

# Brancheorientering for tekstilfarvning og -tryk



# Indhold

FORORD	5
1 INDLEDNING	7
1.1 IPPC-DIREKTIVET OG BREF	7
1.2 DEN DANSKE TEKSTILINDUSTRI	9
1.3 INDHOLD OG LÆSEVEJLEDNING	9
1.4 FORMÅL OG AFGRÆNSNING	10
2 PROCESSER I TEKSTILINDUSTRIEN	11
2.1 FORBEHANDLING	11
2.1.1 <i>Svidning</i>	13
2.1.2 <i>Forvask</i>	13
2.1.3 <i>Afsletning</i>	14
2.1.4 <i>Blegning</i>	14
2.1.5 <i>Mercerisering (bomuld)</i>	15
2.1.6 <i>Valkning (filtning af uld)</i>	16
2.1.7 <i>Betyngning (silke)</i>	16
2.1.8 <i>Termofiksering (syntetiske fibre)</i>	16
2.2 FARVNING	17
2.2.1 <i>Teknologier indenfor tekstilfarvning</i>	17
2.2.2 <i>Farvestoffer</i>	19
2.2.3 <i>Hjælpstoffer</i>	23
2.3 TRYK	24
2.3.1 <i>Teknologier indenfor tryk</i>	25
2.3.2 <i>Tryk med pigment</i>	25
2.3.3 <i>Tryk med farvestoffer</i>	25
2.4 EFTERBEHANDLING	26
2.4.1 <i>Hvidtning</i>	27
2.4.2 <i>Blødgøring</i>	27
2.4.3 <i>Easy-care</i>	28
2.4.4 <i>Vandafvisende</i>	28
2.4.5 <i>Flammehæmning</i>	29
2.4.6 <i>Antibaktiel</i>	30
2.4.7 <i>Antistatisk</i>	30
2.4.8 <i>Antifilt</i>	31
2.5 VASK OG TØRRING	31
2.6 BELÆGNING OG LAMINERING	32
2.7 TEKSTILE GULVBELÆGNINGER	32
2.7.1 <i>Tuftning</i>	32
2.7.2 <i>Farvning</i>	33
2.7.3 <i>Efterbehandling</i>	33
2.7.4 <i>Bagsidepålægning</i>	33
2.7.5 <i>Tekstilbagside</i>	33
3 BAT I TEKSTILINDUSTRIEN	35
3.1 BAT GENERELT	35
3.1.1 <i>Miljøledelse</i>	35
3.1.2 <i>Miljøvurdering af kemikalier (scoresystemet)</i>	39
3.2 FORBEHANDLING	40
3.2.1 <i>Svidning</i>	40

<b>3.2.2</b>	<b><i>Forvask</i></b>	<b>40</b>
<b>3.2.3</b>	<b><i>Afsletning</i></b>	<b>42</b>
<b>3.2.4</b>	<b><i>Mercerisering</i></b>	<b>45</b>
<b>3.2.5</b>	<b><i>Blegning</i></b>	<b>45</b>
<b>3.2.6</b>	<b><i>Termofiksering</i></b>	<b>48</b>
<b>3.3</b>	<b>FARVNING</b>	<b>49</b>
<b>3.3.1</b>	<b><i>Stykkfarvning</i></b>	<b>50</b>
<b>3.3.2</b>	<b><i>Semikontinuerlig og kontinuert indfarvning</i></b>	<b>52</b>
<b>3.3.3</b>	<b><i>Farvning af bomuldsmetervarer</i></b>	<b>53</b>
<b>3.3.4</b>	<b><i>Farvning af uld og silkemettervarer</i></b>	<b>58</b>
<b>3.3.5</b>	<b><i>Farvning af polyester metervarer</i></b>	<b>60</b>
<b>3.4</b>	<b>TRYK</b>	<b>62</b>
<b>3.4.1</b>	<b><i>Fladtryk</i></b>	<b>63</b>
<b>3.4.2</b>	<b><i>Rotationstryk</i></b>	<b>64</b>
<b>3.4.3</b>	<b><i>Jettryk</i></b>	<b>65</b>
<b>3.4.4</b>	<b><i>Pigmenttryk</i></b>	<b>66</b>
<b>3.4.5</b>	<b><i>Tryk med farvestoffer</i></b>	<b>67</b>
<b>3.5</b>	<b>EFTERBEHANDLING</b>	<b>68</b>
<b>3.6</b>	<b>VASK OG TØRRING</b>	<b>70</b>
<b>3.7</b>	<b>TEKSTILE GULVBELÆGNINGER</b>	<b>72</b>
<b>3.7.1</b>	<b><i>Tuftning</i></b>	<b>72</b>
<b>3.7.2</b>	<b><i>Farvning</i></b>	<b>72</b>
<b>4</b>	<b>BAT-OVERSIGT</b>	<b>75</b>
<b>5</b>	<b>HENVISNINGER</b>	<b>83</b>
<b>5.1</b>	<b>RELEVANTE INTERNETADRESSER:</b>	<b>83</b>
<b>5.2</b>	<b>UDVALGTE PUBLIKATIONER</b>	<b>83</b>
<b>6</b>	<b>ORDLISTE/FORKORTELSER</b>	<b>85</b>
	<b>Bilag A: Scoresystem for sortering af kemikalier</b>	<b>87</b>

# Forord

Godkendelses- og tilsynsarbejdet for industrivirksomheder skal baseres på den bedste tilgængelige teknik, herunder EU's såkaldte BREF dokumenter, der udarbejdes i forlængelse af IPPC direktivet.

Denne orientering formidler EU's BREF dokument for tekstilindustrien: "Reference Document on Best Available Techniques for the Textile Industri, July 2003".

Orienteringen omfatter kun de teknologibeskrivelser og de bedste tilgængelige teknikker (BAT) fra BREF-dokumentet, der har relevans for den danske tekstilindustri. Orienteringen er skrevet primært til brug ved miljøgodkendelse af virksomheder, omfattet af listepunkt E 102 "Virksomheder, der foretager forbehandling (vask, blegning eller mercerisering) eller farvning af fibre eller tekstilstoffer med en behandlingskapacitet på mere end 10 tons pr. dag". Den er også relevant i forbindelse med miljøgodkendelse af virksomheder, omfattet af listepunkt E 206 "Virksomheder, der foretager forbehandling (vask, blegning eller mercerisering) eller farvning af fibre eller tekstilstoffer med en behandlingskapacitet på mindre end eller lig med 10 tons pr. dag. Virksomheder, der foretager anden form for tekstil vådbehandling, dog undtaget vaskeri". Orienteringen er tiltænkt både virksomheder og myndigheder.

Orienteringen kan betragtes som et individuelt dokument, der kan læses og bruges selvstændigt, og der er referencer til det originale BREF-dokument. Dette giver læseren mulighed for at undersøge særlige emner mere dybtgående, idet BREF-dokumentet indeholder flere tekniske detaljer. Den engelske originaludgave af BREF-dokumentet findes på:  
[ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/txt\\_bref\\_0703.pdf](ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/txt_bref_0703.pdf)<sup>1</sup>.

Orienteringen er skrevet af Anne Mette R. von Benzon og Pia Mayoh, COWI A/S, og Tove Andersen, Videncenter for miljøvenlige tekstiler og sko (TEKO-center).

Den er udarbejdet i 2003 – 2004 og lettere bearbejdet i 2010.

Aage K. Feddersen, Dansk Tekstil og Beklædning, Benny Hansen, Danish Colour Design A/S, Mette Hald og Anders Toft, Midtjysk Farveri A/S, Kurt Nedergaard, Gabriel A/S, Børge Dahl, Ikast Kommune, Anni Skov, Ringkjøbing Amt, Graham Schmidt, Clariant A/S, Peter Lund, Ciba Specialty Chemicals A/S Denmark og Ulla Ringbæk, Miljøstyrelsen har bidraget med fagligt input.

---

<sup>1</sup> For yderligere information om BREF og BAT henvises til Miljøstyrelsens hjemmeside [www.mst.dk](http://www.mst.dk). Se under Virksomhed og myndighed – Industri – BAT-bedst tilgængelige teknik.



# 1 Indledning

## 1.1 IPPC og BREF

Med gennemførelsen af IPPC-direktivet i 1999 blev princippet om bedste tilgængelige teknik (BAT) endnu en gang slået fast. Krav til den enkelte virksomhed skal stilles på baggrund af en individuel vurdering af virksomhedens muligheder for at anvende BAT samt under hensyn til omgivelsernes sårbarhed.

For i-mærkede listevirksomheder betyder IPPC-direktivet bla., at godkendelsesmyndigheden ved behandling af ansøgninger om godkendelse skal tage hensyn til de BREF-dokumenter, som EU-Kommissionen udsender. Disse BREF-dokumenter fastlægger, hvad der må betragtes som den bedste tilgængelige teknik (BAT) inden for de industrielle brancher, som IPPC-direktivet omfatter.

BREF-dokumenterne er tekniske dokumenter og har som formål at beskrive en branches produktionsprocesser og identificere de miljøpræstationer, der er opnåelige ved at anvende bedste tilgængelige teknikker. BREF-dokumenterne udgør et fyldigt informationsmateriale. De indeholder ikke bindende emissionsgrænseværdier, men alene referenceværdier.

EU Kommissionen vedtager BREF-dokumenterne formelt og oversætter resuméet til dansk. De færdige BREF-dokumenter er meget omfattende og typisk på flere hundrede sider. De er udarbejdet i tekniske arbejdsgrupper, der er sammensat af eksperter fra forskellige lande, som tilsammen repræsenterer både miljømyndigheder, industrien, forskningsinstitutter og NGO'er, og under ledelse af det Europæiske IPPC-kontor i Sevilla.

Der er i alt udarbejdet 33 BREF-dokumenter. 27 er som dette branchespecifikke og henvender sig til udvalgte brancher. 6 BREF-dokumenter er tværgående og henvender sig til en række virksomheder i forskellige brancher og sektorer.

Yderligere information om BAT og BREF-dokumenterne kan fås på [www.mst.dk](http://www.mst.dk). Se under Virksomhed og myndighed - Industri.

## IPPC-direktivets definition af BAT

BAT er:

*”Det mest effektive og avancerede trin i udviklingen af aktiviteter og driftsmetoder, som er udtryk for en given tekniks principielle praktiske egnethed som grundlag for emissionsgrænseværdier med henblik på at forhindre eller, hvor dette ikke er muligt, generelt begrænse emissionerne og påvirkningen af miljøet som helhed.*

Der forstås ved:

**Teknik:** både den anvendte teknologi og den måde, hvorpå anlæg konstrueres, bygges, vedligeholdes, drives og lukkes ned.

**Tilgængelig:** udviklet i en målestok, der medfører, at den pågældende teknik kan anvendes i den relevante industrisektor på økonomisk og teknisk mulige vilkår, idet der tages hensyn til omkostninger og fordele, uanset om teknikken anvendes eller produceres i den pågældende medlemsstat eller ej, når blot driftslederen kan disponere over teknikken på rimelige vilkår.

**Bedste:** mest effektive teknik til opnåelse af et højt generelt beskyttelsesniveau for miljøet som helhed.”

*(IPPC-direktivets art. 2, stk. 1<sup>2</sup>)*

Definitionen af BAT indebærer, at teknikken skal være udviklet og afprøvet – herhjemme eller i udlandet – i en målestok, der medfører, at den pågældende teknik kan anvendes i den pågældende branche. Det er desuden en forudsætning, at teknikken kan indføres i den relevante branche på økonomisk holdbare betingelser.

### ***Virksomheder skal basere sine aktiviteter på BAT***

I-mærkede virksomheder har pligt til i forbindelse med en ansøgning om miljøgodkendelse at undersøge og vurdere mulighederne for at anvende BAT. Den enkelte virksomhed skal altså kunne redegøre for, om valget af teknologi bygger på BAT, og herunder overveje mulighederne for substitution af miljøskadelige stoffer, energi- og råvarebesparelser, renere teknologi, affaldsminimering mv.

Ved godkendelse af en i-mærket virksomhed vil de relevante BREF-dokumenter blive lagt til grund ved vurderingen af, om virksomhedens indretning og drift er baseret på BAT. Godkendelsesmyndigheden kan derfor forvente, at i-mærkede virksomheder orienterer sig i de relevante BREF-dokumenter, når de udarbejder en ansøgning om miljøgodkendelse.

### ***Miljømyndighedens afgørelser skal baseres på BAT***

Princippet om anvendelse af BAT skal lægges til grund for behandling af alle sager efter miljøbeskyttelsesloven, dvs. både ved godkendelse og ved revurdering af listevirksomheder og ved vurdering af ikke-godkendelsespligtige virksomheder. Der skal lægges vægt på, at den samlede forurening af omgivelserne begrænses mest muligt.

Godkendelsesmyndigheden må ikke meddele godkendelse uden at have sikret sig, at virksomhedens indretning og drift er baseret på BAT for den pågæl-

<sup>2</sup> Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/1/EF af 15. januar 2008 om integreret forebyggelse og bekæmpelse af forurening.



dende virksomhedstype. Myndigheden skal så vidt muligt fastsætte kravene til virksomhederne som fx grænseværdier svarende til det forureningsniveau, der kan opnås ved anvendelsen af BAT. Det udelukker ikke, at myndigheden stiller konkrete krav til fx indretning og drift, kontrolmetoder mv. Der bør dog normalt ikke stilles krav om anvendelse af en specifik teknologi, da virksomheden selv skal kunne vælge, hvordan den vil opfylde de stillede krav.

For i-mærkede listevirksomheder skal godkendelsesmyndigheden tage hensyn til informationen i de relevante BREF dokumenter ved behandling af ansøgninger om miljøgodkendelse. Relevante BREF dokumenter omfatter både de sektorspecifikke og de tværgående.

## 1.2 Den danske tekstilindustri

Den danske tekstilindustri har dybe rødder i Midtjylland, hvor den startede baseret på fåreavl og uldhandel. I 1950 toppede beskæftigelsen i tekstilindustrien, men fra da er beskæftigelsen faldende indtil et niveau i dag, hvor størstedelen af den tilbageværende tekstilindustri producerer sine varer i udlandet. 90 % af de danske tekstilvirksomheder har i dag under 50 ansatte, som primært er beskæftiget inden for design, køb/salg og administration, mens kun et begrænset antal er beskæftiget med produktion.

Der er i dag omkring 25 farverier og 15 trykkerier i Danmark. Virksomhederne varierer i størrelse og produktion fra meget små virksomheder med få ansatte til større virksomheder med op til 150 medarbejdere. Farvning af strikkede bomuldsmetervarer ved hjælp af batchprocesser på jet maskiner samt farvning af PES-garner til bilindustrien udgør den største produktion på farverierne, mens pigmenttryk på rotationstrykmaskiner udgør størstedelen af produktionen på trykkerierne.

Branchen er i dag kendetegnet ved brug af underleverandører i ind- og udland og ved at have et højt teknologisk niveau indenfor strikkerier, farverier og trykkerier. Omkring 85 % af dansk tekstilproduktion går til eksport i primært Skandinavien og Europa. Konkurrencen på standardvarer bliver stadig hårdere og er fokuseret omkring pris og leveringstid, mens miljø- og kvalitetskrav er blevet en mulighed for at adskille sig fra billige importvarer.

## 1.3 Indhold og læsevejledning

Kapitel 2: Indeholder en generel beskrivelse af våd-behandlingsprocesser i tekstilindustrien, det vil sige forbehandling, farvning, tryk og efterbehandling.

Kapitel 3: Indeholder udvalgte BAT løsninger, der er centrale og relevante for den danske tekstilindustri.

Kapitel 4: BAT Matrix, der er en kort oversigt over BAT-løsninger knyttet til processerne.

Kapitel 5: Indeholder henvisninger og relevante internetadresser

Ved opbygning af brancheorienteringen er der lagt vægt på, at hvert afsnit skal kunne læses selvstændigt, og at læseren via referencer guides til at kunne finde den detaljerede tekniske beskrivelse i BREF-dokumentet.

## 1.4 Formål og afgrænsning

Denne brancheorientering er skrevet til brug ved miljøgodkendelse af farveri- og trykkerivirksomhed og som et indspil om renere teknologi til brug for den danske tekstilindustri generelt.

Brancheorienteringen er en sammenfatning af EU's BREF-dokument "Reference document on Best Available Techniques for the Textile Industry, July 2003" (efterfølgende omtalt som BREF-dokumentet) med udgangspunkt i, hvilke Best Available Techniques (BAT, bedste tilgængelige teknikker), som er relevante for dansk tekstilproduktion.

De største miljøpåvirkninger fra tekstilproduktion stammer fra forbehandling, farvning, efterbehandling og tryk, og det er også denne type virksomhed, som er omfattet af listen over godkendelsespligtige virksomheder i henhold til miljølovens kapitel 5. Derfor er afsnittet vedrørende forbehandling, farvning, efterbehandling og tryk dominerende i brancheorienteringen. EU's BREF-dokument indeholder også afsnit om andre miljømæssigt væsentlige BAT teknikker fra fiberproduktion til produktion af færdigvaren; men kun afsnit, som er relevante for den danske tekstilproduktion, er medtaget i denne brancheorientering. Fx. er BREF-dokumentets afsnit om fiber- og garnproduktion ikke medtaget, idet det udgør en meget lille del af den danske tekstilindustri.

Andre miljømæssige fokusområder i den danske tekstilindustri er store mængder stofaffald, som sendes til forbrænding, samt problemer med anvendelse af tungmetaltholdigt slam fra renseprocesser. Disse problemstillinger er imidlertid ikke omtalt i BREF-dokumentet og er derfor heller ikke medtaget i denne brancheorientering.

De beskrevne BAT-løsninger er ikke prioriterede, og det er vigtigt, at de anvendes som elementer til en helhedsvurdering af virksomhedens miljøarbejde. Det er ikke muligt ud fra denne brancheorientering direkte at sammenligne forskellige virksomheders miljøresultater.

## 2 Processer i tekstilindustrien

Tekstiler gennemgår følgende hovedprocesser gennem deres livscyklus "fra vugge til grav":

Fiberproduktion - Garnproduktion - Metervareproduktion - Færdigvareproduktion - Brug - (Genbrug) - Bortskaffelse (affald).

Størstedelen af tekstilindustrien i Danmark beskæftiger sig i dag udelukkende med design, indkøb og salg og får en stor del af produkterne produceret i udlandet. Der er kun en meget begrænset produktion af tekstilfibre og garn i Danmark. En undtagelse er dog industriel garnproduktion af kunstgarner til autobranschen.

Hovedvægten i dette kapitel er derfor lagt på de miljøbelastende processer, der er forbundet med metervareproduktion og færdigvareproduktion.

Tekstilproduktion er forbundet med følgende væsentlige eksterne miljøpåvirkninger:

- Vandforbrug til vådprocesser og befugtning
- Elforbrug til maskiner og ventilation
- Varmeforbrug til opvarmning af procesvand og tørring
- Kemikalieforbrug
- Emissioner af skadelige stoffer i spildevand fra vådprocesser
- Tekstil- og emballageaffald
- Kemikalieaffald
- Emissioner af skadelige og/eller lugtende stoffer via luftafkast

Disse væsentlige miljøpåvirkninger er specielt knyttet til forbehandlings-, farve-, tryk- og efterbehandlingsprocesser. En undtagelse fra dette er tekstilaffald, som primært stammer fra fraskæring og fejlproduktion.

### 2.1 Forbehandling

For at opnå en ensartet og effektiv farvning og efterbehandling er det nødvendigt at fjerne fedt og urenheder og eventuelt blege fiberens naturlige farve, så den ikke påvirker indfarvning af de lyse farvenuancer.

Forbehandling af tekstiler skal således sikre:

- fjernelse af urenheder
- forberedelse af tekstilet til farveoptagelse
- afspænding af syntetiske fibre

Hvilken forbehandling der vælges afhænger af fibertypens egenskaber og det ønskede resultat.

De naturlige fibre opdeles i vegetabiliske fibre (bomuld, hør og hamp) og animalske fibre (uld, silke og mohair). Både de vegetabiliske og de animalske fibre indeholder fremmedstoffer (snavs, pesticider, voks), som er nødvendige at fjerne inden farvning og efterbehandling.

Nedenfor er beskrevet, hvilke fremmedstoffer der er almindelige at finde på de naturlige fibre:

- **Cellulose** (bomuld): Bomuldsfibren består af cellulose, pektin, voks og protein og kan være forurennet med snavs og forskellige kemikalier (pesticider, afhøvlingsmidler, vækstfremmer osv.). Under spindeprocessen tilføres fibren spindeolier eller voks, ved strikning bruges mineralske nåleolier, og ved vævning tilføres oftest slette. Forbehandling af bomuld har til formål dels at fjerne snavs, kemikalier, spinde-/nåleolier og slette og dels at forberede fibren til farvning. En bomuldsmetervare gennemgår typisk følgende forbehandlinger inden farvning: (svidning) - vask - (afsletning) - (mercerisering) - blegning.
- **Uld**: Uldfibren har et meget højt indhold af naturlig olie og fedt (lanolin) og tilføres kun begrænsede mængder spindeolier eller slette. Uldfibren kan være forurennet med snavs, insekticider og medicinrester. Forbehandling af uld har til formål af fjerne både den naturlige lanolin samt urenheder.  
En uldmetervare gennemgår typisk følgende forbehandlinger inden farvning: (karbonisering) - vask - valkning - blegning. I Danmark er det ikke almindeligt at bruge karboniserede eller forblegede uldfibre pga. de miljøeffekter, der er forbundet med disse processer. I stedet satser man på opkøb af fibre af høj kvalitet, der kun indeholder urenheder, som kan vaskes bort.
- **Silke**: Silkestråden består af fibroin omgivet af sericin (gummi). Sericinen udgør 20 - 40 % af fibren og kan fjernes i vask, hvis man ønsker en blød silke. For at genoprette den mistede tyngde fra sericinen kan silken efterfølgende betynges med tinsalte. En silkemetervare gennemgår således følgende forbehandlinger inden farvning: vask (afgumning) - betyngning.

Kemofibre deles typisk i 2 grupper: de regenererede og de syntetiske fibre. De regenererede fibre fremstilles på grundlag af naturens egne kemiske forbindelser, fx. træ, bomuldsaffald og lignende plantedele med højt celluloseindhold. Viskose er en af de vigtigste regenererede fibre.

Syntetiske fibre fremstilles ud fra kemiske forbindelser fra den petrokemiske industri, fx. olie og naturgas, som omdannes til et polymergranulat, der omsmeltet danner basis for en lang række filament- eller stabilfibre. De vigtigste syntetiske fibre er polyester, polyamid og polyakryl. Under spinning påføres kemofibre også forskellige spindeolier. Ved strikning bruges nåleolier, og ved vævning tilføres oftest slette. Vævede metervarer bestående af syntetiske fibre undergår termofiksering for at binde fibre til hinanden, hvor urenheder og tidligere påførte kemikalier kan medføre emission af flygtige organiske forbindelser (VOC).

Metervarer af kemofibre gennemgår typisk følgende forbehandlinger inden farvning: (afsletning) - termofiksering/vask - (mercerisering).

I Danmark er det ikke almindeligt, at kemofibre undergår mercerisering. I stedet satses på opkøb af syntetiske metervarer af høj kvalitet.

Nedenfor er de forskellige forbehandlinger kort omtalt.

### 2.1.1 Svidning

Svidning af vævede metervarer har til formål at fjerne løse fiberender, så man undgår "frosting", hvor overfladen er lysere og "rimet". Svidning foregår ved, at tekstilet passerer gennem en række gasflammer og derefter umiddelbart over i et afkølningsbad. Herved afkortes og lukkes enderne.

Metoden anvendes på bomuld og bomuldsblandinger, der har et trævlet udseende efter vævning. Metoden anvendes ikke på andre fibertyper.

### 2.1.2 Forvask

Formålet med at vaske en metervare inden blegning/farvning er primært at fjerne organiske urenheder (fedt, voks, proteiner, slette) og uorganiske salte (bla. kalcium-, magnesium- og aluminiumsalte samt jernforbindelser). Mængden af non-fibermateriale, der skal vaskes ud af tekstilet inden farvning, afhænger af fibertypen.

Vask (55 - 70°C) i en vandig opløsning af natriumhydroxid /natriumkarbonat tilsat forskellige additiver (afspændingsmidler, dispergeringsmiddel og reduktionsmidler) fjerner fedt og voks. For en mere effektiv fjernelse af såvel organiske som uorganiske salte kan alkalisk vask kombineres med en sur forvask. Der vaskes typisk i flere vaskeprocesser og afsluttes med skylning i rent vand samt tørring. Spildevand fra denne type vask vil have et højt COD indhold og indeholde svært nedbrydelige kemikalier som pesticid- og medicinrester.

#### **2.1.2.1 Cellulose (Bomuld)**

Bomuld, der indeholder mange forskellige typer forurening, vaskes typisk med varmt vand og natriumhydroxid/natriumkarbonat tilsat additiver. Vaskeprocessen kan kombineres med afsletning og blegning i en enkelt proces.

#### **2.1.2.2 Silke**

Vask af silke foregår på den rå fiber for at fjerne gummi-belægningen sericin. Hvilken type vask der vælges afhænger af, hvilket slutprodukt man ønsker. Afvaskning af sericin kan fortages på rågarnet eller på metervaren med sæbe eller syntetiske vaskemidler. Ønsker man ikke en fuldstændig udvaskning af sericin (til fx. stive skjortestoffer), kan man vaske i lunkent vand med en mild sæbe.

#### **2.1.2.3 Uld**

Uld indeholder op til 40 % naturlige fedtstoffer, snavs og kemikalierester (pesticider og medicin etc.). En stor del af dette non-fibermateriale vaskes af fibren allerede inden spinning af garnet. Dansk tæppe- og tekstilindustri køber vaskede uldfibre i udlandet. Der findes derfor ikke egentlige anlæg til vask af uldfibre i Danmark. Derimod foretager farverier og tæppeproducenter vask af strikkede og vævede uld-metervarer primært for at fjerne spindeolier og slette. Uldprodukter vaskes i en vandig opløsning af soda og bionedbrydelige vaskemidler. Processen er som ved vask af bomuld, men kræver en nøjagtig pH-styring og efterfølgende neutralisation med eddikesyre.

#### **2.1.2.4 Kemofibre (syntetiske)**

Vask af kemofibre skal primært fjerne rester af ikke reagerede stoffer (monomer og katalysator) fra polymeriseringsprocessen samt tilsatte stoffer som spindeolier og slette. Vask bør fortages inden thermofiksering af fibre, idet der ellers vil kunne emitteres sundhedsskadelige organiske stoffer.

### 2.1.3 Afsletning

Slette tilføjes kædegarnet for at hindre, at det knækker under vævning. For at opnå en effektiv og ensartet farvning og efterbehandling skal denne slette først fjernes. Hvilken metode, der er mest effektiv til fjernelse af slette, afhænger af egenskaberne af den påførte slette.

Der er to kendte metoder til afsletning:

- Enzymatisk afsletning med amylase
- Oxidativ afsletning med natriumhydroxid (NaOH), hydrogenperoxid ( $H_2O_2$ ) eller natriumpersulfat ( $Na_2S_2O_8$ )

Den mest anvendte metode i Danmark til fjernelse af slette fra tekstiler er enzymatisk afsletning, hvor tekstilet vaskes i en opløsning af varmt vand, enzym (amylase) og afspændingsmidler. Metoden er mest effektiv over for organiske slettemidler bestående af stivelse.

Oxidativ afsletning med natriumhydroxid eller hydrogenperoxid giver mulighed for også at fjerne uopløselig slette, som fx. nogle polyakrylater. Tekstilet placeres 16 - 24 timer i et bad bestående af natriumhydroxid eller hydrogenperoxid, afspændingsmiddel, kompleksdanner og andre hjælpekemikalier under konstant pH- og temperaturstyring.

#### **2.1.3.1 Cellulose (bomuld)**

En vævet bomuldsmetervare indeholder 80 - 200 g slette/kg. På vævede bomuldsvarer anvendes typisk følgende slettemidler: stivelse, polyvinylalkohol (PVA), carboxymethylcellulose (CMC) og polyakrylater ( $X-C_3H_4O_2$ ). I Danmark er den mest anvendte metode til afsletning af bomuld enzymatisk afsletning med amylase.

#### **2.1.3.2 Silke**

Der anvendes ikke slette til vævning af silke; derfor er afsletning ikke relevant i forbindelse med silke.

#### **2.1.3.3 Uld**

På grund af uldfiberens naturlige egenskaber anvendes der typisk ikke slette ved vævning og tufting af uldprodukter, hvorfor afsletningsprocesser kun i begrænset omfang er relevant for denne sektor. Anvendes slette til uld, er det typisk stivelsebaseret eller syntetisk.

#### **2.1.3.4 Kemofibre (syntetiske fibre)**

Indholdet af slette i vævede polyestervarer er 40 - 120 g/kg, bestående af polyvinylalkohol (PVA) eller svært nedbrydelige polyakrylater.

### 2.1.4 Blegning

Efter vask og afsletning er naturfibermetervaren fri for urenheder, men har stadig sin naturlige fiberfarve. Ønsker man at farve tekstilet i lyse farver, er det nødvendigt med en blegning inden.

De mest anvendte blegemidler er:

- Hydrogenperoxid ( $H_2O_2$ )
- Natriumhypoklorit ( $NaClO$ )
- Natriumklorit ( $NaClO_2$ )

Derudover findes der også optiske midler, der giver tekstilet et hvidligt udseende.

Blegning med hydrogenperoxid kan udføres alene eller i kombination med andre forbehandlinger som vask og afsletning. Tekstilet placeres i en vandig opløsning af hydrogenperoxid, natriumhydroxid (NaOH), kompleksdanner og aktivatorer ( $MgCl_2$ ,  $MgSO_4$ ) under konstant styring af pH (10 - 12) og temperatur (60 - 120 °C). Processen skal kontrolleres nøje for at minimere dannelse af fri  $OH^*$  radikaler, der kan nedbryde de organiske fibre.

Natriumhypoklorit er et meget reaktivt blegningsmiddel og er effektivt ved lave temperaturer (30°C) og moderat pH (9 - 11). Blegemidlet er på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer<sup>3</sup>, idet det er medvirkende til dannelse af organiske klorforbindelser, som er skadelige i vandmiljøet.

Blegning med natriumklorit, der er den mest skånsomme blegning, virker ved, at klordioxid binder sig til hydrofob farvede urenheder i fiberen. Natriumklorit ( $NaClO_2$ ) danner klordioxid ( $ClO_2$ ) ved lav pH (3,5 - 4) og høj temperatur (95 °C). Klordioxid er en syre, der kan virke ætsende på maskineri og fibre.

#### **2.1.4.1 Cellulose (Bomuld)**

I Danmark er blegning med hydrogenperoxid ( $H_2O_2$ ) udbredt og ofte kombineret med vask og om nødvendigt afsletning. Ønskes særligt hvide emner, tilføres optisk hvidt. Brugen af klorblegemidler er meget begrænset i Danmark.

#### **2.1.4.2 Silke**

Silke bleges med natriumdithionit ( $Na_2S_2O_4$ ) eller hydrogenperoxid ( $H_2O_2$ ), men det er svært at blege silke helt hvid.

#### **2.1.4.3 Uld**

Kun uld til polstergarner bleges for at opnå en ensartet farvning. I Danmark sker blegning i sjældne tilfælde med hydrogenperoxid ( $H_2O_2$ ) og ammoniumhydroxid ( $NH_4OH$ ) eller stabiliseret natriumdithionit ( $Na_2S_2O_4$ ).

#### **2.1.4.4 Kemofibre (syntetiske fibre)**

Kemofibre bleges med hydrogenperoxid, optisk hvidt og natriumdithionit ( $Na_2S_2O_4$ ), idet natriumhypoklorit kan skade fiberen. I enkelte tilfælde, hvor kemofiberen ikke kan bleges med hydrogenperoxid, anvendes der i stedet PER-eddikesyre (fx. peroxyethansyre  $C_2H_4O_3$ ). Blegning af syntetiske fibre baseret på olieprodukter er meget begrænset. Normalt er tilsætning af optisk hvidt tilstrækkeligt.

### 2.1.5 Mercerisering (bomuld)

Mercerisering øger styrken, dimensionsstabiliteten og glansen af en bomuldsmetervare.

De mest anvendte metoder er:

- mercerisering med tension
- kaustifikation uden tension

Princippet i mercerisering med tension for at forbedre glansen er, at tekstilet holdes udspændt og dyppes i 40 - 50 sekunder i et bad med natriumhydroxid

---

<sup>3</sup> Listen over uønskede stoffer 2009 - En signalliste over kemikalier, hvor brugen på længere sigt bør reduceres eller stoppe, Orientering fra Miljøstyrelsen, 3/2010.

(270 - 300 g/l). Temperaturen holdes lav for at undgå reaktion af fri OH\* radikaler. Man kan også holde temperaturen på kogepunktet, hvorved reaktionshastigheden stiger, og umiddelbart efter skylle med koldt vand. For at opnå en ensartet reaktion anvendes afspændingsmidler.

Kaustifikation er en reaktion med natriumhydroxid (145 - 190 g/l), hvor man tillader materialet at krympe. Temperaturen er moderat (20 - 30 °C). Metoden øger styrken og dimensionsstabiliteten samt evnen til at optage farve.

I Danmark er det ikke almindeligt, at bomuldsmetervarer merceriseres. I stedet opkøbes bomuldsfibre af høj kvalitet<sup>4</sup>.

#### 2.1.6 Valkning (filtning af uld)

Uldfibre har en speciel evne til at filtre sammen under fugtig varme og friktion. Uldfibren dyppes i et varmt sæbebad (vand og valkemiddel), hvorefter den presses sammen (via valser), indtil der dannes et tykt tæppe af filt. Til sidst vaskes i vand, og filten tørres i spændramme eller tørreovn.

I Danmark er denne proces almindelig til filt, der typisk anvendes til plaider, frakker og møbelstoffer. Processen er normalt ikke forbundet med alvorlige miljøeffekter, men nogle valkemidler kan dog indeholde svært nedbrydelige (APEO) og miljøskadelige stoffer (LAS).

#### 2.1.7 Betyngning (silke)

Betyngning er en proces, hvor silke behandles med tinsalte for at opnå en større tyngde i materialet.

Der er i dag to kendte metoder til betyngning:

- Betyngning med mineraler
- Betyngning med vinylmonomer

Betyngning med tin-tetraklorid (SnCl<sub>4</sub>) kan øge vægten af silken med op til 10 %. Processen er tidskrævende og forudsætter gentagen vask og badning i tinopløsning. Til sidst fikseres med natriumfosfat og natriumsilikat.

