Miljøprojekt Nr. 818 2003

Betydningen af tørringen i renserier

Gode råd til renseriejere

Dorte Glensvig
Cowi A/S

Søren Brødsgaard
Eurofins Danmark A/S

Miljøstyrelsen
Miljøministeriet

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

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

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

Indhold

INDHOLD 3

FORORD 5

SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER 7

SUMMARY AND CONCLUSIONS 11

1 PROJEKTETS BAGGRUND OG FORMÅL 15

1.1 BAGGRUND 15
1.2 UDBUD AF PROJEKT UNDER UDVIKLINGSORDNINGEN 15
1.3 FORMÅL 16

2 BESKRIVELSE AF PROJEKTETS INDHOLD OG LÆSEVEJLEDNING 17

3 INTRODUKTION TIL RENSERIER GENERELT 19

3.1 ARBEJDSPROCESSER I RENSERIET 19
3.2 KEMIKALIER OG RESTINDHOLD 19
3.3 RENSEMASKINEN 21
3.4 DESTILLATION & CENTRIFUGERING 21
3.5 TØRRING 22
3.6 GEVINSTER VED LAVERE RESTINDHOLD I TEKSTILERNE 22
3.6.1 Arbejdsmiljø- og miljømæssige forhold i renseriet 22
3.6.2 Gevinster for forbrugeren 24

4 PARAMETRE AF BETYDNING FOR RESTINDHOLDET 25

4.1 RESTINDHOLD OG EMISSIONSMODEL 26
4.1.1 Emissionsmodel 26
4.1.2 Forskelle i restindhold renserier imellem 27
4.2 BETYDNINGEN AF KEMIKALIER ANVENDT I RENSERIET, HERUNDER BETYDNINGEN AF DESTILLATIONEN 28
4.2.1 Kemikalier i renseriet 28
4.2.2 Restindholdets afhængighed af centrifugering og destillationsprocessen 29
4.3 TEKSTILERNES BETYDNING FOR RESTINDHOLDET 29
4.3.1 Fibertypen 29
4.3.2 Vandafvisende og åndbare tekstiler 30
4.3.3 Besætninger 30
4.3.4 Dekorationsstoffer 31
4.4 BETYDNINGEN AF DE FYSISKE FORHOLD UNDER TØRRINGEN 31
4.4.1 Tørretemperatur, tørretid og luftflow 31
4.4.2 Chargestørrelse og -sortering 32
4.5 BETYDNINGEN AF EFTERBEHANDLINGEN/FORMBEHANDLINGEN 32
4.6 OPBEVARING 33
4.7 OPSUMMERING 34

5 STADE OG OPTIMERINGSMULIGHEDER FOR ALTERNATIVE RENSEMASKINER 35

5.1 STATE OF THE ART MHT. KULBRINTEMASKINENS OPBYGNING 35
5.2 FORLØB AF TØRRINGSPROCES 35
5.2.1 Generelle forhold 36

5.2.2 Opvarmningsfase 37
5.2.3 Konstante tørringsfase 38
5.2.4 Nedkølingsfase 38
5.2.5 Lugelås og udsugning under lugeåbning 39
5.3 OPTIMERINGSMULIGHEDER 39
5.3.1 Systematiske registreringer af driftsforhold 39
5.3.2 Kemikalievalg 40
5.3.3 Centrifugering 41
5.3.4 Destillation 41
5.3.5 Chargesortering og -størrelse 42
5.3.6 Tromlehastighed under tørring 42
5.3.7 Tørretemperatur og koncentration af kemikalier i tromleluften 42
5.4 OPTIMERINGSMULIGHEDER UNDER FORMBEHANDLINGEN OG OPBEVARINGEN 43
5.5 MÅLING AF RESTINDHOLD ELLER FRIVILLIG MÆRKNING 44
5.6 OPSUMMERING AF OPTIMERINGSMULIGHEDER 45

6 VURDERING AF OPTIMERINGSMULIGHEDERNES ANVENDELIGHED I TETRACHLORETHYLENRENSERIER 47

7 ERFA-MØDE 49

7.1 DELTAGERE I ERFA-MØDET 49
7.2 ERFA-MØDETS INDHOLD 49
7.3 GRUPPEDISKUSSIONERNE 51
7.3.1 Optimeringsmulighed 1: Registrering af driftsforhold 52
7.3.2 Optimeringsmulighed 2: Forbedret chargesortering 52
7.3.3 Optimeringsmulighed 3: Reduceret chargestørrelse 53
7.3.4 Optimeringsmulighed 4: Reduktion af kemikalier 54
7.3.5 Optimeringsmulighed 5: Forbedret destillation 54
7.3.6 Optimeringsmulighed 6: Forbedret centrifugering 54
7.3.7 Optimeringsmulighed 7: Forlænget tørretid / øget tørretemperatur 55
7.3.8 Optimeringsmulighed 8: Optimal tromlerotation under tørring 56
7.3.9 Optimeringsmulighed 9: Skærpelse af stopkriterier 56
7.3.10 Optimeringsmulighed 10: Formbehandling af alle tekstiler 56
7.3.11 Optimeringsmulighed 11: Opbevaring af tekstiler i renseriet uden pose. 57
7.3.12 Optimeringsmulighed 12: Opbevaring i varmeskab 58
7.3.13 Optimeringsmulighed 13: Kontrolmåling af restindhold 58
7.3.14 Optimeringsmulighed 14: Frivillig miljø-mærkningsordning 60
7.4 GRUPPERNES PRIORITERINGER 60
7.5 GENEREL DISKUSSION 61

8 DISKUSSION OG UDARBEJDELSE AF INFORMATIONSFOLDER 63

8.1 DISKUSSION 63
8.1.1 Prioriter indsatsen 63
8.1.2 Forslag til indsatsområder 63
8.2 UDARBEJDELSE AF OPLYSNINGSFOLDER TIL DANSKE RENSERIER 65

9 REFERENCER 67

Bilagsfortegnelse

Bilag 1: Vurderingsskema
Bilag 2: Informationsfolder

Forord

Dette miljøprojekt er udarbejdet for Miljøstyrelsen som et af flere projekter om renseribranchen i Danmark. Projektet omhandler betydningen af tørreprocessen for kemikalieindholdet i tekstiler renset med kulbrinter.

Projektarbejdet er gennemført af et tværfagligt team bestående af medarbejdere fra Aktern A/S, HJM Teknik ApS, Sober Rens ApS - Texpert - Allerød, Eurofins Danmark A/S og COWI A/S. Disse er

- Aktern A/S: Michael Holm
- HJM Teknik ApS: Jan Madsen
- Sober Rens ApS Texpert - Allerød: Flemming Gordon Olsen
- Eurofins Danmark A/S: Søren L. Brødsgaard og Peter Mortensen
- COWI A/S: Dorte Glensvig (projektleder), Susse Wade og Ninna Ravnsbæk, idet sidstnævnte har gennemført intern kvalitetskontrol på projektrapporten.

Projektets succes har været helt afhængig af dialog med myndigheder, renserier og leverandører til renserier. Der skal derfor rettes en særlig tak til Michael Bendsen, Bendsen A/S; Peer Nielsen og Ole Larsen, begge Dansk Renseriforening; Jan Krog, Aktern A/S, Gitte Ploug Lorenzen og Morten Damgaard Andersen, begge Københavns Kommune, Miljøkontrollen samt Bibbi Walsh, Lyngby Taarbæk Kommune, som har deltaget i projektets erfa-møde og velvilligt har besvaret spørgsmål fra projektgruppen.

Nærværende projekt har været fulgt af en følgegruppe bestående af:

- Lisbet Heerfordt, Miljøstyrelsen
- Lea Frimann Hansen, Miljøstyrelsen
- Anette Ejersted, Miljøstyrelsen
- Peter Mortensen, Eurofins Danmark A/S
- Søren L. Brødsgaard, Eurofins Danmark A/S
- Dorte Glensvig, COWI A/S

Projektets primære målgruppe er Miljøstyrelsen samt renseriejere, som ønsker at mindske restindholdet af kemikalier i det rensede tekstil. Projektets resultater vil endvidere have interesse for danske kommuner, rådgivningsfirmaer, embedslægeinstitutionerne og andre, der varetager forvaltning eller rådgivning i relation til renserier.

Sammenfatning og konklusioner

Nærværende projekt omhandler restindhold af kemikalier i rensede tekstiler med vægt på betydningen af tørringen i kulbrinterenserier. Projektet, som er finansieret via Miljøstyrelsens Udviklingsordning, har omfattet følgende aktiviteter:

- En gennemgang af hvilke parametre, der er betydende for restindholdet: fibertyper, kemikalievalg, charge-sortering, tørretemperatur og tørretid mv.
- En beskrivelse af state of the art og optimeringsmuligheder for kulbrinte- rensemaskiner.
- Gennemførelse af et erfaringsudvekslingsmøde med deltagelse af aktører i renseribranchen med henblik på at identificere og diskutere de mest lovende optimeringsmuligheder.
- Diskussion af projektets resultater samt udarbejdelse af en informationsfolder til renserierne i Danmark.

Via de 2 førstnævnte aktiviteter blev der identificeret i alt 14 forskellige optimeringsmuligheder, som ikke alene var rettet mod selve tørreprocessen, men derimod omfattede alle relevante processer i renseriet. Optimeringsmulighederne er:

- Registrering af driftsforhold
- Forbedret chargesortering
- Reduceret chargestørrelse
- Reduktion af antallet og mængden af kemikalier
- Forbedret destillation
- Forbedret centrifugering
- Forlænget tørretid / øget temperatur
- Optimeret tromlerotation under tørring
- Skærpelse af stopkriterier
- Formbehandling af alle tekstiler
- Opbevaring af tekstiler uden pose i renseriet.
- Opbevaring i varmeskab
- Kontrolmåling af restindhold
- Frivillig miljø-mærkningsordning

De 14 optimeringsmuligheder blev diskuteret på erfaringsudvekslingsmødet.

Der er pt. ikke er publiceret undersøgelsesresultater, der muliggør en detaljeret vurdering af de enkelte optimeringsmuligheders fordele og ulemper i forhold til hinanden.Projektet har dog identificeret enkelte optimeringer, som umiddelbart kan igangsættes i renserierne.

Generelt vurderes det som mest miljømæssigt og økonomisk hensigtsmæssigt at anvende de optimeringsmuligheder, som påvirker forbehandlingen og processer i selve rensemaskinen frem for processer i form- og efterbehandlingen. Dette begrundes i, at man dermed foretager optimeringerne på de steder i

processen, hvor forureningerne sker, dvs. de steder, hvor tekstilerne er i kontakt med kemikalierne.
Det vurderes, at følgende tiltag er mest optimale:

A. Registrering af driftsforhold for så vidt angår
- Registrering af chargetid
- Opgørelse af forbrug af kemikalier pr. renset tekstilmængde
- Periodisk registrering af produktion af affald som destilationsrest og kontaktvand.
- Tidspunkt og omfang af iværksatte forbedringstiltag i produktionen

B. Forbedret chargesortering, dvs. ensartede tekstiltyper og tekstiltykkelser renses i samme charge.

C. Formbehandling af alle tekstiler.

D. Dialog med installatørerne mht. optimering af rensemaskinerne for så vidt angår

- Forbedret centrifugering, f.eks. intervalcentrifugering
- Optimeret tørring i form af optimeret tørretid, tørretemperatur, tørreforløb og stopkriterier
- Optimering af renseprogrammerne, således at de sikrer et lavt restindhold for de givne tekstiltyper.

E. Dialog med producenter af rensemaskiner og kemikalier til renseribranchen med henblik på fremskaffelse af yderligere data, der beskriver optimeringsmuligheder særligt inden for følgende områder:

- Forbedret centrifugering
- Optimeret tørring i form af forøget tørretid og tørretemperatur samt skærpede stopkriterier i relation til lavere tromlekoncentration eller kondenseringshastighed, som tillader åbning af tromlelågen.
- Optimerining af renseprogrammerne til tekstiltyperne og krav om lave restindhold,
- Identifikation af kemikalier som ikke eller kun i begrænset omfang indeholder komponenter, der er uønskede i miljøet samt kemikaliesammensætninger, som resulterer i lave veldefinerede restindhold.

Det vurderes, at renseriejerne med fordel umiddelbart kan igangsætte optimeringsmulighed A, B, C og D.

Pt. har man ikke en velegnet og billig metode til at eftervise et givent tiltags effekt på restindholdet og det anbefales derfor, at renseribranchen får udviklet og efterprøvet en sådan målemetode. Indtil en sådan metode foreligger, anbefales det, at der som led i optimeringerne foretages måling af tromleluftens indhold af kemikalier.

Det vurderes, at tiltag i relation til optimeringsmulighed E med fordel kan ske via et samarbejde mellem installatører, forhandlere samt brancheorganisationer eller branchekæder, f.eks. i samarbejde med andre europæiske eller internationale brancheorganisationer.

Ydermere bør dialogen om miljømærkning af kemikalier og med tiden de færdigrensede tekstiler hos renserier opstartes. Miljømærkningen kan f.eks. følge

principperne i "Svanen"- eller "EU-blomsten". Alternativt kunne udarbejdes kriterier for en frivillig branchemærkning styret af renseribranchen selv. Sidstnævnte brancheordning kunne f.eks. omfatte periodiske målinger af restindholdet. En sådan aftale forudsætter føromtalte målemetode til måling af restindholdet og aftalen kunne, ud over en fastsat hyppighed for målingerne og fastsat målemetode, med fordel omfatte nogle branchegrænseværdier for tilladeligt restindhold i et givent tekstil. Kan renseriet efterleve aftalen, kunne man forestille sig, at renseriet havde ret til at reklamere med resultatet.

Resultaterne af projektet er kort skitseret i en informationsfolder, som er udsendt til alle danske renserier. Der henvises til denne samt læsevejledningen i afsnit 2 for nærmere præsentation af projektet.

Projektrapporten er publiceret på Miljøstyrelsens hjemmeside på www.mst.dk.

Summary and conclusions

This project addresses the residues of chemicals in dry-cleaned textiles, focussing on the importance of the drying process in hydrocarbon dry-cleaning shops. The project, which is financed by the development programme of the Danish Environmental Protection Agency, has included the following activities:

- An identification of the parameters influencing the residue: fibre types, choise of chemicals, charge sorting, drying temperature, drying time, etc.
- A description of state of the art and optimization possibilities for hydrocarbon dry-cleaning machines.
- Exchange of konwledge at a meeting with participation of representatives from the dry-cleaning trade in order to identify and discuss the most promising possibilities for optimisation.
- Discussion of the project results and preparation of an information folder for the dry-cleaning shops in Denmark.

On the basis of the first two activities mentioned above, 14 different optimization possibilities were identified. These possibilities were not aimed at the drying process only; they also included all relevant processes in the dry-cleaning shop. The optimization possibilities are as follows:

- Registration of the conditions of operations
- Improved charge sorting
- Reduced charge size
- Reduction in the number and quantity of chemicals
- Improved distillation
- Improved spin-drying
- Extended drying time / increased drying temperature
- Optimum drum rotation during the drying process
- More stringent stop criteria (as to lower drum concentration before opening drum door)
- Ioning/shaping all textiles
- Keeping the textiles without bag in the dry-cleaning shop
- Keeping the textiles in heating cabinet
- Control measurement of residue
- Voluntary eco labelling procedure

The 14 optimization possibilities were discussed at the knowledge exchange meeting.

So far, no investigation results have been published that could contribute to a detailed assessment of the advantages and disadvantages of the single optimization possibilities in relation to other optimization possi-

bilities. However, the project has identified some optimizations that can be initiated in the dry-cleaning shops right away.

Generally, it is found most environmentally and economically appropriate to use the optimization possibilities that influence the pre-treatment and the processes in the dry-cleaning machine instead of the processes of the shaping and finishing treatment. The reason is that the optimizations thereby are made exactly where the undesired chemicals are introduced.

It is found that the following actions are the most optimum:

A. Registration of the conditions of operations with regard to:

- Registration of charge time
- Consumption of chemicals per quantity of dry-cleaned textile
- Periodic registration of amount of waste produced, like distillation residue and contact water
- Nature, scale and time for remediative adjustments

B. Improved charge sorting, i.e. identical textile types and textile thicknesses are dry-cleaned in the same charge.

C. Shaping all textiles.

D. Dialogue with the installers on optimization of the dry-cleaning machines as regards:

- Improved spin-drying, for instance interval spin-drying.
- Optimized drying thorughoptimized drying time, drying temperature, drying process and stop criteria.
- Optimization of the dry-cleaning programmes, ensuring a low residue for the given textile types.

E. Dialogue with the producers of dry-cleaning machines and chemicals for the dry-cleaning trade to provide additional data describing the optimization possibilities, especially within the following areas:

- Improved spin-drying.
- Optimized drying in the form of increased drying time and drying temperature as well as more stringent stop criteria in relation to lower drum concentration or condensation speed, allowing the drum door to be opened.
- Optimization of the dry-cleaning programmes for the textile types and demand for low residues.
- Identification of chemicals that do not or only to a limited extent contain components that are undesirable in the environment and identification of chemical compositions resulting in low well-defined residues.

It is estimated that the owners of the dry-cleaning shops may benefit from initiating optimization possibilities A, B, C and D right away.

At present, there is no suitable and cheap method to demonstrate the effect of a given initiative on the residue and it is therefore recommended that the dry-cleaning trade develops and proves a measurement method. Until such a method is available, it is recommended that the content of chemicals in the drum air is measured as part of the optimizations.

It is estimated that it would be advantageous if initiatives related to optimization possibility E are taken through cooperation between installers, dealers and professional organisations or trade chains, for instance in cooperation with other European or international professional organisations.

Furthermore, the dialogue about eco-labelling of chemicals - and in time the dry-cleaned textiles at the dry-cleaning shops - should be initiated. The eco labelling can for instance follow the principles of "the Nordic Swan" or the "EU flower". Alternatively, criteria for a voluntary trade labelling could be established, managed by the dry-cleaning trade itself. The last-mentioned trade regulation could for instance include periodic measurements of the residue. Such a regulation implies the above-mentioned method for measurement of the residue and the regulation could, include a specified measurement frequency and a specified measurement method, as well as trade marginal values for a permissible residue in a given textile. If the dry-cleaning shop is able to comply with the regulation, the shop may be allowed to publish the result.

The results of the project have been outlined in brief in an information folder that has been distributed to all Danish dry-cleaning shops. Please see this folder and the reading instructions in section 2 for further information about the project.

The project report is published on the homepage of the Danish Environment Protection Agency, www.mst.dk.

1 Projektets baggrund og formål

1.1 Baggrund

I efteråret 2000 fandt man ved målinger i Danmark stærkt forhøjede koncentrationer af tetrachlorethylen i indeluften i lejligheder beliggende over renserier. Siden har der været øget fokus på de processer i renseriet, som kan give anledning til påvirkning af såvel omkringliggende boliger som forbrugere (Se også Miljøstyrelsen 2001, 2002a & 2002b).

Undersøgelser viser, at restindholdet af rensevæsker og hjælpestoffer i de færdigbehandlede tekstiler kan give anledning til en uhensigtsmæssig påvirkning af indeklimaet hos forbrugerne. Påvirkningen kan forekomme såvel ved tetrachlorethylen-renset tekstil som ved Rynex- eller kulbrinte-renset tekstil (Miljøstyrelsen 2001 & 2002a). Undersøgelser viser videre, at det ikke alene er selve rensevæsken, men også de øvrige kemikalier, der indgår i hjælpe- og tilsætningsstofferne, som genfindes i tekstilerne. Således kunne det i Miljøstyrelsens projekt til kortlægning af, hvilke kemikalier der bruges i kulbrinte- og Rynex-renserier konstateres, at tetrachlorethylen forekom som restindhold i tøj renset i begge typer af renserier, dog i små mængder (Miljøstyrelsen 2003). Der er forfatterne bekendt ikke foretaget lignende undersøgelser med genfindelse af kemikalier fra hjælpe- og tilsætningsstofferne som restindhold i tekstilerne på tekstiler, der er renset på tetrachlorethylen-renserier.

Restindholdet af kemikalier i de rensede tekstiler kan give anledning til såvel en påvirkning af indeklimaet i renseriet med heraf følgende arbejdsmiljømæssige gener og risiko for spredning til de omkringliggende boliger, som sundhedsmæssige gener for forbrugeren som følge af forøgede koncentrationer i indeklimaet eller hudoptag, når tøjet bæres på kroppen. Dette er baggrunden for, at Miljøstyrelsen har valgt at igangsætte et projekt til belysning af mulighederne for at reducere restindholdet ved optimeret tørring i renseriet.

