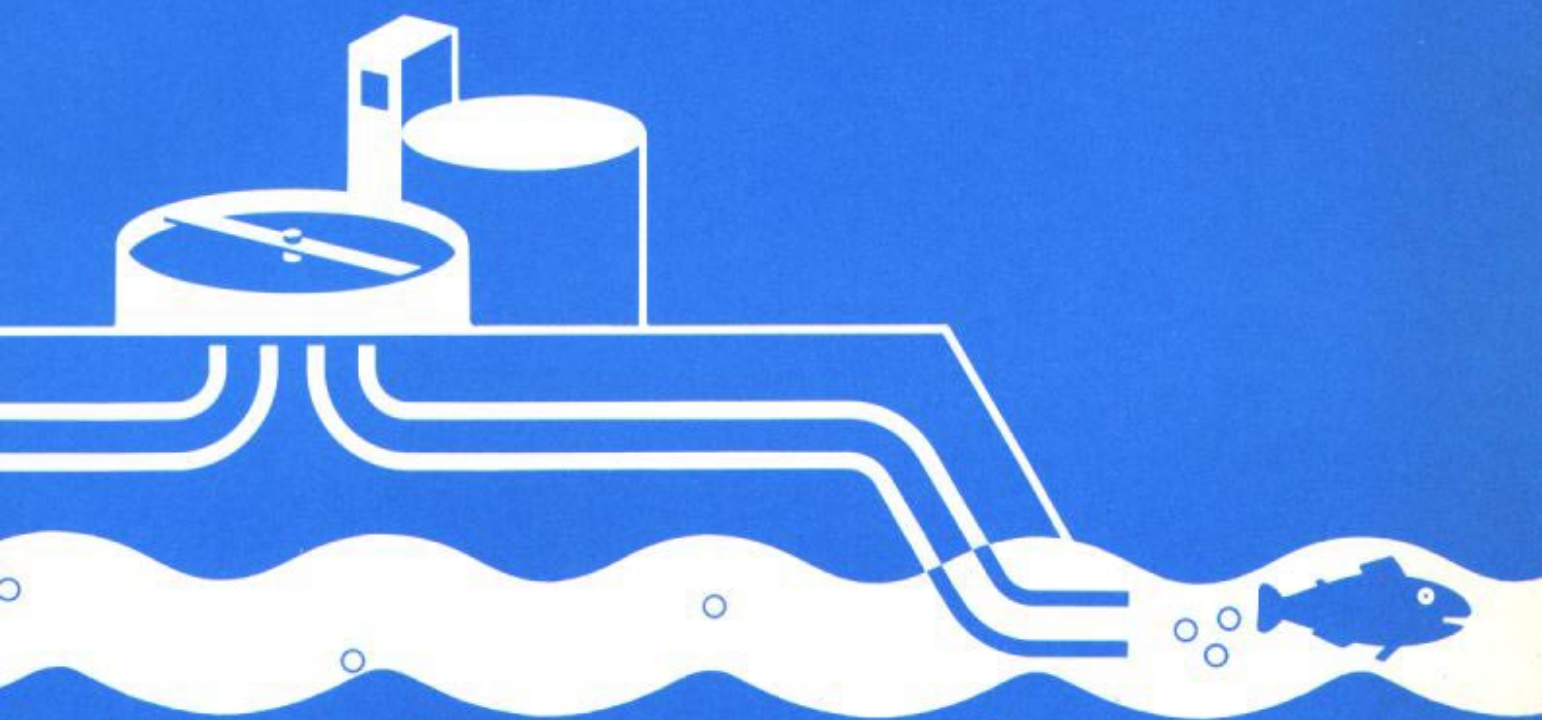


Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen

Nr. 12 1990

Effektivisering af olieudskillere



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen

Nr. 12 1990

Effektivisering af olieudskillere

Udført for Miljøstyrelsen og Teknologirådet af

Jørn Bødker, civilingeniør

Ib K. Hansen, civilingeniør

Dansk Teknologisk Institut. Miljøteknik

Om spildevandsforskning

Miljøstyrelsen har med baggrund i en særlig programbevilling i perioden 1988-91, med rådgivning fra Vandrensningsrådet, igangsat en række forskningsprojekter på spildevandsområdet.

Disse projekter er tæt koordineret med en række tilsvarende projekter, igangsat af Teknologirådet under Industri- og Handelsstyrelsen.

Miljøstyrelsens projekter offentliggøres i denne serie om spildevandsforskning. De øvrige offentliggjorte rapporter er anført på omslagets næstsidste side.

Det bemærkes, at offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at indholdet er udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter, men styrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt bidrag til den videnopbygning, der også skulle være et led i gennemførelsen af Vandmiljøplanen.

Indhold, fase 1

<u>1.</u>	<u>Formål</u>	7
<u>2.</u>	<u>Krav til olieudskillere</u>	8
<u>3.</u>	<u>Udledningskrav</u>	10
<u>4.</u>	<u>Kontrol af udledningskrav</u>	11
<u>5.</u>	<u>Sammensætning af olie</u>	12
<u>6.</u>	<u>Analysemetoder</u>	13
<u>7.</u>	<u>Cases</u>	17
7.1	Busterminal	17
7.2	Undervognsbehandling	19
7.3	Automobilværksted	20
7.4	Busterminal i Tyskland	21
7.5	Værksted	22
7.6	Grundvand	22
7.7	Maskinværksted	23
<u>8.</u>	<u>Diskussion</u>	25
<u>9.</u>	<u>Konklusion</u>	27
<u>10.</u>	<u>Referenceliste</u>	28

Indhold, fase 2

<u>1.</u>	<u>Formål</u>	31
<u>2.</u>	<u>Olieemulsioner</u>	32
2.1	Stokes lov	32
2.2	Opstigningstider	33
2.3	Strømningsforhold	34
2.4	Emulsioner	34
2.5	Normer for olieudskillelse	36
<u>3.</u>	<u>Effektivisering af olieudskillere</u>	38
3.1	Lamelcoalescere	38
3.2	Partikel/fibercoalescere	39
<u>4.</u>	<u>Olieudskillerforsøg</u>	41
4.1	Vurdering af strømningsforhold	41
4.2	Standard udskiller, olie uden detergent	43
4.3	Standard udskiller, olie og detergent	44
4.4	Standard udskiller, coalescerforsøg 1. serie	46
	4.4.1 Forsøgsresultater	46
	4.4.2 Konklusion coalescerforsøg, 1. serie	49
4.5	Emulgeringsgradstest	49
	4.5.1 Definition af Emulgeringsgrad, EG	51
4.6	Ny coalescerkonstruktion	51
4.7	Standard udskiller, coalescerforsøg, 2. serie	53
	4.7.1 Evaluering af coalescerforsøg, 2. serie	54
4.8	Laboratorieudskiller, coalescerforsøg	56
	4.8.1 Rockwool som coalescermateriale	56
	4.8.2 Polypropylenvæv som coalescer- materiale	60
	4.8.3 Diskussion af laboratorieudskiller- forsøg	61
<u>5.</u>	<u>Alternative metoder</u>	63
5.1	Brydning af emulsioner	63
5.2	Fældning	64
5.3	Ultrafiltrering	65
<u>6.</u>	<u>Økonomibetragtninger</u>	66
6.1	Fældningsapparat	66
6.2	Ultrafiltrering	67
6.3	Konklusion af økonomibetragtninger	68

<u>7.</u>	<u>Forsøg med coalescere i praksis</u>	69
7.1	Grundvandsforurening	69
7.2	Undervognsbehandling	70
7.3	Konklusion af afprøvning i praksis	72
<u>8.</u>	<u>Konklusion</u>	73
<u>9.</u>	<u>Anbefalinger</u>	74
	<u>Referenceliste</u>	75

Forord

Projektet "Effektivisering af olieudskillere" er udført på DTI/Miljøteknik i tidsrummet marts 1989 - marts 1990.

Udførelsen falder i to afsnit, fase 1 og fase 2, der er afrapporteret i hver sin delrapport, der tilsammen udgør efterfølgende projektrapport.

Ib K. Hansen

1. Formål

Første fase af "olieudskillerprojektet" drejer sig hovedsageligt om at gøre status over den øjeblikkelige situation:

Hvilke komponenter findes i de "olietyper", der udledes i dag?

Hvorledes er analysesituationen?

Hvilke krav skal spildevandet overholde efter passage af en olieudskiller?

Der er foretaget en litteratursøgning med efterfølgende hjemtagning af relevant litteratur til opdatering af afdelingens viden-niveau på området.

Endvidere er der hos vidt forskellige firmaer udtaget prøver før og efter igangværende olieudskillere.

Disse prøver er analyseret efter forskellige metoder og sammenholdt med andre undersøgelser foretaget af afdelingen.

2. Krav til olieudskillere

I Danmark er der krav om anvendelse af olieudskillere i forbindelse med en lang række steder, hvor der kan forekomme spild af olie og olielignende væsker (benzinstationer, værksteder, vaskehaller, oliedepoter, overfladevandsystemer ved f.eks. flyvepladser m.v.). Der findes imidlertid ingen krav til udformning og dimensionering af disse olieudskillere, kun vejledninger.

Disse vejledninger er udarbejdet på baggrund af DIN-1999, samt API-forskrifter, som begge forudsætter adskillelse af ren, ikke emulgerende olie.

DIN-1999 (ref.1)

DIN-1999 angiver et nødvendigt overfladeareal A afhængigt af volumenstrømmen Q samt af oliens massefylde m_f :

f.eks. $m_f < 850 \text{ kg/m}^3: A/Q = 0.2 \text{ m}^2/\text{l-sec}$

$850 < m_f < 900 \text{ kg/m}^3: A/Q = 0.4 \text{ m}^2/\text{l-sec}$

$900 < m_f < 950 \text{ kg/m}^3: A/Q = 0.6 \text{ m}^2/\text{l-sec}$

Endvidere angives for $Q < 20 \text{ l/sec}$ en minimal opholdstid på 3 min.!

API (ref.1)

API-forskrifterne forudsætter en dråbestørrelse på min. 150μ og angiver:

a) en max. horisontal gennemstrømningshastighed på 1.5 cm/sec .

b) et højde/breddeforhold for pågældende udskiller på:

$$0.3 < H/B < 0.5$$

Krav i Norge og Sverige (ref.1)

Skeler man til nabolandene Norge og Sverige, vil man se, at disse lande stiller krav til olieudskillere, og disse krav tager i større grad højde for, at oliedråber ofte er betydelig mindre end de 150μ forudsat i API-forskrifterne.

Man stiller her krav dels til "overfladehastighed":

Q/A m/time, dels til opholdstid T_h .

Norge :	$Q/A_{\max}$	:	2 m/time
	$T_{h,\min}$	:	1 time

Sverige :	$Q/A_{\max}$	:	1 m/time
	$T_{h,\min}$	:	2 timer

Sammenligner man disse krav med de danske vejledninger, ses en himmelvid forskel i dimensioneringskriterier.

3. Udledningskrav

Olieudskillere indsættes for at imødegå krav til olieindhold i udledt spildevand.

Disse krav varierer ikke så meget landene indbyrdes.

I Danmark kræves ved udledning direkte til recipient værdier, der er angivet i "Miljøstyrelsens vejledende bestemmelser for udledning af spildevand" hhv. 5 ppm ved udledning til søer, vandløb og lukkede fjorde og 10 ppm ved udledning til hav eller åbne bugter.

Ved udledning til kommunale rensningsanlæg er det de pågældende kommuner, som fastsætter grænserne, og her ses en relativ stor variation (typisk fra 10 til 100 ppm).

Alt i alt viser det sig, at af de danske olieudskillere, der er etableret i henhold til gældende vejledninger, er det uhyre få, der kan overholde de stillede krav.

Især hvor der anvendes detergent er problemerne store.

4. Kontrol af udlederkrav

Et væsentligt punkt i denne problematik er kontrol af de implicerede olieudskillere.

Denne kontrol er baseret på analyser af spildevandsprøver udtaget umiddelbart efter olieudskilleren.

En forudsætning for at denne kontrol er noget værd er, at spildevandsprøverne er repræsentative for udledningen.

Det er imidlertid vanskeligt at udtage repræsentative prøver af olie/vand-blandinger, der er "født" inhomogene.

Benyttes en traditionel prøvetager baseret på oppumpning af en delstrøm, vil olieindholdet i prøven variere efter, hvor langt under væskeoverfladen prøven er udtaget.

Den bedste metode er at udtage prøverne som stikprøver, der udtages i en fritfaldende vandstråle (over hele strålens tværsnit) (ref.2).

Det nødvendige antal og udtagningsfrekvensen er så afhængig af væskemængden samt den tidsmæssige variation af denne.

5. Sammensætning af olie

Olie er ikke et veldefineret stof, men en blanding af en lang række alifatiske- og aromatiske kulbrinter.

Den grundlæggende sammensætning er bestemt af, hvor i verden råolien stammer fra.

Der er stor forskel på råolie fra mellemøsten, Nordsøen og f.eks. Mexico.

Ud over alifatiske- og aromatiske kulbrinter indeholder råolie også phenoler, heterocycliske forbindelser m.v.

Under raffineringen af råolien sker der en fraktionering af komponenterne, således at de færdige olieprodukter, uanset der stadig er tale om blandinger, vil have vidt forskellige sammensætninger, afhængig af typen.

Mange olietyper tilsættes yderligere div. additiver, der skal bibringe ønskværdige egenskaber.

Køle/smøremidler tilsættes emulgatorer, korrosionsinhibitorer, biocider m.v.

Rustbehandlingssystemer tilsættes korrosionsinhibitorer og tensider m.v.

For at fuldende billedet skal nævnes, at olie også skifter sammensætning under og efter anvendelse.

Smøreolie i forbrændingsmotorer vil dels optage forbrændingsprodukter, dels undergå en vis termisk dekomponering og omlejring.

Ved længere tids ophold i "fri luft" vil der ske en nedbrydning, dels på grund af UV-stråling, dels på grund af mikrobiologiske angreb.

I begge tilfælde vil kulbrinterne nedbrydes under indførsel af iltatomer, hvorved der bl.a. dannes alkoholer og organiske syrer.

Det fremgår af ovenstående, at olie, som vi træffer på i en olieudskiller, dels kan have mange forskellige sammensætninger, dels med stor sandsynlighed vil bestå af en uhyre kompleks blanding af komponenter.

6. Analysemetoder

Når det drejer sig om bestemmelse af olieindhold i vand, eksisterer der en lang række analysemetoder, baseret på en del forskellige principper.

Problemet er, at da "olien" som før nævnt dækker over en mangfoldighed af vidt forskellige organiske stoffer, findes der ikke én metode, som registrerer alle disse med lige stor vægt.

Ydermere kan de fleste metoder ikke benyttes direkte, men kræver, at prøverne forbehandles og konditioneres.

Der kan f.eks. være tale om en ekstraktion, en fraktionering af ekstraktet og en opkoncentrering, før den egentlige måling kan foretages.

Det har været nævnt, at "olien" består af, kan have optaget, kan være tilsat eller være omdannet til overordentlig mange stoffer.

Når det drejer sig om forberedelse af analyser, kan man inddele disse stoffer i tre grupper:

- upolære stoffer, f.eks. alifatiske kulbrinter
- middelpolære stoffer, f.eks. aromater.
- polære stoffer, f.eks. alkoholer, syrer.

Opløseligheden i vand vil stige, når man bevæger sig fra upolære mod mere polære grupper.

Alifatiske kulbrinter har en meget lav opløselighed i vand, aromatiske kulbrinter har en vis opløselighed, mens alkoholer og syrer kan have en endog meget høj opløselighed i vand (være fuldstændig blandbare).

Denne inddeling i polaritet vil komme til udtryk, når man ekstraherer prøverne med organiske opløsningsmidler.

De upolære stoffer går lettest over på opløsningsmiddelfasen.

Tilbøjeligheden til dette falder med stigende polaritet.

Opløsningsmidlets polaritet er ligeledes af betydning for ekstraktionens effektivitet.

Forsøg har vist, at ved ekstraktion med hexan (der er absolut upolært), overgår kun ca. 20%

af "olieindholdet" i en vandprøve til hexanfasen, mens resten forbliver i vandfasen (ref.-3).

Ved ekstraktion med Ethylacetat, der er relativt polært uden at være fuldstændig blandbart med vand, ekstraheres ca. 70%, eller helt op til 85% ved kontinuert ekstraktion (ref.3). Imidlertid anvendes Carbontetrachlorid som standardekstraktionsmiddel ved de normalt anvendte analysemetoder (eller Freon 113 (1,1,2-Trichlor-trifluorethan), som ikke er akut toksisk).

Ved anvendelse af disse middelpolære opløsningsmidler må man ikke forvente over 50%'s total effektivitet ved ekstraktion, dog stadig med overvægt af upolære stoffer.

Af analyseprincipper kan umiddelbart nævnes:

TOC (Total Organic Carbon), Fluorimetri, Gravimetri, IR-spektrofotometri, UV-spektrofotometri, GC (gaschromatografi) og HPLC (High Performance Liquid Chromatography).