Tinsalt kan erstattes med vinylmonomer (methakrylamid (MAA)), og fiksering kan foretages med redoxmidler.

Ingen af de to nævnte metoder er særlig anvendt i Danmark, idet processen normalt foretages på rågarner i silkeproducerende lande.

#### 2.1.8 Termofiksering (syntetiske fibre)

Vævning af syntetiske fibre efterfølges oftest af en termofiksering (varmebehandling), hvor polymerkæderne stabiliseres. Termofiksering sikrer den rette massefylde og øger dimensionsstabiliteten. Termofiksering kan være problematisk, idet opvarmningen kan medføre emission af flygtige organiske forbindelser (VOC) fra spindeolie eller slette. Derfor anbefales det i Danmark, at der foretages vask inden termofiksering.

---

<sup>4</sup> Udtalelse fra Anders Toft, Midtjysk Farveri A/S.



## 2.2 Farvning

Indfarvning af et tekstil omfatter følgende processer:

- Tilberedning af farve
- Indfarvning
- Fiksering
- Vask og tørring

Farvestoffer og hjælpekemikalier afvejes og blandes i farvekøkkenet. De største miljøpåvirkninger i farvekøkkenet sker på grund af menneskelige fejl ved afmåling og spild. Indfarvning er den proces, hvor farvestoffet bringes i kontakt med tekstilet. I hvor høj grad farvestoffet reagerer med tekstilet afhænger af farvestoffets egenskaber og indfarvningsteknik. Fiksering af farven sker ved moderate til høje temperaturer og med hjælpekemikalier. Der er stor forskel på farvestoffernes fikseringsgrad og derved på mængden af ikke bundet farvestof og kemikalier, der udledes til spildevandet efter farvning og skylning.

### 2.2.1 Teknologier indenfor tekstilfarvning

Til indfarvning af strikkede eller vævede metervarer kan farvningsteknikken opdeles i to hovedtyper:

- Stykfarvning
- Semikontinuerlig og kontinuerlige farvning

Maskiner til stykfarvning omfatter:

- Haspelkufe
- Jet
- Bom
- Jigger
- Padle
- Tromle

Haspelkufemaskiner bruges især til stykfarvning af trikotage (strikkede metervarer) og gulvtæpper. I en haspelkufemaskine trækkes tekstilet ved hjælp af trisser gennem et procesbad/farvebad (Batch). Tekstilet holdes i konstant bevægelse, så der sikres en ensartet indfarvning af hele tekstilet.

Jetfarvemaskiner bruges også til stykfarvning af specielt trikotage. Jetfarvemaskiner er særligt anvendelige i forbindelse med indfarvning af strikkede polyesterblandinger, der kræver høje temperaturforhold. I en jetfarvemaskine sprøjtes farvevæsken ind i tekstilet via jetsluser, hvilket begrænser vandforbruget betydeligt. Trykket får tekstilet til at cirkulere gennem et procesrør uden at komme i berøring med væggene. Overflow-, softflow- og luftjetmaskiner er alle videreudviklinger af den traditionelle jet og kan benyttes til mere skrøbelige tekstiler, der ikke tåler høje vandtryk.

Bomfarvemaskiner bruges især til stykfarvning af vævede metervarer. Tekstilet, som er rullet på en præfereret cylinder, farves ved, at tekstilet holdes stille, og farvestoffet presses ind i cylinderen og diffunderer ud gennem tekstilet.

En Jigger bruges til stykfarvning af vævede metervarer. Den virker ved, at tekstilet gentagne gange passerer et farvebad mellem to trisser, der ruller tekstilet frem og tilbage. En ulempe ved denne metode er, at det kan være svært at opnå en ensartet farvning i starten og slutningen af en rulle.

Padle- og tromlefarvemaskiner bruges begge til indfarvning af færdigvarer. Padlen skubber tekstilet rundt i farvebadet, hvorimod en tromle selv drejer rundt (som en almindelig vaskemaskine), og tekstilet falder ned i farvebadet på grund af tyngdekraften.

I stykfarvning dyppes materialet skiftevis i forskellige reaktionsbade. Vigtig for stykfarvning er maskinens flotteforhold, hvilket vil sige forholdet mellem mængden af det materiale, der farves, og mængden af væske. Flotteforholdet har stor betydning for forbruget af vand og kemikalier og varierer fra maskine til maskine.

Nedenstående tabel viser flotteforhold for forskellige stykfarvningsmaskiner:

Materiale	Farvemaskine	Flotteforhold
Rundstrik	Haspelkufe	1:15 – 1:40
	Jet	1:4 – 1:20
Vævede ”open width”	Bom	1:8 – 1:15
	Jigger	1:3 – 1:10
Færdigvarer	Padle	1:60
	Tromle	Varierende

Tabel 2.1: Flotteforhold i stykfarvningsmaskiner

Maskiner til semikontinuerlig/kontinuerlig farvning omfatter:

- Foulard-Bom (Pad-batch)
- Foulard-Rulle (Pad-roll)
- Foulard-Jig (Pad-Jig)
- Foulard-Damp (Pad-stream)
- Foulard-Tørring (Pad-dry)
- Termosolering

For både semikontinuerlige og kontinuerlige farvemaskiner sker indfarvningen kontinuerligt i en foulardfarvemaskine. Tekstilet dyppes i et indfarvningskar, hvorefter det rulles gennem to trisser, der presser overskydende farvevæske tilbage til indfarvningskarret. Ved semikontinuerlige farvemaskiner som Foulard-Bom, Foulard-Rulle og Foulard-Jig sker imprægnering og vask diskontinuerligt i separate maskiner.

I Foulard-Bom farvemaskinen sker imprægnering direkte på foularden, hvorefter tekstilet vaskes i en separat vaskemaskine.

I Foulard-Rulle farvemaskinen tørres tekstilet efter indfarvning i infrarød ovn. Derefter fikses tekstilet langsomt i et dampkammer og vaskes til sidst i en separat vaskemaskine.

I Foulard-Jig farvemaskinen fikses tekstilet efter indfarvning i en jigger (se ovenfor) og vaskes eventuelt i en separat vaskemaskine.

Foulard-Damp farvemaskinen er kontinuerlig og særlig velegnet til indfarvning af vævede tekstiler med direkte-, vat-, svovl- og reaktive-farvestoffer. Maskinen består af en foulard-indfarvningsmaskine koblet til en ”Steamer” og en kontinuerlig vaskeenhed.

Foulard-Tørring farvemaskinen er kontinuerlig, hvor "steameren" er erstattet af en spændramme/hot-flue.

Termosolering bruges til indfarvning af polyester eller polyesterblandinger med disperse farvestoffer, der kræver høj temperatur for fiksering. En termosol består af imprægnering i en foulard, tørring i en infrarød ovn, tørring i en hot-flue og til sidst tørring og fiksering i en spændramme ved 200 °C.

I maskiner til semikontinuerlig/kontinuerlig farvning har flottesforholdet ikke den store betydning, idet det er samme farvebad, som bruges i tekstilets fulde længde. Derimod har koncentrationen af farve og dens evne til at binde sig stor betydning, idet tekstilet kun er i kontakt med farven i kort tid.

## 2.2.2 Farvestoffer

Hvilken farverecept der anvendes afhænger af farvningsproces, fibertype og ønsket farveeffekt.

Nedenfor i tabel 2.2. er vist, hvilke farvestoffer der typisk anvendes til forskellige fibertyper.

Farvestoffer	Cellulose	Uld	Silke	Akryl	Polyester	Polyamid
Syre		+	+			+
Kationiske (basiske)				+	(+)	
Direkte (substantive)	+		(+)			(+)
Dispergerende				(+)	+	+
Metal kompleks		+	+			+
Metalbejdse (mordant)		+	+			+
Naphthol (azo)	+				(+)	(+)
Reaktive	+	+	+			+
Svovlbaserede	+		(+)			
Kype (vat)	+					

Tabel 2.2.: Fiberspecifik farvestofsanvendelse

### 2.2.2.1 Syrefarvestoffer (BREF Appendiks 9.1)

Syrefarvestoffer bruges i forbindelse med indfarvning af polyamid, uld og silke. Syrefarvestoffer kan være azo-, anthraquinon-, triphenylmethan-, phthalocyanin-, xanthene- eller nitro-derivat farvestoffer. De er karakteriseret ved at være vandopløselige og indeholde aktive sulfonatgrupper ( $\text{HSO}_3^-$ ), der binder sig til aminogrunder i fiberen. Generelt er farvestofferne hydrofile og har en høj fikseringsgrad.

Farvning med syrefarvestoffer kræver brugen af pH-regulatorer ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$  m. fl.), egaliseringsmidler (ethoxileret fedtsyre-aminer) og evt. elektrolytter ( $\text{NaSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$  m.fl.).

Miljø og sundhed: (BREF tabel 9.1) Syrefarvestoffer har generelt lav økotoxicitet. Enkelte syrefarvestoffer er karakteriseret som sundhedsskadelige eller allergifremkaldende, og endelig er der visse azo-farvestoffer, som kan fraspalte kræftfremkaldende aromatiske aminer<sup>5</sup>.

#### **2.2.2.2 Kationiske (basiske) farvestoffer**

(BREF Annex 9.2)

Kationiske farvestoffer bruges i forbindelse med indfarvning af akryl, modificeret polyester (modificeret polyamid) og blandingsprodukter. De er karakteriseret ved at være opløselige i syre og indeholder aktive kationer - primært kvælstof, men også ilt eller svovl. Generelt har farvestoffet en høj fikseringsgrad, men ikke så god en farveægthed. Farvning med kationiske farvestoffer kræver brug af egaliseringsmiddel, elektrolytter og kondensator.

Miljø og sundhed: Kationiske farvestoffer kan være skadelige for vandorganismer, hvilket kan give problemer for rensningsanlæg (Blå 3,7,81, Rød 12, Violet 16 og Gul 21 klassificeret som sundhedsskadelige af ETAD<sup>6</sup>). På grund af deres fikseringsgrader, der nærmer sig 100 %, er miljøeffekterne ved brug af disse farvestoffer specielt knyttet til udledninger som følge af spild samt brugen af egaliseringsmidler, der er svært nedbrydelige.

#### **2.2.2.3 Direkte (substantive)-farvestoffer**

(BREF Appendiks 9.3)

Direkte farvestoffer bruges i forbindelse med indfarvning af bomuld, rayon, hør, hamp, silke og polyamid. Farvestofferne kan bla. være azoforbindelser og karakteriseret ved lange molekyler med aktive vandopløselige grupper (sulfonat- ( $\text{HSO}_3$ ), carboxyl (-COOH) - og hydroxylgrupper (-OH)). Generelt har farvestoffet en moderat til høj fikseringsgrad (64 – 96 %), men har ikke så god en farveægthed som fx. reaktive farvestoffer. Farvning med direkte farvestoffer kræver brug af elektrolytter, befugtningsmidler, dispergeringsmidler og kompleksbinder.

Miljø og sundhed: Kun farvestoffet Direct Orange 62 er klassificeret som sundhedsskadeligt af ETAD. Benzidinfarvestofferne er kræftfremkaldende. Flere azofarvestoffer inden for denne gruppe kan fraspalte kræftfremkaldende aromatiske aminer. Miljøeffekter ved brug af disse farvestoffer er knyttet til ikke fikseret farve og brugen af kompleksbinder.

#### **2.2.2.4 Dispergerende farvestoffer**

(BREF Appendiks 9.4)

Dispersionsfarvestoffer bruges i forbindelse med indfarvning af polyester, polyamid, akryl og (viskose). Farvestofferne er typisk azoforbindelser, men kan også være quinonforbindelser. De er karakteriseret ved lav molekylvægt og ved ikke at indeholde aktive vandopløselige grupper. Generelt har farvestoffet en høj fikseringsgrad (88 - 99 %) men en moderat farveægthed. Farvning med dispersionsfarvestoffer kræver brug af dispergeringsmidler samt reduktionsmidler efter farvning, og i forbindelse med tryk bruges fortykker og evt. carrier. Farvning med dispersionsfarvestoffer kræver brug af pH-regulatorer som eddikesyre (natriumacetat).

<sup>5</sup>Azocolorants in Textiles and Toys - Environmental and Health Assessment, Miljøprojekt, 416, 1998.

<sup>6</sup> Ecological and Toxicological Association of the Dyestuffs Manufacturing [www.etad.com](http://www.etad.com).

Miljø og sundhed: (BREF tabel 9.3) På grund af dispersionsfarvestoffernes ringe bionedbrydelighed og vandopløselighed adsorberes de i rensningsanlæggets aktive slamfase. Nogle af farvestofferne indeholder organiske halogener, der kan danne svært nedbrydelige komplekser (AOX) i spildevandet; men disse vil typisk også bindes i slamfasen. Flere dispersionsfarvestoffer betragtes som allergifremkaldende (Rød 1, 11, 15, 17; Blå 1, 3, 7, 26, 35, 102, 124; Orange 1, 3, 76; Gul 1, 9, 39, 49, 54, 64), og enkelte af azofarvestofferne kan fraspalte kræftfremkaldende aromatiske aminer. Dispergeringsmidlet, der specielt tilsættes pulverfarverne, er baseret på formaldehyd og er svært nedbrydelige. Halogeniserede carriers kan være årsag til frigivelse af VOC.

#### **2.2.2.5 Metalkompleksfarvestoffer**

(BREF Appendiks 9.5)

Metalkompleksfarvestoffer bruges i forbindelse med indfarvning af uld, silke og polyamid. Farvestofferne har hydroxyl-, karboxyl- eller aminogrupper, som kompleksbinder metalioner (Cr, Co, Ni, Cu). Generelt har farvestoffet en høj fikseringsgrad (85 - 98 %) og en god lysægtighed. Farvning med metalkompleksfarvestoffer kræver brug af pH-regulatorer, elektrolytter og egaliseringsmiddel.

Miljø og sundhed: (BREF Tabel 9.4) Metalkompleksfarvestoffer er varierende bionedbrydelige. Nogle farver indeholder organiske halogener og kan danne svært nedbrydelige komplekser (AOX) i spildevandet. Metalkompleksfarvestoffer kan indeholde tungmetaller, hvoraf mange ikke nedbrydes i rensningsanlægget og kan bioakkumuleres.

#### **2.2.2.6 Metalbejdser**

(BREF Appendiks 9.6)

Metalbejdser bruges i sjældne tilfælde i forbindelse med indfarvning af uld og silke. Bejdser er syrefarvestoffer, der er karakteriseret ved at danne komplekser med metaller som krom. Generelt har farvestoffet en høj fikseringsgrad og høj farveægtighed. Farvning med krombejdse kræver brug af kalium og dikromat eller kromat, pH-regulatorer, organiske syrer, og natrium- eller ammoniumsulfat.

Miljø og sundhed: (BREF Tabel 9.5) Kromat i krombejdse er et tungmetal, der er miljø- og sundhedsskadeligt og kan bioakkumuleres.

#### **2.2.2.7 Naphtholfarvestoffer**

(BREF Appendiks 9.7)

Naphtholfarvestoffer bruges i forbindelse med indfarvning af cellulosefibre, bomuld, viskose og polyester. Farvestofferne minder kemisk meget om azofarvestoffer uden den hydrofile sulfongruppe. Generelt har farvestoffet en moderat fikseringsgrad (76 - 89 %) og en god farveægtighed. Farvning med naphtholfarvestoffer er en todelt farvning bestående af en grundingsfase med en koblingsagent fra en reaktion mellem naphtholfarve og natronlud (NaOH), efterfulgt af en kobling med en diazoniumbase (se BREF), hvorved den egentlige azofarve dannes. Farvning med naphtholfarver kræver brug af natronlud, salt, natriumnitrat (NaNO<sub>3</sub>) og saltsyre (HCl).

Miljø og sundhed: (BREF Tabel 9.6) Visse naphtholfarvestoffer kan som azofarvestoffer fraspalte kræftfremkaldende aminer.

### **2.2.2.8 Reaktive farvestoffer**

(BREF Appendiks 9.8)

Reaktive farvestoffer bruges primært i forbindelse med indfarvning af bomuld og viskose, men bruges også til uld- og polyamidfarvning. Reaktive farvestoffer har fra en til flere reaktive grupper. Farvestofferne er karakteriseret ved, at de danner stærke kovalente bindinger med tekstilfibre. Monoreaktive farvestoffer har en lav fikseringsgrad (50 - 60%). Fikseringsgraden er stigende ved anvendelse af biaktive og endnu bedre ved brug af de nye triaktive reaktive farvestoffer (95 %). Farvning med reaktive farvestoffer kræver brug af alkali, salt/urea og natriumsilikat.

Miljø: En lav fikseringsgrad vil medføre høj koncentration af farvestof i spildevandet. Da farvestofferne er vandopløselige, er de vanskelige at eliminere i biologiske renseanlæg og kan derfor medvirke til at inhibere fotosyntese i recipienten. Visse reaktive farvestoffer indeholder svært nedbrydelige organiske halogener, som medfører AOX-emissioner i spildevandet. Tungmetaller kan både optræde som urenheder og som farvepigment i reaktive farvestoffer. Brugen af alkali og salt kan give høj salinitet i spildevand, og urea kan bevirke eutrofiering og indeholde sundhedsskadelig formaldehyd.

### **2.2.2.9 Svovlbaserede farvestoffer**

(BREF Appendiks 9.9)

Svovlbaserede farvestoffer bruges i forbindelse med indfarvning af bomuld og viskose. Svovlbaserede farvestoffer er karakteriseret ved stor molekylvægt, indeholder svovl og er kun vandopløselige efter en reduktion med fx. natriumsulfid. Generelt har farvestoffet en moderat fikseringsgrad (60 - 90 %) og høj farveægthed.

Farvning med svovlbaserede farvestoffer kræver brug af kaustisk soda, salt, dispergeringsmiddel og reduktionsmiddel. I mange tilfælde kræver det også en oxideringsproces efter farvning for at opnå bedst mulig ægthed og nuancestabilitet.

Miljø: (BREF Tabel 9.10) Ikke fikseret svovlbaseret farve vil udledes med spildevand, men pga. dets ikke vandopløselige egenskaber vil farvestoffet i høj grad adsorberes i rensningsanlæggets slamfase. Visse svovlbaserede farvestoffer er svært bionedbrydelige, lige som enkelte kan fraspalte sulfid, der er skadelig for vandorganismer.

### **2.2.2.10 Kypefarvestoffer (vat)**

(BREF Appendiks 9.10)

Kypefarvestoffer bruges i forbindelse med indfarvning af bomuld og cellulosefibre. Kypefarvestoffer er karakteriseret ved at være hydrofobe indtil reduktion med natriumdithionit/alkali. Generelt har farvestoffet en moderat fikseringsgrad (70 - 95 %) og høj farveægthed. Farvning med kypefarvestoffer kræver brug af reduktionsmiddel, NaOH, natriumsulfat, antimigrationsmidler, afspændingsmiddel, hydrogenperoxid og sæbe.

Miljø: (BREF Tabel 9.11) Ikke fikseret kypefarve vil udledes med spildevand, men pga. dets ikke vandopløselige egenskaber vil farvestoffet i høj grad adsorberes i rensningsanlæggets slamfase. Kypefarve kan indeholde urenheder af tungmetaller (Cu, Mn, Ba, Pb). Disse kan frigives og virke økotoksiske for vandorganismer og kan bioakkumuleres.

Tabel 2.3 viser de forskellige farvestoffers typiske fysiske egenskaber og miljøeffekter:

Farvestoffer	Fikse- rings- evne	Vandop- løselighed	Nedbryde- lighed	Metal- indhold	Miljø- og sundhed- skadelig- hed
Syre	H	H	M		M
Kationiske	H	M	M		H
Direkte (substantive)	H	H	M		M
Dispergerende	H	M	L		M
Metalkomplekse	H	H	L	H	
Metalbejdse (mor- dant)	M	H		H	
Naphthol (azo)	M		L		H
Reaktive (mono-, bi og trireaktive)	L - H	H	L	H	
Svovlbaserede	M	L	M/H		
Kype (vat)	L	L	L	M	

H = Høj, M = Moderat og L = Lav

Tabel 2.3.: Farvestoffers miljøeffekt

### 2.2.3 Hjælpestoffer

(BREF Appendiks 8.6)

De mest anvendte hjælpekemikalier, der forbedrer farvestoffets egenskaber, er:

- Befugtningsmidler
- Dispergeringsmidler
- Egaliseringsmidler
- pH-regulerende midler
- Anti-skumningsmidler
- Carrier

Befugtningsmidler vil forbedre tekstilets modtagelighed over for farvestoffet, specielt de direkte farvestoffer. Befugtningsmidler er normalt let bionedbrydelige stoffer som alkoholpolyglykolether og -estere; men svært nedbrydelige ethoxylerede aminer kan også anvendes.

Dispergeringsmidler bruges i farvning med kype, dispergerende og svovlbaserede farvestoffer for at fordele de ikke vandopløselige farvestoffer. Dispergeringsmidler kan være mange forskellige stoffer, hvoraf nogle er svært bionedbrydelige.

Egaliseringsmidler bruges i næsten alle type farvninger for at forbedre fordelingen af farve i tekstilet (BREF tabel 8.9). Flere af disse stoffer er svært bionedbrydelige og kan i større eller mindre grad være økotoksiske for vandorganismer (bla. kvarternær ammonium salt). pH-reguleringsmidler er syre/base,

der tilsættes farveprocessen for at regulere pH og reaktionshastigheden. I spildevandet er disse stoffer med til at øge saliniteten og kan virke korroderende på nogle typer kloakledninger.

Anti-skumningsmidler hindrer dannelsen af skum, men har ingen direkte effekt på farveprocessen. De er baseret på silikone (polysiloxan) og kan være svært nedbrydelige.

Carrier (farvningsacceleratorer) bruges specielt i forbindelse med dispersionsfarvestoffer til farvning af polyester og uld/polyester blandinger, for at de lange farvemolekyler kan trænge dybere ind i tekstilet. Carboxylsyreester og alkylphtamidderivater er de mest almindelige carrier. Tidligere anvendtes halogenerede benzener, alkylphenoler og andre human- og økotoksiske stoffer, hvoraf flere er på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer.

Nedenstående tabel viser brugen af hjælpekemikalier ved farvning med forskellige typer farvestoffer:

Farvestoffer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Syre			(+)					+	+	(+)	
Basis (cationic)				+		(+)	(+)	+			
Direkte (substantive)	(+)		+		+	+	(+)	+		(+)	(+)
Dispergerende	+						+	(+)		(+)	+
Metal komplekse	?		+					+	+		
Metalbejdse (mordant)		+	+						+		
Naphthol (azo)			(+)			(+)	(+)				
Reaktive			+		(+)			(+)		(+)	
Svovlbaserede	+	(+)			+		+	+			
Kype (vat)	+	+					+	+			

1) Reduktionsmidler, 2) Oxidationsmidler, 3) Salt, 4) Retarder, 5) Kompleksbinder, 6) Befugtningsmidler, 7) Dispergeringsmidler, 8) Egaliseringsmidler, 9) pH-regulatorer, 10) Anti-skumningsmidler, 11) Carrier  
+ = Altid, (+) = i nogle tilfælde

Tabel 2.4.: Hjælpekemikalier, som bruges ved farvning:

### 2.3 Tryk

(BREF afsnit 2.8)

Tryk er en proces, hvor farve tilføres bestemte områder af tekstilet og omfatter:

- Tilberedning af trykpasta
- Tryk
- Fiksering
- Vask og tørring (efter reaktivt tryk)

Miljøeffekter fra tryk er specielt knyttet til tungmetalholdige urenheder i pigmenter og farvestoffer (se tidligere afsnit) og brugen af svært nedbrydelige hjælpestoffer som carrier og kompleksdannere.



### 2.3.1 Teknologier inden for tryk

(BREF afsnit 2.8.2)

Der findes flere metoder til at trykke tekstiler og tæpper. Hvilken metode der vælges afhænger af tekstilet og det ønskede udseende af trykket:

- Fladtryk
- Rotationstryk
- Rouleautryk
- Ink-jet

Ved fladtryk overføres trykfarven til tekstilet gennem en skabelon i gaze spændt på en metalramme. Hver farve, der skal påføres varen, må have sin egen skabelon. Metoden bruges overvejende til fronttryk på T-shirts eller små partier tekstil.

Rotationstryk er i princippet det samme som fladtryk, men i stedet for en ramme overføres farven via en metalcylinder, der ruller hen over tekstilet. Og lige som ved fladtryk skal hver farve have sin egen metalcylinder. Rotationstryk foregår kontinuerligt og er specielt velegnet for større produktioner af tekstil og tæpper.

Rouleautryk er den ældste maskinelle trykmetode og består af roterende kobbervalser, der hver har sit eget trykkar. Kobbervalserne overfører kontinuerligt farve fra farvebadet til tekstilet.

Ved jet-tryk har tekstilet ikke direkte kontakt med trykpastaen, som sprøjtes (air-jet) eller dryppes (ink-jet) ned på tekstilet. Metoden er specielt anvendelig for kontinuerligt tryk af metervarer og gulvtæpper. Flere hundrede farver kan påføres samtidig med, at der er et relativt lille farveforbrug.

### 2.3.2 Tryk med pigment

(BREF afsnit 2.8.1.1.)

Der kan trykkes med pigmenter eller farvestoffer. Pigmenter er petrokemiske farver, som ikke af sig selv kan reagere med tekstilet, men kræver brugen af fortykker (carrier) og en binder (kompleksdanner). Pigmenttryk er den mest udbredte form for tryk i Danmark. Efter tryk tørres og fikseres farven i varm luft. Tryk med pigmenter kræver ikke efterfølgende vask.

Fortykningsmidlet består af en olie/vandemulsion eller semineutraliseret polyakrylat (det mest anvendte i Danmark). Fortykningsmidlet sørger for, at pigmenter transporteres ind i tekstilet.

Binderen, der er en vandig opløsning af polyakrylat ( $C_3H_4O_2$ ), butadien ( $C_4H_6$ ) copolymer eller styren, binder pigmentet til tekstilet. Derudover tilføres ofte fikseringsmiddel for at binde pigmentet bedre til fiberen.

### 2.3.3 Tryk med farvestoffer

(BREF afsnit 2.8.1.2.)

Ved tryk med farvestoffer opblandes farven til en pasta sammen med fortyk-ker. I Danmark anvendes primært reaktive farvestoffer, men alle typer af far-vestoffer kan anvendes.

Tryk med farvestoffer i en pasta kan foretages på forskellige måder afhængig af, hvilken farvetype der anvendes:

- Direkte tryk
- Ætsetryk
- Reservetryk
- Transfertryk

### **2.3.3.1 Direkte-, ætse- og reservetryk**

Ved direkte tryk tilføjes der kun farve til de områder, hvor den er ønsket. Ved ætsetryk tilføjes farve til hele tekstilet, hvorefter farven ætzes væk, der hvor den ikke ønskes (pigmentætse eller kypeætse). Ved reservetryk behandles teks-tilet derimod i bestemte områder først med en voks og derefter overtrykkes med farvepasta. Farven vil kun binde sig til tekstilet i områder, hvor der er tilføjet binder; resten vaskes ud.

Efter tryk fikseres farven ved tørring og fordampning, idet fortykningsmidler og reduktionsmidler tilbageholder farven og får den til at trænge dybere ind i tekstilet. Dette er specielt vigtigt for ikke opløselige farvestoffer som kypefar-ver.

Vask og neutralisering er vigtig for at få ikke fikseret farve ud af tekstilet. Ved kypefarver neutraliseres med hydrogenperoxid, hvorefter der vaskes med sæ-be.

### **2.3.3.2 Transfer tryk**

Ved transfertryk fremstilles et motiv på en midlertidig carrier (papir), hvoref-ter motivet overføres på tekstilet med en varme-kalander. Typisk bruges der dispersionsfarvestoffer, der ikke kræver yderligere efterbehandling. Inden for de seneste 5 - 10 år er det endvidere blevet muligt at anvende reaktive farve-stoffer til transfertryk.

## 2.4 Efterbehandling

(BREF afsnit 2.9)

Efter farvning kan tekstilets egenskaber forbedres gennem forskellige typer af fysiske og kemiske efterbehandlinger. De kemiske efterbehandlingsprocesser involverer en del miljø- og sundhedsskadelige stoffer, hvorfor disse er specielt omtalt nedenfor.

Kemiske efterbehandlinger:

- giver visuel effekt:
  - hvidtning
- gør tekstilet lettere at håndtere:
  - blødgøring
  - easy-care
  - vandafvisende
- giver tekstilet specielle egenskaber:

- flammehæmning
- mølbehandling
- antibakteriel
- antistatisk
- antifilt

Efterbehandlingerne kan gives enkeltvis eller i en samlet efterbehandlingsproces. Hvilken type efterbehandling der vælges afhænger af fibertype og den ønskede effekt. Bomuld og polyesterblandinger får typisk en efterbehandling, der gør dem nemme at håndtere. Syntetiske fibre gives oftest en behandling mod statisk elektricitet, og uld kan behandles mod filtning, brand og angreb fra møl.

Efterbehandlingsprocesser kan være kontinuerlige- eller batchprocesser og foretages normalt i en samlet proces eller i forbindelse med andre behandlinger..

Miljøskadelige elementer i spildevandet fra efterbehandling omfatter:

- Ethyleret urea og melamin (easy-care)
- Organofosfat og bromerede organiske forbindelser (flammehæmmere)
- Polysiloxaner (blødgørere)
- Alkylfosfater (antistatika)
- Fluor (repellent)
- Biocider (møl, bakterier og skimmelsvampe)

Derudover forbruges en del energi til tørring i spændrammer. Ved opvarmning og dampning i spændrammer kan der frigives flygtige stoffer fra kemikalier tilføjet under efterbehandlingen eller ved tidligere behandlinger.

#### 2.4.1 Hvidtning

Tilsætning af optisk hvidt giver tekstilet et mere hvidt skær og bruges i forbindelse med emner, der skal synes helt hvide. Optisk hvidt (fx. stilbendisulphon-syre) er resistent over for almindelige blegemidler, men vaskes med tiden ud af tekstilet.

#### 2.4.2 Blødgøring

(BREF afsnit 2.9.2.3)

Tilsætning af blødgørere kan være en selvstændig proces eller indgå som et element i en "easy-care" behandling. Blødgørere har til formål at gøre tekstilet blødt og nemmere at håndtere (sybarhed).

Blødgørere er vandbaserede emulsioner/dispersioner eller opslæmmede aktive stoffer, fx.:

- Non-ioniske (fedtsyrer, fede estere, fede amider)
- Kationiske (kvarternære ammoniumforbindelser)
- Paraffin eller polyethylenvoks
- Organo-modificerede silikoner (polysiloxan)
- Anioniske (fx. fede alkydsulfater)

Non-ioniske blødgørere bruges især i forbindelse med foulard før spændrammen, hvor der ønskes en anti-krøl effekt. Disse blødgørere er som oftest miljøvenlige og let nedbrydelige.

Kationiske blødgørere kan være miljø- og sundhedsskadelige. Specielt kvarternære ammoniumforbindelser (DSDMAC) er i koncentreret form giftige for vandorganismer og må omgås med forsigtighed.

Polyethylenvoksemulsioner bruges til specielle formål som fx. frotterede håndklæder, der skal være bløde og have en god sugesevne.

Organomodificerede silikoneblødgørere bruges, hvor der ønskes en permanent virkning af blødgøreren, ofte sammen med andre typer blødgørere (fx. polysiloxan). Organomodificerede silikoneblødgørere har en moderat bionedbrydelighed.

Generelt kan det organiske indhold i blødgøreren give anledning til emission af flygtige organiske forbindelser (VOC) ved opvarmning i spændrammen (BREF Appendix 11 Tabel 7). Det er derfor vigtigt at vælge blødgørere med en lav potentiel VOC emission. Blødgørere med polysiloxaner/kvarternære ammoniumforbindelser bør helt undgås.

#### 2.4.3 Easy-care

(BREF afsnit 2.9.2.1 + Appendiks. 8.8.1)

En easy-care behandling er en kombination af antitræk- og krympbehandling og består af badning af tekstilet i en vandig opløsning af:

- Kompleksbinder (urea- og melaminkomplekser)
- Katalysator (magnesiumklorid)
- Additiver (blødgørere, stivelse, antistatika osv.)
- Afspændingsmiddel (alkydbenzensulfonat, fed alkydsulfat)

Kompleksbindere har til formål at binde fibre tættere sammen og derved øge dimensionsstabiliteten. Der tilsættes additiver som blødgørere og hærder for at bevare tekstilets blødhed og stabilitet; men der kan også tilføjes additiver, der har specielle egenskaber som vandafvisende eller antistatisk. Katalysatoren fremmer de kemiske reaktioner mellem fibre og additiver. Tørring og fiksering ved høj temperatur giver en kondensering, som binder produktet til cellulosen.

Specielt brugen af kompleksbinder har en skadelig miljø- og sundhedseffekt, idet ethylmelamin emitterer formaldehyd. Melamin og urea har et højt indhold af kvælstof, der kan virke eutrofierende i recipienten; men i Danmark vil det nedbrydes i rensningsanlægget.

Brugen af blødgørere og afspændingsmidler, der indeholder svært nedbrydelige stoffer (fx. APEO), bør undgås.

#### 2.4.4 Vandafvisende

(BREF afsnit 2.9.2.2 + Anneks. 8.8.5)

Imprægnering af tekstilet med vandafvisende paraffiner eller polymerer kan udføres som en selvstændig efterbehandling eller i forbindelse med en easy-care efterbehandling. De vandafvisende stoffer vil enten binde sig til fiberen eller lægge sig som en film hen over denne.

Der er flere måder, hvorpå et tekstil kan gøres vandafvisende:

- En behandling med paraffin/voks og aluminiumssalte

- En behandling med harpiks og metylerede aminer (metylamin ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ), dimetylamin ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{NH}$ ), melamin ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ ))
- En behandling med polysilikater (dimetylpolysiloxan), PUR eller PVC
- En behandling med fluor- eller metylakrylater

Voks og aluminiumssalte tilføres tekstilet i et varmt vandbad, hvorefter det tørres uden fiksering.

Kondensering af fedtsyrer i en blanding af methylerede aminer, kompleksdanner og en aktiverende katalysator danner efter tørring og hærkning en harpiksbaseret film på tekstilet. Brugen af kompleksbinder kan medføre afgasning af formaldehyd.

Silikone kan tilføres tekstilet i en vandopløsning sammen med emulgeringsmiddel og ethyleret glykol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ), hvorefter det tørres.