1.2 Udbud af projekt under udviklingsordningen

Miljøstyrelsen har indkaldt ansøgninger til Udviklingsordningen under Miljøstyrelsens program for renere produkter mv. Der er jf. opslaget indkaldt ansøgninger vedrørende prioriteringsplanens pkt. ”2.1.: Generel rammeindsats for kemiske stoffer og materialer: formidling og vidensopbygning af kulbrinter: Formidling og vidensopbygning om betydningen af tørringsprocessen for kemikalieindholdet i tekstiler renset med kulbrinter i forhold til andre teknologier”.

Ved telefonisk kontakt til Miljøstyrelsens ved Lisbet Heerfordt blev det oplyst, at der med formuleringen ” i forhold til andre teknologier” i ovennævnte sætning menes, at projektet ønskes centreret om kulbrinter med sammenligninger og paralleller draget til tetrachlorethylen og andre rensevæsker, når det er muligt.

Projektgruppen bestående af Aktern A/S, HJM Teknik ApS, Sober Rens ApS Texpert - Allerød, Eurofins Danmark A/S samt COWI A/S har med tilsagn af 8. december 2002 gennemført projektet som beskrevet i ansøgning af 10. august 2002 med ændringer aftalt på opstartsmødet d. 19. november 2002.

1.3 Formål

Projektets formål er følgende:

- Via vidensopsamling at identificere de parametre ved tørringen, som har indflydelse på restindholdet af kemikalier i tekstiler renset med kulbrinteblandinger som rensevæsker.

- At indsamle viden om tekniske løsninger, der kan medvirke til at mindske restindholdet i rensede tekstiler i kulbrinterenserier.

- Via formidling af den indsamlede viden at informere om betydningen af tørringen samt oplysninger om de metoder, som kan medvirke til at mindske restindholdet af kemikalier i tekstil renset i kulbrinterenserier.

Projektet skal via sin formidling skabe et indledende teknisk og vidensmæssigt grundlag for renseriejerne og om muligt inspirere til at foretage procesændringer, således at der kan opnås renere produkter, dvs. rensede tekstiler med mindre restindhold af kemikalier.

2 Beskrivelse af projektets indhold og læsevejledning

Såvel i ovenstående tekst, som i resten af rapporten, skal der med "kulbrinterenseri" eller "-rensemaskine" forstås et renseri, der anvender kulbrinteblanding som rensevæske. Omtale af et renseri som anvender tetrachlorethylen som rensevæske, benævnes tetrachlorethylen-renseri. Anvendes termen "renseri", forstås kulbrinte- og tetrachlorethylen-renserier bredt.

Rynex-rensevæske, som blev anvendt i ca. 4 renserier frem til årsskiftet 2002/2003, og andre alternativer, såsom Green Earth, som pt. ikke er introduceret i Danmark, er kun sparsom omtalt i nærværende rapport. Det formodes dog, at visse af hovedkonklusionerne i rapporten også kan have relevans for disse ikke-anvendte alternativer.

Nærværende projekt omfatter ikke udførelse af målinger, men udelukkende litteratur sammenstilling og erfaringsindsamling via interviews med personer i branchen.

I afsnit 3 gives en kort introduktion til arbejdsgangen i kulbrinterenserierne.

Nærværende projekt er opdelt i følgende elementer

- En gennemgang af hvilke parametre, der er betydende for restindholdet: fibertyper, kemikalievalg, charge-sortering, tørretemperatur og tørretid mv., se afsnit 4.
- En beskrivelse af state of the art og optimeringsmuligheder for alternative rensemaskiner fremgår af afsnit 5.
- En overordnet vurdering af optimeringsmulighedernes egnethed i tetrachlorethylenrenserier fremgår af afsnit 6.
- Gennemførelse af et erfaringsudvekslingsmøde med deltagelse af aktører i renseribranchen med henblik på at identificere de mest lovende optimeringsmuligheder, se også afsnit 7.
- Diskussion af projektets resultater samt udarbejdelse af en informationsfolder til renserierne i Danmark fremgår af afsnit 8.

Et <u>hurtigt, mindre teknisk overblik</u> over rapportens resultater kan opnås ved læsning af

- Den generelle introduktion til processer i renserier, afsnit 3
- De tekniske opsummeringer i afsnit 4.7 og 5.6
- Diskussionen i afsnit 8.1, evt. i kombination med beskrivelse af udvalgte optimeringsforslag, se også underopdelingen af afsnit 7.3 i indholdsfortegnelsen samt
- Informationsfolderen i bilag 2.

•

3 Introduktion til renserier generelt

3.1 Arbejdsprocesser i renseriet

Det anslås, at der i Danmark findes i ca. 225 renserier med en eller flere rensemaskiner. Af disse anvender i størrelsesordenen 25 kulbrinte-rensevæske. Enkelte renserier har tetrachlorethylen-rensemaskiner samtidig med kulbrintemaskinerne. Der er kendskab til 4 renserier, der anvendte Rynex-rensevæske frem til årsskiftet 2002/2003, hvor disse maskiner blev ombygget til kulbrinterensemaskiner (Madsen 2002). Der er ikke renserier, som anvender andre alternativer såsom Green Earth.

Arbejdsgangen i renserierne består typisk af følgende aktiviteter:

- Varemodtagelse
- Pletfjernelse
- Grundrensning i rensemaskine, incl. tørring
- Formbehandling (f.eks. presning) og/eller finishbehandling
- Varekontrol og emballering
- Vareudlevering

Grundrensningen i rensemaskinen består typisk af et forskyl, et filterskyl, og en efterfølgende tørring. Sammenlignes renseprocessen med vaskeprocessen i en almindelig vaskemaskine, kan forskyllet sammenlignes med forvask, mens filterskylning kan sammenlignes med klarvask og efterfølgende skylning.

3.2 Kemikalier og restindhold

I behandlingen af tekstilerne anvendes ud over rensevæsken en række kemikalieprodukter, som f.eks. pletfjernere, renseforstærkere, antistatika mm. Kemikalieprodukttyper er opsummeret i tabel 3.1, idet produkttyperne anvendes i større eller mindre omfang i såvel kulbrinte- som tetrachlorethylen eller Rynex-renserier. For visse produkter kan flere funktioner være samlet i et produkt. Der henvises i øvrigt til Miljøstyrelsens projekt vedrørende brugen af kemikalier i alternative renserier (Miljøstyrelsen 2003).

Tabel 3.1: Typer af kemikalieprodukter anvendt i renserier

Produkttype	Funktion /anvendelse
Forbørstningsmid-del/Pletfjerningsmiddel	Pletrensning før grundrensningen
Rensevæske	Grundrensning
Renseforstærker	Tensidholdigt produkt. Anvendes i grundrensning(1. bad) og i 2. bad
Appreteringsmiddel	Anvendes som tilsætning i 2. bad
Antistatika	Fjerner statisk elektricitet. Tilsættes i 2. bad
Imprægneringsmiddel	Ekstrabehandling: Beskytter tekstil mod vand, sprayes ind efter 2. bad, men før tørring
Læderolie	Til specialrens af læder, tilsættes rense-badet. Læderrensning sker typisk hos specialrenseri
Detacheringsmiddel	Pletrensning før/efter grundrensningen
Øvrige produkter	F.eks filterpulver, aktiv kul til ekstra fil-trering af rensevæsken.

Restindholdet af kemikalier i de rensede og færdigbehandlede tekstiler udgøres af de kemikalier, som er anvendt under forbehandlingen, selve rensningen og efterbehandlingen. Med andre ord - de kemikalier som anvendes ved processerne i renseriet, kan i værste fald genfindes som restindhold i tekstilerne. Restindholdets størrelse er afhængig af bl.a. kemikalietypen og fibertypen.

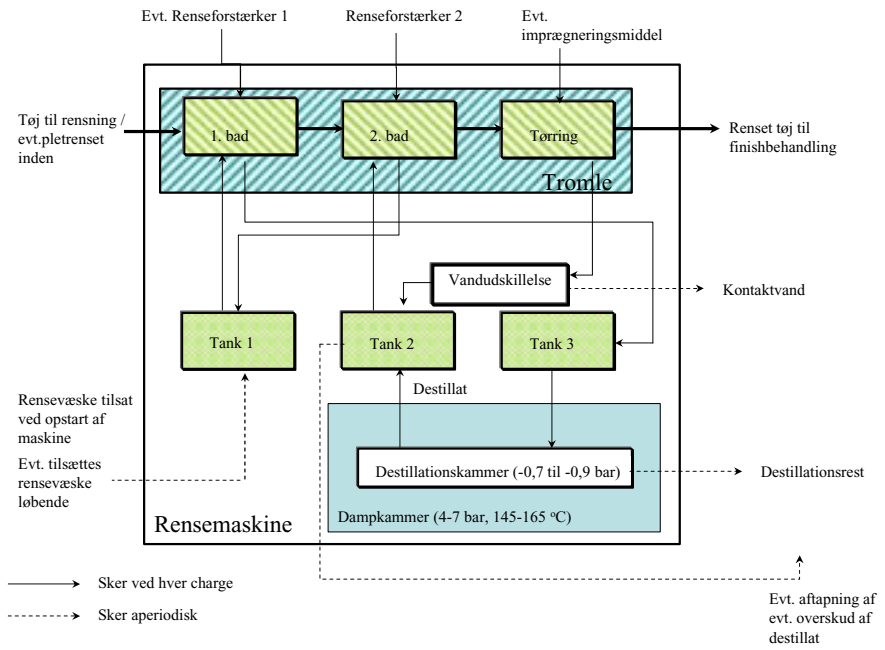
Restindholdet af kemikalier reduceres efter rensningen primært ved tørreprocessen, sekundært ved efterbehandlingen (formbehandling ved f.eks. presning) og almindelig afdampning af kemikalier ved opbevaring af tekstilerne i renseriet indtil forbrugeren afhenter de færdigbehandlede tekstiler, og ved opbevaring hos forbrugeren.

Forhold vedrørende restindhold og brugen af kemikalier i renserierne er nærmere uddybet i afsnit 4.1 og 4.2, mens forhold vedrørende betydningen af fibertype er uddybet i afsnit 4.3. De fysiske forhold under tørringen er beskrevet i afsnit 5.

3.3 Rensemaskinen

Processerne i de kulbrinte-maskiner, som anvendes i Danmark, kan overordnet illustreres ved flowdiagrammet i figur 3.1.

Figur 3.1: Skematisk beskrivelse af de typiske processer i kulbrinte- og Rynex rensemaskinen. (Miljøstyrelsen, 2003). Bemærk, at der forekommer alternative rensemaskiner med anderledes maskinopbygning, f.eks. antallet af tanke mm.



Tøjet renses i 2 efterfølgende bade, idet væsken fra første bad efter en destillation udgør væsken i andet bad. Typisk tilsættes der ud over den oprindelige rensevæske hjælpe- og tilsætningsstoffer til første og andet bad. Tekstilerne centrifugeres efter første og andet bad. Efter rensningen i første og andet bad tørres tekstilerne i samme tromle.

Generelt gælder, at processerne i rensemaskinen er indstillet således, at der ikke er risiko for antændelse eller eksplosion af de anvendte kemikalier.

3.4 Destillation & centrifugering

Som væske i andet bad i grundrensningen anvendes typisk destilleret væske fra første bad. Ved destillationen opvarmes væsken og de flygtige komponenter damper af og kondenseres ved afkøling i en væsketank. Den kondenserede væske - destillatet - anvendes herefter som væske i andet bad. I destillationsresten, som bortskaffes som affald, opkoncentreres de mindre flygtige komponenter, f.eks. tensider (sæbestoffer) mm. Væsken i første bad består af både af rensevæske og hjælpestoffer tilsat badet. Da hjælpestofferne i lighed med rensevæsken indeholder flygtige komponenter i større eller mindre omfang, vil

destillatet typisk have en sammensætning, som er anderledes end sammensætning af rensevæsken.

Ovenstående betyder, at de forhold, hvorved destillationen foretages får betydning for hvilke kemikalier, som vil kunne findes i væsken til andet bad og dermed som restindhold i de færdigbehandlede tekstiler.

Destillationsprocessen er nærmere beskrevet i afsnit 4.2.2, og optimeringsmulighederne for så vidt angår destillationen er nærmere beskrevet i afsnit 5.3.4.

Ved centrifugeringen efter første og andet bad slynges tekstilerne i tromlen. Centrifugeringshastigheden og -tiden er afgørende for, hvor meget restindhold af væske fra første bad, der er i tekstilerne i andet bad og hvor meget restvæske fra andet bad, der findes i tekstilerne inden tørringen, se også afsnit 4.2.2. Optimeringsmuligheder i relation til centrifugeringen fremgår af afsnit 5.3.3.

3.5 Tørring

Ved tørringen blæses varm luft ind i tromlen, mens tromlen roterer og tekstilerne dermed bevæges. Varmen betyder, at kemikalierne i væsentlig omfang fordamper. Tromleluften med kemikalierne ledes typisk over et fryseelement, hvor kemikaliedampene kondenserer. Denne køling kaldes også kompressorkøling. Luften genopvarmes og tilledes igen til tromlen.

Tørringen styres centralt, idet parametrene er forprogrammeret i rensemaskinen. Således kan tørretiden blive reguleret ud fra f.eks. tromleluftens indhold af kemikalier (f.eks. målt som % af LEL - Nedre eksplosionsgrænse - for de væsentligste kemikalier), kombineret med en minimumslængde af tørretiden ved en given temperatur.

Der henvises til afsnit 4.4.1 for nærmere beskrivelse af temperaturens betydning og til afsnit 5.2 for nærmere beskrivelse af selve tørreprocessen. Optimeringsmuligheder fremgår af afsnit 5.3.6 og 5.3.7.

Efter selve tørringen formbehandles tekstilerne ofte ved presning eller anden dampbehandling. Herefter opbevares tekstilerne typisk i poser i renseriet indtil forbrugeren afhenter tekstilerne. Betydningen af formbehandlingen og forholdene, hvor tekstilerne opbevares inden forbrugeren afhenter dem, er uddybet i afsnit 4.5 og 4.6, idet optimeringsmuligheder er belyst i afsnit 5.4.

3.6 Gevinster ved lavere restindhold i tekstilerne

3.6.1 Arbejdsmiljø- og miljømæssige forhold i renseriet

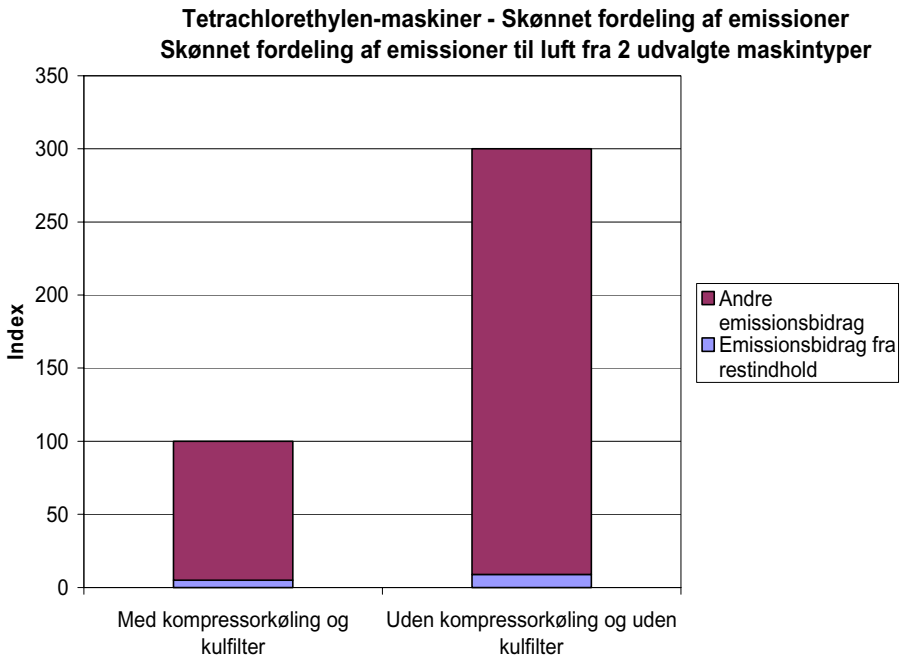
Indeholder de rensede og tørrede tekstiler rester af kemikalier, vil en del af dette kemikalieindhold blive afgivet til indeklimaet i renseriet under formbehandlingen og opbevaringen i renseriet.

Miljøstyrelsen (2001b) skønner, at mere end 90 % af emissionen af tetrachlorethylen til miljøet fra tetrachlorethylen-rensemaskiner med kompressorkøling og kulfilter sker via destillationsaffaldet. Det skønnes videre, at mere end 5 % af emissionen hidrører fra restindhold i tekstilerne og ca. 0,2 % fra åbning af lugen.

For rensemaskiner uden kompressorkøling og uden kulfilter skønnes restindholdet i tekstilerne at udgøre ca. 3 % af den samlede emission, som skønnes ca. 3 gange større end for de maskiner, som har kompressorkøling og kulfilter.

Forholdet er illustreret i nedenstående figur 3.2, idet den samlede emission fra maskiner med kulfilter og kompressor er sat til index 100.

Figur 3.2: Skønnet fordeling af emissioner til luft fra 2 typer af tetrachlorethylenmaskiner, fordelt som emmisionsbidrag fra hhv. restindhold og andet. Data baserer sig på oplysninger fra Miljøstyrelsen (2001b)



Tallene indikerer dermed, at valg af maskintype og restindholdet i tekstilerne har stor betydning for de emissioner af kemikalier, som finder sted såvel til indeklimaet i renseriet, som til det eksterne miljø.

Uhensigtsmæssigt højt restindhold i såvel de rensede som de færdigbehandlede tekstiler kan give anledning til unødig afdampning af kemikalier i arbejdsmiljøet i renseriet, såvel under åbning af luge og under formbehandling, som under opbevaring i renseriet.

Af §§ 16 og 17 i Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 140 af 17. februar 1997 om foranstaltninger til forebyggelse af kræftrisikoen ved arbejde med stoffer og materialer fremgår, at arbejde med f.eks. tetrachlorethylen skal foregå i lukkede anlæg, hvis det er teknisk muligt. Hvis det ikke er teknisk muligt, skal stofferne fjernes fuldstændigt fra udviklingsstedet. Der henvises endvidere til Arbejdstilsynets vejledning om grænseværdier for stoffer og materialer (C.0.1, oktober 2002), hvoraf det fremgår, at:

"Det følger af regelgrundlaget og forbeholdene ved fastsættelse af grænseværdier, at grænseværdier kun kan være vejledende ved en vurdering af, om sundhedsfarlige forhold eksisterer, og at koncentrationen af alle luftforureninger derfor generelt bør holdes så langt under grænseværdien som muligt."

En vej til reduktion af koncentrationen af kemikalier i renseriets arbejdsmiljø og i miljøet i øvrigt er via reduktion af restindholdet i tekstilerne. Ud over de direkte målbare forbedringer i form af lavere indeklimakoncentrationer af kemikalier i renserierne, kan også opnås mere subjektive gevinster, såsom bedre oplevelse af arbejdsmiljøet, mindre træthed mm.

Da koncentrationen af kemikalier i indeluften i renseriet kan sprede sig til de omkringliggende boliger, kan der også her være et incitament til at begrænse luftkoncentrationen i renseriet - f.eks. via reduceret restindhold i tekstilerne.

Et andet vigtigt aspekt er, at jo lavere restindhold, der opnås ved tørringen, des mindre rensevæske skal der løbende tilsættes rensemaskinen og des mindre forurening skal håndteres i renseriets indeluft via ventilations- og evt. luftrense-systemer. Et lavt restindhold kan således medføre lavere anlægsomkostninger til ventilationssystemer og luftrensning, ligesom de løbende drifts- og vedligeholdelsesudgifter kan reduceres.

3.6.2 Gevinster for forbrugeren

Indeholder de færdigbehandlede tekstiler stadig rester af kemikalier, når forbrugeren afhenter tekstilerne, kan afgivelsen af kemikalierne fra tekstilerne i værste fald ske i forbrugernes boliger og dermed påvirke indeklimaet.

Miljøstyrelsen (2001 & 2002a) har vist, at restindhold af særligt tetrachlorethylen og Rynex-rensevæske, men også kulbrinterensevæske kan give anledning til en forringelse af indeklimaet i forbrugernes boliger. Et lavere restindhold i de færdigbehandlede tekstiler vil reducere denne påvirkning hos forbrugeren. Ydermere viser undersøgelser af Miljøstyrelsen (2003), at rensede tekstiler kan indeholde komponenter som f.eks. octyl- og nonylphenolpolyethoxylater, som er uønskede i miljøet, idet de i spildevandsanlægget eller i naturen kan nedbrydes til nonylphenol, som er svært nedbrydeligt og har vist hormonlignende effekter.

