

# Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen

Nr. 60 1993

**CFC-frie tekstilrensekoncepter -  
kulbrinter erstatter CFC113**

# Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 60 1993

## CFC-frie tekstilrensekoncepter - kulbrinter erstatter CFC113

John Hansen,  
Dansk Teknologisk Institut. Beklædnings- og Textilinstituttet  
Jan Holmegaard Hansen, COWiconsult A/S

MILJØSTYRELSEN  
BIBLIOTEKET  
Strandgade 29  
1401 København K

# Indhold

0 Resumé og konklusioner	4
English Summary	6
1 Indledning og baggrund	7
2 Kulbrinter	8
2.1 Tekniske forhold	8
2.2 Økonomiske forhold	10
2.3 Brandtekniske forhold	10
2.4 Miljøforhold	11
2.5 Arbejds miljøforhold	11
3 Vådrens	14
4 HCFC- og HFC-er	15
5 anbefalinger	17
6 Referencer	18

## Bilagliste

1. MSG's Swiss Clean HC-sol koncept
2. SAAL's Satec/Tosei KWL koncept
3. Besøgsrapport fra Forschungsinstitut Hohenstein
4. Orienterende arbejdspladsmålinger
5. Electrolux/Wascators vådrengkoncept besigtiget hos renseriet Kymi ved Ålborg
6. Resultater af prøveindsamlinger

# 0 Resumé og konklusioner

I projektet, der er en opfølgning på et litteraturstudie, er praktisk anvendelse af alternative tekstilrensekoncepter beset og vurderet.

Studieturen omfattede besigtigelse af kulbrintekoncepterne og vådrens. Desuden er det tyske forskningsinstitut Hohenstein besøgt.

Det fremgår af rapporten for projektet, at der ikke vurderes at være rensetekniske problemer med at erstatte CFC-113 med kulbrinter som fremtidig renevæske. Erfaringerne fra især Tyskland og Norge viser, at ca. 95% af de F-mærkede varer og en del af de varer, som traditionelt er renses i perchlorethylen (PER), kan renses fuldt tilfredsstillende i kulbrintesystemer.

Den største barriere mod skift til kulbrinter er utvivlsomt, at disse systemer med det eksisterende prisniveau er betydeligt investeringstunge i forhold til langt hovedparten af danske renserier. De relativt få større danske renserier vil have lettere ved at kunne investere i et kulbrintesystem.

Der vurderes ikke ud fra de modtagne oplysninger at være betænkelige miljømæssige forhold ved anvendelse af kulbrinter. I følge maskinleverandørerne er der heller ikke brandtekniske problemer med stoffernes anvendelse i Tyskland.

Der må forventes en psykologisk modvilje fra rensesfolk mod kulbrinterne, fordi de moderne renevæsker har flere lighedspunkter med "gammeldags" mineralsk terpentin. Hvorvidt de nye renevæsker fordamper vanskeligere end traditionel mineralsk terpentin, har det ikke været muligt at dokumentere i dette projekt. Orienterende målinger foretaget ved besøgene i Tyskland tyder dog på, at kulbrintekonzentrationerne i arbejdsluften er relativt lave.

En umiddelbar gennemgang af de toksikologiske data for de nye renevæsker giver ikke mulighed for at foreslå en grænseværdi.

Inden accept søges opnået hos arbejdsmiljømyndighederne og blandt rensesfolk, anbefales det at etablere dokumentationsmateriale, der især belyser kulbrinternes fordampningsforhold samt stoffernes påvirkning af hud og nervesystem.

Arbejdsmiljøforholdene vil mest hensigtsmæssigt kunne undersøges og vurderes sammen med de driftsmæssige forhold i et kortvarigt demonstrationsprojekt hos én af de mange "rene" F-renserier.

Overgangsstofferne af HCFC-typen vurderes ikke at have de store muligheder for danske renserier, idet den markeds-mæssige levetid kun kan blive meget kort.

Blandt leverandører af renevæsker omtales hollandske forsøg med et HFC-produkt. HFC-er er produkter uden chloratomer, ozonlagsnedbrydende effekt, lav giftighed og de er ikke brændbare. En del stoffer blandt HFC-erne bidrager imidlertid til drivhuseffekten.

HFC-erne omtales af leverandørerne som fremtidens renevæske, men de vil næppe kunne anvendes før 1996. Som minimum for myndighedsgodkendelse kræves, at omfattende toksikologiske tests er gennemført og vurderet.

Vådrens synes at være et godt supplement og alternativ som rensemetode til tekstiler, der tåler vand. Mærkningsregler og de dertil hørende behandlingsforskrifter samt aftaleloven synes indtil videre at være en væsentlig begrænsende barriere for vådrens muligheder. Danske renseriers størrelse og omsætning vil formentlig også være begrænsende for metodens udbredelse.

Udfasningen af CFC-113 som renevæske og de nye renseteknologier vil utvivlsomt påvirke branchen og dens struktur. Nogle renserier vil få svært ved at klare de nye investeringer. En begyndende centralisering og en anden arbejdsdeling i branchen vil formentlig blive sat i gang ved udfasningen af CFC-113.

## English Summary

In this report assessments of CFC-free dry cleaning technologies are presented. The assessments are especially carried out on basis of a study mission to two German suppliers of hydrocarbon dry cleaning equipment, to the research institute of dry cleaning and washing technologies "Schloss Hohenstein" and to a dry cleaning shop, Kymi in Aalborg which has installed the first aqua cleaning system in Denmark.

The reports stated that a substitution of CFC-113 with hydrocarbons (HC) could be done without technical problems. 95% of all F-labelled goods will be fit for HC dry cleaning. The existing labelling rules and textile treatment needs seem to raise certain practical problems introducing the HC-concept in the Danish dry cleaning sector. The HC dry cleaning equipment is relatively expensive compared to perchloroethylene equipment (2.5-3 times more costly) and many dry cleaning shops will not be able to invest in the new technology with the present cost level.

There is a great need for a short term demonstration project in Denmark introducing the HC-technology, assessing the operating conditions in small dry cleaning shops and assessing the occupational health and safety conditions. Many dry cleaners are expected to oppose the new HCs because of the great similarities with traditional white spirit (stoddard solvent).

The toxicological and physico-chemical data for the new HCs are insufficient for preparing a desk assessment of the magnitude of HC-exposure and for proposing a Threshold Limit Value (TLV).

The HCFCs will not be a realistic option because of the proposed Danish phase-out programme for HCFCs.

Among suppliers of chemicals to the dry cleaning sector development of certain HFCs are mentioned, but these substances will probably not be introduced on the market before 1996 or never. Toxicological testing has to be conducted and assessed before approval from the authorities could be relevant.

Aqua cleaning seems to be a good technical supplement and substitute for textiles fit for water treatment. Several limitations (labelling, treatment needs, cost etc.) will limit the extent of use of this technology.

