

7693

Landbouwkundig Laboratorium
Borgerhout

BIJLICHTEK

MINISTERIE VAN LANDBOUW

Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek

Rijkscentrum voor Landbouwkundig Onderzoek - Gent

Rijksstation voor Zeevisserij - Oostende

Directeur : Dr. P. HOVART

0307 012 9398



212546

Ekotoxiciteitsstudie op baggerspecie

uit de Beneden-Zeeschelde

W. VYNCKE

M. BAETEMAN

Rapport 1/90/TOX

Januari 1990

1. Inleiding.

In het kader van de verwijdering van baggerspecie uit het Belgisch gedeelte van de Beneden-Zeeschelde is één van de alternatieven die door het Ministerie van Openbare Werken overwogen wordt, het dumpen in zee. Momenteel wordt de specie hetzij in de Schelde zelf, hetzij aan land gestort.

In de Beneden-Zeeschelde zijn er vijf lokaties waar regelmatig gebaggerd wordt (fig.1). Van afwaarts naar opwaarts zijn dit de drempels van Zandvliet, Frederik, Lillo, De Parel en Krankeloon. Uit meerdere chemische analyses, uitgevoerd in het verleden, kan afgeleid worden dat de drempel van Lillo het meest verontreinigd is en de drempel van Krankeloon het minst. De drempel van Frederik kan als mediaan worden aanzien.

Voor het storten van baggermateriaal in zee gelden in België de wettelijke bepalingen voorzien door de Konventie van Oslo (Wet van 8 februari 1978). Ten einde de impakt van een dergelijke storting op het milieu te kunnen evalueren, heeft de Oslo-Kommissie richtlijnen uitgewerkt ("Oslo Commission Guidelines for the Disposal of Dredged Material"), die o.m. chemische en biologische proeven omvatten.

Het doel van de biologische proeven bestaat erin te evalueren of de eliminatie van baggerspecie in zee ongewenste effecten kan veroorzaken. Meer bepaald moet worden gezocht naar de acuut- of chronisch toxische effecten voor de mariene organismen zelf en naar de eventuele nefaste gevolgen voor de gezondheid van de mens door het al of niet akkumuleren van toxische bestanddelen in biota en in het bijzonder in de eetbare soorten.

Er werd besloten het ekotoxiciteitsonderzoek stapsgewijze uit te voeren en de resultaten van iedere fase af te wachten vooraleer het proefplan voor de volgende fase vast te leggen. Uiteindelijk werden drie fazen uitgewerkt :

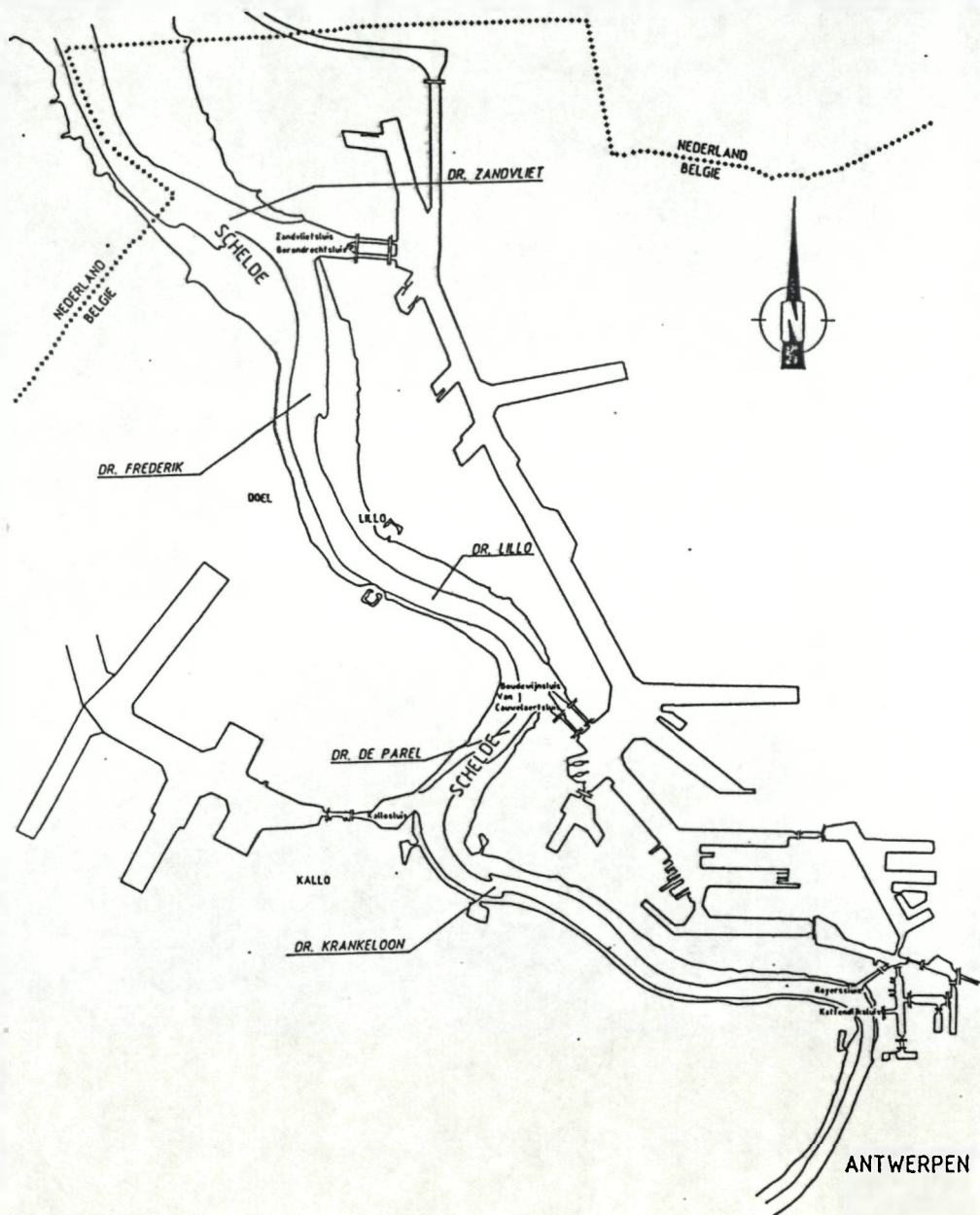


Fig. 1. De vijf drempels van de Beneden-Zeeschelde waar gebaggerd wordt.

