

Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.mep.tno.nl

T 055 549 34 93
F 055 549 32 01
info@mep.tno.nl

TNO-rapport

R 92/181

**Vermindering van wateremissies bij een
visverwerkend bedrijf door middel van een
water-audit**

Datum	mei 1992
Auteurs	Ir. J.W. Assink
Projectnummer	112322-22911
Trefwoorden	- milieu-audit - waterverontreiniging - preventie - waterzuivering - visverwerking
Bestemd voor	Rapportage in het kader van het DS-project 'Preventie van afvalwaterverontreiniging' (3F02)

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Ten geleide

In het kader van het doelsubsidieprogramma 1991 en 1992 van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (DS-projectnummer 3F02) zijn de mogelijkheden voor vermindering van waterremissies in enkele bedrijfstakken door middel van procesgeïntegreerde en preventieve maatregelen bestudeerd. De aandacht is daarbij gericht geweest op zowel vermindering van (netto) waterverbruik als vermindering van lozing van micro- en macroverontreinigingen.

Eén van de onderzochte branches betreft de visverwerkende industrie. De afdeling Milieutechnologie (MiT) van IMET-TNO en het Instituut voor Visserijproducten (IVP-TNO) heeft in het kader van het bovengenoemde doelsubsidieprogramma een water-audit uitgevoerd bij een fileerbedrijf te Urk.

In dit verslag worden de aanpak en de resultaten van deze audit beschreven.

Door bundeling van TNO expertise ten aanzien van waterbehandeling en -hergebruik (MiT) en visverwerking en -kwaliteit (IVP) is het mogelijk gebleken om een groot aantal ideeën te genereren met betrekking tot de reductie van watergebruik en watervervuiling. Hiermee zou via preventieve en procesgeïntegreerde maatregelen circa 20 à 30% kunnen bespaard op watergebruik en waterremissies ten opzichte van de huidige situatie. Hoewel slechts een beperkte en globale economische evaluatie van de mogelijke maatregelen is uitgevoerd, is duidelijk geworden dat een gedeelte van de voorgestelde maatregelen op korte termijn kunnen worden uitgevoerd en een relatief korte terugverdientijd hebben; een ander gedeelte van de suggesties is te duur voor praktijkrealisatie. Ook zijn diverse maatregelen gesuggereerd die in het investeringsplan van het bedrijf dienen te worden betrokken, opdat realisatie op langere termijn mogelijk is. Het betrokken bedrijf bestudeert inmiddels de implementatie van enkele aantrekkelijk geachte maatregelen.

Zoals ook bij andere projecten is geconstateerd, is het van groot belang dat de (externe) adviseurs en het betrokken bedrijf tijdens de audit een goed c.q. open en intensief overleg voeren. Dit is van belang zowel voor de verzameling van gegevens over het proces en de huidige waterremissies als voor de generatie en toetsing van ideeën c.q. mogelijke maatregelen.

Het verdient dan ook aanbeveling om voor water- of milieu-audits telkens een projectteam te formeren waarin naast de externe adviseurs ook het bedrijf zitting heeft. Uiteraard is de aanwezigheid (of een snelle oproepbaarheid) van de verschillende disciplines in het projectteam een vereiste om een audit succesvol te laten verlopen. Er liggen immers verschillende disciplines en motieven ten grondslag aan de ideeën voor vermindering van watergebruik en vuillast in het water en deze hebben bovendien uiteenlopende gevolgen voor de organisatie, produktiemethoden en produktkwaliteit.

Inhoudsopgave

	Ten geleide	2
1	Inleiding	4
2	Procesbeschrijving en waterstromen	5
2.1	Korte omschrijving productieproces (op basis van schol)	5
2.2	Watergebruik en afvalwaterstromen	5
3	Bemonstering en karakterisering afvalwater	6
4	Discussie afvalwaterkarakterisering	7
4.1	Slibinhoud	7
4.2	Vuillast	8
4.3	Arseenvracht	8
4.4	Vetten	9
5	Vergelijking met eerdere bemonsteringscampagnes	10
6	Reductie van de wateremissies	12
6.1	Potentiële mogelijkheden	12
6.2	Evaluatie gesuggereerde maatregelen	14
7	Conclusies	19
8	Verantwoording	20
<i>Schema 1</i>	<i>Gebruikers leidingwater en leidingnet</i>	
<i>Schema 2</i>	<i>Afvalwaterstromen</i>	
<i>Bijlage 1</i>	<i>Uitgangspunten voor en schattingen van het watergebruik</i>	
<i>Bijlage 2</i>	<i>Hoeveelheden nat slib en de relatieve deeltjesgrootte verdeling in de afzonderlijke watermonsters</i>	
<i>Bijlage 3</i>	<i>De gehalten CZV, N_{kj} en arseen in de monsters, vóór en ná filtratie</i>	
<i>Bijlage 4</i>	<i>Overzicht van de verontreinigingen in de deelstromen, al dan niet na filtratie</i>	

1 Inleiding

Het onderzochte bedrijf te Urk verwerkt jaarlijks circa 3500 ton platvis, voornamelijk schol. Bij de verwerking ontstaan op vele plaatsen binnen het bedrijf afvalwaterstromen die via een slib- en vetvangput op het riool worden geloosd.

TNO heeft bij dit bedrijf een onderzoek uitgevoerd met het doel na te gaan of er binnen het bedrijf preventieve of procesgeïntegreerde maatregelen mogelijk zijn (dus maatregelen op de plek waar de verontreinigingen ontstaan) om de wateremissies te voorkomen of te verminderen. Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het TNO-doelsubsidieprogramma 'Preventie van waterverontreiniging'.

Daarbij is in eerste instantie gepoogd vast te stellen waar de belangrijkste wateremissies ontstaan. Dit rapport geeft de resultaten weer van een waterbemonstering bij het visverwerkende bedrijf plus een interpretatie daarvan. Daarna is in overleg met het bedrijf een aantal mogelijke maatregelen gegenereerd en tenslotte geëvalueerd met betrekking tot de kosten en de reductie van het waterverbruik en de wateremissies.

2 Procesbeschrijving en waterstromen

2.1 Korte omschrijving productieproces (op basis van schol)

Binnenkomende tubs en containers met vis worden nog dezelfde dag verwerkt of tijdelijk opgeslagen in een koelcel na toevoeging van ijs of na volledige vervanging van de tub- of containervloeistof ('bloedwater') met koudwater en ijs.

De tubs/containers worden geleegd in een carrousel, waarin de vissen worden gewassen (voorspoelen). Hierbij wordt de slijmlaag van de vissen verwijderd en de kans op bacteriologische besmetting tijdens fileren verlaagd. Soms worden de vissen aansluitend gesorteerd op gewicht in een sorteerlijn.

Vervolgens worden de vissen met de hand gefileerd; meestal zijn circa 25 fileerders actief. Restanten c.q. karkassen worden met een spoelgoot afgevoerd naar een zeefband. De afgescheiden visafvallen worden regelmatig afgevoerd naar een externe verwerker. De verdere verwerking van de filets is afhankelijk van de kwaliteit van de vis en de gewenste producten. Tussentijdse opslag van gefileerde vis in de koelcel is niet ongebruikelijk; hiervoor wordt koud water en ijs gebruikt.

Filets kunnen naar specificatie worden onthuid op een onthuidmachine.

Een belangrijk deel van de filets worden geglaceerd; daartoe worden ze vooraf gespoeld in een trommelzeef om de bacteriologische besmetting te reduceren en al dan niet te fosfateren.

Anderzijds wordt een deel van de scholfilets gepaneerd (batter en paneermeel) en ingevroren.

Andere vissoorten (onder andere heilbot en bot) worden in grote lijnen op dezelfde wijze verwerkt.

2.2 Watergebruik en afvalwaterstromen

De schema's 1 en 2 geven het waterleidingnet en de afvalwaterstromen van het betrokken bedrijf weer.

Het totale watergebruik van het bedrijf bedraagt circa 600 m³ per week ofwel bijna 10 liter per kg verwerkte vis. Dit is een vrij normaal verbruik voor een platvisverwerkend bedrijf. Over de precieze verdeling van het watergebruik bij de verschillende procesonderdelen is weinig bekend. Ook bleek dit niet goed te meten te zijn zonder aanpassingen in het leidingnet te realiseren. Er zijn daarom ruwe schattingen gemaakt, waarmee de verdere berekeningen zijn uitgevoerd; het zal duidelijk zijn dat hierdoor slechts een beperkte betrouwbaarheid van de gegeven waarden wordt bereikt. De uitgangspunten voor de schattingen en de uiteindelijke resultaten zijn gegeven in bijlage 1. Hieruit blijkt dat de volgende activiteiten, in volgorde van afnemend verbruik, het meest bijdragen aan het watergebruik en afvalwaterdebiet:

- schoonmaakactiviteiten;
- fileren;
- tussentijdse opslag met ijswater;
- spoelwater uit de spoelcarrousel.

De twee eerste activiteiten vragen naar schatting 120-200 m³ per week en de twee laatstgenoemde globaal 75 m³ per week.

3 Bemonstering en karakterisering afvalwater

Tussen 28 augustus en 3 september 1991 zijn door het betrokken bedrijf enkele deelstromen afvalwater bemonsterd. Deze monsters hebben in twee gevallen betrekking op scholverwerking en in één geval op heilbotverwerking. In deze stromen zijn de volgende parameters bepaald:

- hoeveelheid 'slib' ofwel vaste deeltjes;
- deeltjesgrootteverdeling van het 'slib';
- de CZV- en N-gehalten van de watermonsters met en zonder slib;
- het arseengehalte in enkele monsters.

De resultaten van de bepalingen ten aanzien van de slibinhoud en deeltjesgrootteverdelingen van de monsters is gegeven in bijlage 2. Bijlage 3 bevat de resultaten van de overige bepalingen.

De vuillast in het afvalwater is vervolgens berekend met de Rijksformule:

$$v.e. = \frac{Q * (CVZ + 4,57 * N - kj)}{136}$$

- v.e. = inwoner equivalenten (vervuilingseenheden)
Q = gemiddeld waterdebiet (m³/dag)
CVZ = chemisch zuurstofverbruik (mg/liter)
N-kj = Stikstof Kjeldahl (mg/liter)

De resultaten hiervan zijn gegeven in bijlage 4.

Voor wat betreft de emissies via de niet-bemonsterde afvalwater(deel)stromen dient te worden opgemerkt dat hiervoor vrij arbitraire waarden zijn aangenomen; het lijkt reëel te veronderstellen dat niet meer dan circa 15% van de vuillast in het afvalwater wordt veroorzaakt door schoonmaakactiviteiten (grotendeels paneerresten en restanten op de vloer?), terwijl de andere activiteiten (waaronder de trommelwasser voor de glaceerinrichting) naar ruwe schatting 5 tot 10% zullen bijdragen aan de vuillast.

4 Discussie afvalwaterkarakterisering

4.1 Slibinhoud

De karakterisering tonen aan dat vrijwel alle onderzochte monsters relatief **hoge concentraties nat slib** (dat wil zeggen deeltjes $> \text{circa } 5 \mu\text{m}$) bevatten. Vooral de monsters uit de pompput en uit het spoelproces bevatten vrij veel deeltjes (meer dan 1% nat slib). Daarentegen zijn weinig deeltjes aanwezig in de wasser van de sorteerlijn en in het tub/containerwater van heilbot.

De verschillende deelstromen zijn tamelijk uiteenlopend in **deeltjesgrootteverdeling** van het slib. Het tub/containerwater en het spoelwater van schol bevatten relatief veel kleine deeltjes $< 50 \mu\text{m}$; deze deeltjes zijn zo klein dat ze zich niet eenvoudig met zeven en dergelijke uit het water laten verwijderen. Het fileerwater en ook het water uit de pompput bevat daarentegen relatief grove deeltjes (meer dan 80% groter dan $125 \mu\text{m}$).

Qua **slibvracht** (deeltjes $> 5 \mu\text{m}$) heeft het tubwater een onbeduidende bijdrage (circa 120 kg/week nat slib) aan de totale vracht van het bedrijf. Het spoelwater en fileerwater leveren tezamen tenminste een 20-voudige slibvracht op (circa 2300 kg/week of meer), waarbij de eerstgenoemde een 2 tot 3 maal zo grote bijdrage lijkt te leveren dan het fileerwater. Het fileerwater en de spoelwaterstroom hebben echter vrijwel vergelijkbare vrachten aan deeltjes groter dan $250 \mu\text{m}$ (elk circa 500-600 kg nat slib per week). Deze deeltjes ($> 250 \mu\text{m}$) laten zich relatief goed afscheiden met een zeefbocht of vergelijkbare afscheiders.

