

Miljøprojekt nr. 176

1991

Opløsnings- middelfattige serigrafifarver

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Miljøprojekt

- Nr. 62: Luftforurening med kvælstofoxider i Danmark
- Nr. 63: Anvendelse af analyseresultater ved vandkontrol
- Nr. 64: Kosmetik - bivirkninger
- Nr. 65: Miljøfremmede stoffer i kommunalt spildevand
- Nr. 66: Undersøgelser af blødt aggressivt vand
- Nr. 67: Kilder til grundvandsforurening
- Nr. 68: Overflade aktiveret iltning af ferrojern i vand fra Hvidmosen
- Nr. 69: Forbrug og forurening med chlorphenoler
- Nr. 70: Organiske opløsningsmidler
- Nr. 71: Kviksølv i havneslam
- Nr. 72: Organic solvents
- Nr. 73: Arealanvendelse og geologi - nitrat i grundvand
- Nr. 74: Kviksølv i danske ferskvandsøkosystemer
- Nr. 75: Forureningstilstanden i danske svømmebade
- Nr. 76: Nitrat og pH i drikkevand
- Nr. 77: Kviksølv i jord
- Nr. 78: Drænvandskvalitet fra pyritholdige arealer
- Nr. 79: Leptospirabakterier i rotter ved dambrug og landbrug
- Nr. 80: Svømmebade og sygdomsrisici
- Nr. 81: Lokale forureninger og helbredseffekter
- Nr. 82: QSAR og toksikologi - en ny strategi i kemikalievurdering
- Nr. 83: Forurening fra gamle affaldsdepoter uden kemikalieaffald
- Nr. 84: Alternativ lossepladsteknologi - en litteraturgennemgang
- Nr. 85: Tilførsel af næringsstoffer til vandløb
- Nr. 86: Genanvendelse af tekstilaffald
- Nr. 87: Substitution af PVC-plast med andre plastmaterialer
- Nr. 88: Emballage til mælk og juice
- Nr. 89: Vandressourcerne og klimasvingninger
- Nr. 90: Nikkelafgivelse fra metallegeringer
- Nr. 91: Algetoksicitetstest
- Nr. 92: CFC-forbrugsmønster i Danmark
- Nr. 93: Mikrobiel nedbrydning af miljøfremmede stoffer i grundvand
- Nr. 94: Genanvendelse af madaffald fra storkøkkener i København
- Nr. 95: Bundfaunaundersøgelser som redskab til overvågning
- Nr. 96: Svovlbrintdannelse og -kontrol i trykledninger
- Nr. 97: Renere teknologi i fiskeindustrien
- Nr. 98: Renere teknologi i træ- og møbelbranchen
- Nr. 99: Kompostering af haveaffald i Frederiksborg amt
- Nr. 100: Hazard assessment of 1,1,1-trichloroethane
- Nr. 101: Organiske opløsningsmidler i husholdningsprodukter
- Nr. 102: Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug
- Nr. 103: Sprøjtefri randzoner i kornmarker
- Nr. 104: Miljøforbedring ved hovedseparation i rejepilleindustrien
- Nr. 105: Forbrug af og forurening med bly i Danmark
- Nr. 106: Haloner - forbrugsmønster i Danmark
- Nr. 107: Galvanisk overfladebelægning uden affald og spildevand
- Nr. 108: Madaffald fra storkøkkener - organisation af indsamling og oparbejdning
- Nr. 109: Erstatningsstoffer for fosfat - spredning og effekter i miljøet
- Nr. 110: Olie/kemikalieaffald - en spørgeskemaundersøgelse
- Nr. 111: Undersøgelser af vejledende pyritgrænseværdier
- Nr. 112: Kvantitative og kvalitative kriterier for risikoaccept
- Nr. 113: Storskrald og haveaffald
- Nr. 114: Papirindsamling via specialcontainere og genbrugsstation
- Nr. 115: Vandmiljøplanens overvågningsprogram
- Nr. 116: Renere teknologi i svine- og kreaturslagteribranchen
- Nr. 117: Dioxinmission ved affaldsforbrænding
- Nr. 118: Klorkilders betydning for dioxindannelse ved forbrænding

Miljøprojekt

- Nr. 119: Okkerrensning i forbindelse med landbrugsmæssig dræning
- Nr. 120: Kontrol af køretøjer med katalysator
- Nr. 121: Forurenede industrigrunde
- Nr. 122: Indsamling af papir og pap fra erhvervsvirksomheder
- Nr. 123: Risikovurdering af forurenede grunde
- Nr. 124: Vedligeholdelse af køle-smøremidler
- Nr. 125: Fugleføde i kornmarker - insekter og vilde planter
- Nr. 126: Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien
- Nr. 127: Miljøfremmede, organiske stoffer i kommunalt spildevand
- Nr. 128: Nedsivning fra byggeaffald
- Nr. 129: Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald - del 1
- Nr. 130: Forureningsfri galvanomaskiner til værkstedsbrug
- Nr. 131: Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer
- Nr. 132: PVC i kontorartikler, sundhedssektor, m. v.
- Nr. 133: PVC i byggeri og anlæg
- Nr. 134: PVC i emballage
- Nr. 135: Hjemmekompostering
- Nr. 136: Bearbejdning af danske måledata af regn og afstrømning
- Nr. 137: Regulering af forurening fra afløbssystemer under regn
- Nr. 138: Renere teknologi på energiområdet
- Nr. 139: Afvask af trykpresser med sojaolie
- Nr. 140: Vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse
- Nr. 141: Det grønne affaldssystem i AFAV
- Nr. 142: Det grønne affaldssystem i Høng
- Nr. 143: Katodisk elektrodypemaling
- Nr. 144: Reparationsmaling af automobiler
- Nr. 145: Genanvendelse af nedknust tegl
- Nr. 146: Restprodukter fra røggasrensning ved affaldsforbrænding 1
- Nr. 147: Blåserensningsmetoder
- Nr. 148: Storskraldsordninger med genanvendelse
- Nr. 149: Emissionsundersøgelse for pejse og brændeovne
- Nr. 150: Prognose for bygge- og anlægsaffald - hovedrapport
- Nr. 151: Prognose for bygge- og anlægsaffald - bilagsdel
- Nr. 152: Kemikalier i husholdningen
- Nr. 153: Danmarks udledning af industrielt spildevand
- Nr. 154: Miljømærkning af produkter
- Nr. 155: Spredning af forurening i moræner
- Nr. 156: Drikkevandskvalitet i Danmark
- Nr. 157: Anvendelse af nedknust beton i ny beton
- Nr. 158: Bortskaffelse af havneslam
- Nr. 159: Miljøvenlig affedtning i jernindustrien
- Nr. 160: Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald - del 2
- Nr. 161: Arbejdsmiljøforhold ved genanvendelse af affald
- Nr. 162: Renere teknologi i eksisterende galvanovirksomheder
- Nr. 163: Forurening fra pelsdyrfarme
- Nr. 164: Deltagelse i kildesortering af husholdningsaffald
- Nr. 165: Luftforurening fra individuel og kollektiv trafik
- Nr. 166: Overfladeaktive stoffer - spredning og effekter i miljøet
- Nr. 167: Renere teknologi i mejeribranchen
- Nr. 168: Miljømæssig vurdering af mælkeemballage
- Nr. 169: Renere teknologi i den grafiske branche
- Nr. 170: Ozonlagsnedbrydende stoffer - forbrug i 1987 - 1989
- Nr. 171: Design af affaldsbeholdere
- Nr. 172: Økonomi i genanvendelse og affaldsbehandling
- Nr. 173: Fyring med halm - en metode til renere forbrænding
- Nr. 174: Spredningsudstyr til optimal udnyttelse af gylle
- Nr. 175: Affald i Danmark - teknisk rapport
- Nr. 176: Opløsningsmiddelfattige serigrafifarver

Opløsnings- middelfattige serigrafifarver

Det har været projektets formål at kortlægge de opløsningsmiddelfattige farvers tekniske anvendelighed ved tryk på forskellige trykmaterialer samt at belyse, hvilke miljøbelastninger de giver anledning til.

Miljøministeriet

Miljøstyrelsen

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

Pris kr. 70,- inkl. 22% moms

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-503-9268-9

Miljøprojekt nr. 176

1991

Opløsnings- middelfattige serigrafifarver

Lisbet Seedorff
COWIconsult, Rådgivende Ingeniører AS

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Rapporten er udgivet med tilskud fra
Rådet vedrørende genanvendelse og mindre
forurenende teknologi.

De fremsatte synspunkter dækkes ikke
nødvendigvis af Rådet eller Miljøstyrelsen.

Forord

Dette projekt er finansieret af "Rådet vedrørende genanvendelse og mindre forurenende teknologi". Projektet skal bl.a. ses som et supplement til det af rådet tidligere støttede projekt om indførelse af renere teknologi i den grafiske branche samt som et input til den af Miljøstyrelsen nedsatte gruppe, der arbejder med halveringsplanen for forbruget af organiske opløsningsmidler.

Projektet er udført af cand. scient. Lisbet Seedorff, COWIconsult AS.

Til projektet har der i hele projektperioden været tilknyttet en styringsgruppe med følgende medlemmer:

Susanne Rasmussen/Otto Dyrnum, Miljøstyrelsen

Susanne Møller, Miljøstyrelsen

Erik Olsen, Arbejds miljøinstituttet

Knud Kjeldmark, Det Grafiske Branchesikkerhedsråd

Kim Melin, Det Grafiske Branchesikkerhedsråd

Steen Clemmensen, Branchesikkerhedsrådet for Almen Industri

Poul Jørgensen, Branchesikkerhedsrådet for Almen Industri

Erik Strøbæk, Foreningen af Leverandører til Serigrafiske

Virksomheder

Niels F. Juhl, Foreningen af Leverandører til Serigrafiske

Virksomheder

Der skal her rettes en tak til styringsgruppens medlemmer for godt samarbejde, råd og vejledning.

Også en tak til de serigrafiske trykkerier, der har bidraget til udformningen af miljøprofilerne, samt til de mange maskin- og kemikalieleverandører der beredvilligt har oplyst om sammenhængen mellem trykfarver, trykmaterialer, tekniske krav mv.

Endelig en tak til akademiingeniør Tine Berenhard, COWIconsult, der har bidraget til afsnittet vedrørende spildevand.

Juni 1991

Indholdsfortegnelse

side

0.	Forord	3
1.	Resumé	6
2.	Konklusion	8
3.	Indledning	12
3.1	Baggrund	12
3.2	Formål	12
4.	Brancheområdet	13
4.1	Produktionsprocessen	13
4.1.1	Forarbejde	13
4.1.2	Stencilfremstilling	14
4.1.3	Trykning	15
4.1.4	Rammevask	17
4.1.5	Tampontryk	17
4.2	Antal virksomheder	17
4.3	Forbrugsdata	19
4.3.1	Forbrug af farver	19
4.3.2	Forbrug af opløsningsmidler	19
4.4	Kemikalieleverandører	21
5.	Farvetyper og farvefjernere	22
5.1	Farvetyper	22
5.1.1	Alkydfarver	22
5.1.2	Aminoharpiksfarver	22
5.1.3	Epoxy-/polyurethanfarver	23
5.1.4	Fordampende farve	24
5.1.5	Tekstilfarver	26
5.1.6	Vandfortyndbare farver	27
5.1.7	UV-farver	27
5.1.8	Specialfarver	28
5.2	Farvetypernes udbredelse	29
5.3	Farvefjernere	
6.	Trykmaterialer	31
6.1	Papir/pap	31
6.2	Plast	31
6.3	Tekstiler	33
6.4	Metaller	34
6.5	Andre materialer	34
7.	Tekniske krav	36
7.1	Kemikaliebestandighed	36
7.2	Lysægtighed	37
7.3	Vejrbestandighed	37
7.4	Andre krav	37
8.	Generelle miljøforhold	38
8.1	Forarbejde	38
8.2	Stencilfremstilling	38

8.3	Trykning	39
8.4	Rammevask	39
8.5	Miljøprofiler	40
8.6	Samlet vurdering	45
9.	Opløsningsmiddelfattige farver	47
9.1	Farvetyper	47
9.2	Anvendelsesmuligheder	49
9.2.1	Tryk på papir og pap	49
9.2.2	Tryk på plast	50
9.2.3	Tryk på tekstiler	51
9.2.4	Andre trykopgaver	52
9.3	Arbejdsmiljøbelastning	53
9.4	Miljøforhold og genbrug	56
9.4.1	Affald	56
9.4.2	Spildevand	58
9.4.3	Luftforurening	59
10.	Litteraturliste	62
 Bilag:		
1.	Deltagende farveleverandører	65

1. Resumé

Der emitteres store mængder organiske opløsningsmidler fra de serigrafiske virksomheder grundet anvendelse af opløsningsmiddelholdige farver, fortyndere og rensesvæsker. Et skift til opløsningsmiddelfattige farver vil kunne reducere denne emission.

Formålet med projektet har været, at kortlægge de opløsningsmiddelfattige farvers tekniske anvendelighed ved tryk på forskellige trykmaterialer samt at belyse hvilke miljøbelastninger, de kan give anledning til.

I en beskrivelse af brancheområdet er den serigrafiske produktionsteknik blevet gennemgået trin for trin.

Det skønnes, at der foregår serigrafisk trykning på 750 virksomheder, samt at det samlede opløsningsmiddelforbrug ligger på 350 tons om året.

På basis af bl.a. forespørgsler til leverandører er de forskellige trykfarvetyper, trykmaterialer og tekniske krav til det færdige tryk beskrevet.

Ca. 2/3 af de farver, der anvendes i dag, er opløsningsmiddelbaserede. Papir, pap og plast er de materialtyper, der oftest trykkes på.

Brancheområdets generelle miljøforhold er gennemgået bl.a. med baggrund i virksomhedsbesøg og miljøprofiler opstillet for nogle af disse.

Det faste affald i form af papir, plast mv. fra virksomhederne ligger på ca. 10% af totalforbruget og farvespildet på <1%. Emballagespildet er generelt stort.

Der anvendes store mængder vand til stencilfremstilling og -fjernelse. Vandet ledes oftest (med eller uden genbrug) urensset til kloak.

Anvendelsesmulighederne for de opløsningsmiddelfattige farver er oplistet, og arbejdsmiljøbelastningen samt miljøforhold og genbrugsmuligheder er beskrevet.

Vandfortyndbare farver vil kunne anvendes til tryk på papir med en gramvægt >130g/m², til tryk på visse plasttyper (især PVC), til tekstiltryk samt til direkte tryk på glas og træ.

UV-farver til tryk på papir, plast og metal samt ved fremstillingen af trykte kredsløb.

Af farver med et højt tørstofindhold kan nævnes plastisolfarver til tekstiltryk og aminoharpiks eller epoxy/polyurethankombinationer til bl.a. trykte kredsløb og metaltryk.

Arbejdsmiljømæssigt vil der ved anvendelsen af opløsningsmiddelfattige farver være risiko for irritation af hud, øjne og luftveje samt især for UV-farverne, risiko for allergi. For 2-komponentfarverne vil indholdet af bl.a. reaktive restmonomere indebære en speciel risiko.

Farvet makulatur trykt med UV- eller vandfarver vil kunne afsværtes og genbruges eventuelt med ændrede teknikker.

Sker rammevasken med opløsningsmidler vil disse kunne recirkulere, så op til 80% genanvendes. Ved montering af et destillationsanlæg på vaskeautomaten vil det være muligt at regenerere ren rensesvæske fra

den brugte.

Genvinding af farver og rensesvæske fra farveslam sker så vidt vides ikke i dag. Sker rammevasken med vand, vil spildevandet indeholde farverester og opløsningsmidler. Ingen af disse stoffer har været undersøgt specifikt for effekten på renseanlæg. Ved analogislutning vurderes det, at renseanlæg vil kunne tolerere relativt høje koncentrationer.

Et skift til opløsningsmiddelfattige farver vil reducere luftforureningsbidraget betydeligt (ca. 2/3). Der vil dog stadig være en vist bidrag, så længe rammerne afvaskes i opløsningsmidler.

Sammenfattende kan det konkluderes, at de opløsningsmiddelfattige farver er anvendelige alternativer til de opløsningsmiddelbaserede. Ved tryk på plast er det dog nødvendigt med yderligere produktudvikling både på farve- og på plastsiden. For UV-farverne vil det være de dyre investeringsomkostninger, der er den største barriere. Afvask af opløsningsmiddelfattige farver sker de fleste steder med opløsningsmidler, også når der er tale om vandfortyndbare farver. Der bør derfor arbejdes med at udvikle anvendelige vandbaserede farvefjernere.

2. Konklusion

Brancheområdet

Den serigrafiske tryktekniks store anvendelighed betyder, at man kan støde på serigrafi inden for de fleste industrier. Her skal bl.a. nævnes tekstil-, plast-, glas- og porcelæn-, elektronik- samt sko- og læderindustrien. Derudover grafisk industri og skiltefabrikker samt alle mulige former for dekorationsvirksomhed.

I alt vurderes det, at der foregår serigrafisk trykning på 750 danske virksomheder, hvoraf de 600 har under 10 ansatte.

Det totale farveforbrug ligger på ca. 650 tons om året. Hovedparten af farverne (ca. 80%) importeres til landet, primært fra Tyskland, England og Sverige.

Det samlede forbrug af organiske opløsningsmidler skønnes at ligge på 350 tons om året.

Leverandører

Der findes 22 danske leverandører af serigrafiske farver. 13 af disse (60%) svarede på en skriftlig forespørgsel vedrørende sammenhængen mellem trykfarvetyper, trykmaterialer og tekniske krav. De modtagne svar var bredt dækkende for hele brancheområdet.

Farvetyper

Ses der på den samlede farveudbredelse skønnes ca. 65% af disse at være fordampende farver (opløsningsmiddelbaserede). Herefter følger tekstilfarver (vandfortyndbare og plastisolfarver) med 20%, UV-farver med 10% og 2-komponentfarver (epoxy-/polyurethanfarver) med 5%. For de øvrige farvetyper såsom alkydfarver, aminoharpiksfarver og vandfortyndbare farver til papir og plast vurderes udbredelsen i dag at ligge under 5%.

Trykmaterialer

Papir, pap og plast er de materialetyper der oftest trykkes på. Herefter følger tekstiler og metaller samt i mindre omfang materialer som glas, porcelæn, læder, træ og stearin.

Tekniske krav

Tekniske krav til det færdigtrykte materiale f.eks. i form af lys- og vejrbestandighed eller kemisk modstandsdygtighed vil ofte være bestemmende for farvevalget herunder f.eks. anvendelsen af de modstandsdygtige 2-komponentfarver.

Generelle miljøforhold

De serigrafiske virksomheder producerer kemikalieaffald i form af brugte fotobade (fremkaldere og fiksure), brugt opløsningsmiddelholdig rensevæske, farveslam og farveforurenedede papirklude. Det vurderes med baggrund i en række virksomhedsbesøg, at langt hovedparten af dette afleveres til modtagestation, dog undtaget brugte papirklude der i vidt omfang går til container.

Farvespildet på de serigrafiske virksomheder er lavt (ca. 1%), da man inden for branchen så vidt muligt altid har søgt at genbruge overskuds-farverne.

Det faste affald i form af fejltryk og fraklip (papir, pap, plast mv.) ligger typisk på ca. 10%. Derudover er der et stort emballagespild med ca. 200 spande om året på små virksomheder og over 1000 om året på større.

Der anvendes store mængder vand til stencilfremstillingen og stencilfjernelsen. Genanvendelse af vandet sker kun på visse større virksomheder. Spildevandet fra de to processer (med eller uden genbrug) ledes oftest urensset til kloakken.

Der er opstillet miljøprofiler for forskellige typer af serigrafiske virk-

somheder. Med baggrund i disse ses det bl.a., at hvis en virksomhed bruger opløsningsmiddelbaserede farver og rensesvæsker, anvendes der mere end dobbelt så store mængder opløsningsmidler pr. 1000 m² produceret areal, end hvis virksomheden alene bruger UV-eller vandfarver. Desuden ses det, at luftforureningsbidraget vil falde med ca. 2/3, hvis der skiftes fra opløsningsmiddelbaserede farver til UV-farver.