1. Akut toxiciteitsonderzoek op garnalen, schol, mosselen, een ééncellige wier (Dunaliella), en een ééncellig raderdiertje (Brachionus) (drempel van Frederik).
2. Akut toxiciteitsonderzoek op Brachionus (drempels van Krankeloon, De Parel, Zandvliet en Lillo).
- 3.a. Ekotoxiciteitsonderzoek op Brachionus na zwak zure extraktie.
- b. Subletaal toxiciteitsonderzoek op mosselen en akkumulatietesten van zware metalen (drempels van Federik, Krankeloon, De Parel, Zandvliet, Lillo).

Door het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie werden op de gebruikte specie chemische analyses (zware metalen en microverontreinigingen) uitgevoerd (zie bijlage 1). Het Rijksinstituut voor grondmechanica heeft de korrelsamenstelling alsmede de gehalten aan humus en aan kalk bepaald (zie bijlage 2).

2. 1e Faze : Akut toxiciteitsonderzoek op schol, garnalen, mosselen, Dunaliella en Brachionus (drempel van Frederik).
-

2.1. Experimentele methodiek.

De testorganismen waren 0-jarige schol (Pleuronectes platessa), volwassen garnalen (Crangon crangon) en volwassen mosselen (Mytilus edulis), resp. representatieve species voor platvissen, schaaldieren en weekdieren, d.w.z. organismen die in Belgische kustwateren veelvuldig voorkomen. De eerste twee soorten zijn daarenboven van groot commercieel belang.

Mosselen worden niet gekweekt op commerciële schaal langsheen de Belgische kust, doch het zijn "filterfeeders" waardoor het

uitstekende proefdieren zijn, vooral voor het uittesten van vast baggermateriaal.

Het evaluatiekriterium bij akute toxiciteitstesten is de dood van het testorganisme.

Teneinde het effect van de baggerspecie op de meer gevoelige schakels uit de voedselketen, nl. het plankton te kunnen evalueren, werden groeïnhibitietesten uitgevoerd op een ééncellige wier nl. *Dunaliella viridis* (phytoplankton). Het criterium dat hier wordt gehanteerd is de groeiremming.

Tevens werd een ééncellige rotifeer, nl. *Brachionus plicatilis* (zöoplankton) die eveneens een belangrijke schakel in de voedselketen van de vissen uitmaakt, in het onderzoek betrokken. Hier werd eveneens de mortaliteit als evaluatiekriterium gebruikt.

2.1.1. Vissen, schaal -en weekdieren.

Schol en garnalen werden in het strandwater met een klein sleepnet gevangen. Mosselen werden op strandhoofden te Bredene geplukt.

Alle organismen werden minimum twee weken in akwarium gehouden vóór het begin van de proeven.

De toxiciteitsproeven werden uitgevoerd in een semi-statisch systeem, waarbij het testmedium, zeewater met een gegeven concentratie aan pollutant, om de 24 uur werd vernieuwd.

Twintig dieren werden per concentratie in 20 l medium uitgetest.

Voor de proeven die de 10 dagen niet overschreden, werden de testorganismen niet gevoederd.

De testoplossingen werden aangemaakt met syntetisch zeewater (28 - 32 % saliniteit) en de temperatuur werd konstant op 14° C ($\pm 0,5^\circ$ C) gehouden.

Bij elke vernieuwing van het testmedium werden de fysiko-chemische parameters gecontroleerd. Zuurtegraad (normale pH van het zeewater, nl. $8,1 \pm 0,2$) en zuurstofgehalte (de verzadigingswaarde benaderend, doch niet beneden 70 à 80 % van deze waarde) werden zo konstant mogelijk gehouden.

Om de 24 u werd het aantal organismen genoteerd en werden de dode individuen verwijderd.

Bij het uitvoeren van toxiciteitsproeven werd steeds gestart met een 24-uren durende "screening-test". Aan de hand van deze test werd een grove schatting van de toxiciteit van het polluant, de baggerspecie, bekomen. Daarna volgde de eigenlijke test met een meer uitgebreide concentratiereeks.

2.1.2. Phytoplankton (*Dunaliella*).

De baggerspecie (1 kg) werd voorafgaandelijk met 5 l syntetisch zeewater gedurende 24 uur geëxtraheerd (schudtoestel), waarna het monster werd gefiltreerd. De testoplossingen werden aangemaakt met het filtraat.

De tijdsduur van de proef was 8 dagen. De testen werden uitgevoerd bij een temperatuur van $20^\circ \text{C} \pm 1^\circ \text{C}$ en met continue beluchting en verlichting.

Om de 24 u werd de groeiremming van *Dunaliella viridis* geregistreerd door vergelijking met een blankotest die in identische omstandigheden werd opgezet.

2.1.3. Zoöplankton (*Brachionus*).

De baggerspecie werd geëxtraheerd met syntetisch zeewater in een verhouding van 1 kg specie voor 1 l water. Deze extractie werd uitgevoerd in een recipiënt dat gedurende 24 u kontinu werd gerold. Nadien werd het monster over een plooi-filter gefiltreerd.

Na "hatching" van de cysten van *Brachionus plicatilis* gedurende 24 u bij 25° C in syntetisch zeewater van 1,5 % werd de toxiciteitsproef opgestart. De test werd uitgevoerd bij 25° C ($\pm 1^\circ$ C) in het donker.

Als blankowaarde en als verdunningswater werd gebruik gemaakt van syntetisch zeewater à 1,5 %.

Als hoogste concentratie werd het hoger beschreven extrakt rechtstreeks gebruikt. Dit betekent een concentratie van 50 % berekend op de baggerspecie. De andere uitgeteste concentraties waren 25, 10, 5 en 1 %.

Per concentratie werden 10 diertjes gebruikt.

Alle proeven werden in triplo uitgevoerd.

2.2. Resultaten.

2.2.1. Vissen, schaal- en weekdieren.

Voor de screening-test werd een tiendelige verdunningsreeks aangelegd waarbij volgende diluties werden gebruikt :

0-1.000-10.000-100.000-1.000.000 ppm.

Voor de eigenlijke proef werd een geometrische reeks met faktor 10 $0,25$ aangewend, nl. :

10.000-18.000-32.000-56.000-100.000 ppm.