Eksemplerne indikerer, at bedre kontrol med kemikalierne i de færdigbehandlede tekstiler, evt. styring af rensningsprocessen, således at antallet og koncentrationen af kemikalier i de færdigbehandlede tekstiler reduceres, vil kunne mindske den kemiske påvirkning af forbrugeren og vil dermed være i forbrugerens interesse.

Med den øgede fokus på miljømæssige påvirkninger fra renserier og renset tekstil forventes det derfor, at der vil være en væsentlig konkurrenceparameter i et lavt og velbeskrevet restindhold. Ud over at kunden i flere tilfælde vil kunne lugte en forbedring i form af, at det afhentede rensede tekstil lugter mindre "kemisk", kunne renserierne vælge løbende at få kontrolleret deres restindhold under standardiserede forhold og dermed konkurrere på lavt restindhold, se mere herom i afsnit 5.5.

4 Parametre af betydning for restindholdet

I følgende afsnit beskrives de parametre, som har indflydelse på, hvor stort restindholdet (også kaldet residualindholdet) er i de rensede tekstiler, når de afhentes af forbrugeren.

Ud over den generelle litteratursøgning er følgende institutioner kontaktet pr. mail eller pr. telefon:

- Wäschereiforschung Krefeld/Laundry Research Krefeld. Campus Fichtenhain 11, D-47807 Krefeld, Tyskland
- Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. Annaberger Strasse 240, D-09125 Chemnitz, Tyskland
- Healthy Buildings. PO box 25, Fin-02131 Espoo, Finland
- Forschungsinstitut Hohenstein. Schloss Hohenstein, D-74357 Bönnigheim, Tyskland

Endvidere er hjemmesider for følgende instanser, institutioner og sammenslutninger besøgt:

- NIOSH (U.S. National institute for Occupational Health and Safety, www.cdc.gov/niosh
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency, www.epa.gov)
- Colorado Department of Public Health and Environment, Pollution Prevention Forum (www.coloradop2.org/cdphe), USA
- National Clothesline (www.natclo.com), USA
- HSIA, Halogenated Solvents Industry Alliance Inc. (www.HSIA.org). USA
- Global Chlorinated Organics Business (www.dow.com), USA

Generelt kan det konstateres, at der er publiceret flere oplysninger om restindhold i tekstiler renset i tetrachlorehtylen, end for tekstiler renset i kulbrinte- eller Rynex-rensevæske. Der er set eksempler på, at tetrachlorethylen indgår i hjælpestofferne i de alternative renserier (se også Miljøstyrelsen 2003) og i selve Rynex-rensevæsken. Da tetrachlorethylens opførsel under tørringen, efterbehandlingen og opbevaringen kan være sammenlignelig med, eller retningsgivende for de øvrige kemikaliers opførsel, er det valgt at medtage erfaringerne fra tetrachlorethylen i væsentlig omfang i nærværende rapport.

4.1 Restindhold og emissionsmodel

4.1.1 Emissionsmodel

Renset og tørret tekstil indeholder en rest af kemikalier, som ikke er fjernet ved tørreprocessen og efterbehandlingen.

Den simpleste model, som beskriver emissionen af kemikalier fra tekstilerne, ser ud som følger:

(1)

$$R = R_0 e^{(-kt)}$$

hvor
R Emissionsraten af kemikaliet i det rensede tøj til tiden t, f.eks. mg/m^2h
R_0 Initiel emissionsrate, f.eks. mg/m^2h
k Ratekonstant eller hastighedskonstant for emissionen, f.eks. h^{-1}

Modellen har vist sig egnet til beskrivelse af emissionen af såvel tetrachlorethylen som glycolethere og kulbrinter (Miljøstyrelsen 2001, 2002a). De emissionsbestemmende parametre kan bestemmes f.eks. ved klimakammermålinger.

Halveringstiden for emissionsraten, $t_{½}$ er den tid det tager, før emissionsraten når 50 % af initialemissionsraten, R_0. Jo kortere halveringstid, jo hurtigere afdamper kemikalierne fra tekstilerne.

Evnen til at tilbageholde kemikalier i tekstilfibre kaldes retentionsevne.

Ligning (1) gælder både, mens tøjet tørres i rensemaskinen, og mens restindhold emitteres under opbevaring i renseriet og hjemme hos forbrugeren.

I tabel 4.1 er opsummeret restindhold og halveringstider på udvalgte tekstiler renset i danske renserier.

Det fremgår af tabellen, at restindholdet varierer meget fra undersøgelse til undersøgelse og fra renseri til renseri. Det kan konstateres, at restindholdet, uanset renseritype og kemikalie, typisk varierer mellem 0,001 og 0,5 vægt %: Restindholdet af kulbrinter i færdigbehandlet tekstil varierer mellem <0,001 og 0,43 vægt %, mod en variation i restindholdet af tetrachlorethylen og glycolethere på mellem <0,001 og 0,03 vægt %, hhv <0,001 og 0,46 vægt %.

Orienterende målinger af Tagge (2002) viser, at restindholdet af rensemidler er næsten lige så stort for tekstiler renset i kulbrinte, som for tekstiler renset i tetrachlorethylen. Denne tendens kan ikke umiddelbart genfindes i de undersøgelsesresultater, som er præsenteret i tabel 4.1, idet der for ét enkelt tekstil blev fundet et kulbrinterestindhold, som var ca. 10-20 gange større end restindholdet fundet i de øvrige rensede tekstiler. Ud fra resultaterne i tabel 4.1 vurderes det, at der er en tendens til, at restindholdet af glycolethere er højere end restindholdet af hhv. kulbrinter og tetrachlorethylen.

Halveringstiderne for afgivelsen af kulbrinter fra tekstilerne varierer ved samme undersøgelse mellem 11 og 63 timer, mod 58-114, hhv. 41-140 timer for

tetrachlorethylen og glycolethere. Halveringstiden for afdampningen af kulbrinter er tilsyneladende lavere end halveringstiden for tetrachlorethylen og glycolethere, mens glycolethere tilsyneladende har lidt højere halveringstid end kulbrinter og tetrachlorethylen.

Tabel 4.1: Restindhold og halveringstider fundet ved målinger på tekstil renset i danske renserier

Renseritype	Analyseret kemikalie	Renseri	Type af rensede tekstiler	Restindhold, Vægt %	Halveringstid, timer
Tetrachlorethylen[a]	Tetrachlorethylen	1	Gardin	0,02	92
		1	Vinterfrakke	0,01	77
		1	Habit 1	0,014	74
		2	Habit 2	0,03	114
Kulbrinter[b]	Kulbrinter	3	Vinterfrakke	0,43	35
		3	Habit 1	0,001	11
Kulbrinter[c]	Kulbrinter	3	Kjole	Ikke påvist	
		3	Jakke	0,002	63
		3	Bukser	<0,001	50
Kulbrinter[c]	Glycolethere	3	Kjole	Ikke påvist	
		3	Jakke	0,0014	91
		3	Bukser	<0,001	119
Rynex (Glycolethere)[b]	Glycolethere	4	Vinterfrakke	0,1	140
		4	Habit 1	0,36	63
		4	Habit 2	0,46	41
Rynex (Glycolethere)[c]	Glycolethere	4	Kjole	0,015	114
		4	Jakke	0,056	112
		4	Bukser	0,026	81
Rynex (Glycolethere)[c]	Tetrachlorethylen	4	Kjole	<0,001	58
		4	Jakke	Ikke påvist	
		4	Bukser	Ikke påvist	

[a]: Miljøstyrelsen 2001. Habitterne er ens og er lavet af 28%uld/69%polyester/3%lycra. Vinterfrakkens yderstof var 63% bomuld/23%polyester/13 % lycra med bomulds/viscose for. Gardinet var af bomuld. Gardin, vinterfrakke og habit 1 blev renset på samme renseri. Habit 2 blev renset på andet renseri.
[b]: Miljøstyrelsen 2002a. Habitterne er ens og er lavet af 28%uld/69%polyester. Vinterfrakkens yderstof var 88%polyester/12%polyamid med for af 10 % uld/90%polyester.
[c]: Miljøstyrelsen 2003. Jakke og bukser er af 28% uld, 69% polyester, 3% lycra. Kjolen er af 60% viscose, 40% acetat

4.1.2 Forskelle i restindhold renserier imellem

At valget af processer i renseriet har betydning for restindholdet, fremgår bl.a. af de undersøgelser, hvor der er udført samtidige målinger i forskellige renserier. Eksempelvis viser undersøgelser af Brand et al. (1999), at restindholdet af tetrachlorethylen i acetat-prøver renset i 5 forskellige renserier varierede mellem 0,5 og 2 mg/g tekstil (svarer til 0,05-0,2 vægt %). Undersøgelsen viste, at forskellene ikke kunne forklares i, hvorvidt tekstilerne blev presset efter rensningen eller ej, og det vurderes, at en del af forskellene kan forklares i driftsforhold. Der er tidligere rapporteret om større forskelle (Kawauchi & Nishiyama, 1988).

Miljøstyrelsen (2001) fandt ved undersøgelse af restindhold i 2 ens habitter efter rensning og efterbehandling i 2 forskellige tetrachlorethylen-renserier, restindhold på hhv. 0,014 og 0,03 vægt % se også tabel 4.1.

Der er ikke forfatterne bekendt publiceret resultater af sammenlignende målinger af restindhold i fuldstændig ens tekstiler renset i forskellige kulbrinte-renserier.

Da der kan konstateres et spænd i restindhold fra <0,001 til 0,46 vægt% afhængig af renseri, tekstiltype, rensevæske og undersøgte kemikalier, vurderes det, at der er et potentiale for lavere restindhold ved optimering af bl.a. tørringsprocessen i såvel tetrachlorethylen- som kulbrinte-renserier.

4.2 Betydningen af kemikalier anvendt i renseriet, herunder betydningen af destillationen

4.2.1 Kemikalier i renseriet

Undersøgelser foretaget af Miljøstyrelsen (2003) viser, at antallet af produkter og dermed antallet af kemikalier, som anvendes i renserierne, er meget højt. Kemikalierne spænder fra mere til mindre flygtige komponenter, ligesom mange af kemikalierne er vandopløselige eller vandblandbare. I samme undersøgelse fandt man indhold af octyl- og nonylphenolpolyethoxylater (nonioniske tensider) såvel i produkterne, som i de færdigbehandlede tekstiler. Da octyl- og nonylphenolpolyethoxylater kan nedbrydes til nonylphenol, som er svært nedbrydeligt og har vist hormonlignende effekter, er stofferne uønskede i miljøet.

Undersøgelserne viste videre, at tetrachlorethylen kunne påvises i hjælpestoffer i såvel kulbinte- som Rynex-renserier. Ydermere kunne der påvises tetrachlorethylen i Rynex-rensevæsken.

Det store antal kemikalier anvendt i renserierne og forskelle i driftsforhold betyder, at det kan være yderst kompliceret at forudsige sammensætningen af restindholdet i de færdigt behandlede tekstiler.

Eksempelvis kan der fra renseri til renseri være store forskelle i valg af kemikalier samt forbruget af kemikalier pr. kilo renset tekstil (Miljøstyrelsen 2003).

Ydermere er der forhold som indikerer, at kemikalierne ad- eller absorberes i fibrene. Optagelsen er dog stærkt afhængig af de anvendte kemikalier og fibertypen, se også afsnit 4.3. Generelt peger flere undersøgelser på, at ad- eller absorptionen af kemikaliet stiger med stigende kogepunkt (eller stiger med faldende damptryk) for kemikaliet (Tichenor et al. 1988, Colombo et al. 1993, Won et al. 2000). Ud fra en vurdering af kogepunkter alene for de anvendte rensevæsker i Danmark forventes det således, at kulbrinter og glycolethere ad- eller absorberes mere end tetrachlorethylen. Undersøgelser viser, at også kemikaliets funktionelle struktur (f.eks. størrelsen, om der er tale om et chloreret eller ikke-chloreret opløsningsmiddel m.m.), har betydning for hvor meget stof og hvor godt stoffet ad- eller absorberes (Won et al. 2000).

Endvidere viser erfaringer fra flere renseriejere, at tekstilerne indeholder forholdsvis store mængder af vand som vanddamp. Denne vanddamp må formodes også at indvirke på optagelsen af kemikalier i fibrene, idet visse kemikalier har større opløselighed i vand end i f.eks. kulbrinteblandinger.

Hjælpeprodukternes indhold af tensider, dvs. vaskeaktive stoffer, formodes også at føre til et forøget optag af kemikalierne i fibrene.

Afgivelse af kemikalierne fra fibrene under tørringen er afhængig af tørretemperaturen, se også afsnit 4.4, og det må formodes, at også væsketemperaturen har betydning for fibrenes optag af kemikalierne, således at jo højere temperatur, des mere ad- eller absorberes kemikalierne i fibrene.

Generelt kan man sige, at forudsigelse af restindholdet - herunder styring af restindholdet via processer i renseriet - er lettest jo færre kemikalier, der indgår i processerne og jo bedre kontrol renseriet har over processerne. Der henvises til afsnit 5.3.2 for vurdering af optimeringsmulighederne i forbindelse med kemikalievalget.

4.2.2 Restindholdets afhængighed af centrifugering og destillationsprocessen

Da der løbende tilsættes hjælpe- og tilsætningsstoffer til rensemaskinen, og da de fleste renserier anvender en destillation af rensevæske fra første bad som væske i sidste bad, vil destillatet - og dermed den væske, som er i kontakt med tekstilerne inden tørringen - med tiden afvige mere og mere fra den oprindelige og veldefinerede rensevæske (Miljøstyrelsen 2003). Dette er samstemmende med resultater af undersøgelser gennemført af Kurz & Tagge (1994), idet man eksempelvis har konstateret, at der i næsten alle tilfælde kan konstateres små mængder chlorerede opløsningsmidler i form af tetrachlorethylen i destillatet fra kulbrinterenserier.

Selvom der inden 2. bad foretages en centrifugering, vil tekstilerne indeholde en rest af væsken fra 1. bad, skønnet op til ca. 10-15 vægt % afhængig af centrifugeringsforholdene. Denne væske vil indeholde stoffer fra hjælpe- og tilsætningsprodukterne, som kan være mindre fordampelige end kendetegnende for destillatet. Effektiviteten af centrifugeringen efter 1. bad får dermed betydning for det endelige restindholds sammensætning. Dette giver anledning til at vurdere, at en effektiv centrifugering såvel efter 1. bad som 2. bad samt kontrol med destillationen er en forudsætning for, at de komponenter, som findes i tøjet ved starten af tørringen, primært vil være flygtige komponenter, som lettere tørres ud af tekstilerne. Der henvises til afsnit 5.3.3 for nærmere beskrivelse af optimeringsmulighederne for så vidt angår centrifugeringen.

Adskillelsen af flygtige komponenter fra ikke-flygtige komponenter ved destillationen er helt afhængig af de driftsforhold - i form af bl.a. temperatur og tryk - som destillationen foregår ved. Ydermere kan eventuelt manglende vedligehold, f.eks. i form af manglende service, rensning af filtre mm. få betydning for destillatets sammensætning: Er temperaturen for høj, vil en større del af mindre flygtige komponenter også blive destilleret over i destillatet sammen med de mere flygtige komponenter. Omvendt - er temperaturen for lav vil der ikke blive destillat nok og ny rensevæske skal tilsættes. Ud fra et ønske om lavt restindhold er det hensigtsmæssigt, at destillationstemperaturen er så lav som muligt, idet kun de mest flygtige komponenter vil blive destilleret over i destillatet. Der henvises til afsnit 5.3.4 for nærmere vurdering af optimeringsmulighederne.

4.3 Tekstilernes betydning for restindholdet

4.3.1 Fibertypen

Brodmann (1975) har ved forsøg vist, at restindholdet af tetrachlorethylen efter rensning er væsentlig højere i syntetiske materialer end i naturmaterialer som f.eks. uld, bomuld og silke. Tichenor et al. (1988) undersøgte i alt 12

fibertypers restindhold efter kemisk rensning i et tetrachlorethylen-renseri. Undersøgelsen viste, at halveringstiden for afgivelse af tetrachlorethylen fra syntetiske fibre var ca. 1 døgn, mens halveringstiden for bomuld og silke kun var 4-5 timer. Med andre ord er afgivelsen af tetrachlorehtylen fra syntestiske fibre langsommere end afgivelsen af tetrachlorethylen fra naturlige fibre.

Kurz et al. (1995) har ved undersøgelser af restindhold af tetrachlorethylen i rensede tekstiler konstateret, at tekstiler bestående af fibre af acetat, polyamid og polyester har en større retentionsevne end fibre bestående af bomuld og uld, der igen har en større retentionsevne end silke, viskose og polyakryl.

Tilsvarende har Kawauche & Nishiyama (1988) vist, at hydrofobiske (vandafvisende) tekstiler, såsom nylon og acetat kan indeholde forholdsmæssigt større restindhold af tetrachlorethylen end andre fibre.

Undersøgelserne af Kurz et al. (1995) viste, at vægtfylden af tekstilerne kun i få tilfælde havde betydning for restindholdet af tetrachlorethylen. Eksempelvis kunne man ved sammenligning af restindholdet af tetrachlorethylen i uldfilt og polyesterfleece konstatere, at polyesterfleece har en højere retentionsevne end uldfilten, på trods af sidstnævntes forholdsvis tættere struktur og højere vægtfylde. Dette tilskrives polyesterfibres høje retentionsevne sammenlignet med uld.

Der er ikke forfatterne bekendt publiceret undersøgelser, som redegør for restindholdet af kulbrinter eller andre alternative rensevæsker i forskellige tekstilfibre. Det forventes dog, at der vil være en væsentlig afhængighed mellem restindholdet af kulbrinter og fibertypen.

Der henvises til afsnit 5.3.5 for optimeringsmuligheder i relation til fibertypen.

4.3.2 Vandafvisende og åndbare tekstiler

Vejrbeskyttende tekstiler kan opdeles i to typer: 1) vandafvisende, tæt vævning af mikrofiberfilamenter af f.eks. polyamid eller polyester, og 2) vanddampgennemtrængelige, men vandtætte membraner, f.eks. af polytetrafluorethylen, polyester eller polyurethan. Undersøgelser af Kurz et al. (1995) viser, at de vandafvisende tekstiler typisk har en høj retentionsevne af tetrachlorethylen sammenlignet med de vanddampgennemtrængelige membraner. Forholdet vurderes at skyldes fibertyperne samt tætheden af vævningen. Blandt de vanddamp-gennemtrængelige membraner viser undersøgelserne, at laminater bestående af polyurethanmembraner har relativ lav retentionsevne sammenlignet med laminater bestående af polytetrafluorethylen eller polyestermembraner.

Der er ikke forfatterne bekendt publiceret resultater vedrørende andre kemikalier end tetrachlorethylen, men det forventes, at lignende forhold vil gøre sig gældende.

4.3.3 Besætninger

Læderimitationer som polyurethan på bomuldsbaggrund har en ringere retentionsevne af tetrachlorethylen end f.eks. polyester- og polyamidlæderimitationer(Kurz et al. 1995).

For besætninger af ægte læder gælder, at der er stor forskel på retentionsevne, og dette begrundes i forskelle på strukturen af læderet (Kurz et al. 1995). De testede lædertyper har dog alle vist en relativ høj retentionsevne af tetrachlorethylen.

Det forventes, at tilsvarende forhold gør sig gældende for retentionen af kulbrinter og andre kemikalier, og erfaringer fra kulbrinterenserier viser også, at det typisk er besætninger, som er sværere at tørre tilstrækkeligt (Olsen, 2003).

4.3.4 Dekorationsstoffer

Retentionsevnen for dekorationsstoffer (f.eks. forhæng og gardiner) afhænger af faktorer så som materialevalg, besætninger/bestanddele, brandhæmmere, sodlag mm. Kurz et al. (1995) påpeger, at sodlaget i mørklægningsstof virker som aktivt kul, dvs. adsorberer tetrachlorethylen og kun svært afgiver det igen.

Lignende retentionsforhold må forventes gældende for øvrige kemikalier.

4.4 Betydningen af de fysiske forhold under tørringen

4.4.1 Tørretemperatur, tørretid og luftflow

Der er grund til at formode, at en væsentlig begrænsende faktor for emissionen er diffusionen af kemikaliet i fibrene (Tichenor et al. 1988). Med andre ord - kemikalierne skal først diffundere ud gennem fibrene, inden de kan fordampe fra overfladen.

