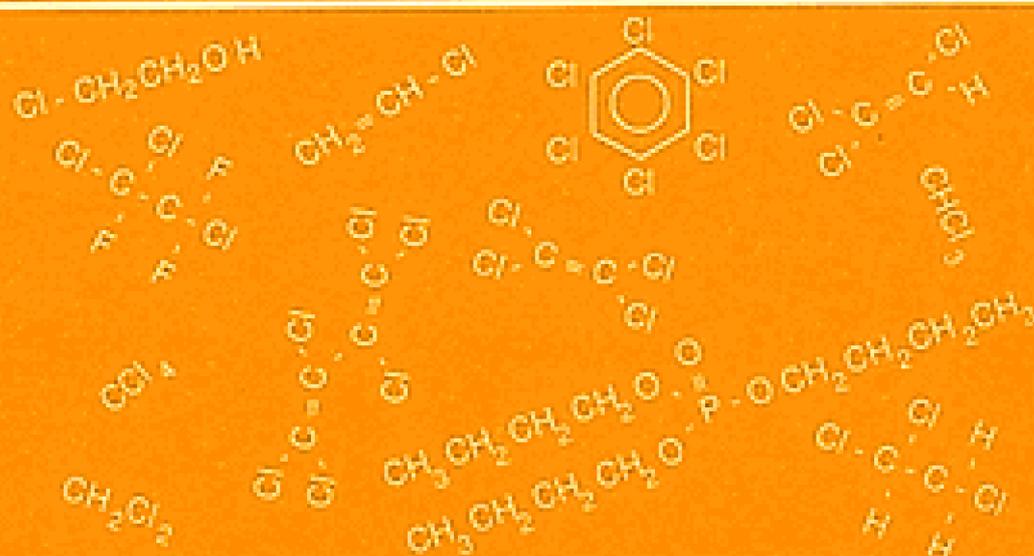


Miljøprojekt nr. 127

1990

Miljøfremmede, organiske stoffer i kommunalt spildevand



Miljøministeriet

Miljøstyrelsen

Miljøprojekt

- Nr. 70: Organiske opløsningsmidler
- Nr. 71: Kviksølv i havneslam
- Nr. 72: Organic solvents
- Nr. 73: Arealanvendelse og geologi – nitrat i grundvand
- Nr. 74: Kviksølv i danske ferskvandsøkosystemer
- Nr. 75: Forureningstilstanden i danske svømmebade
- Nr. 76: Nitrat og pH i drikkevand
- Nr. 77: Kviksølv i jord
- Nr. 78: Drænvandskvalitet fra pyritholdige arealer
- Nr. 79: Leptospira-bakterier i rotter ved dambrug og landbrug
- Nr. 80: Svømmebade og sygdomsrisci
- Nr. 81: Lokale forureninger og helbredseffekter
- Nr. 82: QSAR og toksikologi – en ny strategi i kemikalievurdering
- Nr. 83: Forurening fra gamle affaldsdepoter uden kemikalieaffald
- Nr. 84: Alternativ lossepladsteknologi – en litteraturgennemgang
- Nr. 85: Tilførsel af næringsstoffer til vandløb
- Nr. 86: Genanvendelse af tekstilaffald
- Nr. 87: Substitution af PVC-plast med andre plastmaterialer
- Nr. 88: Emballage til mælk og juice
- Nr. 89: Vandressourcerne og klimasvingninger
- Nr. 90: Nikkelafgivelse fra metallegeringer
- Nr. 91: Algetoksicitetstest
- Nr. 92: CFC-forbrugsmønster i Danmark
- Nr. 93: Mikrobiel nedbrydning af miljøfremmede stoffer i grundvand
- Nr. 94: Genanvendelse af madaffald fra storkøkkener i København
- Nr. 95: Bundfaunaundersøgelser som redskab til overvågning
- Nr. 96: Svovlbrintedannelse og -kontrol i trykledninger
- Nr. 97: Renere teknologi i fiskeindustrien
- Nr. 98: Renere teknologi i træ- og møbelbranchen
- Nr. 99: Kompostering af haveaffald i Frederiksborg Amt
- Nr. 100: Hazard Assessment of 1,1,1 - Trichloroethane
- Nr. 101: Organiske opløsningsmidler i husholdningsprodukter
- Nr. 102: Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug
- Nr. 103: Sprøjtefri randzoner i kornmarker
- Nr. 104: Miljøforbedring ved hovedseparation i rejepilleindustrien
- Nr. 105: Forbrug af og forurening med bly i Danmark
- Nr. 106: Haloner
- Nr. 107: Galvanisk overfladebelægning uden affald og spildevand
- Nr. 108: Madaffald fra storkøkkener
- Nr. 109: Erstatningsstoffer for fosfat – spredning og effekter i miljøet
- Nr. 110: Olie/kemikalieaffald – en spørgeskemaundersøgelse
- Nr. 111: Undersøgelser af vejledende pyritgrænseværdier
- Nr. 112: Kvantitative og kvalitative kriterier for risikoaccept
- Nr. 113: Storskrald og haveaffald
- Nr. 114: Papirindsamling via specialcontainere og genbrugsstation
- Nr. 115: Vandmiljøplanens overvågningsprogram
- Nr. 116: Renere teknologi i svine- og kreaturslagteribranchen
- Nr. 117: Dioxinmission ved affaldsforbrænding
- Nr. 118: Klorkilders betydning for dioxindannelse ved forbrænding
- Nr. 119: Okkerrensning i forbindelse med landbrugsmæssig dræning
- Nr. 120: Kontrol af køretøjer med katalysator
- Nr. 121: Forurenede industrigrunde
- Nr. 122: Indsamling af papir og pap fra erhvervsvirksomheder
- Nr. 123: Risikovurdering af forurenede grunde
- Nr. 124: Vedligeholdelse af køle-smøremidler
- Nr. 125: Fugleføde i kornmarker – insekter og vilde planter
- Nr. 126: Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien
- Nr. 127: Miljøfremmede, organiske stoffer i kommunalt spildevand

Miljøfremmede, organiske stoffer i kommunalt spildevand

På grundlag af en kortlægning af omfanget af forurening med miljøfremmede, organiske stoffer fra 3 kommunale renseanlæg og de tilsluttede industrier, søger projektet at beskrive sammenhængen mellem industribelastningen i oplandene og forureningen fra renseanlæggene med disse stoffer.

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

Pris kr. 90,- inkl. 22% moms

ISSN nr. 0105-3094
ISBN nr. 87-503-8317-5

Miljøprojekt nr. 127

1990

Miljøfremmede, organiske stoffer i kommunalt spildevand

Eksperimentelle undersøgelser omkring renselanlæggene
i Avedøre, Frederikssund og Herning

Cowiconsult Rådgivende Ingeniører AS
Miljøstyrelsens Analytisk-Kemiske Laboratorium

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Miljøstyrelsen vil, når lejlighed gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

Forord	5
Indledning	7
Litteraturmæssig oversigt	7
Eksperimentel gennemførelse	13
Oplandsundersøgelser	13
Kemisk analyseprogram	13
Prøvetagning	15
Analysemetoder	16
Avedøre Kloakværk's Renseanlæg	21
Beskrivelse af anlægget	21
Opland	23
Frederikssund Centralrenseanlæg	29
Beskrivelse af anlægget	29
Opland	30
Herning Centralrenseanlæg	35
Beskrivelse af anlægget	35
Opland	36
Miljøfremmede stoffer	41
Resultater	41
Bemærkninger til analyserne	44
Analyse af undersøgelsens resultater	45
Rensesanlæggene	45
Oplandene	46
Organiske stoffer	47
Eliminering af miljøfremmede organiske stoffer ...	50
Rekommendationer	51
Bilag	53
Kap. 5 godkendte virksomheder i Avedøre Kloakværk's Renseanlæg's opland	

Forord

Dette projekt er gennemført i en styringsgruppe med repræsentanter fra Miljøstyrelsen: Claus Hagebro og i den afsluttende fase Tage Andersen (formænd for styringsgruppen), Vandkvalitetskontoret, Finn Pedersen, Hygiejnisk kemisk kontor, Henrik Tyle, Kemikalie/Bekæmpelsesmiddelkontoret Søren Kristoffersen, Kemiindustrikontoret; Miljøstyrelsens Analytisk-Kemiske Laboratorium (tidligere Kemikalie-kontrollen): Eva Storr-Hansen og Niels Henrik Spliid; og COWIconult: Jens Folke. Miljøstyrelsens Analytisk-Kemiske Laboratorium har specielt været ansvarlig for udførelsen af analyser for specifikke organiske forbindelser - enkelte af prøverne har dog af kapacitetsmæssige årsager været analyseret på Civilforsvarets Analytisk-Kemiske Laboratorium.

En lang række personer omkring undersøgelsens tre renseanlæg har medvirket aktivt ved projektets gennemførelse. På Avedøre Kloakværk har specielt direktør J.C. Gren og hans medarbejdere videregivet værdifulde informationer til identifikation af de vigtigste forurenende virksomheder i Avedøre Kloakværks Renseanlægs opland. Den Fælleskommunale Levnedsmiddelkontrol, Københavns Amt Vest har udført analyser for spildevandsvariable.

Ole Jensen, Løvens Kemiske Fabrik AS, har været behjælpelig i forbindelse med prøvetagning og har udvirket en fremsendelse af produktionstekniske oplysninger omkring prøvetagningen.

Hans Christian Jensen, Høje Tåstrup Kommune, har været behjælpelig med tilvejebringelse af relevant materiale for Alba Vask, herunder kap. 5 godkendelsen for virksomheden.

I Frederikssund Kommune har Ole Finn Olsen, teknisk forvaltning, og B. Amundsen, Centralrenseanlægget, medvirket konstruktivt ved identifikationen af de vigtigste forurenende virksomheder i oplandet, samt været behjælpelig med indhentning af relevante oplysninger omkring AFAV og HT's garageanlæg. Levnedsmiddelkontrollen I/S Frederiksborg Amt Vest har udført analyser for spildevandsvariable.

I Herning Kommune har Knud Erik Christensen og flere andre medarbejdere i teknisk forvaltning ydet et værdifuldt bidrag med oplysninger om kap. 5 godkendte virksomheder og andre større industrielle forurenere i oplandet til Centralrenseanlægget. Driftsleder på rensningsanlægget, Erik Bloksgaard, har været meget samarbejdsvillig i forbindelse med prøvetagning, vurdering af oplysninger etc. Det Fælleskommunale Laboratorium i Herning har udført de almene spildevandsanalyser.

Vandkvalitetsinstituttet, ATV, har ved Christian Grøn udført specialanalyser for ikke-flygtigt organisk carbon og organisk bundet halogen.

Rapporten er udarbejdet for Miljøstyrelsen af COWIconult med Jens Folke som projektansvarlig.

Indledning

Formålet med dette projekt har været at undersøge omfanget af forurening med miljøfremmede organiske stoffer fra kommunale rensningsanlæg og følgelig fra industrier, som udleder processpildevand til de kommunale kloakker. Herved tilsigtes at forøge videngrundlaget om belastning af renselanlæg og recipienter med miljøfremmede stoffer fra kommunalt spildevand med henblik på en revision af spildevandsvejledningen og eventuelt udarbejdelse af en redegørelse om miljøfremmede stoffer i spildevand.

Miljøstyrelsen afsluttede i 1985 et projekt om *Miljøfremmede Stoffer i Kommunalt Spildevand*¹. Rapporten giver en samlet oversigt om vor viden på området specielt med reference til en række data af amerikansk oprindelse.

Det har været hensigten at fortsætte dette projekt ved i nærværende fase at udbygge det danske videngrundlag med eksperimentelle data for forekommende stoffer og koncentrationsniveauer ved at:

1. udvælge nogle oplande til direkte undersøgelse:
 - Avedøre Kloakværk's Renseanlæg
 - Frederikssund Centralrenseanlæg
 - Herning Centralrenseanlæg,
2. foretage screeningsundersøgelser før og efter disse relativt store renselanlæg,
3. foretage analyser for udvalgte stoffer på baggrund af screeningsresultaterne, hos særligt forurenende industrier med karakteristiske udledninger:
 - Alba Vask (Avedøre)
 - Løvens Kemiske Fabrik (Avedøre)
 - HT's garageanlæg i Frederikssund
 - AFAV Komposteringsanlæg (Frederikssund),
4. foretage en vurdering af udvalgte væsentlige stoffer,
5. foretage en vurdering af betydende industri i de pågældende oplande ud fra produktionens art og stofferne i spildevandet.

Litteraturmæssig oversigt

Som nævnt er der en ret omfattende litteraturgennemgang af området i den tidligere rapport, Miljøprojekt # 65, med over 100 referencer. Derfor skal denne litteraturundersøgelse ikke gentages her, men det er dog relevant at nævne nogle kilder af nyere dato, som ikke er refereret i den oprindelige rapport.

Her kan først og fremmest refereres til det svenske SWEP (Sewage Work Evaluation Project). Det er en dokumentsamling på mere end 42 rapporter omhandlende organiske forureninger, økotoxikologiske undersøgelser, slamhæmning, Ames' test, nedbrydelighedsstudier m.m.².

En af rapporterne omhandler specifikke forureninger ved kommunal afløbsrensning³. Der er her foretaget undersøgelser for specifikke organiske stoffer af indløbs- og afløbsvand fra to kommunale renselanlæg. Hovedresultaterne af disse undersøgelser refereres kort i det følgende:

- De fedtopløselige organiske stoffer i spildevand adsorberes til partikulært materiale og udskilles med slammet. Udskilningsgraden for mineralolier (*n*-alkaner) er mindst 96%. Ved en analyse af slam efter gæringstanken viser der sig en tendens til, at

fedtsyrer som palmitinsyre og stearinsyre helt nedbrydes, mens oliekomponenter som n-alkaner ikke bliver nedbrudt ved den anaerobe forgæring.

- Chloring af afløbsvand fra renseanlæggene medfører en tydelig stigning i vandets indhold af ekstraherbare organiske chlorforureninger.
- En analyse af miljøfarlige organiske stoffer, *priority pollutants*, i indløbs- og afløbsvand fra de to renseanlæg medførte resultater, som i udvalgt er angivet i tabellen nedenfor. Resultaterne viser et klart højere indhold af de forskellige stoffer i indløbsvandet på hverdage end på helligdage, hvilket indikerer, at de organiske forureninger især må stamme fra industrien. Endvidere sker der en god omsætning/fældning af de organiske stoffer i spildevandet ved passage af renseanlæggene.

Priority pollutants i ind- og udgående vand fra to renseanlæg³.

Stof µg/l	Anlæg 1 Hverdag ind / ud		Anlæg 1 Helligdag ind / ud		Anlæg 2 Hverdag ind / ud	
	Toluen					14
Ethylbenzen	1,7	-	-	-	17	-
m-/p-Xylen	8,4	-	-	-	87	3
o-Xylen	7,3	-	2,5	-	99	x
Naphtalen	13,8	x	1,7	-	6	x
2-Metylnaphtalen	39,8	x	4,3	-	2	x
1-Metylnaphtalen	29,2	x	3,0	-	2	x
Biphenyl	16,3	x	1,8	-	x	x
Phenatren	x				1	x
Phenol	10,3	1,8	2,2	1,2	-	-
o-Cresol	5,9	x	x	x	1	x
m-p-Cresol	x	x	2,6	x	12	x
p-Nonylphenol	37,1	30,8	140,7	x	124	x
Di(2-ethylhexyl)- phthalat	29,7	61,9	1,4	26,3	65	17

x: identificeret i prøven på lavt niveau. - : ikke identificeret.

- Nedbrydningsforsøg med spildevand fra forskellige procestrin i det ene renseanlæg viser, at indløbsvand ville kunne være klassificeret som let nedbrydeligt i henhold til OECD's rekommandationer, hvis der havde været tale om enkeltstoffer. Der observeres imidlertid en vis hæmning af nitrifikationen efter forfældning af indløbsvand, hvilket indikerer, at indløbsvandet har en svag toksisk effekt. Afløbsvandet, som jo har en lavere grad af nedbrydelighed beroende på, at det netop er befriet for nedbrydeligt og partikulært organisk materiale, udviser ikke nogen nitrifikationshæmning. Reduktionen af organisk materiale sker mere effektivt ved aktivslambehandlingen end ved biofilteranlæg. Endvidere viser nedbrydningsforsøgene, at fedtsyrer og n-alkaner let nedbrydes under aerobiske forhold.

WPCF's manual

En anden central reference af nyere dato er WPCF's manual for fjernelse af farlige stoffer på rensningsanlæg⁴. Her fokuseres på eksperimentelle metoder, forekomst af halogenerede stoffer, bioomsættelighed, toksicitet og praktiske muligheder for renseteknologiske tiltag.

Manualen indeholder en tabel over toksiske organiske stoffer, som kan forekomme i kommunalt spildevand. Den maksimale koncentration, der er fundet af disse stoffer ved en undersøgelse af ca. 50 renseanlægs udløb, er tillige angivet. Et udpluk af tabellen er gengivet nedenfor.

Toksiske stoffer i udløb fra kommunale renselanlæg⁴.

Stof µg/l	Maksimal koncentration	Detektions- hyppighed %*
<i>Halogenerede alifater</i>		
Chloroform	30	84
Dichlormethan	630	90
1,1-Dichlorethylen	5	19
Tetrachlormethan	28	31
Tetrachlorethylen	134	84
1,1,1-Trichlorethan	224	71
Trichlorethylen	674	81
<i>Monocykliske aromater</i>		
Ethylbenzen og xylener	45	63
Chlorbenzener	16	29
Toluen	408	81
2,4-Dinitrotoluen	20	7
<i>Phenoler</i>		
Phenol	300	74
2,4-Dimethylphenol	25	26
4-Chlor-3-cresol	50	17
4,6-Dinitro-o-cresol	<1	2
<i>PAH-forbindelser</i>		
Acenaphthen	10	15
Anthracen	20	43
Anthracen,benz[a]	10	32
Anthracen,dibenz[ah]	1	2
Crysen	10	36
Fluoranthen	20	41
Fluoranthen,benz[b]	8	7
Fluoranthen,benz[k]	10	15
Fluoren	15	19
Naphthalen	32	57
Perylen,benz[ghi]	25	7
Phenanthren	20	50
Pyren	30	39
Pyren,benz[a]	25	11
Pyren,indeno[1,2,3-cd]	15	4

* Detektionshyppighed er i forhold til antallet af analyserede udledninger (ca. 50).

WPCF's manual giver endvidere en oversigt over almindelige substituer i toksiske stoffer, samt et groft mål for disses toksicitet og den mekanisme, som medfører den toksiske effekt. Oversigten, der ikke er en komplet liste, er gengivet på næste side.

Teorier for og design af fysiske, kemiske og biologiske behandlingsprocesser for begrænsning af halogenerede organiske forbindelser i spildevand er tillige gennemgået i manualen. Behandlingsteknikkerne deles ind i to kategorier: nedbrydningsprocesser og eliminationsprocesser. De destruktive processer indebærer en oxidation af organiske forbindelser til carbondioxid og vand mm. og omfatter biologisk nedbrydning, anvendelse af kemiske oxidanter og ultraviolet bestråling. Eliminationsprocesserne omfatter: koagulation, flokkulation, sedimentation, biologisk behandling, filtrering, ionbytning, flotation, omvendt osmose og stripping. For en nærmere gennemgang af de forskellige renseteknologier må henvises til rapporten.

Nogle toksiske substituent⁴.

Substituent	Toksicitets niveau	Mekanisme
Tungmetaller Ag, Hg, Cu, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni	Meget høj til høj (Ca, Fe er ikke toksiske)	Reagerer med sulfhydryl grupper
Chlor	Ikke toksisk til meget høj	Interaktion med sulfhydryl grupper
Chlor og hydroxyl	Moderat til meget høj	Når substitueret på phenol: afkobling af oxidativ phosphorylering (respiratorisk gift)
Nitrat og hydroxyl	Meget høj	Når substitueret på phenol: respiratorisk gift
Sulfonat	Moderat	Forøget detergenticitet
Kvaternær amin	Moderat til høj	Kationisk indvirkning på enzym centre
Cyanid	Moderat til høj	Respiratorisk gift
Cyanat	Lav	Respiratorisk gift
Thiocyanat	Lav	Respiratorisk gift
Heterocyklisk oxygen og nitrogen	Moderat til meget høj	Mistænkt neurotoksisk Carcinogen
Tre og fire carbon aromatiske grupper	Moderat til høj	Neurotoksisk
Fire eller flere kondenserede ringaromatiske forbindelser	Moderat til høj	Carcinogen
Carbammat og thiocarbamat	Moderat til høj	Neurotoksisk, men letnedbrydelig

Journal WPCF

Journal WPCF fra januar 1988 indeholder en artikel, der beskriver en undersøgelse af toksicitets reduktion i kommunale renseanlæg⁵. I undersøgelsen indgår fem renseanlæg, nogle med og nogle uden tilløb af industrielt spildevand. Anlæggene evalueres m.h.t. reduktion af spildevandets toksicitet efter gennemløb af anlæggene. Der er udført en kronisk toksicitetstest med *Ceriodaphnia*, samt en subkronisk toksicitetstest med en ferskvandsfisk (*Elritse*).

En oversigt over indholdet af udvalgte flygtige organiske forbindelser i anlæggenes ind- og udløbstrømme er refereret i tabellen på næste side. Spildevandsanalyserne er udført på uchlørerede udløb.

Undersøgelsen viser, at der forekommer toksiske stoffer, målt ved den kroniske og subkroniske test, i indløb til alle renseanlæg, idet spildevand til anlæg 5, som indeholder spild fra gummi-industrien, dog udviser den største toksicitet. Spildevandsindløb til renseanlæg, som hovedsagelig modtager husholdningsspildevand, udviser generelt omtrent samme toksicitet som spildevandsindløb til anlæg, som foruden husholdningsspildevand også modtager industrielt spildevand. Der findes altså toksiske stoffer i det almindelige husspildevand.

Koncentration af flygtige organiske forbindelser i ind-og udløb fra renseanlæg i 1984 og 1985⁵.