The phase-out of CFC-113 and the introduction of new dry cleaning technologies will affect the structure in the sector. It will initiate a centralisation of the location of dry cleaning shops.

The project is granted by the Danish Environmental Protection Agency.

# 1 Indledning og baggrund

Anvendelsen af CFC-113 til tekstilrensning skal ifølge Miljøstyrelsens forslag til revision af "CFC-bekendtgørelsen" udfases 01.01.1995 /1/.

Baggrunden for dette projekt er usikkerheden, om der findes et teknisk anvendeligt alternativ til CFC-113, som er økonomisk realistisk og som kan godkendes af de danske miljø-, arbejdsmiljø- og brandmyndigheder.

Projektet har haft til formål at gennemføre en studietur til virksomheder, hvor der haves praktiske driftserfaringer med mulige alternativer til CFC-113 med henblik på at vurdere de besete koncepters fordele, ulemper og muligheder for den danske renserisektor. Projektet er en opfølgning på litteraturstudiet: "Tekstilrensning, CFC-113 og alternative muligheder" /2/.

Studieturen blev sammensat af besøg hos:

- Renseriet Kymi, Ålborg (Electrolux/Wascator vådrengesystem)
- Master Service Group, Tyskland (Swiss Clean-kulbrintesystem)
- SAAL, Tyskland (Satec/Tosei-kulbrintesystem)
- Forschungsinstitut Hohenstein, Tyskland.

Projektet er gennemført i samarbejde mellem John Hansen, DTI, Beklædnings- og Textilinstituttet, og Jan Holmegaard Hansen, COWIcon- sult AS med sidstnævnte som projektleder. På studieturen har N.O. Mikkelsen og Flemming Olsen fra Dansk Renseri Forening deltaget som observatører.

En styregruppe har fulgt projektets gennemførelse. Den bestod af:

- Susanne Rasmussen, Miljøstyrelsen
- Per Henrik Pedersen, Miljøstyrelsen (formand)
- Flemming Olsen, Dansk Renseri Forening
- Bent Holm, Dansk Renseri Forening og Aktern A/S
- Tove Lausten Andersen, Textil- og Beklædningsindustrien
- Anette Lerche, Arbejdstilsynet
- Ole Bjørn Andersen, Foreningen af Danske Renserier
- John Hansen, DTI, Beklædnings- og Textilinstituttet
- Jan Holmegaard Hansen, COWIcon- sult

Projektet er støttet af Miljøstyrelsens udviklingsprogram til fremme af alternativer til CFC m.v.

## 2 Kulbrinter

### *Kulbrinter*

Kulbrinter er en fællesbetegnelse for en meget forskelligartet gruppe af kemiske stoffer. Den spænder fra naturgas og flaskegas over motorbenzin og mineralsk terpentin til brændselsolie og asfalt.

De væskeformige kulbrinter har den fælles egenskab, at de kan opløse og blande sig med fedtstoffer (og dermed rense tekstiler). Kulbrinterne adskiller sig derimod ved, at nogle fordamper let og andre er svært fordampelige.

Den nye type af kulbrinter, som i den seneste tid er taget i anvendelse i Tyskland (KWL = Kohlenwasserstoff-Lösemitteln) har fordampningsforhold og flammepunkter, der ligner almindelig brændselsolies. Indholdet af de sundhedsskadelige aromater, som der er ca. 20% af i "gammeldags" mineralsk terpentin, er lig med eller næsten lig med nul i de nye kulbrinteblandinger. Ved praktisk anvendelse vil der derfor være meget stor forskel på arbejdsmiljøforholdene ved de nye renevæsker sammenlignet med "gammeldags" mineralsk terpentin.

### 2.1 Tekniske forhold

#### *MSG og SAAL*

I dag findes der os bekendt kun to nye kommercielle kulbrinterkoncepter på det europæiske marked: MSG's og SAAL's. Det er disse to leverandører, der er besøgt på studieturen til Tyskland. Koncepterne er kortfattet beskrevet i bilag 1 og 2.

I forbindelse med besøgene hos MSG og SAAL er der foretaget behandlinger af prøvestykker og efterfølgende laboratorieundersøgelser af koncepternes pletfjerningsevne, blegevirkning og gråning. Resultaterne, som er summarisk opstillet i bilag 6, skal tages med forbehold, idet forsøgsbetingelserne har været forskellige.

Sammenligningen af resultaterne fra kulbrintekoncepterne udviste ikke den store forskel, men der var måske en lille fordel til MSG's Swiss Clean-koncept. En forskel, der ikke kan udelukkes at stamme fra de forskellige prøvningsbetingelser (se bilag 6).

I leverandørkredse tales der om, at flere europæiske firmaer kan forventes på markedet i nær fremtid.

Det velanskrevne tyske forskningsinstitut Hohenstein (Forschungsstelle Textilreinigung Schloss Hohenstein) har testet og tester løbende de nye kulbrinter, herunder renskoncepterne fra MSG og SAAL.

Det er instituttets opfattelse, at kulbrintesystemer er afløseren til CFC-113 og at de nye systemer vil kunne anvendes til rens af ca. 95% af de F-mærkede varer. Kauri-Butanol tallene, der kan opfattes som væskernes rens- og affedtende evne er for kulbrinterne i samme størrelsesorden



som for CFC-113. Som problematiske undtagelser nævner instituttet dels varmefølsomme fibre, f.eks. polychlorid, dels varer med slidfølsomme besætninger og tilbehør. Sliddet er en konsekvens af de relativt lange tørretider. De fleste af disse varer er i forvejen forsynet med rensesymbol, der fordrer særlig rensbehandling for sarte varer (F-symbolet).

En besøgsrapport fra Forschungsinstitut Hohenstein findes i bilag 3.

Der er ifølge Hohensteins testresultater ikke den store forskel i renssevnen mellem koncepterne fra MSG og SAAL. Det bør derfor være andre parametre, der ifølge instituttet lægges vægt på ved sammenligningen af de to koncepter.

Hohenstein nævner, at transfer-systemer (SAAL) er mere fleksibelt og at man kan få mere kapacitet for den samme investering med dette system. Det skyldes, at maskinen i MSG-systemet både fungerer som rensmaskine og tørretumbler.

Vælger man derimod at lægge vægt på ikke at skulle manuelt håndtere fugtige varer (opløsningsmiddelindholdet nedbragt til 7-10%), så kan dry-to-dry systemet vælges (MSG).

På studieturen blev det fortalt og set, at kulbrintesystemerne kan rense en del P-mærket tøj. Denne del af problematikken blev ikke studeret særskilt, men det synes oplagt at kulbrinterne også kan erstatte en del PER-rens.

I Norge er der, i følge oplysninger givet af Norsk Renseri Forening, forsøg i gang med at ombygge en perchlormaskine til kulbrinter. Forsøget forventes afsluttet i efteråret 1993.

