

Miljøprojekt Nr. 529 2000

Reduktion af emissionen af VOC

Finn Folkerman og Susanne Møller

Dansk Teknologisk Institut, Miljøteknik

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

	Forord	7
1	Indledning	8
2	Miljøeffekt	11
2.1	Referencer	12
3	Branchen	14
3.1	Referencer	15
4	Renere teknologi muligheder ved imprægnering	16
4.1	Imprægnering af træ	16
4.2	Formålet med imprægnering	16
4.3	Beskrivelse af procesforløb og VOC-udslip	16
4.4	Rentek løsninger og effekten heraf	18
4.5	Økonomiske konsekvenser af Rentek løsninger	19
4.6	Referencer til udviklings- og demonstrationsprojekter	20
5	Renere teknologi muligheder ved industriel maling og lakering af emner i træ	21
5.1	Maling og lakering af træ - generelt	21
5.1.1	<i>Formålet med maling og lakering</i>	21
5.1.2	<i>Malinger og lakker</i>	21
5.2	Maling og lakering af plane emner	25
5.2.1	<i>Påføringsmetoder</i>	25
5.2.2	<i>Beskrivelse af procesforløb og VOC-udslip</i>	26
5.2.3	<i>Rentek løsninger ved substitution og effekten heraf</i>	28
5.2.4	<i>Økonomiske konsekvenser af Rentek løsninger</i>	33
5.2.5	<i>Referencer til udviklings- og demonstrationsprojekter</i>	33
5.3	Industriel lakering af massivmøbler og formspændte emner i træ	33
5.3.1	<i>Massivmøbler generelt</i>	33

- 5.3.2 *Påføringsmetoder 34*
- 5.3.3 *Beskrivelse af procesforløb og VOC-udslip 36*
- 5.3.4 *Rentek løsninger og effekten heraf 37*
- 5.3.5 *Økonomiske konsekvenser af Rentek løsninger 38*
- 5.3.6 *Referencer til udviklings- og demonstrationsprojekter 39*

6 Renere teknologi muligheder ved industriel limning af polstermøbler 40

- 6.1 *Limning af polstermøbler 40*
- 6.2 *Formålet med limning 40*
- 6.3 *Beskrivelse af procesforløb og VOC-udslip 40*
- 6.4 *Rentek løsninger og effekten heraf 41*
- 6.5 *Økonomiske konsekvenser af Rentek løsninger 42*
- 6.6 *Referencer til udviklings- og demonstrationsprojekter 43*

Forord

- Formål* Formålet med denne publikation er at informere om eksisterende renere teknologi løsninger til at nedbringe emissionen af organiske opløsningsmidler til omgivelserne fra træ- og møbelvirksomheder.
- Målgruppe* Materialet er rettet mod virksomheder og myndigheder, der har behov for at orientere sig om hvilke renere teknologi muligheder, der findes for at reducere emissionen af organiske opløsningsmidler, og hvor let tilgængelige de er.
- Forarbejde* Udgangspunktet for dette materiale er en redegørelse udarbejdet af en teknisk arbejdsgruppe nedsat af træ- og møbelbranchen. Arbejdsgruppen havde tilknytning til Miljøstyrelsens og Dansk Industris Opløsningsmiddelgruppe og udgør en del af grundlaget for VOC-aftalen¹. Redegørelsen er bearbejdet af Susanne Møller og Finn Folkerman, Dansk Teknologisk Institut til nærværende publikation.
- Styregruppe* Publikationen er finansieret af Rådet vedrørende Genanvendelse og Mindre Forurenende Teknologi. Til opgaven har været knyttet en styregruppe med følgende sammensætning:
- Finn Juel Andersen, Miljøstyrelsen, (formand),
Annette Hastrup, Novopan Træindustri A/S,
Jette Lassen, Direktoratet for Arbejdstilsynet,
Finn Folkerman, DTI-Plastteknik,
Susanne Møller, DTI-Miljøteknik.

¹ Note: Frivillig aftale om væsentlig reduktion af industriel emission af organiske opløsningsmidler i perioden 1988 - 2000.

1 Indledning

Der er i de seneste år opnået mange resultater med hensyn til nedbringelse af miljø- og sundhedsbelastningen fra organiske opløsningsmidler og andre miljøbelastende stoffer ved hjælp af renere teknologi løsninger. Den store mængde resultater kan i nogle tilfælde give anledning til manglende overblik og dermed følgende vanskeligheder, når der skal tages stilling til eventuelle ændringer. Publikationen har til formål at samle og formidle de brugbare resultater, der er opnået indenfor træ- og møbelbranchen. Oplysninger om emissionsbegrænsning ved rensningsløsninger må søges andet sted, blandt andet i /2/.

Politisk prioritering

Fra politisk side er det prioriteret højt, at udslippet af flygtige organiske forbindelser skal begrænses. Renere teknologi er ligeledes højt prioriteret i miljøpolitikken som et godt princip eller arbejdsredskab, når forureningen skal mindskes. Princippet indebærer, at forurening, der opstår i forbindelse med fremstilling, forbrug eller bortskaffelse af stoffer, materialer og produkter, forebygges eller begrænses mest muligt ved kilden.

Kortlægning

Kortlægning af de industrielle kilders fordeling og størrelse viste, at træ- og møbelbranchen i 1990 havde en emission på 3.100 tons². Kun jern- og metalindustrien og autobranchen havde højere emission. Andre industribrancher med stor emission er: Nærings- og nydelsesmiddelindustri, grafisk branche, plast branchen og kemisk industri. /2/

Arbejds miljø

Denne publikation fokuserer på at beskrive tekniske løsninger, som formindsker miljø- og sundhedsbelastningen på omgivelserne uden for virksomheden. Løsninger af problemer i det ydre miljø må dog ikke kunne medføre en forringelse af arbejdsmiljøet inde på virksomheden og vice versa. Yderligere oplysninger om specifikke arbejdsmiljøforhold kan søges hos Arbejdstilsynet eller BST.

Reduktionsplan

Miljøstyrelsen og Dansk Industri har i fællesskab arbejdet på at opstille en reduktionsplan til væsentlig reduktion af emissionen af organiske opløsningsmidler, hvor reduktionen baseres på renere teknologi løsninger.

²Note: Kortlægningens samlede resultat er offentliggjort i rapporten "VOC reduktionsplan", Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 50, 1995.

<i>VOC-aftale</i>	<p>Reduktionen skal gennemføres som en frivillig aftale (også kaldet VOC-aftalen) mellem Dansk Industri (DI), enkelte branche foreninger, som ikke er medlem af DI, og Miljøstyrelsen. Arbejdet startede i 1989 i forbindelse med udgivelsen af Luftvejledningen, og aftalen blev underskrevet i 1995. De renere teknologi løsninger, som danner baggrund for den frivillige aftale, videreformidles i denne publikation.</p>
<i>Økonomi</i>	<p>Det er lagt til grund, at investeringer belaster mindst, når de indpasses i den enkelte virksomheds eget investeringstempo. Vurderingen af det rimelige i et udgiftsniveau afhænger endvidere af den pågældende virksomheds størrelse og økonomiske formåen i øvrigt.</p> <p>Der skelnes her og i aftalen mellem tekniske løsninger, der er <i>umiddelbart muligt</i> at gennemføre, og tekniske løsninger, der er <i>betinget muligt</i> at gennemføre.</p>
<i>Umiddelbart muligt</i>	<p>Ved <i>umiddelbart muligt</i> forstås, at teknikken er umiddelbart tilgængelig og eventuelt kun indebærer mindre tekniske tilpasninger. I de fleste tilfælde kræves kun begrænsede økonomiske investeringer.</p>
<i>Betinget muligt</i>	<p>Ved <i>betinget muligt</i> forstås, at visse betingelser skal opfyldes, før den pågældende teknik kan indføres. Der vil være forskellige grader af vanskeligheder forbundet med at overvinde de barrierer, som betingelserne udgør. Dette må vurderes fra sag til sag. Betingelserne kan både være af teknisk og af økonomisk art. En økonomisk betingelse kan f.eks. være en meget stor investering set i forhold til omsætningen.</p>
<i>RT-princip</i>	<p>Det er bedre at forebygge miljøproblemerne end at rydde op efter dem, når skaden først er sket. Renere teknologi tager bl.a. sigte på at gøre miljøbelastende arbejdsgange mindre belastende, skifte farlige stoffer ud med mindre farlige stoffer, formindske ressourceforbrug og mindske mængden af affald.</p> <p>Det skal erindres, at så enkel en ting som princippet om "god-husholdning" med virksomhedens opløsningsmidler og materialer i øvrigt kan give besparelser.</p>
<i>Industriens vurdering</i>	<p>De her angivne renere teknologi løsninger afspejler i vidt omfang en stor del af industriens egen vurdering af, hvor opnåeligt det vil være at foretage de beskrevne ændringer.</p> <p>Hovedparten af de beskrevne løsninger er først og fremmest rettet mod store virksomheder, der har en vis økonomisk formåen til investeringer i ny teknologi og en vis omsætning. Der er dog også beskrevet mindre økonomisk krævende løsninger. Det forventes, at</p>

løsninger, der virker på de store virksomheder, i et vist omfang også vil virke på små virksomheder, og at udstyret efterhånden vil blive billiggjort.