Na tien dagen, wat als maximale tijdsduur voor een akute test met deze organismen kan worden beschouwd, kon voor geen enkele van de uitgeteste concentraties een mortaliteit worden waargenomen.

In een aanvullende subchronische test met mosselen, die 30 dagen duurde, kon bij 100.000 ppm eveneens geen enkele mortaliteit worden vastgesteld.

2.2.2. Phytoplankton (Dunaliella).

Na de voorproef werd de eigenlijke test opgezet bij volgende concentraties :

10.000-18.000-32.000-56.000-100.000 ppm.

Voor geen van de uitgeteste concentraties kon een groeirem-
ming worden waargenomen.

2.2.3. Zoöplankton (Brachionus).

Na de voorproef werd voor de eigenlijke test volgende kon-
centratierreeks gebruikt : 10.000 - 50.000 - 100.000 -
250.000 en 500.000 ppm.

Voor geen enkele van de uitgeteste concentraties werd een
mortaliteit vastgesteld.

2.3. Besluit.

Voor de vijf uitgeteste mariene organismen nl. schol, gar-
naal, mossel, ééncellige alge en ééncellige rotifeer kon geen
akuut toxisch effect worden waargenomen voor baggerspecie
afkomstig van de drempel van Frederik.

Korrelanalyse van het baggermateriaal wees erop dat het hier
een substraat betreft dat voor ca 96 % bestaat uit fijn tot

zeer fijn zand en slechts voor 2 à 3 % uit slib, zodat van mechanische toxiciteit door obstructie van de ademhalingswegen ook geen sprake kan zijn.

3. 2de Faze : Akut toxiciteitsonderzoek op Brachionus (drempels van Krankeloon, De Parel, Zandvliet en Lillo).

Aan de hand van de resultaten van de 1e faze werd besloten het onderzoek te herhalen op de vier andere drempels, maar dan alleen met Brachionus, die als het meest gevoelige organisme kan worden beschouwd.

3.1. Experimentele methodiek.

Dezelfde werkwijze als in faze 1 werd gebruikt (2.2.3.).

3.2. Resultaten.

Voor geen van de uitgeteste concentraties werd een mortaliteit waargenomen en dit voor de vier monsters baggerspecie.

3.3. Besluit.

De vier drempels vertoonden geen akute toxiciteit t.o.v. de rotifeer Brachionus plicatilis.

4. 3de Faze : Subletaal toxiciteitsonderzoek en akkumulatietesten.

Alhoewel de vorige proeven hadden aangetoond dat op korte termijn geen akut-toxische effecten t.o.v. mariene organismen te verwachten zijn, werd toch besloten om in een derde faze een inzicht te bekomen in de mogelijke effecten op langere termijn. Hoofdargument hiervoor waren de samenstellingsanalysen van de baggerspecie (bijlage 1) die aantoonen dat de gehalten aan zware metalen en PCB's niet te verwaar-

lozen zijn. Uit deze samenstellingsanalysen viel verder vooral op dat de drempel van Lillo duidelijk meer gekontamineerd is en dat de vier overige drempels vrij analoge en lagere concentraties geven. Het onderzoek werd in twee delen gesplitst, nl. : (a) ekotoxiciteitstesten op *Brachionus* na zwak zure extraktie en (b) subletale toxiciteitstesten op mosselen en onderzoek naar de accumulatie van zware metalen.

De vijf drempels werden in de proeven betrokken voor test (a).

De test (b) werd alleen op de drempel van Lillo en Krankeloon uitgevoerd, resp. een meer en een minder gekontamineerde specie. Daarenboven bestaat de specie van Lillo hoofdzakelijk uit slib en deze van Krankeloon uit zand. Het watergehalte van het baggermateriaal bedroeg respektievelijk 23 en 19 % voor Lillo en Krankeloon.

4.1. Ekotoxiciteitsproeven met *Brachionus plicatilis*.

Ten einde de invloed van de "biologisch beschikbare" kontaminanten te kunnen onderzoeken, werd een zachte extraktie met azijnzuur toegepast en de LC 50 (24 u) bepaald (*).

Biologisch beschikbare kontaminanten zijn stoffen die door diverse fysiko-chemische en biochemische reacties (o.m. door mikroörganismen) op langere termijn kunnen vrijkomen en schadelijk voor het mariene milieu kunnen zijn.

4.1.1. Experimentele methodiek.

Op de baggerspeciemonsters werd een extraktie met azijnzuur uitgevoerd. Aan 1 deel specie werden 5 delen gedistilleerd

(*) De LC50 (24 u) of letale concentratie 50 na 24 u is de concentratie van het pollutant waarin na 24 u 50 % mortaliteit wordt vastgesteld. Hoe lager de LC50, hoe toxischer het produkt.

water toegevoegd en met azijnzuur op pH 5 gebracht. Het geheel werd 4 uur geroteerd. Daarna werd de pH geneutraliseerd. De nodige voedingszouten werden aan het filtraat toegevoegd en de verdunningen voor de bio-testen met syntetisch zeewater 35 % bereid. Voor de blanco werd zuiver zand gebruikt. De proeven werden in het driedubbel uitgevoerd bij 25 °C. De LC 50 (24 u) werd bepaald aan de hand van de mortaliteitskurven. De waarden werden uitgedrukt in ppm gedroogde baggerspecie op de oorspronkelijke verdunning.

4.1.2. Resultaten en discussie.

Volgende LC 50 (24 u) werden bekomen :

- Blanco : geen mortaliteit
- De Parel : 56.000 ppm
- Lillo : 80.000 ppm
- Zandvliet : 112.000 ppm
- Frederik : 123.000 ppm
- Krankeloon : 124.000 ppm

Alle monsters vertoonden een significante mortaliteit t.o.v. *Brachionus*, wijzend op een reëel potentieel gevaar van vrijkomen van toxische contaminanten op langere termijn.

4.2. Subletaal toxiciteitsonderzoek op mosselen en akkumulatietesten op zware metalen.

Als sedentaire filterfeeders zijn mosselen goed geschikt voor akkumulatietesten van contaminanten. Deze akkumulatie kan ook aanleiding tot sterfte geven. Om deze reden werd de eventuele akkumulatie in mosselen van zware metalen afkomstig van de specie en door zeewater opgelost nagegaan. Tevens werd de mortaliteit bepaald.

De duur van de proeven was twee maanden.