Af disse kan TOC og til dels Fluorimetri anvendes direkte uden ekstraktion.

Fælles for alle analyseprincipperne er, at ingen viser den absolutte sandhed.

TOC registrerer alt tilstedeværende organisk materiale, og af dette behøver olieindholdsstofferne ikke nødvendigvis at være hovedparten.

Gravimetri kræver en total inddampning af ekstraktet, hvorfor alle flygtige komponenter vil være væk (i praksis alle væsker med kogepunkt under 150 C).

(Flygtige stoffer kan evt bestemmes v.h.a. såkaldt "Head Space GC", dvs. at man ved hjælp af GC analyserer luftvolumenet over en prøve anbragt i en gastæt beholder).

IR-spektrofotometri er mest følsomt over for alifatiske kulbrinter, mens UV-spektrofotometri og Fluorometri er mest følsomt over for aromatiske kulbrinter.

GC og HPLC anvendes hyppigst, hvis man ønsker at identificere de enkelte komponenter, og køres derfor mod kendte standarder, eller mere sofistikeret koblet med et "Massespektrometer" (GC/MS).

Nævnte teknik er som de øvrige begrænset af ekstraktionens effektivitet.

Ønsker man derfor at bestemme de aromatiske kulbrinter, der som omtalt har større affinitet for vandfasen end for ekstraktionsmidlet, kan disse i stedet adsorberes kvantitativt på en egnet "chromatografi-harpiks"(resin), (f.eks. Amberlite XAD-7 (Rohm & Haas)) (ref.4).

Herfra kan de så desorberes af et stærkt polært opløsningsmiddel som f.eks methanol.

Der har i det foranstående kort været omtalt en række anvendelige analyseprincipper med forskellige fordele og svagheder.

Når det drejer sig om kontrol af olieindhold i afløb anvendes udelukkende to metoder, som er beskrevet i hhv. DS/R 208 og DS/R 209 (ref.5) og (ref.6).

Metoderne, som endnu ikke er "Dansk Standard", men rekommandationer, bygger dog på Svensk-, Norsk- og Finsk Standard.

Der er tale om hhv en gravimetrisk- og en IR-spektrofotometrisk metode til bestemmelse af "olie og fedt".

Fælles for de to metoder er en sur ekstraktion med Carbontetrachlorid (CCl_4), ønskes en total bestemmelse, hhv vejes remanensen efter afdampning af CCl_4 , eller udmåles IR-spektret af ekstraktet.

Ønskes "olieindholdet" bestemt, ledes ekstraktet gennem en nærmere beskrevet "søjle" af aluminiumoxyd, hvorefter ovennævnte bestemmelse foretages.

"Fedt" er således defineret som de stoffer, der adsorberes på en Aluminiumoxydsøjle, mens "olie" er de stoffer, der passerer uhindret gennem søjlen og findes i CCl_4 -fasen bagefter. Med andre ord "fedt" benyttes som samlebetegnelse for de polære stoffer, mens "olie" betegner de upolære.

Proceduren, der fjerner de polære stoffer: søjlefiltreringen gennem Al_2O_3 , kan forekomme tung i praksis, idet metoden indebærer tilberedning og konditionering af en Al_2O_3 søjle til hver prøve.

TI/Miljøteknik har derfor foretaget en undersøgelse af varianter af metoden:

- 1) I stedet for Al_2O_3 anvendes Silicagel, der opslemmes direkte i ekstraktet og frafiltreres efter en vis omrørings tid.

2) Stadig benyttes Al_2O_3 , men som 1) opslemning direkte i ekstraktet og frafiltrering efter omrøring.

Effektiviteten er bedømt ud fra måleresultater af samme ekstrakt, behandlet efter alle tre metoder.

Resultatet var dog, at i alle tilfælde gav "søjlemetoden" det laveste måleresultat, d.v.s. her var de polære stoffer fjernet i størst udstrækning.

Alle olieanalyser, der herefter blev foretaget på TI/Miljøteknik, blev udført nøje ifølge DS/R 209.

Det fremgår af gennemgangen af analysemetoder og -procedurer, at man ikke kan gøre sig håb om at registrere hele "olieindholdet" i en prøve, idet specielt den polære del dels i høj grad unddrager sig ekstraktion, dels indgår i IR-spektrene med lav følsomhed.

Man kan så yderligere diskutere, hvilke af det brede spektrum af olieindholdsstoffer, der er de mest miljøskadelige og/eller skadelige for rensningsanlæggenes mikroorganismer. Man kan måske have en fornemmelse af, at det ikke er de alifatiske forbindelser, der er de værste, og som følge af det kan man så overveje, om DS/R 208 og - 209 er de mest relevante analysemetoder at basere de af kommunerne fastsatte udledningskrav på.

Dette spørgsmål kan pt ikke besvares klart, idet baggrunden ikke er tilstrækkeligt undersøgt.

7. Cases

Som led i bestræbelserne på at kaste lys over den kemiske sammensætning af olie i udløb fra olieudskillere er der udtaget en række spildevandsprøver hos nogle virksomheder, der typisk har en udledning af olieholdigt spildevand.

I nogle tilfælde blev der udtaget prøver både før og efter udskilleren. Især analyseresultaterne fra prøver udtaget ved indløbet til en olieudskiller er behæftet med stor usikkerhed, da det ofte ikke er muligt på dette sted at etablere en prøvetagning, der opfylder alle krav til et prøvetagningssted.

Prøverne er alle analyseret efter DS/R 209, og nogle af prøverne er desuden analyseret ved hjælp af gaschromatografi koblet med massepektrometri.

7.1 Case: Busterminal

På busterminalen vaskes bybusser i en automatisk vaskemaskine.

Der anvendes ikke sæbe i vaskemaskinen. Tidligere blev anvendt sæbe ved afvaskning af lygter m.m., samt ved den indvendige rengøring af busserne. Nu opsamles al sæbevand ved hjælp af en vandstøvsuger og sæbevandet bortskaffes på anden måde end via kloak. Dette betyder, at der næsten ikke kommer detergenter i olieudskilleren.

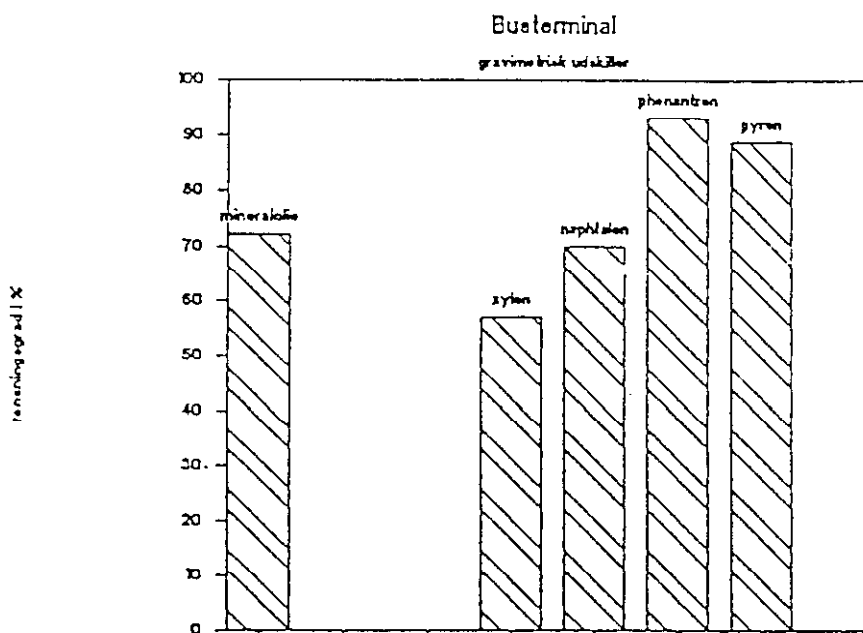
Olieudskilleren er en traditionel gravimetrisk udskiller uden coalescerdel.

Udskilleren er imidlertid meget stor. Den er dimensioneret til et vand-flow på 12 l/sek, mens det reelle vandforbrug er ca. 10 m³ pr. døgn.

En stikprøve udtaget i tilløb og afløb fra udskilleren viser følgende værdier:

	Ind	Ud	
Mineralolie	60.4	16.8	mg/liter
xylén	70	30	µg/liter
PAH:			
naphtalen	30	9	µg/liter
phenanthren	60	4	-
pyren	9	1	-
chrysen	2	<1	-
Sum PAH	101	14	-

Rensningsgraden for de forskellige forbindelser er beregnet og afbildet nedenfor.



Tidligere er der udtaget en lang række spildevandsprøver i udløbet fra olieudskilleren på denne virksomhed. Resultatet af disse analyser ses nedenfor.

Serie 1, d. 25/6-85, 8 stikprøver taget hen over dagen:

Tidspkt.	Olie + fedt, mg/l	Olie, mg/l
8 ¹⁰	51	24
9 ⁵⁵	53	30
10 ²⁰	53	29
11 ⁵⁰	54	36
12 ⁵⁵	57	36
13 ⁴⁵	61	41
14 ⁵⁵	65	44
15 ⁴⁰	57	39

Serie 2, d. 19/2-86, 7 stikprøver taget hen over dagen:

10 ¹⁵	42
10 ⁵⁰	63
10 ⁵⁵	39
12 ⁴⁵	72
13 ⁵⁵	73
14 ⁵⁵	79
15 ¹⁵	67

Serie 3, d. 9/4-86, 4 stikprøver en formiddag:

Tidspkt.	Olie mg/l
9 ¹⁰	22
10 ²⁵	18
10 ³⁵	21
11 ⁴⁵	2

Det ses, at analyseværdierne varierer fra serie til serie og afspejler de problemer, som har foranlediget prøveudtagelsen.

Det viste sig, at på trods af en rigeligt dimensioneret og velfungerende olieudskiller var variationer i sæbeforbruget sandsynligvis årsagen til ovennævnte variationer i olieindholdet.

Problemerne med overholdelse af kravværdier blev løst ved en bedre "sæbehusholdning", idet der tidligere gennemgående var blevet brugt langt mere end nødvendigt.

7.2 Case: Undervognsbehandling

På virksomheden udføres rustbeskyttelse af biler. Efter at undervognsmidlet er påført, vaskes bilerne for at fjerne den undervognsolie, der utilsigtet er kommet på bilens lak. Til denne afvaskning anvendes et traditionelt vandigt rengøringsmiddel, som påføres bilen. Efter indsæbning højtryksrenses bilen.

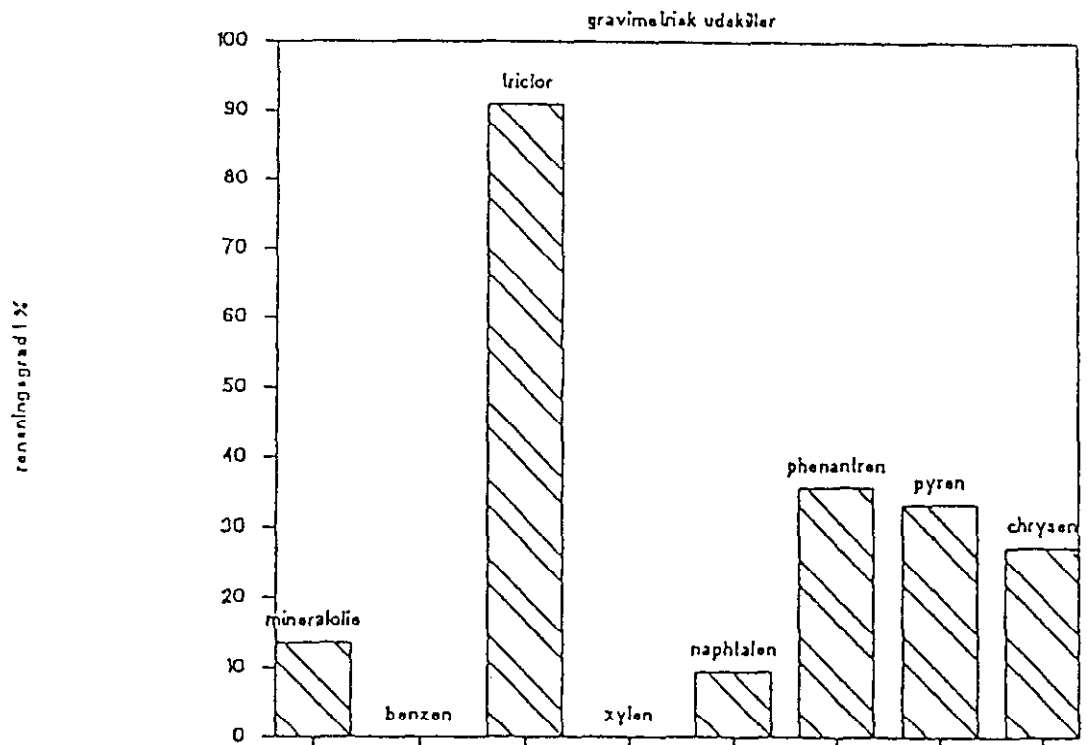
Olien, som anvendes til rustbeskyttelse, indeholder tensider med det formål at øge penetrationsevnen.

Vandprøverne er udtaget før og efter en buffer-tank indrettet som gravimetrisk olieudskiller. Opholdstiden i olieudskilleren er mere end 2 timer.

	Ind	Ud	
Mineralolie	1840	1590	mg/liter
triclorethylen	200	18	µg/liter
benzen	10	10	µg/liter
xylén	50	70	µg/liter
PAH:			
naphtalen	210	190	µg/liter
phenanthren	210	135	-
pyren	30	20	-
chrysen	11	8	-
Sum PAH	461	353	-

Rensningsgraden for de forskellige forbindelser er beregnet og afbildet nedenfor.

Undervognsbehandling



7.3 Case: Automobilværksted

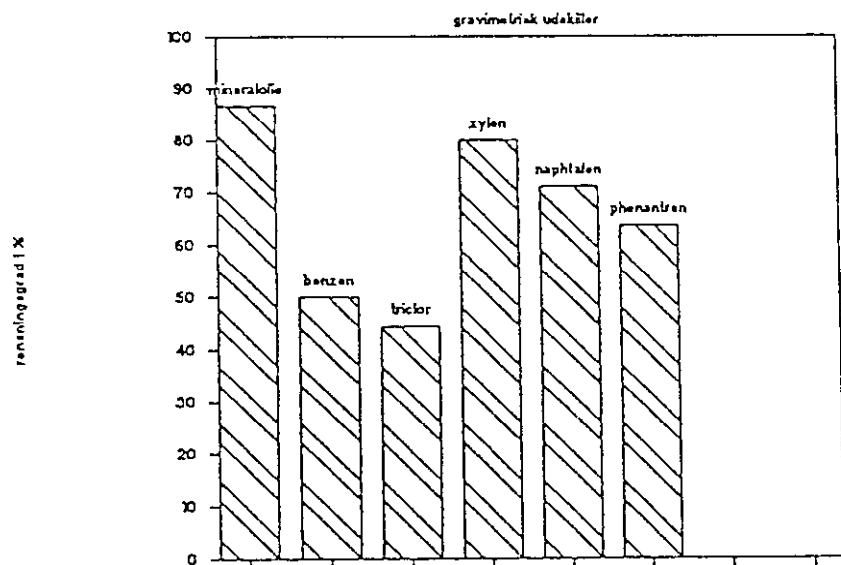
På virksomheden, som er et relativt stort automobilværksted, hvor der foruden den almindelige automobilvask herunder motorvask også finder en del klargøring af nye biler sted.

Spildevandet ledes til en traditionel gravimetrisk olieudskiller, og efter udskilleren er anbragt coalescerfilter fremstillet af mineraluld.

Også på denne virksomhed er det vanskeligt at udtage en repræsentativ vandprøve i indløbet, hvorfor indløbskoncentrationerne må tages med et vist forbehold.

	Ind	Før coalescer	Efter coalescer	
Mineralolie	834	110.8	68.8	mg/liter
trichlorethylen	90	50		µg/liter
benzen	20	10		µg/liter
xylén	100	20		µg/liter
PAH:				
naphtalen	38	11		µg/liter
phenanthren	11	4		µg/liter
pyren	2	<1		µg/liter
chrysen	<1	<1		µg/liter
Sum PAH	51	15		µg/liter

Rensningsgraden for de forskellige forbindelser er beregnet og afbildet nedenfor.



7.4 Case: Busterminal

Busterminal i Kiel i Vesttyskland. Denne case er meget lig case nr 1.

Der vaskes busser i en vaskemaskine, men der anvendes overhovedet ikke sæbe.

Vandet pumpes fra vaskepladsen til olieudskilleren. Hertil anvendes en slangepumpe, som må antages at emulgere olien i spildevandet mindst muligt.

Vandet passerer først en meget stor gravimetrisk udskiller, derefter passerer vandet et coalescerelement.

	Ind	Efter coalescer
Mineralolie	58.2	8.9 mg/liter

7.5 Case: Værksted for reparation af landbrugsmaskiner

På værkstedet repareres landbrugsmaskiner, især mejetærskere. Foruden reparation klargøres nye maskiner til salg.

