale natuurlijke slibafzetting in de Beneden Zeeschelde op een cijfer tussen 200.000 en 250.000 Ton DS/jaar.

In de bovenstaande poging tot raming van de natuurlijke afzetting van slib in de Beneden Zeeschelde komt noch de jaarlijkse op- en afwaartse toevoer van slib, noch het slib dat tijdens de verruiming van de Beneden Zeeschelde is vrijgekomen voor. Deze beide hoeveelheden slib bevonden zich reeds in suspensie of werden door baggeren in resuspensie gebracht en een gedeelte hiervan is terug bezonken. Samen met het gedeelte slib uit de haven dat toch in de Beneden Zeeschelde is afgezet, is dit de berekende jaarlijkse aangroei van 200.000 à 250.000 Ton. Een ander gedeelte is via de sluizen in de haven van Antwerpen gedrongen en mogelijk is

ook een gedeelte over de Belg./Ned. grens naar afwaarts getransporteerd. Hoeveel dit is zal moeten blijken uit de slibbalans van de haven van Antwerpen die thans in voorbereiding is.

V. EXTRAPOLATIE NAAR 1993

Zoals uit de bijlagen 3 blijkt is in de periode 1987-1993 nog heel wat slib uit de Beneden Zeeschelde verwijderd. Tevens werd een raming gemaakt van de natuurlijke toename van de hoeveelheid slib in de Beneden Zeeschelde. Het is bijgevolg mogelijk de toestand 1986 te extrapoleren naar 1993:

- hoeveelheid slib in de Beneden Zeeschelde in 1986:	7 tot 8 miljoen Ton DS
- toename in 7 jaar à 0,2 tot 0,25 miljoen Ton/jaar:	1,4 tot 1,75 miljoen Ton DS
- door baggeren verwijderde hoeveelheid slib (bijlagen 2 en 3):	1,7 miljoen Ton DS
Blijft in de Beneden Zeeschelde aanwezig in 1993:	6,7 tot 8,0 miljoen Ton DS

Het blijkt dat tussen 1986 en 1993 de hoeveelheid slib in de Beneden Zeeschelde kwasi ongewijzigd is gebleven. Het is dankzij het volledig stopzetten van de slibstortingen vanuit de haven van Antwerpen en de grote inspanningen die sedert 1991 werden geleverd met het bergen van slib in cellen van de Waaslandhaven dat aan de trend van een toenemende slibhoeveelheid in de Beneden Zeeschelde een einde werd gesteld.

VI. ALGEMEEN BESLUIT

1. Door Dr. A.L. Bastin werd op basis van de lithologische kaarten van de Beneden Zeeschelde van 1964 en 1986 een schatting gemaakt van de hoeveelheid slib die zich in de bovenste meter van de bodem van de Beneden Zeeschelde en in de toegangseulen tot de Zeesluizen bevindt.
Deze hoeveelheid wordt geraamd op
5 tot 6 miljoen Ton DS slib in 1964
7 tot 8 miljoen Ton DS slib in 1986.
2. De jaarlijkse natuurlijke aangroei van de slibhoeveelheid in de Beneden Zeeschelde tussen 1964 en 1986 rekening gehouden met de baggerwerken kan geraamd worden op 200.000 à 250.000 Ton DS/jaar.
3. Uit extrapolaties blijkt dat de totale hoeveelheid slib in de Beneden Zeeschelde in 1993 6,7 à 8 miljoen Ton DS bedraagt.
4. Een zeer groot gedeelte van deze slibhoeveelheid bevindt zich in de slikken (min. 2 miljoen Ton DS).
5. De hoeveelheid slib in de Scheldebodem beneden de laag waterlijn is in de periode 1964-

1986 slechts weinig aangegroeid. De totale aangroei ca. 400.000 Ton DS heeft zich waarschijnlijk geconcentreerd op de drempels.