Stof µg/l		Anlæg 1*		Anlæg 2*		Anlæg 3 ^o		Anlæg 4 ^o		Anlæg 5 ^o		Anlæg 6 ^o	
		1984 / 1985		1984 / 1985		1984 / 1985		1984 / 1985		1984 / 1985		1984 / 1985	
Methylenchlorid:	ind	-	29,8	-	0,5	8,4	11,1	-	-	175,5	176,6	-	-
	ud	-	-	-	0,5	4,4	4,9	-	-	-	0,8	-	-
Chloroform:	ind	1,7	3,1	1,3	1,1	3,1	3,7	6,9	8,2	8,3	7,3	30,8	1,3
	ud	1,0	1,2	-	0,6	1,9	1,3	1,3	2,3	1,3	2,2	0,5	0,3
1,1,1-Trichlor-ethan:	ind	-	1058,1	-	-	41,8	5,3	2,7	5,4	4,8	10,7	-	4,8
	ud	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-
Trichlorethylen:	ind	-	1,2	-	0,05	2,4	1,2	0,8	-	9,1	0,9	-	0,3
	ud	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzen:	ind	-	1,7	-	-	-	-	-	-	26,9	12,4	40,1	352,1
	ud	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	-	0,6
Tetrachlor-ethylen:	ind	-	-	-	0,8	13,5	14,5	1,0	-	43,0	2,7	117,5	0,7
	ud	-	-	-	-	1,7	-	0,5	-	22,5	-	3,9	-
Toluen:	ind	8,7	6,2	1,2	1,6	6,5	6,1	5,3	-	200,2	25,2	4,5	24,4
	ud	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	0,7
Ethylbenzen:	ind	-	-	1,6	1,6	-	23,2	-	-	25,7	-	-	2,9
	ud	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,2	-	-
1,4-Dichlor-benzen:	ind	-	-	2,6	-	-	6,0	4,8	-	-	1,7	-	-
	ud	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Renseanlæg med hovedsagelig husholdningsspildevand.

^o Renseanlæg med både husholdnings- og industrispildevand.

- under detektionsgrænsen.

Mens rensningen af BOD og suspenderet stof er effektiv i alle renseanlæg, er toksicitetsreduktionen ved den konventionelle primæraktiverede slambehandling meget forskellig i de forskellige anlæg. To anlæg (nr. 3 og 4) med industrielle spildevandskilder, havde kun en lille eller ingen toksicitetsreduktion ved spildevandsbehandlingen, mens anlæg 5, der havde den største indløbstoksicitet, også havde den største toksicitetsreduktion. Toksicitetsreduktionen synes at afhænge af behandlingen af de substanser, der medfører den toksiske effekt. Undersøgelsen viser, at toksicitets reduktionen ikke afhænger af, om spildevandet er med eller uden industrielle kilder.

Referencer:

¹ Miljøfremmede Stoffer i Kommunalt Spildevand. Miljøprojekt # 65, Miljøstyrelsen, 1985.

² Rapporterne kan rekvireres hos Statens Naturvårdsverk, Box 1302, 171 25 Solna, Sverige.

³ SWEP, Sewage Works Evaluation Projekt. Specifika föroreningar vid kommunal avloppsrening. Naturvårdsverket. Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen. Gunnar Ekedahl. 1986, SNV PM 1964. (ISBN 91-7590-237-0).

⁴ Manual of Practice No. FD-11, Removal of Hazardous Wastes in Wastewater Facilities - Halogenated Organics. Prepared by Task Force on Refractory Organics, Goerge R. Brower (Chairman), Water Pollution Control Federation, 1986 (ISBN 0-943244-65-X).

⁵ Journal WPCF, Volume 60, No. 1. Toxicity reduction at municipal wastewater treatment plants. Timothy W. Neiheisel et al. January 1988.

Eksperimentel gennemførelse

Udvælgelsen af Avedøre Kloakværk's Renseanlæg, Frederikssund Centralrenseanlæg og Herning Centralrenseanlæg skyldes dels variationen i oplande (h.h.v. generel industri, almindelig by og tekstilindustri), dels at alle tre anlæg er opbygget som aktivslamanlæg.

Oplandsundersøgelser

Oplandsundersøgelserne er gennemført ved en opstilling af vandbalancer med nævnelse af de vigtigste enkeltbidragydere, som kendes. Dette er blandt andet sket ved en gennemgang af særligt forurenende virksomheder (Kap. 5 godkendelser) ved gennemgang af vejvisere, ved besøg på de konkrete anlæg, og (for Frederikssund) ved opgørelse af infiltration til kloaksystemerne. Særligt forurenende virksomheder er ud fra erfaringsmateriale fra Avedøre Kloakværk's Renseanlæg søgt rubriceret som i tabellen.

Rubricering af forurenende industrier ud fra erfaringsmateriale fra Avedøre Kloakværk's Renseanlæg.

- | | |
|---|---|
| 1. Automobilvirksomheder, herunder <ul style="list-style-type: none">• Benzin service stationer• Autoværksteder• Autolakering | 2. Energianlæg, herunder <ul style="list-style-type: none">• Kraftvarmeværker |
| 3. Hospitaler | 4. Kemiske industrier, herunder <ul style="list-style-type: none">• Medicinalvirksomheder• Vaskemidler• Plastindustrier• Maling og trykfarve |
| 5. Lakering mm. | 6. Levnedsmiddelvirksomheder, herunder <ul style="list-style-type: none">• Mejerier• Fiskeindustrier• Bryggerier• Spritfabrikker |
| 7. Metalvirksomheder, herunder <ul style="list-style-type: none">• Galvanisering• Grafiske industrier• Trykkerier | 8. Renovationsvirksomheder, herunder <ul style="list-style-type: none">• Lossepladser |
| 9. Tekstilvirksomheder, herunder <ul style="list-style-type: none">• Tekstilrenserier• Læderindustrier | 10. Trævirksomheder, herunder <ul style="list-style-type: none">• Træimpregnering• Papirindustri |

For at optimere de for projektet til rådighed værende ressourcer er de individuelle analyser i oplandet gennemført således, at der ikke foreligger mere end én analyse fra hver af ovennævnte grupper af virksomheder. Behovet for at have en gruppe for energianlæg og en for lakering mm. til beskrivelse af forurenende virksomheder, har alene baggrund i beskrivelsen af oplandet til Herning Centralrenseanlæg.

Kemisk analyseprogram

Der blev indledningsvis udtaget tre prøver fra hvert renseanlæg, se tabellen næste side. Den første serie prøver på i alt 9 tjente formålet at identificere problemstoffer, som skulle analyseres videre ved anden prøverunde på basis af det mere detaljerede kendskab til oplandene, som i mellemtiden blev tilvejebragt. Herved udvalgte en række virksomheder, hvis spildevand blev analyseret ved GC/MS-screeninger og andre specifikke analyser. På grund af tekniske vanskeligheder på Herning Centralrenseanlæg i sommeren og efteråret 1987 blev projektet begrænset til de to sjællandske renseanlæg med oplande i anden prøverunde.

Oversigt

Nedenfor er givet en oversigt over de prøver, der er analyseret fra de tre rensningsanlæg og tilhørende oplande.

Prøver analyseret fra de tre rensningsanlæg og tilhørende oplande

Dato	Prøvebetegnelse	Analysetype					
		HPLC	GC/Headspace (FID)	GC/ECD (ECD)	GC/MS	Andre Analyser	
Prøver fra Avedøre Kloakværk's Renseanlæg og tilhørende opland							
1986-11-11	Avedøre, indløb	-	-	+	-	+	1
1986-11-12	Avedøre, udløb	-	-	+	-	+	1,2
1986-11-11	Avedøre, slam	-	-	-	-	+	2,3
1987-09-30	Løvens Kemiske Fabrik	-	+	+	+	+	
1987-09-30	Alba Vask	-	+	+	+	+	
1987-09-30	Sammenløb hovedkloak						
	Alba Vask	-	+	+	+	-	
1987-09-30	Avedøre, indløb	-	+	+	+	-	1
1987-09-30	Avedøre, udløb	-	+	+	+	-	1
1987-10-01	Avedøre, slam	-	-	-	-	-	3
Prøver fra Frederikssund Renseanlæg og tilhørende opland							
1986-10-22	Frederikssund, indløb	-	-	+	-	+	1,2
1986-10-23	Frederikssund, udløb	-	-	+	-	+	1,2
1986-10-22	Frederikssund, slam	-	-	-	-	+	2,3
1987-10-13	HT-garage	+	-	-	-	-	
1987-10-13	AFAV	+	-	-	+	+	
1987-10-13	Frederikssund, indløb	+	-	-	+	-	
1987-10-14	Frederikssund, udløb	+	-	-	+	-	1
Prøver fra Herning Centralrenseanlæg og tilhørende opland							
1986-11-13	Herning, indløb	-	-	+	-	+	1,2
1986-11-13	Herning, udløb	-	-	+	-	+	1,2
1986-11-13	Herning, slam	-	-	-	-	+	2,3

1. COD, COD-filtr., BOD₅, BOD₅-filtr., SS, 2-h bundf., Tot-N, NH₃-N, NO₃-N, Tot-P, NVOC, AOX, EOX.

2. Ekstraherbare stoffer (olie + fedt).

3. Tørstof, glødetab, EOX-vådslam.

I første prøverunde i 1986 blev vandprøver udtaget flow-proportionalt over et døgn med en tidsforskydning i afløbsprøven der svarede til den hydrauliske opholdstid i anlægget. Prøvetagning og analysemetoder er detaljeret beskrevet i rapporten fra Miljøstyrelsens Analytisk-Kemiske Laboratorium⁶ (daværende Miljøstyrelsens Kemikaliekontrol).

I næste prøverunde i 1987 blev Løvens Kemiske Fabrik og Alba Vask udvalgt fra oplandet til Avedøre Kloakværk, mens spildevand fra HT's garageanlæg og fra AFAV Komposteringsværk blev analyseret fra oplandet til Frederikssund. Virksomhederne er beskrevet mere indgående i forbindelse med oplandsbeskrivelsen for de pågældende renseanlæg i det følgende. Disse prøvetagninger blev foretaget som stikprøver med en tidsforskydning, der efter beregningerne skulle svare til gennemløbstiden til og gennem renseanlæggene. Herved skulle det i

realiteten være den "samme" spildevandsprøve, som blev analyseret hele vejen igennem systemet, og det skulle herved være muligt at følge specifikke stoffer på deres vej fra udledning til kloak og til deres eliminering/udledning på/fra rensningsanlægget. Prøvetagning og analysemetoder er i øvrigt detaljeret beskrevet i rapporten fra Miljøstyrelsens Analytisk-Kemiske Laboratorium⁷.

HPLC er en væskechromatografisk teknik, der er anvendt til PAH-analyser. GC/Headspace er anvendt til analyse for chlorerede forbindelser (idet ECD er anvendt som detektor) og ikke-chlorerede forbindelser (idet FID er anvendt som detektor) opløsningsmidler, GC/ECD er anvendt til analyse for de lidt mindre flygtige halogenerede forbindelser og GC/MS er anvendt til generel screeningsmetode for lidt mindre flygtige organiske forbindelser. Dette analysespektrum dækker altså over et bredt spektrum af (relativt) upolære organiske stoffer, som måtte forekomme i spildevandet i koncentrationer i ppb/ppm-området, lidt afhængig af metode og forekomsten af interfererende stoffer.

Prøvetagning og analysemetoder beskrives mere indgående i de følgende afsnit.

Prøvetagning

Fase 1 i 1986

I første prøverunde i 1986 blev der udtaget flowproportionale døgnprøver i indløb, afløb og slam fra de tre renseanlæg af det personale, som sædvanligvis udtager prøver fra de pågældende anlæg og i forbindelse med det normale prøvetagningsprogram for anlægget. Afløbsprøven blev udtaget med en tidsforskydning i forhold til indløbsprøven svarende til den hydrauliske opholdstid i renseanlægget.

I alt blev udtaget ca. 2 x 12 l spildevand i rene glasbeholdere, som blev kølet under prøvetagningen for at mindske den biologiske aktivitet. Der blev ikke tilsat konserveringsmidler af hensyn til fordelingen af prøver til vidt forskellige analyser efterfølgende. Indløbs- og afløbsprøverne fordeltes med 2 x 2,35 l til Vandkvalitetsinstituttet, 2 x 4,75 l til Kemikaliekontrollen og ca. 2 x 5 liter til hver af levnedsmiddelkontrollerne.

Slamprøver udtoges af færdigbehandlet tyndt slam (2-5% TS).

Prøver til analyse for almindelige spildevandsvariable blev efterfølgende behandlet og analyseret på de lokale levnedsmiddelkontroller i henhold til Dansk Standards forskrifter. Prøver til GC/MS-analyse og GC/Headspace(ECD) blev behandlet i henhold til Kemikaliekontrollens instruks, og prøver til analyse for adsorberbart organisk halogen (AOX), ekstraherbart organisk halogen (EOX) og ikke flygtigt organisk kulstof (NVOC) blev behandlet i henhold til Vandkvalitetsinstituttets instruks⁸.

Fase 2 i 1987

I anden prøverunde i 1987 blev der, som nævnt tidligere, udtaget prøver i tilløbet til Avedøre Kloakværk's Renseanlæg, fra Løven og fra Alba Vask. Prøverne blev udtaget af de lokale myndigheder (Ballerup og Tåstrup kommuner) som stikprøver i tilløbet til kloak fra virksomhederne, og i en hovedkloakledning, som er recipient for Alba Vask, før sammenløbet med andre hovedkloakledninger. Endvidere blev der udtaget stikprøver i indløbet til rensningsanlægget ca. 8 timer senere, og, med en tidmæssig forskydning på ca. 24 timer (hydraulisk opholdstid), i afløbet fra rensningsanlægget.

For at få så mange oplysninger frem om rensningsanlæggets drift omkring prøvetagningen blev prøverne udtaget i forbindelse med prøvetagning for egenkontrol af Avedøre Kloakværk's Renseanlæg, den 30 september 1987.

Frederikssund kommune udtog prøver fra HT's garageanlæg og fra AFAV's miler. Prøverne blev udtaget som stikprøver i tilløbet til kloak, med fire timers forsinkelse i indløbet til rensningsanlægget, og, med en tidmæssig forskydning på ca. 24 timer (hydraulisk opholdstid), i afløbet fra rensningsanlægget. Også her blev prøverne udtaget i forbindelse med prøvetagning for egenkontrol af Frederikssund Centralrenseanlæg, den 13. oktober 1987.

Fra hvert prøvetagningssted blev udtaget 2 x 1 l spildevand i rene glasbeholdere. Prøverne til GC/ECD og GC/MS blev syret til pH = 2 med 4M HCl, hvorefter der blev tilsat 100 ml methylenchlorid før afsendelse til Miljøstyrelsens Analytisk-Kemiske Laboratorium. Prøver til head-space analyse blev tilsvarende udtaget direkte i duranflasker, der blev fyldt helt op. Ved ankomst til Miljøstyrelsens Analytisk-Kemiske Laboratorium blev der udtaget prøver til analyse direkte i små prøveflasker (der kunne anbringes i samplersens karrusel) og tilsat 4M HCl til pH = 2, mens prøver til HPLC blev konserveret med 100 ml cyclohexan.

Prøver til analyse for almindelige spildevandsvariable blev efterfølgende behandlet og analyseret på de lokale levnedsmiddelkontroller i henhold til Dansk Standards forskrifter.

Analysemetoder

Spildevandsmængder målt ved rensningsanlæggenes normale flowmålinger, mens slammængderne estimeredes som døgn gennemsnittet over en måned.

Analysen af spildevand for

COD,
COD-filtreret,
BOD₅,
BOD₅-filtreret,
tot-N, NH₃-N, NO₃-N,
tot-P;
SS,
2-h bundf.;

af spildevand + slam for
ekstraherbare stoffer (olie + fedt);
og af slam for
tørstof (%),
glødetab af tørstof (%)

blev alle udført efter Dansk Standard på de lokale levnedsmiddelkontroller.

Ikke flygtigt organisk carbon (NVOC)

Ved analysen for ikke-flygtigt organisk carbon bestemmes den del af en prøves indhold, der ved stuetemperatur ikke kan stripes af prøven.

Prøven blev gjort sur (pH < 2) med HCl, hvorefter carbon dioxid og flygtige organiske forbindelser strippedes af prøven. Derefter udførtes en TOC-analyse, hvor prøvens indhold af organiske forbindelser oxideredes med peroxodisulfat under UV-belysning, og det dannede CO₂ kvantificeredes ved IR-spektrofotometri. Der blev benyttet et Dohrmann DC-80 apparat ved analysen.

Til en vandprøves indhold af ikke-flygtigt carbon bidrager hovedparten af de ikke-flygtige forbindelser som optræder, og kan være af såvel miljøfremmed som af naturlig oprindelse. I tabellen er givet nogle eksempler på udvalgte stoffers bidrag til NVOC.

Stoffer omfattet af NVOC-analysen samt præcision og nøjagtighed.

Udvalgte stoffers genfindning ved NVOC.	
Forbindelse	NVOC ¹ %
Methanol	98
Acetone	84
Trichlorethylen	19
Eddikesyre	99
Benzen	4
Pentan	3
Phenol	106

¹opgivet som % af teoretisk organisk carbon

TOC-analysens præcision og nøjagtighed kan belyses ved den i 1986 af Miljøstyrelsens referencelaboratorium (Vandkvalitetsinstituttet) gennemførte interkalibrering af TOC-bestemmelsen, hvor der opnåedes en relativ total standardafvigelse på 8-11% på et niveau svarende til 13-23 C mg/l, og genfindingen af tilsat standard var 102%.

Ved Vandkvalitetsinstituttets interne kvalitetskontrol blev fundet en relativ standardafvigelse på 5,7% på niveau 6,1 C mg/l, og genfindingen af kontrolopløsningens (EPA quality control sample, glucose/glutaminsyre) sande værdi var 92%. Analysedetektionsgrænsen er C 1 mg/l.

Organiske halogenforbindelser (AOX og EOX)

Ved analyse for adsorberbart organisk halogen (AOX) bestemmes en vandprøves indhold af halogen (chlor, brom eller iod) bundet i organiske forbindelser, der kan adsorberes til aktivt kul. Ekstraherbart organisk halogen (EOX) er betegnelsen for en prøves indhold af organiske halogenforbindelser, som kan ekstraheres fra prøven med organiske opløsningsmidler.

AOX (Adsorberbart Organisk Halogen) blev bestemt i to trin på en Dohrmann Analysator, DX 20:

1. Adsorption på aktivt kul, hvor prøven gøres sur med koncentreret salpetersyre (pH < 2), tilsættes 0,1 M natriumsulfit for at fjerne frit chlor og fortyndes 10 gange, før den under nitrogentryk passerer gennem to serieforbundne glaskolonner med hver 40 mg 100/200 mesh granuleret aktivt carbon (GAC). Uorganisk chlorid vaskes af adsorbenten.
2. Forbrænding, hvor GAC placeret i en kvartsbåd tørres ved 250°C og forbrændes ved 800°C i en CO₂/O₂ atmosfære, hvorved organiske halogenforbindelse omdannes til CO₂, H₂O og HX. Den dannede HX kvantificeres ved en automatiseret mikrocoulometrisk titrering med sølvnitrat. For at bestemmelsen kan godkendes, skal indholdet på det sidste rør i serien være mindre end 10 % af indholdet af det første rør.

EOX (Ekstraherbart Organisk Halogen) bestemmes på samme apparat i to trin:

1. Efter justering af pH til 6-8 og højnelse af prøvens ionstyrke ved tilsætning af Na₂SO₄ ekstraheredes successivt med pentan og diisopropylether. Det samlede organiske ekstrakt inddampedes under nitrogenstrøm efter tilsætning af hexadecan. 25 µl injeceres på 40 mg GAC i kvartsbåden.
2. Indholdet af organisk halogen i det kombinerede reducerede ekstrakt bestemmes efter tørring ved forbrænding i CO₂/O₂ atmosfære ved 800°C og mikrocoulometrisk titrering som for AOX.

Slamprøver

EOX for slamprøver blev gennemført ved indrøring af 1000 g Na₂SO₄, sic. i 50 g slamprøve efterfulgt af en soxhlet-ekstraktion over nat med pentan/acetone analogt med undersøgelsen af EOX i biologisk materiale⁹. Solventbyttet med hexadecan og den efterfølgende EOX-analyse er som for EOX i spildevand.

Specificitet, præcision og nøjagtighed af AOX og EOX

De væsentligste grupper af miljøfremmede halogenerede forbindelser bidrager til en prøves AOX. Ved EOX medtages færre organiske halogenforbindelser, nemlig kun de som ikke er letflygtige eller hydrofile. I tabellen er givet nogle eksempler på stoffers bidrag til AOX og EOX (litteraturværdier).

Udvalgte stoffers genfinding ved AOX/EOX		
Forbindelse	AOX ¹ %	EOX ¹ %
Trichlorethylen	97	0
Tetrachlorethylen	98	
1,3-Dichlorbenzen	107	
2,4,6-Trichlorphenol	100	100
Dieldrin	85	
Aldrin		92
Lindan	83	

¹opgivet som % af teoretisk organisk bundet halogen

Præcision og nøjagtighed for metoden illustreres i en nylig gennemført hollandsk interkalibrering af AOX i drikkevand, hvori Vandkvalitetsinstituttets laboratorium deltog med tilfredsstillende resultat, opnåedes på niveauet 25-35 °C µg/l en relativ variationskoefficient for AOX på 8-20%. Genfindingen af tilsat standard var 83-92%.

EOX har ikke været interkalibreret, og Vandkvalitetsinstituttet er i efteråret 1987 i færd med at indkøre en ny og mere følsom metode for denne parameter. Følsomheden skulle herefter være tilstrækkelig til at monitere EOX selv i grundvandsprøver.

Headspace sampler:

Bad temperatur	80 °C
Loop temperatur	130 °C
Loop volumen	1 ml
Injektionstid	3 sek.
Bæregas (N ₂)	≈25 ml/min.

Head-space analyse (GC-metode)

Head-space analyse med electron capture detector (ECD) blev foretaget på en 5 ml vandprøve i et 10 ml headspaceglas, som havde været frosset fra prøvetagningstidspunktet og indtil analysen. Apparatet var et Hewlett-Packard HP5890 GC med en HP19395A head-space sampler og kapillarkolonne. Headspace-analysen af ikke chlorerede opløsningsmidler foregik på lignende vis med en flamme ionisations detector (FID).

Gaschromatografi (ECD):

Injector (split 1:125) ¹⁰	250 °C
Bæregas (N ₂)	100 ml/min
Kolonne, ECD- WCOT: (CP-TM-sil 5CB)	50m x 0,32mm x 1,2 µm x 1,2µm
Kolonne, FID - WCOT: (Supelcowax 10)	60m x 0,32mm x 0,25 µm x 0,25µm
Ovntemperatur ECD/(FID)	40 °C - 3 min. / (50 °C - 8 min.) 5 °C/min. til 250°C / (2 °C/min. til 100°C) 0,5 min. - 250°C / (10 °C/min - 220°C)
Detector ECD / (FID)	25 °C / (250°C)

Påvisningsgrænsen for ECD-metoden angives:

Dichlormethan	400 µg/l
Trichlormethan	0,5 µg/l
Tetrachlormethan	0,2 µg/l
1,1-Dichlorethan	
1,1,1-Trichlorethan	0,5 µg/l
Trichlorethen	1 µg/l
Tetrachlorethen	0,3 µg/l

Yderligere detaljer fremgår af referencen⁷.