*Klorerede
opløsningsmidler*

Publikationen omfatter ikke anvendelsen af klorerede opløsningsmidler, hvilket heller ikke har den store relevans i træ- og møbelbranchen. Klorerede forbindelser er ikke omfattet af den nævnte VOC-aftale men er reguleret på anden vis.

2 Miljøeffekt

Definition

Mange flygtige organiske forbindelser går under betegnelsen "organiske opløsningsmidler", fordi de ofte benyttes som opløsningsmidler. Indimellem benyttes den engelske forkortelse VOC = Volatile Organic Compound.

At stofferne er flygtige vil sige, at de i forskellig hastighed fordamper fra væskeform til gasform. Fordampningen afhænger af tryk og temperatur. Især temperaturen kan variere stærkt i forskellige industrielle processer. I forbindelse med VOC-aftalen er følgende afgrænsning benyttet: *organiske forbindelser, der er flygtige ved anvendelsen og som ikke kondenserer og udfældes straks efter emissionen*. Der er således ikke defineret f.eks. et interval for flygtigheden.

Fotokemisk luftforurening

Når de flygtige organiske forbindelser fordamper til atmosfæren, indgår de i et kompliceret samspil med kvælstofoxider (NO_x) og sollys. Herved dannes forskellige mellemprodukter (fotokemiske oxidanter), hvoraf den mest betydende komponent er ozon. Udover ozon dannes peroxyacetylnitrat (PAN), hydrogenperoxid, aldehyder, fine partikler og en række radikaler med kort levetid. Disse processer foregår ved jordoverfladen op til ca. 1 km's højde. Ozonens tilstedeværelse i troposfæren³ må ikke forveksles med ozonlaget i stratosfæren. Luften og dermed emissionerne opholder sig i gennemsnit 3-5 dage i den nederste del af atmosfæren, hvorefter den opblandes i den øvrige del af troposfæren, hvor andre processer er dominerende.

Kilder

De væsentligste kilder til emission af NO_x er forskellige forbrændingsprocesser, mens den største kilde til VOC-emission er trafik og industriel produktion af produkter til privat anvendelse som den næststørste.

Effekt

Fotokemisk luftforurening giver plante- og materialeskader. Under visse betingelser kan oxidant-koncentrationen blive så høj, at der kan opstå helbredsskader på mennesker, primært luftvejsslidelser. Her vil helbredsmæssigt følsomme eller svækkede personer være mest udsat. Ved høje værdier tales ofte om fotokemisk smog, mens de lavere koncentrationer ind imellem betegnes som baggrundseffekt. En dansk undersøgelse fra 1983 har vist et reduceret høstudbytte på 5-10 procent pr. år afhængig af afgrøden på grund af fotokemisk luftforurening /1/. Baggrundsværdierne for ozon i troposfæren er i

³Note: Troposfæren er atmosfærens nederste lag og er ca. 10 km tykt. Herover findes stratosfæren.

Europa øget over de sidste 30-40 år med 1-2% pr. år /2/.

Fænomenet fotokemisk luftforurening er grænseoverskridende, således at opløsningsmidler udsendt for eksempel i Holland, kan give effekter i Danmark og omvendt; eller udslip fra Nordjylland kan mærkes på Sjælland. Dette afhænger blandt andet af de meteorologiske forhold.

Miljøeffekterne er internationalt anerkendte. I 1991 blev en protokol⁴ underskrevet af et stort antal europæiske lande inkl. Østeuropa, USA og Canada. Protokollen omfatter en reduktion på 30% af landets samlede menneskeskabte og grænseoverskridende VOC-emission (eksklusiv methan) inden år 2000, eventuelt en fastfrysning. Danmark har tilsluttet sig 30 % reduktion med 1985 som basisår.

Flygtige organiske forbindelser omfatter et stort antal kemiske forbindelser, hvoraf mange som nævnt benyttes som opløsningsmidler. Forbindelserne tilhører flere af kemiens hovedgrupper alkaner, alkener, alkyner, aromater, aldehyder, ketoner, alkoholer, estre, klorerede hydrocarboner.

Der har på internationalt plan været gjort en del overvejelser over, om der kan differentieres mellem de enkelte kemiske forbindelser, efter hvor stor tendens de har til fotokemisk ozondannelse. Methan og klorerede opløsningsmidler skiller sig klart ud ved at have meget lille potentiale til dannelse af fotokemisk ozon. Til gengæld kan klorerede opløsningsmidler give andre alvorlige miljø- og sundhedseffekter. Methan har stor betydning i forbindelse med drivhuseffekten. De øvrige flygtige organiske forbindelser adskiller sig så lidt fra hinanden, at det er vanskeligt at anbefale det ene stof frem for det andet.

Supplerende litteratur

Emnet omkring miljøeffekterne er kun behandlet meget summarisk her. Flere detaljer kan blandt andet findes i /1/, /2/, /3/, /4/ og /5/.

2.1 Referencer

/1/: "Fotokemisk luftforurening - Dannelse, forekomst, effekter og kontrol". Jes Fenger, Ib Johansen, Lisbeth Mortensen og Helge Røpoulsen. Miljøprojekter nr. 45. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen.

⁴Note: Protokollen er etableret under UN ECE (United Nations Economic Commission for Europe). Organisationen har dog senere skiftet navn. Titlen er: "Protocol to the 1979 convention on long-range transboundary air pollution concerning the control of emissions of volatile organic compounds or their transboundary fluxes."

Marts 1983.

/2/: VOC reduktionsplan - Udarbejdelse af plan for nedbringelse af emission af flygtige organiske stoffer (VOC) i Danmark frem til år 2000. Susanne Møller for Opløsningsmiddelgruppen. Miljøstyrelsen, arbejdsrapport 50, 1995.

/3/ "Strategi för flyktiga organiska ämnen (VOC) - Utsläpp, effekter, åtgärder". Carl-Elis Boström, Ulla Swarén, Berit Goldstein. Rapport 3763. Naturvårdsverket, Sverige, 1990.

/4/ "Control Strategies for Photochemical Oxidants - Across Europe". Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris, 1990.

/5/ "Ozon som luftforurening". Jes Fenger. Temarapport DMU 1995/3, Miljø- og Energiministeriet.

3 Branchen

De større bidragsydere til udledning af organiske opløsningsmidler indenfor træ- og møbelbranchen kan inddeles i de 3 nedenstående grupper, opgjort for 1988. De angivne antal virksomheder er cirka tal.

- . *Imprægnering* (f.eks. vindues- og dørfabrikker). 80 % af emissionen i denne gruppe antages at stamme fra de 12 (23 %) virksomheder, der har 50 ansatte eller derover.
- . *Plademøbler/planeemner* (f.eks. fremstilling af skabe, reoler, køkkenelementer, paneler, parketstave). 66 % af emissionen i denne gruppe antages at stamme fra de 52 (22 %) virksomheder, der har 50 ansatte eller derover. 25 % af emissionen antages at stamme fra de 85 (36 %) virksomheder, der har 20-49 ansatte.
- . *Massiv- og polstermøbler* (polstrede møbler og møbler af massivt træ) samt formspændte emner. 50 % af emissionen i denne gruppe antages at stamme fra de 41 (15 %) virksomheder, der har 50 ansatte eller derover. 36 % af emissionen antages at stamme fra de 101 (36 %) virksomheder der har 20-49 ansatte.

Indenfor disse 3 grupper er samlet virksomhedstyper med ens eller sammenlignelig produktionsteknologi, når der fokuseres på emission af organiske opløsningsmidler. Denne gruppering adskiller sig fra Danmarks Statistik, hvor der opdeles efter økonomisk hovedaktivitet og ikke efter teknologiske ligheder.

Virksomheder, der normalt betegnes som Træimprægneringsanstalter og optræder i Danmarks Statistik under denne betegnelse, omfatter fortrinsvis virksomheder, der trykimprægnerer træ med vandbaserede imprægneringsvæsker. Disse virksomheder har ingen VOC-emission og er derfor ikke medtaget i dette materiale.

De 3 virksomhedsgrupper omfattede 568 virksomheder i 1988 baseret på Danmarks Statistik. Den samlede omsætning var omkring 13 mia. kr.