Hvis diffusionen af kemikalier i fibrene er styrende for emissionen fra det rensede tekstil, bestemmes emissionsraten i væsentlighed af koncentrationsforskelle mellem fibre og tromleluft (under tørringen) eller fibre og luften i renseriet (under opbevaring). Da koncentrationen i fibrene generelt er meget høj sammenlignet med tromle- eller indeluftskoncentrationen, betyder dette, at selv om man mindsker koncentrationen i tromleluften eller indeklimaet under opbevaringen med f.eks. en faktor 2-5 ved øget luftskifte, giver dette ikke nødvendigvis en tilsvarende øget emissionsrate. Eksempelvis viste undersøgelser af Tichenor et al. (1988), at en forøgelse af luftskifte i kammeret fra 0,25 til 2,0 gange/timen ingen betydning havde for emissionshastigheden af tetrachlorethylen fra polyester, uld og rayon.

Derimod har temperaturen vist sig at påvirke emissionsraten betydeligt. Eksempelvis fandt Tichenor et al. (1988) ved laboratorieforsøg, at ved en øgning af temperaturen fra 20 til 45º C, øgedes den initielle emissionsrate, R_0, med en faktor 7 og 12 for hhv. polyester/uld tekstil og for en ren uld tekstil. Halveringstiden blev ved samme temperaturstigning reduceret fra ca. 15-20 timer til ½-2 timer. Tagge (2002) peger på forøgelse af tørretemperatur og luftcirkulation som en metode til reduktion af tørretiden, dog under hensyntagen til, at for høj temperatur kan have en skadelig effekt på visse tekstiler.

Eksempelvis kunne der ved målinger af restindhold i tekstiler fra et kulbrinterenseri, der fra første til anden måling optimerede sorteringen, nedsatte chargestørrelsen samt øgede tørretemperaturen, måles reducerede restindhold (Miljøstyrelsen 2002a & 2001, se også tabel 4.1): Ved første måling på en vinterjakke og en habit måltes et restindhold af kulbrinter på 0,001 - 0,43 vægt %, mod et restindhold på <0,001 - 0,002 vægt % ved en charge bestående af lignende habit og kjole, hvor sortering var forbedret, chargestørrelsen mindre

og temperaturen forøget fra 70 til 75°C. Der er grund til at formode, at de lavere restindhold i væsentlig omfang kan begrundes i de beskrevne optimeringer, men det kan ikke udelukkes, at andre forhold også kan spille ind.

Man kan sige, at jo flere kalorier i form af varme, der er til stede til tørringen af tøjet, des lavere restindhold opnås inden for en given tørretid.

Der er eksempler på, at Rynex- og kulbrinterenserier tørrer tekstilerne ved 75 °C (Miljøstyrelsen 2003) uden skade på tekstilerne. Ved fastsættelse af tørretemperaturen skal holdes for øje, at kemikalierne i tromlen kan antændes ved rette temperatur, tryk og iltindhold. Regulering af tørretemperaturen skal derfor foregå i tæt samarbejde med installatøren, som kender den aktuelle rensemaskines funktioner.

4.4.2 Chargestørrelse og -sortering

Da det absolutte restindhold i et givet stykke tekstil er afhængig af fibertypen og den samlede vægt af tekstilet, vil man med en given varmepåvirkning under tørringen opnå lavere restindhold jo mindre tekstilmængde, der findes i tromlen. Ydermere er det klart, at jo mere ensartede fibertyper, som tørres samtidig, jo mere ensartet resultat opnås.

Nogle kulbrinte-rensemaskiner styrer bl.a. tørringen ved hjælp af måling på tromleluftens indhold af kemikalier i forhold til nedre eksplosionsgrænse (LEL). Dette betyder, at har man f.eks. en charge bestående af lette, tynde stoffer samt enkelte kraftige stoffer, som frakker, vil der kunne opnås så lave koncentrationer i tromleluften, at tørringen automatisk stopper, uden at de tykke stoffer nødvendigvis er tørre. Forestiller man sig, at tørringen blev styret efter kondenseringshastigheden for tørreluften eller blot tørretiden, ville der på tilsvarende måde kunne opnås forhold, der indikerede fuldstændig tørring, men hvor de tykke stoffer ikke nødvendigvis var tørre.

En god sortering af tekstilerne i en charge - i relation til lignende fibretyper og kvaliteter i samme charge, og så lille chargestørrelse som økonomisk muligt (bl.a. afvejet i forhold til energiforbrug) - giver erfaringsmæssigt lavere og mere ensartede restindhold (Olsen, 2003), se også undersøgelsesresultater refereret i afsnit 4.4.1.

Dette er samstemmende med anbefalingerne i Teknologisk Institut (1982), hvor der peges på fyldningsgraden vægt- og volumenmæssigt som væsentlige faktorer for lave restindhold.

4.5 Betydningen af efterbehandlingen/Formbehandlingen

Weber (1992) har undersøgt betydningen af efterbehandling i form af presning og strygning af tekstil renset i tetrachlorethylen. Undersøgelserne viste, at renset tekstil, som er presset eller strøget har et 5-15 gange lavere restindhold af tetrachlorethylen end restindholdet i tilsvarende tekstiler, som ikke er formbehandlet. Trods det, at man som følge af forbedringer i renserierne må forvente et generelt lavere restindhold nu end i 1992, hvor undersøgelserne blev foretaget, vurderes det, at efterbehandlingen stadig fører til en målbar reduktion af restindholdet.

Undersøgelser af Brand et al. (1999) viste, at efterbehandling ved presning af acetatprøver renset i tetrachlorehtylen-renserierier førte til 2-4 gange lavere restindhold end ikke-pressede prøver.

Tekstiler med lav porøsitet (f.eks. læderbesætninger og vandtætte eller vandafvisende membraner – goretex etc.), der ved normal tørreprocedure kan være svære at tørre, kan der selv efter strygning/presning fornemmes lugt af kulbrinterensemidler (Tagge 2002).

Det vurderes, at der generelt kan opnås lavere restindhold ved formbehandling af tekstilerne. Der henvises til afsnit 5.4 for nærmere beskrivelse af optimeringsmulighederne.

4.6 Opbevaring

Oftest opbevares de færdigt behandlede tekstiler i poser. Opbevaringen af tekstilerne i poserne begrænser emissionsraten, indtil tøjet tages ud af posen. Da hele restmængden af kemikalier i tekstilerne med tiden vil emitteres til luften, betyder opbevaringen af tekstilerne i poserne ikke en reduktion af mængden af emitteret stof, blot en mere eller mindre reduceret hastighed (rate), hvormed det afgives fra tekstilerne (Tichenor et al. 1988).

Forsøg (Chao et al. 1998) med opbevaring af rensede tekstiler i boliger viser, at der er forskel på emissionsraten af tetrachlorethylen, afhængig af, om de rensede tekstiler opbevares i plastikpose, eller om posen er fjernet ved introduktion af rensede tekstiler i boligen. I de tilfælde, hvor plastikposen er fjernet ved introduktion af rensede tekstiler til boligen, ses generelt højeste målinger af tetrachlorethylen på den første eller anden dag, hvorefter tetrachlorethylen-koncentrationen i den pågældende bolig aftager. I de tilfælde, hvor man beholdte plastikposen om tøjet, ses en forsinket reaktion, hvor de højeste tetrachlorethylen-koncentrationer kunne registreres på andendagen eller senere, efter introduktion af rensede tekstiler i boligen.

Der er grund til at formode, at kulbrinter vil opføre sig på lignende vis.

Effekten af temperaturen mhp. lavere restindhold, kan anvendes såvel under tørringen som under formbehandling og opbevaring af rensede tekstiler i renseriet. Antages det, at Tichenors føromtalte resultater vedrørende temperaturafhængigheden for halveringstiden for tetrachlorethylen også gælder for kulbrinter, kan effekten af opbevaring af de færdigbehandlede tekstiler ved 45 °C i stedet for 20 °C skønnes: Tichenor et al. (1988) nævner en skønsmæssig ca. 5-15 gange lavere halveringstid ved den nævnte temperaturstigning. Ud fra de refererede halveringstider for kulbrinteemissionen fra renset tekstil i tabel 4.1. kan skønnes en halveringstid på ca. 50 timer. Forestiller man sig, at de færdigbehandlede tekstiler opbevares i renseriet ca. 2 døgn eller 50 timer inden afhentningen, vil restindholdet ved ca. 20 °C således reduceres til 50 % af det oprindelige restindhold. Ved at hæve temperaturen til 45 °C, f.eks. ved opbevaring af det rensede tekstil i et varmeskab, vil halveringstiden ud fra ovenstående antagelser skønsmæssigt kunne blive reduceret til 50/5 = 10 timer eller mindre. Opbevares tekstilerne i stedet for i varmeskabet i ca. 50 timer inden tekstilerne afhentes af kunden, vil restindholdet kunne reduceres til ca. 3 % af det oprindelige restindhold.

Det vurderes, at der er gode optimeringsmuligheder i relation til opbevaringen af tekstilerne ved højere temperatur i renseriet. Der henvises til afsnit 5.4 for nærmere beskrivelse af optimeringsmulighederne.

4.7 Opsummering

Jf. ovenstående afsnit kan følgende opsummeres:

- Lavt restindhold i de færdigbehandlede tekstiler kan have såvel arbejdsmiljømæssige, miljømæssige som økonomiske fordele.
- Det forventes, at kunderne vil efterspørge lave og velbeskrevne restindhold.
- Syntetiske fibre har større retentionsevne end naturlige fibre som uld og bomuld hvad angår tetrachlorethylen. Sammenhængen mellem fibertype og retentionsevnen for kulbrinter kendes ikke, men det formodes, at der er en sammenhæng.
- De anvendte kemikalier i rensningen, samt effektiviteten af centifugeringen og destillationen har direkte betydning for sammensætningen af kemikalier i tekstilerne inden tørringen og dermed restindholdet.
- Jo højere temperatur og jo længere tørretid des lavere restindhold.
- Formbehandlingen reducerer restindholdet.
- Jo højere opbevaringstemperatur, des højere halveringstid for emissionsraten og dermed des lavere restindhold.
- Opbevaring uden pose reducerer restindholdet forholdsvis hurtigere end ved opbevaring i pose.

Der henvises til afsnit 5 for nærmere vurdering af de optimeringsmuligheder i relation til ovennævnte.

5 Stade og optimeringsmuligheder for alternative rensemaskiner

5.1 State of the art mht. kulbrintemaskinens opbygning

Indførelsen af kulbrinte-rensemaskiner i Danmark begyndte i midten af 1990'erne, bl.a. som konsekvens af, at det ikke længere var tilladt at anvende CFC-baserede rensemaskiner. Der er som nævnt i afsnit 3.1 pt. ca. 25 kulbrinterensemaskiner i Danmark.

Det skal bemærkes, at der i en tidligere periode før 1960'erne fandtes rensemaskiner, der anvendte aromatholdige kulbrinter. Da denne type kulbrinterensemaskine ikke længere benyttes, og da aromatindholdet i nutidens kulbrinterensevæsker er ubetydeligt i forhold til de tidligere anvendte mineralske terpentiner, ses der bort fra denne type maskine og aromatholdig rensevæske i denne sammenhæng.

De alternative kulbrinte-rensemaskiner, der findes på det danske marked, er primært af fabrikaterne Satec, Union, Ilsa, Swiss Clean og Böwe. Maskinerne er "dry to dry" maskiner (vask og tørring i samme enhed). Der er dog en enkelt undtagelse, idet der er manuel omladning på en af maskinerne, svarende til vask og tørring i separate enheder (Madsen, 2003).

I afsnit 5.2. gennemgås hovedlinierne i processer i de nyeste af Satec og Union-maskinerne, som eksempler på de tekniske muligheder ved de nyeste kulbrinte-rensemaskiner. Efterfølgende vurderes det i afsnit 5.3-5.7, hvor der er mulighed for optimeringer ved renserimaskinerne generelt samt ved de relaterede processer i renseriet.

5.2 Forløb af tørringsproces

Tørringsprocessens principper blev kort skitseret i afsnit 3.1. I nærværende afsnit uddybes de enkelte faser af tørreforløbet mhp. at identificere eventuelle indsatsområder for optimering af forløbet.

På trods af, at der eksisterer flere forskellige mærker af kulbrinterensemaskinerne, er tørringsprocessen sammenlignelig, dog med nogle væsentlige forskelle på sikkerhedssystemerne samt på selve styringen af tørringsprocessen.

Idet Satec og Union er de mest udbredte maskintyper i Danmark, tages der udgangspunkt i tørreforløbet for den nye Satec B-serie med paralleller draget til Unions nye HL-HP 800 serie i gennemgangen af state of the art på tørringsområdet.

5.2.1 Generelle forhold

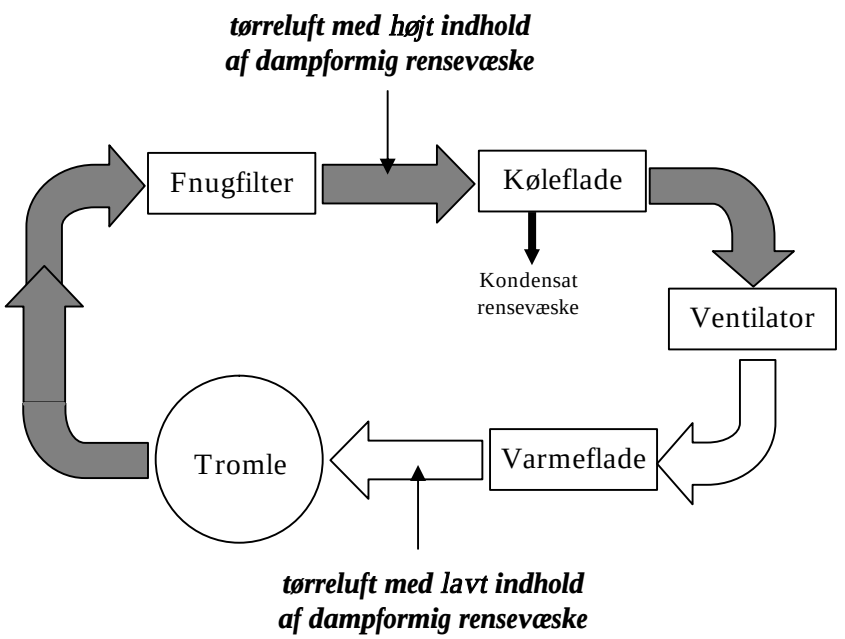
Selve rensningen består af 2 bade i væske bestående af blanding af rensevæske og hjælpe- og tilsætningsstoffer. I såvel Satec som Unions kulbrinte-maskiner udgøres væsken i sidste bad af nydestilleret væske evt. tilsat hjælpe- og tilsætningsstoffer. Vaskeforløbet afsluttes altid med en centrifugering, hvor væskeindholdet i form af rensevæske og hjælpekemikalier (destillat) nedbringes til ca. 10 vægt % af tekstilmængden (Olsen, 2003). Det resterende kemikalieindhold fjernes helt eller delvist under tørringen, afhængig af tørringens effektivitet.

Destillationen foregår eksempelvis i Satec-maskinerne ved ca. 140 °C og vacuum (-0,7 til -0,9 bar).

Centrifugeringen i Satec-maskiner foregår ved 750-800 omdrejninger/min. og en G-faktor på 305-320 G - efter første bad typisk i 2 minutter, efter sidste bad typisk i ca. 5-6 min.

Tørringen forløber som en proces, hvor tørreluften cirkulerer i en lukket kreds, mens kondenseret væske kontinuerligt skilles fra. En skematisk illustration af tørringsprocessen fremgår af figur 5.1.

Figur 5.1: Skematisk illustration af de typiske processer under tørringen i Kulbrinte- og Rynex-rensemaskine.



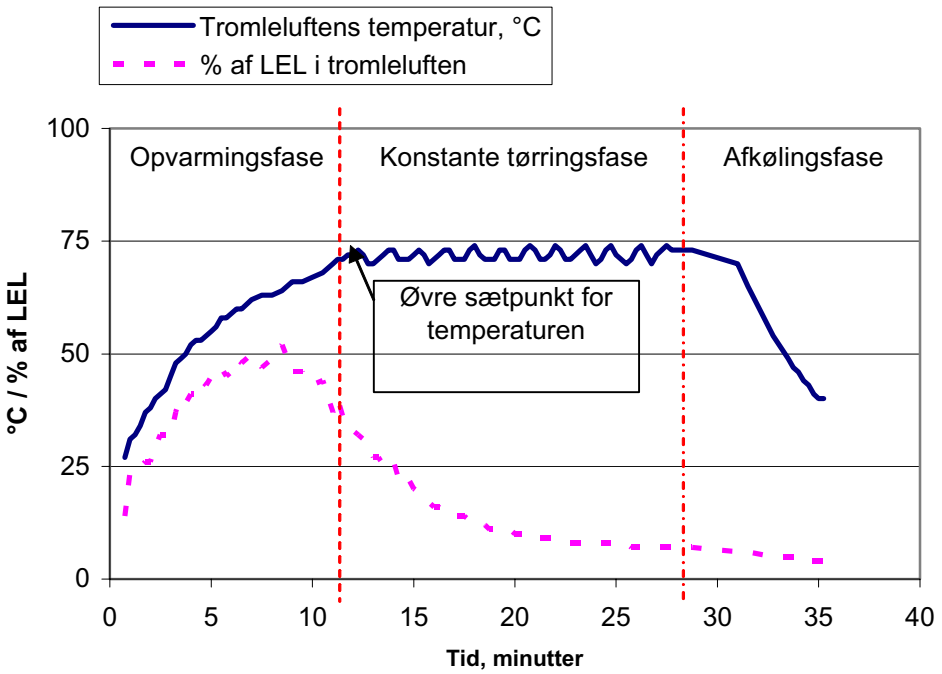
Opvarmet luft blæses ind over tekstilerne i tromlen. Rensevæsken afgives som dampe fra tekstilerne til den opvarmede tørreluft. Herefter passerer luften hen over et fryseelement (kompressorkøling), hvor dampene fortættes til væske. Væsken løber tilbage til tankene over en vandudskiller, hvor kondensvand og vand fra tøjet skilles fra. Luften varmes atter op og cyklusen fortsætter, indtil tørringsprocessen er slut. Tørringsprocessen varer ca. 25-35 minutter, dog op til 50 minutter for de ældre maskiner. Styringsparametrene for processen beskrives nærmere i de følgende afsnit.

Den luftmængde, der cirkuleres rundt, er af størrelsesordenen 10 m^3/time. Til sammenligning er tromlens volumen i en Satec B-300 kulbrintemaskine 300 l. Dette nævnte luftflow er fast indstillet, primært af hensyn til det nødvendige flow forbi fryseelementet.

Tørringen kan inddeles i tre faser, se også figur 5.2. Tørringsprincipperne i kulbrintemaskiner gennemgås i det følgende, idet der gøres opmærksom på, at det er de nyeste principper for kulbrintemaskinerne, der præsenteres.

Lignende tørrings- og styringsprincipper anvendes også i de nyeste tetrachlorethylen-rensemaskiner, dog således at indstilling af f.eks. tid og temperatur er forskellige. Tørreforløbet er i princippet det samme for de ældre tetrachlorethylen-rensemaskiner, der dog typisk afslutter tørringen med en udluftning af maskinen ved udsugning af tromleluften (Teknologisk Institut, 1982).

Figur 5.2: Eksempel på tørringsforløb for en Satec B-440 22 kg maskine.



5.2.2 Opvarmningsfase

Ved opstart af tørringen er temperaturen af luften og tekstilerne ca. 20 – 25 °C. Luften opvarmes gradvis ved hjælp af damp til det ønskede sætpunkt for den øvre tørretemperatur (dvs. den fastsatte ønskede temperatur for den konstante tørringsfase, se også figur 5.2). Opvarmningen er termostatreguleret, og som det fremgår af figur 5.2 stiger koncentrationen af dampene i starten proportionalt med temperaturen. På et tidspunkt vil koncentrationen begynde at falde. Dette vurderes at skyldes en kombination af, at det frie kulbrinteindhold er fordampet og at den tilbageværende rensevæske er bundet i tekstilfibrene, hvorved afdampningen i stigende grad bliver afhængig af tekstilfibrenes retentionsevne samt diffusionen i fibrene, se også afsnit 4.2.

Koncentrationen registreres kontinuert på kulbrintemaskinerne i Satec B-serien og opvarmningen stoppes straks, hvis koncentrationen kommer op på 75% af den nedre eksplosionsgrænse (LEL). Forbliver koncentrationen under

75% LEL fortsættes opvarmningen indtil den ønskede øvre tørretemperatur er opnået. Denne styring er nødvendig for at undgå eksplosionsfare.

Kulbrintekoncentrationen i tromleluften registreres ikke i Unions kulbrinterensemaskiner. I stedet tilledes kvælstof til tørreluften, således at iltindholdet i tørreluften holdes på et så lavt niveau, at en eksplosion ikke kan finde sted. I forbindelse med fejl stoppes maskinen automatisk, varmetilførslen afbrydes og tromlen fyldes med kvælstof (Holm, 2003).