En af kulbrinternes begrænsninger ligger bl.a. i, at de ikke kan fjerne de samme olie- og fedtstofmængder fra f.eks. arbejdstøj som PER kan. Kulbrinternes KB-tal varierer i området fra 25-30, mens KB-tallet for PER er 90.

#### *Norsk demonstrationsprojekt*

I Norge har Kvalheim Vask AS i Molde fået tilskud fra Statens Forurensningstilsyn til et demonstrationsprojekt af kulbrintekonceptet (SAAL's SATEC 22 kg system).

Den nye teknologi blev taget i anvendelse i begyndelsen af april 1993 til erstatning for 1 CFC- og 1 PER-maskine. Resultaterne af projektet er rapporteret af vaskeriet i august 1993 /3/. Vaskeriet nævner i sin slutrapport:

- at der er høstet meget positive erfaringer med rens af såvel F-som P-mærkede tekstiler, d.v.s. garderobetekstiler, gardiner, skind og pels;
- at de samlede driftsomkostninger er blevet meget lavere;
- at der ikke skal tages specielle brand- og bygningstekniske hensyn;

- at renseriets arbejdsmiljø- og ydre miljøforhold anses for betydeligt forbedret.

### *Rensevæskerne*

Der findes flere forskellige kulbrinteprodukter på markedet og flere vil givetvis komme til. De dominerende produkter synes for tiden at være:

- Shellsol D 6oS                fra Shell
- Shellsol T                    fra Shell
- Actrel Dryclean 56        fra Exxon
- Isopar H                      fra Exxon
- Halpaclean UN              fra Haltermann.

Disse produkter indeholder ligekædede, forgrenede og/eller cykliske kulbrinter med 9-13 kulstofatomer og uden eller med meget lave aromatindhold (mindre end promiller). Produkterne har kogepunkter mellem 180-210°C og flammepunkter større end 55°C.

Kulbrinterne er kemisk og termisk stabile.

## **2.2 Økonomiske forhold**

### *Økonomi*

Anskaffelsesprisen for kulbrintemaskiner varierer med maskinstørrelsen. Billigst er SAAL's mindste system (10 kg resemaskine og 13 kg tørretumbler) til DM 135.000,- og den dyreste er MSG's 35 kg system, der fås for DM 228.600,-

Dette prisniveau er betydeligt over det investeringsniveau, som renseribranchen normalt ligger på. Priserne forventes imidlertid at falde, når udviklingsomkostningerne er betalt og flere konkurrenter indtræder på markedet. Maskinkomponenterne er tilsyneladende for de flestes vedkommende standardkomponenter, der ligeledes taler for et kommende prisfald. SAAL-konceptets kvælstofanlæg er dog en undtagelse, som alene koster DM 42.000,-

SAAL's prisudvikling er i det sidste halve år gået den forkerte vej. Det skyldes DM-ens betydelige svækkelse over for den japanske YEN.

Prisen på rensesvæske blev oplyst til ca. 10 kr. pr. liter.

## **2.3 Brandtekniske forhold**

Kulbrinter er brand- og eksplosionsfarlige.

De nye rensesvæsker er dog kendetegnet ved relativt høje flammepunkter, d.v.s. større end 55°C. Det betyder, at stofferne i brandteknisk henseende kan sammenlignes med almindelig fyringsolie (brandklasse III).

Opvarmningen af væskerne i forbindelse med tørring og destillation betyder imidlertid i følge Beredskabsstyrelsen, at væskerne skal klassificer-

res i klasse I. Hermed stilles der særlige krav til bl.a. de elektriske installationer, ventilationsforholdene, arbejdslokalernes indretning og de bygninger, hvori maskinerne kan anvendes.

De tyske maskinleverandører oplyser, at der ikke i Tyskland er brandtekniske problemer med at håndtere, opbevare og anvende renevæskerne i deres koncepter.

## 2.4 Miljøforhold

### Luft

Kulbrinterne har ingen ozonlagsnedbrydende egenskaber, d.v.s. at deres ODP-værdi er lig med 0. Derimod bidrager de til den fotokemiske ozondannelse i de nedre luftlag. POCP-værdien eller hvad der kan kaldes "smog-potentialet" for de ligekædede ( $C_9$  -  $C_{12}$ ) og visse forgrenede kulbrinter varierer fra 0,07 - 0,12, hvor ethylens tilsvarende værdi er defineret lig med 1 /7/.

Kulbrinternes GWP-værdi (global warming potential) er relativt beskeden ( $\approx 11$   $CO_2$  ækvivalenter), mens den f.eks. er 3500  $CO_2$ -ækvivalenter for CFC-11 /8/.

Aromatfri terpentin (max. 0,5% aromater) er optaget i Miljøstyrelsens luftvejledning som et klasse III-stof med B-værdien 1  $mg/m^3$ . For organiske klasse III-stoffer gælder de vejledende massestrøms- og emissionsgrænser på henholdsvis 6.250 g/h og 300  $mg/Nm^3$  (1990).

Afkastet fra rensierne skal placeres mindst 2 m over tagryg.

### Vand

De langkædede kulbrinter er næsten uopløselige i vand (opløseligheden er  $< 20$  ppm ved  $20^\circ C$ ). Ifølge oplysninger fra SAAL var der målt mindre end 2 ppm i spildevandet fra fabrikkens egne installationer.

Vandforbruget varierede betydeligt mellem de 2 koncepter. MSG anvender 500 l kølevand pr. charge, mens vandforbruget hos SAAL er oplyst til kun 80 l pr. charge.

### Affald

Maskinleverandørerne oplyste, at brugt renevæske skal håndteres og behandles som almindelig spildolie fra f.eks. autoværksteder. Afleveringsprisen er ca. 1,30 kr. pr. liter.

## 2.5 Arbejds miljøforhold

### Toksikologiske forhold

Der findes meget få undersøgelser, som belyser de nye renevæskers (dvs. de højt kogende kulbrinters) sundhedsskadelige egenskaber. Det er derfor nødvendigt at foretage analogislutninger til de sundhedsskadelige effekter, der er beskrevet ved udsættelse for de indgående stoffer ( $C_{10}$ ,  $C_{11}$ ,  $C_{12}$ ,  $C_{13}$ ,  $C_{14}$ ) eller blandinger af disse (f.eks. mineralisk terpentin).

De nye renevæsker kan sammenlignes med redestilleret petroleum, som der findes en nordisk grænseværdidokumentation for /4/. I tabellen er de

væsentligste karakteristika for redestilleret petroleum, de nye rensesvæsker og traditionel mineralsk terpentin listet.

Redestilleret petroleum er optaget på grænseværdilisten (1992) med værdien 100 ppm ( $\approx$  ca. 700 mg/m<sup>3</sup>). Det svarer til værdien for mineralsk terpentin, som i øvrigt er varslet nedsat til 25 ppm. I Tyskland omtales grænseværdiforslag for de nye rensesvæsker på 300 ppm.