En mere detaljeret gennemgang af træ- og møbelbranchens struktur m.v. kan f.eks. findes i Arbejdsrapporten "Spredning af renere teknologi i træ- og møbelindustrien" /6/.

Gennemgangen i kapitel 4 af reduktionsmuligheder er opdelt efter disse 3 grupper, idet dog den sidste gruppe er underopdelt i massivmøbler og polstermøbler.

3.1 Referencer

/6/ Mikael Skou Andersen (red.). Spredning af renere teknologi i træ- og møbelindustrien. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 24, 1995.

4 Renere teknologi muligheder ved imprægnering

4.1 Imprægnering af træ

Vacuumimprægnering er baseret på anvendelse af mineralsk terpentint, som er en flygtig organisk forbindelse. Trykimprægnering er derimod baseret på uorganiske salte og er ikke omfattet af denne vejledning.

Vacuumimprægnering af træ udføres af ca. 50 virksomheder i Danmark. Virksomhedernes hovedaktivitet er uden undtagelse vinduesproduktion eller maskinsnedkeri.

Imprægneringen udføres på særlige anlæg, der styres efter påtrykt vacuum og procestid og godkendes af Dansk Imprægneringskontrol.

4.2 Formålet med imprægnering

Vacuumimprægnering udføres på træværk til yderdøre og vindueskarme og -rammer før malebehandling eller påføring af træbeskyttelse. Formålet er at beskytte træværket mod råd.

Til imprægneringen anvendes en 5 - 6 % opløsning af alkyd bindemidler i mineralsk terpentint tilsat fungicid-aktive stoffer, TBTN eller TBTO (tributyltinnaphthenat eller tributyltinoxid). Mineralsk terpentint udgør langt hovedparten af imprægneringsvæske.

Mængden af optaget væske bestemmes af standarden DS 2122/Insta 140, Klasse B: 5 mm indtrængning lateralt, det vil sige på tværs af fiberretningen og 50 mm ved endetræ. Endvidere skal optagelsen af imprægneringsvæske være mindst 26 kg pr. m³ imprægneret splintved.

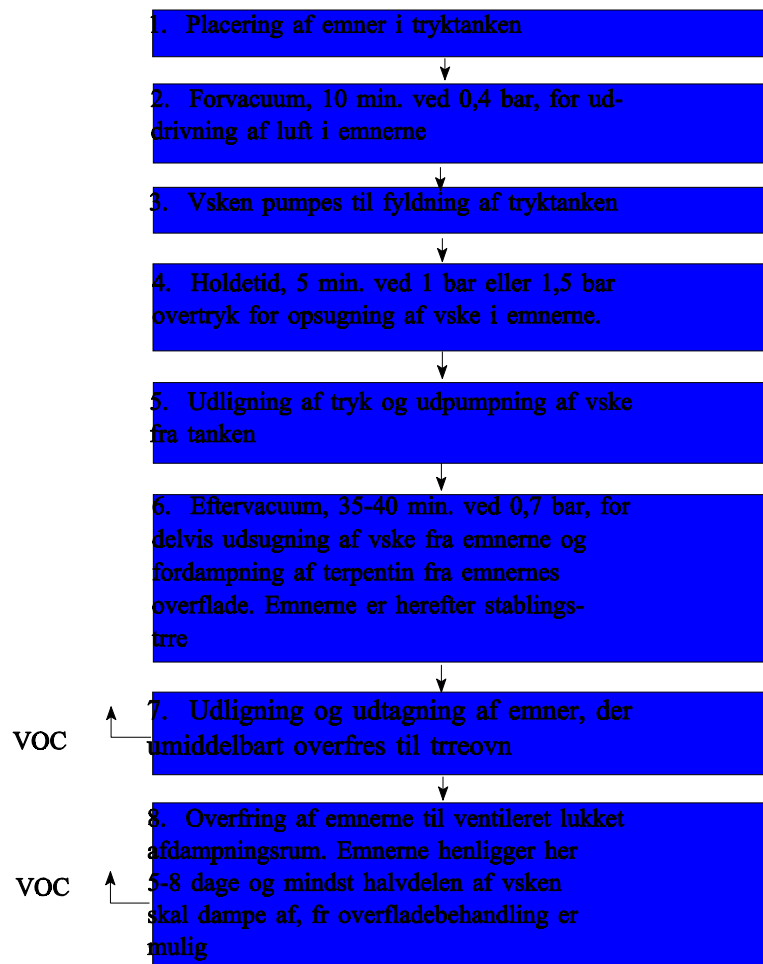
4.3 Beskrivelse af procesforløb og VOC-udslip

Vacuumimprægnering foregår ved en styret begrænset optagelse af imprægneringsvæske.

Emnerne, som skal imprægneres, anbringes i en tryktank (imprægneringstank). Tryktanken er i lukket forbindelse med en lagertank

med imprægneringsvæske. Tryktanken skiftevis evakueres og fyldes med væsken.

Procestrin er typisk som vist på nedenstående flow-sheet:



Figur 1

Typisk procesforløb ved vacuumimprægnering samt foto af anlæg.

4.4 Rentek løsninger og effekten heraf

Umiddelbart mulige ændringer

Substitution

Der forekommer ingen umiddelbar mulighed for at substituere brugen af terpentin som imprægneringsvæske.

Procesændringer

Omkring 1970 var forbruget af imprægneringsvæske ca. 125 kg pr. m³ imprægneret splintved. Dette forbrug medførte efterfølgende langvarig drypning fra træet.

Med indførelse af standarden DS 2122 ændredes forbruget i 1976 til min. 40 kg, idet kravet derefter var 10 mm lateral indtrængning men intet krav til indtrængning i endetræ. Reduktionen i forbruget af imprægneringsvæske skete samtidig med en forøgelse af koncentrationen af fungicider i væsken.

DS 2122 ændredes i 1989 til det nu gældende, således at optagelsen af imprægneringsvæske skal være mindst 26 kg pr. m³ imprægneret splintved. Det antages, at gennemsnitlig 10 - 15 % af den samlede træmængde imprægneres svarende til et samlet forbrug på 2,6 - 3,9 kg pr. 500 kg træ (500 kg = 1 m³).

DS 2122 forventes i nær fremtid ophævet og erstattet af de europæiske normer EN 351 og EN 599, hvor de nuværende beskyttelsesklasser afløses af 9 indtrængningsklasser og 5 optagelsesklasser. Dette indebærer, at imprægneringen i større omfang kan tilpasses den specifikke anvendelse af træet.

Alligevel forventes de nye standarder kun at levne mulighed for en mindre reduktion af det gennemsnitlige forbrug af VOC pr. m³ træ i forhold til den nuværende praksis.

Genvinding

Genvinding af afdampet terpentin kan ske ved kondensation, forudsat der installeres de nødvendige filtre for hindring af tilstopning med alkydharpiks fra imprægneringsvæsken.

Filtre baseret på aktivt kul kan anvendes til adsorption af dampene. Efter mætning foretages uddrivning fra kullene med overhededt kuldioxid, kondensation og rensning ved stripning. Genvindingsanlæg af den nævnte type er imidlertid overordentlig kostbare.

Afbrænding

Før afbrænding i fyringsanlæg af ventilationsluft med indhold af terpentin dampe er en opkoncentrering normalt nødvendig, således at mængden af afkastluft svarer til behovet for fødeluft til fyret.

Bemærk her, at luftbehovet i et fyr er ca. 25 m³ pr. 10 kW (= forbrænding af 1 kg olie pr. time). Behandling af typisk ventilationsbehov på 2.000 - 3.000 m³ luft pr. time kræver derfor konti-

nuerlig drift af et fyr på 1.000 kW (eller 1 MW) svarende til forbrænding af 100 kg olie pr. time. De fleste virksomheder vil ikke råde over et fyr af denne størrelse, således at umiddelbar afbrænding i et eksisterende fyr oftest ikke er realistisk.

Rensning kan endvidere udføres ved installering af en termisk efterforbrænder før ventilationsafkastet.

Ændringer betinget af teknisk udvikling

Procesændringer

Med den nuværende teknologi kan væskeoptagelsen på 26 kg pr. m³ splintved næppe reduceres væsentligt, idet der i så fald ikke er væske nok til at befordre (bære) indtrængningen i træet af de beskyttende aktive stoffer.

Skift af trækvalitet til en større andel af kernetræ betyder i sig selv et mindre forbrug af imprægneringsvæske, idet en mindre andel af den samlede træmængde i så fald skal behandles.

Substitution

Bærervæsken terpentin kan tænkes substitueret med vand eller med indtrængning af fungiciderne i gasform uden brug af bærervæske. Begge løsninger vil eliminere forbrug og emission af VOC.

Forsøg pågår med indføring i træet af de beskyttende stoffer i gasform. Dette er endnu langt fra færdigudviklet.

