

## Renere teknologiprojekter 1997

Resumeer af samtlige Miljøprojekter og  
Arbejdsrapporter om renere teknologi, udgivet i 1997

Niels Lyksted  
Cohn & Wolfe

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

Det skal bemærkes, at de fremsatte synspunkter ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Rådets eller Miljøstyrelsens synspunkter.

# Indhold

Forord	5
--------	---

## 1.1.1 Miljøprojekter 1997

Nr. 313	Environmental Aspects of PVC	6
Nr. 341	Miljøeffekter og resourcerforbrug for 3 grafiske produkter i et livscyklusperspektiv	8
Nr. 347	Miljøvurdering i byfornyelse	10
Nr. 348	Metoder til reduceret kemikalieanvendelse i skov	12
Nr. 353	Mekanisk renholdelse af kulturer plantet på agerord	14
Nr. 354	Medarbejderdeltagelse ved indførelse af renere teknologi - hovedrapport	16
Nr. 359	Jorddækning som alternativ til kemisk ukrudtskontrol	18
Nr. 362	Regulering af uønsket vegetation i pyntegrønskultur ved afgræsning med får	20
Nr. 365	Insekticidreduktion ved bekæmpelse af nåletræsudebillen	22
Nr. 368	Evaluering af informationssystemet om renere teknologi	24
Nr. 369	Environmental Assessment of Textiles	26
Nr. 370	Miljøregnskabet	28
Nr. 371	Miljøteknisk revision i den offentlige laboratoriesektor	30

## 1.2 Arbejdsrapporter 1997

Nr. 3, 1997	Renere teknologi i busselskaber	32
Nr. 4, 1997	Synliggørelse af produkters miljøegenskaber	34
Nr. 6, 1997	Miljøstyring i en kommunal forsyningsvirksomhed	36
Nr. 7, 1997	Massestrømsanalyse for tin med særlig fokus på organotinforbindelser	38
Nr. 8, 1997	Renere teknologiprojekter 1995	40
Nr. 18, 1997	Elimination af organisk belastet spildevand fra organisk batchproduktion	42
Nr. 20, 1997	Miljørigtig projektering – data fra offentlige registre og GIS	44
Nr. 21, 1997	Miljørigtig projektering af kloakfornyelse i Herning	46
Nr. 22, 1997	Miljørigtig projektering af byfornysesejendom i københavn	48
Nr. 23, 1997	Miljørigtig projektering af boligforbedring og byfornyelse i Kolding	50
Nr. 24, 1997	Miljørigtig projektering af jernbaneanlæg	52
Nr. 25, 1997	Miljørigtig projektering af motorvej	54
Nr. 26, 1997	Miljørigtig projektering af kontorhus i København	56
Nr. 27, 1997	Miljørigtig projektering af vejbro	58
Nr. 28, 1997	Miljørigtig projektering af Aalborg Tekniske Skole	60
Nr. 34, 1997	Miljørigtig projektering ved renovering af vandværk	62
Nr. 35, 1997	Miljørigtig projektering ved renovering af undervisningsbygninger	64
Nr. 36, 1997	Miljørigtig projektering ved renovering af boligbyggeri i Ballerup	66
Nr. 37, 1997	Miljørigtig projektering af udtjent industriområde i Herning	68
Nr. 38, 1997	Effekter af jord. grønt og vaskevand i oparbejdningen af sukkerroer til sukker	70
Nr. 39, 1997	Forsøg med roerensning på en stationær rensstation	72
Nr. 40, 1997	Undersøgelser af 3 optageprincipers indflydelse på den efterfølgende rensning af sukkerroer	74
Nr. 41, 1997	Anvendelse af fluid (luft eller vand) til rensning af sukkerroer	76
Nr. 42, 1997	Undersøgelser af sammenhæng mellem roesorter og jordvedhæng	78
Nr. 46, 1997	Undersøgelser af reoptagning og –rensning i en Armer Salmon og en TIM roeoptager	80
Nr. 47, 1997	Miljøvaredeklarationer	82
Nr. 48, 1997	Bygningers og byggematerialers levetid	84

Nr. 49, 1997	Datakvalitet og statistik analyse i livscyklusvurdering	86
Nr. 51, 1997	Total Cost assessment	88
Nr. 52, 1997	Bæredygtighed af nuværende miljøbelastning med persistente kemiske stoffer	90
Nr. 53, 1997	Rensning og genanvendelse af affedterbade i galvanoidindustrien	92
Nr. 54, 1997	Miljørigtig projektering, indhentning af data fra producenter	94
Nr. 57, 1997	Træbeskyttelsesmidler og imprægneret træ	96
Nr. 58, 1997	3. European roundtable on cleaner production – Denmark 1996 Summary report	98
Nr. 60, 1997	Minimering af kemikalie- og vandudledning fra fotoprocesser i grafiske virksomheder	100
Nr. 61, 1997	Kortlægning af marinemotorers luftforurening	102
Nr. 63, 1997	Forædling af restprodukter fra biogasanlæg	104
Nr. 72, 1997	Aggersund Dybdekridt	106
Nr. 76, 1997	Undervisningsmateriale til UMIP-metode	108
Nr. 77, 1997	Støj fra skydebaner, emissionskatalog for haglpatroner - Hovedrapporten	110
Nr. 78, 1997	Støj fra skydebaner, emissionskatalog for haglpatroner - Bilagsrapport	112
Nr. 79, 1997	Kortlægning af PVC i bygge- og anlægsaffald fra nedbrydning og renovering	114
Nr. 80, 1997	Anvendelse af kompost i grønne områder 1990-95 - Bilagsrapport med eksempelsamling	116
Nr. 92, 1997	Restprodukter fra røggasrensning ved affaldsforbrænding 3	118
Nr. 95, 1997	Kemikalie-, energi- og vandgenbrug i tekstilindustrien	120
Nr. 101, 1997	Substitutes for potent green house gases – status report	122
Nr. 102, 1997	Erstatning af kraftige drivhusgasser - statusrapport	124
Nr. 105, 1997	Logbog for bomuldsråvarer	126

# Forord

Denne arbejdsrapport indeholder resumeer af samtlige Miljøprojekter og Arbejdsrapporter om renere teknologi, der blev udgivet i 1997.

Projekterne er gennemført under Miljøstyrelsens Handlingsplan for Renere Teknologi 1993-97, hvis hovedformål er at sikre implementeringen af resultaterne fra de tidligere handlingsplaner, at fortsætte forsknings- og udviklingsaktiviteterne, f.eks. med substitution af miljøskadelige stoffer og materialer og at flytte fokus fra produktionsprocesser til produkter.

Miljøforhold bliver i stigende grad konkurrenceparametre for virksomhederne. Indførelse af renere teknologier har vist sig at medføre driftsbesparelser og lavere produktionsomkostninger, og disse erfaringer er bl.a. formidlet via projektrapporterne.

Der er givet krydsreferencer for de projekter, som indgår i større udredninger, eller hvor der foreligger forudgående eller efterfølgende projekter.

Da Arbejdsrapporterne kun publiceres i et begrænset oplag, vil der være nogle, som ikke længere kan fås. Rapporterne findes dog på Miljøstyrelsens hjemmeside [www.mst.dk](http://www.mst.dk) i PDF-format. De kan endvidere lånes fra Miljøstyrelsens bibliotek.

Miljøprojekterne kan købes gennem Miljøstyrelsen eller Miljøbutikken eller lånes på et offentligt bibliotek.

For hvert projektresume er anført forfatter og udførende institution, så man dér kan søge yderligere oplysninger. Vi skal for en ordens skyld gøre opmærksom på, at forfatterne kan have skiftet job siden dengang.

Samlingen er også udgivet på engelsk.

# Environmental Aspects of PVC

## Miljøprojekt nr. 313, 1997

### Miljøstyrelsen

**De seneste års fokus på PVC og materialets miljø- og sundhedsskadelige virkning har affødt et behov for klar og gennemskuelig information om stoffet gennem hele dets livscyklus. Denne rapport redegør for en omfattende dansk undersøgelse med væsentlige internationale bidrag.**

Formålet med projektet har været at tilvejebringe information om PVC og stoffets miljø- og sundhedseffekter som grundlag for den fremtidige vurdering og anvendelse af stoffet. Rapporten indeholder således ikke egentlige konklusioner og anbefalinger. Desuden har projektgruppen valgt kun i begrænset omfang at inddrage sammenligninger med andre stoffer og i stedet henvise til andre undersøgelser (bl.a. Miljøprojekt nr. 131, 1995).

Derimod er der i dette projekt lagt stor vægt på miljø- og sundhedseffekter af phthalat blødgørere og organotin-stabilisatorer, idet ny viden om disse tilsætningsstoffer er inddraget i projektet. Vurderingen af disse stoffer er derfor i denne rapport prioriteret frem for en detaljeret redegørelse for brugen af f.eks. bly- og cadmium-stabilisatorer, hvis miljøeffekter er velkendte.

PVC er et termoplastisk materiale, som indeholder 57% chlor og 43% kulbrinte – målt i vægt. For at gøre materialet stabilt under fremstillingsprocesserne tilsættes varmestabilisatorer. Andre additiver anvendes til at give materialet særlige egenskaber, afhængigt af hvad det skal bruges til.

De primære råmaterialer er mineralsk olie, naturgas, og sodiumchlorid, der omdannes til ethylen og chlorin og ved syntese til vinylchloridmonomer (VCM). VCM polymeriseres til PVC. PVC fremstilles ikke i Danmark. Det samlede energiforbrug er 66,80 MJ/kg, inklusive transport. 37,24 MJ/kg anvendes som brændsel, mens 29,56 MJ/kg er indeholdt i materialet.

Ved fremstilling kan der ske emission af chlor, kviksølv, ethylendichlorid (EDC, saltsyre og vinylchlorider mm. Vigtigst er det at kontrollere emissionen af VCM og EDC på grundlag af den sundhedsskadelige effekt. Af hensyn til miljøet er det vigtigt at kontrollere emissionen af alle chlorholdige stoffer.

Når PVC skal anvendes i forbrugsprodukter, skal der tilsættes additiver, bl.a. pigmenter og blødgørere. Set fra en toksikologisk og økotoxikologisk vinkel er de vigtigste stabilisatorer bly, cadmium og visse organotin-forbindelser. Cadmium bruges ikke længere som stabilisator i Danmark

Blødgørere udgør vægtmæssigt den største gruppe af tilsætningsstoffer. Her er først og fremmest anvendt DEHP. DEHP forekommer ikke at være akut giftigt i vandmiljø, men kan have akut giftighed over for vandlevende organismer og kan have langtidsskadelige virkninger i vandmiljøet. DEHP er potentielt bionedbrydeligt under aerobe forhold, hvis temperaturen er høj. DEHP kan akkumuleres i sediment og jord, hvor temperaturen er relativ lav. Screeninganalyser viste en svag xenoøstrogen virkning. DEHP frigøres til luft og vand ved fremstilling, brug og bortskaffelse.

DIDP kan være giftigt for vandlevende organismer og er bioakkumulerbart. DIDP er potentielt nedbrydeligt, men nedbrydes muligvis endnu langsommere end DEHP.

I brugsfasen afhænger miljøeffekten af, hvorvidt PVC er blødt eller hårdt. Ved normal brug er stabilisatorerne bundet i materialet og udgør ikke noget problem. Ved rengøring, f.eks. af vinylgulv eller tekstiler, vil noget blødgørere frigives. I emballage vil der være en vis migration af blødgørere til produktet, hvis der har været direkte kontakt med et fedtholdigt produkt. Phthalat blødgørere er fundet i forskellige koncentrationer i miljøet, især i vandmiljøet. Man ved dog endnu ikke nok om, hvordan de overføres.

I Danmark forbrændes størstedelen af affaldet. Normalt udnyttes omkring 74% af PVC-materialernes energiindhold (29,52 MJ/kg). Heri er ikke indregnet energiforbrug til transport. Ved forbrænding af PVC dannes der svovlsyre. På grund af røggassens miljøskadelige virkning anvendes der normalt kalk til neutralisering. Tungmetaller fra pigmenter og stabilisatorer kan udledes til miljøet. Slaggen, som indeholder calciumchlorid, tungmetaller og dioxiner deponeres. Det er beregnet, at to tredjedele af den chlor, som dannes ved affaldsforbrænding, skyldes PVC-produkter. Netop chlor-indholdet vanskeliggør disponering. Chlor-ionerne mobiliserer tungmetallerne, og restproduktet må derfor behandles som "problemaffald".

PVC er et genanvendeligt materiale, og i nogen grad kan man nedbringe affaldsmængderne ved frasortering. Der stilles også spørgsmål ved, om det er hensigtsmæssigt at indsamle og genbruge PVC med cadmium indhold, i stedet for at fremme en udfasning. PVC nedbrydes meget langsomt – hvis overhovedet – i naturen. Blødgørere frigøres fra produkterne, og det kan være en betydelig kilde til udledning til jord og vand. Blødgørernes videre skæbne i jorden er imidlertid ikke særlig velbeskrevet.

Projektrapporten er på engelsk. En følgegruppe med repræsentanter for miljømyndigheder og plastproducenter fra Sverige, Norge, Tyskland, Holland og Belgien har bidraget med oplysninger og kommentarer.

*Forfatter/udførende institution*

Susanne Møller, Jørgen Larsen, Jens Erik Jensen, Henriette Færgemann, Lars Mørck Ottosen og Flemming Egtoft Knudsen, DTI/Miljøteknik.

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

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-7810-490-4

# Miljøeffekter og ressourceforbrug for tre grafiske produkter i et livscyklusperspektiv

**Miljøprojekt nr. 341, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**I denne rapport er ressourceforbruget og miljøpåvirkningerne for en avis, et ugeblad og en reklametryksag blevet kortlagt og vurderet i et livscyklusperspektiv. På dette grundlag har det været muligt at opstille et referencegrundlag og få overblik over forholdene samt at udpege de områder, hvor der er størst mulighed for at nedbringe miljøbelastningen.**

Formålene har været at opgøre ressourcetabet, energiforbruget og de ydre og indre miljørelationer, for på den måde at kunne identificere de største forbrugskilder og derved klarlægge indsatsområderne. Det har desuden været hensigten at opstille et referencegrundlag for de kortlagte produkter, at muliggøre en sammenligning med andre produkter, at etablere baggrunden for at opstille miljøprofiler og at udpege manglende viden, og dermed behovet for yderligere forskning og udvikling.

Projektet kan betragtes som en kortlægning og vurdering af tre referenceprodukter til brug i senere miljøstrategiske beslutninger. Projektet indeholder en række anbefalinger, som har til formål at bidrage til at gøre de grafiske produkter så miljøvenlige som muligt. Ikke alle anbefalingerne kan umiddelbart følges i dag, så de skal opfattes som et bidrag til en gradvis, positiv udvikling inden for det grafiske område.

Over 98% af alle tryksager udføres på papir, og papiret udgør derfor en vigtig faktor i ressourceforbruget og miljøbelastningerne. En anden vigtig faktor er trykkerierne. Trykfarverne bidrager ikke væsentligt til de valgte effektkategorier med undtagelse af forbrug af olie og naturgas samt dannelse af farligt affald. Ud fra de opstillede miljø-, ressource- og affaldsprofiler for de tre produkter er det let at se den store betydning af papir og trykning. De undersøgte papirfabrikker bruger i overvejende grad ikke-fornyelige brændsler.

AOX-udledningen fra papirmasseproduktionen er på den besøgte avisfabrik uden betydning. For den besøgte fabrik, der producerer papir til ugeblade og reklamer, er AOX-udledningen væsentlig. Der er foretaget fire simuleringer, der viser, at tryksagernes vægt er den væsentligste faktor i relation til ressourceforbruget og miljøbelastningen, som det umiddelbart er muligt at ændre på. Færre og lettere tryksager vil mere end noget andet give mindre ressourceforbrug og miljøbelastning.

Derfor bør tryksager være så lette som muligt og trykkes på en papirkvalitet, fremstillet med så lille et energiforbrug som muligt, med et maksimalt forbrug af fornyelige brændsler og et maksimalt indhold af returfibere. Der bør anvendes Svanemærket papir eller tilsvarende papirkvaliteter, og træet til papirproduktionen bør komme fra skove, der drives bæredygtigt.

Ved valg af papir bør der bl.a. også lægges vægt på, at energiforbruget er så lavt som muligt, at papiret indeholder så meget returpapirmasse som muligt, at papirfabrikken har et biologisk anlæg, som reducerer udledningen AOX, organisk stof, kvælstof og fosfor væsentligt, og at brændselsforbruget dækkes så vidt muligt med fornyelige brændsler som f.eks. vandkraft og træ.



For de tre typer tryksager kan følgende anbefales:

- Mængden af papirspild, makulatur, restpapir, retureksemplarer og lignende minimeres.
- Energiforbruget reduceres mest muligt.
- Trykkeriet anvender Svanemærket eller lignende papir.

For at øge miljøbevidstheden blandt indkøbere og brugere af grafiske produkter samt internt i den grafiske branche bør der udarbejdes miljø-, ressource- og affaldsprofiler for andre grafiske produkter, andre papirkvaliteter og andre trykkerier end de, der er beskrevet i denne rapport.

Effektkategorierne bør udvikles, så de også siger noget om, i hvilken grad udvindingen er bæredygtig, og/eller hvordan flora og fauna bliver påvirket.

*Forfatter/udførende institution*

Civ.ing. Thomas Drivsholm, civ.ing. Jakob Maag, cand.scient. Steen Vestervang  
Christensen og civ.ing. Erik Hansen, COWI.

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

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-7810-682-6

# Miljøvurdering i byfornyelsen

## Miljøprojekt nr. 347, 1997

### Miljøstyrelsen

Projektet ”Miljøvurdering i byfornyelse” er blevet gennemført på Vesterbro i København med det hovedformål at analysere og udvikle den kommunale forvaltnings muligheder for en miljøstyret byfornyelse, hvor der opstilles miljømål, og hvor miljøindsatsen dokumenteres med henblik på en effektiv opfølgning. Projektet har desuden haft til formål at opsamle og systematisere den tilgængelige viden om miljøforanstaltninger.

Projektet er gennemført af Københavns Kommune med Miljøkontrollen som projektansvarlig og med aktiv deltagelse af de kommunale institutioner, som er ansvarlige for byfornyelsens planlægning og gennemførelse samt for miljøplanlægningen i kommunen.

Baggrunden for projektet er et ønske om at medvirke til at realisere de nationale og kommunale målsætninger angående minimering af ressourceforbrug og miljøbelastning inden for bygge- og anlægssektoren.

Den største gevinst er at hente inden for den ældre boligmasse, der er opført, før miljømæssige overvejelser blev aktuelle. Det er derfor naturligt at fokusere på den omfattende byfornyelse for at sikre, at der i denne forbindelse sker en konsekvent inddragelse af renere teknologi og ressourceminimerende løsninger.

Byfornyelsen på Vesterbro er den største og mest omfattende byfornyelse i landet 1990'erne. Københavns Kommune har siden byfornyelsens begyndelse i 1990 gennemført en række forsøgsprojekter med henblik på at afprøve og udvikle renere løsninger inden for teknologien.

Ligeledes er der foretaget potentialeopgørelser og informeret om miljøforanstaltninger. I dette projekt bygges der netop videre på disse erfaringer.

Projektet er koordineret med et tilsvarende projekt ”Renere teknologi i byfornyelsen”, som gennemføres af Kommunernes Landsforening med støtte fra Rådet for større genanvendelse og mindre forurenende teknologi. Grunden til, at de to projekter gennemføres parallelt, er dels forskellene i kommunernes størrelse og organisatoriske opbygning, dels ønsket om at Københavns Kommunes omfattende erfaringer med økologiske løsninger kommer en bredere kreds til gode.

De to projekter har været fulgt af en fælles styregruppe samt af en intern styregruppe i Københavns Kommune.

Kapitel 2 indeholder et indledende afsnit om projektets afgrænsning, som er efterfulgt af en beskrivelse af projektets arbejdsmetode og organisation i Københavns Kommune. Endvidere redegøres der for forholdet til øvrige aktører og tilstødende projekter samt terminologi.

I kapitel 3 tages der udgangspunkt i bilagsnotatet ”Oversigt over miljøforanstaltninger”. For hver miljøforanstaltning er der angivet det procentvise bidrag til reduktion af ressourceforbrug og miljøbelastning set i forhold til en traditionel byfornyelse. Det samlede potentiale er opgjort, og med udgangspunkt heri er der fastsat miljømål for de enkelte forsyningsområder. Miljømålene viser en vurdering af, hvor stor en del af potentialet, det er realistisk at gennemføre.

I kapitel 4 redegøres der for byfornyelsens overordnede rammer, herunder lovgivning, planlægning og økonomi. Der fokuseres på de specifikke forhold, der vedrører miljøindsatsen. Derudover beskrives situationen i København med vægt på de enkelte institutioners forvaltningsområder og roller i byfornyelsesprocessen. Endelig vises eksempler på, hvilke miljøforanstaltninger der indgår i eksisterende byfornyelsesprojekter.

Kapitel 5 redegør for de virkemidler, som kommunen har for at sikre implementering af miljømålene og anbefalingerne for byfornyelsen. Kapitlet er koncentreret om kommunens mulighed for at påvirke bygherrer og rådgivers miljøindsats i projekteringen samt om kommunens mulighed for at styrke den interne administration med henblik på miljøstyret byfornyelse. Endelig er der en beskrivelse af forslag til en permanent arbejdsgruppe for miljøvurdering i byggeriet i Københavns Kommune. Selvom projektet hovedsageligt omhandler byfornyelse, er det fundet hensigtsmæssigt, at arbejdsgruppen også varetager miljøvurdering vedrørende nybyggeri.

Kapitel 6 indeholder en konklusion og projektets hovedresultater, som kan skitseres således:

- Der bør nedsættes en permanent arbejdsgruppe for miljøvurdering i byggeriet, der har som opgave at revidere mål og anbefalinger, og som derudover skal fungere innovativt omkring effektivisering af miljøindsatsen i byggeriet (renovering og nybyggeri).
- Kommunen bør udmelde overordnede mål for miljøindsatsen omkring forbrug af el, varme og vand samt målsætninger omkring affald og naturindhold.
- Kommunen bør udmelde anbefalinger om hvilke miljøforanstaltninger, der bør udgøre en miljømæssig standard i byfornyelsen.

Desuden er der fremkommet følgende resultater af projektet:

- Et oplæg vedrørende krav til bygherrer og rådgivere i byfornyelsen om at dokumentere miljøindsatsen i projekteringen.
- Et oplæg vedrørende udmeldinger af mål og anbefalinger i byfornyelsesprocessen.
- En oversigt over miljøforanstaltninger samt en oversigt over kommunens muligheder for at støtte disse i byfornyelsen.
- En redegørelse om muligheder for finansiering af miljøforanstaltninger, der ikke kan støttes med byfornyelsesmidler.

*Forfatter/udførende institution*

Finn Terp, Københavns Kommune, Miljøkontrollen, Helene Hjort Knudsen.

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

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-7810-720-2

# Metode til reduceret kemikalieanvendelse i skov

## Miljøprojekt nr. 348, 1997

### Miljøstyrelsen

**Projektet tager udgangspunkt i Handlingsplanen af 1986, der pålægger det samlede danske jordbrug at søge det hidtidige forbrug af bekæmpelsesmidler reduceret med 25% inden 1. januar 1991 samt en yderligere reduktion på i alt 50% inden udgangen af 1996.**

Generelt er skovbrugets pesticidanvendelse beskedent, men på de 30.-40.000 ha, hvor der produceres juletræer og pyntegrøn, har forbruget af såvel herbicider som insekticider gennem ca. 25 år været meget stort og konsekvent. En række sent erkendte miljøproblemer er følgen heraf.

Det er en nærliggende tanke at spare herbicid ved at erstatte totalsprøjtning af hele kulturarealer med en partiel bekæmpelse af det ukrudt, som vokser i umiddelbar nærhed af kulturplanterne, og som har størst indflydelse på deres vækst. Herved skånes den resterende vegetation til gavn for den vilde fauna, det landskabsæstetiske element, mikroklimaet, nedsat nitratudvaskning mv.

Den i teknisk henseende enkleste metode til partiel, kemisk ukrudtsbekæmpelse er båndsprøjtning hen over planterækkerne, og denne fremgangsmåde er fulgt i denne undersøgelse over de produktions- og vegetationsmæssige konsekvenser af partiel ukrudtsbekæmpelse (afsnit 2) samt ved vurderingerne af de redskabsmæssige muligheder under forskellige terrænforhold (afsnit 3).

I forsøg med træarterne nordmannsgran (*Abies nordmanniana*), nobilis (*Ab. Procera*) og bøg (*Fagus silvatica*) er produktionsforholdene sammenlignet for: 1) totalbehandling (100%), 2) bred båndsprøjtning (67%), 3) smal båndsprøjtning (33%) og 4) ubehandlet kontrol (0%). Sidstnævnte er i praksis helt urealistisk.

Forsøgene viser, at det i mindst to år efter plantning er muligt at nedsætte det årlige forbrug af de gængse jordherbicider til 1/3 i forhold til normalforbruget uden nævneværdige tab, hvad angår tilvækst og trivsel hos kulturplanterne.

Forsøgene viser endvidere, at båndsprøjtning ikke kan "stå alene", idet ukrudtsudviklingen i båndmellemløbene efterhånden tager overhånd og bliver for høj. Supplerende foranstaltninger må iværksættes med et å to års mellemrum.

Man kan her forestille sig bredsprøjtning med lave doseringer af bladherbicider, som ikke behøver at have dræbende effekt på ukrudtet.

Mekaniske foranstaltninger som harvning, slåning/klipning eller tromling kan ligeledes tænkes.

Etablering af dækafgrøder i bånd-mellemløbet (f.eks. lav sorter af hvidkløver) må formodes at have en ukrudtsbekæmpende effekt, men kan indebære mulighed for øget frostrisiko (forårsnattefrost) og naturligvis – i lighed med ukrudtsplanter – vandkonkurrent.

Anvendelsen af båndsprøjtning i praksis vil medføre en øget arbejdsindsats på renholdelsesområdet. De mulige besparelser på herbicidudgifterne kan næppe opveje de øgede omkostninger i specielt sprøjteudstyr, supplerende foranstaltninger og den større arbejdsindsats. Derfor må motivationen i høj grad komme fra jordbrugernes stigende miljøbevidsthed og på baggrund af de muligheder, projektarbejdet har vist.

Arbejdet vedrørende reduktion af pesticidforbruget ved hjælp af sprøjteteknisk udvikling har omfattet tre emner: 1) udvikling af båndsprøjteteknik, 2) teknik til afskærmet sprøjtning i skov samt 3) implementering af ny teknologi til nøjagtig udbringning af pesticider.

Teknisk er båndsprøjtning praktisabelt med håndsprøjte i skovkulturer. Traktorbåndsprøjte kan anvendes på markkulturer, men der stilles store krav til plantningens nøjagtighed og til materialets vedligeholdelsesstandard. Ekstraomkostninger ved båndsprøjtning vil for de fleste producenter klart overstige besparelsen på kemikaliekøb.

Kombineret anvendelse af mekanisk renholdelse og båndsprøjtning bruges flere steder i praksis med godt resultat. Herved opnås reduktion i kemikalieforbruget og mere skånsom behandling end mekanisk renholdelse alene. Men vegetationens positive effekt med hensyn til nedvaskning, dækning og ly for flora og fauna mistes. Der vil ikke opnås en økonomisk gevinst ved at kombinere båndsprøjtning og mekanisk renholdelse.

Der er udviklet adskillige udstyr til afskærmet udbringning af ukrudtsmidler i juletræskulturer, og metoden må betegnes som implementeret i praksis. Der udfoldes dog fortsat mange bestræbelser på at videreudvikle redskaberne. Der savnes et redskab til behandling af flere rækker samtidig. Flere arbejder med at imødekomme dette behov.

I praksis er fremkørselsafhængig dosering ved hjælp af simple Hardimatic-udstyr meget udbredt. Derimod er der konstateret meget lille interesse og behov for avanceret informationsteknologiske styresystemer til skovsprøjter.

Projektet har bidraget til erkendelse af og forøgelse af kendskabet til muligheder for at reducere anvendelse af miljøbelastende ukrudtsbekæmpelsesmidler i praksis.

*Forfatter/udførende institution*

Thomas Rubow, Lars Kjærbølling, Statens Planteavlsvforsøg, Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse og Pesticidøkologi, Forskningscentret for Skov og Landskab.

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

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-7810-725-3

# Mekanisk renholdelse af kulturer plantet på agerjord

**Miljøprojekt nr. 353, 1997**

**Miljøstyrelsen**

Forskningscentret for Skov og Landbrug har gennemført en række undersøgelser af metoder til at reducere pesticidforbruget i skovbruget og pyntegrøntserhvervet. Formålet har været at påvise de effektmæssige og økonomiske resultater, der opnås ved anvendelsen af tre forskellige harvetyper til at renholde nyplantede træculturer på tidligere agerjord og sammenligne disse jordbearbejdningsprincipper med henholdsvis kemisk bekæmpelse og ingen behandling overhovedet. Det var desuden målet at undersøge, om der på baggrund af erfaringer høstet under projektforsøget er behov for at udvikle nye eller forbedrede maskiner til mekanisk renholdelse for ukrudt.

Der er gennemført to forsøg med mekanisk renholdelse af kulturer, der er plantet på agerjord. Et forsøg med nobilis på let lerblandet sandjord og et med eg på meget stiv lerjord. Forsøgsperioden var tre år. Tre redskabstyper blev anvendt i forsøgene, en HPH skovharve, som er en frontmonteret fjedertandsharve med gåsefodsskær. En Einböck langfingerharve og en LOFT spaderulleharve. Disse harvetyper blev sammenlignet med kemisk bekæmpelse af ukrudt og ingen behandling af ukrudt.

På den lette lerblandede sandjord overlevede kun 13% af de ubehandlede nobilisplanter. Alle de anvendte renholdelsesmetoder havde en meget betydelig effekt på kulturplantens overlevelse og vitalitet. Her overlevede mellem 91-99% af planterne. Alle de anvendte renholdelsesmetoder gav desuden en bemærkelsesværdig større højdevækst end i de tilfælde, hvor man undlod behandling af ukrudt.

Der blev kun konstateret små mekaniske skader på kulturplanterne efter den mekaniske renholdelse. Einböck langfingerharven gav betydeligt flere småskader på nobilisplanterne end de to øvrige redskaber. LOFT spaderulleharve gav langt flere skader på egeplanterne end de to øvrige redskaber. Ingen af skaderne vurderes at give planterne varige mén.

Einböck langfingerharven har på grund af den større arbejdsbredde vist den bedste økonomi i forsøgene. De økonomiske fordele ved at anvende HPH harven og LOFT spaderulleharven er de samme, såfremt rækkeafstanden passer til redskaberne.

Det endelige resultat af undersøgelsen viste, at kemisk rensede kulturer havde større højdevækst end de øvrige, men at det er muligt at sikre overlevelsen og væksten af kulturerne med mekanisk rensning. Intet i resultaterne indikerer, at mekanisk renholdelse ikke i fremtiden vil kunne gennemføres forsvarligt.

Alle indhøstede erfaringer viser, at en nøje forudgående planlægning er et ubetinget krav, hvis man ønsker at anvende mekanisk renholdelse. Kulturen skal anlægges, så den passer til det eller de redskaber og maskiner, som senere skal køre i kulturen. Samtidig er et løbende tilsyn med kulturen nødvendigt for at fastslå, hvornår der skal renses, idet ingen af redskaberne kan klare større ukrudt. Man skal *holde* rent - ikke *gøre* rent. Mekanisk renholdelse kan dog forbedres ved udvikling af redskaber, som kan klare større ukrudt.

*Forfatter/udførende institution*  
Bent Keller, Forskningscentret for Skov og Landskab.