	Redestilleret petroleum /4/	De nye rensesvæsker*	Traditionel mineralsk terpentin /5/
Kulbrinte-sammensætning	C <sub>9</sub> - C <sub>14</sub>	C <sub>9</sub> - C <sub>13</sub>	C <sub>7</sub> - C <sub>14</sub>
Aromatindhold	< 5%	<< 1%	ca. 17%
Kogepunktsinterval	ca. 190 - 260°C	180 - 210°C	150 - 200°C
Damptryk	ca. 0,5 kPa	0,45 - 1 kPa	ca. 0,51 kPa
Fordampningshastigheder i relation til butylacetat	0,01 (0,008 - 0,013)	Ikke oplyst	4 - 15
Flammepunkt	72 - 78°C	57 - 65°C	35 - 41°C
Grænseværdi (1992)	100 ppm	300 ppm (forslag)	100 ppm **

\* ud fra modtagne oplysninger på studieturen.

\*\* varslet nedsat til 25 ppm (1992)

Det fremgår af tabellen, at der er en umiddelbart uforklarlig uoverensstemmelse mellem de angivne damptryk og de tilsvarende fordampningshastigheder. Det er ikke muligt at vurdere en eventuel forskel i fordampningsforholdene mellem produkterne.

Det var studiegruppens opfattelse, at leverandørerne af kulbrintekoncepterne betragtede de nye rensesvæsker som betydeligt mindre flygtige i forhold til traditionel mineralsk terpentin.

Der er flere forskellige forhold, som har betydning ved fastsættelse af en grænseværdi. Det er bl.a. stoffernes optagelse i blodet, fordelingen mellem blod og fedtvæv (der ligger omkring nerveceller), samt stoffernes virkning på nervesystemet.

Den norske toksikolog Kolbjørn Zahlsen "løfter en pegefinger" over for de lugtfrie kulbrinteblandinger. Han begrundet det bl.a. med, at forsøg har vist at de stoffer (cycloalkanerne), som aromaterne er omdannet til i visse af produkterne, er mere optagelige i hjerne- og fedtvæv end aromaterne /6/. Det er Zahlsens opfattelse, at det ikke er rimeligt at betragte de lugtfrie (aromatfrie) produkter toksikologisk mere lempeligt end mineralsk terpentin /6/.

Den samme argumentation er anvendt i grænseværdidokumentationen for redestilleret petroleum /4/, hvor der bl.a. står "... er der grundlag for at antage, at redestilleret petroleum kan have tilsvarende akutte effekter på nervesystemet" (som mineralsk terpentin).

Ved vurderingen af de sundhedsskadelige effekter for alkanerne ( $C_{10}$  -  $C_{13}$ ) må desuden inddrages deres betydning som promotorer (d.v.s. de fremskynder andre stoffers kræftfremkaldende virkning) og deres effekter på nyrerne /4/.

Undersøgelser af enkeltstofferne ( $C_9$  -  $C_{14}$ ) viser, at disse optages via huden, og at hudoptageligheden formentlig vokser med kædelængden af de ligekædede kulbrinter /4/.

Kulbrinter virker hudirriterende. De cycliske virker mere irriterende end de ligekædede kulbrinter og effekten stiger med kædelængden ( $C_{10}$  -  $C_{14}$ ) /4/.

#### *Modtagne oplysninger*

Under besøget hos SAAL Group blev der udleveret 2 målerapporter indeholdende resultater fra korttids- og langtidsmålinger.

Resultater fra korttidsmålinger (10 min.) viste, at koncentrationen af N-undecan (ligekædet  $C_{11}$ ) stationært i rummet var ca. 2 ppm og ca. 10 ppm målt personbåret under omladning.

Resultater fra langtidsmålinger over 7 dage (diffusionsopsamling i 2 meters højde) viste koncentrationer af  $C_{11}$  på henholdsvis 0,7, 2,0 og 1,4 ppm. Op til det dobbelte (3,8 ppm) fandtes ved måling over en arbejdsdag.

Målinger med FID i aftrækskanal fra tørretumbler viste værdier under 100 ppm.

Alle målinger er udført af Handwerkskammer Hamburg - Zentrum für Energie-, Wasser- und Umwelttechnik i april og september 1992.

Måleresultaterne er i samme størrelsesorden som resultaterne fra egne orienterende korttidsmålinger foretaget i august 1993.

#### *Egne iagttagelser*

Til indikation for niveauet af luftforureninger og forekomsten af fordampningskilder blev der under besøgene foretaget orienterende målinger med HNU-photoionisationsdetektor. Resultaterne og umiddelbare vurderinger findes i bilag 4.

På studieturen til de 2 fabriksreiser blev hudbeskyttelsesmidler ikke set anvendt, selv om dette er en anbefaling fra SAAL under omladningen.

### 3 Vådrens

Vådrens er et nyt skånsomt tekstilbehandlingskoncept, der behandler tekstilerne i vand. Vådrens adskiller sig fra almindelig vask ved at behandle yderst skånsomt, anvende specielle kemikalier evt. suppleret med enzymer og oftest uden traditionelle skylninger.

I Danmark er det første vådrencesystem taget i anvendelse af renseriet Kymi ved Ålborg. En kortfattet besøgsrapport findes i bilag 5.

Det besigtigede system er leveret af Electrolux/Wascator. Miele/Kreussler forhandler et tilsvarende vådrenekoncept.

Vådrens er velegnet til behandling af alle varer, der tåler vand. Forskningsinstitut Hohenstein skønner, at 30-50% af de beklædningsgenstande, der modtages på tyske renserier, bærer et vaskesymbol. Disse varer vil teknisk set kunne behandles ved vådrems og i visse tilfælde vil vådrems ifølge Hohenstein være bedre egnet end CFC-rems.

Sidstnævnte vurdering er bekræftet ud fra egne orienterende prøvebehandlinger på garderoberens i forbindelse med besøget hos Kymi (se bilag 6).

Der er imidlertid visse praktiske barrierer for vådremsesystemets anvendelsesmuligheder. Mærkningsregler og behandlingsforskrifter, som er beskrevet i ISO-standarder, samt aftaleloven virker stærkt begrænsende for muligheden for at anvende vådrems. Håndvaske-symbolet betyder f.eks., at tekstilet ikke må maskinbehandles og at vådrems ikke må foretages uden en indhentet tilladelse fra forbrugeren.

Leverandørerne anser vådrems som en fremtidssikret tekstilrenholdelsesmetode. Det begrundes med, at leverandørerne opfatter vask som mindre miljøbelastende end rems, og at de forventer en stigende udvikling af vandbehandlebare tekstiler.

Dansk Renseri Forening vurderer derimod, at der i dag kun vil være et fåtal af renserier, som har tekstilmængder, der retfærdiggør en investering i et vådremsesystem.

I vådrems anvendes specielt udviklede kemikalier. Der er ikke ved besigtigelsen konstateret særligt belastende miljø- og arbejdsmiljøforhold.