Sætpunktet for den ønskede øvre tørretemperatur ligger typisk i intervallet fra 65 – 80 °C. Det er dog muligt, afhængig af maskinfabrikat, at justere dette sætpunkt i området fra ca. 50 – 88 °C (Madsen, 2003). I eksemplet vist på figur 5.1 tager det ca. 12 minutter at nå den ønskede øvre tørretemperatur.

5.2.3 Konstante tørringsfase

I den konstante tørringsfase, se også figur 5.2, fastholdes temperaturen tæt på det øvre sætpunkt. Temperaturen fastholdes på dette niveau, indtil tekstilerne har opnået den ønskede tørhed. Den ønskede tørhed bestemmes indirekte ved eksempelvis at måle kulbrintekoncentrationen i tørreluften (Satec) eller vha. en sensor, der registrerer raten af den kondenserede kulbrintemængde i kondensatoren (Union). For begge principper gælder det, at der opnås ensartede kulbrintekoncentrationer i tørreluften ved hver tørring (jf. afsnit 5.3). De nævnte styringsprincipper vurderes derfor at betyde, at restindholdet i tekstilerne vil variere som funktion af tekstilfibrenes retentionsevne.

I Satec's rensemaskiner er der endvidere indlagt en minimumslængde af tørretiden. Holm (2003) oplyser, at de ved indstilling af Union rensemaskiner altid forlænger tørretiden med 10 – 15 minutter udover maskinens automatiske tørretid. Begge dele er formodentligt med til at imødegå et højt restindhold af rensevæske i tekstiler med meget høje retentionsevner.

Det er muligt for alle maskintyper at indstille tørreprogrammet, således at tørretiden kan forlænges til det, der ønskes.

5.2.4 Nedkølingsfase

Når den konstante tørringsfase er afsluttet, afkøles systemet til der opnås en temperatur på mindre end 40 °C. Nedkølingsfasen tager typisk ca. 5 minutter, hvorefter tørringsprocessen er færdig.

Under nedkølingen falder tromleluftens indhold af flygtige komponenter typisk lidt, idet dampformig forurening kondenseres i tekstilerne eller på kølefladen under luftcirkulationen.

Fælles for de to styringssystemer i Satec- og Union- kulbrintemaskinerne er, at det som udgangspunkt er kulbrintekoncentrationen i tørreluften, der er afgørende for hvornår tørringen slutter, direkte målt ved Satec's princip og indirekte ved Union's princip. Ved tørring i Satec-maskinerne er slutkoncentrationen i tromleluften typisk omkring 5 % af LEL, hvilket svarer til ca. 1.900 mg/m^3. Union har i 2001 foretaget 4 forsøg med måling af slutkoncentrationen af kulbrinter i tromleluften på deres HL-850 rensemaskine. Dette gav resultater i intervallet 2.800 – 3.000 mg/m^3 (Fresenius, 2001). De opnåede rensevæskekoncentrationer i tørreluften er på samme niveau, som kan opnås med tetrachlorethylen rensemaskiner med kulfilter. Her er det muligt at nå

ned på en tetrachlorethylenkoncentration i tørreluften på 2000 mg/m^3 (Madsen, 2003).

I forbindelse med tørrekontrollens styring er det vigtigt, at tørrekontrollen kalibreres regelmæssigt i forbindelse med service af maskinen. Hvis ikke tørrekontrollens styreinstrument viser rigtig, kan det under uheldige omstændigheder føre til et øget restindholdet af rensevæske i de rensede tekstiler.

5.2.5 Lugelås og udsugning under lugeåbning

Almindeligvis kan lugen ikke åbnes, før tromleluftens koncentration er tilstrækkelig lav og under et givent forprogrammeret niveau. Ved åbning af lugen er der udsugning af tromleluften, således at unødig emission af kemikalier til renserilokalet undgås.

5.3 Optimeringsmuligheder

Tørringsprocessen i den nyeste generation af kulbrintemaskiner i Danmark, som beskrevet ovenfor i afsnit 5.2, vurderes med de nævnte styrings- og kontrolparametre i væsentlig omfang at være optimeret.

Da restindholdet jf. afsnit 4, afhænger af flere af de parametre, som reelt kan styres på kulbrintemaskinerne, og da ældre maskiner ikke nødvendigvis har de nævnte styrings- og kontrolsystemer, vurderes det, at der er flere optimeringsmuligheder, som kunne være relevante i kulbrinte-renserier.

Ydermere vurderes det, at visse af optimeringsmulighederne kunne være relevante for tetrachlorethylen-rensemaskiner, idet tetrachlorethylen-maskinparken generelt er af ældre dato end kulbrintemaskinparken, og derfor ikke nødvendigvis er indstillet/optimeret med henblik på lavest muligt restindhold.

Det vurderes derfor samlet, at der generelt for branchen kan opnås lavere restindhold ved yderligere optimeringer af tørreprocessen og relaterede processer i renserierne. Disse forslag gennemgås for så vidt angår kulbrinte-renserier i resten af afsnit 5, mens en overordnet vurdering af optimeringsmulighederne for tetrachlorethylen-renserierne fremgår af afsnit 6.

De beskrevne forslag er ikke prioriterede, men blot sorteret efter indsatsområde. Da der jf. afsnit 4 kun er publiceret forholdsvis få resultater på kulbrinte-restindhold og dettes afhængighed af tørreprocessens specifikationer, kan det være nødvendigt at gennemføre forsøg til bestemmelse af den egentlige gevinst ved optimeringen - såvel i relation til effekten på restindholdet samt tekniske, miljømæssige, arbejdsmiljømæssige og økonomiske fordele og ulemper samt prioritering af de foreslåede tiltag.

5.3.1 Systematiske registreringer af driftsforhold

Da systematisk driftskontrol med alle processer i renseriet typisk vil reducere risikoen for fejl eller uheld i processen, som kan føre til anormale restindhold, anbefales det generelt, at renseriet gennemfører systematiske registreringer af driftsforhold. Sådanne registreringer kunne bl.a. omfatte

- Registrering af kemikalieforbruget i forhold til tekstilmængden

- Systematisk indsamling og registrering af indholdsstoffer i de anvendte kemikalier mhp. mere optimal sammensætning af kemikalievalget, se også afsnit 5.3.2.
- Registrering af driftsforhold i relation til destillationsprocessen: Registrering og kontrol af destillationstemperatur og tryk, rensning af filtre,
- Registrering og kontrol af driftsforhold i relation til tørreprocessen: Er den ønskede tørretemperatur nået, er restindholdet i tromlen efter afkøling tilstrækkelig lav? Dette kan opnås ved måling med enten håndholdt koncentrationsmåler eller med en automatisk koncentrationsmåler, såfremt maskinen har en sådan indbygget. Alternativt anbefales det, at få installatøren til at foretage periodiske målinger.
- Kontrol af og regelmæssig service på alle vitale dele af rensemaskinen, herunder køle- og varmeanlæg, pumper, temperatur- og trykmålere mm.
- Registrering og kontrol af ventilationsforhold og luftrensning
- Kontrolmålinger af luftkoncentrationer i renseriet
- Kontrolmålinger af restindholdet i de færdigbehandlede tekstiler (se også afsnit 5.5).

Der er pt. ved at blive gennemført et miljøprojekt omkring implementering af miljøledelse i kulbrinte- og tetrachlorethylen-renserier, og der henvises til dette projekt for yderligere forslag til kontrolparametre, kontrolblade mm.

5.3.2 Kemikalievalg

Som det fremgår af afsnit 4.2, har kemikalievalget afgørende betydning for det resulterende restindhold. Jo flere kemikalier, der anvendes, des sværere er det at forudsige restindholdet.

I lighed med anbefalingerne i Miljøstyrelsen (2003) anbefales det, at renseribranchen i samarbejde med leverandører af renserimaskiner og kemikalieprodukter får belyst de forventelige restindhold for et givent kemikalie under givne ensartede driftsforhold. Hermed åbnes mulighed for, at renseribranchen kan sammenligne kemikalieprodukter. Ydermere åbnes mulighed for, at renserierne kan foretage egenkontrol af renseproceduren og restindholdet, og derved vurdere renseriets drift i forhold til disse ensartede driftsforhold.

Indtil sådanne resultater foreligger anbefales det, at

- antallet af produkter anvendt i renserierne generelt reduceres, og at
- antallet af kemikalier, som indeholder de mere tungtflygtige komponenter og som tilsættes i andet bad eller under tørringen reduceres mest muligt.

Da der i flere af produkterne anvendt i kulbrinte-renserierne (Miljøstyrelsen 2003) er konstateret chlorerede opløsningsmidler og/eller octyl- eller nonylphenolpolyethoxylater (nonioniske tensider), som er uønskede i miljøet, anbefales det, at renserierne stiller krav til producenterne om, at produkterne ikke indeholder disse stoffer.

Chlorerede opløsningsmidler og de nævnte nonioniske tensider er muligvis ikke de eneste kemikalier, som anvendes i hjælpe- og tilsætningsprodukterne i renserierne og som er uønskede i miljøet. Da der sker en løbende udvikling af produkterne i renseribranchen, er det sandsynligt, at der med tiden vil blive

introduceret nye kemikalier i branchen. Det anbefales derfor, at der på brancheplan forsøges indgået en frivillig aftale med producenterne af kemikalieprodukterne med henblik på bedre information om indholdsstofferne. En sådan frivillig aftale kunne eksempelvis indeholde en liste over de stoffer eller stofgrupper, som ikke ønskes i produkterne, frivillig aftale om deklarering af alle komponenter i koncentrationer over f.eks. 1,0 volumen % eller lignende. "Liste over uønskede stoffer", som kan rekvireres hos Miljøstyrelsen, kunne danne grundlag for den omtalte liste.

En anden mulighed for at opnå bedre kontrol med indholdsstofferne i de færdigbehandlede tekstiler er, at branchen indgår en frivillig mærkningsaftale f.eks. via "EU-blomsten" eller "Svane-mærket", se også afsnit 5.5.

5.3.3 Centrifugering

Som det fremgår af afsnit 4.2 er der almindeligvis ca. 10 vægt % væske fra første bad, som tilbageholdes i tekstilerne ved starten af andet bad og denne restmængde er afhængig af centrifugeringshastigheden og -tiden. Da væskerne i første bad kan indeholde tungtflygtige eller ikke-flygtige komponenter, kan disse stoffer ende som restindhold selv efter tørringen.

Optimeringen af centrifugeringen - såvel i relation til ovenstående som i relation til den samlede kemikaliemængde, som skal tørres ud af tekstilerne efter 2. bads centrifugering - er derfor af stor betydning. Eksempelvis centrifugeres der ved Satec-maskinerne kun ca. 2-4 minutter mellem første og andet bad, mod typisk 5 minutter efter 2. bad og det bør afklares, om der kan opnås mindre restindhold af f.eks. de tungtflygtige eller ikke-flygtige komponenter ved at forøge centifugeringstiden mellem første og andet bad. Er dette tilfældes bør det afklares, hvorvidt det er hensigtsmæssigt og teknisk muligt at optimere centrifugeringen i form af øget centrifugeringshastighed og -tid, med de almindelige maskinopbygninger, alternativt foretage ombygninger.

5.3.4 Destillation

Effektiviteten af destillationen af første bads væske influerer direkte på restindholdet af kemikalier i de rensede og tørrede tekstiler. Fungerer destillationen ikke optimalt, kan der transporteres urenheder som snavs og tilsætningsmidler over i destillatet.

Det vurderes, at der kan være optimeringsmuligheder på flere områder. Indledningsvis anbefales det, at der bør foretages systematisk driftskontrol og vedligehold af selve destillationen og hjælpesystemer, for dermed at sikre at destillationen over tid bliver så ens som mulig.

Ydermere bør det undersøges, om det vil være teknisk muligt og rentabelt at sænke destillationstemperaturen for dermed at få en højere andel af de letfordampelige komponenter i destillatet, som erfaringsmæssigt er lettere at tørre ud af tekstilerne.

Bemærk, at en ændring af destillationstemperaturen vil påvirke mængden og sammensætningen af såvel destillationsresten som kontaktvandet.

5.3.5 Chargesortering og -størrelse

Da tørringen styres ved enten direkte eller indirekte måling af kulbrintekoncentrationen i tromleluften og ikke ved selve restindholdet i tøjet, får sorteringen, jf. afsnit 4.4.2, stor betydning. Jo mere ensartede fibertyper og tykkelse af tekstilerne, som renses i samme charge, des mere ensartet restindhold kan opnås.

Ydermere har størrelsen af chargen betydning, sådan at forstå, at jo mindre chargestørrelse, jo flere kalorier er der pr. kg tekstil til tørringen og des lavere og mere ensartet restindhold kan der opnås.

Fastsættelse af chargestørrelsen og chargesorteringsprincippet skal selvfølgelig foregå under hensyntagen til produktionens forløb i renseriet. Bliver chargestørrelsen for lille, kan rensningsomkostningerne blive for store og renseriet kan dermed miste markedsandele. Det anbefales derfor, at der gennemføres forsøg til vurdering af de tekniske og økonomiske muligheder ved optimeret chargesortering og -størrelse. Da en reduktion af chargestørrelsen kan være meget omkostningstung for renseriet, bør det vurderes, hvorvidt det reducerede restindhold ved denne indsats står mål med den gevinst, som man kan opnå ved f.eks. forlænget tørretid eller øget tørretemperatur.

Når der foreligger mere detaljeret viden om restindholdets afhængighed af tekstilfibertypen, anbefales det, at renseriejere vurderer og informerer forbrugerne om, hvorvidt visse fibertyper eller tekstiltyper bør renses, og i givet fald hvilken renseform, der skal vælges.

5.3.6 Tromlehastighed under tørring

Tromlens rotationshastighed under tørring vurderes at have betydning for restindholdet i tekstilerne, idet tromlens rotation bevirker at tekstilerne blandes rundt under tørringen. Ved en god opblanding opnås, at alle tekstilerne kommer i god kontakt med tørreluften. Tromlehastigheden kan på den ene side blive for lav, således at tøjet ikke opblandes tilstrækkeligt med tørreluften, men i stedet blot ”ruller” rundt i tromlen. Det har den konsekvens, at tekstilernes kontaktflade med tørreluften bliver lille og det resulterende restindhold bliver større. På den anden side kan tromlehastigheden blive for høj, således, at tekstilerne slynges ud mod tromlecylinderen ("centrifuge-effekten"). Dette giver ligeledes en dårlig kontaktflade med tørreluften (Teknologisk Institut, 1982).

Der foreligger forfatterne bekendt ikke undersøgelser, som afklarer betydningen af tromlehastigheden i forhold til de øvrige forhold. Det anbefales på denne baggrund, at ændringsmuligheder ved almindelige maskintyper samt effekterne af ændringer af tromlehastigheden belyses.

5.3.7 Tørretemperatur og koncentration af kemikalier i tromleluften

Jævnfør afsnit 4.4.1 vil temperaturen have en afgørende betydning for, hvor lang tid det tager før et givet tekstil har et givet lavt restindhold. Således vil højere tørretemperatur medføre hurtigere tørringsforløb, dvs. kortere tørretid. Ydermere er der forhold som indikerer, at det er diffusionen i fibrene, og dermed indirekte tørretiden, som er af betydning, således at jo længere tørretid, des lavere restindhold.

Tørretemperaturen og -tiden, alternativt stopkriterierne i form af den tromlekoncentration af kemikalier, der automatisk stopper tørreprocessen, er forprogrammeret i renserimaskinerne. Ud fra oplysninger fra leverandører af rensemaskiner samt optimeringsforsøg gennemført i et renseri, se også omtale i afsnit 4.4.1, vurderes det, at der er optimeringsmuligheder i relation til såvel forøget tørretemperatur, længere tørretid og skærpede stopkriterier i form af lavere tromleluftskoncentration eller kondenseringshastighed. Koncentrationsmålinger i kombination med lås på tromlelågen kan sikre, at tøjet ikke kan tages ud af rensemaskinen, førend grænseværdien er nået.

En ændring af stopkriterierne i form af f.eks. lavere tilladeligt restindhold i tromleluften procentvis i forhold til LEL (Satec-maskinerne), eller lavere tilladelig rate for kondenseringen (Union-maskinerne) vil alt andet lige føre til en længere tørretid, og dermed reduceret restindhold.

Normalt er kulbrinte-rensemaskiners stopkriterier indstillet til størst mulig følsomhed, og almindeligvis er tørretiden indstillet til længere end standardindstillingen.

Det vurderes dog, at der ved den rette kombination af tørretemperatur, tørretid og stopkriterier kan opnås endnu lavere restindhold. Eksempelvis vil et lavere restindhold af rensevæsken i tekstilerne kunne forventes ved højere tørretemperatur i Satec's tørreprincip. Dette skyldes, at damptrykket af rensevæsken stiger i takt med temperaturen, hvorved en koncentration af kulbrinter i tromleluften på 5% af LEL ved 75 °C vil stå i ligevægt med et lavere restindhold i tekstilerne end ved eksempelvis 5 % LEL ved 65 °C.

Ændringerne kunne f.eks. være

- Reduktion af stopkriteriet til halvdelen eller en tredjedel af nuværende
- Forøgelse af tørretemperaturen i den konstante tørrefase med 3-5 °C i forhold til den nuværende, dog under hensyntagen til de maksimalt tilladelige temperaturer af hensyn til eksplosionsfare og varmpåvirkningen af tekstilerne
- Forøgelse af tørretiden med 10-15 min. i forhold til det nuværende.

Som det fremgår af afsnit 4.4.1 er det ikke ud fra de publicerede resultater muligt at fastsætte den optimale tørretemperatur, tørretid og de optimale stopkriterier. Det anbefales, at sådanne data forsøges fremskaffet via aftaler med maskinproducenter, alternativ fremskaffes via forsøg. Det anbefales, at de økonomiske og tekniske fordele og ulemper inddrages i disse forsøg. Ved sådanne betragtninger bør energiforbrug medtages i overvejelserne.

Ændringer kan muligvis gennemføres ved omprogrammering af rensemaskinerne, alternativt udskiftning af styringsdele til mere følsomme.

5.4 Optimeringsmuligheder under formbehandlingen og opbevaringen

Som det fremgår af afsnit 4.5 opnås generelt lavere restindhold af tetrachlorethylen efter formbehandling af de rensede og tørrede tekstiler. Formbehandlingen kan f.eks. omfatte presning eller dampbehandling på gine. Det må for-

modes, at en lignende reduktion opnås ved formbehandling af Rynex- og kulbrinterenset tekstil.

En åbenlys mulighed for reduktion af restindholdet er derfor, at renserierne anbefaler forbrugerne renseformer, hvor formbehandling indgår og at kilorens, dvs. rensning uden formbehandling, bør undgås.

Som det fremgår af afsnit 4.6 reduceres emissionshastigheden af tetrachlorethylen generelt, hvis de færdigbehandlede tekstiler opbevares i plastpose. Det er rimeligt at antage, at lignende forhold også gør sig gældende for andre kemikalier. Ud fra et forbrugerhensyn vil det være hensigtsmæssigt, at størstedelen af emissionen af kemikalierne sker i renseriet i stedet for i hjemmet. En optimeringsmetode kunne således være, at de færdigbehandlede tekstiler opbevares i renseriet uden pose og først indpakkes i plastposer ved afhentningen. Metoden kræver dog, at den forøgede mængde kemikalier i indeklimaet i renseriet kan håndteres, således at der ikke opstår arbejdsmiljømæssige - eller nabomæssige gener. Det anbefales, at gevinsten i relation til restindholdet størrelse ved afhentningen af tekstilerne eftervises for kulbrinter-rensevæsken og relaterede hjælpe- og tilsætningsstoffer.

Emissionen af restindhold, hvad end det er kulbrinter, glycolethere eller tetrachlorethylen forventes jf. regneeksemplet i afsnit 4.6 yderligere forøget, såfremt tekstilerne opbevares ved højere temperatur i renseriet end de typisk 20-25 °C, som pt. er almindeligt i renserierne. Den forøgede opbevaringstemperatur kunne f.eks. opnås i et tørre/varmeskab eller et mindre pladskrævende tørretelt. Der kunne eventuelt anvendes overskudsvarme fra renseriet til opvarmning af tørreskabet. Da restindholdet jf. resultaterne i Tichenor et al. (1988) kan reduceres væsentligt ved denne driftsændring, anbefales det, at der gennemføres feltforsøg til bestemmelse af effekten, samt belysning af økonomiske og tidsmæssige samt andre miljømæssige fordele og ulemper.

5.5 Måling af restindhold eller frivillig mærkning

Større kendskab til restindholdet i et givent tekstil er afgørende for såvel vurderingen af en enkelt optimeringsmulighed, som vurdering af optimeringsmulighederne i forhold til hinanden. Ydermere vurderes det, at en systematisk måling af restindholdet i givne tekstiler vil kunne anvendes af renserier som en driftskontrol og dermed som indikation for, at alle driftsparametre er optimerede, og systemet fungerer optimalt.