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

ISSN nr. 0105-3094  
ISBN nr. 87-7810-740-7

# Medarbejderdeltagelse ved indførelse af renere teknologi

## Miljøprojekt nr. 354, 1997

### Miljøstyrelsen

**Målet med dette projekt har været at belyse, hvorledes medarbejderne aktivt kan medvirke til at forebygge miljøproblemerne ved kilden samt at undersøge, hvilke forhold der virker fremmende eller hæmmende på medarbejderdeltagelsen i virksomhedernes miljøindsats.**

På alle fem virksomheder i projektet har medarbejderne været en væsentlig ressource for miljøindsatsen, og nogle medarbejdere har engageret bidraget til de gennemførte aktiviteter, ligesom de har været interesseret i at få indflydelse og integrere arbejdsmiljøet i miljøindsatsen.

Medarbejderne har medvirket i formuleringen af miljøpolitikken, i opstilling af mål og valg af indsatsområder, i udarbejdelse af handlingsplaner og gennemførelsen af løsninger. Den aktive medarbejderdeltagelse i disse aktiviteter har medvirket til at skabe løbende miljøforbedringer, ligesom det forebyggende miljøarbejde i højere grad end ellers er blevet forankret i alle kroge af virksomhederne.

I miljøgrupperne har medarbejderne generelt været engageret og motiverede for at bidrage til at reducere virksomhedens miljøpåvirkninger. Men engagementet var tæt forbundet med arbejdsmiljøet, ledelsens opbakning og virksomhedens traditioner bl.a. for medarbejderdeltagelse ved forandringer. Indflydelse på arbejdets tilrettelæggelse fremmer motivationen hos medarbejderne – også i miljøspørgsmål. Ingen medarbejdere på de fem virksomheder har rejst krav om kontant belønning for at indgå i miljøindsatsen, men ledelsen skal stille den nødvendige tid til rådighed. Tilsyneladende har den bedste form for belønning været, at miljøgruppens ideer er blevet taget seriøst, og at de foreslåede miljøforbedringer er ført ud i livet.

Medarbejderne i produktionen har haft en legitim interesse i at sikre sammenhængen mellem arbejdsmiljø og den ydre miljø indsats, så miljøforbedringer ikke førte til arbejdsmiljøforringelser. På virksomheder med et i forvejen godt arbejdsmiljø var det en selvfølge at integrere miljø- og arbejdsmiljøarbejdet; mens medarbejderne på en enkelt virksomhed havde en ”noget-for-noget” holdning på grund af en række påtrængende arbejdsmiljøproblemer. Den tætte sammenhæng mellem miljø og arbejdsmiljø har understøttet medarbejderdeltagelse som et centralt omdrejningspunkt i miljøindsatsen, ligesom medarbejderne har haft en interesse i at have indflydelse på dette område.

I rapporten opridses følgende generelle betingelser for at fremme medarbejderdeltagelsen i miljøindsatsen:

- Vedvarende proces
- Tilpasset fremgangsmåde
- Læreprocesser
- Miljøkommunikation
- Fleksibel organisering



Yderligere i rapporten skrives et kort sammendrag om virksomheder, der allerede har gennemført hovedaktiviteterne inden for renere teknologi.

De fem virksomheder – Gabriel, HL-filet, KOMPAN, Skjern Papirfabrik og TICAN slagteriet – har alle valgt forskellige tilgange til det forebyggende miljøarbejde. To af virksomhederne har indført renere teknologi og gennemført de fleste af hovedaktiviteterne i projektforløbet. En virksomhed har indført et certificeret miljøledelsessystem i henhold til BS 7750. Virksomhederne har også valgt forskellige fremgangsmåder hertil, idet medarbejderne på to af virksomhederne har bidraget til indførelsen. Mens forholdsvis få medarbejdere var engagerede i systemopbygningen på den tredje virksomhed, hvor der til gengæld efterfølgende blev nedsat miljøgrupper i hver afdeling.

Grundlæggende må det konkluderes, at medarbejderne med fordel kan inddrages aktivt i indførelsen. Medarbejderne kan forestå eller bidrage til den årligt tilbagevendende miljøkortlægning, opstilling af mål og løsningsforslag, udarbejdelse af handlingsplan og gennemførelse heraf.

*Forfatter/udførende institution*

Børge Lorentzen, Danmarks Tekniske Universitet, Arne Remmen, Aalborg Universitet  
Lene Nielsen, Aalborg Universitet, Per Tybjerg Aldrich, Danmarks Tekniske Universitet.

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

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-7810-739-3

# Jorrdækning som alternativ til kemisk ukrudtskontrol

**Miljøprojekt nr. 359, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**Denne rapport omhandler metoder til dækning af jordoverfladen som middel til at kvæle uønsket vegetation i pyntegrønt og skovrejsningskulturer. Dækmaterialer skal ses som alternativ til kemisk bekæmpelse. I rapportens indledende afsnit beskrives kendte materialer og udlægningsmetoder med hensyn til virkning, effekt og økonomi.**

Flis i forskellige kvaliteter og planteplader kan være interessante metoder i mindre spredte beplantninger, men er urealistisk omkostningskrævende i store kulturer.

Halm, der ved projektets tilblivelse syntes overordentligt lovende, viste sig i praksis i projektets indledende fase uegnet. Prisen på halmdækning er ganske vist overkommelig og effekten rimelig, men materialets varmeisolerende virkning øger risikoen for forårsnattefrost betydeligt, hvilket er uacceptabelt i f.eks. normannsgran. Samtidig tiltrækkes mus af halm, hvilket medfører dramatiske skader i andre kulturer.

På den baggrund blev det først besluttet at se bort fra halm som en mulighed i det videre arbejde og i stedet gennemføre forsøg med en række plastmaterialer, der ikke var så miljø-mæssigt attraktive som halm, men dog mindre skadelige end de almindeligt anvendte jordherbicer. Senere blev forsøgsplanen suppleret med dækning med halm omkring planterekken.

Forsøget blev gennemført ved Vordingborg på både let og svær jord. I begge tilfælde i kulturer med normannsgran.

I forsøgene kunne konstateres god effekt over for ukrudtet af alle de prøvede behandlinger det første år. Allerede i forsøgets anden vækstsæson voksede ukrudt op gennem plantehullerne i dækmaterialerne. Problemet var særlig stort i Fibertex og UCO-Agrotekstil.

Temperaturen blev i perioden målt 10 cm over overfladen af de respektive behandlinger. De sorte dækmaterialer hævede temperaturen, hvilket særlig i 1992 resulterede i et hurtigere udspring. I situationer med stille vejr i forårsperioden kunne det konstateres, at temperaturen over plast og begge typer dug svarede til temperaturen over effektiv kemisk renholdelse. Temperaturen over ubehandlet lå 1-3 grader under denne, og temperaturen over halm lå igen 1-3 grader under ubehandlet. Der var dog ikke forårsnattefrostskader i de halmdækkede parceller i forsøget, hvilket formentlig kan tilskrives den milde lokalitet, og at der kun var anvendt stribevis dækning.

Skader, der opstod i forsøgene, blev vurderet ved hjælp af en skala, der almindeligvis anvendes i forbindelse med forsøg med kemisk renholdelse. Fibertex og UCO-Agrotekstil er gennemtrængelig for nedbør og blev udlagt i godt 4 m brede baner. Det viste sig, at de brede baner betød, at vinden kunne bevæge dugen, hvorved en del af de små planter blev dækket og delvist ødelagt. Kemisk renholdelse resulterede i spredt planteadgang i forbindelse med et fugtigt forår efterfulgt af en tør sommer i 1994.

Jord dækket med plast og dug har højere vandindhold i tørre perioder, end jord der holdes kemisk rent, der igen har højere vandindhold end ubehandlet.

Kulturen synes upåvirket af de gennemførte behandlinger – vurderet på baggrund af kulturens højdevækst. Halmdækning har dog tilsyneladende haft positiv effekt på væksten, men forsøget har meget begrænset udsagnskraft på dette punkt.

Med hensyn til forebyggelse af slidskader på juletræer var det kun kemisk renholdelse, der var helt tilfredsstillende. Plastdækning suppleret med kemisk renholdelse gav et acceptabelt resultat.

Forsøget viste, at UV-stabiliseret sort 100  $\mu$  tykt plastik udlagt stribvist med efterfølgende plantning gennem plasten endnu er det eneste teknisk og økonomisk realistiske alternativ til kemisk ukrudtsbekæmpelse inden for gruppen jorrdækning. Metoden skal i pyntegrøntkulturer suppleres med mekanisk eller kemisk renholdelse eller ved anvendelse af dækafgrøder for at hindre slidskader og overskygning.

*Forfatter/udførende institution*

Lars Kjærboelling, Forskningscenteret for Skov og Landskab.

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

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-7810-782-2

# Regulering af uønsket vegetation i pyntegrøntskultur ved afgræsning med får

**Miljøprojekt nr. 362, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**I nærværende projekt er undersøgt muligheden for regulering af uønsket vegetation i pyntegrøntskulturer ved afgræsning med får. Undersøgelsen omfatter bl.a. registrering af forskellige fåreracers fødepræference i juletræskulturer, anvendelsen af forskellige græsningsstrategier og omkostningsberegning for renholdelse af pyntegrøntsbevoksninger ved fåregræsning.**

Pyntegrøntsproduktion er en væsentlig og voksende indtægtskilde for skovbruget. Produktionen har hidtil været præget af et stort forbrug af herbicider. I de senere år er der kommet en række restriktioner på brugen af herbicider, og samtidigt er der blandt pyntegrøntsproducenter en voksende miljøbevidsthed.

Forbruget af herbicider er reduceret, og flere producenter er begyndt at interessere sig for ændrede produktionsmetoder med brug af færre kemikalier. Denne tendens vil sandsynligvis brede sig i takt med, at forbrugerne vil efterspørge ”renere” pyntegrøntsmetoder. I denne forbindelse er det derfor bl.a. undersøgt, om det er muligt at holde får til renholdelse af juletræskulturer.

Resultatet af undersøgelsen viser, at får er brugbart, men ikke uproblematisk. Der indtræder en vegetationsændring efter nogle års afgræsning, og metoden skal suppleres med mekanisk eller kemisk renholdelse med faste intervaller. Der kræves dagligt tilsyn og for at holde pasningsudgiften til fårene nede, er det nødvendigt med mange får og tilsvarende store arealer til afgræsning. Inklusive supplerende slåning og et dyrehold på minimum 100 dyr synes metoden at være et økonomisk realistisk alternativ til kemisk renholdelse.

Ved større dyrehold, f.eks. i kombination med pleje af naturarealer, falder pasningsomkostningen pr. dyr og dermed renholdelsesomkostningen pr. ha, hvorved det bliver muligt at renholde med får for under 2.000 kr. pr. ha.

Fåreavlere, der alligevel har pasningsudgiften til fårene og en velegnet fårace, vil selvfølgelig altid med fordel kunne anvende fårene i pyntegrøntskulturer, forudsat der føres behørigt tilsyn.

Fårene skal ud fra de hidtidige erfaringer i Danmark findes blandt de forædlede kødracer: Shropshire, Leicester, Dorset, Oxforddown og Suffolk. Foreløbig findes det største erfaringsmateriale med brugen af Shropshire, som har vist sig at være i stand til at bevare huld og producere tilvækst under græsningsbetingelser af vekslende kvalitet.

En klar forudsætning for, at metoden kan anvendes, er, at de, som skal arbejde med dyrene, har lyst og interesse for arbejdet med dyr. Den fornødne viden om dyrenes adfærd, fodring osv. skal være til stede, og der må gives tilstrækkelig tid til uddannelse af de medarbejdere, der skal arbejde med metoden.

I rapporten gives desuden en detaljeret oversigt over fårenes fødevarepræferencer, ligesom anvendelsen af forskellige græsningsstrategier for renholdelse af pyntegrøntsbevoksninger diskuteres.

*Forfatter/udførende institution*

Frans Theilby, Forskningscentret for Skov & Landskab.

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

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-7810-799-7

# Insekticidreduktion ved bekæmpelse af nåletræssnudebiller

Miljøprojekt nr. 365, 1997

Miljøstyrelsen

**Nåletræssnudebiller, *Hylobius abietis*, er en af de mest betydende skadevoldere i skovbruget. Dens gnav på rodhalsen af mange nåletræarter resulterer i svækkelse af planterne og kan i værste fald resultere i stor planteafgang. I forsøget på at nedbringe mængden af insekticid, der anvendes mod nåletræssnudebiller, har Forskningscentret for Skov og Landskab udført en række forsøg på rødgran og lærk i perioden 1991-1993. Denne rapport bringer resultaterne af disse forsøg.**

Der blev udført to forsøgstyper:

- Der blev gennemført forsøg med fire ikke-kemiske afværgeforanstaltninger: Planteblade, struten, plantestrømpe og BE-MA fiber, som alle blev sat på planterne ved udplantning.
- Desuden blev der udført forsøg, hvor man forsøgte at reducere væskemængden af et standardmiddel (Gori 920) i forhold til normal dosis. Til dette blev der anvendt et nøjagtigt doseringsprøjteudstyr. Rødgran og lærk blev behandlet med seks forskellige væskemængder, men med samme koncentration af sprøjtemidlet.

Forsøgene med de ikke-kemiske afværgeforanstaltninger viste, at enhederne ikke var lavet af tilstrækkeligt holdbart materiale, idet de forvitrede i løbet af et-to år. Dette er ikke hensigtsmæssigt, da nåletræerne fordrer beskyttelse mod nåletræssnudebiller i mindst tre år efter udplantning. Desuden var flere af beskyttelsesenhederne vanskelige at montere på planterne, idet de er udviklet i Sverige, hvor de anvendes til dækrodsplanter. I Danmark derimod udplanter man i overvejende grad barrodsplanter. Endvidere forvoldte flere af beskyttelsesenhederne skader på planterne, og flere af enhederne var ikke designet til at afskærme planterne fra snudebillerne effektivt nok. Endeligt skal det nævnes, at omkostningerne ved anvendelse af de ikke-kemiske beskyttelsesenheder langt oversteg omkostningerne ved at bekæmpe snudebillerne ved hjælp af kemiske sprøjtemidler.

Resultaterne fra forsøgene med reduceret mængde bekæmpelsesmiddel var derimod mere tankevækkende. Det fremgik af forsøgsresultaterne, at den sædvanlige dosering på ca. 25 ml sprøjtevæske pr. rødgran kan reduceres til 10-15 ml, dvs. en reduktion på 40-50%, uden at der derved sker ændringer i skadeomfang. Denne effekt kan dog kun forventes at vare i to år. Mere problematisk ser det ud for lærk, hvor effekten af midlet udeblev. Det kan skyldes, at Gori 920 ikke indlejres i korkcellerne på lærk i så høj grad som på rødgran.

Alle de ikke-kemiske beskyttelsesenheder må betegnes som uegnede til barrodsplanter i deres nuværende udformning. Men en videreudvikling og en stor produktion, som kan reducere priserne på beskyttelsesenhederne, kan på længere sigt gøre disse metoder attraktive for skovbruget i Danmark. På nuværende tidspunkt er alle de afprøvede beskyttelsesenheder taget ud af produktion.

Ud over disse forsøg blev der foretaget en undersøgelse i form af et litteraturstudie med henblik på at undersøge muligheden for at udvikle et varslingsystem for nåletræssnudebiller. Varsling for snudebiller på en lokalitet indebærer en overvågning af billerne, der skal bruges til at give information om bestandstørrelsen.

Undersøgelsen viste, at muligheden for at oprette et sådant system var til stede. Men det skal understreges, at dette bl.a. fordrer ændringer i dyrkningspraksis og en grundig undersøgelse af snudebillens populationsdynamik. Endvidere pointeres det, at etablering af et varslingsystem vil være overordentligt tidskrævende for skovbruget.

*Forfatter/udførende institution*

Paul Christensen, Anita Fjeldsted Pedersen, Arne Kirkeby-Thomsen, Forskningscentret for Skov og Landskab.

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

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-7810-819-5

# Evaluering af informationssystemet om renere teknologi

## Miljøprojekt nr. 368, 1997

### Miljøstyrelsen

**For at fremme indførelsen af renere teknologi har Rådet for genanvendelse og mindre forurenende teknologi siden 1996 ydet tilskud til udviklingen af et informationssystem om renere teknologi – i daglig tale kaldet Rentek. På grund af systemets ringe udbredelse blev det i 1995 besluttet at indlede en evaluering af systemet. Dette projekt beskriver evalueringen af Rentek.**

Evalueringen af informationssystemet har haft tre hovedformål:

- At gennemføre en brugerundersøgelse af eksisterende og potentielle brugeres behov for viden om renere teknologi, samt hvorvidt dette vidensbehov tilgodeses i dag.
- At foretage en faglig vurdering af indhold og form i de enkelte branchemoduler i informationssystemet.
- At udarbejde et forslag til fremtidig udformning af et informationssystem – fagligt og organisatorisk

Rentek anvendes kun i 10% af landets kommuner samt i få amter og miljø- og levnedsmiddelkontroller. De eksisterende brugere, som især er miljøsagsbehandlere i kommunerne, er tilfredse med Rentek, hvad angår baggrundsviden og overblik over brancherne, detailkendskab til produktionsprocesserne og som opslagsværk og checkliste i miljøsagsbehandlingen af virksomhederne. Dog efterlyser de mere indgående og præcis information om miljø og renere teknologi, herunder præcisering af “mindst forurenende teknologi” i brancherne. Desuden anvender de kun henvisninger til lovstof, økonomi, arbejdsmiljø og litteratur som en sekundær funktion, selvom de mener, de er væsentlige. Endelig opfatter brugerne Rentek som teknologisk forældet, hvad angår hard- og software, ligesom brugergrænsefladen er unødvendig besværlig at arbejde med.

2/3 ud af 45 adspurgte potentielle brugere havde ikke hørt om Rentek eller viste knapt, hvad informationssystemet kan tilbyde. Systemets ringe udbredelse skyldes især, at de decentrale myndigheder ikke arbejder med renere teknologi, som det kunne forventes i henhold til intentionerne i miljøbeskyttelsesloven. Næsten 1/4 af de adspurgte potentielle brugere arbejder aldrig med renere teknologi, og andre knap 50% arbejder med renere teknologi mindre end en gang om måneden.

Under den faglige vurdering af branchemodulerne har der været en del kritik i forbindelse med fokuseringen i informationssystemet:

- Fokus er i højere grad på procesteknik end på renere teknologi.
- Renere teknologi anskues snævert som optimering af maskiner frem for god miljøhusholdning.
- Informationssystemet er bagudrettet og omhandler især velkendte teknologier frem for teknologiske nyudviklinger.
- Livscyklustankegangen er generelt fraværende.

Desuden fremhæves det, at Rentek i højere grad bør indeholde nøgletal over ressourceforbrug og udledninger samt praktiske eksempler fra konkrete cases.

De faglige vurderinger af branchemodulerne indeholder også forslag til forbedringer og understreger nødvendigheden af en bedre kvalitetssikring. Desuden gives en række



konkrete forslag til forbedringer af brugerfladen i informationssystemet, og der gives forslag til, hvordan brugen af henvisninger kan forbedres relativt simpelt.

Der er ingen internationale erfaringer at tage ved lære af på området. Derimod bliver der oprettet stadig flere home pages om miljø på Internettet, hvoraf enkelte også omhandler renere teknologi. Brugerfladen på Internettet svarer umiddelbart til den, som brugerne af Rentek efterlyser.

Udviklingen i renere teknologi indsatsen i Danmark har ændret sig fra en fokusering på tekniske demonstrationsprojekter til en stigende integration i virksomhedernes forebyggende miljøarbejde. Da der fremover er behov for at arbejde med en produktorienteret miljøpolitik, kan det konstateres, at informationssystemet slet ikke har fulgt denne udvikling.

Strategisk foreslås det derfor, at informationssystemet i langt højere grad integreres i renere teknologi aktiviteterne via:

- En samordning til at udarbejde og opdatere brancheorienteringer om mindst forurenende teknologi.
- En sammenkobling med brancheindsatsen om miljøstyring og renere teknologi.
- Koordinering med den produktorienterede miljøpolitik og edb-værktøjer til livscyklusvurdering.
- En inddragelse af teknologiske nyudviklinger, god miljøhusholdning, nøgletal, praktiske eksempler mv.
- Sikring af overblik over projektaktiviteter og videnscentre.

Selvom informationsindsatsen om renere teknologi er blevet forbedret, er det muligt at forskyde indsatsen *fra information over formidling til læring og kommunikation*. Derfor foreslås det, at Rentek anvendes som led i en forstærket formidlingsaktivitet. Kompetencen inden for renere teknologi kan øges ved at lægge vægt på formidling frem for afrapportering, ved at anvende en differentieret formidlingsindsats i forhold til målgrupper, ved at etablere en fælles teknologisk platform. Således at viden kan gøres tilgængelig på forskellige medier, og ved at brugerne deltager som informanter og kvalitetsgaranter.

Informationssystemets udbredelse afspejler på sin vis de generelle problemer med at integrere renere teknologi i miljøreguleringen. Der er markant brug for, at de decentrale miljømyndigheder bliver klædt bedre på til renere teknologi indsatsen – et forbedret informationssystem kan anvendes som et værktøj hertil.

*Forfatter/udførende institution*

Brian Dalby Rasmussen og Arne Remmen, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet.

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

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-7810-840-3

# Environmental Assessment of Textiles

**Miljøprojekt nr. 369, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**I tekstil- og beklædningsindustrien er der en stadig stigende interesse for at producere tekstilprodukter, hvor der er taget hensyn til miljø og sundhed under fremstillingen. Dette er affødt af en stigende efterspørgsel efter varer, om hvilket det kan dokumenteres, at de er fremstillet under hensynstagen til de miljø- og sundhedsmæssige påvirkninger, som industriel produktion uvægerligt medfører. Denne rapport præsenterer et videnskabeligt dokumenteret værktøj, der kan være en hjælp til at arbejde seriøst og struktureret med miljø- og sundhedsmæssige emner for de udvalgte fibertyper og produkter.**

Rapporten præsenterer en livscyklusscreening af fremstilling af tekstiler indeholdende fibre bomuld, uld, viskose, polyester eller acryl. Screeningen omfatter en beskrivelse af de væsentligste processer samt en vurdering af de miljø- og sundhedsmæssige påvirkninger for hvert trin i tekstilernes livscyklus.

Endvidere præsenteres for hvert trin anbefalinger på, hvordan man producerer tekstilerne med hensyntagen til miljø og sundhed. Disse anbefalinger bygger primært på resultatet af screeningen og sekundært på en vurdering af kriterier og anbefalinger fra andre relevante referencer.

De fem fibertyper er primært udvalgt, fordi de tilsammen er dominerende på markedet for beklædningsstekstiler, og i mange tilfælde anvendes til de samme typer produkter enten som rene fibre eller blandinger.

Projektet er dækkende for enkeltlagsprodukter fremstillet af de fem fibertyper. Fremstillingen af gulvtæpper er ikke omfattet af projektet. Det skal dog bemærkes, at adskillige af de tekstile processer, der beskrives og vurderes i projektet, også anvendes ved fremstillingen af mange andre typer produkter. Projektets resultater kan derfor anvendes bredt.

I kapitel 1 gives en introduktion til projektet. Den anvendte metode beskrives kort inklusive afgrænsning, datakilder og overvejelser om valg af funktionel enhed.

De miljømæssige parametre for tekstiler indeholdende de fem fibertyper varierer i henhold til de forskellige processer og kemikalier, der anvendes i både præproduktions- og produktionsfasen. De tekniske egenskaber for de forskellige fibre har også meget stor miljømæssig betydning, idet de har indflydelse på holdbarheden i brugsfasen (levetiden) og på hvilken vedligeholdelsesmetode, der er egnet. I kapitel 2 gives derfor en kort introduktion til nogle af de væsentlige tekniske egenskaber for de udvalgte fibertyper.

I kapitel 3 beskrives fremstillingen af de fem forskellige fibertyper. Med baggrund i beskrivelsen foretages en vurdering af de miljø- og sundhedsmæssige påvirkninger. Påvirkningerne er meget forskellige for de fem fibertyper, idet fibre er baseret på enten vegetabiliske (bomuld og viskose), animalske (uld) eller fossile (polyester og acryl) råmaterialer. Bomuld og uld kan desuden være henholdsvis økologisk eller konventionelt fremstillet.

Da tekstil- og beklædningsindustrien fremstiller mange forskellige typer af tekstiler, anvendes et meget stort antal forskellige processer. I kapitel 4 beskrives de mest anvendte, og der foretages en vurdering af de miljø- og sundhedsmæssige påvirkninger.

I kapitel 5 redegøres for nogle af de væsentligste miljømæssige aspekter for brugsfasen for tekstiler. Desuden gives en kort beskrivelse af genbrug, recirkulering og bortskaffelse af tekstiler.

I kapitel 6 opsummeres de miljømæssige nøgleparametre for hvert trin i de udvalgte tekstilers livscyklus. Desuden præsenteres for hvert trin anbefalinger på, hvordan man producerer tekstilerne med hensyntagen til miljø og sundhed. Anbefalingerne bygger primært på rapportens kapitler og sekundært på en vurdering af kriterier og anbefalinger fra relevante referencer.

I forbindelse med fremstilling af fibre og tekstilerne anvendes mange forskellige kemikalier. Da det især har været vanskeligt at fremskaffe data om miljø og sundhed for fremstilling af kemofibre (viskose, polyester og acryl), er der foretaget en miljø- og sundhedsmæssig screening af nogle af de kemikalier, der anvendes ved fiberfremstillingen. Da analysen har været baseret på en screening og på umiddelbart tilgængelige data for kemikalierne, skal analysen ikke opfattes som en fuldstændig vurdering af de potentielle effekter for de anvendte kemikalier. Resultatet af screeningen præsenteres i appendiks A, og et resumé angives for de relevante fibre i kapitel 3.

*Forfatter/udførende institution*

Søren Ellebæk Laursen og John Hansen, DTI Clothing and Textiles, John Bagh, Ole K. Jensen og Inge Werther, dk-TEKNIK, Department of Environmental Impact Assessment.

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

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-7810-838-1

# Miljøregnskabet

## Miljøprojekt nr. 370, 1997

### Miljøstyrelsen

**Rapport om en model for opgørelse og rapportering af virksomhedernes miljøpræstationer. Formålet med miljøregnskabet er at give virksomhedens finansielle interessenter og offentligheden i al almindelighed et indblik i virksomhedens miljøforhold. Miljøregnskabet skal informere om virksomhedens evne til at imødekomme miljømæssige forpligtelser om, hvorledes virksomheden forvalter offentlige krav, og med hvilken intensitet virksomheden afsætter ressourcer til at forebygge miljøskader i form af investeringer i renere teknologi, ændringer i produktionsprocesser, produktudvikling, medarbejderuddannelse mv.**

Nødvendigheden af et sådant projekt skyldes, at begrebet miljøregnskab ofte bruges om en redegørelse for en proces, et produkt, en virksomheds eller en anden definerbar enheds påvirkning af det eksterne og interne miljø. Der er derfor opstået et behov for at udvikle retningslinier for, hvordan miljøoplysninger kan offentliggøres i en kvalificeret og struktureret form på virksomhedsniveau.

Målgruppen for projektet er defineret som interessenter, der har økonomisk interesse i virksomheden. Dvs. leverandører, investorer, penge- og realkreditinstitutter, forsikringsselskaber mv. Andre interessenter er kunder, omkringboende, medarbejdere og miljømyndigheder.

Der er således en fællesnævner for målgrupperne til henholdsvis det finansielle årsregnskab og til miljøregnskabet. Denne er, at begge typer målgrupper har interesse i information om, hvorledes virksomheden forvalter dens værdier og ressourcer i et økonomisk perspektiv.

Den miljømæssige forvaltning omfatter stillingtagen til:

- Ressourceforbrugsbegrænsninger
- Genbrugsmuligheder
- Emissionsreduktioner
- Produkt- og produktionsudviklingsmuligheder
- Natur- og miljøforpligtelser
- Sundheds- og sikkerhedsforbedringer

Den miljømæssige forvaltning har en afledet effekt på den økonomiske forvaltning set over virksomhedens livscyklus.

På baggrund heraf er målgruppen i denne rapport omtalt under fællesbegrebet finansielle interessenter.

Målsætningen er, at de finansielle interessenter har to informationskilder:

- Et finansielt årsregnskab, der beskriver virksomhedens økonomiske stilling.
- Et miljøregnskab der beskriver virksomhedens miljømæssige stilling.

Ved en ekstern vurdering af en virksomheds overordnede risikobillede skal begge informationskilder anvendes.

Miljøregnskabsprojektet har omfattet 6 faser:

- Fase 1 er en indledende undersøgelse af særlige karakteristika for miljøregnskaber, afklaring af hvilke miljøinformationer der generelt bør afgives til virksomhedens interessegrupper, og hvilke miljøoplysninger der specielt bør afgives til økonomiske interessegrupper.
- Fase 2 er en udvikling af en skitse til rammerne for et miljøregnskab.
- Fase 3 er en tilpasning af de deltagende virksomheders interne registreringssystemer til behovene i forbindelse med det eksterne miljøregnskab.
- Fase 4 er en tilpasning af den endelige miljøregnskabsmodel på baggrund af erfaringerne fra fase 3.
- Fase 5 er en afprøvning af modellens reviderbarhed og international høring.
- Fase 6 indeholder en rapportering.

En af de indvendinger, der ofte fremsættes mod miljøregnskaber, er, at omkostningerne ved at indsamle informationerne ikke står i forhold til de potentielle fordele. Presset for at få miljøinformationer og det forhold, at de i stadig stigende grad indgår som en del af national og international lovgivning, tyder dog på, at miljøregnskaber er kommet for at blive. Det erkendes, at startomkostningerne ved indsamling af miljøinformationer kan være høje. Der må derfor lægges vægt på at integrere datafangsten i de eksisterende registreringssystemer og udnytte de informationer, der skal indsamles til lokale, regionale og nationale myndigheder. På den måde vil det være muligt at begrænse omkostningerne ved indsamling af miljøinformationer.

*Forfatter/udførende institution*

Helle Bank Jørgensen, Birgitte Mogensen og Páll M. Rikhardsson, Price Waterhouse / Seier-Petersen, Morten Als Pedersen, Institutet for Produktudvikling.

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

ISSN nr. 0105-3094  
ISBN nr. 87-7810-864-0

# Miljøteknisk revision i den offentlige laboratoriesektor

## Miljøprojekt nr. 371, 1997

### Miljøstyrelsen

**Formålet med projektet har været at kortlægge og analysere miljøbelastningen fra et modellaboratorium inden for den offentlige laboratoriesektor og at fremskaffe mere viden om den forurening, laboratoriesektoren bidrager med. Samtidig tilsigter projektet en øget opmærksomhed hos de ansatte om sammenhængen mellem processer og forbrug, det ydre miljø og arbejdsmiljøet.**

I projektet er der fokuseret på forbruget af energi, vand, kemikalier og andre råvarer samt affald i form af fast affald, spildevand og emissioner til luften. Endvidere er der fokuseret på arbejdsmiljøet, specielt indeklimaet.

Som modellaboratorium er anvendt Retsgenetisk Institut, Københavns Universitet, lokaliseret på Rigshospitalet, København. Instituttet har en passende størrelse og er anset for at kunne fungere som en god model for en lang række lignende institutter på universiteter, højere læreanstalter, hospitaler og sygehuse samt ikke-offentlige analyselaboratorier inden for den private sektor, eksempelvis medicinalindustrien.

Den miljøtekniske gennemgang er af praktiske grunde opdelt i to faser. En registrerende Fase 1, som sigter på at beskrive de processer, der foregår, og registrere den samlede miljøbelastning fra laboratoriet. Senere skal Fase 2 gennemføres, der skal omfatte implementering af de forslag til ændringer, der peges på i nærværende rapport (Fase 1).

Forbruget af energi, vand og kemikalier er registreret og bliver sammenholdt med miljøbelastningen i form af emissioner, spildevand og forskellige former for fast affald. Der foretages en beskrivelse af de bygningsmæssige og installationsmæssige forhold med registrering af energi og vand.

De laboratorieprocesser, som udføres, beskrives med henblik på miljøbelastningen fra de anvendte kemikalier og forbruget af engangsartikler. Der foretages en toksikologisk vurdering af de anvendte kemikalier med henblik på en arbejdsmiljøvurdering og belastningen af det ydre miljø.

Endvidere er der foretaget nogle indeklimamålinger og gennemført en arbejdsmedicinsk indeklimaundersøgelse.