Efterbehandling med fluorakrylater er anvendt meget, idet behandlingen både gør tekstilet vandskyende og olie-/fedtafvisende.

Både metylerede aminer, polysilikater og fluorakrylater er svært nedbrydelige, hvorfor paraffin og voks er at foretrække, selvom fluorakrylaterne er de eneste, der er bestandige overfor maskinvask.

#### 2.4.5 Flammehæmning

(BREF afsnit 2.9.2.4 + Appendiks. 8.8.4)

Flammehæmning er en specialegenskab, der tilføres særlige beklædningstekstiler, tæpper, gardiner og møbelstoffer.

Der anvendes i dag forskellige typer flammehæmmere:

- Uorganiske
- Halogenerede
- Organofosfat

Afhængig af om tekstilet vaskes og stryges vælges en permanent eller ikke permanent imprægnering.

De uorganiske flammehæmmere er typisk hydrofile ammoniumsalte (diammoniumfosfat, ammoniumsulfat), der ikke er bestandige over for vask og strygning.

Uldtæpper har en naturlig brandhæmning, men skal i visse tilfælde yderligere flammehæmmes på grund af krav i brandregulativer. Tæpper blev tidligere behandlet med Zr- og Sn-salte; men på grund af miljøeffekterne fra disse metalsalte er det i dag mere almindeligt at imprægnere gulvtæpper med aluminiumhydroxid, der ikke har nogen signifikant miljøpåvirkning.

Halogenerede flammehæmmere giver en permanent brandhæmning og virker, ved at brom- eller fluorforbindelser binder sig til de fri  $\text{OH}^*$  radikaler, der dannes ved brand. Stofferne er meget effektive, men begge har en betydelig effekt på vandmiljøet. Man arbejder derfor i dag med helt at forbyde brugen af disse to typer flammehæmmere.

Flammehæmmere bestående af organofosfat (OP) virker ved, at de danner fri  $\text{PO}^*$  radikaler og således udnytter den fri ilt. Efterbehandling under navnet

”Pekoflam”, ”Pyrovatex” eller ”Spolapret”, der indeholder organofosfater, anvendes specielt på bomuldstekstiler, der skal bruges til erhvervsbeklædning.

#### 2.4.6 Antibakteriel

(BREF afsnit 2.9.2.7. + Apd. 8.8.2)

Antibakteriel behandling omfatter behandling af tekstilet med biocider (mølbehandling), antibakterielbehandling af tekstiler til bla. hospitalsbrug og antimikrobiel efterbehandling mod lugt og råd.

Mølbehandling (BREF afsnit 2.9.2.6. + Appendix 8.8.2) er en behandling med biocider (primært permethrin) for at undgå angreb fra møl. Behandlingen bruges kun meget begrænset i Danmark, fx. til visse uldtæpper og militæruniformer. Et insekticid som permethrin er giftigt for insekter (møl), men virker også skadeligt på vandorganismer og skal derfor bruges med forsigtighed.

Antibakterielbehandling af tekstiler til hospitalsbrug omfatter:

- Organiske Zn- og Sn-forbindelser
- Isothiazol ( $C_3H_3NS$ )
- Triklorosan ( $C_{12}H_7Cl_3O_2$ )
- Diklorophenyl/boran ( $C_6H_5BCl_2$ )
- Benzimidazol ( $C_7H_6N$ )

Flere af disse stoffer er baseret på klorerede benzenringe, der kan være kræftfremkaldende, og alle er væsentlige miljøgifte, der skal bruges med forsigtighed.

Antimikrobielbehandling af syntetiske- og viskosetekstiler hindrer uønskede mikrober i fx. sved, der kan give anledning til lugtgener i tøjet.

Antimikrobielbehandling omfatter:

- Halogenerede phenoxyforbindelser
- Isothiozolinon
- Kvarternære ammoniumforbindelser
- Organiske Zn- og Sn-forbindelser

Alle antibakterielle tilsætningsstoffer er sundheds- og miljøskadelige, men bio nedbrydligheden og miljøeffekten kan variere meget. Derfor er det vigtigt med et tæt samarbejde mellem leverandøren og kunden for at opnå den ønskede effekt med minimal brug af kemikalier.

Antibakterielle stoffer i forbrugerprodukter er uønskede fra Miljøstyrelsens side, det gælder bla. triklosan.

#### 2.4.7 Antistatisk

(BREF afsnit 2.9.2.5 + APD. 8.8.3.)

Formålet med denne efterbehandling er at fjerne naturlig dannelse af statisk elektricitet fra uld og syntetiske varer.

De hyppigst anvendte antistatiske midler er:

- organiske salte
- alkylfosfater

Behandlingen er sjældent permanent og vaskes med tiden ud af tøjet.

#### 2.4.8 Antifilt

(BREF afsnit 2.9.2.8)

For at en uldvare skal kunne maskinvaskes, udføres en anti-filt behandling. Skæl på uldfibren kan enten nedbrydes med klor og bagefter belægges med en film af polymermateriale (Hercosett-proces) eller nedbrydes af en klorfri peroxomonosulfat eller natriumsulfit og efterfølgende behandles med en blødgører.

Hercosett-processen bruges i forbindelse med behandling af uldtrøjer, fx vaskbare sweaters og vævede tæpper. Det er en kombineret proces, der består af oxidering med natriumhypoklorit, reduktion med sulfit, neutralisering med natriumkarbonat og belægning med polymer, tørring og fiksering. Processen er billig; men nogle af de anvendte polyamid-epikloridin er svært nedbrydelige og kan give problemer i spildevandet.

#### 2.5 Vask og tørring

Farvning og efterbehandling afsluttes oftest med vask og tørring for at skylle restkemikalier ud og forbedre dimensionsstyrken.

I forbindelse med kontinuerlig indfarvning og efterbehandling af vævede metervarer og tæpper sker vask oftest i en foulard. Ved semikontinuerlig og stykfärvning/ efterbehandling vaskes tekstilet i en separat batch-proces, typisk i tromlevaskemaskiner bestående af en central perforeret tromle, der roterer, så tekstilet skubbes rundt i væsken (se tromle farvemaskine). Vask foretages som ved "forvask" typisk i varmt vand (40 - 100 °C) med detergenter og befugtningsmidler. Enkelte steder i Europa anvendes dog stadig organiske opløsningsmidler (primært tetraklorethylen) til tørrensning af tekstiler.

Tørring af et tekstil er normalt en kombination af en mekanisk proces, hvor overskydende væske presses eller suges ud af tekstilet, og en termisk proces, hvor tekstilet tørres helt ved påvirkning med varm luft, damp eller infrarød stråling.

Maskiner til mekanisk tørring omfatter:

- Presse, hvor tekstilet presses mellem to til tre trisser.
- Sug, hvor tekstilet passerer fladt henover et sug.
- Centrifuge, hvor væske presses ud af tekstilet ved centrifugalkraft.

Maskiner til termisk tørring omfatter:

- Spændramme, hvor tekstilet i fuld længde løber mellem en række trisser, og varmluft får overskydende væske til at fordampe.
- Hot-flue, hvor tekstilet tørres i fuldlængde.
- Cylinder eller kontakttørrer, hvor tekstilet er i direkte kontakt med en varm overflade på metalliske cylindre. Cylinderne opvarmes direkte eller med damp.
- Konvojtørrer, hvor tekstilet transporteres inden i et klæde og tørres, ved at varm luft blæses igennem.
- Lufttørrer, hvor typisk den rundstrikkede metervare blæses rundt i maskinen med varm luft.

I semikontinuerlig/kontinuerlig indfarvning og efterbehandling foregår tørring som oftest i flere faser gennem trisser, i cylindertørrer, konvojtørrer, i spændrammer eller i en hot-flue.

I stykfarvning vaskes, centrifugeres og tørres i cylindriske lufttørrer.

## 2.6 Belægning og laminering

(BREF afsnit 2.10)

Ved belægning eller laminering forstås, at tekstilet beklædes med en film/membran af polymer (naturlig eller syntetisk), typisk anvendt i regn- og sportstøj.

En polymer består af polyethylen (PE), polyester (PES), polyamid (PA), polyurethan (PU) eller polyvinylklorid (PVC), som skummes eller rulles på tekstilet, hvorefter det hærdes. Polymeren kan fås som pulver, en pasta (inkl. hjælpekemikalier), en dispersion (med organiske opløsningsmidler) eller som melamin (med formaldehyd).

De største miljø- og sundhedsmæssige effekter ved belægning eller laminering af et tekstil består i frigivelsen af flygtige sundhedsskadelige organiske forbindelser under hærdeningen. Karakteren af disse emissioner er afhængig af belægningsmiddel. Brugen af polymerpasta har de største miljømæssige konsekvenser, idet emissioner stammer fra både urenheder i polymeren og hjælpekemikalier som blødgørere, fortykkes, dispergeringsmidler og emulgeringsmidler. Specielt for melaminbelægning er der risiko for emission af formaldehyd, og ved polymerdispergeringsmidler er der risiko for emission af organiske opløsningsmidler (triklorethylen).

## 2.7 Tekstile gulvbelægnings

(BREF afsnit 2.5.3)

Langt den største del af de tekstile gulvbelægnings, herefter kaldet tæpper, som produceres i Danmark, er tuftede tæpper med latexskum- eller tekstilbagside.

Tæpperne består normalt af:

- Luv – som kan bestå af "stapel" fibre af polyamid, polypropylen, polyester eller uld, af syntetiske filamentgarner eller af blandinger heraf.
- Primær bagside, også kaldet bærevævet, som luven tuftes på. Oftest er bærevævet fremstillet af polypropylen, polyester eller jute, vævet eller et nonwoven materiale.
- Precoating – et tyndt lag latexlim
- Bagside, som enten består af tekstilfilt eller en latexskum.

Se BREF fig. 2.6.

### 2.7.1 Tuftning

Den måde, hvorpå luven fremstilles, kaldes tuftning. Under tuftningen sættes tæppegarnerne som løkker i en bærevæv ved hjælp af nåle i hele tæppets



bredde. Tuftningen foretages enten med farvede garner eller med ufarvede garner, der efterfølgende farves.

Ved at benytte forskellige tufteteknikker, som fx. ved at skære løkkerne op eller ved en kombination af høje og lave løkker, kan man fremstille tæpper med forskellige 3-dimensionale effekter.

Miljøpåvirkningen kommer primært fra energiforbrug og den anvendte nåleo-lie.

#### 2.7.2 Farvning

Luv af ufarvede garner gennemgår efterfølgende en farvningsproces, som enten kan være en kontinuerlig farvning eller en proces, hvor farveflotte sprøjtes på ved hjælp af air-jet teknikken, der i princippet er et avanceret dysepåfø-ringsystem. Farven fikseres ved varme, og den overskydende farve udvaskes, hvorefter luven tørres. Der anvendes samme farvestoffer og hjælpekemikalier som til anden farvning af tilsvarende fibertyper (se afsnit 2.2).

Miljøpåvirkninger stammer primært fra energi- og vandforbrug samt emissio-ner til spildevand.

#### 2.7.3 Efterbehandling

Tæpperne gennemgår som regel en efterbehandling, hvor der påføres anti-smudsmidler, anti-statmidler eller mølmiddel.

Miljøpåvirkninger herfra vil primært være emissioner til luft.

#### 2.7.4 Bagsidepålægning

Bagsiden gør tæppet stabilt og tilfører tæppet en række kvaliteter, fx. brand-hæmmende og lyddæmpende, alt efter bagsidens opbygning.

For at sikre en optimal løkkefastholdelse påføres al luv en precoat bestående af en styren-butadienlatex, fyldstof, vand og additiver (fortykkelsesmidler, skumdæmpende midler mv.). Precoaten kan påføres i en ikke-opskummet form (slop-padding – se fig. 2.29 i BREF) og opskummet aktive stoffer til stabilisering af skummet. Latexen opskummes med luft og påføres ved doc-tor-blade teknikken (se fig. 2.30 i BREF). Skummet vulkaniseres efterfølgende ved hjælp af varme.

Skummet består af styren-butadienlatex i en colloidaldispersion, en pasta be-stående af en række additiver (stabilisatorer, vulkanisationsacceleratorer mv.), fyldstoffer (kalk), vand, antioxidanter og ozonstabilisatorer.

Skummet kan også være tilsat UV-stabilisatorer og flammehæmmende stoffer (aluminiumhydroxid).

Miljøpåvirkningerne stammer primært fra energiforbrug, emissioner til luft og affald.

#### 2.7.5 Tekstilbagside

Tæppets bagside består her af et nonwoven filtag bestående af polypropylen eller anden vare af syntetiske fibre, som hæftes på den precoatede luv. På-hæftningen sker normalt ved hjælp af en styrenbutadien lim tilsvarende den,

som bruges til precoating, dog med et større indhold af polymerdispersion for at opnå større vedhæftningsevne.

Tekstilbagsiden kan også påhæftes ved laminering med en termoplastisk polymer (polypropylen). Den smeltede polymer påføres i et lag mellem bagsidefilten og den precoatede luv, hvorefter de to lag presses sammen og afkøles.

Miljøpåvirkningerne stammer også her primært fra energiforbrug, emissioner til luft og affald.

## 3 BAT i tekstilindustrien

### 3.1 Bat generelt

#### 3.1.1 Miljøledelse

(BREF afsnit 4.1)

Indførelse af renere teknologi i en tekstilvirksomhed er tæt forbundet med indførelse af miljøledelse, herunder udarbejdelse af retningslinier for proces-, ressource-, kemikalie- og leverandørstyring samt synliggørelse af miljøpåvirkninger via massebalancer (se nedenfor).

Miljøledelse handler primært om at kende, kontrollere og løbende reducere virksomhedens væsentligste miljøpåvirkninger i form af emissioner (spildevand, affald, luftemissioner osv.) og forbrug af ressourcer (vand, råvarer, kemikalier og energi).

At kende sine væsentligste miljøpåvirkninger består i:

- at foretage en miljøgennemgang, hvor miljøpåvirkninger fra virksomhedens aktiviteter (under både normal drift og ved potentielle driftsuheld) kortlægges og
- at undervise medarbejdere i miljøpåvirkninger fra eget arbejde og virksomhedens produkter.

At kontrollere sine væsentligste miljøpåvirkninger består i:

- at opstille en miljøpolitik og lede virksomheden på basis af denne,
- at forebygge miljøpåvirkninger ved at opstille interne driftsprocedurer, at stille miljøkrav til leverandører af råvarer, hjælpestoffer, maskiner og anlæg og
- løbende at følge udviklingen af de væsentligste miljøpåvirkninger.

At reducere sine væsentligste miljøpåvirkninger er kernen i miljøledelsen, som med udgangspunkt i virksomhedens miljøpolitik består i løbende gentagelser af nedenstående:

- opstilling af miljømål og handlingsplaner for miljøforbedringer
- iværksættelse af miljøforbedringsprojekter
- revision af resultater og arbejdsgange.

Effektiv miljøledelse inddrager såvel ledelse som medarbejdere. Ledelsen må være ansvarlig, for at miljøledelsesaktiviteterne gennemføres, og at disse er egnede, tilstrækkelige og hensigtsmæssige. Alle virksomhedens ansatte må være ansvarlige og kende virksomhedens miljøpolitik samt de foranstaltninger, der gennemføres for at undgå ressourcepild og for at minimere virksomhedens miljøpåvirkninger.

Processtyring handler om at opnå den bedste kvalitet af produktet med mindst mulige økonomiske og miljømæssige omkostninger. Det handler om at anven-

de BAT (se kapitel 3.2 - 3.7) og ikke mindst intensiv styring og overvågning af alle procesparametre.

Ressourcestyring handler om at inddrage viden om forbrug, spild, udnyttelsesgrader mv. i tilrettelæggelse af processerne og ved styring og optimering af disse for at opnå besparelser af vand-, energi- og ressourceforbrug. Udarbejdelse af massebalancer (se efterfølgende afsnit) for den samlede virksomhed giver et overordnet overblik; men for at kunne vurdere egentlige forbedringer er det nødvendigt at kende forbruget på proces- og maskinniveau.

Muligheder for vandbesparelser i tekstilindustrien omfatter:

- Indførelse af stop/startkontrol på vandstrømme
- Automatisk kontrol af kemikalietilførsel, temperatur og pH
- Skift fra overløbsskyl til trinvis skyl
- Kombination af forskellige våd-behandlingsprocesser
- Genbrug af procesbade
- Genbrug af rent køle- og vaskevand
- Afkalkning af returførende ledninger for genbrugsvand

Monitering og vedligeholdelse af maskineri bør indgå i en fast dokumenteret rutine (checklister). Valg af maskiner har stor betydning for ressourceforbruget og bør altid være nutidigt og vedligeholdt. Ved stykfarvning bør der således vælges maskiner med et lavt flotteforhold, og ved kontinuerlig indfarvning favoriseres automatiserede maskiner med lille indfarvningsareal.

Energistyring handler om at etablere et grundigt kendskab til energiforbruget i form af el og varme i de enkelte processer og maskiner med henblik på at reducere energiforbruget. Energistyring omfatter endvidere kortlægning af energiform og -kilde med henblik på at reducere miljøpåvirkninger via valg af energiform og -kilde.

Muligheder for energibesparelse i tekstilindustrien omfatter:

- Regelmæssig rensning af filtre og pumper
- Isolation af rør, tanke og maskiner
- Varmegenindvinding fra damp
- Adskillelse af varmt og koldt procesvand
- Kontrol af luftfugtighed
- Optimering af tørretemperatur
- Genvinding af varme fra rumluft
- Valg af energitype
- Kalibrering af måleapparater

Kemikaliestyling handler om at indføre rutiner og sikre de nødvendige forskrifter for al håndtering af kemikalier på virksomhedens hensyn til det indre og ydre miljø. Et vigtigt element i kemikaliestyling er at skabe overblik over forbrug og lager samt at indhente en miljømæssig og teknisk viden om alle anvendte kemikalier. Herved skabes grundlag for procesoptimering samt reduktion og eventuelt substitution af miljø- eller arbejdsmiljøskadelige kemikalier.

BAT er at følge bestemte principper for valg og brug af kemikalier:

- at vælge processer, hvor det er muligt at opnå det samme resultat helt uden brug af kemikalier,

- hvor det ikke er muligt at undgå brug af kemikalier, må man i stedet vælge kemikalier med mindst mulig samlet risiko, fx. ved hjælp af scoremodeller til vægtning af miljø- og sundhedsmæssige risici.

Til en indledende rangordning efter graden af miljøfarlighed af stoffer udledt i spildevand kan et dansk udviklet scoresystem anbefales (se i bilag A).

Scoresystemet er et godt værktøj til spildevandsvurdering, men kan ikke anvendes til vurdering af kemikaliernes øvrige effekt på fx. arbejdsmiljø, luft, affald eller jord. Til brug for vurdering af kemikalierne i forhold til førnævnte miljøpåvirkninger kan kemikaliernes lovmæssige leverandørbrugsanvisninger (sikkerhedsdatablade) anvendes. Punkt 2 i sikkerhedsdatabladet indeholder oplysninger om sammensætning og mærkningspligtige indholdsstoffer. Punkt 3 indeholder kemikaliet's fareidentifikationer, og punkt 11 og 12 indeholder oplysninger om miljø- og sundhedsfarer.

Nedenfor er listet en række specifikke muligheder for at forbedre brugen og valg af kemikalier i tekstilindustrien:

- automatisering af dosering og fordeling
- at tilpasse recepter efter den nyeste tekniske viden
- at undgå miljø- og sundhedsskadelige kemikalier (herunder særligt svært nedbrydelige, miljø- og sundhedsskadelige samt bioakkumulerbare stoffer), herunder stoffer på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer og på Miljøstyrelsens effektliste<sup>7</sup>.
- at optimere driften og overvågningen af processer (temperatur, pH, fugtighed, rette dosering mv.)
- at bruge rent vand (uden urenheder) for at opnå fuld udnyttelse af kemiske reaktioner
- at undgå unødvendige hjælpekemikalier
- at optimere procesrækker for at minimere nødvendigheden af rensning og vask
- at vælge højeffektive kemikalier og teknikker under hensyntagen til kemikaliet's miljøfarlighed og sundhedsskadelige effekter
- at genbruge procesbade, når det er muligt
- at rense for udledning af miljø- og sundhedsskadelige dampe
- at indføre procedurer, alarmer og indretninger mv., som forebygger spild
- at dimensionere batchstørrelsen, så den svarer til anlæggets kapacitet
- at skabe overblik over de anvendte kemikaliers miljøfarlighed og sundhedsskadelighed med henblik på en sortering og udpegning af problematiske stoffer mv.

Leverandørstyring: Kemikalier (fx. forbehandlingsmidler, pesticider, slette og spindeolier), som tilsættes fibre og råmaterialer tidligt i forarbejdningen, giver et betydeligt bidrag til den samlede miljøpåvirkning fra farveriet og trykkeriet. Det er derfor vigtigt, at færdigvareproducenten kan styre miljøpåvirkningerne fra disse gennem indkøb af miljørigtige råmaterialer. Farveri og trykkeri bør indgå i et tæt samarbejde med kunder og leverandører vedrørende udveksling af data om anvendte kemikalier samt stille krav om, at de anvendte kemikalier medfører mindst mulig miljøpåvirkning på farveriet og trykkeriet.

Valg af råmaterialer er BAT, når følgende hensyn tages afhængig af fibertype:

<sup>7</sup> Listen over uønskede stoffer 2009 - En signalliste over kemikalier, hvor brugen på længere sigt bør reduceres eller stoppe, Orientering fra Miljøstyrelsen nr.10/2010

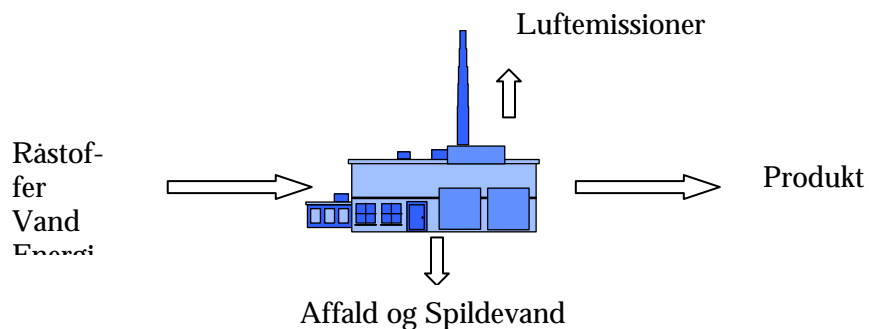
- **Naturfibre:** BAT er at vælge fibre og råmaterialer af høj kvalitet og med et minimalt indhold af miljø- og sundhedsskadelig slette og spindeolier:
  - Bomuld: BAT er at vælge bomuld af høj kvalitet og med et minimalt indhold af pesticider, formaldehyd og PCP.
  - Uld: BAT er at vælge uld af høj kvalitet og med et minimalt indhold af ektoparasitdræbende midler.

### 3.1.1.1 Opgørelse af massebalancer

(BREF afsnit 4.1.2):

En massebalance er en opgørelse af miljøpåvirkninger. Balancen beregner virksomhedens råstofforbrug (input) og de miljøpåvirkninger, som emitteres fra virksomheden (output).

- Input: forbrug af råvarer, hjælpestoffer og kemikalier samt forbrug af vand og energi
- Output: Emissioner til spildevand og luft, affaldsmængder samt gener i form af støj og lugt fra virksomheden.



Figur 3.1: Massebalance for en virksomhed, input/output.

Opgørelse af massebalancer giver et direkte mål for forbrug af ressourcer (vand, energi og kemikalier) og fordeling af emissioner (spildevand, affald og luft). Opgørelsen kan foretages med varieret frekvens (årlig, kvartalsvis, månedlig) og på forskellige niveauer (virksomheds-, proces- og maskinniveau). For at kunne følge udviklingen af de enkelte miljøpåvirkninger under udsving i produktionen er det en god idé at angive massebalancen som nøgletal (indextal), fx. vandforbrug i l/kg tekstil og COD i g/kg tekstil.

For at sikre, at der ikke alene foretages en kvantitativ vurdering i forbindelse med valg og forbrug af miljøskadelige kemikalier, anbefales det at foretage en kvalitativ vurdering med vurderingsværktøjer, som eksempelvis det danske scoresystem for kemikalier.

#### **Miljøeffekt:**

Kortlægning af ressourceforbrug og emissioner resulterer i synlighed og et forbedret beslutningsgrundlag ved at synliggøre oplagte muligheder for miljøforbedringer og besparelser.

#### **Anvendelighed:**

Metoden kan anvendes af alle typer virksomheder. Ud fra en overordnet massebalance kan virksomheden udpege de miljøpåvirkninger, som giver det største potentiale for forbedring. Herefter kan der udarbejdes en detailkortlægning af miljøpåvirkningen.

**Økonomi:**

Oftentimes kan massebalancer udarbejdes på basis af virksomhedens eksisterende data om indkøb af vand, el, brændstof, varme samt råvarer og hjælpestoffer, hvorom der kan hentes miljømæssige og kemiske oplysninger i sikkerhedsdatabladene. Outputoplysninger kan dels hentes fra regninger vedrørende spildevandsafledning og affaldsbortskaffelse og dels beregnes ud fra de specifikke forhold ved en konkret proces. Derfor er omkostninger til måleapparatur og test ofte helt unødvendige for at kunne få et overblik over virksomhedens massebalance.

## 3.1.2 Miljøvurdering af kemikalier (scoresystemet)

**3.1.2.1 Implementering af scoresystem for sortering af kemikalier på basis af miljødata og oplysninger om forbrug**

(BREF afsnit 13.2 )

Scoresystemet (bilag A) er en administrativ metode til at sortere kemikalier på grundlag af oplysninger fra først og fremmest kemikalieleverandørens brugsanvisninger (sikkerhedsdatablade). Sorteringen gør det muligt at fortage en prioriteret udvælgelse af kemikalier, der på grund af aktuelt forbrug og oplysninger om miljømæssige egenskaber bør underkastes en nøjere vurdering.

Scoresystemet er bygget op over de parametre, der normalt betragtes som værende de mest interessante i forbindelse med karakterisering af miljøfremmede stoffer i industrispildevand:

Score A:	Udledt mængde
Score B:	Bionedbrydelighed
Score C:	Bioakkumulerbarhed
Score D:	Toksicitet

Hver parameter tillægges en talværdi fra 1 - 4, hvor 4 angiver den mest belastende situation. Manglende oplysninger medfører automatisk den højeste score. Hvert kemikalie kan på baggrund heraf tillægges en score for eksponering ( $A \times B \times C$ ) samt uafhængigt heraf en score for toksicitet (D), hvorefter det er muligt at lave en rangordning/sortering af kemikalierne.

**Miljøeffekt:**

Scoresystemet er et operationelt in-house managementsystem, som giver et godt overblik over spildevandseffekten af de kemikalier og farvestoffer, som anvendes i produktionen. Systemet giver endvidere et meget hurtigt overblik over produkter med manglende informationer om miljøpåvirkninger. Sortering gør det muligt at foretage en prioriteret udvælgelse af kemikalier til nærmere vurdering med henblik på evt. substitution eller ændret forbrugsmønster. Implementering af scoresystemet giver således virksomheden overblik over, hvilke kemikalier der bruges, hvordan og hvorfor. Dermed giver systemet virksomheden overblik til at vælge de mest miljøvenlige løsninger, og effekten bliver en reduktion i mængden af persistente, skadelige og bioakkumulerende stoffer i spildevandet.

**Anvendelighed:**

Metoden kan anvendes af alle virksomheder.

**Økonomi:**

Scoresystemet foreligger i en form, så det umiddelbart kan implementeres i virksomheden. Det anslås, at det vil kræve ca. 100 - 150 arbejdstimer for en

virksomhed at få implementeret systemet og gennemgået alle kemikalier med henblik på at fastsætte scoren. Når scoresystemet én gang er implementeret, vil det kræve 25 - 50 timer årligt at vedligeholde systemet. Den nødvendige tid afhænger af antallet af anvendte kemikalier og af hvor mange nye kemikalier, der tages i anvendelse hvert år.

### 3.2 Forbehandling

(BREF afsnit 2.6)

For at opnå en ensartet og effektiv farvning og efterbehandling af strikkede og vævede metervarer skal urenheder fjernes, og tekstilet forbehandles. Hvilken forbehandling der vælges afhænger af fibertype og ønsket effekt.

#### 3.2.1 Svidning

(BREF afsnit 2.6.1.1.)

Svidning er en forbehandling, som er mest anvendt på vævede bomuldsvarer med en flosset overflade. Tekstilet passerer gennem en række gasflammer og bliver derefter umiddelbart afkølet i et afkølningsbad (Quench). Inden svidning luftes og børstes metervaren. Afkølningsbadet kan kombineres med afsletning, som fjerner løse fiberender, og en effekt kaldet "frosting" undgås ved efterfølgende indfarvning.

#### **Miljøpåvirkning:**

- Støvemission fra børstning
- Lugt og VOC fra afbrænding af slette og spindeolier

Det er BAT at opsamle og behandle emissioner. Metoder til opsamling og behandling af emissioner fra svidning vil ikke blive behandlet her, men behandles i en særskilt BREF<sup>8</sup>.

#### 3.2.2 Forvask

(BREF afsnit 2.6.1 )

Vask eller afkogning af tekstiler inden blegning/farvning har til formål at fjerne organiske urenheder (fedt, voks, proteiner og slette) og uorganiske salte (kalcium, magnesium, aluminium og jern). Der kan vaskes i varmt vand med sæbe, med natriumhydroxid, i organiske opløsningsmidler eller med enzymer.

I Danmark frarådes brugen af organiske opløsningsmidler til vask af uldprodukter, idet brugen af fx. triklorethylen medfører betydelig emission af VOC og klor, der bla. er skadelig for flere vandorganismer. Flere af de organiske klorerede forbindelser anses desuden for at være kræftfremkaldende.

Opkogning af natriumhydroxid og sæbe er den mest udbredte forbehandling i Danmark; men den er kun effektiv i forbindelse med hydrofile og let nedbrydelige olier. Vask af uld forgår primært inden spinding til garner, hvilket ikke sker i Danmark; dog vil de fleste uld-metervarer og tæpper normalt blive vasket igen inden farvning og efterbehandling.

---

<sup>8</sup> EIPPCB (2003), "Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector"



**Miljøeffekt:**

- Stor COD-belastning af spildevandet.
- Rester af svært nedbrydelige spinde-, maskin- og nåleolier i spildevandet.
- Alkali i spildevandet fra brugen af natriumhydroxid (NaOH)

**3.2.2.1 Brug af miljøvenlige spindeolier**

(BREF afsnit 4.2.1. + 4.2.2)

Under spinning af natur- og kunstfibre til garner tilføjes op til 5 % spindeolier, for at tråden glider nemmere og ikke brækker. Uld, der er naturligt selvsmørende, tilføres normalt ikke spindeolier (en undtagelse er dog kartet uld og uldblandinger).

Det er BAT at erstatte traditionelle mineralbaserede spindeolier med hydrofile og bionedbrydelige alternativer. På kunstfibre anbefales det således at anvende syntetiske olier (polyether/polyester eller polyether/polykarbonat olier). På bomuld og uld anbefales brugen af organiske ester- og glykololier.

**Miljøeffekt:**

- Bedre nedbrydning af spindeolierne.
- Mindre forbrug af spindeolier.
- Lavere COD-belastning.
- Mindre VOC-emission ved thermofiksering af syntetiske fibre.

**Anvendelighed:**

Metoden er anvendelig på alle typer af fibre.

**Økonomi:**

Prisen på nye typer specialiserede esterolier er lidt dyrere end de traditionelle mineralolier, men dette opvejes af, at der typisk anvendes mindre mængder af de nye spindeolier.

**3.2.2.2 Brug af miljøvenlige nåle- og maskinolier**

(BREF afsnit 4.2.3)

Strikkede metervarer indeholder typisk 4 - 6 % olie, der stammer fra smøring af nåle og maskineri under strikning. Disse nåle- og maskinolier er som oftest mineralolier, der er hydrofobe og svært nedbrydelige. BAT er således at vælge metervarer, hvor brugen af disse olier er begrænset, eller erstatte olierne med organiske olier, der er bionedbrydelige og/eller kan fjernes ved en simpel vask med vand.

**Miljøeffekt:**

- Bedre nedbrydning af olier i spildevand.
- Mindre VOC-emission ved thermofiksering.

**Anvendelighed:**

Metoden er anvendelig på alle typer strikvarer.

**Økonomi:**

Det er lidt dyrere at anvende hydrofile nåleolier; men typisk ophæves omkostningen af, at olierne er mere drøje i brug.

### **3.2.2.3 Enzymatisk vask**

(BREF afsnit 4.5.4)

Den traditionelle alkaliske vask (med natriumhydroxid) af tekstiler kan i visse tilfælde erstattes af vask med enzymet pektinase. De hydrofile, hydrofobe og svært nedbrydelige spindeolier fjernes effektivt ved enzymatisk vask, og risikoen for at fri OH- ioner reagerer med fiberen undgås. Enzymatisk vask kræver moderat pH og fungerer ved varierende temperaturer. Enzymatisk vask har en naturlig blegende effekt og kan således med fordel kombineres med en blegning med hydrogenperoxid.

#### **Miljøeffekt:**

- Reducerer alkalisering af spildevandet fra brugen af NaOH.
- Reducerer vandforbruget (20 - 50 %).
- Reducerer forbruget af blegemiddel, idet vask og blegning kombineres.
- Bedre nedbrydning af hydrofobe spindeolier (20-40 %).

#### **Anvendelighed:**

Metoden er anvendelig på alle bomuldsblandinger.

Metoden er anvendelig i de fleste farvemaskiner (kontinuerlig og stykfarvemaskiner) og kan kombineres med enzymatisk afsletning.

#### **Økonomi:**

Der forligger ingen eksakte angivelser af omkostninger til enzymatisk vask, men metoden betragtes som generelt rentabel.

### 3.2.3 Afsletning

(BREF afsnit 2.6.1)

Sletten påføres garnet i væveriet. Afsletning foregår i farveriet som en del af forbehandlingen inden farvning. Slettepåføring og afsletning foregår således ofte i to forskellige virksomheder, der kan ligge langt fra hinanden. Den væsentligste miljøbelastning fra sletten sker ved udvaskningen i farveriet. Derfor er samarbejde mellem væveri og farveri en forudsætning for opnåelse af den største miljøeffekt.