4.2.1. Experimentele methodiek.

De mosselen (4-5 cm) werden op strandhoofden te Bredene geplukt en gedurende min. 3 weken in akwarium (met filteruitrusting) in quarantaine gehouden.

De proeven werden uitgevoerd in polyethyleenbakken met telkens 30 liter kunstmatig zeewater. Perslucht werd via poreuze stenen toegevoegd.

De proefruimte werd op 14 °C ($\pm 0,5^\circ$ C) gehouden.

Zeven proefopstellingen werden weerhouden waarbij telkens 120 mosselen werden gebruikt. Drie van deze opstellingen (1, 2 en 5) werden ook voor de akkumulatietesten gebruikt.

1. Blanko
2. Lillo gefiltreerd
3. Lillo ongefiltreerd, zonder cirkulatie
4. Lillo ongefiltreerd, met cirkulatie
5. Krankeloon gefiltreerd
6. Krankeloon ongefiltreerd, zonder cirkulatie
7. Krankeloon ongefiltreerd, met cirkulatie

Voor de proeven 2 en 5 werd telkens 3 kg specie gedurende 24 uren met 30 liter zeewater geroerd en gefiltreerd.

Voor de proeven 3, 4, 6, 7 werd 3 kg specie op de bodem aangebracht.

In de bakken 1, 3 en 6 heerste alleen een zeer lichte watercirkulatie veroorzaakt door de perslucht en het filtreereffekt van de mosselen zelf. Deze testen dienden als vergelijkingsbasis voor de proeven 4 en 5 (invloed van de watercirkulatie). In bakken 4 en 7 werd de specie gedeeltelijk in suspensie gehouden door pompen in gesloten kringloop met een debiet van 3,5 liter per minuut. Alle mosselen werden om de twee dagen met een kommercieel plankton-prepa-

raat (Liquifry) gevoederd. Het water werd om de 3-4 dagen verversd zonder de mosselen, die zich vlug met byssusdraden op de bodem hadden gefixeerd, te verplaatsen. Op regelmatige tijdstippen werden de dode mosselen geteld en verwijderd.

De bepaling van de accumulatie van de zware metalen werd alleen op de mosselen afkomstig van de proefopstellingen met gefiltreerd water (1, 2 en 3) uitgevoerd ten einde interferentie door slibdeeltjes in de mosselen te vermijden.

Ongeveer om de 10 dagen werden 10 mosselen van monsters 1,2 en 5 weggenomen en ingevroren tot op het tijdstip van de analyse. Kwik, cadium, lood, zink, koper, nikkel, chroom, ijzer en arseen werden bepaald. De gehalten werden in ppm nat gewicht uitgedrukt. Bij de berekening van de mortaliteit werd rekening gehouden met de verwijderde mosselen.

Regelmatig werden de pH, saliniteit, temperatuur en opgeloste zuurstof gemeten. Tussen de diverse proefopstellingen werden geen significante verschillen vastgesteld. De waarden schommelden tussen :

pH : 7,9 - 8,2

Saliniteit : 30 - 32 ‰

Temperatuur : 13,8 - 14,2°C

Opgeloste zuurstof : 7,7 - 8,5 ppm

4.2.2. Resultaten en discussie.

4.2.2.1. Subletale toxiciteit

De evolutie van de mortaliteit, telkens berekend op het aanvangsgetal van 120 mosselen is in figuur 2 weergegeven.

De baggerspecie van de drempel van Lillo veroorzaakte een duidelijke mortaliteit (tot 25 % na 2 maanden) wanneer deze ofwel met zeewater vooraf was geëxtraheerd (proef 2), ofwel in cirkulatie gehouden werd, hetgeen ook een extraherend

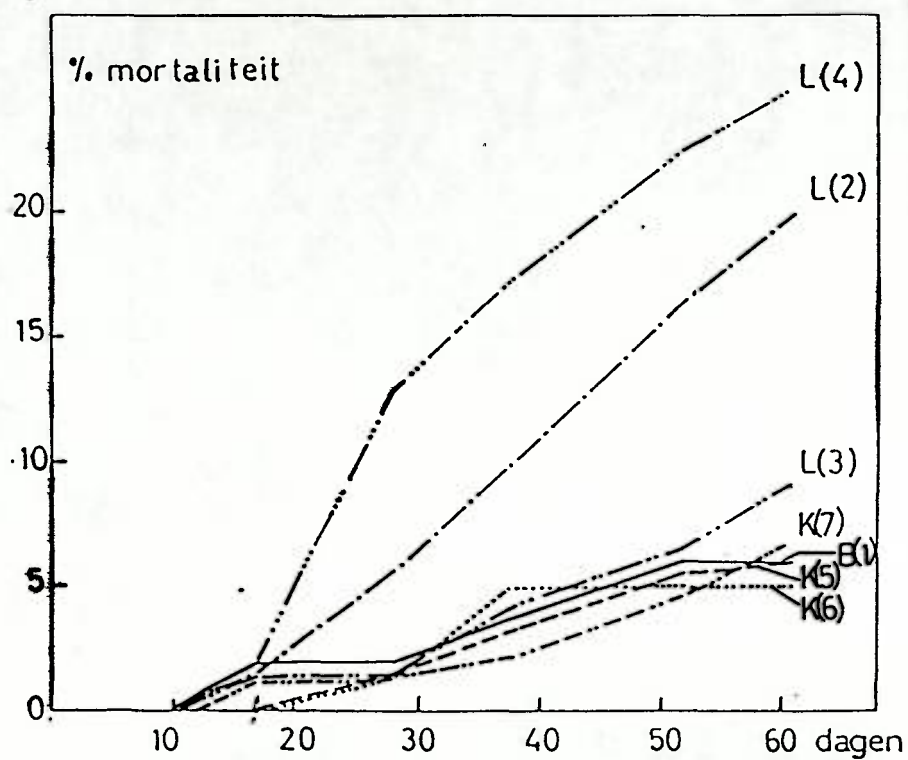


Fig. 2. Mortaliteit van mosselen ..
 (B : blanco, K : Krankeloon, L : Lillo ;
 de nummers verwijzen naar de proef-
 opstellingen - zie tekst).