Opløsningsmiddel-fattige farver

Der findes fire farvetyper med et lavt opløsningsmiddelindhold: vandfortyndbare farver, UV-farver, plastisolfarver og farver med et højt tørstofindhold.

Tryk på papir og pap

De vandfortyndbare papirfarver findes idag med et opløsningsmiddelindhold på under 5%. De er velegnede til tryk på papir med en gramvægt på over ca. 130 g/m². Farverne har efterhånden en så god kvalitet, at næste trin i forbindelse med udvidede anvendelsesmuligheder ligger hos papirproducenterne (udvikling af nye papirtyper) og hos leverandørere af tørretunneler (alternative tørreprocesser).

Derudover bør der arbejdes med at udvikle vandbaserede farvefjernere, som kan anvendes i de tilfælde, hvor vand alene ikke kan klare afvaskningen.

Den største barriere for anvendelsen af UV-farver er investeringsomkostningerne i udstyr, hvor et helt nyt anlæg ligger på et prisniveau omkring 400.000 kr. Derudover er UV-farverne dyrere at indkøbe end de opløsningsmiddelbaserede, hvilket dog opvejes af et lavere farveforbrug.

Tryk på plast

Det vurderes, at man i dag er nået et godt stykke vej med udviklingen og anvendelsen af opløsningsmiddelfattige farver til plast.

Længst er man nået med UV-farverne, hvor barrieren som for tryk på papir primært er investeringsomkostningerne.

For de vandfortyndbare farver (5-20% opløsningsmiddel) er det i dag kun muligt at trykke på visse plasttyper (PVC, polystyren, polycarbonat og acryl). Det er derfor nødvendigt med yderligere produktudvikling her både på farvesiden, herunder specielt hvad angår bindemidlerne, og på plastsiden, hvor det er plastens porefrie overflade, der især volder problemer.

Tryk på tekstiler

Tryk på tekstiler er det område, hvor de opløsningsmiddelfattige farver (vandfortyndbare og plastisolfarver) har været anvendt længst, ligesom det også er det område, hvor man er længst fremme med farver helt uden opløsningsmidler. Ved farvevalget kan tekstiltypen spille en ikke ubetydelig rolle. F.eks. indeholder visse tekstiler appretur, der umuliggør anvendelsen af opløsningsmiddelfattige farver. Næste trin her ligger derfor hos tekstilindustrien.

Tryk på metal

Ved tryk på metal kan de fleste trykopgaver klares med enten UV-farver eller med farver med et højt tørstofindhold.

Tryk på glas og porcelæn

Ved direkte tryk på glas og porcelæn er det muligt at anvende vandfortyndbare farver, mens dette ved indirekte tryk (transferpapir) kun er muligt i begrænset omfang. Næste trin her ligger derfor i udviklingen af nye transferpapirtyper.

Tryk på træ

Da træ er et sugende materiale, vil vandfortyndbare farver uden problemer kunne anvendes her.

Trykte kredsløb

Ved fremstillingen af trykte kredsløb anvendes en række forskellige serigrafiske specialfarver såsom ætse- og galvanoresistfarver, loddestop-lakker og markeringsfarver. Her vil det i de fleste tilfælde være muligt at anvende opløsningsmiddelfattige farver enten i form af UV-farver eller i form af farver med et højt tørstofindhold. Indførelsen af nye hurtigere påføringsmetoder f.eks. ikke-serigrafisk gardinpåføring af loddestoplakker har dog bevirket, at der alternativt mange steder anvendes produkter med et stort opløsningsmiddelindhold.

Arbejds miljø

Da de vandfortyndbare farver bl.a. indeholder 1-10% ammoniak og 5-20% opløsningsmiddel samt i visse tilfælde allergifremkaldende aminer, skal der altid være effektiv udsugning under tryk- og tørreprocessen, ligesom der også skal anvendes egnede beskyttelseshandsker.

UV-farver indeholder acrylmaterialer, der virker irriterende på hud, øjne og luftveje, ligesom de også kan forårsage allergi. Under hærdeprocessen kan der desuden udsendes UV-stråler og ozon. Et UV-anlæg skal altid være forsvarligt indkapslet og forsynet med fornøden ventilation. Desuden skal der ved arbejde med farverne anvendes relevante personlige værnemidler. Da visse af acrylaterne er mere potent allergifremkaldende end andre, bør der herhjemme som i England tages initiativ til en frasortering af de "værste" acrylforbindelser.

Da plastisolfarver bl.a. indeholder blødgørere af phthalattypen, hvor den foreliggende toksikologiske dokumentation ikke gør det muligt at vurdere sundhedsrisikoen ved omgangen med farverne, bør der altid arbejdes forsvarligt med disse, så hudoptagelse og indånding af eventuelle aerosoler og dampe undgås.

Farver med et højt tørstofindhold vil typisk være 1- eller 2-komponent indbrændingsfarver baseret på aminoharpiks eller epoxy/polyurethan-kombinationer.

For aminoharpiksfarverne vil det især være indholdet af fri formaldehyd og allergifremkaldende aminer, der kan indebære en risiko.

Ved omgangen med epoxy/polyurethanfarver er der især risiko for hudirritation og allergi (epoxy, aminer og isocyanater) samt for alvorlige luftvejslidelser (isocyanater).

Genbrug af farvet makulatur

Kasserede tryk af papir og pap skal afsværtes, inden det kan genanvendes. En rundspørge blandt danske genvindings- og afsværtningsvirksomheder viste, at man endnu ikke har haft de store problemer med farvet makulatur trykt med UV- eller vandfarver. Dette fordi der indtil videre kun er tale om små mængder. Skulle mængden blive for stor, vil papiret stadig kunne afsværtes og genbruges, men det vil kræve, at afsværtningsvirksomhederne indfører nye teknikker.

Farveslam og brugt rens evæske

Under afvaskningen af rammer produceres afleveringspligtigt farveslam og brugt rens evæske. Destruktionsomkostningerne hos Kommunkemi vil være de samme, uanset om der anvendes opløsningsmiddelfattige farver eller andre farver.

Genvinding af farver

Genvinding af farver fra farveslam foregår så vidt ikke i dag. Da dette både er teoretisk og teknisk muligt med dagens raffinerede destillations- og filtersystemer, bør det overvejes, om det ikke vil være et rentabelt tiltag på virksomheder, der har et stort og ens farveforbrug.

Genvinding af rensesvæsker

Mange virksomheder har vaskeskabe eller -automater, hvor de opløsningsmiddelbaserede rensesvæsker recirkulerer. På denne måde bliver det muligt at genanvende op til 80% af rensesvæsken. Efter en vis tid skal rensesvæsken udskiftes helt p.g.a. et for højt indhold af bl.a. opløselige bindemidler. Ved at montere et destillationsanlæg på vaskautomaten vil det være muligt at genvinde ren rensesvæske fra den brugte i forrædstanken. Etableringsomkostningerne for et sådant anlæg er dog store. En anden mulighed kunne derfor være, at en genvindingsvirksomhed regenererede rensesvæsken fra både farveslam og brugt rensesvæske. Dette foregår så vidt vides heller ikke i dag, selv om det som for genvinding af farver er både teoretisk og teknisk muligt.

Spildevand

Selv om flere og flere virksomheder anvender vandfortyndbare farver, der i princippet kan afvaskes med vand, foretages rammevasken alligevel de fleste steder med opløsningsmiddelbaserede rensesvæsker. Anvendes vand som farvefjerner for vandfortyndbare farver vil vaskendet separeres i farveslam og en spildevandsstrøm. Spildevandet vil bl.a. indeholde vandopløselige farverester og lidt organisk opløsningsmiddel, der ved udledning til kloak kan udgøre en kemisk belastning for renseanlæggene ved påvirkning af den biologiske omsætning. Ingen af de stoffer, der kan være i spildevandet, har været undersøgt specifikt i forbindelse med effekten på renseanlæg. Ved sammenligning med analoge stoffers effekter vurderes det, at renseanlæggenes biologiske og kvælstofomsættende mikroorganismer kan tolerere relativt høje koncentrationer, før en hæmmende virkning må forventes. Det vil derfor udover mængden af forureninger i spildevandet være de lokale renseanlægs kapacitet, der bestemmer, om det vil være acceptabelt at udlede spildevandet.

Luftforurening

Det samlede opløsningsmiddelforbrug ved serigrafisk trykning i Danmark ligger på ca. 350 tons om året, hvoraf de 250 tons vurderes at være bidrag fra farverne, mens resten er bidrag fra rensesvæskerne. På virksomheder med et stort forbrug af opløsningsmiddelbaserede farver, skønnes ca. 80% af opløsningsmiddelforbruget at emitteres til luften. På virksomheder, der alene anvender UV- eller vandfarver og opløsningsmidler til rammevask, vil luftforureningsandelen grundet rensesvæskernes indhold af tungtflygtige opløsningsmidler ligge på ca. 30%. Anvendes der kun vand til rammevask vil luftforureningsbidraget være minimalt.

Luftrensning

En anden mulighed (end substitution) til begrænsning af opløsningsmiddelemissionen til luften kunne være anvendelse af renseteknikker f.eks. adsorption på aktiv kulfilter, katalytisk eller termisk forbrænding og biologisk rensning. Ingen af renseteknikkerne er dog miljømæssigt neutrale, og de vil i givet fald kun være rentable at anvende på virksomheder med et stort opløsningsmiddelforbrug.

3. Indledning

3.1 Baggrund

Med den serigrafiske trykteknik kan man trykke på næsten alle materialer og overflader uanset tykkelse, form og vægt. Den store anvendelighed betyder, at man kan støde på serigrafi inden for de fleste industrier. Her kan bl.a. nævnes grafisk industri, tekstilindustrien, plastindustrien, glas- og porcelænindustrien, jern- og metalindustrien herunder specielt elektronikområdet, sko- og læderindustrien samt skiltefabrikker og alle mulige former for dekorationsvirksomhed ikke mindst i form af fremstilling af reklameartikler.

Det er en kendt sag, at der emitteres store mængder organiske opløsningsmidler fra de serigrafiske virksomheder på grund af et stort forbrug af opløsningsmiddelbaserede farver, fortyndere og afvaskemidler.

En udvikling mod anvendelse af mindre miljøbelastende farver er allerede i gang, således at flere og flere trykopgaver i dag kan klares med opløsningsmiddelfattige og/eller opløsningsmiddelfrie farver.

Inden for branchen er der dog stor uenighed om de opløsningsmiddelfattige farvers egnethed. Årsagen til dette bunder bl.a. i trykteknikkens brede anvendelsesområde, der betyder, at der ved de forskellige produktioner er meget forskellige krav til slutprodukternes levetid, anvendelsesformål og kvalitet.

Her vil en mere præcis beskrivelse af sammenhængen mellem trykmaterialer, anvendelsestekniske krav og trykfarvetyper kunne indkredse de produktionsområder, hvor det ikke umiddelbart er muligt at anvende opløsningsmiddelfattige farver.

Derudover er der en række uafklarede spørgsmål om miljøforholdene både eksternt og internt ved anvendelse af de opløsningsmiddelfattige farver herunder specielt de vandfortyndbare. F.eks. vil der være en del farveholdigt spildevand fra afvaskeprocesserne, hvor konsekvensen af den øgede spildevandsmængde samt farverestindholdet ikke er kendt.

3.2 Formål

Det er projektets formål at kortlægge de opløsningsfattige farvers tekniske anvendelighed ved tryk på forskellige trykmaterialer. For de trykområder, hvor farverne ikke umiddelbart er anvendelige, oprides eventuelle løsningsmuligheder.

Desuden er det formålet, at belyse hvilke eksterne og interne miljøbelastninger, de opløsningsmiddelfattige farver kan give anledning til.

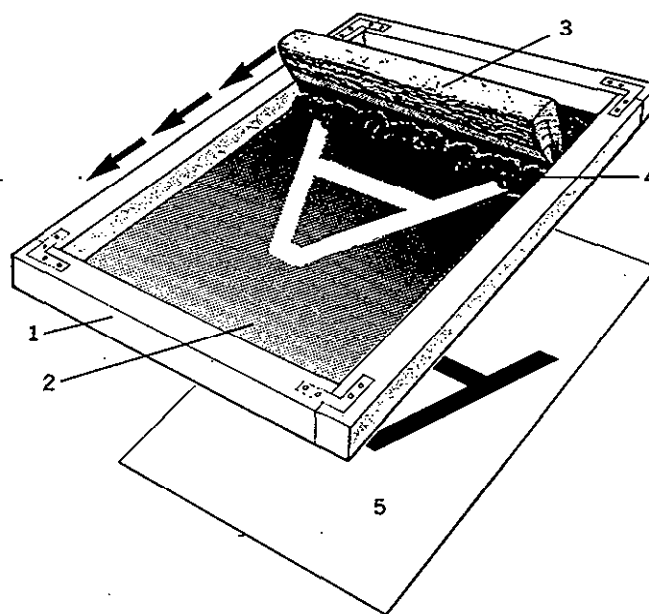
4. Brancheområdet

4.1 Produktionsprocessen

Princippet ved serigrafisk trykning er enkelt. Trykfarven presses gennem maskerne i et væv (en dug) ned til den overflade, som skal "trykkes".

Vævet skal være behandlet, således at farven kun kan passere igennem de partier, hvor maskerne er åbne. Dette opnås ved hjælp af en påført stencil (skabelon), der opdeler vævet i farvegennemtrængelige og ikke-farvegennemtrængelige områder.

Under trykningen føres en rakel hen over vævet, hvorved farven presses gennem vævets åbne partier, når dette berører trykmaterialets overflade.



Figur 4.1 Skitse for trykning (Törnkvist, 1987).

1.Ramme 2.Væv 3.Rakel 4.Farve 5.Trykmateriale.

I det følgende gives en kort oversigt over de delprocesser, der indgår i den serigrafiske produktion. For yderligere oplysninger vedrørende produktionsprocessen henvises til følgende referencer: Brinch 1986, Magee 1985, Seedorff 1990, Stephens 1987 og Törnkvist 1987.

4.1.1 Forarbejde

Forarbejde omfatter fremstilling af tekst, lay-out og rentegning udført manuelt eller ved anvendelse af EDB (CAD/CAM).

Derudover fremstilling af filmmateriale ved hjælp af fotosatsanlæg, reprokamera, kontaktkopikasse og fremkaldemaskine.

Pletter på filmen fra støv mv. afdækkes efterfølgende med et retoucheringsmiddel.

Det færdige filmmateriale skal herefter overføres til vævet.

Rammeopspænding

4.1.2 Stencilfremstilling

Ved ibrugtagning af nyt væv skal dette først fastgøres til en rengjort ramme, der oftest er af letmetal (aluminium). For at vævet skal blive stramt og ensartet opspændt på rammen anvendes en mekanisk opspænding med pneumatiske opspændingsklammer.

Efter opspændingen sikres vævet til rammen med en lim, typisk en 2-komponent opløsningsmiddelholdig isocyanatlim.

Der findes dog også rammer på markedet med indbyggede opspændingsystemer f.eks. aluminiumrammer med indbyggede gribearme.

Mange serigrafiske virksomheder foretager ikke selv opspændingen, men køber færdigspændte trykrammer hos specialiserede opspændingsfirmaer.

Klargøring af væv

Et nyt væv skal altid affedtes inden ibrugtagning, da vævet let optager fedt og snavs fra luften. Dette sker manuelt med en børste ved brug af en neutral sæbeopløsning. Dog anvender nogle her helt unødvendigt stærkt alkaliske midler.

Består vævet af polyester, gøres det mere ru ved indgnidning af et såkaldt opruningsmiddel (siliciumcarbid), så stencilen ikke bliver afvist af vævets glatte overflade.

Påføring af stencil

Der findes flere metoder, hvorved motivet kan overføres til vævet.

F.eks. kan det motiv, der ønskes trykt, tegnes direkte på vævet. En metode der i dag alene anvendes af kunstnere og til hobby-brug.

En anden mulighed er skærefilmmetoden, hvor motivet udskæres af en film bestående af polyesterfolie med en farvet belægning af gelatine eller lignende.

Efter udskæringen hæftes motivet til vævet ved fugtning. Skal man anvende vandbaserede farver fugtes med opløsningsmidler f.eks. cellulosefortynder. Med opløsningsmiddelbaserede farver fugtes med vand. Herefter tørres vævet og foliens bagside afrites.

Skærefilmmetoden anvendes især til hobby-brug på skoler og institutioner.

Siden midten af 1950'erne har anvendelsen af fotomekaniske metoder været altdominerende. Der findes en række forskellige fototeknikker, hvoraf de to mest anvendte kort vil blive omtalt.

Direkte stencil

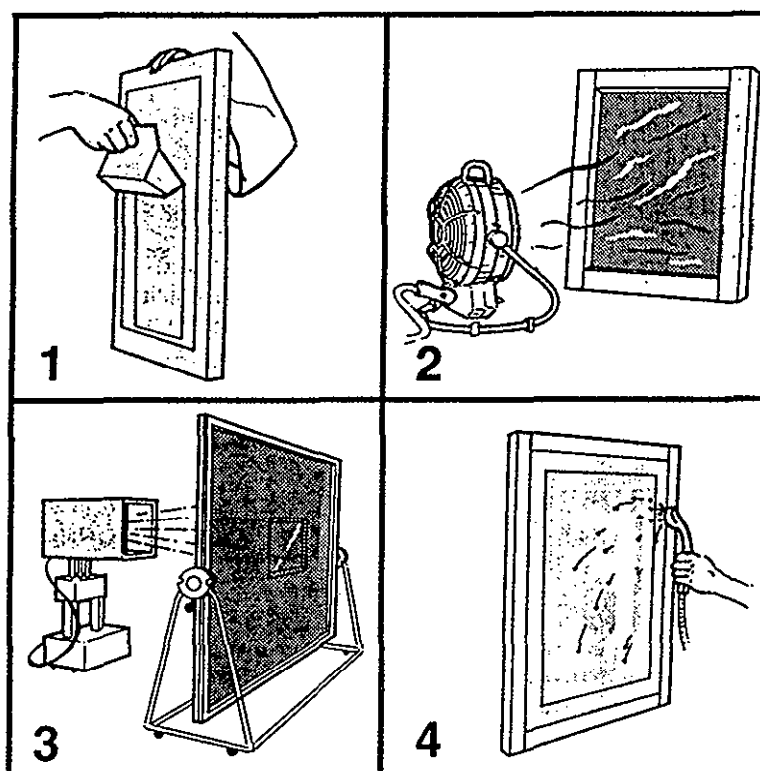
Ved den direkte metode belægges (oprakles) vævet med et lysfølsomt materiale (fotoemulsion), som herved gennemtrænger vævet og udfylder maskeåbningerne. Fotoemulsionen er typisk en vandig opløsning af plast (polyvinylalkohol) tilsat UV-følsomme diazoforbindelser.

Af andre nyere emulsionsystemer kan nævnes systemer alene baseret på fotopolymere herunder acrylater og systemer baseret på en kombination af fotopolymere og diazoforbindelser.

Vævet med fotoemulsionen tørres derefter med tørrelampe, og filmoriginalen fæstnes til vævet. Der eksponeres med UV-lys, hvorefter de

ikke-belyste områder på stencilen svarende til filmens sorte streger (billedet) spules bort med vand.

Man har nu fået et negativ-billede af originalen direkte på vævet.



Figur 4.1.2 Direkte stencil (Magee, 1985).

1. Belægning med lysfølsomt materiale
2. Tørring
3. Eksponering med UV-lys
4. Udvaskning med vand.

Kapillar stencil

Ved kapillarmetoden lægges en film på en glasplade. Filmen består af en "bærer" belagt med en forpræpareret fotoemulsion. Rammen med våd dug lægges derefter ovenpå, og overflødigt vand fjernes med papir og rakel. Efter tørring fjernes bæreren, og der eksponeres med UV-lys som ved den direkte metode.