#### **3.2.3.1 Stil krav til væveriet om at anvende miljøvenlige slettemidler**

(BREF afsnit 4.2.4)

BAT er at vælge slettemidler, der har en høj effektivitet, er nemme at fjerne og er let nedbrydelige. Der findes i dag slettemidler til alle fibertyper, der opfylder disse krav. Eksempler på mere miljøvenlige slettemidler er fx. modificeret stivelse (CMC), visse galaktomanna, polyvinylalkohol og nogle polyakryler. De nyeste polyakrylater er specielt udviklet, så de kan bruges på næsten alle fibertyper (ekskl. filamentpolyester). Polyvinyl- og polyakrylsletter bruges primært til syntetiske fibre, hvorimod stivelse og galaktomanna bruges på bomuld.

#### **Miljøeffekt:**

De miljøvenlige slettemidler har en højere bionedbrydelighed end de traditionelle slettemidler. Derfor reduceres både indholdet af svært nedbrydelige stoffer og COD-belastningen i spildevand, hvis disse miljøvenlige slettemidler vælges.

**Anvendelighed:**

Slettemidler anvendes i væverier; derfor afhænger anvendeligheden af denne BAT- løsning af muligheden for samarbejde mellem farveri og væveri.

**Økonomi:**

De miljøvenlige slettemidler er ikke væsentligt dyrere end de traditionelle. Stivelse er den billigste type slette, men ikke så effektiv som de andre.

**3.2.3.2 Stil krav til væveriet om at præfugte kædegarnet**  
(BREF afsnit 4.2.5)

BAT er at fugte kædegarnet, inden sletten påføres. Man kan øge effektiviteten af påførte slettemidler ved at fugte garnet inden påføring. Fugten mindsker garnets ruhed og øger overfladespændingen, hvilket bevirker en mere ensartet fordeling af sletten og et mindre sletteforbrug for at opnå den samme effekt. En enkel måde til at præfugte garnet er at lade garnet løbe gennem et bad med varmt vand, hvorefter et par valser presser overskydende vand fra. Effekten af præfugtningen afhænger af garnets densitet og fibertypen. Den bedste effekt opnås på ru garntyper.

**Miljøeffekt:**

Ved at præfugte garnet kan forbruget af slette reduceres med mellem 20 og 50 %, hvilket igen betyder en tilsvarende reduktion af COD belastningen i spildevandet efter afsletning.

**Anvendelighed:**

Præfugtning kan anvendes på alle typer fibre, men den største effekt opnås på grove garntyper. Det bedste resultat opnås ved intensiv styring af garnets fugtighed. På grund af omkostninger til styring vil metoden være mest rentabel for større produktioner.

Præfugtning foregår i væveriet; derfor afhænger anvendeligheden af BAT- løsningen af muligheden for samarbejde mellem farveri og væveri.

**Økonomi:**

Slettemaskiner med præfugtning er 25.000 - 75.000 EUR dyrere end traditionelle maskiner. Omkostningerne kan imidlertid tilbagebetales ved en bedre udnyttelse af slettemidlet og ved en højere produktionshastighed.

**3.2.3.3 Enzymatisk afsletning med membranfiltrering af spildevandet**  
(BREF afsnit 4.10.4)

BAT er membranfiltrering af spildevand fra enzymatisk afsletning. Enzymatisk afsletning af vævede materialer, der indeholder organisk slette (stivelse), giver stor COD-belastning af spildevandet. Dette kan betyde, at virksomheden skal betale væsentlige særbidrag udover den almindelige spildevandsafgift. Processen er, at spildevand fra afsletning først filtreres gennem et almindeligt mekanisk filter for at fjerne løse fibre. Derefter membranfiltreres slettevandet gennem et nanofilter eller via omvendt osmose, hvorved sletten fjernes. Anvendelse af det rette filter er en forudsætning for teknikken. Et ikke-optimalt filter vil hurtigt sætte til og skal udskiftes. Det filtrerede spildevand, der stadig er varmt, kan genbruges i afsletteprocessen, hvilket sparer både vand og energi. I Danmark er der etableret et velfunger-ende anlæg til genanvendelse af membranfiltreret afsletningsvand<sup>9</sup>. Sletteslam fra filtret anvendes som kulstof-

<sup>9</sup> Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 25/2001: Membranfiltrering af afsletningsvand i tekstilindustrien - Laboratorieforsøg. Pilotskala-forsøg. Fuldskala-anlæg

kilde på det lokale rensningsanlæg. Alternativt vil sletteslam kunne anvendes i et biogasanlæg til energiproduktion.

**Miljøeffekt:**

Den primære fordel ved membranfiltrering er en betydelig nedsættelse (>90 %) af COD-indholdet i spildevandet. Ved at recirkulere filtreret spildevand fra afsletteprocessen reduceres vand- og energiforbrug samt spildevandsmængden. Den organiske slette, opsamlet på filteret, kan fx. omsættes i et biogasanlæg og derved producere energi eller anvendes som kulstofkilde på rensningsanlæg.

**Anvendelighed:**

Metoden er anvendelig i alle virksomheder med enzymatisk afsletning.

**Økonomi:**

Et anlæg til membranfiltrering kan koste 160 - 200.000 EUR. Alt efter omkostninger til vandforbrug og spildevandsbortskaffelse kan der opnås en tilbagebetalingstid på 2,5 - 5 år. Selve membranfiltret kan koste omkring 11.000 EUR, hvorfor levetiden af dette er en væsentlig parameter.

**3.2.3.4 Oxidativ afsletning med hydrogenperoxid i farveri**

(BREF afsnit 4.5.2.)

BAT er oxidativ afsletning med hydrogenperoxid. Tidligere anvendte metoder for oxidativ afsletning med natriumhydroxid og enzymatisk afsletning kan erstattes af hydrogenperoxid. Oxidativ afsletning med natriumhydroxid (NaOH) danner fri hydroxid (OH<sup>-</sup>), der kan angribe fibermaterialet. Bruges i stedet peroxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) og en pH > 13, dannes frie radikaler (OH<sup>\*</sup>), der kun angriber non-fibermaterialer som fx. slette. Det anbefales dog at fjerne metaller via metaldetektorer fra metervaren inden afsletning, idet disse metaller kan inhibere oxidationsprocessen.

**Miljøeffekt:**

Oxidativ afsletning med hydrogenperoxid er en miljøgevinst, fordi sletten i højere grad nedbrydes og derved effektiviserer biologisk rensning af spildevandet. Metoden medfører endvidere, at yderligere blegeprocesser overflødiggøres og giver dermed besparelser på forbrug af blegemiddel, vand og energi.

**Anvendelighed:**

Oxidativ afsletning med hydrogenperoxid er velegnet til fjernelse af mange forskellige og svært opløselige slettemidler. Dette betyder, at metoden er særligt velegnet til forbehandling af metervarer, hvor der ikke findes eksakte oplysninger om det anvendte slettemateriale. Processen giver endvidere muligheder for pH-styring.

**Økonomi:**

Hydrogenperoxid kan være dyrere end natriumhydroxid. Investering i pH-styring vil ofte kunne tilbagebetales ved besparelser i ressourceforbrug.

**3.2.3.5 Afsletning/blegning og vask i en enkelt oxidativ proces i farveri**

(BREF afsnit 4.5.3)

BAT er at afslette, blege og vaske i én oxidativ proces. "Flash steam peroxid bleach" er en ny type maskine med automatisk dosering og dampkoger. Denne gør det muligt at kombinere afsletning, forvask og blegning i en enkelt proces og heri anvende hydrogenperoxid som afsletnings- og blegemiddel. Fordelen

ved at kombinere afsletning, blegning og vask i en enkelt proces er, at man på mindre end 5 minutter kan opnå et vasket og bleget materiale, der er klar til farvning.

**Miljøeffekt:**

"Flash steam peroxid bleach" giver en miljøgevinst, fordi 3 processer kombineres i én med reduceret forbrug af blegemiddel, vand og energi til følge.

**Anvendelighed:**

Metoden er specielt anvendelig på større partier metervarer.

**Økonomi:**

Ingen data vedrørende økonomi forefindes.

### 3.2.4 Mercerisering

(BREF afsnit 2.6.1 )

Mercerisering øger styrke, dimensionsstabilitet og glans af en bomulds-metervare. Processen involverer brug af kaustisk soda eller ammoniak i et varmt bad.

**Miljøpåvirkning:**

Brugen af kaustisk soda medfører afgivelse af alkali ( $\text{Na}^+$ ) til spildevandet.

#### **3.2.4.1 Opsamling og genbrug af lud fra mercerisering**

(BREF afsnit 4.5.7)

Ved mercerisering behandles bomulden med kaustisk soda. Skyllevandet fra den efterfølgende vask betegnes som svag lud (40 - 50 g NaOH/liter). Ved inddampning eller ved tilførsel af hydrogenperoxid kan den svage lud opkoncentreres (270 - 300 g NaOH/liter), renses og genbruges. Hvilken metode der anvendes til at rense luden inden brug er afhængig af, hvilken type af urenheder der findes i den inddampede lud, men oftest anvendes hydrogenperoxid.

**Miljøeffekt:**

Reduceres forbruget af kaustisk soda, mindskes alkalibelastningen af spildevandet.

**Anvendelighed:**

På både nye og gamle maskiner.

**Økonomi:**

200.000 - 800.000 EUR afhængig af produktionens størrelse og rensningsprincip.

Tilbagebetalingsperioden varierer afhængig af produktionens størrelse; men eksempler på tilbagebetalingstider på under 1 år er kendt fra virksomheder, hvis hovedproces er mercerisering.

### 3.2.5 Blegning

(BREF afsnit 2.6.1)

Blegning har til formål at fjerne naturlig fiberfarvning og forberede tekstilet til farvning. Blegning forgår i kar eller direkte i farvemaskinen og ofte i forbindelse med andre forbehandlinger. Blegningen består af en vandig opløsning med

blegemiddel, natriumhydroxid, afspændingsmiddel (sæbe) og kompleksbinder.

De mest anvendte blegemidler er:

- Hydrogenperoxid ( $H_2O_2$ )
- Natriumhypoklorit ( $NaClO$ )
- Natriumklorit ( $NaClO_2$ )

Blegning med hydrogenperoxid kræver effektiv pH-kontrol, idet hydrogenperoxid kan virke nedbrydende på organiske tekstilfibre. Hydrogenperoxid er i sig selv ikke miljøskadelig, men i forbindelse med blegning bruges stabilisator og kompleksbinder, der begge kan indeholde svært nedbrydelige stoffer (AOX).

Natriumhypoklorit er et meget reaktivt blegemiddel og er effektivt ved lave temperaturer (30 °C) og moderat pH (9 - 11). Blegemidlet er meget effektivt, men har en tendens til at danne klorerede hydrokarboner, der er miljø- og sundhedsskadelige. I Danmark fraråder man derfor brugen af hypoklorit.

Erstattes natriumhypoklorit med natriumklorit, nedsættes dannelsen af svært nedbrydelige stoffer (AOX). Dannelse af svært nedbrydelige stoffer (AOX) stammer især fra urenheder af klorin i natriumkloriten, men det er i dag muligt at anskaffe klorinfri natriumklorit, hvorved dannelse af svært nedbrydelige stoffer helt kan undgås. Natriumklorit danner klordioxid ved lav pH (3,5 - 4) og høj temperatur (95 °C); men klordioxid er en syre, der kan være meget hård ved maskineri og fibre. Blegning med natriumklorit betragtes i dag som den mest skånsomme metode i forbindelse med blegning af fx. cellulose (bomuld).

#### ***Miljøpåvirkning:***

- AOX i spildevand fra specielt brugen af natriumhypoklorit og kompleksdanner
- Emission af sundhedsskadelige klordampe fra brugen af natriumhypoklorit.
- EDTA fra brugen af stabilisator
- Natriumklorit og klordioxid er sundhedsskadelig, og der kan være risiko for korrosion af maskineri og explosionsfarer.

#### ***3.2.5.1 Begrænsning i brugen af klorholdige blegemidler*** (BREF afsnit 4.5.5)

Til blegning af tekstiler, der skal være specielt hvide, er blegeeffekten fra hydrogenperoxid ikke kraftig nok, og det kan være nødvendigt at anvende klorholdige blegemidler som natriumhypoklorit eller natriumklorit.

Natriumhypoklorit og natriumklorit er begge årsag til dannelse af svært nedbrydelige (AOX) miljø- og sundhedsskadelige stoffer som fx. triklormethan. Derfor anbefaler man generelt i Danmark, at brugen af klorholdige blegemidler begrænses.

Til blegning af specielt hvide tekstiler anbefales en todelt proces med blegemidlerne hydrogenperoxid ( $H_2O_2$ ) - klordioxid ( $ClO_2$ ) under kontrollerede pH- og temperaturforhold. Derudover bør der bruges kloridfri klordioxid ( $ClO_2$ ) for at undgå korrosion af maskineri.

Til blegning af organiske fibre som hør og bast er hydrogenperoxid for hård ved fibermaterialet. Det anbefales hertil udelukkende at anvende kloridfri natriumklorid.

**Miljøeffekt:**

Begrænsning i brugen af klorblegemidler medfører reduktion i dannelsen af svært nedbrydelige stoffer i spildevandet. Erstatning af blegemidlet natriumklorid med kloridfri natriumklorid reducerer yderligere indholdet af svært nedbrydelige stoffer (AOX) i spildevandet.

**Anvendelighed:**

Brugen af klorbaserede blegemidler begrænses til tekstiler, der skal fremstå som særligt hvide, eller består af fibermaterialer, der ikke tåler behandling med hydrogenperoxid.

**Økonomi:**

Brugen af hydrogenperoxid til blegning er ikke dyrere i brug end klorbaserede blegemidler. For specielt hvide tekstiler vil en erstatning af natriumhypoklorit med hydrogenperoxid eller natriumklorid i en todelt hydrogenperoxid/natriumhypokloritblegning fordyre processen 2 - 6 gange, idet der skal bruges væsentligt større mængder blegemiddel. Erstatning af natriumhypoklorit med natriumklorid kræver på grund af korrosion investering i rustfrie rør og maskindele.

**3.2.5.2 Valg af miljørigtig kompleksbinder i hydrogenperoxid blegning (BREF afsnit 4.3.4)**

Kompleksbinder binder sig til frigivne metaller fra blegning og farvning og forhindrer således metallerne i at inhibere de kemiske processer.

Til blegning af bomuld er den mest brugte metode i dag en blegning med hydrogenperoxid og hydrogenperoxidkompleksbinder. Typiske peroxidkompleksbindere er stoffer som polyfosfater (tripolyfosfat), fosfonater (HEDP) og aminokarboxylsyre (EDTA, DTPA, NTA). Problemet ved disse hydrogenperoxidkompleksbindere er:

- deres høje N- og P-indhold
- at de er svært nedbrydelige
- at de kan give anledning til remobilisering af tungmetaller, der har en tendens til at danne stabile metalkomplekser

Vælges polykarboxylater, polyakrylater, hydroxykarboxylsyre og sukkerpolymerer i stedet for de traditionelle kompleksbindere, mindskes miljøpåvirkningen, idet de ikke indeholder kvælstof/fosfor og er let nedbrydelige.

**Miljøeffekt:**

- Reduceret indhold af fosfor og kvælstof i spildevandet medfører mindre eutrofiering.
- Reduceret indhold af svært nedbrydelige stoffer i spildevand.

**Anvendelighed:**

I forbindelse med hydrogenperoxidblegning opnås den bedste effekt ved brug af kompleksbinderne: sukkerpolymer og polykarboxylater, der også har en blødgørende effekt.

**Økonomi:**

Traditionelle kompleksbindere koster omtrent det samme som sukkercopolymer og polykarboxylater; men det kan være fordyrende, at der skal bruges større mængder for at opnå den samme effekt.

**3.2.5.3 Begrænsning af brugen af kompleksbinder i hydrogenperoxidblegning**  
(BREF afsnit 4.5.6)

Brugen af hydrogenperoxid-fikseringsmidler kan minimeres, hvis blegning med hydrogenperoxid kombineres med effektiv pH-kontrol. Hydrogenperoxidblegning kræver effektiv pH-styring, idet hydrogenperoxid reagerer med ilt-ionen i vandet og danner fri OH<sup>\*</sup>-radikaler. Fri OH<sup>\*</sup>-radikaler kan beskadige cellulosefiberen. For at forhindre dette tilføres processen normalt hydrogenperoxid-fikseringsmiddel. Hydrogenperoxid-fikseringsmiddel er miljøskadeligt.

Metalliske urenheder i tekstilet vil inhibere effekten af hydrogenperoxid. Fjernes disse ved at demineralisere procesvandet inden blegning (anvendelse af blødt vand), vil den tilførte hydrogenperoxidmængde kunne begrænses.

Under blegningen er det ligeledes vigtigt at anvende blødt vand, idet metaller (Ca, Mg og Fe) virker inhiberende på blegningen ved at reagere med hydrogenperoxid.

Forsøg har vist, at ved pH 11 - 12 og under metalfrie forhold bindes de skadelige fri OH<sup>\*</sup> radikaler til hydrogenperoxid. Samtidig opnås uden brug af fikseringsmiddel en god blegning med et begrænset hydrogenperoxidforbrug, som ikke skader fibermaterialet.

**Miljøeffekt:**

Ved en effektiv pH-kontrol og fjernelse af metalliske urenheder kan brugen af hydrogenperoxid reduceres, og anvendelse af kompleksbinder kan eventuelt helt undgås.

**Anvendelighed:**

I produktioner hvor blegning foregår med hydrogenperoxid og mulighed for effektiv pH-kontrol.

**Økonomi:**

Omkostninger til kemikalier, som bruges ved fjernelse af metaller i vand og cellulose, opvejes af de reducerede omkostninger til hydrogenperoxid og kompleksbinder.

Omkostninger til pH-kontrol kan være betydelig, idet processen er meget svær at styre og kræver bedre pH-styringsapparat end det, der typisk findes i virksomheden.

**3.2.6 Termofiksering**

Vævede metervarer bestående af kunstfibre gennemløber en termofiksering for at blødgøre og strække metervaren i facon. Indeholder metervaren store mængder olie og slette, vil der ved en termofiksering ske en frigørelse af flygtige organiske forbindelser (VOC).

**3.2.6.1 Vask inden termofiksering (kemofibre)**  
(BREF afsnit 2.6.4.)



BAT er at anvende vævede metervarer, hvor indholdet af olie og slette er begrænset og kan udvaskes inden termofiksering.

At gennemføre termofiksering før vask på syntetiske metervarer kan også være BAT; men det forudsættes, at emissionerne fra termofiksering opsamles og behandles. Metoder til opsamling af gasemissioner omfatter oxidation, kondensering, partikulær separation og absorption. Dette er dog ikke særlig anvendt i Danmark.

Oxidation ved forbrænding eller katalytisk destruktion (Catalytic incineration) er svær at styre, idet temperaturen af afgivne gasser varierer, og katalysatoren kan hæmmes af sporstoffer som fosfor, salte, silikater eller tungmetaller. Kondensering fjerner kun de mest flygtige stoffer, som dog også giver de største lugtgener. Effekten af absorption i vådscribbere ligger normalt på 40 - 60 %; men metoden er ikke brugbar overfor hydrofobe stoffer. Partikulær separation kan forgå ved elektrostatisk bundfældning i cykloner eller via filtrering. Effekten af elektrostatisk bundfældning og filtrering af partikler på 0,01 - 20,00  $\mu$  er 95 %; men gasser og lugt kan ikke fjernes ved denne metode. Elektrostatisk bundfældning kombineret med kondensering tillader en fuldstændig opsamling af emissioner. Kombineres disse med en effektiv varmegenindvinding, har man den bedste BAT-metode for termofiksering af syntetiske metervarer allerede i spændrammen.

***Miljøeffekt:***

Vask før termofiksering giver en væsentligt reduceret VOC-emission, da det organiske materiale udvaskes i spildevandet. Dog medfører det en øget COD-emission, som i Danmark må karakteriseres som miljømæssigt mindre problematisk.

***Anvendelighed:***

Vask før termofiksering er særlig anvendeligt på vævede metervarer med letopløselige spindeolier og slette. Strikkede metervarer er elastiske og har en tendens til at krympe og danne læg under vask. Desuden er det nødvendigt at opskære rundstrik inden farvning, hvilket ikke altid er hensigtsmæssigt.

***Økonomi:***

Vask inden termofiksering kræver, at tekstilet både tørres inden termofiksering og igen efter farvning/efterbehandling. Vask inden termofiksering kræver således en ekstra tørring og medfører derfor et øget energiforbrug.

### 3.3 Farvning

( BREF afsnit 2.7)

Valg af farvestof afhænger af fibertype og indfarvningsteknik.

Bomuld farves typisk med reaktive, direkte, vat, eller svovlbaserede farver i en styk, semi-kontinuerlig eller kontinuerlig indfarvningsmaskine.

Uld farves med syre-, krom- eller metalfarver.

Polyester derimod farves med dispersionsfarvestoffer.

BAT er at optimere processerne og minimere brugen af vand og energi samt brug og emission af miljø- og sundhedsskadelige kemikalier.

### 3.3.1 Stykfarvning

(BREF afsnit 2.7.2.)

Stykfarvning er en proces, hvor en farvemaskine fyldes med en bestemt mængde tekstil og farve, hvorefter væske tilføres i nøje afvejede mængder. Efter indfarvning drænes maskinen for brugt farvevæske, og tekstilet vaskes for at fjerne ubundet farvestof.

Stykfarvningsprocesser generelt har et stort vandforbrug og producerer sammenlignet med kontinuær farvning en stor mængde spildevand, men med en forholdsvis lav emissionskoncentration. Ved stykfarvning er farvemaskinens flotteforhold særligt vigtigt. Flotteforholdet er forholdet mellem mængden af materiale, der farves, og mængden af tilført væske. Flotteforholdet har derfor direkte indflydelse på vand- og kemikalieforbruget.

#### **3.3.1.1 Valg af stykfarvningsmaskiner**

(BREF afsnit 4.6.19)

BAT er at vælge stykfarvningsmaskiner med lavt flotteforhold og automatisk styring. For at undgå spild og overdosering af miljøskadelige kemikalier er det BAT at anvende farvemaskiner, der automatisk afmåler mængden af materiale, der skal farves, og tilpasser kemikalieforbruget derefter. Spild af vand kan undgås ved at bruge nye maskiner, hvor det er muligt automatisk at styre væskniveau og temperatur via indirekte opvarmning, og hvor ventiler og låger lukker helt tæt.

En vigtig faktor for denne type indfarvning er farvestoffets evne til at binde sig til tekstilet (affiniteten) og forholdet mellem mængden af væske og tekstil (flotteforhold). Flotteforholdet er afhængigt af materialet og af hvilken type maskine, der anvendes. BAT er således at vælge maskiner, der har lavt flotteforhold, der svarer til den gennemsnitlige materialemængde, så man kan arbejde med nominelle kontinuerlige flotteforhold, eller vælge maskiner, der kan arbejde med konstante flotteforhold, selvom de kun er belastet med op til 60 % af deres normale niveau.

Holdes procesvand fra de forskellige indfarvningsbade adskilt fra hinanden og fra vaskevandet, forhindres farveblanding og varmetab. Ved separation af vandstrømme øges desuden muligheden for genanvendelse, og rensning kan begrænses til stærkt koncentrerede spildevandsstrømme.

#### **Miljøeffekt:**

Farvemaskiner med:

- Automatisk dosering af kemikalier medfører mindre spild.
- Lavt flotteforhold medfører mindre forbrug af vand, energi og kemikalier i hvert farvebad.
- Adskillelse af procesvand sikrer mod kontaminering og køling af varmt proces- og vaskevand. Adskillelse af procesvand kan eventuelt kombineres med recirkulering.
- Effektivisering af vaskeprocessen medfører reduktion i vand-, energi og kemikalieforbrug.

**Anvendelighed:**

De fleste af de ovennævnte forbedringer tilbydes i forbindelse med køb af nye stykfarvningsmaskiner, men kan også tilkobles eksisterende stykfarvningsmaskiner.

**Økonomi:**

Variierende priser på maskiner til stykfarvning.

**3.3.1.2 Genbrug af procesvand fra stykfarvning**

(BREF afsnit 4.6.22.)

BAT er at genbruge proces- og vaskevand i stykfarvning. Indholdet af farve og restkemikalier registreres i det brugte farvebad, hvorefter det pumpes over i en opbevaringstank eller anden farvemaskine. Ved tilføjelse af yderligere farve kan det brugte procesvand genbruges i senere farvninger. Procesvandet holdes varmt, så der kun skal ske en opvarmning til den temperatur, der skal bruges ved næste indfarvning.

**Miljøeffekt:**

Reduktion i vand-, energi- og kemikalieforbrug.

**Anvendelighed:**

Genbrug af proces- og vaskevand forudsætter en effektiv styring af de forskellige vandstrømme og større tanke, hvor vandet skal opbevares.

Genbrug af procesvand er afhængig af mængden af urenheder i råmaterialer eller tilførte kemikalier, idet urenhederne kan kontaminere vandet, så det ikke kan genbruges.

**Økonomi:**

Priser på recirkuleringsanlæg er varierende omkring 0,8 mio. EUR, men der er til gengæld registreret besparelser på op til 3 EUR/m<sup>3</sup>.

**3.3.1.3 Genbrug af procesvand efter rensning med aktivt kul**

(BREF afsnit 4.10.4.)

BAT er at genbruge procesvand efter rensning med aktivt kul<sup>10</sup>. Ved at behandle brugte farvebade med aktivt kul absorberes farve og andre organiske stoffer. Et anlæg med to forbundne kulfiltre, hvor strømretningen kan skiftes, kan give klart rent vand med salt og Na-lud klar til genanvendelse.

**Miljøeffekt:**

Recirkulering af rense- og procesvand reducerer forbruget af vand, energi og kemikalier. Desuden mindskes pH og koncentrationen af salt i spildevandet.

**Anvendelighed:**

Aktivt kul er lavteknologisk, let at anvende og kan anvendes i alle typer farverier; dog kræves der plads til anlæg og tanke.

**Økonomi:**

Aktive kulanlæg er dyre (1,3 mio. EUR) og tilbagebetalingsperioden således lang (ca. 5 år). Derfor er metoden endnu ikke særlig anvendt.

---

<sup>10</sup> Genbrug af procesvand fra reaktiv farvning af bomuld, Miljøprojekt nr. 374, 1998.

#### **3.3.1.4 Genbrug af procesvand efter membranfiltrering**

(BREF afsnit 4.10.4.)

BAT er at genbruge procesvand efter membranfiltrering. Ved at filtrere store mængder farvet vaskevand gennem et nano-membranfilter vil farvestoffer og andre større forureninger tilbageholdes i et koncentrat, og rent varmt procesvand kan recirkuleres.

Koncentratet kan evt. bortskaffes ved anaerob kompostering.

##### **Miljøeffekt:**

Recirkulering af rense- og procesvand reducerer forbruget af vand, energi og kemikalier.

##### **Anvendelighed:**

Genbrug af rense- og procesvand efter membranfiltrering er anvendeligt specielt i farverier med reaktiv farvning.

##### **Økonomi:**

Prisen for et membranfiltreringsanlæg er ca. 0,6 mio. EUR. Da der ikke er de store omkostninger til vedligeholdelse, er tilbagebetalingstiden kort (< 1 år).

#### **3.3.1.5 Begrænsning af vand- og energiforbrug ved vask og rensning efter batchfarvning**

(BREF afsnit 4.9.1)

Se afsnit 3.6.1.1. "Vask og Tørring".

#### 3.3.2 Semikontinuerlig og kontinuerlig indfarvning

(BREF afsnit 2.7.2)

Ved kontinuerlig indfarvning tilføres farven via imprægnering, eller også passerer tekstilet i fuld bredde en foulard med farvestof, hvorefter tekstilet via ruller presses fri af væske, farvestof fikseres, og til sidst vaskes tekstilet. Farvestof kan også tilføres via jet-sprøjter, skum eller damp.

Kontinuerlig og semikontinuerlig farvning bruger generelt mindre mængde procesvand end ved stykfarvning; men til gengæld er restprocesvandet langt mere koncentreret. Koncentrationen af farve og dens evne til at binde sig har stor betydning, idet tekstilet kun er i kontakt med farven i kort tid ved kontinuerlig indfarvning.

#### **3.3.2.1 Minimering af farvevæskespild ved foulard farvning**

(BREF afsnit 4.6.7)

BAT er minimering af farvevæskespild ved "low add-on" teknikker og automatiseret dosering. Ved trykpudeteknikker kommer den største miljøpåvirkning fra restfarve i trykpudekarret, pumper og rør, når de vaskes, eller der skiftes farve. Ofte overdoseres mængden af farve, der skal bruges, for at give sikkerhed for ikke at løbe tør. Der kan altså opnås væsentlig reduktion i spild ved at automatisere dosering og ved at minimere volumen af farvekarret. Volumen af et farvekar kan variere fra 30 - 100 l, hvilket kan optimeres, ved at farve tilføres via en spids (nip), eller ved at farvekarret gøres mindre (U-sharft).

Dosering af kemikalier baseret på løbende målinger af procesvand vil reducere forbruget af kemikalier og spild yderligere. Man måler således mængden af brugt farvevæske i forhold til mængden af farvet materiale (længden af tekstil divideret med vægten). Resultatet af denne beregning gemmes og anvendes ved næste lignende indfarvningsbad.

På baggrund af automatisk udtagne kontinuerlige prøver af procesvand kan der anvendes hurtigere indfarvningsteknikker, hvor farvestoffet blandes umiddelbart inden anvendelse. Denne metode er at fortrække, især hvor investeringsomkostningerne til automatisering er små.

***Miljøeffekt:***

Brug af "U-sharft" minimerer spild af farvevæske til 10 %, og ved spidsfarvning (nip) reduceres spild tilsvarende til 5 %.

Automatisk styring og dosering af kemikalier baseret på direkte måling reducerer kraftigt mængden af restfarve i hovedtanken (5 - 10 l).

Mindre rensning efter optimering af farveforbrug kan medføre væsentlig besparelse i vandforbrug.

***Anvendelighed:***

Automatiske doseringssystemer kan kobles til alle typer af semi- og kontinuerlige farvemaskiner.

Spidsfarvning er ikke velegnet til lette tekstiler og tekstiler med høj sugesevne, idet farvningen vil blive svær at styre.

***Økonomi:***

Det er muligt at opgradere gamle maskiner til de nye systemer; men det er oftest mest økonomisk at vente, til der skal indkøbes en ny maskine.

"U-sharft"-maskiner med små farvekar koster ca. 85.000 EUR. På grund af de store besparelser i farveforbrug og vand er tilbagebetalingsperioden ofte under et år.

***3.3.2.2 Begrænsning af vand- og energiforbrug ved vask og rensning efter kontinuerlig farvning***

(BREF afsnit 4.9.2.)

Se afsnit 3.6 "Vask og Tørring".

**3.3.3 Farvning af bomuldsmetervarer**

(BREF afsnit 2.7.3)

Til farvning af bomuldsmetervarer bruges typisk reaktive, direkte, kype- eller svovlbaserede farvestoffer i styk-, semikontinuerlige og kontinuerlige farvemaskiner.

Miljøeffekter knyttet til reaktivfarvning skyldes primært farvernes lave fikseringsgrad og forbruget af salt. Salt i spildevandet medfører høj salinitet, og ikke fikseret farvestof i spildevandet reducerer sollysgennemtrængning og dermed fotosyntesen i vandmiljøer. Farvestofferne kan være svært bionedbrydelige og indeholde miljøskadelige tungmetaller. Miljøpåvirkninger fra hjælpestoffer skyldes i høj grad brugen af salt, dispergerings- og egaliseringsmiddel, der kan

indeholde svært bionedbrydelige stoffer. Urea er et problem på grund af det høje kvælstofindhold, der kan bevirke eutrofiering.

Direkte farvestoffer har en høj fikseringsgrad og moderat vaskeægthed. For at øge produktets farveægthed tilsættes kationiske efterbehandlingsmidler, som er svært bionedbrydelige stoffer, der indeholder formaldehyd, og er på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer.

Kype- og svovlbaserede farvestoffer bruges specielt til bomuld og bomuld/polyester blandinger. Farverne er hydrofobe og har en moderat til høj farveægthed. Kypefarvestoffer kan indeholde urenheder af metal, hvorimod svovlbaserede farvestoffer kan danne giftigt sulfid i spildevandet. Begge farvestoffer forudsætter brug af svært nedbrydeligt dispergeringsmiddel.

Visse azofarvestoffer fraspalter kræftfremkaldende aromatiske aminer<sup>11</sup> og er optaget på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer samt på Arbejdstilsynets liste over kræftfremkaldende stoffer.

### **3.3.3.1 Brug af polyfunktionelle reaktive farvestoffer med lavt saltforbrug til farvning af bomuld og cellulose**

(BREF afsnit 4.6.10. + 4.6.11)

BAT er at bruge reaktive farvestoffer med høj fikseringsgrad og lavt saltforbrug. Der er udviklet farvestoffer, som muliggør et lavere saltforbrug. Flere af disse er polyfunktionelle reaktive farvestoffer, som indeholder flere reaktive grupper, og med den rette kombination af de reaktive grupper har disse farvestoffer en højere fikseringsgrad end de monofunktionelle.

<b>Polyfunktionelle farvestoffer</b>	<b>Høj fiksering</b>	<b>Lavt saltforbrug</b>
Cibakron FN (Ciba)	+	(+)
Cibakron H (Ciba)	+	(+)
Cibakron LS (Ciba)	(+)	+
Drimarene HF (Clariant)	+	(+)
Levafix CA (Dystar)	+	(+)
Levafix OS (Dystar)	(+)	+
Procion H-EXL/XL+ (Dystar)	+	+
Sumifix HF (Sumitomo)	+	+

Tabel 3.3.: Udvalgte polyfunktionelle reaktive farvestoffer med høj fikseringsgrad og lavt saltforbrug

Der opnås en bedre fikseringsgrad ved brug af de nævnte polyfunktionelle farvestoffer. Derved mindskes udledning af ikke fikseret farvestof til spildevand (mindre farve- og COD-belastning). De nye farvestoffer har en øget styrke, og der skal således anvendes mindre farvestof for at opnå den samme effekt.

#### **Miljøeffekt:**

- Reduceret forbrug af farvestof og salt
- Reduceret farvestof, salt og COD-udledning i spildevand
- Reduceret vand- og energiforbrug

<sup>11</sup> Azocolorants in Textiles and Toys - Environmental and Health Assessment, Miljøprojekt nr. 416, 1998

**Anvendelighed:**

Farvestoffer med høj fiksering og lavt saltforbrug kan anvendes i alle typer farvemaskiner. Nogle af de polyfunktionelle farvestoffer med høj opløselighed er specielt egnede til maskiner med lavt flotteforhold.

Korrosion på grund af salt kan være et problem ved recirkulering af procesvand.