Volgens opgave van het bedrijf komt maandelijks in de **slib- en vetvangput** circa $1,5 \text{ m}^3$ slib vrij. Dit is circa 0,6 liter afgevangen slib per m^3 afvalwater (uitgaande van een drogestofgehalte van circa 6-10% komt dit overeen met globaal 30 kg d.s. per week). Indien we dit vergelijken met de laagst gemeten waarde in de pompput van de spoelgoot (11 kg nat slib/ m^3 , dit komt overeen met **tenminste** 2 m^3 nat slib per week ofwel, bij een drogestofgehalte van circa 7%, circa 150 kg d.s. per week) wordt duidelijk dat slechts een klein deel van het slib in de slib- en vetvangput schijnt te worden afgescheiden.

Daarbij dient echter te worden opgemerkt dat tijdens de spui van de spoelgoot mogelijk alleen de slecht bezinkbare deeltjes worden overpompt naar het riool, waardoor de overige deeltjes in de circulerende stroom mogelijk meerdere kansen krijgen om op de zeefband te worden afgevangen. Ook is het twijfelachtig of de onderzochte monsters voldoende representatief zijn voor het gemiddelde bij het bedrijf. Een betrouwbare conclusie met betrekking tot de werking van de slib- en vetvangput is dus niet rechtstreeks uit de resultaten af te leiden.

Het water van de fileertafels en uit de pompput is onderworpen aan een **bezink- en slibindikkingsproef** met een Imhoffglas. Het bezinkgedrag van de deeltjes is in het algemeen goed te noemen. Door de grote omvang van de deeltjes is de bezinksnelheid meestal tenminste circa 1 cm/s. In hoeverre dit gedrag is beïnvloed door tussentijds invriezen is niet bekend. Het slib uit de pompput d.d. 2-9-91 is zeer omvangrijk; na circa 1,5 uur bestaat het monster voor een gelijk deel uit 'slib' en supernatant. In de overige monsters is de slibhoeveelheid na 1 uur 25 tot 40 ml per liter. Het droge stofgehalte van het bezonken fileerslib is circa 1 à 3%, terwijl

het slib uit de pompput circa 7 à 8% droge stof bevat. Het lage drogestofgehalte van het fileerslib is mogelijk het gevolg van het zeer geringe volume. In de praktijk zijn vermoedelijk veel hogere droge stofgehalten mogelijk (tot meer dan 10%).

4.2 Vuillast

De overstort van de spoelgoot blijkt de grootste vuillast te dragen binnen het bedrijf (uiteraard geldend voor de hier gekozen uitgangspunten¹⁾). Opmerkelijk is dat de vuillast van deze stroom veel groter is dan die in de bijdragende deelwaterstromen (= tubwater + spoelwater + fileerwater). Dit kan slechts op de volgende wijzen worden verklaard:

- De bemonstering is niet representatief uitgevoerd;
- De aangenomen waterflows zijn incorrect (met name het spoelwater zou dan een nóg grotere bijdrage moeten geven aan het totaal, hetgeen niet reëel lijkt);
- Door het rondpompen van het water door de spoelgoot krijgt het fileerafval de kans uit te logen.

Vermoedelijk hebben alle factoren in mindere of meerdere mate bijgedragen aan het verschil, maar het al dan niet toevallig aanwezig zijn van zeer veel deeltjes in het monster van 2-9-1991 is waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak.

De vuillast blijkt voor het grootste deel te bestaan uit **vaste deeltjes (60-70%)**. De **opgeloste stoffen** (<5 µm) lijken voornamelijk slijm en/of eiwitachtigen te omvatten. Dit blijkt uit de verhouding CZV/N_{kj} die in alle gefiltreerde monsters 7 à 8 bedraagt (i.e. van deze opgeloste stoffen is tenminste 15 gew% organisch stikstof). De oorsprong van deze opgeloste stoffen ligt in de wasstap (slijm laagverwijdering) en de uitloging van weefsels, vooral de aangesneden weefsels die enige tijd in de spoelgoot circuleren.

Van deze twee bronnen van verontreinigingen blijkt het spoelwater een zeer belangrijke bijdrage te leveren. Aangezien het hier hoofdzakelijk om van nature aanwezig slijm gaat, is er geen mogelijkheid deze vuillast te voorkomen.

4.3 Arseenvracht

Bij scholverwerking ontstaan duidelijk hogere concentraties arseen (As) in het water dan bij heilbot; vooral bij de bemonstering op 3-9-1991 zijn relatief hoge arseenconcentraties gevonden. Qua arseenvracht is de bijdrage vanuit het spoelen verreweg het grootst (ruwweg 100 g As per week). Er lijkt bij de scholverwerking geen directe correlatie te zijn tussen As-gehalte en de overige gemeten waarden, hoewel er in het spoelwater mogelijk een zwak verband is tussen As en N_{kj}.

¹⁾ Naast de aannamen ten aanzien van de waterdebieten is hier verondersteld dat de samenstelling van het water overeenkomt met het gemiddelde van de monsters genomen op 2 en 3 september (scholverwerking) en dat de feitelijke vuillast 11/14-de deel hiervan bedraagt (= correctie voor de weekeinden).

Beide waarnemingen ondersteunen de hypothese dat het arseen hoofdzakelijk in de slijmlaag van schol voorkomt.

4.4 Vetten

Eén monster is geanalyseerd op aanwezige oliën/vetten en wel het spoelwater van de heilbotverwerking. De gemeten concentratie bedraagt 450 mg/l. Alle heilbotmonsters hadden overigens een duidelijke drijf laag van olie. Dit in tegenstelling tot de watermonsters van de scholverwerking.

5 Vergelijking met eerdere bemonsteringscampagnes

Zuiveringschap West-Overijssel (ZWO) heeft op 15 maart 1991 het visverwerkend bedrijf bemonsterd voor de vuillast en arseenvracht in enkele deelstromen. Deze zijn in onderstaande tabel vergeleken met de in dit rapport gegeven waarden, onder de aanname dat 65 ton/week aangevoerde vis wordt verwerkt. (= circa 35 ton/week filet). Er is voor de TNO-waarden primair gebruik gemaakt van gegevens van de afzonderlijke deelstromen; de verzamelstroom uit de pomp-put zou namelijk een zeer hoge, totale vuillast van ongeveer 4140 v.e. opleveren (deze waarden zijn tussen haakjes vermeld).

Grote verschillen treden op in het voorspoelen, zowel ten aanzien van de vuillast als de arseenvracht. Verder blijft de ruwe schatting van TNO voor wat betreft de schoonmaak en overige activiteiten bij het bedrijf ver achter bij de bepaling van ZWO. Gezien de sterke variaties in de gemeten concentraties en de diverse schattingen/aannamen mag hieraan echter geen grote betekenis worden gehecht.

Op basis van de meetresultaten van ZWO d.d. 15-3-91 kan namelijk ook worden geconcludeerd dat er een belangrijke discrepantie is tussen de vuillast gemeten bij de meetput en de som van de vuillast in de verschillende deelstromen; het verschil van 2100 v.e. is aangeduid met de term diversen/rest, maar deze 'overige activiteiten' zullen nooit een dergelijk grote bijdrage kunnen leveren aan de totale vuilvracht van Hakvoort. Dit duidt erop dat de monsternamen in het ZWO-onderzoek niet erg representatief is uitgevoerd.

De vermelde vuillasten zijn in vergelijking met de voorlopige en opgelegde aanslagen van de laatste jaren hoog te noemen. De voorlopige aanslag van 1992 gaat uit van 1800 v.e. Desalniettemin is dit laatste nog steeds hoog in vergelijking met de gehanteerde afvalwatercoëfficiënt (0,40) voor kleinere platvisfileerbedrijven: $0,40 \times 3500 \text{ ton vis} = 1600 \text{ v.e.}$ Deze 1600 v.e. moet zeker haalbaar worden geacht door middel van preventieve en procesgeïntegreerde maatregelen; zie ook hoofdstuk 6.

In de bemonsteringscampagne van ZWO is ook de werking van de slib- en vetvangput bekeken. Het bleek dat deze put de vuilvracht met circa 5 tot 20% verminderd; qua suspended solids concentratie (1 uur Imhoffglas) wordt slechts 1 - 40% verwijderd. Dit ondersteunt de eerdere 'indicatieve' conclusie dat de werking van de slib- en vetvangput te wensen overlaat.

Vermindering van waterremissies bij een visverwerkend bedrijf door middel van een water-audit

Tabel 1 Vergelijking van de huidige bemonsteringen met een eerdere bemonsteringscampagne van ZWO

Bron	Vulleenheden		Arseenvracht		Concentratieverhouding	
	(V.E.)		(gram/week)		CZV	N _{kj}
	ZWO	TNO ¹⁾	ZWO	TNO	(ZWO/TNO)	(ZWO/TNO)
Tubs/containers	216	174	25	8	0,23 - 1,22	0,86 - 1,78
Voorspoelen	621	1148	33	120	circa 0,54	circa 0,72
Fileren (pompput)	134	144 (3123)	3.3	3.4 (99)	circa 0,63	circa 0,53
Overige						
– sorteerlijn	-	17		-		
– onthuiden	55	-	2.5	-		
– reinigen	1045	-	5	-		
– diversen/rest	2100	1000?	27	?		
Totaal	4170	2483 (4140)	177	> 100		
Per ton vis	1,19	0,71 (1,18)	2,73	> 1,5		

¹⁾ Waarden tussen haakjes refereren aan waarden gevonden bij de bemonstering van de pompput van de spoelgoot.

6 Reductie van de waterremissies

6.1 Potentiële mogelijkheden

Er is een aantal opties denkbaar voor het verminderen van de waterremissies. Deze worden hieronder in willekeurige volgorde kort genoemd.

1. Het zo droog mogelijk verwerken/transporteren van vis en visafvallen.

Deze maatregel geldt vooral voor het afvoeren van fileerresten. Het is namelijk bekend dat (aangesneden) visresten in een watermilieu snel uitlogen. Korte contacttijden, bij voorkeur minder dan 30 seconden, zijn te prefereren. Dit kan alleen als de afvallen praktisch direct bij de fileertafel worden afgezeefd of zelfs geheel droog worden afgevoerd.

Voordelen zijn een lagere uitloging van eiwitachtigen uit de visresten en mogelijk een hoger droge stofgehalte. Nadeel is dat de droge afvoer een geurprobleem kan opleveren en in het algemeen moeilijker te reinigen apparatuur vergt. Ook vergt het belangrijke aanpassingen op de werkplek (investeringen). Alternatieven voor de uitvoering zijn onder andere een pneumatisch systeem om visafvallen met lucht af te voeren (verblazen), bakken/containers onder de fileertafels om handmatig te vullen en af te voeren en transportbanden of -zeefbanden bij of vlak boven de spoelgoot.

Verder kan een verdergaande afscheiding van kleine deeltjes uit de spoelgoot een reductie van de vuillast geven, omdat de contacttijden van deze deeltjes met water dan eveneens vrij klein blijven.

2. Recirculeren van fileerwater over de fileertafels

Het afstromende fileerwater is van relatief goede kwaliteit waarin slechts geringe hoeveelheden, relatief grove deeltjes aanwezig zijn. Na filtratie of vloei-stofzeving, in combinatie met een desinfectiestap (UV of perazijnzuur), is het water naar verwachting geschikt voor recirculatie. Hiermee kan op water- en energieverbruik worden bespaard. Tevens wordt minder water gespuid op de spoelgoot waardoor de uitloging van visafvallen c.q. karkassen wordt gereduceerd (tot 30% is mogelijk).

3. Reductie fileerwatergebruik door waterverdeling, waterstops en/of sensoren

Het verdelen of versproeien van water over een wat groter gebied dan nu op de fileertafels het geval is, kan het watergebruik verminderen. Hiermee wordt namelijk een snelle en 'integrale' bevochtiging van de vissen bereikt.

Een aanvullende mogelijkheid bestaat daaruit dat alleen water aan een fileertafel wordt geleverd als daar werkelijk behoefte aan is. Bijvoorbeeld lichtsensoren zouden kunnen registreren of er gedurende enkele seconden geen werk meer wordt verricht waardoor de watertoevoer automatisch wordt afgesloten.

4. Separaat opwerken voorspoelwater (en eventueel tubwater)

Deze stroom (stromen) draagt sterk bij in de totale vuillast van het afvalwater. De in aanmerking komende techniek lijkt primair biologische behandeling te zijn (aëroob of anaëroob). Mogelijk kunnen ook technieken als vriesconcentreren of ultrafiltratie worden ingezet om de slijmbestanddelen uit het water te verwijderen. Omdat het gedrag van slijmachtige stoffen nogal uiteen kan lopen en de toepasbaarheid van genoemde technieken hierdoor sterk wordt beïnvloed, zal experimenteel onderzoek noodzakelijk zijn alvorens tot implementatie te kunnen overgaan.