Sluttelig skal det nævnes, at de tidligere meget udbredte miljøbelastende bichromatemulsioner stort set ikke anvendes mere i dag.

Retouchering

De områder mellem stencil og rammekant, som ikke er hel tætte, skal nu lukkes, ligesom huller i selve stencilen skal fyldes ud.

Til dette arbejde anvendes en såkaldt filler. Denne vil som regel være vandbaseret (polyvinylalkohol og lidt farvestof), så den bliver modstandsdygtig ved en efterfølgende trykning med opløsningsmiddelbaserede farver.

Arbejdet udføres manuelt med spartel, pensel eller et stykke pap. Skal der efterfølgende trykkes med vandopløselige farver, må filleren ikke indeholde vand. Derfor anvendes der i sådanne tilfælde fillere med organiske opløsningsmidler. En anden mulighed er at anvende fotoemulsionen som filler, da den efter belysning vil være uopløselig i de vandholdige farver.

4.1.3 Trykning

Det er oftest trykkeren selv, der tilbereder farven ved at blande forskellige stamfarver og fortyndere. De fleste farver fortyndes 10-30% inden brug.

Farveblanding

Farveblandingen kan enten foregå på en hylde i trykkeriet, i et specielt indrettet blandeskab eller i et særskilt blanderum.

Hvilken farvetype, der skal anvendes, afhænger bl.a. af hvilket materiale, der skal trykkes på samt af holdbarhedskrav til slutproduktet. En nøjere beskrivelse af trykfarvetyper, trykmaterialer og tekniske krav findes i kapitlerne 5, 6 og 7.

Der findes både manuelle, halvautomatiske og helautomatiske trykmaskiner. Ved de halvautomatiske vil rakelføringen og rammeløftet være mekaniseret, mens ilægning og aftagning af trykmaterialet enten vil være manuel eller delvis mekaniseret. Ved de helautomatiske maskiner er hele processen mekaniseret og forsynet med en efterfølgende tørreenhed.

Fortyndere

Under trykningen tilsættes farven fortyndere tilpasset trykprocessens automatisering, hurtighed og tørreproces. F.eks. tilsættes "hurtig-fortynder" (letflygtige opløsningsmidler), hvis der er tale om hurtige maskiner og tryk på store overflader, "normal-fortynder", hvis maskinerne er halvautomatiske og "langsom-fortynder" (tungtflygtige opløsningsmidler), hvis trykprocessen er langsom (manuel), samt hvis der er tale om finere trykdetaljer.

Derudover kan der tilsættes retardere, der forlænger farvens tørretid, så farveindtørring i vævet undgås samt farveadditiver indeholdende fortykkelsesmidler, anti-skummidler, elastificeringsmidler (blødgørere), anti-statiske midler mv.

Vask under trykning

Trykrammen må nu og da afvaskes under trykningen, for at farven ikke skal hænge i dugmaskerne. Hertil anvendes enten opløsningsmiddelholdige farvefjernere (vævsåbnere) eller opløsningsmidler som cellulosefortynder.

Såfremt farven tilstopper f.eks. ved stilstand på grund af frokost anvendes visse steder vævsåbnere på spraydåser.

Lakering

For bl.a. at forbedre holdbarheden af det trykte materiale kan dette overtrykkes serigrafisk med en klar beskyttelseslak f.eks. en UV-hærdende lak.

Tørring

Afhængig af trykfarvetypen kan "tørreprocessen" foregå efter forskellige principper eller som en kombination af disse. Det kan dreje sig om:

- * fordampning, hvor opløsningsmidlerne afdamper
- * iltning, hvor tørrende olier i farven ilttes af luftens ilt
- * indtrængning, hvor farven indsuges i trykmaterialet (vandfortyndbare farver)
- * polymerisation, hvor farvens bindemidler hærdes enten ved bestråling med UV-lys (UV-farver) eller ved tilsætning af hærdere (epoxy- og /eller polyurethanfarver)

Tørringen sker enten ved passage gennem en tørretunnel eller ved placering i tørrestativ og/eller ovn.

Tørretunnelen kan være halv- eller helautomatisk, og selve tørringen kan ske med varm luft (jettørring) og/eller med stråling (IR eller UV). Desuden som noget nyt med bølgeenergi i form af radiofrekvens

tørring eller mikrobølgetørring.

Tørrestativerne er mobile og placeres nær trykkemaskinen. Når et stativ er fyldt op, køres det til en ledig plads i lokalet eller til en ovn.

Overskudsfarve

Når trykprocessen er færdig, skræbes overskudsfarven sammen og opsamles i farvedunke til eventuel genbrug. Den overskudsfarve, der ikke afskræbes, fjernes derefter, så den ikke tørrer i maskinen.

Den demonterede ramme føres så til vaskeafdelingen, hvor den rengøres grundigt.

4.1.4 Rammevask

Rammen rengøres i flere trin, idet først trykfarven fjernes og derefter stencilen.

Farvefjerner

Farvefjerner er baseret på organiske opløsningsmidler. Vandfortyndbare farver kan dog afvaskes med vand, hvis farven ikke er for indtørret.

Stencilfjerner

Efter fjernelsen af farven belægges vævet med en vandbaseret stencilfjerner (f.eks. perjodat), som kan opløse (oxidere) stencilen, hvorefter der skylles med vand.

Skyggebilleder

Efter brug af visse emulsioner og farver kan der efter rammevasken stadig sidde emulsion- og farverester samt eventuelt også kalk i vævet (skyggebilleder). Dette fjernes med en alkalisk vandbaseret skyggefjerner (natriumhydroxid + hypochlorit) eventuelt efterfulgt af en affedtning med organiske opløsningsmidler.

Rammevask foregår enten i vaskeskab, i særskilte vaskerum eller i automatiserede vaskeanlæg, hvor farvefjernelse og eventuelt også stencilfjernelse foregår i lukkede systemer.

4.1.5 Tampontryk

Tampontryk er en trykmetode, der især anvendes ved tryk på vanskelige emner med ujævne overflader eller fordybninger (bolde, trykknapper, legetøj mv.).

Ved denne trykmetode, der også kaldes indirekte dybtryk, hentes en silikonepude (tampon) trykfarve i en dybdeætset kliché af metal eller plast, hvorefter farvemotivet afsættes på trykmet.

Selv om trykmetoden således er forskellig fra den serigrafiske, vil den normalt regnes som hørende til det serigrafiske område, dels fordi trykmetoden udføres på serigrafiske virksomheder, dels fordi tampontrykfarverne er sammensat analogt med de serigrafiske.

4.2 Antal virksomheder

På grund af trykteknikkens brede anvendelsesområde på tværs af mange brancher og på grund af et stort antal små virksomheder kan de traditionelle brancheoversigter fra Danmarks Statistik (f.eks. Industristatistikken og Statistisk Årbog) ikke anvendes til en samlet optælling af antal virksomheder. F.eks. oplyser Industristatistikken (DS, 1989) under grafisk branche, at der kun er i alt 30 serigrafiske trykkerier (>5 ansatte) med 444 beskæftigede.

En anden og bedre mulighed er at anvende Kraks Grafiske Katalog (Krak, 1990), hvor der i fagregistret findes tre fagområder, der er relevante i denne sammenhæng nemlig serigrafi, skilte og reklameartikler.

I nedenstående tabel 4.2.1 er antallet af disse optalt med angivelse af antal ansatte.

Overlap, dvs. virksomheder der er registreret under flere fagområder, er undgået ved kun at tælle dem med ét sted efter følgende prioritering: serigrafi > skilte > reklameartikler.

Da virksomheder med under 10 ansatte er registreret med enten 0-9 ansatte, eller 1-5 og 6-9 ansatte, er antallet af disse først angivet hver for sig i tabellen og efterfølgende slået sammen til en gruppe med 1-9 ansatte.

Tabel 4.2.1 Antal fagregistrerede virksomheder fordelt efter størrelse (Krak, 1990).

Ansatte	Serigrafi	Skilte	Reklameart.	I alt
0-9	71	83	75	229
1-5	91	56	92	239
6-9	28	21	20	69
1-9	190	160	187	537
10-19	35	16	15	66
20-49	12	10	10	32
50-99	1	0	2	3
100-199	1	0	1	2
200-499	1	1	1	3
Uoplyst	6	4	6	16
I alt	246	191	222	659

Af tabellen ses, at der primært er tale om små virksomheder, idet ca. 80% af disse har under 10 ansatte.

Det vurderes, at der foruden på de rent serigrafiske virksomheder (246), foregår serigrafisk trykning på ca. halvdelen af skilteværkstederne og på ca. en tredjedel af de virksomheder, der producerer reklameartikler, dvs. på i alt ca. 400 virksomheder (Juhl 1990, Strøbæk 1990).

Andre områder

Udover ovennævnte områder foregår der også serigrafisk produktion inden for jern-og metalindustrien bl.a. i elektronikbranchen (trykte kredsløb) og ved fremstilling af metalemballage, lamper, værktøj mv. Desuden inden for plastindustrien bl.a. ved fremstilling af plastemballager.

Ved et forsigtigt skøn vurderes antallet af virksomheder med serigrafiske produktionsenheder i disse brancheområder til at være ca. 350 (Juhl 1990, Strøbæk 1990).

Samlet antal

Dette betyder, at det samlede antal virksomheder i Danmark, hvor der foregår serigrafisk trykning, er ca. 750, hvoraf 600 skønnes at have under 10 ansatte og 150 over 9.

Herudover arbejdes der med serigrafi på hobby-niveau på et stort antal skoler og institutioner, hvor der primært trykkes på tekstiler med vandfortyndbare farver.

4.3 Forbrugsdata

Danmarks Statistik

4.3.1 Forbrug af farver

I Danmarks Statistiks opgørelser over udenrigshandel (DS, 1987-89a) og varesalg (DS, 1987-89b) findes der en varegruppe for "serigrafiske farver, undtagen sorte".

Sorte serigrafiske farver angives ikke særskilt, men indgår i gruppe med andre sorte farver f.eks. offsetfarver. Forbruget af de sorte kan dog skønnes, da forholdet mellem forbrugt sorte og ikke-sorter farver antages at være 1:9 (Juhl, 1990).

I nedenstående tabel er det optalte forbrug af serigrafiske farver angivet for årene 1987, 1988 og 1989.

Tabel 4.3.1 Årligt forbrug af serigrafiske farver i Danmark (Kilde: Danmarks Statistik).

Farver	1987	1988	1989
Ikke-sorter	189	143	262
Sorte	21	16	29
I alt	210	159	291

Af talmaterialet fra Danmarks Statistik over eksport og import samt egenproduktion (DS, 1987-89 a/b) fremgår det desuden under forudsætning af, at den eksporterede mængde alene er egenproduktion, at ca. 80% af de i Danmark anvendte farver importeres primært fra Tyskland, England og Sverige.

Andre kilder

I følge FLSV (Foreningen af Leverandører til Serigrafiske Virksomheder) er det samlede lak- og farveforbrug dog langt større end tallene fra Danmarks Statistik antyder.

Et realistisk bud herfra er et samlet forbrug på 600-700 tons pr. år, såfremt de serigrafiske virksomheders egenproduktion (især tekstilfarver) og egenimport af farver indregnes (Juhl, 1990).

Samlet estimering

Det vurderes derfor på baggrund af overstående, at det totale farveforbrug (incl. lakforbrug, egenproduktion mv.) ligger på ca. 650 tons pr. år.

4.3.2 Forbrug af opløsningsmidler

Tal for det samlede forbrug af opløsningsmidler ved serigrafisk trykning findes ikke i materialet fra Danmarks Statistik.

Derimod er det muligt forsigtigt at estimere et samlet forbrug ud fra kortlægningsundersøgelser udført af henholdsvis Arbejdstilsynet og

Miljøkontrollen i Københavns kommune samt via beregninger ud fra andre data.

Arbejdstilsynets kortlægning

I forbindelse med Arbejdstilsynets kortlægningsundersøgelse af opløsningsmiddelforbruget i Danmark i 1985-86 (Olsen et al, 1988), blev der indsamlet forbrugsdata fra 15 virksomheder med serigrafisk trykning. På disse hovedsagelig små enheder (under 10 ansatte) dækkende mange brancher var forbruget af opløsningsmidler (farver + fortyndere + afvaskemidler) ca. 400 kg. pr. virksomhed pr. år.

Sættes forbruget af opløsningsmidler til 800 kg. pr. år på virksomheder med over 9 ansatte og forbruget til 400 kg. pr. år på virksomheder med under 10 ansatte fås et samlet skønnet forbrug på:
 $0,4t \times 600 + 0,8t \times 150 = \text{ca. } 360 \text{ tons pr. år.}$

Miljøkontrollens kortlægning

Miljøkontrollen i Københavns kommune har i 1988 gennemført en tilsynskampagne over for 35 store og små rent serigrafiske virksomheder (MK, 1990). Med basis i data opsamlet i forbindelse hermed, er det årlige emissionsbidrag af opløsningsmidler fra de 35 virksomheder beregnet til 15 tons.

Ved omregning af dette tal til totalt 750 serigrafiske virksomheder fås et samlet opløsningsmiddelforbrug på landsplan på ca. 320 tons pr. år.

Beregning ud fra farveforbrug

Sættes det årlige farveforbrug til 650 tons og forudsættes det at:

- det gennemsnitlige indhold af opløsningsmidler i farverne ligger på ca. 30%
- farverne inden ibrugtagning i gennemsnit fortyndes ca. 20% ved tilsætning af opløsningsmiddelholdig fortynder
- forholdet mellem forbrugt fortynder og afvaskemiddel er 1:1

kan det samlede opløsningsmiddelforbrug estimeres til følgende:

farveandel	$650 \times 30\% = 195 \text{ tons pr. år}$
fortynderandel	$650 \times 20\% = 130 \text{ tons pr. år}$
afvaskemiddelandel	$650 \times 20\% = 130 \text{ tons pr. år}$
samlet forbrug	$= 455 \text{ tons pr. år}$

Data fra udlandet

I en opgørelse fra Holland (Anonymous, 1990) estimeres den samlede emission af opløsningsmidler ved serigrafisk trykning til 300 tons pr. år. Estimatet baserer sig på 650 serigrafiske enheder, hvoraf hovedparten producerer reklameartikler.

Ved omregning af dette tal til 750 virksomheder fås et årligt forbrug på ca. 350 tons.

Samlet estimering

Da beregningen af opløsningsmiddelforbruget ud fra farveforbruget er behæftet med en række skøn og forudsætninger, vil der være stor usikkerhed på dette tal (455 tons). Til gengæld er der fin overensstemmelse mellem de forbrugstal, der baserer sig på de tre kortlægningsundersøgelser, hvor den fælles forudsætning er et samlet antal serigrafiske virksomheder på 750.

På baggrund heraf vurderes opløsningsmiddelforbruget ved serigrafisk trykning i Danmark at være ca. 350 tons pr. år.

4.4 Kemikalieleverandører

Udbuddet af kemikalier inden for det serigrafiske område er stort. F.eks. er der i det danske Produktregister (januar 1989) registreret 450 forskellige serigrafifarveserier og 270 tilhørende fortyndere/afvaskemidler (Seedorff, 1990).

For mere præcist i herværende projekt at kunne kortlægge farvetypernes egnethed set i relation til anvendt trykmateriale og tekniske krav, blev der rettet henvendelse til i alt 22 danske leverandører af serigrafiske farver. Leverandørerne blev fundet i Kraks Grafiske Katalog og i Kompass Danmark.

I henvendelsen blev leverandørerne bedt om at opliste hvilke trykfarvetyper (incl. opløsningsmiddelindhold), der var egnede til hvilke typer trykmateriale.

13 ud af de 22 leverandører svarede skriftligt eller telefonisk på henvendelsen. I Bilag 1 findes en liste over disse.

De modtagne leverandørsvar, der bredt dækker branchens farvetyper, har i stort omfang udgjort baggrunden for oversigterne i kapitel 5 (farvetyper), 6 (trykmaterialer) og 7 (tekniske krav).

5. Farvetyper og farvefjernere

5.1 Farvetyper

En række tekniske faktorer spiller ind, når en farvetype skal vælges til en bestemt opgave. Her kan bl.a. nævnes trykmaskinens indretning (fladtryk, cylindertryk mv.), trykhastighed og tørremuligheder. Derudover trykmaterialets beskaffenhed (se kapitel 6) og anvendelsestekniske krav til det trykte materiale (se kapitel 7).

Derfor er der mange farvetyper, der finder anvendelse ved serigrafisk trykning.

Nedenfor gives en kort beskrivelse af de forskellige farvetyper primært udarbejdet med baggrund i oplysninger fra leverandører af serigrafiske farver (Bilag 1).

For hver farvetype gives desuden et eksempel på kemisk indhold (Stephens 1987 og Seedorff 1990).

De fleste farvetyper bliver fortyndet inden ibrugtagning for at reducere viskositeten, typisk 10-30% ved tilsætning af en til farven tilpasset fortynder.

5.1.1 Alkydfarver

Alkydfarver eller oxidationstørrende farver anvendes kun i mindre omfang til tryk på bl.a. metal, glas, træ og visse plasttyper.

For at fremme tørreprocessen indeholder farverne siccativer eller tørremidler. Siccativer er pastaer (opløst i mineralolie) eller væsker (opløst i min. terpentin) indeholdende en organisk forbindelse med et metal f.eks. zink- og cobaltnaphthenat eller zirconiumoctoat. Metallet virker som katalysator for bindemidlets oxidation (iltning).

Ved tørring i luften tager tørreprocessen (oxidation + fordampning) 6-8 timer. Ved placering i ovn ved 80-120°C sker tørringen på 5-15 min.

Eksempel på indhold:

bindemiddel (linoliealkyd)	: 40%
pigmenter + fyldstoffer	: 40%
opl. (min. terpentin)	: 20-25%
siccativ (naphthenat)	: 1%

5.1.2 Aminoharpiksfarver

Aminoharpiksfarver baseret på f.eks. melaminformaldehydharpiks eller ureaformaldehydharpiks findes både som 1-og som 2-komponent. Afhængig af tørreprocessen kaldes disse enten for indbrændingsfarver eller aminoplastfarver.

Indbrændingsfarver

Indbrændingsfarver anvendes til tryk på emner, der kan tåle en kraftig opvarmning f.eks. porcelæn, glas, metal og duroplast.

Som navnet antyder, tørrer farverne i indbrændingsovn ved en temperatur på 120-180°C på 10-30 min.

Eksempel på indhold (1-komponent):
 bindemiddel (melaminform- : 40-60%
 aldehydharpiks + alkyd)
 pigmenter + fyldstoffer : 15-30%
 fri amin : 1-2%
 fri formaldehyd : <0,5%-2%
 opløsningsmiddel : 10-30%

Aminoplastfarver

Disse farver anvendes bl.a. til tryk på plastemballage, der skal være modstandsdygtigt over for diverse kemikalier f.eks. emballage til rengøringsmidler, shampoo og ketchup.

Der er oftest tale om et 2-komponentsystem, hvor tørringen sker ved en kombination af fordampning og hærdning.

Eksempel på indhold (2-komponent):

Binder:
 bindemiddel : 30%
 pigmenter + fyldstoffer : 20%
 opl. (propylenglycolforb.) : 50%
 accelerator : 1%

Hærder:
 bindemiddel (ureaform- : 50%
 aldehydharpiks)
 fri formaldehyd : <0,5-2%
 opl. (isobutanol) : 50%

5.1.3 Epoxy-/polyurethanfarver

Epoxy-/polyurethanfarver (EP/PU-farver) kan være 1- eller 2-komponentfarver.

Til denne gruppe hører epoxyfarver og polyurethanfarver samt kombinationer, hvor en eller begge af disse indgår.