Vand kan indtil videre ikke erstatte terpentin som bærer ved indtrængningen. Dels vil træet svulme op med stigende hyppighed af kastninger (træet slår sig og må kasseres), dels vil vand føre til fiberrejsning og behov for efterfølgende pudsning (slibning). Ved pudsningen fjernes en væsentlig del af de aktive stoffer, fordi koncentrationen af disse er størst i træets overflade.

Holdbarheden af materialer til efterfølgende overfladebehandling forventes øget, således at traditionel vacuumimprægnering i en række tilfælde ikke længere vil være nødvendig.

4.5 Økonomiske konsekvenser af Rentek løsninger

Et nyt komplet anlæg for rensning ved termisk efterforbrænding af ventilationsluften, 2.000 - 3.000 m³ pr. time, vil indebære en investering på 0,7 - 1,0 mill. kr (1995-priser).

Tilslutning af afkastluft til et eksisterende fyr kan reducere investeringen mærkbart.

Et komplet genvindingsanlæg for terpentin, baseret på aktivt kul og

regenerering af kullene med kuldioxid, vil indebære en væsentlig større investering, sandsynligvis mindst 2,5 mill. (1995-priser).

4.6 Referencer til udviklings- og demonstrationsprojekter

L-joint testing af imprægneret træ efter EN 330, DTI Træteknik 1994.

Genvinding af organiske opløsningsmidler, Strøm & Pedersen A/S, Vejle 1986.

5 Renere teknologi muligheder ved industriel maling og lakering af emner i træ

5.1 Maling og lakering af træ - generelt

5.1.1 Formålet med maling og lakering

Maling og lakering er den afsluttende bearbejdningsproces, der sikrer produktet et ensartet udseende. Lakeringen tilfører overfladen følgende generelle egenskaber:

- . Ensartet kulør og udseende
- . Fremhævelse af træets struktur
- . Ensartet glans
- . Hårdhed og slidstyrke
- . Bestandighed mod rengøring
- . Bestandighed mod fingermærker og smuds
- . Bestandighed mod varme og fugt.

5.1.2 Malinger og lakker

Malinger og lakker inddeles efter art af bindemiddel eller polymer. Der anvendes følgende forkortelser:

- SH = syrehærdende lak
- PUR = to-komponent polyurethan lak
- NC = nitrocellulose lak
- UV = lak der hærder ved bestråling med ultraviolet lys
- Vandig = lak der er opløst eller emulgeret/dispergeret i vand med et mindre indhold af vandopløselig VOC.

SH-lak

Vigtigst og mest udbredt er SH-lakker, som nu indeholder 55 - 70 % VOC. SH-lakker er kendetegnet ved at give en god overfladekvalitet, der opfylder Møbelfakta krav og er egnede både til matte og blanke, klare og pigmenterede (farvede) overflader.

I modsætning til de øvrige laksystemer fraspalter almindelige SH-lakker formaldehyd. Idag findes dog SH-laksystemer uden formaldehyd. Formaldehyd kan give sundhedsproblemer. Nogle lande (f.eks. Tyskland) har meget strenge regler for afdampning af formaldehyd fra færdige produkter, hvilket stiller særlige krav ved eksport til sådanne lande.

PUR- og NC-lak

PUR- og NC-lakker anvendes i mindre omfang. PUR-lakker indeholder VOC i samme omfang som SH-lakker. NC-lakker har et VOC-indhold på 70 - 80 %.

PUR-lakker indeholder sundhedsskadelige stoffer, indtil de er færdighærdede, og de uhærdede lakker kræver særlige forholdsregler for at undgå arbejdsmiljøproblemer. Anvendelse af PUR-lakker kræver (som ved arbejde med andre isocyanat- og epoxyforbindelser) speciel uddannelse af operatørerne.

UV-lak

De væsentligste VOC-fattige laksystemer er UV- og vandige lakker. UV-lak indeholder 0 - 20 % VOC (oftest 0 - 5 %) og hærder ved hjælp af bestråling med ultraviolet lys. UV-lakker kan nu udover som klar lak også anvendes med pigmentering. De er lettest at anvende på plane flader, se dog afsnit 5.2.1 om vacuumater.

UV-lakker kan indeholde sundhedsskadelige stoffer, indtil de er færdighærdede. De uhærdede lakker kan kræve særlige forholdsregler for at undgå arbejdsmiljøproblemer.

Vandig lak

Vandige lakker indeholder kun 0 - 10 % VOC (oftest ca. 5 %). Lakkens indhold af vand bevirker en rejsning af træets fibre, som kræver ekstra slibning af overfladen for at opnå en tilfredsstillende kvalitet. Vandige lakker anvendes både til klare og pigmenterede lakeringer. Overfladen bliver ikke så modstandsdygtig over for vand og slag som SH-lak, og derfor anvendes vandige lakker ikke til emner, hvor der stilles store krav til slidstyrke (bordplader o.l.). En overflade med åbne porer kan ligeledes være vanskelig at opnå med vandige lakker.

Bejdser, grundere og toplakker

Alt efter formålet med et lakmateriale inddeles materialerne endvidere i bejdser, grundere/sealere og toplakker.

Bejdse

Bejdser kan være baseret på SH, NC eller UV. Vandige bejdser anvendes også under betegnelsen lynbejdse. Bejdse er ikke filmdannende og påføres alene for at give emnet en bestemt kulør. De påføres, indtil yderligere materiale afvises af emnet. Emnet bestemmer således den optagne mængde. Bejdser anvendes sammen med klare lakker men ikke i forbindelse med pigmenterede toplakker.

Grundere og toplakker kan være SH, PUR, UV eller vandige.

Grunder og toplak

Grunder påføres for indledende dækning af emnet med påfølgende mellemslibning for trærejsning. Påføringen af grunderen og mellemslibningen er nødvendigt for at opnå tilfredsstillende vedhæftning og en glat overflade af toplakken.

Meget høj finish kræver yderligere slibninger og gentagne påføringer af toplak.

Indhold af tørstof og VOC i bejdser og lakker fremgår af skemaet
Tabel 1.

Materiale	Tørstofindhold (vægt%)	VOC-indhold (vægt%)
Lakbejdse	7 - 10	90 - 93
Lynbejdse (vandig)	7 - 10	1 - 2
SH-lakker	30 - 45	55 - 70
NC-lakker	15 - 20	80 - 85
UV-lakker	80 - 100	0 - 20
PUR-lakker	30 - 35	65 - 70
Vandige lakker	30 - 40	3 - 7

Tabel 1

Indhold af tørstof og VOC i bejdser og lakker.

VOC-reduktion

Reduceret emission af VOC opnås ved følgende generelle ændringer:

- . større tørstofindhold i lakmaterialet
- . mindre VOC-indhold i lakmaterialet
- . mindre påført lagvægt eller lagtykkelse
- . større udnyttelsesgrad, det vil sige mindre spild ved påføringen.

VOC-emission

Som det fremgår af ovenstående afsnit, kan VOC-emissionen reduceres helt eller delvis afhængig af produktets form og anvendelsesformål. VOC-emissionen pr. m² emne pr. påført lag kan opstilles som et matematisk udtryk:

Install Equation Editor and double-click here to view equation.

Lagvægt = Påført lagvægt af det pågældende malemateriale eller lak i g/m².

Vægt% VOC = Indhold af VOC i malingen i (i vægtprocent).

Udnyttelse = Den andel af malingen som overføres til emnet (i procent).

Den samlede VOC-emission pr. m² emne findes ved at addere

emissionen fra hvert påført lag og malemateriale.

Såfremt spildet ikke genanvendes til påføring, skal emissionen fra spild beregnes separat og adderes til emissionen fra den påførte lak/malemateriale.

Ved hel eller delvis substitution og procesændring kan man principielt opnå reduktion i VOC-emission som vist ved eksemplerne i Tabel 2.

OVERFLADEBEHANDLING			
Emner for overfladebehandling	Materiale til overfladebehandling	Påføringsmetoder	Opnåelig reduktion i VOC-emission (i % af udgangssituationen)
Fuldstændigt plane emner	SH eller PUR, bejdse, grunder og toplak	3 x sprøjtning	Udgangssituation
	Do - do	3 x tæppelakering	25 %
	UV-bejdse og -grunder. SH- eller PUR-toplak	2 x valsning 1 x sprøjtning	50 %
	UV-bejdse, grunder og toplak	3 x valsning	95 % eller mere
	UV-grunder og toplak	2 x valsning	100 %
	Melaminpapir/folie ¹ SH-grunder og -toplak	2 x sprøjtning	33 %
	Melaminpapir/folie	(Ingen lak)	100 %
Plane emner med friser	Bejdse. SH eller PUR lakker, grunder og toplak	3 x sprøjtning	Udgangssituation
	do - do	2 x sprøjtning 1 x tæppelakering	10 - 15 %
	Bejdse. Vandig grunder og toplak.	3 x sprøjtning eller tæppelakering	85 % eller mere
Emner med kompleks form	SH- eller PUR-bejdse, grunder og toplak	3 x sprøjtning	Udgangssituation
	Bejdse. Vandig grunder og toplak	3 x sprøjtning	85 % eller mere

¹) Paklæbes med lim uden indhold af VOC.