**Økonomi:**

Polyfunktionelle farvestoffer er dyrere end de traditionelle monofunktionelle, men modsat kan en højre fikseringsgrad give besparelser i vand, energi og kemikalieforbrug.

**3.3.3.2 Enzymatisk vask efter farvning med reaktive farvestoffer**

(BREF afsnit 4.6.8.)

BAT er at foretage enzymatisk vask efter farvning med reaktive farvestoffer. Ved at anvende enzymer til at fjerne ikke fikseret farve fra tekstil og vaskevand bruges der færre varme vaskebade, og derved spares vand, energi og detergenter (BREF tabel 4.20).

**Miljøeffekt:**

Reduktion i vand-, energi- og detergentforbrug.

**Anvendelighed:**

Enzymatisk vask har vist sig effektivt overfor farvestofferne "Lavasol", "Remazol", "Cibaron", "Procion" og "Synozol".

**Økonomi:**

Der foreligger ingen data på omkostninger til enzym.

**3.3.3.3 Undgå brug af detergenter og kompleksdanner i vask efter farvning med reaktive farvestoffer**

(BREF afsnit 4.6.12.)

BAT er at undgå brugen af detergenter og kompleksdanner i vask efter reaktivfarvning<sup>12</sup>. Reaktive farvestoffer kan have en dårlig fiksering, og en stor mængde ikkefikseret farvestof vil ende i spildevandet ved den efterfølgende vask.

Visse detergenter og kompleksdannere indeholder stoffer, der er svært biobrydelige og skadelige for vandorganismer (APEO og EDTA); derfor bør man undgå brugen af disse i vask og neutralisering efter farvning med reaktive farvestoffer.

Det har vist sig<sup>13</sup>, at vask med blødt, varmt vand (90 - 95 °C) uden hjælpekemikalier er effektivt til udvaskning af ikke fikseret farve. Herved elimineres brug af miljøskadelige detergenter og kompleksdanner. Kombineres varmtvandsvask med varmeveksling og recirkulering af vand, kan der endvidere spares energi og vand.

---

<sup>12</sup> Miljøstyrelsen: "Miljørigtig reaktiv farvning af bomuld i batch"

<sup>13</sup> Udvikling og dokumentation af kemikaliebesparende recept til skyl efter reaktiv farvning, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 60/1995

**Miljøeffekt:**

Reduktion i forbruget af detergenter og kompleksdannere medfører en reduktion i kemikalieforbrug og nedsætter belastning af spildevandet med svært nedbrydelige stoffer.

Varmeveksling og recirkulering af vand giver desuden mulighed for reduktion i vand- og energiforbrug.

**Anvendelighed:**

Vask uden detergenter er almindelig i Danmark<sup>14</sup> og giver en bedre farveægt-hed. Risikoen for nedbrydning af fibermateriale undgås, idet OH<sup>-</sup>-radikaler vil have en tendens til at reagere med detergentet. Det er i enkelte tilfælde nødvendigt at skifte reaktiv farvetype, hvis der skal opnås en effektiv vask uden brug af detergenter.

**Økonomi:**

Besparelser afhænger af forbruget af vand, energi og detergenter i forbindelse med reaktiv farvning. Generelt har denne proces vist sig at være rentabel, hvorfor det er den mest almindelige metode til vask efter reaktiv farvning i Danmark.

**3.3.3.4 Vælg effektive reaktive farvestoffer ved semikontinuerlig farvning af bomuld**

(BREF afsnit 4.6.13.)

BAT er at undgå brugen af miljøskadelige hjælpekemikalier ved semikontinuerlig indfarvning af bomuld med reaktive farvestoffer. Normalt anvendes store mængder urea og natriumsilikat ved semikontinuerlig farvning af bomuld for at fremskynde fikseringen af reaktive farvestoffer i tekstilet. Anvendes reaktive farvestoffer med høj fikseringsgrad, som kan fikseres ved kontrollerede dampforhold (ECONTROL), kan forbruget til miljøskadelige hjælpekemikalier begrænses (BREF figur 4.18 og tabel 4.22). Brugen af urea og natriumsilikat kan i nogle tilfælde helt undgås.

Endvidere opnås der en række funktionelle forbedringer:

- Milde fikseringsforhold (temperatur og pH) gør tekstilet nemmere at håndtere
- Mindre migration af farve
- Bedre indtrængning af farve i tekstilet
- Bedre dække af dødt fibermateriale
- Mulighed for farvning af polyester/bomuld og polyester/viskose i et enkelt farvebad

**Miljøeffekt:**

ECONTROLmetoden medfører reduktion i kemikalieforbrug (urea, natriumsilikat, salt).

**Anvendelighed:**

Metoden er ideel for bomuldsmetervarer, men endnu ikke afprøvet på andre fibertyper.

---

<sup>14</sup> Udtalelse fra Anders Toft, Midtjydsk Farveri A/S



**Økonomi:**

Et anlæg for dampregulering og automatisk farvedosering koster 750.000 EUR. Dette opvejes af store besparelser i kemikaliforbrug og en stigende produktionshastighed.

**3.3.3.5 Silikat-fri metoder til cold-pad kontinuerlig indfarvning**

(BREF afsnit 4.6.9)

Natriumsilikat anvendes ofte til en cold-pad batchindfarvning for at øge stabiliteten og undgå carbonisering i kanter. Brugen af natriumsilikat kan imidlertid give problemer med aflejring af silikatpletter på tekstilet, og indholdet af natrium øger saliniteten i spildevandet.

Anvender man i stedet en speciel højkoncentreret alkaliopløsning, der kan tilsættes direkte til farvebadet uden forud blanding, kan man opnå en langt bedre dosering, og problemer med silikatafsætninger undgås uden brug af yderligere kemikalier.

**Miljøeffekt:**

- Begrænsning af kemikalieforbrug.
- Lavere salinitet i spildevand p.g.a. bedre dosering.

**Anvendelighed:**

Metoden kan anvendes på såvel nye som gamle maskiner, der muligvis skal have tilføjet yderligere automatisk styring for at fungere optimalt.

**Økonomi:**

Miljørigtig færdigpræpareret alkaliopløsning er dyrere end traditionelle fikseringsmetoder.

Det øgede behov for styringsautomatik til gamle maskiner kan yderligere fordyre processen.

**3.3.3.6 Valg af farvestoffer og reduktionsmiddel med lavt svovlindhold til svovlbaseret farvning**

(BREF afsnit 4.6.6)

BAT er i svovlbaseret farvning at bruge farvestoffer og reduktionsmiddel med minimalt svovlindhold. Svovlbaserede farvestoffer bruges i stor udstrækning i forbindelse med farvning af bomuld i mørke farver, der skal have en høj lysægtighed.

Svovlbaserede farvestoffer kan frigive sulfid ( $S^{2-}$ ), der har en kraftig lugt og er miljø- og sundhedsskadelig. Derfor er der fremstillet nye svovlbaserede farvestoffer med et lavt total svovlindhold:

- pre-reducerede farvestoffer med et svovlindhold på  $< 1\%$
- sulfidfrie svovlbaserede farvestoffer
- stabiliserede svovlbaserede farvestoffer

Ved brug af farvestoffer med lavt svovlindhold kan brugen af natriumsulfid som reduktionsmiddel undgås. I stedet anvendes en blanding af glukose og natriumhydroxid/- dithionit. Ved brug af sulfidfrie farvestoffer bruges kun glukose og natriumhydroxid, og ved de stabiliserede svovlbaserede farvestoffer bruges kun natriumdithionit.

Det anbefales desuden at erstatte oxidationsmidlet natriumdikromat med hydrogenperoxid.

**Miljøeffekt:**

Indholdet af svovldioxid i spildevand reduceres.

Forbruget af reduktionsmiddel kan yderligere begrænses ved uddrivning af frit ilt i procesvand og maskineri ved tilførsel af nitrogen.

**Anvendelighed:**

Svovlreducerede farvestoffer kan anvendes i alle typer maskiner, men kan give lidt ændrede farvenuancer og kræver muligvis en anden dosering.

**Økonomi:**

Svovlreducerede farvestoffer er lidt dyrere end de traditionelle.

### 3.3.4 Farvning af uld og silkemetervarer

(BREF afsnit 2.7.4 + 2.7.5)

Til farvning af uld og silkemetervarer bruges typisk syre-, metal- og kromfarvestoffer.

Syre-, metal- og kromfarvestoffer er alle hydrofile og har en høj fikseringsgrad. Metal- og kromfarvestoffer indeholder metaller, der kan frigøres til spildevandet; men de største miljøeffekter skyldes dog brugen af svært nedbrydelige egaliseringsmidler og salt.

På grund af miljøproblemer knyttet til brugen af metal- og kromfarvestoffer anvendes disse kun meget begrænset til indfarvning af uld i Danmark.

#### **3.3.4.1 Brug af farvestoffer med lavt krom og metal indhold ved indfarvning af uld**

(BREF afsnit 4.6.15 - 4.6.17)

Farvning af uld med kromfarver er almindelig for at opnå dybe farver (sort og blå) med en høj farveægthed. Typisk er kromfarvning en to-delt proces med tilsætning af farvestof efterfulgt af tilsætning af kromsalt (natrium / kaliumdikromat).

Der er tre typiske metoder for kromfarvning:

- Krommordant: tilsætning af kromsalte inden farvning med kromfarve
- Metakrom: tilsætning af kromsalte og kromfarve i samme procesbad
- Efterkrombehandling: tilsætning af kromfarve efterfulgt af tilsætning af kromsalte

Kromfarver har en moderat fikseringsgrad, og rester af ikke fikseret krom fra farvebadet kan ende i spildevandet, hvor det virker som en stærk miljøgift. Derfor er der inden for de sidste par år udviklet metoder ("low-chrome dyeing" og "ultralow chrome dyeing") for at nedsætte kromforbruget ved indfarvning af uld.

"Low chrome dyeing" er en efterkrombehandling med en nøje kontrol af dosering, pH og temperatur. Den tætte processtyring hindrer overdosering, og tilsætning af et reduktionsmiddel begrænser dannelsen af miljøskadelig krom(VI).

Det er i dag muligt at erstatte mange nuancer i farvning af uld med reaktive farvestoffer (bi/trifunktionelle) med høj farveægthed og derved helt undgå brugen af kromfarvning (se BREF tabel 4.23).

Ved helt specielle farvenuancer, hvor kromfarvning ikke kan undgås, er det muligt at begrænse kromfrigivelsen ved at tilsætte fede alkoholethoxylater. Dette halverer reaktionstiden og forbedrer fikseringsgraden, hvorved mængden af ubundet krom minimeres (Lanaset TOP proces).

**Miljøeffekt:**

Reduktion af COD og miljøskadeligt krom (VI) i spildevandet.

**Anvendelighed:**

"Low-chromdying" er billig og anvendelig på alle typer af uldprodukter.

"Lanaset TOP processen" er specielt anvendelig i forbindelse med farvning af uldtoppe og løse fibre

**Økonomi:**

Indkøb af automatiske doseringssystemer er bekostelige, men opvejes af besparelser i kemikalieforbrug.

Specielle reaktive farvestoffer og tilsætning af reduktionsmidler er noget dyrere end de krombaserede farvninger.

Besparelser i udgift til vand og kortere procestider ved Lanaset TOP processen.

**3.3.4.2 Minimer brugen af egaliseringsmiddel ved farvning af uld med syre/base farvestoffer**

(BREF afsnit 4.6.14)

BAT er at minimere brugen af egaliseringsmiddel. Indfarvning af uld styres primært ved variationer i temperatur og tilsætning af egaliseringsmiddel. Holdes temperaturen konstant, og pH i stedet varieres ved tilsætning af en syre (eddikesyre), vil visse farvestoffer kunne binde sig til fiberen helt uden brug af egaliseringsmiddel; dog kan der være problemer med farveægtheden ved nogle af disse farver.

**Miljøeffekt:**

Reduktion i forbruget af egaliseringsmiddel medfører færre svært nedbrydelige stoffer i spildevandet. Metoden giver mulighed for recirkulation af procesvand.

Forbruget af tid og energi reduceres ligeledes, idet pH-styrede procesbade ikke kræver opvarmning eller tid til migration af farvestof.

**Anvendelighed:**

pH-kontrolleret farvning er velegnet til fibre med evnen til at skifte ladning under varierende pH-forhold (uld, polyamid og silke) og bruges primært i tæppeindustrien.

**Økonomi:**

Omkostninger til doseringssystemer og pH-kontrol opvejes af besparelser i energi forbrug og tid.

### 3.3.5 Farvning af polyester metervarer

(BREF afsnit 2.7.6.)

Til farvning af polyestermetervarer bruges typisk dispersionsfarvestoffer i styk- og termosolfarvningsmaskiner.

Miljøeffekter knyttet til dispersionsfarvestoffer kommer dels fra farvestofferne og dels fra brugte hjælpemidler som carrier og dispergeringsmiddel. Nogle dispersionsfarvestoffer indeholder organiske halogener, der kan danne svært nedbrydelige komplekser (AOX) i spildevandet. Farvestoffet er hydrofobt og kræver derfor brug af dispergeringsmiddel og carrier. Dispergeringsmidler kan indeholde formaldehyd og er svært nedbrydelige. Carrier kan indeholde stoffer, der er miljø- og sundhedsskadelige (BREF afsnit 8.6.7).

#### **3.3.5.1 Vælg dispergeringsmidler med høj bionedbrydelighed**

(BREF afsnit 4.6.3.)

BAT er at vælge dispergeringsmidler med høj bionedbrydelighed. Traditionelle dispergeringsmidler som fx. kondensationsproduktet af svovlsyre/naphthalen og formaldehyd kan erstattes af:

- optimerede dispergeringsmidler med fedtsyre (til farver i pulverform).
- optimerede dispergeringsmidler med natriumsalte dannet af aromatiske svovlsyreforbindelser.

#### **Miljøeffekt:**

Brug af de nye dispergeringsmidler giver en bionedbrydelighed på omkring 90 %, hvilket er en klar forbedring i forhold til de traditionelle.

#### **Anvendelighed:**

Det er to forskellige modificerede dispergeringsmidler, der skal bruges til pulverfarver og væskefarver.

#### **Økonomi:**

De modificerede dispergeringsmidler er generelt dyrere end de traditionelle, og metoden er derfor heller ikke særlig anvendt i Danmark..

#### **3.3.5.2 Undgå brugen af miljøskadelig carrier i farvning af polyester med dispersionsfarvestoffer**

(BREF afsnit 4.6.1 - 4.6.2.)

BAT er at undgå brugen af miljøskadelig carrier. Typiske polyesterfibre (PET) er temperaturstabile, hvilket gør dem vanskelige at farve og kræver farvning ved høj temperatur eller tilstedeværelsen af en carrier, der åbner polyesterfibre og hjælper migration af farvestoffet ind i tekstilet. Efter farvning udvaskes carrier i spildevandet, hvor den kan være til skade for de vandorganismer, som lever der.

Nye typer af polytrimethylenterephthalat (PTT) kan farves med dispersionsfarvestoffer uden brug af carrier, men kan have lidt andre fiberegenskaber end traditionelle polyesterfibre.

Polyesterblandinger, som ikke indholder uld, kan farves uden carrier ved temperaturer over 100 °C. PES/uldblandinger kan derimod farves ved lave temperaturer med miljørigtig carrier (benzylbenzoat, N-alkylphthalimid).

**Miljøeffekt:**

Reduktion i brugen af miljøskadelig carrier.

**Anvendelighed:**

PTT-fibre kan farves med både dispersionsfarvestoffer (mørke nuancer) og basiske farvestoffer (lyse nuancer). Med små justeringer kan alle typer farve-maskiner anvendes. PTT-fibre eller CORTERRA-fibre kan i visse tilfælde erstatte polyester, polypropylen og nylon i tekstiler og tekniske tekstiler.

**Økonomi:**

Nye PTT-fibre er fuldt konkurrencedygtige med traditionelle PET-fibre og kan give økonomiske besparelser i form af mindre omkostninger til opvarmning af procesvand.

Miljørigtig carrier koster ikke mere end de traditionelle; men der skal typisk anvendes større mængder, da de er knap så drøje.

**3.3.5.3 Undgå brugen af natriumdithionit i efterbehandling af polyester farvet med dispersionsfarvestoffer**

(BREF afsnit 4.6.5)

BAT er at undgå brugen af natriumdithionit. For at forbedre farveægtheden efter farvning af polyester foretages der ofte en reducerende efterbehandling, der fjerner ikke fikseret farvestof. Efterbehandlingen foretages i et nyt procesbad ved 80 °C med natriumdithionit og et dispergeringsmiddel. Efterfølgende vaskes to gange. Processen involverer 3 procesbade og brugen af natriumdithionit, der er skadeligt for vandorganismer.

Det er muligt at reducere vandforbrug og undgå brugen af natriumdithionit ved at:

- erstatte natriumdithionit som reduktionsmiddel med kort-kædet sulfinsyrederivat, der er bionedbrydeligt og ikke er miljø- og sundhedsskadeligt. Dette skal dog kombineres med forholdsregler, der sikrer at kun den mest nødvendige mængde reduktionsmiddel anvendes (fx. ved at anvende nitrogen til at fjerne overskydende oxygen fra væsken og luft i maskinen).
- kun anvende dispersionsfarvestoffer, der ikke kræver reduktion, men kan renses med en alkalisk opløsning.

**Miljøeffekt:**

Reduktionsmidler bestående af sulfinsyrederivater er aktive ved lave pH-værdier og kan tilsættes uden forudgående neutralisering. Derved spares op til 40 % procesvand, og der er en markant reduktion i spildevandets indhold af ikke-bionedbrydelige stoffer.

Det bør bemærkes, at ovennævnte reduktionsmiddel hverken er korroderende, lokalirriterende eller har en ubehagelig lugt og således forbedrer arbejdsmiljøet betydeligt.

Ved brug af dispersionsfarvestoffer, der kan renses med alkali, kan brugen af reduktionsmiddel helt undgås og COD-indholdet i spildevandet reduceres.

Til indfarvning af bomulds-/polyesterblandinger kan disse dispergerende og reaktive farvestoffer bruges sammen, hvorved man sparer et antal procesbade.

**Anvendelighed:**

Kortkædet sulfinsyrederivat kan anvendes i alle typer farvemaskiner på såvel polyesterblandinger som polyakryl og bomuld (dog er blandinger med elastan undtaget).

Dispersionsfarvestoffer, der kan renses med alkali, kan anvendes på polyesterblandinger og polyester-/bomuldsblandinger.

**Økonomi:**

Dispersionsfarvestoffer, der kan renses med alkali, og kortkædede sulfinsyrederivater er dyrere end de traditionelle stoffer; men dette opvejes af, at procesændringerne medfører store besparelser i vand- og energiforbrug.

**3.3.5.4 Begræns processen for kontinuerlig indfarvning med kypefarver til en samlet trykpudeproces**

(BREF afsnit 4.6.4)

BAT er at begrænse processen for kontinuerlig indfarvning med kypefarver til en samlet trykpude proces.

Ved at vælge kypefarvestoffer med lille tendens for migration kan antallet af procestrin begrænses. Farvestof og hjælpekemikalier tilføres ved en samlet trykpudeproces, og reducerings-/oxideringstrin og vask undgås.

**Miljøeffekt:**

Antallet af procestrin begrænses til trykpudefarvning, tørring og fiksering, hvorved der opnås en betydelig besparelse i vand-, energi- og kemikalieforbrug.

**Anvendelighed:**

På semikontinuerlig indfarvning af matte pastelfarver på cellulose og cellulose/polyester metervarer.

**Økonomi:**

Metoden giver betydelige besparelser i vand-, energi- og kemikalieudgifter.

**3.4 Tryk**

(BREF afsnit 2.8)

Tryk kan fortages kontinuerligt på den løbende metervare eller stykvis i rammer på fx. færdige T-shirts. Processerne i tryk omfatter fremstilling af trykpa-sta-tryk (reaktiv og pigment), fiksering (damp og varm luft) og efterbehandling (vask og tørring).

Hvilke metoder der bruges til tryk er afhængig af materialet. Fladtryk (flat-screen) er effektive til færdigvarer og udklippede stykker, hvor farvepigment presses gennem en ramme med silkefibre for hvert farvetryk. Rotationstryk (rotary-screen) er derimod egnet til tryk på løbende metervare, idet farvepa-staen løbende presses gennem en perforeret metalcylinder. Jettryk, hvor trykfarve sprøjtes gennem jet-dyser, bruges specielt indenfor tæppeindustrien, hvor den dog kræver efterfølgende vask og skyl. Der arbejdes på at udvikle jettrykmaskiner til brug inden for tryk på metervarer generelt, idet metoden har et meget lavt vand- og farveforbrug.

Miljøpåvirkninger fra tryk består af:

- Trykpastarester, der skal deponeres eller forbrændes
- Emission af flygtige organiske forbindelser (VOC) under fiksering
- Svært nedbrydelige og skadelige stoffer, der emitteres med spildevandet efter vaskeprocesser

#### 3.4.1 Fladtryk

(BREF afsnit 2.8.2)

Ved fladtryk overføres trykfarven til tekstilet gennem en skabelon i gaze, der er spændt på en metalramme. Hver farve, der skal påføres varen, må have sin egen skabelon. Metoden bruges overvejende til fronttryk på T-shirts eller små partier tekstil eller gulvtæpper. Til fladtryk bruges næsten altid pigmentpasta.

I fladtryk med pigmentpasta er miljøpåvirkninger specielt knyttet til emission af flygtige organiske forbindelse (VOC) under fiksering og ved vask af rammer og spande.

##### **3.4.1.1 Reduktion af vandforbrug til vask**

(BREF afsnit 4.7.7.)

BAT er at reducere vandforbrug ved vask af trykdug, rammer og spande. I ældre trykmaskiner tilføres rens vand automatisk, hver gang en trykdug stopper, dvs. også ved mekaniske fejl og når trykprocessen ikke nødvendigvis er færdig. Dette kan forhindres ved indkøb af en simpel start/stop kontrol til vandhaner.

Typisk vil den første skylning af spande og rammer give højt koncentreret spildevand; men der er ingen grund til at bruge rent vand til dette første skyl. Gemmes skyllevandet fra de sidste skylninger og genbruges det i de første urene skyl, vil der kunne spares store mængder vand.

Spildevand fra vask af trykdug efter færdige tryk er svagt farvet og indeholder små mængder lim. En filtrering af dette vand vil fjerne farve- og limklumper, hvorefter det kan genbruges.

##### **Miljøeffekt:**

Indførelse af start/stop kontrol på vandtilførslen kan reducere vandforbruget med 2 m<sup>3</sup>/time, når bæltet er stoppet.

Genbrug af vand fra vask af rammer og spande kan medføre en vandbesparelse til processen på ca. 50 %.

Filtrering af vand fra vask af trykdug kan medføre, at 70 % af vandet kan genbruges.

##### **Anvendelighed:**

Metoderne til vandbesparelse kan anvendes på både nye og ældre fladtrykmaskiner.

##### **Økonomi:**

Et samlet anlæg med alle nævnte forbedringer koster ca. 13.500 EUR. Da vandbesparelserne er meget store, er tilbagebetalingstiden ofte under 1 år.

### 3.4.2 Rotationstryk

(BREF afsnit 2.8.2)

Rotationstryk er i princippet det samme som fladtryk, blot er rammen her en metalcylinder, der ruller hen over tekstilet. Som ved fladtryk skal hver farve have sin egen skabelon. Rotationstryk foregår kontinuerligt og er specielt velegnet for større produktioner af tekstil og tæpper.

I rotationstryk tilføres tryksværte via automatiske doseringsaggregater. Hver gang der skal skiftes farve, skal rør og beholder renses. Hver maskine har typisk 8 - 20 farvebeholdere, og det er specielt ved rensning af disse beholdere, at restfarvestoffer blandes med vand og ender i spildevandet.

Miljøpåvirkninger er typisk stort vandforbrug til rensning og spildevandsudledning af trykpastaspild, der efterlades i maskinen efter hver trykning.

#### **3.4.2.1 Reduktion af vandforbrug til vask**

(BREF afsnit 4.7.7.)

Se afsnit 3.4.1.

#### **3.4.2.2 Minimering af beholder til trykpasta i rotationstryk**

(BREF afsnit 4.7.4.)

BAT er at begrænse spild af farvepasta. Ved at reducere dimensionerne af rør og beholder kan man nedsætte mængden af farvestof, der ender i spildevandet ved rensning.

Store mængder restpasta sidder tilbage i beholderne efter færdigt tryk. Ved at pumpe restfarvepasta tilbage i beholderen og genbruge denne, kan man reducere kemikalieforbruget og mængden af restpasta til deponi.

#### **Miljøeffekt:**

Reduktion i volumen af rør og beholder og genbrug af restpasta medfører reduceret forbrug af vand og kemikalier og nedsætter mængden af uudnyttet trykpasta, der ender i spildevandet.

#### **Anvendelighed:**

Metoden kan anvendes på såvel ældre som nye trykmaskiner.

#### **Økonomi:**

Indkøb af 2 sæt minitrykpastadoseringsaggregater (rør + beholder) koster ca. 25.000 EUR.

#### **3.4.2.3 Genindvinding af resttrykpasta fra beholder i rotationstrykmaskiner**

(BREF afsnit 4.7.5. )

BAT er at opsamle rester af trykpasta før rensning med vand. Op mod 40 - 60 % af trykpastaen efterlades som rest i maskineriet og vil ved vask skylles ud i spildevandet. Der findes i dag en teknik, hvor en kugle presses retur gennem systemet og opsamler rester af trykpasta efterladt i beholdere, farverør og slanger.

#### **Miljøeffekt:**

- Reduktion i trykpasta forbrug.
- Reduktion af trykpasta i spildevand.



**Anvendelighed:**

Teknologien er typisk standard på nye rotationstrykmaskiner, men kan også installeres på nogle ældre trykmaskiner.

**Økonomi:**

12 sæt nye genindvindingsanlæg til rotationstryk koster ca. 42.000 EUR. Tilbagebetalingstiden er omkring 2 år.

**3.4.2.4 Genbrug af resttrykpasta**

(BREF afsnit 4.7.6.)

Via opbevaring af elektroniske recepter og brug af automatiske farvekøkkener er det i dag nemmere at opsamle og genbruge uudnyttet trykpasta.

**Miljøeffekt:**

- Reduktion i trykpastaforbrug
- Reduktion i trykpastaaffald
- Reduktion af trykpasta i spildevand (50 - 75 %)

**Anvendelighed:**

Metoden kræver motiverede medarbejdere, idet der er en del manuelt arbejde i at skrabe cylindere og spande rene for trykpasta og opbevare disse til senere brug.

**Økonomi:**

0,5 - 1 mio. EUR. Tilbagebetalingstid omkring 2 - 5 år.

**3.4.3 Jettryk**

(BREF afsnit 2.8.2)

Jettryk er en metode udviklet til tryk af tæpper, hvor farve injiceres ind i overfladen af tæppet. Materialet er aldrig direkte i kontakt med farvestoffet, men luftstrømme styrer, hvor farven tilføres. Hjelpekemikalier får farven til at hæfte sig og trænge ind i materialet. Farverester opsamles i bakker og recirkuleres. Fordelen ved denne trykmetode er det meget lave vand og kemikalieforbrug.

**Miljøpåvirkning:**

- Rester af trykpasta til deponi
- Rester af trykpasta og fikseringsmidler i spildevand (AOX)
- Emission af VOC under fiksering

**3.4.3.1 Ink-jet digitaltryk på flade emner**

(BREF afsnit 4.7.9.)

Ved denne metode tilføres flydende farve til overfladen af materialet, og urea og fortykningsmidler gør, at farven binder sig til materialet. Metoden er digitalt styret og bruger derfor kun farve "on demand"; men den er langsom og kun velegnet for flade emner.

**Miljøeffekt:**

- Reduceret farveforbrug
- Reduktion i vandforbrug til vask
- Begrænset spildevand

**Anvendelighed:**

Specielt egnet til korte emner (< 100 m).

**Økonomi:**

Der findes ikke data om prisen; men maskinen skulle være attraktiv pga. sin store fleksibilitet.

## 3.4.4 Pigmenttryk

(BREF afsnit 2.8.1.1)

Pigmenttryk er den mest anvendte metode for tryk på bomulds- og cellulosefibre. Metoden omfatter tilførsel af pigmentpasta, tørring og varmefiksering. Der kræves ingen efterfølgende vask eller rensning af tekstilet.

En pigmentpasta består af:

- Pigmenter
- Fortykker
- Binder
- Fikserer
- Emulgator

Emission af flygtige organiske forbindelser (VOC) i pigmenttryk under fikseringen skyldes særligt forekomsten af fortykker, binder, fikserer og emulgator i trykpastaen. Ved vask af maskiner og rammer mellem trykninger udledes pigmentpastarester til spildevandet, hvor de er til skade for vandmiljøet. Pigmentpasta kan nemlig både indeholde skadelige og svært bionedbrydelige stoffer (BREF tabel 2.17). Rester af trykpasta skal betragtes som miljøskadeligt kemikalieaffald.

**3.4.4.1 Brug af miljørigtig fortykker, binder og fikserer i pigmentpasta**

(BREF afsnit 4.7.3)

BAT er at anvende fortykningsmidler med lavt indhold af VOC (< 0,4 g Org-C/kg tekstil) og anvende binder uden formaldehyd og lavt indhold af ammoniak (0,6 g NH<sub>3</sub>/kg tekstil). Alle kemikalier skal generelt være APEO-fri og have en høj bionedbrydelighed.

Ved fiksering og tørring frigives store mængder VOC - dog særligt ved brug af terpentiner, vand-i-olie eller syntetiske olier som fx. fortykningsmiddel. Der findes en ny generation af fortykningsmidler med et lavt indhold af organiske opløsningsmidler og pulverfortykningsmidler, der er baseret på polyakryl eller polyethylenglykol.

Fikseringsmidler (eller kompleksbindere) er også en kilde til luftemission, idet de typisk er baseret på methylolforbindelser, som medfører udledning af formaldehyd og alkoholer (særligt methanol, melamin eller urea-formaldehyd). Bindere kan indeholde ammoniumforbindelser, der både kan medføre ammoniakemission og udledning af kvælstof i spildevandet.

Nye typer af fikseringsmidler er formaldehydfri og uden APEO.

**Miljøeffekt:**

Brugen af optimeret fortykker og binder medfører reduktion i emission af VOC under fiksering og giver således en væsentlig arbejdsmiljøforbedring.

Brugen af optimerede bindere reducerer spildevandsbelastning i form af kvælstof og svært nedbrydelige stoffer.

**Anvendelighed:**

Optimerede fortykkere og bindere kan anvendes i alle typer trykmaskiner.

De pulverbaserede fortykkere kan give støvproblemer, og de stopper skabelonerne, hvilket dog ikke er særligt almindeligt i de danske trykkerier.

**Økonomi:**

Minimalt højere priser til optimerede fortykkere og binder.

**3.4.4.2 Anvende Cool Flash trykmetode**

Cool Flash metoden adskiller sig fra traditionel seriel styktryk ved, at mellemtørringen sker under anvendelse af kulde i stedet for varme. Cool Flash metoden indebærer, at der for hver farve, der trykkes på tekstilet, laves en momentan nedfrysning ved kontakt mellem tryk og en køleplade før næste trykning. Der anvendes trykfarver med et frysepunkt mellem -10 °C og +5 °C. Den anvendte binder er fremstillet på basis af polyurethan, som giver en meget blød og elastisk overflade.

**Miljøeffekt:**

Fordelen ved Cool Flash metoden er et lavt energiforbrug og et forbedret arbejdsmiljø under processen, hvor der ikke er gener på grund af varme og ingen emission i forbindelse med mellemfikseringen. Energibesparelsen udgør 38 % i forhold til styktryk, hvor mellemtørringen sker med varme.

Ulempen er et større farvespild. Det øgede farvespild udgør op til 24 % pr. funktionel enhed i forhold til styktryk, hvor mellemtørringen sker med varme.

**Anvendelighed:**

Cool Flash metoden kan anvendes til alle former for fladtryk.

**Økonomi:**

Produktionsudstyret til Cool Flash metoden koster ca. 2½ - 3 gange mere i anskaffelse end en trykkarrusel med traditionel IR-mellemtørring. Dette er så betydelig en omkostning, at det ikke opvejes af energibesparelsen under brug.

3.4.5 Tryk med farvestoffer

(BREF afsnit 2.8.1.2)

Sammenlignet med pigmenttryk er opbygningen af en trykpasta med farvestoffer mere kompleks og indeholder stoffer som oxidations-/reduktionsmidler, polære organiske opløsningsmidler, afskumningsmidler og urea.

Brugen af organiske stoffer i bindere medfører som tidligere nævnt risiko for frigivelse af VOC under fiksering. Risikoen er dog mindre end ved pigmenttryk, idet der ikke anvendes fortykker og fiksermidler, da fikseringen foretages med damp.

Urea tilsættes i særlig grad trykpasta med reaktive farvestoffer for at øge vandopløseligheden, fremme kondenserings-effekten og styre reaktionstemperaturerne. Urea har et højt kvælstofindhold, som udledes med spildevandet.

**3.4.5.1 Begræns brug af urea i reaktive tryk**

(BREF afsnit 4.7.1 + 4.7.2)

BAT er at minimere brug af urea i reaktive tryk. Urea i tryk med reaktive farvestoffer kan udgøre op til 150 g/kg trykpasta.

Det er i dag muligt at begrænse brugen af urea ved enten at kontrollere mængden af tilført væske eller benytte en to-trins trykproces.

Væsketilførslen kan begrænses ved, at trykfarven sprøjtes på som skum eller damp.

En to-trins tryk proces involverer følgende trin:

- 1: farvetryk og tørring
- 2: tryk med fikseringsmiddel (vandglas) og fiksering med damp

**Miljøeffekt:**

Ved at undgå brugen af urea reduceres indholdet af kvælstof i spildevandet betydeligt, og risikoen for eutrofiering mindskes.

**Anvendelighed:**

Hvor det er muligt at styre flottesforholdet og tilføre farve via skum eller en sprøjteproces, kan tryk uden urea anvendes. To-trins tryk er specielt anvendelig på bomuld og viskose, hvorimod brug af sprøjteproces og skum er velegnet til alle typer fibre bortset fra silke og viskose.

Silke og viskose kræver en lav fugtighed for optagelse af reaktive trykfarver. Det er derfor næsten umuligt at undgå brug af urea. Ved brug af skumbaserede trykfarver har det været muligt at producere trykt viskose uden brug af urea; men dette er endnu ikke muligt for silke. Hvis der ikke anvendes skumprocesser, er BAT-grænseværdien for indhold af urea 50 g/kg i tryksværte for silke og 80 g/kg for viskose

To-trins tryk forudsætter fiksering med overophedet damp.