Rapporten beskriver kortfattet Teilumbygningen, hvori Retsgenetisk Institut er lokaliseret, blandt andre videnskabelige institutter. Opbygningen af Retsgenetisk Institut gennemgås med en beskrivelse af tekniske installationer og funktionerne i de syv laboratorier.

Der foretages en systematisk beskrivelse af forbruget af kemikalier, energi og vand. Affald, spildevand og emissioner beskrives også.

Der er foretaget indeklimamålinger med måling af termiske forhold, hvor der som følge af en kraftig varmebelastning i løbet af arbejdsdagen i PCR-laboratoriet blev fundet en uhenigtsmæssig stigende temperatur op til 28 grader. Varmeafgivelsen stammer fra decentrale køleanlæg, elektroforese-apparater og solindfald.

Måling af luftbåret støv i Enzym-laboratoriet og Blodtype-laboratoriet viste uacceptable høje værdier i forhold til gældende grænseværdier for arbejdsmiljøet. I Blodtype-laboratoriet blev der fundet støv i form af stivelsespulver. Da der ikke anvendes stivelse i dette laboratorium, indikerer dette fund, at der sker en infiltration af støv fra et laboratorium til et andet.

Måling af luftbårne mikroorganismer i form af bakterier og svampesporer i Enzym-laboratoriet viste vækst af flere sygdomsfremkaldende bakterier, men ingen vækst af svampe. Niveaueet af luftbårne bakteriekim fandtes acceptabelt for arbejdsmiljøet, men opfyldte ikke kravene til rene rum.

Endelig blev en arbejdsmedicinsk spørgeskemaundersøgelse gennemført for at kortlægge de ansattes helbredstilstand og egenoplevelse af indeklima og arbejdsmiljø. Alle ansatte deltog i undersøgelsen og besvarede spørgsmålene. Undersøgelsen bekræftede, at der i PCR-laboratoriet var en uacceptabel høj og i løbet af arbejdsdagen stigende temperatur.

Det er muligt ud fra denne undersøgelse med Retsgenetisk Institut, Københavns Universitet som modellaboratorium at drage nogle konklusioner, som er generaliserbare til laboratorier inden for lignende og beslægtede områder. Trods mange års opmærksomhed over for energiforbruget i det danske samfund vil der som påvist stadig være mulighed for at nedbringe energiforbruget, specielt til køle/fryseanlæg og belysning.

Ved indretning af laboratorier er det vigtigt at tænke på de indeklimamæssige forhold specielt ulemper i forbindelse med en stigende temperatur i løbet af arbejdsdagen. Generelt vil det være hensigtsmæssigt at substituere radioaktive metoder med ikke-radioaktive farve-metoder.

Et stort antal potentielt miljøskadelige kemikalier anvendes på Retsgenetisk Institut og i laboratoriesektoren i det hele taget. Med henblik på erstatning af miljøskadelige stoffer er der opstillet en model til at identificere de skadelige stoffer. Her peges der på, hvordan det er muligt for et flertal af kemiske stoffer ved screening at søge oplysninger om miljøskadelige effekter i toksikologiske standardværker og databaser.

Erstatning af skadelige stoffer vil forudsætte mere detaljeret litteratursøgning for hvert enkelt stof og hver enkel proces. Der vil ofte være behov for et egentligt udviklingsarbejde med forsøgsvis indarbejdelse af nye stoffer og nye processer. Desuden vil der være et tidskrævende arbejde med kontrol af analysekvaliteten, når nye mere miljøvenlige metoder tages i brug.

Den opstillede model viser, at på Retsgenetisk Institut skal en række stoffer erstattes af hensyn til både det ydre miljø og arbejdsmiljøet. Af hensyn til det ydre miljø har stofferne ammoniak, natriumhypochlorit og phenol fået 1. prioritet. Modellen viser desuden, at der er endnu otte stoffer, som skal forsøges erstattet af hensyn til arbejdsmiljøet.

#### *Forfatter/udførende institution*

Anne Abildgaard, Bascon Arkitekt- og Ingeniørfirma A/S, Hans Ole Hein, Arbejds- og Miljømedicinsk Klinik, Bispebjerg Hospital.

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

ISSN nr. 0105-3094  
ISBN nr. 87-7810-862-4

# Renere teknologi i busselskaber

## Arbejdsrapport nr. 3, 1997

### Miljøstyrelsen

**Rapporten indeholder resultaterne af arbejdet med udvalgte indsatsområder med henblik på at reducere busselskabernes miljøbelastning og ressourceforbrug. Indsatsområderne var blevet valgt under et forudgående projekt, hvor man kortlagde miljøpåvirkningerne ved klargøring og vedligeholdelse af busser under Århus Sporveje. Rapporten er primært rettet mod trafikelskaber, som har aktiviteter svarende til Århus Sporvejes, dvs. busser.**

Følgende indsatsområder er der arbejdet med:

- Genbrug (recirkulering) af vand fra udvendig vask af busser med mulighed for udnyttelse af regnvand.
- Begrænsning af forbruget af motorolie og kølervæske.
- Begrænsning af brændstofforbruget til busdriften.
- Større grad af genanvendelse af affald.
- Substitution af rengøringsmidler.

De væsentligste resultater og konklusioner for hvert indsatsområde er gengivet nedenfor.

I begyndelsen af projektet var der en forventning om, at der skulle udvikles et koncept til recirkulering af vaskevand med mulighed for at anvende regnvand som tilskudsvand, samt at bæredygtigheden af dette koncept skulle demonstreres. Anvendelsen af regnvand som tilskudsvand blev imidlertid opgivet på et ret tidligt tidspunkt, da det blev anset for at være uøkonomisk. Efter indhentning af tilbud på etablering af et genbrugsanlæg på basis af en udarbejdet kravspecifikation viste det sig, at det skitserede/udviklede anlægskoncept ikke kunne konkurrere prismæssigt med et allerede eksisterende engelsk genbrugskoncept, når anlægget skulle leveres og opbygges af et firma i totalentreprise. Det engelske anlæg var imidlertid ikke kendt af projektdeltagerne ved projektets begyndelse.

Det engelske koncept viste sig imidlertid at give driftsproblemer under danske forhold på trods af flere års driftserfaringer fra mange hundrede anlæg i England. De blev dog løst efterhånden primært takket være en ekstraordinær indsats fra den driftsansvarlige ved Århus Sporveje.

Konklusionen af en undersøgelse på Århus Sporvejes station NORD er, at et unormalt stort forbrug af motorolie under drift skyldes:

- Overfyldning af motorerne med motorolie (selvom det ikke blev påvist i det konkrete tilfælde).
- Relativt store tolerancer i motorerne (fortrinsvis i motorer af ældre dato).
- Motorutætheder, der medfører oliespild.

For 10 år siden faldt forbruget af kølervæske drastisk, fordi man begyndte at anvende silikoneslanger i stedet for gummislanger til de fleksible forbindelser i køler-/varmesystemet. Forbruget faldt dengang til det niveau, der er almindeligt i dag.

Der indgår omkring 20 slanger, dvs. 40 forbindelser til (metal)rør i forskellige dimensioner i køler-/varmesystemet i en almindelig bybus. En nærmere undersøgelse har vist, at spild af



kølevæske primært sker under kørslen på grund af utætheder ved slangeforbindelserne og i køleren.

Den almindelige opfattelse er, at en bussens brændstofforbrug afhænger mest af chaufførens holdninger til besparelser og miljøforhold. Flere trafikselskaber har gode erfaringer med kurser for chauffører i brændstoføkonomisk kørsel, men effekten af kurserne er dog kortvarig. Derfor er det nødvendigt med jævne mellemrum at gennemføre genopfriskningskurser for chaufførerne.

Et værktøj til oplæring i brændstofbesparende kørsel er brændstofmålere eller kørselscomputere, som kan vise chaufføren det aktuelle brændstofbrug under kørslen. På den måde kan chaufføren lære hvilke kørselsmåder, der medfører brændstofbrug henholdsvis over og under gennemsnittet.

Ifølge DTI's motorsektion kan dæk/slidbaner med lavere rullemodstand sagtens udvikles. Sådanne dæk markedsføres i dag til personvogne, men ikke til busser og lastvogne. Det skyldes, at indtil videre har ingen busselskaber eller vognmandsfirmaer vist interesse heri.

I projektets følgegruppe har man desuden diskuteret anvendelse af mindre busser på de tidspunkter, hvor der ikke er ret mange passagerer. Rapporten indeholder en beskrivelse af fordele og ulemper ved anvendelse af mindre busser og en konklusion på, om det kan hænges sammen i virkeligheden.

Århus Sporveje har tilsluttet sig et affaldssystem efter at have undersøgt fordelene, herunder økonomien, ved tilslutning til et af autobranchens affaldssystemer. Økonomisk var der næsten ingen fordel, men ved at overlade affaldsbortskaffelsen til en ekstern, professionel virksomhed kan der spares medarbejdertid og bortskaffelsen af farligt affald vil ske på forsvarlig vis.

Reklamestreamere fremstilles udelukkende af PVC, som betegnes som ubrændbart affald. Det lokale forbrændingsanlæg vil ikke afbrænde PVC, på grund af risikoen for forurening med dioxin. Det forlyder, at visse firmaer ikke vil benytte busreklamer, så længe der benyttes PVC-folie til formålet. En rundspørge til leverandører af PVC-folie har vist, at foliebranchen forventer at kunne tilbyde en PVC-fri folie inden for de næste to år.

Århus Sporveje har fået en positiv vurdering fra det lokale BST-center af de rengøringsmidler, der benyttes i dag. Da de deltagende selskaber anså et skift til andre rengøringsmidler som problematisk i forhold til rengøringspersonalet, lykkedes det ikke at få iværksat forsøg under projekforløbet.

*Forfatter/udførende institution*

Jens Wood Pedersen, DTI Miljø. Center for Miljøteknik.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-726-1

# Synliggørelse af produkters miljøegenskaber

## Arbejdsrapport nr. 4, 1997

### Miljøstyrelsen

**Når nogle virksomheder indbygger miljøhensyn i deres produkter er det dels for at minimere miljøbelastningen, dels for at øge produktets konkurrencekraft gennem en synliggørelse af miljøegenskaberne. I dette forprojekt er der udviklet og afprøvet en metode kaldet Miljø-QFD, der kan benyttes til at identificere, hvilke miljøegenskaber der øger produktets konkurrencekraft i markedsføringen, uden at de væsentlige miljøbelastninger på samme tid sættes til side.**

I forprojektet er metoden udviklet og afprøvet i et udviklingsprojekt, hvor et nyt koncept for kabinékøleanlæg til biler udvikles. Metodens hovedelementer er to kendte metoder. Fra miljøområdet er det Life Cycle Assessment (LCA), der benyttes til at analysere et produkts miljøbelastninger i hele dets livsforløb. Fra kvalitetsområdet er det Quality Function Deployment (QFD), der benyttes til at afklare, hvilke ønsker interessenterne i produktets livsforløb har, hvordan de vægtes, og hvilke af dem der skal være i fokus for den væsentligste indsats i et udviklingsprojekt.

Forprojektet har gjort det muligt, at virksomheder, som producerer og markedsfører mekaniske og elektromekaniske produkter, med fordel kan benytte en metode, hvor LCA og QFD anvendes i forbindelse med, at der træffes beslutninger vedrørende miljøindsatsens størrelse og fokus. Dermed får miljøindsatsen den bedste grobund, og risikoen for en fejlindsats med hensyn til både udvikling og markedsføring reduceres.

Miljø-QFD har vist sig som et stærkt middel til at samle udviklingsfunktionen, markedsføringsfunktionen og miljøspecialisten. Dette er traditionelt set tre områder, der arbejder med hver deres målsætning. Her virker Miljø-QFD som et "fælles sprog", hvor alle områder kan aflevere resultater og se dem brugt i de resterende områder.

Resultatet af forprojektet udnyttes nu af ClimCon A/S, der bruger det til at målrette deres udviklingsarbejde. Desuden har forprojektet givet resultater, der skal arbejdes med i efterfølgende produktgenerationer.

De tre institutter IPU, dk-TEKNIK og VKI har nu et metodekoncept, der er på et niveau, som kan benyttes i konkrete industriprojekter.

Forprojektet har vist, at Miljø-QFD, når det blev anvendt i et udviklingsprojekt, har følgende styrker:

- Det tvinger projektgruppen til helhedssyn, øger dens motivation og sikrer målrettethed.
- Fremsynede virksomheder undgår negative reaktioner fra markedet.
- LCA "afmystificeres".
- Der skabes et grundlag for en markedsføringsindsats.

I forhold til ClimCon's udviklingsprojekt er forprojektets væsentligste resultater, at der er skabt overblik over:

- Interessenternes (autohandlere, mekanikere, bilisternes interesseorganisation, bilister) miljøønsker.

- Hvordan produktkonceptet bør optimeres med hensyn til både en minimering af miljøbelastninger og en maksimering af miljømæssig konkurrencekraft.
- Hvilke forhold, der er kritiske i forbindelse med den miljømæssige del af markedsføringen.
- Hvordan de miljø- og kvalitetsmæssige egenskaber skal vægtes i udviklingsprojektet.

Forprojektet har bekræftet, at markedsføringen også indeholder et miljøaspekt. Dog først efter at have verificeret miljøegenskaberne ved hjælp af en fuldskala LCA.

I forhold til forprojektets forskningsopgave er de væsentligste konklusioner:

- Der kommer meningsfulde og brugbare udsagn fra interviews med interessenter.
- Projektgruppen får en meget nuanceret opfattelse af interessenternes adfærd og motiverne bag.
- Projektgruppen opnår en indsigt, der ikke kan fås via LCA om f.eks. myter, manglende viden eller miljømæssige motiver.
- Miljø-QFD viser, hvilke miljømæssige tiltag der kan give produktet en større konkurrencekraft.

På baggrund af de positive resultater, der er opnået i forprojektet, kan det anbefales at udbygge og færdiggøre metodekonceptet i et hovedprojekt.

Det forslås, at det nuværende metodekoncept færdiggøres og ”indpakkes”, f.eks. som en håndbog, hvor de enkelte trin og arbejdsopgaver forklares. Derefter bør metoden formidles til danske mekaniske og elektromekaniske virksomheder, som en af metoderne til at få dem til bevidst at indbygge miljøhensyn i deres produkter.

*Forfatter/udførende institution*

Jesper Olesen, Institutet for Produktudvikling, Anders Schmidt, dk-TEKNIK, Anette Petersen, VKI institut for vandmiljø.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-731-8

# Miljøstyring i en kommunal forsyningsvirksomhed – renseanlæg

## Arbejdsrapport nr. 6, 1997

### Miljøstyrelsen

Med henblik på at nedbringe Herning Centralrenseanlægs ressourceforbrug og miljøbelastning er der udviklet et miljøstyringssystem, som integrerer og strukturerer renseanlæggets miljøindsats i forhold til gældende planer og krav, og som samtidig underbygger de igangværende arbejdsrutiner. Denne rapport beskriver, hvilke elementer miljøstyringssystemet indeholder, og hvordan systemet er blevet etableret. Desuden præsenterer rapporten anlæggets miljøredegørelse for 1994.

Miljøstyring på Herning Centralrenseanlæg er en løbende proces, som forsøger at sammenkøre den daglige drift med styringen, hvorved de operationelle mål (kvantitative mål) direkte implementeres i driften af enkeltoperationer. En væsentlig forudsætning herfor er en procesovervågningsstrategi for anlægget, som muliggør en daglig behandling af samtlige miljødata fra anlægget.

Miljøstyringen omfatter næsten alle forhold på renseanlægget inklusive råvarer (spildevand, kemikalier, drikkevand, energi) færdigvarer (slam og rensset spildevand), affald (sand, fedt, ristegods, emballage) arbejdsmiljø og organisation.

Miljøstyringssystemet indeholder følgende elementer:

- Kort beskrivelse af renseanlægget og en miljøgennemgang.
- Formulering af en overordnet miljøpolitik med retningslinier og operationelle mål.
- Opstilling af et miljøledelsessystem med identifikation af ansvarsområder og miljømål.
- Fastlæggelse af procedurer og systemcheck for gennemførelse af den daglige driftsoptimering.
- Potentielle tiltag.
- Fastlæggelse af procedurer og systemcheck for en årlig miljøredegørelse.
- Udpegning af revisor og fastlæggelse af procedurer for revision.

Et væsentligt element i systemet er at motivere og gøre brug af medarbejdere på alle niveauer på renseanlægget. På anlægget holdes medarbejderindflydelsesmøder ca. 10 gange årligt. I rapporten beskrives arbejdsdeling og organisation for anlægget, og det fremgår, at det er driftslederens ansvar at sikre en efterlevelse af miljøpolitikken gennem uddelegering af ansvar og fastlæggelse af den overordnede driftsstrategi og opfølgning på samme.

På ugentlige driftsmøder følger driftslederen op på centrale driftsparametre. Afhængig af afstanden til de operationelle mål og de fastsatte krav foretages f.eks. en justering i strategien for enhedsoperationen/processen, justeringen af den samlede driftsstrategi for hele anlægget eller en justering af de operationelle mål. Afhængigt af afstanden mellem driftsmål og status indkaldes til ekstern revision.

I afsnittet ”Miljøgennemgang” kortlægges bl.a. anlæggets vandforbrug og recirkulering samt anlæggets kemikalie- og energiforbrug. Hertil kommer anlæggets kontrol af slamkvalitet og affald, og hvordan det udledes. Desuden gennemgås arbejdsmiljøet på anlægget.

Der gives forslag til, hvor der kan sættes ind for at spare på vand, energi og kemikalier ved driften, og der gives skøn over hvilke resultater, der kan forventes efter indsatsen. Ligeledes bliver arbejdsmiljøproblemerne beskrevet, og der gives også her bud på, hvordan det kan forbedres. Efter at have vurderet miljøgennemgangen nåede man frem til fem hovedindsatsområder:

- En udvidelse af den samlede hydrauliske kapacitet for efterklaringstankene for nedsættelse af overløb efter forklaringen.
- En forbedring af arbejdsmiljøtilstanden i centralbygværket.
- En slutafvandingen: reduktion af arbejdsmiljøbelastningen, reduktion af polymerforbruget og hævelse af tørstofindholdet i det afvandede slam.
- Etablering af rådnetanke, en gasgenerator og en gasmotor.
- Diverse moderniseringer og ombygninger.

Vigtige redskaber til at skabe overblik og fremme motivationen er informationsteknologi i kombination med måleteknik og uddannelse. I de senere år er disse tre elementer blevet prioriteret på Herning Centralrenseanlæg. Man har indført procesovervågningssystemet DORA, som gør det muligt at beregne massebalancer, procesnøgletal i forening med setpunkter. Dataene struktureres i procesrapporter, som giver et overblik over processen med henblik på at kunne evaluere og sidenhen fastlægge en overordnet driftsstrategi for anlægget.

En gang om året skal der udarbejdes en miljøredegørelse, der gør rede for hvilke miljømæssige tiltag, der er blevet sat i gang i løbet af året, og hvilke resultater man har opnået. Sidst i rapporten præsenteres Herning Centralrenseanlægs miljøredegørelse for 1994.

*Forfatter/udførende institution*

Claus Nickelsen. Vandkvalitetsinstituttet.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-734-2

# Massestrømsanalyse for tin med særligt fokus på organotinforbindelser

## Arbejdsrapport nr. 7, 1997

### Miljøstyrelsen

**Formålet med dette projekt har været at gennemføre en detaljeret opgørelse over anvendelsen af tin i Danmark og spredningen af tin til omgivelserne på basis af 1994-forhold. I opgørelsen er der sat særlig fokus på forbrug af og spredning af organotinforbindelser.**

Den viden, der præsenteres i rapporten, bygger hovedsageligt på statistiske oplysninger, Produktregistret samt oplysninger fra offentlige institutioner og private virksomheder.

Forbruget af tin til færdigvarer i Danmark var i 1994 på 740-1.280 tons. Den samlede omsætning af tin i det danske samfund var noget større, da der foregik en omfattende import og reeksport med dåseemballage, kobber-tin legeringer, loddetin i elektronik, dåser og kølere samt metallisk produktionsaffald.

Samlet blev der anvendt 640-1.000 tons metallisk tin, hvoraf de væsentligste anvendelsesområder var tinbelægninger på blik til dåser (33% af forbruget), loddetin, som anvendes til elektronik, VVS og emballager (32%) samt kobber-tin legeringer, som især anvendes til elektriske kontakter, ventiler og armaturer (10%). Bortset fra anvendelsen i kobberlegeringer er det karakteristisk, at tin anvendes i produkter, som bortskaffes til forbrænding eller deponi, og at der bortset fra metallisk produktionsaffald således kun foregår en beskednen genanvendelse af metallet.

Der blev i 1994 samlet anvendt 27-43 tons tin med kemiske forbindelser, overvejende i form af organotinforbindelser. Organotinforbindelser er karakteristiske ved, at der til tinatomet er knyttet en eller flere organiske grupper med en relativt stabil covalent binding. Forbindelserne inddeles alt efter antallet af stabilt bundne organiske grupper i mono-, di-, tri- eller tetraorganotinforbindelser. Tetraorganotinforbindelser anvendes ikke i Danmark.

Den primære anvendelse af mono- og diorganotinforbindelser er som stabilisatorer i PVC, hvor stabilisatorerne forhindrer nedbrydning af plasten ved lys- og varmepåvirkning. Det væsentligste anvendelsesområde for tinstabiliseret PVC er klare tagplader, men der anvendes også væsentlige mængder til presenninger, flasker og emballager. Det skal dog bemærkes, at forbruget kan stige markant, hvis blystabilisatorer i PVC erstattes med organotinforbindelser.

Diorganotinforbindelser anvendes i øvrigt i små koncentrationer til katalysatorer i siliconer og polyurethanskum samt en række lim- og malingsprodukter. Forbindelserne anvendes således i en meget lang række produkter, som igen anvendes i færdigvarer som elektronik, fodtøj, køretøjer eller møbler.

Triorganotinforbindelser anvendes på grund af deres biocidvirkning i antifoulingmaling, som forhindrer begroning af skibe, til overflade- eller vakuumimpregnering af træ og blev i 1994 også anvendt i forbindelse med fremstilling af pesticider.

Uorganiske forbindelser blev anvendt til elektrolytiske bade til forfinning af elektronik og maskinelementer. Desuden blev der anvendt uorganiske tinforbindelser til glasurer til keramik og porcelæn.

Der findes ingen vejledende grænseværdier for emission til luften, og der findes generelt kun få målinger af emissioner af tin til luft. Emissionerne fra forskellige processer er derfor i høj grad anslået ud fra litteraturværdier. Den samlede emission til luft er anslået til 0,5-6 tons tin pr. år, der stammer fra fremstilling af jern og stål, glas, cement, keramiske materialer, støbegods samt afbrænding af kul, olie og fast affald.

Der findes ingen målinger af emission af organotin til luft, men der må forventes en beskedne emission fra affaldsbrændingsanlæg og fra glasfremstilling.

Tin i vandmiljøet stammer fra spildevand, afgivelse af organotin fra antifoulingmaling på skibe og tab i forbindelse med påføring og afrensning af antifoulingmaling på skibsværfter.

Tab til vandmiljøet kan enten udtrykkes som tabet til vandmiljøet et eller andet sted i verden som et resultat af anvendelsen af antifoulingmaling i Danmark, eller som det samlede bidrag til de indre danske farvande. Tabet beregnet på baggrund af forbruget af antifoulingmaling i Danmark anslås til 2,9-3,8 tons tin. Af dette anslås danske skibe at være ansvarlig for 12-35%.

På basis af foreløbige undersøgelser af organotin i spildevandsslam vurderes det, at triorganotin i spildevand udgjorde højst 5% og formentlig noget mindre af den samlede tilførsel af triorganotin til vandmiljøet i Danmark, mens anvendelse af antifoulingmaling (tab fra skibstrafik og værfter) gav anledning til de resterende 95%.

Fra skibsværfter er tab med spildevand blevet reduceret kraftigt og er i dag marginalt, men det er stadig uklart, i hvilket omfang spredning af organotin med aerosoler fra sprøjtemaling og støv fra sandblæsning bidrager til forureningen af vandmiljøet i og nær havne. De foreliggende oplysninger indikerer, at bidraget kan udgøre en væsentlig del af det samlede tab til danske farvande.

Tab af organotin til jord hidrørte fra spredning af slam (0,1-0,9 tons tin), afvaskning og spild af træimpregneringsmidler (0,4-1,4 tons tin), brug af pesticider (0,02 tons tin) eller spredning af støv og aerosoler, der indeholder antifoulingmaling fra skibsværfter (0,03-0,3 tons tin). Da der sker en omsætning af organotinformbindelserne i og på overfladen af de produkter, hvor forbindelserne anvendes, er det ikke sikkert, at de forbindelser, der tabes, er de samme som forbindelserne, der anvendes i produkterne. Der findes generelt kun en meget begrænset viden om, hvilke forbindelser der konkret tabes.

Der forekommer stort set ingen genanvendelse af metallisk tin med udtjente produkter i Danmark. Der indsamles årligt 220-270 tons tinskrot, der eksporteres til genanvendelse i udlandet. Indirekte genanvendelse af organotin forekommer i forbindelse med genanvendelse af PVC tagplader, men i relation til det samlede forbrug af organotin er der tale om beskedne mængder.

*Forfatter/udførende institution*

Carsten Lassen, Steffan Vaaben og Erik Hansen, COWI.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-735-0

# Renere teknologiprojekter 1995

## Arbejdsrapport nr. 8, 1997

### Miljøstyrelsen

**Denne rapport indeholder resumeer af samtlige Miljøprojekter og Arbejdsrapporter om renere teknologi – i alt 41 – som blev udgivet i 1995.**

Projekterne er gennemført under Miljøstyrelsens Handlingsplan for Renere Teknologi 1993-97, hvis hovedformål er at sikre implementering af resultaterne fra de tidligere handlingsplaner, at fortsætte forsknings- og udviklingsaktiviteterne, f.eks. med substitution af miljøskadelige stoffer og materialer, og at flytte fokus fra produktionsprocesser til produkter.

I 1995 har vægten især ligget på projekter, der ud fra en perspektiverende vinkel sætter fokus på Renere Teknologi-indsatsen – i udvalgte brancher, inden for særlige produktområder, eller for særligt belastende stoffer. En række projekter indgår i en større, samlet vurdering af spredningen af renere teknologi. Evalueringen koncentrerer sig om seks hovedområder, som der i perioden 1987-1992 blev givet renere teknologi tilskudsmidler til.

Et gennemgående tema i evalueringsprojekterne er, at renere teknologi indsatsen bærer frugt, men at der på en række områder stadig bør ske en intensiveret indsats. Mange af projekterne peger således på, at der på grundlag af ny viden og indhøstede erfaringer kan defineres fokuserende projekter, som retter sig mod de tilbageværende problemområder i industrien.

Samspillet mellem virksomheder og myndigheder, bl.a. om miljøstyring og -ledelse er et andet tema, der udvikles gennem projekterne. F.eks. er fire Miljøstyringsprojekter på virksomheder, som blev igangsat i 1993, nu afrapporteret med en status ved en vigtig milepæl: implementering og certificering af miljøstyringssystemer. Også her fortsætter arbejdet.

Endelig udvikles der i projekterne metoder og værktøjer, der kan anvendes bredt til at vurdere miljøbelastningen og prioritere indsatsen der, hvor en reduktion har størst miljømæssig effekt. Her inddrages i stigende omfang modeller, der kan beregne eller vurdere såvel miljøeffekter som samfunds- og driftsøkonomiske konsekvenser. Miljøøkonomi er således et nyt område, som skal udvikles, hvor der er behov for en øget forskningsindsats.

Der er givet krydsreferencer for de projekter, som indgår i større udredninger, eller hvor der foreligger forudgående eller efterfølgende projekter.

Samlingen udgives også på engelsk.



*Forfatter/udførende institution*

Susanne Stormer, Substans.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-738-5

# Elimination af organisk belastet spildevand fra organisk batchproduktion

**Arbejdsrapport nr. 18, 1997**

## **Miljøstyrelsen**

**Projektets overordnede mål er at designe og opføre et funktionsdygtigt fuldskala-anlæg til genvinding af minimum 14 tons organiske opløsningsmidler og reduktion af A/S GEAs vandforbrug med 2.000-3.000 m<sup>3</sup> pr. år. Anlægget opføres på basis af viden fra projektets første del, der gør rede for omlægning af vakuumpumper fra drift med vand til olie. Anlægget blev i første projektdel testet i pilotskala med succes. Denne rapport handler om design og opførelse af fuldskalaanlægget.**

Projektet kan deles op i tre hovedblokke:

- Dimensionering, design og styring af fuldskala-anlægget.
- Fysisk opførelse, test og efterprøvning af anlægget.
- Rapportering af samarbejdet.

Dimensionering og design af anlægget bygger på en række kompromiser og begrænsninger, der udspringer af teoretiske, fysiske og økonomiske muligheder og rammer. De enkelte tekniske elementer i anlægget har hver for sig været velkendte, mens kombinationen af og samspillet mellem enkeltdelene skulle undersøges. Opførelsen af anlægget omfatter ca. 1 km rustfri syrefaste rør, ca. 100 ventiler, styreledninger, pumper og andet udstyr.

Mod tidligere udledning af ca. 16,5 tons opløsningsmidler pr. år til spildevand og luft forventes nu opsamling af ca. 15 tons opløsningsmidler pr. år. De resterende 1,5 tons udledes til luft. De opsamlede opløsningsmidler forventes at kunne genanvendes i processer, hvor kvaliteten af opløsningsmidlet ikke er kritisk. Der forventes en genanvendelsesprocent på maksimalt 80%.

Vakuumpumper er med succes omstillet fra drift med vand til drift med olie. Vandforbruget på 2.000-3.000 m<sup>3</sup> pr. år er helt elimineret.

Anlægget vurderes desuden at kunne fjerne og opsamle opløsningsmidler med lave og mellem damptryk tilfredsstillende. Udledningen af opløsningsmidler til luft ved maksimal produktion er under 2 kg/t.

Anlægget kan behandle enkeltproduktioner af opløsningsmidler med høje damptryk. Anlægget kan dog ikke behandle flere samtidige produktioner, hvori der findes opløsningsmidler med højt damptryk, idet udledningen af opløsningsmidler til luft vil blive for stor.

Effektiviteten af anlægget er afhængig af en række forudsætninger. For at opnå gode resultater er kedel- og rørsystemernes tæthed over for indsvævende luft under vakuum vigtigt. Hvis tætheden kan forbedres, falder udledningen af opløsningsmidler tilsvarende og ville i højere grad kunne anvendes til produktioner med opløsningsmidler med høje damptryk. Stiger indsvævningen af luft i kedel- og rørsystemet, vil udledningen af opløsningsmidlerne stige.

Økonomisk vil driften med det nye anlæg betyde en besparelse i driftsomkostningerne på ca. 70.000 kr./år. Besparelsen kommer som følge af reducerede udgifter til vand, vandaf-

lednings- og spildevandsafgifter. Genanvendelse af opløsningsmidler reducerer behovet for indkøb og affaldsbortskaffelse. Et stigende energiforbrug til køling af kølervæske og indkøb af olie til pumperne betyder dog øgede omkostninger.

*Forfatter/udførende institution*  
Søren Birch, Ernst & Young A/S.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-757-1

# Miljørigtig projektering – data fra offentlige registre og GIS

## Arbejdsrapport nr. 20, 1997

### Miljøstyrelsen

**Formålet med denne rapport er at kortlægge, hvorledes relevante miljødata kan indhentes fra offentlige og private registre og bearbejdes inden for rammerne af et GIS (Geografisk Informations System) til brug for miljørigtig projektering. Rapporten er defineret som et værktøjsprojekt under ”Miljørigtig Projektering . Fase 2, afprøvning og høring”. Projektet er et værktøj, der kan anvendes i forbindelse med kortlægning af miljøpåvirkningerne fra et bygge- og anlægsprojekt og disses effekter på projektets omgivelser.**

Værktøjsprojektet bygger videre på erfaringer og ideer udviklet under et tidligere gennemført projekt: ”ADOR – Anvendelse af Data fra Offentlige Registre”, som havde til formål at give et overblik over eksisterende, fortrinsvis offentlige databaser, iværksætte konkrete forsøg med anvendelse af data herfra og knytte denne anvendelse til rådgivernes almindelige arbejde med struktureret edb-anvendelse.