Maskinerne afrenses med højtryksrensere, og der anvendes kun meget sjældent rengøringsmidler.

Spildevandet udledes gennem traditionel olieudskiller dimensioneret til en vandmængde på ca. 3 ltr. pr. sec. Udskilleren belastes med en vandstrøm på mindre end 10% af det for udskilleren dimensionerede flow.

Over en arbejdsdag udtages 4 stikprøver i olieudskillerens udløb. Prøverne analyseres for såvel totalkulbrinte (olie + fedt) og upolær kulbrinte (mineralolie) efter DS/R 209.

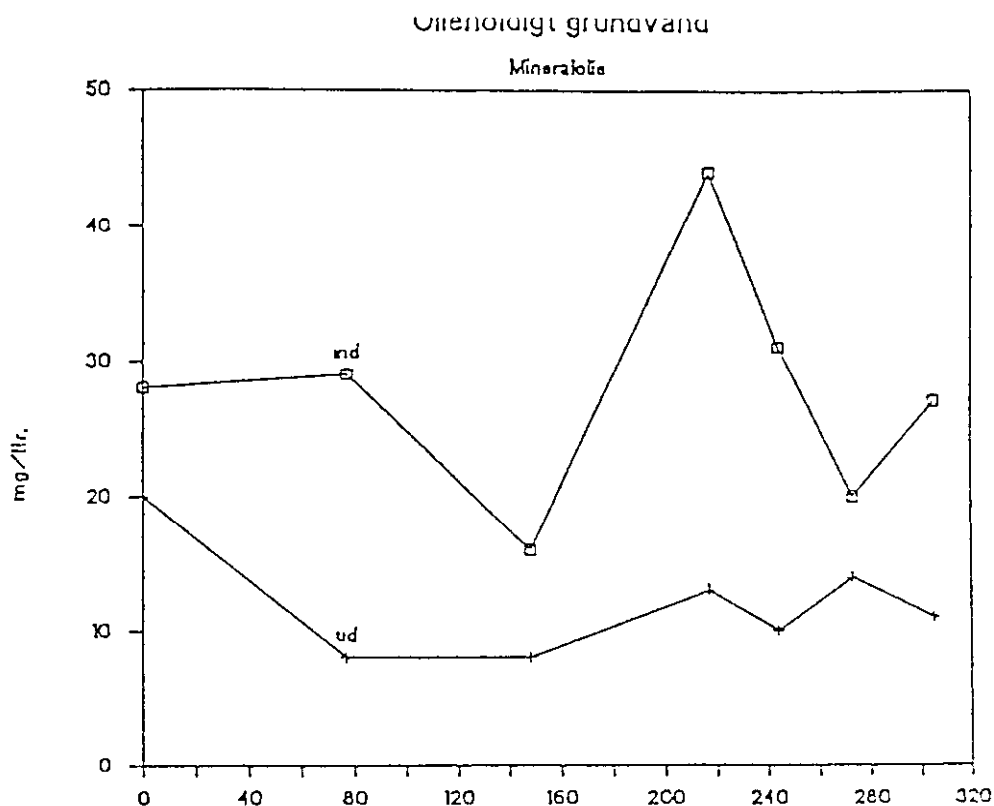
Totalkulbrinte	21.8-78.0 mg/liter
gennemsnit	51.0 mg/liter
Mineralolie	10.1- 54.4 mg/liter
gennemsnit	35.0 mg/liter

7.6 Case: Olieforurennet grundvand

En nedgravet tank indeholdende dieselbrændstof til lastbiler har været læk gennem en periode. For at hindre, at den nedsivende olie breder sig til nærliggende drikkevandsforsyninger, pumpes grundvand op fra en boring nær nedsivningsstedet. Grundvandet med et vist indhold af olie ledes via en 1200 ltr stødpudetank (indrettet som olieudskiller) til en støbejerns olieudskiller, som er dimensioneret til et vand-flow på 3 ltr pr. sec.

Systemet belastes med en vandstrøm på ca. 1000-1400 ltr pr. time.

Olieindholdet måles ved indløb til buffertank og ved udløb fra olieudskiller over en periode.



7.7 Case: Maskinværksted

Maskinværkstedet er et reparationsværksted for svære maskindele som f.eks. store gearkasser og motorer. Maskindelenene skal af hensyn til bl.a. arbejdsmiljøet rengøres før den egentlige reparation.

Som rengøringsmiddel anvendes dels traditionelle alkaliske vandbaserede rengøringsmidler og dels såkaldt koldaffedtningsmiddel på petroleumsbasis. Efter indsæbning højtryksrenses emnerne.

Spildevandet udledes via traditionel olieudskiller. Vandmængden er i gennemsnit 5 m³ pr. arbejdsdag (8 timer).

Gennem en periode på et år måles olieindholdet i afløbet til mellem 48 mg/liter og 322 mg/liter (17 uafhængige målinger) med en gennemsnitsværdi op på 140 mg/liter.

På værkstedet omlægges driften således, at alle rengøringsmidler udskiftes med et middel, som har vist sig i laboratorieforsøg at forstyrre en olieudskiller mindst muligt.

Rengøringsmidlet sprøjtes på emnerne, som derefter højtryksrenses med varmt vand (ca. 50 C).

Rengøringsteknisk må det erkendes, at dette skift af rengøringsmiddel har betydet, at rengøringen bliver langt mere besværlig og tidsrøvende samt at rengøringskvaliteten bliver ringere.

Koncentrationen af olie i til- og afløb fra olieudskilleren måles efter omlægningen ved stikprøver på 4 på hinanden følgende dage, idet både totalkulbrinte og mineralolie bestemmes.

Dagnr.	indløb total kulbrinte mg/l	mineral olie mg/l	udløb total kulbrinte mg/l	mineral- olie mg/l
1	2520	2240	24	13
2	415	202	49	29
3	3560	760	72	41
4	810	690	81	27
Gennem- snit	1826	977	57	28

8. Diskussion af cases

Grænserne for olieindhold i spildevand varierer som nævnt fra kommune til kommune og ligger for det meste i intervallet mellem 10 og 100 ppm, idet der dog er en vis tendens til en stramning af kravene i denne tid.

De her refererede cases indikerer, at det er muligt at overholde krav på 50-100 ppm, hvis man enten helt undlader at anvende sæbe eller begrænser brugen af sæbe meget stærkt. Samtidig med at man begrænser anvendelsen af sæbe, er det nødvendigt benytte en meget stor olieudskiller med et normeret flow, der er langt højere end det aktuelt forventede.

Hvis man undlader at anvende sæbe, ser det ud, som om at olieudskillere med indbygget coalescerelement er meget effektive. Hvis man derimod anvender sæbe, vil effekten af coalescerelementet blive dårligere.

At foretage en komplet kvantitativ analyse dækkende alle komponenter er tids- og ressourcerelevende og derfor kostbart.

Imidlertid er den almindeligt benyttede metode som beskrevet i DS/R 209 anvendelig, hvis man er bekendt med dens indbyggede fejl. Disse består i:

- 1) Ekstraktionen; her kan man højst forvente 50% overført til ekstraktionsfasen, lidt højere for de upolære bestanddele og noget lavere for de polære.
- 2) IR-spektret; her er absorptionen kraftigst for de alifatiske forbindelser, hvorfor disse optræder med større vægt end de aromatiske i koncentrationsberegningerne.

Dvs. en analyse efter DS/R 209 vil ikke vise et absolut resultat, men et relativt, som dog for samme spildevandsstrøm burde variere proportionalt med totalindholdet.

Det fremgår af GC/MS-analyserne, at ved visse virksomheder kan der forekomme betydelige mængder organiske opløsningsmidler i vandet. Disse opløsningsmidler er til en vis grad opløselige i vandet (ægte opløsning og ikke kun emulgeret som olie kan være), og man ser da også, at opløsningsmidlerne kun i ringe grad fjernes i olieudskilleren.

I case 1, 2 og 3 er der detekteret betydelige mængder PAH-forbindelser. Størst indhold findes i produkter til rustbeskyttelse ved undervogns-behandling.

Det ser ud, som om PAH-forbindelserne i en gravimetrisk olieudskiller groft set udskilles fra spildevandet i samme grad som mineralolien.

Spildevandsprøverne indeholder langt flere komponenter end her angivet, blot har vi valgt at koncentrere os om organiske opløsningsmidler og PAH-forbindelser.

Grænseværdier for olie i spildevand til kommunale rensningsanlæg varierer fra kommune til kommune og kan bestå dels af en værdi for "olie og fedt" og dels en værdi for "mineralolie", eller kan slet og ret være én værdi for "olie".

Man kan så diskutere, om det er rimeligt at skelne mellem upolære og polære stoffer og ved analysen gøre anstrengelser for at fjerne de polære stoffer, idet der ikke er belæg for at antage, at de upolære forbindelser har en kraftigere effekt på et biologisk rensningsanlæg end de polære.

Hvor høje disse grænseværdier med rimelighed bør være, er så et andet diskussionspunkt. En svensk undersøgelse fra 1973 (ref.7) viser, at emulgeret mineralolie ikke påvirker et biologisk rensningsanlæg synderligt, idet op til 40 ppm ikke påvirker hverken respiration eller slamproduktion, selv ikke med 20%'s aromatindhold, mens større indhold giver sig udslag i større slamproduktion.

9. Konklusion

Analysemetoden som beskrevet i "Standard Methods" (ref.8) er mindre arbejdskrævende end DS/R 209, men giver desværre ikke helt de samme resultater, hvilket ville have været af stor betydning i projektets fase 2, hvor der skal gennemføres en lang række olie-i-vand analyser. Vi vil derfor fortsat anvende DS/R 209 uden nogen modifikationer.

I de fleste analysemetoder incl. DS/R 209 er ekstraktionen af kulbrinter over i en organisk fase meget kritisk, og man kan let risikere en ekstraktionseffektivitet på kun 50% for kulbrinterne.

Olieholdigt spildevand indeholder som man kunne forvente betydelige mængder PAH-forbindelser, og det ser ud, som om disse komponenter i en gravimetrisk udskiller udskilles med samme effektivitet som mineralolie.

En sandsynlig forudsætning for at olieholdigt industrispildevand i en traditionel gravimetrisk udskiller kan renses, således at myndighedernes udløbskrav kan overholdes, er:

- a) der må ikke anvendes kraftigtvirkende rengøringsmidler
- b) olieudskilleren skal være langt større end beskrevet i DIN norm 1999.

Især denne sidste antagelse skal undersøges nærmere i 2. fase af projektet.

10. Referenceliste

- 1) VA-Projekt :
"Anvendelse af benzin- og olieudskillere i Norden"
Statusrapport 1982, Nordiska Ministerrådet
- 2) Flemming Dahl :
"Olieholdigt spildevand i Autobranschen"
Projektrapport, T.I. 1983
- 3) Ulla Lund :
"Analysemetoder for olie i grundvand"
Indlæg ved ATV-møde om olieforureningscases, 28/4-1985
ATV-komiteen vedr. grundvandsforurening
- 4) Ihor Lysyj, Ronald Rushworth, Robert Melvold :
"A Scheme for Analysis of Oily Waters"
Petroleum in the Marine Environment, p. 247-266
Advances in Chemistry Series 185, 1980
- 5) Dansk Standardiseringsråd :
"Vandundersøgelse, Olie og fedt Gravimetrisk"
DS-Rekommandation DS/R-208, april 1980
- 6) Dansk Standardiseringsråd :
"Vandundersøgelse, Olie og fedt Infrarød-spektrofotometrisk"
DS-Rekommandation DS/R-209, april 1980
- 7) Hans Bouveng, Peter Solyom :
"Inverkan av emulgerad olje på biologiska reningsprocesser"
Vatten 1,73 p. 15-22
- 8) Standardmethods
For the Examination of Water and wastewater, p. 254
American Public Health Association (APHA)
American Water Works Association (AWWA)
Water Pollution Control Federation (WPCF)
13. Ed. 1971

EFFEKTIVISERING AF OLIEUDSKILLERE

FASE 2

Projekt
udført for: Miljøstyrelsen og Teknologirådet

Udført af : Dansk Teknologisk Institut, Miljøteknik

Jørn Bødker, civilingeniør

Ib K. Hansen, civilingeniør

1. Formål

I projektets første fase blev baggrundsomstændighederne vedr. olieholdigt spildevand gennemgået, f.eks.:

Hvad er olie, hvilke komponenter kan den indeholde?

Hvilke metoder kan og bør benyttes til analyse af oliekoncentration i vand?

Hvordan udtages spildevandsprøver?

Hvilke krav stilles til olieudskillere?

Hvilke krav stilles til spildevandet?

Ydermere blev der gennemgået en række "cases" fra det "virkelige liv".

Konklusionen på gennemgangen i fase 1 er, at kun ganske få af de mange olieudskillere, der er opstillet landet over, kan honorere de kommunale krav til maximalt indhold af mineralolie i spildevand som ledes til kloaknettet.

Derfor er formålet med projektets 2. fase, at undersøge selve olieudskillelsesprocessen, og hvordan denne kan forbedres.

2. Olieemulsioner

2.1 Stokes lov

I olieholdigt spildevand vil en stor del af olien som regel være til stede i form af dråber af forskellig størrelse. Oliens som er dispergeret i vandet vil arrangere sig i kugleformen (dråber), der har den mindste overfladeenergi.

Da massefylden af den olie, der i praksis forekommer i spildevand, er mindre end vands, vil ovennævnte oliedråber stige op mod overfladen.

Eks.: massefylde dieselolie ≈ 0.85 kg/ltr.,
massefylde smøreolie ≈ 0.90 kg/ltr.

Hastigheden hvormed disse oliedråber stiger mod overfladen, kan beregnes ved hjælp af "Stokes lov", der beskriver stige/synkehastigheden af partikler/dråber i et tyngdefelt, afhængig af massefyldeforskellen, viscositeten af den kontinuerte fase og partiklens/dråbens diameter.

$$v = \frac{d^2 * g}{18} * \frac{p_v - p_o}{\mu_v}$$

v = stigehastigheden (m/s)

d = oliedråbens diameter (m)

p_v = vandets massefylde (kg/m³)

p_o = oliens massefylde (kg/m³)

μ_v = vandets dynamiske viscositet (N*s/m²)

(N = kg*m/s²)

g = tyngdeaccelerationen (9.81 m/s²).

Anvendelsen af Stokes lov forudsætter at Reynolds tal (Re) er mindre end 1.

$Re = v * d / \nu_v$ (hvor ν_v er vandets kinematiske viscositet (m²/s)).

Endvidere forudsætter Stokes lov principielt stillestående væske.

I en olieudskiller vil disse forudsætninger sjældent være opfyldt, jo kraftigere strømning, jo længere kommer man fra de betingelser hvorunder Stokes lov gælder.

Alligevel har man anvendt Stokes lov til at beregne opstigningstider for dråber af forskellig størrelse, idet man kan argumentere, at selv om de beregnede tal ikke er eksakte, består den indbyrdes sammenhæng rimeligvis, og opstigningstiderne under "ikke ideale" forhold er i hvert tilfælde ikke mindre end de beregnede.

2.2 Opstigningstider

I (1) er beregnet opstigningstiden, for 20 cm's opstigning, af oliedråber med forskellig diameter. Massefyldeforskellen er i disse beregninger sat til 100 kg/m³, svarende til vægtfyldeforskellen for smøreolie og rent vand

Dråbestørrelse μ m	Opstigningshastighed m/sek	Opstigningstid for 20 cm
250	25.97 * 10 ⁻⁴	1 min. 17 sek.
150	9.32 * 10 ⁻⁴	3 min. 35 sek.
100	5.4 * 10 ⁻⁴	6 min.
50	1.4 * 10 ⁻⁴	24 min.
25	3.4 * 10 ⁻⁵	1 time 38 min.
10	5.4 * 10 ⁻⁶	10 tim. 12 min.

Det ses, at opstigningstiden øges kraftigt med mindsket dråbestørrelse.

I (2) er der gennemgået diverse principper og parametre vedrørende gravimetrisk olieudskillelse, samt opstillet modeller for udskillelseskriterier og væskestrømninger.

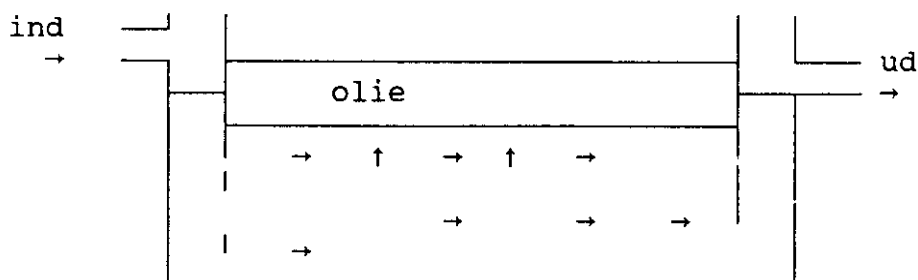
Der konkluderes, at strømningsforholdene i en gravimetrisk olieudskiller er af afgørende betydning for olieudskillelsen.

Et såkaldt horisontalt plug flow vil være ideelt.