## 4 HCFC- og HFC-er

Der udføres og er blevet udført forsøg med alternative renevæsker blandt HCFC- og HFC-er. De af os kendte forsøg er midlertidigt standsede og der er derfor ikke gjort forsøg på at arrangere studietur vedrørende disse stoffer.

### HCFC-er

HCFC-er hører til gruppen af overgangsstoffer, der blev aftalt reguleret på det sidste Montreal-protokolmøde i København i november 1992. Danmark forventer at vedtage en total udfasning af brugen af HCFC-er i 2002.

Det mest interessante stof fra denne gruppe er HCFC-225, som på grund af stoffets fysisk-kemiske egenskaber måske kan anvendes som "drop-in" i eksisterende maskiner.

I Holland har der været forsøg i gang med HCFC-225 som alternativ renevæske. W. den Otter fra TNO, Delft bekræfter i juni 1993 forsøgenes eksistens, men oplyser at han ikke kan give oplysninger om projektet, som begrundes med at der er tale om betalt kontraktforskning.

Finn Thomsen fra firmaet F.T. Teknik oplyser i samme måned, at forsøgene er indstillet indtil videre. Det er sket med den begrundelse, at den hollandske miljøstyrelse ikke kan eller vil godkende HCFC-225 til rensformål, før toksikologiske data er forelagt. De toksikologiske undersøgelser af HCFC-225 indgår som en del af det store PAFT-program, der for stoffets vedkommende først forventes afsluttet 1995-96.

HCFC-225 er ikke kommercielt tilgængelig og vil formentlig ikke være det før 1995-96. Stoffets potentielle, men relativt korte markedsmæssige levetid i Danmark vil antagelig begrænse danske renseriers lyst til at investere i selv mindre ombygninger af CFC-maskiner og at satse på en forsyningsusikker samt - hvad der allerede vides - en relativ dyr renevæske.

HCFC-141b indgår i forsøg i flere lande (England, Italien, USA og Japan). Stoffet har et relativt højt KB-tal (lig med 58) og et relativt lavt kogepunkt ( $k_p = 32^\circ\text{C}$ ). Disse faktorer sammeholdt med det forventede danske udfasningsforløb af HCFC-ere vil begrænse interessen for at satse på HCFC-141b som alternativ til CFC-113 i en kortere periode.

### HFC-er

HFC-ere er stoffer uden indhold af chlor- og bromatomer. Det betyder, at HFC-er har ODP-værdier på 0. En del stoffer blandt HFC-erne bidrager imidlertid til drivhuseffekten.

Fra Norsk Renseriforening er der i foråret 1993 modtaget materiale omhandlende oplysninger om et HFC-projekt: KER 4000. Formlen angives til "C<sub>5</sub>" og kogepunktet til  $70^\circ\text{C}$ . Materialet er mærket med firmanavnet: Allied Chemical, der i Norge repræsenteres af firmaet Svedakjemi.

Finn Thomsen fra F.T. Teknik oplyser, ud fra informationer givet af udviklingschefen i Büfa, at KER-4000 er blevet testet i Holland til eventuelt brug i elektronik- og flyindustrien samt muligvis i renseribranchen. Forsøgene skulle ifølge kilden være indstillet, fordi den hollandske miljøstyrelse ikke kunne eller ville godkende produktet før toksikologiske data foreligger.



## 5 anbefalinger

For at initiere en vurdering af kulbrintekonceptets anvendelighed under danske forhold dvs. hos mindre butikrensenser anbefales det, at der snarest igangsættes et kortvarigt demonstrationsprojekt. Projektet bør bl.a. belyse følgende forhold:

- de driftsmæssige forudsætninger (tekstilmængder, plads- og installationsforhold, økonomi m.v.)
- arbejdsmiljøet og behovet for eventuelle foranstaltninger.

Projektet anbefales igangsat hos én af de mange såkaldte "rene F-renser". Arbejdsmiljø- og brandmyndighederne bør indgå i projektet, således at principielle arbejdsmiljø- og brandtekniske vurderinger kan udarbejdes i forbindelse med projektet.

Det gennemførte demonstrationsprojekt i Norge er foretaget på et stort renseri (omsætning 24 mill. Nkr pr. år), der overvejende renser tekstiler fra hotel- og restaurationsområdet. Rensemaskinens størrelse er på 22 kg. Driftserfaringerne herfra vil ikke direkte kunne overføres til små danske butikrensenser og der er ikke foretaget grundige arbejdsmiljøvurderinger i forbindelse med projektet.

## 6 Referencer

- /1/ Udkast til revision af Miljøministeriets Bekendtgørelse om forbud med anvendelse af visse ozonlagsnedbrydende stoffer fra 22.03.1993.
- /2/ Tekstilrensning, CFC-113 og alternative muligheder. Arbejdsrapport nr. 8 fra Miljøstyrelsen. Udført af COWIconsult AS, 1993.
- /3/ Ny renseriteknologi. Slutrapport. Kvalheim Vask AS, Molde, Norge, 17.08.1993.
- /4/ Hass, U. & Ladefoged, O. Grænseværdidokumentation for redestileret petroleum. Arbete och Hälsa 1985:24.
- /5/ Hass, U. & Prior, M.B. Grænseværdidokumentation for mineralisk terpentin. Arbete och Hälsa 1986:1.
- /6/ Zahlsen, K. Personlig oplysning, givet til Norsk Renseri Forening, 1993.
- /7/ Pedersen, B. LCA for produkter. DTH, Tværfagligt Center. Kursusmateriale.
- /8/ Fenger, J. et al. Danish Budget for Greenhouse Gases. Nord 1990:97.

# Bilag 1

## MSG's SWISS Clean kulbrintekoncept

Maskinen er schweizisk produceret og forhandles af Master Service Group (MSG) i Albstadt i Sydtykland.

Rensekonceptet bygger på det såkaldte "dry-to-dry"-system, d.v.s. at varerne ilægges i tør tilstand og at de først tages ud efter tørring. Maskinen er en kombineret rense- og tørremaskine, der arbejder fuldautomatisk med en programtid på 60 min. (ved en kapacitet på 25 kg). Rense- og tørretiden er begge 30 min.

MSG anvender primært produktet Actrel Dryclean 56 fra Exxon, men omtalte også Shellsol T fra Shell og Isopar H fra Exxon.

Systemet synes umiddelbart opbygget af standardkomponenter.

Rensningen foregår i 1 eller 2 kulbrintebade, hvorefter varerne tørres under vacuum i patenteret proces ved 50°C (firmaets oplysning). Rensevæskens flammepunkt er lidt højere (57°C).

Maskinen leveres i 3 størrelser: 15, 25 og 35 kg, der alle er konstrueret i eksplosionssikre materialer, godkendt med det tyske sikkerhedsmærke GS (Geprüfte Sicherheit).