Een bijkomend probleem is de hoge arseenconcentratie in dit water en de onduidelijkheid over de afzetmogelijkheden van concentraten of reststoffen. Beide zaken zullen terdege onderzocht moeten worden, eventueel met het oog op selectieve verwijdering van het arseen.

5. Aangepaste reinigungsapparatuur en -werkwijzen

In de huidige situatie wordt de vloer etc. veelvuldig schoongespoten met een slang. Door de voordruk van 4 bar is de reiniging vrij snel en eenvoudig uit te voeren, maar vraagt wel zeer grote hoeveelheden water. Een hoge-drukreiniger of spuitlans kan het waterverbruik sterk beperken, mits losgemaakt vuil doelmatig kan worden afgevoerd zonder veel spoelwater te gebruiken (wisser/trekker of iets dergelijks gebruiken). Mogelijk kan voor grotere vloeroppervlakken ook een geschikte vuil-waterzuiger of een dweilautomaat worden aangeschaft; dit is echter een wat minder snelle reinigingsmethode.

Het inhuren van een reinigungsbedrijf voor bepaalde activiteiten is een andere optie, waarmee goed afspraken te maken zijn over de wijze van reiniging.

Een lager waterdebiet bij de reiniging is van belang voor het waterverbruik en voor een goede werking van de vet- en slibvangput, omdat pieklozingen worden vermeden. De totale vuillast zal echter nauwelijks verminderen door deze maatregelen.

6. Good-housekeeping

Hieronder kunnen maatregelen worden verstaan die meer op het organisatorische dan het technische vlak liggen. Genoemd kunnen worden:

- De reiniging van tubs/containers door een extern bedrijf laten verzorgen;
- Activiteiten die een sterk vervuילend karakter dragen concentreren in ruimte en tijd (bijvoorbeeld om bepaalde reinigungsactiviteiten in omvang en aantal te beperken);
- Verspilling van batter en paneermeel tegen gaan door aangepaste werkwijzen (geen overmaat batter aanmaken of vloeibaar in stock houden, druipen morsverliezen reduceren, bij reiniging paneermeel droog verzamelen, vervuiling van vriestunnel reduceren door geen los paneermeel mee te voeren, etc.);
- Hergebruik van water nastreven waar geen hoge eisen worden gesteld aan de hygiëne; het (gezeefde) fileerwater zou bijvoorbeeld gebruikt kunnen worden voor vloerreiniging en water uit de glaceerinrichting voor het voorspoelen;
- Registratie van het waterverbruik bij de verschillende bewerkingen: 'meten is weten'. Zonodig kunnen gepaste maatregelen worden genomen.
- Nagaan of spoelen van vis in de trommelwasser voor de vriestunnel wel altijd nodig is.

7. Verminderen ijsverbruik

Tussentijdse opslag van reeds koude vis in koelcellen behoeft niet vergezeld te gaan van een (grote) ijstoevoeging. De vis wordt immers gekoeld opgeslagen. Na fileren kan de temperatuur van de vis echter te hoog zijn zodat wel ijs moet worden toegevoegd.

Ook kan men overwegen het water op binnenkomende tubs/containers niet meer te verversen, zodat de uitloging van vissen wordt verminderd. Deze maatregelen besparen bovendien op energieverbruik en arbeidshandelingen.

8. Eindzuivering op water

Het in eigen beheer zuiveren van afvalwater met behulp van een fysisch-chemische of biologische methode kan voor veel bedrijven interessant zijn, vooral bij zuiveringslasten vanaf circa f 200.000,- per jaar en/of vuilvrachten vanaf circa 0,1 vervuilingseenheid per m³ afvalwater. De afvalwatersituatie van Hakvoort ligt dicht bij deze kentallen, zodat een verdere evaluatie gerechtvaardigd lijkt. De vuilvracht per m³ afvalwater kan nog significant hoger uitvallen dan de huidige waarden, indien tot een aantal waterbesparende maatregelen wordt overgegaan zoals hiervoor aangegeven (zie ook punt 4).

6.2 Evaluatie gesuggereerde maatregelen

De in de voorgaande paragraaf genoemde maatregelen worden hier per te onderscheiden bewerking besproken en globaal beoordeeld op aspecten als potentiële reductie van waterremissies, kosten en inpasbaarheid binnen de huidige bedrijfsvoering.

A. Opslag van tubs/containers

- Minder vaak water in binnenkomende tubs/containers verversen. De uitloging van vis neemt af en er is minder water en ijs nodig. Vermoedelijk kan tot circa 40 m³ water/ijs per week worden bespaard en een vuillastreductie worden bereikt van globaal geschat 2 à 4% (= 80 à 150 v.e.) Afgezien van het ijs en de verminderde arbeid, is dit een besparing van circa kf 7 tot 14 per jaar op water en zuiveringslasten. Onzeker is of de kwaliteit van de vis merkbaar wordt veranderd/aangetast door verminderde verversingen; wel is van belang dat de temperatuur voldoende laag wordt gehouden (dus als de temperatuur te hoog is, wél vervangen). Investerings: thermometer en onderzoek gericht op de vraag wanneer wel of geen vervanging nodig is.
- Minder intensief ijs gebruiken bij tijdelijke opslag. Als de temperatuur van de vis in de koelcel beneden circa 3 °C kan worden gehouden, is feitelijk minder (c.q. minder vaak) ijs nodig. Bij kortdurende opslag (circa 1 dag of minder) kan zelfs met een iets hogere temperatuur (circa 5 à 6 °C) worden volstaan, zodat soms geen ijs nodig is. Anderzijds kan worden gesteld dat het toevoegen van ijs aan tubs de mogelijkheid biedt om de koelcel minder intensief te koelen zodat daar minder energie nodig is. Er is te weinig informatie voorhanden om een goede kosten/baten balans te maken. Advies: nadere studie.
- Gebruik van te lozen glacierwater of een andere relatief schone waterstroom voor tussentijdse opslag. Mogelijke besparingen: water globaal 30-40 m³ per week (= circa f 1500 per jaar); vuillast: vermoedelijk verwaarloosbaar; energie: circa f 2000 per jaar? Investering: opslagtank (circa 6 m³) en pomp; circa kf 20.

B. Voorspoelen

- Gebruik van te spuien fileerwater in het spoelproces. Een besparing van bijna 80 m³ water per week is haalbaar (= circa f 3000 per jaar). Qua vuillast is de besparing vermoedelijk verwaarloosbaar, omdat de vervuiling grotendeels afkomstig is vanuit de te verwijderen slijmlaag. Investering: opslagtank (circa 5 m³), pomp, leidingwerk en aanpassingen bij fileertafels; circa 15-20 kf. (zie ook onderdeel C en D).
- Preventie van de vuillast is principieel niet mogelijk. De betreffende afvalwaterstroom is echter relatief gering (80 m³/week), terwijl relatief hoge concentraties verontreiniging worden aangetroffen (circa 10 g/l CZV). Overwogen kan worden deze stroom separaat biologisch te reinigen; eventueel kan dit ook in een collectief verband (centraal voorspoelen). Daarmee kan ook het arseen in een klein volume geconcentreerd worden. De lozingsheffing zou zeker met de helft kunnen verminderen. De investeringen kunnen vermoedelijk minder dan 200 kf blijven. De besparingen op de zuiveringslasten liggen rond 1000 v.e. ofwel circa 75 kf. Het arseen kan zich onder bepaalde condities concentreren in het slib waardoor in principe een afvalstof zal ontstaan die onder het WCA regiem valt. De slibhoeveelheden zijn echter beperkt; bij aërobe zuivering minder dan 500 liter per maand, terwijl een eventuele anaërobe zuivering nog minder slib ontstaat. Dit laatste vergt echter een gecombineerde aanpak met anderen omdat de meer-investeringen pas economisch aantrekkelijk zijn vanaf circa 5000 of 10.000 v.e.
- Andere zuiveringsmethoden, zoals UF en vriesconcentreren zijn ons inziens minder aantrekkelijk, omdat een waterig concentraat wordt verkregen dat vervolgens een nabehandeling en/of separate afvoer behoeft; ook is niet zeker of de behandeling probleemloos kan worden uitgevoerd. Verder zijn de behandelingskosten van vriesconcentreren hoog (meer dan f 60/m³). UF komt met ruim f 10/m³ nog wel in aanmerking, maar zal nader onderzoek vergen.

C. Fileren

- Automatische onderbreking watertoevoer. De mogelijke besparingen op waterverbruik zijn onzeker, maar bedragen vermoedelijk tussen 10 en 20% ofwel circa 16 tot 32 m³ per week (= f 600 tot 1200 per jaar). Door de geringere waterstroom zal de uitloging in de spoelgoot met naar ruwe schatting 4 tot 8% kunnen afnemen. Dit is dus circa 20 tot 40 v.e. ofwel circa f 1500 tot 3000 per jaar. De investeringen voor aanpassingen zijn niet onderzocht, maar vermoedelijk > 10 kf.
 - Betere spreiding watertoevoer. De mogelijke besparingen op waterverbruik zijn onzeker, maar vermoedelijk is tussen 10 en 25% haalbaar ofwel circa 15 tot 40 m³ per week (= f 600 tot 1500 per jaar). Door de geringere waterstroom zal de uitloging in de spoelgoot met naar ruwe schatting 4 tot 10% kunnen afnemen. Dit is dus circa 20 tot 50 v.e.¹⁾ ofwel circa f 1500 tot 3800 per jaar. De investeringen voor aanpassingen zijn gering, vermoedelijk minder dan f 5000,=.
- Teneinde tot een goed systeem te komen, wordt aanbevolen om eerst een beperkt aantal tafels te wijzigen en de ervaringen van het personeel te evalueren.

¹⁾ Als basis is hier een huidige vuillast van 1100 v.e. van **opgeloste** stoffen in de spoelgoot gekozen v.e. Is verondersteld afkomstig te zijn van uitloging van vaste delen in de spoelgoot (zie bijlage 3).

Vermindering van waterremissies bij een visverwerkend bedrijf door middel van een water-audit

- Droge afvoer karkassen. Daarbij dient primair te worden uitgegaan van de huidige situatie, omdat grote investeringen voor bijvoorbeeld een geheel andere inrichting of een pneumatisch systeem niet haalbaar moeten worden geacht. Twee mogelijkheden lijken daardoor het best realiseerbaar: a) scheiden bij de tafels door de karkassen in een bak te deponeren, die geregeld (handmatig) wordt gelegeerd en b) scheiden bij de tafels met betrekking tot bijvoorbeeld een schuingeplaatste zeefplaat naast de tafel en een transportband voor de karkassen. Er kan niet worden beoordeeld of hiervoor voldoende ruimte aanwezig is.

Alternatief a) vraagt zeer geringe investeringen, maar naar schatting circa 2 miljoen/jaar aan extra handelingen (leggen van bakken). Alternatief b) vraagt relatief hoge investeringen (80 kf?) en heeft tevens het nadeel van moeilijke reiniging van onderdelen en mogelijke geurhinder.

De besparingen betreffen in beide gevallen de vuillast en wel in ongeveer gelijke mate. De omvang van de verminderde uitloging in de spoelgoot laat zich niet exact inschatten, maar een reductie van meer dan 50% lijkt niet onwaarschijnlijk; hier wordt relatief conservatief 250 v.e. gekozen, overeenkomende met circa f 20.000 per jaar.

- Separaat opvangen fileerwater. In tegenstelling tot de vorige maatregel wordt het relatief schone water opgevangen en apart via een eenvoudige goot afgevoerd. De investeringen zijn beperkt (vermoedelijk niet meer dan kf 10); de verminderde uitloging in de spoelgoot is moeilijk te schatten, maar bij een reductie van 75% fileerwater (circa 90 m³/week) dat op de spoelgoot wordt geloosd, kan mogelijk een reductie van naar schatting 20-30% in de vuillast van worden gerealiseerd. Bij een conservatieve benadering is dit circa 125 v.e. ofwel bijna kf 10 per jaar. Het separaat opvangen water kan vervolgens:
 - rechtstreeks worden geloosd (via de bestaande slibvangput);
 - na een zeefbocht worden geloosd (zeefrest bij visafval voegen);
 - worden hergebruikt in niet-kritische toepassingen (voorspoelen, vloerreiniging en dergelijke);
 - worden hergebruikt op de fileertafels (na deeltjesaf scheiding en desinfectie; zie paragraaf 6.1).

Het eventuele hergebruik levert besparingen op het waterverbruik van maximaal f 5000 per jaar. Voor laagwaardig hergebruik zal de investering naar schatting circa 15-20 kf bedragen (circa 5 m³ tank, leidingen, pomp). Voor hergebruik op de fileertafels zijn de investeringen onbekend, maar vermoedelijk tenminste 25 kf. Daar tegenover staat dat slechts een relatief kleine buffertank benodigd is.