2.3 Strømningsforhold

Af førnævnte konklusion kan dog afledes, at middellopholdstiden bør ligge så tæt på den teoretiske opholdstid som muligt.

I princippet er en gravimetrisk olieudskiller blot en tank med et indløbsarrangement, der bremser væskehastigheden, og fordeler væsken over hele tværsnittet, et midterstykke, med en vandret væskestrømning, hvor olien skal stige op og fanges i et reservoir, samt et udløb fra bundregionen.



Man kan sammenfatte, at betingelserne for at olieudskillere kan fungere efter hensigten, ikke blot er, at strømningsforholdene skal være i orden, der skal også være et rimeligt forhold mellem oledråbestørrelse og opholdstid.

2.4 Emulsioner

Emulsioner kan ofte dannes ved en mekanisk påvirkning af olie-vandblandingen f.eks. i forbindelse med en højtryksrensning eller ved anden mekanisk bearbejdning.

Er der kun olie og vand til stede, vil de små oledråber i vandfasen relativt hurtigt smelte sammen til større dråber, for således at mindske den samlede overflade og hermed overfladeenergien.

En emulsion som er dannet rent mekanisk, og hvortil der ikke er tilsat fremmede stoffer, vil således efter en vis tid, hvor vandet er i stilstand, spaltes, således at olien samles i større dråber, som relativt hurtigt søger mod overfladen.

Imidlertid er der flere faktorer, som kan tjene til at stabilisere en emulsion: (3)

Hvis der er stoffer tilstede, som kan mindske dråbernes overfladeenergi (tensider), vil de små dråber ikke have så stor en tilbøjelighed til sammensmeltning.

Der kan ligeledes være stoffer til stede, der på dråberne danner et overfladelag, der dels på grund af mekanisk styrke hindrer dråberne i sammensmeltning, og dels på grund af ens ladningsmæssig orientering bevirker at dråberne frastøder hinanden.

Endelig, hvis der er fine partikler til stede, har disse en tendens til at samles på dråbeoverfladerne og stabilisere disse.

Hvis partiklerne er hydrophile (såsom lerpartikler o.lign.), vil de være befugtet af vandfasen, og vil fortrinsvis stabilisere "olie i vand" emulsioner.

Er partiklerne hydrofobe (som f.eks. kulstøv) vil de bedst stabilisere "vand i olie" emulsioner.

Det er meget vanskelig i praksis at undgå at en eller flere af disse emulsionsstabiliserende faktorer er til stede.

Hvis man f.eks. arbejder med spildevand forurenet med motorolie, skal man være opmærksom på, at der til motorolie fra producenterens side er tilsat additiver, som er tensider, samt at motorolie ved brug oxideres, således at der dannes en lang række komponenter, der har en vis tensid virkning.

Dels på dette grundlag og dels på grundlag af talrige undersøgelser af industrispildevand kan man konkludere, at en del af olien altid vil være til stede som en stabil emulsion, d.v.s. som større eller mindre dråber, som ikke har nogen synderlig tilbøjelighed til at smelte sammen af sig selv.

Dette leder videre til den konklusion, at det oftest vil være fejlagtigt at dimensionere en olieudskiller på grundlag af en antagelse, at olien i vandet er en såkaldt fri og ikke emulgeret olie.

Af "stigetidstabellen" fremgår det, at der vil være problemer med dråber under 50μ , idet disse simpelthen ikke får tid til at udskilles, selv ikke i en rigeligt dimensioneret olieudskiller.

2.5 Normer for olieudskillelse

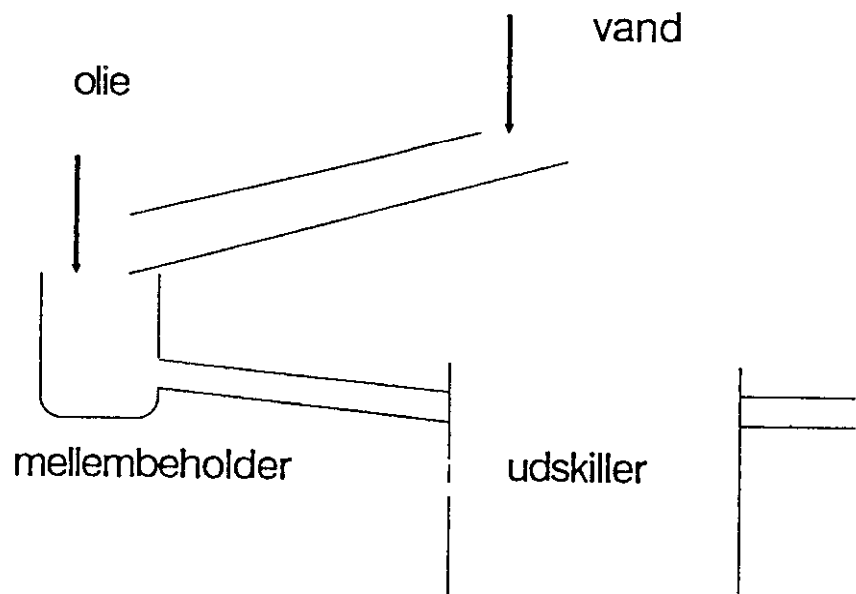
For at kunne tilsluttes et offentligt afløbssystem i Danmark skal en olieudskiller have en såkaldt VA-godkendelse (der udstedes af Boligministeriet).

For at opnå en sådan skal olieudskilleren bl.a. overholde DIN 1999, i mangel på Danske normer.

Med hensyn til olieudskillelse siger DIN 1999 (del 3) (10):

Hvis man til en vandstrøm tilsætter 0.5% olie med en specificeret massefylde ($0.85 \pm 0.015 \text{ g/cm}^3$), et nøje specificeret sted, i et specificeret indløbsarrangement til en olieudskiller, skal man, kunne opsamle mindst 97% af den tilsatte olie i udskillerens oliereservoir.

Din 1999 testopstilling



Tænker man sig, at en olieudskiller netop overholder DIN 1999, vil man altså kunne finde 3% af den tilsatte olie i afløbsvandet, hvilket for 0.5%'s tilsætning svarer til 150 ppm.

En olieudskiller vil således udmærket kunne overholde DIN 1999, uden at kunne overholde de kommunale udledningskrav.

Ydermere tilsættes olien ved DIN 1999-afprøvningen på en sådan måde, at den mekaniske påvirkning er minimal, d.v.s. at olien vil kun emulgeres i en ganske ringe grad.

Dette er i modsætning til de allerfleste tilfælde i "det virkelige liv", hvor olien sandsynligvis vil blive udsat for langt større mekaniske påvirkninger, samt tilstedeværelsen af diverse emulsionsstabiliserende stoffer.

I praksis viser det sig da også, at en stor del af olien, der findes i spildevand, er emulgeret.

Det forekommer derfor umiddelbart urealistisk, at både API og DIN normer for olieudskillelse, understreger, at de kun omhandler ikke emulgeret olie!

(Der findes dog en DIN-norm, der omhandler emulgeret olie og måling af udskillelsesgraden: DIN 38409, del 19)(11).

Konklusionen på dette er at DIN 1999 testen ligger meget langt fra de faktiske forhold som en olieudskiller udsættes for i praksis.

De omstændigheder, som hersker i forbindelse med en afprøvning ifølge DIN 1999, er tværtimod de omstændigheder, der vil give det bedst tænkelige resultat.

Det vil sige, at en olieudskiller, som overholder kravene i DIN 1999, let under gunstigste betingelser (i selve testen) vil kunne emitte spildevand, som indeholder olie i højere koncentration end tilladt af de fleste Danske myndigheder.

Når dertil kommer at testbetingelserne er urealistisk gunstige, må konklusionen være, at overholdelse af DIN 1999 langt fra er et tilstrækkeligt krav til en olieudskiller.

3. Effektivisering af olieudskillere

Hvilke muligheder har man da for at effektivisere olieudskillere, som vi kender dem?

Naturligvis findes der andre metoder til at fjerne olie fra vand, men den traditionelle udskillers fordel ligger i, at denne er en passiv, så godt som vedligeholdelsesfri komponent, der ydermere er relativt billig i anskaffelse.

Ved de forsøg, man har gjort på at forbedre udskilningen, er man hovedsageligt gået 2 veje:

- 1) Man har forkortet opstigningsvejen for oliedråberne.
- 2) Man har provokeret sammensmeltningen af de små oliedråber til store dråber med større opstigningshastighed.

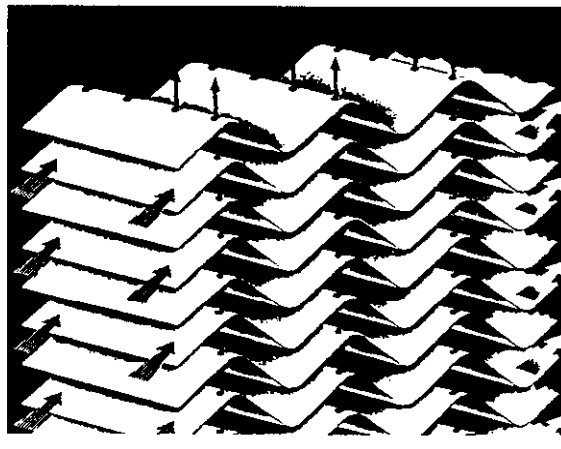
3.1 Lamelcoalescere

Opstigningsvejen kan forkortes ved at fylde "udskillerrummet" med elementer bestående af, lameller, bikagelignende strukturer eller parallelle bølgeplader.

Der er to formål med dette.

Dels behøver dråberne ikke at stige ret langt, før de møder et "loft", hvor de samles, smelter sammen og sidst stiger til vejrs gennem åbninger i "loftet" som få, store dråber.

Dels tvinges vandstrømmen i de snævre kanaler til hyppigt at ændre retning, hvorved dråberne får en større sandsynlighed for at dels ramme hinanden og derved smelte sammen, dels at ramme elementerne og samles der.



Ulempen ved disse elementer er, dels at de er relativt kostbare, dels at de godt nok hjælper sammensmeltningen af dråberne, men mest for store og mellemstore dråber og mindst for de helt små, man må også forvente at disse elementer efterhånden tilstoppes af slam, således at en sådan udstyret olieudskiller ikke er vedligeholdelsesfri.

3.2 Partikel/fibercoalescere

Sammensmeltning af de små dråber kan foretages ved hjælp af en såkaldt coalescer.

Coalescerelementer er ikke nogen ny opfindelse, idet sådanne har været kendt og anvendt en del år, f.eks. til fjernelse af vanddråber fra flybrændstof.

Et coalescerelement består af en porøs matrix, enten opbygget af partikler eller fibre.

Virkningen fremkommer ved, at de små emulsionsdråber adsorberes på partikel/fiberoverfladerne.

Når der således er samlet en "klynge" små dråber, vil de flyde sammen til en stor dråbe eller evt. dække partiklen/fibren som en sammenhængende fase, der så på et eller andet tidspunkt rives løs af væskestrømmen og forlader coalescerelementet som en relativt stor dråbe.

Der er opstillet forskellige modeller for virkningsmekanismen og heraf udledt div. idealmaterialer for coalescermatricen.

Hovedprincippet er at coalescermaterialet kan befugtes fortrinsvis af den emulgerede fase, således at det er emulsionsdråberne, der sætter sig på coalescerpartiklerne/-fibrene.

Når det drejer sig om olie, som er emulgeret, skal et velegnet coalescermateriale være hydrofob, som f.eks. div. upolære plastmaterialer.

Der har været afprøvet forskellige mere eller mindre komplicerede systemer baseret på ovennævnte teoretiske modeller.

Der er f.eks. beskrevet en "partikelcoalescer" opbygget af partikler af to forskellige metaller (9), ideen er, at den herved opbyggede mangfoldighed af galvaniske elementer skal bewirke en transport af de ladede oliedråber hen til partiklerne.

Systemet virker for så vidt godt nok, men der er problemer dels med tilstopning, dels med at det mest elektronegative af metallerne går i opløsning.

En anden foreslået udformning er en "fibercoalescer, hvor fibermåttten varierer i tæthed gennem elementet, således at yderlagene er relativt åbne, mens "kernen" har en højere tæthed (4) (7).

Disse mere eller mindre kompliceret opbyggede coalescere, har muligvis en udmærket virkning i laboratoriet, men har samtidig nogle svagheder, der gør dem uegnede til brug i praksis.

Coalescere, der er så tætte, at de kan adsorbere meget små emulsionsdråber, er samtidig følsomme overfor tilstopning.

Det vil sige at de bør være lette at rense, eller så billige at de kan udskiftes hyppigt, uden for store omkostninger.

Coalescere af Polyurethanskum har været beskrevet fra forskellig side (1) (5) (7), og materialet fremhæves for sin store adsorptionsevne over for olie. Det har dog tilsyneladende svært ved at slippe olien igen, og må derfor regenereres ved at presse olien ud.

Det er umiddelbart udmærket, at materialet kan regenereres på denne principielt simple måde, men i praksis forekommer metoden uhensigtsmæssigt.

I de efterfølgende afsnit er beskrevet de praktiske forsøg som er foretaget på DTI, der er her gjort brug af coalescerelementer, og ved udvælgelsen af materialet, er der lagt vægt på tilgængelighed og lav anskaffelsespris.

4. Olieudskillerforsøg

Den mest anvendte udskiller i Danmark er den såkaldte Trix-udskiller, som er etableret i flere tusinde eksemplarer til rensning af industrispildevand.

Det er derfor nærliggende at undersøge effektiviteten af denne udskiller nærmere, samt undersøge mulighederne for på en relativt billig måde at effektivisere denne udskiller.

Udskilleren, som er testet, er dimensioneret til en kapacitet på 3,5 ltr. pr. sek. og den er VA-godkendt til denne belastning, hvilket betyder, at den i DIN 1999 testen tilbageholder mindst 97% af den olie der tilledes.

4.1 Vurdering af strømningsforhold

Udskilleren blev tilsat 12 m³ vand/time, der blev injiceret kloaksporstof i indløbet (grønt fluorescerende farvestof) og dels blev farvefordelingen fulgt visuelt, dels blev der optaget en serie fotos (10 sek mellem optagelse).

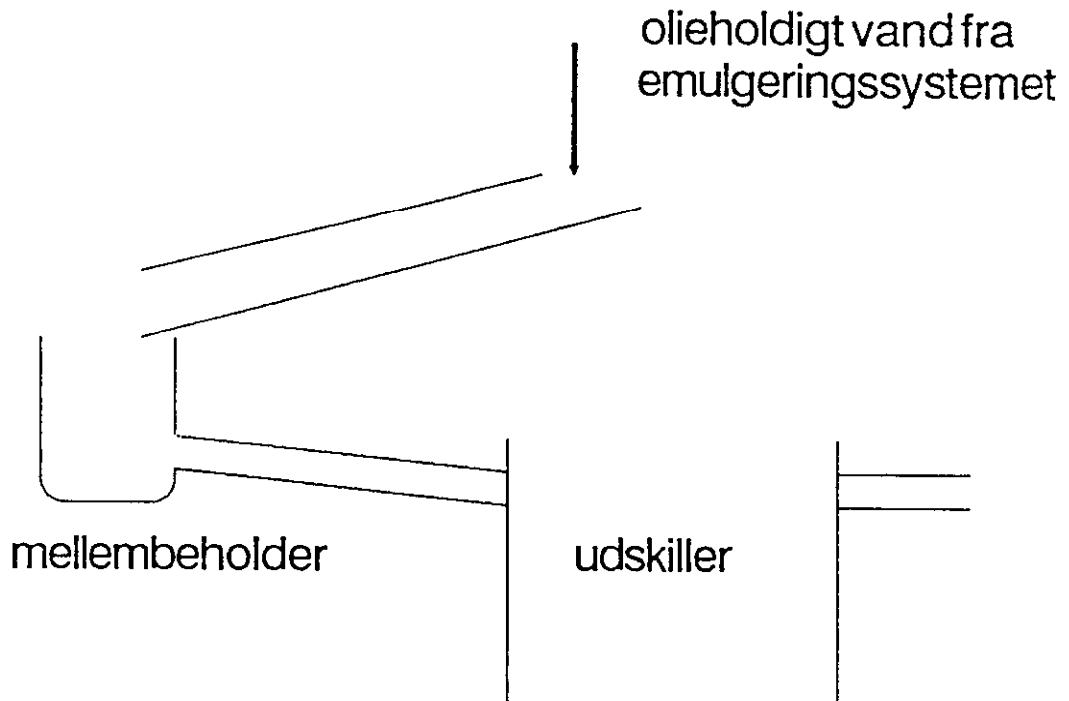
Ved at følge denne farveinjicering sås det, at strømningsforholdene langt fra var ideelle, idet det gennemstrøgne areal var langt mindre end udskillerens tværsnit.

Dette vil sige, at den gennemsnitlige opholdstid er meget mindre end den teoretiske.

Dertil kommer at man ved sporstofforsøget tydelig ser en kraftig omrøring i udskilleren, som bevirker, at der lokalt er nedadgående væskestrømme med en hastighed, der let overgår opstigningshastigheden for de mindste oledråber.