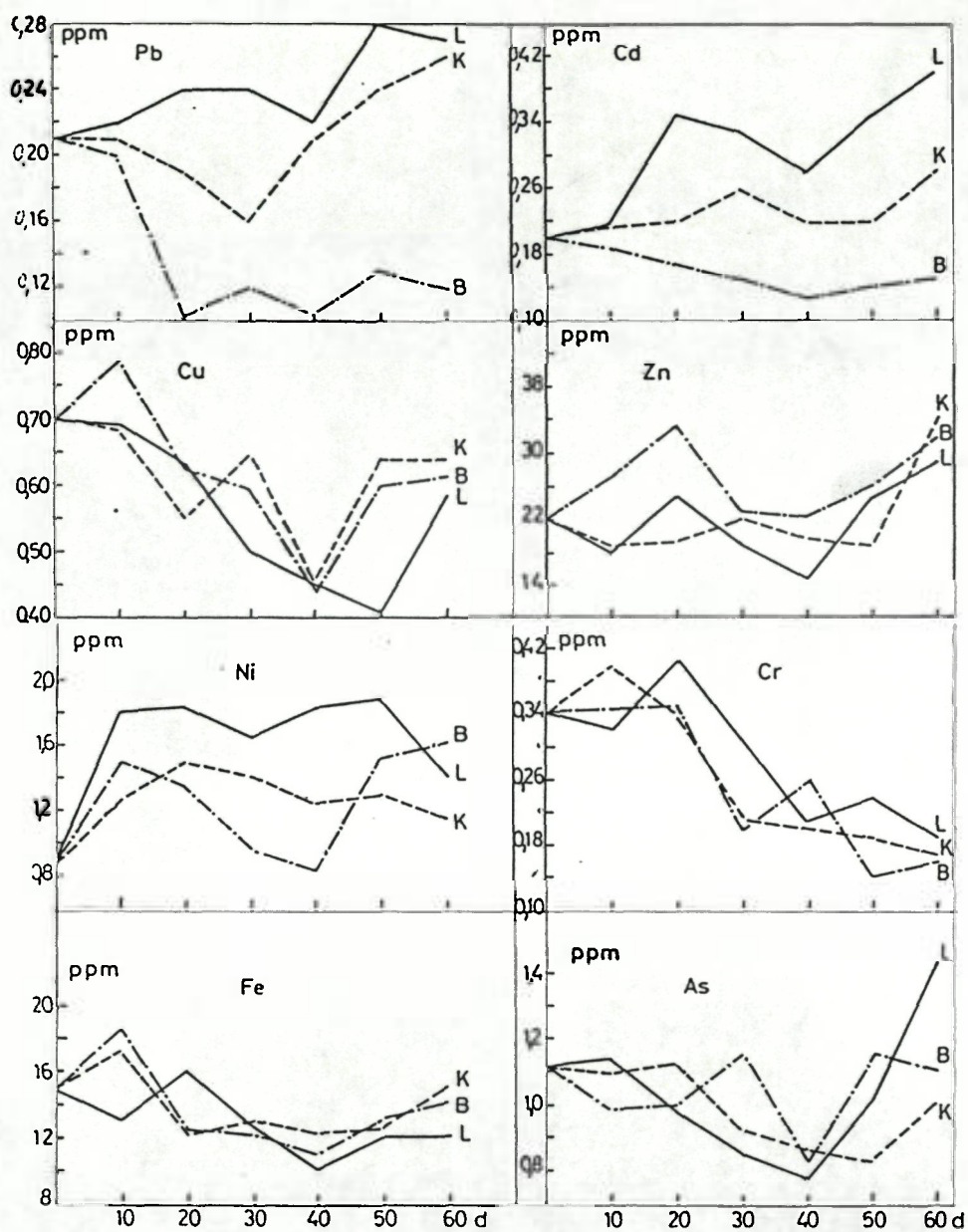


Fig. 3. Evolutie van de gehalten aan zware metalen in mosselen (ppm nat gewicht)
(B : blanko ; K : Krankeloon ; L : Lillo)

effekt heeft (proef 4). De vrij analoge mortaliteitskurven van beide proeven wijzen erop dat de mechanische schade (letsels, verslibbing) door de speciedeeltes zelf veroorzaakt verwaarloosbaar kan worden genoemd. Wanneer weinig beweging in het water was (proef 3), was er weinig verschil met de blanco (proef 1). De mortaliteit moet aldus in verband worden gebracht met de mobilisatie van polluanten vanuit de specie in het water.

De specie van de drempel van Krankeloon daarentegen bleek geen significante sterfte te veroorzaken (proeven 5, 6, 7).

Deze resultaten blijken in goede overeenkomst met de gehalten aan kontaminanten (samenstellingsanalysen) van de baggerspecie te zijn.

4.2.2.2. Akkumulatieproeven.

De resultaten van de proeven zijn in figuur 3 en tabel 1 weergegeven.

De toxische zware metalen lood en cadmium bleken duidelijk geakkumuleerd te worden. Zoals te verwachten, was dit voor Lillo het meest uitgesproken. Voor koper, zink, chroom, ijzer en arseen was er geen duidelijk verschil. Er valt hierbij op te merken dat bij alle elementen uitgenomen zink, nikkel en arseen tijdens de proef een daling van het gehalte aan zware metalen, ook bij de blanco, werd vastgesteld. Er bleek aldus nog een zekere auto-epuratie van de wilde mosselen door te gaan. Vermits het hier vergelijkende proeven betrof, had dit verschijnsel geen invloed op de interpretatie van de resultaten.

Gezien de zeer geringe verschillen werd de evolutie van de kwikgehalten niet in figuur 2 opgenomen. Tabel 1 vermeldt evenwel de resultaten. Van akkumulatie was hier geen sprake.

Tabel 1 - Evolutie van de kwikgehalten in mossel (ppm nat gewicht)

	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d
	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
Blanko .	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Lillo	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
Krankeloon	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03

4.3. Besluit.

De 3de fase toonde aan dat na zwak zure extractie alle drempels een significante mortaliteit t.a.v. *Brachionus* vertoonden.

Door de mobilisatie van polluanten vanuit de specie in het omringende zeewater bleek de drempel van Lillo een duidelijke mortaliteit te veroorzaken met mosselen. Voor de drempel van Krankeloon werd dit niet vastgesteld.

De zware metalen cadmium en lood bleken bio-akkumuleerbaar te zijn in mosselen, zowel voor de drempel van Lillo, als voor deze van Krankeloon.