1986 analyser

Gaschromatografi (GC/MS)

Injektion (on-column)	1 µl
(el. splitless)	1 µl
Bæregas (He)	100 KPa
Kolonne (WCOT, kvartsglas 5% SE54)	25m x 0,2mm
Forkolonne	1m x 0,3mm
Ovntemperatur	40 °C - 2 min. 7 °C/min. til 280°C 40 min. - 280°C

GC/MS- og GC/ECD-screeninger

Til alle GC/MS-analyser anvendtes Finnigan 4500 GC/MS-apparater og til GC/ECD-screeningen anvendtes et HP 5880A instrument. Apparaterne var justeret som anført i marginen.

GC/MS-screeningerne blev foretaget på 4-liters spildevandsprøver, hvor pH justeredes til 10 med NaOH før ekstraktionen med redestilleret methylenchlorid (3 x 100 ml). Ekstraktet med neutralt/basiske stoffer blev filtreret gennem tørt natriumsulfat og genopløst i methylenchlorid tilsat triphenylphosphat (40 µg/ml intern standard).

De sure stoffer blev ekstraheret (efter en pH justering af vandprøven til 2 med 4 molær saltsyre) med 3 x 100 ml methylenchlorid. Ekstraktet med sure stoffer blev også filtreret gennem tørt natriumsulfat før det forsigtigt blev inddampet til tørhed og genopløst i diethylether tilsat diazomethan som methyleringsreagens. Derefter blev igen inddampet til tørhed og genopløst i methylenchlorid tilsat triphenylphosphat (40 µg/ml intern standard).

Massespektrometri

Interface (direkte)	290°C
Ionisering (EI - 70 e.V)	150°C
Scan (1 scan/sec.)	50-500,
Bibliotek (National bureau)	38.730

GC/MS-screeningen på slam blev foretaget på ca. 750 g prøve ved opslerning og pH justering til 10 efterfulgt af tre gange ekstraktion med methylenchlorid gennemført ved omrøring og centrifugering. Methylenchloridfasen oparbejdes som for spildevand. På tilsvarende måde ekstraheredes de sure stoffer ved en pH justering til 2.

Yderligere detaljer fremgår af referencen⁷.

1987 analyser

Gaschromatografi (GC/MS)

Injektion (splitless)	1 µl ved 290 °C
Bæregas (He)	100 KPa
Kolonne (WCOT, kvartsglas J&W DB-5)	30m x 0,25mm x 0,25µm
Forkolonne - kvartsglas	1m x 0,3mm
Ovntemperatur	40 °C - 2 min. 7 °C/min. til 280°C 40 min. - 280°C

GC/MS-screeningerne blev foretaget på 1-liters spildevandsprøver, hvor pH justeredes til 10 med 4M NaOH før ekstraktionen med redestilleret methylenchlorid (3 x 100 ml). Ekstraktet med neutralt/basiske stoffer blev filtreret gennem tørt natriumsulfat. Derefter deltes det til GC/MS og GC/ECD analyser.

De sure stoffer blev ekstraheret (efter en pH justering af vandprøven til 2 med 4M saltsyre) med 3 x 50 ml methylenchlorid. Ekstraktet med sure stoffer blev også filtreret gennem tørt natriumsulfat før det forsigtigt blev inddampet til tørhed og genopløst i diethylether tilsat diazomethan som methyleringsreagens. Derefter blev det igen inddampet til tørhed og genopløst i methylenchlorid før ekstraktet deltes til GC/MS og GC/ECD analyser.

Massespektrometri

Interface (direkte)	290°C
Ionisering (EI - 70 e.V)	150°C
Scan (1 scan/sec.)	50-500,
Bibliotek (National bureau)	38.730

GC/MS-analyse

Ekstrakterne inddampes til 1 ml og der tilsættes interne standarder, 1,4-dichlorbenzen (40 µg/ml) og triphenylphosphat (40 µg/ml). Yderligere fortyndning af prøverne skete med methylenchlorid tilsat disse mængder af interne standarder.

Gaschromatografi (GC/ECD)

Injektion (on-column)	1 µl
Bæregas (He)	138 KPa
Kolonne (WCOT, fused silica SE54)	25m x 0,3mm x 0,33µm
Ovntemperatur	60 °C - 2 min. 7 °C/min. til 280°C 6,5 min. - 280°C
ECD (⁶³ Ni - N ₂ make-up)	300 °C

GC/ECD-analyser

Ekstrakterne blev forsigtigt indampet til tørhed og genopløst i 10 ml ethanol tilsat 1,4-dichlorbenzen (10 µg/ml). Forinden blev det undersøgt, om prøverne indholdt 1,4 -dichlorbenzene.

Yderligere detaljer fremgår af referencen⁶

HPLC

Injektion	10-100 µl
Mobil fase: acetonitril (acet.) og acetonitril/vand (35:65) (a/v)	2 ml/min
Kolonne - Supelco LC-PAH	25cm x 04,6mm
Gradient:	a/v isokratisk 4 min. lineær grad. til ren acet. 21 min. acet. isokratisk 5 min. lineær grad. til a/v 9 min. a/v isokratisk 2 min.

HPLC analyse for PAH

Der anvendtes et system med 2 Waters 6000A pumper, dobbeltkanal ERMA degasser ERC-3310, Waters U6K injektor, Waters Model 720 System Controller samt et Perkin Elmer 650-40 fluorescens spektrofotometer koblet til en Merck D2000 integrator. I den mobile fase anvendtes milliporefiltreret vand og HPLC-grade acetonitril. Vandprøven ekstraheredes først med de 100 ml cyclohexan, hvormed den var konserveret, og derefter med yderligere 2 x 50 ml cyclohexan. De samlede fraktioner inddampedes til 5 ml og 50 µl propylenglycol tilsattes, før der forsigtigt inddampedes til propylenglycolen var tilbage. Der blev resolveret med 1000 µl acetonitril før HPLC analyse.

Detektor:

1. Naphthalen, acenaphthen,
fluoren, phenantren:

eksitation 280 nm
emission 340 nm

2. Anthracen, fluoranthen
pyren, benz[a]anthracen
benz[b]fluoranthen, benz[k]fluoranthen
benzo[a]pyren, dibenz[ah]anthracen
benzo[ghi]perylene:

eksitation 305 nm
emission 430 nm

3. Indeno[1,2,3-cd]pyren:

eksitation 305 nm
emission 500 nm

Referencer:

⁶Miljøfremmede Stoffer i Spildevand. Miljøstyrelsens Kemikaliekontrol, j. nr. 7-6880L, 28/04/1987.

⁷Miljøfremmede Stoffer i Spildevand (II). Miljøstyrelsens Analytisk-Kemiske Laboratorium, j. nr. 8-6880, 25/02/1988.

⁸Christian Grøn & Lone B. Nordqvist: Vejledning i prøvetagning, Vandkvalitetsinstituttet 1986.

⁹Jens Folke & Jørgen Birklund: Danish Coastal Water Levels of 2,3,4,6-Tetrachlorophenol, Pentachlorophenol, and Total Organohalogens in Blue Mussels (*Mytilus edulis*). Chemosphere, 15(7), 895-900 (1986).

¹⁰I GC/ECD analysen for 1987 var det anvendte split 1:28 og bæregaseflowet (N_2) tilsvarende reduceret til 8 ml/min. Ved GC/FID analysen for 1987 anvendtes split 1:100 og bæregasflow (N_2) tilsvarende 72 ml/min.

Avedøre Kloakværk's Renseanlæg

I/S Avedøre Kloakværk er et interessentskab med 10 kommuner som interessenter:

- Albertslund
- Ballerup
- Brøndby
- Glostrup
- Herlev
- Hvidovre
- Høje-Taastrup
- Ishøj
- Rødovre
- Vallensbæk

Interessentskabet driver et renselanlæg på Avedøre Holme.

Beskrivelse af anlægget

Avedøre Kloakværk's Renseanlæg er opført i årene 1965-70 og er udbygget med et slamforbrændingsanlæg opført i årene 1973-75. På prøvetagningstidspunktet fungerede anlægget som et traditionelt skærvebiofilteranlæg, men har siden 1986 været under udbygning til et aktiveret slamanlæg for at klare biologisk N-fjernelse og kemisk P-fjernelse (simultanfældning). I det følgende beskrives anlægget, som det fungerede på prøvetagningstidspunktet.

En tilløbsledning fra industrikvarteret på Avedøre Holme løber sammen med hovedtilløbet fra interessenternes opland til forpumpestationen (81.000 m³/d), hvor spildevandet passerer tre mekanisk rensende riste; ristestoffet forbrændes på forbrændingsanstalt (Vestforbrænding + Amagerforbrænding).

Fra forpumpestationen kan vandet ledes til (i regnvejrssituationer) og fra et 40.000 m³ aflastningsbassin, eller ledes gennem sandfang, fedt- og olieudskillere. Overskudssand herfra deponeres, mens fedt og olie ledes til gæringstankene. Spildevandet ledes videre til primærfældning.

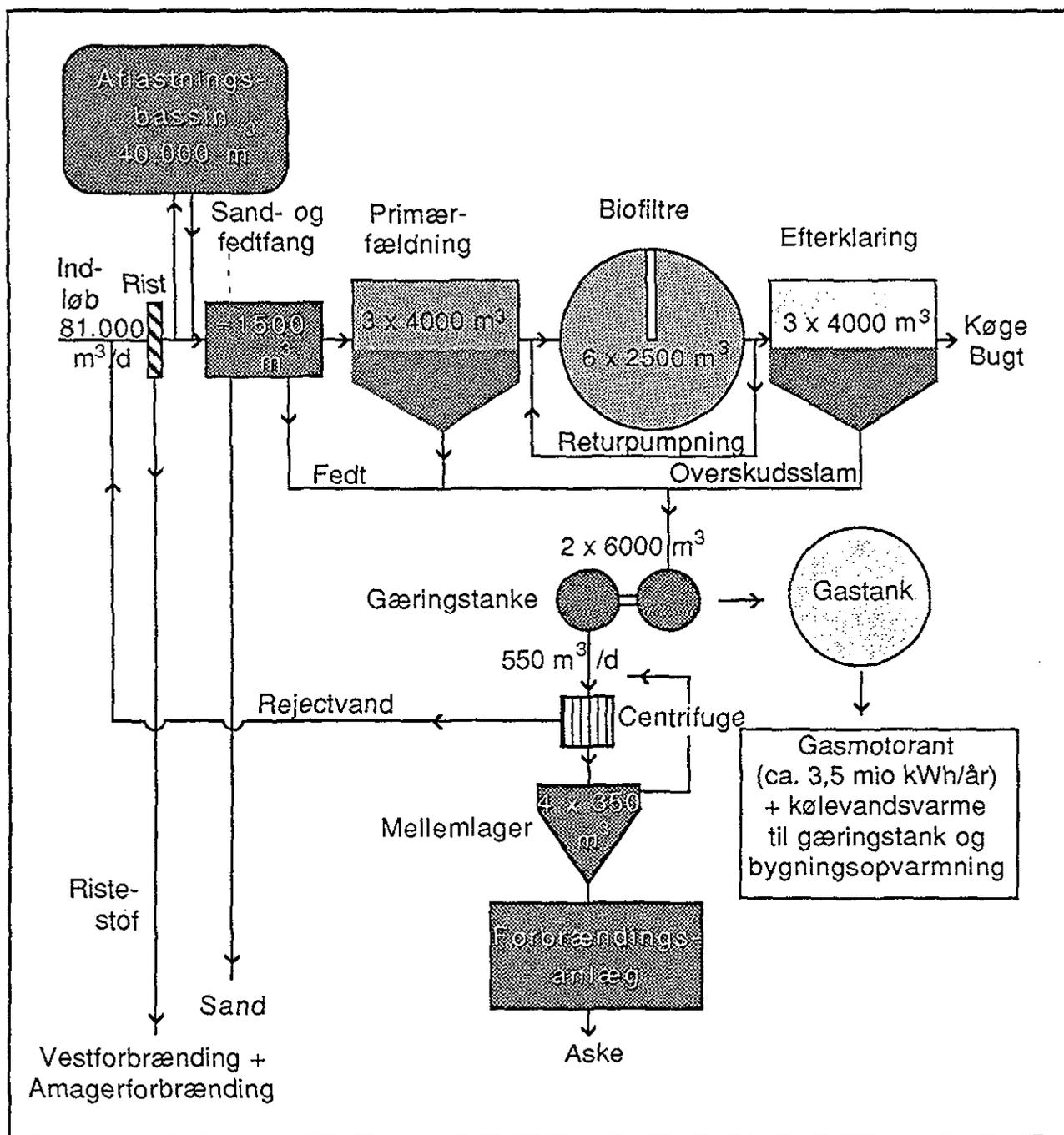
I de tre primærtanke på hver 4.000 m³ reduceres BOD₅ med ≈ 25% på 1,8-2,5 timer. Tankene er lagt i kote 3.0 m, hvorfor det ved gravitation løber til biofilteranlæggene.

De seks højtbelastede biofiltre har et volumen på i alt 15.000 m³ og anvender granitskærver som filtermateriale. Over biofiltrene sker en returføring af spildevand på ca. 75 %, således at vandstrømmen holdes på 0,8-0,9 m³/m²/h. Herfra pumpes vandet til efterklaringstankene.

Efterklaringstankene har et tilsvarende volumen som primærtankene, 12.000 m³, og altså en opholdstid på 1,8-2,5 timer, hvorved afløbet får en samlet BOD₅ på ≈ 50 mg/l før udledning via en ca. 1 km. lang havledning til Køge Bugt. Overskudsslam ledes til gæringstankene.

Renseanlægget er monteret med et anlæg for efterchloring, men det anvendes ikke i dag. (Det er vigtigt at der ikke finder efterchloring sted, med mindre det af hygiejniske grunde er absolut nødvendigt. Det er i flere undersøgelser eftervist, at der ved chloring dannes chlororganiske forbindelser. I en undersøgelse er det vist, at der ved anvendelse af NaOCl dannes organiske chlorforbindelser i mængder svarende til 19-

67 mg/g opløst organisk carbon¹¹. Forbindelserne, som dannes, er eftervist at udgøres af både tungtmedbrydelige og toksiske forbindelser; eksemplerne chlorphenoler og trihalomethaner er blandt de bedst kendte¹².)



Skitse af Avedøre Kloakværk's Renseanlæg på Avedøre Holme (på prøvetagningstidspunktet før udbygning).

Gæringstankene er to serieforbundne tanke med et volumen på 6.000 m³ hver, og de modtager fedt- og olie (hvis det ikke er for store mængder) og slam fra efterklaringstankene, i alt ca. 550 m³/d, hvilket giver ca. 22 dages opholdstid for udrådning ved 32 °C. Biogassen opsamles i en gastank på 1.500 m³, hvorfra den anvendes til opvarmning, elproduktion og støttefyring på forbrændingsanlægget. Det udrådnede slam føres til nogle slamlagertanke for slam til centrifugering.

I centrifugeanlægget koncentrerer slammet fra ca. 5 % tørstof til ca. 25 % tørstof, det sidste er et muldagtigt produkt. Her kan også modtages råslam fra primærfældningstankene. Rejectvandet blandes med ubehandlet spildevand, mens det centrifugerede slam føres til slamforbrændingsanlægget, hvis centrale del er en elleve etagers slamforbrændingsovn. Der anvendes en mindre mængde biogas fra gæringstankene til støttefyring.

Typiske kemiske analysedata for anlægget fremgår af tabellen.

Kemiske analysedata for Avedøre kloakværk^{13,14}

Variabel	Enhed	Indløb		Udløb		Slam	
		1986 / 1987		1986 / 1987		1986 / 1987	
Temperatur	°C	13°	-	14°	-		
2-h bundf.	ml/l	15,0	7,5	0,5	0,7		
COD	O ₂ mg/l	470,0	614,0	180,0	217,0		
BOD ₅	O ₂ mg/l	-	190,0	46,0	62,0		
NH ₃ -N	N mg/l	29,3	32,2	27,3	30,7		
Tot-N	N mg/l	46,6	42,7	36,0	36,7		
NO ₃ -N	N mg/l	-	<0,1	-	<0,1		
Tot-P	P mg/l	12,7	11,5	8,3	9,5		
SS	mg/l	-	210,0	-	173,0		
Olie & fedt	mg/l	-	-	6,0	-	1900,0	-
Tørstof	%					3,6	4,7
Glødetab	% af TS					55,0	74,0

Opland

Avedøre Kloakværk's Renseanlæg dækker et opland på 200.000 personer svarende til 350.000 p.e. Oplandet dækker desuden et tusindtalligt antal virksomheder, hvoraf de i nedenstående tabel nævnte er det antal, som efter en nylig opgørelse¹⁵ har en kap. 5 godkendelse efter miljøbeskyttelsesloven.

Kap. 5 godkendte virksomheder i Avedøre Kloakværks Renseanlægs opland¹⁵

Kommune	Antal kap. 5 virksomheder	Antal belastende virksomheder for vandmiljøet
Albertslund	102	5
Ballerup	187	10
Brøndby	106	3
Glostrup	76	20
Herlev	126	4
Hvidovre	162	27
Høje-Tåstrup	123	11
Ishøj	82	18
Rødovre	210	30
Vallensbæk	42	10
I alt	1216	138

Blandt de kap. 5 godkendte virksomheder er mange uden væsentlig miljøbelastning og processpildevandsudledning, og som derfor falder uden for interessensfæren for denne oplandsundersøgelse. I bilaget til Hovedstadsrådets rapport er i en speciel kolonne angivet, hvorvidt en virksomhed med kap. 5 godkendelse udleder processpildevand. I bilag til nærværende rapport findes gengivet fortegnelsen over virksomhederne fra ovennævnte undersøgelse, som angives at udlede processpildevand, opdelt på interessentkommunerne for Avedøre Kloakværk. Antallet af disse miljøbelastende virksomheder, i de enkelte kommuner, fremgår ligeledes af ovenstående tabel.

Ikke alle virksomhederne angivet i bilaget har dog betydning i sammenhæng med driften af Avedøre Kloakværks Rensningsanlæg. Derfor er virksomheder med en særlig stor spildevandsbelastning tillige søgt kortlagt ved hjælp af kartotekerne på Avedøre Kloakværk. Disse kartoteker er opdelt på kommuner med følgende klassificering:

- A-virksomheder, som med sikkerhed giver anledning til spildevandsproblemer (afledning af skadelige stoffer eller højt BOD₅).
- B-virksomheder, som lejlighedsvis kan give anledning til problemer.
- C-virksomheder, som aldrig giver anledning til spildevandsproblemer.

På basis af denne gruppering er nedenstående specificerede oversigt over A-virksomhederne udarbejdet i samarbejde med Avedøre Kloakværk.

Avedøre Kloakværkets opland inddelt efter typen af virksomhed (A-virksomheder)

Virksomhed	Mængde	BOD ₅	Forurening
	m ³ /dag	kg/dag	
1. Automobil o. lign.			
DSB Værkstedssomr. for S-tog			Mineralolie
3. Hospitaler			
Kbh. Amts Sygehus	1.073		BOD; desinfek.; med.; kem.
Statshospitalet	214		BOD; desinfek.; med.; kem.
I alt hospitaler	1.287		
4. Kemiske virksomheder			
Gea	95	938	Org. syntesereminisc.
Rosco A/S	25	151	Isopropanol, kulhydrater
Løvens Kemiske Fabrik	383	588	BOD; kem.; synteseremin.
Alfred Benzon A/S	104	123	BOD-stoffer; detergenter
Alba Textil A/S, kludevask	77	67	Stoffer fra metalindustri
Danokemo (Ferrosan)	87		Stivelse; sprit; melis;
Galvanisk Kompagni	77		Al, CN
Kontorkemi	50		Opl. midler; propylacatat
Colgate Palmolive	50		Detergenter
Tobias Jensen	37		PCB etc.
Kodak	37		Fotokemikalier
Holm & Nilsson Aps	35		Plast-stoffer; Zn; Cr; CN
Johnsen & Michaelsen	21		Cr
I.C.Jensens Galvaniseringsetablisement	21		Metaller; Zn
Reimers Farveri	18		Tekstilfarver
Agfa Gevaert AS	17		Fotokemikalier
Scanpharm AS	13		BOD; kemikalier
Nicho Haandcrom	3		Cr, CN
Københavns Galvaniseringsanstalt	3		Zn, Fe, Cd
I alt kemiske virksomheder	1.153	1.867	
6. Levnedsmiddelsvirksomheder			
Igos	10	136	BOD-stoffer
Toms Fabrikker	173	544	BOD-stoffer
Schulstad Brød	33	81	BOD-stoffer
Irma Fabrikken A/S	333	748	BOD-stoffer
Bäncke & Co.	146	314	BOD-stoffer
Einer Willumsen	20	43	BOD-stoffer
Hans Just	17	26	BOD-stoffer
Litex	700	529	BOD-stoffer
Dansk Droge	13	10	BOD-stoffer
Dadeko	217		BOD-stoffer, bl.a. sukker
Nordisk Dencobb	87		BOD-stoffer, bl.a. fedt

Avedøre Kloakværkets opland inddelt efter typen af virksomhed (fortsat)

Virksomhed	Mængde	BOD ₅	Forurening
	m ³ /dag	kg/dag	
6. Levnedsmiddelvirksohmheder (fortsat)			
Irma-Tutten	48		BOD-stoffer
O.Kristensen & Co	40		BOD-stoffer, bl.a. fedtstof
Dansk Aftapningscentral	33		NaOH, SO ₂
I alt levnedsmiddelvirksohmheder	1.870	2.431	
7. Metalvirksohmheder			
Vaskeriet Alba	83	50	Deterg.; opl.; olie; metal
Nordisk Kabel og Trådfabrikker AS	600		Cu; olie; egen Cu-reus
Værkstedsgården	89		Cr; Ni; Cu; CN; Zn
MEC AS	67		Cr
Vitco-Håndforchromning	40		Cr
Croma IS	33		Cr; Ni; Cd; Zn; CN
Ball. Værkstedby	31		CN; Ni; Zn
Christian Bruhn, kontormaskiner	23		Metaller
Cumatux Electronics	0		Pb, Cr, Cu, Zn, Ni, Cd, CN
Nørrebro Forchromning	0		Cr; Ni; Zn
I alt metalvirksohmheder	966	50	
8. Renovationsvirksohmheder			
I/S Sengeløse	2		Perk. lossepl. - forrenset
9. Tekstilvirksohmheder			
Institutionsvask IS	233		Detergenter

En sammenstilling af de tilgængelige oplysninger for grupperne er følgende:

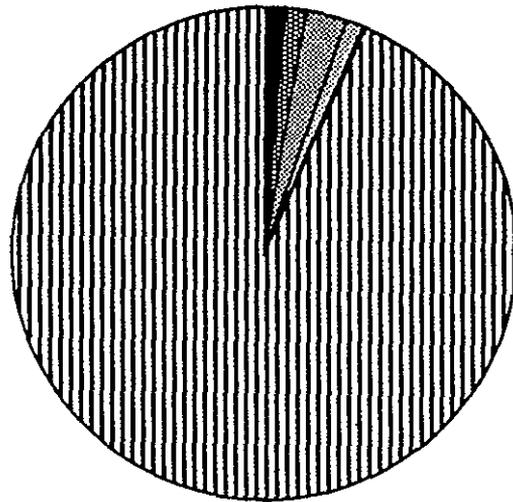
Avedøreoplandets belastning på industri typer sammenstillet

Virksomhed	Mængde	BOD ₅
	m ³ /dag	kg/dag
Hospitaler	1.287	
Kemiske virksomheder	1.153	1.867
Levnedsmiddelvirksohmheder	1.870	2.431
Metalvirksohmheder	966	50
Renovationsvirksohmheder	2	
Tekstilvirksohmheder	233	
Øvrige kilder	75.488	8.611
I alt	81.000	12.960

Som det ses af tabellerne er det forholdvis få virksomheder, som er medtaget i vurderingen af oplandede. Den relative mængde industri-spildevand fra særligt miljøbelastende virksomheder som tilledes renseanlægget kan illustreres som på den følgende side.