Fase 2 omfatter en videreudvikling og operationalisering af metoder til miljørigtig projektering og er planlagt at forløbe i en treårig periode, som blev afsluttet med en offentlig høring i 1997.

Det primære resultat af fase 2 er ”Håndbog i miljørigtig projektering”, som består af metodebeskrivelser, vejledninger, miljødata og eksempler. I tilknytning til udviklingen af håndbogen er principperne i miljørigtig projektering afprøvet i konkrete demonstrationsprojekter. Arbejdsrapporten beskriver resultaterne af det udførte miljøarbejde, mens den generelle metodik for miljørigtig projektering er beskrevet i håndbogen.

Når miljøpåvirkningerne ved et projekts fysiske placering og omgivelserne, der påvirkes af støj mm., skal vurderes for at fastlægge omfanget af miljøeffekterne, skal miljøpåvirkningernes udbredelse sammenholdes med de eksisterende forhold.

I projektets første del er beskrevet, hvad der er væsentlig for at etablere en ramme i form af et GIS, hvor de stedstemte data kan behandles som geografiske stedfæstede objekter med tilknyttede egenskabsdata. Til et GIS, der er egnet til miljørigtig projektering, er følgende kategorier af objekter fundet relevante:

- Projektforhold.
- Naturforhold (flora, fauna, mindesmærker m.fl.).
- Planforhold (regionplaner, lokalplaner m.fl.).
- Ejendomsforhold (BBR, ESR m.fl.).
- Topografi og teknik (topografiske kort, ledningsplaner m.fl.).

Frembringelsen af datagrundlag kan dels ske fra eksisterende offentlige og private registre, dels fra data genereret i det aktuelle projekt. For de eksisterende data er der udarbejdet en

”Bruttoliste over databehov og tilhørende dataregistre” (tabel 3.1), hvor der for hver af ovenstående fire kategorier (natur-, plan- og ejendomsforhold samt topografi og teknik) er angivet et antal hovedtemaer med tilhørende temaer med geografisk reference samt kort- og registernavne.

Til hver kort- og registernavn er der udarbejdet et datablad med information om registrets tilhørsste, indhold og geografiske dækning, samt hvordan data kan udveksles med det pågældende register.

I projektet er der yderligere arbejdet med anvendelse af registerdata og GIS i to eksempler nemlig Byomdannelse af et udtjent industriområde i Herning (demonstrationsprojekt nr. 7) og Renovering og udvidelse af Kasted vandværk (demonstrationsprojekt nr. 16). Der er med udgangspunkt i sidstnævnte lavet en billedpræsentation, som kan afvikles på en computer under Windows.

*Forfatter/udførende institution*  
COWI, Scankort I/S, PLF Data A/S.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-769-5

# Miljørigtig projektering af kloakfornyelse i Herning

## Arbejdsrapport nr. 21, 1997

### Miljøstyrelsen

I de kommende år vil der blive investeret store summer i renovering og fornyelse af kloaksystemerne bl.a. med henblik på at forbedre miljøtilstanden for grundvand og vandrecipienter. Målet med dette projekt er at medvirke til at sikre, at kloakfornyelsen gennemføres miljømæssig rigtigt, så valg af materialer, system, udførelsesmetoder, funktion og bortskaffelse mv. sker på baggrund af en samlet teknisk, økonomisk og miljømæssig vurdering.

Demonstrationsprojektet "Miljørigtig projektering af kloakfornyelsen i Herning" består af to dele:

- Planlægning og udarbejdelse af projektforslag for kloakfornyelse.
- Hovedprojektering og udbud af kloakfornyelse.

Projektet baseres på et konkret område i Herning by, hvor kloaksystemet skal fornyes.

Herning Kommune er med områdets udnævnelse til 'Green City Denmark' motiveret til at medvirke i projektet og bl.a. derigennem fremme indførelsen af renere teknologi.

Formålet med demonstrationsprojektet for kloakfornyelse er:

- At afprøve og medvirke til videreudvikling af metoder for miljørigtig projektering, så metoderne kan konkretiseres i vejledninger og procedurebeskrivelser for gennemførelse af miljømæssige undersøgelser og vurderinger i planlægningsprogram.

Projektet har endvidere som sekundært formål:

- At belyse visse miljømæssige aspekter i livsforløbet ved to forskellige former for kloakfornyelse for et konkret projekt: Fornyelse ved opgravning og fornyelse ved opgravningsfri (nodig) metode. Endelig er formålet at belyse mulighederne for at stille miljøkrav i udbudsmaterialet.

Som sideeffekt giver projektet således et eksempel på en miljømæssig belysning af forskellige renoveringsmetoder ved kloakfornyelse samt materiale- og systemvalg for et konkret projekt. De kommende år vil der blive investeret store summer i renovering og fornyelse af kloaksystemerne. En opgave, der i høj grad gennemføres for at forbedre miljøtilstanden for bl.a. grundvand og vandrecipienter.

Det vil være af stor betydning, at denne kloakfornyelse gennemføres miljømæssig rigtigt, så valg af materialer, system, udførelsesmetoder, funktion og bortskaffelse mv. sker på baggrund af en samlet teknisk, økonomisk og miljømæssig vurdering.

Det præciseres, at den miljømæssige betydning af renoveringsmetoder og materialer er baseret på de umiddelbart tilgængelige miljødata, for de miljøpåvirkninger Herning Kommune har prioriteret. Resultatet af den miljømæssige belysning må derfor ikke opfattes som en detaljeret miljøvurdering.

I projektet er der arbejdet på to niveauer: et overordnet niveau, som gælder generelt for kloakfornyelse, og et mere detaljeret niveau i forhold til den konkrete lokalitet.

På det overordnede niveau er der – på baggrund af en kortlægning – opstillet et miljøprogram og en miljøplan for miljøindsatsen kloakfornyelse i Herning Kommune. I samarbejde med Herning Kommune er der formuleret en generel miljøpolitik og miljømålsætning for kloakfornyelse. På den baggrund har Herning Kommune prioriteret en række ligeværdige miljøpåvirkninger, som anses for at være de væsentligste:

- Forbruget af råstofressourcer.
- Energiforbrug og arbejdsmiljø ved fremstilling af varer.
- Energiforbrug ved udførelsen.
- Arbejdsmiljø og gener for borgerne ved udførelsen.
- Genanvendelse af materialer i udførelsen.
- Energiforbrug og arbejdsmiljø i driften.
- Spildevandsbelastning af recipient.
- Bortskaffelse og genanvendelse.

Derudover indgår levetider som en betydende parameter.

Erfaringerne fra projektet er, at det er væsentlig, at der foreligger eller kan fremskaffes fyldestgørende miljødata for materialer og metoder.

Udbredelsen af miljørigtig projektering kræver, at der findes frem til enkle og gennemskuelige metoder, der er anvendelsesorienteret. Samtidig skal dog bemærkes vigtigheden af, at der involveres miljøfagfolk i projekterne.

*Forfatter/udførende institution*

Nellemann, Nielsen & Rauschenberger A/S, Herning Kommune.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-768-7

# Miljørigtig projektering af byfornylsesejendom i København

## Arbejdsrapport nr. 22, 1997

### Miljøstyrelsen

**Med udgangspunkt i et byfornyelsesprojekt afprøves og videreudvikles en analysemodel til miljørigtig projektering, som anvendes i rådgivnings- og projekteringsfaser i byggeprojekter, hvor offentlig finansieringsstøtte gives i henhold til Lov om offentlig byfornyelse, kap. II.**

Projektet er udført for de indledende projekteringsfaser i et byfornyelsesprojekt for en ejendom på Nørrebro i København. Den pågældende ejendom er en ca. 100 år gammel femetagers beboelsesejendom, som ejes af andelsboligforeningen A/B Sankt Hans Torv 30 – Nørre Allé 1.

Demonstrationsprojektet relaterer til Københavns Kommunes beslutning om byfornyelse af Ahornsgade-karréen og omfatter hovedsageligt modernisering og istandsættelse af ejendommens klimaskærm. Projektet er således koncentreret om udskiftningen af tag, istandsættelsen af facaden samt udskiftningen og istandsættelsen af samtlige vinduer. Herunder giver beslutningen mulighed for individuel modernisering af boligen i form af indretning af bad/ wc samt udskiftning af køkkener.

Hovedformålet med projektet er:

- At afprøve og medvirke til en videreudvikling af den under forprojektet udarbejdede miljøanalysemodel for byggeri anvendt på de tidlige rådgivnings- og projekteringsfaser i byggeprojekter, hvor offentlig finansieringsstøtte gives i henhold til Lov om offentlig byfornyelse, kap. II.
- At afprøve og medvirke til videreudvikling af den håndbog med tilhørende værktøjer, som er blevet udarbejdet under et andet af delprojekterne.

De konkrete delformål med projektet er at:

- At gennemføre miljørigtig projektering i en byfornyelsessag, idet der tages hensyn til den specielle planlægningsprocedure gældende for disse byggesager, herunder at
  - udføre detaljerede miljøvurderinger for udvalgte bygningsarbejder, som beboere ikke kan nedlægge veto mod på grund af den gældende byfornyelseslovgivning,
  - afdække barrierer dels hos private bygningsejere, dels hos godkendende kommunale myndighed, som måtte hindre udbredelsen af miljørigtig projektering i byfornylsesejendomme.

Indledningsvis er der udført en overordnet kortlægning, hvori der bl.a. identificeres de begrænsninger, som ligger på projektet, samt en vurdering af deres betydning. En af de vigtigste begrænsninger ved dette projekt har været myndighedskrav i henhold til Lov om offentlig byfornyelse og den rolle, som Stadsarkitektens Direktorat spiller i byfornyelsessager i København. Formålet med offentlig byfornyelse er at afhjælpe de meget dårlige boligforhold samt at bevare vores kulturarv. Disse primære interesser kan være vanskelige at samordne med ideelle miljøhensyn.



Et andet vigtigt element i den overordnede kortlægning er en beskrivelse og en vurdering af ejendommens væsentligste miljørelationer i hele dens livscyklusforløb. Herunder er ejendommens ressourceforbrug i form af energi og vand samt miljøpåvirkninger i form af emissioner til luft, jord og vand opgjort og vurderet i det samlede livscyklusforløb, som i denne sag regnes fra tilførslen og indbygning af nye materialer (tag, facade, vinduer) til nedrivning om 50-80 år.

Livscyklus fase 1 er udvinding af f.eks. skifer, kalk og træ, fase 2 er forarbejdning og fremstilling af bl.a. tagsten, mørtel og vinduer, fase 3 er udførelse af byfornyelsen, fase 4 er driften af huset efter byfornyelsen, og endelig er fase 5 nedrivning og bortskaffelse af de ved byfornyelsen tilførte materialer. Opgørelsen viser, at husets driftfase udgør langt den største miljøbelastning i det samlede livscyklusforløb.

Rapporten afsluttes med en opsamling af demonstrationsprojektets erfaringer med miljørigtig projektering. Her beskrives dels erfaringer med selve arbejdsprocessen, herunder håndbogens anvendelighed, dels erfaringer med bygherresamarbejdet.

Projektet er gennemført med miljørigtig projektering i henhold til anvisningerne i håndbogen udg. C.

*Forfatter/udførende institution*

Erik K. Jørgensen A/S, AB Sankt Hans Torv / Nørre Allé.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-767-9

# Miljørigtig projektering af boligforbedring og byfornyelse i Kolding

**Arbejdsrapport nr. 23, 1997**

## **Miljøstyrelsen**

**Dette demonstrationsprojekt, DP 12, indgår i rammeprojektet Miljørigtig Projektering, hvis formål er at medvirke til at kombinere teoretisk metodeudvikling og praktisk afprøvning af den projekteringsmetodik, som udvikles under det samlede rammeprojekt. Demonstrationsprojektet knytter sig til et projekt for byfornyelse og boligforbedring i et område i Kolding beliggende mellem Sdr. Havnegade, Kongebrogade og Kolding Å.**

Formålet med DP 12 har derfor bl.a. været, under projekteringen af et markant byfornyelses- og boligforbedringsprojekt, at anvende, afprøve og medvirke til en videreudvikling af de værktøjer, primært "Håndbog i miljørigtig projektering", som gennem metodebeskrivelser sikrer, at der ved projekteringen udføres helhedsvurderinger af miljøpåvirkninger og -effekter.

Byfornyelsesprojektet består af flere projektdele:

- Byfornyelse i området.
- Boligforbedringer i ejendommen Solgården.
- Forsøgsprojekt med 1000 m<sup>2</sup> solceller bygningsintegreret på ejendommen, dels på taget og dels på altaner.
- Rationel montering af elevatorer i ejendommens otte opgange.

Miljørigtig projektering har primært knyttet sig til projekteringsarbejdet i program- og forslagsfaserne, men med enkelte detailvurderinger i projektfasen.

Rammerne for byfornyelsesprojektet var formuleret inden opstarten af DP 12. Disse rammer er fastsat som Kolding Kommunes og lovgivningens mål for byfornyelsesindsatsen. Dette har medført, at der i demonstrationsprojektet er taget udgangspunkt i de 18 konkrete punkter i "Forslag til beslutning" for byfornyelsen, som er vedtaget af Kolding Kommune.

På baggrund af bygherremålsætninger, "input/output" vurderinger samt vurderinger af miljøpåvirkninger, -effekter og -virkemidler er der foretaget en prioritering, som har resulteret i, at der for følgende punkter er opstillet målsætninger og mål:

- Gårdrydning og etablering af parkerings- og haveanlæg.
- Fornyelse af tagdækningen.
- Varmesystemet fornyes.
- Fornyelse af vandfordelingssystemet.
- Der etableres solcelleanlæg på taget.
- Elinstallationer fornyes.
- Badeværelser fornyes og nybestykkes.
- Køkkener fornyes og nybestykkes.
- Der etableres et affaldssystem.

- Eksisterende jordforurening skal håndteres. Arbejdsmiljøet har været prioriteret.

I input/output vurderingerne af de 18 konkrete opstillede punkter er der primært taget udgangspunkt i livscyklusfaserne:

- Udførelse og ændringer.
- Drift og vedligehold.
- Nedrivning og bortskaffelse.

Ved den senere udførte detailvurdering er der også medtaget vurderinger inden for faserne: råstofudvinding samt fremstilling af bygge- og anlægsvare.

På baggrund af kortlægningens resultat er der udarbejdet et Miljøprogram, hvor bl.a. de konkrete mål er angivet.

På basis af miljøprogrammet er der udarbejdet en Miljøplan for den videre integrering af miljøhensyn i projektet. Heri fastlægges bl.a., at der efterfølgende skal udføres detailvurderinger af:

- Om renovering af badeværelser skal ske på traditionel vis ("in-situ") eller ved at anvende præfabrikerede elementer.
- Om der som tagdækningsmateriale skal anvendes bitumenpap eller PVC-folie.

Detailvurderingerne er udført som en sammenligning af alternativerne gennem alle livscyklusfaserne. Som grundlag for vurderingerne har man anvendt de checklister, som blev udarbejdet under delprojekt 5. Da der ved sammenligningen indgår mange miljøbelastninger, som man ikke lige kan sammenligne, har man forsøgt at sammenligne på kvalificerbare delelementer og efterfølgende lavet en mere subjektiv vægtet helhedsvurdering.

Erfaringerne fra gennemførelsen af dette demonstrationsprojekt har bl.a. været, at den systematik for miljørigtig projektering, som "Håndbog i miljørigtig projektering" anviser, er en god måde at inddrage de miljømæssige aspekter i projekteringsfasernes vurderinger og beslutninger. Dette gælder også på et byfornyelses- og boligforbedringsprojekt som det her omtalte, selvom rammerne for projektets omfang, herunder bygningens placering og udførelse, var fastlagt på forhånd.

De miljømæssige vurderinger indgår som en del af det samlede vurderingsgrundlag for et projekt, og erfaringen viser, at disse ikke vægtes så tungt som eksempelvis de tidsmæssige og økonomiske forhold. Det har endvidere vist sig, at der allerede i lovgivningen er taget højde for mange af de miljømæssige hensyn, vi er nået frem til, specielt i livscyklusfaserne: Udførelse og ændringer samt drift- og vedligeholdelse.

*Forfatter/udførende institution*

RAMBØLL, Kolding Kommune, Byfornyelsesselskabet DANMARK.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-766-0

# Miljørigtig projektering af jernbaneanlæg

## Arbejdsrapport nr. 24, 1997

### Miljøstyrelsen

**Rapporten beskriver arbejdet med to uafhængige delaktiviteter i rammeprojektet "Miljørigtig projektering". Det første omhandler miljørigtig projektering i forbindelse med renovering af en jernbanebro. Det andet beskriver indsamling og behandling af DSBs erfaringer med Miljørigtig Projektering på fire større anlægsopgaver gennemført i perioden 1991 til 1996.**

Kapitel 2 til 5 omfatter kun brorenoveringsaktiviteter. Der er tale om en beskrivelse af de dokumenter, som er fremkommet som led i miljørigtig projektering. Kapitlerne kan betragtes som selvstændige dokumenter.

Kapitel 6 omfatter erfaringer fra projektering i forbindelse med renovering af en bro.

Brorenoveringsaktiviteten er gennemført efter metodebeskrivelsen i "Håndbog i miljørigtig projektering". I den overordnede kortlægning er de forskellige muligheder for at sikre passagemulighederne på stedet vurderet. Dette er sket ud fra en livscyklustankegang.

Med baggrund i den konkrete lokalisering konkluderes det, at de væsentligste miljøpåvirkninger er knyttet til gener for naboer i form af støj, støv og lugt. Andre påvirkninger er trafikbelastning, sundhedsskader for de arbejdere, der skal udføre arbejdet, og endelig forurening af jord fra afrensning af blymønje på eksisterende rækværk.

Projektets miljøpolitik er baseret på DSBs overordnede kortlægning. Der er fastlagt miljømål for de væsentligste miljøpåvirkninger og opstillet succeskriterier for projektet.

Der er gennemført miljøvurderinger af to alternative placeringer af arbejdspladser, fem forskellige belægningsmaterialer og to metoder til reparation af rækværket.

Miljøvurderingerne har dannet grundlag for udarbejdelse af udbudsmaterialet. Heri er der opstillet miljøkrav, og i tilsynsfasen har der været behov for at fastholde entreprenøren på krav, der fremgår af udbudsmaterialet.

Problemstillingerne omkring miljøforhold har været så begrænsede, at en erfaren miljømedarbejder forholdsvis let har kunnet overse dem. Håndbogens krav om udarbejdelse af den overordnede kortlægning, miljøprogram og miljøplan har betydet, at arbejdet har været forholdsvis ressourcekrævende, projektets omfang taget i betragtning.

Indsatsen omkring udarbejdelse af miljøvurderinger vurderes derimod til at være relevant i den forstand, at miljøvurderingerne har forbedret bygherrens beslutningsgrundlag. Det er således bygherrens opfattelse, at miljøvurderingerne sammen med miljøkrav i udbudsmaterialet har været til gavn for miljøet.

Renoveringsaktiviteten omkring jernbanebroen må betragtes som en succes i relation til de opstillede miljømål. Der er ikke indkommet klager fra hverken naboer eller myndigheder.

Kapitel 7 indeholder respons til Håndbog i Miljørigtig projektering. Responsen er fremkommet ud fra DSBs erfaringer fra fire større anlægsprojekter og er bygget op over ni udvalgte temaer:

- Kommentarer til håndbogens opbygning.
- Miljørigtig projektering af anlægsprojekter
- Indsatsen i forhold til projekternes omfang.
- Organisering af miljøarbejdet.
- Realisering af miljømål.
- Checklister målrettet anlægsprojekter.
- Miljøplanen.
- Bygherrerollen.
- Arbejdsmiljø.

Responsen bekræfter håndbogens principper om, at projekteringen gennem hele projektførelsen skal udføres i tæt samarbejde mellem de projekterende og miljøfagmedarbejdere.

DSBs erfaringer viser, at der i anlægsopgaver ofte er behov for en bredere fortolkning af miljøpåvirkninger end den, håndbogen i den nuværende form lægger op til.

DSB peger på, at håndbogen er rettet mod byggeprojekter. Særlige afsnit om anlægsprojekter eller evt. et selvstændigt hæfte ville forbedre mulighederne for at gennemføre miljørigtig projektering på anlægsprojekter.

Der peges i responsen på, at det er vigtigt, at alle anlægsprojekter underkastes en miljøscreening, som danner grundlag for fastsættelse af hvilket detaljeringsniveau, der skal arbejdes med miljørigtig projektering på. DSB ser en risiko for, at håndbogens intentioner ikke opfyldes i mindre projekter, hvis ikke den projekterende tilpasser håndbogens metodebeskrivelse og afvejer detaljeringsniveau i forhold til den aktuelle opgave.

DSB peger på betydningen af, at miljøfunktionen i en projektorganisation er synlig og organiseret, så det klart fremgår, at den har tværfaglig karakter.

Erfaringerne har vist, at målet med miljørigtig projektering først er nået, når projekterne er udført i overensstemmelse med de opstillede miljømål. Det er nødvendigt at følge de intentioner op, som den projekterende har haft, både i udbudsmateriale og ved tilsyn.

Håndbogens behandling af emnet ”Miljøplan” er ikke tilstrækkelig. Den hjælp, projekterende kan hente i håndbogen, når der skal udarbejdes en miljøplan, bør derfor udbygges.

DSB peger på, at håndbogen især henvender sig til den projekterende. Et afsnit til bygherren, om de forventninger den projekterende har til bygherren, ville være gavnligt.

Endelig peger DSB på, at også arbejdsmiljø skal have en meget central placering i projekteringen. Ved projekteringen må man erkende, at håndtering af miljø- og arbejdsmiljøhensyn ikke kan håndteres ens. Der kan være behov for at indgå i åben dialog om eventuelle konfliktområder mellem de to områder.

*Forfatter/udførende institution*  
COWI.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-765-2

# Miljørigtig projektering af motorvej

## Arbejdsrapport nr. 25, 1997

### Miljøstyrelsen

**Formålet med dette projekt er at afprøve og medvirke til at videreudvikle den udarbejdede analysemodel for anlægsprojekter, som er udarbejdet under forprojektet til Miljørigtig Projektering. Det er endvidere formålet at medvirke til at udarbejde miljøkrav, der kan indgå i udbudsmaterialet for motorvejen, og at udarbejde et paradigme for gennemførelse af Miljørigtig Projektering i forbindelse med fremtidige motorvejsprojekter.**

Projektet er et delprojekt udarbejdet under rammeprojektet ”Miljørigtig Projektering”, og gennem udviklingen af en metode for miljørigtig projektering skal projektet være med til at fremme renere teknologi i bygge- og anlægsprojekter.

Projektet er gennemført i tilknytning til et hovedprojekt, som er udarbejdet af Vejdirektoratet for en ca. 10 km lang delstrækning af motorvejen Esbjerg – Kolding.

Under hensynstagen til at projekteringen af den aktuelle delstrækning var i hovedprojektfasen ved delprojektets igangsætning, blev det ved tilrettelæggelsen af projektet valgt først at foretage en kortlægning, analyse og nærmere miljømæssig vurdering af de umiddelbart forestående aktiviteter med henblik på at udarbejde forslag til miljøtiltag, som kunne medtages i udbudsmaterialet for jord- og afvandingsarbejderne.

Herefter er der ”startet forfra”, idet der er foretaget en overordnet kortlægning og miljømæssige vurderinger af motorvejsprojektet samt udarbejdet anbefalinger til, hvorledes Miljørigtig Projektering af et motorvejsprojekt i fremtiden kunne foretages.

De analyser og vurderinger, der er foretaget i kapitel 2 og 3, er således alene forslag til Miljørigtig Projektering af fremtidige motorveje, idet de af gode grunde kun i begrænset omfang kan relateres til det aktuelle motorvejsprojekt.

De miljømæssige vurderinger i delprojektet er beskrevet i et faseforløb, som omfatter følgende:

- Planlægnings- og programfasen, kapitel 2. Her skal de miljøpåvirkninger, som har betydning for en vejs lokalisering (linieføring, indpasning i terræn og landskab mv.) kortlægges.
- Dispositionsforlagsfasen, kapitel 3. Her foretages der en videre kortlægning under hensynstagen til den større detaljeringsgrad, uddybende specifikationer af krav fra myndigheder, kontakt med interessenter, producenter mv.
- Hovedprojektfasen, kapitel 4. Kortlægningen i hovedprojektfasen har i dette delprojekt omfattet hele spektret af mulige miljøpåvirkninger fra de udvalgte aktiviteter, og ikke som metodikken i Miljørigtig Projektering foreskriver kun de miljøpåvirkninger, som i de tidligere faser er blevet identificeret som væsentlige.
- Anlægsfasen, kapitel 5. Her gives der forslag til, hvordan man overordnet kan sikre at følge retningslinierne med hensyn til miljøet. Ved valg af entreprenør anbefales det eksempelvis, at der udarbejdes en plan for, hvordan miljøparametrene vurderes i forhold til økonomi, funktion, teknik og tidsplaner.

- Og endelig indeholder kapitel 6 en beskrivelse af de indhøstede erfaringer med Miljørigtig Projektering.

Den overordnede kortlægning af miljøpåvirkningerne ved anlæg og drift af motorveje er beskrevet i skemaform, som omfatter følgende:

- Miljøpåvirkning
- Effekt.
- Vurderingsmetode.
- Kortlægningens resultat.
- Virkemidler.

Som en del af den overordnede kortlægning er der foretaget en gennemgang af den relevante lovgivning samt af reglerne i planloven om forudgående miljøvurdering af visse typer af bygge- og anlægsprojekter.

Der er endvidere udarbejdet forslag til emner/områder, som anbefales inddraget i vurderinger af miljøkonsekvenser i fremtiden.

Det er i delprojektet vurderet, at gældende vejregler, normer, anvisninger og standarder kan medføre en række indirekte miljøeffekter – ud over de miljøpåvirkninger, som kan give direkte miljøeffekter.

Delprojektets gennemførelse har demonstreret vigtigheden af, at medarbejdere med miljøfaglig baggrund inddrages i hele projekteringsforløbet i et samarbejde med anlægsteknikere.

Erfaringerne fra delprojektet viser vigtigheden af, at der foreligger eller kan fremskaffes fyldestgørende miljødata for materialer og metoder.

Udbredelsen af miljørigtig projektering kræver, at der kan anvises enkle og gennemskuelige metoder, som er anvendelsesorienterede.

*Forfatter/udførende institution*  
Carl Bro A/S, Vejdirektoratet.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-773-3

# Miljørigtig projektering af kontorhus i København

## Arbejdsrapport nr. 26, 1997

### Miljøstyrelsen

**Demonstrationsprojekt, DP 8 har været knyttet til IDA's (Ingeniørforeningen i Danmark) planlægning og programmering af et nyt fælles ingeniørdomicil i Københavnsområdet. DP 8 har fulgt IDA-projektet fra den indledende planlægningsfase frem til udarbejdelsen af et dispositionsforslag for et byggeprojekt på Kalvebod Brygge. Projektet har omfattet en sammenlignende miljøvurdering af tre mulige byggeprojekter med forskellig lokalisering i Københavnsområdet, opstilling af et miljøprogram for det valgte byggeprojekt samt udarbejdelse af en miljøplan.**

Det er en meget omfattende opgave at gennemføre en kvalificeret miljøvurdering af så stort et projekt og samtidig skulle bevare overblikket over, hvad der er væsentlige miljøpåvirkninger, og hvad der er mindre væsentlige. DP 8 har fulgt principperne i "Håndbog for miljørigtig projektering" udgave C og benyttet bruttochecklisterne som udgangspunkt for at gennemføre kortlægningen af miljøpåvirkninger og -effekter.

For at kunne arbejde systematisk med kortlægningen af miljøpåvirkninger og -effekter er miljøparametrene opdelt i tre hovedgrupper:

- Ressourceeffekter (effekter på ressourcer).
- Ydre – miljøeffekter (effekter på omgivelser).
- Sundhedseffekter (effekter på mennesker).

De tre hovedgrupper kan underopdeles i et utal af forskellige effekter. Den konkrete miljøkortlægning er baseret på input/output opgørelser, hvor alle relevante input og output mellem omgivelser og bygværket specificeres. Ved input/output opgørelser kan man indkredse de miljøpåvirkninger, et givent projekt kan give anledning til.

Opgaven har været at udpege de miljøpåvirkninger, som repræsenterer væsentlige forskelle mellem de tre potentielle byggeprojekter, og som derfor kunne have en afgørende indflydelse på valg af byggeprojekt. Erfaringerne med at anvende udgave C af håndbogen har vist, at det er nødvendigt at foretage en præcisering og tilpasning af håndbogens metodik til de særlige miljøfaglige problemstillinger, man konfronteres med, når der skal tilvejebringes et miljømæssigt beslutningsgrundlag om valg mellem forskellige byggeprojekter.

Der er i dette delprojekt opbygget en systematik til at gennemføre sammenlignende miljøvurderinger på et tidspunkt i projekteringen, hvor der er truffet meget få bindende valg med hensyn til valg af byggematerialer og udformning af de mulige byggeprojekter, der skal træffes en beslutning om.

På baggrund af miljøkortlægningen var det ikke umiddelbart muligt at konkludere, at det ene byggeprojekt var de andre miljømæssigt overlegent

Men miljøvurderingen har gennem en systematisk kortlægning tilvejebragt et grundlag for bygherren til at foretage en prioritering og strategisk valg af, hvilket byggeprojekt der bedst kan opfylde de fleste af bygherrens krav.



På baggrund af miljøkortlægningen, der er gennemført med udgangspunkt i håndbogens bruttochecklister, er der foretaget en vurdering og prioritering af de forskellige miljøpåvirkninger og -effekter. Det har resulteret i udvælgelse af et antal temaer for miljøindsatsen i det videre projekterings- og byggeforløb:

- Forbrug af knappe ressourcer.
- Fravalg af miljøfarlige produkter.
- Energiforbruget i driftsfasen.
- Sikring af et godt indeklima og arbejdsmiljø.
- Miljøpåvirkningen i opførelsesfasen.
- Synlighed af miljøindsatsen.

På basis af de overordnede temaer er der opstillet et antal operationelle miljømålsætninger, som skal søges opfyldt gennem projekteringen, opførelsen og driften af byggeriet.

Miljøplanen er udarbejdet på baggrund af miljøprogrammet og indeholder en beskrivelse af den organisering og de aktiviteter, der skal sikre, at de opstillede miljømål kan opfyldes, og at de virkemidler, som er formuleret i miljøprogrammet, indarbejdes i rette fase af forløbet.

Der er udarbejdet to responsnotater til Håndbog i Miljørigtig Projektering – udgave C. Responsen er givet i form af nogle kommentarer til, hvordan håndbogen støtter bygherren og rådgiverne i at gennemføre miljørigtig projektering. Kommentarerne er opdelt i generelle kommentarer til håndbogen og kommentarer til de enkelte faser – lokalisering – miljøprogram og miljøplan. Nedenfor er nogle hovedsynspunkter:

- Håndbogens strategiske rammer for miljøvurdering af bygge- og anlægsprojekter virker meget fornuftige og inspirerende. Bygherren og de projekterende tvinges til at tænke systematisk og i helheder.
- Ambitionsniveauet i Håndbogen er dog meget højt, og det kan virke voldsomt og tungt at skulle leve op til de ”dokumentationskrav”, der beskrives i håndbogen. Det er vigtigt, at Håndbogen angiver klare og operationelle metodikker og redskaber, så de er anvendelige i byggebranchen. Det afgørende må være at komme i gang med at indarbejde de væsentlige miljøhensyn i bygge- og anlægsprojekter, frem for at man kommer ud i alle kroge på en gang.
- Der er mange lighedspunkter mellem miljøprogram og miljøplan i den form paradigmerne lægger op til. Det bør overvejes at samle disse i et dokument. Vi har gode erfaringer med at springe direkte fra miljøprogrammet til det, vi har kaldt en miljøaktivitetsplan. Denne er et dynamisk redskab, der ændrer sig i takt med, at projekteringen skrider frem. Miljøaktivitetsplanen er et enkelt skema, der beskriver de enkelte miljøtiltag, der arbejdes med, hvem der er ansvarlig for gennemførelsen, og hvad den næste konkrete aktivitet er i relation til det enkelte miljøtiltag, samt hvad status er for det enkelte miljøtiltag.