5. Algemene besluiten.

De ekotoxiciteitsproeven hebben aangetoond dat de baggerspecie van geen enkele van de onderzochte drempel akueel toxisch is. Bij het eventueel storten van deze specie in zee zouden aldus geen onmiddellijke schadelijke gevolgen voor de mariene organismen te vrezen zijn.

Er blijkt evenwel een letaal effect op langere termijn zeker mogelijk te zijn. De grootte van dit effect is met de huidige kennis niet vast te stellen. Hiervoor zouden uitge-

breide studies nodig zijn om uit te wijzen welke stoffen in het natuurlijk zeemilieu kunnen vrijkomen en in welke mate.

Tenslotte blijkt een duidelijke accumulatie van de toxische metalen lood en cadmium plaats te grijpen.

Om deze redenen is het storten in zee van de baggerspecie uit de Beneden-Zeeschelde met de huidige samenstelling af te raden.

BIJLAGE 1.

Samenstellingsanalysen
(Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie)

Afkortingen : TOC = Totale oxydeerbare koolstof
 Apol. KWS = Apolaire koolwaterstoffen
 Fl = Fluorantheen
 B(b)F = Benzofluorantheen b
 B(k)F = " k
 B(a)P = Benzopyreen a
 B(ghi)P = Benzoperyleen
 Ip = Indenopyreen
 PAH = Polyaromatische koolwaterstoffen
 HCH = Hexachloorcyclohexaan
 HCB = Hexachloorbenzeen
 Hepta = Heptachloor
 Epox = Epoxychloor
 α -Endo = α -endosuflan
 MeCl = Methoxychloor

Drempel	As	Cd	Cr	Cu	Fe mg/kgDS	Ni	Pb	Zn	Ca .	Mg	K	Na
Krankeloon	6,6	0,57	27	7	12600	6,5	22,9	69	28300	2130	3120	620
De Parel	6,6	0,59	28,9	6,4	13960	5,4	22,9	50,8	31306	2323	3908	847
Zandvliet	4,2	0,68	21	2,7	9800	10,2	18	29	24100	1800	2500	900
Lillo	10,4	1,66	41	26	14600	9,3	50	115	36889	3209	3409	5338
Frederik	6,8	0,22	21,9	2,0	7941	5,0	6,4	38,8	23170	1682	1976	646

Drempel	TOC gC/kgDS	Apol.KWS mg/kgDS	F1	B(b)F	B(k)F	B(a)P μg/kgDS	B(ghi)P	Ip	PAH Tot
Krankeloon	5,97	100	64	51	19	29	25	26	214
De Parel	5,32	56	42	29	10	13	12	12	118
Zandvliet	4,98	62	25	21	7	10	11	11	85
Lillo	13,84	390	338	325	108	175	169	161	1276
Frederik		116	47	37	13	15	11	12	135

Drempel	PCB 28	PCB 49	PCB 52	PCB 101 μg/kgDS	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	PCB Tot.
Krankeloon	0,4	<0,1	<0,1	0,3	0,2	0,6	0,5	0,2	2,2
De Parel	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,2	0,6	0,5	0,3	1,9
Zandvliet	0,3	<0,1	<0,1	0,4	0,2	0,5	0,4	0,2	2
Lillo	<1	<1	<1	3	2	6	6	3	20
Frederik	1	<1	0,3	0,3	0,1	0,2	0,5	0,1	2,5

Drempel	HCH α	HCH β	HCH γ	HCH δ μg/kgDS	HCH	HCB	Aldrin	Dieldrin	Endrin	Isodrin
Krankeloon	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
De Parel	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zandvliet	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lillo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Frederik				0,1	0,3			0,1		0,3

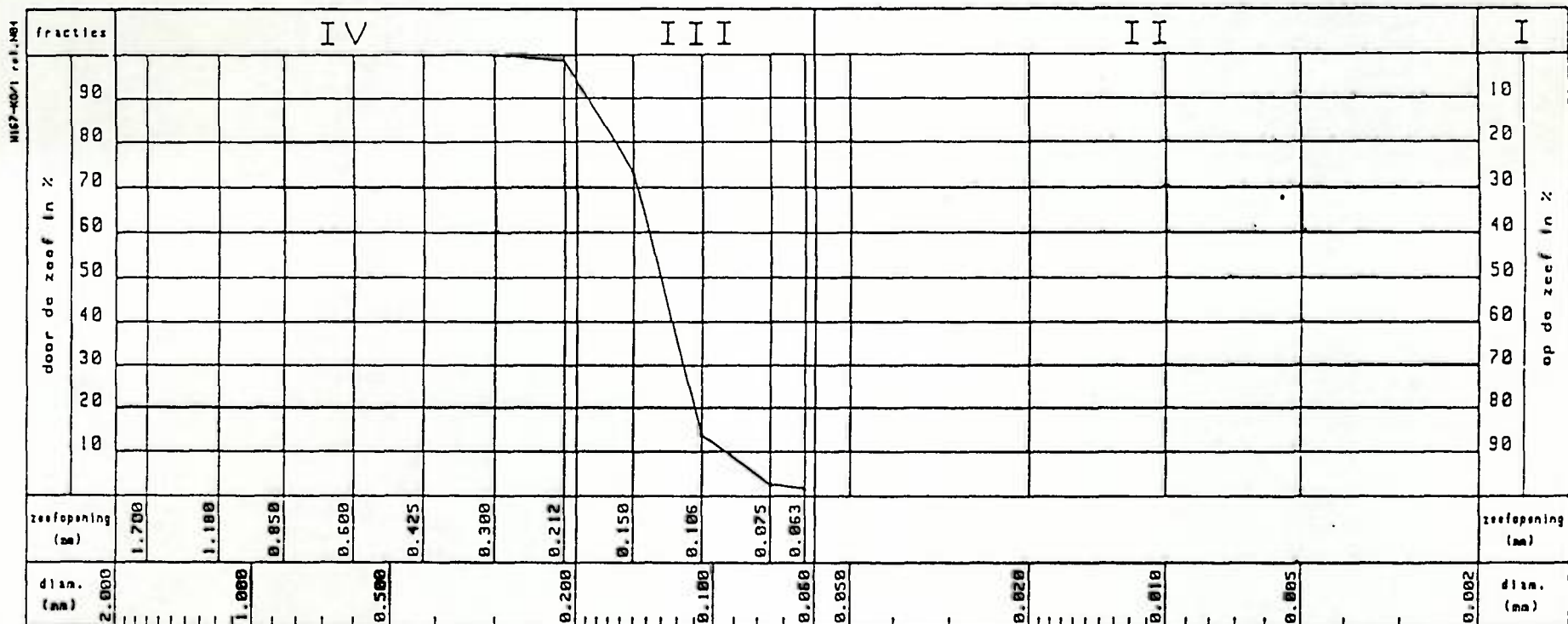
Drempel	DDE	DDT	DDD	Hepta μg/kgDS	Epox	α-Endo	MeCl
Krankeloon	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
De Parel	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zandvliet	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lillo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Frederik			0,1	0,4		0,1	0,1

BIJLAGE 2.