Generelt må det siges, at Avedøre Kloakværk har et godt kendskab til virksomheder med særlige spildevandsforhold, hvilke der skal betale særbidrag, hvilke som udleder metaller, hvilke som kan tænkes at udlede slamhæmmende stoffer, osv. Kendskabet er imidlertid af en meget praktisk natur, forstået på den måde, at oplysninger alene indhentes af hensyn til driften af anlægget for at overholde gældende bestemmelser, hvorfor man eksempelvis ingen forsøg gør på at identificere slamhæmmende stoffer i en udledning; man sikrer alene, at slamhæmmende stoffer fjernes fra spildevandet når det konstateres. Derfor er der i dag intet kendskab til arten af de organiske stoffer som udledes fra forskellige virksomheder, mens der faktisk er udført en del analyser for indhold af tungmetaller.

Relative spildevandsmængder



93,2%

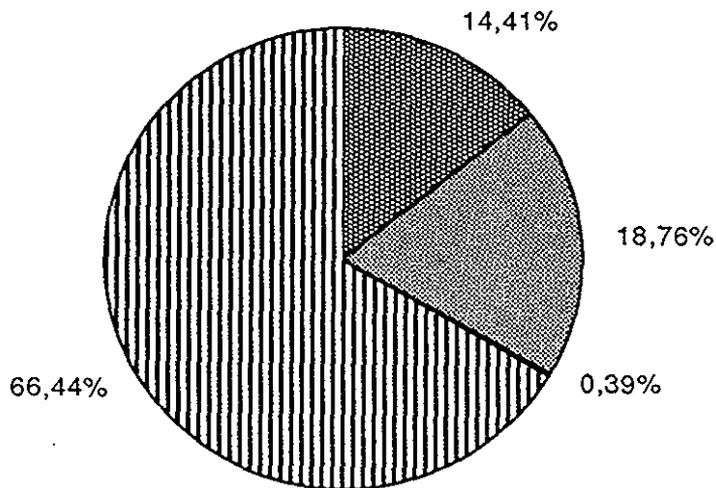
Virksomhed:

■	Hospitaler
■	Kemiske
■	Levnedsmiddel
■	Metal
□	Renovations
■	Tekstil
■	Øvrige kilder

Relative spildevandsmængder for Avedøre Kloakværk's Renseanlæg på Avedøre Holme.

Belastningsmæssigt er disse virksomheder væsentlig større end de er vandmængdemæssigt:

Relativ spildevandsbelastning (BOD)



Virksomhed:

■	Kemiske
■	Levnedsmiddel
■	Metal
■	Øvrige kilder

Relativ BOD-belastning for Avedøre Kloakværk's Renseanlæg på Avedøre Holme.

ALBA Textil Aps.

Ud fra nærværende kortlægning af Avedøre Kloakværks opland er Alba Vask og Løvens Kemiske Fabrik udvalgt som særligt forurende industri, hvis spildevand er analyseret nærmere for specifikke organiske forbindelser i anden prøverunde.

Virksomheden ALBA Textil Aps. har en produktion, der omfatter vask og rensning af tøj, måtter og klude samt reparation i mindre omfang.

Spildevand fra virksomhedens rens- og vaskeprocesser vil indeholde olie og fedt, mineralsk olie, opløsningsmidler og tungmetaller. Det kan tillige være kemisk- og biologisk iltforbrugende samt basisk. Spildevand fra rengøring af kedler og kedelcentral kan indeholde sod/olievoks, kedelrensemidler, rengøringemidler m.v. Endvidere vil der være sanitært spildevand fra toiletter og baderum.

I virksomhedens rensmaskiner anvendes perchlorethylen, som recirkuleres og genanvendes i en ZITEX-destillationsenhed, og kemikalieaffald herfra afleveres til genbrugsfabrikken Vapokon.

Spildevand fra hvid-og måttevask udgør en mængde på ca. 100 m³/dag, og det udledes til kloak via en samlebrønd. Det tilstræbes, at basisk vaskevand opblandes med og neutraliseres af surt skyllevand i samlebrønden.

Spildevand fra Alba Tekstil	
Stofgruppe	Konc. mg/l
1-methoxy-2-propanol	3,5
Trichlorethylen	0,5
Toluen	2,3
Butylacetat	0,5
Xylener	1,17
Methylcyclohexan	1,1
C ₉ -aromat	8,31
C ₁₀ -aromat	0,325
Glycol	13,24
Naphthalen	0,45
Kulbrinte uspc.	0,875
Opløsningsmidler ialt	32,27

Spildevand fra kludevask udgør ca. 100 m³/dag. Det renses i virksomhedens rensanlæg, der omfatter ultrafiltrering med efterfølgende pH-justering og olieudskillelse. Herved genbruges ca. 40 m³/dag, mens ca. 60 m³/dag af ultrafiltreringspermeatet udledes til kloak. Olieaffald fra olieudskillelsen bortkøres til genbrug.

Spildevand fra rengøring af kedler og kedelcentral samt sanitært spildevand ledes direkte til offentlig kloak.

Teknologisk Institut har i maj 1987 analyseret ultrafiltreringspermeatet fra ALBA Textil Aps. for olie, kobber og organiske opløsningsmidler.

Det fremgår af rapportens konklusion, at

- UF-anlægget tilbageholder upolære kulbrinter (mineralolie) i tilfredsstillende grad (under 5-10-ppm).
- indholdet af opløsningsmidler i permeatet er højt med aromatiske forbindelser med 9 kulstofatomer og glycol som de dominerende, jvf. hosstående tabel.
- kobberindholdet i UF-permeatet er relativt højt, (2-4 mg/l).

Løvens Kemiske Fabrik

Råvarer Fra Løven	
Acetone	Reg.
Ammoniakvand	
Calciumchlorid	Destr.
Ethylacetat	Destr.
Isopropanol	Reg.+ Destr.
Iseddikesyre	
Methanol	Destr.
Natronlud	
Natriumcarbonat	
Salpetersyre	
Saltsyre	
Svovlsyre	

Reg.: til regenerering
Destr.: til destruktion,

Spildevand fra Løvens Kemiske Fabrik, som er analyseret i nærværende projekt, hidrører fra fabrikkens synteseafdeling. I denne produceres dels et semisyntetisk penicilin, pivampicillinbase, og dels mellemprodukter til et diuretikum, bumetanid.

Til kloakken afledes vandige opløsninger med uorganiske salte og små mængder af mellemprodukter, organiske opløsningsmidler og udefinerede organiske stoffer

Råvarer fra synteseafdelingen, som kan findes i spildevandet, er angivet i hosstående tabel. Råvarenes videre behandling er tillige angivet.

Alle organiske moderlude, som ikke kan udnyttes, opsamles i tanke og sendes til Kommunekemi. Også en vandig fase med dimethylformamid, triethylamin, saltsyre og calciumchlorid sendes til Kommunekemi.

Opløsningsmidler, som har været brugt til rengøring af apparater, opsamles og sendes til destruktion.

Hexan, acetone og isopropanol regenereres i en vis udstrækning til genbrug eller salg.

Restmængden af disse opløsningsmidler samt methanol og ethylacetat fremkommer som blandinger ved vacuumdestillation. Disse blandinger afsættes til anden side mod en afgift.

Da vakuet til destillationerne frembringes ved hjælp af vandringspumper, vil låsevandet til pumperne opløse mindre mængder opløsningsmidler, som sluttelig havner i spildevandet. Låsevandet cirkulerer i et system med konstant tilspædning af brugsvand. I systemet indgår en 3 m³ tank, hvor hexan udskilles og aftappes, og hvorfra overskydende vand (svarende til spædningen) ledes i neutralisationsbassin

Referencer:

¹¹Water Res. 17, 1863-1869, 1983.

¹²Toxicol. Environ. Chem. 10, 1-24, 1985.

¹³Undersøgelse af spildevand mm. Fælleskommunal Levnedsmiddelkontrol Københavns Amt Vest. Prøve # 438, 439, 442 af 20. november 1986.

¹⁴Undersøgelse af spildevand mm. I/S Avedøre Kloakværk. Journ. nr. 1987-k-2. 13. oktober 1987.

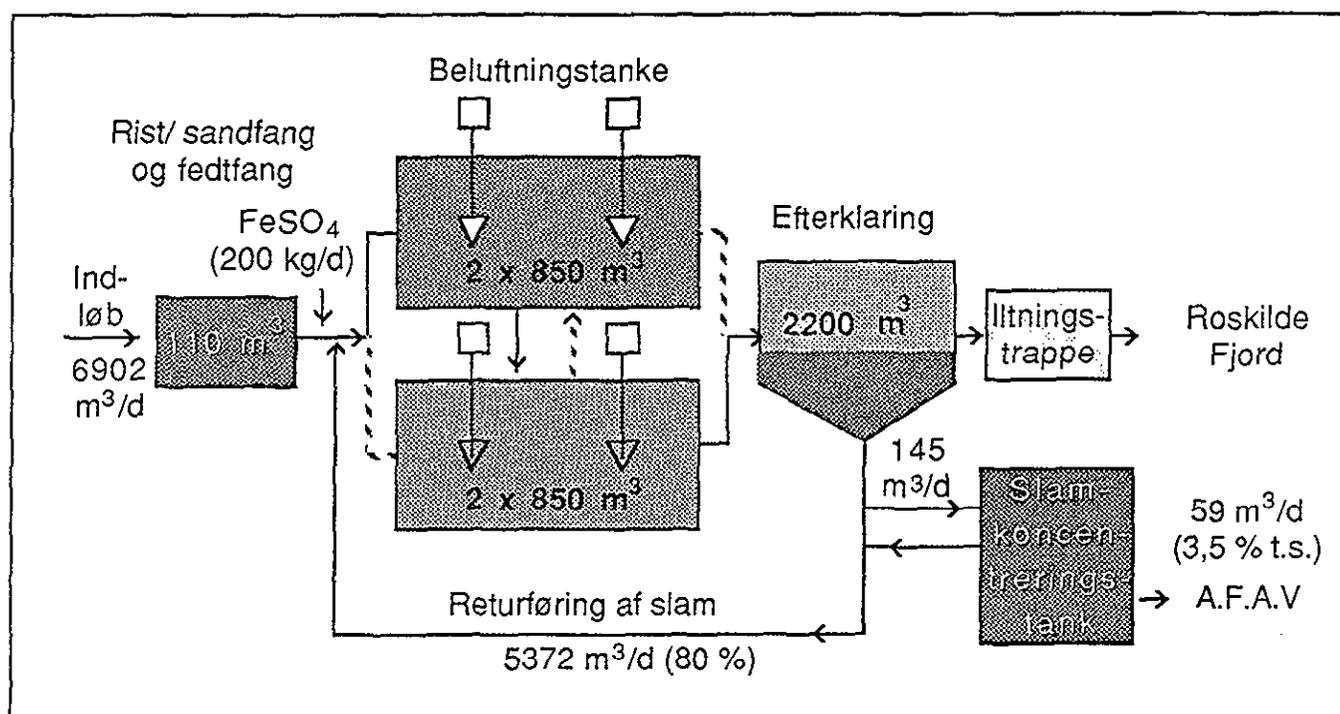
¹⁵Hovedstadsrådet: Kortlægning af kapitel 5-virksomheder i hovedstadsregionen. Arbejdsdokument, dec. 1983.

Frederikssund Centralrenseanlæg

Frederikssund Centralrenseanlæg er ejet og drevet af Frederikssund Kommune.

Beskrivelse af anlægget

Anlægget er opført i årene 1974-76 af Akvadan-Harvey A/S og er af bio-denitrotypen. I dag drives anlægget med biologisk N-fjernelse og biologisk/kemisk P-fjernelse. Nedenfor er vist en skitse af anlægget.



Skitse af Frederikssund Centralrenseanlæg.

- En spildevandsmængde på ca. 7.000 m³/d passerer en rist, et sandfang og et fedtfang, før det ledes til luftningstankene (4 stk. à 850 m³). Disse drives parvist i fire faser med en fire timers cyklus:
- 1,5 timer tank 1 og 4 modtager spildevandet fra fedtfanget i en anoxist tilstand (denitrifikation); tank 2 og 3 modtager spildevandet fra tank 1 og 4 i en aerob tilstand (nitrifikation).
 - 0,5 timer tank 1 og 4 modtager spildevandet fra fedtfanget i en aerob tilstand (nitrifikation); tank 2 og 3 modtager spildevandet fra tank 1 og 4 i en aerob tilstand (fortsat nitrifikation).
 - 1,5 timer tank 2 og 3 modtager spildevandet fra fedtfanget i en anoxist tilstand (denitrifikation); tank 1 og 4 modtager spildevandet fra tank 2 og 3 i en aerob fase (nitrifikation).
 - 0,5 timer tank 2 og 3 modtager spildevandet fra fedtfanget i en aerob tilstand (nitrifikation); tank 1 og 4 modtager spildevandet fra tank 2 og 3 i en aerob tilstand (fortsat nitrifikation).

Fra luftningstankene ledes spildevandet til efterklaringstanken, hvor slammet returføres til luftningstankene, overskudsslam udtages og pumpes til A.F.A.V., og det behandlede spildevand passerer overløbskanten fra efterklaringstanken og en iltningstrappe, hvorved 60% iltmætning opnås, før det ledes til Roskilde Fjord.

Typiske kemiske analysedata fra prøvetagningen fremgår af tabellen. Ved prøvetagningen i projektets anden fase i 1987 blev der kun udtaget én udløbsprøve.

Kemiske analysedata for Frederikssund Centralrenseanlæg^{16,17}

Variabel	Enhed	Indløb 1986	Udløb 1986/1987		Slam 1986
2-h bundf.	ml/l	2,5	<0,2	<0,2	
COD	O ₂ mg/l	400	55	50	
BOD ₅	O ₂ mg/l	208	5,6	7,5	
NH ₃ -N	N mg/l	21	0,3	1	
NO ₃ -N	N mg/l	2	4	-	
Tot-N	N mg/l	35	6	10	
Tot-P	P mg/l	10	4,4	6,3	
SS	mg/l	-	2,2	2,7	
Olie & fedt	mg/kg	32	8	-	380
Tørstof	%				3,5
Glødetab	% af TS				76

Opland

Frederikssund Rensesanlæg dækker et opland på 13-14.000 personer i et opland på 30-40 km². Særligt forurenende virksomheder kan opgøres ud fra kommunens kartotek over kap. 5 godkendte virksomheder og ud fra Vejviseren for Frederikssund kommune således:

Frederikssund Centralrenseanlæg's opland inddelt efter typen af virksomhed

Virksomhed	Mængde BOD ₅ m ³ /dag kg/dag	Forurening
<i>1. Automobil o. lign.</i>		
Birger Nielsen		Olie mm.
Auma Aps		Olie mm.
Meltinis Skilte		Olie mm.
Riis Autolakering		Olie mm.
Aasberg's Eftf., Frederikssund Autolager		Olie mm.
BMW Frederikssund		Olie mm.
Centralværkstedet		Olie mm.
Citroen		Olie mm.
Frederikssund Anti-Rust Aps		Olie mm.
Frederikssund Auto- og Pladeværkstek		Olie mm.
Frederikssund Autoglas		Olie mm.
Frederikssund Bremseservice Aps		Olie mm.
Frederikssund Karrosserifabrik		Olie mm.
Frederikssund Motor Co.		Olie mm.
Græse Auto		Olie mm.
Hansen Anker & Co. A/S		Olie mm.
Hansen Plerre Automobiler		Olie mm.
Holmstrøm S.F.		Olie mm.
Honda Frederikssund		Olie mm.
H.T.'s busgarageanlæg		Olie mm.
Jensen O. Daniel		Olie mm.
Kjærgaard Svend Automobiler Aps		Olie mm.

Frederikssund Centralrenseanlæg's opland inddelt efter typen af virksomhed (fortsat)

Virksomhed	Mængde m ³ /dag	BOD ₅ kg/dag	Forurening
Kloe Birthe & Mogens Aps			Olie mm.
Niel's Auto og Pladsværksted			Olie mm.
Peer's Auto			Olie mm.
Petersen Vilh. O.			Olie mm.
Rahbek Auto- og dækservice			Olie mm.
Riat Frederikssund			Olie mm.
Rørbæk Autoværksted			Olie mm.
SAAB Frederikssund			Olie mm.
Søndergård Biler Aps			Olie mm.
<i>Benzin servicestationer</i>			
BP Service Station			Olie mm.
ESSO Servicecenter			Olie mm.
OK Benzin			Olie mm.
Quwait Benzin			Olie mm.
Shell Center Storkøbenhavn A/S, Nygade			Olie mm.
Shell, Færgevej			Olie mm.
Texaco Service Station			Olie mm.
2. Hospitaler			
Frederikssund Sygehus			BOD; desinfek.; med.; kem.
4. Kemiske virksomheder			
Vejvæsenet, Heimdalsvej			Asfaltstoffer
Trikohl Renseriet			Detergenter mm.
Vølund Møntvask og Rens			Detergenter mm.
6. Levnedsmiddelvirksomheder			
CoRo AS (Juicefabrik)	120	540	BOD-stoffer
Maglehøj Mejeri	55	17	BOD-stoffer
I alt Levnedsmiddelvirksomheder	175	557	
7. Metalvirksomheder			
Frederikssund Smede- og mek. værksted			Skæreolier mm.
Hugin Tryk			
Iku-print			Opl. midl.
Kaj Sundvalds Bogtrykkeri			
Stuwing R. Maskinfabrik			Skæreolier mm.
Sun-text Graphic			Opl. midl.
Thorgaards Trykcenter			
8. Renovationsvirksomheder			
A.F.A.V. I/S (Komposteringsværk)	85	47	
10. Træimpregnering			
Lange - KTH			

Oplandet domineres, som det fremgår af tabellen, af et stort antal småvirksomheder, heraf mange inden for automobilbranchen. Blandt disse typer virksomheder er specielt H.T.'s garageanlæg af kommunen erkendt som én af de store olieforurenere, mens størstedelen af de øvrige ikke er kortlagt og formentlig er af væsentlig mindre betydning. Frederikssund kommune har gjort et stort arbejde og satset mange ressourcer på at få kemikalieaffald opsamlet i oplandet, således, at det ikke kommer til at påvirke udledningen til kloakken, hverken fra småindustriene eller fra private husstande.

Spildevandsmængden, som tilledes Frederikssund Centralrenseanlæg, er på 4.800-5.500 m³/d (tørvejr) med en BOD₅ på ca. 200 mg/l. I regnvejssituationer kan denne mængde komme op på 13-14.000 m³/d. Infiltrationen skønnes til 4-600 m³/d. Vandbalancen kan skønmæssigt opgøres som følger.

Frederikssund-oplandets belastning sammenstillet

Virksomhed	Mængde m ³ /dag	BOD ₅ kg/dag
CoRo	120	540
Maglehøj mejeri	55	17
A.F.A.V.	85	47
Infiltration	500	3
Øvrige kilder	4500	554
I alt	5260	1161

Den største enkelte bidrag-yder belastningsmæssigt er, som det fremgår af ovenstående tabel, CoRo, mens mejeriets bidrag i årenes løb er mindsket en del til det nuværende niveau. I bidraget fra det almindelige husspildevand indgår en del spildevand fra de ovennævnte småindustrier, som ikke kan opgøres særskilt på det foreliggende grundlag.

På den efterfølgende side er den relative spildevandsmængde, samt BOD-belastning, fra særligt miljøbelastende virksomheder illustreret. Det fremgår heraf, at de af kommunen opgjorte særskilte udledere ikke udgør mere end 15 % vandmængdemæssigt, men belastningsmæssigt er dette alligevel 52 %.

Kendetegnende for kommunen i øvrigt er, som nævnt, en kraftig investering i de senere år i affaldsordninger for borgerne. Blandt andet er der truffet aftale med syv farvehandlere om opstilling af tønder i eller ved forretningen, hvor borgerne kan aflevere rester af maling, opløsnings- og rensmidler og olieaffald fra motorer, biler mm. Teknisk forvaltning indsamler affaldet og videregiver det til Kommunekemi I/S. I følge kommunen virker ordningen ligeså godt eller bedre end det, der er set i andre kommuner, hvilket man fra kommunens side mener bidrager til en væsentlig nedsat mængde miljøfremmede stoffer i det kommunale spildevand.

Hospitaler

Frederikssund hospital har gennem årene haft ry for at udlede en ikke ubetydelig mængde kemikalier til kloak. Hospitalet er imidlertid af kapacitetsmæssige årsager ikke blevet nærmere undersøgt af den tekniske forvaltning.

Olie

Rensning anlægget har svært ved at klare afløbskravet for olie + fedt. Teknisk forvaltning oplyser, at dette skyldes det forholdsvis store antal virksomheder i kommunen, som anvender petrokemiske produkter. Blandt andet har kommunen en sag kørende med HT's garageanlæg, hvor vask af busser medfører olie i afløbet af størrelsesordenen 50 mg/l.

A.F.A.V.

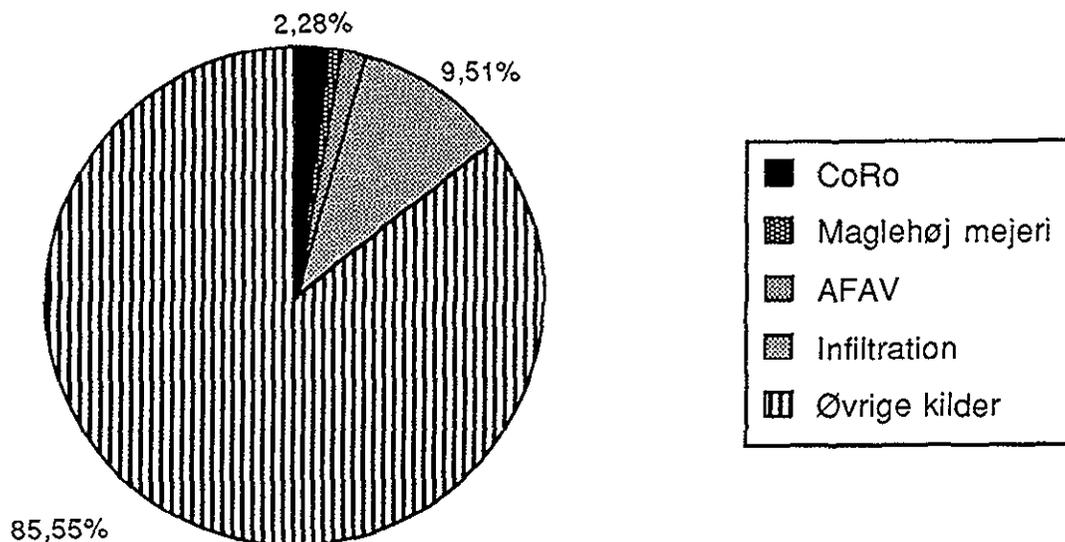
I anden prøverunde er spildevand fra A.F.A.V. og HT's garageanlæg analyset for specifikke organiske forbindelser.