Selvom DIN 1999, som det tidligere i rapporten er påvist, ikke er sammenlignelig med realistiske forhold i industrien, har vi alligevel valgt at opbygge forsøgsopstillingen i overensstemmelse med denne norm, for på denne måde at kunne sammenligne resultaterne med de resultater, der ligger til grund for godkendelsen af udskilleren.

Modificeret DIN 1999 test opstilling



Til forskel fra DIN 1999 opstillingen blev olien ikke tilsat "forsigtigt" i mellembeholderen, men i stedet tilsat i fødeslangen på et tidligere tidspunkt.

Der blev etableret et "loop" på vandfødeledningen, hvori der blev monteret en lille centrifugalpumpe. Olien blev doseret ved hjælp af en peristaltisk pumpe ind i dette "loop" lige før centrifugalpumpen.

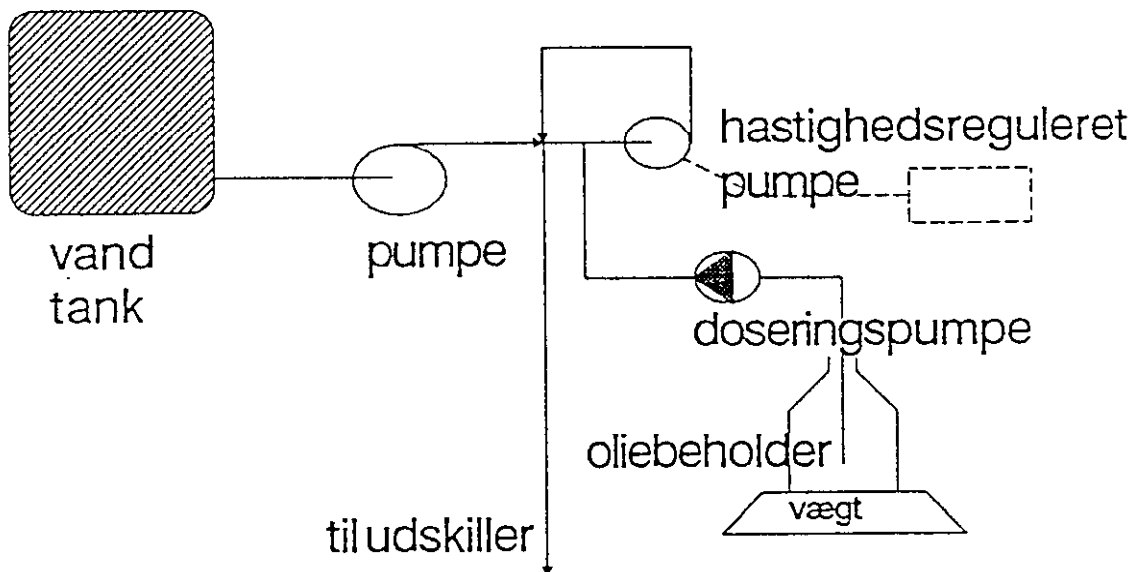
Ved passage gennem centrifugalpumpen og recirkulation i denne sidestrøm, sker der en emulgering af olien.

Emulgeringsgraden kan styres ved at regulere omdrejningstallet på centrifugalpumpen i loopet.

Det skal bemærkes at "emulgeringsloopet" er placeret efter den større fødepumpe.

En placering før fødepumpen blev også forsøgt, men dette resulterede i en meget kraftig (men måske ikke urealistisk emulgering).

Emulgeringssystem



4.2 Standardudskiller, olie uden detergent

Med den her beskrevne forsøgsopstilling blev der gennemført forsøg med 2 forskellige væskebelastninger på 4.4 og 1.9 m³/time. Begge væskebelastninger ligger langt under hvad udskilleren i følge VA godkendelsen er dimensioneret til (normeret til 3.5 l/sec = 12.6 m³/time).

Der blev anvendt rent vand og ren olie.

Der blev ikke anvendt rengøringsmidler.

Olien, som blev anvendt, er en hydraulikolie, hvilket er en olietype med få tilsætningstoffer.

Testbetingelserne må derfor i forhold til realistiske forhold i industrien vurderes som værende meget lempelige.

Der er udtaget vandprøver i henholdsvis tilløb og afløb fra udskilleren og disse prøver er analyseret for indhold af mineralolie efter analysemetode beskrevet i DS/R 209.

fs. nr	vandmængde cbm/time	analyseresultater	
		mineralolie indl. ppm	udl. ppm
14	4.4	524	166
15	1.9	620	152

Forsøgsresultater indledende udskilningsforsøg

4.3 Standardudskiller, olie og detergent

Der blev dernæst foretaget to forsøgsrækker, én hvor der ud over olie tilsattes detergent og én hvor der i stedet for olie udelukkende tilsattes koldaffedtningsmiddel.

Koldaffedtningsmiddel består af en kulbrinteblending (petroleum) tilsat detergent. I kraft af sit kulbrinteindhold bidrager koldaffedtningsmidlet, i modsætning til de mere almindelige vandbaserede midler, kraftigt til forureningen med mineralolie.

I første forsøgsserie anvendes et kommercielt tilgængeligt vandbaseret rengøringsmiddel i koncentrationen ca. 230 ppm og hydraulikolie i koncentrationen ca. 500 ppm. Disse koncentrationer er vurderet at være meget realistiske for industrielt spildevand. Måske er koncentrationen af rengøringsmiddel valgt en smule lavt.

Man skal være opmærksom på, at de 230 ppm rengøringsmiddel ikke svarer til 230 ppm ren detergent, da rengøringsmidlet er et produkt med en meget høj procentdel vand og andre additiver.

fs. nr	vandmængde cbm/time	mineralolieanalyser	
		indløb ppm	udløb ppm
7	5.3	159	57
8	7.2	448	381
9	12.5	237	155

Forsøgsresultater, detergentforsøg

I anden forsøgsserie anvendes et tilfældigt valgt kommercielt tilgængeligt koldaffedtningsmiddel med handelsnavnet "Petrosol miljø". Dette koldaffedtningsmiddel er testet i overensstemmelse med en IVL test af de emulsionsstabiliserende egenskaber og overholder uden problemer kravene til udskillelighed, således at det kan optages på listen over "selvspaltende" koldaffedtningsmidler.

fs. nr	vandmængde cbm/time	tilsætning vejjet	analyseret	
		tils. koldaff. ppm	mineralolie indløb ppm	udløb ppm
10	7.2	500	612	407
11	1.9	1074	958	343
12	3.1	650	493	400
13	3.8	537	620	366

Forsøgsresultater, koldaffedterforsøg

Det ses af tabellen, at koldaffedtningsmidlet i analysen registreres som mineralolie (hvilket ikke er så mærkeligt, da det anvendte middel for en stor del består af alifatiske kulbrinter).

Det fremgår tydeligt at detergenttilsætningen i udstrakt grad hindrer olieudskillerens virkning.

Selvom udskilleren belastes med et relativt lille flow, langt under hvad den er dimensioneret til, ser man at udskillelsen er dårlig, og langt fra er tilstrækkelig til at spildevandet i udløbet kan leve op til myndighedernes krav.

Endvidere ses, at koldaffedtningsmidlet for en stor dels vedkommende passerer uudskalet gennem olieudskilleren og er at finde i udløbet.

Dette er specielt uheldigt, da hovedbestanddelen af de gængse koldaffedtningsmidler som nævnt har samme sammensætning som mineralolie. En standard mineralolieanalyse vil ikke kunne skelne mellem spildolie og koldaffedtningsmiddel.

4.4 Standardudskiller, coalescerforsøg, 1. serie

4.4.1

Forsøgsresultater

Ved de første forsøgsserier blev afprøvet et system, hvor et coalescer filter af Rockwool blev monteret foran den egentlige gravimetriske udskiller.

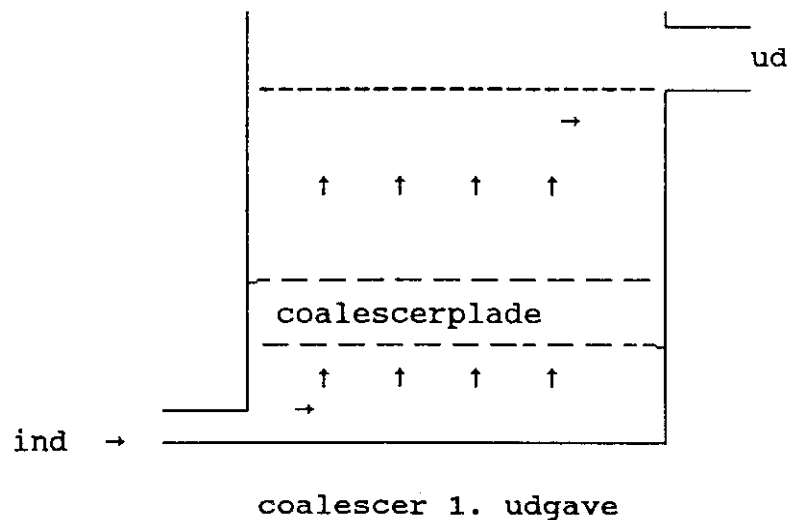
Coalesceren var konstrueret i en cylindrisk tank, med indløb i bunden, en cirkulær skive coalescermateriale var anbragt umiddelbart over indløbet i en holder bestående af to cirkulære metalnet.

Udløbet var øverst i tanken.

Coalescerpladens diameter var 50 cm, og arealet således ca. $0,2 \text{ m}^2$.

Ind- og udløbets placering medførte, at der var et "indbygget tryktab" over coalesceren på ca. 65 cm vandsøjle.

Strømningsretningen gennem coalesceren var således at oliedråbernes opstigningsretning var i direkte medstrøm i forhold til vandstrømmen.



Der gennemførtes først to korttidsforsøg, hvor systemet kun belastedes 2-4 timer, før der blev udtaget vandprøver til analyse. Vandprøverne analyseredes som tidligere for mineralolie som beskrevet i DS/R 209. Derefter blev forsøgene afbrudt.

Coalescermaterialet var Rockwool med en densitet på 46 kg pr. m^3 og en tykkelse på 200 mm.

Tryktabet var 72 cm vs for begge de afprøvede flow.

			vejjet	mineralolieanalyser		
fs nr	var. tim. døgn	vand-mæng. cbm/h	tilsat oliemængde ppm	indløb coales. ppm	indløb udskill. ppm	udløb udskill. ppm
16	4 h	1.9	1074	1042	0	0
17	2 h	3.2	630	495	14	0

Forsøgsresultater, korttidsforsøg

Ved disse to korttidsforsøg slap så godt som ingen olie gennem coalesceren, d.v.s. i disse korte tidsrum adsorberedes hele den tilledte oliemængde.

Denne type coalescermateriale begynder tilsyneladende først at afgive dråber ved en ret høj mætningsgrad.

Under de nævnte forsøg blev der i alt tilsat ca. 10 kg olie, der således var adsorberet i coalesceren, der havde et volumen på ca. 40 l.

For at kunne iagttage coalescenseffekten er man nødt til at arbejde med længerevarende forsøg. Derfor igangsattes forsøg med længere forsøgsperioder, hvor filteret belastes uafbrudt døgnnet rundt i op til 11 døgn.

Coalesceren blev udskiftet med en ny Rockwool skive med en tykkelse på 100 mm og en densitet på 46 kg/m³ som i foregående forsøg.

Olieforbruget ved disse test kan blive relativt stort.

Derfor recirkuleres olie som udskilles i udskilleren tilbage til emulgeringsenheden.

fs nr	var. tim. døgn	vand- mæng. cbm/h	tryk- tab cm vs	min.olieanalyser		
				indløb coales ppm	indløb udskil ppm	udløb udsk. ppm
18	6 d	1.4	100	1856	-	52
	7 d	1.4	112	267	-	48
	11 d	1.4	97	290	228	136

Forsøgsresultater, 1. langtidsforsøg

Det viste sig på længere sigt ikke at være nogen god ide at recikulere den udskilte olie fra olieudskilleren, idet olien efterhånden ændrede egenskaber, således at den fremstillede emulsion blev mere og mere stabil. Desuden dannedes der i olieudskilleren en del inverteret emulsion (vand i olie), som var uhyre stabil og vanskelig pumpbar.

Selve virkningen af coalesceren var ikke særlig god, idet der efter 6 - 7 døgn udledtes ca. 50 ppm fra olieudskillerens udløb. Senere forringes effekten af coalesceren yderligere.

Årsagen til denne dårlige virkning formodes at være et uhensigtsmæssigt design af coalesceren, idet trykket på selve coalescerpladen vrider denne en smule ud af form således at der bliver mulighed for at det olieholdige vand kan passere udenom coalescerfilteret. Herved ledes vand med en ubruds emulsion direkte ind i olieudskilleren som derved naturligvis fungerer dårligt.

I næste forsøgsserie anvendes frisk olie og coalesceren udskiftes med ny 100 mm Rock-woolplade, denne gang med densiteten 70 kg pr. m³.

fs nr	var. tim. døgn	vand- mæng. cbm/h	tilsat olie ppm	tryk- tab cm vs	min.olieanalyser		
					indløb coales ppm	indløb udskil ppm	udløb udski ppm
19	5 d	1.2	1366	88	1732	1034	848
	13 d	1.2	396	74	207	156	170

Forsøgsresultater, 2. langtidsforsøg

Resultatet er lige så dårligt, som ved 1. langtidsforsøg, og ved inspektion af coalescerelementet efter forsøget, viser det sig, at årsagen rimeligvis igen skyldes en deformation af coalescerelementet med deraf følgende by pass. M.a.o. samme malfunktion ved foregående forsøg.

En af årsagerne til det store trykfald er formodentlig denne gang at den anvendte Rockwool er for tæt.

4.4.2

Konklusion af coalescerforsøg, 1. serie

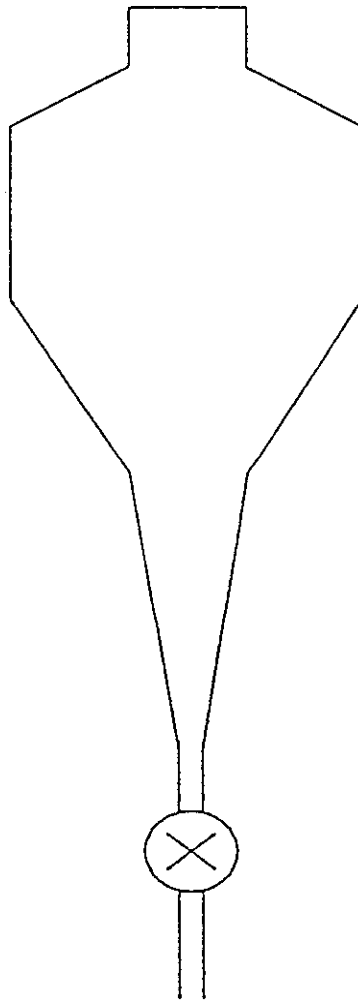
- 1) Coalescerens udformning skal ændres, således at en mindre formændring ikke ødelægger virkningen.
- 2) Coalesceren bør placeres efter olieudskilleren, for ikke at belastes af den let udskillelige oliemængde, som vil kunne udskilles i den gravimetriske udskiller inden et indskudt coalescerfilter.
Dette kræver dog, at coalesceren skal monteres således, at der bliver et udskilningsrum efter selve filteret.

4.5 Emulgeringsgradstest

I DIN 38409/19 er beskrevet en bestemmelse af "direkte udskilbare lipophile væsker med lav massefylde".

Metoden er baseret på en speciel 1 liter's skilletragt, hvis underpart ender i en volumeninddelt stilk, således at man ved tømning kan tilbageholde nøjagtig 10 ml.

Skitse af skilletragt anvendt til bestemmelse af emulgeringsgrad



Metoden er følgende:

Der udtages en 1 liters prøve af den pågældende vandstrøm, prøven udtages som før beskrevet (stikprøve i frit faldende vandstråle), idet prøven udtages direkte i ovennævnte skilletragt.

Skilletragten hænges lodret i et solidt stativ (ingen rystelser), efter 15 minutters henstand udtappes forsigtigt, i løbet af højst 2 minutter, 990 ml af prøven ned i en glasflaske, idet nøjagtig 10 ml af øverste væskelag bibeholdes i skilletragten.

Disse 10 ml formodes at indeholde den letudskilbare del af prøvens olieindhold, og ekstraheres i skilletragten, først med 40 ml Freon 113 eller Carbontetrachlorid, og dernæst med 10 ml af samme opløsningsmiddel.

Oliekoncentrationen i ekstraktet, samt i den udtappede vandfase bestemmes.

4.5.1

Definition af Emulgeringsgrad

For at få en håndterbar størrelse, samt et tal, der er let at forholde sig til, defineres emulgeringsgraden på følgende måde:

A = mængden af ikke udskilt olie i 1 l (findes af oliekoncentrationen i den udtappede vandfase)

B = mængden af udskilt olie (mængden af olie i opløsningsmiddelfasen - mængden af ikke udskilt olie i 10 ml).

$$\text{Emulgeringsgraden EG} = A * 100 / (A + B) \quad \%$$

For at afprøve metoden og undersøge reproducerbarheden gennemføres et forsøg, hvor en olie-/vand blanding i forholdet 1 til 10 fra en rørebeholder doseres ind i en vandstrøm ved hjælp af en membradoseringspumpe (ca. 500 ppm olie).