*Forfatter/udførende institution*

Moe & Brødsgaard A/S, Ingeniørforeningen i Danmark.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-772-5

# Miljørigtig projektering af en vejbro

**Arbejdsrapport nr. 27, 1997**

## **Miljøstyrelsen**

**Denne arbejdsrapport indgår i en række arbejdsrapporter under fase 2 af rammeprojektet Miljørigtig projektering. Resultatet af fase 2 er "Håndbog i miljørigtig projektering", som består af metodebeskrivelser, vejledninger, miljødata og eksempler. I tilknytning til udviklingen af håndbogen er principperne i miljørigtig projektering afprøvet i konkrete demonstrationsprojekter, herunder dette demonstrationsprojekt, som handler om en vejbro, som skal anlægges over en jernbane i området ved Hammerum mellem Herning og Ikast.**

Vejbroen skal nærmere bestemte anlægges over jernbanestrækningen Skanderborg – Herning og udgør en beskedent del af en ny forbindelsesvej til den kommende motorvejsstrækning fra Herning til Århus.

Det er givet, at der skal anlægges en bro, og placeringen af broen er fastlagt på forhånd. Det indebærer, at der ikke er foretaget en vurdering af miljøpåvirkninger som følge af andre løsningsmodeller. Der er dog igennem projektforslaget foretaget vurderinger og konsekvenser af placeringen, og der er opstillet forslag til virkemidler, hvor det var været relevant.

Vejdirektoratets miljømålsætninger for anlæg er anvendt som overordnet målsætning ved de endelige prioriteringer.

Projektet er udført i tre faser: Programfasen, dispositionsfasen og hovedprojektfasen.

I programfasen blev den overordnede kortlægning udarbejdet. Til grund for kortlægningen er der anvendt et kort over området samt en miljøredegørelse, der er udarbejdet for motorvejsstrækningen. Miljøredegørelsen har til formål at vurdere miljøpåvirkningen ved konstruktionen af broen. Ud fra miljøredegørelsen er det vurderet, at lokaliseringen af broen indebærer, at der kan være risiko for okkerudsvivning og dermed forurening af grundvandet.

Med henblik på at vælge brokonstruktion, henholdsvis en betonsbro, en stålbro eller en træbro, er miljøpåvirkningerne for hver type konstruktion vurderet. Som en hjælp til den sammenfattende vurdering er der anvendt et simpelt scoringssystem, der illustrerer vægtningen af de enkelte miljøeffekter. Denne overordnede vurdering munder ud i den konklusion, at betonsbroen er den brotype, der sammenlagt har færrest miljøeffekter. Derudover viser kortlægningen af brokonstruktionen, at der i forbindelse med anlæg og drift af broen vil være væsentlige påvirkninger af arbejdsmiljøet som følge af arbejdets karakter (arbejde ved spor i drift) og de valgte materialer.

Disse forhold indgår i opstillingen af miljømålsætninger for broen i miljøprogrammet samt i den efterfølgende handlingsplan. De væsentlige miljømålsætninger er: at formindske miljøeffekter som følge af materialeforbrug og energiforbrug, at formindske emissioner af støv og støj i udførelses- og driftsfasen samt at optimere sikkerheden både under udførelsen og i selve driftsfasen.

I dispositionsforslagsfasen er der taget udgangspunkt i, at der er valgt en betonsbro. På baggrund af de opstillede miljømålsætninger er der foretaget en kortlægning af materiale- og energiforbrug til en betonsbro samt en kortlægning af miljøpåvirkninger fra de processer, der udføres. Der er fokuseret på de påvirkninger, betonbroen medfører, samt

hvilke påvirkninger, der medfører de største ressource-, ydre miljø- og sundhedseffekter (arbejds miljø).

Kortlægningen i denne fase har haft til formål at udpege hvilke miljøpåvirkninger, der bør fokuseres på, ud over de områder der allerede er udvalgt i programfasen. Det har også været formålet at opstille forslag til relevante virkemidler til at formindske materiale- og energiforbrug, at reducere emissioner samt at nedbringe arbejds miljøeffekter. Som hjælp værktøj ved prioritering af hvilke miljøpåvirkninger, der bør prioriteres, er et scoringssystem anvendt igen.

Kortlægningen har påpeget, at de væsentligste påvirkninger er: materialeforbrug, energiforbrug, belægningen (asfalt), emissioner fra entreprenørmaskiner samt bitumenrøg, fald og ulykker. Det største energiforbrug i broens levetid forekommer i forbindelse med den valgte belægningstype, som er asfalt. Det er også asfalten, der giver anledning til de største arbejds miljøeffekter. Der er foreslået virkemidler til at formindske materiale- og energiforbrug, at nedbringe emissioner fra entreprenørmaskiner samt at øge sikkerheden under udførelsen. Desuden er der peget på hvilke områder, der skal uddybes i de følgende faser. Det gælder f.eks. valg af asfaltbelægning, herunder minimering af emissioner samt en vurdering af eventuelle alternativer til asfalt.

Efter denne fase er miljøprogrammet revideret. Der er udarbejdet mere detaljerede miljømålsætninger, som er udmøntet i en revideret miljøhandlingsplan. I planen er der foretaget en uddybning af miljømålsætningerne, og der er givet en beskrivelse af de tiltag, der er nødvendige for at opfylde miljømålsætningerne. Desuden har man udpeget de ansvarlige for de enkelte mål.

I hovedprojektfasen er der udvalgt områder til uddybning på baggrund af de tidligere udførte kortlægninger. Samtidigt er der nogle områder, som ikke tidligere har været behandlet. De udvalgte områder er energiforbrug, alternative belægninger på broen samt overfladebehandling af autoværn. Derudover er der foretaget en detaljeret bearbejdning af miljømålsætningerne, som er mundet ud i en opstilling af krav til entreprenører.

Vurderingen af alternative belægninger har vist, at en betonsbelægning resulterer i mindre miljøeffekter end en asfaltbelægning. Der er i denne vurdering ikke set på trafiksikkerhed og kvalitet ved de to materialetyper. Vejdirektoratets overordnede kriterier med hensyn til trafiksikkerhed og kvalitet betyder, at der i dette tilfælde vil blive valgt en asfaltbelægning.

Kravene til entreprenører indeholder bl.a. krav om max. opvarmningstid for entreprenører, krav om brug af miljødiesel samt krav til udarbejdelse af plan for sikkerhed og sundhed (PSS). Der er desuden udarbejdet et paradigme for PSS, som entreprenører eventuelt kan rådes til at følge.

*Forfatter/udførende institution*  
COWI og Vejdirektoratet.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-770-9

# Miljørigtig projektering af Aalborg Tekniske Skole

## Arbejdsrapport nr. 28, 1997

### Miljøstyrelsen

**Dette demonstrationsprojekt i miljørigtig projektering omhandler udvidelse af Aalborg Tekniske Skole. Projektet indgår i byggeprojektfaserne "projektforslag" og "hovedprojekt". Formålet med projektet er at opnå erfaringer med såvel metodeudvikling som praktisk afprøvning.**

Byggeprojektet omfatter opførelse af en ny bygningsfløj på 5.800 m<sup>2</sup> i tilknytning til de eksisterende bygninger på Øster Uttrup Vej 1 i Aalborg.

Projektets bærende idé er at bibringe skolens brugere et sundt undervisningsmiljø og indeklima under forudsætning af en miljømæssig optimal løsning.

Projektforudsætningerne har været præget af de økonomiske og tidsmæssige rammer for projektet.

Der er indledningsvis foretaget en overordnet kortlægning af et undervisningsbyggeri suppleret med eksisterende erfaringer med LCV inden for byggeri og byggematerialer. Desuden er byggeprogrammet og arkitektforslaget kortlagt samt disponeringsforslaget og de lokale forhold.

For ressourceforbrug og emissioner for byggematerialer vurderes det generelt, at indvindinger/fremstilling samt drift og til dels udførelsen er de faser, som generelt bidrager til den største miljøpåvirkning. I forhold til materialer viser bl.a. cement, asfalt, betons- og gipsvarer samt stålkonstruktioner at være blandt de varegrupper indenfor byggeri, som har det største ressourceforbrug og energiforbrug.

Matriklen ved Øster Uttrup Vej viser sig at være særdeles velegnet til undervisningsbyggeri, da karakteren af grunden og omgivelserne medfører en begrænset anden mulig anvendelse af området.

I gennemgangen af byggeprogrammet for projektet vejer de funktionsmæssige krav tungt. De miljø- og ressourcemæssige ønsker og krav til byggeriet fremtræder overordnede og kortfattede. I afvejningen af byggeforslagene er de økonomiske forhold vægtet sammen med det arkitektoniske udtryk.

I arkitektforslaget er miljøaspektet integreret i det arkitektoniske udtryk frem for i forhold til stofkredsløbet, som var antydnet i byggeprogrammet.

Med henblik på at målrette miljørigtig projektering blev der på baggrund af kortlægningen samt bygherrens forudsætninger opstillet en bruttoliste.

Prioriteringen af miljøpåvirkninger er foregået på baggrund af bygherrens præferencer specielt i forhold til driftsfasen, som er formuleret i miljøpolitikken. Herudover har der været taget hensyn til demonstrationsprojektets mulighed for indflydelse i forhold til byggeprojektets frihedsgrader. Prioriteringen er foregået i samråd mellem bygherre, rådgivere og arkitekt.

De prioriterede målsætninger er områder, som bygherren ønsker yderligere kortlagt:

- Opstilling af miljøkrav bl.a. i forhold til gener til omgivelserne i udførelsesfasen.
- Udnyttelse af dagslys i stedet for kunstlys.
- Udnyttelse af naturlig ventilation.
- Synlig registrering og måling af ressourceforbrug i drift.
- Miljømæssig valg af indvendige overflader.
- Miljøkortlægning af valg og udførelse af varmfordelingssystem.
- Livscyklusvurdering af klimaskærmen.

Desuden er der følgende projektaktiviteter:

- Miljøvurdering af projektforslaget.
- Udarbejdelse af plan for miljøkrav i udbudsmaterialet.

Målsætningerne er suppleret med en række mulige virkemidler. Herefter er udarbejdet en miljøplan, som foreskriver, hvordan hver enkelt undersøgelse skal gennemføres.

I hovedprojektfasen gennemføres de miljøkortlægninger, som miljøplanen foreskriver. Miljøkortlægningerne bygger på erfaringer samt litteraturstudier.

Kortlægningerne har affødt en række forslag og anbefalinger til virkemidler som materialevalg, konstruktionsprincipper, overflader, installationer samt indretning mv. Virkemidler har været præsenteret for bygherren, rådgivere og arkitekt.

Efterfølgende er udformet et eksempel på miljømæssige krav i udbudsmaterialet. Kravene er koncentreret omkring minimumskrav til entreprenørens miljøstyring og dokumentation heraf samt levering af miljøoplysninger på udvalgte materialer og komponenter. Eksemplet har været forelagt bygherren samt arkitekt.

En eventuel videregående miljøkortlægning og indarbejdelse af miljøkrav i udbudsmaterialet har været en bygherrebeslutning, som skulle gennemføres i regi af byggeprojektet og under de givne snævre økonomiske rammer.

*Forfatter/udførende institution*

Nelle, Nielsen & Rauschenberger A/S, Aalborg Tekniske Skole.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-770-9

# Miljørigtig projektering ved renovering af vandværk

## Arbejdsrapport nr. 34, 1997

### Miljøstyrelsen

Rapporten omhandler demonstrationsprojekt DP 16, der indgår i en række af projekter under fase 2 i rammeprojektet Miljørigtig Projektering. Udgangspunktet for rapporten tages i renoveringen af Kasted Vandværk.

Formålet med demonstrationsprojektet er at:

- Medvirke til videreudvikling af de under forprojektet udarbejdede metoder for miljøvurdering af byggeri/-anlæg anvendt på en total renovering af Kasted Vandværk.
- Bistå med en konkretisering af modellerne i vejledninger og procedurer for gennemførelse af miljømæssige undersøgelser og vurderinger i planlægnings- og programfasen for et byggeri/anlæg.
- Afprøve anvendelsen af GIS i forbindelse med miljørigtig projektering.
- Indarbejde miljøvurderinger i forbindelse med driftsfasen (teknisk anlæg, grundvandsressourcen, vandbehandling, sikkerhed etc.) i projektet.
- Lade ydre miljø og arbejdsmiljø indgå på lige fod med andre væsentlige forhold i forbindelse med renoveringen af vandværket.

Ud over ovennævnte er der gennem projektet blevet indhøstet erfaringer med den overordnede kortlægning af miljøpåvirkninger, prioritering af miljøpåvirkninger, miljømålsætning, udarbejdelse af miljøprogram samt udarbejdelse af en miljøplan for en totalrenovering af vandværket.

I projektet indgår vurderingerne i forbindelse med driftsfasen som en væsentlig del, idet der er tale om et teknisk anlæg.

Projektet omhandler en totalrenovering af Kasted Vandværk fra kildepladsen til rentvandsbeholder og en evt. udvidelse af højdebeholderkapaciteten med deraf følgende mulighed for bedre udnyttelse af 3-punktstariffen.

Kasted Vandværk leverer ca. 3,5 mio. m<sup>3</sup> årligt, hvilket er ca. 15% af det samlede vandforbrug i Århus Kommune. Vandværket er etableret i 1952, og der er til dato ikke foretaget andet end almindeligt vedligehold og en mindre udbygning af filteranlægget. Der foreligger en tilbunds gående kortlægning af kildepladsen, og der er ikke mulighed for at øge oppumpningen til mere en 3,7 mio. m<sup>3</sup> årligt.

Indledningsvis blev der udarbejdet en overordnet miljøkortlægning for projektet. Miljøkortlægningen blev suppleret med en række alternative virkemidler. På basis af denne kortlægning blev projektets miljømålsætning udarbejdet, og de første væsentlige beslutninger vedrørende lokalisering, form og funktion blev taget.

Den detaljerede kortlægning i såvel projektforslaget som hovedprojektet tager udgangspunkt i detaljerede input/output opgørelser, hvor miljøpåvirkningerne søges kvantificeret for hvert af de mulige virkemidler. Det blev således muligt for bygherren at vælge mellem

de opstillede alternativer under hensynstagen til miljømålsætningen for projektet. I forbindelse med kortlægningen blev COWI's scoringsmodel afprøvet.

Miljøkortlægningen omfatter endvidere en detaljeret kortlægning af de risikoforhold, der kan påvirke den fremtidige grundvandskvalitet. I forhold til de væsentligste risikoforhold blev der i projektet opstillet virkemidler til at minimere risikoen. I projektet blev formidlingen af miljøforhold til bygherren prioriteret højt, så bygherren kunne vurdere miljøforhold på lige fod med økonomi, kvalitet, æstetik etc.

På baggrund af den overordnede kortlægning er der efter håndbogens anvisninger opstillet et miljøprogram for projektet, og der er udarbejdet en miljøplan med tilhørende tids- og aktivitetsplan samt en strategi for styring af miljøindsatsen.

En opgørelse af den samlede reduktion af miljøbelastningerne fra projektet er selvfølgelig svær at udarbejde nøjagtigt, men med baggrund i de opstillede virkemidler og projektets miljømålsætning kan det miljømæssige resultat ved arbejdet med miljørigtig projektering i tekst og runde tal beskrives som følgende:

**Materialer:** Uden at medregne et materialeforbrug ved at etablere nyt vandbehandlingsanlæg i Restrup, udgør den samlede materialereduktion i projektet godt 300 tons (set over projektets levetid) og bortset fra valget af membran, er der tale om materialer, der er kendt i forbindelse med vandbehandling.

**Energi:** Energiforbruget er søgt reduceret med ca. 65 GJ/år (materialer og drift), og de samlede udledninger af CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> er reduceret med ca. 85 tons/år set over en levetid på 50 år.

**Vand:** Vandforbruget er søgt reduceret med 67.000 m<sup>3</sup>/år.

**Sundhed:** Der arbejdes fremover mere systematisk på at nedbringe risikoen for en forringelse af drikkevandskvaliteten. Der er gennemført en forbedring af arbejdsmiljø- og indeklimaforholdene, idet belastningen som følge af tunge løft, fugt og støj reduceres.

Belastningen af det eksterne miljø er endvidere reduceret, idet risikoen for udledning af okkerholdigt skyllevand til å-løb er mindre, og idet der er gennemført konstruktionsændringer, som mindsker støjbelastningen i omgivelserne.

Delprojektet opfatter håndbogen som et godt arbejdsværktøj, der dog stadig har en lidt teoretisk tilgang til arbejdet.

I delprojektet er der udarbejdet respons til håndbogen inden for:

- Metoden – prioritering/scoring, det cykliske forløb, miljøeffekter og miljøpåvirkninger, interessenter, kortlægning af sundhedseffekter og livscyklustilgang.
- Hjælpeværktøjer – bruttolister, lovgrundlag, miljødata, GIS, henvendelsesformulering og arbejdsmiljø.
- Miljøprogram/plan – indhold.

*Forfatter/udførende institution*  
COWI og Århus Kommunale Værker.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-781-4

# Miljørigtig projektering ved renovering af undervisningsbygninger

## Arbejdsrapport nr. 35, 1997

### Miljøstyrelsen

Rapporten omhandler demonstrationsprojekt DP 16, der indgår i en række af projekter under fase 2 i rammeprojektet Miljørigtig Projektering. Udgangspunktet for rapporten tages i renoveringen af musikøvelokale samt undervisningslokale ved Livgardens Kaserne.

Formålet med demonstrationsprojektet er at:

- Afprøve og medvirke til videreudvikling af de under forprojektet udarbejdede metoder for miljøvurdering af byggeri anvendt på et renoverings-/ombygningsprojekt.
- Bistå med en konkretisering af modellerne i vejledninger og procedurer for gennemførelse af miljømæssige undersøgelser og vurderinger i planlægnings- og programfasen for et byggeri/anlæg.
- Høste erfaringer fra arbejdet med miljørigtig projektering i forbindelse med miljøledelsessystemet og bygningsvedligeholdelsessystemet i Forsvaret.
- Benytte demonstrationsprojektet som udgangspunkt for opbygning af miljørigtig projektering i Forsvarets bygningstjeneste under hensynstagen til Forsvarets øvrige miljøledelsessystem.

Delprojektet omhandler anvendelsen af ”Miljørigtig projektering” i forbindelse med ombygning og renovering af musikøvelokale samt undervisningslokale ved Livgardens Kaserne. Der er tale om en indvendig ombygning/renovering af en fredet staldlænge til Rosenborg Slot. Projektet er i sig selv et arbejdsmiljøprojekt, idet projektet gennemføres med det formål at skabe øget volumen og dæmpning i øvelokalet, således at lydtrykket på musikerne sænkes. Det øgede volumen fremkommer ved at inddrage tilstødende lokaler samt ved fjernelse af et eksisterende etagedæk.

I delprojektet indgår miljørigtig projektering i projekteringsfaserne:

- Dispositionsforslag
- Projektforslag
- Hovedprojekt

Miljørigtig projektering er søgt integreret i projekteringen både ved at anvende den udviklede metode, men også ved en formidling af de miljømæssige konsekvenser ved valg af et givet virkemiddel til projektleder i Forsvarets Bygningstjeneste og totalrådgiver inden afgørende projektfaser.

Miljøkortlægningen blev påbegyndt ved udarbejdelse af dispositionsforslaget, dvs. efter at byggeprogrammet for projektet var udarbejdet. Den overordnede miljøkortlægning blev udarbejdet samtidig med, at Forsvarets miljøstrategi blev omsat til miljøeffekter.

Med udgangspunkt i miljøkortlægningen og miljøstrategien omsat til effekter blev bygherrens prioritering og miljømålsætning udarbejdet.



I forbindelse med projektforslag og hovedprojekt blev den detaljerede miljøkortlægning målrettet med den opstillede miljømålsætning for projektet.

I projektet blev formidlingen af miljøforhold til bygherren prioriteret højt, så bygherren kunne vurdere miljøforhold på lige fod med økonomi, kvalitet, æstetik etc.

På baggrund af den overordnede kortlægning blev der efter håndbogens anvisninger opstillet et miljøprogram for projektet, og der blev udarbejdet en miljøplan med tilhørende tids- og aktivitetsplan samt en strategi for styring af miljøindsatsen.

Det kunne ved afslutningen af hovedprojektet belyses, at den opstillede miljømålsætning for projektet kunne opnås, dvs. at forbrug af energi i såvel drift som valg af materialer søges mindsket med 20% via arbejdet med miljørigtig projektering. De 20% er i overensstemmelse med Forsvarets miljøstrategi.

I projektet optimeres forbrug og genanvendelighed af materialer under hensyntagen til projektets primære mål – dæmpning af lydtryk. Endvidere skal miljøbelastende materialer undgås.

Det skal i udførelsen sikres, at gældende arbejdslovgivning til enhver tid overholdes, og arbejdet skal udføres således, at de øvrige aktiviteter i bygningen kan foregå i hele udførelsesperioden. I driftsperioden skal der skabes en optimal dæmpning ikke kun i øvelokalet, men også til de øvrige aktiviteter i såvel bygningen som i gården.

Indeklimaproblemer som følge af mekanisk ventilation, lyddæmpningsmaterialer, konstruktion, overfladebehandling og trange lokaleforhold søges minimeret.

Delprojektet opfatter håndbogen som et godt arbejdsværktøj, der dog stadig har en lidt teoretisk tilgang til arbejdet.

I delprojektet er der udarbejdet respons til håndbogen inden for:

- Generelt – Organisation, ambitionsniveau, udbud, tilsyn, drig og sammenhæng til miljøledelse/drift og vedligehold.
- Metoden – Prioritering i relation til projekteringsfasen, håndtering af interessenter, kortlægning af sundhedseffekter og livscyklustilgangen (vægtning af faser).
- Hjælpeværktøjer – bruttoliste, SfB-systemet, arbejdsmiljø, lovgrundlag – udbud og henvendelsesformulering.

*Forfatter/udførende institution*  
COWI, Forsvarets Bygningstjeneste.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-783-0

# Miljørigtig projektering ved renovering af boligbyggeri

## Arbejdsrapport nr. 36, 1997

### Miljøstyrelsen

**På grund af indeklimate og fugtproblemer på Lundegården I i Albertslund blev det vedtaget at udføre en gennemgribende renovering af ejendommene. Bygherren, der er en almen boligorganisation, havde på forhånd udarbejdet en generel miljømålsætning og en handlingsplan kaldet "KAB's byøkologiske koncept".**

Projektet blev igangsat med en ny undersøgelse af bebyggelsen for at vurdere forureningskilden og bestemme det aktuelle omfang af skimmelsvampevækst og fugtophobninger i bygningerne.

Kortlægningen af de fysiske forhold blev suppleret med miljøovervejelser med fokus på indeklimaproblematikken.

På grundlag af kortlægningsresultaterne, KAB's Byøkologiske koncept og Lundegården I's praktiske problemer blev der udarbejdet et miljøprogram. Heri blev nogle miljøpåvirkninger udvalgt, som blev principielt beskrevet og prioriteret. Det gjaldt indeklimate, energiforbrug, arbejdsmiljø, nabogener og affald. Det blev ligeledes aftalt med bygherren, at miljøpåvirkninger i driftsfasen skulle have en højere prioritet end miljøpåvirkninger i forbindelse med anlægsarbejder og den senere fjernelse.

Den første miljøplan indeholdt primært en oversigt over de aktiviteter, der skulle gennemføres, og blev udarbejdet i forbindelse med det grundlæggende byggeprogram.

De efterfølgende fire kortlægninger og miljøvurderinger blev herefter gennemført mere eller mindre parallelt, da miljøcirklen principielt skal gennemføres i henhold til, at hver enkelt problemløsning skal gennemgås.

Da "svampesagen" på Lundegården I havde været diskuteret i flere år, var der blevet fremsat forslag om helt at jævne området med jorden. Herpå skulle der opføres traditionelt boligbyggeri eller et byggeri svarende til Lundegården I. Skulle Lundegården I renoveres – som alternativ til nybyggeri – måtte der ske en opdatering/kvalitetsforbedring til dagens standarder.

Følgende tre modeller blev opstillet:

- Nedrivning og opførelse af traditionelt byggeri med flere boliger.
- Nybyggeri som Lundegården I dvs. – nedrivning og genopførelse.
- Renovering og kvalitetsforbedringer til "dagens standarder".

Miljømæssigt ville det være mest fordelagtigt at rive byggeriet ned og genopføre boligerne. Hermed ville man spare på energien til opvarmning. Der var ingen afgørende forskelle ved de øvrige parametre.

Da hovedparten af de nuværende beboere var glade for bebyggelsen, forsøgte de at gennemtrumfe en renovering.

Da det stod klart, at renoveringen ville blive en meget dyr affære, overvejede man at gennemføre renoveringen over to til fire omgange. Man kunne i første omgang renovere de bygningsdele, der var ramt af svampeangreb, og senere genoprette den aldersbetingede nedslidning af byggeriet.

Det viste sig, at man ville få større miljøpåvirkninger ved en opdeling, end hvis man gennemførte renoveringen på en gang. Man bestemte sig derfor for en samlet renovering, som skulle omfatte alt nødvendigt arbejde.

Herpå skulle valget af byggematerialer foretages. Der blev for hvert materiale udarbejdet tre-fire alternativer, som fik point for ”miljøkvalitet”.

Den byggetekniske rapport indeholdt en vurdering af kvaliteten (funktion, form, teknologi og miljø) og prisen for hvert enkelt løsningsforslag. Nogle løsninger blev fremhævet, og andre kunne ikke anbefales, men det endelige valg måtte afhænge af de efterfølgende politiske beslutninger.

Man skulle nu tage beslutning om, hvor omgribende renoveringerne skulle være. Man valgte at tage udgangspunkt i de sundhedsmæssige aspekter. Desuden ønskede man at vælge en løsning, der ville gøre Lundegården attraktiv i de følgende 50 år.

Disse faktorer gjorde, at man valgte en helhedsmodel, hvilket medførte omkostningsfulde og gennemgribende nedrivninger.

Valget af en så omfattende renovering bevirkede, at projektet skiftede status fra renovering til nybyggeri.

Da der samtidig var tale om en meget stor sag med mange bygninger, valgte man at gennemføre et pilotprojekt på en enkelt bolig. Projektet skulle afdække mulighederne for en industrialiseret renovering. Samtidig skulle det være et demonstrationsprojekt.

Den industrielle produktion var på næsten alle prioriterede områder bedre end opførelse på stedet. Det skyldtes primært, at miljøpåvirkningerne og kvaliteten lettere kunne styres, og at arbejdet kunne gennemføres rationelt og hurtigt.

Afrensningmetoderne kunne først vurderes i forbindelse med renoveringen af prøvehuset og indgår derfor ikke i denne rapport.

#### *Forfatter/udførende institution*

Birch & Krogboe, Blad & Thygesen A/S, KAB – Bygge- & Boligadministration S.m.b.a.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-791-1

# Miljørigtig projektering af udtjent industriområde i Herning

**Arbejdsrapport nr. 37, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**Denne arbejdsrapport indgår i en række arbejdsrapporter under fase 2 af rammeprojektet Miljørigtig projektering. Resultatet af fase 2 er "Håndbog i miljørigtig projektering", som består af metodebeskrivelser, vejledninger, miljødata og eksempler. I tilknytning til udviklingen af håndbogen er principperne i miljørigtig projektering afprøvet i konkrete demonstrationsprojekter, herunder dette demonstrationsprojekt, som handler om projektering af et udtjent industriområde i Herning.**

Demonstrationsprojektet om et udtjent industriområde, også kaldet DP7, har fungeret som en integreret del af Herning Kommunes byomdannelsesprojekt for området ved Thrigesvej i Herning. Kommunens projekt konkretiserer kommuneplanen, som foreskriver, at det udtjente industriområde – tæt på Herning bykerne – skal omdannes til et bolig- og serviceområde.

Formålet med DP7 har været at afprøve og medvirke til videreudvikling af metoden, som blev udarbejdet under fase 1 af rammeprojektet Miljørigtig projektering. I DP7 er metoden blevet anvendt til miljørigtig projektering af en planlægningsopgave på bydelsniveau. Der har været arbejdet i planlægnings- og programfasen.

Herning Kommune har i relation til byomdannelsesprojektet arbejdet på en masterplan for byomdannelsen parallelt med DP7's projektperiode. DP7 har udarbejdet miljøprogram og miljøplan i tilknytning til og med henblik på indarbejdelse i masterplanen og efterfølgende lokalplaner.

Via den miljørigtige projekteringsmetode er der udarbejdet et miljøprogram, som udstikker rammer for projektering af kommende projekter i det udtjente industriområde. Der er således både rammer for, hvordan området, som det fremstår nu, kan nedrives og rammer for nye bygge- og anlægsprojekter.

Miljømæssigt set har det helt centrale problem i DP7 været, at det ikke har været muligt at gøre miljøprogrammets miljømålsætninger og -mål juridisk bindende i masterplanen eller i lokalplaner. Det åbner planloven ikke mulighed for. Derfor lægges der i miljøplanen op til frivillighed, inspiration og goodwill.

Et andet problem er en række økonomiske barrierer for realisering af byomdannelsesprojektet. Det primære problem drejer sig om at skabe økonomisk bæredygtighed for industriområdet under omdannelsen og ved eventuel fraflytning. Disse barrierer har man forsøgt at imødegå ved at foreslå etableringen af et udviklingsselskab.

Der er i miljøplanen foreslået en procedure for, hvordan udviklingsselskabet via miljøstyring kan bidrage til, at miljøprogrammets miljømålsætninger opfyldes i forbindelse med realisering af byomdannelsesprojektet. Men i princippet kan udviklingsselskabet gøre, som det vil på grund af de manglende juridiske bindinger.

Ud fra en miljømæssig betragtning kan en første etape af Herning Kommunes byomdannelsesprojekt påbegyndes nord for Tietgensgade, hvis en enkelt virksomhed foretager støjbe-grænsede foranstaltninger eller flytter fra området. Det er nødvendigt med yderligere miljøundersøgelser, før efterfølgende etaper kan påbegyndes.

I DP7's miljøprogram og -plan redegøres der for, hvordan miljøvenlige løsninger kan indarbejdes gennem brug af renere teknologi og eksempelvis genanvendelse. Endvidere er der en række forslag til virkemidler – herunder økologiske løsninger. Disse forslag stammer fra en borgergruppe, som blev nedsat i forbindelse med Byomdannelsesprojektet og dermed en del af Herning Kommunes Agenda 21-aktiviteter. Disse virkemidler skal miljøvurderes ved kommende projekter, da det ikke er sikkert, at økologiske løsninger per definition er miljørigtige i henhold til principperne i ”Håndbog i miljørigtig projektering”.

Metodeoplægget i håndbogen har været relevant i DP7's arbejde, men på værktøjssiden har der ikke været megen hjælp at hente. Herning Kommune har tilkendegivet, at den styrkede miljøfokus, som miljørigtig projektering har tilført, er et væsentligt og positivt input til den almindelige planlægningspraksis.

En væsentlig erfaring fra DP7 er, at det stiller høje krav til rådgivere at præsentere miljørigtig projektering klart og præcist over for bygherrer og især konsekvenser til forskel fra traditionel projektering. En klar og tilgængelig præsentation af metode og værktøjer i ”Håndbog i miljørigtig projektering” vil være et skridt på vej mod, at miljørigtig projektering bliver rutine for rådgivere og standardkrav fra bygherrer.

*Forfatter/udførende institution*  
Herning Kommune og RAMBØLL.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-793-8

# Effekter af jord, grønt og vaskevand i oparbejdningen af sukkerroer til sukker

**Arbejdsrapport nr. 38, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**Dette pilotprojekt har til formål at belyse det maksimale niveau af jord og grønt, som kan tolereres ved sukkerekstraktion og saftrensning af sukkerroer uden negative konsekvenser for produktkvaliteten. Det er desuden formålet at belyse muligheden for at anvende roevaskevand som udfriskningsvand i diffusionen i stedet for som i dag, hvor man anvender kondensat fra fordampningen.**

Sukkerfabrikkerne i Danmark modtager årligt ca. 3,5 mio. tons urene roer, som skal renses rene for jord, sten og grønt. Jorden er langt det største problem og udgør omkring 300.000 tons pr. kampagne (tidligere op til 500.000 tons jord).