**Økonomi:**

Anlæg til påsprøjtning af trykfarve koster omkring 30.000 EUR.

Anlæg til skumning af trykfarve koster omkring 200.000 EUR.

### 3.5 Efterbehandling

(BREF afsnit 2.9)

Efter farvning kan tekstilets egenskaber forbedres gennem forskellige fysiske eller kemiske efterbehandlinger.

Efterbehandlingerne kan gives enkeltvis eller i en samlet efterbehandlingsproces. Hvilken type efterbehandling der vælges afhænger af fibertype og ønsket effekt. Bomuld og polyesterblandinger får typisk en efterbehandling, der gør dem nemme at håndtere. Syntetiske fibre gives en behandling mod statisk elektricitet, og uld behandles mod filtning og angreb fra møl.

Efterbehandlingsprocesser kan være kontinuerlige eller batchprocesser og foretages normalt i en samlet proces eller i forbindelse med andre behandlinger. Mængden af spildevand er derfor minimal og er knyttet til spild eller vask af maskineri (1 - 5 %), men typisk af høj koncentration.

Miljøskadelige stoffer i spildevandet fra efterbehandling omfatter:

- Ethyleret urea og melamin (easy-care)

- Organofosfat og bromerede organiske forbindelser (flammehæmmer)
- Polysiloxaner (blødgørere)
- Alkylfosfater (antistatika)
- Fluor (repellent)

Af andre miljøpåvirkninger kan nævnes energiforbrug til tørring i spændrammer. Ved opvarmning og dampning i spændrammer kan der frigives flygtige stoffer fra kemikalier tilført under efterbehandlingen eller ved tidligere behandlinger.

BAT er:

- at begrænse brugen af miljøskadelige efterbehandlingskemikalier
- at begrænse energiforbruget til tørring i spændrammer
- at minimere spildevandsmængden fra efterbehandling

### **3.5.1.1 Easy-care behandling uden formaldehyd**

(BREF afsnit 4.8.2.)

BAT er at anvende ny formaldehydfri kompleksbinder. Kompleksbinder af ethyleret urea og melamin tilsættes tekstilet for at hindre, at det krøller eller krymper. Dette kan frigive formaldehyd, når tekstilet omvarmes i spændrammen. Formaldehyd er kræftfremkaldende, og brugen af disse kompleksbindere bør derfor begrænses.

Der findes i dag kompleksbindere med et lavt indhold eller helt uden formaldehyd (BREF Tabel 4.36). De modificerede kompleksbindere er dog svært nedbrydelige og kan give lugtgener.

#### **Miljøeffekt:**

Ved at anvende kompleksbinder med et begrænset indhold af formaldehyd kan emissionen begrænses. Det er dog en betingelse, at direktegasopvarmede spændrammer er vedligeholdt, idet de specielt kan give anledning til emission af formaldehyd.

#### **Anvendelighed:**

Formaldehydfri kompleksbindere kan anvendes på lige fod med traditionelle midler; men muligvis skal katalysatoren ændres. Der forbruges omtrent dobbelt så meget formaldehydfri kompleksbinder, og der kan være kraftig lugt, hvis ikke kompleksbinderen er lugtoptimeret. Anvendelsen af formaldehydfrie kompleksbindere kan være nødvendig for at opfylde kravene i miljømærker som EU-blomsten.

#### **Økonomi:**

Formaldehydfri kompleksbinder er betydeligt dyrere end forbindelser indeholdende formaldehyd og traditionelle kompleksbindere.

### **3.5.1.2 Minimer vandforbrug og undgå brugen af miljøskadelige blødgørere**

(BREF afsnit 4.8.3.)

BAT er at undgå brugen af miljøskadelig blødgørere. Når blødgørere tilføres direkte til farvemaskinen, er det nødvendigt at bruge kationiske blødgørere (bla. polysiloxaner), der kan være svært nedbrydelige. Hvis man derimod tilsætter blødgørere direkte på trykpuderne eller med sprøjte og skum, er det muligt dels at nedsætte forbruget af blødgørere, og dels kan der anvendes bio-nedbrydelige blødgørere.

**Miljøeffekt:**

- Reduktion i vand, energi og kemikalie forbrug.
- Reduktion i svært nedbrydelige stoffer i spildevand.

**Anvendelighed:**

Anvendelig til såvel tæpper som andre tekstiler.

**Økonomi:**

Omkostninger til blødgørere opvejes af besparelser i vand-, energi- og kemikalieforbrug.

**3.5.1.3 Undgå brugen af miljøskadelige antistatiske midler**

BAT er at undgå brugen af skadelige antistatika som kvarternære ammoniumforbindelser. Brugen af alkylfosfater bør minimeres, idet de giver anledning til afgivelse af flygtige organiske forbindelser (VOC) med en kraftig lugt. Alkylfosfater kan også frigive fosforsyre, der er meget korrosiv.

**3.6 Vask og tørring**

Vask efter farvning og efterbehandling giver et væsentligt bidrag til det samlede forbrug af vand, energi og kemikalier. Specielt vask efter farvning med mørke farvestoffer, der har en lav fikseringsgrad (reaktive og kype), kræver mange efterfølgende rensede. Tilsvarende kræver såvel fysisk tørring, hvor væske presses ud af tekstilet, og varme tørring, hvor tekstilet tørres med varm luft eller varmestråling, begge et stort energiforbrug.

BAT ved vask og tørring er at begrænse vand-, energi- og kemikalieforbruget (detergenter).

**3.6.1.1 Begrænsning af vand- og energiforbrug ved vask og skyl efter batchfarvning**

(BREF afsnit 4.9.1)

BAT er at erstatte overløbsskyl med trinvis skyl. Erstattes overløbsskyl med 2 - 4 trinvis skyl, opnås store besparelser i vandforbruget.

"Smart rinsing" er en teknik for maskiner med meget lavt flotteforhold, hvor skyl er en kontinuerlig proces med påfyldning/afstrømning af vand. Fordelen er, at forbruget af vand er mindre, idet fortyndingen sker eksponentielt i forhold til væskevoluminet.

**Miljøeffekt:**

Erstattes hver overstrøms vask med 2 - 4 trinvis skyl, vil vandforbruget kunne reduceres med 50 - 75 %.

En fordel ved både trinvis skyl og "smart rinsing" er, at man kan holde vandstrømme adskilt, så de kan recirkuleres, og varmen kan udnyttes.

**Anvendelighed:**

Metoder til trinvis skyl kan tilpasses såvel nye som gamle stykfarvningsmaskiner, men er mest velegnet til maskiner med lavt flotteforhold.

**Økonomi:**

Det kan betale sig at købe maskiner med "trinvis skyl" og "smart rinsing", idet de udover besparelser i vand- og energiforbrug giver kortere procestid.

### **3.6.1.2 Begrænsning af vand- og energiforbrug ved vask og skyl efter kontinuerlig farvning**

(BREF afsnit 4.9.2.)

BAT er at begrænse vand- og energiforbrug ved kontinuerlig vask. I kontinuerlig indfarvning er en stor del af vandforbruget knyttet til vask og skylning.

At styre vandstrømme ved kontinuerlig vask efter farvning af tekstiler og at installere måleinstrumenter og start/stop haner er en økonomisk måde at styre sit vandforbrug på. Det er også en mulighed at forbedre vandforbruget ved vask efter modstrømsprincipper.

#### **Miljøeffekt:**

Reduktion af vand- og energiforbrug.

#### **Anvendelighed:**

Fuld optimering af kontinuerlig vask kan kun opnås i nye maskiner; men investering i billigt måleapparat og start/stophaner kan også give betydelige besparelser.

#### **Økonomi:**

Eksempler har vist, at for at opnå et vandforbrug på 9 l/kg kræves investeringer på 2,5 mio. EUR.

### **3.6.1.3 Undgå brug af detergenter og kompleksdanner i vask efter farvning med reaktive farvestoffer**

(BREF afsnit 4.6.12.)

Se afsnit 3.3.3 "Farvning af bomuldsmetervarer".

### **3.6.1.4 Enzymatisk vask efter farvning med reaktive farvestoffer**

(BREF afsnit 4.6.8.)

Se afsnit 3.3.3 "Farvning af bomuldsmetervarer".

### **3.6.1.5 Reduktion af energiforbrug til tørring i spændrammer**

(BREF afsnit 4.8.1.)

I forbindelse med forbehandling, farvning og efterbehandling tørres tekstiler i en spændramme, hvilket vil sige, at et gennemsnitstekstil er 2 - 3 gange i spændrammen. Hvis forbehandling, farvning og efterbehandling kombineres, kan antallet af tørringsprocesser begrænses til 1 - 2.

BAT er at minimere energiforbruget i spændrammen ved at:

- begrænse antal tørringer
- anvende mekanisk affugtning
- forbedre luftgennemstrømningen i tørreovnen
- installere varmeveksling
- isolering af maskineri
- direkte at opvarme med røggas/luft
- sikre optimal vedligeholdelse af brænder i direkte opvarmede spændrammer
- optimere dyser, så antallet svarer til bredden af tekstilet

**Miljøeffekt:**

Reduktion i energiforbrug.

**Anvendelighed:**

Specielt anvendelig for nye maskiner.

**Økonomi:**

Priser på energibesparende elementer til spændrammer varierer fra 8.000 til 103.000 EUR (BREF tabel 4.35).

### 3.7 Tekstile gulvbelægninger

#### 3.7.1 Tuftning

(BREF afsnit 2.11)

Ved tuftningen sættes tæppegarnerne som løkker i en bærevæv ved hjælp af nåle i hele luvens bredde. I forbindelse med tuftningen anvendes der nåleolie for at nedsætte friktionen mellem nåle, garn og bærevæv.

##### **3.7.1.1 Vælg bionedbrydelige nåleolier**

(BREF afsnit 4.2.3)

Skal luven farves, vil en del af den anvendte nåleolie blive vasket ud i forbindelse med farvningen.

BAT er at vælge bionedbrydelige nåleolier i stedet for syntetiske mineralolier. Se også afsnit 3.2.2 om "Forvask".

#### 3.7.2 Farvning

Tæppeluv fremstillet af ufarvede garner skal farves. Dette gøres enten ved en kontinuerlig farvning eller en proces, hvor farveflotte sprøjtes på ved hjælp af jetdigitalteknik.

Til farvning af tæpper anvendes samme farvestoffer og hjælpekemikalier som ved farvning af tilsvarende metervarer til anden brug. Ved fx. farvning af uld anvendes således hovedsageligt syrefarvestoffer. For at opnå tilstrækkelige vådægheder for sorte nuancer kan det dog være nødvendigt at anvende et metalkompleksfarvestof – som regel Cr(III).

BAT i forbindelse med tæppefarvning er derfor lige som ved anden farvning: reduktion af restfarveflotte, genbrug af restflotte, brug af farvestoffer med høj udnyttelsesgrad og genbrug af skyllevand mv. Se afsnit 3.3 om BAT i farvningsprocesserne.

Der er dog stor forskel på de anvendte farvemethoders miljøpåvirkning. BAT i forbindelse med tæppefarvning vil være at anvende jetdigitalteknikken.

##### **3.7.2.1 Farvning ved jettryk**

Der findes forskellige fabrikater til farvning af tæpper ved hjælp af denne teknik. Farven sprøjtes på ved hjælp af dyser, der ikke er i kontakt med tæppet. De enkelte dyser kan "on-off" styres ved hjælp af luftstrømme, der blæser farvestrålen væk fra tæppet til et opsamlingskar, når farven efter det forudbestemte mønster ikke skal på varen.



Teknikken er digital, således at mønstre og farvevalg overføres direkte fra design til produktion.

***Miljøeffekt:***

Teknikken medfører mindre farvespild og -rester end ved konventionelle trykmetoder. Mængden af fortykker kan reduceres, forbrug af vand kan reduceres med 20 %, og der vil være færre fejlprøver.

***Anvendelighed:***

Teknikken kan også bruges til måtter, løbere og fliser.

***Økonomi:***

Investeringsomkostningerne er væsentlige, hvilket betyder, at kun meget store virksomheder vil kunne anvende denne teknik.



# 4 BAT-oversigt

## BAT Generelt

Hovedprocesser	Delprocesser	Områder	Ressourcer	Emissioner	BAT	BO referencer
<b>BAT Generelt</b>	Miljøledelse	Optimering af vandforbrug	Vand		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indfør stop/startkontrol på vandstrømme</li> <li>• Indfør automatisk kontrol af kemikalietsførsel, temperatur og pH</li> <li>• Substituer metoder for overløb med trinvis skyl</li> <li>• Kombiner forskellige vådbehandlingsprocesser</li> <li>• Genbrug procesbade</li> <li>• Genbrug rent køle/vaske vand</li> </ul>	3.1.1.
		Optimering af energiforbrug	Energi		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalibrer måleapparater</li> <li>• Fortag regelmæssig rensning af filtre og pumper</li> <li>• Isolér rør, tanke og maskiner</li> <li>• Anvend varmegenindvinding</li> <li>• Adskil varmt og koldt procesvand</li> <li>• Kontroller luftfugtighed</li> <li>• Optimer tørretemperaturer</li> </ul>	3.1.1.
		Optimering af kemikalieforbrug	Kemikalier		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vælg processer, hvor det er muligt at opnå det samme resultat uden kemikalier</li> <li>• Udvælg kemikalier efter principper for miljø- og risikovægtning</li> <li>• Automatiser dosering og fordeling af kemikalier</li> <li>• Tilpas recepter efter nyeste viden og undgå miljøskadelige kemikalier</li> <li>• Vælg hjælpekemikalier, der er bionedbrydelige, ikke toksiske, lugtsvage og har lavt indhold af flygtige organiske stoffer (VOC)</li> <li>• Kontroller processerne (temperatur, pH, fugtighed)</li> <li>• Brug af kvalitetsvand (uden urenheder) for at opnå fuld udnyttelse af kemiske reaktioner</li> <li>• Undgå unødvendige hjælpekemikalier samt overdosering</li> <li>• Optimer procesrækker og minimer nødvendigheden af rensning og vask</li> <li>• Vælg kemikalier og teknikker, der er højeffektive</li> <li>• Genbrug procesbade, når det er muligt</li> <li>• Opsaml miljøskadelige dampe</li> <li>• Fyld tanke, så spild undgås</li> </ul>	3.1.1.
		Leverandørstyring	Vand, kemikalier og energi		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vælg naturfibremerervarer med slette og spindeolier, der har en lav emission og en høj bionedbrydelighed</li> <li>• Vælg bomuldsmerervarer med lavt pesticidindhold og PCP</li> <li>• Vælg bomuldsmerervarer med lavt indhold af slettemiddel, og hvor slettemidlet er drøjt med høj nedbrydelighed</li> <li>• Vælg uldmerervarer, hvor brugen af ectoparasitocider er begrænset</li> <li>• Vælg uldmerervarer, hvor garnerne er spundne med bionedbrydelige spindeolier og uden APEO</li> </ul>	3.1.1.

## BAT-Forbehandling

Hovedprocesser	Delprocesser	Områder	Ressourcer	Emissioner	BAT	BO referencer	
Forbehandling	Generelt	Generelt	Vand, kemikalier og energi		<ul style="list-style-type: none"> <li>Kombiner forbehandlingsprocesser</li> </ul>		
	Svidning	Generelt	Energi		<ul style="list-style-type: none"> <li>Opsaml og behandl luftemissioner (BREF 196, EIPPCB 2001)</li> </ul>	3.2.1	
	Forvask	Generelt	Vand, kemikalier og energi	COD, Alkali(Na) og Detergenter	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vælg metervarer uden uopløselige og svært bionedbrydelige maskin- og nåleolier.(BREF afsnit 4.2.3)</li> <li>Vælg metervarer med miljøvenlige spindeolier (BREF afsnit 4.1.1. + 4.1.2)</li> <li>Vask kunstfibre inden termofiksering (BREF afsnit 2.6.4)</li> <li>Brug bionedbrydelige detergenter uden NPE, APEO, LAS (BREF afsnit ....)</li> </ul>	3.2.2.	
	Afsletning	Generelt	Vand, kemikalier og energi	COD, Svært nedb. og AOX	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vælg vævede metervarer med spindeolier, der er højeffektive, nemme at fjerne, og bionedbrydelige (BREF afsnit 4.2.4)</li> <li>Vælg metervarer, hvor indholdet af spindeolier er begrænset efter præfugtning af kædegarnet (BREF afsnit 4.2.5)</li> </ul>	3.2.3.	
		Enzymatisk afsletning			<ul style="list-style-type: none"> <li>Opsaml og genbrug slette efter filtrering (BREF afsnit 4.5.1)</li> </ul>		
		Oxidativ afsletning			<ul style="list-style-type: none"> <li>Anvend hydrogenperoxid, hvor råmaterialet varierer (BREF afsnit 4.5.2)</li> <li>Kombiner afsletning/forvask og blegning i en samlet proces (BREF afsnit 4.5.3)</li> </ul>		
	Mercerisering	Generelt	Vand, kemikalier og energi	Alkali (Na)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opsaml og genbrug lud efter rensning af procesvand. (BREF afsnit 4.5.7)</li> <li>Genbrug spildevand med lud i andre forbehandling (BREF afsnit 4.5.7)</li> </ul>	3.2.4	
	Blegning	Generelt	Vand, kemikalier og energi	Cl, Svært nedb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Undgå brugen af klorholdige blegemidler</li> <li>Anvend hydrogenperoxid/PEReddikesyre og minimer brugen af hydrogenperoxidfikseringsmidler (BREF afsnit 4.5.5)</li> <li>Anvend kompleksbinder, der er let nedbrydelige (BREF afsnit 4.3.4)</li> </ul>	3.2.5.	
		Hør og Bast			Cl		<ul style="list-style-type: none"> <li>Anvend en todelt proces med hydrogenperoxid - klordioxid til blegning (BREF afsnit 4.5.5)</li> </ul>
		Silke			AOX		<ul style="list-style-type: none"> <li>Anvend en todelt proces med hydrogenperoxid/natriumhypoklorit til afblegning (BREF 4.5.5)</li> </ul>
Karbo-nisering	Generelt	Vand, kemikalier og energi	S og Cl	<ul style="list-style-type: none"> <li>Undgå brug af uldfibre, der har været udsat for karbonisering</li> </ul>			
Valkning	Generelt	Vand, kemikalier og energi	Svært nedb.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anvend let afvaskelige og bionedbrydelige valkemidler</li> </ul>			
Betyngning	Generelt	Vand, kemikalier og energi	Sn og Cl	<ul style="list-style-type: none"> <li>Undgå brug af silkefibre, der har været udsat for betyngning</li> </ul>			
Thermo-fiksering	Generelt	Energi	VOC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opsaml og behandl luftemissioner fra termofiksering af kunstfibre f.eks. ved elektrofiltrering (BREF afsnit 4.10.9)</li> <li>Når det er muligt, fortages termofiksering altid efter vask</li> </ul>	3.2.6.		

## BAT Farvning 1

Hovedprocesser	Delprocesser	Områder	Ressourcer	Emissioner	BAT	BO referencer
Farvning_1	Generelt	Generelt	Vand, kemikalier og energi		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducer antallet af anvendte kemikalier</li> <li>• Brug farvestoffer med høj fiksering</li> <li>• Beregn miljøeffekten fra anvendte kemikalier (f.eks. via score-modellen)</li> <li>• Anvend automatiske systemer for dosering og fordeling af farvestoffer</li> <li>• Brug automatiske stationer, der ikke blander hjælpekemikalier med farvestof før umiddelbart inden indfarvning og automatisk renser maskinen mellem hver indfarvning</li> </ul>	
	Stykfarvning	Generelt	Vand, kemikalier og energi	Stor mængde spildevand med lav salinitet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anvend farvemaskiner, der automatisk måler mængden af materiale, der skal farves, og tilpasser kemikalieforbruget derefter. Maskinen skal have temperaturmåler, indirekte opvarmning og kølingssystemer med hætter og låger, der minimerer fordampning</li> <li>• Vælg maskiner, der bedst svarer til den gennemsnitlige mængde (BREF afsnit 4.6.19)</li> <li>• Anvend maskiner, der følger nedenstående retningslinier (BREF afsnit 4.6.19): <ul style="list-style-type: none"> <li>- lavt eller ultralavt flotteforhold</li> <li>- der i processen kan adskille farvebad fra substrat</li> <li>- der kan adskille procesvand fra vaskevand</li> <li>- der har mekanisk væskeekstraktion for at begrænse farveoverførsel og forbedre vaskeeffekten</li> <li>- med reduceret procestid</li> </ul> </li> <li>• Anvend metoder med udtømning og påfyldning af indfarvningskar (BREF afsnit 4.9.1)</li> <li>• Genbrug vaskevand i efterfølgende farvebad eller genbrug farvebade, hvor det er muligt (BREF afsnit 4.6.22)</li> </ul>	3.3.1
	Semikontinuer/kontinuer farvning	Generelt	Vand, kemikalier og energi	Lille mængde spildevand med høj salinitet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anvend farvestoffer med lavt væskeforhold og minimer indfarvningsarealet, selv når der bruges trykputeteknikker</li> <li>• Anvend automatiske fordelingsystemer, hvor kemikalier fordeles separat og først blandes umiddelbart inden brug</li> <li>• Anvend et af følgende doseringssystemer, baseret på løbende målinger af procesvand (BREF afsnit 4.6.7): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mål mængden af konsumeret farvevæske i forhold til mængden af materiale, der er behandlet (længden af tekstil divideret med vægten) og anvend ved næste lignende indfarvningsbad</li> <li>- Anvend hurtige indfarvningsteknikker, hvor farvestof blandes, umiddelbart inden det skal anvendes, på baggrund af udtagne prøver (BREF afsnit 4.6.7)</li> </ul> </li> <li>• Forbedre vask efter principper for modstrømsvask og farveoverførsel (BREF afsnit 4.9.2)</li> <li>• Anvend højreaktive farvestoffer (BREF afsnit 4.6.13) og undgå brug af urea samt anvend silikumfrie fikseringsmidler (BREF afsnit 4.6.9)</li> </ul>	3.3.2

## BAT Farvning2

Hovedprocesser	Delprocesser	Områder	Ressourcer	Emissioner	BAT	BO referencer
Farvning_2	Bomuld	Reaktivfarvning	Vand, kemikalier og energi	Salinitet, APEO og Urea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brug reaktive farvestoffer med høj fikseringsgrad (BREF afsnit 4.6.10) og lavt saltforbrug (BREF afsnit 4.6.11)</li> <li>• Fortag enzymatisk vask efter reaktiv farvning (BREF afsnit 4.6.8)</li> <li>• Undgå at bruge detergenter og kompleksdanner i vask efter reaktivfarvning (BREF afsnit 4.6.12)</li> <li>• Undlad neutralisering af modificerede reaktive farvestoffer (BREF afsnit )</li> </ul>	3.3.3
		Kype- eller svovlbaseret farvning	Vand, kemikalier og energi	Salinitet, (metaller), sulfid og svært nedb.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimer udledning af svovldioxid ved at (BREF afsnit 4.6.6): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erstatte typiske svovlbaserede farvestoffer med farvestoffer, hvor svovl indholdet er under 1%</li> <li>- Erstatte natriumsulfid reduktionsmidler med svovl frie eller brug evt. natriumdithionit</li> <li>- Kun at anvende eksakte nødvendige mængde af reduktionsmiddel</li> <li>- Brug hydrogenperoxid som fortrukne oxideringsmiddel</li> </ul> </li> </ul>	
		Direktefarvning	Vand, kemikalier og energi	Svært nedb. kationske efterb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anvend miljøvenlige kompleksbindere.</li> </ul>	
	Uld og silke	Kromfarvning	Vand, kemikalier og energi	CrIV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substituer krombaserede farvestoffer med reaktive farvestoffer eller brug farvestoffer med lavt kromindhold (BREF afsnit 4.6.15)</li> </ul>	3.3.4
		Metal farvning	Vand, kemikalier og energi	Salinitet, metaller	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anvend hjælpestoffer der forbedrer materialets farveoptagelse (BREF afsnit 4.6.17)</li> <li>• Brug pH-kontrol af slutbade til at kontrollere fuld optagelse af tilføjede kemikalier og minimum forbrug af egaliseringsmiddel (BREF afsnit 4.6.14)</li> </ul>	
		Syre/base farvning	Vand, kemikalier og energi	Svært nedb.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anvend pH-kontrollerede processer og brug af pH-kontrollerbare farvestoffer (syre/base farvestoffer) og minimum forbrug af egaliseringsmiddel (BREF afsnit 4.6.14)</li> </ul>	
	Polyester	Dispergerende-farvning	Vand, kemikalier og energi	Svært nedb.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Undgå brug af miljøfarlige carrier ved at: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anvende modificeret polyesterfibre, der ikke nødvendiggør brug af carrier (modificeret PET eller PTT) (BREF afsnit 4.6.2)</li> <li>- Farve i HT-forhold uden brug af carrier. Denne teknik kan dog ikke anvendes på PES/WO og elasthan/WO-blandinger</li> <li>- Anvend benzylbenzoat og N-alkylphthalimid ved indfarvning af WO/PES-fibre (BREF afsnit 4.6.1)</li> </ul> </li> <li>• Substituer natriumdithionit i PES efterbehandling ved at bruge en to-trins proces (BREF afsnit 4.6.5): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erstat natriumdithionit med reduktionsmidler baseret på svovlsyre</li> <li>- Brug dispersionsfarvestoffer, der ikke kræver reduktion, men kan renses via alkaliske processer (BREF afsnit 4.6.5)</li> </ul> </li> <li>• Brug farvereciper, der kun indeholder dispergerende midler med høj bionedbrydelighed (BREF afsnit 4.6.3)</li> </ul>	3.3.5

## BAT Tryk

Hovedprocesser	Delprocesser	Områder	Ressourcer	Emissioner	BAT	BO referencer
Tryk	Fladtryk	Generelt	Vand, kemikalier og energi	?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducer tab af tryksværte fra roterende skærmtryk ved at: <ul style="list-style-type: none"> <li>- begrænse brugen af tryksværte (BREF afsnit 4.7.4)</li> <li>- efter hver trykfase at opsamle uudnyttet tryksværte (BREF afsnit 4.7.5)</li> <li>- recirkulere opsamlet tryksværte (BREF afsnit 4.7.6)</li> </ul> </li> <li>• Begræns vandforbruget ved (BREF afsnit 4.7.7): <ul style="list-style-type: none"> <li>- start/stopkontrol ved rensning af roterende trykbælte</li> <li>- genbrug rent vaskevand fra vask af trykrammer og spande</li> <li>- genbrug vaskevand fra vask af roterende trykbælte</li> </ul> </li> </ul>	3.4.1
	Rotations-tryk	Generelt	Vand, kemikalier og energi	?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducer tab af tryksværte fra roterende skærmtryk ved at: <ul style="list-style-type: none"> <li>- begrænse brugen af tryksværte (BREF afsnit 4.7.4)</li> <li>- opsamle uudnyttet tryksværte efter hver trykfase (BREF afsnit 4.7.5)</li> <li>- recirkulere opsamlet tryksværte (BREF afsnit 4.7.6)</li> </ul> </li> </ul>	3.4.2
	Jet-tryk	Generelt	Vand, kemikalier og energi	?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anvend digitale inkjet trykmetoder til tryk af flade emner med en enkel trykproces (BREF afsnit 4.7.9)</li> <li>• Anvend digitale inkjet trykmetoder til tryk af gulvtæpper og krøllede emner (BREF afsnit 4.7.8)</li> </ul>	3.4.3
	Pigment-tryk	Generelt	Vand, kemikalier og energi	VOC, NH <sub>3</sub> , APEO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anvend fortykningsmidler med lavt indhold af VOC ved at (BREF afsnit 4.7.3): <ul style="list-style-type: none"> <li>- generelt anvende kemikalier, som er APEO-fri og let bionedbrydelige</li> <li>- anvende bindere uden formaldehyd og med lavt indhold af ammoniak</li> </ul> </li> </ul>	3.4.4
	Tryk med farvestoffer	Generelt	Vand, kemikalier og energi	Urea, VOC, APEO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Undgå brugen af urea ved at: <ul style="list-style-type: none"> <li>- anvende en enkelt proces, hvor mængden af tilført væske kontrolleres nøje, og farven sprøjtes på som skum eller damp (BREF afsnit 4.7.1)</li> <li>- anvende en fleretrins proces (BREF afsnit 4.7.2)</li> <li>- begrænse indholdet af urea i tryksværte</li> <li>- bruge skumbaseret trykfarve, så det er muligt at producere trykt viskose uden brug af urea</li> </ul> </li> </ul>	3.4.5

## BAT Efterbehandling

Hovedprocesser	Delprocesser	Områder	Ressourcer	Emissioner	BAT	BO referencer
Efterbehandling	Generelt	Generelt	Vand, kemikalier og energi		<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimer restvæsken ved at:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- påføre mindre mængde (evt. ved sprøjtning eller skumning) eller reducere volumen af trykpuden</li> <li>- genbruge trykvæsker, når kvaliteten er i orden</li> </ul> </li> <li>Begræns energiforbruget på spændrammer ved at (BREF afsnit 4.8.1):                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- anvende mekanisk affugtning</li> <li>- forbedre luftgennemstrømningen i tørreovnen</li> <li>- installere varmeveksling</li> <li>- forbedre isolation af maskineri</li> <li>- sikre optimal vedligeholdelse af brændere i direkte opvarmede spændrammer</li> </ul> </li> <li>Brug recepter, der sikrer lav emission af flygtige organiske stoffer (VOC)</li> </ul>	3.5
	Hvidtning	Generelt	+	Svært nedb.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Begræns brugen af svært bionedbrydeligt optisk hvidt</li> </ul>	2.4.1
	Blødgøring	Generelt	+	Svært nedb, Toxisk DSDMAC, VOC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anvend miljøvenlige blødgørere (BREF afsnit 4.8.3)</li> </ul>	2.4.2
	Easy-care	Generelt	+	Formaldehyd	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anvend formaldehydfri kompleksbinder (BREF afsnit 4.8.2)</li> </ul>	2.4.3
	Vandafvisende	Generelt	+	Svært nedb.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Begræns brugen af svært nedbrydelige imprægneringsmidler</li> </ul>	2.4.4
	Flammehæmning	Generelt	+	Svært nedb, Toxisk Zr, Sn, OP, B, og F	<ul style="list-style-type: none"> <li>Begræns brugen af flammehæmmer</li> </ul>	2.4.5
	Antibakteriel	Generelt	+	Svært nedb, Toxisk biocider, Cl, Zr, og Sn	<ul style="list-style-type: none"> <li>Begræns brugen af anti-bakterielle midler</li> </ul>	2.4.6
	Anti-statiske	Generelt	+	Svært nedb.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Undgå brug af antistatika baseret på toksiske kvarternære ammoniumforbindelser (DSDMAC)</li> <li>Begræns brugen af antistatika baseret på svært nedbrydelige alkylphosphater</li> </ul>	2.4.7
	Anti-filt	Generelt	+	Svært nedb.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Begræns brugen af klor i antifiltbehandling</li> </ul>	2.4.8



## BAT Vask ,Tørring, Lamenering og Tekstile gulve

Hovedprocesser	Delprocesser	Områder	Ressourcer	Emissioner	BAT	BO referencer
Vask og Tørring	Efter stykfarvning	Generelt	Vand, kemikalier og energi	Farverester, COD, AOX	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstat overløbsmetoder til skylning mellem farvninger med metoder for trinvis skyl (BREF afsnit 4.9.1)</li> </ul>	3.6
	Efter stykfarvning	Generelt	Vand, kemikalier og energi	Farverester, COD, AOX	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forbedre vask efter principper for modstrømsvask og farveoverførsel (BREF afsnit 4.9.2)</li> </ul>	
Belægning og laminering	Generelt	Generelt	Vand, kemikalier og energi	VOC, formaldehyd, OP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anvend belægninger, hvor polymerpastaen har et lavt indhold af flygtige organiske forbindelser (VOC)</li> </ul>	2.6
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Anvend hjælpemidler uden fri formaldehyd</li> </ul>	
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Undgå brug af polymerdispergeringsmidler, der indeholder organiske opløsningsmidler</li> </ul>	
Tekstile gulve	Generelt	Generelt	Vand, kemikalier og energi	Farverester, COD, AOX og OP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anvend garner med bionedbrydelige nåle- og spindeolier (BREF afsnit 4.2.3)</li> </ul>	3.7
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Anvend digitale inkjet trykmetoder til tryk af gulvtæpper og krøllede emner (BREF afsnit 4.7.8)</li> </ul>	
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Undgå brug af polymerdispergeringsmidler, der indeholder organiske opløsningsmidler</li> </ul>	



# 5 Henvisninger

## 5.1 Relevante internetadresser:

IPPC direktivet og BREF-noter: <http://eippcb.jrc.es.html>

Danske love og bekendtgørelser: [www.retsinfo.dk](http://www.retsinfo.dk)

Miljøstyrelsens publikationer: [www.mst.dk](http://www.mst.dk)

Lokale regulativer og planer: Kommunens hjemmeside

Branchespecifik information: [www.danskmodeogtextil.dk](http://www.danskmodeogtextil.dk)

## 5.2 Udvalgte publikationer

EU-Kommissionen: "Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry", 2003

Orientering fra Miljøstyrelsen, 10/2010: "Listen over uønskede stoffer 2009"

Orientering fra Miljøstyrelsen, 4/2010: "Effektlisten 2009"

"Tekstilhåndbogen", Miljøstyrelsen 2007.