Der blev med en times mellemrum taget to prøver til emulgeringsgradstest.

1) $A = 32 \text{ mg}$

$$B = 515 \text{ mg}$$

$$\text{EG} = 32 * 100 / (32 + 515) = 6\%$$

2) $A = 44 \text{ mg}$

$$B = 730 \text{ mg}$$

$$\text{EG} = 44 * 100 / (44 + 730) = 6\%$$

Man ser, at selv om den samlede oliemængde ændrer sig en smule, får man i denne forsøgsopstilling den samme emulgeringsgrad på 6%

4.6 Ny coalescerkonstruktion

Der blev nu konstrueret en ny coalescer.

Denne bestod af en rektangulær tank, der af en perforeret, lodret plade blev delt i et indløbskammer og et udløbskammer, konstrueret som en olieudskiller.

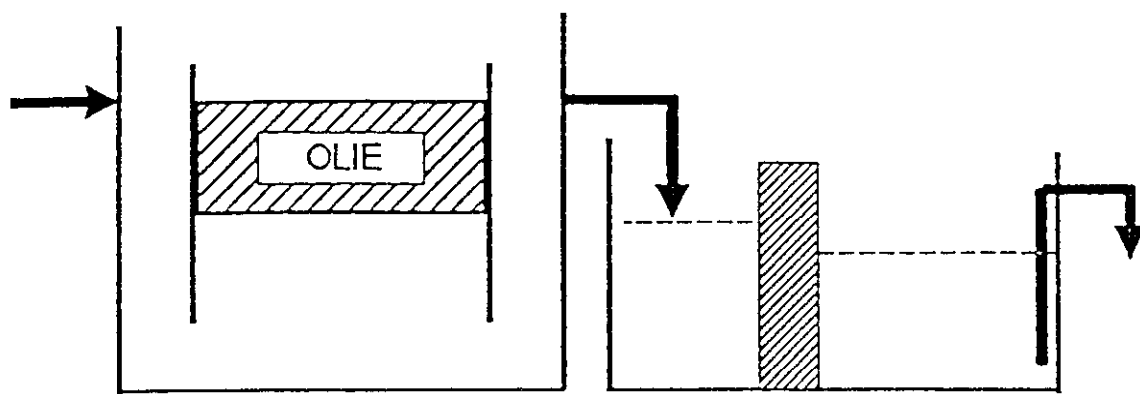
Coalescerpladen, der havde målene b*h: 50 * 80 cm, blev anbragt lodret i indløbskammeret,

således at vandtrykket pressede den mod den perforerede plade (pladen var ikke perforeret ud mod tankvæggene og sluttede tæt op mod disse), selv om pladen efterhånden ikke sluttede tæt mod væggene ville vandet alligevel ikke kunne løbe forbi.

Udløbet fra udskillerdelen var placeret helt i bunden, men var forsynet med et "niveaurør", således at væskestanden blev holdt nogenlunde midt i tanken.

Dette tillod en niveauforskel på op til 40 cm før overløb.

forsøgs opstilling med efterstillet coalescer



4.7 Standardudskiller, coalescerforsøg 2. serie

Olien blev tilsat og emulgeret v.h.a. en membran-doseringspumpe, der sugede en blanding af vand og olie ind og emulgerede denne i ventilkamrene.

Denne emulsion blev injiceret ind i vandledningen før indløbsarrangementet.

Som coalescermateriale blev stadig anvendt Rockwool type 46 kg/m³, tykkelse 100 mm.

Der blev taget prøver til analyse for mineralolie i indløbet til olieudskilleren, i indløbet til coalesceren og i udløbet fra coalesceren.

Vandflowet gennem systemet var 1.2 m³/time, svarende til ca. 1/10 af det flow som udskilleren er dimensioneret til.

				mineralolie				
fs nr	Dato	tids-punkt	tryk-tab cm vs	indløb udskil ppm	indløb coales ppm	udløb coales ppm	EG før udskill %	EG efter udskill. %
20	12/12	11:00	7	736	174	1	4	8
	12/12	16:20	10	896	403	1	10	24
	13/12	09:00	13	394	87	2	21	64
	13/12	15:00	15	1472	440	3	-	-
	14/12	11:40	17.5	2520	370	3	6	63
	14/12	16:00	18.5	1928	470	2	-	-
	15/12	12:20	23	1400	964	2	8	48

Forsøgsresultater, 1. coalescerforsøg, 2. serie

Forsøget afbrydes og Rockwool filteret udskiftes med et nyt af samme type. Derefter gentages forsøget med fuldstændig samme driftsbetingelser.

				mineralolie		
fs nr	Dato	tids- punkt	tryk- tab cm vs	indløb udskil ppm	indløb coales ppm	udløb coale ppm
21	05/01	16:00	10	-	-	-
	09/01	15:00	33	810	182	9
	10/01	7:15	41	stop	over-	løb

Forsøgsresultater, 2. coalescerforsøg, 2. serie

Endnu en gang udskiftes Rockwool pladen og forsøget gentages.

				mineralolie		
fs nr	Dato	tids- punkt	tryk- tab cm vs	indløb udskil ppm	indløb coales ppm	udløb coale ppm
22	11/01	15:00	10	204	92	5
	15/01	14:00	30	268	53	28

Forsøgsresultater, 3. coalescerforsøg, 2. serie

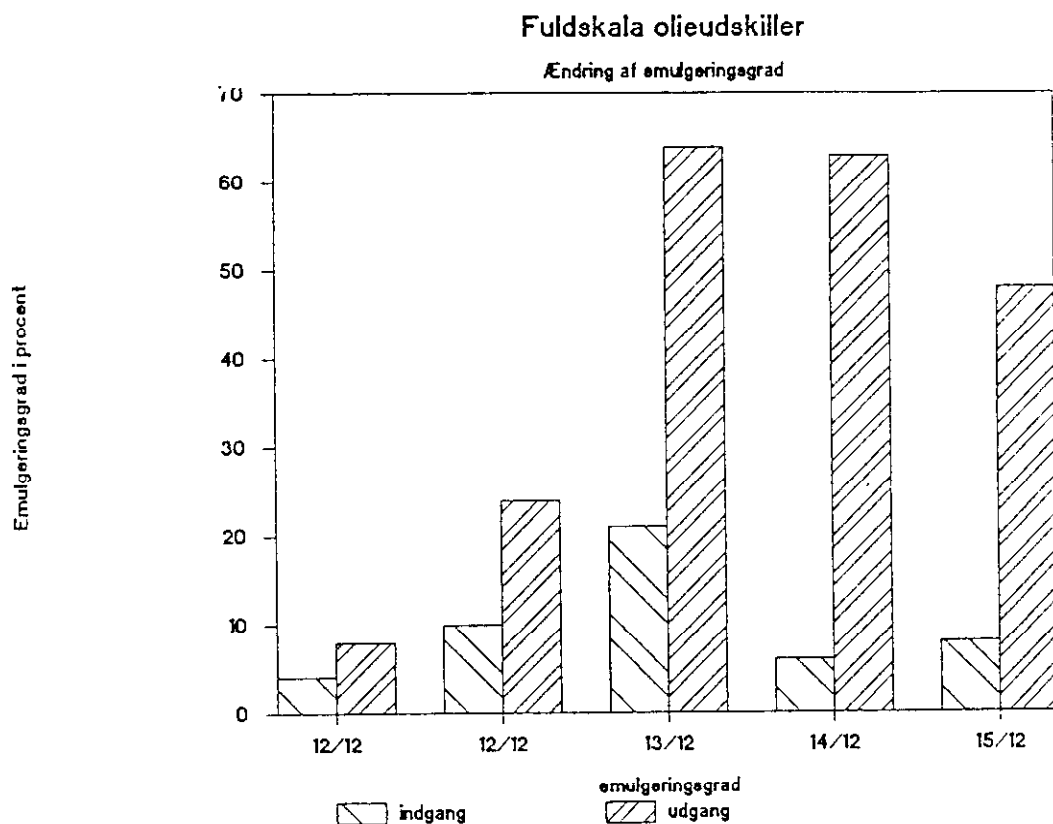
4.7.1

Evaluering af coalescerforsøg, 2. serie

Det fremgår, at denne coalescerkonstruktion fungerer bedre, yderligere er det en fordel at placere den efter olieudskilleren, så den ikke belastes med den let udskillelige del af olieindholdet.

Man bemærker, at med vidt forskellig oliemæssig belastning, hvor i alle tilfælde en stor del passerer gennem udskilleren, er olieindholdet i udløbet i alle tilfælde, på ét nær, under 10 ppm.

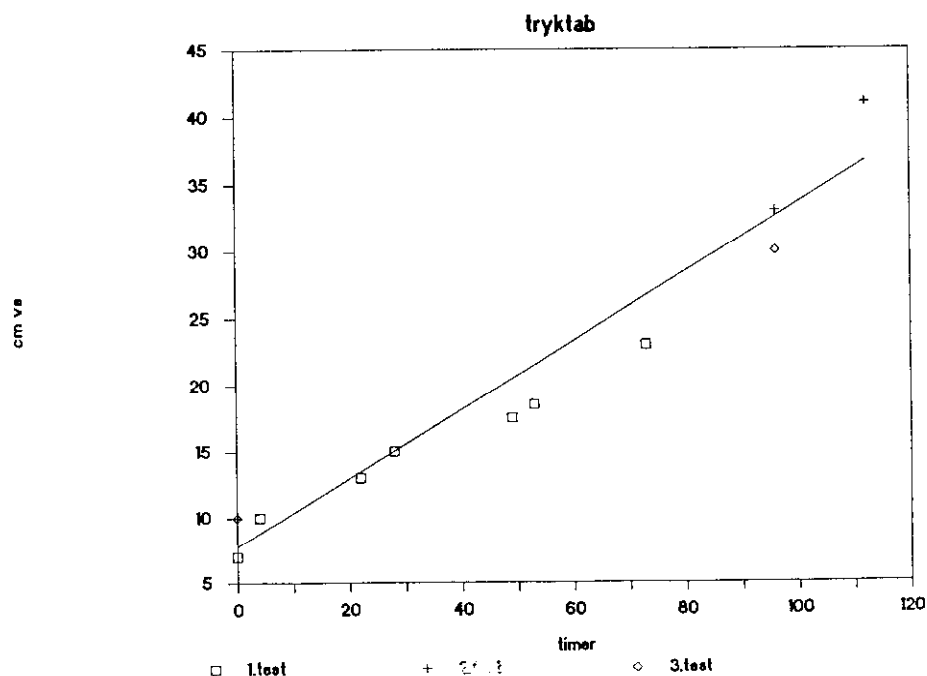
I de tilfælde hvor der lavet emulgeringsgradstest, ses at EG ved mekanisk emulgeret olie ligger på typisk 4 - 10% før olieudskilleren.



Man ser hvorledes olieudskilleren fjerner en del af den let udskillelige olie, således at emulgeringsgraden (EG) stiger kraftigt. Man ser yderligere (1. skema), at selv om emulgeringsgraden er lav, betyder dette ikke nødvendigvis, at olieudskilleren kan udskille olien i tilstrækkelig grad.

Det har vist sig at ved disse forsøg, at coalesceren efterhånden stopper til. Trykfaldet øgedes, indtil der ved ca. 41 cm's trykfald var overløb.

Efterstillet coalescer, fuld skala



Hvorvidt denne tilstopning ville blive total, hvis coalesceren var konstrueret således, at der ikke blev overløb ved dette beskedne trykfald, er svært at sige.

I dette tilfælde stoppede coalesceren ikke til p.g.a. partikler tilført vandfasen, men tilstopningen skyldtes muligvis affaldsprodukter af biologisk oprindelse, idet der observeredes en vis biologisk aktivitet i den 3 m³ vandtank, der benyttedes som udligningstank ved vandtilsætningen.

Da der udelukkende blev benyttet Rockwool som coalescermateriale, kan det heller ikke siges, om denne tilstopning var specifik for dette materiale, eller det også var sket, hvis der var benyttet f.eks. polypropylenvæv.

Umiddelbart lyder det som en funktion af fibertæthed og tykkelse, men er som sagt ikke påvist.

En af grundene til at afprøve Rockwool som coalescermateriale, var dette materiales tilgængelighed og prisbillighed, således at det var let og billigt, at skifte det ud.

I den sammenhæng må man så ikke glemme bortskaffelsen af evt. kasseret coalescermateriale, idet dette fra Kommunekemi's side vil blive betragtet som "olieholdigt, ikke pumpbart affald" til 3200 kr./ton i "løs vægt", (har man mulighed for at presse olie og vand ud af det, kan der muligvis blive tale om tilladelse til deponering på en kontrolleret losseplads).

4.8 Coalescerforsøg med laboratorieudskiller

Det er vanskeligt af rent praktiske årsager at gennemføre en stor mængde forsøg med detergenttilsætning i fuld skala.

Man vil for eksempel få problemer med en uacceptabel forurening af spildevandet fra forsøgsområdet under forsøget.

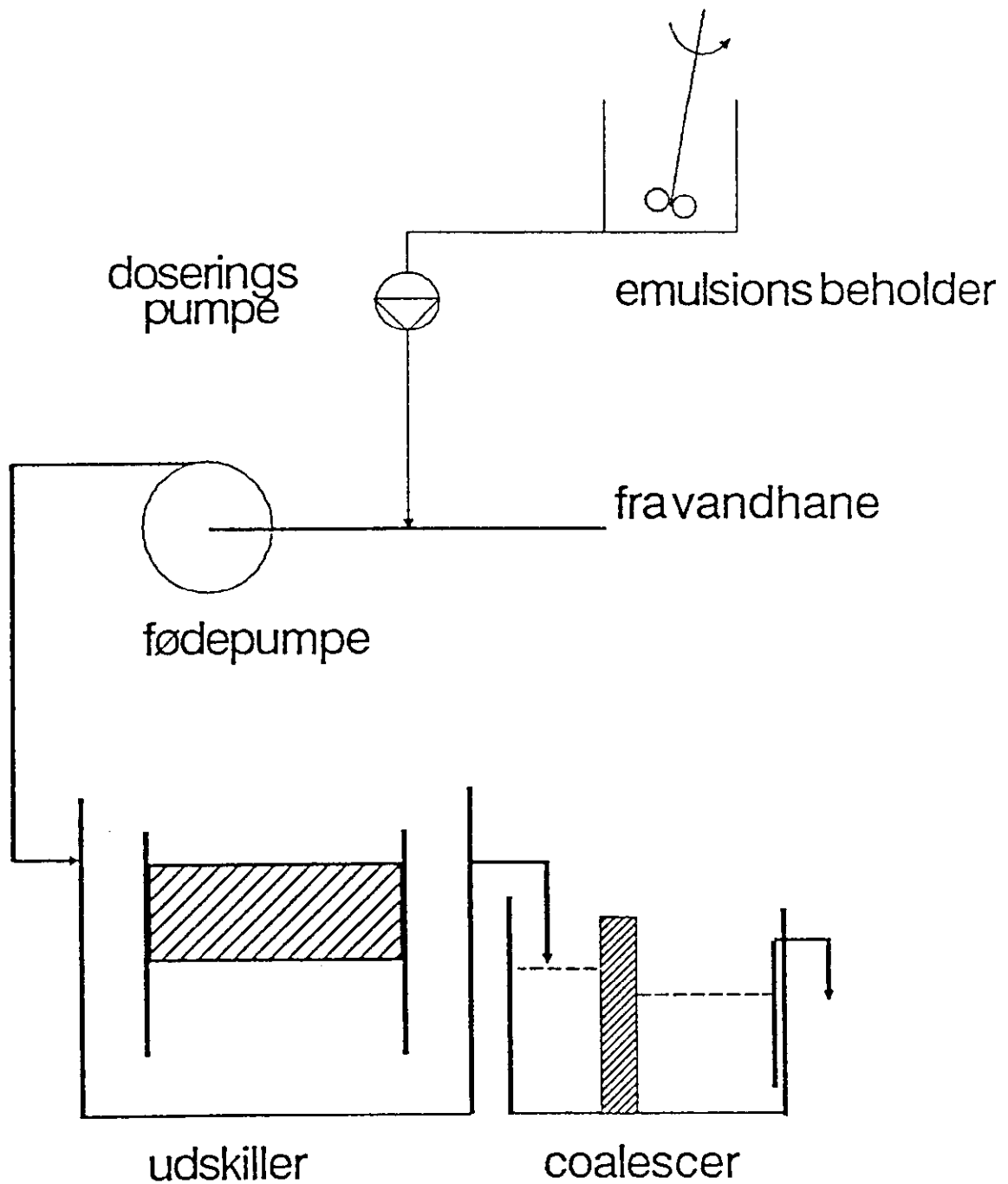
Derfor konstrueredes en mindre olieudskiller i laboratoriestørrelse, men efter de samme principper som en traditionel gravimetrisk udskiller.