På fabrikkerne renses roerne i dag – med meget stort vandforbrug – ned til ca. 0,2% restjord (niveau 0-0,5% p.r.). Dette kunne være udgangspunktet for kravet, men i virkeligheden ved man kun lidt om, på hvilken måde og i hvilket omfang jord og grønt påvirker forarbejdningsprocessen af sukkerroer. Derfor er en korrekt kravformulering til rensning på mark som følger:

- Rensning til et niveau, som ikke giver dårligere oparbejdningsbetingelser og/eller produktkvaliteter (saft og roeffald) end i dag.

Det blev derfor besluttet at gennemføre forsøg med kontrolleret tilsætning af jord og grønt til oparbejdningen af sukkerroer i et pilotanlæg med en kapacitet på 300 kg roer pr. time. Yderligere blev der gennemført forsøg med tilsætning af roevaskevand til oparbejdningen, idet denne genanvendelse af vand ”belastet” med sukker kunne være et relevant alternativ til anvendelse af rent kondensat, som det sker i dag.

Pilotanlægget er opbygget af tre afsnit – helt analogt til opbygningen i en fabrik (skala 1:1500):

- Roevaske og vandbehandling.
- Saftudvinding (snitning, diffusion og presning).
- Saftrensning.

Et forsøg varede ca. et døgn (bemanding i døgn drift), og der blev gennemført i alt 23 forsøg: 6 referencer (svarer til en normal fabrikssituation), 7 med tilsætning af jord (op til 1% på roen), 1 med jord + grønt (1+1), 7 med vaskevand og 1 med roer vasket på mark.

Dokumentationen af et forsøg bestod dels af løbende driftsprøver/analyser og prøver/analyser fra slutningen af forsøget (efter 22 timers drift), hvor alle processer måtte formodes at være i ligevægt.

Effekten af urenhederne blev dokumenteret på

1. Produkterne fra processen: Presset roeffald og saft.
2. Selve processerne: Ekstraktionen og saftrensningen.

De relevante kvalitetsparametre i roeffald er aske og saltsyreopløselig aske (sand). Kravene er henholdsvis max. 8% og max. 3,5% på tørstof. Allerede ved jordniveauer på ca. 0,2% jord-TS på snitter blev disse kritiske grænseværdier nået, og kravet til roernes renhed – med basis i uforandret kvalitet af foderpiller – er derfor restjord på  $\leq 0,2\%$  på snitter.

Jord i diffusionen forringer saftkvaliteten, især som følge af udvaskning af natrium, kalium og aminokvælstof fra jorden. Disse komponenter virker i processen som melassedannere, dvs. de nedsætter krystalisationsevnen af sukker, hvorved mere sukker trækkes med i melassen i stedet for at ende som hvidt sukker. På basis af forsøgene er det beregnet, at melassesukkertabet er 0,011% pr. procent jord på snitterne.

De enkelte trin i oparbejdningen blev også i nogen omfang påvirket negativt ved tilstedeværelse af jord og/eller grønt.

Jord, og især grønt, bevirkede pH-fald i diffusionen, henholdsvis 0,3 enheder og 0,5-0,9 enheder, hvilket især er udtryk for øget mikrobiel omsætning af sukker til mælkesyre, altså et tab. I saftrensningen var der indici på forringede filtreringsegenskaber, når jord var til stede, men billedet var ikke entydigt.

Grønt, men tilsyneladende ikke jord, gav højere farve i 2. saturationssaft end referencen, formodentlig som følge af indholdet af invertsukker (glukose og fruktose), som kan indgå i Maillard-reaktioner med N-forbindelser i den opvarmede sukkersaft.

Tilsætning af vaskevand havde i nogen udstrækning samme effekt som jord, idet de salte, der kan udvaskes, jo også findes i vaskevand. Det er beregnet, at vaskevandstilsætning, på trods af tilførsel af ekstra sukker ca. 0,15% på roen, medfører et nettotab af sukker til melasse i forhold til referencen.

Jord og/eller grønt op til ca. 1% på snitter viste negative effekter på oparbejdningsprocessen og produktkvaliteterne (foderpiller og saft).

Med en forudsætning om, at procesbetingelserne for oparbejdning af sukkerroer og produktkvaliteter (foderpiller og saft) ikke må forringes i forhold til det nuværende niveau, kan det konkluderes, at hvis sukkerroer skal føres direkte til oparbejdning uden forudgående rensning på fabrikken, skal de renses ned til et restjordniveau på ca. 0,2% på roen på marken.

Anvendelse af roevaskevand som diffusionsvand i stedet for som nu kondensat giver forøget melassetab, og hvis denne genanvendelse skal slå an, vil det være nødvendigt med en forbehandling af vaskevandet, hvorved salte fjernes, mens den overvejende del af sukkeret bevares.

#### *Forfatter/udførende institution*

John Jensen og Bjarne Fallesen, Danisco Sugar.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-797-0

# Forsøg med roerensning på en stationær rensestation

## Arbejdsrapport nr. 39, 1997

### Miljøstyrelsen

**Danisco Sugar indførte i 1993 projekt Rene Roer, hvis formål er at få sukkerroer så rene ind til fabrikkerne, at yderligere rensning på fabrikkerne bliver overflødig. Efter to indledende delprojekter, blev det besluttet at gennemføre et udviklingsarbejde med henblik på fremstilling af en prototype på en rensemaskine.**

Projektet er en del af et treårigt projekt, der består af tre faser:

- 1994: Konstruktion af og forsøg med en stationær rensestation (kapacitet ca. 15 t/h roer), som kan rense roerne til en tilfredsstillende renhedsprocent (mål: <1% restjord på roen).
- 1995: Konstruktion af og forsøg med en mobil rensestation (kapacitet ca. 15 t/h roer).
- 1996: Konstruktion af og forsøg med en prototype rensestation (kapacitet ca. 150 t/h roer).

Denne rapport beskriver forsøget med den stationære rensestation (fase 1).

Indførelse af ekstra mekanisk rensning af roer i marken vil forholdsvis let kunne implementeres i den fase, hvor roerne læsses på vogne og transporteres til fabrikken. Mange steder i udlandet er der i løbet af de sidste 10 år set en udvikling i brugen af de såkaldte renselæssere til denne ekstra rensning, men i Danmark har anvendelsen været begrænset. Kommercielle renselæssere fjerner typisk 30-50% af jorden på roerne, og det ville som udgangspunkt være oplagt at finde teknikker til forbedring af denne renseseffektivitet.

Som første fase i udviklingsarbejdet omkring udvikling af forbedrede renseteknikker til rensning af roerne i marken blev der derfor bygget en stationær modulopbygget rensestation med mulighed for at teste renseseffektivitet i såvel enkelte som serieforbundne mekaniske rensmoduler.

Der var tre rensmoduler: Rollenrost, gummifinger- og spiralvalser, som hver især kunne kombineres med overliggende børster. Spiralmodulet (altid det sidste trin) blev også kombineret med vanddyser.

Der blev i alt kørt ca. 1.200 tons roer gennem anlægget, svarende til godt 50 forsøg. Fra hvert forsøg blev det frarensede materiale vejjet og sorteret, så frarens af jord, grønt og rodspidser kunne opgøres i procent på roerne.

Høstbetingelserne for optagning af roer i 1994-kampagnen generelt gode, og roerne var derfor relativt rene (7-15% jord på roen) ved levering til rensestationen. I ekstreme år (meget våde) og på ekstreme jordtyper (stiv ler) kan jordniveaulet mere end fordobles.

Første trin i rensningen er faktisk omlæsning og transport frem til selve rensmodulerne. Her frarenses især løs jord mellem roerne og mere løst siddende jord på roerne (ved gnubbeeffekt). 53% af totalt frarensede jord blev fjernet i fødesektionen til rensmodulerne, hvor opholdstiden var ca. 5-7 gange længere end i kommercielle renselæssere.



Sammenligningen af de to mekaniske rensemoduler viste at rollenrost og gummifingervalser var ligeværdige med hensyn til at fjerne jord. Men rollenrost var mere skånsom ved roerne og var bedre til at fjerne grønt materiale. Uafhængigt af type blev der i det første rensemodul fjernet ca. 24% af totalt frarensset jord, medens det andet rensemodul fjernede ca. 9%.

Kombination med børster forbedrede ikke rensningen på nogen af de to moduler nævneværdigt.

Spiralvalsemodulet, som var tiltænkt en afsluttende rensning primært rettet mod det mere fastsiddende jord i rodfugerne, viste sig kun at have en beskedent effekt, idet kun ca. 9% af den totalt frarensede jord blev fjernet i dette tredje trin.

Ved transporten på elevatoren fra rensestation til vogn blev der frarensset ca. 5% af totalt frarensset jord.

Det ses, at over 80% af totalt frarensset jord, frarenses i fødesektion, første rensemodul og elevator, medens under 20% frarenses i de to ekstra rensemoduler.

Tilsvarende kunne det beregnes, at godt 60% af rodspildet sker ved ettrinsrensning, mens 40% spildes i de to ekstra rensemoduler.

Anvendelse af vanddysing (ved 7 bar) til rensning af roerne i tredje trin (sammen med spiralvalserne) gav kun beskedent effekt (restjord 2,9% p.u.r. med vand mod 3,2% restjord p.u.r. uden vand), primært på grund af for kort kontaktid.

Betragtes alle forsøgene under et, har rensningen af roerne i rensestationen givet en forbedring af renhedsprocenten på 4 procentpoint (fra 83,7 til 87,4%) i forhold til urensede roer leveret fra Saunsøgaard.

Restjordprocenten for rensede roer var i gennemsnit 3,2% p.u.r. svarende til en fjernelse af godt 50% af jorden, som sad på roerne før rensning.

Det kan konkluderes, at en flertrinsrensning i tre rensemoduler resulterede i gennemsnitlig 3,2% restjord p.u.r. med acceptable rodtab (2,7% p.u.r.). Dette er ikke en markant forbedring i forhold til, hvad kommercielle renselæssere kan præstere, når rensningen optimere.

#### *Forfatter/udførende institution*

Flemming Hansen, Bjarne Fallesen og Torben Bøch Andersen, Danisco Sugar.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-794-6

# Undersøgelser af tre optageprincippers indflydelse på den efterfølgende rensning af sukkerroer

**Arbejdsrapport nr. 40, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**Formålet med denne rapport er at undersøge, om optagningsprincippet har betydning for roernes efterfølgende rensning med børster og trykluft (standardrensning) og hvor mange sten (samt størrelsesfordeling), der optages med det enkelte optagningsprincip.**

I roekampagnen i 1996 blev der udført markforsøg med tre optageprincipper i Sverige og to i Danmark: Oppelthjul (TIM), remme (Armer), vibrerende kitskær (Edenhall). Desuden er rensbarheden af fire sorter, der blev optaget med Armer på to marker (let og svær lerjord) i nærheden af Danisco Seed, sammenlignet.

Optagerne var ændret til kun at optage en række og aflevere det optagne materiale på jorden efter optageren uden rensning. Til undersøgelserne af stenmængden kunne der udrulles en plastfilm på jordoverfladen efter optageren, hvorpå det optagne materiale kunne afleveres.

Roerne blev rensset i en stationær rensstation på optagelokaliteten samme dag, som de blev optaget, og roerne fra hver optager fik samme rensning. Rensningen blev udført først i et modul med gummifingervalser og efterfølgende i et modul med børster. I børstemodulet blev roerne rensset en gang med børster alene og anden gang med børster plus trykluft. Til bestemmelse af restjord blev roerne blæst rene med trykluftpistoler. Restjord udtrykkes i procent på rene roer uden bladskive.

Rensbarhed: Resultaterne er inddelt i to hovedgrupper baseret på jordtypen: let lerjord og svær lerjord.

- Generelt har jordniveauet på de optagne roer været højt (50-100% p.r.r.). På let lerjord kunne roerne med standardrensningen renses til niveau 2,7-5,3% restjord p.r.r. og på svær lerjord til 17,7-25,3% restjord.
- Der har ikke på nogen af de to jordtyper været væsentlig forskel på rensbarheden af roer fra oppelthjul (TIM), remme (Armer) eller kitskær (Edenhall).
- Slutjorden er proportional med startjorden på svær lerjord. På let lerjord er slutjorden uafhængig af startjorden.

Sten: Optagning med remme (Armer) medfører betydeligt færre sten end med oppelthjul (TIM) og vibrerende kitskær (Edenhall). Udtrykt i procent på roer kan det beregnes, at der med oppelthjul optages 0-22% sten (>50mm) på roen (det høje niveau på stenrige jorde i Sverige), med Armer 0-0,04% og med kitskær 3,5-10% p.r.r. (målt på stenrig jord). Resultaterne viser, at der er betydelig større risiko for sten til fabrik fra oppelthjul end fra remme (antagelse: sten >50 mm udskilles i roeoptager).

Sorter: For hver roesort ca. fordobles restjorden ved at gå fra let til svær jord. Der kan ikke skelnes mellem sorterne K1428 og D5502 og mellem Marathon og Lacta. Der er dog en tendens til, at Marathon og Lacta kan renses til en lavere restjord end K1428 og D5502.

Som konklusion kan drages, at optagningsprincippet ikke har betydning for restjorden (= rensbarhed i en standardrensning). Set ud fra stenproblematikken bør optagning med remme (Armer) foretrækkes frem for oppel hjul.

*Forfatter/udførende institution*

Flemming Hansen, Bjarne Fallesen og Franck B. Hansen, Danisco Sugar.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-795-4

# Anvendelse af fluid (luft eller vand) til rensning af sukkerroer

## Arbejdsrapport nr. 41, 1997

### Miljøstyrelsen

**Danisco Sugar Development Center, Nakskov indledte i 1993 projekt Rene Roer, hvis formål er at få sukkerroer så rene ind til fabrikkerne, at yderligere rensning på fabrikkerne bliver overflødig. I denne forbindelse har man undersøgt de fundamentale forhold omkring rensning af roer, herunder betydning af roematerialet og optagebetingelserne med fokusering på fluid-rensning. Denne rapport handler om anvendelse af fluid (trykluft eller vand) til rensning af sukkerroer og sætter eksperimentel bestemmelse af energi- og vandforbrug på enkeltroeniveau i fokus.**

Formålet med undersøgelsen var:

- At undersøge og optimere energi- og vandforbruget til at rense sukkerroer med hhv. luft og vand.
- At undersøge ydre forholds (jordtype, jordfugtighed, roesort. etc) indflydelse på fluid-rensning.

Til undersøgelse af fluid-rensning under kontrollerede forhold er der udviklet og bygget en testrig, hvor parametrene eksponeringstid, tryk, dysediameter og afstand kan indstilles med stor præcision. På denne testrig er enkeltroer renses med luft eller vand. Resultaterne er udtrykt som specifikt energi-/vandforbrug, og der er ikke taget hensyn til energi-/vandspil, som der vil være i praksis.

Til undersøgelse af det optimale setup af parametrene tid, tryk og dysediameter er der udført flerfaktorforsøg med roer fra flere marker. Ud fra resultaterne er der opstillet to modeller, hvor restjorden i model 1 udtrykkes som funktion af eksponeringstid, tryk og dysediameter og i model 2 som funktion af de samme parametre og jordtypen. Det specifikke energiforbrug er beregnet ud fra eksponeringstid, tryk og dysediameter.

Afbildes restjorden som funktion af energiforbruget, fremkommer et kurveareal, der har form som en eksponentielt aftagende funktion, hvor restjorden ligger mellem 1 og 50% for et energiforbrug på hhv. 10 kJ/roe og 0,2 kJ/roe. For at få den mest energiøkonomiske rensning er det vigtigt, at der er et rigtigt setup af parametrene. Jordtypen og jordens konsistens har stor betydning for, hvor lav en restjord der opnås efter en specifik rensning.

Andre parametre er også undersøgt. Et udvalg af dem, der er vigtigst for den senere mekaniske opbygning, er:

- Hastigheden af dysen skal være størst mulig (forsøgt op til 6 m/s).
- Restjorden vokser eksponentielt ved en given rensning, når afstanden. Afstande under 50 mm har kun ringe betydning for restjorden.

Hoveddelen af forsøgene er udført på roer, som er gravet op med hånden, og som kun har fået en blid mekanisk forbehandling.

Forsøg, hvor roerne er forbehandlet manuelt, viser, at roerne skal have mindst mulig jord inden luftrensningen, og at den resterende jord ikke må være trykket fast.

Forsøg med rensning af forskellige roesorter viser, at cylinderroen giver den mindste restjord for det laveste energiforbrug. Energiforbruget blev målt effektivt på den del af roen, der var jord på.

En trerækket roeoptager tager 13,3 roer pr. sekund. Det antages, at der skal bruges 8 kJ pr. roe til luftrensning, at kompressornyttevirkningsgraden er 0,6, og at rensningen er effektiv (intet spild).

Den nødvendige installerede effekt på optageren vil da være 177 kW.

I januar 1997 blev der kørt forsøg med vanddyser fra KEW. Der blev kørt forsøg med fire forskellige dyser ved forskellige tryk.

Forsøgene med vand og testrig viser, at hvis vandforbruget ligger mellem 40 og 70%, vil restjorden ligge mellem 1 og 5%. Energiforbruget ligger mellem 3,0 og 7,5 kJ/roe. Der blev kørt forsøg med tryk på mellem 26 og 160 bar, hvor 160 bar giver det høje energiforbrug. Ved et for højt tryk (for en given dyse og afstand) kan vandet beskadige roens overflade.

Afbildes restjorden (1-50%) som funktion af energiforbruget (0,2-10 kJ/roe), fremkommer et kurveareal, som ligner en eksponentielt aftagende funktion.

Flere setup af tid, tryk og dysediameter kan give samme energiforbrug, men forskellig renseeffektivitet.

Ved brug af modeller er det vist, hvilke ændringer i de fysiske variable der fører til det bedste setup.

Beregningerne viser, at der er potentialer (i form af lavere energiforbrug til samme restjord) i at benytte større dysediameter og større tryk.

Forrensning er nødvendig, idet der ellers skal bruges for meget energi til at rense roerne. Forsøg har vist, at forrensningen skal rense roerne ned til mindst mulig restjord og samtidig undlade at trykke den resterende jord fast.

Vandforsøgene giver en indikation af, at der skal bruges over 40% vand mellem 3,0 og 7,5 kJ/roe. Yderligere forsøg er nødvendige for at kunne fastlægge forbruget mere præcist.

Det nævnte energi- og vandforbrug er specifikt og effektivt. Ved opskalering til praksis vil der fremkomme energi- og vandspild som følge af udstyrets effektivitet og de aktuelle forhold.

*Forfatter/udførende institution*

Frank B. Hansen, Bjarne Fallesen og Flemming Hansen, Danisco Sugar.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-798-9

# Undersøgelser af sammenhæng mellem roesorter og jordvedhæng

## Arbejdsrapport nr. 42, 1997

### Miljøstyrelsen

**Danisco Sugar Development Center, Nakskov indledte i 1993 projekt Rene Roer, som har til formål at få sukkerroer renere ind til fabrikkerne gerne så rene, at yderligere rensning på fabrikkerne bliver overflødig. Formålet med dette projekt er at udpege den roesort, som har den mest hensigtsmæssige ydre kvalitet med henblik på optimal rensning. Desuden ønsker man at udvikle en metode til måling af rensbarhed, så udvælgelsen af roer på grundlag af dette kriterium bliver så objektivt som muligt.**

Danisco Seed (DC) havde til en kampagne i 1996 på Kristianssæde udsået 11 forskellige roesorter på forsøgsparcer á ca. 150 roer pr. parcel. Sorterne blev valgt af Seed, og der var såvel kommercielle sukker- og foderroer som forsøgssorter. I ugerne 40, 41 og 48 håndhøstede DC roerne med roegreb og foretog forskellige undersøgelser af roernes eksterne kvalitet (rensbarhed, dimensioner, form og placering i jorden). I store dele af optageperioderne var forholdene meget fugtige, hvilket bevirkede, at roerne havde et betydeligt jordvedhæng. Dette medførte, at proceduren i marken undervejs måtte ændres til at slå jord af roerne (fald fra ca. 1,5 m).

I marken blev roernes placering i jorden målt, blade skåret af nederst på stilken og hver enkelt roe mærket, således at den kunne følges hele vejen gennem rensprocessen. Der blev typisk taget 5 roer/sort/dag.

På DC gennemførte man følgende procedure:

1. Måling af bladhæftediameter.
2. Rensning af roerne enkeltvis (med variationer; men altid med rensning i børstemodul som den centrale rensning).
3. Slutrensning med trykløftpistol.
4. Afskæring af bladskive og opmåling af bladskivediameter og roe.

Renseresultaterne er udtrykt som restjord i procent på rene roer uden bladskive.

Resultater var følgende:

- Af de 11 undersøgte sorter afviger fodbold- og især cylinderroen sig markant fra de øvrige med hensyn til form og placering i jorden. Især cylinderroen har en "jordafvisende" form, da den bl.a. vokser meget højt i jorden, er udadvælvet fra top til spids, har små rodfuger og et rodnet lokaliseret til spidsen.
- Også med hensyn til rensbarhed udskiller cylinderroen sig positivt, idet roeformen både giver gode betingelser for lav "startjord" og nemme rensningsbetingelser.
- Generelt frembyder de kommercielle sorter ikke store forskelle med hensyn til rensbarhed i området 0-200% startjord. Slutjord er generelt proportionalt med startjord.
- Det har ikke kunnet påvises, at der er forskel på rensbarhed af friske og 1-2 døgn lagrede roer.

- Den anvendte metode til undersøgelse af rensbarhed, hvor roerne renses i et børstemodul, er ikke optimeret til alle forhold (meget/lidt startjord og våd/tør jord), og metoden skal videreudvikles.

Konklusionen på det hele er, at cylinderroen har den mest optimale form af de 11 undersøgte sorter med henblik på rensning. Den optimale metode til bedømmelse af rensbarhed er ikke fundet, men den anvendte metode med børstemodul giver en grov vurdering af betydningen af roeform. Metoden påvirkes dog af jord- og optageforhold. Grovmetoden skal suppleres med en metode, som udtrykker rensbarheden i det lave jordområde (0-5 % startjord og <1 % slutjord). Rensning med trykluft på enkeltroeniveau i en nyudviklet pilotopstilling vil være egnet (undersøges 1997).

*Forfatter/udførende institution*

Bjarne Fallesen, Flemming Hansen og Franck B. Hansen, Danisco Sugar.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-796-2

# Undersøgelser af roeoptagning og – rensning i en Armer Salmon og en TIM-roeoptager

**Arbejdsrapport nr. 46, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**Danisco Sugar indledte i 1993 projekt Rene Roer med det formål at få sukkerroer renere ind til fabrikkerne - og gerne så rene, at yderligere rensning på fabrikkerne bliver overflødig. I denne fase af projektet er der blevet fokuseret på mulighederne for at forbedre rensbetingelserne i roeoptagerne, dels ved at trække roerne op med mindre jord på, dels ved at indføre ekstra rensmoduler i optagerne.**

I perioden maj 1994 til maj 1995 gennemførte Danisco Sugar Development Center i samarbejde med TIM Maskinfabrik A/S undersøgelser af forskellige mekaniske rensprincipper i en stationær rensstation til rensning af ca. 25 t/h roer. Her fandt man ud af, at roerne kunne renses ned til ca. 3,2 % restjord på urene roer, hvilket var en forbedring på ca. 4 procentpoint i forhold til urensede roer, men ikke væsentlig bedre end det, der kan opnås i eksisterende, veldrevne, kommercielle renselæssere.

I stedet for at fortsætte arbejdet med en mobil renselæssestation i Fase 2, som man ellers havde planlagt, blev det besluttet at fokusere på forbedringsmuligheder af roeoptageres rensmoduler, herunder alternativer til eksisterende, danske optagelsesprincipper.

Fase 2 blev herefter defineret med følgende titel: ”Undersøgelser af roeoptagning og roerensning i en Armer Salmon og en TIM-roeoptager på fire østdanske lokaliteter”, hvor den store forskel på de to maskiner var optagningsprincippet.

Armer-maskinen optager roerne ved træk i toppen, og roerne føres fastklemmt mellem to remme videre op til aftopning og mekanisk rensning i maskinen. Fastklemmt mellem remmene sidder roerne, således at de er klar til den supplerende rensning med børster og/eller luft, disse rensemetoder blev afprøvet i maskinen.

TIM-maskinen optager roerne ved at klemme om og skubbe roerne op ad jorden ved hjælp af det såkaldte oppel hjul. Denne metode medfører at meget store jordmængder løftes op i maskinen, og kravene til effektiv frarensning bliver meget store. Oppel hjuloptagning og efterfølgende rensning i grenhjul er standard i Danmark.

Begge maskinerne blev udstyret med forskelligt ekstra rensudstyr (børster og luft).

Sammenligningen af de to optageprincipper med efterfølgende rensning i de rensorganer, som maskinerne var udstyret med fra leverandørerne, viste, at TIM-maskinen både under ideelle/gode optagelsesbetingelser og under gode/svære optagelsesbetingelser leverede roerne med mindre restjord end Armer-maskinen.

Rensmodulerne (børster og luftdyser) til Armer-optageren blev konstrueret og monteret på maskinen under kraftig hensyntagen til den færdige konstruktion af maskinen, dvs. ved remmene, hvor der var plads. Der blev ikke foretaget større konstruktionsændringer af maskinen for at tilgodese orientering og enkeltroerensning.



Derfor blev effekten af de nævnte ekstra rensemoduler minimal. For både børster og trykluft gælder det, at kontakttiden, som var henholdsvis 0,4 sek. og 0,07 sek., skal forøges væsentlig for at opnå effekt, og rensningen skal gøres mere orienteret til de steder på roen, hvor jorden rent faktisk sidder.

Med hensyn til de to forsøgsmaskiners renssevner med eller uden ekstra rensemoduler kan det konstateres, at der fra i alt 34 og 30 registrerede prøver med henholdsvis Armer- og TIM-optageren kun i få tilfælde blev opnået resultater på under 2% restjord på roen og at procenterne på TIM-maskinen lå en anelse lavere end dem på Armer-maskinen både med og uden ekstra rensudstyr. Det bekræfter dels de førømtalte fordele ved TIM-maskinens renskonstruktioner og dels, at de testede ekstra rensemoduler på Armer-optageren ikke har haft den tilsigtede virkning primært på grund af for kort kontakttid

*Forfatter/udførende institution*

Franck B. Hansen, Flemming Hansen og Bjarne Fallesen, Danisco Sugar.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-812-8

# Miljøvaredeklarationer

## Arbejdsrapport nr. 47, 1997

### Miljøstyrelsen

**Projektets overordnede mål er at kvalificere diskussionen omkring miljøvaredeklarationer. Nogle mener, at deklARATIONERNE er et alternativ til miljømærker, mens andre mener, at deklARATIONER kan supplere miljømærker. I denne rapport præsenteres skitser til, hvordan miljøvaredeklarationer til henholdsvis private forbrugere og professionelle indkøbere kan bygges op og hvilke parametre, der kan indgå. Der redegøres også for forskellige måder, hvorpå en miljøvaredeklarationsordning kan opbygges.**

Miljøvaredeklarationer adskiller sig fra miljømærker ved som udgangspunkt at være neutrale i deres udsagn. Miljøvaredeklarationer indeholder ikke et positivt udsagn om et produkt, men giver oplysninger, så brugeren selv kan vurdere produktet. Det kan forventes, at mærker og deklARATIONER vil kunne supplere hinanden og vil henvende sig til forskellige forbrugere.

Der er i projektet identificeret to målgrupper for miljøvaredeklarationer: den private og den professionelle bruger. Da målgrupperne har forskellige behov, er der udviklet to miljødeklARATIONER. De to deklARATIONER skal dog ikke betragtes isoleret, idet deklARATIONEN til den private forbruger er baseret på miljøvaredeklARATIONEN til de professionelle brugere.

En miljøvaredeklARATION skal kunne afspejle et produkts væsentlige miljøbelastninger. En forudsætning for dette er, at hele produktets livscyklus betragtes. Projektet har derfor taget udgangspunkt i, at miljøvaredeklARATIONER skal baseres på livscyklusvurderinger. Desuden har man valgt at arbejde med en generel miljøvaredeklARATION, der kan anvendes på alle produktgrupper, idet hensynet til forbrugernes mulighed for at genkende deklARATIONEN bør vægtes højt.

I stedet for at deklARERE miljøbelastninger til selve produktet, deklARERES i forhold til produktets ydelse (den funktionelle enhed). Derved bliver det f.eks. muligt at sammenligne produkter med forskellig levetid. Som udgangspunkt deklARERES alle parametre således pr. år.

Projektet har fulgt følgende fremgangsmåde: Først er de parametre, der er relevante for en miljøvaredeklARATION, identificeret. Dernæst er der udarbejdet forslag til en miljøvaredeklARATION for professionelle brugere på grundlag af parametrene. Endelig er der udarbejdet forslag til deklARATION til den private forbruger på grundlag af et reduceret parameterantal.

Følgende parametre betragtes som generelt relevante for en miljøvaredeklARATION: Ressourceforbrug, klimaændringer, ozonlagsnedbrydning, forsuring, fotokemisk ozondannelse, næringsalte og iltsvind, affald til deponi, toksicitet og forbrug af uønskede stoffer.

Det har været ambitionen at udtrykke de enkelte effekter med få, men meningsfulde parametre. Derudover har intentionen været, at de udvalgte parametre er forholdsvis lette at fremskaffe værdier for. F.eks. ved i så høj grad som muligt at være baseret på anvendelsen af eksisterende datagrundlag. Dette vil forenkle virksomhedernes arbejdsproces og mindske omkostningerne ved udformningen af de enkelte miljøvaredeklARATIONER.

I erkendelse af at arbejdsmiljøeffekter er svære at kvantificere i livscyklussammenhæng, medtager forslaget kun kemiske arbejdsmiljøbelastninger under parametrene for toksicitet og forbrug af uønskede stoffer. Der er i forslaget ikke medtaget oplysninger om øvrige arbejdsmiljøpåvirkninger, som f.eks. støj, ergonomi, ensidigt gentaget arbejde osv.

Det foreslås at deklarerere samtlige identificerede relevante parametre suppleret med følgende mere generelle eller producentspecifikke oplysninger:

- Produkt- og firmanavn.
- Oplysninger om levetid og funktionel enhed, deklARATIONEN er baseret på.
- Miljøgodkendelse (myndighed, dato) og eventuelt certificeret miljøstyringssystem.
- Producentens miljøledelse, herunder information om miljøpolitik.
- Andre relevante oplysninger, f.eks. arbejdspladsvurderinger.
- Sikkerheds-, reparations-, bortskaffelses-, vedligeholdelses-, og brugsanvisninger.
- Hvem der har udarbejdet og eventuelt verificeret miljødeklARATIONEN og dato.

MiljøvaredeklARATIONEN til den private forbruger bør have så få og fyldestgørende parametre som muligt. Desuden skal parametrene være til at forstå. Antallet af identificerede relevante parametre er for højt til, at deklARATIONEN kan leve op til disse mål. Man må derfor reducere antallet af parametre. Derved vil forbrugeren få reelle muligheder for at træffe et kvalificeret valg, selvom det sker på bekostning af tilgangen til alle oplysninger.

Parameterantallet reduceres ved at slå parametrene sammen efter en indledende normering og vægtning. Til dette anvendes de målsætninger, som er fastsat af myndighederne, idet det vurderes, at det politiske system er det bedst egnede til at udarbejde officielle præferencer og til at tage et vægtet hensyn til alle interesser.

MiljøvaredeklARATIONEN til den private forbruger medtager seks parametre: energiforbrug, materialeforbrug, klimapåvirkning, luftforurening, vandforurening, affald og uønskede kemikalier.

I projektet diskuteres nogle af de organisatoriske og administrative problemstillinger, der er knyttet til forskellige miljøvaredeklARATIONER.