A.F.A.V. står for et interessentskab fra 8 kommuner, "Affaldsdestruktion Frederiksborg Amt Vest". Kommunerne er Frederikssund, Frederiksværk, Helsingør, Hundested, Jægerspris, Slangerup, Stenløse og Ølstykke. Målsætningen er en behandling af kommunernes husholdningsaffald med det formål at mindske behovet for lossepladser. Dette opfyldes i et komposteringsanlæg, som behandler affald fra ca. 100.000 fastboende og ca. 50.000 sommerhusgæster. Der behandles skønsmæssigt 25.000 tons fast affald 4.000 tons afvandet slam (18% ts) og 20.000 tons uafvandet spildevandsslam (3,5% ts). Det uafvandede slam kommer fortrinsvis fra Frederikssund Centralrenseanlæg (≈15.000 tons) og Stenløse, og afvandes i centrifuge før det ledes til en lagertank.

Komposteringen foregår ved, at fast affald kværnes og blandes med afvandet spildevandsslam i en tromle, hvorved en termofil udrådning (50°C) iværksættes med en opholdstid på 1 døgn. Herefter køres komposten til 3 måneders eftermodning i udendørs miler, hvor komposten vendes regelmæssigt.

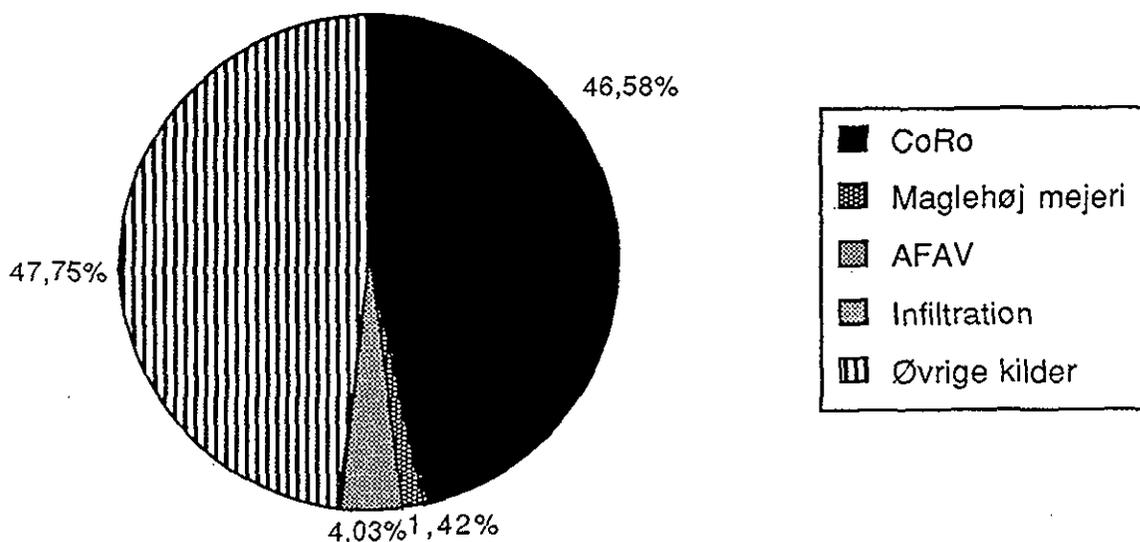
Til dato har komposten haft begrænset anvendelighed på grund af indholdet af tungmetaller. Efter iværksættelse af et projekt med kilderensning ser det dog ud til at det lykkes at komme ned under koncentrationsgrænserne for metaller, således at der ikke skal stilles krav om særlig deponering.

Relative spildevandsmængder



Relative spildevandsmængder fra Frederikssund Centralrenseanlæg's opland.

BOD-balance Frederikssund renseanlæg



Relativ BOD-belastning fra Frederikssund Centralrenseanlæg's opland.

Mellem A.F.A.V. og Frederikssund renseanlæg er etableret to ledninger, én til uafvandet overskudsslam ($\approx 50 \text{ m}^3/\text{d}$) og én til drånevand fra tromlen og perkolat fra milerne ($80-90 \text{ m}^3/\text{d}$). Ca. halvdelen af spildevandet, som tilledes Frederikssund renseanlæg, består således af rejevtvand fra afvandingsanlæggets eget slam, mens det øvrige er andet rejevtvand fra uafvandet slam og perkolat fra milerne.

Perkolatet fra milerne undersøges særskilt for indhold af miljøfremmede stoffer.

HT's garageanlæg

HT's garageanlæg er et busserviceanlæg beliggende på et separat kloakeret område, hvor alt overfladevand fra tage og befæstede arealer ledes gennem sandfang og regnvandsbassin til en regnvandsledning.

Anlæggets spildevand udgøres af sanitært spildevand fra kantine, toiletter, baderum m.v. (2-3 m³/døgn) og industrispildevand.

Industrispildevandet vil indeholde mineralsk olie, anioniske detergenter og bly. Det stammer fra følgende tre sektioner i værkstedsbygningerne:

- a) Værksteder - hvor der udledes minimale mængder spildevand.
- b) Vaskehal - hvor der er installeret et automatisk vaskeanlæg med recirkulering af vaskevand. Vand, som benyttes til vask af busser, opsamles og ledes til en vandtank. Vandforbruget er ca. 2 m³/døgn.
- c) Undervognsvaskehal - hvor der også er installeret en automatisk vaskemaskine med recirkulering af vand.

Spildevand fra de tre sektioner ledes gennem sandfang og fælles olieudskiller. Fra olieudskilleren løber spildevandet sammen med det sanitære spildevand og videre ud i det offentlige kloaknet.

Referencer:

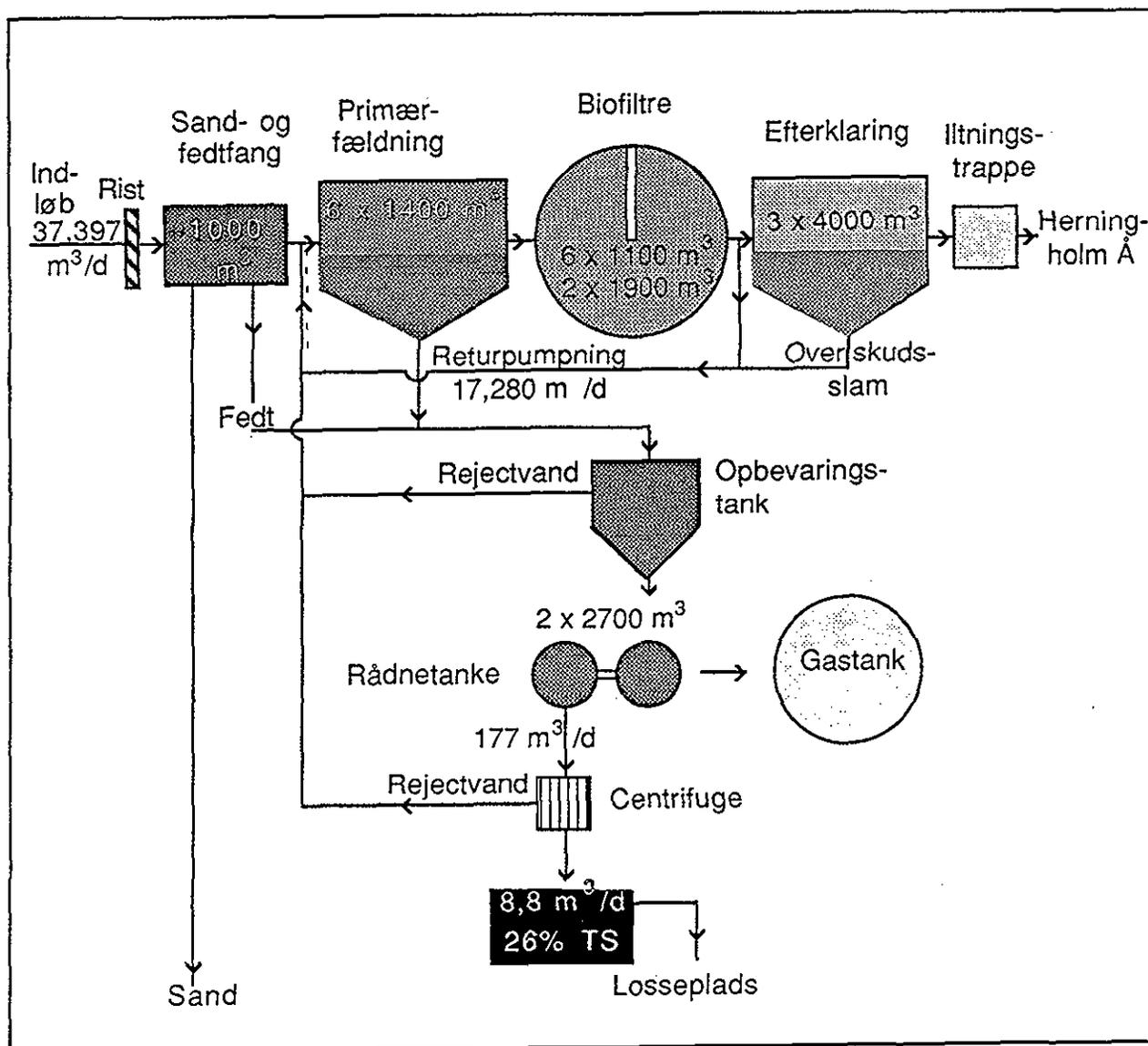
- ¹⁶Spildevandsanalyse fra Frederikssund Centralrenseanlæg. Levnedsmiddelkontrollen I/S Frederiksborg Amt Vest. Prøve # 1842/86 (j. nr. SV-253/86 af 29. oktober 1986 og prøve # K 3698/SL53186; K 3699/255186; K 3700/255186 af 4. november 1986.
- ¹⁷Spildevandsanalyse fra Frederikssund Centralrenseanlæg. Levnedsmiddelkontrollen I/S Frederiksborg Amt Vest. Prøve nr. 6467 af 14. oktober 1987.

Herning Centralrenseanlæg

Herning Centralrenseanlæg ejes og drives af Herning Kommune.

Beskrivelse af anlægget

Herning Centralrensningsanlæg er opført i årene 1953-1955 af Akvadan-Harvey A/S og fungerede på prøvetagningstidspunktet, nov. 1986, som et traditionelt skærvebiofilteranlæg.



Skitse af Herning Centralrenseanlæg (på prøvetagningstidspunktet før ombygning)

Anlægget har siden været under udbygning og ombygning, således at det pr. dags dato fungerer som et aktiveret slam anlæg af bio-denitrotypen med biologisk N-fjernelse og kemisk/biologisk P-fjernelse (simultanfældning).

I det følgende beskrives anlægget, som det fungerede på prøvetagningstidspunktet, jvf. skitseplanen.

De ca. 40.000 m³/d spildevand passerer en rist, et sandfang og et fedtfang før det ledes til de primære fældningstanke på 8.400 m³ (seks stk. à 1.400 m³). Spildevandet herfra ledes gennem biofiltertankene med volumen 10.400 m³ (seks stk. à 1.100 m³ og to stk. à 1.900 m³), mens slammet ledes til en lagertank.

Ved afløbet fra biofiltrene sker en returpumpning af spildevand, ca. 20.000 m³/d, for at opnå en større hydraulisk opholdstid og følgende bedre rensning af spildevandet. Den resterende del af spildevandet ledes til efterklaringstankene på 12.000 m³ (tre stk. à 4.000 m³) og via en iltningstrappe til Herningholm Å. Slammet fra efterklaringstankene returneres til primærfældningstanken.

Slammet fra primærfældningen, ≈200 m³/d med 6% ts ledes fra lagertanken gennem to rådnetanke på hver 2.700 m³. Det udgærede slam centrifugeres, rejectvandet ledes tilbage til primærfældning og de 10 m³/d 26% ts slam transporteres med container til en kontrolleret losseplads (Tungmetalindholdet er for stort til, at udkøring på landbrugsjord kan accepteres).

De kemiske analysedata fra prøvetagningen fremgår af nedenstående tabel. Der blev p.g.a. tekniske vanskeligheder på renseanlægget ikke udtaget prøver i projektets anden fase i 1987.

Kemiske analysedata for Herning Centralrenseanlæg¹⁸

Variabel	Enhed	Indløb 1986	Udløb 1986	Slam 1986
2-h bundf.	ml/l	-	-	
COD	O ₂ mg/l	680	150	
COD-filtr.	O ₂ mg/l	240	100	
BOD ₅	O ₂ mg/l	461	46	
BOD ₅ -filtr.	O ₂ mg/l	117	15	
NH ₃ -N	N mg/l	-	-	
NO ₃ -N	N mg/l	-	-	
Tot-N	N mg/l	42	13	
Tot-P	P mg/l	9,5	5,1	
SS	mg/l	300	39	
Olie & fedt	mg/l	90	<20	3700
Tørstof	%			5,6
Glødetab	% af TS			58

Opland

Herning Centralrenseanlæg dækker et opland på 200.000 personer. De særligt forurenende virksomheder kan efter samråd med Herning Kommunes tekniske forvaltning opgøres som anført i nedenstående tabel.

Herning Centralrenseanlægs opland inddelt efter type af virksomhed

Virksomhed	Mængde m ³ /dag	BOD ₅ kg/dag	Forurening
<i>1. Automobil o. lign.</i>			
Arne Paulsen, Dueoddevej			Olie mm.*
Autoparken, Wedelborgvej			Olie mm.*
Bohnstedt-Petersen, Viborgvej			Olie mm.*
BP service	5		Benzin, olie
Citroen, Langvadbjergsvej			Olie mm.*
Dieselhuset			Olie mm.
Edv. Bentsen, Volvo			Olie mm.*
Edvard Bendtzen A/S - lastvognsrep.			Olie mm.
Elvin Damsgaard, Autolakering, Lind			Olie mm.*
Entreprenør Svend Pedersen- garage			Olie mm.
Esso Servicecenter, Holstebrovej			Olie mm.*
Esso Servicecenter, Hovedvejen Lind			Olie mm.*
Fa. Bruno Bylov - autorep.			Olie mm.
Fiat, Ringkøbingvej			Olie mm.*
Ford, Ringkøbingvej			Olie mm.*
H.G. Trans ApS			Olie mm.
Hedegaard Biler, Dueoddevej			Olie mm.*
Herning Auto Tectyl			Olie mm.*
Herning Bremse- og Koblingservice			Olie mm.*
HG Trans, Cedervej			Olie mm.*
Honda, Tjelevej			Olie mm.*
J. Ørum-Petersen - busrep.			Olie, opl. midl. mm.
Jespersen & Jørgensen A/S - undervognsbeh.			Olie og fedtopl. midl.
Kjølbeye og Vejvad, Tjelevej			Olie mm.*
Mazda. Lind			Olie mm.
Normans Auto, Tjørring bakke			Olie mm.*
Rasmus Damsgård Autolakering			Opl. midl. mm.
Shell Service, Silkeborgvej			Olie mm.*
Suds Undervognsbehandling			Olie mm.*
Uno-X Benzin	3		Detergenter, voks, benzin
I alt automobilvirksomheder	8		
<i>2. Energianlæg</i>			
Herningværket, Energivej			*
Kommunale Værker			*
<i>3. Hospitaler</i>			
Centralsygehuset			*
<i>5. Lakering mm.</i>			
H.N. Coating (Rilsanering)			*
Midtjydsk Industrilakering			*
<i>6. Levnedsmiddelvirksomheder</i>			
Quality (Svineslagteri)	1311		Fedt, BOD-stoffer*
Snebjerg andelsmejeri	324	308	N, P, BOD-stoffer
Slagtermester B. Gøttsche	39		Fedt, BOD-stoffer*
I alt levnedsmiddelvirksomheder	1674	308	
<i>7. Metalvirksomheder</i>			
Midtjysk Fornikling og Forchromning	400		Zn, Ni, Cr, Cu, CN
Herning Forchromning	80		Cu, Zn, Ni, Cr, CN
Herning Galvanisering	20	6	Zn
Herning Varmforzinkning	2		Zn, Fe NH ₃
Bolco maskinfabrik			Hydraulikolie
Jydsk Industri Rilsan			*
Midtjysk Bekveder Fabrik, Mørupvej			*
Midtjysk Formstøberi			*
I alt metalvirksomheder	502	6	

Herning Centralrenseanlægs opland inddelt efter type af virksomhed (fortsat)

Virksomhed	Mængde m ³ /dag	BOD ₅ kg/dag	Forurening
9. Tekstilvirksomheder			
Egetæpper - farveri	500	300	Phenoler, deterg., Cr, Cu
Kemotextil - farveri	667	133	Detergenter, Cu, (Ni)
Veta Tekstilarvning	130	26	Detergenter, Cu, (Ni)
Centralvaskeriet, Grøndahlsvej	500	150	Deterg., Cu (Cr), (Ni)
Bemitex ApS	267	93	Detergenter
I alt tekstilvirksomheder	2064	702	
10. Trævirksomheder			
Ove Just, Viborgvej (træimpr.)			*
Denka, Mørupvej			*
Miljø Døre & Vinduer			*
Frank Trappe (Forenede Trappe Fabrikker)			
Herning Ny Finércentral			0,5 l kauritlim pr. døgn

* = Ikke kap. 5 godkendte

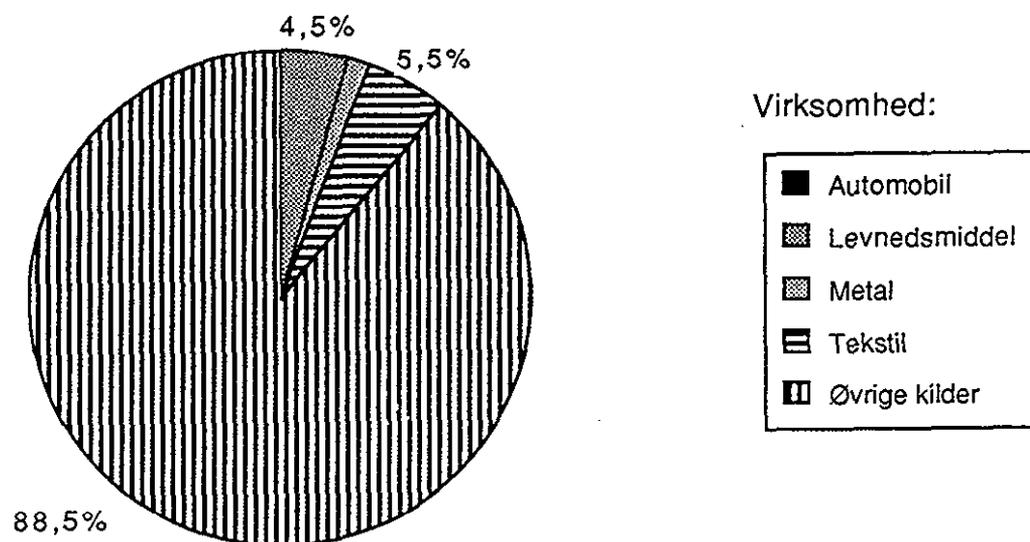
I forhold til størrelsen af det befolkningsmæssige underlag er Herning Centralrenseanlæg ret belastet med industrielt spildevand. I den følgende tabel er de tilgængelige oplysninger om grupperne af forurenende virksomheder sammenstillet.

Herningoplandets belastning på industrityper sammenstillet

Virksomhed	Mængde m ³ /dag	BOD ₅ kg/dag
Automobil	8	
Energianlæg		
Hospitaler		
Industrilakering		
Levnedsmiddelvirksomheder	1.674	308
Metalvirksomheder	502	6
Tekstilvirksomheder	2.064	702
Øvrige kilder	33.159	3.359
I alt	37.407	4.375

Som det ses af tabellerne ovenfor, er der mange industrier, hvor kendskabet til spildevandsmængder, -belastning og indhold af miljøfremmede stoffer er ukendte. På den følgende figur er grafisk illustreret den relative mængde industrielle spildevand, som tilledes anlægget. Tilsyneladende er denne mængde ret ringe; men her giver det manglende kendskab til industriernes aktuelle udledninger måske et forkert billede af forholdene på anlægget.

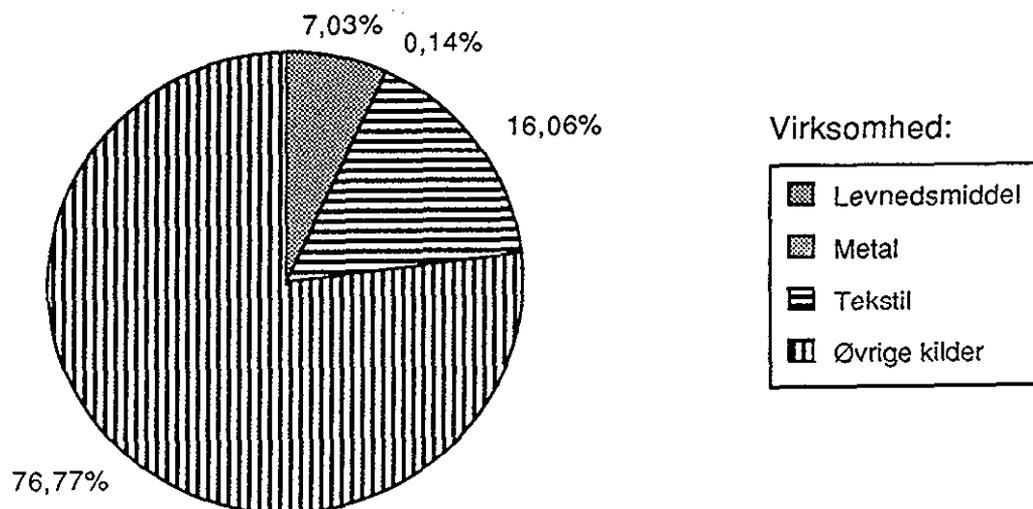
Relativ spildevandsmængde



Relative spildevandsmængder for Herning Centralrenseanlæg

Der er måske et bedre kendskab til de virksomheder, som udleder store mængder BOD-stoffer og således må betale særbidrag:

Relativ spildevandsbelastning (BOD)



Relativ BOD-belastning for Herning Centralrenseanlæg.