- Betere afscheiding deeltjes uit de spoelgoot. Dit kan aantrekkelijk zijn, omdat de verblijftijd van deeltjes in water relatief kort kan blijven. In hoeverre de bestaande afscheider hierop aangepast kan worden of dat er nieuwe apparatuur moet worden geplaatst, is niet onderzocht. Het effect op de vuillast is wederom niet goed in te schatten, maar bij afscheiding van deeltjes > 250 µm lijken besparingen van minimaal 150 v.e. mogelijk; dit komt overeen met circa 12 kf of meer. Te onderzoeken valt of deze optie op een eenvoudige (goedkope) manier kan worden gerealiseerd. Het afgezeefde materiaal kan vermoedelijk bij de overige visresten worden gevoegd.

D. Reinigen

- In principe is het mogelijk vloeren, machines etc. te reinigen met een geringe hoeveelheid water. Voor de mogelijk besparingen bij dit bedrijf is dit in de eerste plaats afhankelijk van de ter beschikking gestelde middelen (inclusief tijd) en de houding van de betrokken medewerkers. Gezien de huidige situatie met royaal gebruik van water zou een besparing op het water van 25% relatief goed haalbaar moeten zijn. Dit is naar schatting (zie bijlage 1) circa 30 tot 40 m³ per week, ofwel circa 1500 tot 2000 m³ per jaar (circa f 1200 tot 1500 per jaar). Verder heeft een verminderd watergebruik een lagere piek in de lozingen tot gevolg waardoor de slibvangput beter zal gaan functioneren. Gezien de resultaten van de ZWO-bemonsteringscampagne over de werking van de slibput lijkt in deze situatie een vuillastreductie van circa 5% (= circa 10% meer afscheiding van deeltjes) mogelijk; dit is circa 100 v.e. ofwel 7,5 kf per jaar. Wel ontstaat meer slib (circa 0,5 m³ per week extra).

E. Eindzuivering afvalwater

- Een betere afscheiding van slibdeeltjes in de eindstroom kan in principe een grote besparing opleveren (mits geen andere maatregelen voor deeltjesaf scheiding worden genomen). De omvang is niet te schatten door het ontbreken van karakterisering. Gezien de resultaten van ZWO en eigen, ruwe inschattingen lijkt een besparing van 10 tot 15% mogelijk; dit is circa 250 v.e. ofwel bijna 20 kf per jaar. Wel zal gerekend moeten worden met een hoeveelheid slib ter grootte van 1,5 tot 2 m³ per week (circa 75 tot 100 m³ per jaar). De kwaliteit van dit slib is hoogstwaarschijnlijk te laag voor hergebruik; afvoer als reststof is dan noodzakelijk (stortkosten mede afhankelijk van de kwaliteit).
De afscheiding kan gerealiseerd door zowel een beter gedimensioneerde slibvang en pieklozingen te vermijden, als door een goed werkende zeefbocht (scheiding op circa 250 µm). Investeringsen zullen vermoedelijk niet extreem zijn, mits geen slibontwatering behoeft te worden uitgevoerd. Bij een zeefbocht kan de zeefrest mogelijk bij het visafval worden gevoegd en worden afgevoerd. Nader onderzoek naar deze optie is derhalve zinvol.
- Een geïnstalleerd systeem voor fysisch-chemische zuivering van circa 10 m³/uur, waarmee alle deeltjes kunnen worden afscheiden, zal vermoedelijk rond 200 kf aan investeringen vergen. Een biologische zuivering is al gauw 3 maal zo duur, waar tegenover staat dat de bedrijfskosten kleiner zijn en veel minder slib wordt geproduceerd. Het geproduceerde slib kan in de praktijk problemen geven bij het vinden van goede en goedkope afzetmogelijkheden. Een fysisch-chemische zuivering kan de lozingsheffing met 60-70% verminderen, terwijl een goed gedimensioneerd biologisch systeem vermoedelijk 80-90% reductie kan bewerkstelligen.

Résumé

Onderstaande tabel geeft een kort overzicht van alle voornoemde opties en de mogelijke besparingen en kosten (investeringsen).

Er dient worden opgemerkt dat besparingen op kosten gerelateerd zijn aan de vermindering van het waterverbruik en de vuillast in het afvalwater¹⁾; feitelijk zouden deze moeten worden verminderd met afschrijving/rente op investeringen en de variabele kosten (zoals manuren, hulpstoffengebruik, reststoffenafvoer).

¹⁾ Gerekend is met een heffing van f 75 per v.e.; voor de naaste toekomst moet gerekend worden met een sterk stijgende tarieven van ZWO (als voorbeeld f 98,75 per v.e. in 1996).

Vermindering van waterremissies bij een visverwerkend bedrijf door middel van een water-audit

In het kader van deze beperkte audit kan hier helaas geen uitgebreide studie naar worden gedaan. Desalniettemin kunnen binnen de genoemde alternatieven vanuit bedrijfseconomisch oogpunt relatief meer en minder aantrekkelijke alternatieven worden aangegeven. De relatief aantrekkelijke alternatieven worden samengevat in de conclusies. Overigens zij opgemerkt dat het wel of niet genoemd zijn van alternatieven in de conclusies niet betekent dat deze wel of niet economische haalbaar zijn; een dergelijke eenduidige uitspraak is niet mogelijk binnen beperkte reikwijdte van deze studie. Een nadere evaluatie van de alternatieven is derhalve aanbevelingswaardig

Tabel 2 Overzicht van mogelijke maatregelen

Maatregel	Besparingen			Investering	Opmerkingen
	water m ³ /wk	vuillast (v.e.)	water + vuillast kf/a		
Opslag					
minder vervangen/ijs	40	80 - 150	7 - 14	gering	onderzoek nodig
gebruik glaceerwater	30 - 40	nihil	3,5	< 20	
Voorspoelen					
gebruik fileerwater	80	nihil	3	15 - 20	excl. besparing bij fileren bij gemeensch. zuivering: anaëroob voorreinigen
apart biol. zuiveren	0	1000	75	< 200?	
UF zuiveren	50	1200	93	150	excl. concentraat- verwerking; onderzoek is nodig
Fileren					
toevoeronderbreking	16 - 32	20 - 40	2 - 4,5	> 10?	2 mj/a arbeid vervuiling
spreiding watertoevoer	15 - 40	20 - 50	2 - 5,5	5	
droge afvoer afvallen	nihil	250	20	a) gering b) circa 80	a) = lozen b) = hergebruik elders c) = hergebruik bij fileren welke aanpassingen nodig?
fileerwater opvangen	a) 0 b) (80) c) circa 90	125	a) 10 b) 15 c) 15	10 15 - 20 > 25	
beter zeven	nihil	150	12	?	
Reinigen					
diversen	30 - 40	100	9	beperkt	leiding en training; meer slibafvoer
Eindzuivering					
deeltjesafscheiding	0	25	20	25?	extra zeefbocht
fys/chem.	0	1600	120	200?	veel slib
biologisch	0	2000	150	700?	ruwe schatting

7 Conclusies

Het waterverbruik bij het onderzochte bedrijf is terug te voeren op een groot aantal activiteiten waarbij om verwerkingsgemak, hygiënische redenen en produktkwaliteit voor (relatief royaal) gebruik van water is gekozen; het waterverbruik wordt niet strikt bewaakt of qua hoeveelheden gelimiteerd.

Belangrijkste bronnen voor watergebruik zijn schoonmaakactiviteiten (circa 20-25%), fileren (circa 20-25%), voorspoelen (10-15%) en tussentijdse opslag van vis (circa 20%).

Een belangrijk deel van het de vuillast in het afvalwater wordt veroorzaakt door de in deze studie onderzochte activiteiten:

- Voorspoelen (circa 50%);
- Natte afvoer bij fileertafels (spoelgoot; circa 25%).

Op het voorspoelen is in principe geen vermindering van de vuillast te realiseren. Andere verontreinigingsbronnen zijn voornamelijk het gevolg van de (gebruikelijke) keuze om met water te werken.

De karakterisering van watermonsters uit tubs, het voorspoelproces, van fileertafels en uit de spoelgoot toonden aan dat met name de twee laatst genoemde grote hoeveelheden, goed afscheidbare visdeeltjes ($> 250 \mu\text{m}$) bevatten.

De 'beperkte water-audit' bij het platvisverwerkende bedrijf heeft diverse opties voor besparingen op zowel het watergebruik als de vuillast opgeleverd. Diverse opties lijken vrij eenvoudig uit te voeren en/of bedrijfseconomisch aantrekkelijk te zijn.

Enkele belangrijke voorbeelden zijn, in willekeurige volgorde:

- Het minder veelvuldig vervangen van tub/containerwater (waar mogelijk);
- Spreiden/reducen van watertoevoer over fileertafels (lager waterdebiet);
- Separaat opvangen van aflopend fileerwater en:
 - a) rechtstreeks lozen of
 - b) laagwaardig hergebruiken (bijvoorbeeld in het voorspoelen);
- Verminderen waterverbruik bij reinigen (voornamelijk training/bewustwording);
- Betere verwijdering van deeltjes uit de eindstroom (bijvoorbeeld zeefbocht).

Vanwege de onzekerheid in gegevens zijn als mogelijk aantrekkelijk aan te wijzen:

- Een biologische zuivering op:
 - a) de afvalstroom van het voorspoelen (eventueel collectief zuiveren) of
 - b) de eindstroom (eventueel ook fysisch-chemische zuivering);
- Ultrafiltratie (UF) op afvalwater van het voorspoelen (hiervoor is onderzoek nodig);
- De 'droge' afvoer van fileerresten via:
 - a) bakken of
 - b) transportband of vergelijkbaar systeem.

In het kader van dit onderzoek is er geen gelegenheid geweest om de verschillende opties in detail door te rekenen of te toetsen in laboratorium- of praktijkomstandigheden. Aanbevolen wordt de beschreven opties nader te evalueren, waarbij ook meer aandacht zal moeten worden gegeven aan operationele kosten en de eventuele gevolgen voor de bedrijfs/procesvoering. Waar nodig dient tevens een verdere karakterisering van proceswaterstromen plaats te vinden (onder andere van de reinigingsactiviteiten).

8 Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever
N.v.t.

Namen en functies van de medewerkers
Ir. J.W. Assink - onderzoeksleider, (IMET-TNO)
Ir. P. van Leeuwen (IVP-TNO)

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed
TAUW-Infraconsult (Analyses op CZV en N_{kj})