Det vurderes at være relevant at indlede arbejdet med at etablere en autoriseret metode for udarbejdelse af miljøvaredeklARATIONER i den nærmeste fremtid.

Samtidig bør man overveje, i hvilket regi administration, godkendelse og eventuel kontrol af en ordning bør ligge, og hvorledes interessenter og eksperter bedst kan inddrages i arbejdet med at udforme regler og forskrifter.

En form for kontrolordning må anbefales (f.eks. stikprøvekontrol eller ekstern verifikation). Uden en sådan kontrol vil det være umuligt for brugere, myndigheder og konkurrenter at vurdere om miljøvaredeklARATIONEN er udfærdiget i overensstemmelse med gældende regler eller forskrifter.

*Forfatter/udførende institution*

Jørgen D. Toldsted, Heidi K. Stranddorf, Lisbeth E. Hansen, dk-TEKNIK.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-815-2

# Bygningers og byggematerialers levetid

## Arbejdsrapport nr. 48, 1997

### Miljøstyrelsen

**Rapporten beskriver resultaterne fra et forprojekt med titlen "Byggematerialers levetid". Forprojektets formål var at planlægge og afprøve registreringsmetoder, så der på et senere tidspunkt kan gennemføres en mere omfattende registrering af forskellige byggematerialers og byggedeles levetid.**

Rapporten er opdelt i ni afsnit:

Afsnit 1 indeholder beskrivelse af tre forskellige registreringsmetoder samt redegørelse for valg af metode til anvendelse i projektet.

Afsnit 2 beskriver fire forskellige levetidsbegreber og afgrænser projektet i forhold til disse begreber.

Afsnit 3 redegør for materialeforbrug, bygningstyper samt de forskellige miljøbelastninger på bygningsdelene for prioritering af valg af bygningsdel og materiale.

Afsnit 4 redegør for opbygning af system, valg af bygningsdel og registreringskriterier.

Afsnit 5 redegør for de forskellige områder, hvor det kan tænkes, at resultaterne kan bringes til anvendelse.

Afsnit 6 beskriver afprøvning af systemet på en konkret bygningsdel.

Afsnit 7 demonstrerer behandling og fortolkning af resultater fra afprøvning.

Afsnit 8 beskriver en yderligere afprøvning på to andre bygningsdele.

Afsnit 9 diskuterer registreringsmetoden og resultatet af databehandlingen.

Herudover indeholder rapporten en litteraturliste samt en række bilag, som har dannet grundlag for gennemførelsen af registreringen på den konkrete registreringsopgave.

Der er en række forudsætninger, som skal opfyldes, for vurdering af resultaterne:

- Repræsentativt valg af bygningsdele til registrering.
- De symptomer, som lægges til grund for bedømmelsen af levetiden, skal beskrives entydigt i objektive termer.
- Antallet af registrerede enheder skal være tilstrækkeligt stort til, at der kan foretages statistiske beregninger inden for en acceptabel usikkerhed.
- Ved vurdering af resultaterne skal der tages hensyn til, at der kan være stor spredning inden for de enkelte kategorier.

- Registreringsmetoden bør forklares ved undervisning, og/eller registranterne bør have direkte interesse i resultatet af registreringen.

De usikkerheder, som afprøvningsprojektet har konstateret, er i forbindelse med:

- Et materiale, som kun har været på markedet i relativt kort tid, hvor det derfor ikke har været muligt at forudsige den langsigtede udvikling for materialet.
- Materialer, som kun er brugt i ringe omfang og derfor har været påvirket af de små tals lov (enkelte resultater).
- Materialer, som har undergået en produktionsudvikling midtvejs og derved fået en markant ændring i udviklingsforløbet.
- Materialer, som erfaringerne viser, har en kort levetid, men som i stort omfang er blevet udskiftet med andre materialer. De resterende enheder har derfor været underlagt specielle positive forhold.
- Et antal velbevarede enheder af høj alder kan påvirke de statistiske beregninger af levetidsforløbet.

De generelle konklusioner, som kan udtrages fra prøveregistreringen, er:

- De forskellige materialers karakteristika træder hurtigt frem.
- Den generelle viden om materialers levetid bør korrigeres med hensyn til anvendelse og den påvirkning, de bliver udsat for.

*Forfatter/udførende institution*  
DTI Byggeri, Skafor.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-814-4

# Datakvalitet og statistisk analyse i livscyklusvurdering

## Arbejdsrapport nr. 49, 1997

### Miljøstyrelsen

**Projektet har til formål at beskrive og anvende metoder til karakterisering af datakvalitet samt at beskrive og anvende statistisk analyse i livscyklusvurderinger. Projektet vil desuden pege på emner og områder, hvor der er behov for yderligere udvikling og/eller afprøvning af metoder. Anvendelsen af metoderne er blevet testet på en række udvalgte cases.**

Projektet består af tre hovedelementer:

- Litteratursøgning /videnindsamling.
- Videreudvikling af metode til beskrivelse af datakvalitet og afprøvning af metoden på tre udvalgte cases.
- Statistisk analyse af data i de tre cases, i den ene case blev såvel Taylors approksimation som simulation anvendt.

Beskrivelsen af datakvalitet og statistisk analyse har, indtil idéen til projektet opstod, kun haft ringe udbredelse inden for livscyklusvurdering. Dette kan også ses af det ringe udbytte af litteratursøgningen i kapitel 4.

Den indsamlede litteratur er behandlet inden for følgende fire områder:

- Livscyklusvurdering og usikkerheder.
- Usikkerheder på industri- og miljødata.
- Generelle statistiske metoder i relation til livscyklusvurdering.
- Opfattelse og betydning af usikkerheder.

Usikkerheden i forbindelse med livscyklusvurderinger kan opdeles i tre typer: Tekniske, metodiske og epistemologiske usikkerheder. Usikkerhederne kan opstå på forskellige trin i livscyklusvurderingen i forbindelse med procesdata, systemdata, ved fastsættelse af den funktionelle enhed, ved karakterisering og ved valuering.

Forskellige ”tommelfingerregler” kan anvendes til sammenligning og vurdering af forskellige typer af industrielle data for herved at reducere behovet for komplicerede statistiske beregninger. Metoden kræver dog en omfattende dokumentation i form af statistisk behandling af eksisterende datasæt.

Principper fra den økonomiske teori kan tilpasses til analyse af data anvendt i livscyklusvurderinger i form af pålidelighedsanalyser, validitetsanalyser, dominansanalyser og marginalanalyser. Disse metoder involverer omfattende og komplekse beregninger, og de anvendes derfor bedst i forbindelse med edb-programmer til livscyklusvurderinger.

Videnindsamlingen har kun givet ringe udbytte med hensyn til oplysninger om generelle usikkerheder på industridata. For den europæiske plastindustri foreligger en række gennemsnitstal for f.eks. råstofforbrug, energiforbrug og emissioner i form af intervaller,

som udtrykker spredningen i de pågældende data som følge af forskellig praksis og driftsforhold i forskellige lande.

De statistiske metoder, der anvendes, kan opdeles i metoder, der benytter simulering af usikkerheder, og metoder der benytter beregning af usikkerheder ved f.eks. Taylor approksimationer.

Simulering er beskrevet i forhold til risikovurderinger i forbindelse med helbredsundersøgelser. Inputparametrene tillægges en fordeling, og en responsfunktion bestemmes ud fra de relevante inputparametre. Usikkerheden på responsfunktionerne kan så bestemmes ved f.eks. Monte Carlo simuleringer.

Varianten på summer og differencer kan relativt enkelt bestemmes, især hvis der ikke er korrelation mellem de indgående led, ofte vil man antage, at der ikke er nogen korrelation. Ved bestemmelse af varianten på produktet eller ratioen mellem to eller flere led benyttes f.eks. Taylors approksimationer.

En metode til karakterisering af datakvalitet er beskrevet teoretisk, og ved hjælp af tre udvalgte cases er metoden blevet afprøvet.

I livscyklusvurderinger anvendes betegnelsen miljødata om data i de undersøgte processer, systemdata om flowet af råstoffer, energi og produkter gennem de undersøgte processer samt ydelsesdata vedrørende den funktionelle produktenhed. Ved udførelsen af en komplet livscyklusvurdering blev endvidere data til karakterisering og vurdering af miljøpåvirkninger anvendt.

Datakvaliteten kan beskrives ved hjælp af et datakvalitetsindeks, som beskriver følgende parametre:

- Pålideligheden af data.
- Fuldstændigheden af data.
- Tidsmæssig korrelation af data.
- Geografisk korrelation af data.
- Teknologisk korrelation af data.

Hver enkelt parameter tildeles en score mellem 1 og 5, med 1 som det bedste og 5 som det dårligste.

Det har vist sig, at metoden til beskrivelse af datakvalitet kræver afprøvning i en bredere kreds af brugere med henblik på at teste, om forskellige brugere når frem til samme resultat. De statistiske beregninger gennemført i de udvalgte cases peger også på, at der er behov for at arbejde videre med tests af de forskellige metoder herunder afprøvning af kommercielle programmer til livscyklusvurdering, som indeholder muligheder for en behandling af usikkerheden på data. I de præsenterede casestudier er f.eks. datakvaliteten beskrevet meget detaljeret med henblik på at vise, hvordan metoden kan anvendes.

#### *Forfatter/udførende institution*

Bo P. Weidema, Institutet for Produktudvikling, Annette K. Ersbøll, Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, Leif Hoffmann, COWI.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-818-7

# Total Cost Assessment

## Arbejdsrapport nr. 51, 1997

### Miljøstyrelsen

**Rapporten tager udgangspunkt i et internationalt "Total Cost Assessment" (TCA) projekt, der belyser mulighederne for at indarbejde miljøaspekter i forbindelse med udarbejdelsen af finansielle investeringsanalyser. Med inspiration herfra er der udarbejdet et dansk TCA-projekt, der kan forbedre og forenkle dette arbejde yderligere. Heri skitseres en mulig metode, som eksemplificeres med to testcases.**

Det danske TCA-projekt skal ses i sammenhæng med en stigende trend, hvor man inkluderer økonomiske tiltag i miljøpolitiske spørgsmål. Det er ment som et værktøj til virksomhederne for at gøre det muligt at medtage miljømæssige fordele og omkostninger i deres finansielle analyser med henblik på at kunne træffe beslutninger på et miljømæssigt forbedret grundlag.

I USA har inddragelsen af beregninger af denne type været til gavn ikke blot for virksomhederne, men også for miljøet. I udarbejdelsen af rapporten har det ikke været et mål at bevise denne sammenhæng, men der har på den anden side heller ikke været noget, som har modbevist den.

Ved udarbejdelsen af det danske TCA-koncept har man lagt vægt på at nå frem til et koncept, som:

- Hjælper virksomhederne med at kvalificere beslutninger om investeringer.
- Er enkelt og kan anvendes af medarbejdere uden særligt kendskab til virksomhedsøkonomi eller IT.
- Er blevet tilpasset små og mellemstore virksomheders behov i forbindelse med overvejelser om investeringer.
- Giver virksomheder uden systematiske analyserutiner adgang til analyse- og ledelsesredskaber, som kan bruges til at beregne de økonomiske konsekvenser i forbindelse med forestående investeringer. Virksomheder, som allerede har sådanne rutiner, kan benytte det som et supplerende redskab til at opnå et endnu bedre beslutningsgrundlag.
- Så vidt muligt er baseret på allerede eksisterende informationer fra virksomhedens økonomisystemer og regnskaber
- Kan anvendes af virksomheder uden brug af yderligere beregninger end dem, der normalt anvendes i forbindelse med investeringsanalyser.
- Giver adgang til stipulere specielle betingelser i et regneark, der viser den forventede penetrationskurve og livscyklus for det pågældende produkt

Afprøvningen viser, at det danske TCA-koncept er meget brugbart, idet det strukturerer investeringsanalyser og gør det lettere at medtage miljømæssige aspekter i analyserne. Desuden hjælper regnearket med at gøre det lettere at simulere forskellige scenarier.



I slutningen af rapporten stilles følgende spørgsmål:

- Hvornår er det relevant at anvende det danske TCA-koncept i beslutningsprocessen?
- Hvem bruger TCA?
- Gavner brugen af TCA miljøet?
- Hvordan kan man styrke brugen af TCA?

Der gives ingen endelige svar på disse spørgsmål, men der foreslås forskellige tiltag, som kan bidrage til besvarelsen.

*Forfatter/udførende institution*

Heidi K. Stranddorf og Johnny Iversen, dk-TEKNIK, Bo Danielsen og Mikkel Vinther, Andersen Management International A/S, Birgit Munck-Kampmann og Jens Peter Mortensen, Water Quality Institute.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-827-6

# Bæredygtighed af nuværende miljøbelastning med persistente kemiske stoffer

**Arbejdsrapport nr. 52, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**Projektet peger på en metode til at vurdere, om spredningen af persistente kemiske stoffer i miljøet kan anses for bæredygtig. Bæredygtighed er i denne forbindelse defineret ved, at koncentrationerne af disse stoffer i det omgivende miljø ikke må øges og i nødvendigt omfang mindskes. Det omgivende miljø omfatter overfladejord (ekskl. byområder), grundvand, ferskvandsmiljøet og det marine miljø. Dvs. de dele af miljøet, der umiddelbart har betydning for mennesker, planter og dyr. Der er således set bort fra luften, der i denne sammenhæng alene betragtes som et transportmiddel.**

Det har været forudsat, at vurderingsmetoden var baseret på massebalancer, idet til- og fraførslerne til hvert af de relevante miljøer opgøres. Vurderingsmetoden tager hensyn til:

- At de enkelte miljøer er knyttet sammen (der sker bl.a. en stoftransport fra overfladejord via grundvand og ferskvandsmiljøer til havmiljøet).
- At der for tiden sker en ophobning af tungmetaller i samfundet såvel som i depoter og i restprodukter anvendt til dæmninger, veje etc., som må forventes på sigt at kunne medføre stigende tilførsler til miljøet.
- At vurderingsmetoden skulle kunne anvendes på både tungmetaller og persistente organiske stoffer, forudsat at der foreligger tilstrækkelig viden om tilførsler til og forekomst af disse kemiske stoffer i miljøet.

Metodeovervejelserne har taget udgangspunkt i tungmetaller. Metoden kan dog også anvendes for persistente organiske forbindelser, hvis der findes viden, der gør det muligt at tage højde for den nedbrydning, der vil ske i depoter og miljøet af disse forbindelser, eller det kan accepteres, at der ses bort fra denne nedbrydning.

Metoden er baseret på massebalancer, idet til- og fraførsler til hvert af de relevante delmiljøer opgøres. Der tages hensyn til stoftransport mellem de enkelte delmiljøer og til den ophobning af stofferne, der findes i depoter og restprodukter anvendt til f.eks. anlægsarbejder. For grundvand er dog benyttet den fremgangsmåde, at man dividerer tilførslerne med netto-nedbøren.

Som led i metodeovervejelserne er vurderet, hvilke endelige depoter, der findes for tungmetaller i det danske miljø. Det er vurderet, at sø- og marine-sedimenter kan betragtes som endelige depoter. Derimod er det valgt ikke at betragte lossepladser og jord som endelige depoter, da alle kendte tilbageholdelsesmekanismer for tungmetaller i jord er reversible, og det må påregnes, at tungmetaller med tiden vil blive udvasket af nedsivende vand. Hvad angår lossepladser, antages det, at i bedste fald meget få lossepladser vil fortsætte med perkolatopsamling længere end 50-100 år, efter at pladsen er fyldt op. Efter dette tidspunkt vil perkolatet givetvis få lov til at finde vej ud i miljøet.

Langtidskonsekvenserne af fortsat lageropbygning i overfladejord, lossepladser og andre depoter har været overvejet. Et problem i denne sammenhæng er, at frigivelsen og transport af tungmetaller vil afhænge meget af de geologiske forhold og metallernes kemiske forekomst. Som et eksempel kan nævnes, at væsentlig udvaskning af metaller fra forbrændings-slagger vil kræve 10.000 år eller mere, mens fuldstændig udvaskning af metaller fra kalk-baserede røggasrensingsprodukter kan finde sted på 500-5.000 år.

For ikke at gøre beregningerne for komplicerede blev det valgt at tage hensyn til langtidskonsekvenserne ved at skelne mellem følgende to scenarier:

- Den nuværende situation, hvor tilførsler og fraførsler til hvert delmiljø er vurderet ud fra eksisterende observationer (denne situation er ikke balanceret, da lageropbygning kan finde sted f.eks. i overfladejord og lossepladser/depoter).
- En hypotetisk fremtidig situation, som er baseret på den antagelse, at det nuværende mønster for brug og bortskaffelse af det pågældende metal kunne fortsætte i en ubegrænset fremtid og dermed føre til den situation, at fraførslerne og transporten i miljøet er øget til et niveau, som svarer til, at alle delmiljøer er i balance.

Til afprøvning af metoden er der foretaget vurderinger og beregninger for tungmetallet bly. Datagrundlaget for bly skønnes generelt at være tilfredsstillende, bortset fra koncentrationen af bly i nedsivende og afstrømmende vand fra overfladejord. Herudover ønskes en bedre viden om partikulær transport af bly i vandløb, sedimentation af bly i søer samt transport af bly ind og ud af danske farvande. Disse data repræsenterer væsentlige huller i den nuværende viden om transporten af bly i det danske miljø.

De vigtigste dataforudsætninger for at gennemføre de her angivne vurderinger og beregninger omfatter kendskab til:

- Massestrømme i samfundet.
- Cirkulation i landbruget.
- Tidligere opgørelser af tilførslen til de indre danske farvande.

Det eksisterende datagrundlag for tungmetallerne cadmium og kobber anses for at være stort set lige så godt som grundlaget for bly. For nikkel, zink, kviksølv, krom og arsen er de nødvendige data kun delvist til stede.

For andre tungmetaller såvel som for persistente organiske forbindelser gælder det, at datagrundlaget er meget beskedent, og at der vil være behov for en meget betydelig indsats til indsamling af data, hvis de her angivne vurderinger og beregninger skal gennemføres.

*Forfatter/udførende institution*  
Erik Hansen og Carsten Lassen, COWI.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-826-8

# Rensning og genanvendelse af affedterbade i galvanoidindustrien

**Arbejdsrapport nr. 53, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**I Danmark kasseres årligt flere tusinde m<sup>3</sup> alkaliske affedterbade fra metallisk overfladebehandling – heraf ca. 2500 m<sup>3</sup>/år fra den galvaniske industri. Badene anvendes til rengøring af metalemner for olie, fedt og smuds – ofte som forbehandling før den endelige overfladebehandling. Badene forurenes løbende under driften og kasseres normalt, når indholdet af forurenende stoffer er blevet for stort. I projektet undersøges mulighederne for at nedbringe miljøpåvirkningerne ved at rense og genanvende affedterbadene ved ultra- og mikrofiltrering.**

Når affedterbade kasseres, indeholder de stadig en del aktive affedtningskemikalier. Dette kemikaliespild kan reduceres, hvis badene holdes så rene, at de næsten aldrig skal kasseres. Hvis badene holdes rene, bliver der også mulighed for at opsamle og tilbageføre de udslåede badekemikalier, hvilket giver yderligere besparelse af affedterkemikalier. Samtidig kan man reducere eller helt eliminere udledningen af affedtningskemikalier samt olie og fedt med spildevandet.

I dette projekt undersøges mulighederne for at rense affedterbade ved ultra- og mikrofiltrering. Denne proces anvendes en del i udlandet, og den har også været prøvet i Danmark med begrænset succes. I projektet fokuseres på, hvilke membraner og hvilke affedtningskemikalier der kan kombineres, samt hvilke tekniske faktorer der i øvrigt spiller ind.

Der er lavet screeningstest med syv forskellige affedtningskemikalier – heraf tre til ludkogning, tre til el-affedtning og et til sur affedtning. Fire forskellige membrantyper er afprøvet – et mikrofilter-membran og tre ultrafilter-membraner. De to membraner er af typen hollow fibre, medens de to andre membraner er af typen plate and frame.

Membranerne er afprøvet ved filtrering af de rene affedtningskemikalier i normale brugskoncentrationer for at undersøge, om tensider og andre organiske kemikalier tilbageholdes af membranerne. I så fald er de pågældende membraner uegnede til rensning af affedterbade bestående af disse kemikalier. Endelig er der gennemført enkelte forsøg med rensning af forurenede affedterbade.

Screeningsforsøgene viser, at X-Flows MF-membran kan anvendes sammen med de fleste affedtningskemikalier. Kun et af de syv undersøgte kemikalier blev tilbageholdt i større mængder. UF-membranerne kan også anvendes, men i flere tilfælde tilbageholdes en del af de vaskeaktivestoffer. De fineste UF-membraner tilbageholder generelt mere end de grovere membraner. Det er tilsyneladende først og fremmest porestørrelsen, der er afgørende for membranens funktion, og der er åbenbart ingen forskel på, om man anvender hollow fibre eller plate and frame membraner. Alle testede membraner er lavet af polysulphon/polyvinylpyrrolidon (PES/PVP).

Ved rensning af en ludkoger fjernes ca. 80% olie pr. rensning. Det undersøgte bad er i det første år (ca. 1500 driftstimer) blevet rensat fem gange, og det har ikke været kasseret. Tidligere blev badet kasseret to gange årligt. Man har således i gennemsnit kørt med et betydeligt lavere olieindhold end tidligere med deraf følgende mindre olieudsløb til spildevandet. Man har det første år sparet 25% affedterkemikalier, fordi badet ikke har været kasseret.

Vore undersøgelser har endvidere vist, at der formodentlig kan spares yderligere 30-50% affedterkemikalier, hvis man holder en konstant passende lav koncentration, da udslæbet af kemikalier derved reduceres.

Ved rensning af el-affedteren fjernes ca. 90% olie pr. rensning. Det undersøgte bad er det første år (ca. 1450 driftstimer) blevet rensat fem gange, og det har ikke været kasseret. Tidligere blev det kasseret to gange om året. Man har det første år sparet ca. 25% affedterkemikalier. Man har dog kørt med et unødvendigt højt tensodindhold, og derfor vil der kunne spares yderligere 30-40% affedterkemikalier, hvis tensiderne kan holdes på en passende lav koncentration.

Undersøgelserne har vist, at den aktuelle bejdseaffedter ikke forurenes nævneværdig med olie. En enkelt rensning af badet gav et fald i olieindholdet fra 70 til 40 mg/l. Derfor er det muligt at droppe videre rensning, så den fremover kun kasseres, når metalindholdet er blevet for højt.

Der er under projektet også lavet afprøvning af et olieabsorberende filter (ABS-filter) på et affedterbad. Der foretages en mekanisk filtrering gennem en filterpose, der består af olieabsorberende materiale. Indledende forsøg viser, at der ikke fjernes nævneværdige mængder tensider ved filtreringen. Da emnerne blev triaffedtet først, var forureningen af affedterbadet minimal. Denne konstatering har medført, at man uden videre har kunnet forlænge levetiden på affedteren med en faktor 3 i forhold til tidligere.

Resultatet af undersøgelsen viser, at det er praktisk og realistisk muligt at rense brugte affedterbade for olie, fedt og smuds ved mikrofiltrering, hvis filter og affedtningskemikalier er afstemt efter hinanden. Også ultrafiltre kan i flere tilfælde anvendes. På den måde kan levetiden af affedterbadene forlænges betydeligt, og der vil kunne spares store mængder kemikalier samt udgifter til affaldsbortskaffelse. Jo større forbrug af affedtningskemikalier på en given virksomhed, jo mere interessant er metoden.

Når et affedterbad oprenses med mellemrum, kan der ofte med fordel laves helt eller delvis tilbageføring af udslæbte kemikalier fra et sparskyl. Herved kan vandforbruget begrænses til et minimum, og spildevand undgås eller begrænses betydeligt.

Projektet har yderligere afdækket et muligt generelt problem vedrørende vedligeholdelse af affedterbade. De fleste virksomheder kører formodentligt med for højt indhold af affedtersalte i badet, og mister derved unødvendigt mange affedterkemikalier ved udslæb til skyllevandet. Det skyldes utilstrækkelig vedligeholdelse af badene. Vi vil derfor anbefale, at alle større virksomheder – uanset om man renser affedterbadet eller ej – indfører en systematisk vedligeholdelsesprocedure for affedterbadene. Metoden går ud på at anvende et fast program for kemikaliedosering og følge op med lejlighedsvis kontrolmålinger af lednings- og overfladespænding.

#### *Forfatter/udførende institution*

Flemming Dahl, Peter Hardis og Tom Hornshøj-Møller, Miljø-Kemi, Dansk Miljø Center A/S.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-829-2

# Miljørigtig projektering – indhentning af data fra producenter

## Arbejdsrapport nr. 54, 1997

### Miljøstyrelsen

**I projektet er der udviklet et materiale, som den projekterende kan anvende ved henvendelser til producenter af byggevarer med henblik på at opnå information om byggevarens miljøpåvirkninger.**

Materialet består af to dele:

- Materiale, der fremsendes til producenten.
- Vejledning til den projekterende.

Vejledningen til projekterende beskriver anvendelsen af det samlede materiale ved henvendelsen til producenten. Det er et ønske, at en første henvendelse til en producent sker på en standardiseret form, således at producenterne vil opleve en ensartet fremgangsmåde, uanset hvilken projekterende der henvender sig. I et bilag til vejledningen er det anvist, hvorledes eventuelle, supplerende miljøspørgsmål kan stilles til producenten.

Vejledningen til den projekterende angiver ud over selve fremgangsmåden ved dialogen med producenten også, hvorledes den projekterende skal anvende producentens svar på de stillede spørgsmål i forbindelse med sin generelle viden på miljøområdet. Vejledningen påpeger også vigtigheden af, at alle projekterende henvender sig på en ensartet måde til gavn for producenten.

En række generelle miljøinformationer kan fås igennem afsnittet ”miljødata”, og svarene på de stillede spørgsmål vil normalt skulle sammenholdes med oplysninger herfra for at opnå tilstrækkelige informationer.

Som supplement til vejledningen er der udarbejdet en liste over miljøpåvirkninger og -effekter. Listen angiver potentielle miljøpåvirkninger i et byggeværks livscyklus. For de forskellige påvirkninger er angivet, hvilke væsentligste miljøeffekter de kan forårsage.

For det tilfælde at den første henvendelse til producenten ikke giver tilstrækkelige informationer, er der udarbejdet en vejledning til formulering af supplerende spørgsmål.

Supplerende spørgsmål må stilles specifikt, så de tilgodeser de opståede behov, og kan derfor ikke ske med baggrund i standardformuleringer. I stedet angiver vejledningen forskellige grupper af miljøpåvirkninger, hvilke afgrænsninger og andre forhold, den projekterende skal være opmærksom på at få belyst for at kunne sammenligne oplysninger for andre byggevarer eller producenter.

Materialet, der fremsendes til producenten indeholder – udover en henvendelsesformulering, der har form som et standardbrev – miljørelevante spørgsmål til producenten om virksomheden og byggevarer samt miljøpåvirkning i byggevarens livscyklus. Spørgsmålene er af overordnet karakter og vil i de fleste tilfælde umiddelbart kunne besvares af producenten. Spørgsmålene indeholder alligevel så megen information, at en projekterende med generel indsigt i miljøforhold vil kunne påpege eventuelle problemområder. Spørgeskemaerne indeholder en udfyldelsesvejledning til producenten og en supplerende vejledning, som kan støtte producenten ved tvivl om forskellige definitioner.

Der er spørgsmål til beskrivelse af byggevaren og virksomheden samt spørgsmål til de fem faser i byggevarens livscyklus:

- Leverancer af delmaterialer og halvfabrikata.
- Produktion af byggevaren.
- Byggevarens indbygning.
- Byggevarens vedligeholdelse, renhold og udskiftning.
- Byggevarens bortskaffelse.

Producenten skal naturligvis kun besvare spørgsmål vedrørende forhold om byggevarens indbygning, vedligeholdelse og bortskaffelse, som producenten rent faktisk har indflydelse på og kan skaffe oplysninger om.

Den supplerende vejledning til producenten består af:

- Ordliste, som forklarer de vigtigste begreber, som producenten møder i forbindelse med besvarelsen af spørgeskemamaterialet.
- Liste over materialegrupper, som angiver, hvilke materialegrupper byggevarens delmateriale ønskes opgjort i.
- Liste over fare- og miljømærkninger, som angiver, hvilke mærkningsordninger det vil være relevant at oplyse.
- Liste over beskyttelsesforanstaltninger, som er en listning af eksempler på, hvad der menes med begrebet.

*Forfatter/udførende institution*

DTI. Byggeri. BPS-Centret, Birch & Krogboe.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-821-7

# Træbeskyttelsesmidler og imprægneret træ

**Arbejdsrapport nr. 57, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**I rapporten er der udarbejdet en massestrømsanalyse for træ imprægneret med beskyttelsesmidler og for nogle af de væsentligste stoffer. Af aktivstoffer er valgt arsen, kobber, krom, tributyltin og kreosot, som repræsentative stoffer fra de anvendte imprægneringsmetoder – tryk-, vakuum- og overfladeimprægnering. Stoffernes sundheds- og miljømæssige toksicitet er kort gennemgået, samtidig med at mulige eksponeringssituationer er angivet.**

Et par af stofferne (arsen og kreosot) anvendes ikke mere i Danmark, men da rapporten også ser på udviklingen i affaldsmængden af imprægneret træ, og disse stoffer tidligere er anvendt og stadig importeres i imprægneret træ, er de taget med i rapporten.

Ved at sammenstille de indhentede oplysninger om produktion, import og eksport, brug og bortskaffelse af træimprægneringsmidler og af imprægneret træ kan der opstilles en massebalance for 1992. Massebalancen er opdelt i to dele: en del opstillet for imprægneret træ og en del for anvendte aktivstoffer.

Det årlige forbrug af imprægneret træ i Danmark er på ca. 117.000 tons baseret på 1992-tal. Forbruget har en stigende tendens på ca. 3% pr. år. Den årlige import og eksport af imprægneret træ er nogenlunde lige stor beregnet i vægt, men modsvarer ikke hinanden med hensyn til indhold af imprægneringsmidler og aktivstoffer.

Tryk- og vakuumimprægneret træ har en estimeret levetid på mere end 32 år.

Det er estimeret, at der i 1992 blev bortskaffet 8.000 tons imprægneret træ. Dette tal skal anvendes med forsigtighed, idet det er behæftet med stor usikkerhed. Imprægneret træ bortskaffes primært via affaldsforbrændinger eller lossepladser. Dog ender en ukendt mængde i privat afbrænding eller bliver genbrugt. Ved genbrug forlænges levetiden et ukendt antal år.

Det er estimeret, at der er ophobet ca. 2,7 mio. tons imprægneret træ i Danmark i 1992. Denne mængde begynder i disse år at forfalde som affald. Det har ikke været muligt inden for dette projekts rammer at undersøge, hvilke midler og aktivstoffer de ophobede træmængder indeholder.

Den dominerende imprægneringsmetode er trykimprægnering. Forudsat at foreskrifter for etablering og drift for de industrielle imprægneringsanlæg (vakuum- og trykimprægnering) fra miljømyndighederne overholdes, giver disse kun anledning til et meget begrænset tab til omgivelserne. Dog er der afdampning af flygtige organiske forbindelser (VOC) fra vakuumimprægneringen. Der vil ligeledes være emission af VOC'er fra de overfladebehandlingsmidler, der er opløsningsmiddelbaserede.

Det skønnes, at der i 1992 i brugsfasen blev frigivet 1.014 tons metaller fra trykimprægneret træ til miljøet, og at der blev frigivet ca. 33 tons aktivstof (≈ 6,6 tons metaller) fra vakuumimprægneret træ. Et meget forsigtigt skøn over spild til omgivelserne fra overfladebehandlet træ er max. 2 tons aktivstof i 1992.



Aktivstofferne i det imprægnerede træ, der blev forbrugt i Danmark i 1992, stammede dels fra træ imprægneret i Danmark, dels importeret træ eller træprodukter. Dette gav følgende billede af aktivstofforbruget, enten anvendt alene eller i kombination med hinanden (de angivne tal er cirkatal): 222 tons krom, omkring 221 tons kobber, 50 tons arsen, 110 tons kreosot, 14,5 tons TBTN/TBTO ( $\approx$  4,2 tons tin) samt over 425 tons andre aktivstoffer.