Korrelverdeling, humus- en kalkgehalte

(Rijksinstituut voor Grondmechanica)

KORRELVERDELINGSDIAGRAM



RIJKSINSTITUUT VOOR GRONDMECHANICA

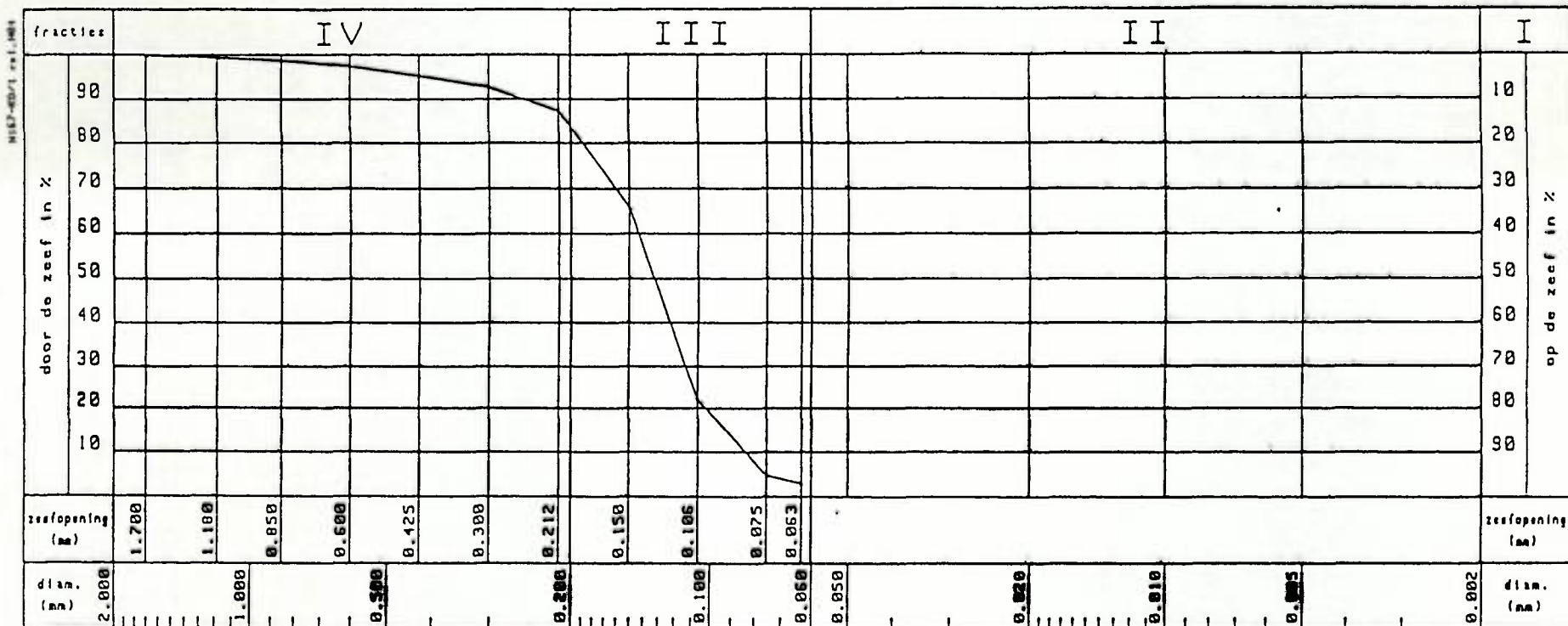
herkomst & kenmerk	boringsnr.	diepte m	monsternr.	grondsoort	korrelsaamenstelling fractie					slibgehalte (0.002 mm)	vloeigrens	streekgrens	plastischeindex	huusgehalte	kalkgehalte	kalkafrichting Ca-gehalte	aktiviteitsindex	opmerkingen
					> IV	IV	III	II	I									
					%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
DREMPEL KRANKELOON A.V. 10/10/88			88/4835-9360-88/187-/-	kalkh. fliozand		5.7	92.6	1.7	(0.002 mm)		-	-	-	0.4	0.2			