De behandlingsegne varer er iflg. MSG: al garderoberens, skind og pels, arbejdstøj (med renseforstærker), brudekjoler m.v.

Anskaffelsespriserne er i august 1993 henholdsvis DM 148.600, DM 185.000 og DM 228.600 for maskinerne på 15, 25 og 35 kg.

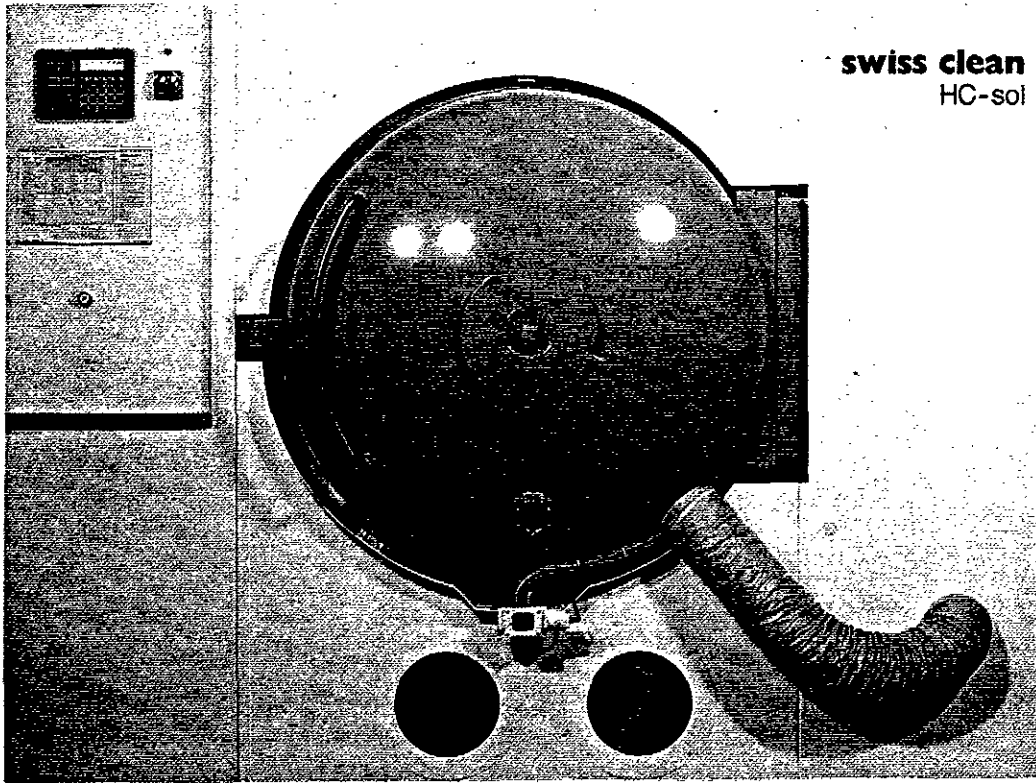
Kemikalieforbruget for almindelig garderoberens er 1,5%, mens læder kræver 3%.

Vandforbruget for en 25 kg's maskine er 500 l pr. charge. Energiforbruget oplyses til 3,4 kWh for en 25 kg's maskine.

Resultaterne fra direkte visende målinger foretaget med HNU photoionisationsdetektor er sammenfattet i bilag 3.

Lugtindtrykket i butiklokalet fandtes svagt til ret tydeligt varierende med udsendelsen af dampe fra trykudligningsventilen ved vacuum-pumpen.

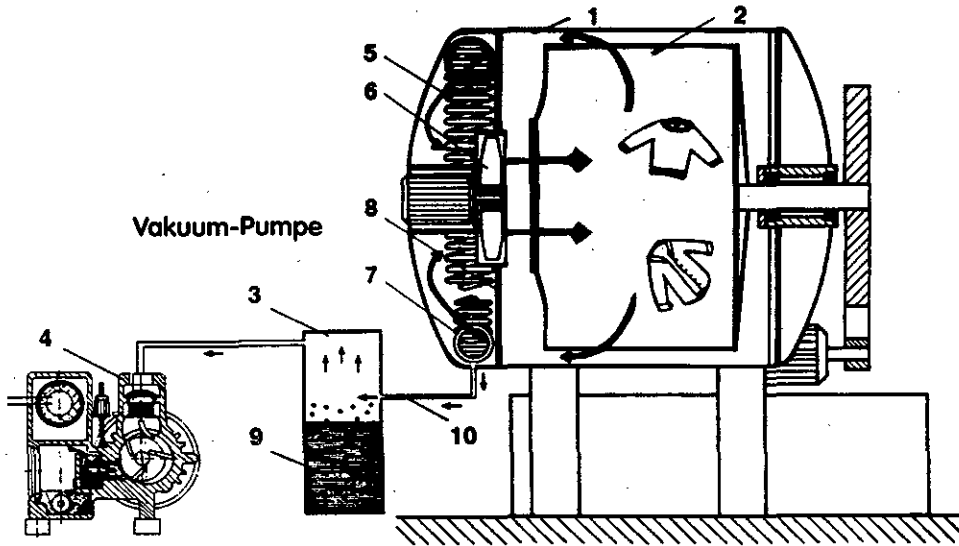
Maskinen fandtes støjsvag selv under centrifugering.



**swiss clean**  
HC-sol

### Luffführung - Trocknung

swiss clean HC-sol



**MSG**  
Master Service Group

## Bilag 2

### SAAL's Satec/Tosei kulbrintekoncept

Maskinen er japansk produceret og forhandles af SAAL-group i Rheinbreitbach i Tyskland.

Rensekonceptet bygger på omladningsprincippet, idet rensemaskine og tørreenhed er adskilte, d.v.s. at varerne manuelt overføres fra rensemaskine til tørretumbleren. Programtiden er ca. 60 min., der er ligelig fordelt på rense- og tørretid. Opløsningsmiddelindholdet er nedbragt til 7-10% efter centrifugering i rensemaskinen.

Rensningen foregår ved stuetemperatur, mens tørretemperaturen er 60°C. Nitrogen (N<sub>2</sub>) eller kvælstof udskilt fra rumluften indblæses i tumbleren under tørring som brand- og eksplosionshæmmende middel. Systemet synes derudover opbygget af standardkomponenter.

Den anvendte renevæske var Halpaclean UN, men firmaet kunne også anvende såvel Exxons som Shells produkter.

Maskinerne leveres i flere størrelser. Følgende rensemaskine/tørretumbler-kombinationer blev fremhævet: 10 og 13 kg, 16 og 22 kg samt 22 og 22 kg. Det blev oplyst, at priserne havde været stigende i det sidste halve år på grund af DM-ens svækkelse i forhold til den japanske YEN. Først- og sidstnævnte systemer koster i august 1993 henholdsvis DM 135.000 og DM 213.000. Nitrogenanlægget alene koster DM 42.000, d.v.s. en relativ stor del af anskaffelsesomkostningerne.