I de af Miljøstyrelsen gennemførte undersøgelser af restindhold i tekstiler er anvendt afgasningsmålinger på tekstiler i klimakamre over 1-2 uger som målemetode. Denne metode er meget sikker, men også forholdsvis dyr og vurderes derfor ikke egnet som driftskontrol for renserierne.

Det vurderes dog, at der vil være andre egnede metoder, som kunne anvendes. Den simpleste ville være at måle med f.eks. Dräger-rør på et færdigbehandlet tekstil efter opbevaring i en gastæt pose ved stuetemperatur i f.eks. 2 timer. Alternativt kunne man forestille sig en certificeringsmetode, hvor et laboratorium foretager regelmæssige og akkrediterede målinger på fastlagte tekstiler. Ingen af de nævnte metoder er afprøvet i praksis - herunder eftervist i forhold til målinger i klimakamre - og det anbefales derfor, at der igangsættes forsøg til udvikling af en egnet metode.

Med en sådan systematiseret metode ville renserierne kunne reklamere med deres restindhold, og dermed vil restindholdet kunne være en konkurrenceparameter.

En anden løsning kunne være at få fastlagt mærkningskriterier for renset tekstil - f.eks. via Svanemærket eller EU-blomsten - som omfattede restindholdet. En sådan mærkningsaftale vil tilsvarende kunne være en konkurrenceparameter for renserierne.

5.6 Opsummering af optimeringsmuligheder

Jf. ovenstående vurderes det, at følgende optimeringsmuligheder bør undersøges nærmere. De beskrevne forslag er ikke prioriterede. Det vurderes, at der vil være behov for visse forsøg til bestemmelse af den egentlige gevinst ved en given optimering - såvel i relation til effekten på restindholdet samt tekniske, miljømæssige, arbejdsmiljømæssige og økonomiske fordele og ulemper som i forhold til de andre optimeringsforslag.

- Systematisk vedligehold og registreringer af driftsforhold generelt i renseriet
- Forbedret chargesortering ud fra fibertype og -kvalitet
- Mindsket chargestørrelse
- Frivillig mærkningsaftale omfattende restindholdet
- Måling af restindhold i udvalgte tekstiler som frivillig driftskontrol
- Anvendelse af færrest mulig kemikalier, særligt i 2. bad
- Optimering af genindvindingen af rensevæske, således at kun let flygtige komponenter destilleres over i destillatet
- Forbedring af centrifugeringen
- Øgning af tørretemperaturen til maksimalt muligt under hensyntagen til sikkerhedsmæssige forhold samt tekniske og økonomiske muligheder
- Forøgelse af tørretiden til maksimalt muligt ud fra tekniske og økonomiske overvejelser
- Skærpelse af stopkriterierne i form af kondensationsrate eller tromleluftskoncentration, herunder periodisk måling af tromlekoncentrationen
- Formbehandling af alle rensede tekstiler
- Opbevaring af tekstilerne uden pose i renseriet indtil afhentning
- Opbevaring af tekstilerne i varmeskab eller telt med udnyttelse af overskudsvarme fra renseriet.

.

6 Vurdering af optimeringsmulighedernes anvendelighed i tetrachlorethylenrenserier

Umiddelbart vurderes det, at de under afsnit 5.6 nævnte optimeringsmuligheder også kan være anvendelige i tetrachlorethylen-renserier til reduktion af restindholdet i tekstilerne inden kunden afhenter disse. Anvendeligheden af de nævnte optimeringsmuligheder begrundes i, at

- restindholdet af tetrachlorethylen i tekstiler renset i tetrachlorethylen-renserier typisk er i samme størrelsesorden som for kulbrinter i tekstiler renset i kulbrinte-renserier, og at
- halveringstiderne for kulbrinter og tetrachlorehtylen er i samme størrelsesorden, se også tabel 4.1 og omtalen i teksten i samme afsnit.

Det anbefales dog, at det ved forsøg eftervises om reduktionen af restindholdet står mål med den tekniske, økonomiske og tidsmæssige indsats.

Optimeringsmulighederne i relation til tetrachlorethylen-renserier diskuteres nærmere under erfa-mødet, se også kapitel 7.

7 Erfa-møde

Med henblik på formidling af den indsamlede viden beskrevet i foregående afsnit samt diskussion og prioritering af muligheder for forbedring af tørre-processen blev der gennemført et erfaringsudvekslings-møde, i det følgende kaldt ”erfa-mødet”.

7.1 Deltagere i Erfa-mødet

Af nedenstående tabel 7.1 fremgår de inviterede deltagere i Erfa-mødet. Deltagerne er udvalgt således, at såvel renserier, leverandører, myndigheder samt rådgivere er repræsenteret.

Forud for Erfa-mødet var udsendt indbydelse samt udkast til nærværende rapport, dateret 20.01.2003 som oplæg. Mødet blev gennemført d. 23.01.2003 hos COWI A/S.

7.2 Erfa-mødets indhold

Efter en kort præsentation af resultaterne gengivet i afsnit 2-6 ved Søren Brødsgaard og Dorte Glensvig blev de potentielle optimeringsmuligheder nævnt under afsnit 5.6 præsenteret. Det blev diskuteret, hvorvidt optimeringsmulighederne skulle sorteres yderligere, men mødedeltagerne fandt, at alle mulighederne skulle diskuteres. Erfa-mødedeltagerne blev fordelt i 3 diskussionsgrupper. De potentielle optimeringsmuligheder og disses fordeling mellem grupperne fremgår af tabel 7.2.

Tabel 7.1: Deltagere i Erfa-møde.

Deltager	Præsentation
Michael Bendsen, Bendsen A/S	Installatør og ejer af Bendsen A/S', som sælger Böwe rensemaskiner.
Bibbi Walsh, Lyngby-Taarbæk Kommune	Miljøsagsbehandler i Lyngby-Taarbæk Kommune. Har bl.a. været involveret i indeklimasagerne, som startede i 2000 i forbindelse med igangværende renserier
Jan Krog, Aktern A/S	Installatør af kulbrinte-, Rynex- og tetrachlorethylen-rensemaskiner af fabrikatet Union for firmaet Aktern A/S
Ole R. Larsen, Dansk Renseri Forening (DRF)	Medlem af DRF's Miljøudvalg. Har 30 års erfaring med renseribranchen, bl.a. som medarbejder i renserier, som reparatør samt som sælger af rensemaskiner og kemikalier. Har primært erfaring med tetrachloethylen- og fluorcarbonmaskiner.
Peer Nielsen, Dansk Renseri Forening (DRF)	Formand for DRF's miljøudvalg samt næstformand i DFR. Renseriejer og har i ca. 45 år drevet renseri. Har ydermere arbejdet som reparatør og montør af såvel kulbrinte- som tetrachlorethylen-rensemaskiner. Har ydet teknisk bistand ved udarbejdelse af miljøprojekt nr. 652/2001.
Gitte Lorenzen, Miljøkontrollen København Kommune	Sagsbehandler i Miljøkontrollen i Københavns Kommune. Har siden 1999 været beskæftiget med regulering af kommunens 37 renserier.
Morten Damgaard Andersen, Miljøkontrollen Københavns Kommune	Sagsbehandler i Miljøkontrollen i Københavns Kommune. Har siden 1999 været beskæftiget med regulering af kommunens 37 renserier.
Anette Ejersted, Kemikaliekontoret Miljøstyrelsen	Har siden 2002 arbejdet med vidensopbygning om brugen af kemikalier i kulbrinte- og Rynex-renserier.
Michael Holm, Aktern A/S	Leverandør af kulbrinte-, Rynex- og tetrachlorethylen-rensemaskiner af fabrikatet Union og har pt. installeret 10 kulbrintemaskiner i Danmark. Herunder leverer Aktern kemikalier til renseribranchen.
Jan Madsen, HJM Teknik ApS	Leverandør af kulbrinte- og Rynex-renserimaskiner af fabrikatet Satec og Renzacci. Tetrachlormaskiner af fabrikatet Renzacci og Seco. Har installeret 15 af de kulbrintemaskiner som findes i Danmark. Har arbejdet med kulbrinteteknologien siden 1992 og har ligeledes installeret 8 kulbrintemaskiner i Norge og Sverige. Har indgående kendskab til tetrachlorethylen-maskiner igennem arbejdet med disse i mere end 20 år.
Flemming Gordon Olsen, Sober Rens ApS - Texpert Allerød	Renseriejer af kulbrinterenserier. Har 35 års brancheerfaring, bl.a. med rensning i mineralsk terpentin, CFC og tetrachlorethylen. Tidligere miljøformand og næstformand i over 10 år i Dansk Renseri Forening, samt undervist på miljøkurser. Siddet i styregruppen for miljøprojekt 262 og 305 omhandlende kulbrinterensning og renere teknologi i renseribranchen. Deltaget i CAT projekt med vurderinger af alternativer til tetrachlorethylen. Koordinerer miljøarbejdet i Texpert kæden. Har arbejdet aktivt omkring implementering af miljøledelse samt forbedrede processer i egne renserier.
Lisbet Heerfordt, Industrikontoret Miljøstyrelsen	Har siden 1999 arbejdet med vidensopbygning om renseribranchen samt regulering af branchen via bekendtgørelse.
Søren Brødsgaard, Eurofins Danmark A/S	Leverandør af analyser og miljørådgivning. har siden 2002 arbejdet med miljøproblematikker i renserier.
Peter Mortensen, Eurofins Danmark A/S	Leverandør af analyser og miljørådgivning og har siden 1999 arbejdet med vidensopbygning indenfor renseribranchen.
Susse Wade, COWI A/S	Miljørådgiver. Har siden 2002 arbejdet med vidensopbygning om renseribranchen
Dorte Glensvig, COWI A/S	Miljørådgiver. Har siden 1999 via projektarbejder for bl.a. Miljøstyrelsen og flere danske kommuner foretaget vidensopbygning mht. forureningsforhold i renserier, brugen af kemikalier samt muligheder for forbedringer.

Tabel 7.2. Optimeringsmuligheder og disses fordeling i mellem diskussionsgrupperne.

Nr.	Optimeringsmulighed	Diskuteres af gruppe nr.
1	Registrering af driftsforhold	3
2	Forbedret chargesortering	3
3	Reduceret chargestørrelse	3
4	Reduktion af kemikalieforbrug/forbedret kemikalievalg	3
5	Forbedret destillation	3
6	Forbedret centrifugering	1
7	Forlænget tørretid	1
8	Optimeret tromlerotation under tørringen	1
9	Skærpelse af stopkriterier for tørring	2
10	Formbehandling af alle tekstiler	2
11	Opbevaring uden pose	2
12	Opbevaring i varmeskab	2
13	Kontrolmåling af restindhold	2
14	Frivillig mærkningsaftale	1

Optimeringsmulighederne blev herefter diskuteret i grupperne, idet et vurderingsskema blev udleveret som inspiration til gruppediskussionerne. Vurderingsskemaet fremgår af bilag 1.

Vurderingsskemaet bragte grupperne igennem følgende spørgsmål:

- Overordnet beskrivelse af optimeringsmuligheden
- Tekniske krav
- Fordele og ulemper ved anvendelse i kulbrinterenserier for så vidt angår tekniske forhold, miljø- og arbejdsmiljømæssige forhold, økonomiske forhold samt andre forhold

Efterfølgende blev grupperne samlet og de mest lovende optimeringsmuligheder i hver gruppe blev præsenteret og diskuteret.

I det følgende afsnit 7.3 gengives i korte træk diskussionerne i grupperne. I afsnit 7.4 præsenteres gruppernes prioriteringer, idet den generelle diskussion gengives i afsnit 7.5.

7.3 Gruppediskussionerne

Af nedenstående afsnit fremgår resultatet af diskussionen af optimeringsmulighederne i grupperne. Visse af optimeringsmulighederne blev af tidsmæssige årsager kun diskuteret kort. En kortfattet eller overordnet diskussion af en optimeringsmulighed er således ikke et udtryk for, at gruppen fandt optimeringsmuligheden mindre relevant.

7.3.1 Optimeringsmulighed 1: Registrering af driftsforhold

I udkastet til en kommende bekendtgørelse om drift af renserier er indeholdt krav om registrering af driftsforhold, f.eks. antallet af charges pr. dag mm. Gruppen diskuterede, hvorvidt der var behov for yderligere registreringer. Gruppen vurderede, at optimal drift af rense- og tørreprocessen er afgørende for at opnå et lavt restindhold i de færdigbehandlede tekstiler. Da f.eks. tørretidens længde kan være en indikator for, om eksempelvis centrifugeringen eller kølingen fungerer optimalt, fandt gruppen, at der var grund til at foretage yderligere registreringer i renseriet: Installatører i gruppen pegede på, at indikatorer for, at rensemaskinen kører optimalt var særligt chargetiden, kemikalieforbruget pr. kilo renset tekstil og produceret affaldsmængde. Med affaldsmængde forstås i denne sammenhæng mængden af kontaktvand samt mængden af destillationsrest.

Gruppen pegede derfor på systematiske registreringer af:

- Antal minutter pr. charge
- Forbrug af kemikalier pr. kilo renset tekstil, f.eks. opgjort pr. uge eller måned
- Produceret mængde affald i form af kontaktvand og destillationsrest, f.eks. opgjort pr. uge eller måned
- Ydermere bør man registrere forbedringstiltag.

Sådanne registreringer ville iflg. gruppens vurderinger have følgende fordele:

- Variationer i f.eks. kemikalieforbruget eller affaldsmængden vil tidligt vise, at maskinen ikke kører optimalt.
- Registreringerne kan anvendes til at få fortaget service i god tid inden nedbryd og kan ydermere anvendes til en hurtigere fejlsøgning. I begge tilfælde kan fejlene udbedres hurtigere og dermed reduceres den tabte arbejdsfortjeneste.
- Registreringerne og heraf følgende tidligere konstatering af, at maskinen ikke kører optimalt, vil give bedre føling med ressourceforbruget.

Gruppen så kun få ulemper ved optimeringsmuligheden: Det kan erfaringsmæssigt være svært at få medarbejderne til at foretage registreringer, og det blev vurderet, at ovenstående registreringer vil tage 5-10 min. pr. dag. Da det foreliggende udkast til renseribekendtgørelse stiller krav om systematiske registreringer vurderes det ikke, at ovenstående supplerende registreringer giver anledning til uacceptabel merarbejde.

Gruppen vurderede, at metoden også var yderst anvendelig i tetrachlorethylen-renserier.

Gruppen vurderede, at der ikke var behov for yderligere undersøgelser.

7.3.2 Optimeringsmulighed 2: Forbedret chargesortering

Gruppen vurderede, at der kan opnås lavere og mere ensartet restindhold ved bedre sortering af tekstilerne i en given charge.

Vurderingen blev begrundet i erfaringer fra såvel gruppens installatører og renseriejer samt undersøgelsesresultaterne præsenteret i kapitel 4.

Gruppen diskuterede, at for en meget blandet charge af tekstiler kan tromleluftens indhold af kemikalier, hhv. kondensationshastigheden godt være så lav, at tørringen stopper, uden at alle tekstilerne nødvendigvis er tilstrækkelig tørre. Med andre ord – tromleluftens indhold af kemikalier hhv. kondensationshastigheden bliver mest retvisende for restindholdet i tekstilerne, når der er tale om en velsorteret og ensartet charge.

Ydermere blev der peget på, at chargestørrelsen (antal kg) skal overholde specifikationerne for maskinen – ellers kan der opnås en for dårlig tørring.

En bedre chargesortering kan opnås ved at lave særskilte charges til f.eks. overtøj samt tøj med besætninger og vatteringer. Om nødvendigt kan programmeres nye programmer til disse chargetyper, der sikrer lidt længere tørretid eller lavere stopkriterier.

Gruppen pegede på følgende fordele ved en bedre chargesortering:

- Et lavere restindhold i tekstilerne giver mindre påvirkning af renserimedarbejderne ved kontakt med tekstilerne, bedre luftkvalitet i renseriet og mindre miljøpåvirkninger i øvrigt.
- Yderligere fordele er mindre kemikalieforbrug, idet kemikalierne bliver i maskinen og genbruges.

Gruppen pegede på følgende ulemper ved metoden:

- Forbedret chargesortering kan give anledning til forholdsvis flere charges og dermed større ressource- og energiforbrug til drift af maskinen.
- Laves nye programmer til overtøj og lignende tekstiler, som erfaringsmæssigt er svære at tørre, kan dette også give et forøget energiforbrug, f.eks. til forlænget tørring.
- Det findes pt. ikke en billig og sikker målemåde til at eftervise, om restindholdet er blevet reduceret, så eftervisning af optimeringsløsningens effekt vil være dyr.

Gruppen vurderede, at også tetrachlorethylen-renserier vil kunne opnå lavere restindhold ved bedre chargesortering.

Gruppen vurderede videre, at der var behov for bedre retningslinier for sorteringen, samt en målemetode til at eftervise om metodens gevinster står mål med indsatsen.

7.3.3 Optimeringsmulighed 3: Reduceret chargestørrelse

Gruppen valgte at diskutere muligheden under overskriften "korrekt chargestørrelse". Ændringen af overskriften begrundes i, at man bør undgå både overfyldning og underfyldning af maskinen for at opnå korrekt tørring. Gruppen påpegede således, at det er vigtigt at følge leverandørernes anvisninger mht. fyldning af maskinen (typisk anbefales fyldningsforholdet 1:20 dvs. 1 kg tøj pr. 20 liter tromlevolumen).

Ved meget voluminøse tekstiler (f.eks. soveposer) anbefales fyldningsforholdet 1:40.

Ved at anvende en korrekt chargestørrelse (efter leverandørens anvisninger) vurderer gruppen, at de mest optimale forhold opnås.

7.3.4 Optimeringsmulighed 4: Reduktion af kemikalier

Gruppen valgte at diskutere muligheden under overskriften "korrekt dosering af kemikalier". Som udgangspunkt mener gruppen ikke, at renseriejerne har mulighed for at overdosere kemikalierne i forbindelse med rensning, idet kemikaliemængderne er forprogrammeret i maskinen og idet kemikalierne automatisk doseres i forbindelse med gennemkørsel af programmerne. Her er det dog vigtigt, at de enkelte programmer er hensigtsmæssige i forhold til kemikaliedoseringen og typen af tekstiler, som renses.

Ved anvendelse af forbehandlingsmidler kan der muligvis spares på kemikalieforbruget. Gruppen pointerede dog, at det kan føre til en dårligere renseeffekt, hvilket medfører omrensning og i sidste ende måske et samlet øget kemikalieforbrug.

Gruppen så endvidere en potentiel mulighed i at reducere antallet af anvendte kemikalier, uden at præcisere dette yderligere. Gruppen pegede dog på, at et reduceret antal kemikalier kunne have den fordel, at man vil have en mindre håndtering af kemikalier i renseriet, mere entydigt restindhold og i sidste ende en mere ensartet rensevæske efter mange destillationer.

Gruppen vurderede dog ikke dette som en reel optimeringsmulighed, men henviste til at renseriejerne i samråd med leverandørerne skulle søge råd og vejledning og bruge deres sunde fornuft ved valg og håndtering af kemikalier.

7.3.5 Optimeringsmulighed 5: Forbedret destillation

Gruppen nåede ikke langt i diskussionen af denne mulighed, men var dog overordnet enige om, at anvisningerne for indstilling af destillationsparametre fra maskinproducenternes side bør efterleves, og at der bør foretages periodiske service-eftersyn på destillationen.

7.3.6 Optimeringsmulighed 6: Forbedret centrifugering

Gruppen diskuterede mulighederne for at forbedre centrifugeringen i form af, hvad de kaldte intervalcentrifugering. Det var gruppens vurdering, at centrifugehastighederne typisk er de maksimalt mulige for rensemaskinerne, og derfor vurderede gruppen ikke, at der var optimeringsmuligheder i relation til forøgelse af centrifugeringshastigheden. Derimod så gruppen muligheder ved intervalcentrifugering. Med intervalcentrifugering forstod gruppen centrifugeringen på følgende måde:

1. Centrifugering som normalt (evt. lidt kortere tid)
2. Tøjet omlejres ved reversering (tromlen kører langsomt hhv. i den ene og den anden retning).
3. Ny centrifugering (rensevæske som evt. er blevet fastholdt i tekstilerne i eksempelvis vandtætte "lommer" eller pga. tekstilernes pakning ved første centrifugering slynges ud under denne centrifugering).