9360-88/187

Bijlage : 1/1

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

RIJKSINSTITUUT VOOR GRONDMECHANICA

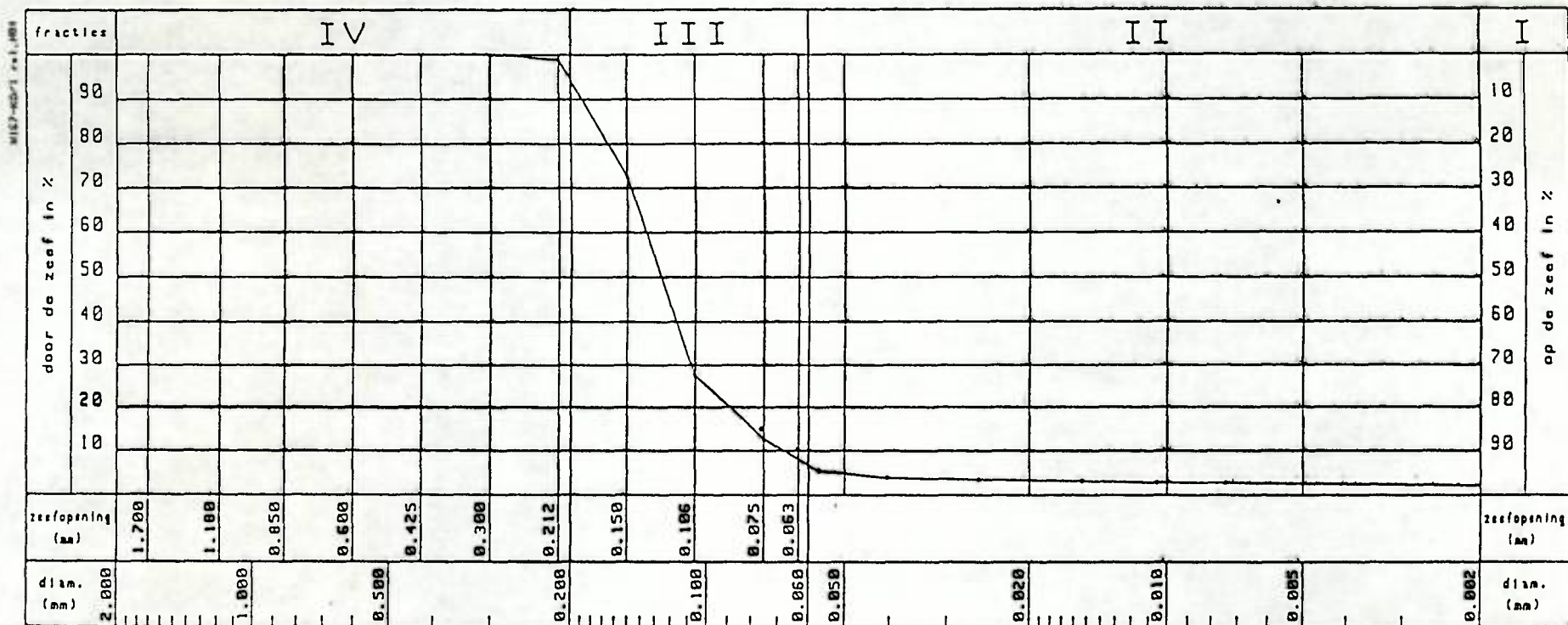


herkomst & kenmerk	boringsnr.	diepte	monsternr.	grondsoort	korrelsamenstelling fractie					slijtgehalte < 0.075 mm	vloei grens	silt grens	plasticiteitsindex	humiditeitsindex	kolligetheit	klassificatie Categorie	aanteltestanden	opmerkingen
					> IV	IV	III	II	I									
DREMPEL DE PAREL A.V. 10/10/88		3	88/1038-9360-88/107-1	st. kalkh. fijnzand	0.5	16.4	88.7	2.9	10.0						0.1	25.6		

* > 2.360 mm (steentjes) in % t.o.v. het totale monster

9360-88/187
Bijlage : 1/4

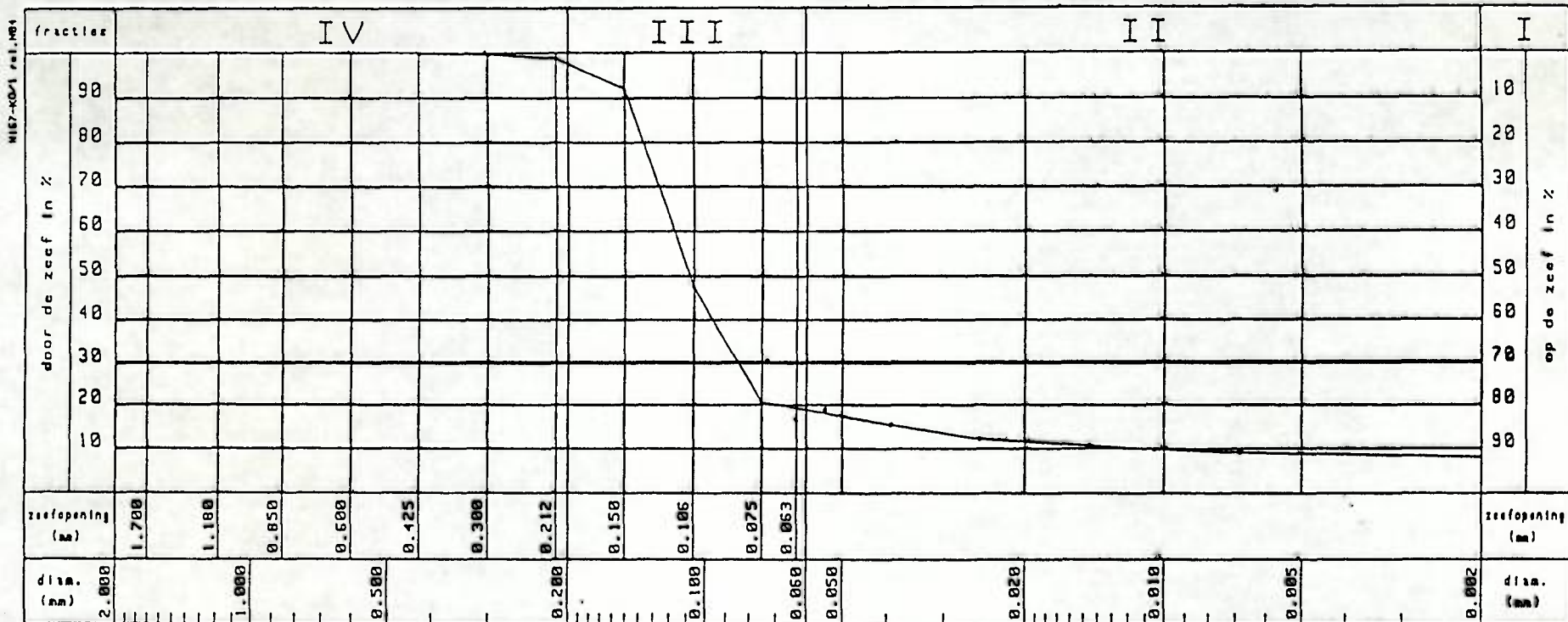
RIJKSINSTITUUT VOOR GRONDMECHANICA



berckend met volumemassa van de korrels = 2.65 t/m³

[illegible]

KORRELVERDELINGSDIAGRAM



berekend met volumemassa van de korrels = 2,65 t/m³

herkomst & kenmerk	boringnr.	diepte	monsternr.	grondsoort	korrelsamenstelling fractie					ziffigehalte (< 0,075 mm)	vloei grens	stroomgrens	plastische index	humiditeitsindex	kalkgehalte	kalkgehalte	classificatie naar C.A. 1950	activiteitsindex	opmerkingen
					> IV	IV	III	II	I										
		m			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
DREMPEL LILLO A.V. 10/10/88			88/4837-9360-88/187-7	st. kalkh. kleih. fijnzand		2.4	78.7	18.9	0.0	11.6	31.2	22.4	0.8	0.8	12.8				