6. Een grote hoeveelheid slib wordt gestockeerd in de toegangsgeulen tot de grote Zeesluizen die tussen 1964 en nu gebouwd werden. De grootste hoeveelheid hinderlijk slib is aldaar te vinden.
7. Zich tot doel stellen de volledige hoeveelheid slib van 6,7 à 8 miljoen Ton DS uit de Schelde te verwijderen is een onmogelijke opdracht, die een volledig uitwassen van de bodem inclusief de slikken zou veronderstellen. Zoiets is niet alleen onmogelijk, doch tevens ongewenst. Een terugkeer naar de toestand van 1964, die toen als helemaal niet hinderlijk werd ervaren is een veel realistischer doelstelling.
8. Met de aanname dat de jaarlijkse toename van de hoeveelheid slib in de Beneden Zeeschelde 200.000 à 250.000 Ton DS bedraagt en de wetenschap dat het slib zich bij voorkeur in de toegangsgeulen tot de zeesluizen afzet kan met een jaarlijkse ruiming van ca. 250.000 Ton DS slib uit de toegangsgeulen van de zeesluizen een min of meer stabiele toestand gecreëerd worden. Het is zeer waarschijnlijk dat dit op termijn ook tot een vermindering van het slibgehalte op de drempels zal leiden. Dit betekent echter dat de totale aanslibbing van de toegangsgeulen dan ook groter zal zijn dan 250.000 Ton DS/jaar en dat jaarlijks ook meer dan 250.000 Ton DS slib zal moeten gebaggerd worden.

Antwerpen, 20 december 1993.

De e.a. ir. Hoofd van Dienst,

ir. J. Claessens.

**Bepaling hoeveelheid slib in de Beneden-Zeeschelde op basis
van de lithologische kaarten van Dr. A. Bastin.**

Variante Berekeningsmethode

jaartal : 1986

bijlage 2 a

Vak	Cm ² Blauw	% C	Slib Ton	Cm ² Groen	% C	Slib Ton	Cm ² Oranje	% C	Slib Ton	Cm ² Geel	% C	Slib Ton	Cm ² Slik	% C	Slib Ton	Totaal Ton
1	100.7	0.75	138069	57.5	0.05	10161	31.1	0.09	9620	26.2	0.06	5518	77.3	0.61	102293	265661
2	120.6	0.52	149803	75.2	0.05	13289	43.3	0.09	13394	6.1	0.06	1285	106.7	0.4	114436	292206
3	32.4	0.64	43468	60.5	0.05	10691	27.1	0.17	14935	26	0.06	5476	66.1	0.72	90484	165055
4	2.9	0.64	3891	72	0.05	12724	19.8	0.17	10912	56	0.06	11794	51.6	0.72	70635	109955
5	4.9	0.64	6574	78.2	0.05	13819	11.1	0.3	9740	71.1	0.06	14974	69.2	0.72	94728	139835
6	5.3	0.66	7162	181.5	0.05	32074	4.6	0.12	1857	37.3	0.06	7855	104.7	0.5	127603	176552
7	53.6	0.56	68774	166.7	0.05	29459	8.7	0.13	3777	30.1	0.06	6339	63.1	0.5	76903	185252
8	54.8	0.73	75083	75.9	0.05	13413	25	0.36	25009	77.3	0.06	16279	72	0.71	98438	228222
9	84.3	0.71	115254	95.5	0.05	16877	56.5	0.75	77467	95.7	0.06	20154	162.1	0.79	221622	451374
10	140.5	0.71	192091	71.5	0.05	12635	117.9	0.75	161652	28.2	0.06	5939	128.1	0.79	175138	547455
11	116.9	0.6	153870	42.1	0.05	7440	113	0.26	88801	32.8	0.06	6908	72.8	0.7	99372	356390
12	104.3	0.87	139344	62.3	0.05	11010	95.2	0.16	49752	48.5	0.06	10214	96.7	0.65	130228	340547
13	23.8	0.74	32626	20.8	0.05	3676	39.3	0.53	49248	4.9	0.06	1032	48.8	0.74	66897	153479
14	79.6	0.74	109120	59.5	0.05	10515	113.1	0.53	141728	35.3	0.06	7434	86.5	0.74	118579	387375
15	72.1	0.62	95886	40.8	0.05	7210	65.8	0.63	87908	131.8	0.06	27757	99.9	0.45	115057	333818
16	40.2	0.65	54138	51.9	0.05	9172	60.8	0.59	79569	109.7	0.06	23103	85.1	0.49	102658	268639
17	105.3	0.65	141809	119.4	0.05	21100	91.3	0.47	107733	54.7	0.06	11520	89.2	0.52	110800	392963
18	78.6	0.88	104530	50	0.05	8836	59	0.59	77213	202.2	0.06	42583	137.8	0.5	167944	401106
19	66.3	0.81	90322	35.9	0.05	6344	65.6	0.3	57564	271.3	0.06	57136	143.5	0.5	174891	386256
20	40.3	0.81	54901	29.8	0.05	5266	84.2	0.3	73886	428.5	0.06	90242	206.4	0.5	251550	475845
21	165.6	0.63	221241	27.3	0.05	4824	134.5	0.3	118024	485.3	0.06	102204	162.6	0.7	221949	668242
22	80.6	0.6	106090	21.8	0.05	3852	99.9	0.33	94018	209	0.06	44015	278.7	0.5	339666	587641
som	slib (ton)= 2104045			slib (ton)= 264389			slib (ton)= 1353804			slib (ton)= 519761			slib (ton)= 3071868			totaal slib 7313868
som	opp. (ha) = 393.4			opp. (ha) = 374.0			opp. (ha) = 341.7			opp. (ha) = 617.0			opp. (ha) = 602.2			totaal opp 2328