Epoxyfarver

Da epoxyfarver giver optimal vedhæftning, anvendes de til tryk på "vanskelige" overflader, der ellers ville afvise normale farver. Farverne hæfter godt på aluminium, messing og andre metaller, mange plasttyper samt glas, keramik og tekstil.

Da farverne er meget modstandsdygtige, anvendes de desuden i de tilfælde, hvor trykmaterialet skal kunne modstå f.eks. ætsende kemikalier eller organiske opløsningsmidler.

Farverne tørrer ved en kombination af fordampning og hærdning. Ved almindelig lufttørring på ca. 30 min, hvor den egentlige udhærdning dog først er afsluttet efter et par dage. Ved tørring i ovn, der sker på 5-10 sek, vil indholdet af opløsningsmidler ofte være noget lavere end for de lufttørrende, typisk i intervallet 5-20%.

Eksempel på indhold (2-komponent):

Binder:
 bindemiddel (epoxyresin) : 40%
 pigmenter + fyldstoffer : 35%
 opl. (butylglycol) : 25%

Hærder:
bindemiddel/katalysator : 70%
(reaktiv polyamid)
opl. (butylglycol) : 10%
opl. (aromater) : 20%

Polyurethanfarver

Polyurethanfarver eller isocyanatfarver anvendes ligesom epoxyfarver til "vanskelige" overflader og i de tilfælde, hvor der er krav om stor modstandsdygtighed.

Tørringen sker ved en kombination af fordampning og hærkning.

Eksempel på indhold (2-komponent):

Binder:
bindemiddel : 30%
pigmenter + fyldstoffer : 30%
opl. (glycol + xylene) : 40%

Hærder:
prepolymer isocyanat : 75%
opl. (glycol + xylene) : 25%

Andre kombinationer

Ud over ovennævnte "rene" epoxy- eller polyurethanfarver anvendes der også, f.eks. ved fremstillingen af trykte kredsløb, kombinerede 1- eller 2-komponentfarver baseret på:

- * en kombination af epoxy (binder) og polyurethan (hærder) med et opløsningsmiddelindhold på ca. 5% (ovnhærdning)
- * en kombination af epoxy og acrylat med et opløsningsmiddelindhold på ca. 20% (ovnhærdning)
- * en kombination af epoxy og novolak (phenolformaldehydharpiks) med et opløsningsmiddelindhold på ca. 20% (ovnhærdning)
- * en kombination af polyurethan/acrylat eller polyurethan/PVC med et opløsningsmiddelindhold på over 20%
- * en kombination af polyurethan/acrylat eller epoxy/acrylat med 0% opløsningsmiddel (se UV-farver).

5.1.4 Fordampende farver

Fordampende farver eller konventionelle farver dækker farvetyper, der er baseret på organiske opløsningsmidler. Farverne har stadig meget stor udbredelse inden for det serigrafiske område og anvendes hovedsagelig til tryk på papir og plast. Traditionelt opdeles gruppen i papirfarver (normal- eller hurtig-fordampende) og plastfarver.

Opløsningsmidler

De organiske opløsningsmidler, der kan indgå i farverne, dækker stort set alle typer af opløsningsmidler såsom aromatiske og alifatiske kulbrinter, alkoholer, ketoner, estre, glycolethere og glycolestre.

I Produktregistrets database var der i juni 1989 inddateret oplysninger om 200 opløsningsmiddelbaserede serigrafifarver (Seedorff, 1990). Disse repræsenterer dog et langt større antal faktiske farver, da hver

farve dækker en trykfarveserie, som leveres i mange nuancer. I alt indeholder de registrerede farver 54 forskellige opløsningsmidler. Topscorerne er aromatiske kulbrinter (C_9-C_{11}) og cyclohexanon, der begge indgår i ca. halvdelen af de registrerede farver.

Mange trykfarveproducenter har i de senere år udviklet papir- og plastfarver, der alene er baseret på mindre farlige opløsningsmidler af glycoltypen f.eks. propylenglycolethere og -acetater.

Ved valget af sådanne farver er det vigtigt også at vurdere farligheden af de tilhørende fortyndere. F.eks. er der intet arbejdsmiljømæssigt vundet, hvis de tilhørende fortyndere indeholder store mængder af f.eks. C_9-C_{11} -aromater, hvilket kan være tilfældet.

Papirfarver normal-fordampende

Denne farvetype anvendes til al slags papir og pap, træ samt visse plasttyper. Trykket får en mat overflade, der kan overtrykkes med lak, hvis overfladen skal have mere glans.

Farven tørrer i luften på 10-20 min, med jet-air (varm-luftkanal) på 30-60 sek.

Eksempel på indhold:

bindemiddel	: 15%
pigmenter + fyldstoffer	: 40%
opl. (min. terpentin)	: 30%
opl. (aromater)	: 10%
opl. (propylenglycolforb.)	: 1-5%

Papirfarver hurtig-fordampende

Hurtig-fordampende papirfarver er farver med et større opløsningsmiddelindhold end de normal-fordampende. De har en god stabilitet grundet deres evne til at genopløse og genfugte. De giver en vis glans (semi-gloss) på matte overflader og fuld glans på coatede overflader. Da filmtykkelsen er ca. 10 μ , er de gode til 4-farvetryk.

Tørringen i luften sker på 3-8 min, med jet-air (varmluftkanal) på 20 sek.

Eksempel på indhold:

bindemiddel (cellulose)	: 15%
pigmenter + fyldstoffer	: 25%
opl. (aromater)	: 25%
opl. (propylenglycolforb.)	: 35%

Plastfarver

Plastfarver eller vinylfarver anvendes til tryk på de fleste plasttyper f.eks. PVC (polyvinylchlorid), CAB (cellulose-aceto-butyrat), ABS (acrylonitril-butadien-styren), acryl, polystyren og polycarbonat. Farverne giver afhængig af formuleringen matte eller glansfulde overflader, ligesom de også er anvendelige til 4-farve halvtone tryk.

Farverne tørrer i luften på 5-20 min, med jet-air (varm-luftkanal) på 20 sek.

Eksempel på indhold:

bindemiddel (vinyl/acryl)	: 30%
pigmenter + fyldstoffer	: 30%
opl. (cyclohexanon)	: 10%
opl. (aromater)	: 30%

5.1.5 Tekstilarver

Til tryk på tekstiler bruges hovedsagelig traditionelle vandfortyndbare tekstilarver og plastisolarver. Desuden mere sjældent konventionelle (fordampende) farver og 2-komponentfarver. F.eks. anvendes polyurethanfarver i nogle tilfælde til tryk på tekstiler, der efterfølgende skal kunne tåle en kemisk rensning.

Traditionelle tekstilarver

Traditionelle vandfortyndbare tekstilarver anvendes til direkte tryk på tekstiler både industrielt og til hobby-brug (stoftrykfarver).

De indeholder ca. 20% organisk opløsningsmiddel f.eks. aromatfri terpentin. Farver med et lavere indhold af opløsningsmidler (ca. 5%) findes dog også.

Farverne leveres enten trykklare eller som pastaer (baser), der så efterfølgende opblandes med pigmentpasta på trykkeriet.

Farvernes holdbarhed afhænger af formulering og tekstiltipe. De fleste er vaske- og kogeægte.

Farverne tørrer ved normal temperatur i løbet af 15-30 min. Ønskes større modstandsdygtighed, skal trykkene efterhærdes ved en temperatur på 140-180°C i 1-3 min f.eks. med strygejern, varmepresse, varmluftblæser eller i ovn.

Eksempel på indhold:

bindemdl.(acryl)	: 10%
pigmenter + fyldstoffer	: 30%
vand	: 40%
opl. (terpentin)	: 20%

Plastisolarver

Plastisolarver bruges især til tryk på transfers (overføringsbilleder, decaler), en indirekte trykmetode, som er meget anvendt ved tekstiltryk.

Ved denne metode, der også kaldes varmetransfer, trykkes først på papir præpareret med en gelatinehinde, hvorefter den påtrykte transferpapirbane passerer sammen med tekstilet mellem en varm cylinder (ca. 160°C) og en modtrykcylinder. Herved føres trykbilledet fra papiret til tøjet. Det færdige tryk affarves ikke i vask.

Plastisolarver indeholder bl.a. PVC, blødgørere (phthalat) og lidt opløsningsmiddel.

De fleste plastisolarver indeholder 5-10% organisk opløsningsmiddel. Der findes dog også farver med et lavere indhold (1-5%) samt farver helt uden opløsningsmidler.

Ud over ovennævnte findes der i dag også vandfortyndbare plastisolarver, der tørrer med UV-lys.

Eksempel på indhold:

bindemiddel(PVC)	: 30%
pigmenter + fyldstoffer	: 25%
blødgørere (phthalat)	: 35%
opløsningsmiddel	: 5-10%

5.1.6 Vandfortyndbare farver

Vandfortyndbare farver har i mange år været anvendt til tryk på papir med høj gramvægt. Derudover findes der i dag også vandfortyndbare farver til tryk på bl.a. PVC-skilte.

Papirfarver

Disse farver benyttes til tryk på vandsugende materiale såsom bølgepap, minipap og skiltekarton samt mange typer coated papir og tungere kvalitetspapir.

Tidligere indeholdt farverne ca. 20% opløsningsmiddel (f.eks. aromafri terpentin). Udviklingen går dog stærkt. Således er der i de senere år kommet vandbaserede farver på markedet med et meget lavt indhold af organiske opløsningsmidler (<5%). Disse minder i deres opbygning om vandfortyndbare malinger og flexofarver.

Farverne tørrer ved en kombination af indsugning og fordampning i varmluftkanal. En anden helt ny mulighed er anvendelse af radiofrekvens- eller mikrobølgetørring.

Eksempel på indhold:

bindemdl. (ethylcellulose)	: 20%
pigmenter + fyldstoffer	: 20%
ammoniak	: 1-10%
opl. (propylenglycolforb.)	: < 5%
vand	: 50%

Plastfarver

Vandfortyndbare farver til plast anvendes i dag kun i begrænset omgang.

Bindemidlet i farverne er baseret på polyacrylat og polyurethan (uden frie isocyanatgrupper).

Farverne tørrer ved hærdning i varme f.eks. varmluftkanal.

Eksempel på indhold:

bindemiddel (polyurethan/ acryl)	: 25%
pigmenter + fyldstoffer	: 15%
fri amin	: <1%
opl. (glycolforb.)	: 5-20%
vand	: 40%

5.1.7 UV-farver

UV-farver og -lakker (acryl-farver), der hærdes ved bestråling med ultraviolet (UV) lys, får en stadig større anvendelse inden for det serigrafiske område. Mens farverne tidligere især blev anvendt til tryk på etiketter og printplader, ser man dem i dag anvendt til næsten ethvert formål (papir, pap, vinyler, polyester, polyethylen, polypropylen, metal mv.).

Der findes to typer UV-farver nemlig rene UV-farver uden opløsningsmidler og vand samt UV-vandfarver også uden opløsningsmidler men med 30-50% vand.

De farvefortyndere, der anvendes til de rene UV-farver indeholder heller ikke opløsningsmidler, hvad mange fejlagtigt tror, men derimod rene acrylmonomere.

De rene UV-farver tørrer ved hærkning i UV-lys, UV-vandfarver ved en kombination af hærkning og fordampning.

Eksempel på indhold (ren UV-farve):

bindemiddel (epoxyacrylat) : 60%
monomer (tripropylengly- : 20%
coldiacrylat)
pigmenter + fyldstoffer : 20%
fotoinitiator : 1-5%

5.1.8 Specialfarver

Udover ovennævnte farvetyper, findes der en stribe specialfarver, der især anvendes ved fremstilling af trykte kredsløb inden for den elektroniske industri.

Mange af farverne er opbygget analogt med de tidligere omtalte.

Galvano- og ætseresistfarver

Galvano- og ætseresistfarver anvendes ved fremstilling af trykte kredsløb. Der er tale om afdækningslakker, der lægges som en tyk film over kontaktfladerne for at forhindre metalafgivelse.

Afhængig af printpladetype skal farverne være bestandige i galvaniske bade og/eller sure og alkaliske ætsemidler.

De anvendte farver er enten aminoharpiksfarver (ovntørrende) med 5-20% opløsningsmidler eller UV-farver.

Loddestoplakker

Loddestoplakker anvendes ligeledes ved fremstillingen af trykte kredsløb. Pålægningen skal forhindre krybestrømme og kortslutninger mellem de enkelte lederbaner.

Loddestoplakker kan være plastfarver med 5-20% opløsningsmidler, EP/PU-farver eller UV-farver.

Skal lakken påføres vådfilm vil det ofte være kombinationsfarver som epoxy/acrylat eller epoxy/novolak begge med ca. 20% opløsningsmidler.

I de senere år er det desuden blevet mere og mere almindeligt at påføre loddestoplakken ved en ikke-serigrafisk meget hurtig metode (gardinpåføring eller tæppemetoden) kendt fra møbelindustrien. I sådanne tilfælde anvendes der også kombinationsfarver, men her med 35% opløsningsmidler. Da farverne desuden inden ibrugtagning fortyndes 30-60% bliver opløsningsmiddelindholdet således meget stort (Sørensen, 1990).

Markeringsfarver/ Signaturlak

Markeringsfarve eller signaturlak anvendes bl.a. til med symboler at markere, hvor de enkelte komponenter skal sidde på printpladens kredsløbsside. På denne måde lettes arbejdet for en eventuel reparatør ved fejlrettelser.

Af anvendte farvetyper kan nævnes indbrændingsfarver og alkydfarver begge med over 20% opløsningsmidler, epoxyfarver med 6-12% eller over 20% opløsningsmidler samt UV-farver.

Loddepasta

Loddepastaer anvendes til overflademontering af elektroniske komponenter.

Traditionelt indeholder disse lidt organisk opløsningsmiddel (3-10%). Pastaen tørrer ved varmetafikering i loddeovn.

Eksempel på indhold:

bly/tin/sølv : 85%
harpiks : 5%
opløsningsmidler (glyco- : 3-10%
ler + alkoholer)

5.2 Farvetypernes udbredelse

Nedenfor gives et groft overslag over den procentvise fordeling af farvetypernes udbredelse.

Overslaget er udarbejdet ud fra oplysninger fra FLSV (Foreningen af Leverandører til Serigrafiske Virksomheder) (Juhl 1990, Strøbæk 1990).

Tabel 5.2.1 Oversigt over farvetypernes %-vise udbredelse.

Farvetype	%-Fordeling
Fordampende farver	65
Epoxy-/polyurethanfarver	5
Tekstilfarver	20
UV-farver	10

For de øvrige farvetyper såsom alkydfarver, aminoharpiksfarver og vandfortyndbare farver til papir og plast vurderes udbredelsen at ligge under 5%.

5.3 Farvefjernere

Afvask af trykfarve sker både under selve trykprocessen, for at forhindre at farven hænger eller tilstopper i vævet (vævsåbnere), og ved den efterfølgende rengøring af trykrammen (rammevaskemidler).

Vævsåbnere

Vævsåbnere anvendes især, når der trykkes med farver, der fordamper under trykningen.

Vævsåbnere vil enten indeholde de samme opløsningsmidler, som indgår i farverne, eller nogle der har lignende opløsende egenskaber. Af eksempler kan nævnes aromatiske og alifatisk kulbrinter, cyclohexanon, diacetonealkohol, butylacetat og propylenglycolforbindelser (Seedorff, 1990).

Til afvaskning under trykprocessen anvender mange også traditionel cellulosefortynder, der bl.a. indeholder de meget flygtige opløsningsmidler toluen og acetone. Også vævsåbnere på spraydåser indeholder de f.eks. cyclohexanon, xylen og diacetonealkohol anvendes en del

steder, når farven er indtørret i vævet.

Rammevask

Farvefjernere til rammevask er som regel vandblandbare, hvilket giver den fordel, at det er lettere efterfølgende at afskylle med vand.

Hovedparten af de farvefjernere, der anvendes i dag, indeholder 1-10% emulgator samt tungtflygtige opløsningsmidler f.eks. propylenglycolforbindelser.

Derudover er der kommet en ny generation af farvefjernere på markedet baseret på meget tungtflygtige methylestre af vegetabiliske olier.

UV-vandfarver og andre vandfortyndbare farver kan fjernes med vand, hvis farven ikke er for indtørret.

6. Trykmaterialer

De mange forskellige former for materialer, hvorpå man kan trykke med serigrafiske farver, er listet nedenfor.

Materialerne er opdelt i grupper med angivelse af anvendelsesformål samt hvilke farvetyper, der normalt bruges.

Papir/pap og plast er de materialetyper, der oftest trykkes på. Herefter følger tekstiler og metaller samt i mindre omfang materialer som glas, gummi, læder, træ og stearin.

Oversigten er udarbejdet med baggrund i oplysninger fra leverandører af serigrafiske farver (Bilag 1).

6.1 Papir/pap

Gruppen omfatter bl.a. papir, pap, karton og coated karton (Repellkarton).

Fremstilling af plakater, etiketter, butiksskilte og emballager er de mest udbredte trykområder.

Fordampende papirfarver med over 20% opløsningsmidler er de mest anvendte. Derudover bruges mere og mere både rene UV-farver og UV-vandfarver også i de tilfælde, hvor materialet efterfølgende skal placeres udendørs.

Vandfortyndbare farver enten med et lavt opløsningsmiddelindhold (under 5%) eller med ca. 20% opløsningsmidler finder også anvendelse, især til tryk på pap.

6.2 Plast

Der findes et utal af forskellige plasttyper, hvorpå der trykkes serigrafisk. I det efterfølgende gives er kort oversigt over de mest anvendte typer.

Acrylplast

Acrylplast (PMMA = polymethylmethacrylat) er en termoplast, der enten kan være støbt, sprøjtestøbt eller ekstruderet.

Af acrylprodukter, der ofte dekorerer med serigrafi, kan nævnes lysskilte, urglas, skalaer, tegneartikler, ruder, husholdningsartikler og folier.

De mest anvendte farver er plastfarver med over 20% opløsningsmidler. Derudover kan der også anvendes alkydfarver og UV-farver samt især ved krav om kemikaliebestandighed epoxy-/polyurethanfarver (EP/PU-farver) med over 20% opløsningsmidler. Til visse acryltyper kan der desuden anvendes vandfortyndbare farver med 5-20% opløsningsmidler.

Celluloseplast

Denne plasttype er også en termoplast f.eks. celluloseacetat, celluloseetriacetat og celluloseacetobutyrat (CAB).

Af eksempler på trykmaterialer kan nævnes folier, plader, tekstiler og sejldug.

Mest anvendte farve er plastfarve med over 20% opløsningsmidler.

Duroplast

Duroplast er en hærdeplast f.eks. phenolplast (bakelit) og aminoplast (melaminformaldehydharpiks mv.). Plasten er hårdfør; den tåler f.eks. kogende vand og detergenter.

Af mulige anvendelser kan nævnes tryk på køkkenservice, skåle, sanitetsartikler, el-artikler og laminat til printplader.

Indbrændingsfarver og EP/PU-farver med over 20% opløsningsmidler er de hyppigst anvendte.

Polyacetalplast

Her er der også tale om en termoplast f.eks. polyoxy-methylen. Finmekaniske præcisionsdele, bildele og engangslightere er eksempler på trykområder. Ved tryk på f.eks. lightere er det nødvendigt, efter farven er påført, at flambere emnerne, så farven brændes fast.

De mest anvendte farver er bl.a. på grund af krav om modstandsdygtighed EP/PU-farver og kombinationsfarver som polyurethan/acrylat og polyurethan/PVC, alle med over 20% opløsningsmiddel.

Polyamidplast

Polyamidplast er en termoplast f.eks. nylon og perlon. Plasten er elastisk og slagfast med en god friktion. Den er meget modstandsdygtig over for de fleste opløsningsmidler.

Poser, folier, tekstiler, paraplyer, flag, bannere og tekniske artikler er eksempler på trykmaterialer.

Også her er det især EP/PU-farver, der trykkes med.