Her er en væsentlig bidragsyder dog levnedsmiddelindustriene: Quality svineslageriet, for hvilket der ikke er opgjort nogen BOD-belastning og Snebjerg Mejeri. Disse industrier udleder jo i sagens natur for hovedparten biogene stoffer, selv om en del detergenter, desinfektionsvæsker og lignende også kan forventes.

Detailkendskabet til art og mængde af forurenende miljøfremmede organiske stoffer er ret begrænset, hvilket selvfølgelig skyldes, at der ingen administrative konsekvenser er knyttet til forekomsten af sådanne under forudsætning af, at der ikke er tale om olie eller slamrespirationshæmmende stoffer.

Olieforureningen kommer selvfølgelig først og fremmest fra alle de virksomheder, som sælger eller arbejder med disse produkter - automobilbranchen; men bortset fra nogle enkelte virksomheder findes disse virksomheders belastning ikke opgjort.

Herning Centralsygehus tilhører en anden ikke opgjort, men potentiel ret stor kilde til miljøfremmede stoffer.

Industrilakerings- og træindustriene kan tænkes at udlede mindre mængder opløsningsmidler evt. træimprægnering, maling, lim o. lign.; men der er ingen tilgængelige data om mængderne.

Tekstilvirksomhedernes spildevand udgør i Herning en signifikant mængde af BOD-stofferne. Således er vandmængden fra disse fabrikker ca. 5 % af totalmængden, mens den organiske belastning udgør hele 16%. I dette tilfælde er der tillige udelukkende tale om miljøfremmede stoffer: vaskemidler, farvestoffer, hjælpekemikalier osv. Men noget detailkendskab til arten af disse BOD-stoffer haves ikke - der er aldrig udført specifikke GC/MS analyser på farverispildevand fra nogen af tekstilvirksomhederne, som i øvrigt domineres af de to store, Ege Tæpper og Kemotextil.

Det er således ikke muligt at opgøre BOD-belastningen med miljøfremmede stoffer med nogen rimelig sikkerhed.

Metalvirksomheder er sammen med tekstilvirksomhederne en hovedkilde til forurening med tungmetaller. Tungmetaller er i sagens natur ikke bidragsydere til BOD-belastningen og fremstår derfor ikke signifikant på figuren ovenfor; men den administrative regulering på slamområdet gør, at kommunerne naturligt interesserer sig for problemet. Herning Kommune har således gennemført en stor kortlægning af tungmetalforurenende virksomheder i oplandet.

På grund af tekniske vanskeligheder på Herning Centralrenseanlæg i sommeren og efteråret 1987 blev der ikke udtaget prøver til analyse fra renseanlægget eller dets opland i anden prøverunde i 1987.

Referencer:

- ¹⁸Spildevandsanalyse fra Herning Centralrenseanlæg. Det Fælleskommunale Laboratorium, Herning. J. nr. L 2371/86 og J.nr. L 2372/86, af 3. december 1986.

Miljøfremmede stoffer

Efter en indledende screeningsundersøgelse i 1986 af spildevands- og slamprøver fra de tre renselanlæg - Avedøre, Frederikssund og Herning - er der i 1987 foretaget GC/MS-screeninger og andre specifikke analyser af spildevand fra virksomheder i anlæggenes oplande. Herning Centralrenseanlæg og dets oplandsvirksomheder indgår dog ikke i anden prøverunde i 1987 p.g.a. tekniske vanskeligheder på anlægget.

En oversigt over analyserede prøver fra de tre renselanlæg og tilhørende oplande er givet i afsnittet *Eksperimentel gennemførelse*.

I det følgende afsnit er de opnåede resultater fra de to prøverunder angivet.

Resultater

Analyseresultater for uspecifikke og semispecifikke variable på spildevands- og slamprøver fra de tre renselanlæg fremgår af nedenstående tabeller for hhv. første og anden prøverunde. Ikke analyserede variable er angivet med en streg.

Vådkemiske analyseresultater fra renselanlæggene (1986)

Analysevariabel		Avedøre rens. ¹⁹			Frederikssund rens. ²⁰			Herning rens. ²¹		
		tilløb	afløb	slam	tilløb	afløb	slam	tilløb	afløb	slam
Spildevandsmængde	m ³ /dag	81000	81000	550	6902	6902	59	37397	37397	177,4
2-h bundfældelig	ml/l	15	0,5		2,5	< 0,2		-	-	
COD	O ₂ mg/l	470	180		400	55		680	150	
COD filtreret (GF/C)	O ₂ mg/l-	-	-		-	-		240	100	
BOD ₅	O ₂ mg/l	misl.	46		208	5,6		461	46	
BOD ₅ filtreret (GF/C)	O ₂ mg/l-	-	-		-	-		117	15	
NH ₃ -N	N mg/l	29,3	27,3		21	0,3		-	-	
NO ₃ -N	N mg/l	-	-		2	4		-	-	
Total-N	N mg/l	46,6	36		35	6		42	13	
Total-P	P mg/l	12,7	8,3		10	4,4		9,5	5,1	
SS	mg/l	-	-		-	2,2		300		
Ekstr.stof (olie + fedt)	mg/l	-	6	1900	32	8	380	90	<20	3700
Tørstof	%			3,6			3,53			5,62
Glødetab, % af tørstof	%			55,1			76,2			58
NVOC*	C mg/l	70	30		79	11		86	20	
AOX*	Cl µg/l	88	61		39	<30		35	40	
EOX*, (till./afl.)	Cl µg/l	<20	<20		<20	<20		<20	<20	
EOX* vådslam	Cl µg/g			<2			13			11

* Analyseresultaterne for alle 3 renselanlæg er angivet i reference²²

Vådkemiske analyseresultater fra renselanlæggene (1987)

Analysevariabel		Avedøre ²³		Frederikssund ²⁴	
		tilløb	afløb	tilløb	afløb
Spildevandsmængde	m ³ /dag		81000	81000	
2-h bundfældelig	ml/l	7,5	0,7	-	< 0,2
COD	O ₂ mg/l	614	217	-	50
COD filtreret (GF/C)	O ₂ mg/l	-	-	-	-
BOD ₅	O ₂ mg/l	190	62	-	7,5
BOD ₅ filtreret (GF/C)	O ₂ mg/l	-	-	-	-
NH ₃ -N	N mg/l	32,2	30,7	-	1
NO ₃ -N	N mg/l	< 0,1	< 0,1	-	-
Total-N	N mg/l	42,7	36,7	-	10
Total-P	P mg/l	11,5	9,5	-	6,3
SS	mg/l	210	173	-	2,7
Ekstr.stof (olie + fedt)	mg/l	-	-	-	-

Resultater fra de specifikke GC/MS- og GC/Headspace-analyser i første prøverunde samt fra GC/MS-, GC/Headspace og HPLC-analyser i anden prøverunde er givet i efterfølgende tabel. Resultaterne er hentet fra Kemikaliekontrollens rapport²⁵ og fra Analytisk-Kemisk Laboratoriums rapport²⁶, idet analyseresultater fra renselanlæggene i anden prøverunde i 1987 er angivet med *kursiv skrift* efter en skråstreg.

Tabellen omfatter kun stoffer fra rapporterne, som vurderes at være vigtige i miljømæssig henseende. Angivelse for slam er på våd vægt.

De vigtigste miljøfremmede stoffer fundet i indløb, udløb og slam fra kommunale renselanlæg, samt fra anlæggenes oplande.^{25, 26}

Stof	Avedøre			Frederikssund			Herning			Industrier			
	Indløb	Afløb	Slam	Indløb	Afløb	Slam	Indløb	Afløb	Slam	Løven	Alba	AFAV	HT
<i>Alifatiske forbindelser (µg/l)</i>													
Chloroform	15	10	17				2			22	34		
Dichlormethan	1330	1240								2200			
1,1-Dichlorethylen ethylacetat	13	18								5300			
Tetrachlormethan										0,5			
Tetrachlorethylen		10,3								0,6	9		
1,1,1-trichlorethan	22	18	1							1800	4		
Trichlorethylen	4	1								63	26		
Tributylphosphat							10	24		120	630		
<i>Alkylforbindelser (µg/l)</i>													
Toluen								5400					
Ethylbenzener				1				700			180		
Propylbenzener							2				24		
Pentylbenzen				4									
<i>Benzylforbindelser (µg/l)</i>													
Benzylalkohol	13			10									180
2-chlorbenzylalkohol							4	2					
Benzaldehyd				1			5	2		4	16		
3-chlorbenzaldehyd													
Benzosyre	+			+			+			68	3100	1,8	
Chlorbenzosyre								3					
Dichlorbenzosyre								2					
Methylbenzosyre										2			
4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyd													
Hydroxybenzosyre							+	2		4			0,4
<i>Phenolære forbindelser (µg/l)</i>													
Cresol	5			+			+				190	2,2	
Phenol												340	
Alkylphenol			+		4						150		
Nonylphenoler								6200					
Biphenyloier							54						
Nitrocresol							+						

De vigtigste miljøfremmede stoffer fundet i indløb, udløb og slam fra kommunale renselanlæg, samt fra anlæggenes oplande^{25,26} (fortsat).

Stof	Avedøre		Frederikssund		Herning		Industrier		
	Indløb	Afløb Slam	Indløb	Afløb Slam	Indløb	Afløb Slam	Løven	Alba	AFAV HT
<i>Div. aromater (µg/l)</i>									
Octylphenylether					5				
Isocyanatobenzene			2		2	4			
1,4-benzendiamin, N-(1-methylheptyl)-									
<i>Phenylforbindelser (µg/l)</i>									
Phenylethanol			4						
Phenyleddikesyre	+		+	800	+				
Phenylalkyleddikesyre	+						22		6,8
Phenylpropansyre	+		+		+		10		16
<i>Cycloalkanforbindelser (µg/l)</i>									
Alkylcyclohexen, C ₁₀ H ₁₆			5						
Methylcyclopentanol									
Alkyl-cyclohexanol	20	12			5	2			
Cyclohexancarboxylsyre			+		+		10		7
<i>Heterocycliske forbindelser (µg/l)</i>									
N,N-diethyl-3 -pyridincarboxamid			11	6					
3-ethyl-4-methyl- 2,5-furan-dion						1			
2,3-dihydrothiophen					5				
<i>PAH-forbindelser (ng/l)</i>									
Acenaphthen			123						17
Anthracen			1100	112					228 400
Anthracen,benz[a]			18	11					32 190
Anthracen,dibenz[ah]				10,3					3
Crysen			118						78
Fluoranthen			185	14					280 230
Fluoranthen,benz[b]			19	10,4					46
Fluoranthen,benz[k]			13	10,2					5
Fluoren			164	17					66 230
Naphthalen			1110	113					110 670
Perylen,benz[ghi]			115	10,4					11
Phenanthren									118
Pyren			141	13					220 190
Pyren,benz[a]			111	10,3					30
Pyren,indeno[1,2,3-cd]			110						33

Analyseresultater fra de 3 renselanlæg i anden prøverunde i 1987 er angivet med *kursiv skrift*, efter en skråstreg.

Bemærkninger til analyserne

GC/MS

Det fremgår af analyserapporterne, at det ved beregningen af GC/MS-resultaterne er antaget, at stofferne har samme responsfaktor som en intern standard. Dette er en antagelse, der medfører, at koncentrationerne i tabellen kun angiver en størrelsesorden. GC/MS-screeningerne har endvidere været vanskeliggjort af et stort indhold af biologiske naturlige stoffer i prøverne, hvilket er med til at øge detektions- og identifikationsgrænserne.

Der er fundet relativt få stoffer ved GC/MS-screeningen. Havde GC/MS-screeningen været specielt rettet også mod letflygtige stoffer, så ville der formentlig være fundet flere stoffer, end tilfældet er. Med den valgte analyse-procedure, hvor methylenchloridekstraktet inddampes til tørhed én eller to gange, forsvinder flygtige stoffer let. En anden årsag til, at der er fundet forholdsvis få stoffer er formentlig "fortyndingseffekten", idet renselanlæggene modtager såvel industri som husspildevand. Herved kan de miljøfremmede stoffer fortyndes til under deres detektionsgrænse.

Slam er generelt en kompliceret matrix at analysere. Identifikationsgrænsen er derfor relativ høj, hvorfor det er forventeligt, at forholdsvis få stoffer er identificeret. Slamprøverne var meget

forureneede, hvilket medførte, at prøve-ekstrakterne måtte fortyndes 10-100 gange.

GC/ECD

ECD-gaschromatogrammerne viser sig ikke at ligne chromatogrammerne fra GC/MS-screeningen, hvorfor det ikke er muligt at korrelere disse. Der er derfor ikke medtaget resultater fra denne analyse i ovenstående tabel; men det fremgår af chromatogrammerne, at der sker en tydelig fortynding for de fleste toppe ved gennemløb af renseanlægene, jvf. rapporten.

HPLC

Ved HPLC-analyserne kunne kun få af de specifikke PAH-komponenter bestemmes i spildevand fra HT's garager, fordi dette havde et stort indhold af fluorescerende komponenter, som interfererede Over renseanlægget målt en reduktion i PAH-indholdet på en faktor 10-15.

Referencer:

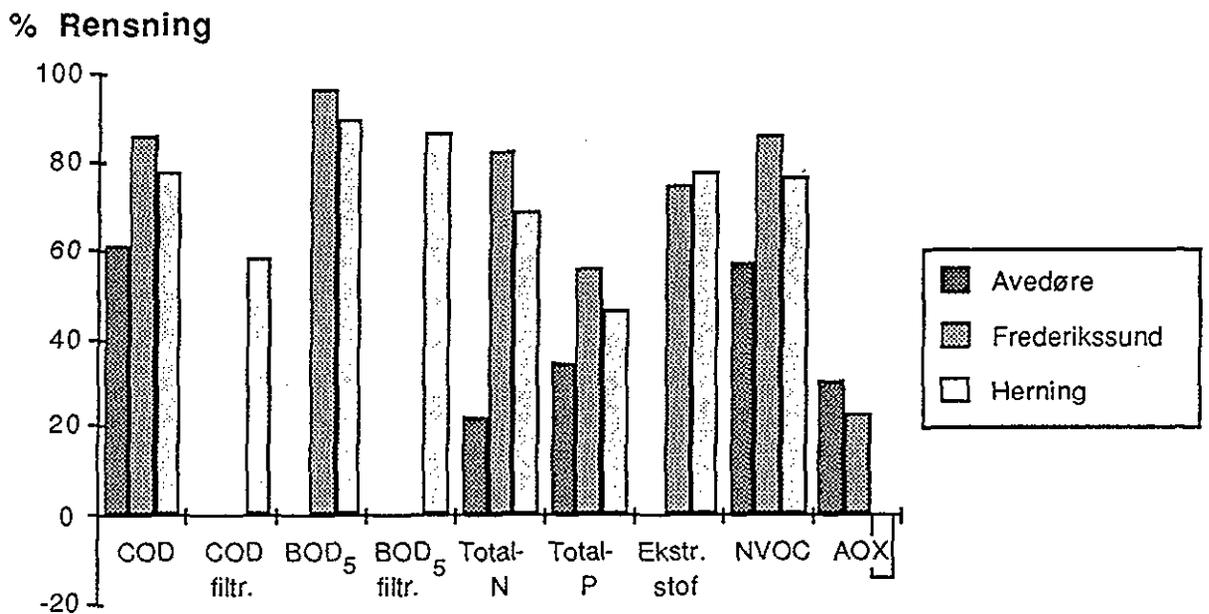
- ¹⁹Undersøgelse af spildevand mm. Fælleskommunal Levnedsmiddelkontrol Københavns Amt Vest. Prøve # 438,439,442 af 20. november 1986.
- ²⁰Spildevandsanalyse fra Frederikssund Centralreosanlæg. Levnedsmiddelkontrollen I/S Frederiksborg Amt Vest. Prøve # 1842/86 j. nr. SV-253/86 af 29 oktober 1986 og prøve # K 3698/SL53186; K 3699/255186; K 3700/255186 af 4. november 1986.
- ²¹Spildevandsanalyse mm. fra Herning Centralreosanlæg. Det Fælleskommunale Laboratorium, Herning. J. nr. L 2371/86 og J. nr. L 2372/86, af 3. december 1986.
- ²²Vandkvalitetsinstituttet: Spildevandsanalyser for NVOC, AOX og EOX. Notat af 9. september 1987.
- ²³Undersøgelse af spildevand mm. I/S Avedøre Kloakværk. Journ. nr. 1987-k-2. 13. oktober 1987.
- ²⁴Spildevandsanalyse fra Frederikssund Centralreosanlæg. Levnedsmiddelkontrollen I/S Frederiksborg Amt Vest. Prøve nr. 6467 af 14 oktober 1987.
- ²⁵Miljøfremmede Stoffer i Spildevand. Miljøstyrelsens Kemikaliekontrol, j. nr. 7-6880L, 28/04/1987.
- ²⁶Miljøfremmede Stoffer i Spildevand(II). Miljøstyrelsens Analytisk-Kemiske Laboratorium, j. nr. 8-6880, 25/02/1988.

Analyse af undersøgelsens resultater

Renseanlæggene

Renseanlæg er traditionelt designet til at eliminere biologisk iltforbrugende stoffer. På nedenstående figur er vist sammenhængen mellem renseseffekten målt ved COD, BOD₅, tot-N, tot-P, ekstraherbare stoffer, NVOC og AOX. Ekstraherbare stoffer i afløbet fra Herning og AOX i afløbet fra Frederikssund var under detektionsgrænserne (< 20 mg/l og < 30 µg/l respektivt), hvorfor de angivne renseseffektiviteter for ekstraherbare stoffer og AOX i disse to tilfælde må antages at være minimumsværdier.

Figuren afbilder renseseffektiviteter illustreret ved parametre målt i første prøverunde i 1986. I anden prøverunde er det, p.g.a. manglende analyser, kun muligt at finde renseseffektiviteter for Avedøre Kloakværk. Disse svarer til renseseffektiviteterne angivet i figuren.



Renseeffektivitet målt ved COD, BOD₅, tot-N, tot-P, ekstraherbare stoffer, NVOC og AOX, (1986).

Det fremgår af figuren, at COD, BOD₅ og NVOC alle er gode mål for renseseffektiviteten. COD og NVOC angiver en lavere effektivitet end BOD₅, fordi persistente stoffer er indeholdt i effektivitetsmålet for disse parametre.

Frederikssund er det eneste af de undersøgte renselanlæg, som på prøvetagningstidspunktet decideret var designet som et aktiveret slam-anlæg til N- og P-fjernelse, men tilsyneladende er også de to andre anlæg i stand til at reducere N og P.

Oplandene

Der er ikke i kommunerne sat ressourcer af til mere dybgående undersøgelser af kilder i oplandene til miljøfremmede organiske stoffer, som der ikke er krævet kendskab til i forbindelse med en udledningstilladelse eller via bekendtgørelser og cirkulærer. Teknikkerne på renseanlæggene og i kommunerne havde et meget ringe kendskab til forekomsten af specifikke organiske miljøfremmede stoffer i spildevandet. Det var helt tydeligt, at indsatsen i så henseende var koncentreret om stoffer, som kunne virke hæmmende på det aktive slams respiration. Desuden var man meget opmærksom på forekomsten af de tungmetaller, som, i henhold til den gældende regulering^{27,28}, kan begrænse håndteringen af overskudsslam.

Industrivirksomheder

Myndighedernes kendskab til de større, forurenende virksomheder er oftest betydeligt bedre end til de små. Derfor er der i oplandsbeskrivelserne medtaget en del kap. 5 godkendte virksomheder, hvor det er usikkert eksakt hvilken forurening de bidrager til - om nogen. Der har ikke i projektet været ressourcer til en nøjere vurdering af kommunernes materiale, og det var, som sagt, generelt meget sparsomt, hvad angår oplysning om forurening med organiske kemikalier.

Specielt er der et manglende kendskab til forureningen fra en hel del metalvirksomheder (opløsningsmidler og affedtere), serigrafivirksomheder og andre trykkerivirksomheder, fotokemikalievirksomheder og hospitaler.

I oplandene til alle tre renseanlæg indgår automobilvirksomheder (værksteder, garager, autolakering, servicestationer mm.) som den antalmæssigt største branche. Da der på den ene side generelt er tale om enkeltmandsvirksomheder eller virksomheder med kun få ansatte, er de i forureningsmæssig henseende måske ikke altid så vigtige. På den anden side har en sådan lille virksomhed måske tit mere utilstrækkelige miljøtekniske installationer end de større virksomheder.

Betalingsvedtægters uheldige virkning

Den måde hvorpå betalingsvedtægter for tilslutning af industrivirksomheder virker på, har i øvrigt også en uheldig indflydelse, hvis man ikke er meget opmærksom på forholdet. Det er jo således, at særbidrag skal betales hvis BOD₅ belastningen overstiger en vis størrelse (Glostrupformlen). Dette betyder, at der i kommunerne er et ganske godt kendskab til de - i alvorlig forureningsmæssig henseende - ubetydelige levnedsmiddelvirksomheder i oplandet, og at eksempelvis tekstilvirksomheder kan undgå særbidrag, hvis de anvender tungt nedbrydelige farvestoffer, vaskemidler og tilsætningsstoffer (der ganske vist har et stort COD-bidrag, men et lille BOD₅ bidrag). Det betyder også, at kendskab til COD-bidragssydere kun er detaljeret, hvis de også har et BOD₅ bidrag eller de i øvrigt udleder slamhæmmende stoffer.

En måde at komme om ved dette forhold på var at sætte krav til COD/BOD₅-forholdet i afløbet fra et rensningsanlæg, og eventuelt via lovgivning lægge afgift på udledninger med store COD-mængder. Dette ville formentlig få kommunerne til at interessere sig mere for udledning af kemikalier fra virksomhederne og husholdningerne, og derved begrænse den miljømæssige eksponering med disse stoffer.