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
juni '91 – december '91

Ondertekening



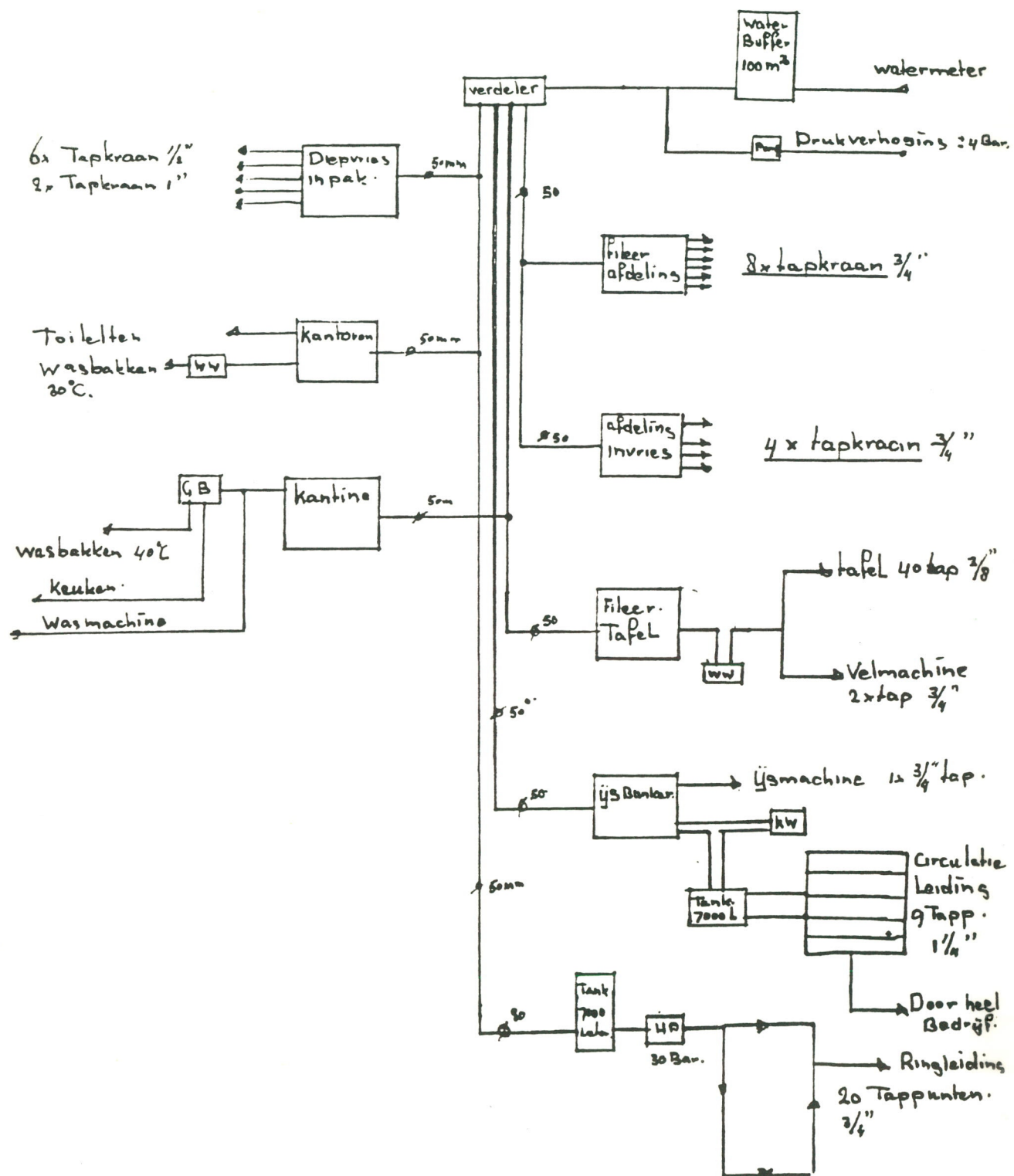
Ir. J.W. Assink
onderzoeksleider

Goedgekeurd door



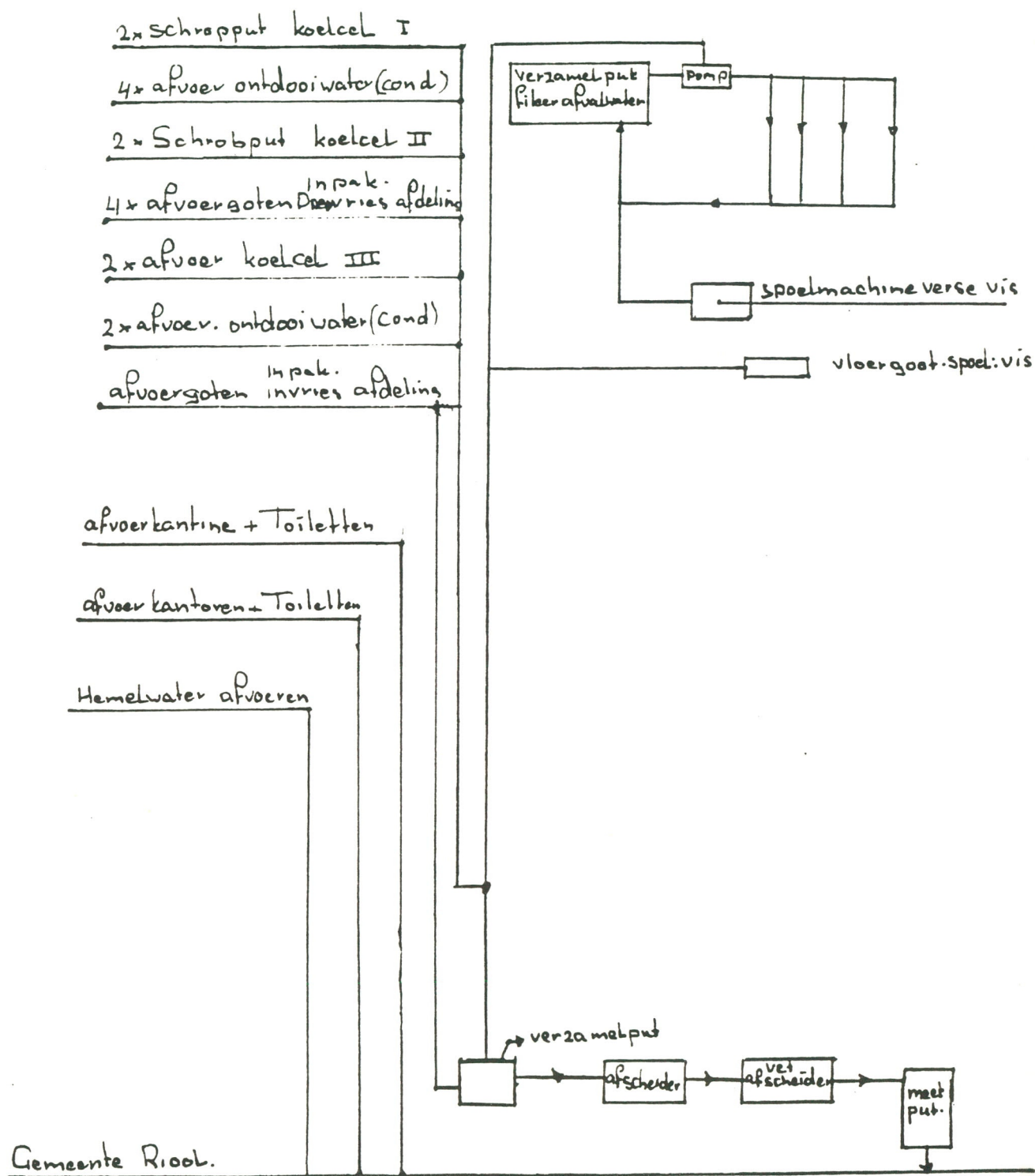
Ing. H.J. van Veen
werkgroepsleider

Schema 1 Gebruikers leidingwater en leidingnet



H. Solbe

Schema 2 Afvalwaterstromen



Bijlage 1 Uitgangspunten voor en schattingen van het watergebruik

In het rapport 805-10-02 (Oranjewoud) worden enkele gegevens verstrekt over het waterverbruik in 1988 en 1989; deze zijn hier overgenomen. Volgens het bedrijf is er in 1991 geen groot verschil met de gegevens uit 1989.

Gegevens waterinname en lozing in m³ per week (gecorrigeerd voor buffers)

	1988		1989	
	april	september	juni	oktober
Huishoudelijk	-	-	4	-
Glaccerwater	16	15	16	15
Ijsbereiding (met daksproeiers)	40	40	78	40 ?
Proceswater en schoonmaak	438	471	659	575 ?
Totaal inname	494	526	757	630
Lozingen	426	476	646	567
Productie (ton verse vis)	87	63	56,4	57,1 (+ 27 ton filet)

Het huishoudelijk water wordt apart geloosd en mag niet worden meegeteld voor het lozingsdebiet. Het lozingsdebiet zou bij benadering gelijk moeten zijn aan het verbruik in het proces (inclusief schoonmaak en intern ijsgebruik) minus het waterverbruik voor het naspelen van de tubs achter het bedrijf (= apart lozingspunt). Blijkbaar wordt voor het naspelen buiten circa 40 m³ per week gebruikt, mits de ijsbereiding in bovenstaande tabel primair interne doelen dient (dus wordt geloosd).

De gemiddelde afvalwaterflow in de meetput bedraagt 85 tot 90% van de waterinname.

Aan de afvalwaterflows liggen de volgende aannamen ten grondslag:

- gemiddelde inhoud tubs/containers: 500 kg vis en 150 liter bloedwater;
- gemiddelde productie verse vis: 65 ton per week (circa 130 tubs/containers);
- spoelwatergebruik per batch (500 kg): circa 600 liter;
- fileertafels: 25 stuks à 2 liter/minuut, 40 uur per week;
- sorteerlijn: 40 m³ per week voor de wasser (inmiddels situatie gewijzigd);
- binnen het bedrijf worden vissen/filets gemiddeld circa 3 maal weggezet onder ijs of ijswater: circa 120 m³ per week (30% als ijs);
- onthuidmachine: 10 liter/minuut, 10 uur per week;
- trommelwasser voor glaceerinrichting: circa 2 à 3 m³ per dag;

Vermindering van waterremissies bij een visverwerkend bedrijf door middel van een water-audit

- glaceerbakken: dagelijks circa 8 m³, tussentijds nog circa 4 m³;
- schoonmaakactiviteiten: zeer divers, dagelijks worden alle apparaten en vloeren één of meerdere keren met water gereinigd; eenmaal per week ook met reinigingsmiddelen. Vanwege de grote variatie aan activiteiten wordt deze post niet gespecificeerd, maar is beschouwd als het verschil tussen het totaal geloosde debiet en de overige, hiervoor benoemde processtromen. Vermoedelijk is het schoonspuiten van de vloer een van de grootste waterstromen binnen het onderzochte bedrijf. Per 1000 m² betegeld en intensief gebruikt vloeroppervlak is momenteel vermoedelijk tot circa 100 m³ water per week nodig.

Hieruit valt het volgende af te leiden.

Samenstelling afvalwaterflow:	m³ per week
Bloedwater	20
Spoelwater	80
Fileertafels, suppletiewater	120
Sorteerlijn, wasser	40
IJswater tussentijdse opslag	120
Onthuidmachine	6
Trommelwasser bij glaceerinrichting	10
Glaceerbakken	60
Schoonmaakactiviteiten	circa 120 - 160
Totaal	circa 600

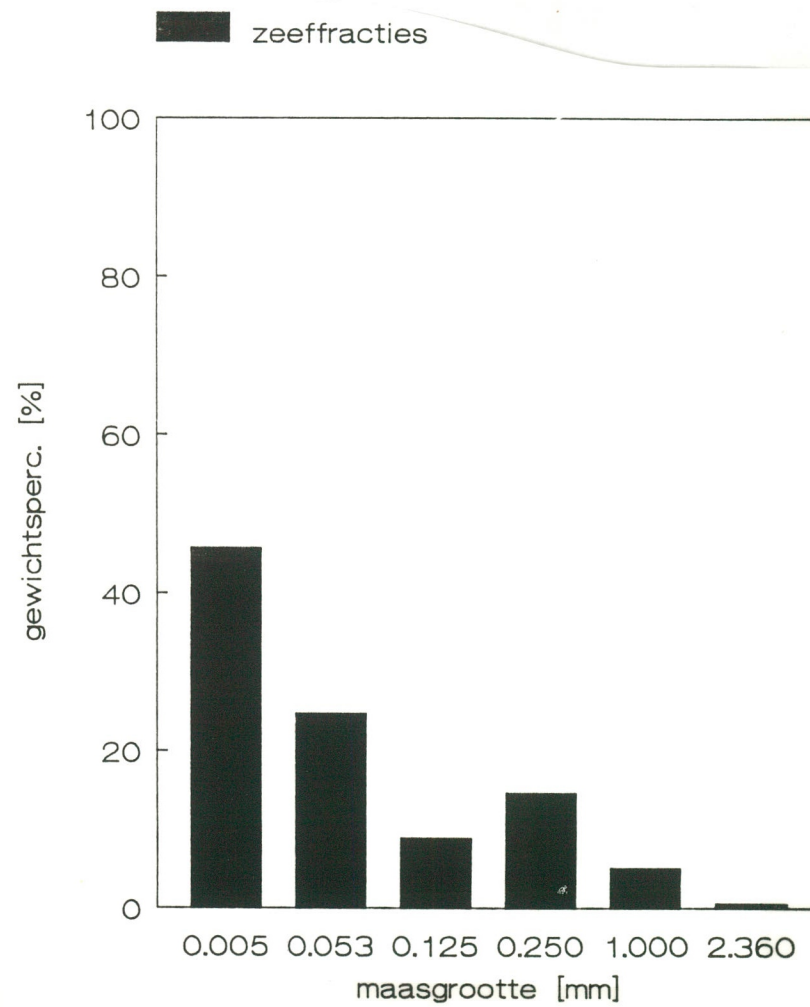
Tot slot zij erop gewezen dat de hier vermelde gegevens niet of nauwelijks onderbouwd zijn met metingen. Dit betekent dat de feitelijke situatie bij het bedrijf significant kan afwijken van de hier gepresenteerde gegevens.

Indien we de gegevens uit bovenstaande tabel vergelijken met gegevens uit andere bronnen, blijken de onderlinge verschillen niet groot te zijn. Mogelijk is de inschatting over het waterverbruik bij schoonmaakactiviteiten wat te hoog, terwijl de inschattingen over het verbruik bij de fileertafels, onthuidmachine en de trommelwasser plus glaceerinrichting mogelijk te laag zijn.