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 16/2002: "Mere miljøvenlige nåleolier til maskinstrikning"

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 10/2002: "Danish experience. Best Available Techniques - BAT - in the clothing and textile industry - Document prepared for the European IPPC Bureau and the TWG Textile"

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 25/2001: "Membranfiltrering af afsletningsvand i tekstilindustrien - Laboratorieforsøg. Pilotskala-forsøg. Fuldskala-anlæg"

"Håndbog i miljøledelse for tekstilindustrien", COWI AS, 2000

Miljønyt nr. 50, 2000: "Vejen til bedre miljø ved produktion af tekstiler - Fremstilling af tekstiler indeholdende bomuld, uld, viskose, polyester og akryl"

Miljøprojekt nr. 545, 2000: "Livscyklusvurdering og produktorienteret miljøledelse hos Gabriel A/S"

Miljøprojekt nr. 534, 2000: "Kemikalier i tekstiler"

Miljøstyrelsen "Miljørigtig reaktivfarvning af bomuld i batch, Erfaringer, forslag og inspiration", 1999

Miljøprojekt nr. 452, 1999: "Benzidine-based Dyes"

Miljøprojekt nr. 416, 1999: "Azocolorants in Textiles and Toys - Environmental and Health Assessment"

Miljøprojekt nr. 383, 1998: "Miljøpåvirkning ved farvning og trykning af tekstiler"

Miljøprojekt nr. 375, 1998: "Miljørelateret leverandørstyring i tekstilindustrien"

Miljøprojekt nr. 374, 1998: "Genbrug af procesvand fra reaktiv farvning af bomuld"

Miljøprojekt nr. 369, 1997: "Environmental Assessment of Textiles - Life Cycle Screening of Textiles containing Cotton, Wool, Viscose, Polyester or Acrylic Fibres"

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 95/1997: "Kemikalie-, energi- og vandgenbrug i tekstilindustrien"

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 60/1995: "Udvikling og dokumentation af kemikaliebesparende recept til skyl efter reaktiv farvning"

## 6 Ordliste/Forkortelser

Forkortelser	Forklaring
AOX	Absorberbare organiske halogener
APEO	Alky phenoethoxylater
BAT	Bedst tilgængelige teknik
BOD	Biokemisk iltforbrug
BREF	BAT reference document
CMC	Carboxymethylcellulose
CO	Bomuld
COD	Kemisk iltforbrug
DTPA	Diethylentriaminpentaacetat
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
ETAD	Ecological and Toxicological Association of the Dyestoffs Manufacturing
EU	Europæiske Union
HT	Høj temperatur (-processer, -maskiner)
NPE	Nylon phenoethoxylater
NTA	Nitrilotriacetat
OP	Organofosfater
PA	Polyamid
PAC	Polyakrylonitril
PCP	Pentaklorophenol
PE	Polyethylen
PES	Polyester
PET	Polyethylenterephthalat
PTT	Polytriethylenterephthalat
PUR	Polyurethan
PVA	Polyvinylalkohol
PVC	Polyvinylklorid
SI	Silke
TOC	Total indhold af organisk kulstof
VOC	Flygtige organiske forbindelser
WO	Uld



## **SCORESYSTEM FOR SORTERING AF KEMIKALIER**

på basis af miljødata og oplysninger om forbrug

3. reviderede udgave, 2006

Udarbejdet i samarbejde mellem:

Dansk Textil & Beklædning

Ringkjøbing Amt

Herning Kommune

Ikast kommune

### **INDHOLDSFORTEGNELSE**

1. INDLEDNING .....	87
2. BESKRIVELSE OG ANVENDELSE AF SCORESYSTEMET .....	89
2.1 SCORESYSTEMETS OPBYGNING .....	89
2.2 EKSPONERINGSSCORE (AXBXC) .....	90
2.3 TOKSICITETSSCORE (D) .....	91
2.4 DATAKVALITET .....	91
3. UDLEDT KEMIKALIEMÆNGDE (A) .....	93
4. BIONEDBRYDELIGHED (B) .....	95
5. BIOAKKUMULERBARHED (C) .....	99
6. TOKSICITET (D) .....	101
7. OBS-LISTEN .....	103
8. IMPLEMENTERING AF SCORESYSTEMET .....	105
8.1 INDBERETNING TIL MYNDIGHEDEN .....	105
8.2 OPFØLGNING PÅ INDBERETNINGEN TIL MYNDIGHEDEN .....	106
RESUMÉ .....	111
LITTERATUROVERSIGT .....	113
BILAG:	
1. Liste over testmetoder	
2. Midlertidig score for C-parameteren på basis af oplysninger om opløselighed	
3. OBS-Listen	
4. Flowdiagram, scorerapport og opfølgning (scoresystemet)	
5. Scoresystem i tabelform	





## 1. INDLEDNING

Det er både teknisk og økonomisk uoverkommeligt at skaffe dokumentation i form af analyser for sammensætningen og effekter af spildevandet fra et tekstilfarveri. Det skyldes, at tekstilfarverierne i produktionen anvender en varierende sammensætning af kemikalier i varierende mængder inden for relativt korte tidsrum. Kemikalielisten for et middelstort farveri omfatter typisk 200 - 300 kemiske stoffer og produkter.

I 1989 blev nedsat en arbejdsgruppe til at implementere og koordinere anvendelsen af kemikalievurderingsprincip overfor tekstilfarverier i Ringkjøbing Amt. Arbejdsgruppen blev sammensat af teknikere fra Brande, Herning, Ikast, Aulum-Haderup, Videbæk kommuner, Ringkjøbing Amt samt repræsentanter fra Dansk Textil & Beklædning.

I 1992 fremkom arbejdsgruppen med 1. udgave af kompendium for **Scoresystem for sortering af kemikalier**

Scoresystemet er en metode til indirekte kontrol med udledningen af kemiske stoffer via spildevandet fra et tekstilfarveri. Ved brug af oplysninger om de anvendte kemikaliers miljømæssige egenskaber og det faktiske forbrug kan man med scoresystemet foretage en sortering af de anvendte kemikalier efter deres miljøfarlighed.

Det er med andre ord hensigten, at virksomheder og miljømyndighed ved at bruge scoresystemet kan udpege de miljømæssigt mest problematiske kemikalier, som bør nærmere vurderes i relation til udledningen. Scoresystemet gør det muligt for virksomhederne at redegøre for spildevandets sammensætning uden at blive pålagt en afløbskontrol med meget dyre specialanalyser for et stort og varieret antal kemiske stoffer.

Der er ved udvikling og opstilling af scoresystemet lagt vægt på, at det skal være relativt nemt at gå til for brugerne. De indgående miljøoplysninger bygger således i første omgang på kemikalieleverandørernes datablade. Men samtidig er der i alle betragtninger lagt afgørende vægt på referencer til videnskabeligt dokumenterede erfaringer (se referencelisten). Overordnede myndigheders (Miljøstyrelsen/Nordisk Ministerråd/EF) arbejde med forslag til kriterier for vurdering af miljøfarlighed af enkeltkemikalier er indgået ved udarbejdelsen af scoresystemet. Og den internationale brancheorganisation for farveindustrien, ETAD, har været hørt.

Ved anvendelse af scoresystemet på uorganiske forbindelser skal det tages i betragtning, at en score for bionedbrydelighed ikke har mening. Uorganiske stoffer er nedbrydelige, ikke ad biologisk, men ad fysisk/ kemisk vej. Det kan dog anbefales, at scoresystemet anvendes til særskilt sortering og indbyrdes rangordning af uorganiske forbindelser.

Erfaringen viser, at brugen af scoresystemet bidrager til et større overblik over det samlede kemikalieforbrug på den enkelte virksomhed. Det har bla. medført oprydning i lagre og udpegning af kemikalier, som er ufuldstændigt miljømæssigt beskrevet.

Scoresystemet har været anvendt siden 1990 i forbindelse med amtets miljøgodkendelse af 3 farverier med særskilte spildevandsudledninger til vandløb. Efterfølgende er scoresystemet implementeret i kommunale spildevandstilladelser til tekstilfarverier, der leder spildevand til 4 kommunale renseanlæg.

Arbejdsgruppen har siden systemets implementering samarbejdet med henblik på at udveksle erfaringer med brugen og vurdere behovet for justeringer af systemet. Dette medførte, at arbejdsgruppen i 1994 lancerede den 2. reviderede udgave af kompendiet.

Med denne 3. reviderede udgave af kompendiet er der lavet en række generelle redigeringer. De væsentligste ændringer/tilføjelser er følgende:

- Introduktion af en OBS-liste med kemikalier, som ifølge Miljøstyrelsen er uønskede og som følge heraf bør sættes fokus på af virksomhed og myndighed med henblik på mulighed for evt. substitution/reduktion.
- Erfaringer med brugen af scorerapporter er indarbejdet i nyt afsnit om implementering af scoresystemet.
- Indførelse af  $T^{1/2}$  (halveringstid) som scorekriterium for nedbrydelighed af kemikalier i ferskvand.
- Revision af scoringen af uorganiske forbindelser.
- Revideret bilag med relevante anerkendte analysemetoder.

ARBEJDSGRUPPEN MAJ 2006

Ikast Kommune  
Herning Kommune  
Ringkjøbing Amt  
Dansk Textil & Beklædning

## 2. BESKRIVELSE OG ANVENDELSE AF SCORESYSTEMET

### 2.1 SCORESYSTEMETS OPBYGNING

I scoresystemet udpeger man de miljømæssigt mest problematiske kemiske stoffer i farverierens spildevand, som ønskes nærmere vurderet med hensyn til mulighederne for at begrænse udledning af stofferne med spildevandet, evt. substitution.

Scoresystemet bygger på to faktorer: eksponering og effekt af et givent kemisk stof.

Scoresystem	Eksponering	Effekt
-------------	-------------	--------

Eksponering er et udtryk for et kemisk stofs potentielle tilstedeværelse (udbredelse) i miljøet; dvs. hvor meget af, hvor længe, og hvor er kemikaliet til stede i vandmiljøet. Eksponeringen afhænger derfor af mængden af stoffet, stoffets nedbrydelighed og stoffets evne til optagelse i levende væv.

Effekten af et kemisk stofs tilstedeværelse i miljøet afhænger af stoffets toksicitet (giftighed).

Scoresystem	Eksponering	Effekt
-------------	-------------	--------

<b>A. Udledt Kemikaliemængde</b> <b>B Bionedbrydelighed</b> <b>C Akkumulerbarhed</b>	<b>D Toksicitet</b>
--	---------------------

Ved scoring af et kemisk stof tillægges hver af parametrene A – D en talværdi mellem 1 og 4, hvor 4 angiver den mest belastende situation. Manglende oplysninger medfører højeste score.

Scoresystem	Eksponering	Effekt
-------------	-------------	--------

<b>A. Udledt Kemikaliemængde</b> <b>B Bionedbrydelighed</b> <b>C Akkumulerbarhed</b>	<b>D Toksicitet</b>
--	---------------------

<b>score A</b>	<b>(1 - 4)</b>	<b>Score D</b>
<b>score B</b>	<b>(1 - 4)</b>	<b>(1 - 4)</b>
<b>score C</b>	<b>(1 - 4)</b>	

Den samlede eksponeringscore for et kemisk stof fås herefter ved at gange A, B og C, ud fra den betragtning at A påvirker B og C, mens B påvirker C.

Scoresystem	Eksposering	Effekt
	A Udledt Kemikaliemængde B Bionedbrydelighed C Akkumulerbarhed	D Toksicitet
	score A (1 - 4) score B (1 - 4) score C (1 - 4)	Score D (1 - 4)
	Eksposeringsscore: A x B x C (1 - 64)	Score for giftighed: D (1 - 4)

Resultatet er en opstilling af alle anvendte kemikalier på en virksomhed, sorteret på baggrund af den indbyrdes størrelse af de kemiske stoffers eksposeringsscore og score for giftighed.

Resultatet kan afbildes grafisk på forskellig vis.

En tilbagevendende brug af scoresystemet gør det også muligt at følge udviklingen i problemstoffer over en årrække.

## 2.2 EKSPONERINGSSCORE (AXBXC)

I tabellen er angivet kriterier for scoren for de forskellige parametre. De enkelte værdier er forklaret nærmere i de efterfølgende afsnit.

SCORETAL:	1	2	3	4
<b>PARAMETER:</b>				
<b>A Udledt kemikaliemængde:</b>				
- kg/uge	<1	1-10	>10-100	>100
- kg/år	<50	50-500	>500-5000	>5000
<b>B Bionedbrydelighed:</b>				
- recipientvand				
- simuleringstest T½ (døgn)	<15	15-30	30-40	>40
- screeningstest (%)	>60(50-100)	10-60	<10	
- slamkultur (%)		>70	20-70	<20
BOD/COD-forholdet		>0,5		≤0,5
<b>C Bioakkumulerbarhed:</b>				
- biokoncentreringsfaktor, BCF	<100			≥100
C1, hvis MW > 1000 g/mol	*			
C2, hvis 500 ≤MW≤1000 g/mol				
- P <sub>ow</sub> -data	<1000	≥1000		
- vandopløselighed g/l	>10	10-2	<2	
C3, hvis MW < 500 g/mol				
- P <sub>ow</sub> -data	<1000			≥1000
- vandopløselighed g/l	>100	100-2	<2-0,02	<0,02
INGEN OPLYSNINGER				*

## 2.3 TOKSICITETSSCORE (D)

I tabellen er angivet kriterier for scoren for de forskellige parametre. De enkelte værdier er forklaret nærmere i de efterfølgende afsnit.

PARAMETER:	SCORETAL:	1	2	3	4
D Toksicitet					
Effekt-koncentration divideret med afløbskoncentrationen		>1000	1000-101	100-10	<10
INGEN OPLYSNINGER					*

## 2.4 DATAKVALITET

Det er intentionen, at de data, der benyttes som scoregrundlag, så vidt muligt er tilvejebragt efter internationalt anerkendte undersøgelsesmetoder. Bilag 1 er en oversigt over undersøgelsesmetoder, som anses for anerkendte.

Inden for parametrene B, C og D opereres med data på forskellige kvalitetsniveauer. Højeste niveau repræsenterer data fremkommet på grundlag af undersøgelsesbetingelser, der set i forhold til data fra lavere niveauer er mest sammenlignelige med et naturligt vandmiljø. Eksempelvis har en C-score fastsat på grundlag af data fra standardiserede bio-akkumuleringsforsøg med fisk større autenticitet end data fra undersøgelser baseret på bestemmelse af kemikaliets fordeling i en 2-faset blanding af octanol og vand ( $P_{ow}$ -data).  $P_{ow}$  har dog en mere direkte sammenhæng med bioakkumulering end opløselighedsdata.

Højeste niveau er angivet øverst inden for hver parameter.

Når der anvendes data på laveste kvalitetsniveau, er autenticiteten altså mindre. Dette er taget i betragtning ved opbygning af scoresystemet.

Det forudsættes, at der altid benyttes data på det højest foreliggende kvalitetsniveau.

For at gøre systemet praktisk operationelt har det været nødvendigt at acceptere, at C-scoren kan fastsættes på basis af kvalitative oplysninger om opløselighed. Der er til dette formål udarbejdet et "diagram (bilag 2).



### 3. UDLEDT KEMIKALIEMÆNGDE (A)

Kriterierne for Scoreniveauerne 1 - 4 er fastsat på grundlag af forbrugsmønstret i 1987. A-scoren "1" afspejler således et lille forbrug og "4" et stort forbrug i relation til 1987-niveauet. Niveauerne 1 - 4 bør muligvis revideres i takt med, at virksomhedens kemikalieforbrug ændres.

Den udledte kemikaliemængde fremkommer som differencen mellem forbrugt kemikaliemængde ifølge lagerfortegnelsen og den del, der forventes tilbageholdt i tekstilet. For farvestoffer er tilbageholdelsesevnen (udnyttelsesgraden) relativ høj, mens den for nogle hjælpestoffer, som fx. detergenter, er uhyre ringe, evt. 0%.

Udledt mængde:	Forbrug	Udnyttelsesgrad	Anden reduktion
----------------	---------	-----------------	-----------------

Det kan ikke udelukkes, at forskellige handelsnavne dækker over produkter, der i kemikaliesammensætning er tilnærmelsesvis ens. Det er ikke hensigten, at A-scoren minimeres ved bevidst at benytte sådanne alternative produkter. Disse produktgrupper skal i princippet puljes og tildeles en fælles A-score.

#### Kemikalieforbrug

Kemikalieforbruget kan scores på basis af enten ugentligt eller årligt forbrug. Forbrug over andre perioder (< 1 år) kan vurderes ved simpel omregning fra forbrug i den aktuelle periode til forbrug på ugebasis.

Hvis forbrugsmønstret for et kemikalie er udpræget periodisk, bør forbruget principielt scores på ugebasis, da denne opgørelse da vil give et mere korrekt billede af belastningen.

Ved beregning af scoren for nye kemikalier i produktionen vil mængdescoren oftest bedst kunne fastsættes på grundlag af et ugentligt forventet forbrug. Dette skyldes, at årsforbruget næppe er forudsigeligt.

I tilfælde af forsøgsmæssigt forbrug er ugentligt forbrug ligeledes mest relevant.

Oplysninger om forbrugstal af blandingskemikalier angives som udgangspunkt på basis af den samlede produktmængde uanset, at det "aktive" kemikalie kun udgør en mindre del af produktmængden. Eventuelt ledsages scoretallet med en anmærkning.

#### Udnyttelsesgrader

Hjælpestoffer, der omdannes i forbindelse med processen, skal, hvis det er muligt, scores efter omdannelsesproduktet. Hvis dette ikke er muligt, scores kemikaliet ud fra udgangskemikaliet, med en udnyttelsesprocent på 0, hvis ikke anden udnyttelsesprocent er påvist eller beregnet.

For farvestoffer, hvor der ikke foreligger oplysninger om udnyttelsesgrader, regnes med følgende udnyttelsesprocenter:

Dispersionsfarvestoffer	90%
Syrefarvestoffer	95%
Metalkompleksfarvestoffer	95%
Kationiske farvestoffer	98%
Direktfarvestoffer	80%
Svovlfarvestoffer	60%
Reaktivfarvestoffer	50%

Hvis udnyttelsesprocenten er angivet som ">" x%, regnes den aktuelle udnyttelsesprocent som x%.

Grundlaget for brug af afvigende udnyttelsesprocenter i forhold til ovenstående skal accepteres af tilsynsmyndigheden.

#### **Anden reduktion**

Såfremt kemikaliet's fysiske/kemiske egenskaber sammenholdt med anvendelsesformen indikerer en betydelig frigivelse til luften, modregnes dette i den beregnede udledte mængde. Grundlaget for beregningen af tab til luften skal accepteres af tilsynsmyndigheden.

Ved beregning af den udledte mængde bør der i princippet foretages fradrag for den del, der fjernes i renseanlægget. I praksis foreligger der endnu kun begrænset dokumentation for rensningseffekten på diverse typer kemiske stoffer.

For virksomheder tilsluttet kommunalt renseanlæg beregnes A som udgangspunkt i forhold til udledningen til det offentlige kloaksystem.

For virksomheder med særskilt udledning af spildevand beregnes A ligeledes som udgangspunkt med reference til indløb af renseanlægget. Hvis der foreligger specifik dokumentation for fjernelse i renseanlægget kan dette medregnes ved beregningen af udledt mængde. Dokumentation skal på forhånd godkendes af tilsynsmyndigheden.



## 4. BIONEDBRYDELIGHED (B)

De kriterier, der er lagt til grund for scoringen, belyser primært et kemikalies biologiske nedbrydelighed i recipientvand eller under gunstigere forhold i slam.

Nedbrydes eller fjernes et kemikalie af ikke-biologisk vej, er disse oplysninger tilsvarende relevante og kan efter nærmere vurdering inddrages i scoren (jf. nedenstående afsnit om eliminerbarhed).

Et kemikalies bionedbrydelighed kan betegnes efter forskellige nedbrydningsniveauer:

- a) Primær bionedbrydelighed, svarende til at stoffet mister sin kemiske identitet.
- b) Funktionel bionedbrydelighed, svarende til at en bestemt egenskab ved kemikaliet forsvinder.
- c) Total bionedbrydelighed, svarende til en fuldstændig omdannelse til kuldi-oxid, vand og andre uorganiske forbindelser.
- d) Komplet mineralisering, svarende til c), men hvor uorganiske forbindelser forefindes som oxider.

De undersøgelsesmetoder, der er anerkendte til bestemmelse af et kemikalies bionedbrydelighed, indebærer, at nedbrydeligheden måles i relation til en total nedbrydning, svarende til punkt c.

### **Nedbrydelighed i recipientvand**

Denne nedbrydelighedstest skal referere til tests, der giver relativt dårlige forhold for biologisk nedbrydning; dvs. ikke adaptere testkultur, lav biomasse og relativ høj koncentration af teststoffet.

Forskellige principper anvendes efter anerkendte metoder. Fælles for alle metoder gælder, at teststoffet er eneste kulstofkilde.

#### *Simuleringstests*

En af de nyeste testmetoder for nedbrydelighed er simuleringstest til bestemmelse af halveringstider ( $T_{1/2}$ ). TGD (Technical Guidance Document on Risk Assessment) //17 angiver, ved hvilke halveringstider et stof bør betragtes som persistent. Resultater for disse testmetoder findes endnu kun for få kemiske stoffer.

#### *Screeningstests*

Såfremt der ikke findes resultater for simuleringstests, kan der anvendes resultater for screeningstests.

Resultaterne for screeningstests for let bionedbrydelighed opgives som % nedbrydning efter en fastlagt testperiode. Hvis bionedbrydelighedsdata kun er angivet som intervaller benyttes "50 - 100%" synonymt med ">60%". Dette er angivet i parentes efter ">60" i scoresystemet.

Kemikalier, som kan betegnes som værende "let nedbrydelig", ønskes scoret med værdien 1. Som kriterium for let nedbrydelighed er der taget udgangspunkt i kriterier, som er fastlagt i de standardiserede screeningstests for let nedbrydelighed:

Et kemikalie betegnes som "let nedbrydelig", hvis nedbrydningen medfører fjernelse af min. 70% af det opløste organiske kulstof, forbruger min. 60% af det teoretiske iltforbrug eller dannelse af min. 60% af den teoretiske mængde kuldioxid. Endvidere regnes kemikaliet for let nedbrydeligt, hvis andre videnskabeligt veldokumenterede undersøgelser har vist, at kemikaliet nedbrydes biologisk eller ikke-biologisk til et niveau >70%. Nedbrydningen skal ske inden for 10 dage af en 28 døgns forsøgsperiode.

For at undgå flere scoreniveauer og en skarp sondring mellem metodevalg er 60% valgt som generel grænse.

Størsteparten af databladene angiver imidlertid bionedbrydelighed efter intervallerne <10%, 10 - 25%, 25 - 50% og 50 - 100%. Med de benyttede intervaller for nedbrydelighedsscoren vil der således ikke kunne gives lavere score end "2". Dette er i dårlig overensstemmelse med intentionerne om at sikre, at uproblematisk kemikalier sorteres fra. Det valgte "alternativ", score 1 ved 50 - 100% er derfor et rimeligt kompromis.

### **Nedbrydelighed i slam**

Nedbrydelighed i slam skal referere til tests, der giver relativt gode forhold for biologisk nedbrydning; det vil sige en meget stor bakterietæthed og høj teststofkoncentration. Desuden kan testene udføres med en længere eksponeringstid, der sikrer bedre muligheder for adaptation. Som podemateriale anvendes aktivt slam.

Undersøgelser, baseret på nedbrydning i slamkultur, er ikke sammenlignelige med forholdene i recipienten. Testene kan i princippet kun anvendes til at forudsige et kemikalies unedbrydelighed, ikke dets aktuelle nedbrydelighed i recipienten.

Kemikalier, som nedbrydes mindre end 20% i metoder baseret på slamkultur, regnes som "svært- eller tungtnedbrydelige" og betegnes ofte som persistente. Kemikalier, som nedbrydes mere end 70%, betegnes som "potentielt nedbrydelige" (inherent biodegradability). Kemikalier, der nedbrydes mellem 20% og 70% regnes normalt som nedbrydelige; men det er sandsynligt, at der ved denne nedbrydning dannes stabile metabolitter/ nedbrydningsprodukter.

Det er ikke muligt at "oversætte" nedbrydelighed i overfladevand eksakt til nedbrydelighed i slamkultur. Man kan kun slå fast, at nedbrydning i slam normalt vil være større end nedbrydeligheden i vandfasen. Dette afspejles i de valgte niveauer i scoren.

### **BOD/COD-forhold**

Denne parameter må kun anvendes i tilfælde, hvor der ikke foreligger data fra nedbrydelighedstest. BOD refererer til biologisk iltforbrug efter 5 døgn. COD er det kemiske iltforbrug.

Hvis der ikke foreligger nedbrydelighedsdata efter egentlige nedbrydelighedsforsøg kan størrelsen  $BOD/COD > 0,5$  anvendes som kriterium for let nedbrydelighed /14/.

### **Eliminerbarhed**

Et kemikalie kan fjernes fra vandfasen ved nedbrydning, sorption eller fordampning. Begrebet "eliminerbarhed" dækker alle 3 processer. Nogle datablade indeholder kun oplysninger om eliminerbarhed. Fastsættelse af scoren på basis af oplysninger om eliminerbarhed kan ske efter "skalaen" for "nedbrydelighed i slamkultur".

### **Nedbrydelighed af kemikalieblandinger**

Nedbrydelighed af blandinger af flere kemikalier bør principielt vurderes i forhold til hvert enkelt kemikalie. Hvis der ikke foreligger sådanne oplysninger foretages score på basis af den angivne nedbrydelighed for blandingen, suppleret med en anmærkning om, at der er tale om et sammensat produkt.

Man bør være opmærksom på, at datablade almindeligvis angiver et sammensat produkts (kemikalieblanding) nedbrydelighed beregnet som summen af de enkelte komponenters nedbrydelighed multipliceret med den forholdsmæssige andel, som komponenten indgår med.

Score på basis af "produkt"-oplysninger indebærer en risiko for at "overse" forekomsten af ikke- eller sværtnedbrydelige kemikalier, der indgår i produkter. Denne risiko modvirkes delvis af, at scoren for mængde er fastsat på basis af den samlede mængde af blandingsproduktet.

**Uorganiske stoffer**

For kemiske stoffer og produkter, der udelukkende består af uorganiske forbindelser, er parameteren bionedbrydelighed uden mening. Disse stoffer omdannes ad fysisk-kemisk vej til ioner. Omdannelse antages at være 100 % ved dannelse af ioner. En beregning af "eksponeringsscoren"  $A \times B \times C$  er derfor ikke relevant, men derimod en  $A \times C$  – score til sortering indbyrdes indenfor gruppen af uorganiske forbindelser.



## 5. BIOAKKUMULERBARHED (C)

Biokoncentreringsfaktoren (**BCF**) udtrykker for et givent kemikalie og en given vandlevende organisme forholdet mellem kemikaliets koncentration i organismen og vandfasen, dvs. kemikaliets tendens til ophobning i levende væv.

Biokoncentreringsdata kan tilvejebringes på 3 "niveauer". Højeste niveau er en direkte bestemmelse af biokoncentreringsfaktoren ved forsøg med fisk. Mellemløsniveauet er en bestemmelse af kemikaliets fordelingsforhold mellem vand og fedt, hvor octanol repræsenterer fedt. Dette forhold beskrives med en fordelingskoefficient, der betegnes  $P_{ow}$ . Det laveste niveau baseres på oplysninger om opløselighed,  $C_s$ , målt eller beregnet.

### **Pow, Cs og BCF og farverispildevand**

Vurderingen af bioakkumulerbarhed efter de lavere niveauer i scoresystemet er baseret på den sammenhæng, der er mellem **BCF** og  $P_{ow}$  eller  $C_s$ .

Det er påvist i /8/, at den forudsatte sammenhæng mellem  $P_{ow}$  og **BCF** ikke tager hensyn til det faktum, at et kemikalies mulighed for bioakkumulering i væv vil være stærkt begrænset for kemikalier, som har en ekstrem lav fedt- og vandopløselighed (f.eks. farvepigmenter).

Det samme gør sig gældende for stor-molekylære forbindelser (egentlig den rummelige konfiguration), hvor molekylstørrelsen og -konfiguration kan udgøre en barriere for den mulige optagelse gennem celledembraner.

For at imødegå ovennævnte begrænsninger er scoresystemet opbygget med 3 underskalaer (C1, C2 og C3) for bioakkumulerbarhed. Valg af underskala tager udgangspunkt i kemikaliets molvægt (**MW**). Molvægten er den simpleste parameter, der beskriver molekylstørrelsen. Oplysninger om mere direkte beskrivende parametre vil normalt ikke være tilgængelige. Et scoresystem, foreslået af Nordisk Ministerråd (MST-miljøprojekt 153, 1990), har foreslået, at  $MW=1000$  g/mol benyttes som grænse for biotilgængelighed, og benytter karakteren som en scoreparameter sammen med fx. bioakkumulering med  $P_{ow}$ -værdi og nedbrydelighed.

/10/ opstiller nogle kriterier for, hvornår bioakkumuleringsforsøg med fisk må anses for overflødige:

- Pigmenter, der har meget ringe opløselighed i såvel vandfase ( $C_s < 0.1$  mg/l) som organisk fase ( $C_s < 10$  mg/l) vurderes som "ikke akkumulerende".
- Farvestoffer, der er meget vandopløselige ( $C_s > 2$  g/l), antages at have så ringe affinitet for biologisk væv, at de vurderes som "ikke akkumulerende".
- Farvestoffer med en molekylvægt (MW) større end 450 g/mol og et tværsnit større end 1.05 nm antages at være for voluminøse til at kunne optages i biologisk væv. De vurderes som "ringe sandsynlighed for akkumuleringsevne".

### **C1. Kemikalier med molekylvægt større end 1000 g/mol**

For et kemisk stof med  $MW > 1000$  g/mol fastsættes scoretillet til 1, medmindre der foreligger oplysninger om stabile nedbrydningsprodukter med  $MW < 1000$  g/mol eller videnskabelige undersøgelser, der indikerer, at stoffet bioakkumuleres.

På baggrund af oplysningerne om, at store molekyler med stor sandsynlighed ikke vil være biotilgængelige, er det rimeligt at foretage en "frasortering" af store farvestofmolekyler, der normalt repræsenterer meget vægtstabile molekyler. Eventuelle ændringer af radikalstrukturen vil være af ringe betydning for molekylstørrelsen. Ved at vælge  $MW=1000$  g/mol som grænse for denne sortering er der overensstemmelse med Nordisk Ministerråds scoresystem. Samtidig er der god margin til den i /10/ foreslåede grænse på 450 g/mol. Bemærk dog, at /10/ kobler molvægt-kriteriet med molekyltværsnit og fedtopløselighed mv.

Egentlig er forudsætningen for at "frikende" kemiske stoffer med molekylvægt over 1000 g/mol, at der ikke under en eventuel nedbrydning fremkommer nedbrydningsprodukter, der er stabile og har akkumulerende egenskaber. Disse oplysninger vil ofte ikke være tilstede. For at systemet skal være operationelt, benyttes kriteriet "medmindre der foreligger oplysninger om stabile nedbrydningsprodukter med MW <1000 g/mol". Sandsynligheden for, at der foreligger data om bioakkumulering fra fiskeforsøg, er ringe. Hvis de foreligger, skal kemikaliet vurderes på baggrund af disse.

### **C2. Kemikalier med molekylvægt mellem 1000 og 500 g/mol**

Sandsynligheden for, at et kemisk stof med molekylvægt mellem 1000 og 500 g/mol er biotilgængeligt, er lille, men dog større end for ovennævnte gruppe.

Sandsynligheden for, at der foreligger bioakkumuleringsdata fra fiskeforsøg, er ringe, jf. prioriteringen foreslået i /10/.

Det er almindeligt anerkendt, at den kritiske BCF-værdi er 100. Bla. anvendes den i EF-Kommissionens forslag til klassificering og mærkning af miljøskadelige stoffer.

For  $P_{ow}$ -data er den kritiske værdi fastsat på grundlag af en antagelse om, at hvis  $P_{ow} < 1000$ , så er  $BCF < 100$  /7/. Denne størrelse anbefales som kriterium for, om der anbefales at udføre akkumuleringsforsøg med fisk.

Gradueringen for  $P_{ow} > 1000$  er forholdsvis mild på grund af, at molekylstørrelsen medfører ringe sandsynlighed for akkumulering. Sammenholdt med score for mængde og bionedbrydelighed sikrer gradueringen dog, at kemikaliet tages i betragtning, hvis kemikaliet ikke er let nedbrydeligt og benyttes i betydeligt omfang.

For opløselighedsdata er de kritiske værdier fastsat med udgangspunkt i /10/ samt den matematiske sammenhæng mellem opløselighed og  $P_{ow}$ . Der kan opnås højere score end ved data for  $P_{ow}$  med baggrund i, at "opløselighed" er en svagere parameter end  $P_{ow}$ .

### **C3. Kemikalier med molekylvægt mindre end 500 g/mol**

I denne gruppe forventes størsteparten af data for akkumuleringsforsøg med fisk at være. Hvis BCF er oplyst skal denne anvendes ved scoringen

For  $P_{ow}$ -data benyttes den samme kritiske værdi som i foregående scoremodel, men  $P_{ow} > 1000$  bedømmes på linie med  $BCF > 100$ . Der er i disse tilfælde betydelig indikation for bioakkumulering.

For opløselighedsdata er de kritiske værdier skærpet. Der er tilnærmelsesvis benyttet samme inddeling som foreslået i det oprindelige scoresystem /2/.

#### **Manglende data**

Såfremt eksakte oplysninger svarende til forudsætningerne for BCF eller  $P_{ow}$  ikke kan fremskaffes, kan der midlertidigt foretages score på basis af kvalitative oplysninger om opløselighed (dispergerbarhed, blandbarhed, emulsion mv.). Kvalitative oplysninger tolkes i overensstemmelse med diagrammet i Bilag 2.

#### **Bioakkumulerbarhed af kemikalieblandinger**

Kemikalieblandinger scores efter samme principper som beskrevet for B-scoren.

## 6. TOKSICITET (D)

Toksiciteten af et kemisk stof i spildevandet afhænger af stoffets toksiske egenskaber og koncentrationen af stoffet i spildevandet.

Toksicitet :	Stoffets toksicitet	Stoffets koncentration
--------------	---------------------	------------------------

Toksiciteten af sammensat spildevand er erfaringsmæssigt vanskelig at karakterisere på grundlag af oplysninger om de enkelte kemiske stoffers toksicitet. Stofferne sameksistens kan medføre, at det samlede spildevands toksicitet ændres, uden nødvendigvis at de enkelte stoffers bidrag til toksicitet er additive. Nogle kemiske stoffer kan reagere med hinanden og danne nye forbindelser, hvorved toksiciteten måske ændres. Andre stoffer øger eller mindsker hinandens toksiske effekt, også kaldet synergistisk eller antagonistisk effekt.

Toksiciteten bør derfor først og fremmest kontrolleres ved fastsættelse af et samlet udlederkrav vedrørende spildevandets samlede toksicitet. Herved medtages eventuelle synergistiske effekter.

Oplysninger om de enkelte kemiske stoffers toksicitet er dog stadig relevante, idet disse oplysninger indgår i vurderingen af et kemikalies potentielle bidrag til spildevandets toksicitet. Toksicitetsscoren på det enkelte kemiske stof er essentiel til udpegning af potentielt problematiske kemikalier, med mulighed for begrænsning af udledningen.