Maskinen er godkendt med det tyske sikkerhedsmærke GS (Geprüfte Sicherheit).

De behandlingsegnete varer er iflg. SAAL skind, læder, garderobetøj, militærudstyr og arbejdstøj.

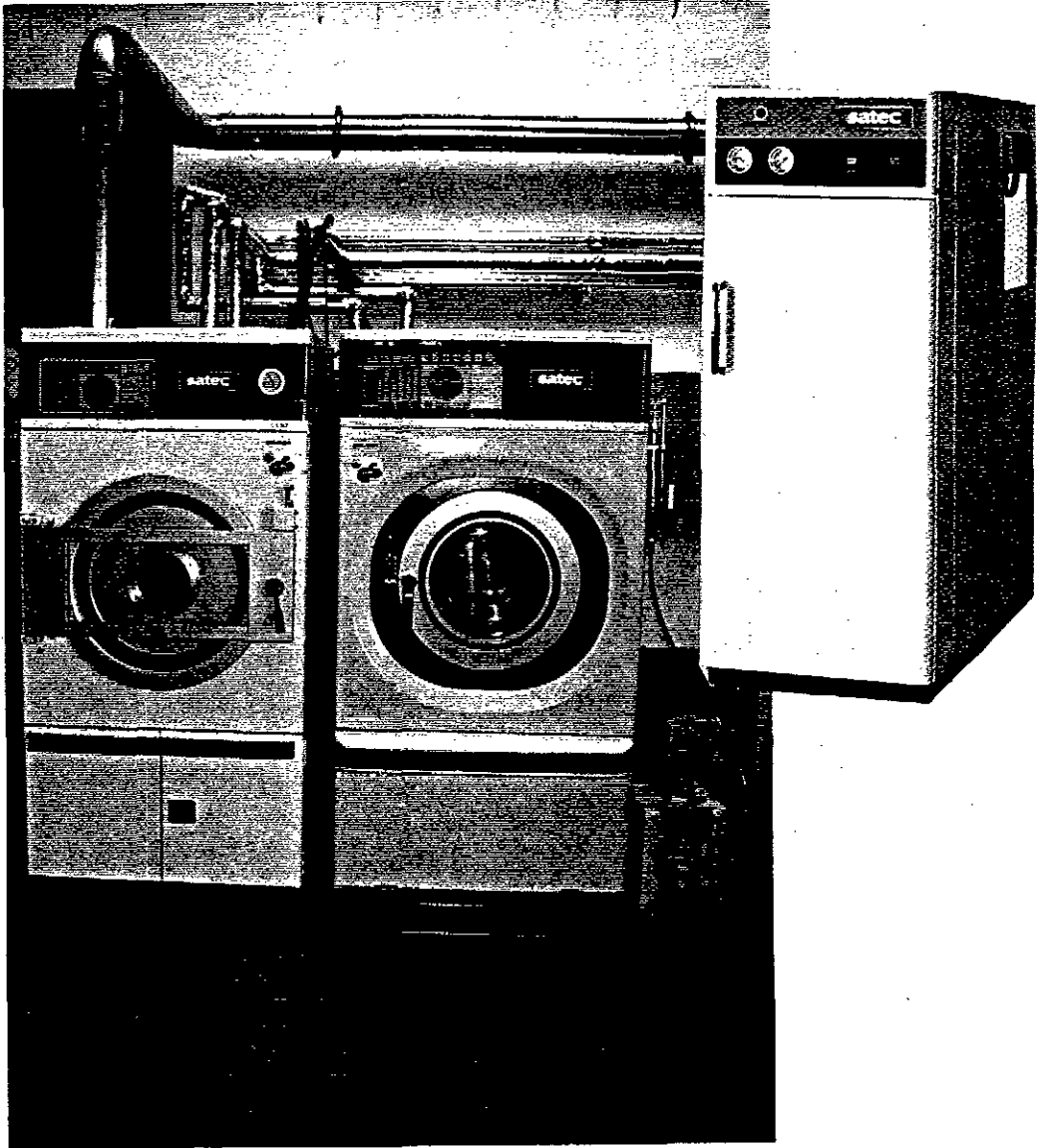
Solventforbruget er oplyst at være 0,5% eller mindre (0,25-0,30%) af den behandlede tekstilmængde (formentlig garderobe).

Der er vandforbrug ved tørretumbler og destillering, i gennemsnit ca. 80 l per charge.

Det samlede energiforbrug på 22 kg-systemet er ikke kendt, men kan ud fra tekniske data beregnes til mere end 6 kWh.

Resultater fra direkte visende målinger foretaget i fabrikshallen, hvor flere maskiner er i kommerciel drift, er sammenfattet i bilag 3.

Lugtindtrykket fandtes svagt til lugtfrit, afhængig af afstanden til åbne maskinere og udtagne ikke-tørrede varer. Centrifugeringen kan tydeligt høres grundet det høje omdrejningstal.



**satec<sup>®</sup>**

## Bilag 3

# Besøg på Forschungsinstitut Hohenstein D-7124 Bönnigheim

<i>Dato</i>	1993.08.17
<i>Talt med</i>	Petra Klein, Jürgen Gschwindt.
<i>Formål</i>	At høre Hohensteins synspunkter vedr. alternativer til CFC-113 til tekstilrensning. Hohenstein er et af de mest velanskrevne institutter på renseriområdet og tester såvel tekstiler som maskiner og kemikalier.
<i>Situationen i Tyskland</i>	1995.01.01 er slutdatoen for brug af CFC-113 til tekstilrensning; <u>men</u> der åbnes muligheder for individuelle dispensationer beroende på det enkelte renseris finansielle og teknologiske muligheder.
<i>Alternativer til CFC-113</i>	<p>Ifølge Hohenstein er kulbrinte-systemer et godt alternativ for 95% af de produkter, der er F-mærkede. Der nævntes to problemer, dels varmfølsomme fibre, f.eks. Polychlorid (PVC), som kan bruges til brandhæmmende forhæng og gardiner, dels sarte produkter med besætninger og tilbehør, hvor den relativt lange tørretid vil betyde et forøget slid på produkterne. Hohenstein har offentliggjort undersøgelser af forskellige kulbrinteprodukter (KWL), se FTR-Information Nr. 548/549 og Nr. 550.</p> <p>Vådrensesystemer, f.eks. fra Miele/Kreussler eller Electrolux/Büfa, anser Hohenstein <u>ikke</u> for at være aktuelle alternativer til CFC-113, al den stund mange F-mærkede produkter samtidig bærer en mærkning, som betyder at de ikke må vaskes i vand. Instituttet skønner dog, at 30-50% af de beklædningsgenstande, som behandles på renserierne, bærer et vaskesymbol, og for sådanne produkter vil vådrengning være velegnet og i visse tilfælde bedre egnet end F-rensning. (Se FTR-Information Nr. 534/535 og nr. 536/537).</p>
<i>Kulbrintemaskiner</i>	<p>Hohenstein har testet, og tester løbende, de fleste på markedet værende kulbrintemaskiner, herunder også HC-sol fra MSG og Satec fra Saal.</p> <p>Der er ikke den store forskel i renseresultatet, så hvorvidt man foretrækker et dry-to-dry eller et transfersystem er mere en smagssag. Instituttet nævner dog, at transfer-systemet (f.eks. Satec) er mere fleksibelt og at man kan få mere kapacitet for den samme investering. Til gengæld skal rensetøjet håndteres manuelt med restindhold af 7-10% rensesvæske.</p>
<i>Kulbrinteprodukter</i>	<p>Kulbrinteprodukterne udvikles og produceres af olieindustrien, i modsætning til Per og CFC, som leveres af den kemiske industri.</p> <p>De dominerende produkter synes for tiden at være:</p>