Polycarbonatplast

Polycarbonat er en hård og glasklar termoplast. Den anvendes som en alsidig konstruktionsplast.

Af mulige trykmaterialer kan nævnes el-komponenter og folie (f.eks. til tastaturknapper).

Plastfarver med over 20% opløsningsmidler og UV-farver kan anvendes her samt mere sjældent vandfortyndbare farver med 5-20% opløsningsmidler. Desuden, hvis der er krav om varme- og kemikaliebestandighed 2-komponent aminoplastfarver (indbrænding) med over 20% opløsningsmidler.

Polyesterplast

Denne plasttype er en termoplast f.eks. polyethylenterephthalat. Anvendelsesmulighederne er bl.a. tryk på flasker, tekstiler (f.eks. sportstøj), emblemer, flag, bannere og folier til tastaturknapper.

Plastfarver med over 20% opløsningsmidler samt UV-farver anvendes ved disse trykopgaver. Ved krav om kemikaliebestandighed anvendes 2-komponent aminoplastfarver (indbrænding) med over 20% opløsningsmidler.

Polyethylenplast

Polyethylen (PE) er ligeledes en termoplast. Trykmaterialet kan være beholdere, flasker og folier.

Inden trykningen skal plasten forbehandles med flambering (overfladen iltes) eller især ved tynde emner med ionbeskydning. Behandlingen udføres for at farven skal kunne hæfte på overfladen.

Mest anvendte farver er plastfarver med over 20% opløsningsmidler. Derudover kan der også bruges UV-farver. Er der krav om kemikaliebestandighed anvendes EP/PU-farver eller 2-komponent aminoplastfarver med over 20% opløsningsmidler.

Polypropylenplast

Polypropylen (PP) adskiller sig fra polyethylen ved at være lidt stivere end denne.

Anvendelsesmuligheder og farvetyper er som for polyethylenplast.

Polystyrenplast

Denne plasttype er en termoplast, der kan forekomme som slagfast, standard eller skum. Af copolymere kan bl.a. nævnes acrylonitrilbutadienstyrencopolymer (ABS) og styrennitrilcopolymer (SAN).

Æsker, engangsglas, emballager, husholdningsartikler, sportsartikler, tekniske artikler, campingservice, tegneartikler og legetøj er eksempler på trykmaterialer, der dekorerer med serigrafi.

Plastfarver med over 20% opløsningsmidler og UV-farver anvendes ved trykningen. Skal trykmaterialet efterfølgende være mere bestandigt f.eks. over for UV-stråler anvendes EP/PU-farver og kombinationsfarver som polyurethan/acryl eller polyurethan/PVC, alle med over 20% opløsningsmidler. Derudover kan der også bruges vandfortyndbare farver med 5-20% opløsningsmidler.

Polyurethanplast

Der findes to typer af polyurethan nemlig en hård type, der er en hærdeplast og en blød type, der er en termoplast. Plasten findes fra skum- og gummiagtige former til slagfaste former.

Af anvendelsesområder kan bl.a. nævnes tryk på el-artikler, sportsudstyr (f.eks. slalomskistøvler), skosåler og folier.

Mest anvendte farver grundet krav om modstandsdygtighed er EP/PU-farver med over 20% opløsningsmidler.

Polyvinylchlorid-plast

Polyvinylchlorid (PVC) er en termoplast, der findes på både hård og blød form.

Skilte, flasker, beholdere, selvklebende folier, presenninger og kontorartikler er de bedst kendte PVC-trykmaterialer.

Plastfarver med over 20% opløsningsmidler er de hyppigst anvendte. Derudover kan der også bruges UV-farver uden opløsningsmidler og vandfortyndbare farver med 5-20% opløsningsmidler.

6.3 Tekstiler

Her kan der være tale om naturtekstiler (linned, bomuld) og kunststof

(acetat, nylon, rayon, polyester, polyacrylat) (se også under de enkelte plasttyper).

Der kan trykkes på t-shirts, sweatshirts, shorts, posere, kasketter, jakker, tørklæder, sportstøj, bannere, flag og meget andet.

Der kan enten trykkes direkte på trykmaterialet eller indirekte med transferpapir.

De mest anvendte farver er de traditionelle vandfortyndbare tekstilfarver med 5-20% opløsningsmidler og plastisolfarver med under 5% eller helt uden opløsningsmidler. Desuden hvis der er krav om kemisk modstandsdygtighed EP/PU-farver.

6.4 Metaller

Til denne gruppe hører bl.a. aluminium (lakeret, eloxeret (elektrolytisk oxideret)), rustfri stål samt forchromede og forniklede overflader. Spande, tromler og anden emballage samt pletter, pander, og skilte er eksempler metalgenstande, hvorpå der trykkes.

Ved tryk på aluminium og andre metaller kan der anvendes indbrændingsfarver og alkydfarver samt ved krav om stor modstandsdygtighed EP/PU-farver, alle med et opløsningsmiddelindhold på over 20%. Derudover kan der også anvendes UV-farver.

På forchromede og forniklede overflader anvendes også EP/PU-farver. På rustfri stål ligeså EP/PU-farver samt indbrændingsfarver med over 20% opløsningsmidler.

6.5 Andre materialer

Glas

Denne gruppe omfatter bl.a. porcelæn, keramik, vaser, vinduer, spejle, kosmetikemballage, medicinglas og lamper.

Der kan enten trykkes direkte på materialet eller indirekte med transferpapir (overføringsbilleder).

Indbrændingstransfer er en meget anvendt metode ved tryk på glas og porcelæn. Ved denne metode trykkes motivet først på transferpapir med en farve indeholdende f.eks. metaloxider opløst i opløsningsmiddelholdig binder. Herefter overtrykkes hele billedet og lidt til (2-3 mm udover motivets kant) med en tilhørende opløsningsmiddelholdig lak (film).

Efter tørring f.eks. lufttørring i tørrestativ overføres motiv og film fra papiret til glasset eller porcelænet, hvorefter godset placeres i en indbrændingsovn. Filmen dvs. bindemiddel plus opløsningsmiddelrester brændes bort, mens selve farven brændes fast til godset.

Af anvendte farvetyper til glas mv. kan nævnes indbrændingsfarver og alkydfarver begge med over 20% opløsningsmidler. Hvis materialet skal placeres udendørs, eller hvis materialet skal være kemikaliebestandigt anvendes EP/PU-farver med over 20% opløsningsmidler.

Sluttelig skal nævnes, at også vandfortyndbare farver kan anvendes ved direkte tryk på f.eks. porcelæn.

Gummi

Denne gruppe omfatter både hårde og bløde typer af naturgummi og syntetisk gummi (styrenbutadiencopolymer, neopren-, butyl- og nitrilgummi).

Af eksempler på anvendelsesområder kan nævnes tryk på bildæk.

Da gummiprodukterne ved den efterfølgende anvendelse ofte skal være modstandsdygtige over for iltning, varme og/eller olie, er de mest brugte farver EP/PU-farver med over 20% opløsningsmidler.

Læder

Her kan der både være tale om naturlæder og kunstlæder som f.eks. polyesterurethanresin og vinylresin (se også under de konkrete plasttyper).

Anvendelsesmulighederne kan være tryk på kufferter, tasker, mapper, punge, bæltter, urremme og sko.

EP/PU-farver med over 20% opløsningsmidler anvendes til tryk på både natur- og kunstlæder.

På kunstlæder anvendes desuden plastfarver med over 20% opløsningsmidler samt opløsningsmiddelfrie UV-farver.

Stearin

Denne gruppe omfatter stearinlys og voks.

På stearin trykkes med fordampende papirfarver med over 20% opløsningsmidler, på voks med vandfortyndbare farver med under 5% opløsningsmidler.

Træ

Til denne gruppe hører træ og hårde fiberplader, som bl.a. anvendes til skilte og træbelægninger

Her er det muligt at anvende vandfortyndbare farver med under 5% opløsningsmidler. Skal trykmaterialet placeres udendørs anvendes gerne alkydfarver med over 20% opløsningsmidler.

7. Tekniske krav

Tekniske krav til både farve og trykmateriale spiller en stor rolle ved serigrafisk trykning.

F.eks. er der krav om god holdbarhed, hvis det færdigtrykte materiale efterfølgende skal placeres udendørs og krav om modstandsdygtighed over for kemikalier, hvis materialet f.eks. skal i kemiske bade eller bruges som emballage for husholdningskemikalier.

7.1 Kemikaliebestandighed

Når et trykmateriale eller en farve skal være kemikaliebestandig kan det betyde, at det ikke ødelægges eller opløses af:

- organiske opløsningsmidler som sprit, benzin, terpentin og olier
- rengøringsmidler herunder midler til opvaskemaskiner
- vaskepulver herunder midler til vaskemaskiner
- kemiske rensesvæsker f.eks. til kemisk rens
- alkaliske og/eller sure væsker herunder ætsemidler
- galvaniske bade
- vand og vanddamp
- kosmetik, shampoo, sennep, ketchup mv.
- håndsved

Farvevalget afhænger af kemikalietypen. Er der tale om meget aggressive kemikalier, vil det ofte være de modstandsdygtige 2-komponentfarver som EP/PU-farver og aminoplastfarver, der anvendes.

7.2 Lysægthed

En farve er lysægte, hvis dens pigmenter ikke "falmer", når farven udsættes for solens ultraviolette stråler.

Lysægthed måles efter "blue woll"-skalaen, der går fra 1 til 8, hvor 8 er højeste lysægthed. En farve med 8 i lysægthed må ikke miste væsentlig farvekraft udendørs i løbet af 12 måneder.

Som eksempler kan nævnes, at neon-farver (fluorescerende) har en meget lav lysægthed (2-4), normale papirfarver ligger på 4-6 og drejer det sig om skilte, der skal placeres udendørs, bør lysægtheden ligge på 7-8.

Af faktorer, der har indflydelse på holdbarheden af farvekraften, kan nævnes antal solskinstimer, hvilket verdenshjørne skiltet vender mod (nord er bedst), vinklen mod solen (lodret placering bedst) og farvelagets tykkelse (Strøbæk, 1982).

Som eksempler på farver, der er meget bestandige over for UV-stråler kan nævnes 2-komponentfarver som EP/PU-farver og kombinationsfarver af typen polyurethan/acryl og polyurethan/PVC.

En anden mulighed er at overtrykke farven med klar lak (f.eks. UV-lakker), hvorved holdbarheden udendørs fordobles.

7.3 Vejrbestandighed

Her er det især bindemidlerne, der angribes af faktorer som sol, ilt, vind, fugt, gasser og dampe, salt og snavs. F.eks. er skilte i Vestjylland meget udsatte på grund af saltholdig luft og sandstorme, mens skilte i industrikvarterer kan være meget udsatte på grund af røg, snavs og anden luftforurening (Strøbæk, 1982).

Af anvendte vejrbestandige farver kan nævnes EP/PU-farver (f.eks. til glas og metalskilte) og alkydfarver (f.eks. til træ).

Som for lysægthed kan holdbarheden udendørs også forbedres ved at overtrykke med klar lak.

7.4 Andre krav

Skrivefasthed

Med skrivefaste farver menes farver, der efterfølgende kan skrives på med blyant, kridt, filtpen, kuglepen eller skrivemaskine, samt farver der kan stemples på. Af eksempler på trykmaterialer kan nævnes skoletavler, kreditkort, prisskilte og etiketter.

Da skrivemidlerne er forskellige, må farverne afstemmes individuelt.

Temperaturbestandighed

Temperaturbestandighed kan dække både kulde og varme.

Det kan f.eks. dreje sig om tryk på:

- plastfolie, der skal i fryserne
- porcelæn, der skal kunne klare varmen i opvaskemaskiner
- tekstiler, der skal kunne kogvaskes

I sådanne tilfælde anvendes ofte meget modstandsdygtige farver som f.eks. EP/PU-farver.

Migration

For plastmaterialer og -genstande, der er bestemt til at komme i berøring med levnedsmidler, gælder særlige regler for plastens sammensætning samt for hvilke og hvor store mængder af plastens bestanddele, der må afgives til levnedsmidlerne (migrationsgrænser) (EØF, 1990).

Trykkes der med serigrafiske farver på fødevareemballage, skal farvernes pigmenter være bestandige over for vandrende (migrerende) bestanddele i plasten (f.eks. blødgørere og glidemidler). Bl.a. derfor må der ikke i sådanne tilfælde anvendes opløselige farvestoffer (Törnkvist, 1987).

En farve, hvis gennemtørrede trykbillede ikke angribes af sine egne eller af plastens bestanddele, kaldes en migrationsægte farve.

8. Generelle miljøforhold

I dette kapitel omtales forskellige miljø- og ressourceforbedrende foranstaltninger, som allerede er iværksat eller kunne iværksættes på de serigrafiske virksomheder.

Afsnittet er opdelt i de delprocesser, der indgår i den serigrafiske produktion og afsluttes med en samlet generel vurdering af miljøforholdene.

De miljømæssige muligheder og begrænsninger ved anvendelse af opløsningsmiddelfattige farver omtales særskilt i kapitel 9.

8.1 Forarbejde

Ved forarbejde, som omfatter fremstilling af lay-out, tekst og film, er det især det fotokemiske affald, der kan give miljøproblemer.

Fotokemisk affald

Brugte fotobade (fremkaldere og fikser) og filmmakulatur er at regne for afleveringspligtigt kemikalieaffald.

Hovedparten af de serigrafiske virksomheder, der producerer fotokemisk affald, afleverer dog ikke dette direkte, men indgår i stedet i et specielt retursystem, hvor et nedbrydningsfirma tager imod affaldet. Firmaet udvinder derefter ad elektrolytisk og kemisk vej sølvet fra fikser og film, ligesom de sørger for at videresende brugt fremkaldere til destruktion hos Kommunekemi. Den brugte fikser ledes efter afsølvning til kloakken, og filmen afbrændes.

Tidligere hvilede retursystemet økonomisk nogenlunde i sig selv, idet afregningen af det indvundne sølv stort set dækkede virksomhedernes udgifter til afhentning, oparbejdning og destruktion.

Højere omkostninger ved aflevering af kemikalieaffald samt de faldende sølvpriser har bevirket, at retursystemet i dag er forholdsvis udgiftkrævende, især hvor det drejer sig om små mængder fra gang til gang.

Regenerering

Ud over ovennævnte retursystem findes der i dag også regenereringssystemer, der lokalt kan monteres på fremkaldemaskinerne. Med disse systemer udvindes sølvet fra fikserbadet ved hjælp af filtrering og elektrolyse, således at sølvindholdet i spildevandet nedsættes, samtidig med at fikserforbruget reduceres med 70-75% (AGI, 1990).

8.2 Stencilfremstilling

Ved stencilfremstilling er der et stort vandforbrug i forbindelse med bortspuling af de ikke-belyste områder på rammen. Skyllevandet indeholdende uhærdet emulsion (diazemulsion og fotopolymere) ledes herefter som regel til kloakken.

På nogle virksomheder opsamles skyllevandet dog løbende oftest grundet krav fra den kommunale myndighed.

Genanvendelse

Genanvendelse af skyllevandet sker også visse steder, især på virksomheder med et stort stencilforbrug. Der er således eksempler på, at det er muligt alene ved filtrering af skyllevandet at genanvende ca. halvdelen af vandet. Som et konkret eksempel kan nævnes, at en virksomhed på denne måde fik nedsat vandforbruget pr. år fra 100 m³ til 50 m³.

8.3 Trykning

Farveblanding

Farveblanding foregår de fleste steder manuelt og kan, hvis det drejer sig om en særlig vanskelig nuance, være en langvarig proces med mange mislykkede forsøg og dermed en masse mere eller mindre ubrugelig farve.

Farvecomputere

Der findes i dag flere computerstyrede farveblandesystemer på markedet. Disse består typisk af et spektralfotometer, en PC'er samt programmer med farvedata.

En given farveprøve stikkes ind i spektralfotometeret, hvorefter computeren udregner og viser en eller flere recepter. Recepterne angives både som en %-fordeling og som en vægt - (g eller kg) og rumfangsfordeling (liter) (Anonymous, 1989). Computersystemet indeholder også et retteprogram, der fortæller hvor meget og hvilke nuancer, der skal tilsættes en "ubrugelig" spildfarve for at omdanne den til en ny originalfarve.

Ved at anvende farvecomputere kan der opnås en effektiv styring af farvelageret, samtidig med at man slipper for at stå med ubrugelige spildfarver, der skal afleveres som kemikalieaffald. Derudover vil farveblandningstiden og dermed arbejdsmiljøudsættelsen kunne nedsættes betydeligt.

Investeringsomkostningerne for farvecomputere ligger på 100.000-150.000 kr.

Vævsåbnere

Under trykningen anvendes nu og da vævsåbnere for at undgå farveindtørring. Til dette formål bruger mange cellulosefortynder indeholdende meget flygtige opløsningsmidler (toluen, acetone mv.). Her kunne meget vindes, især hvad angår arbejdsmiljøet, hvis man i stedet i givet fald anvendte vævsåbnere baseret på mindre flygtige opløsningsmidler eller olier.

Anvendelse af vævsåbnere på sprayform er helt unødvendigt og desuden uacceptabelt, set i lyset af den voldsomme spredning af opløsningsmidler sprayformen giver anledning til.

8.4 Rammevask

En del virksomheder genbruger rensemidlerne fra rammevask.

Vaskeskab

Sker rammevasken i manuelt vaskeskab eller i halvautomatisk boks, kan den opløsningsmiddelholdige farvefjerner efter frafiltrering af farveslam genbruges et vist antal gange, inden den skal udskiftes og filteret renses.

Stencilfjernerer og skyllevandet genbruges derimod ikke, og ledes som regel direkte til kloak.

Automatiske anlæg

Ved rammevask i automatiske anlæg er det muligt både at genbruge farvefjernerer og vandet til stencilfjernelsen. Investeringsomkostningerne er til gengæld store, da et sådant anlæg let løber op i priser omkring 800.000 kr til 1 million kr.

Omkostningerne skal dog sættes i forhold til de reducerede udgifter til kemikalieindkøb, der kan gå ned med ca. 2/3 (Thillemann, 1988).

Vandfortyndbare farver

Vandfortyndbare farver kan i princippet afvaskes med vand, hvis farven ikke er for indtørret. Andre trykopgaver med f.eks. rene UV-farver eller konventionelle opløsningsmiddelbaserede farver betyder dog, at de oftest fjernes med opløsningsmidler, da de fleste virksomheder kun har ét vaskeanlæg, og det i givet fald derfor ville være nødvendigt løbende at skifte fra farvefjerner med opløsningsmiddel til vand og vice versa.

Skyggebilleder

En del virksomheder foretager efter selve rammevasken en manuel efterrensning med organiske opløsningsmidler for at fjerne eventuelle farverester.

Såfremt rammevasken foregår korrekt, og farven ikke er for indtørret, samt såfremt vævet ikke er for slidt, er denne rensning dog helt unødvendig.

8.5 Miljøprofiler

I forbindelse med projektet er en række virksomheder med serigrafisk produktion blevet besøgt. For nogle af disse er der med baggrund i oplysninger fra virksomhederne opstillet såkaldte miljøprofiler, der skal vise strømmen af råvarer ind og ud af virksomheden.

Profilerne er udarbejdet efter det koncept, der er blevet anvendt i miljøprojektet om "Renere teknologi i den grafiske branche" (Lauritsen, 1991).

De opstillede profiler gør det muligt bl.a. at vurdere spildprocenter herunder også spild, som måske er ukendt for den enkelte virksomhed. Derudover kan man ud fra profilerne finde frem til de områder, hvor der først og fremmest bør gøres en indsats.

Nedenfor gengives sådanne miljøprofiler for tre forskellige serigrafiske virksomheder.