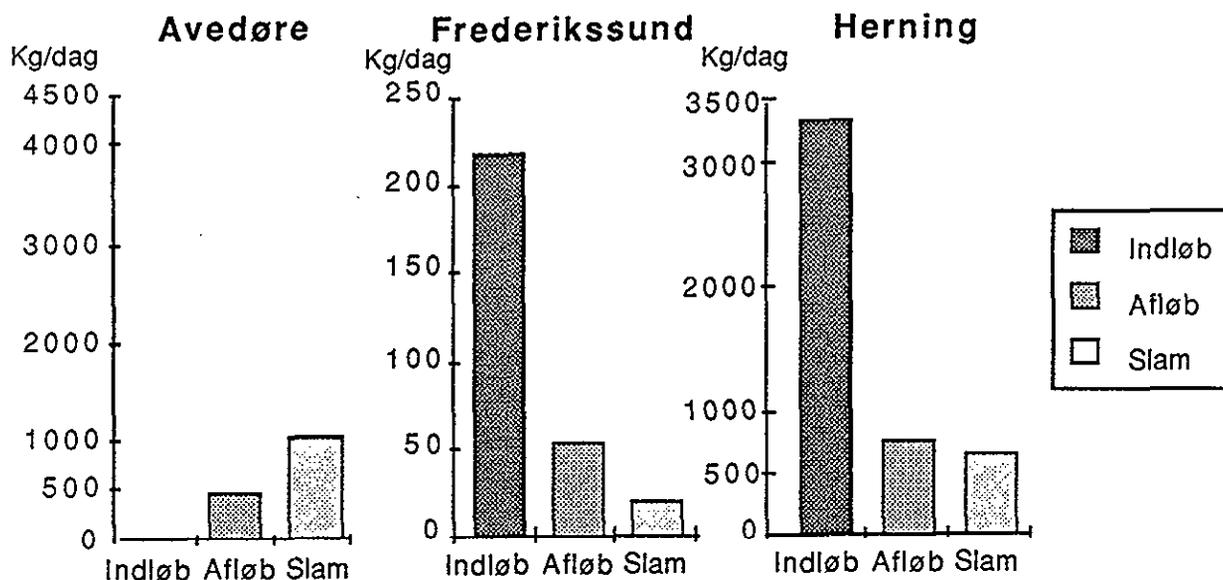
Organiske stoffer

Blandt de miljøfremmede organiske stoffer udgøres de miljøfarlige af de, som er enten stærkt toksiske, moderat toksiske og tungt nedbrydelige eller bioakkumulerende og tungt nedbrydelige²⁹. Toksicitet kan ikke bestemmes ved nogen kemisk analyse, selv om der i flere situationer er påvist en korrelation mellem et octanol/vand-fordelings-forhold og en rotte- eller fisketoksicitet. De tungt nedbrydelige stoffer er derimod indeholdt i den fraktion, som måles ved COD, men ikke udgøres

af BOD₅-stoffer, altså en væsentlig del af COD-materialet i afløbene fra rensningsanlæggene. Bioakkumulerende stoffer er indeholdt i fraktionen af ekstraherbare stoffer, og ekstraherbare stoffer i afløbet antages således at indeholde mange bioakkumulerende og tungt nedbrydelige stoffer.

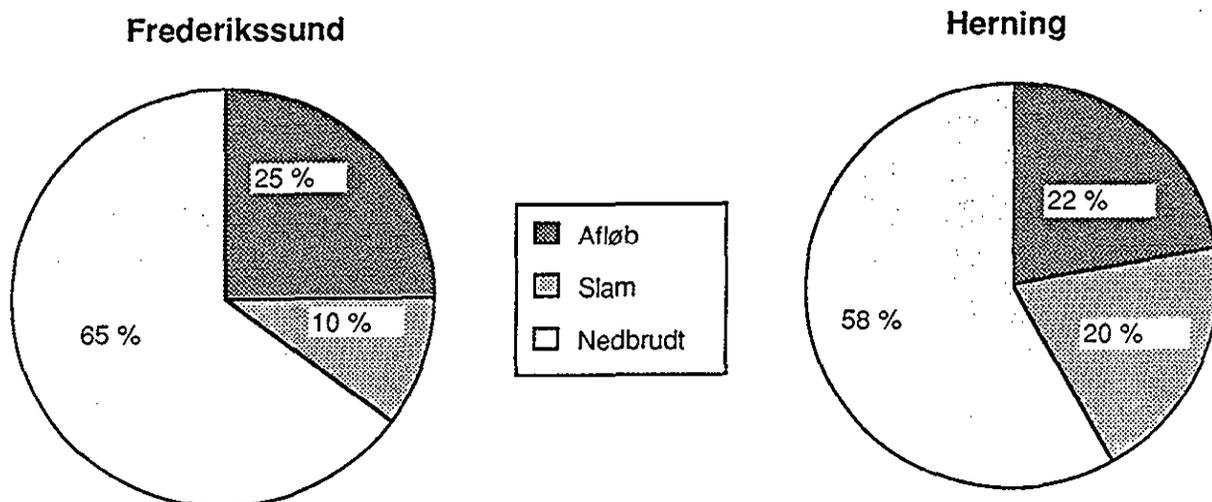
Ekstraherbare stoffer

Ekstraherbare stoffer udgøres for hovedparten af fedt og olie, men i mindre mængde inkluderer denne analyse en lang række andre bioakkumulerende, miljøfremmede stoffer. Tilsyneladende er denne variabel god til at vise rensningseffektivitet, den korrelerer godt med BOD₅ og COD målene, men dette skyldes til dels, at ekstraherbare stoffer opkoncentreres i slammet, jvf. de to følgende figurer.



Døgnmængder af ekstraherbare stoffer.

Uanset, at en del ekstraherbare stoffer er endt i slammet, er der dog også en del af disse stoffer, som rent faktisk er blevet nedbrudt, se nedenstående figur.



Skæbnen af ekstraherbare stoffer i rensningsanlæggene

NVOC

NVOC i spildevand er normalt korreleret til COD, omend COD-målinger medtager stoffer, som ikke indeholder organisk carbon. NVOC er derfor et mere præcist mål for mængden af organiske stof i et spildevand end COD.

AOX

Niveauerne af AOX er sammenlignelige for de tre renselanlæg, og der demonstreres tilsyneladende en vis evne for renselanlæggene til at mindske koncentrationen ved behandlingsprocessen (undtagen for Herning, hvor niveauet er det samme). Der er formentlig ingen sammenlignelige data fra andre kommunale spildevandsudledninger, hvorfor de angivne værdier må tjene til en fremtidig reference. Der kan desværre heller ikke ud fra analyserne siges noget om hvilket anlæg, der er det mest effektive til at fjerne AOX.

EOX

Der har ikke kunnet måles EOX i hverken indløbs- eller afløbsprøverne grundet den relativt ufølsomme metode VKI har anvendt. Det kan anbefales at gentage målingerne når en ny VKI metode er indkørt. I spildevandsslammet er niveauet ca. 10 ppm på vådvægtsbasis. Det er oftest blandt EOX-stofferne de farligste miljøfremmede stoffer findes, PCB, dioxiner, dibenzofuraner, halogenerede opløsningsmidler etc. EOX-stoffer udgøres nemlig potentielt af bioakkumulerende chlororganiske stoffer, og man kan erfaringsmæssigt forvente mange persistente stoffer i denne gruppe, hvis molekylerne indeholder mere end et chlor- (eller brom-) atom.

Specifikke stoffer

GC/Headspace-analyserne har vist, at der i spildevandet til Avedøre Kloakværk findes chlorerede opløsningsmidler. Disse stammer blandt andet fra Løvens Kemiske Fabrik, jvf. tabellen over miljøfremmede stoffer i afsnittet "Miljøfremmede stoffer". Det viser sig, at dichlormethan og 1,1-dichlorethylene ikke fjernes ved passage af renselanlægget, hvilket er tilfældet for de øvrige chlorerede opløsningsmidler.

Ved analyse af de lidt mindre flygtige halogenerede forbindelser (GC/ECD) viser chromatogrammerne, at der sker fortynding for de fleste stoffers vedkommende ved deres passage gennem kloaksystemet, jvf. rapporten fra Analytisk Kemisk Laboratorium⁷.

Frederikssund Centralrenseanlæg modtager spildevand indeholdende PAH-forbindelser hidrørende fra A.F.A.V. og HT garageanlæg. Over renselanlægget reduceres PAH-indholdet med en faktor 10-15. Der kan enten være tale om en biologisk nedbrydning eller en opsamling i slamfraktionen.

I tabellen på den efterfølgende side er gengivet miljøkemiske data for de vigtigste miljøfremmede stoffer, som er fundet i undersøgelsen, i den udstrækning de har kunnet findes i litteraturen. BCF = biokoncentrationsfaktor; Nedbr. = bionedbrydelig i henhold til OECD guidelines; L(E)C₅₀ = den koncentration, hvor halvdelen af dyrene er døde/inaktiverede. Det kan diskuteres, om alle stofferne i tabellen er lige miljøfremmede, men de må i hvert fald antages at være af antropogen oprindelse.

Generelt kan siges, at ingen af de fundne stoffer er specielt miljøfarlige ud fra de givne data; men der mangler faktisk en del data, før denne konklusion er generel. Vurderingen baseres på, at alle de stoffer, som ender i vand/jord-miljøet (de, som har en lille Henry's lovkonstant), er letnedbrydelige i OECD's test (med undtagelse af tributylphosphat, som er på EF's liste 1 over miljøfarlige stoffer), og at ingen har en økotoksicitet, som gør dem meget giftige (<0,1 mg/l). Chloroform og 1,1,1-trichlorethan er dog ganske persistente i miljøet.

Miljødata for de vigtigste miljøfremmede stoffer i indløb, afløb og slam fra kommunale rensningsanlæg, samt fra anlæggenes oplande³⁰.

Stof	Cas nr.	Molmasse g/mol	Henry's konst. Pa x m ³ mol	BCF	Nedbr. OECD	LC ₅₀ Fisk mg/l	EC ₅₀ Krebs mg/l	EC ₅₀ Alge mg/l
<i>Alifatiske forbindelser</i>								
Chloroform	67-66-3	119,4	318	4,5	Nej	2,09	29	185
Dichlormethan	75-09-2	84,9						
1,1-Dichlorethylen	75-35-4	97,0	2030	3,6	Nej	200	132	
Ethylacetat	141-78-6	88,1						
Tetrachlormethan	56-23-5	153,8	2310	21,0	Nej	67	16	105
Tetrachlorethylen	127-18-4	165,8	2070		Nej	12	13	9,3
1,1,1-trichlorethan	71-55-6	133,4	404		Nej	11	30	
Trichlorethylen	79-01-6	131,4	932	74,4	Nej			
Tributylphosphat	126-73-8	266,3		<100	Nej			
<i>Alkylbenzener</i>								
Toluen	108-88-3	92,2	680	26,0	Ja	24	≈400	105
(eks. o-Xylen)	95-47-6	106,2	405	28,0	Ja	13,5	4	55
(eks. n-Propylbenzen)	103-65-1	120,2	667	≈200	Ja			
Pentylbenzen (sec.)	29316-05-0							
<i>Benzylforbindelser</i>								
Benzylalkohol	100-51-6	108,1	≈0,2	≈0,6	Ja	10	360	640
2-chlorbenzylalkohol	17849-38-6							
Benzaldehyd	100-57-7	427,0	4,30	1,4	Ja	17		20
3-chlorbenzaldehyd	89-98-5	140,6				2,5		
Benzosyre	65-85-0	122,1	5,60	3,6	Ja	109	95	55
Chlorbenzosyre	118-91-2	156,6	9,17		Nej	80,1	73	
Dichlorbenzosyre (2,4-)	50-84-0	191,0						
Methylbenzosyre (p-)	99-94-5	136,2						
4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyd (Salicylsyre)	121-33-5 69-72-7	138,1	low	8,3	Ja			
<i>Phenolære forbindelser</i>								
Cresol (p-cresol)	106-44-5	108,1	0,02	4,1	Ja	5	12	6
Phenol	108-95-2	94,1	0,03		Ja	0,15	7	290
(3,4-dimethylphenol)	1300-71-6	122,2	low	18,6	Ja	4	16	40
Nonylphenoler	25154-52-3	220,4	low	85000		10		
Biphenylole (4,4-)	92-88-6							
Nitrocresol (2-nitro-p)	199-33-5							
<i>Div. aromater</i>								
Octylphenylether								
Phenyl isocyanat	103-71-9	119,1						
1,4-benzendiamin,N-(1-methylheptyl)-								
<i>Phenylforbindelser</i>								
2-phenylethanol	6/12/08	122,2	0,81					
Phenyleddikesyre	103-82-2	136,2	low	1,2	Ja			
Phenylalkyleddikesyre								
Phenylpropansyre (2-)	492-37-5							
<i>Cycloalkan-forbindelser</i>								
Alkylcyclohexen, C ₁₀ H ₁₆								
Methylcyclopentanol (eks. Cyclohexanol)	108-93-0	100,2	0,23	0,8	Ja	720		
Cyclohexancarboxylsyre	98-89-5							
<i>Heterocycliske forbindelser</i>								
N,N-diethyl-3-pyridincarboxamid	59-26-7							
3-ethyl-4-methyl-2,5-furan-dion								
2,3-dihydrothiophen								
<i>PAH-forbindelser</i>								
Acenaphthen								
Anthracen	120-12-7	178,2						
Anthracen,benz[a]	56-55-3	228,3						
Anthracen,dibenz[ah]	53-70-3	278,4						
Crysen								
Fluoranthen								
Fluoranthen,benz[b]								
Fluoranthen,benz[k]	207-08-9	252,3						
Fluoren								
Naphthalen	91-20-3	128,2						
Perylen,benz[ghi]	191-24-2	276,3						
Phenanthren	85-01-8	178,2						
Pyren	129-00-0	202,3						
Pyren,benz[a]	50-32-8	252,3						
Pyren,indeno[1,2,3-cd]								

Flere alkylbenzener (formentlig opløsningsmidler, f. eks. indeholdt i terpentiner), nonylphenoler (nedbrydningsprodukt fra non-ionaktive detergenter (nonylethoxylater)) og phenyleddikesyre er fundet i slammet i ret høje koncentrationer, og der er ingen tvivl om, at netop spildevandsslam er en vigtig kilde til spredning af persistente, bioakkumulerende stoffer, som findes i spildevand, med mindre det afvandede slam sendes til forbrænding eller deponeres kontrolleret. Dette er tilfældet for de her undersøgte anlæg, idet tungmetallindholdene i Avedøre og Herning renseanlægs slam er for stort til at blive kørt på landbrugsjord, og Frederikssund renseanlægs slam håndteres via A.F.A.V.

Eliminering af miljøfremmede organiske stoffer fra renseanlæggenes afløb.

Miljøfremmede stoffer i renseanlæg kan elimineres fra afløbet ved enten at:

- nedbrydes
- fordampes
- sorberes (evt. kemisk fældes).

Disse fjernelsesmekanismer er alle beskrevet detaljeret i det tidligere miljøprojekt¹.

Bionedbrydelighed

Nedbrydeligheden af miljøfremmede stoffer afhænger groft sagt af

- koncentrationen af stoffet
- tilgængeligheden af ledbrydelige kulstofkilder
- koncentrationen og adaptationen af slammet.

Nyere undersøgelser tyder på, at biologiske skærvefiltre måske er bedre til at omsætte sværtnedbrydeligt materiale³¹, og tidligere undersøgelser, bl. a. på Køgeegnens renseanlæg viser under alle omstændigheder en formidabel evne for et sådant anlæg til at kunne nedbryde chlorphenoxysyrer og chlorphenoler³². Det menes, at årsagerne til disse biofilteranlægs bedre evne til at nedbryde miljøfremmede stoffer er flere, bl.a.:

- Større variation i iltrykket i mikromiljøet.
- Større slamalder og følgelig bedre adaptation

Variationen i iltrykket i mikromiljøet opstår ved en gradient på overfladen af skærverne, hvor de yderste bakterier oplever et større ilttryk end de, som er tættere ved skærven. Fordelen er, at nogle miljøfremmede stoffer kun nedbrydes aerobt, mens andre kun nedbrydes anaerobt.

Den større slamalder skyldes en bedre retention af suspenderet materiale (af størrelseorden måneders mod de aktiverede slamanlægs 8-10 dage (for biologisk N-fjernende anlæg 20-25 dage)). Der er endnu få data, som kan anvendes ved en evaluering af effektiviteten af aktiverede slamanlæg, når disse drives alternerende med biologisk N-fjernelse til følge, men et aktivt slamanlæg bygget til nitratfjernelse indeholder potentielt den samme mulighed for at nedbryde stoffer såvel anaerobt som aerobt.

Denne konklusion er ikke i modstrid med det forhold, at aktiverede slamanlæg generelt er mere effektive til at fjerne organisk materiale som sådant (jfr. den svenske SWEP-rapport, omtalt i indledningen); det er blot sådan, at biofilter-anlægget formentlig er bedre til at omsætte de tungnedbrydelige stoffer.

Den kemiske struktur af et miljøfremmed stof er afgørende for, om stoffet kan nedbrydes i et renseanlæg eller ikke; men det er alligevel meget svært at forudsige nedbrydeligheden af stoffet alene på dette grundlag. Der findes dog et antal tommelfingerregler³³, blandt hvilke en vigtig regel omhandler substitution med chlor og methoxygrupper:

Hvis et molekyle indeholder to eller flere chloratomer er det normalt svært at nedbryde biologisk.

Dette er baggrunden for interessen for at bestemme EOX og AOX i spildevand og slam. Blandt de specifikke stoffer er det kun chloroform, 1,1,1-trichlorethan og dichlorbenzoesyre, som er identificeret i denne gruppe; men det kan skyldes, at letflygtige stoffer ikke er medtaget i GC/MS-screeningen.

Fordampning

Generelt er fordampning en vigtig eliminationsvej fra renseanlæggets afløb for stoffer, som har en Henry's lov konstant $>100 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{mol}$. Men det er ikke en nedbrydningsvej, blot en overførsel af stoffet til atmosfæren, hvorfra det, afhængig af dets vandopløselighed, eventuelt kan reintroduceres i det akvatiske miljø. Fotokemisk nedbrydning er dog en vigtig reaktionsvej i atmosfæren for mange stoffer, blandt andet de, som absorberer ultraviolet lys.

Chloroform, 1,1,1-trichlorethan, og flere alkylbenzener er blandt de kendte stoffer fra denne undersøgelse, som er flygtige. Chloroform og 1,1,1-trichlorethan har dog svært ved at undslippe vandmiljøet til atmosfæren (hvor de kan nedbrydes fotokemisk), grundet deres tunge dampe.

Sorption og fældning

Sorption dækker, som tidligere nævnt¹, både adsorption til partikeloverflader og absorption i biologisk materiale (bioakkumulering). Kemisk fældning af phosphater eksempelvis ved anvendelse af aluminium- eller jernsulfat medfører ofte en del stoffer med tendens til adsorption; men som fjernelsesmekanisme er det uden betydning at skelne mellem de to processer. Blandt de undersøgte renseanlæg er det kun Frederikssund, som anvender fældningsmidler til phosphorfjernelse (jernsulfat).

Tendens for organiske stoffer til sorption er oftest knyttet til stoffets lipofilitet (selv om absorption kan ske af hydrofile stoffer ved covalent binding til eksempelvis proteinstoffer i slammet). Lipofilitet kan korreleres til octanol/vand-fordelingsforholdet (P_{ow}) eller omvendt til vandopløseligheden, og dette kan igen omsættes til en biokoncentrationsfaktor ved passende regressionsligninger. Jo større P_{ow} jo større relativ koncentration kan forventes af stoffet i slammet i forhold til vandfasen, og jo bedre er eliminationen fra renseanlægsafløbet.

Blandt de kendte data for de undersøgte stoffer er nonylphenolerne dem med den største lipofilitet. At også alkylbenzener er fundet i relativ høj koncentration må tilskrives en tilsvarende stor mængde i afløbet, som ganske vist ikke er målt, angiveligt på grund af valget af analyseprocedure.

Rekommendationer

På basis af de gennemførte undersøgelser og ovenstående vurderinger kan nogle enkelte anbefalinger til en kommende revision af spildevands- og slamvejledningen fremsættes:

1. Det bør i fremtiden sikres, at indholdet af organiske halogenforbindelser i slam, som recirkuleres i naturen via landbrugsjord, holdes så lavt så muligt, da man herved sikrer at persistente chlorholdige stoffer ikke spredes yderligere.
2. Slam til udspreddning bør være udrådnat for derved at få omsat så mange tungt nedbrydelige stoffer som muligt.
3. Erfaringen viser, at oplandet til et renseanlæg kun bliver kortlagt i det omfang, det er nødvendigt for at drive renseanlægget og overholde gældende miljømæssige bestemmelser. Af denne grund ville det være ønskeligt, om et fremtidigt slamcirkulære indeholdt krav til maksimale koncentrationer af visse stoffer og stofgrupper i slammet for derved at fremme kendskabet til kilder for miljøfremmede stoffer i oplandet.
4. Det bør overvejes, via betalingsvedtægter for særbidrag eller på anden vis at tage højde for en regulering af høje COD-bidrag fra industrielle udledninger. Visse industrier har en meget høj COD-

udledning, men et meget lille BOD₅ bidrag. Det er i sådanne udledninger, at man oftest finder persistente miljøfremmede stoffer.

Referencer:

- ²⁷Miljøministeriet: Bekendtgørelse om anvendelse af slam i landbruget. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 574 af 14. november 1984 .
- ²⁸Miljøstyrelsen: Cirkulære om bortskaffelse af slam fra spildevandsrensningsanlæg. Miljøstyrelsens cirkulære af 16. januar 1985.
- ²⁹Environmental Hazard Identification and Classification of Chemicals (draft report). A Proposal from a Joint Nordic Group. Miljøstyrelsen, marts 1988.
- ³⁰Data er indhentet fra diverse håndbøger og fra Miljøstyrelsens databaser.
- ³¹Paul L. Bishop. Indlæg på Hygiejneteknisk faggruppes møde i DIF den 2. december 1986: "Rensning af spildevand for miljøfremmede stoffer". Gæsteprofessor på Laboratoriet for Teknisk Hygiejne, DTH.
- ³²Jens Folke: Organic Micropollutants in the Sewage from a Phenoxyalkanoic Acid Production Plant after Biological Treatment in a Municipal Trickling Filters Plant. J. High Resol. Chromatogr. Chromatogr. Comm., 7, 25-32, 1984.
- ³³Warren J. Lyman, William F. Reehl, David H. Rosenblatt: Handbook of Chemical Property Estimation Methods; Environmental Behaviour of Organic Compounds, McGraww-Hill Book Company, New York, 1982, pp 9-58 -- 9-63.

Bilag

Kap. 5 godkendte virksomheder i Avedøre Kloakværk's Renseanlæg's opland.

Hovedstadsrådet har i et arbejdsdokument fra 1983 kortlagt kapitel 5-virksomheder i hovedstadsregionen. Blandt de kap. 5 godkendte virksomheder er mange uden væsentlig miljøbelastning og processpildevandsudledning, og som derfor falder uden for interessessfæren for denne oplandsundersøgelse. Hovedstadsrådet har i undersøgelsen søgt at kortlægge de særligt miljøbelastende virksomheder blandt kap. 5-virksomhederne ud fra deres påvirkning af omgivelserne med støv, støj og lugt. Spildevand indgår ikke som særskilt parameter i denne vurdering, men erfaringsmæssigt er der mange sammenfald mellem spildevandsudledning og de øvrige miljøpåvirkninger, således at forstå, at virksomheder med en produktion der giver anledning til støv, støv eller lugt ofte udleder processpildevand også. I bilaget til Hovedstadsrådets rapport er dog i en speciel kolonne angivet hvorvidt en virksomhed med kap. 5 godkendelse udleder processpildevand. I Tabellen nedenfor findes en fortegnelse over virksomhederne fra denne undersøgelse, som angives at udlede processpildevand, opdelt på interessentkommunerne for Avedøre Kloakværk. Oplysningerne er ikke kontrolleret efterfølgende for denne rapport, hvorfor der kan være fejl og mangler i angivelserne.