Tabel 2

Eksempler på VOC-reduktion ved forskellig påføringsmetode, lakmateriale og emne.

5.2 Maling og lakering af plane emner

Plane emner er fortrinsvis døre, bord- og andre møbelplader samt skabssider og -låger til køkkenelementer. Plane emner kan være af massivt træ, fineret spånplade eller MDF (Medium Density Fiber board). Endvidere bygningsdele som parketstave og paneler til gulv, loft og væg.

5.2.1 Påføringsmetoder

Til plane emner sondres der mellem 5 påføringsmetoder:

- . Manuel sprøjtning i stak (kantpåføring)
- . Vacuumater for påføring af kanter
- . Laktæppemaskiner
- . Sprøjteautomater med vandrette traverser eller pistoler monteret på såkaldte rundløbere
- . Lakvalser

Sprøjtning i stak

Ved manuel sprøjtning i stak forstås, at plader stakkes foran en sprøjtevæg, og alle plader påføres lak samtidig. Metoden anvendes til grundning og toplakering af kanter.

Vacumater

Vacumater for kantpåføring anvendes kun til UV-lakker. Der anvendes vacuum i påføringscellen for at undgå udsivning af lakpartikler gennem sprækker. Påføring ved hjælp af vacuumater sker i et lukket system.

Laktæppe

Laktæppemaskiner anvendes til påføring af SH- og vandige lakker, grundere og toplakker. Der er næsten ingen spredning af malemateriale til omgivelserne. Udnyttelsen er nær 100 %. *Bemærk dog*, at der normalt sker en kraftig afdampning af VOC fra laktæppet.

Kantdækningen ved tæppelakering er ringere end ved sprøjtning. Kantdækningen kan dog forbedres ved at skrånstille laktæppet 45° i forhold til emnets fremføringsretning.

Sprøjteautomat

Sprøjteautomater giver oftest den mest glatte lakfilm og den bedste kantdækning. Sprøjtning med UV-lak bør kun foregå i lukkede rum på grund af sundhedsfaren fra monomerer.

Påføring ved sprøjtning giver generelt mindst 25 % overspray og dermed ringere udnyttelse af materialerne end tæppelakering eller

påføring med lakvalse. Genvinding af forbisprøjt af materiale kan etableres i de fleste sprøjteautomater, således at spild minimeres.

Lakvalser

Lakvalser anvendes til pårulning af UV-lakker, grundere og toplakker, med 100 % tørstof. Såfremt udflydningen af toplak ikke skønnes tilfredsstillende kan der, efter behov og i mindre omfang, fortyndes med VOC.

5.2.2 Beskrivelse af procesforløb og VOC-udslip

Bearbejdning af plademøbler sker mere eller mindre automatiseret. I stordrift foretages slibning og lakering af plademøbler fortrinsvis på *fladbane*, og de følgende beskrivelser vedrører fladbaneanlæg.

Lakeringsanlæggene udformes individuelt, og der installeres en station/maskine for hver deloperation med elementer af bånd- eller rulleconveyor som bindeled mellem hvert trin i processen.

Procesforløb består i pudsnings/slibning vekslende med påføring af lak. Træejnsning som følge af påføringen og krav til jævnt udseende betyder, at der mellemslibes efter hver påføring.

Emission af VOC sker efter hver påføring af lak. Der henvises i øvrigt til nedenstående flow-sheet.

Fremgangsmåder

Bearbejdning af plane emner omfatter følgende generelle operationer, der kombineres afhængigt af materialer og slutprodukt:

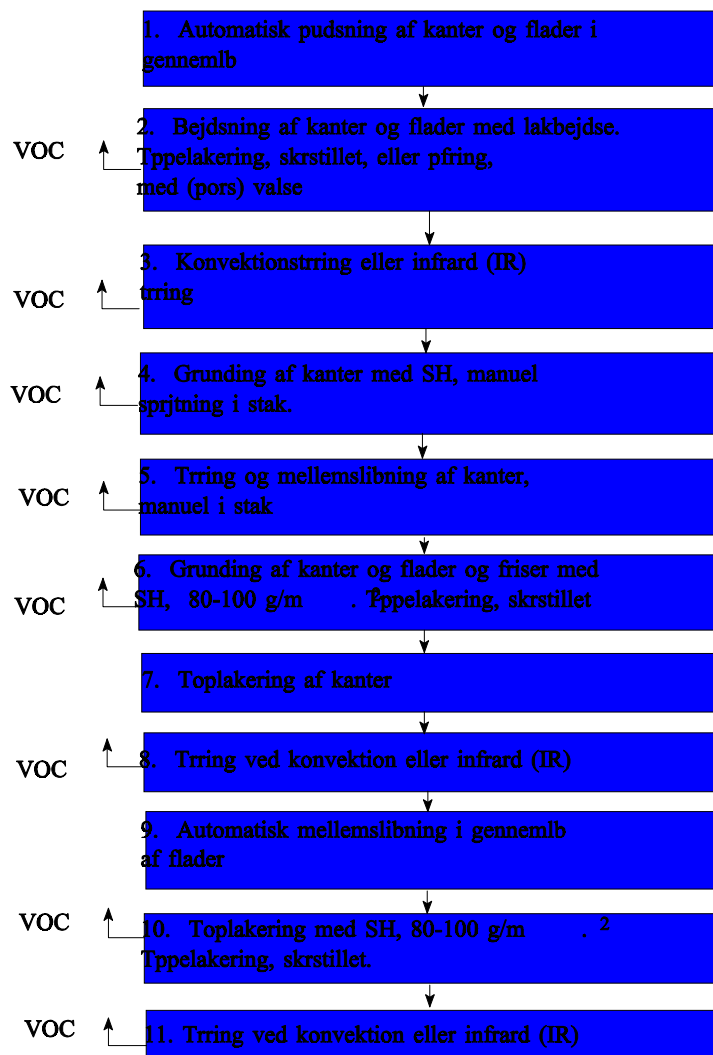
- . kant- og fladepudsning
- . bejdsning
- . grunding af kanter og mellemslibning
- . grunding af flader og mellemslibning af flader
- . toplakering af kanter og flader

Beskrivelsen af traditionelle fremgangsmåder sondrer mellem

- 1) fuldstændigt plane emner,
- 2) plane emner med friser og/eller udfræsninger

Fuldstændigt plane emner

Procesforløbet fremgår af figur 2.

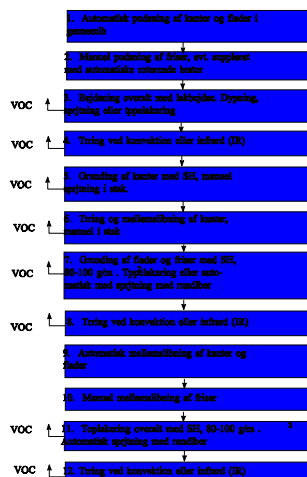


Figur 2

Traditionelt procesforløb ved bearbejdning af fuldstændigt plane emner.

Punkterne 2, 6 og 10 i figur 2 kan erstattes med sprøjteautomater.

Plane emner med friser Emnegruppen inkluderer plane emner med uregelmæssig overflade og/eller udfræsninger f.eks. skabslåger med jalousi lameller. Ujævnheder bør maksimalt afvige 50 mm fra plan flade. Procesforløbet fremgår af figur 3.



Figur 3
 Traditionelt procesforløb ved bearbejdning af plane emner med friser og/eller udfræsninger.

Punkt 11 i figur 3 kan erstattes med tæppelakering.

5.2.3 Rentek løsninger ved substitution og effekten heraf

Umiddelbart mulige ændringer

Rentek løsninger indebærer i denne sammenhæng substitution med mindre VOC-holdige materialer kombineret med mindre påført lakmængde og/eller bedre udnyttelse.

Lakering som overfladebehandling kan elimineres ved behandling af det pudsede emne med bionedbrydelig olie eller lud. Overfladerne kan i så fald blive mere smudsmodtagelige og mere arbejdskrævende at vedligeholde.

Andre alternativer er pålægning af papir eller plastfolier i den ønskede kulør. Melaminimprægneret papir (melaminpapir) klæbes på de plane emner (typisk spånplader) under opvarmning og tryk i en presse. Herved kan opnås forskellige former for struktur og glans. Almindeligt papir og plastfolier presses på emnerne, efter at de er blevet påført lim i en limvalse. Ingen af de anvendte lime indeholder VOC. Melaminpapir og folier kan erstatte overfladebehandling med lak eller maling enten helt eller delvist (det vil sige kun toplak), mens almindeligt papir kun erstatter bejdse og grundlak.