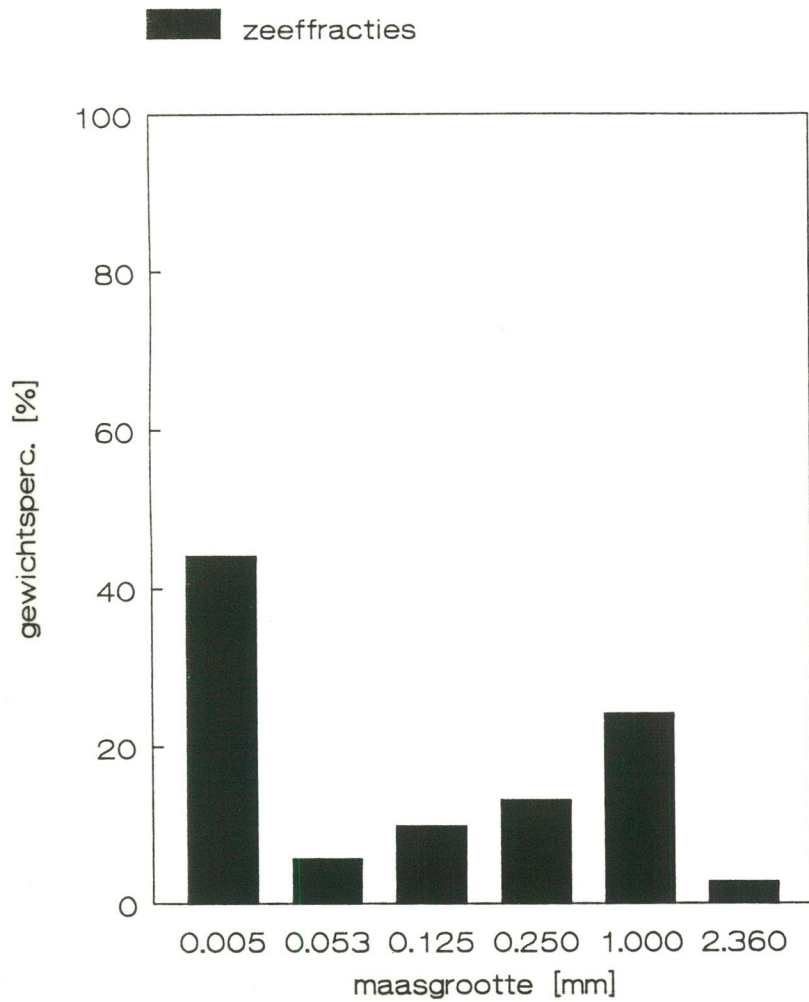
Bijlage 2 Hoeveelheden nat slib en de relatieve deeltjesgrootte verdeling in de afzonderlijke watermonsters

SAMENSTELLING WATERMONSTERS; GEHALTE VASTE STOF >5µm (gram nat slib/l)

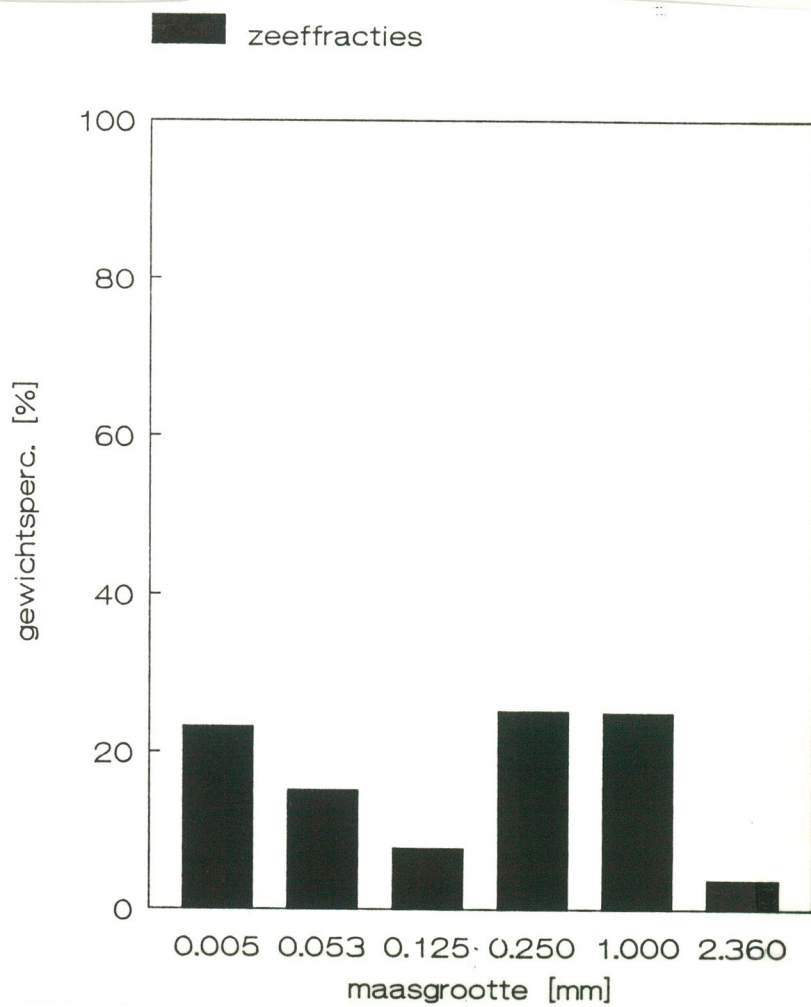
	Tubs/cont		Spoelwater		Fileertafel		Pompput		Wasser
	totaal	>250 µm	totaal	>250 µm	totaal	>250 µm	totaal	>250 µm	sorteerlijn
SCHOL									
d.d. 2-9-1991	7.0	2.8	21.9	9.1	5.5	4.3	63.3	51.1	
d.d. 3-9-1991	5.1	1.0	19.2	6.1	5.3	4.2	11.0	6.9	3.2
"gemiddeld" schol	6.0	1.9	20.5	7.6	5.4	4.3	30?	22?	
HEILBOT d.d. 28-8	2.5	1.1	11.8	9.8	4.9	3.3	84.2	66.4	
Weekvracht (schol) (kg/week nat slib)	120	38	1640	608	648	516 minimum:	6600 (2420)	4840 (1500)	