Avedøre Kloakværk's Renseanlæg's opland indelt efter kommune

Virksomhed	Branche	m ³ /dag	BOD ₅ mg/l	Forurening
<i>Albertslund</i>				
Agfa Gevaert AS	Kemi/Foto	17		Fotokemikalier
Alb. Rense- og vaskecenter	Kemi			Detergenter
Albertslund Autolakering	Automobil			Olie mm.
Albertslund Hårdcrom Aps	Metal			Cr, Ni mm.
Albertslund Varmeværk	Energi			
Amager Autokarosseri A/S	Auto			Olie mm.
Astragruppen A/S				
Auto Vest Aps	Auto			Olie mm.
B.B.I. Metal- & Plastvarer	Metal			
B.P. Servicestation	Auto			Olie mm.
Bakkegaardens Bageri	Levn.			BOD-stoffer.
Barfod & I. Chr. Petersen	Auto			Olie mm.
Colas Vejmaterialer A/S	Auto			Olie mm.
Colgate Palmolive	Kemi/Hush.	50		Detergenter
Dadeko	Levn./Læske	217		BOD-stoffer
Dansk Delikatesse Komp.	Levn.			BOD-stoffer
Dansk Gærings Industri A/S	Levn.			BOD-stoffer
Dansk Maltcentral A/S	Levn.			BOD-stoffer
De Gule Busser I/S	Auto			Olie mm.
E. Howard Nielsen				
FDB, Brugsforeninger	Levn.			BOD-stoffer
G-Man A/S				
Glostrup Autolakering	Auto			Opl. midl.
Glostrup Dinitrolcenter	Kemi			

Avedøre Kloakværk's Renseanlæg's opland indelt efter kommune, (fortsat).

Virksomhed	Branche	m ³ /dag	BOD ₅ mg/l	Forurening
Glostrup Produkthandel	Metal			
Inka/Print	Metal			Opl. midl.
J. Paaskesen A/S				
Johan Jensen & Søn				
K.C. Auto	Auto			
Kansas Metalvarefabrik I/S	Metal			
Kemi-Casco A/S	Kemi			
Kodak	Kemi/Foto	37		Fotokemikalier
Kurt Petersen Offset	Metal			Opl. midl.
Lada	Auto			Olie mm.
Multicolor A/S	Kemi			
Nordisk Trykfarve Ind.	Kemi/Industri			Opl. midl.
Q8 & Thorleif Nielsen Aps	Auto			Olie mm.
Q8, Holsbjergvej	Auto			Olie mm.
Rekord Rens & Vask	Kemi			Detergenter
Scala Print A/S	Kemi			Detergenter
Scaniadam A/S	Auto			Olie mm.
Schulstad Brød	Levn.	33	2.417	BOD-stoffer
Shell, Albertslundvej	Auto			Olie mm.
Shell, Gammel K. Landevej	Auto			Olie mm.
Shell, Roskildevej	Auto			Olie mm.
Spæths Autocenter	Auto			Olie mm.
Statoil, Roskildevej	Auto			Olie mm.
Statoil, Smedeland	Auto			Olie mm.
Strøbechs Gummiindustri				
Svend Petersen Automobileer	Auto			Olie mm.
Texaco Holsbjergvej	Auto			Olie mm.
Texaco, Egelundsvej	Auto			Olie mm.
Texaco, Fabriksparken	Auto			Olie mm.
Texaco, Roskildevej	Auto			Olie mm.
Trianon				
Uno-X	Auto			Olie mm.
V. Bjerregaard Nielsens Metalstøberi A/S			Metal	
Volvo Trucks	Auto			Olie mm.
Værkstedsgården	Metal	89		Cr; Ni; Cu; CN; Zn
<i>Ballerup-Måløv</i>				
A/S Ferroit	Metal			
Akkumulatorfabr. Chloride	Metal			
Ball. Værkstedby	Metal/Diverse	31		CN; Ni; Zn
Ball.-Skovl. Dinitrol.	Auto			Olie mm.
Ballerup Renseri	Kemi			Detergenter
Bäncke & Co.	Levn.	146	2.160	BOD-stoffer
Christian Rovsing	Elektro			
Danokemo (Ferosan)	Kemi/Medicin.	87		Stivelse; sprit; melis
HB Fintbrødsfabrik	Levn.			BOD-stoffer
Institutionsvansk IS	Tekstil/Vask	233		Detergenter
Letraset	Plast			
Lyfa A/S	Metal			
Løvens Kemiske Fabrik	Kemi/Medicin.	383	1.535	Kemika.; syntesereminis.
MEC AS	Metal/Elektric.	67		Cr
Q8, Grantofte	Auto			Olie mm.
Q8, Måløv	Auto			Olie mm.
Scanpharm AS	Kemi/Medicin.	13		BOD; kemikalier
Skovlunde Møntvask og rens	Kemi			Detergenter

Avedøre Kloakværk's Renseanlæg's opland indelt efter kommune, (fortsat).

Virksomhed	Branche	m ³ /dag	BOD ₅ mg/l	Forurening
Statoil	Auto			Olie mm.
Stila Plast	Plast			
Texaco, Bente & Jan Wallin	Auto			Olie mm.
Texaco, v/Preben Jacobsen	Auto			Olie mm.
Toms Fabrikker	Levn.	173	3.140	BOD-stoffer
Vaskeriet Vest	Kemi			Detergenter
Brøndby				
A/S Scancoat				
Agro-kemi A/S	Kemi			Kemikalier
Aluminord A/S	Metal			Metaller
Balia Motor A/S	Auto			Olie mm.
Bohnstedt-Petersen A/S	Auto			Olie mm.
Brd. Friis-Hansen A/S				
Carl Skovgaard, Autogummi	Auto			Olie mm.
Cleanodan A/S				
Colon Emballage	Papir			
Croma IS	Metal	33		Cr; Ni; Cd; Zn; CN
D.O.M.I. Skand. Motor C.	Auto			Olie mm.
DAT/schaub	Levn.			BOD-stoffer
Den danske trådvarefabrik	Metal			Metaller
Einer Willumsen	Levn/Essens	20	2.140	BOD-stoffer
Fa. A. Rindom A/S				
Frisia A/S				
G.S. Automobiler Aps.	Auto			Olie mm.
Hans Just	Levn.	17	1.555	BOD-stoffer
Hasner & Madsen	Skumgummi			
Kbh. Amts Sygehus	Hospital	1.073	?	BOD; desinfek.; med.;kem.
Koles Plastic	Plast			
Kontorkemi	Kemi	50		Opl. midler; propylacatat
L.M. Ericsson	Elektronik			
Metalchemi	Metal			Metaller
Metalino A/S	Plast/Metal			
Monk's Autoservice A/S	Auto			Olie mm.
Nordisk Kabel og Trådfabrikker AS	Metal	600		Cu; olie; egen Cu-rensregnv.
Q8 Center	Auto			Olie mm.
Q8 Service	Auto			Olie mm.
Reckitt & Colmann A/S	Levn.			BOD-stoffer
Reimers Farveri	Kemi/Farve	18		Tekstilarver
Roskilde kartoffelindustri	Levn.			BOD-stoffer
Rønning & Gjerløff A/S				
Sadolin & Holmblad A/S	Kemi			Kemikalier
Sino Staal-Industri A/S	Metal			
Statshospitalet	Hospital	214		BOD; desinfek.; med.;kem.
Svejse/ og korosionscentralen	Metal			Metaller
Tobias Jensen A/S				
Tobias Jensen	Kemi/Elektric.	37		PCB etc.
Vaskeriet Alba	Metal/Vask	83	600	Deterg.; opl. midl.; olie; met.
Vilh. Nellemann A/S	Auto			Olie mm.
Vitco-Håndforchrom.	Metal/Overfl.	40		Cr
Vitrohm Electronics A/S	Elektronik			
Volvo Danmark A/S	Auto			Olie mm.
VW Audi Import	Auto			Olie mm.
Waltrich A/S				

Avedøre Kloakværk's Renseanlæg's opland indelt efter kommune, (fortsat).

Virksomhed	Branche	m ³ /dag	BOD ₅ mg/l	Forurening
<i>Herlev</i>				
A/S 1/9-85 Rekord Rens	Tekstil			
Bedstemors fedt/ og konser.	Levn.			BOD-stoffer
Burchardi A/S				
Bølling Serigrafisk Tryk.	Metal			
Cadovius Reproduktion A/S	Metal			
Christian Bruhn, kontorm.	Metal	23		Metaller
Dansk Elektro Kredsløb A/S	Elektronik			
Data Z A/S	Elektronik			
DISA/DISA Elektronik	Metal			
Eropharm A/S	Kemi			
EXINTER A/S				
Fabrikken Gluten A/S	Levn.			BOD-stoffer
Firma O. Kristensen & Co.				
Graphic Color Technique A/S	Kemi			
Holm & Nilsson Aps	Kemi	35		Plast-stoffer; Zn; Cr; CN
Holm & Nilsson Aps.				
Højgård & Schultz A/S	Elektronik			
I.C.Jensens Galvanisering.	Metal	21		Metaller; Zn
Industrihærderiet A/S	Metal			
International Farvefabrik	Kemi			
Irma-Tutten	Levn.	48		BOD-stoffer
Johnsen & Michaelsen	Kemi/Overfladeb.	21		Cr
Landsvaskeriet Hjortespring	Tekstil			
Lindholm Repro A/S	Kemi			
Nordisk Dencobb	Levn.	87		BOD; fedtstoffer
O.Kristensen & Co	Levn.	40		BOD-stoffer, bl.a. fedtstoffer
Pharma-Medica (lab.) A/S	Kemi			
Recato Offset A/S	Kemi			
Renseriejer Knud Nielsen	Tekstil			Detergenter
Ruko A/S	Metal			
Scan-Deversey A/S				
<i>Hvidovre</i>				
A. Riis Auto	Auto			Olie mm.
Alfred Benzon A/S	Kemi/Medicin	104	1.176	BOD-stoffer; detergenter
Bjørvig Offset	Kemi			
Damgård-Nielsen Autom.	Auto			Olie mm.
Dansk Shell A/S	Auto			Olie mm.
E. Roed/Sørensen Aps	Auto			Olie mm.
Galvanisk Anstalt Aps	Metal			
Galvanisk Kompagni	Metal	77		Al, Cn
Gea (Dyrestald)	Kemi/Medicin	95	9.825	Org. synteseremiscenser
HFB Færdigbeton	Bygge			
Hvidovre Forkromning	Metal			
Hvidovre Mørtelværk	Bygge			
Hvidovre Turisttrafik	Auto			Olie mm.
Høeg, Hagen & Co A/S				
Irma Fabrikken A/S	Levn.	333	2.245	BOD-stoffer
Irma Kød	Levn.			BOD-stoffer
Jens Verner Nielsen A/S	Auto			Olie mm.
Jernkontoret A/S	Metal			
Københavns Galvan.	Metal	3		Zn, Fe, Cd
Larco A/S				

Avedøre Kloakværk's Renseanlæg's opland indelt efter kommune, (fortsat).

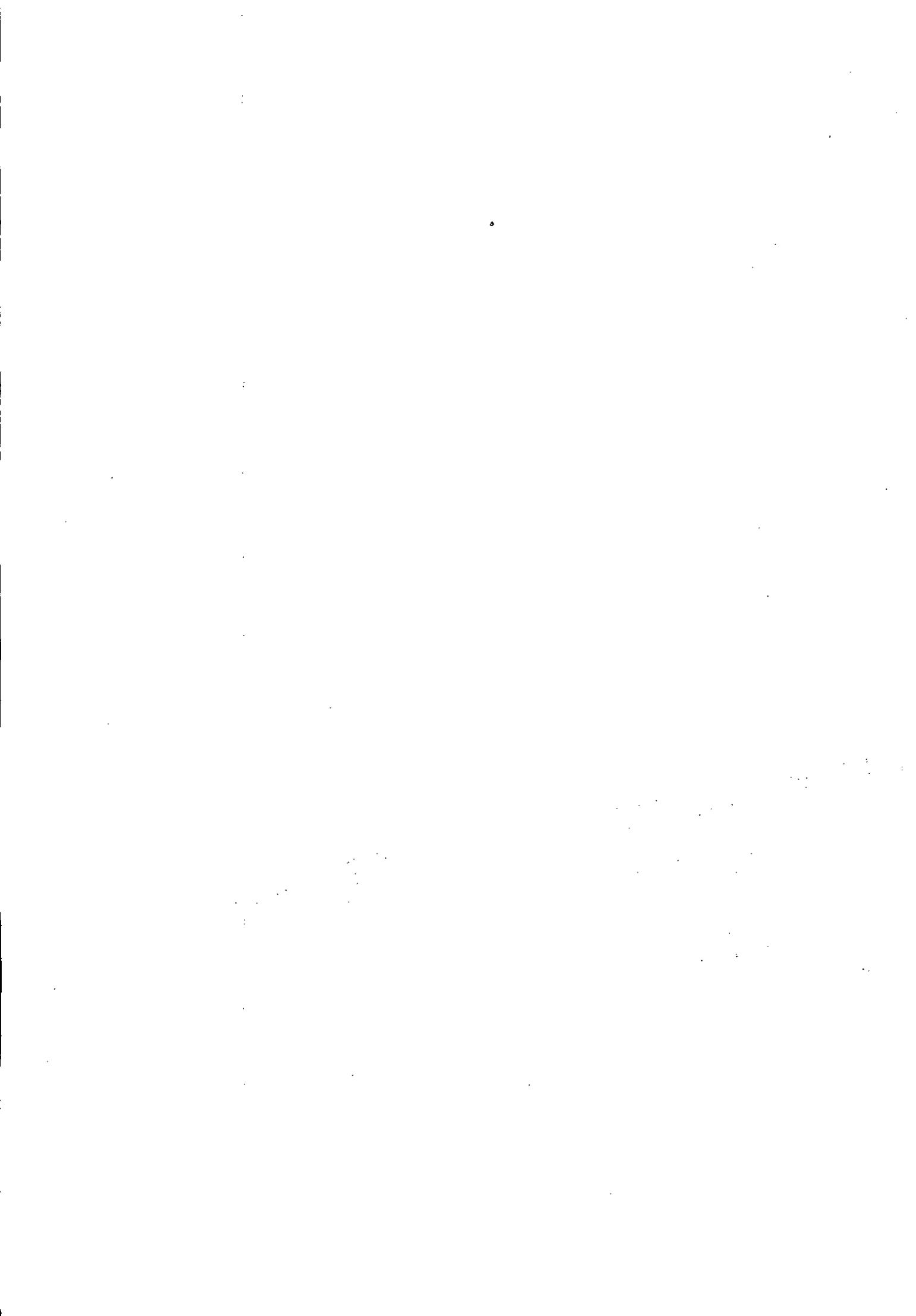
Virksomhed	Branche	m ³ /dag	BOD ₅ mg/l	Forurening
Larsen & Petersen				
Lockarps Bageri	Levn.			BOD-stoffer
Møntvask	Tekstil			Detergenter
Møntvask Wascator	Tekstil			Detergenter
Møntvask, Gl. Køge Landevej	Tekstil			Detergenter
Møntvask, Hvidovrevej	Tekstil			Detergenter
N.P. Nicolaisen				
Nicho Haandcrom	Metal	3		Cr, CN
Nordisk Syntese Lab.	Kemi			
NWN Tryk A/S	Kemi			
Oluf Svendsen A/S	Auto			Olie mm.
Orla Sørensen	Auto			Olie mm.
Ove Bøe Grafik Aps	Metal			
Q8 Service	Auto			Olie mm.
Q8, Hvidovrevej	Auto			Olie mm.
Q8, Rebæk Søpark	Auto			Olie mm.
Q8-anlæg	Auto			Olie mm.
Rebæk Rens	Tekstil			Detergenter
Renseriet v/I. Petersen	Tekstil			Detergenter
Rici VVS/Service	Metal			
Scandinavian Engineering				
Shell Tank	Auto			Olie mm.
Statoil	Auto			Olie mm.
Statoil-anlæg	Auto			Olie mm.
Texaco A/S	Auto			Olie mm.
Villadsen og Christensen Offs.	Metal			Opl. midl.
Vognmand H.E. Andersen	Auto			Olie mm.
<i>Høje-Taastrup</i>				
Alba Textil A/S, kludev.	Kemi/Rens.	77	873	Stoffer fra metalindustri
Andre Larsen Autoværksted	Auto			Olie mm.
Beawais Plumrose A/S	Levn.			BOD-stoffer
Bjarkes Auto	Auto			Olie mm.
Bjørn Wiinblad				
Brd. Dybdahl				
Børge Nielsen				
Dansk Aftapningscentral	Levn./Læske	33		NaOH, SO ₂
Dansk Akrylpladefabrik	Plast			
Dansk Spændbeton	Bygge			
Data-Sats Skandinavisk A/S	Metal			Opl. midl.
DSB Værksted S-tog	Automobil			Mineralolie
Erik Jensen & Sønner Aps				
Erik Månson				
Falck	Auto			Olie mm.
Fiat Lastbiler	Auto			Olie mm.
Gunner Henriksen				
H+H Ind., Nymølle Stenind.	Bygge			
H. Hoffmann & Sønner A/S				
H.C. Hansen				
Hede Nielsen	Kemi			
Hedehus Teglværk	Bygge			
Hedehusene Autoservice	Auto			Olie mm.
Hedelykke				
HEH Serigrafi	Metal			Opl. midl.
Hoffmann & Sønner, grus	Bygge			
I/S Sengeløse	Renov./Losseplads	2		Perkolat lossepl. - forrenset

Avedøre Kloakværk's Renseanlæg's opland indelt efter kommune, (fortsat).

Virksomhed	Branche	m ³ /dag	BOD ₅ mg/l	Forurening
Igos	Levn./Marmelade	10	13.600	BOD-stoffer
Jettadam				
Kallerup Grusgrave	Bygge			
KAM Diesel Aps	Auto			Olie mm.
Klift maskiner	Metal			
Klingenberg, Truelshøj				
Knud Madsen				
Lamco				
M.A.N. Dan	Auto			Olie mm.
Materialegården				
Metropark				
Ny Fløng Auto				
O. Sommer	Auto			Olie mm.
Ole Mathiasen Automobiler	Auto			Olie mm.
Orla Henriksen				
Perfection				
Q8 Service	Auto			Olie mm.
Q8 Service	Auto			Olie mm.
Q8 Service	Auto			Olie mm.
Q8 Service	Auto			Olie mm.
Randløv Petersen				
Record Rens & Vask	Tekstil			Detergenter
Renault	Auto			Olie mm.
Rockwool	Kemi			
Rosco A/S	Kemi/Medicin	25	6.050	Isopropanol, kulhydrater
Schibby Automobiler	Auto			Olie mm.
Shell Service, Køgevej	Auto			Olie mm.
Shell Service, Roskildevej	Auto			Olie mm.
Statoil	Auto			Olie mm.
Superchrom	Metal			
Superfoss-Danmark Luxol	Kemi			
Sven Haugbølle				
Syberg Keramik				
Tåstrup Autoværksted	Auto			Olie mm.
Tåstrup Vejskiltefabrik	Metal			
Unitruck A/S	Auto			Olie mm.
Vejdepot Høje-Tåstrup k.	Auto			Olie mm.
Vestegnens Busselskab	Auto			Olie mm.
<i>Ishøj</i>				
Cumatrix Electronics A/S	Elektronik			
Gesa (Galv.) A/S	Metal			
Aalholm Kitfabrik A/S	Bygge			
Collstrup A/S	Træimp.æ.			
Cumatux Electronics	Metal			Pb, Cr, Cu, Zn, Ni, Cd, CN
Dansk Droge Import	Kemi			
Dansk Droge	Levn./Væske	13	756	BOD-stoffer
Dansk Naarden A/S				
G.S.V. Materieludlejning	Auto			Olie mm.
Muxoll og Mikkelsen				
Nørrebro Forkromning A/S	Metal			
Nørrebros Forchrom.	Metal			Cr; Ni; Zn
Olaf Poulsen Entr. Mask.	Auto			Olie mm.
Oluf Svendsen A/S	Auto			Olie mm.
Q8 Service	Auto			Olie mm.
Sadolin Industri A/S	Kemi			

Avedøre Kloakværk's Renseanlæg's opland indelt efter kommune, (fortsat).

Virksomhed	Branche	m ³ /dag	BOD ₅ mg/l	Forurening
Scanva Diesel A/S	Auto			Olie mm.
Statoil, Ishøj Stationsvej	Auto			Olie mm.
Statoil, Torslundevej	Auto			Olie mm.
Sydkystens Bilcenter	Auto			Olie mm.
Texaco Servicestation	Auto			Olie mm.
Triva A/S	Metal			
W.E. Jacobsen A/S				
<i>Rødovre</i>				
Castus Konsum	Levn.			BOD-stoffer
Dana Klister	Kemi			
Danica/Revax/Motek Feldmann				
Dansk Ozalid A/S				
Fabrikken Bøjko				
Grosserer Ernst Wæverstrøm				
Hoechst Danmark A/S				
J.D. Flygger-Mich Schnack A/S				
Kemikalien	Kemi			
Nopi A/S				
Pantom A/S				
Vitrika A/S				
W.R. Grace A/S				
<i>Vallensbæk</i>				
Litex	Levn.	700	756	BOD-stoffer
Nordisk Simples A/S	Stålrør			
Unirepro A/S	Metal			





Registreringsblad

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

Serietitel, nr.: Miljøprojekt, nr. 127

Udgivelsesår: 1990

Titel:

Miljøfremmede, organiske stoffer i kommunalt spildevand

Undertitel:

Eksperimentelle undersøgelser omkring renseanlæggene i Avedøre, Frederikssund og Herning

Forfatter(e):

Udførende institution(er):

COWIconsult A/S; Miljøstyrelsens Analytisk-Kemiske Laboratorium

Resumé:

På grundlag af en kortlægning af omfanget af forurening med miljøfremmede, organiske stoffer fra 3 kommunale renseanlæg og de tilsluttede industrier, søger projektet at beskrive sammenhængen mellem industribelastningen i oplandene og forureningen fra renseanlæggene med disse stoffer.

Emneord:

farlige stoffer; spildevand; slam; renseanlæg; kemiske data; B15; biologiske data; analysemetoder; Avedøre; Frederikssund; Herning

ISBN: 87-503-8317-5

ISSN: 0105-3094

Pris (inkl. moms): 90,- kr.

Format: A4

Sideantal: 60

Md./år for redaktionens afslutning: december 1989

Oplag: 400

Andre oplysninger:

Tryk: Lassen Offset

Trykt på Miljøoffset genbrugspapir