Karakteristik: Produktion: skilte, plakater Produktionsareal: 1000 m ² Trykmaskiner: fire automatiske og en ¾-automatisk Tørreenheder: to konventionelle og tre UV-anlæg Ansatte i produktionen: 18	
Nøgletal pr. år: Energiforbrug: 2,5 mill kWh Vandforbrug: 180 m ³ Ventilation: 27.000 m ³ /time Makulatur: ca. 10% Farvespild: 1-2% ≈ 150-300 kg Brugt emballage: 300-400 kg ≈ 700 spande	
Recirkulation/genbrug: * ca. ½-delen af vandet til stencilfremstilling genanvendes (brutto: 100 m ³ , netto: 50 m ³) * farvefjerner til rammevask genanvendes (brutto: 12 tons, netto: 2 tons)	
Andet: * brugt emballage og farveslam afleveres til modtagestation * brugte papirklude og makulatur til container * skyllevand fra rammevask ledes til kloak	
Massebalance:	
Ind pr. år: Papir, karton: 925.000 m ² Plast: 125.000 m ² Trykfarve(UV): 8 tons Fortynder(UV): 0,8 tons Trykfarve(opl): 8 tons Fortynder(opl): 2 tons Farvefjer.(opl): 2,5 tons Stencilfjer.: 4 tons Papirklude: 1,5 tons Vand: 180 m ³	Ud pr. år: Produceret areal: 945.000m ² Makulatur(papir): 92.500 m ² Makulatur(plast): 12.500m ² Farveslam: 0,4 tons Opl. til luften: 6,5 tons Papirklude(m.farve): 2 t. Spildevand: ca. 180 m ³ + ca. ½ tons afvaskemdl.

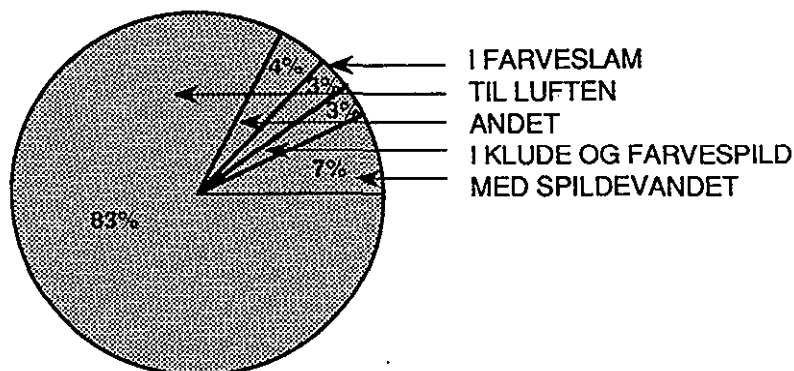
Virksomhed nr. 2:

Karakteristik: Produktion: display-systemer Produktionsareal: 4000 m ² Trykmaskiner: en automatisk og tre ¾-automatiske Tørreenheder: fire kombianlæg (UV + konventionelle) Ansatte i produktionen: 13	
Nøgletal pr. år: Energiforbrug: 465.000 kWh Vandforbrug: 1000 m ³ Ventilation: 16.000 m ³ /time Makulatur: ca. 30% (heraf afskæring 18%) Farvespild: <1% ≈ <80 kg Brugt emballage: 5-6 tromler og ca. 1000 spande	
Recirkulation/genbrug: * farvefjerner til rammevask genanvendes * makulatur (bølgepap) til genbrugsvirksomhed	
Andet: * UV-anlæg køles med vand. Der sker ingen genanvendelse af vand til stencilfremstilling, rammevask og køling * brugt emballage og farveslam afleveres til modtagestation * brugte papirklude til container * skyllevandet til kloak	
Massebalance:	
Ind pr. år:	Ud pr. år:
Bølgepap: 1 mill m ²	Produceret areal: 700.000 m ²
Trykfarve(UV): 7,8 tons	Makulatur(pap): 300.000 m ²
Fortynder(UV): 0,8 tons	Farveslam: 1,5 tons
Trykfarve(opl): 0,6 tons	Opl. til luften: 0,8 tons
Fortynder(opl): 0,1 tons	Papirklude(m.farve): 1,7 t.
Farvefjer.(opl): 2,5 tons	Spildevand: ca. 1.000 m ³ +
Papirklude: 1,5 tons	ca. 0,6 tons afvaskemdl.
Vandforbrug: 1.000 m ³	

Virksomhed nr. 3:

Karakteristik: Produktion: selvklæbende folier, skilte Produktionsareal: 330 m ² Trykmaskiner: to håndtrykborde og en vipperamme Tørreenheder: en konventionel og to tørrestativer Ansatte i produktionen: 6	
Nøgletal pr. år: Energiforbrug: 11.200 kWh Vandforbrug: 680 m ³ Ventilation: rumventilation Makulatur: ca. 5% Brugt emballage: ca. 190 spande (1 kg)	
Recirkulation/genbrug: Ingen	
Andet: * brugt emballage afleveres til modtagestation * brugte papirklude til container * farvejernelse ved rammevask sker med vand, der ledes til kloak	
Massebalance:	
Ind pr. år Plast(PVC): 2200 m ² Trykfarve(vand): 130 kg Farvefjer.(opl): 1 kg Stencilfjer.: 45 kg Papirklude: 200 kg Vand: 680 m ³	Ud pr. år: Produceret areal: 1980 m ² Makulatur(PVC): 220 m ² Farveslam: 30 kg Opl. til luften: 2 kg Papirklude(m.farve): 200 kg Spildevand: ca. 680 m ³ vand + 30 kg farverester

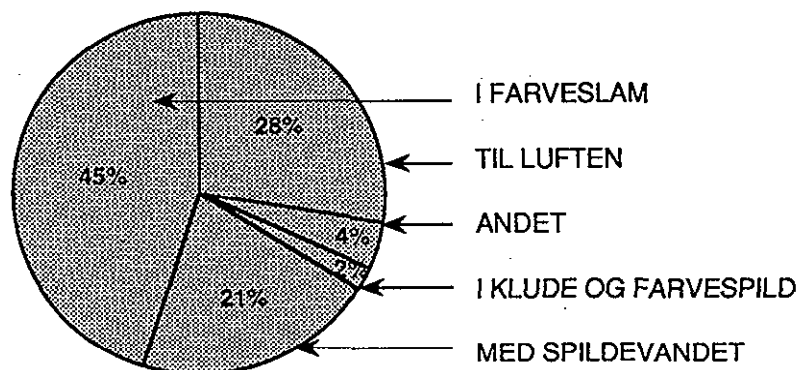
Med udgangspunkt i virksomhed nr. 1, hvor der anvendes store mængder opløsningsmiddelbaserede farver, kan der opstilles følgende procentvis fordeling for emissionen af opløsningsmidler (figur 8.5.1).



Figur 8.5.1 Opløsningsmiddelemmissioner fra virksomhed nr. 1 (totalforbrug: 7,7 tons pr. år).

Den store mængde opløsningsmiddel, der emitteres til luften fra virksomhed nr. 1, kommer især fra de konventionelle tørreanlæg samt fra selve trykprocessen.

Anvendes der hovedsagelig UV-farver, hvilket er tilfældet for virksomhed nr. 2, bliver emissionsprofilen for opløsningsmidlerne noget anderledes (figur 8.5.2).



Figur 8.5.2 Opløsningsmiddelemmissioner fra virksomhed nr. 2 (totalforbrug: 2,8 tons pr. år).

Årsagen til det relativt store procentbidrag til farve-slam og spildevand på virksomhed nr. 2 skyldes bl.a., at der stort set kun anvendes opløsningsmidler til rammevask, og at disse er tungtflygtige. Derudover spiller de konkrete produktionsforhold også ind.

Sammenholdes forbruget af opløsningsmidler med produceret areal fås følgende for de tre virksomheder (tabel 8.5.1).

Tabel 8.5.1 Opløsningsmiddelforbrug pr. 1000 m² produceret areal på 3 virksomhedstyper.

Virksomhedsnr.	Produceret areal, m ²	Opl. forbrug kg pr. år	Opl. forbrug pr. 1000 m ²
1	945.000	7.700	8
2	700.000	2.800	4
3*	1.980	8	4

* På virksomhed nr. 3, hvor der alene bruges vandbaserede farver, er forbruget af opløsningsmidler så lavt, at tallene her skal tages med et vist forbehold.

Ud fra de opstillede miljøprofiler ses det, at et skift fra opløsningsmiddelbaserede farver til UV- eller vandfarver vil reducere forbruget af opløsningsmidler betydeligt (over 50%), samtidig med at luftforureningsbidraget ved overgang til UV-farver falder med ca. 2/3.

8.5 Samlet vurdering

Med baggrund i virksomhedsbesøg og opstillede miljøprofiler gives der i det efterfølgende en kort generel beskrivelse af nogle af de vigtigste miljøparametre. Det skal dog samtidig pointeres, at der kan være meget store forskelle fra virksomhed til virksomhed.

Fast affald

Fast affald i form af papir, pap, plast mv. fås i forbindelse med tilskæring af trykmaterialet (hvid makulatur) samt ved kasserede tryk (farvet makulatur). Spildet i denne forbindelse ligger typisk på ca. 10% (5-30).

Dette affald går enten til container (dagrenovation) eller, især hvis der er tale om store mængder papir og pap, til en genbrugsvirksomhed.

Ud over ovennævnte er der også et meget stort emballagespild inden for det serigrafiske område. Dette skyldes det store farveforbrug, hvor farverne som regel leveres i blikdåser indeholdende 1, 5 eller 30 liter farve. Tromler (210 liter) anvendes kun i begrænset omfang især til UV-lak.

Brugt emballage afleveres for hovedparten til modtagestation.

Kemikalieaffald

Anmeldepligtigt kemikalieaffald inden for området omfatter følgende grupper og kodenumre for kemikalieaffald (MM, 1989):

- * Fremkaldere og fiksere (kort nr. 4.21 og 4.23)
- * Trykfarver med og uden rester af opløsningsmidler (kort nr. 3.21 og 3.22)
- * Organiske opløsningsmidler (kort nr. 3.11 og 3.13)
- * Klude, som er forurenede med opløsningsmidler (kort nr. 5.11).

Generelt vurderes det, at brugte fotokemikalier, farvefjerner og farveslam for langt hovedparten afleveres til modtagestation, mens brugte papirklude i vidt omfang går til container (dagrenovation).

Hvor store mængder farveslam en virksomhed producerer afhænger bl.a. af produktionsforhold og housekeeping, herunder hvor godt rammerne afskrabes for overskudsfarve inden rammevask.

Farvespild

Farverester fra farveblandingen samt overskudsfarve fra trykprocessen giver et samlet farvespild på ca. 1%.

At spildet ikke er større bunder i, at man inden for branchen så vidt muligt altid har søgt at genbruge farverester og overskudsfarve. F.eks. vil man altid, når trykprocessen er afsluttet, skrape ikke indtørret overskudsfarven af rammen og opsamle den i farvespande, hvorefter farven som regel enten genbruges direkte eller genbruges som en mørkere nuance efter opblanding med andre farver.

Vandforbrug og spildevand

Ved stencilfremstilling og stencilfjernelse anvendes som tidligere omtalt store mængder vand.

Visse virksomheder genanvender efter filtrering skyllevandet fra stencilfremstillingen, ligesom der også sker genanvendelse af vandet fra stencilfjernelsen på de virksomheder, der har fuldautomatiske vaskeanlæg.

Spildevandet fra de to skylleprocesser (med og uden genbrug) ledes oftest urenset til kloak, med mindre der er krav om rensning/opsamling fra den kommunale myndighed. Spildevandet fra stencilfremstillingen indeholder uhærdet emulsion (diazoemulsion og fotopolymere), mens spildevandet fra stencilfjernelsen indeholder stencilfjerner (f.eks. per-jodat) samt farvefjerner (opløsningsmiddel).

Visse virksomheder har et ekstra stort vandforbrug, fordi de anvender vand i UV-anlæggets kølesektion. Køling er nødvendigt, da UV-lampenes overfladetemperatur kan stige til 800-900°C. Ved anvendelse af vandkøletårne vil det være muligt at genkøle kølevandet, så langt hovedparten af vandet kan genbruges. Køletårne fås for priser fra ca. 18.000 kr og op efter (Sørensen, 1991).

Afkøling af fatninger og sokler kan alternativt ske med kold luft eller ved glycolkøling.

Luftforurening

I afsnit 4.3.2 er det samlede forbrug af organiske opløsningsmidler ved serigrafisk trykning opgjort til ca. 350 tons pr. år, hvoraf hovedparten fordamper og udsendes til atmosfæren.

Af det samlede forbrug vurderes de 250 tons som værende bidrag fra farverne (det gennemsnitlige opløsningsmiddelindhold i brugsfærdige farver vurderes at ligge på ca. 50%), mens resten (100 tons) er bidrag fra rensevæskerne.

Emissionerne varierer dog meget fra virksomhed til virksomhed afhængig af bl.a. virksomhedsstørrelse, anvendte farvetyper og størrelsen af trykemnerne.

De rigtig store emissioner af opløsningsmidler kommer fra de større skiltefabrikker med et stort forbrug af opløsningsmiddelholdige farver.

9. Opløsningsmiddelfattige farver

9.1 Farvetyper

Der findes fire opløsningsmiddelfattige farvetyper, der kan anvendes ved serigrafisk trykning:

- * vandfortyndbare eller vandbaserede farver
- * UV-farver
- * plastisolfarver
- * farver med et højt tørstofindhold

Nedenfor omtales farvetyperne kort med opstilling af de fordele og ulemper, der hyppigst angives i forbindelse med brugen/ikke-brugen af disse.

Vandfortyndbare farver

Vandfortyndbare farver eller vandbaserede farver er farver, hvor de organiske opløsningsmidler helt eller delvist er blevet udskiftet med vand.

Fordele

Af velkendte fordele ved de vandfortyndbare farver kan nævnes:

- * mindre luftforurening med organiske opløsningsmidler
- * ingen brandfare
- * kan ved korrekt anvendelse fortyndes og afvaskes med vand

Ulemper

De ulemper, der hyppigst nævnes, kan opdeles i følgende grupper.

Tryktekniske problemer:

- * farverne har en tendens til at skumme, hvorfor skumdæmpere kan være nødvendige
- * syregrupperne i de vandopløselige bindemidler begrænser pigment valget
- * der kan opstå problemer ved tryk på vandfølsomme emner
- * ved tryk på papir kan dette rulle
- * der kan være vedhæftningsproblemer ved tryk på visse typer ikke sugende materiale
- * der kan opstå problemer ved tryk på begge sider af et materiale

Tørreproblemer:

- * tørreprocessen er energikrævende, ikke mindst ved 4-farvetryk
- * trykmaterialet kan krympe ved for voldsom tørring

Holdbarhedsproblemer:

- * trykket kan have begrænset holdbarhed ved udendørs placering
- * trykket kan opløses af vand og kemikalier
- * der kan opstå problemer, hvis trykket skal videreforarbejdes

Afvaskeproblemer:

- * ved kraftig farveindtørring skal der anvendes alkaliske midler

Andet:

- * kan give arbejdsmiljøproblemer (irritation)

UV-farver

UV-farver (acrylfarver) hører til gruppen af strålehærdende farver. Ud over de rene UV-farver, findes der også UV-farver indeholdende 30-50% vand.

Fordele

Af fordele ved UV-farver kan nævnes:

- * indeholder ikke traditionelle organiske opløsningsmidler
- * ingen brandfare
- * hurtig vedhæftning og tørring (hærdning)
- * vil ikke indtørre i vævet under trykningen, derfor ingen brug af vævsåbnere
- * ændrer ikke viskositet under trykningen
- * ingen sammenklæbning af de færdige tryk
- * farven danner ikke skind i farvedunkene
- * ringe pladsbehov
- * "tørreprocessen" kræver mindre energi end brugen af indbrændings ovne (ca. 50%)
- * er både kemikalie- og vejrbestandig
- * UV-vandfarver er gode til 4-farvetryk (ingen relief)
- * mindre farveforbrug end med de konventionelle (20-30%)

Ulemper

Af ulemper der ofte angives kan nævnes:

- * kan give arbejdsmiljøproblemer (allergi, irritation)
- * store engangsinvesteringer i udstyr
- * farverne er dyrere end de konventionelle
- * kan give problemer ved tryk på varmfølsomt materiale
- * sorte og hvide farver samt farver med metalt pigmenter kan give hærdnings- og dækkraftproblemer
- * hærdprocessen skal være kontrolleret. Hvis toplaget hærdes og underlaget er uhærdet, fås en dårlig vedhæftning. Hvis toplaget over hærdes, vil det afvise efterfølgende tryk (4-farve)
- * rene UV-farver kan give relief i trykket ved 4 farvetryk
- * farverne har begrænset lagerstabilitet (1-2 år)

Plastisolfarver

Plastisolfarver består af blandingspolymerisater (PVC), blødgørere (phthalater) og pigmenter.

Farvetypen anvendes i dag næsten udelukkende til tryk på tekstiler enten til direkte tryk eller som varmetransferfarve. Farven tørrer (hærder) kun med varme (160°C).

Fordele/ulemper

Farven indeholder ingen eller kun små mængder organisk opløsningsmiddel og vil derfor ikke indtørre under trykningen.

Til gengæld er anvendelsesmulighederne begrænset til trykmaterialer, der tåler en kraftig opvarmning.

Derudover kan det være et problem, at bindemidlerne er baseret på PVC (hvis det trykte materiale sluttelig afbrændes), samt at oplysninger om de indeholdte phthalaters eventuelle sundhedsmæssige effekter er betænkelige (se afsnit 9.3).

Farver med et højt tørstofindhold

Farver med et højt tørstofindhold (High-Solid-Systemer) er 1- eller 2-komponentfarver, der tørrer (hærder) ved indbrænding i ovn.

Som eksempler kan nævnes aminoharpiksfarver, hvor der i dag findes farver med et opløsningsmiddelindhold på ca. 10% og kombinerede epoxy-/polyurethanfarver med et indhold på ned til ca. 5%.

Fordele/ulemper

Fordelene ved det lave opløsningsmiddelindhold begrænses til en vis grad af, at indbrændingsprocessen er meget energikrævende, samt af at der ofte er tale om farvesystemer med indgående reaktive forbindelser, der kan give anledning til arbejdsmiljøproblemer.

Da farverne tørrer i ovn, er anvendelsen begrænset til trykmaterialernes holdbarhed over for høje temperaturer (120-180°C) f.eks. til tryk på metaller, glas, hårde fiberplader og visse plasttyper (Duroplast).

Sluttelig skal nævnes alkydfarverne, hvor indholdet af opløsningsmidler ligger på ca. 20%. Disse farver har dog kun en ringe udbredelse grundet den lange tørretid.

9.2 Anvendelsesmuligheder

9.2.1 Tryk på papir og pap

Vandfortyndbare farver

Ved tryk på papir og pap med vandfortyndbare farver spiller trykmaterialernes kvalitet og gramvægte en stor rolle for et godt slutresultat. Det vil derfor ofte være papirvalget, der begrænser farvernes anvendelsesmuligheder.

Gramvægt

Et stykke papirs gramvægt defineres som vægten i gram af 1 m² papir. Meget tyndt og let papir f.eks. gennemslagspapir, har en gramvægt på ca. 40 g/m², almindeligt trykpapir ligger mellem 60 og 160, karton mellem 170 og 340, mens pap ligger mellem 350 og 1000 g/m². Gramvægtene er bl.a. afhængige af temperaturen og luftfugtigheden. Ovennævnte intervaller gælder således for papir opbevaret i lokaler med en relativ luftfugtighed på 60% og en temperatur på 21°C (Törnkvist, 1987).

Vandfortyndbare farver, der idag findes med et indhold af organiske opløsningsmidler på under 5%, er velegnede til tryk på papir med en gramvægt på over ca. 130 g/m².

Det skal dog nævnes, at indsugningen i papiret kan blive for voldsom. F.eks. findes der papirtyper, der suger så meget vand, at farven ikke ligger fladt på trykket.