Totaal: 5,19 g/l
nat slib

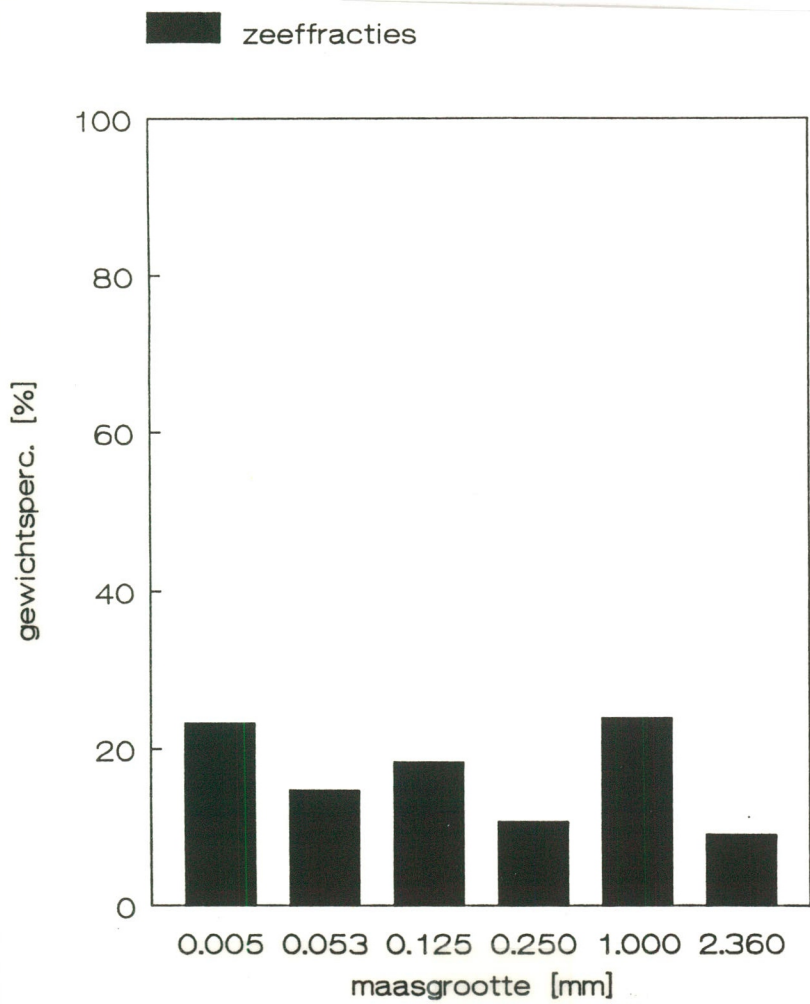
Tubwater schol d.d. 03-09-1991

Totaal: 7,0 g/l
nat slib

Tubwater schol d.d. 02-09-1991

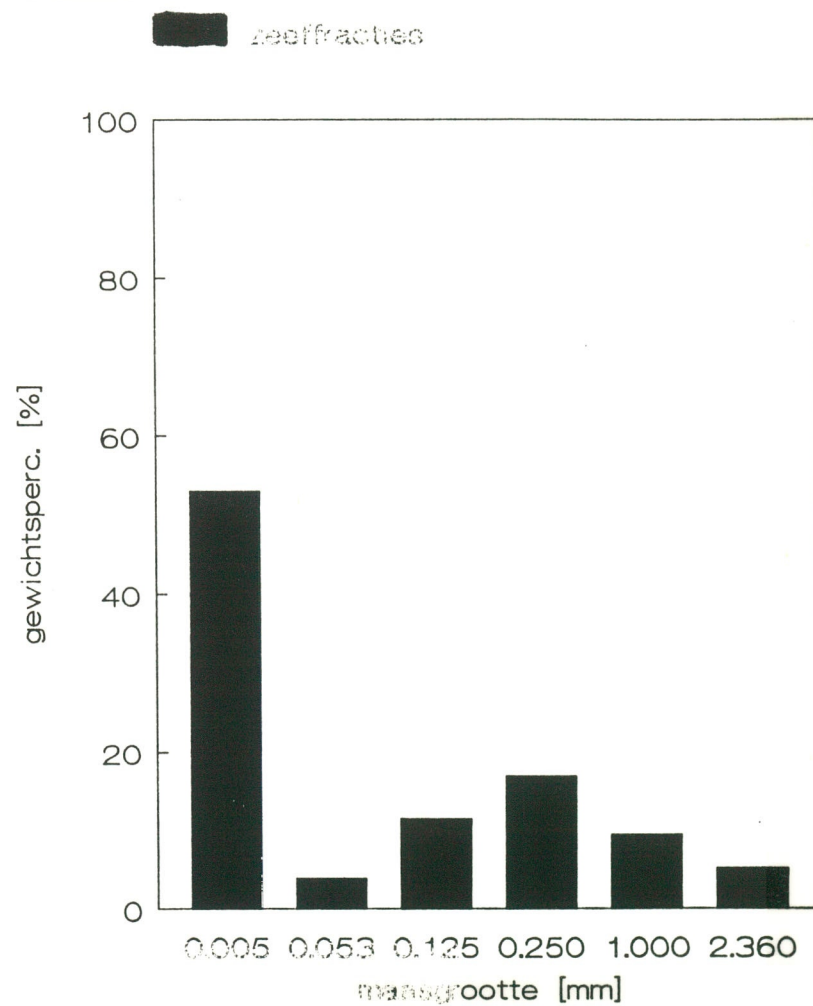
Totaal: 3,2 g/l
nat slib

Wasser van sorteerlijn

Totaal: 2,5 g/l
nat slib

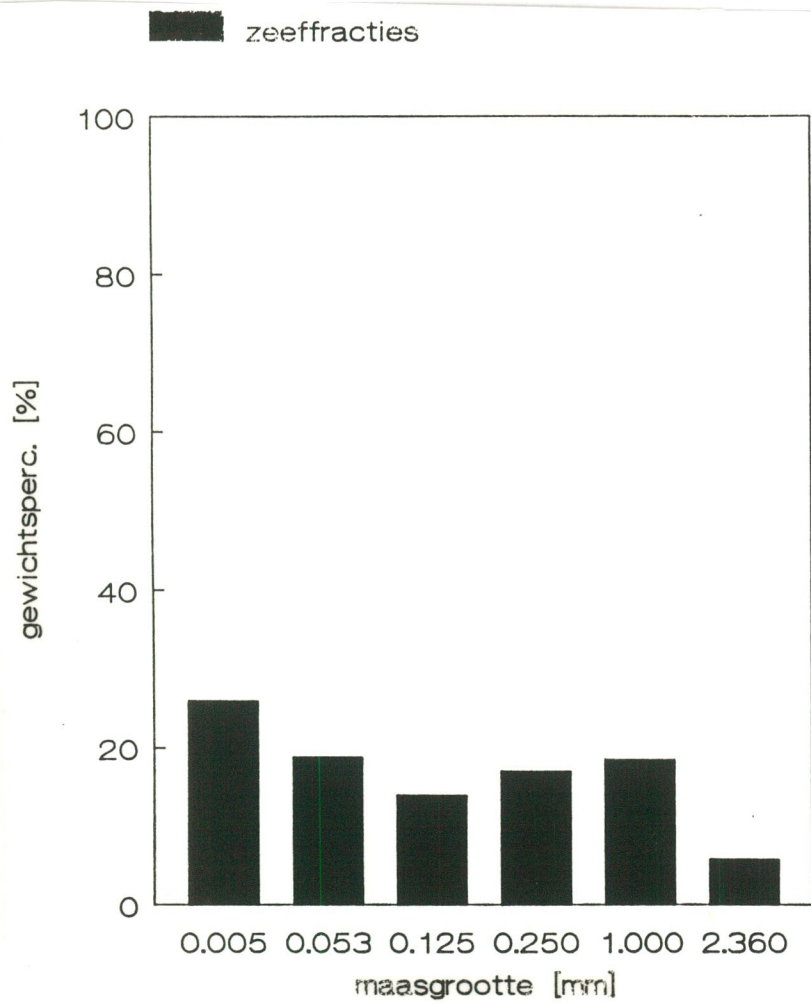
Tubwater heilbot d.d. 28-091991

Totaal: 19,2 g/l
nat slib



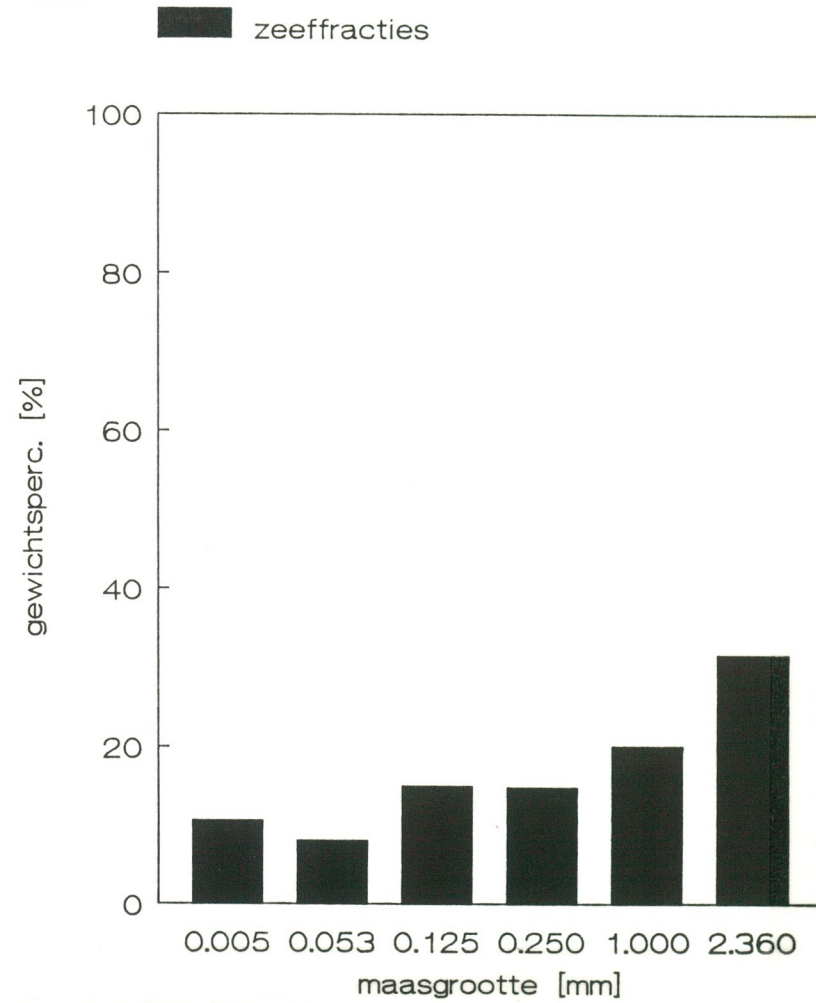
Spoelwater schol d.d. 03-09-1991

Totaal: 21,9 g/l
nat slib



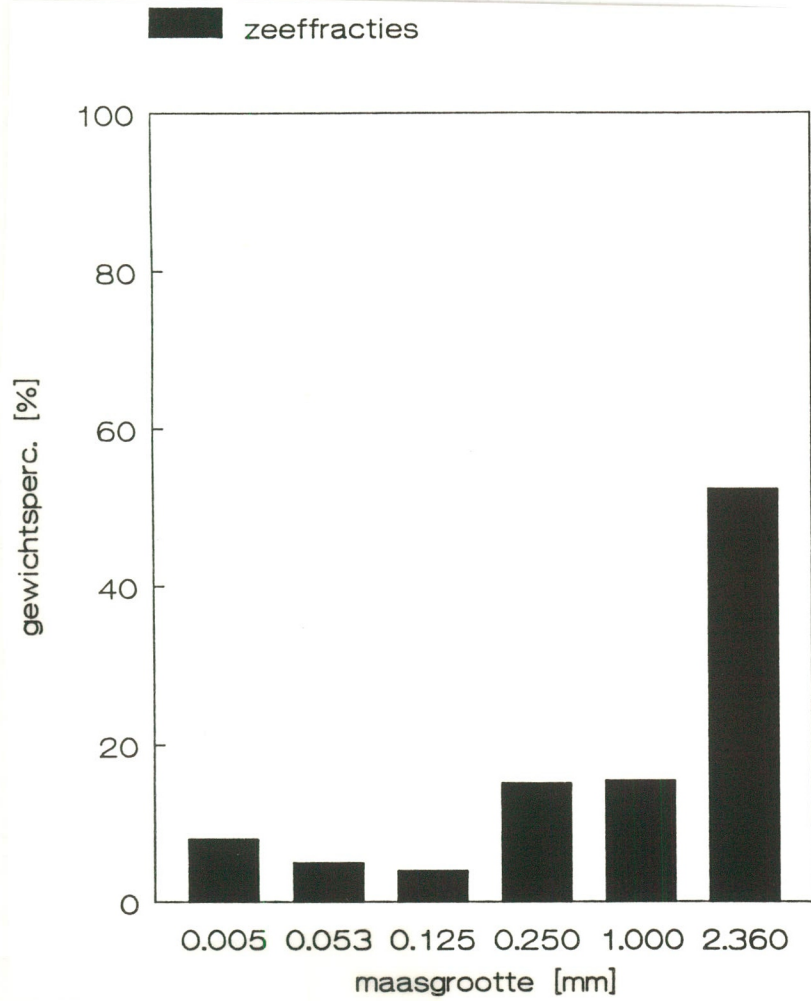
Spoelwater schol d.d. 02-09-1991

Totaal: 4,9 g/l
nat slib

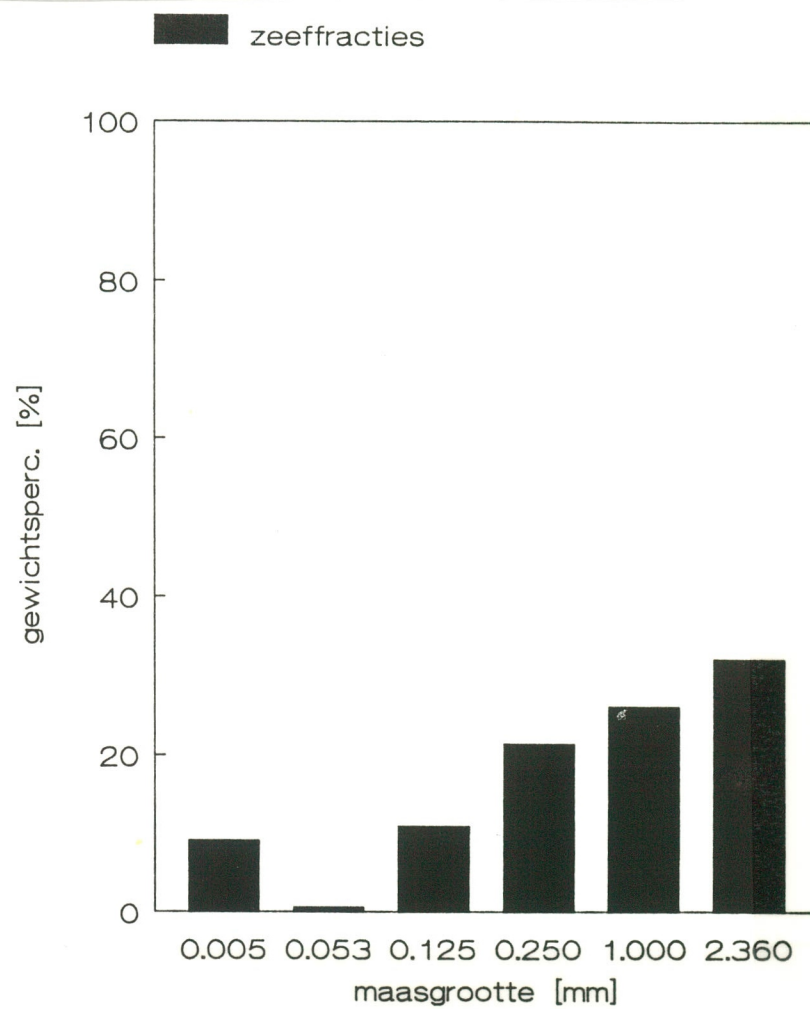


Fileertafel, heilbot d.d. 28-08-1991

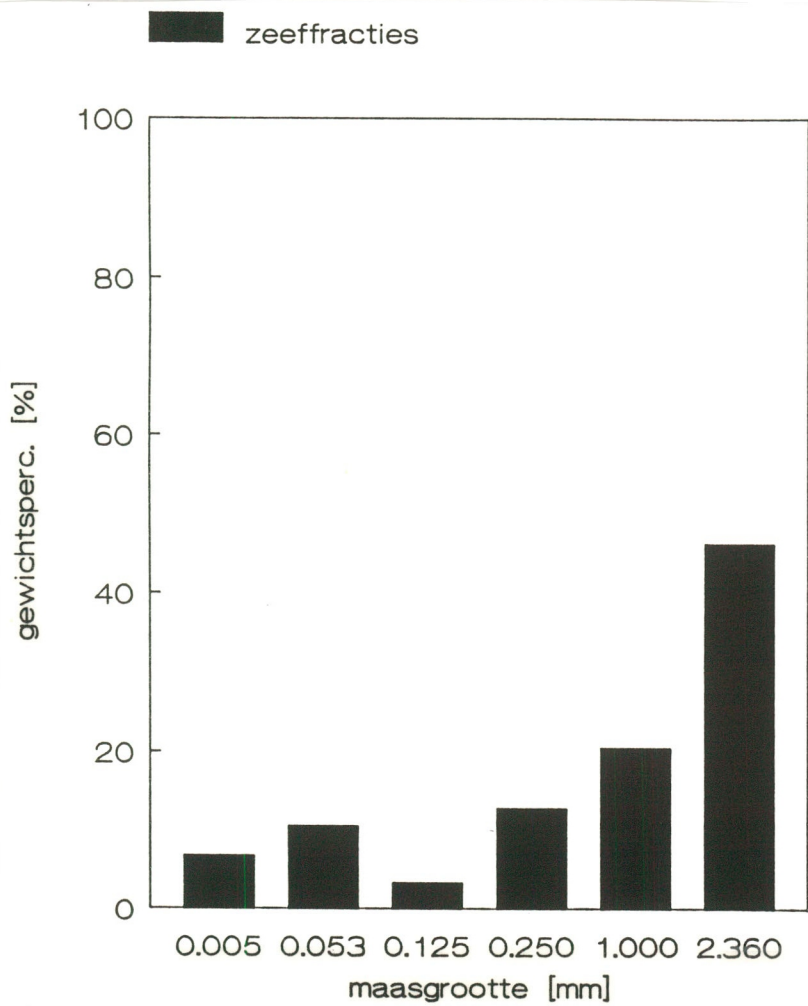
Totaal: 11,8 g/l
nat slib



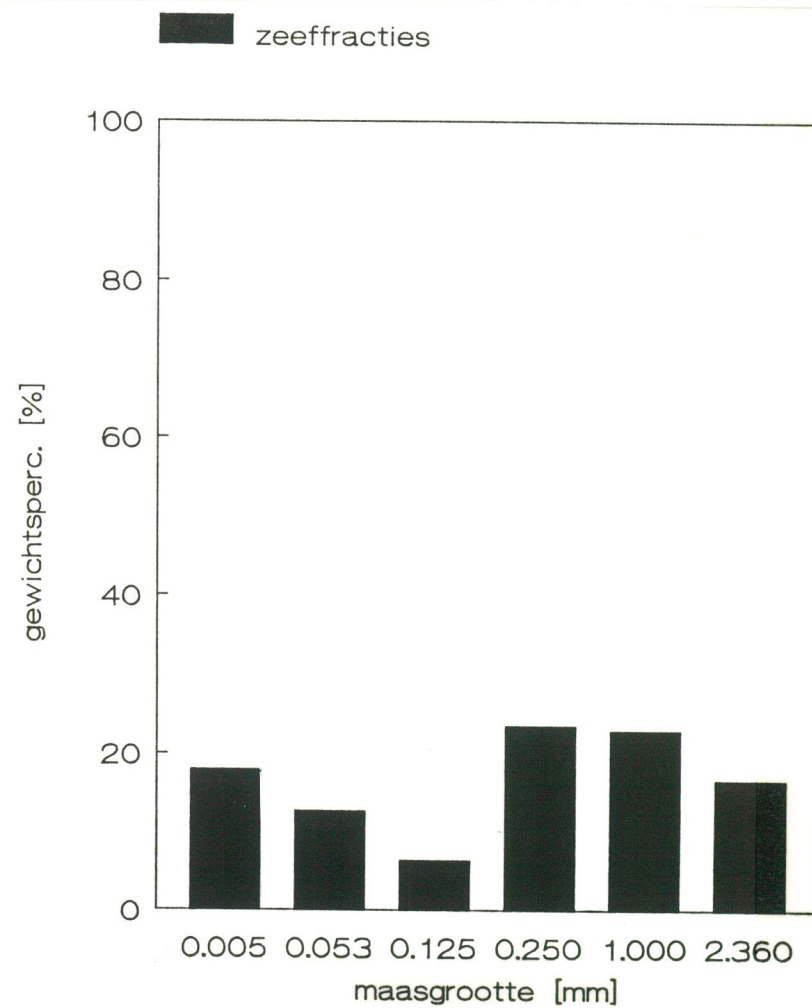
Spoelwater heilbot d.d. 28-08-1991

Totaal: 5,3 g/l
nat slib

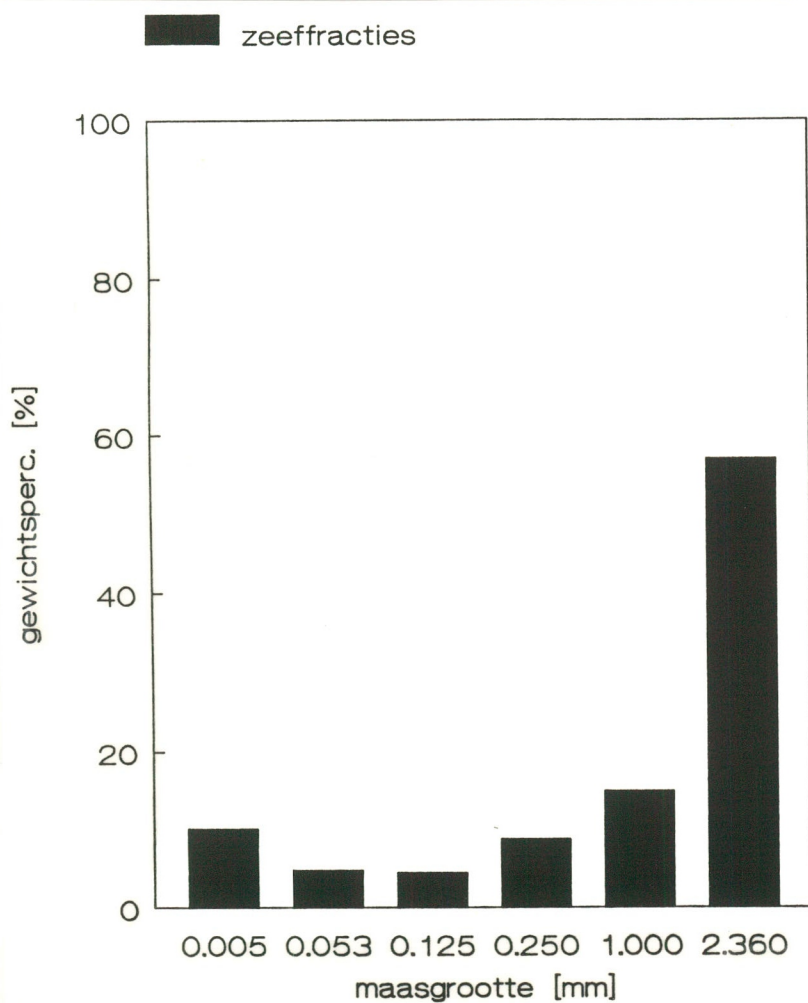
Fileertafel, schol d.d. 03-09-1991

Totaal: 5,5 g/l
nat slib

Fileertafel, schol d.d. 02-09-1991

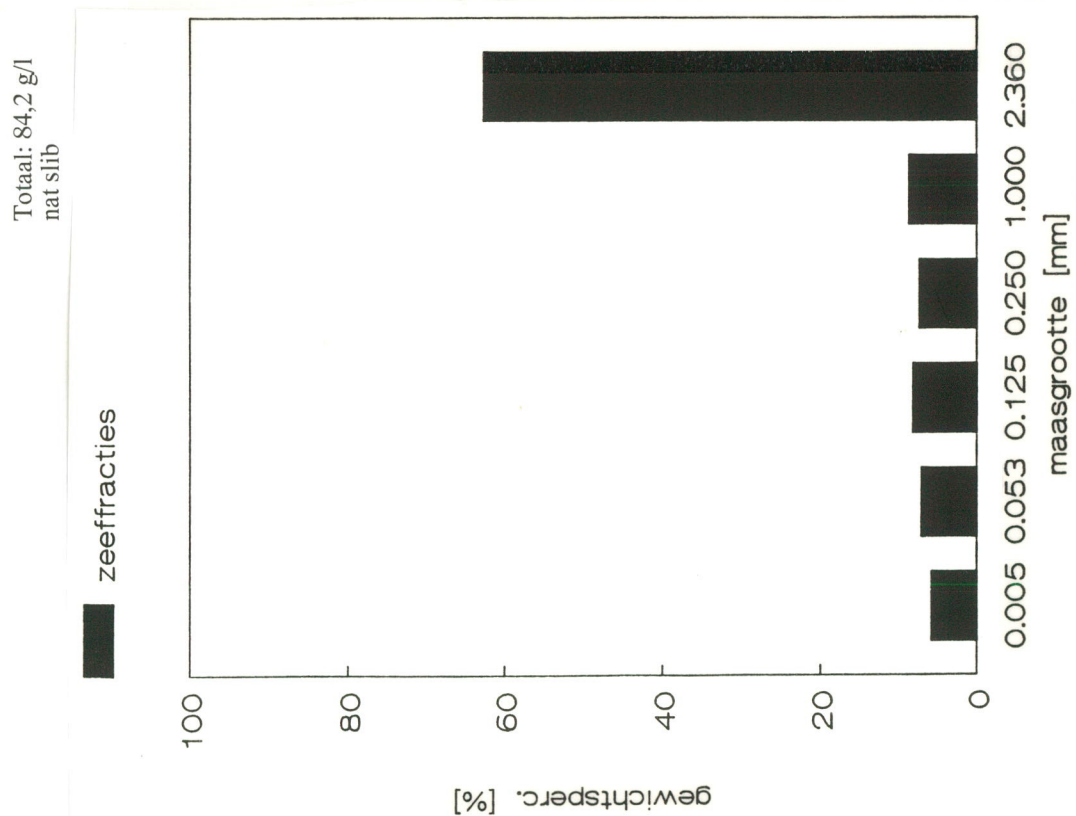
Totaal: 11,0 g/l
nat slib

Pompput fileergroot, schol d.d. 03-09-1991

Totaal: 63,3 g/l
nat slib

Pompput fileergroot, schol d.d. 02-09-1991

Vermindering van wateremissies bij een visverwerkend bedrijf door middel van een water-audit



Pomppui fileergoot, heilbot d.d. 28-08-1991

Bijlage 3 De gehalten CZV, N-kj en arseen in de monsters, vóór en ná filtratie

SAMENSTELLING WATERMONSTERS; CZV-WAARDEN (g/l)

	Tubs/cont geheel < 5 µm		Spoelwater geheel < 5 µm		Fileertafel geheel < 5 µm		Pompput geheel < 5 µm		Wasser sorteerlijn
SCHOL									
d.d. 2-9-1991	20.30	3.98	8.11	3.15	0.80	0.29	19.40	2.67	
d.d. 3-9-1991	3.81	—	12.10	—	0.78	(0.35)	3.81	(2.11)	1.38
"gemiddeld"	6	3	10	3.5	0.80	0.3	11	2.5	
HEILBOT d.d. 28-8	0.52	0.41	4.48	-	0.87	0.14	52.10	-	

Noot: waarden tussen haakjes hebben betrekking op supernatanten (na 24 uur bezinken)

SAMENSTELLING WATERMONSTERS; KJELDAHL-STIKSTOF (mg N/l)

	Tubs/cont geheel < 5 µm		Spoelwater geheel < 5 µm		Fileertafel geheel < 5 µm		Pompput geheel < 5 µm		Wasser sorteerlijn
SCHOL									
d.d. 2-9-1991	940	610	280	450	63-89	35	760	330	
d.d. 3-9-1991	360	—	1300	—	72	(0.53)	370	(270)	42-63