Gruppen vurderede ikke, at det umiddelbart ville have en direkte effekt på størrelsen af det endelige restindhold, men pegede på følgende fordele ved optimeringsmuligheden:

Centrifugering er en mindre energikrævende metode til at fjerne rensevæske fra tekstilerne end tørring. Dette begrundes primært i, at der ikke skal bruges energi til fordampning under centrifugeringen. Der kan derfor opnås et reduceret energiforbrug, jo mere rensevæske, der kan slynges ud af tekstilerne ved centrifugering. Gruppen vurderede, at tørreperioden vil blive afkortet ved bedre centrifugering - efter gruppens vurdering vil metoden føre til en samlet kortere chargetid, idet reduktionen i tørretiden formodes større end den forlængede centrifugeringstid ved intervalcentrifugering.

Gruppen vurderede, at metoden vil kunne afprøves og effekten kontrolleres på enkel vis ved at registrere, hvor længe der skal centrifugeres, før der ikke længere slynges væske fra tekstilerne. Registreringen kan foretages enten ved en visuel vurdering eller ved en decideret aftapning og kvantificering af fracentrifugeret væske fra hhv. punkt 1 og punkt 3 i intervalcentrifugeringen nævnt ovenfor.

Gruppen anbefalede, at metoden blev vurderet nærmere ved forsøg, og såfremt forsøgene viste større væskefjernelse, at intervalcentrifugeringen generelt blev anvendt i kulbrinte- og tetrachlorethylen-renserier.

Gruppen vurderede endvidere, at intervalcentrifugering uden problemer kan lægges ind i maskinernes renseprogrammer

Gruppen fandt ikke umiddelbart nogle ulemper ved metoden.

7.3.7 Optimeringsmulighed 7: Forlænget tørretid / øget tørretemperatur

Gruppen diskuterede effekten af en forlænget tørretid og konkluderede, at forlængelse af tørretiden kun er ønskelig til en vis grænse. Begrundelsen var, at hvis man ved tørringen er nået ned på et restindhold i tekstilerne, hvor der er opnået ligevægt mellem tekstilernes retentionsevne og tørretemperaturen, har en forlænget tørretid ingen eller kun begrænset effekt.

Gruppen påpegede derfor, at der skulle anvendes en ppm-måler til at fastlægge den optimale tørretid, idet tørretiden bør stoppes, når koncentrationen af rensevæske i tromleluften kun ændres langsomt (svarende til tørringseffekten illustreret yderst til højre på figur 5.2).

Gruppen vurderede ligeledes, at man sammen med optimering af tørretiden bør justere tørretemperaturen til det maksimalt mulige under hensyntagen til de sikkerhedsmæssige samt de temperaturer, som tekstilerne kan tåle.

Gruppen pegede på følgende fordele ved at optimere tørretiden vha. ppm-måler:

Det vil sandsynligvis vise sig, at tørretiden for nogle renseprogrammer vil kunne forlænges med det resultat, at restindholdet i tekstilerne reduceres.
For andre renseprogrammer kunne man forestille sig, at tørretiden kunne reduceres uden at restindholdet vil ændre sig nævneværdigt, med heraf følgende besparelser i energiforbrug.

Af ulemper pegede gruppen på, at det vil blive dyrt at forsyne maskinerne med ppm-målere. Dette kunne dog undgås ved, at installatører, der servicerer maskinerne kunne have ppm-målere med til indkøring af renserimaskinen, herunder tørretid og -temperatur i de enkelte programmer.

7.3.8 Optimeringsmulighed 8: Optimal tromlerotation under tørring

Gruppen var enig om, at det er meget vigtigt, at den "rigtige" rotationshastighed findes. Gruppen vurderede, at det er enkelt at justere rotationshastigheden specielt på nye maskiner. Gruppen har dog ingen anvisning på, hvordan det skal håndteres i praksis og hvordan den optimale tromlehastighed findes for de enkelte charges.

7.3.9 Optimeringsmulighed 9: Skærpelse af stopkriterier

Gruppens diskussion af stopkriterier var centreret omkring forlængelse af chargetiden, svarende til en forlængelse af tørretiden. Det er gruppens oplevelse, at fabrikanterne af maskinerne som primær målsætning har at opnå så korte chargetider som muligt. Det vurderes dog, at skærpelse af stopkriterier ved reduktion af den tromlekoncentrationen, ved hvilken tørringen automatisk stopper, typisk vil føre til et lavere restindhold i tekstilerne. Det er uvist, hvorvidt en sådan skærpelse af stopkriterierne, vil give en reduktion af restindholdet, som står mål med indsatsen i form af forøget energiforbrug til forlænget tørring.

Gruppen pegede endvidere på, at der mangler en billig og entydig målemetode af restindhold i tekstiler, således at forskellige optimeringer kan sammenlignes.

Af ulemper fremhæver gruppen, at jo mere behandling tøjet får under og efter tørringen, jo mere statisk elektriske bliver tekstilerne.

7.3.10 Optimeringsmulighed 10: Formbehandling af alle tekstiler

Gruppen vurderede, at da der er rensede tekstiler, som pt. ikke bliver formbehandlet før udlevering til forbrugeren, kan metoden være anvendelig og gavnlig for at sikre et lavere restindhold.

Dog vurderede gruppen, at det var bedre at få reduceret restindholdet ved processerne i rensemaskinen og dermed holde kemikalierne i renserimaskinen, frem for at få kemikalierne ud i renserilokalet.

Gruppen vurderede, at optimeringsmuligheden havde følgende fordele:

- Undersøgelserne præsenteret i kap. 4 viser, at formbehandlingen af tetrachlorethylen-renset tekstil fører til et reduceret restindhold. Et tilsvarende forhold forventes for kulbrinte-rensevæsker og øvrige hjælpemidler.
- Formbehandlingsteknikken anvendes allerede i renserierne og er derfor kendt og tilgængelig.

Gruppen pegede på følgende ulemper:

- Ved formbehandlingen frigives kemikalier på dampform. Fjernes disse ikke ved punktudsugning kan de forurene indeklimaet i renseriet med miljømæssige og arbejdsmiljømæssige gener til følge. Metoden kræver derfor god udsugning.
- Formbehandling af alle rensede tekstiler kan give en meromkostning for forbrugeren.

Gruppen vurderede, at metoden også umiddelbart er anvendelig i tetrachlorethylen-renserier, og at der ikke var behov for yderligere undersøgelser af metodens effekter, ud over en vurdering af optimeringsmulighedens potentiale i forhold til de øvrige optimeringsmuligheder.

7.3.11 Optimeringsmulighed 11: Opbevaring af tekstiler i renseriet uden pose.

Gruppen diskuterede undersøgelsesresultaterne præsenteret i kap. 4. Disse viser, at det er muligt at få reduceret restindholdet af tetrachorethylen hurtigere ved ikke at opbevare tekstilerne i poser i renseriet sammenlignet med den situation, hvor de opbevares i poser i renseriet indtil afhentning.

Gruppen diskuterede, hvorvidt det var praksisk muligt først at påsætte posen på tekstilerne 2-3 dage efter færdigbehandlingen, alternativt om der kunne anvendes perforerede poser eller papirsposer, som forventes at tillade større transport af kemikaliedampene.

Da effekten på emissionshastigheden af kemikalier ved opbevaring i f.eks. perforerede poser eller papirsposer ikke kendes, valgte gruppen at fokusere på den løsningsmulighed, hvor plastikposerne først påsættes 2-3 dage efter færdigbehandlingen. Som alternativ hertil kunne gruppen forestille sig en metode, hvor plastposerne påsættes delvist umiddelbart efter formbehandlingen – f.eks. foldet op omkring bøjlen – og at poserne først trækkes ned over tøjet, når det afhentes af forbrugeren.

Gruppen vurderede, at metoden havde følgende <u>fordele</u>:

- Reduceret restindhold ved forbrugerens afhentning af tekstilerne, som følge af større afdampningshastighed under opbevaringen i renseriet. Dermed lavere emission af kemikalier hos forbrugeren.

Gruppen pegede på følgende <u>ulemper</u>:

- Metoden kræver mere manuel håndtering af tekstilerne
- Der kan være støvproblemer, idet posen formodes at reducere støvemissionen fra det færdigbehandlede tekstil
- Den højere emissionshastighed fører til en samlet større emission af kemikalier i renseriet. Denne forøgede kemikaliemængde skal håndteres ved øget udsugning, således at der ikke sker utilsigtet påvirkning af arbejdsmiljø eller miljø.
- Anvendes opfoldede plastikposer eller andre typer af pose kan metoden kræve udvikling af nyt værktøj og nye poser.

Gruppen påpegede, at der var behov for nærmere undersøgelser af den reelle effekt på restindholdet holdt op mod indsatsen i form af øget håndtering, evt. krav til ny udsugning mm., særligt hvis restindholdet allerede var reduceret væsentlig ved optimeringer af processer i renserimaskinen.

Gruppen vurderede med dette forbehold, at metoden kunne anvendes i såvel kulbrinte- som tetrachlorethylen-renserier.

7.3.12 Optimeringsmulighed 12: Opbevaring i varmeskab

Diskussion af optimeringsmuligheden blev varetaget af Gruppe 2.

En metode til reduktion af restindholdet er at opbevare de færdigbehandlede tekstiler ved højere temperatur i renseriet. Begrundelse herfor er, at halveringstiden reduceres med forøget temperatur.

Gruppen diskuterede indledningsvis, hvor længe tekstilerne skulle opbevares for at opnå den ønskede effekt. Da temperaturens effekt på halveringstiden for kulbrinter og andre kemikalier end tetrachlorethylen ikke kendes, er det uvist. Anvendes erfaringerne fra tetrachlorethylen og det forhold, at der i danske renserier typisk er rumtemperaturer på 25°C vurderes det, at en stigning på 20-25 °C til ca. 40-50°C i få timer vil kunne føre til en væsentlig reduktion af restindholdet. Gruppen diskuterede videre, hvorledes et sådant varmeskab kunne udformes: Varmeskabet kunne f.eks. være et rum i renserilokalet, hvor tekstilerne blev opbevaret hele perioden, indtil de blev afhentet af forbrugeren. Det kunne også være udformet som et mobilt varmeskab, hvor tekstilerne blev opbevaret i få timer inden de blev hængt ud i renseriet til afhentning. Evt. kunne varmeskabet primært anvendes til de tekstiler, som kan være svære at tørre tilstrækkeligt, dvs. overtøj, tøj med membraner og besætninger samt tykt tøj.

I visse renserier kunne overskudsvarmen fra f.eks. tørretumblere anvendes. Generelt vurderede gruppen, at det var afgørende, at afkastluften fra et sådant varmeskab blev håndteret korrekt, evt. med rensning inden afkastet.

Gruppen pegede på følgende <u>fordele</u>:

- Potentielt lavere restindhold – særligt for de tekstiler, som generelt er svære at tørre.
- Mulig genanvendelse af overskudsvarme i renseriet.

Gruppen pegede på følgende <u>ulemper:</u>

- Metoden er pladskrævende
- Metoden kan være omkostningstung som følge af anskaffelse af varmeskab samt håndtering og evt. rensning af afkastluften for at undgå forurening af arbejdsmiljø og miljø
- Kræver en ekstra håndtering af tekstilerne i renseriet.
- Hvis der ikke er overskudsvarme, som kan anvendes, kræves energi til opvarmning af varmeskab.

Gruppen vurderede, at metoden var anvendelig i såvel tetrachlorethylen-renserier som kulbrinte-renserier, men at metoden først skal tages i anvendelse, såfremt det viser sig, at man ikke kan opnå tilstrækkeligt lavt restindhold ved optimeringer på processer i forbehandlingen og selve rensemaskinen.

7.3.13 Optimeringsmulighed 13: Kontrolmåling af restindhold

Diskussion af optimeringsmuligheden blev varetaget af Gruppe 2.

Gruppen diskuterede de metoder, som pt. findes og anvendes i renserisammenhænge:

- Klimakammermålinger som anvendt i Miljøstyrelsens miljøprojekter (2001, 2002a, 2003). Metoden er meget sikker og retvisende, idet der anvendes akkrediterede metoder og idet størstedelen af afdampningsforløbet kortlægges. Metoden er forholdsvis dyr (ca. kr. 5-20.000,- excl. moms pr. tekstil, afhængig af bl.a. måleprogram, mæleprarametre og måletid).

- Målinger med Drägerrør, som er pakket ind i de rensede tekstiler. Metoden er indikativ og der er flere fejlkilder ved metoden. Blandt andet har det betydning, hvor meget luft, der suges ind omkring Drägerrøret under selve målingen (svarende til om kemikalierne, der afdamper fra tekstilerne fortyndes mere eller mindre). Da Drägerrørene medtager alle chlor-bidrag i målingen kan det få betydning, om luftkoncentrationen i renseriet er høj eller lav, eller om der findes chlordampe i luften fra f.eks Klorin eller lignende chlorholdige produkter.

  Resultaterne bør derfor anvendes med stor forsigtighed.

  Metoden er forholdsvis billig, idet Drägerrør kan anskaffes for ca. kr. 100,- excl. moms pr. stk..

Det var gruppens vurdering, at Drägerrørsmetoden med forsigtighed kan anvendes som indikationmåling til at vurdere, om man ligger højt eller lavt. Det var dog gruppens vurdering, at resultaterne skal anvendes med stor omtanke, og at der var behov for at få eftervist om Drägerrørsmetoden giver tilstrækkeligt entydige resultater til, at metoden generelt kan anvendes og anbefales. Alternativt skal der udvikles en billig, mere velafprøvet og entydig retvisende metode til bestemmelse af restindholdet.

I det følgende diskuteres en sådan ”velafprøvet og retvisende metode”.

Gruppen pegede på følgende <u>fordele</u> ved en velafprøvet og retvisende metode:

- Metoden kan anvendes som almindelig driftskontrol, og kan medvirke til at fange eventuelle de ændringer i driften, som fører til forhøjet restindhold.
- Metoden kan anvendes som kontrol af optimeringer og til sammenligning af effekten på restindholdet ved forskellige tiltag.
- Såvel driftskontrol som kontrol af optimeringer kan anvendes i reklamesammenhæng: God kontrol med restindholdet og generelt lave restindhold formodes at blive konkurrenceparametre.

Gruppen pegede på følgende <u>ulemper</u> ved en velafprøvet og retvisende metode:

- Uanset metodens udformning forventes en meromkostning til anskaffelse og drift af måleudstyret, alternativt til betaling af eksterne konsulenter for udførelse af målingerne.

Gruppen vurderede, at en velafprøvet og retvisende metode vil være ønskelig såvel i tetrachlorethylen-renserier som i kulbrinte-renserier.

7.3.14 Optimeringsmulighed 14: Frivillig miljø-mærkningsordning

Gruppe 1 nåede ikke at færdiggøre diskussionen af optimeringsmulighed nr. 14. Forfatterne har derfor valgt at supplere oplysningerne fra gruppen.

Der eksisterer flere mærkningsaftaler, men de mest kendte er ”Svanen” og ”EU-blomsten”. For disse mærkningsaftaler fastsætter et mærkningsudvalg en række mærkningskriterier, som skal være opfyldt. Disse kriterier kunne i relation til renserier f.eks. være, at de anvendte kemikalieprodukter ikke må indeholde nogle givne kemikalier, at restindholdet ikke må overstige et givent niveau, o.lign.

Et alternativ til miljø-mærkningsaftaler som ”Svanen” eller ”EU-blomsten” er en branchespecifik aftale.

For renseribranchen kunne man forestille sig en frivillig mærkningsaftaler, som relaterer sig såvel til de anvendte produkter som til selve processen i renseriet.Man kunne forestille sig, at producenterne af kemikalieprodukterne ud fra konkurrencehensyn vælger at deltage i mærkningsordningen for så vidt angår deres produkter. Derved vurderes det, at det vil blive lettere for renserierne kun at anvende mærkede produkter i renseriet, og dermed lettere og billigere for renseriet at opnå den frivillige mærkning af det færdigbehandlede tekstil.

Forfatterne ser følgende fordele ved en miljømærkningsordning, hvad end det er en ordning som "Svanen", "EU-blomsten" eller en privat branchespecifik ordning:

- Mere fokus på miljøforhold i relation til forbrugeren – såvel hos producenterne som hos renseriejerne.
- Konkurrencefordel for de renserier, som har opnået miljømærket

Forfatterne ser følgende ulemper ved en miljømærkningsordning:

- Omkostninger forbundet med opnåelse og vedligeholdelse af miljømærket

7.4 Gruppernes prioriteringer

Grupperne præsenterede de 2 mest lovende optimeringsmuligheder, for de øvrige erfa-mødedeltagere. De prioriterede løsninger fremgår af nedenstående tabel 7.3. Der henvises til beskrivelsen af optimeringsmulighederne i afsnit 7.3, samt den generelle diskussion i afsnit 7.5.

Tabel 7.3: De højest prioriterede optimeringsmuligheder af gruppens diskuterede optimeringsmuligheder

Gruppe nr.	Højest prioriterede optimeringsmuligheder i gruppen
Gruppe 1	Forbedret centrifugering Forlænget tørretid
Gruppe 2	Skærpelse af stopkriterier Opbevaring i varmeskab
Gruppe 3	Registrering af driftsforhold Forbedret chargesortering

7.5 Generel diskussion

Indledningsvis diskuterede erfa-møde-deltagerne de præsenterede optimeringsmuligheder. Gruppe 2 pointerede, at deres valg af mest lovende optimeringsmuligheder var præget af, at de i realiteten fandt, at kun én af de diskuterede optimeringsmulighed - mulighed nr. 9 - var reelt egnet. Dette begrundede gruppen i, at det alene var denne mulighed af gruppens øvrige muligheder, som var rettet mod reduktion af restindholdet, mens tekstilerne var i rensemaskinen.

Der var generel enighed blandt erfa-møde-deltagerne om, prioritering af optimeringsmulighederne og sammenligning af disse ikke var mulig pt,. idet vidensgrundlaget var for spinkelt. Dermed må anbefalinger bero på en generel og overordnet vurdering af tekniske krav og økonomiske muligheder. Ved valget af tiltag i det enkelte renseri, bør de af de mest potentielle tiltag, som kun kræver en lille indsats i renseriet vælges, frem for de mere omkostningstunge tiltag.

Ydermere var der enighed om, at renserier – hvad enten det var kulbrinterenserier eller tetrachlorethylen-renserier – skulle sætte ind så tæt på kilden til forurening som muligt for at opnå lavere restindhold: Kan man reducere restindholdet generelt og indholdet af miljømæssigt problematiske stoffer specifikt ved en indsats før og under selve rensningen og tørringen er dette mest fordelagtigt, idet kemikalierne da holdes i maskinen og spredningen af kemikalier i renseriet og miljøet derved begrænses mest muligt.

Tiltag som f.eks. forbedret chargesortering, forbedret centrifugering, forbedret kemikalievalg, forbedret destillation og forbedret tørring med henblik på reduceret restindhold er således bedre end f.eks. forbedret formbehandling, og tiltag under opbevaringen.

I relation til optimeringsmuligheden omkring forbedret centrifugering blev det påpeget, at da der i første bad kan blive tilsat kemikalier, som er svært fordampelige og dermed er svære at tørre ud af tekstilerne, er det hensigtsmæssigt, at centrifugeringen mellem første og andet bad er så effektiv som muligt.

Erfa-møde-deltagerne pegede ydermere på, at der var behov for en metode, hvorved man kunne kontrollere effekten af et givent tiltag – herunder sammenligne flere tiltag. Jf. diskussion af optimeringsmulighed nr. 13, kan man ved f.eks. måling med Drägerrør pakket ind i det rensede tekstil få en overordnet indikation af restindholdets variation. Metoden er dog behæftet med

stor usikkerhed. Der blev derfor efterlyst en simpel og billig metode som med en given sikkerhed kan eftervise restindholdet i et givet tekstil.

Det blev diskuteret, hvorledes branchen kunne komme videre med tiltagene. Det blev fra installatørerne påpeget, at det var en mulighed at stille krav til producenterne af såvel maskiner som kemikalieprodukter. Der var en generel fornemmelse hos leverandørerne om, at producenterne ved opsætning af renseriprogrammerne i væsentlig grad afvejer miljøforhold i forhold til økonomiske omkostninger ved driften. Det formodes derfor, at producenterne har yderligere erfaringstal i relation til opnåelse af lavere restindhold. Indledningsvis kunne man efterlyse erfaringstal eller undersøgelsesresultater i relation til restindhold, alternativt forespørge, hvorledes man skal optimere maskinen for at få et så lavt restindhold som muligt.

I relation til videreudvikling af f.eks. en målemetode til kontrol af restindholdet i et givent tekstil, blev der peget på, at man kunne søge støtte via Dansk Renseri Forening eller Miljøstyrelsen.

Det blev fra flere af erfa-mødedeltagerne tilkendegivet, at man med det foreliggende udkast til en kommende bekendtgørelse vil få reguleret nogle af de renserier, som kører dårligst og dem som har de højeste restindhold.