Ud over papirvalget spiller tørreprocessen også en stor rolle her. For kraftig tunneltørring med varmluft kan f.eks. føre til, at trykmaterialet krymper. Alternative tørreprocesser såsom IR-tørring og radiofrekvenstørring er mulige løsninger på dette problem.

UV-farver

Generelt er der gode erfaringer med UV-farver til tryk på papir og pap. Eventuelle anvendelsestekniske problemer kan løses ved en løbende justering og kontrol af trykprocessen. De specielle problemer, der kan være ved anvendelse af rene UV-

farver til 4-farvetryk, kan løses ved i stedet at anvende UV-vandfarver, da vandets fordampling bevirker, at høje punkter (relief) undgås.

Konklusion

Generelt vurderes det, at de vandfortyndbare papirfarver i dag efterhånden har en så god kvalitet, at næste trin i forbindelse med udvidede anvendelsesmuligheder ligger hos papirproducenterne (udvikling af nye papirtyper) og hos leverandører af tørretunneler (alternative tørreprocesser).

Derudover bør der arbejdes med at udvikle vandbaserede farvefjernere, som kan anvendes i de tilfælde, hvor vand alene ikke kan klare afvaskningen.

Den største barriere for anvendelsen af UV-farver til papir og pap vurderes at være de dyre investeringsomkostninger i udstyr, hvor et helt nyt anlæg ligger på et prisniveau omkring 400.000 kr, mens ombygning af et allerede eksisterende konventionelt anlæg vil koste omkring 100.000 kr.

Derudover er UV-farverne også dyrere at indkøbe end de konventionelle, hvilket dog opvejes af et lavere farveforbrug.

En anden barriere er de arbejdsmiljøproblemer, der kan være ved håndtering af farverne (se afsnit 9.3).

9.2.2 Tryk på plast

Vandfortyndbare farver

Vandfortyndbare farver til plast med 5-20% opløsningsmiddel anvendes i dag kun i begrænset omfang. Årsagen til dette bunder bl.a. i, at da de første farver af denne type så dagens lys, gav de anledning til en del problemer bl.a. vedhæftnings- og tørreproblemer samt problemer med vandfaste tryk.

Den løbende udvikling af de vandfortyndbare farver har dog efterhånden fjernet disse "børnesygdomme".

Vandfortyndbare farver til tryk på PVC (selvklæbende folie, blød og hård PVC) anvendes således i dag uden problemer på flere virksomheder.

Farverne har ligeledes vist sig anvendelige til tryk på polycarbonat og visse acryltyper, samt til tryk på polystyren, dog med den hage at trykket på visse polystyrentyper kræver en lang tørretid (afhærdningstid). De problemer, der tidligere var med at få trykket vandfast, skulle være løst i dag.

Derimod kan dagens vandfortyndbare plastfarver ikke anvendes til tryk på polyethylen, polypropylen og polyester (ubehandlet og behandlet) på grund af vedhæftningsproblemer.

UV-farver

Dagens UV-farver til plast både de rene og UV-vandfarver kan anvendes til stort set alle plasttyper.

Også modstandsdygtigheden af det hærdede tryk er forbedret, således at den trykte film i dag skulle være resistent over for næsten alle kemikalier.

Konklusion

Det vurderes, at man i dag er nået langt med udviklingen og anvendelsen af opløsningsmiddelfattige farver til tryk på plast.

Længst er man nået med UV-farverne, hvor barrieren som ved tryk på

papir primært er investeringsomkostningerne.

Ser vi på de vandfortyndbare farver til plast, er det i dag kun muligt at trykke på visse plasttyper (PVC, polystyren, polycarbonat og acryl). Det er derfor nødvendigt med yderligere produktudvikling både på farvesiden, herunder specielt hvad angår bindemidlerne, og på plast-siden, hvor det er plastens porefri overflade, der især volder problemer.

Som for opløsningsmiddelfattige farver til papir bør der også her arbejdes med at udvikle vandbaserede farvefjernere.

De problemer, der kan være med holdbarheden af f.eks. skilte, der skal placeres udendørs i længere tid, vurderes for hovedparten i fremtiden at blive løst ved anvendelsen af computerstyrede udskæringer af tekst. Sådanne CAD/CAM-systemer, hvor skiltene beskrives med tekst i stedet for med serigrafi, findes i dag på mange skiltevirksomheder. Den udskårne tekst er særdeles holdbar. Begrænsningen i anvendelsen ligger alene i at gengive tekst og motiver med en kompliceret farvesammensætning.

9.2.3 Tryk på tekstiler

Tryk på tekstiler er det område, hvor de opløsningsmiddelfattige farver (vandfortyndbare eller plastisolfarver) har været anvendt længst, ligesom det også er det område, hvor man er længst fremme med udviklingen af farver helt uden organiske opløsningsmidler.

De fleste plastisolsystemer er disperseret i lidt organiske opløsningsmiddel (1-10%), men der findes også systemer helt uden, dvs. systemer hvor blødgøreren alene giver farven flydeegenskaber.

Indholdet af opløsningsmidler i de traditionelle vandfortyndbare tekstilfarver ligger i intervallet 5-20%.

Ved farvevalget kan tekstiltypen spille en ikke ubetydelig rolle. F.eks. indeholder visse tekstiler appretur (imprægneringsmidler), der umuliggør anvendelse af vandfortyndbare farver, hvorfor man i sådanne tilfælde er "nødsaget" til at anvende opløsningsmiddelbaserede farver.

Også tekniske krav til det færdige tryk kan betyde anvendelse af andre farvetyper f.eks. i de tilfælde, hvor tekstilet efterfølgende skal kunne klare gentagne kemiske rensninger. Ved sådanne dekoreringsopgaver anvendes bl.a. opløsningsmiddelholdige epoxy-/polyurethanfarver.

Konklusion

Generelt vurderes det, at anvendelsen af opløsningsmiddelfattige farver med enkelte undtagelser er meget udbredt ved tryk på tekstiler.

Da samme tekstiltype kan have forskellig beskaffenhed afhængig af på hvilket farveri, det er fremstillet, vil næste trin i forbindelse med udvidede anvendelsesmuligheder ligge hos tekstilindustrien.

Ved specielle dekoreringsopgaver f.eks. i form af påtrykt firmanavn på kedeldragter, der skal kemisk renses, var det måske en mulighed i stedet at sy (brodere) motivet på tekstilet ved hjælp af computerstyrede symaskiner. En del serigrafiske virksomheder, som udfører tekstil-

tryk, har allerede sådanne symaskiner, og det vurderes, at denne "påføringsmetode" i fremtiden generelt ved tekstiltryk vil blive mere og mere udbredt.

9.2.4 Andre trykopgaver

Metal

Metal er et ikke-sugende materiale, der tåler kraftig opvarmning. De fleste trykopgaver her kan klares enten med UV-farver eller med farver med et højt tørstofindhold (indbrændingsfarver). Specielle tekniske krav kan dog i visse tilfælde betyde anvendelse af opløsningsmiddelbaserede farver.

De vandfortyndbare farver, der i dag findes på markedet, kan ikke anvendes til tryk på metal.

Glas/porcelæn

Ved direkte tryk på glas og porcelæn er det muligt at anvende vandfortyndbare farver. Tørringen sker herefter ved indbrænding i ovn ved meget høj temperatur (600-900°C).

Langt mere udbredt er dog anvendelsen af indbrændingstransfers (skydebilleder). Ved denne proces anvendes næsten udelukkende det traditionelle transferpapir, der er belagt med en gelatinehinde, da denne papirtype er meget let at manipulere både under og efter overføringen (med vand) af billedet til porcelænet.

Da gelatine er opløseligt i vand, kan der ikke anvendes vandfortyndbare farver ved denne teknik men alene opløsningsmiddelholdige.

I de senere år er der dog kommet nye papirtyper på markedet (heat-release papir), hvorpå der kan trykkes med vandfortyndbare farver. Gelatinen er her erstattet med et vokslag, som er uopløseligt i vand. Efter at det belagte papir er påtrykt, overføres det mekanisk til porcelænet. Da papiret ikke kan manipuleres som det traditionelle transferpapir, er det kun anvendeligt til flade og svagt krummede porcelænoverflader (Olsen, 1990).

Konklusion

Ved direkte tryk på glas og porcelæn er det muligt at anvende vandfortyndbare farver, mens dette ved indirekte (transferpapir) tryk kun er muligt i begrænset omfang. Næste trin ligger derfor i udviklingen af nye transferpapirtyper.

Træ

Træ er et sugende materiale, der samtidig tåler kraftig opvarmning. På grund af dette er det muligt uden problemer at trykke med vandfortyndbare farver. Sådanne findes i dag med et opløsningsmiddelindhold på under 5%.

Trykte kredsløb

Ætse- og galvanoresistfarver:

De fleste trykopgaver her kan klares med UV-farver.

Skal der efterfølgende ætzes i alkaliske bade med en pH-værdi op til ca. 10, kan det være nødvendigt at anvende en anden farvetype f.eks. en indbrændingsfarve af typen aminoharpiks med 10-20% opløsningsmiddel.

Loddestoplakker:

Traditionel isolationslak vil i dag enten være UV-farver eller 2-komponent epoxyfarver med et opløsningsmiddelindhold på under 5%.

Er der tale om lak til vådfilm, er det i de senere år blevet mere og mere almindeligt at anvende 2-komponentfarver (epoxy/acrylat eller epoxy/novolak), der i brugsfærdig form indeholder store mængder opløsningsmiddel. Årsagen til dette skyldes en ændring i påføringsmetode fra serigrafisk til den såkaldte gardinmetode.

Markeringsfarver/Signaturlakker:

Også her kan UV-farver anvendes i stor udstrækning.

I visse tilfælde (f.eks. hvis potlife-tiden er lang) er det dog nødvendigt at anvende 2-komponent epoxyfarver med et opløsningsmiddelindhold på 5-40%.

Konklusion

Ved fremstilling af trykte kredsløb er det ved de fleste delprocesser, hvor der trykkes serigrafisk, muligt at anvende opløsningsmiddelfattige farver.

Indførelse af nye og hurtigere påføringsmetoder f.eks. gardinpåføring har dog bevirket, at der alternativt mange steder i stedet anvendes produkter med et stort opløsningsmiddelindhold og en meget stor fordampningsoverflade.

9.3 Arbejds miljøbelastning

Vandfortyndbare farver

De vandfortyndbare papirfarver indeholder bl.a. 1-10% ammoniak, der er stærkt slimhindeirriterende. Visse farver til papir og plast indeholder desuden allergifremkaldende aminer.

De indeholdte opløsningsmidler, der ligger i intervallet 5-20%, vil kunne optages gennem huden.

Under trykningen og ikke mindst under tørreprocessen afdamper opløsningsmidlerne. Dette kan f.eks. være tilfældet ved tekstiltryk med flere farver, hvis der ikke er monteret lokaludsugning ved karruseller-nes mellemstationer (mellemtørringer).

Sker varmekfikseringen med strygejern, hvilket ofte sker ved tekstiltryk på skolernes og andre institutioners hobby- og terapiværksteder, vil der ligeledes være mulighed for eksponering for de indeholdte opløsningsmidler.

På grund af overstående skal der altid være effektiv udsugning under tryk- og tørreprocessen, ligesom der også altid skal anvendes egnede beskyttelseshandsker.

UV-farver

De rene UV-farver indeholder ca. 80% acrylmateriale, herunder ca. 60% acrylbinder (acryleret epoxy, urethan eller polyester) og ca. 20% monomere (mono-, di- og triacrylater eller -methacrylater). Mange UV-farver indeholder desuden N-vinylpyrrolidon, der i et nyligt udført tysk dyreforsøg, hvor stoffer blev indåndet, har vist sig at være kræftfremkaldende (næseslimhinden) og leverskadende. På grund af dette arbejder de tyske farveproducenter for tiden med at udvikle farver uden N-vinylpyrrolidon (Juhl 1991, Strøbæk 1991).

Hudskader

De reaktive acrylmaterialer virker irriterende på hud, øjne og slimhinder og kan forårsage irritationseksem. Derudover er de kendt for at kunne udvikle allergi. Der er således gennem årene rapporteret om mange tilfælde af allergisk eksem ikke bare på hænder, men også på underarme og øjenlåg efter håndtering af UV-farver. F.eks. vil forureninger af reaktive farver på hænder og handsker let overføres til ansigtet ved berøring (Seedorff, 1990).

Generelt kan der om acrylaternes irriterende virkning siges, at den irriterende virkning stiger med et stigende antal acryldobbeltbindinger og faldende viskositet, samt at acrylaterne er mere irriterende end methacrylaterne.

For bindemidlerne, at det er rester af fri epoxy og acrylat, der gør acryleret epoxy allergent, at acryleret alifatisk urethan er mere allergent end acryleret aromatisk urethan, samt at det er rester af fri acrylat, der gør acryleret polyester allergent. For de monomere desuden, at acrylaterne er mere potent allergifremkaldende end methacrylaterne.

På grund af farvernes irriterende og allergifremkaldende virkning har The Society of British Printing Ink Manufacturers (Foreningen af Engelske Trykfarveproducenter) anbefalet sine medlemmer, at visse reaktive acrylforbindelser ikke indgår i UV-farverne (PIAC, 1983).

Det drejer sig om følgende forbindelser:

- * 2-hydroxyethyl acrylat
- * 2-hydroxypropyl acrylat
- * methylcarbamylethyl acrylat
- * 1,3-butylenglycol diacrylat
- * butylglycidylether acrylat
- * 1,6-hexandiol diacrylat
- * phenylglycidylether acrylat
- * acrylat af glycidylester af C_{9-11} carboxylsyre
- * neopentylglycol diacrylat
- * phenylcellosolve acrylat
- * dicyclopentenyl acrylat
- * 2-ethylhexyl acrylat
- * diethylenglycol diacrylat
- * tetraethylenglycol diacrylat
- * en blanding af pentaerythritol tri- og tetraacrylater

Et lignende initiativ med frasortering af de "værste" acrylforbindelser burde også iværksættes herhjemme.

UV-stråler

Under hærdeprocessen vil UV-lamperne udsende UV-stråler, der i luften omkring lamperne giver anledning til dannelse af ozon. UV-strålingen kan afhængig af strålingens intensitet, bølgelængde og eksponeringstid give øjen- og hudskader.

Ozon

Ozon er en gas, der selv i lave koncentrationer virker irriterende på øjne og luftveje. Indånding kan give hovedpine og træthed. I høje koncentrationer kan ozon give alvorlige luftvejslidelser og i værste fald lungeødem.

Et UV-anlæg skal altid være forsvarligt indkapslet og forsynet med fornøden ventilation til fjernelse af bl.a. ozon.

I den forbindelse kan det nævnes, at Det Grafiske Branchesikkerhedsråd (BSR 3) for nylig har udsendt en vejledning om UV-farver og -lakker, der skitserer, hvorledes der skal arbejdes med UV-farver, herunder anvendelse af relevante personlige værnemidler (handsker, briller mv.). Vejledningen indeholder desuden en anbefalelsesværdig checkliste, som virksomhederne kan bruge til at kontrollere, om arbejdet foregår betryggende (BSR3, 1990).

Plastisolfarver

Som tidligere omtalt indeholder plastisolfarverne bl.a. blødgørere af phthalattypen. Hvilken phthalattype, der indgår, varierer fra farve til farve.

Tidligere indeholdt farverne udelukkende phthalaten DEHP (diethylhexylphthalat) eller "DOP" (dioctylphthalat), som den også kaldes. Da denne phthalattype bl.a. står på Arbejdstilsynets liste over stoffer, der anses for at være kræftfremkaldende (At, 1988), er den i dag i de fleste tilfælde erstattet med andre phthalater.

Generelt kan det om phthalaterne siges, at de har lav akut giftighed. Visse phthalater f.eks. DEHP og DBP (dibutylphthalat) har i dyreforsøg ved tilførsel af store doser ført til reproduktionsskader (foster- og testikelskader). Derudover er der i langtidsdyreforsøg med DEHP ved meget høje daglige doser fundet leverskader og leverkræft. For de øvrige phthalater forekommer der kun meget sparsomme publicerede oplysninger (Engström 1982, Thomas et al, 1984).

På grund af dette og da den foreliggende dokumentation i form af dyreforsøg ikke gør det muligt at vurdere den eventuelle sundhedsrisiko, der kan være for mennesker ved omgangen med de forskellige phthalatyper, bør der altid arbejdes forsvarligt med plastisolfarverne. Det er derfor vigtigt, at arbejdet foregår under velventilerede forhold, så indånding af eventuelle dampe og aerosoler undgås, samt at der anvendes handsker, så hudoptagelse undgås.

Derudover bør arbejdet med at finde frem til alternative typer af blødgøringsmidler intensiveres.

Farver med højt tørstofindhold

Farver med et højt tørstofindhold vil typisk være indbrændingsfarver baseret på aminoharpiks eller epoxy/polyurethan.

For aminoharpiksfarverne (melaminformaldehydharpiks eller ureaformaldehydharpiks) vil det især være indholdet af fri formaldehyd, der kan indebære en risiko, da denne bl.a. kan give øjen- og luftvejsirritation samt hovedpine. Derudover står formaldehyd på Arbejdstilsynets liste over stoffer, der anses for at være kræftfremkaldende (At, 1988). Indholdet af fri formaldehyd er sjældent opgivet på leverandørdatabladene, men det vurderes at ligge i intervallet fra under 0,5% til 2% (Seedorff, 1990).

Begge bindemiddeltyper kan desuden udvikle eksem ved hudkontakt, ligesom farverne også kan indeholde allergifremkaldende aminer (1-2%).

Ved omgangen med epoxy/polyurethanfarver er der især risiko for hudirritation og allergi (epoxy, aminer og isocyanater) samt for alvorlige luftvejslidelser af astmatisk karakter (isocyanater). Derudover står

isocyanaten TDI (toluendiisocyanat), som kan indgå i visse farvehædere (dog ofte med <0,5%), på Arbejdstilsynets liste over stoffer, der anses for at være kræftfremkaldende (At, 1988).

Arbejde med epoxy- og isocyanatfarver er omfattet af Arbejdstilsynets bekendtgørelse om epoxyharpiks og isocyanat, der bl.a. stiller specielle krav om personlige værnemidler samt vaske- og badefaciliteter. Herudover er der krav om en særlig 16-timers uddannelse for personer, der skal arbejde med produkterne (At, 1985).

9.4 Miljøforhold og genbrug

9.4.1 Affald

I den serigrafiske trykproces kan affaldskilderne opdeles i følgende hovedområder:

- * hvid makulatur
- * farvet makulatur
- * farver og farveslam

Hvid makulatur

Hvid makulatur fås i forbindelse med tilskæring af trykmaterialet.

Er det tale om papir og pap vil dette normalt uden problemer kunne tilgå en genvindingsvirksomhed, hvor det omdannes til genbrugspapir.

På plastområdet er det i dag kun visse plasttyper (herunder især polyethylen), der kan genanvendes. Resten afbrændes.

Farvet makulatur

Kasserede tryk af papir og pap (farvet makulatur) skal afsværtes (deinkes), inden det kan genanvendes.

Generelt gælder det, at jo mere polymeriseret en farve er, jo vanskeligere er den at afsværte. Da UV-farver har et højt indhold af polymeriserede stoffer, vil de derfor kunne foranledige afsværtningsproblemer ved de i dag anvendte afsværtningsprocesser (flotation). Deinking af UV-farver og -lakker er dog muligt, såfremt bl.a. flotationprocessens temperatur og pH ændres (Forester, 1987).

For de vandfortyndbare farver vil problemet være, at farverne vil opløses i det vandige basiske miljø, der bruges ved afsværtningen, hvilket vanskeliggør farveisoleringen. Dette problem løses bedst ved at ændre afsværtningsmetode fra flotationsteknik til vaskeprocesser. Vaskeprocesser er meget udbredt i USA til afsværtning af farvet makulatur trykt med vandfortyndbare flexofarver. Da vaskeprocesserne kræver et meget stort vandforbrug vil teknikken altid være kombineret med recirkulation af vandet (Wallström, 1991).