"gemiddeld" schol	500	350	800	500	75	35	550	300	
HEILBOT d.d. 28-8	44-160	96	270	-	48-170	33	1100	-	

SAMENSTELLING WATERMONSTERS; ARSEENCONCENTRATIES (mg As/l)

	Tubs/cont geheel < 5 µm		Spoelwater geheel < 5 µm		Fileertafel geheel < 5 µm		Pompput geheel < 5 µm		Wasser sorteerlijn
SCHOL									
d.d. 2-9-1991	0.25	0.30	0.37	0.34	0.028	-	0.16	-	
d.d. 3-9-1991	0.59	—	4.90	—	-	-	0.76	-	0.021
"gemiddeld" schol	0.37	0.30	1.5?	1.0?	0.03	-	0.45?	-	
HEILBOT d.d. 28-8	0.12	-	0.10	-	-	-	0.14	-	

Bijlage 4 Overzicht van de verontreinigingen in de
deelstromen, al dan niet na filtratie

OVERZICHT VERONTREINIGINGEN IN DEELSTROMEN

Processtroom	Afvalwaterdebiet		Arseen		CZV (g/l) met slib	Kj-N (mg/l)	Vervuilingseenheden		Vuillast per m ³ (v.e./m ³)	Vuillast slibfractie	
	absoluut (m ³ /wk)	relatief (%)	conc. (ug/l)	vracht (g/week)			absoluut (v.e.)	relatief (%)		(v.e./m ³)	(%)
Tubs/containers (bloedwater)	20	3.3	400	8	6	500	174	4.2	0.167	0.074	44.5
Spoelwater	80	13.3	1500	120	10	800	1148	27.7	0.276	0.159	57.6
Fileerlijn											
- fileertafels	120	20.0	28	3.36	0.8	75	144	3.5	0.023	0.014	59.8
- pompput	220	36.7	450	99	11	550	3123	75.4	0.273	0.195	71.4
Sorteerlijn	10 ?		?		1.4	50	17	0.4	0.033	0.001	2.8
Overige (schoonmaak etc)	370 ?		?		?	?	1000	24.2	0.052	0.021	40.0
Totaal	600 (600)	36.7		99 (90)			4140 (1000,1800,4200)	100.0	0.133	0.084	63.5
Per ton verse vis	9.23 (1,7)			1.52			1.18 (0,29-1,2)				

Noot: getallen tussen haakjes zijn waarden uit eerdere metingen (ZW0, Oranjewoud) of opgaven van Hakvoort

OVERZICHT VERONTREINIGINGEN, NA FILTRATIE VAN DE MONSTERS

Processtroom	Afvalwaterdebiet		Arseen		CZV (g/l) zonder slib	Kj-N (mg/l)	Vervuilingseenheden		Vuillast per m ³ (v.e./m ³)
	absoluut (m ³ /wk)	relatief (%)	conc. (ug/l)	vracht (g/week)			absoluut (v.e.)	relatief (%)	
Tubs/containers (bloedwater)	20	3.3	300	6	3	350	97	6.4	0.093
Spoelwater	80	13.3	1000	80	3.5	500	486	32.2	0.117
Fileerlijn									
- fileertafels	120	20.0	28	3.36	0.3	35	58	3.8	0.009
- pompput	220	36.7	?	0	2.5	300	895	59.2	0.078
Sorteerlijn	10 ?		?	?	1.4	40	17	1.1 ?	0.032
Overige (schoonmaak etc)	370 ?		?	?	?	?	600	39.7 ?	0.031
Totaal	600	36.7		89.36			1511	100.0	0.048