Behandlingen i rensesanlæg vil normalt kunne reducere toksiciteten af det samlede spildevand enten som følge af en nedbrydning af kemikalierne eller på grund af tilbageholdelsen i slam. Den faktiske reduktion kan alene bestemmes på basis af toksicitetstest af korresponderende prøver af tilløbsvand, afløbsvand og slam fra det pågældende rensesanlæg.

### Stoffets toksicitet

Der opereres med 2 forskellige test-kategorier:

- Test på **ferskvandsfauna eller alge**, fx. akut toksicitet på ferskvandsfisk, krebsdyr eller mikroalge. Resultatet skal opgives som  $LC_0$  (algetest  $EC_0$ ), der er den højeste koncentration, der ikke giver toksisk effekt.

I tilfælde, hvor kun  $LC_{50}$  kan oplyses, kan der ved  $LC_{50} \leq 100$  mg/l omregnes fra  $LC_{50}$  til  $LC_0$  ved division med 3. For  $LC_{50} > 100$  mg/l foretages der ingen omregning.

- Test på **slamkultur**. Effektkoncentration ( $EC_{20}$ ) på slam-organismer, enten aktive-ret slam eller *Pseudomonas putida*, en bakterie der bl.a. findes i rensningsanlægsslam.

Grundlaget for omregningen fra  $LC_{50}$  til  $LC_0$  ved division med 3 er erfaringstal (Vandkvalitetsinstituttet). Omregningen er i rimelig overensstemmelse med EPA's "Criteria Maksimum Concentration", der defineres som 0.3 gange den laveste  $LC_{50}$ -værdi for akut toksicitet over for mindst 3 arter. /16/.

For  $LC_{50} > 100$  mg/l foretages der ingen omregning. Dette er begrundet i, at mange toksicitetstests ikke fortsættes ud over koncentrationen 100 mg/l. Anvendes ">100" som "absolut 100" vil der derfor i de fleste tilfælde ske en forvrænget vægtning af resultatet ved en eventuel omregning (division med 3) til  $LC_0$ .

Toksicitet :	Stoffets toksicitet	Stoffets koncentration
--------------	---------------------	------------------------

$LC_0$ eller $EC_0$
---------------------

### Stoffets koncentration

Koncentrationen i spildevandet kan betragtes ud fra to synsvinkler:

**Gennemsnitskoncentrationen**, der refererer som udgangspunkt til det årlige kemikalietab til spildevandet divideret med det årlige vandmængdeforbrug.

For et kemisk stof eller produkt, der benyttes jævnt over hele året, vil den aktuelle spildevandskoncentration være rimeligt beskrevet ved en sådan beregning af gennemsnitskoncentration over året.

For de kemiske stoffer, der benyttes i korterevarende kampagner i størrelsesorden få uger, vil gennemsnitskoncentrationen "undervurdere" den aktuelle spildevandskoncentration. I sådanne tilfælde beregnes gennemsnitskoncentrationen ud fra forbrug over perioden divideret med den tilsvarende udledte spildevandsmængde.

**Ekstrem koncentration** refererer i scoresystemet til det årlige kemikalietab til spildevandet divideret med et døgn vandmængdeforbrug.

For et kemisk stof eller produkt, der kun benyttes over meget korte perioder i størrelsesorden 1 uge og derunder, vil den aktuelle spildevandskoncentration være rimeligt beskrevet ved beregningen af ekstremkoncentrationen.

Toksicitet :	Stoffets toksicitet	Stoffets koncentration
	LC <sub>0</sub> eller EC <sub>0</sub>	gennemsnitskonc eller ekstremkonc

### Fastsættelse af D-score

Scoren for toksicitet fastsættes på grundlag af forholdet mellem den koncentration der giver toksisk effekt og den beregnede koncentration i spildevandet. Jo større margen mellem toksisk effekt-koncentration og koncentration i udledningen, jo lavere score.

Scoren kan beregnes efter forskellige forudsætninger. Det er vigtigt, at scoren ikke anføres uden samtidigt at referere forudsætningerne.

De forskellige forudsætninger kan ud fra ovenstående sammenstilles til 4 kombinationsmuligheder, der betegnes D1, D2, D3 og D4:

Toksicitet :	Stoffets toksicitet	Stoffets koncentration
	LC <sub>0</sub> eller EC <sub>0</sub>	gennemsnitskonc eller ekstremkonc

D1	Effektniveau <small>ferskvandsfauna eller alge</small> / gennemsnitskonc.
D2	Effektniveau <small>ferskvandsfauna eller alge</small> / ekstremkonc.
D3	Effektniveau <small>slamkultur</small> / gennemsnitskonc.
D4	Effektniveau <small>slamkultur</small> / ekstremkonc.

D1 og D2 repræsenterer data på højere kvalitetsniveau end D3 og D4.

D-score for forskellige kemikalier kan kun sammenlignes inden for samme dataniveau.

Som det fremgår af scoresystemet, skal toksiciteten vurderes sideordnet i forhold til eksponeringen. Hvis det aktuelle forbrugsmønster er karakteriseret som en meget kortvarig forbrugsperiode på en uge eller mindre, skal D2 eller D4 lægges til grund for vurderingen.

Generelt kan lav score i D2 eller D4 indikere, at toksiciteten har underordnet betydning i forhold til eksponeringsscoren.



## 7. OBS-LISTE

I Bilag 3 er oplistet en række kemiske stoffer, som uanset tildelt score bør vurderes nærmere med hensyn til forbrug og evt. substitutionsmulighed.

Denne OBS-liste bygger blandt andet på Miljøstyrelsens liste over de såkaldte uønskede stoffer /18/, som af forskellige miljø- og/eller sundhedsmæssige årsager bør begrænses mest muligt, udfaset eller afviklet over en årrække.

Bilag 3 er uarbejdet på basis af den listen over uønskede stoffer fra 2004 fra Miljøstyrelsen og er ikke revideret efter 2009-listen.



## 8. IMPLEMENTERING AF SCORESYSTEMET

Implementeringen af scoresystemet kan ske ved, at systemet indarbejdes i virksomhedernes tilslutningstilladelser eller miljøgodkendelser. Der bør ved implementeringen tages stilling til evt. fastsættelse af vilkår til:

- Frekvens og omfang af en indberetning til tilsynsmyndigheden om miljøoplysninger og forbrug af
  - alle anvendte kemiske stoffer og produkter (indberetning evt. 1 gang årligt),  
og
  - nye, som ønskes taget i brug (indberetning evt. i takt med at disse tages i brug, som en slags anmeldeordning)
- Frekvens og indhold af en scorerapport (indberetning evt. 1 gang årligt). Af nedenstående fremgår forslag til scorerapportens indhold
- Kriterier for opfølgning på scorerapportens resultat.  
Eksempelvis:
  - En nærmere fastlagt miljøvurdering af stoffer over en given scoreværdi medsendes scorerapporten.
  - Reduktionsmuligheder for uønskede kemikalier beskrives. De konkrete uønskede kemikalier på den enkelte virksomhed aftales mellem myndighed og virksomhed. Ved denne udvælgelse kan der tages udgangspunkt i vedlagte OBS-liste, Bilag 3.
- ansvarsfordeling tilsynsmyndighed og virksomhed imellem
- Strategi for løbende forbedring af datakvalitet

Der henvises til flowdiagrammet, Bilag 4.

### 8.1 INDBERETNING TIL MYNDIGHEDEN

#### Scorerapporten

Scorerapporten bør udformes, så den i videst mulig omfang skaber overblik over en virksomheds kemiske stoffer og produkter i anvendelse, rangordnet efter deres potentielle miljøbelastning.

Grundstammen i scorerapporten er de kemiske stoffers tildelte eksponerings- og toksicitetsscore (A x B x C – score, D-score). For uorganiske forbindelser A x C-score og D-score (For kemiske stoffer og produkter, der udelukkende består af uorganiske forbindelser er parameteren bionedbrydelighed uden mening, se tidligere).

Ved opbygning af EDB-program til scorerapporten bør skabes mest mulig gennemskuelighed i rapportens konklusioner, fx. bør de væsentligste miljødata, som danner grundlag for den tildelte score, fremgå.

#### Scorerapporten bør som minimum indeholde følgende oplysninger:

1. En oplistning med følgende oplysninger om de enkelte kemiske stoffer og produkter:

<b>Navn</b>	Handelsnavn
	Navn efter kemisk systematik molvægt
	CAS-nr og/eller EINECS-nr

	For sammensatte produkter: Produktsammensætning
<b>Funktion</b>	Blødgøring, dispersionsfarvestof / tensid mv.
<b>Kemikalietype</b>	Enzym, azo farvestof, LAS mv
<b>Udledt mængde</b>	Beregnet udledt mængde i kg/uge eller kg/år
<b>Udledt spildevandsmængde</b>	m <sup>3</sup> / dg og m <sup>3</sup> / år
<b>ABC-score</b>	Angivet som A, B, C, AxBxC
<b>D-score</b>	D1 og D2 eller D3 og D4
<b>Forbrugsmønster</b>	Å ~ forbrug jævnt over året, P ~ forbruget er periodisk K ~ forbrug i perioder i eller under 1 uge
<b>Miljødata</b>	Eks. anvendt LC <sub>0</sub> -værdi, Pow mv.
<b>U-mærkning</b>	Af scoreværdier, tildelt på grundlag af manglende oplysninger

2. Et antal lister over de scorede kemikalier, rangordnet efter score og evt. opdelt på et antal kemikaliegrupper.

Fx.

Rangordning efter AxBxC-scoren og D1- eller D3-scoren

Rangordning efter AxBxC-scoren og D2- eller D4-scoren

Evt. grafisk sortering af det samlede scoringsresultat

#### **Medsendes scorerapporten**

Reduktionsmuligheder for uønskede kemikalier beskrives. De konkrete uønskede kemikalier på den enkelte virksomhed aftales mellem myndighed og virksomhed. Ved denne udvælgelse kan der tages udgangspunkt i vedlagte OBS-liste, Bilag 3.

Ved beskrivelsen af reduktionsmuligheder knyttes en nærmere vurdering af de udpegede kemiske stoffer og produkter med udgangspunkt i:

- BAT med henblik på begrænsning, evt. substitution
- den faktiske udledning med spildevand til recipient efter rensning
- evaluering af datakvalitet
- handlingsplaner
- udviklingstendenser i kemikalieforbruget

## **8.2 OPFØLGNING PÅ INDBERETNINGEN TIL MYNDIGHEDEN**

En "nærmere vurdering" af scorerapportens resultat inddrager primært virksomheden, men i et samarbejde med miljømyndigheden. En nærmere vurdering kan omfatte evaluering af forbrugsmønstret, evaluering af kvaliteten af miljødata, fremskaffelse af dokumentation for eventuel reduktion i renseanlæg, vurdering af mulige alternativer (kemikalievalg og procesteknologi) samt eventuelt litteraturundersøgelser.

De oplysninger, der herefter foreligger, skal danne grundlag for miljømyndighedens vurdering af eventuelle "indgreb". Mulige indgreb kan i yderste konsekvens være restriktioner i form af fastsættelse af udlederkrav med grænseværdier, som skal overholdes. Den beskrevne procedure sikrer dog, at eventuelle indgreb kan ske på det bedst mulige grundlag. Fx. sikres, at virksomheden tidligt i forløbet selv inddrager "renere teknologi" i sine overvejelser og miljøforbedringer.

Dansk Textil & Beklædning indgår som "konsulent" for de enkelte virksomheder og har opbygget et databasesystem til lagring af kemikalieoplysninger og beregning af

score. Ved hjælp af databasefaciliteterne vil der således specifikt for hver virksomhed kunne udskrives en liste over de anvendte kemikalier og den beregnede score (Scorerapport). Denne liste kan efterfølgende suppleres med en uddybende analyse af de kemikalier, der fik høj score.



## RESUMÉ

Scoresystemet er en administrativ metode til at sortere kemikalier på grundlag af oplysninger først og fremmest fra kemikalieleverandørens datablade. Sorteringen gør det muligt at foretage en prioriteret udvælgelse af kemikalier, der på grund af aktuelt forbrug og oplysninger om miljømæssige egenskaber bør underkastes en nøjere vurdering.

Scoresystemet er opbygget over de parametre, der normalt betragtes som værende de mest interessante i forbindelse med karakterisering af miljøfremmede stoffer i industrispildevand. Scoresystemets opbygning fremgår af side 8.

A (udledt mængde), B (nedbrydelighed) og C (bioakkumulerbarhed) er set under ét udtryk for kemikaliet potentielle tilstedeværelse i miljøet; hvor meget af, hvor længe og hvor er kemikaliet tilstede i vandmiljøet. A influerer på virkningen af B og C, mens B influerer på virkningen af C. Den samlede score, der opnås ved at multiplicere scoren for A, B og C, kaldes **eksponeringsscoren**.

Effekten af et kemikalies tilstedeværelse i miljøet afhænger af dets giftighed (toxicitet). Scoren for toxiciteten skal vurderes sideordnet og uafhængigt i forhold til scoren for eksponeringen.

Hver parameter tillægges en talværdi mellem 1 og 4, hvor 4 angiver den mest belastende situation. Manglende oplysninger medfører højeste score. Resultatet er, at hvert kemikalie kan tillægges en score i eksponering ( $A \times B \times C$ ) samt uafhængigt heraf en score i toxicitet (D). Herefter er det muligt at lave en rangordning af kemikalierne.

Iværksættelse af systemets anvendelse indebærer, at systemet indarbejdes i virksomhedernes tilslutningstilladelser eller miljøgodkendelser. Herefter skal virksomhederne indsende oplysninger om kemikalieforbrug og miljødata. Første gang skal der indsendes oplysninger om samtlige anvendte kemikalier, men herefter kan indberetningen for nye kemikalier ske i takt med, at disse tages i anvendelse. Mindst en gang årligt skal en samlet opgørelse over det aktuelle forbrug ajourføres.

Dansk Textil & Beklædning indgår som konsulent for de enkelte virksomheder og har opbygget et databasesystem til lagring af kemikalieoplysninger og beregning af score. Ved hjælp af databasefaciliteterne vil der således specifikt for hver virksomhed kunne udskrives en liste over de anvendte kemikalier og den beregnede score (Scorerapport). Denne liste kan efterfølgende suppleres med en uddybende analyse af de kemikalier, der fik høj score.

De konkrete uønskede kemikalier på den enkelte virksomhed aftales mellem myndighed og virksomhed. Ved denne udvælgelse kan der tages udgangspunkt i vedlagte OBS-liste, Bilag 3.

De oplysninger, der herefter foreligger, skal danne grundlag for miljømyndighedens vurdering af eventuelle "indgreb".





## LITTERATUROVERSIGT

- /1/ Ringkjøbing amtskommune (1988). Orientering om principper for vurdering af farverispildevand. Brev af 28. juni 1988 til Brande, Ikast, Videbæk og Herning kommuner.
- /2/ Ringkjøbing amtskommune, (1990) Miljøgodkendelse af Martensens Fabrik A/S. Afsnit 5.3.2, side 29 - 32, samt bilag 2. 2. januar 1990.
- /3/ Textilindustrien (1989). Kommentarer til amtskommunens scoresystem. Vedlagt notat af 8. september 1989 udarbejdet af Leif Gyrsting fra ingeniørfirmaet J. Robert Knudsen A/S. Brev af 18. september 1989 til Ringkjøbing amt.
- /4/ Lindgaard-Jørgensen, Palle (1988). Prediction of Environmental Hazard of Organic Pollutants in an Effluent from a Pesticide-Producing Plant. Biomedical and Environmental Sciences 1, pp. 210-221 (1988).
- /5/ Miljøprojekt nr.153 (1990) Danmarks udledning af industrielt spildevand; bilag 2: Scoringssystemer til vurdering af kemikaliers miljøfarlighed.
- /6/ Tørsløv, Jens, Axel Damborg og Niels Thygesen. (1989). Miljømæssig vurdering af industrispildevand - renere teknologi eller rensning?. Vand og Miljø 3/1989.

### Emne: Bioakkumulering

- /7/ Anliker,R.,Clarke,E.A.,and Moser,P.(1981). Use of the partition coefficient as an indicator of bioaccumulation of dyestuffs in fish. Chemosphere 10, 263-274.
- /8/ Anliker,R. and Moser,P.(1987). The limits of bioaccumulation of Organic Pigments in Fish: Their relation to the partition coefficient and the solubility in water and octanol. Ecotoxicol. Environ. Safety 13, 43-52.
- /9/ Baughman, G.L. and T.A.Perenich (1988). Fate of dyes in aquatic systems I: Solubility and partitioning of some hydrophobic dyes and related compounds. Environ. Toxicol. Chem. 7:183-199.
- /10/ Anliker,R., Moser,P. and Poppinger,D. (1988). Bioaccumulation of dyestuffs and organic pigment in fish. Relationships to hydrophobicity and steric factors. Chemosphere, Vol.17,8,pp 1631-1644.
- /11/ Chi-Ping C. Yen, T.A.Perenich and Baughman (1989). Fate of dyes in aquatic systems II: Water partition coefficients of disperse dyes. Environ. Toxicol. Chem. 8:981-986.
- /12/ Moser, P., R. Anliker. (1990). BCF and P: Limitations of the determination methods and interpretations og data in the case of organic colorants. Paper presented at the international Workshop "Contributions to the Assessment of Bioaccumulation of Organic Chemicals in Aquatic systems" Dec. 6 - 7. 1990.
- /13/ Barron, Mace G. (1990) Bioconcentration; Will water-borne organic chemicals accumulate in aquatic animals? Environ. Sci. Technol. Vol 24. no 11, 1990.

### Emne: Miljøfarlighedsklassificering / mærkning

- /14/ EF-document XI/760/89-rev.2. "Classification and labelling of Dangerous Substances".
  - /15/ Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 640 af 4. oktober 1989. Bekendtgørelse om anmeldelse af nye kemiske stoffer.
-

**Andre emner:**

---

- /16/ Miljøprojekt nr. 188 (1992). Økotoxikologisk vurdering af industrispildevand. Miljøstyrelsen, 1992.
- /17/ TGD, Technical guidance Document on Risk Assessment, ECB 2002
- /18/ LOUS, Listen over uønskede stoffer fra Miljøstyrelsen, 2004. Er siden opdateret i 2010.

## Bilag 1: Liste over testmetoder

I oversigten er medtaget EU- og OECD testmetoder af relevans. Desuden er medtaget eventuelle henvisninger til ISO-standarder eller DIN-normer. I beskrivelsen af de enkelte testmetoder findes desuden diverse andre referencer.

EU-anerkendte testmetoder er beskrevet i annek V til direktiv 67/548/EEC<sup>15</sup> og omfatter ca. 85 testmetoder. Testmetoderne opdateres efter en godkendelsesprocedure og en opdateret oversigt kan findes på <http://ecb.jrc.it/testing-methods/>

Tesmetoderne er opdelt i tre hovedområder:

A: Bestemmelse af fysisk-kemiske egenskaber

B: Bestemmelse af effekter for human toxicitet

C: Bestemmelse af miljø-effekter

Der er medtaget testmetoder fra del C samt bestemmelse af log Pow fra del A. Oplysningerne er hentet fra ovenstående link, som senest er opdateret juni 2004

OECD guidelines kan findes i oversigtsform på OECD's hjemmeside på <http://www.oecd.org> (Environment, Publications & Documents , Guidelines)

Tesmetoderne er opdelt i fire hovedområder:

1 - Bestemmelse af fysisk-kemiske egenskaber

2 - Bestemmelse af effekter på biotiske systemer

3 - Bestemmelse af nedbrydelighed og akkumulering

4 - Bestemmelse af sundhedseffekter

Der er medtaget testmetoder fra del 2 og 3 samt enkelte fra del 1. Oplysningerne er hentet fra ovenstående link, som senest er opdateret oktober 2003 (jf. bilag 2). **OPDATERING ????????????**

---

<sup>15</sup> Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances.

Test		EU-test nr, direktiv	OECD guideline nr, seneste rev.	ISO standarder	DIN guidelines
Toxicitet for fisk	Acute toxicity for fish	C1, 92/69/EEC	203, 1992	ISO 7346, 1-3	DIN 38 412 (11)+(15).
	Fish juvenile growth test	C14, 2001/59/EC	215, 2000	-	-
	Fish, short-term toxicity test on Embryo and sac-fry stages	C15, 2001/59/EC	212, 1998	-	-
	Fish, Prolonged Toxicity Test: 14-Day Study	-	204, 1984	-	-
	Fish, Early-Life Stage Toxicity Test	-	210, 1992	-	-
Toxicitet for Daphnia	Acute toxicity for Daphnia	C2, 92/69/EEC	202, 2002	ISO 6341-1989	DIN 38412 (L1)+(LII).
	Daphnia Magna reproduction test	C20, 2001/59/EC	211, 1998	-	-
Toxicitet for alger	Alga, Growth Inhibition Test	C3, 92/69/EEC	201, 2002	ISO 8692	
Let bionedbrydelighed i vand (screeningstest)	Dissolved organic carbon (DOC) die-away test	C4 A, 92/69/EEC	301 A, 1992	-	-
	Modified OECD screening test	C4 B, 92/69/EEC	301 E, 1992	-	-
	Carbon dioxide evolution test	C4 C, 92/69/EEC	301 B, 1992	-	-
	Manometric respirometry test	C4 D, 92/69/EEC	301 F, 1992	-	-
	Closed bottle test	C4 E, 92/69/EEC	301 D, 1992	-	-
	MITI test	C4 F, 92/69/EEC	301 C, 1992	-	-
	Ready Biodegradability - CO <sub>2</sub> in Sealed Vessels (Head-space Test)		310 (udkast), 2001	-	-
	Biodegradability in Seawater (shake flask method and closed bottle test)	-	306, 1992	-	-
Nedbrydelighed, simuleringstest	Aerobic Mineralisation in Surface Water – Simulation Biodegradation Test	-	309 (udkast) 2002	ISO 14592-1	-
	Aerobic and Anaerobic Transformation in Aquatic Sediment Systems	C24 (udkast)	308, 2002	ISO 14592-2	-
Nedbrydelighed, andre	Biochemical oxygen demand	C5, 92/69/EEC	-	ISO 5815	-
	Chemical oxygen demand	C6, 92/69/EEC	-	ISO 6060 (DS 217)	DIN 38409-H-41
	Inherent Biodegradability for Poorly Soluble Substances	-	(udkast), 2001	-	-
	Biodegradation : modified SCAS test (nedbrydelighed ved tilsætning af høje koncentrationer af mikroorganismer)	C12, 88/302/EEC	302 A, 1981	-	-
	Biodegradation : Zahn-Wellens / EMPA test (nedbrydelighed ved tilsætning af høje koncentrationer af mikroorganismer)	C9, 88/302/EEC	302 B, 1992	-	-
	Biodegradation: Modified MITI Test (II)	-	302 C, 1981	-	-
	Abiotic degradation : hydrolysis as a function of pH	C7, 92/69/EEC	111, 2003	-	-

	Test	EU-test nr, direktiv	OECD guideline nr, seneste rev.	ISO standarder	DIN guidelines
	Phototransformation of Chemicals in Water-Direct and Indirect Photolysis	-	(udkast), 2000	-	-
Test med relation til biologiske renselanlæg	Biodegradation : activated sludge Respiration inhibition test (bestemmelse af hæmning af aktivt slam)	C11, 88/302/EEC	209, 1984	ISO 8192-1986.	-
	Simulation Test – Aerobic Sewage Treatment, Activated Sludge Units (nedbrydelighed i aktivt slam anlæg)	C10, 88/302/EEC	303 A, 2001	-	-
	Simulation Test – Aerobic Sewage Treatment, Biofilms (nedbrydelighed i biofilm)	-	303 B, 2001	-	-
Biokoncentreringsfaktor	Bioconcentration : flow-through fish test	C13, 98/73/EC	305, 1996	-	-
Fordelings koefficient mellem oktanol og vand	Partition Coefficient, shake flask method	A8, 92/69/EEC	107, 1995	-	-
	Partition Coefficient, HPLC method	-	117, 2002	-	-
	Partition Coefficient pH-Metric Method for Ionisable Substances	-	122 (udkast), 2000	-	-
	Partition Coefficient, Slow-Stirring Method	-	123 (udkast), 2003	-	-

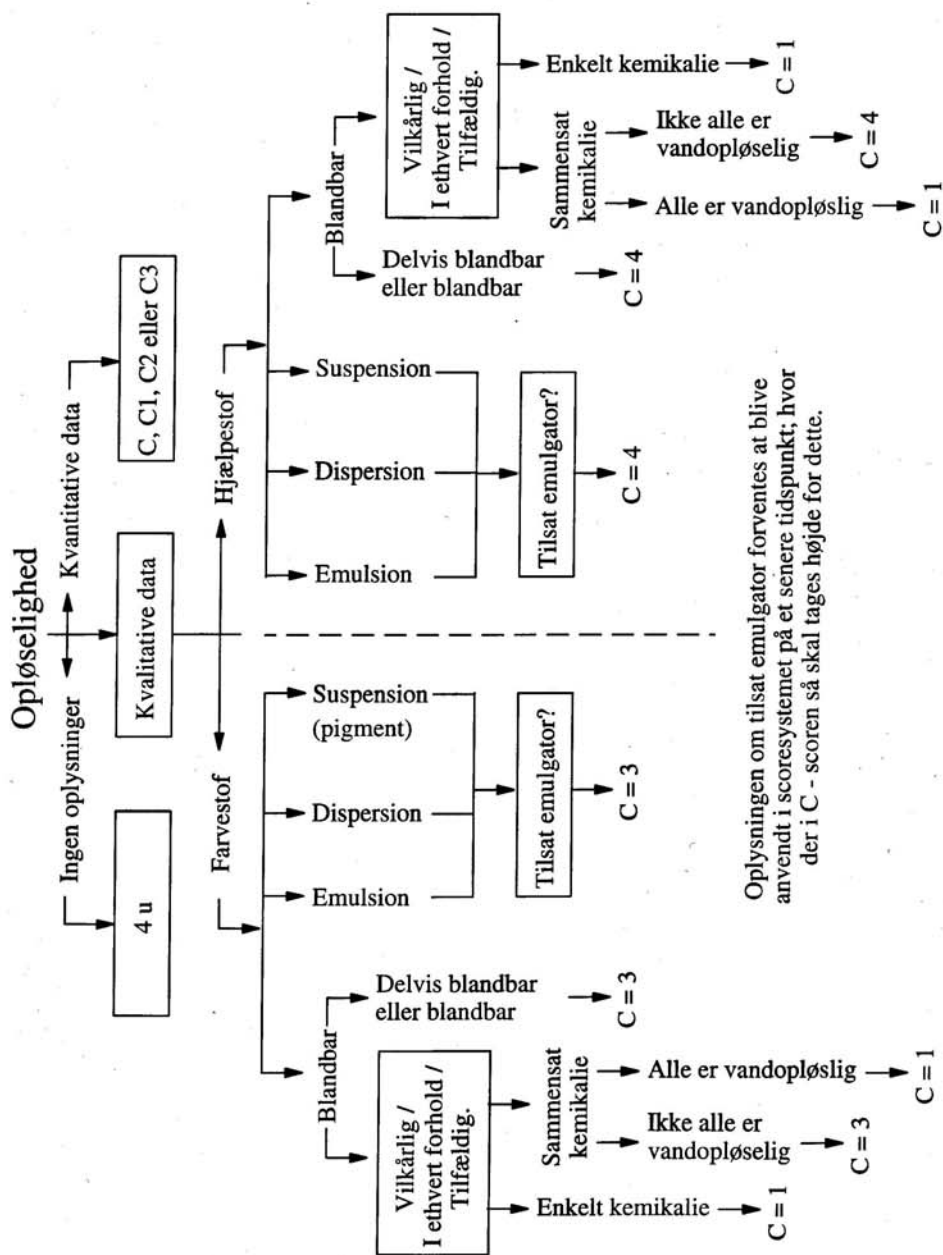
Bilag 1: EUROPEAN COMMISSION: Testing Methods and Directives. Last updated: 5 September 2001

Bilag 2: OECD GUIDELINES FOR TESTING OF CHEMICALS. Version: 20 October 2003



# C - parameteren

( kvalitative data )



Oplysningen om tilsat emulgator forventes at blive anvendt i scoresystemet på et senere tidspunkt; hvor der i C - scoren så skal tages højde for dette.

Midlertidig score for C - parameteren når der kun foreligger kvalitative oplysning for opløselighed





### **Bilag 3: OBS-listen**

Alkylphenoethoxylater (APEO), LOUS

Bromerede flammehæmmere (EU 33), LOUS

Chlorerede opløsningsmidler (stoffer som bidrager til AOX), LOUS

Kromholdige farvestoffer og hjælpestoffer 534, LOUS

Kobberholdige farvestoffer og hjælpestoffer 534, LOUS

Nikkelholdige farvestoffer og hjælpestoffer EU33, 534, LOUS

Natrium- og calciumhypochlorit, LOUS

LAS og andre overfladeaktive stoffer, der ikke nedbrydes fuldstændigt under iltfrie forhold,  
LOUS

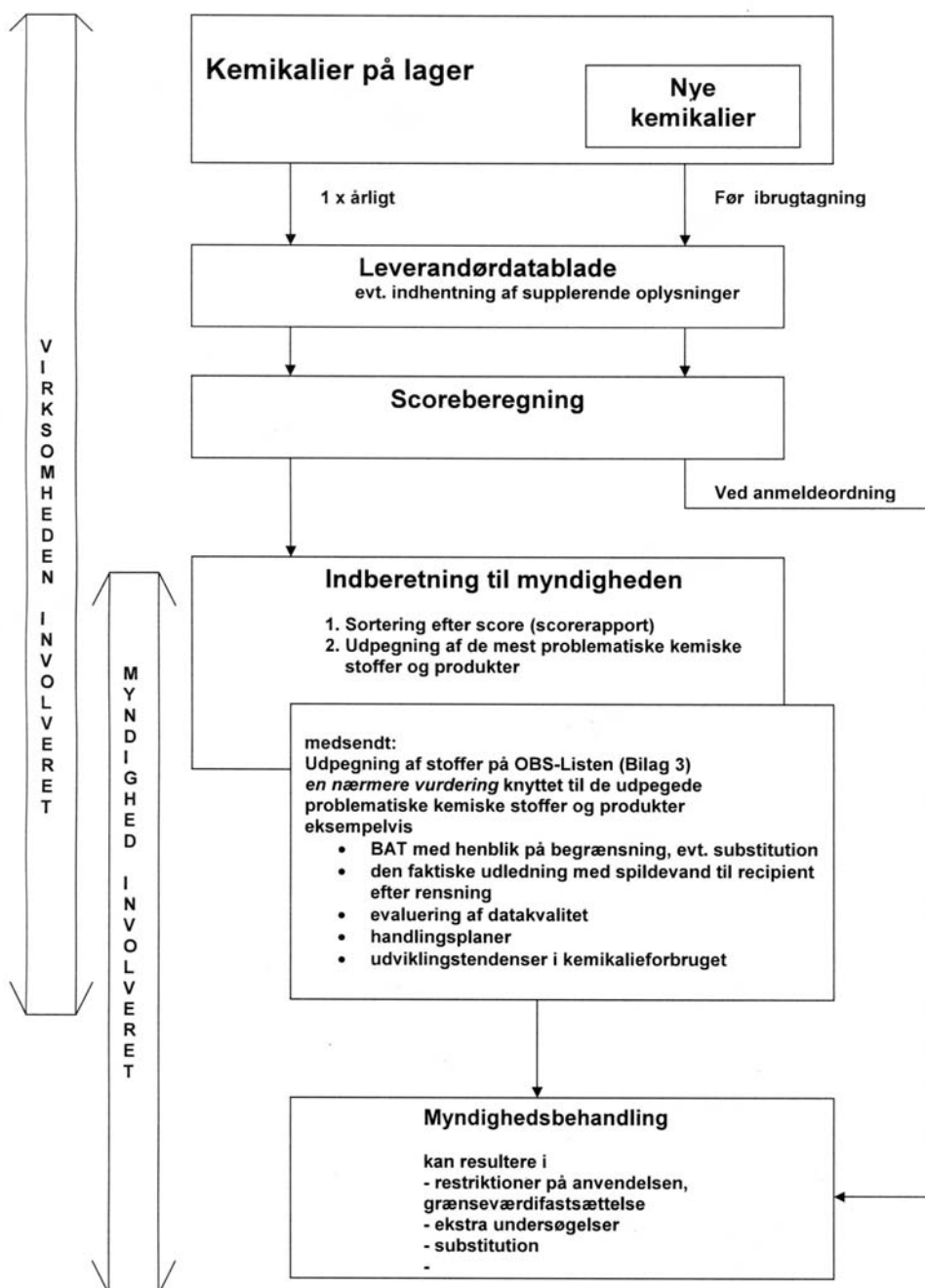
Phthalater EU33, 534, LOUS

Zinkholdige farvestoffer og hjælpestoffer

LOUS : Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer, 2004.

(Denne er ikke opdateret ift, LOUS 2009)







## Bilag 5: Scoresystem for sortering af kemikalier på basis af miljødata og oplysninger om forbrug

### EKSPONERINGSSCORE (AXBXC)

SCORETAL:	1	2	3	4
<b>PARAMETER:</b>				
<b>A</b> Udledt kemikaliemængde:				
- kg/uge	<1	1-10	>10-100	>100
- kg/år	<50	50-500	>500-5000	>5000
<b>B</b> Bionedbrydelighed:				
- recipientvand				
- simuleringstest T <sub>1/2</sub> (døgn)	<15	15-30	30-40	>40
- screeningstest (%)	>60(50-100)	10-60	<10	
- slamkultur (%)		>70	20-70	<20
BOD/COD-forholdet		>0,5		≤0,5
<b>C</b> Bioakkumulerbarhed:				
- biokoncentreringsfaktor, BCF	<100			≥100
C1, hvis MW > 1000 g/mol	*			
C2, hvis 500 ≤ MW ≤ 1000 g/mol				
- P <sub>ow</sub> -data	<1000	≥1000		
- vandopløselighed g/l	>10	10-2	<2	
C3, hvis MW < 500 g/mol				
- P <sub>ow</sub> -data	<1000			≥1000
- vandopløselighed g/l	>100	100-2	<2-0,02	<0,02
INGEN OPLYSNINGER				*

### TOKSICITETSSCORE (D)

SCORETAL:	1	2	3	4
<b>PARAMETER:</b>				
<b>D</b> Toksicitet				
Effektkoncentration divideret med afløbskoncentrationen	>1000	1000-101	100-10	<10
INGEN OPLYSNINGER				*