$$\text{Slib (ton)} = \text{opp}(\text{cm}^2) * 2500 * C * (0.9 - 0.6 * C) * 1.625$$

$$\text{Opp (ha)} = \text{opp}(\text{cm}^2) * 0.25$$

**Bepaling hoeveelheid slib in de Beneden-Zeeschelde op basis
van de lithologische kaarten van Dr. A. Bastin.**

bijlage 2 b

Variante Berekeningsmethode

jaartal : 1964

Vak	Cm ² Blauw	% C	Slib Ton	Cm ² Groen	% C	Slib Ton	Cm ² Oranje	% C	Slib Ton	Cm ² Geel	% C	Slib Ton	Cm ² Slik	% C	Slib Ton	Totaal Ton
1	98.9	0.61	130876	105	0.05	18555	68.1	0.07	16616			0	20.8	0.61	27525	193573
2	131.7	0.7	179771	112.7	0.05	19916	43.6	0.12	17599	2.6	0.06	548	61.2	0.4	65637	283470
3	28.4	0.9	37382	52.7	0.05	9313	33.5	0.09	10362	29.7	0.06	6255	67.8	0.72	92811	156123
4	45.6	0.9	60021	60	0.05	10603	25.4	0.09	7857	26.6	0.06	5602	44.7	0.72	61190	145273
5	12.8	0.9	16848	93.3	0.05	16488	22.1	0.3	19393	60	0.06	12636	46.3	0.72	63380	128745
6	78.1	0.9	102799	149.4	0.05	26402	29.9	0.3	26237	13.3	0.06	2801	62.7	0.5	76416	234655
7	71.9	0.85	96829	116.4	0.05	20570	47.4	0.38	49173	48.4	0.06	10193	38.1	0.5	46434	223199
8	61.6	0.85	82958	79.8	0.05	14102	32.2	0.38	33404	43.8	0.06	9224	87.6	0.5	106763	246451
9	45.3	0.85	61006	132.5	0.05	23415	67.9	0.38	70439	100.4	0.06	21144	63.2	0.5	77025	253030
10	83.7	0.91	109538	109.4	0.05	19333	52.4	0.15	25864	57.6	0.06	12131	46.9	0.7	64019	230884
11	18.8	0.62	25002	102.9	0.05	18184	44.6	0.15	22014	130.4	0.06	27462	80.9	0.7	110429	203092
12	52.4	0.6	68972	62.6	0.05	11063	64.3	0.15	31738	72.3	0.06	15226	155.4	0.67	210644	337642
13	59.5	0.6	78317	14.3	0.05	2527	14.1	0.15	6960	8.5	0.06	1790	41.2	0.67	55846	145440
14	120.9	0.6	159135	87.1	0.05	15392	32	0.15	15795	45.5	0.06	9582	88.5	0.67	119961	319865
15	22.2	0.6	29221	83.4	0.05	14738	96	0.46	111946	122.1	0.06	25714	86.7	0.65	116761	298379
16	12	0.6	15795	118.7	0.05	20977	93.7	0.46	109264	77	0.06	16216	46.3	0.6	60942	223194
17	155.3	0.58	201991	174	0.05	30749	53.6	0.46	62503	4	0.06	842	73	0.6	96086	392172
18	96.7	0.55	123157	214.3	0.05	37871	68.3	0.44	77647	15.7	0.06	3306	132.6	0.5	161606	403587
19	46.6	0.77	63848	142.2	0.05	25129	107	0.3	93893	207.5	0.06	43700	53.4	0.5	65081	291650
20	68	0.77	93168	150.2	0.05	26543	37.4	0.3	32819	417	0.06	87820	115.8	0.5	141131	381481
21	25	0.6	32906	105.7	0.05	18679	139.4	0.33	131192	428.8	0.06	90305	149	0.5	181594	454676
22	24.1	0.6	31722	54.1	0.05	9560	223.2	0.3	195858	285.4	0.06	60105	133.4	0.5	162581	459827
som	slib (ton)=		1801259	slib (ton)=		410111	slib (ton)=		1168572	slib (ton)=		462604	slib (ton)=		2163862	totaal slib 6006408
som	opp. (ha) =		339.9	opp. (ha) =		580.2	opp. (ha) =		349.0	opp. (ha) =		549.2	opp. (ha) =		423.9	totaal opp 2242