4.8.1 Rockwool som coalescermateriale

Udskillelvolumet var ca. 70 l, og der monteredes en efterstillet coalescer.

Coalescerareal 24 * 46 cm², materiale: Rockwool type 46 kg, tykkelse: 50 mm

Laboratorie opstilling



Olieudskilleren belastedes med et flow på 200 l pr. time svarende til en opholdstid på ca. 20 minutter.

Der anvendtes en fast dosering af en rengøringsmiddel/olie-blanding, og der arbejdedes med aftagende koncentrationer af rengøringsmiddel i forhold til olie.

Olie og detergent blandedes i det ønskede forhold i en rørebeholder, og blev doseret ind i vandtilledningen ved hjælp af en membrando-seringspumpe.

Den egentlige emulgering skete i en lille centrifugalpumpe, der var indskudt i vandtilledningen lige før indløbet til udskilleren.

Det anvendte rengøringsmiddel var lige som i fuldskala forsøgene produktet "Kalkulin", der er et flydende alkalisk rengøringsmiddel som anbefales til overflader der er stærkt tilsmudsede med f.eks. olie.

Der er tale om korttidsforsøg, hvor vandprøverne udtages efter ca. 5 timers drift. I denne situation, hvor der er tale om detergent og olieblandinger, analyseres både for totalkulbrinte og for mineralolie i følge DS/R 209.

		mineralolie/total kulbrint		
fs nr	olie/det. forhold	indløb udskiller ppm/ppm	indløb coalesc. ppm/ppm	udløb. coalesc. ppm/ppm
23	5/1	2050/2190	1036/1144	474
24	20/1	2810/2980	376/400	24/26
25	100/1	1810/2000	420/508	16/15

Forsøgsresultater, korttidskørsel lab.udskiller, forsøg med detergent.

For at verificere resultaterne fra korttidsforsøgene, gennemførtes et forsøg over 50 timer. Der anvendes de samme forsøgsbetingelser som tidligere, der arbejdes med et flow på 200 ltr. vand pr. time og et rengøringsmiddel/olie-forhold på 1 til 20.

		mineralolie/total kulbrinte		
fs nr	tid timer fra start	indløb udskiller ppm/ppm	indløb coalesc. ppm/ppm	udløb coalesc ppm/ppm
28	0	1720/1850	424/504	25/27
	19	1550/1690	416/430	25/2
	28	780/900	882/984	19/24

Forsøgsresultater, langtidsforsøg, laboratorieudskiller,
forsøg med detergent

Emulgeringsgraden i indløbet til coalescertrinet er målt til 78%.

Der er også gennemført korttidsforsøg med systemet belastet med koldaffedtningsmiddel alene og dette koldaffedtningsmiddel i blanding med mineralolie.

Det anvendte koldaffedtningsmiddel var som i fuldskala forsøgene produktet "Petrosol miljø".

Også disse forsøg er kørt med et væskeflow på 200 ltr. pr. time.

		mineralolie/total kulbrinte		
fs nr	olie/kold affedt- ningsm.	indløb udskiller ppm/ppm	indløb coalesc. ppm/ppm	udløb coalesc ppm/ppm
26	2/1	2260/2260	482/514	46/51
27	ren kold- affedtn.	2036/2036	420/460	19/20

Forsøgsresultater, korttidsforsøg, laboratorieudskiller
forsøg med koldaffedtningsmiddel

4.8.2 Polypropylenvæv som coalescermateriale

For fuldstændighedens skyld blev laboratorieudskillerforsøgene afsluttet med en test af et andet coalescermateriale end Rockwool.

Det afprøvede materiale var en kommerciel coalescer, bestående af groft polypropylenvæv.

Coalescerelementet blev udført som en cylinder, hvor coalesceren, i form af en måtte, var rullet op om et perforeret indløbsrør.

Coalescermåttens dimensioner i oprullet stand var : diameter 20 cm, højde 35 cm, hvilket gav samme "gennemsnitsareal" som Rockwoolcoalesceren.

For sammenligningens skyld blev der kørt et forsøg med en blanding af olie og detergent 20/1, analogt med Rockwoolcoalescerforsøget.

Vandflow : 3 l/ min

tilstræbt olie/detergent dosering : 6 ml/ min

forsøg start d. 21/05-90 kl. 11.30

Analyser :

tidspkt.	indløb til olieudskiller mg/liter	indløb til coalescer mg/liter	udløb fra coalescer mg/liter
22/5 kl 8.20	3000	498	74
23/5 kl 15.00	3670	528	289

Det ses, at olieudskillerens effektivitet er sædvanlig dårlig ved tilstedeværelsen af detergent.

Efter 21 timers kørsel ses en vis omend ikke særlig god virkning af coalesceren, mens efter endnu 30 timer er virkningen kraftig forringet.

Begge analyser viser en markant dårligere virkning af dette coalescermateriale overfor olie/detergent end Rockwool.

4.8.3 Diskussion af laboratorieudskillerforsøg

Formålet med disse forsøg var at undersøge en coalescers virkning overfor spildevand, der ud over olie indeholder detergenter.

Det ser ud som om Rockwool filteret har en udmærket effekt over for olieemulsioner, der er stabiliseret med lave koncentrationer af rengøringsmiddel.

Selvom olieudskilleren belastes med en stabiliseret emulsion, som meget dårligt udskilles, (effektiviteten af den traditionelle udskiller er i de fleste tilfælde mindre end 75%) virker coalescertrinet meget effektivt.

Det ser dog ud, som om der er en overgrænse for indholdet af rengøringsmiddel.

I forbindelse med det her anvendte rengøringsmiddel ser det ud som om en rengøringsmiddel-mængde på 20% af oliemængden (svarende til en koncentration af rengøringsmiddel på ca. 4 gram pr. liter) bevirker at emulsionen er stabiliseret i en sådan grad, at coalescerens virkning bryder sammen.

Ud over Rockwool blev også groft polypropylen-væv afprøvet som coalescermateriale i denne forsøgsrække.

De relativt få forsøg, der blev kørt med dette materiale, viste dog en markant dårligere virkning overfor en olie/detergentblanding end Rockwool.

Polypropylencoalescerens virkningen overfor en ikke detergentstabiliseret olieemulsion, kan der ikke siges noget om allene ud fra disse forsøg.

Også over for koldaffedtningsmiddel forurenat spildevand ser Rockwoolcoalesceren ud til at have en god effekt, hvilket er overraskende, da jo netop spildevand med indhold af koldaffedtningsmidler er kendt for at være yderst vanskeligt at rense i en gravimetrisk olieudskiller.

Som det nu er demonstreret flere gange, ser vi at disse typer spildevand med koldaffedtningsmidler og detergentstabiliseret emulsion er yderst vanskelige at udskille i en traditionel gravimetrisk udskiller.

Der er ikke gjort nogen forsøg på at sammenligne forskellige rengøringsmidler med hensyn til deres evne til at lave "selvspaltende emulsioner", idet dette dels skønnes at ligge uden for dette projekts rammer, og dels fordi dette begreb har en noget begrænset relevans i praktisk sammenhæng.

Man kan groft set sige, at en hurtig spaltning af en detergentstabiliseret olieemulsion er betinget af detergentblandings ringe evne til at stabilisere en emulsionen, og man må forvente at et rengøringsmiddel med en ringe evne til at stabilisere en emulsion, alt andet lige også er dårligere til at gøre rent.

Det vil sige, at hvis man skifter til et rengøringsmiddel med en mindre kraftig tensidblanding, er man nødt til, for at opnå den samme rengøringsstandard, enten at anvende mere rengøringsmiddel eller væsentlig kraftigere mekanisk bearbejdning.

Hvis man anvender enten mere rengøringsmiddel eller kraftigere bearbejdning skabes en kraftig emulsion, hvorfor man kan risikere at være lige vidt.

5. Alternative metoder

Under visse omstændigheder er gravimetriske udskillere på trods af anvendelse af coalescer-filtre m.m langt fra tilstrækkelige.

Hvis olie og vand har været udsat for en voldsom mekanisk bearbejdning, og/eller er tilsat store mængder detergent/emulgator, dannes der så stabile emulsioner, at gravimetrisk udskilning ikke er mulig, hverken med eller uden hjælp.

5.1 Brydning af emulsioner

Til brydning af sådanne emulsioner findes forskellige metoder.

En traditionelt brugt metode er syretilsætning, idet en sænkning af pH til 1-2 vil medføre en spontan udskillelse af olie fra visse emulsioner.

Denne metode er dog kun virksom overfor emulsioner, der er stabiliseret af anioniske emulgatorsystemer, idet nonioniske- eller kationiske systemer næsten ikke påvirkes af pH ændring.

En anden metode er tilsætning af demulgatorer.

Disse findes i stofgrupper, der beslægtet med emulgatorerne.

Om deres virkning kan siges, at den som regel er specifik for specielle emulgatorsystemer og koncentrationer.

Ved anvendelse af en demulgator kan man være heldig at se en fremragende virkning overfor én emulsion, men næsten ingen overfor en anden.

Ved overdosering kan en demulgator virke helt modsat, således at problemet forværres.

Sidst, men ikke mindst er demulgatorer relativt kostbare, da de som regel skal anvendes i ikke ubetydelige koncentrationer.

5.2 Fældning

Ved de førnævnte metoder bringes olien til at skille ud, hvorefter den fjernes i en gravimetrisk udskiller.

Ved fældning adsorberes olien på/i partikler, der enten tilsættes som et fast stof, eller fremstilles til lejligheden, ved en udfældning.

Til den førstnævnte kategori, kan anvendes mineralet bentonit, der ved udrøring i vand kvælder op til partikler med en meget stor overflade pr. vægtenhed, og som har en fremragende adsorptionsevne overfor mange organiske stoffer, herunder mineralolie.

Ved den anden kategori kan f.eks. anvendes Aluminiumsulfat.

Tilsættes en Aluminiumsulfatopløsning til en vandfase med neutral eller basisk reaktion, vil der spontant udfældes Aluminiumhydroxyd i form af voluminøse, geleagtige partikler, der ligeledes har en fremragende adsorptionsevne, ikke mindst overfor mineralolie.

Når man fjerner disse partikler fjerner man også olien.

Partiklerne fjernes enten ved sedimentation eller flotation, hvor sedimentation kræver det simpleste apparatur.

Det herved fremkomne slam kan evt. afvandes på en filterpresse, og bortskaffes som kemikalieaffald.

Disse fældnings/adsorptions metoder er videreudviklet af forskellige "hardware-leverandører", der tilbyder færdige systemer.

Systemerne består dels af apparatur: doseringsanordning, reaktor/fældningstank og båndfilter, dels af et program af fældningsmidler af varierende sammensætning (formodentlig indeholdende både bentonit og aluminiumsulfat).

5.3 Ultrafiltrering

En nyere metode til rensning af olieholdigt spildevand er anvendelsen af membran teknologi, fortrinsvis ultrafiltrering.

Ved denne teknik er den aktive komponent en såkaldt semipermeabel membran, d.v.s. en folie, der er gennemtrængelig for små molekyler (Ultrafiltrering), og uigennemtrængelig for store molekyler.

Metoden anvendes til opkoncentrering af opløste proteinstoffer, såsom enzymer o.lign. men kan altså også anvendes til tilbageholdelse af olie.

Godt nok er mineraloliemolekyler ikke store nok til at kunne tilbageholdes af en UF-membran, men da olie er meget lidt opløseligt i vand, vil "oliemolekyler" ikke forekomme enkeltvis, men kun som olieemulsionsdråber, og disse tilbageholdes.

Man kan således ved denne metode fjerne emulsioner lige så komplet, som ved ovenbeskrevne adsorption/fældning.

Ultrafiltreringsmembraner kan helt lukkes til af fri olie som lægger sig som en hinde på membranoverfladen, så skal man fjerne emulgeret olie ved hjælp af UF, er det nødvendigt først at have fjernet en evt. fri oliefase f.eks. i en alm. gravimetrisk olieudskiller.

Membranfiltrering til rensning af olieholdigt spildevand har dog nogle ulemper.

Til forskel fra gravimetriske olieudskillere er der her tale om aktive komponenter, der kræver et vist tilsyn, uanset automatiseringsgraden.

Ved anskaffelsen af sådant apparatur, er der tale om relativt store investeringssummer, og ydermere medfølger betydelige driftsomkostninger.

6. Økonomibetrægtninger

Der skal i det følgende antydes nogle omkostninger for de to typer apparatur.

Som basis betragtes en spildevandsstrøm på 1000 l i timen.

6.1 Fældningsapparatur

For udstyr til aut. dosering, fældning og frafiltrering i denne størrelsesorden vil investeringen være omkring

kr. 200.000,00.

Driftsomkostningerne vil bestå af:

- 1) energiudgifter
- 2) udgift til fældningsmiddel
- 3) udgift til bortskaffelse af slam.

Ad 1) Energiforbruget til denne proces er ret beskedent (ca. $< 0.5 \text{ kwh/h}$)
d.v.s.: $< 0.5 \text{ kr./m}^3$

Ad 2) Fældningsmiddeltilsætningen er afhængig af, hvor belastet spildevandet er, men vil hyppigt ligge i intervallet 0.1-0.5%.

Anslås en kg-pris på kr. 20, vil fældningsmiddeludgiften/ m^3 blive: 20 - 100 kr./m^3

Ad 3) 1 kg fældningsmiddel vil udvikle ca. 5 kg slam efter filtrering over båndfilter.
D.v.s. slamudviklingen vil ved ovennævnte forbrug være: 5 - 25 kg/m^3 .

Afleveringsafgiften for ikke pumpbart olieholdigt affald hos Kommunekemi er pt: 3200 kr./ton, hvilket medfører en afgift på: 15 -75 kr./m^3 .

Alt i alt vil driftsudgifterne ved fældning af olie fra olieholdigt spildevand beløbe sig til:

35 - 175 kr./m^3 behandlet spildevand, (arbejdsløn ikke medregnet).

6.2 Ultrafiltrering

Investeringssummen for et anlæg til denne spildevandsmængde (indeholdende 15 -20 m² membranareal), kan anslås til:

kr. 250.000 - 300.000

Driftsomkostningerne ved ultrafiltrering består af:

- 1) energiforbrug
- 2) udskiftning af membraner
- 3) rengøringskemikalier
- 4) bortskaffelse af koncentrat.

Ad 1) Energiforbruget ved ultrafiltrering er til dels afhængig af anlæggets opbygning, men et nøgletal på 5 kWh/m³ er realistisk, hvilket vil sige: ca. 5 kr./m³.

Ad 2) Udskiftning af membraner er som regel en kostbar affære, udskiftningsfrekvensen er således altafgørende for driftsomkostningernes størrelse.

Hvis et sådant anlæg anslås at køre 60 timer om ugen, ca. 45 uger om året, kan man forvente en membranlevetid på 3 år.

Udgift for et komplet membranskift anslås til 70-100.000 kr.

Dette vil medføre en udgift på: 8 - 13 kr./m³.

Ad 3) Rengøringshyppigheden er afhængig af, hvor belastet spildevandet er, men udgiften til rengøringskemikalier vurderes højst at være: 1 kr./m³.

Ad 4) Den olie, der renses ud af vandet, opføres i det såkaldte koncentrat. Der kan bestå af op til 40% olie.

Dette koncentrat bortskaffes til Kommunekemi, som "andet pumpbart olieaffald".

Afleveringsafgiften for dette er kr. 950/ton med en godtgørelse for olieindhold på 11.5 kr. pr. % olie pr. ton, hvilket vil sige en afgift for det pågældende koncentrat på kr. 500 - 950 pr. ton.

Afhængigt af spildevandets sammensætning, vil bortskaffelsesafgiften blive: ca. 1 kr./ton behandlet spildevand.

Samlet driftsudgift for ultrafiltrering (arbejdskraft stadig ikke medregnet):

15 - 20 kr./m³

6.3 Konklusion af økonomibetragtninger

Sammenligner man økonomien mellem dels traditionelle olieudskillere, dels de mere avancerede metoder så som fældning/ultrafiltrering, er der ingen tvivl om, at kan man overholde sine spildevandskrav ved evt. at tilføje en coalescer til en traditionel olieudskiller, bør man gøre det.

Driftsudgifterne er langt større ved disse metoder, (driftsomkostningerne ved en alm. udskiller er ganske små, idet de kun omfatter tømning af oliereservoiret, hvilket normalt sker sjældent).

Er man nødt til at benytte sig af mere effektive metoder, er ultrafiltrering umiddelbart mest "lønsomt".

Selv om anlægsomkostningerne er større end for fældningsanlæggene, er driftsomkostningerne markant mindre, også hvis membranerne skal skiftes allerede efter 1-2 år er driftsomkostningerne mindre ved ultrafiltrering end ved fældning.

7. Forsøg med coalescere i praksis

7.1 Grundvandsforurening

Foranlediget af en større olieudslivning fra et olielager i Ålborg, blev der etableret grundvandsboringer, med det formål dels at sænke grundvandsstanden lokalt for at hindre udbredelse af olien langs grundvandsspejlet, dels at pumpe olien op igen.