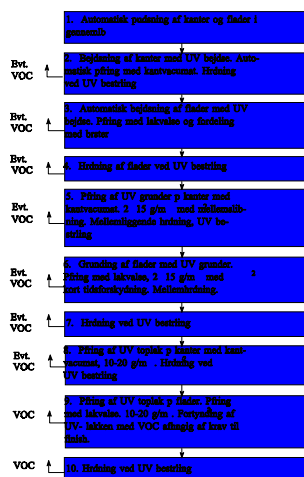
Som alternativ til de traditionelle opløsningsmiddelholdige laksystemer er de væsentligste, opløsningsmiddelfattige UV-lakker og vandige lakker.

Procesændringer, der umiddelbart er teknisk mulige, angår fuldstændigt plane emner.

Fuldstændigt plane emner

Substitution af traditionelle SH-lakker kan ske med UV-lakker *Substitution og proces*-påført med valse eller vandige lakker påført ved sprøjtning og *ændring*tæppelakering. UV-lakker giver normalt den teknisk bedste lakering af disse to.

Ved substitution af sprøjtning/tæppelakering med SH-lakker til UV-lakker og påføring med lakvalse kan den nye fremgangsmåde være som vist i figur 4.



Figur 4

Procesforløb ved bearbejdning af fuldstændigt plane emner ved brug af renere teknologi.

Bemærk det kraftigt reducerede specifikke materialeforbrug i forhold til brug af SH-lakker.

Ved krav om finish med højeste glans og dybdevirkning kan punkt 9 i figur 4 erstattes med automatisk rundløber sprøjtepåføring af SH-toplak.

Ændringer betinget af teknisk udvikling

Ændringer betinget af teknisk udvikling angår især plane emner med friser og/eller udfræsninger.

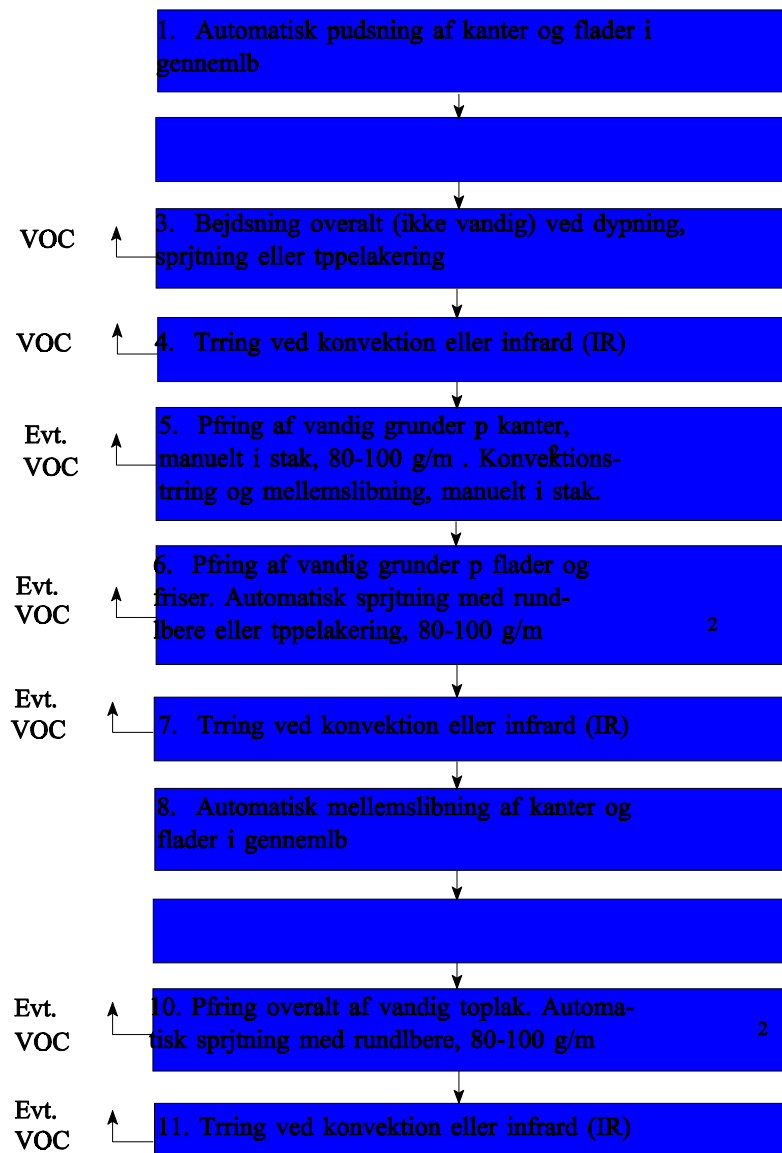
Plane emner med friser og/eller udfræsninger

Påføring med lakvalser og anvendelse af de dermed forbundne UV-lakker er principielt sjældent muligt ved påføring på plane emner med friser og/eller udfræsninger, se nedenfor om lukkede anlæg.

Substitution

Substitution til vandige lakker er normalt eneste realistiske mulighed, og overgang til disse afhænger af de vandige lakkers egenskaber set i forhold til den ønskede kvalitet.

En mulig fremgangsmåde kan være, som det fremgår af figur 5, fortrinsvis med anvendelse af sprøjtepåføring:



Figur 5

Procesforløb ved bearbejdning af plane emner med friser og/eller udfræsninger ved brug af renere teknologi.

Bemærk, at vandig bejds ikke kan anvendes i kombination med

vandige grundere og toplakker på grund af risiko for opblødning og udsvømmning af bejdsens pigment.

UV-lak kan anvendes på kanter og påføres med vacumat, såfremt dette er fordelagtigt og hensigtsmæssigt i kombination med andre materialer på flader og friser.

Sprøjtning med UV-grundere og toplakker på flader og friser kan kun udføres ved automatisk sprøjtning i lukkede anlæg. Der kræves betydeligt know-how, og metoden har ringe udbredelse. Der forudsættes gode forstøvningsegenskaber af UV-lakkerne.

5.2.4 Økonomiske konsekvenser af Rentek løsninger

Installering af nyt anlæg: substitution fra SH- til UV-lakker vil indebære en investering på 8 - 12 mill. kr (1995-priser).

Ombygninger af eksisterende anlæg kan formentlig gennemføres for halvdelen af denne investering.

Energiomkostningerne formindskes væsentligt.

Substitution fra SH til vandige lakker vil indebære ombygninger af eksisterende anlæg til en pris af 1 - 2 mill. kr.

Substitutionen vil medføre højere materialeomkostninger, da vandige lakker er dyrere end SH-lakker.

5.2.5 Referencer til udviklings- og demonstrationsprojekter

Nyere projekter og redegørelser om maling og lakering i dansk træindustri og om substitution af lakmaterialer er:

Miljøprojekt nr. 98. Renere teknologi i træ- og møbelbranchen. Miljøstyrelsen, 1988.

Miljøvenlig møbellakering. Udvikling af sprøjte- og hærdeknik for UV-lakker ved komplekse træ- og møbelelementer. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 1990.

Mikael Skou Andersen (red.). Spredning af renere teknologi i træ- og møbelindustrien. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 24, 1995.

5.3 Industriel lakering af massivmøbler og form- spændte emner i træ

5.3.1 Massivmøbler generelt

Massivmøbler er møbeldele fremstillet i massivt træ og af kompliceret form. Maling og lakering udføres på enkeltemner, oftest ophængt på og transporteret af en overhængende conveyor. Enkeltemner kan være hele møbelstel eller komponenter, herunder ben og armlæn til polstermøbler.

Lakeringen sker ved sprøjtning i flere lag. På grund af trærensningen udføres indledende pudsning af træoverfladen og mellemslibning efter hver påføring.

Der anvendes lufttørring eller tørring ved konvektion. Tørring ved

brug af IR stråling anvendes ikke til massivemner.

5.3.2 Påføringsmetoder

Relevante påføringsmetoder til emner af kompliceret form er:

- . lavtryks luftforstøvning
- . højtryks airmix forstøvning
- . centrifugalforstøvning med roterende klokker og skiver

Lavtryks luftforstøvning Traditionel lavtryks luftforstøvning giver den bedste forstøvning og den mest glatte overflade.

Højtryks airmix Højtryks airmix forstøvning er principielt hydraulisk (airless) forstøvningsprøjtning med tilsætning af luft ved mundstykket med henblik på bedre forstøvning. Metoden anvendes for at øge sprøjte-hastighed og produktivitet.

Begge metoder kan suppleres med elektrostatisk opladning for bedre kantdækning og nedbringelse af overspray.