$$\text{Slib (ton)} = \text{opp}(\text{cm}^2) * 2500 * C * (0.9 - 0.6 * C) * 1.625$$

$$\text{Opp (ha)} = \text{opp}(\text{cm}^2) * 0.25$$

Opspuitingen met zand uit de Beneden Zeeschelde - periode 1965-1986

1) Opspuitingen met pramen (zand wordt uitgewassen)

1965-1970: 21.554.200,- m³

1971-1980: 21.725.414,- m³

43.279.614,- m³

Stel slibgehalte 2% $\rightarrow d = 1,9 - 0,6 \cdot C = 1,888$

Hoeveelheid slib: 1,25 miljoen Ton

2) Opspuitingen met zelfleegzuigende hopperzuigers (zand wordt praktisch niet uitgewassen)

1981-1986: 3.285.306,- m³

Stil slibgehalte 6 % $\rightarrow d = 1,9 - 0,6 \cdot C = 1,864$

Hoeveelheid slib: 0,28 miljoen Ton

Totaal 1965 - 1986 : 1,53 miljoen Ton

Opspuitingen met zand uit de Beneden Zeeschelde - periode 1987-1993

Opspuitingen met zelfleegzuigende hopperzuiger (zand wordt praktisch niet uitgewassen):

1987-1993 (nu) 4.102.718 m³

Stil slibgehalte 6 % $\rightarrow d = 1,9 - 0,6 \cdot C = 1,864$

Totaal 1987 - 1993: 0,35 miljoen Ton.

Met zandwinningen en vergunningen voor commerciële zandwinningen werd geen rekening gehouden wegens de grote diepte waarop gebaggerd wordt en het grondig uitwassen van de specie.

Gegevens: statistieken baggerwerken.

Opspuitingen met slib uit de Beneden Zeeschelde - periode 1965 - 1986

1) 1965 - 1980

Uit Toegangsgeul Zandvlietsluis:	1.157.993,- m ³
In Borgerweert (Blokkeerdijk)	1.210.980,- m ³
	2.368.973,- m ³

Stel zuiver slib → d = 1,3

Hoeveelheid slib: 1,15 miljoen Ton

2) 1981-1986

Uit Toegangsgeul Kallosluis	393.885 m ³ V'
Uit drempels met d < 1,6	
stel 50 % slib (cfr. Lillo)	1.079.435 m ³ V' . 0,5
	= 539.717 m ³ V' slib
	933.602 m ³ V' slib

Deze volumes zijn uitgedrukt in V' wat betekent dat ze herleid zijn naar een densiteit 2.
Hoeveelheid slib: 1,52 miljoen Ton

Totaal 1965 - 1986: 2,67 miljoen Ton

Opspuitingen met slib uit de Beneden Zeeschelde - periode 1987 - 1993

Toegangsgeul Kallo-, Zandvliet- en Berendrechtlsuis	340.000 m ³ V'
	+ 550.000 Ton DS
drempels met d < 1,6	305.551 m ³ V' . 0,5
stel 50 % slib (cfr. Lillo)	152.776 m ³ V' slib
	492.776 m ³ V'

V' heeft densiteit 2

Totaal 1987 - 1993: 1,35 miljoen Ton

Gegevens: statistieken baggerwerken

Slib vanuit de haven van Antwerpen gestort in de Beneden Zeeschelde

- 1) ⁶
Periode 19~~85~~⁸⁶-1986: 7.072.345 m³
stel densiteit = 1,2 gezien deze hoeveelheid gemeten is in beun van baggerpramen
Hoeveelheid slib: 2,30 miljoen Ton
- 2) Periode 1987-1990: 123.950 m³
stel densiteit = 1,2
Hoeveelheid slib: 0,04 miljoen Ton
- 3) Periode na 1990
Vanaf 1991 tot heden werd geen slib meer vanuit de haven in de Schelde gestort.

Gegevens: statistieken baggerwerken