En rundspørge blandt danske genvindings- og afsværtningsvirksomheder viste, at man endnu ikke har haft de store problemer med farvet makulatur trykt med UV- og vandfortyndbare farver. Dette fordi der indtil videre er tale om meget små mængder, der efter opblanding med den øvrige makulatur stort set ikke påvirker afsværtningsprocessen. Men der var blandt de adspurgte enighed om, at såfremt mængderne steg voldsomt, ville det føre til så store afsværtningsproblemer, at

mange helt ville afvise denne type makulatur.

På grund af ovennævnte bør der arbejdes på at mindske papirspildet ved trykprocesserne, hvilket iøvrigt også vil være en økonomisk fordel for virksomhederne, da salg af makulatur kun indbringer højst 1/10 af prisen for nyt papir (Larsen, 1984).

De stadig forbedrede nye teknologier i stencil og væv, der er medvirkende til en stadig kortere indkøringstid og hermed et færre antal kasserede tryk, er derfor et vigtigt skridt på vejen mod faldende papirspild.

Skulle mængden af den farvede makulatur blive for stor, vil papiret stadig kunne afsværtes og genbruges, men det vil kræve, at de danske afsværtningsvirksomheder indfører nye teknikker.

Farver

Som tidligere omtalt er farvespildet ved den serigrafiske trykproces lavt, da restfarver fra blande- og trykprocessen i vidt omfang genbruges på virksomhederne. Dette sker dog ikke i alle tilfælde, da visse trykopgaver f.eks. tryk på legetøj stiller så store krav til farvernes kvalitet og renhed, at genbrug umuliggøres.

Farveslam og brugte rensesvæsker

Under afvaskningen af rammerne produceres både farveslam og brugte rensesvæsker indeholdende organiske opløsningsmidler og farverester. Dette vil for hovedparten via de kommunale opsamlingsstationer blive transporteret til Kommunekemi, hvor det afbrændes.

Omkostninger

Omkostningerne ved aflevering af brugte rensesvæsker, spildfarver og farveslam bestemmes bl.a. af affaldets brændværdi og udgifterne udgør i dag følgende (Hansen, 1990):

- * farver og slam med en høj brændværdi svarende til pumpbart affald indeholdende organiske opløsningsmidler som hovedbestanddel (gruppe C):
1250 kr pr. ton for leverancer under 1 ton og 1050 kr pr. ton for leverancer over 1 ton
- * farver og slam med en lav brændværdi svarende til organisk-kemisk affald herunder kasseret farve og farveslam (gruppe H):
2350 kr pr. ton for leverancer under 1 ton og 1850 kr pr. ton for leverancer over 1 ton.

Det ses således, at farvevalget ikke har den store betydning for omkostningerne ved aflevering af farveslam, da dette samt hovedparten af farveresterne uanset farvetype vil falde ind under den dyre kategori.

Genvinding af farver

På de virksomheder, hvor det på grund af kvalitetsmæssige krav ikke umiddelbart er muligt at genbruge spildfarverne, bør det undersøges, om det er muligt og rentabelt via filtersystemer at rense farverne.

Genvinding af farver fra farveslam foregår så vidt vides ikke idag, hverken på den enkelte virksomhed eller hos farveleverandørerne. Årsagen hertil skyldes bl.a., at de fleste serigrafiske virksomheder som oftest grundet forskellige trykopgaver anvender mange slags farvetyper med hver deres komplicerede kemiske sammensætning.

Genvinding af rensevæsker

Da genvinding af farver fra farveslam både er teoretisk og teknisk muligt med dagens raffinerede destillations- og filtersystemer, bør det overvejes, om det ikke vil være et rentabelt tiltag på virksomheder, der har et stort og homogent farveforbrug.

Som tidligere omtalt har mange virksomheder vaskeskabe eller -automater, hvor de opløsningsmiddelbaserede renssevæsker til rammevask recirkulerer.

I praksis sker det ved, at renssevæsken efter påspuling af rammerne ledes over et filter, hvor trykfarve- og emulsionrester tilbageholdes, hvorefter den går til en forrådstank og genbruges. På denne måde bliver det muligt at genanvende op til 80% af renssevæsken.

Efter en vis tid, bl.a. afhængig af vaskeaktivitet, farvetype og farvemængden på rammerne, bliver tørstofindholdet (opløselige bindemidler) i renssevæsken så højt, at denne skal udskiftes helt, ligesom det også er nødvendigt løbende at rense filtrene for farveslam.

Til visse vaskeautomater kan der desuden tilsluttes et vakuum destillationsanlæg, som genvinder ren renssevæske fra den brugte i forrådstanken. Med et sådant system kan væskeforbruget og destruktionsomkostningerne holdes på et minimum. Etableringsomkostningerne i den forbindelse ligger i intervallet 75.000-250.000 kr. (Nielsen, 1991).

En anden mulighed kunne derfor være, at en genvindingsvirksomhed regenererede renssevæsken fra både farveslam og brugt renssevæske. Dette foregår så vidt vides stort set ikke idag, selv om det som for genvinding af farver fra farveslam både er teoretisk og teknisk muligt.

9.4.2 Spildevand

Som tidligere omtalt er farveslam og brugte renssevæsker indeholdende opløsningsmidler og farverester at regne som afleveringspligtigt kemikalieaffald, der således ikke må udledes til kloak.

Selv om flere og flere virksomheder anvender vandfortyndbare farver, der i princippet kan afvaskes med vand, foretages rammevasken alligevel de fleste steder med opløsningsmiddelbaserede renssevæsker. Årsagen til dette skyldes bl.a., at de indtørrede farver ikke kan fjernes med vand alene, samt at andre trykrogaver, der kræver andre farvetyper, nødvendiggør at vaskeanlægget indeholder renssevæsker med organiske opløsningsmidler.

Vand som renssevæske

Anvendes vand som farvefjerner for vandbaserede farver vil vaskevandet separeres i farveslam (afleveringspligtigt) og en spildevandsstrøm. Spildevandet vil bl.a. indeholde vandopløselige farverester og lidt organisk opløsningsmiddel, der ved udledning til kloak kan udgøre en kemisk belastning for renseanlæggene ved påvirkning af den biologiske omsætning.

Ud fra det procesmæssige valg af vandfortyndbare farver, kan der bl.a. være tale om følgende stoffer set i relation til renseanlæggenes drift:

- * papirfarver : ethylcellulose, propylenglycolforb.
- * plastfarver : polyurethan/acrylat, glycolforb.
- * UV-farver : epoxyacrylat, acrylmonomere

Ingen af de nævnte stoffer har været undersøgt specifikt i forbindelse med effekten på renseanlæg. Stofferne er derfor søgt vurderet ud fra kemiske egenskaber og hovedgruppering, hvor lignende stoffer kan give indtryk af niveauet for omsætning og påvirkning.

Generelt kan de fleste vandopløselige komponenter karakteriseres ved opbygning af relativt simple enheder før hærdning f.eks. acrylforbindelser, glycoler, urethan og ved delvise hærdninger f.eks. etherbindinger (epoxybinding).

Nitrifikation

Følgende stoffliste er valgt ud fra ovenstående sammenligning og tilgængelige data (Richardson, 1985).

Nitrifikation er et udtryk for mikroorganismers biologiske omsætning.

Tabel 9.4.1 Koncentration og hæmmende effekt på nitrifikation i renseanlæg.

Stof	Hæmmende effekt på nitrifikation	Undersøgt koncentration
ethylacetat	50%	18.000 mg/l
acetone	75%	2.000 mg/l
propanol	50%	20.000 mg/l
ethylurethan	75%	1.780 mg/l
diethylenglycol	ingen	200 mg/l
methanol	50%	160 mg/l

Af tabellen ses, at renseanlæggets biologiske og kvælstofomsættende mikroorganismer kan tolerere relativt høje koncentrationer før en hæmmende virkning må forventes. Til sammenligning kan det nævnes, at methanol nogle steder tilsættes renseanlæggene (i små mængder) som ekstra kulstofkilde ved kvælstoffjernelsen.

Det er således primært mængden af forureninger i spildevandet, der bestemmer den kemiske belastning af renseanlæggene samt disses kapacitet, og det skal i denne forbindelse nævnes, at såfremt det påtænkes at udlede spildevand fra afvaskningen af rammer, skal der gives en udledningstilladelse fra den kommunale myndighed.

9.4.3 Luftforurening

Forurening af luften med opløsningsmidler kan give lokale skader og gener bl.a. i form af lugtgener for naboer og indeklimagener i boliger placeret over serigrafiske værksteder.

Desuden kan de til luften udledte opløsningsmidler indgå i fotokemiske processer, hvor de medvirker til dannelse af fotokemisk smog (fotokemiske oxidanter).

Fotokemisk smog består af meget reaktive stoffer, der bl.a. kan give regionale skader på planter og nedbryde visse materialer. Ved høje koncentrationer kan smoggen desuden være sundhedsskadelig.

På grund af dette vil en "skorstensløsning" på luftforureningsproblemet

være illusorisk - uanset afkasthøjden.

Substitution

Den bedste og på længere sigt sandsynligvis også den billigste metode til begrænsning af opløsningsmiddelemissionen er at substituere de luftforurenende produkter med uskadelige eller mindre skadelige produkter.

Det samlede forbrug af organiske opløsningsmidler estimeres til at være ca. 350 tons pr. år, hvoraf de 250 tons er bidrag fra farverne og resten fra rensesvæskerne.

Skiftes der i alle tilfælde til opløsningsmiddelfattige farver med et gennemsnitligt indhold af opløsningsmidler på ca. 10%, vil det samlede bidrag fra farverne falde ca. 5 gange.

Ud fra de opstillede miljøprofiler vurderes det, at der fra virksomheder med et stort forbrug af opløsningsmiddelbaserede farver vil emitteres opløsningsmidler til luften svarende til ca. 80% af virksomhedens opløsningsmiddelforbrug.

På virksomheder, der alene anvender UV-farver, bruges der kun opløsningsmidler til afvaskning af rammerne. Her vil luftforureningsandelen af virksomhedens opløsningsmiddelforbrug ligge på ca. 30%, mens bidraget til farveslam og spildevand vil være tilsvarende højere, da der er tale om tungtflygtige opløsningsmidler. Et skift fra opløsningsmiddelbaserede farver til UV-farver vil således reducere luftforureningsbidraget med ca. 2/3.

Anvender en virksomhed kun vandfortyndbare farver, men stadig opløsningsmidler til rammevask, vurderes luftforureningsandelen at være lidt større end for UV-farver, da de vandfortyndbare farver som nævnt indeholder ca. 10% organisk opløsningsmiddel. Sker rammevasken derimod med vand alene, bliver luftforureningsbidraget minimalt.

Luftrensning

En anden metode til begrænsning af opløsningsmiddelemissionen er anvendelse af renseteknikker. Der findes en række sådanne teknikker, hvoraf følgende skal omtales:

- * adsorption med aktiv kulfilter, hvor det er muligt til en vis grad at genvinde opløsningsmidlerne
- * katalytisk forbrænding, hvor det er muligt at genvinde varmen
- * biologisk nedbrydning.

Aktiv kulfilter

Aktiv kul er et højporøst materiale, der fremstilles af f.eks. kul, olie eller skaller af kokosnød. Det færdige produkt, ofte et granulat, udmærker sig ved at have en meget speciel porestruktur, dels makroporer der giver adgang til materialet, dels mikroporer der anvendes til adsorption af f.eks. opløsningsmidler (Mortensen, 1982).

Regenerering

Ved regenerering af filtrene kan man genvinde opløsningsmidlerne. Er der tale om multikomponente opløsningsmidler sker regenereringen normalt ved hjælp af overhededt damp, som derefter kondenseres i en organisk fase (aromater, terpentin, xylene mv.) og en vandfase (acetone, ethanol mv.). Opløsningsmidlerne i den organiske fase vil som regel

kunne genanvendes direkte, mens vandfasen må destilleres til den ønskede renhed er opnået. En anden mulighed er at anvende den genvundne opløsningsmidler som brændsel (Strøm, 1982).

Det brugte aktive kul vil altid uanset regenerering være så stærkt forurenet, at det skal bortskaffes som kemikalieaffald.

Forbrænding

Ved den katalytiske eller termiske forbrændingsproces, vil opløsningsmiddeldampene destrueres til stoffer som vand og kuldioxid (CO_2). Under processen frigøres opløsningsmidlernes totale brændværdi, som herefter kan udnyttes i en varmeveksler. Investeringsomkostningerne for sådanne anlæg ligger på 5-7 millioner kr.

De mængder CO_2 , der dannes ved forbrændingen, vil desuden (om end i begrænset omfang) bidrage til drivhuseffekten.

Biologisk nedbrydning

Ved den biologiske nedbrydningsproces (biofiltre) vil mikroorganismer omdanne opløsningsmiddeldampene til bl.a. vand, kuldioxid og ny biomasse. Teknikken er i første omgang blevet anvendt til rensning/behandling af letnedbrydelige lugtstoffer i landbruget, ved affalds- og rensningsanlæg samt ved kødfoderfabrikker.

Senere er teknikken blevet videreudviklet, så den i dag især i Tyskland også anvendes til fjernelse af opløsningsmiddelforureninger fra virksomheders afgangsluft (Bioclean 1990, Windsperger et al 1990).

Ingen af de omtalte renseteknikker er således miljømæssigt neutrale, og de vil ved en eventuel etablering kun være rentable at anvende på virksomheder med et meget stort opløsningsmiddelforbrug.

10. Litteraturliste

AGI (1990). Alle taler om miljøet. Agfa gør noget ved det. *Aktuel Grafisk Information* 1990; 221: 82-83.

Anonymous (1989). Farveblanding med computerhjælp. *Serigrafen* 1989; nr. 3: 31.

Anonymous (1990). VOC emission (Holland). Ikke offentligt tilgængelig konsulentrapport, 1990.

At (1985). Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 199 af 26. marts 1985 om epoxyharpikser og isocyanater mv.

At (1988). At-anvisning nr. 3.1.0.2 om grænseværdier for stoffer og materialer. Arbejdstilsynet, april 1988.

Bioclean (1990). Brochuremateriale fra firmaet Bioclean GmbH, Lagenhagen, Tyskland.

Brinch O. Håndbog i grafisk produktion. Den grafiske højskole. Forlaget Grafisk Litteratur, 1986.

BSR (1990). Vejledning om UV-farver og -lakker. Det Grafiske Branchesikkerhedsråd, 1990.

DS (1989). Industristatistik 1988. Danmarks Statistik.

DS (1987-1989a). Varestatistik for industri. Danmarks Statistik, 1987-1989.

DS (1987-1989b). Udenrigshandel. Danmarks Statistik, 1987-1989.

Engström K. Ftalater. Nordiska expertgruppen för gränsvärdesdokumentation. *Arbete och Hälsa* 1982:12.

EØF (1990). Berigtigelse til Kommissionens direktiv 90/128/EØF af 23. februar 1990 om plastmaterialer og -genstande bestemt til at komme i berøring med levnedsmidler. *De Europæiske Fællesskabers Tidende*, nr. L 349/26, 13/12-90.

Forester WK. Deinking af UV-cured inks. *Tappi J* 1987; 70: 127-130.

Hansen MB. Personlig meddelelse fra Merete Beck Hansen, Kommunekemi A/S, februar 1991.

Juhl NF. Personlig meddelelse fra direktør Niels F. Juhl, Juhl A/S, 1990 og 1991.

Kraks Grafiske Katalog. Kraks forlag AS, 1990.

Larsen I. Genanvendelse og spildudnyttelse i industrien - nye tendenser i den teknologiske udvikling. RUC/Tek-Sam, 1984.

Lauritsen KB. Renere teknologi i den grafiske branche. Miljøprojekt nr. 169, 1991. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen.

Magee B. Screen printing primer. Series on Printing Processes. The Graphic Arts Technical Foundation. Pennsylvania, USA, 1985.

MK (1990). Serigrafi i København. En brancheundersøgelse. Miljøkontrollen (MK) i Københavns kommune. Skriftserie nr. 1/1990.

Mortensen H. Begrænsning af opløsningsmiddelemmission og genvinding af opløsningsmidler. Färg och Lack Scandinavia 1982; 6: 107-110.

Nielsen A. Personlig meddelelse fra Arne Nielsen, Grønlund Maskinfabrik A/S, april 1991.

Olsen O. Personlig meddelelse fra Ole Olsen, Royal Copenhagen A/S, 1990.

Olsen E, Seedorff L, Laursen B. Organiske opløsningsmidler. Kortlægning af anvendelsen og forekomsten af dampe. Arbejdstilsynet, AMI-rapport nr. 26/1988.

PIAC (1983). Safety in the use of inks, varnishes and lacquers cured by ultra-violet light. Printing Industry Advisory Committee (PIAC). Her Majesty's Stationery Office, England, 1983.

Richardson M. Nitrification inhibition in the treatment of sewage. Thames Water Authority, UK, 1985.

Seedorff L. Serigrafisk produktion. Kemiske risici og substitution. Arbejds miljøfondet, 1990.

Stephens J. Screen process: a practical guide. Blueprint Publishing, London, 1987.

Strøbæk E. Farver til serigrafi. 2. Udgave. Erik Strøbæk A/S, 1982.

Strøbæk E. Personlig meddelelse fra direktør Erik Strøbæk, E. Strøbæk A/S, 1990 og 1991.

Strøm H. Fordampende opløsningsmidler kan give betydelig varmegevinst. De Grafiske Fag, september 1982: 241-242.

Sørensen PH. Personlig meddelelse fra Per H. Sørensen, Vestas Aircoil A/S, 1991.

Sørensen PS. Personlig meddelelse fra Preben H. Sørensen, E. Friis-Mikkelsen A/S, 1990.

Thillemann C. Der er penge i renere miljø. Aktuell Grafisk Information 1988; 199: 62-71.

Thomas JA, Thomas MJ. Biological effects of di-(2-ethylhexyl)phthalate and other phthalic esters. CRC Crit Rev Toxicol 1984; 13: 283-317.

Törnkvist L. Grafisk tryk teknik. Bogförlaget Spektra. Halmstad, Sverige, 1987.

Wallström E. Personlig meddelelse fra Eva Wallström. En Pro Aps, febr. 1991.

Windsperger A, Buchner R, Stefan K. Reinigung lösungsmittelhaltiger Abluft mit Biofiltern. Staub-Reinhaltung der Luft 1990; 50: 465-470.

Bilag 1

Liste over leverandører af serigrafiske farver, der har bidraget med oplysninger til projektet.

Drubin/Lorilleux A/S

E. Friis Mikkelsen A/S

C.C. Hermann A/S

Juhl A/S

Hugo V. Larsen A/S

Erik Levison ApS

3M A/S

Mercantas A/S

Ryttergaard A/S

Sincotron A/S

Strøbæk A/S

A/S Torda Fabrikker

Udesens Grafiske Fagcenter A/S

REGISTRERINGSBLAD

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K

Serietitel, nr.: Miljøprojekt, 176

Udgivelsesår: 1991

Titel:
Opløsningsmiddelfattige serigrafifarver

Undertitel:

Forfatter(e):
Seedorff, Lisbet

Udførende institution(er):
Miljøstyrelsen. Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi (spons); COWIconsult A/S

Resumé:
Det har været projektets formål at kortlægge de opløsningsmiddelfattige farvers tekniske anvendelighed ved tryk på forskellige trykmaterialer samt at belyse, hvilke miljøbelastninger de giver anledning til.

Emneord:
serigrafi; organiske opløsningsmidler; substitution; procesteknik; brancheanalyser; trykfarver; affald; emissioner; spildevand; arbejdsmiljø

ISBN: 87-503-9268-9

ISSN: 0105-3094

Pris (inkl. moms): 70 kr.

Format: A4

Sideantal: 68

Md./år for redaktionens afslutning: juni 1991

Oplag: 400

Andre oplysninger:

Tryk: Notex-Grafisk Service Center as