Det oppumpede vand blev via nogle store olieudskillere ledt ud i Limfjorden.

Olien blev opbevaret i en skillebeholder, hvorfra vandfasen blev udtappet manuelt.

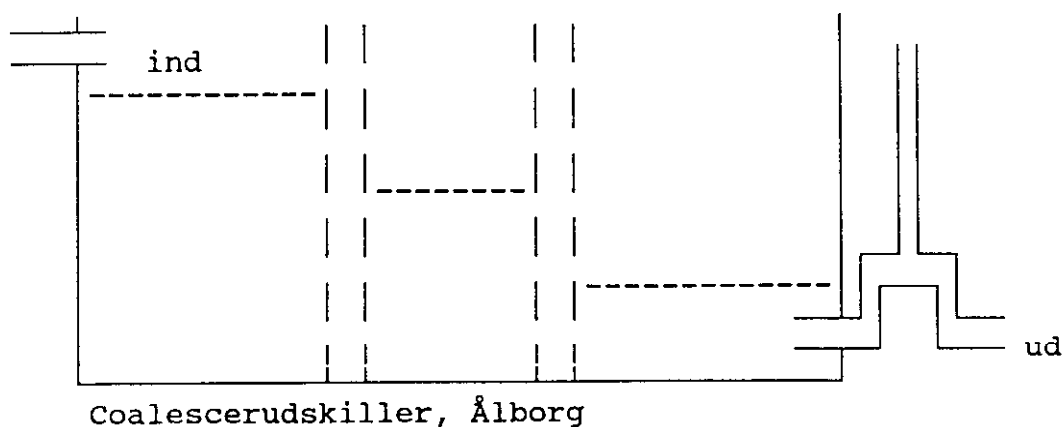
Ved passage gennem grundvandspumperne blev evt. olie emulgeret i vandfasen, og havde svært ved at skille kvantitativt ud i udskillerne.

Der blev fremstillet "coalescerudskillere" af nogenlunde samme opbygning, som den der blev anvendt i forsøgene i laboratoriet som er beskrevet i afsnit 4.7.

Som coalescermateriale blev også her anvendt Rockwool.

Der var dog to adskilte coalescerplader med et mellemliggende rum.

Pladen nærmest indløbet virkede dog nærmest som et slamfang, idet vandet indeholdt kalkpartikler fra undergrunden (kridt), pladen stoppede derfor hurtigt til.



Gennem en periode blev oliekoncentrationen målt i indløb og udløb fra en af udskillerne og i et enkelt tilfælde blev emulgeringsgraden bestemt.

tidspkt.	min.olie indløb ppm	min.olie udløb ppm	emulg.grad %
08.09.89		6.07	
19.09.89		4.23	
26.09.89	77.87	3.95	
04.10.89	18.67	4.45	
10.10.89		7.72	
17.10.89		14.41	
26.10.89		10.80	
27.11.89	2.44	2.00	45.7

Måleresultater, coalescerudskiller Ålborg

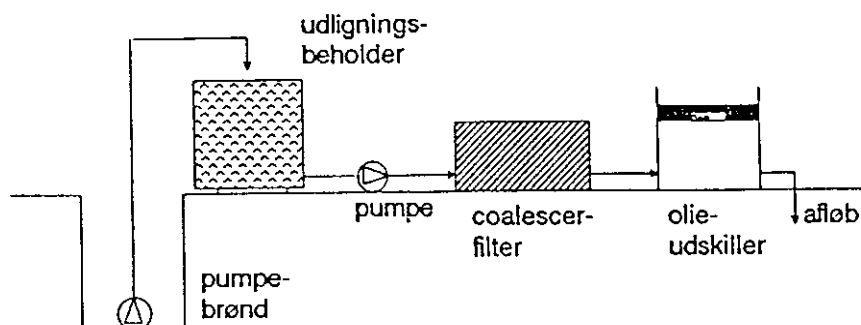
7.2 Undervognsbehandling

Olieindholdet i spildevand fra undervognsbehandling kan være meget højt, og olien i spildevandet er meget vanskeligt at udskille i en traditionel gravimetrisk olieudskiller. Vanskelighederne med at udskille olien skyldes også her at olien er meget findispergeret i vandfasen og at oliedråberne desuden er stabiliseret med kraftigt virkende rengøringsmidler.

Forsøg i laboratoriet har vist at en gravimetrisk udskiller under forudsætning af et begrænset sæbeforbrug kan effektiviseres ved anvendelse af coalescerfilter af Rockwool.

For at afprøve processen i praksis monteredes en forsøgsopstilling efter følgende princip:

Rensning af vand fra undervognsbehandling



Fra en pumpebrønd pumpes vandet op i en 3 m³ udligningsbeholder. Fra udligningsbeholderen pumpes vandet via et coalescensfilter til en gravimetrisk olieudskiller placeret umiddelbart i forlængelse af coalescensfilteret. Efter passagen af denne udskiller ledes spildevandet til den eksisterende udskiller i jorden.

Coalescensfilteret består af 4 stk. 50 x 50 cm Rockwool bats placeret på højkant efter hinanden i en metalbeholder. Efter passagen af coalescensfilteret løber vandet til en olieudskiller med et volumen på 800 liter.

Der udtages spildevandsprøver til bestemmelse af indholdet af mineralolie på tre tilfældigt valgte forsøgsdage med ca. en måneds mellemrum.

Ved den første prøvetagning var flowet gennem filteret ca. 5 m³ pr. time. Ved de sidste to prøvetagninger var pumpen før filteret afmonteret og flowet dermed reduceret til ca. 1 m³ pr. time.

Dag	mineralolie i indløb til filter mg/ltr	mineralolie efter første udskiller mg/ltr	mineralolie efter udskiller i jorden mg/ltr
1	530	160	-
2	500	80	-
3	890	590	810

Sæbeforbruget på virksomheden er meget højt. Alle bilerne bliver efter den egentlige undervognsbehandling afvasket med højtryksrenser under anvendelse af kraftige rengøringsmidler. Desuden pålægges bilerne inden påføring af undervognsbehandlingsolien et lag sæbelignende stof, som skal forhindre at undervognsolien sætter sig fast på lak og andre uhensigtsmæssige steder.

Der anvendes ikke koldaffedtningsmidler til rengøring af bilerne men kun vandbaserede rengøringsmidler.

Bemærkelsesværdigt ved analyseresultaterne er især, at der i udløbet fra den sidste udskiller er målt højere koncentration af olie end i udløbet fra udskilleren efter coalescerfilteret.

Dette kan skyldes enten, at der er en tidsmæssig forsinkelse i systemet, således at de tre prøver ikke repræsenterer samme spildevand,

eller det kan skyldes, at detergentindholdet i spildevandet er så stor, at allerede opsamlet olie i udskilleren udvaskes.

7.3 Konklusion af afprøvning i praksis

I forbindelse med ikke detergentholdigt spildevand som f.eks. i Ålborg har coalescensfiltre fremstillet af Rockwool en yderst gunstig virkning på udskillelsen af olie.

I forbindelse med rensning af stærkt detergentholdigt spildevand, som man ser det i forbindelse med undervognsbehandling, har coalescensfiltret i visse tilfælde en gunstig virkning. Det er imidlertid ikke muligt ved denne teknik at rense denne type spildevand til så lavt niveau, at det kan udledes under overholdelse af de kravværdier, som oftest stilles af danske kommuner ved tilledning af olieholdigt spildevand til kloaknet.

Selvom laboratorieforsøg har vist at Rockwool filteret også har en gunstig effekt ved emulsioner, der til en vis grad er stabiliseret med detergenter, må konklusionen være, at ved spildevand fra undervognsbehandling, hvor detergentindholdet er meget højt, vil en gravimetrisk udskiller efterfulgt af en coalescensudskiller ikke være tilstrækkelig effektiv, men man vil være nødsaget til at anvende en af de mere avancerede (og langt dyrere) metoder, som er beskrevet i afsnit 5 og 6.

Man skal være opmærksom på, at selvom et coalescensfilter af Rockwool er relativt effektivt og billigt, kan der let opstå problemer med mekanisk tilstoppelse af filteret, som så skal udskiftes.

Udskiftningshyppigheden er naturligvis afhængig af hvilken spildevandstype, der er tale om, men man kan nemt risikere, at filteret skal udskiftes f.eks. en gang om måneden eller oftere.

8. Konklusion

- En traditionel gravimetrisk olieudskiller har en ringe effekt over olieholdigt spildevand med enten mekanisk eller rengøringsmiddel stabiliserede emulsioner. Effektiviteten kan være så lav som 50% eller mindre.
- En olieudskiller som er VA-godkendt tilbageholder mindst 97% af den tilladte olie i forbindelse med en DIN 1999 test. Testbetingelserne kan imidlertid sjældent sammenlignes med de virkelige forhold i industrien, og man kan derfor næsten aldrig regne med en tilbageholdelse på 97% under realistiske vilkår.
- Ved tilledning af koldaffedtningsmidler til en olieudskiller må man regne med at effektiviteten af udskilleren bliver meget ringe, og at kommunernes krav til maksimalt acceptabelt olie i afløbet vil blive overskredet.
Da der sælges i størrelsesordenen 2 mill. liter koldaffedtningsmiddel pr. år, må problemet forventes at være væsentligt.
- Et coalescerfilter fremstillet af mineraluld er effektivt til at fjerne olieemulsion under forudsætning af at detergentindholdet er moderat.
Ulempen ved filteret er at det relativt hurtigt tilstoppes og skal udskiftes.
- Ultrafiltrering er en effektiv og efterhånden velafprøvet teknologi at tage i anvendelse, hvor olieemulsionen er stabiliseret i en sådan grad, at coalescerfiltre ikke kan bruges.

9. Anbefalinger

Olieholdigt spildevand kan være meget forskellig fra virksomhed til virksomhed og der er meget stor forskel på hvor kraftigt mekanisk olie-vand blandingen er behandlet og i hvor høj grad den er kemisk stabiliseret.

Disse forhold har afgørende betydning for hvorledes spildevandet kan renses.

På trods af disse forskelligheder må man generelt anbefale følgende i forbindelse med olieholdigt spildevand:

- 1) Ved anvendelse af koldaffedtningsmidler bør spildevandet ikke udledes via en traditionel gravimetrisk olieudskiller. Hvis anvendelsen af koldaffedtningsmidler af tekniske årsager ikke kan undgås, skal hele spildevandsmængden opsamles og bortkøres, eller der må etableres en særlig og veldokumenteret rensning. Man skal være opmærksom på at visse leverandører af koldaffedtningsmidler i brugsanvisningen skriver at midlet må udledes via godkendt olieudskiller. Resultaterne i dette projekt viser tydeligt at en sådan udledning er uacceptabel.
- 2) Hvis en olieudskiller skal tilledes olieholdigt spildevand hvor olien er mekanisk og/eller kemisk stabiliseret (der anvendes sæbe) bør den overdimensioneres kraftigt i forhold til DIN 1999 normen og i forhold til kapacitetsangivelsen i VA-kodkendelsen. Der bør vælges en udskiller der er VA-godkendt til et flow mindst 10 gange over det aktuelle flow, og alligevel kan man ikke være sikker på at et udløbskrav på f.eks. 50 mg mineralolie pr liter vand vil kunne overholdes.
- 3) Anvendelse af coalescerfilter øger i de fleste tilfælde udskillelsesgraden, og det bør derfor overvejes om ikke et coalescerfilter skal benyttes i forbindelse med alle nye-tablerede udskillere.
- 4) Man skal være opmærksom på, at udløbskrav under 50 mg/liter sjældent vil kunne overholdes under anvendelse af selv de mest effektive gravimetriske olieudskillere. Der skal derfor være tungtvejende miljømæssige årsager til at stille et mere restriktivt krav end 50 mg mineralolie pr. liter ved tilledning af olieholdigt spildevand til offentlig kloak. Ved anvisning af koncentrationskrav, bør disse suppleres med transportkrav, så den totale udledning er fastlagt.

Referenceliste

- (1) Jørn Bødker
Rensning af spildevand med emulgeret olie.
Projektrapport, Teknologisk Institut 1986.
- (2) E. Bahl Andersen, Erling Holm
Udskillerteori, del af kompendium vedr. kursus i olieholdigt spildevand
Teknologisk Institut 1983.
- (3) D.J. Shaw
Introduction to Colloid and Surface Chemistry Butterworths 1968
- (4) W.M. Langdon, P.P. Naik, D.T. Wasan
Separation of Oil Dispersions from Water by Fibrous Bed Coalescence.
Environmental Science & Technology, vol 6, nb 10, 1972, p. 905
- (5) W. Jarre, M. Marx, R. Wurmb
Polyurethanschäume mit hohem Ölabsorptionsvermögen.
Die Angewandte Makromolekulare Chemie 78, 1979, p. 67
- (6) J. Mittleman, V. DiNenna
Oil/Water Separator for Deballasting Applications
OCEANS '77, 28B-1
- (7) A. Gollan, D.H. Fruman
A Filter Coalescer Device for OIL-Water Separation.
Paper from Sixth Annual Offshore Technology Conference 6-8/05 1974 Houston USA
- (8) J. Hupca
The Role of Diluent in Oily Waste Water Treatment in Bed Coalescers
Pawowsky et al 1984, p. 269
- (9) W.P. Brown, M.M. Ghosh
Removal of Oil From Aqueous Emulsions By Autocoacervation
and Coalescence in Carbon-Metal Granular Beds Eng. Bull. Purdue Univ. 1974 vol. 145, p. 357

- (10) DIN 1999, teil 3
Abscheider für Leichtflüssigkeiten -
Benzinabscheider,
Heizölabscheider. Prüfungen. September
1978.
- (11) DIN 38409 teil 19
Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrös-
sen (Gruppe H).
Februar 1986.

Registreringsblad

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

Serietitel, nr.:

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen, nr. 12

Udgivelsesår: 1990

Titel:

Effektivisering af olieudskillere

Undertitel:

Forfatter(e):

Bødker, Jørn; Hansen, Ib K.

Udførende institution(er):

Vandrensningsrådet (spons); Teknologirådet (spons); Dansk Teknologisk Institut. Miljøteknik

Resumé:

Gravimetrisk olieudskilleres effekt over for olieholdigt spildevand kan være meget lav, især hvis vandet er kraftigt mekanisk behandlet eller iblandet rengøringsmidler. Koldaffedtningsmidler gør udskilleren ineffektiv, og kommunernes krav til maksimalt acceptabelt olie i afløbet kan ikke overholdes. Problemet er væsentligt, da der sælges ca. 2 millioner liter koldaffedtningsmiddel om året.

Kan brugen heraf ikke undgås, bør hele spildevandsmængden opsamles og bortkøres, eller en særlig og veldokumenteret rensning etableres.

Emneord:

spildevand; rensning; filtre; olie; overfladeaktive stoffer; mekaniske metoder; standarder

ISBN: 87-503-8775-8

Pris (inkl. 22% moms): 90,- kr.

Format: A4

Sideantal: 80

Md./år for redaktionens afslutning: marts 1990

Oplag: 400

Andre oplysninger:

Tryk: Scantryk, København

Trykt på miljøpapir

Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen

- Nr. 1 : Proces- og funktionsgarantier samt rådgiveransvar
- Nr. 2 : Fagligt indhold af renseanlæggets driftsdatabase
- Nr. 3 : Datagrundlag for dimensionering af renseanlæg
- Nr. 4 : Bestemmelse af belastningen fra regnvandsbetingede udløb
- Nr. 5 : Lavteknologisk spildevandsrensning i danske landsbyer
- Nr. 6 : Kvalitetsstyring af afløbsprojekter
- Nr. 7 : Rodzoneforsøgsanlæg
- Nr. 8 : Spildevandsrensning i rodzoneanlæg
- Nr. 9 : Kompostering af spildevandsslam med andet organisk affald
- Nr. 10 : Fjernelse af tungmetaller fra spildevandsslam
- Nr. 11 : Udledning af industrispildevand til renseanlæg
- Nr. 12 : Effektivisering af olieudskillere
- Nr. 13 : Udarbejdelse af fornyelsesplaner for afløbssystemer
- Nr. 14 : Energi til renseanlæg
- Nr. 15 : Økonomi ved rensning af industrispildevand i renseanlæg
- Nr. 16 : Septiktanke
- Nr. 17 : Fjernelse af kvælstof fra rejektvand

Effektivisering af olieudskillere

Gravimetriske olieudskilleres effekt over for olieholdigt spildevand kan være meget lav, især hvis vandet er kraftigt mekanisk behandlet eller iblandet rengøringsmidler. Koldaffedtningsmidler gør udskilleren ineffektiv, og kommunernes krav til maksimalt acceptabelt olie i afløbet kan ikke overholdes. Problemet er væsentligt, da der sælges ca. 2 millioner liter koldaffedtningsmiddel om året. Kan brugen heraf ikke undgås, bør hele spildevandsmængden opsamles og bortkøres, eller en særlig og veldokumenteret rensning etableres.



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

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

Pris kr. 90,- inkl. 22% moms

ISBN nr. 87-503-8775-8