8 Diskussion og udarbejdelse af informationsfolder

8.1 Diskussion

Det er forfatternes vurdering, at der i projektforløbet er identificeret flere optimeringsmuligheder for så vidt angår reduktion af restindholdet af kemikalier i renset tekstil, hvad end rensningen foregår i tetrachlorethylen- eller kulbrinte-renserier.

Dog er det samtidig forfatternes opfattelse, at der pt. ikke er publiceret undersøgelsesresultater, der muliggør en vurdering af de enkelte optimeringsmuligheder fordele og ulemper i forhold til hinanden. Trods dette vurderes det, at der er identificeret enkelte optimeringer, som umiddelbart kan igangsættes i renserierne. Ydermere vurderes det, at der i projektet er peget på behovet for en strategi for indsamling af yderligere oplysninger, som med tiden vil gøre det lettere at reducere restindholdet under hensyntagen til økonomiske, tekniske, arbejdsmiljømæssige og miljømæssige fordele og ulemper.

8.1.1 Prioriter indsatsen

Generelt vurderes det som mest miljømæssigt og økonomisk hensigtsmæssigt at anvende de optimeringsmuligheder, som påvirker forbehandlingen og processer i selve rensemaskinen frem for processer i form- og efterbehandlingen. Dette begrundes i, at man dermed optimerer direkte på de processer som skaber restindholdet og dermed undgår at få kemikalierne ud i renserilokalerne.

8.1.2 Forslag til indsatsområder

Ud fra de indsamlede oplysninger rapporteret i afsnit 3-5 samt diskussioner på Erfa-mødet, se også afsnit 6 og 7, vurderes det, at følgende tiltag er mest lovende:

A. Registrering af driftsforhold for så vidt angår
- Registrering af chargetid
- Opgørelse af forbrug af kemikalier pr. renset tekstilmængde
- Periodisk registrering af produktion af affald som destilationsrest og kontaktvand.
- Tidspunkt og omfang af tekniske ændringer i produktionen

B. Forbedret chargesortering, dvs. ensartede tekstiltyper og tekstiltykkelser renses i samme charge.

C. Formbehandling af alle tekstiler.

D. Dialog med installatørerne mht. optimering af rensemaskinerne for så vidt angår

- Forbedret centrifugering, f.eks. intervalcentrifugering
- Optimeret tørring i form af forøget tørretid og tørretemperatur samt skærpede stopkriterier i relation til lavere tromlekoncentration eller kondenseringshastighed, som tillader åbning af tromlelågen.
- Optimering af renseprogrammerne, således at de sikrer et lavt restindhold for de givne tekstiltyper.

E. Dialog med producenter af rensemaskiner og kemikalier til renseribranchen med henblik på fremskaffelse af yderligere data, der beskriver optimeringsmuligheder særligt inden for følgende områder:

- Forbedret centrifugering
- Optimeret tørring i form af optimeret tørretid, tørretemperatur, tørreforløb og stopkriterier
- Optimerining af renseprogrammerne til tekstiltyperne og krav om lave restindhold,
- Identifikation af kemikalier som ikke eller kun i begrænset omfang indeholder komponenter, der er uønskede i miljøet (jf. "Listen over uønskede stoffer") samt kemikaliesammensætninger, som resulterer i lave veldefinerede restindhold.

Det vurderes, at renseriejerne umiddelbart kan igangsætte optimeringsmulighed A, B, C og D. Prioriteringsskemaet og vurderingsskemaet i bilag 1 kan muligvis være en hjælp til vurdering af optimeringernes fordele og ulemper samt dialogen med installatørerne.

Pt. har man ikke en velegnet og billig metode til at eftervise et givent tiltags effekt på restindholdet og det anbefales derfor, at renseribranchen udvikler og efterprøver en sådan målemetode. Med fordel kan støtte søges via offentlige puljer.

Indtil en sådan metode foreligger anbefales det, at der som led i optimeringerne foretages måling af tromleluftens indhold af kemikalier.

Det vurderes, at tiltag i relation til optimeringsmulighed E med fordel kan ske via et samarbejde mellem installatører, forhandlere samt brancheorganisationer eller branchekæder, f.eks. i samarbejde med andre europæiske eller internationale brancheorganisationer.

Ydermere bør dialogen om miljømærkning af kemikalier og med tiden de færdigrensede tekstiler hos renserier opstartes. Det vurderes, som mest hensigtsmæssigt og økonomisk fordelagtigt for den danske renseribranche, at man medvirker til, at der på internationalt plan stilles krav om miljømærkning af renseriprodukterne, som anvendes i renserierne. Herved lettes en eventuel miljømærkning af de færdigbehandlede tekstiler i det enkelte renseri.

I kombination hertil anbefales det, at der laves en brancheaftale for de danske renserier om periodiske målinger af restindholdet. En sådan aftale forudsætter føromtalte målemetode til måling af restindholdet og aftalen kunne ud over en fastsat hyppighed for målingerne og fastsat målemetode med fordel omfatte nogle branchegrænseværdier for tilladeligt restindhold i et givent tekstil. Kan renseriet efterleve aftalen, kunne man forestille sig, at renseriet havde ret til at reklamere med resultatet.

8.2 Udarbejdelse af oplysningsfolder til danske renserier

I forlængelse af erfamødet blev der udarbejdet en folder til udsendelse til danske renserier. I pjecen er projektarbejdet kort beskrevet, idet der er lagt vægt på de miljø- og arbejdsmiljømæssige problematikker ved for højt restindhold af kemikalier i rensede tekstiler. Der er givet eksempler på, hvorledes man ved forskellige tekniske tiltag typisk kan opnå lavere restindhold. Det er ikke målet med folderen at give specifikke tekniske beskrivelser af løsningsforslagene, med derimod at skitsere de mest lovende tiltag.

Folderen i sin endelige form fremgår af bilag 2.

9 Referencer

Brand, K. P; Jang, C. J.; Park, J-H.; Serrano, P. I.; Weker, R. A.; Lee, K. & Yanagisawa, Y. (1999): Residual perchloroethylene in dry-Cleaned acetate: The effect of pressing and extent of inter-dry-cleaner variability. J. Air & Waste Manage. Assoc. Vol 49, pp. 213-218.

Brodman, G. L. (1975): Retension of chlorinated solvents in fabrics. Journal of American Association of Textile Chemists and Colorists, vol 7, nr. 5.

Chao, C.Y.H., Tung, T.C.W., Niu, J.L., Pang, S.W. & Lee, R.Y.M. (1998): "Indoor perchloroethylene accumulation from dry cleaned clothing on residential premises". Building and Environment 34 (1999) 319-328.

Colombo, A.; De Bortoli, M; Knöppel, H. Pecchio, E & Vissers, H. (1993): Adsorption of selected volatile organic compounds on a carpet a wall coating and a gypsum board in a test chamber. Indoor Air, vol. 3, 1993, pp. 276-282.

Fresenius (2001): Telefax med Koncentrationsmålinger af kulbrinteindhold i tørreluft, Fresenius Umwelttechnik GmbH, 2001

Holm, M. (2003): Personlig kommunikation med Michael Holm Aktern A/S vedrørende tørringsprocessen.
Kawauchi, T. & Nishiyama, K. (1988): Residual tetrachloroethylene in dry-cleaned clothes. Environmental Research, pp. 296-301.

Kurz, J. & Tagge, J. (1994): Minderungen von FCKW-emissionen. Anschlussbericht zum Forshungsvorhaben. Forschungsinstitut Hohenstein. Reinigung: Ersatz von FCKW 113 durch aromatenfreien Kohlenwasserstoff-Lösemittel und Prüfung aller in der Textilreinigung möglichen Anwendungsbereiche. FKZ 01 ZH 90A31.

Kurz, J.; Klein, P. & Engelhardt, H. (1995): Bestimmung des Absorptionsgrades von Textilen. Forschungsinstitut Hohenstein. Anschlussbericht zum Forshungsvorhaben: "Abbau von Arbeitsplatzbelastungen in Textilreinigungen am Beispiel von Betrieben der neuen Bundesländer". FKZ 01 HK 811/0.

LAI (1994): Anforderungen beim Einsatz von Kohlenwasserstofflösmitteln (KWL) in Chemischreinigungen, erarb. von einem Arbeitskreis des LAI, Länderausschuss für Immissionsschutz.

Madsen, J. (2002): Personlig kommunikation med Jan Madsen HJM Teknik ApS vedrørende ændring af eksisterende Rynex-rensemaskiner.

Madsen, J. (2003): Personlig kommunikation med Jan Madsen HJM Teknik ApS vedrørende tørringsprocessen.

Miljøstyrelsen (2001): Dokumentation af interne og eksterne kilder til tetrachlorethylen i boliger. Miljøprojekt nr. 651, 2001.

Miljøstyrelsen (2002a): Indeklimavurdering af alternative rensevæsker i renseribranchen. Miljøprojekt nr. 686, 2002.

Miljøstyrelsen (2002b): Dokumentation af sinkeffekter for tetrachlorethylen. Miljøprojekt nr. 673, 2002.

Miljøstyrelsen (2003): Kortlægning af kemikalier i renset tekstil fra Rynex- og kulbrinterenserier. Kortlægningsrapport nr. 21, 2003.

Olsen, F. G. (2003): Personlig kommunikation med Flemming Gordon Olsen, Sober Rens ApS – Texpert - Allerød.

Tagge, J. (2002): Stand der KWL-Reinigungstechnologie. Forschungsinstitut Hohenstein: Forschungsbericht von: "Möglichkeiten zur Substitution von Chlorkohlenwasserstoffen in der Textilreinigung" (Auftraggeber: DLR/BMBF-Nr. 01 ZH 9303/Industrie). Publiziert in: TECHNIK, 2-5/98, 672-675. 2002

Tichenor, B. A.; Sparks, L. E. & Jackson, M. D. (1988): Evaluation of perchloroethylene emissions from dry cleaned fabrics. EPA report EPA/600/2-88/061.

Teknologisk Institut (1982): Tørreproblemer og væsketab i renserier, Teknologisk Institut, 1982.

Weber, L. (1992): sorption kinetics of trichloroethylen and perchloroethylene from cotton fabrics. Indoor Environ. 1, pp. 219-223.

Won, D.; Sander, D. M.; Shaw, C. Y. & Corsi, R. L. (2001): Validation of surface sink model for sorptime interactions between VOCs and indoor materials. Atmospheric Environment, vol. 35, 2001, pp. 4479-4488.

COWI

VURDERINGSSKEMA

Optimeringsmulighed	
Overordnet teknisk beskrivelse	

Vurdering		
A: Pladskrav?	1: Store 2: Moderate 3: Begrænsede	
B: Omfang af anlægsomkostninger?	1: Store 2: Moderate 3: Begrænsede	
C: Omfang af drift og vedligehold udført af renseriejeren?	1: Store 2: Moderate 3: Begrænsede/reducerede	
D: Omfang af drift og vedligehold udført af installatør o.lign?	1: Store 2: Moderate 3: Begrænsede/reducerede	
E: Omfang af D&V-omkostninger?	1: Store 2: Moderate 3: Begrænsede/reducerede	
F: Krav til efteruddannelse af renseriejer og medarbejdere?	1: Store 2: Moderate 3: Begrænsede	
G: Optimeringens indflydelse på miljøpåvirkningerne fra renseriet? 1: Forøgede påvirkninger 2. Uændrede påvirkninger 3: Mindre påvirkninger	Luft	
	Spildevand	
	Affald	
	Jord & grundvand	
	Andet	
H: Optimeringens indflydelse på arbejdsmiljøpåvirkningerne i renseriet? 1: Forøgede påvirkninger 2. Uændrede påvirkninger 3: Mindskede påvirkninger	Luftkoncentration i renserier	
	Omfang af kontakt med kemikalier	
	Andet	
I: Potentiale mht. reduktion af restindhold?	1: Begrænset 2: Moderat 3: Stort	
J: Behovet for supplerende undersøgelser af effekten af optimeringen?	1: Begrænset 2: Moderat 3: Stort	
K: Andet?	1: Dårligst 2: Middel 3: Bedst	

L: Samlet vurdering - Optimeringens anvendelighed?	1: Begrænset 2: Moderat 3: Stort	

Gode råd til renseriejere

Rens rent

Sådan mindsker du kemikalie-indholdet i rensede tekstiler

Miljøstyrelsen
Miljøministeriet

Når tekstiler renses i renserier, bliver en rest af rensevæske og tilsætningsstoffer tilbage i tekstilerne selv efter tørringen og finishbehandlingen.

For store restindhold af kemikalier i de rensede tekstiler kan være et miljø- og arbejdsmiljømæssigt problem.

Denne pjece fortæller, hvad du kan gøre for at mindske problemet i dit renseri.

Hvad nu, hvis tøjet lugter kemisk?

Hvis tøjet lugter, er restindholdet af kemikalier almindeligvis så højt, at det kan udgøre et miljø- og arbejdsmiljømæssigt problem. Det skal der gøres noget ved hurtigst muligt. De fleste rensemaskiner kan tørre tøjet, så det ikke lugter.

Og hvad så, hvis tøjet ikke lugter?

Kemikalieresterne findes i tøjet, også selvom man ikke kan lugte det. Mængderne af kemikalier er bare mindre. Selvom man ikke kan lugte kemikalierne, kan resterne godt være et miljø-, arbejdsmiljø- eller sundhedsmæssigt problem. Også her bør man prøve at mindske restindholdet.

Hvad kan jeg gøre i mit renseri?

I et nyt projekt fra Miljøstyrelsen er en række metoder til at mindske restindholdet i renset tekstil diskuteret. I diskussionerne medvirkede renseribranchen, leverandører til renserier, myndigheder og rådgivere. Diskusionerne mundede ud i nogle anbefalinger til, hvordan du kan mindske restindholdet. Anbefalingerne er samlet i boksen på side 3 og beskrives nærmere på de følgende sider.

Lav registreringer af driftsforhold

Det er vigtigt, at maskinen fungerer optimalt og serviceres jævnligt. Der er en række driftsforhold, som kan vise, om maskinen fungerer optimalt, og om restindholdet dermed er lavest muligt.

Registrerede driftsforhold kan også bruges til hurtigere og billigere at finde fejl ved maskinen.

De væsentligste driftsforhold er følgende:

Noter antallet af kilo tøj og chargetiden

Det er en god idé, at du ved hver rensning skriver ned, hvor mange kilo tøj der puttes i rensemaskinen. Hold dig inden for det antal kilo tøj, som er anbefalet til netop din maskine. Skriv også ned, hvor lang tid rensningen og tørringen tager samlet (chargetiden). Hvis chargetiden f.eks. bliver længere, kan det være, fordi centrifugeringen eller luftkølingen ikke fungerer.

Hold styr på kemikalieforbruget og affaldsmængden

Hvis maskinen bruger mere kemikalie eller affaldsmængden ændres, kan det skyldes utætheder, dårlig tørring eller mindre effektiv destillation.

Derfor anbefales det regelmæssigt at holde øje med, hvor mange liter af hver kemikalietype der er blevet brugt i renseriet. Det er også en god ide at holde øje med, hvor meget destillationsaffald og kontaktvand der fjernes fra maskinen. Ved at sammenligne affalds- og kemikaliemængderne med det antal kilo tøj som er renset, kan man se, om forholdet ændrer sig. Når du laver forbedringer, skal du også skrive det ned.

Hvad kan jeg gøre i mit renseri?

- Lav registreringer af driftsforhold
  – antal kilo tøj pr. charge
  – chargetiden
  – kemikalieforbruget i forhold til tøjmængden
  – mængden af kontaktvand og mængden af destillationsaffald i forhold til tøjmængden
- Gem registreringerne
- Tilkald service, hvis forholdene ændrer sig uventet
- Hold tykke tekstiler for sig
- Lav finishbehandling på alle tekstiler
- Spørg leverandøren og installatøren til råds om miljøforbedringer i dit renseri

Gem registreringerne

Hold styr på tallene og gem dem. Så har du lettere ved at skrive den driftsjournal, som den nye bekendtgørelse for renseribranchen stiller krav om, at du skal lave. Driftsjournalen er beskrevet i bilag 7 i bekendtgørelsen.

Vis din installatør dine registreringer. Så er det lettere og hurtigere for installatøren at finde fejl på rensemaskinen.

Hold tykke tekstiler for sig selv

Tykke tekstiler er normalt længere tid om at tørre end tynde tekstiler. Blander man tykke og tynde tekstiler sammen, kan det være svært at få tørret de tykke tekstiler tilstrækkeligt inden for det almindelige tørreprogram. Saml derfor om muligt en hel maskine med de tykke tekstiler som f.eks. overtøj. Rens dem for sig selv i stedet for at blande dem med de tynde tekstiler.

Din installatør kan hjælpe dig med at lave programmer, så rensningen og tørringen bliver så god som muligt.

Undgå kilorens

Undersøgelser viser, at finishbehandlingen kan fjerne en betydelig del af restindholdet. Det anbefales derfor, at alle tekstiler finishbehandles, inden de udleveres til kunden. Af hensyn til arbejdsmiljøet skal du sørge for, at der er en god luftudsugning i områder, hvor du finishbehandler.

Tal med leverandører og installatører

Din installatør kan vejlede dig om, hvordan du kan opnå et lavere restindhold. Det kunne f.eks. være ved forbedret centrifugering, forlænget tørretid, forhøjet tørretemperatur m.m. I værste fald kan der være tale om udskiftning af rensemaskinen, og her kan bekendtgørelsen hjælpe med at pege på den teknologi, som anses for mindst miljøbelastende.

Hvad er restindhold?

Restindhold er de små mængder af kemikalier, som sidder tilbage i tekstilerne selv efter tørringen og finishbehandlingen. Man kan ikke altid lugte, om restindholdet er så højt, at det kan give problemer for miljøet, arbejdsmiljøet eller sundheden.

INSERZ. FOTOCELLULE

Husk at få afklaret alle relevante spørgsmål med installatøren før du laver tekniske ændringer på maskinen eller på andre processer i renseriet.

Eksempelvis:

- Hvad betyder den tekniske ændring for restindholdet i tekstilerne?

- Vil sammensætningen og mængden af affald og luftemissioner ændre sig?

- Hvad er omkostningerne til installation, drift og vedligehold?

- Er der nogle arbejdsmiljømæssige påvirkninger, som jeg bør kende?

Leverandøren af kemikalieprodukterne kan rådgive dig om valg af kemikalier.

Eksempelvis kan leverandøren hjælpe dig med at vælge kemikalier med så lavt indhold som muligt af stoffer, der er uønskede.

Hvorfor kan for høje restindhold være et problem?
Nogle kemikalier afgives efterhånden fra tekstilerne til luften. Den forurenede luft kan derved indåndes af medarbejdere i renserier. Generne kan være træthed og utilpashed, og ved for høje koncentrationer af kemikalier i luften kan det være sundhedsskadeligt.

Hvis vægge og lofter i renseriet er utætte, kan forureningerne sprede sig til og give gener i de omkringliggende rum og boliger.

Kemikalierne kan afgives til luften både i renseriet og hjemme hos kunden. Kunden kan blive påvirket af kemikalierne, som damper af tøjet, både når tøjet hænger i hjemmet, og når kunden bruger tøjet.

Nogle kemikalier kan optages gennem huden. Såvel medarbejdere i renseriet som kunder, der rører ved tekstilerne, kan blive påvirket af kemikalierne. Generne kan f.eks. være udslæt.

Rens rent

Når tekstiler renses i renserier, bliver en rest af rensevæske og tilsætningsstoffer tilbage i tekstilerne selv efter tørring og finishbehandling. Er restindholdet af kemikalier for stort, kan det give miljø-, arbejdsmiljø- eller sundhedsmæssige problemer. Denne pjece beskriver, hvad renserierne kan gøre for at mindske disse problemer.

Yderligere oplysninger om betydningen af tørring i renserier kan finder i rapporten »Betydning af tørring i renserier«, der kan hentes på Miljøstyrelsens hjemmeside www.mst.dk eller rekvireres i Frontlinien.

Pjecen er gratis og fås i
Frontlinien
Miljøministeriet
Telefon: 32 66 02 00
Frontlinien@frontlinien.dk
www.frontlinien.dk

Tryksagen er svanemærket og trykt på 100% genbrugspapir. Tekst og tilrettelæggelse: Dorte Glensvig, COWI A/S.
Fotos: Stig Stasig og Louise Lindholst, COWI A/S. Layout: Louise Lindholst, COWI A/S.
Tryk: Schultz. Trykkeriet er EMAS-registreret. Oplag: 300 stk., 1. oplag 2003

Miljøstyrelsen
Miljøministeriet

Strandgade 29 • 1401 København K • Tlf. 32 66 01 00 • mst@mst.dk • www.mst.dk