- Shellsol D 60S (Shell)
- Shellsol T (Shell)
- Actrel Dryclean 56 (Exxon)
- Isopar H (Exxon)
- Halpaclean UN (Haltermann).

Disse produkter er enten n-alifater, iso-alifater eller cyclo-alifater, som er rensset for indholdet af aromater (typisk < 0,01%), og som har mellem 9 og 13 kulstofatomer i kæden, f.eks. n-undecan,  $C_{11}H_{24}$ . Kogepunkter er høje, 185-195°C, flammepunkter typisk > 55°C.

Forslag til den hygiejniske grænseværdi (MAK-værdi) hævdes i Tyskland at ligge på 300 ppm.

*Besøgsdeltagere*

N.O. Mikkelsen  
Flemming Olsen  
Jan Holmegaard Hansen  
John Hansen (referent).



## Bilag 4

### Orienterende arbejdspladsmålinger

Orienterende målinger er foretaget med HNU photo-ionizationsdetector (10,2 eV lampe og span 2,0) hos leverandøren MSG (1993.08.17) og SAAL (1993.08.18).

#### Resultater

Der er meget stor overensstemmelse mellem resultaterne hos de 2 leverandører.

Målested	Visning, ppm
Opholdsarealet, generelt	0 - 1 (0 - 5)
Åbning af låger, omladning (SAAL) i ånde-drætzonen	0 - 2 (0 - 1)
Umiddelbart over det fugtige tøj (< 5 cm)	30 - 50
Ca. 30 cm over det fugtige tøj i kurven/kassen	1 - 5
I tromleåbningen	100 - 200

#### Vurdering

Måleresultaterne er fundet i god overensstemmelse med den af SAAL oplyste rumkoncentration på ca. 3 ppm i gennemsnit (spids ca. 10).

Målingerne viser:

- at kulbrintekonzentrationerne i arbejdsrummene er relativt lave (åben døre hos MSG, ventileret fabriksal hos SAAL);
- at omladning med SAAL/SATEC-systemet ikke medfører øget kulbrinte-emission;
- at overtryksventilen på MSG-systemet lokalt kan medføre højere og lugtbare koncentrationer (5-20 ppm);
- at det fugtige tøj indeholder store solventmængder, der vanskeligt fordampes til opholdsluften.

## Bilag 5

# Electrolux/Wascators vådrenekoncept besigtiget hos Renseri Kymi ved Ål- borg

Vådrenekonceptet er en i vand yderst skånsomt behandling af varerne med særlige hjælpestoffer, uden traditionelle skylinger og med vandstandsregulering. Såvel vådresemaskine og tumbler er programmerbare og computerstyrede.

På baggrund af ca. 1/2 år driftserfaring havde renseriet meget gode erfaringer med behandling af:

- tidligere håndvaskede tekstiler
- gardiner
- silke
- visse skindjakker
- brudekjoler.

Generelt fandtes mindre farveafsmitning end i vaskemaskiner. Kemikalieeffekten blev tillagt den største betydning herfor, men også det reducerede mekaniske slid blev nævnt som mulig årsag.

Efterbehandlingstiden er uændret, hvis forarbejdet er lavet godt nok.

Anskaffelsesprisen for rensesetank og tørretumbler, installationer, genimprægneringsanlæg og kemikaliedoseringsudstyr blev oplyst til kr. 130.000,-

Der blev ikke konstateret særligt belastende miljø- og arbejdsmiljøforhold. Spildevandet blev afledt via sandfanget installeret i måttevaskemaskinen. Maskinen havde mulighed for vandgenvinding. Kemikalier blev direkte doseret via processorstyrede pumper fra lagerdunke placeret bag maskinen.

Renseri Kymi er et stort og specialiseret renseri. I et notat til referatet fra studiebesøget anfører Dansk Renseri Forening, at de fleste renserier (d.v.s. mellemstore og små) ikke vil have tøj mængder, som vil kunne retfærdiggøre en investering i et vådreneanlæg. I samme notat konkluderes, at vådrene systemet i mindre udstrækning vil kunne anvendes som supplement for såvel CFC- som PER-rens. Derimod vil systemet umiddelbart kunne erstatte traditionel maskin- og håndvask.



 **Electrolux**  
**Wascator**

## Bilag 6

### Resultater af prøverensninger

Hos Kymi i Ålborg blev prøvestykker testet ved vådreng samt ved reng i CFC-113 og perchlorethylen (PER). Resultaterne er vist i skemaet (bedste metode nævnt først).

Pletfjernelse	Plettyper	Analyseresultat
	Naturfarvede Olie/fedt Proteinholdig Alle typer, gennemsnit	Vådreng - CFC - PER PER - Vådreng/CFC Vådreng - PER/CFC Vådreng - CFC/PER
Refleksmålinger	Plet- og tekstiltyper	Analyseresultat
	Kaffe . Pigment - Bomuld . Polyester Olie/sød . Hudfedt/pigment - Bomuld Hudfedt/pigment - Polyester/bomuld	Vådreng - CFC - PER CFC - Vådreng - PER CFC - PER - Vådreng

Ved sammenligning af kulbrintekoncepterne fra MSG og SAAL fås følgende resultater:

Pletfjerningsevne	MSG er generelt en anelse bedre
Blegevirkning	MSG er en anelse bedre (kan skyldes indhold af vand/reseforstærker)
Gråning	SAAL er en anelse bedre

Det skal dog bemærkes, at prøvestykkerne hos MSG blev reng i en 15 kg's maskine sammen med en enkelt brudekjole. Hos SAAL blev der anvendt en 10 kg's maskine og en normal garderobe charge.

Det må generelt advares mod at drage for bestemte konklusioner ud fra disse analyser, da prøvningsbetingelserne var meget forskellige fra proces til proces.

Rapporten er udarbejdet med tilskud fra Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

Det skal bemærkes, at de fremsatte synspunkter ikke nødvendigvis dækkes af Rådet eller Miljøstyrelsen.

MILJØSTYRELSEN  
Østergade 28  
DK-1208 København K