Sprøjtepistolerne kan betjenes manuelt, eller de kan monteres for automatisk sprøjtning på traversmaskiner med variabel slaglængde eller på malerobotter med mange frihedsgrader.

Centrifugalforstøvning Centrifugalforstøvning udføres kun med opstillinger for automatisk sprøjtning. Endvidere er elektrostatisk opladning obligatorisk. Metoden giver generelt det mindste overspray, således at VOC-emissionen reduceres alene som følge heraf.

Klokkepistoler monteres på traversmaskiner, mens skiver monteres på egen aksel, der repetitivt forskydes i lodret retning svarende til emnernes højde. Skiver placeres altid i midten af en omega-sløjfe på conveyor, og emnerne skal rotere under påføringen, det vil sige, så længe de befinder sig i sløjfen. Det er nemmere at arbejde med skiver end klokkepistoler ved forstøvning og påføring af vandige lakker.

I figur 6 ses sprøjtepistoler på traversmaskine, der bevæger pistolerne op/ned i forhold til emnerne og med variabel slaglængde, der er tilpasset emnernes højde. Opstillingen viser plane emner, der passerer sprøjteopstillingen ophængt på conveyor. I figuren er vist både tværsnit og gestalt af opstillingen.

I figur 7 er vist en sprøjterobot med 5 - 6 frihedsgrader. Robotten er opstillet i åben sprøjteboks og påfører stolestel som passerer ophængt på conveyor. Opstillingen er set skråt fra siden.

Figur 6

Sprøjterobot på traversmaksine. Tværsnit og gestalt af opstillingen.

1. Emne
2. Sprøjtepistol, bevægelig op og ned
3. Conveyor

Figur 7

Sprøjterobot med 5-6 frihedsgrader. Opstillingen er set skråt fra siden.

1. Emne
2. Sprøjtepistol
3. Robotarm
4. Conveyor
5. Åben sprøjteboks

Placering af den roterende skive (disk) i figur 8 i Omega-sløjfe på (overhængende) conveyor. Emnerne roterer om egen akse under påføringen. Opstillingen i figur 8 er set ovenfra.

Figur 8

Roterende skive (disk) i Omega-sløjfe på (overhængende) conveyor. Opstillingen er set ovenfra.

5.3.3 Beskrivelse af procesforløb og VOC-udslip

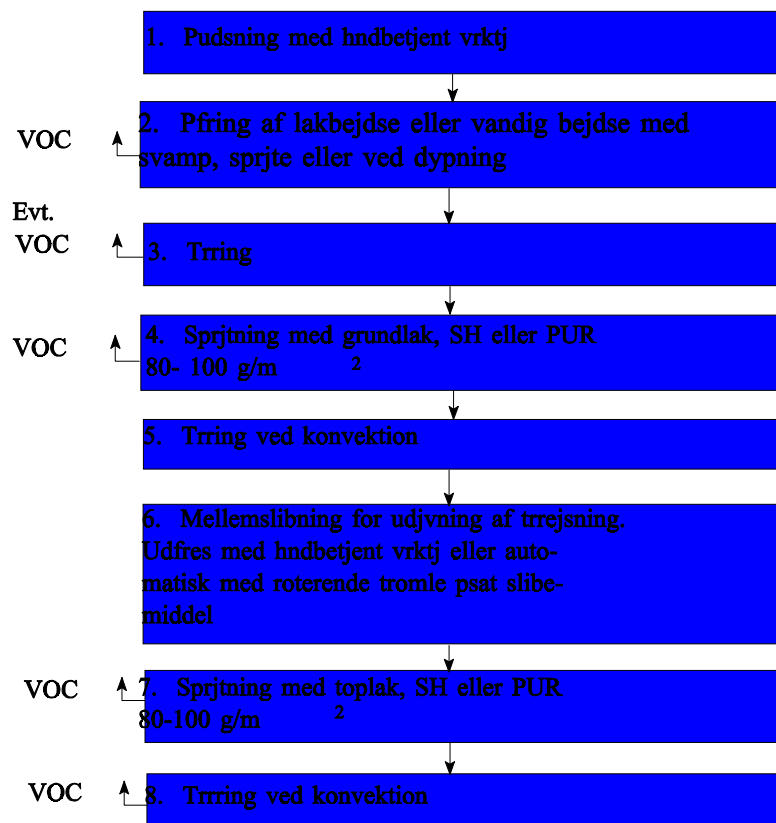
Procesforløb består i pudning/slibning vekslende med påføring af bejdse og lak. Trærejsningen som følge af påføringen og krav til jævnt udseende betyder, at der mellemslibes efter hver påføring.

Emission af VOC sker efter hver påføring af lak.

Lakeringen omfatter følgende generelle operationer:

- . pudning
- . påføring af bejdse
- . påføring af grundlak
- . mellemslibning
- . påføring af toplak

En traditionel fremgangsmåde for maling eller lakering af massive møbler fremgår af figur 9.



Figur 9
 Traditionelt forløb ved maling/lakering af massive møbler i træ.

5.3.4 Rentek løsninger og effekten heraf

Umiddelbart mulige procesændringer

Substitution til lakering

Lakering som overfladebehandling og deraf følgende VOC-emission kan elimineres ved behandling af det pudsede emne med bionedbrydelig olie eller lud. Overfladerne fremstår i så fald med et anderledes udseende end ved lakering og vil være mindre modstandsdygtig overfor smuds og vand.

For lakering af massive træemner er substitution til vandige lakker normalt den eneste realistiske mulighed, og nedbringelse af VOC-emissionen afhænger af de vandige lakkers egenskaber set i forhold til den ønskede kvalitet.

En mulig Rentek fremgangsmåde fremgår af flow-diagrammet i figur 10.

Skift til påføringsmetode med bedre udnyttelse af lakmaterialet (mindre spild) vil også indebære reduktion af VOC-emissionen. Elektrostatisk opladning vil således normalt øge udnyttelsen. Faste opstillinger for elektrostatisk sprøjtning er bedst egnet til plane

emner og emner, der egner sig for rotation under påføringen.

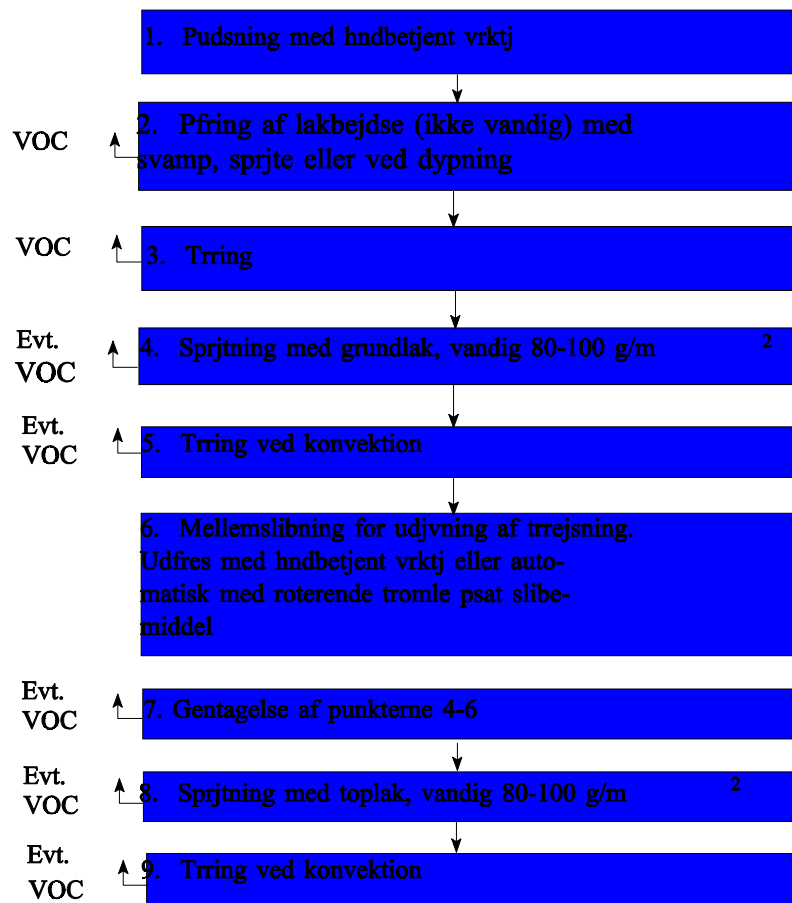
Ændringer betinget af teknisk udvikling

En yderligere reduktion af VOC-emissionen kan eventuelt ske ved at forberede de vandige lakkers egenskaber set i forhold til den ønskede kvalitet.

Vandig bejdse bør ikke kombineres med vandige grundere og toplakker på grund af risiko for opblødning af bejdsen og dermed opsvømming af bejdsens pigment.

5.3.5 Økonomiske konsekvenser af Rentek løsninger

Omstilling til brug af vandige lakker vil i mindre eksisterende anlæg alene indebære udskiftning af sprøjtepisoler og dyser. Den nødvendige investering er af størrelsen kr. 50.000 (1995-priser).



Figur 10

Muligt forløb ved maling/lakering af massive møbler ved brug af renere teknologi.

I større automatiske anlæg kan det være nødvendigt at erstatte klokkepistoler monteret på traversmaskiner med elektrostatiske airmix pistoler eller en roterende skive. Investeringen ved ombygning af et eksisterende anlæg anslås til 0,5-2 mill. kr. Investeringen i et helt nyt anlæg anslås til 2-8 mill. kr (1995-priser).

Substitution til vandige lakker vil medføre højere materialeomkostninger, idet vandige lakker er dyrere end de øvrige lakmaterialer.

5.3.6 Referencer til udviklings- og demonstrationsprojekter

Se afsnit 5.2.5 om industriel lakering af plane træemner.

6 Renere teknologi muligheder ved industriel limning af polstermøbler

6.1 Limning af polstermøbler

Polstermøbler defineres som møbler, hvor sæde og ryg er fuldt polstret. Subsidiært træstel med løse puder.

Fremstilling af polstermøbler er en afgrænset branche, der omtales i dette afsnit.

Til polstermøbler anvendes stel i træ, plast eller metal. Langt hovedparten af møblets synlige overflade dækkes af påklæbet skum, der derefter betrækkes med møbelstof.

Lakering foretages i meget begrænset omfang af møbelben og armlæn i træ. Der henvises til afsnit 5.3 om lakering af massivmøbler.

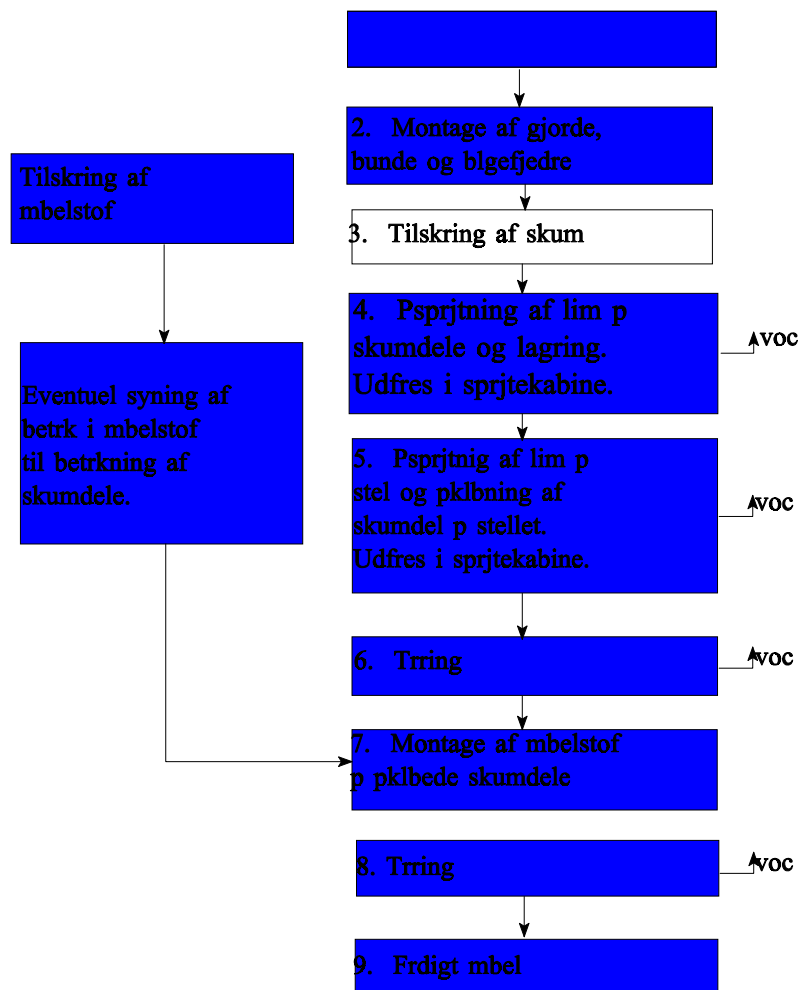
6.2 Formålet med limning

Limstoffer anvendes til påklæbning af stof på skum og skum på møbelstel. Betrækning med tekstiler udføres efter klæbningen.

Limning er en vigtig del af fremstillingsprocessen, og forbruget af limstoffer er betydeligt.

6.3 Beskrivelse af procesforløb og VOC-udslip

Procesforløbet er vist skematisk på flow-sheet i figur 11.



Figur 11
 Procesforløb ved limning af polstermøbler.

6.4 Rentek løsninger og effekten heraf

Umiddelbart mulige ændringer

Substitution

Klæbning af skum foretages traditionelt med kontaktlime af typerne SBR (styren-butadien-gummi) og neopren, begge med et indhold af VOC på gennemsnitligt 80 %. VOC emitteres til luften fra sprøjtekabinen og i mindre omfang ved den efterfølgende tørring.

De konventionelle kontaktlime erstattes fortrinsvis af vandige latex lime og senest også af vandige neopren lime. Udviklingen går mod større anvendelse af sidstnævnte, der tørrer hurtigere.

VOC-emissionen fra vandige klæbere er nær nul. Mindre mængder ammoniak kan emitteres.

I 1988 var 15 % af virksomhederne overgået til vandige lime. I 1995 skønnes andelen at være 65 - 75 %.

Procesændringer

Hvor konventionelle kontaktlime kan påsprøjtes skumdelene umiddelbart før klæbningen, skal *vandige klæbere* påsprøjtes et antal timer i forvejen. Praksis er derfor at påsprøjte limen ved arbejdsdagens begyndelse. Tørretiden før klæbning kan reduceres ved brug af infrarød paneler eller varmluftblæsere. Der arbejdes fortsat på at afkorte tørretiden for de vandige klæbere.

Omlægningen betyder også, at der må oprettes en særlig lagerplads for skumdele med påført klæber.

Doseringen af klæber til skumdelene skal være mere nøjagtig. Tykke lag har ringe klæbeevne, og vandige lime hæfter dårligt til glatte overflader og til polyolefin plaster, herunder polypropylen. Endvidere er der fare for blødgøring ved kontakt med olie og fedt.

Nyere vandige klæbere af *neopren-typen* har i forhold til latex klæber forbedret klæbeevne og kortere tørretid.

Installering af en tunnelovn for tørring af emner limet med vandige klæbere kan være nødvendigt. Alternativt anbefales det at vente 24 - 48 timer før montage af møbelstoffet.

Brug af vandige klæbere forudsætter skift til sprøjter og fødebeholdere i rustfrit stål. Galvaniserede dele og dele i kobber og messing må ikke anvendes.

Fordeling af vandige klæbere fra et centralt tilberedningsrum og pumpning til forbrugsstedet via rørsystemer, som det er sædvanligt for konventionelle kontaktlime, er *ikke* muligt. Vandige klæbere ødelægges af pumpetrykket. Fødebeholdere skal flyttes til sprøjtekabinen, og klæberens pumpes til sprøjtepistolen med en (lavtryks) dykpumpe af membrantypen.

Ændringer betinget af teknisk udvikling

Der forventes løbende forbedring af de vandige klæbere, hvad angår klæbeevne og tørretid.

Anvendelse af neoprenklæbere i stedet for latex vil væsentligt forbedre klæbeevnen.

6.5 Økonomiske konsekvenser af Rentek løsninger

Der kan påregnes følgende investeringer:

- . Mellemlager for skumdele påført lim.
- . Sprøjteudstyr i rustfast stål, incl. ventiler, slanger og fødebeholder : kr. 25.000 pr. enhed.
- . Efter behov, investering i infrarød paneler, varmluftblæsere eller tørretunnel: kr. 50.000 - 300.000.

Der kan påregnes følgende ændringer i driftsomkostningerne:

- . Forbruget af lim reduceres.
- . Energiforbruget øges på grund af større behov for varmetørring.

6.6 Referencer til udviklings- og demonstrationsprojekter

Brug af lime i virksomheder, der fremstiller polstermøbler, er undersøgt og beskrevet i følgende projektrapport:

Klæbere i polstermøbel og skumforarbejdende industrier. Arbejdsrapport nr. 35, Miljøstyrelsen, 1990.

- 1.
- 1.
- 1.
- 1.
- 1.
- 1.
- 1.
- 2.
- 2.
- 2.
- 2.
- 2.
- 2.
- 3.
- 3.
- 3.
- 4.
- 4.
- 5.
- 5.

| □ Tværsnit □ | | □ Gestalt □ |