Arsenholdige aktivstoffer, der blev tilført det danske marked i 1992, stammede næsten udelukkende fra import. Tilsvarende blev kreosot udelukkende tilført markedet i form af import, idet imprægnering mod træødelæggende svamp og insekter med stoffer ikke er tilladt i Danmark. For de øvrige stoffers vedkommende har import og eksport kun en begrænset betydning for de forekommende mængder i det anvendte træ.

Sundhedsrisikoen ved imprægneret træ er størst, hvor der er risiko for eksponering ved indånding eller hudkontakt med aktivstofferne eller de organiske opløsningsmidler i produktionsfasen eller ved håndtering og bearbejdning. Overholdes arbejdsmiljølovgivningen, vurderes risikoen at være minimal.

De væsentligste potentielle forureningskilder for det ydre miljø fra imprægneringsanlæg er kemikaliehåndtering, -oplag, spild under drift, uheld eller udvaskning fra oplagsplads, som kan medføre kraftige lokale forureninger (punktforurening). Den mere diffuse forurening fra enkeltbrugers kemikaliehåndtering og udvaskning fra anvendt imprægneret træ kan være betænkelig, men man har for tiden ikke noget klart overblik over disse situationer. Er det imprægnerede træ anvendt eller oplagret i store mængder, kan det dog medføre væsentlige ophobninger af aktivstoffer i miljøet fra udvaskning og fra nedbrudt træ.

Imprægneret træ skal behandles som farligt affald og deponeres på kontrolleret losseplads eller brændes af i kontrolleret forbrændingsanlæg ved høje temperaturer.

*Forfattere/udførende institution*

Ole Christian Hansen, Henriette Færgemann og Susanne Møller, Dansk Teknologisk Institut, Miljø teknik, Lotte Kau Andersen og Christian Poll.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-803-9

# Tredje europæiske rundbords- diskussion om renere produktion

## Arbejdsrapport nr. 58, 1997

### Miljøstyrelsen

**ERCP, The European Roundtable on Cleaner Production, har til opgave at sikre, at der med jævne mellemrum planlægges og afholdes rundbordsdiskussioner i forskellige lande til fremme af renere produktion. Denne rapport indeholder en oversigt over alle de ERCP-tiltag, som fandt sted i 1996, og præsenterer desuden overvejelser og forslag til fremtidige ERCP-begivenheder, der blev fremlagt på ERCP plenummødet i 1996. Rapporten giver desuden et overblik over arbejdsgrupper, myndigheder og netværker, der arbejder i ERCP-regi. Sidst i rapporten findes et referat af plenummødets evaluering af 1996-begivenheder samt deres bud på nødvendige tiltag for 1997.**

De vigtigste ERCP-konklusioner fra 1996 kan sammenfattes således:

- Fremme af Renere Produktion skal i højere grad ske på baggrund af efterspørgsel.
- Fremme af Renere Produktion afhænger i høj grad af netværksarbejde mellem aktører og interessenter samt af, om industrien og andre brancher tænker i nye baner.
- Resultater og fremgang i forbindelse med Renere Produktion skal kommunikeres bedre og der skal udvikles indikatorer for god miljøopførsel.
- Renere Produktion skal være en integreret del af teknologisk fornyelse, nye markeds-tiltag, udviklingspolitik og økonomiske overvejelser.

Hvis initiativerne bliver taget på efterspørgselssiden i stedet for på udbydersiden (af rådgivere og den akademiske verden), sættes der først og fremmest fokus på industriens, landbrugets, transportbranchens og andre branchers rolle i jagten på en renere produktion. Men der sættes også fokus på interessenter som f.eks. finansielle virksomheder og NGO'er. I fremtiden vil det være nødvendigt, at disse forurenere og centrale aktører selv tager initiativ til handling.

Dog er industrien og de forskellige sektorer ansvarlige for, at bæredygtigheden opretholdes og for at der udvises et stort engagement i miljørigtig opførsel. Det er naturligvis kun muligt, hvis udbudssiden matcher efterspørgselssiden. Grønne organisationer spiller en vigtig rolle ved konstant at gøre samfundet opmærksom på miljøproblemerne og ved at føje nye punkter til dagsordenen. Det baner vejen for stadige udfordringer for virksomhederne, og tvinger industrien til at tænke i Renere Produktions-strategier. Grønne organisationer skal optræde som vagthunde og tage mere "konstruktive" og proaktive initiativer, også selvom det fordrer et større ansvar og dermed formindsker muligheden for at være vagthund.

Det er også vigtigt, at finansielle institutioner efterspørger Renere Produktion. Det skal sikres, at den finansielle sektor bliver klædt på til at stille relevante spørgsmål vedrørende Renere Produktion. Finansanalytikere må gøre sig bevidste om kriterierne for samspillet mellem miljømæssige og økonomiske præstationer og forstå de økonomiske fordele ved Renere Produktion. Det er også nødvendigt at uddanne miljøeksperter, så de får større økonomisk indsigt.

ERCP spiller en vigtig rolle, når det gælder fremme af netværksarbejdet og udvikling af nytænkingskulturen. Da det faktisk ofte er blevet undervurderet i praksis især af industrien og myndighederne, er det meget ønskværdigt, at der deles ud af erfaringerne. Erfaringer fra samarbejdet med industrien i Kalundborg er et eksempel på et givtigt business-to-business netværk. Dog bør netværket være bredere og også inkludere andre interessenter. Industrien bør opfatte de grønne organisationer og grønne forbrugere som partnere og ikke kun som modstandere af nytænkning. De grønne organisationer nyder stor respekt i befolkningen, fordi de arbejder uafhængigt af regering og industri. De repræsenteres ofte af personer, der er engageret i social adfærd, og som er i stand til at få deres budskaber ud til mange forskellige samfundsgrupper. Forretningsmuligheder, der er opstået i netværksprocessen, bliver ofte undervurderet af myndighederne og industrien. Et velkendt eksempel er Greenpeace's Brent Spar kampagne. Læresætningen for industrien og myndighederne var, at det ikke længere er nok kun at spørge de officielle myndigheder til råds omkring miljørigtig opførelse. Det er vigtigt at rådføre sig med den voksende skare af grupper i samfundet, der har interesse i et godt miljø.

Hvad angår den ringe gennemsigthed, behovet for indikatorer på en miljørigtig opførelse og behovet for, at resultaterne fra Renere Produktion viderekommunikeres, er det først og fremmest vigtigt at formidle resultaterne internt i en virksomhed. På det operative niveau kan man ved at indføre kontrol med forureningsmålingen give operatørerne et direkte billede af forureningsituationen, som de så kan videreformidle til de øvrige medarbejdere. På organisationsniveau kan indsamlede data bruges til at sammenholde den aktuelle indsats med de definerede mål på området. Desuden er det vigtigt at give interessenter den nødvendige information, hvilket indtil for nylig har været en ny og svær udfordring, især inden for den finansielle sektor.

Det understreges, at der er behov for at integrere Renere Produktion i problemløsninger for udviklingslandene. De miljøproblemer, som disse lande står over for, skal ikke udelukke de sidestilles med de problemer, man traditionelt forbinder med industrialisering og omdannelse til by. De indebærer også skovrydning, forringelse af jordbund, vandforsyning og vandkvalitet, biologisk diversitet, energianvendelse, luftforurening og udledning af drivhusgas. Disse aspekter af den miljømæssige udfordring står i tæt tilknytning til overbefolkning, fattigdom, dårligt udviklede institutioner og mangel på økonomiske ressourcer. Derfor er det ikke kun miljøpolitik, men også anden generel politik, som f.eks. landbrugspolitik, politik omkring industrielle nyskabelser og politik omkring udvikling af små og mellemstore virksomheder, der skal inddrages i overvejelserne om Renere Produktion på lige fod med fattigdomsbekæmpelse, befolkningsplanlægning og udvikling af menneskelige ressourcer.

Et andet vigtigt emne er, hvordan Renere Produktion indvirker på markedet. EU's markedspolitik har en stor indflydelse på, at produkter og processer bliver indført. Derfor bør man først evaluere den eksisterende markedspolitik på miljøforbedringsområdet. Dernæst skal det undersøges, om det er muligt proaktivt at lade markeds kræfterne virke til fordel for miljømæssig fremgang.

*Forfatter/udførende institution*

Nils Thorsen og Mette Lücke Pedersen, Ernst & Young.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-602-8

# Minimering af kemikalie- og vandudledning fra fotoprocesser i grafiske virksomheder

**Arbejdsrapport nr. 60, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**Projektets formål er at skabe et overblik over mængden af kemikalier og spildevand, som den grafiske branche udleder fra fotoprocesser samt at beskrive det fotoprocessudstyr til rensning og recirkulering af spildevand, der findes på markedet i dag. Et andet formål er at beskrive, hvad den teknologiske udvikling inden for den grafiske branche vil betyde for branchens spildevandsudledning.**

Ved den grafiske branche forstås virksomheder som avistrykkerier, offsettrykkerier, reproanstalter og serigrafitrykkerier. Undersøgelsen er udført på baggrund af oplysninger fra Danmarks Statistik, spørgeskemaundersøgelse blandt 33 virksomheder i den grafiske branche og faglitteratur.

Da datagrundlaget i spørgeskemaundersøgelsen er spinkelt, har det ikke været muligt at beregne det gennemsnitlige vandforbrug for henholdsvis virksomheder med og uden vandspareanlæg. Men selvom datagrundlaget er spinkelt, er der dog en række tendenser, som kan udtrages, uden der dermed er tale om statistiske sikre konklusioner.

Vandforbruget i virksomhederne er meget varierende. Det kan bl.a. skyldes, at der ikke er opsat vandmålere til at måle forbruget af vand ved de enkelte processer, men at svarene er givet ud fra et skøn fra de medvirkende virksomheder. I gennemsnit anvender virksomhederne 33,3 l vand pr. produceret m<sup>2</sup> film, mens variationerne i vandforbruget ligger mellem 96 l og 2 l pr. produceret m<sup>2</sup> film. Vandforbruget til pladefremstilling varierer fra 0,3-146 l pr m<sup>2</sup> plade. I gennemsnit anvender virksomhederne 64,4 l vand pr. produceret m<sup>2</sup> plade.

Afvigelserne i kemikalieforbruget blandt virksomhederne er meget små, hvilket kan skyldes, at der er større bevidsthed om kemikalieforbrug end vandforbrug. Det gennemsnitlige forbrug af fikser til film er 0,3 l pr. produceret m<sup>2</sup> plade. Forbruget for pladefremkalder ligger gennemsnitligt på 0,5 l fremkalder per m<sup>2</sup> film, og kemikalieforbruget til pladefremkalder ligger i gennemsnit på 0,1 l fremkalder per produceret m<sup>2</sup> plade.

Der er store variationer i virksomhedernes udledning af spildevand både i forbindelse med film- og pladefremkaldning. De gennemsnitlige nøgletal for udledning af spildevand fra henholdsvis film- og pladefremkaldning er 30,6 l/m<sup>2</sup> og 48,4 l/m<sup>2</sup>.

På baggrund af undersøgelsen antages det, at det samlede vandforbrug i prepressprocesser i den grafiske branche er på 250.000-450.000 m<sup>3</sup> per år.

Der eksisterer fire forskellige anlæg til vand- og kemikaliebesparelse og minimering af udledninger:

1. Anlæg, der recirkulerer skyllevand fra film og/eller pladefremkaldermaskiner. Herved opnås en vandbesparelse.

2. Anlæg, der recirkulerer skyllevand fra film/papirfremkaldermaskiner og reducerer koncentrationerne af sølv i det udledte skyllevand. Herved opnås en vandbesparelse og en reduktion af sølvudledningen.
3. Anlæg, der recirkulerer skyllevand fra film/papirfremkaldermaskiner og genanvender en del af skyllevandet til fremstilling af fikservæske. Hermed opnås en vandbesparelse samt total eliminering af udledning af spildevand til kloaksystemet.
4. Anlæg som 3. anlæg, der desuden er forsynet med interne systemer til recirkulering af fremkalder- og/eller fikservæsker, hvorved der kan spares på fremkalder- og/eller fikserkemikalier.

Ud fra leverandøroplysninger konstateres det, at der som minimum er solgt 350 vand- og kemikaliebesparende anlæg til prepressprocesser. Blandt disse anlæg er ca. 40 anlæg installeret på aviser og dagblade. Desuden er enkelte anlæg solgt til hospitaler, tandlæger, dyreklinikker og billedbutikker. Priserne på anlæggene ligger fra ca. 6.000-40.000 kr.

Computer to plate-teknikken har eksisteret siden 1976. Det er dog kun meget få virksomheder i Danmark, der har indført den teknik, hvilket kan skyldes den høje pris for anlæggene (knap 1 mio. kr.). Den miljømæssige fordel ved denne teknologi er, at der sker en eliminering af filmanvendelse og anvendelse af de traditionelle fotokemikalier samt eliminering af vandforbrug ved såvel pladefremkaldningen som i selve trykprocessen.

Af ulemper kan bl.a. nævnes, at visse typer af trykplader har kortere levetid. En række sølvholdige trykplader, som har længere levetid, indeholder til gengæld også mere kemi, ligesom de giver mere sølvholdige affaldsprodukter.

Ved digitale printere overføres trykbilledet elektronisk direkte til trykmaskinen: Herved undgås de våde fotoprocesser helt, og spildevandsudledningen elimineres. Ulemperne ved digitale printere er forholdsvis lav trykhastighed og små formater. Derfor er teknikken i dag kun egnet til trykning af små oplag.

Bedst kendte digitale trykmaskiner er Agfa ChromaPress og Indigo E-print. Ideen med disse maskiner har været at udvikle digitale trykmaskiner, der kunne konkurrere med offset i hastighed. Et problem ved disse maskiner er, at trykning med fire farver er forbundet med store omkostninger, såfremt oplaget ligger mellem 500-1.000 tryk. Siden DRUPA 95 har Heidelberg solgt 720 digitale offsettrykmaskiner kaldet Quickmaster DL. Disse maskiner med indbyggede belysere gør polyesterbaserede siliconeplader klar til tryk.

Der er sket en hastig udvikling af digitale kameraer gennem de sidste fire-fem år. På markedet er der i dag tre hovedtyper, som alle er baseret på Charges Cpoples Device-teknologien. Ccd er et system af lysfølsomme elektroniske kredsløb, som gennem variationer i spændingen styrer optagelsen og lagring af billeddata. Prisen på disse kameraer er høj og ingen af dem egner sig endnu særlig godt til fotografering af motiver i bevægelse. Behandlingen af det elektroniske billede sker ved at det digitaliserede fotografi indscannes og viderebehandles på en computerskærm, inden det sendes til print.

*Forfatter/udførende institution*  
COWI, Grafisk Arbejdsgiverforening.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-847-0

# Kortlægning af marinemotorers luftforurening

## Arbejdsrapport nr. 61, 1997

### Miljøstyrelsen

**Fokus på miljøbevidsthed har efterhånden bredt sig til marinesektoren. I en del år har krav til reduktioner og emissioner været diskuteret. ISO har arbejdet med standarder for, hvordan emissioner for motorer skal måles, og IMO er ved at fastlægge maksimalværdier for NO<sub>x</sub>-emissionen. Denne rapport beskriver de forsøg og emissionsmålinger, der er blevet gennemført på to marine- og en generatormotor i efteråret 1996.**

Projektet blev gennemført af DTI Energi/Motorteknik i samarbejde med MAN B&W Diesel A/S, Alpha Diesel (MBD-F) og MAN B&W Diesel A/S, Holeby Diesel (MBD-H).

MBD-F fremstiller fremdrivningsmotorer, og MBD-H fremstiller tilsvarende motorer som generatormotorer. Der er væsentlige tekniske forskelle på, om motorerne bruges til fremdrift eller generatordrift. I projektet blev en motor af typen 28/32 H som generatormotor og to motorer af typen 23/30A og 28/32A målt som fremdrivningsmotorer.

Målingerne viser, at det er nødvendigt med forskellige konstanter for at opnå fuld korrektion på NO<sub>x</sub>-emissionen for omgivelsernes tilstande, samt at disse værdier afviger væsentligt fra ISO's. Denne undersøgelse viser i hvert fald, at to forskellige motorer ikke behøver at have samme konstanter. Projektet har dog kun arbejdet med enkelt-parametervariation ved én belastning. Det er muligt, at andre korrektioner vil fremkomme under andre forhold.

Referencemålingerne viser, at IMO's (International Maritime Organisation) krav til NO<sub>x</sub>-emissionen overholdes af de målte motorer i standardversionerne, men EPA's (Den amerikanske miljøstyrelse) krav til NO<sub>x</sub> kan ikke overholdes. EPA's krav til de øvrige emissioner CO, HC og partikler overholdes. De krav, der kan forventes fra EPA og også fra EU til marinesektoren, betyder specielt en stramning af NO<sub>x</sub>-emissionen.

Målinger af motorerne under parametervariationerne viser, at emissionerne og brændstofforbruget stort set ændrer sig som forventet. Lavere ladelufttemperaturer og senere indsprøjtning bidrager begge til at reducere NO<sub>x</sub>-emissionen, men senere indsprøjtning giver samtidigt et øget brændstofforbrug. Værdier på ca. 15% mindre NO<sub>x</sub> medfører ca. 2,5% øget brændstofforbrug ved den målte motorbelastning (75%).

Projektet skabte basis for, at man i MBD-F i efteråret 1996 gennemførte en opgradering af en af deres ældre motorer. Ved en kombination af tiltag opnåede man en NO<sub>x</sub>-reduktion på ca. 18%, uden at brændstofforbruget blev øget. MBD-F og MBD-H forventer at kunne reducere emissionen 15-20% fra deres ældre motortyper, uden at brændstofforbruget øges. Dette er væsentligt, da motorer af denne type typisk har en levetid på 10-20 år.

Disse forventninger kan man også have til mange andre leverandørers motorer. Dette, plus forventningen om at kravene til marine-emissionerne strammes de kommende år, betyder, at der fortsat skal ske en udvikling for at reducere NO<sub>x</sub>-emissionen yderligere. Dette projekt forventes således kun at være begyndelsen på en lang udvikling.

Det ville være interessant at studere indflydelsen fra andre parametre, som f.eks.:

- Hvad betyder heavy fuel for NO<sub>x</sub>-emissionen i forhold til gasolie, der bruges under test?
- Hvor stor er partiklernes sundhedsmæssige effekt fra gasolie og fra heavy fuel?
- Hvad ville en oxydationskatalysator medføre af reduktion på partikelmængden og/eller på den sundhedsmæssige effekt?

Dette er alle spørgsmål, som der vil være et stigende behov for at få analyseret, både nationalt og internationalt, og som vi i Danmark allerede har opbygget den nødvendige viden og ekspertise til at undersøge.

*Forfatter/udførende institution*

Flemming Bak og Michael Grouleff Jensen, DTI Energi/Motorteknik.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-850-0

# Forædling af restprodukter fra biogasanlæg

## Arbejdsrapport nr. 63, 1997

### Miljøstyrelsen

**Med henblik på en vurdering af mulighederne for etablering af et biogasanlæg i København er der i rapporten opstillet krav til kvaliteten af de bioprodukter, som er et resultat af behandlingen organiske husholdningsaffald i biogasanlæg. Kravene er bl.a. stillet på baggrund af Arbejdsrapport nr. 32 fra Miljøstyrelsen "Afsætning af kompost og biogasset dagrenovation. Forundersøgelse af markedsforhold".**

Der bliver desuden set på mulighederne for tilpasning af bioprodukterne efter de potentielle aftageres ønsker og behov. Der bliver tillige foretaget en miljømæssig og økonomisk vurdering af forholdene omkring produktion og afsætning af forædlede bioprodukter. Endelig ses på kvalitets- og dokumentationskrav til produkterne.

De primære produkter fra biogasanlæg, som det er forudsat i København, vil være:

- Afgasset biomasse.
- Gødningsvand.
- Scrubbervand.

Disse produkter søges afsat enten direkte eller som forædlede produkter. Produkterne vurderes på deres kemiske og fysiske egenskaber og kan sammenlignes med andre produkter på markedet.

Den kemiske sammensætning af afgasset biomasse kan sammenlignes med en blanding af svinegylle og kvægmøg. Dog ligger indholdet af kalium kun på en fjerdedel sammenlignet med gylle.

Gødningsvand kan bedst sammenlignes med fortyndet svineajle.

Hvad scrubber vandet angår, ligger den største næringsværdi i kvælstof bundet som nitrat, og produktet kan bedst sammenlignes med chilesalpeter.

Bioprodukterne er underlagt visse lovmæssige krav, der er beskrevet i Miljøministeriets bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Udover de lovmæssige krav stiller aftagerne af produkterne krav til kvaliteten. Produkterne søges anvendt som gødning, jordforbedring eller voksemedie, så de kan erstatte eller supplere brugen af importeret gødning og spagnum.

På baggrund af en rundspørge blandt 100 potentielle aftagere – det være sig gartnere, kommuner, landbrug, planteskoler og skovbrug – er det forventede forbrug af forskellige former for naturgødning beregnet til knap 20.000 tons per år. For at aftage bioprodukterne kræver disse aftagere mulighed for at kunne vurdere egenskaberne og gødningsværdien. Dette kan løses ved at foretage en målrettet deklareret af produkterne, som generelt skal beskrive, om produktet er håndteringsvenligt, velomsat, konkurrencedygtigt, hvad angår pris, tungmetallindhold, indhold af humane smittekim, NPK-indhold mm. Kravene er igen afhængige af, hvor produkterne tænkes anvendt. Som fælles krav forlanges, at bioprodukterne overholder grænserne for indhold af skadelige stoffer som bestemt i Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 823 af 16. september 1996.



Bioprodukterne egner sig ikke altid umiddelbart til de ønskede formål, og det kan derfor i visse sammenhænge være fordelagtigt at efterbehandle produkterne, så de tilpasses brugerens krav. Det kan bl.a. være nødvendigt at tørre den faste fraktion, da der hos mange brugere er et krav om, at produktet skal være håndteringsvenligt (tørt). For gødningsvandets vedkommende kan det blive nødvendigt at tilsætte yderligere næringsstoffer for at få en positiv markedsværdi. En anden løsning kan være at fælde kvælstoffet til en forædlet gødning.

For at opfylde disse krav fra forbrugernes side, vil det være nødvendigt med etablering af en vis form for egenkontrol kombineret med en skærpet branchekontrol. Dette kunne munde ud i oprettelsen af et branchesekretariat, der kunne bygges op efter de allerede gældende regler fra det offentlige. Et centralt punkt i ordningen vil være at få fastsat parametre, analysemetoder samt prøvetagningshyppighed som kriterium for succes.

Bioprodukterne er omfattet af tre bekendtgørelser: gødnings- og slambekendtgørelsen samt Plantedirektoratets tilsynsbekendtgørelse. Førstnævnte stiller krav om, at produkterne anmeldes til Plantedirektoratet til godkendelse af, om mærkningen af produkterne er i overensstemmelse med bekendtgørelsen. Slambekendtgørelsen stiller krav om prøvetagningshyppighed og analyser. Der stilles desuden krav om, hvilke oplysninger en mærkning af produktet skal indeholde.

Beregninger viser, at efterbehandling af bioprodukterne kan øge indtjeningen med 170-180 kr. per tons affald i forhold til de priser, der er beregnet i det oprindelige oplæg til et biogasanlæg i København. Denne indtægtsforøgelse svarer til ca. 11%. Beregningerne er baseret på en model, hvor afsætningen af de forskellige bioprodukter er estimeret ud fra forventninger til et kommende marked.

Beregningerne viser endvidere, at der er størst økonomisk fordel ved fremstilling og salg af forædlede produkter, såfremt disse kan afsættes. Hvorvidt det er muligt at afsætte forædlede affaldsprodukter fra et biogasanlæg kan først afklares, når produkterne er på markedet.

Det er således stadig et åbent spørgsmål, om forædlede restprodukter fra affaldsbehandling vil kunne afsættes på markedet til de samme priser, som kan opnås for tilsvarende produkter fremstillet af nye råmaterialer.

*Forfatter/udførende institution*  
Biogas København.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-877-2

# Aggersund dybdekridt

## Arbejdsrapport nr. 72, 1997

### Miljøstyrelsen

**Pilotprojektet, der er gennemført af Aggersund Kalkværk og Dankalk a/s, har til formål at undersøge, om der ved investering i en renere og mere energibesparende teknologi vil være mulighed for at fremstille konkurrencedygtige og miljøvenlige slutprodukter, der kan afsættes til afsvovling af røggasser fra olie- og kulfyrede kraftværker samt som fyldstoffer til diverse industrier både på hjemme- og eksportmarkedet.**

I dag anvendes kridtprodukter først og fremmest til jordbrug og som tilsætning til animalsk foder. Men i de seneste 30 år har Dankalk a/s udvidet sine aktiviteter til også at omfatte industrisektoren, hvor den ovntørrede kridt anvendes som fyldstof til gummi, tæppebelægning, asfalt, klæbestoffer, spartelmasse, keramik, maling mm. Aggersund Kalkværk udvinde i dag over 500.000 tons råkridt per år.

En negativ udvikling i behovet for kridt- og kalkprodukter inden for landbrugssektoren i 1980'erne gav kalkværket incitament til at se sig om efter nye markeder og nye produkter.

I 1989 blev der ligeledes introduceret en lov om begrænsning af emission fra olie- og kulfyrede kraftværker, som skabte behov for kridt- og kalkprodukter til rensning af røggasser. Dankalk forsøgte i første omgang at komme ind på markedet for absorbenter til afsvovling af røggasser med ovntørret pulverkridt, men blev afvist på grund af for mange urenheder i kridtet i form af et højt silisium-indhold. Man besluttede derfor at udvikle og afprøve nye produkter i et pilotanlæg med det formål at fremstille kridtprodukter, der kunne leve op til kravene for afsvovling af røggasser, vandrensning, syreneutralisering mm., og som samtidig kunne skabe incitament til at foretage større investeringer i metoder til renere teknologi.

Forsøg med pilotanlægget har vist, at princippet med indvinding med en dredger, rensning i hydrocyklon og afvanding i en membranfilterpresse giver en energibesparelse på ca. 37% i forhold til den traditionelle produktion af pulverkridt.

Denne besparelse skyldes, at specielt energiforbruget er reduceret. På grund af det mindre energiforbrug er produktionsprincippet miljøvenligt, hvorved Dankalk a/s' primære mål med pilotanlægget er opfyldt.

Forsøg på tre kraftværker har vist, at kridtproduktet der crumbles giver en tilfredsstillende gipskvalitet til kommercielle formål.

Samtidigt oplever kraftværkerne, at deres energiforbrug i forbindelse med anvendelse af crumbles falder. Dette gør crumbles særdeles konkurrencedygtig i forhold til andre produkter.

De kraftværker, hvor man har kørt forsøg, er placeret både i Danmark og Sverige, hvilket giver en indikation om, at også eksportmarkeder er interesseret i et alternativ til pulverkalk.

Crumbles har den fordel, at det kan transporteres i coastere, hvilket reducerer transportudgifterne fra 40 øre per transporteret tons tørstof per km til 0,02 øre. Dette bevirker, at radius for eksport udvides betydeligt.

Crumbles har primært været afprøvet som svovlabsorbent til olie- og kulfyrede kraftværker, hvorfor afprøvning inden for syreneutralisering og rensning af procesvand og vandregulering i søer er nedprioriteret.

Dankalk a/s vil fremover undersøge, om der er mulighed for at lancere crumbles inden for disse sektorer.

På nuværende tidspunkt undersøges mulighederne for forædling inden for papir, plast, PVC og keramisk industri, hvor de endelige resultater ikke foreligger.

På baggrund af de opnåede resultater er det blevet besluttet at investere i et fuldskalaanlæg, der kan dække afsætningsmulighederne for en kortere årrække. Anlægget projekteres, så der er mulighed for udvidelser.

Samlet har Dankalk a/s i forbindelse med projekt Aggersund dybdekridt:

- Opnået at spare på ressourceforbruget, idet alle råmaterialer anvendes.
- Reduceret belastningen på det omgivende miljø mht. støj og støv.
- Anvendt nye metoder og ny teknologi, som også er anvendelige for andre virksomheder.
- Opnået en positiv økonomisk effekt for virksomheden og samfundet.
- Udviklet ”grønne” produkter til gavn for miljøet.

*Forfatter/udførende institution*

Charlotte Olsen, Dankalk a/s, Birger Rosberg, BR consult.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-868-3

# Undervisningsmateriale til UMIP- metoden

## Arbejdsrapport nr. 76, 1997

### Miljøstyrelsen

**Rapporten indeholder undervisningsmateriale til området UMIP. UMIP står for "udvikling af miljøvenlige industriprodukter" og er en metode til anvendelse af livscyklustankegangen som grundlag for udvikling af miljøvenlige industriprodukter.**

UMIP-programmets formål har været at

- Udvikle metoder til miljøvurdering af komplekse industriprodukter.
- Udvikle retningslinier til brug ved konstruktion af miljøvenlige industriprodukter.
- Udvikle en database og et PC-værktøj til støtte for miljøvurdering.
- Implementere metode og værktøjer i partnervirksomhederne.

Undervisningsmaterialet indeholder opgaver til UMIP-metoden. Der er desuden et forslag til, hvordan et undervisningsforløb kan gennemføres, og hvilke opgaver der kan anvendes i forløbet.

Formålet med undervisningsmaterialet er at supplere bøgerne til UMIP-metoden med opgaver og en lærevejledning, der kan bruges ved undervisning i UMIP-metoden. Hensigten er, at undervisningsmaterialet skal illustrere og lette tilgangen til UMIP-metoden.

Opgaverne dækker både selve miljøvurderingsmetoden og dennes brug i produktudvikling. Opgaverne dækker endvidere bredere end kun produktudvikling, idet der inddrages eksempler fra anvendelse af miljøvurderinger til andre formål.

Undervisningsmaterialet omhandler udelukkende UMIP-metoden og kommer ikke ind på andre metoder til livscyklusvurderinger. Det kan være relevant at inddrage andre livscyklusvurderingsmetoder i et undervisningsforløb for at give de studerende et overblik over området. Dette ligger dog uden for rammerne af dette undervisningsmateriale.

Undervisningsmaterialet indeholder hovedsageligt opgaver til bogen "Miljøvurdering af produkter" af Wensel og har derfor samme målgruppe. Bogen henvender sig primært til miljøspecialisten, der skal udføre miljøvurdering af produkter. Miljøspecialisten kan være ansat på virksomheden som miljøchef eller miljømedarbejder. Det kan også være en ekstern konsulent.

Brugeren skal have en teknisk og kemisk baggrundsviden svarende til en ingeniøruddannelse eller en relevant universitetsuddannelse. Vedkommende bør være velorienteret inden for miljøområdet, men behøver ikke at have særlig erfaring med miljøvurdering af produkter eller produktudvikling. Visse dele af miljøvurderingsmetoden kræver en miljøkemisk og økotoxikologisk ekspertise hos brugeren, men disse dele kan udføres af eksterne konsulenter.

Både bogen "Miljøvurdering af produkter" og undervisningsmaterialet er velegnet til brug i undervisningen af studerende i miljøvurdering af produkter på ingeniørskoler og universiteters tekniske og naturvidenskabelige fakulteter.

Nogle af opgaverne er små, hurtigt løste problemstillinger beregnet til brug i lektionerne eller som inspiration for den studerende ved forberedelse hjemme. Andre opgaver er større og mere tidskrævende problemstillinger, der kan bruges som hjemmearbejde eller længerevarende gruppearbejde. Mange af opgaverne er i høj grad til gruppearbejde og er baseret på, at de studerende skal deltage i diskussioner. Kun få af opgaverne er udelukkende beregninger.

Eksemplerne i opgaverne er så vidt muligt hentet fra eksisterende miljøvurderinger (fra f.eks. Miljøstyrelsens publikationer, fra UMIP-databasen og fra UMIP-metodens Eksempelsamling). Data er dog i nogen grad forsimplet for at gøre opgaverne mere overskuelige.

Løsningsforslagene i opgavebogen skal ses som eksempler på mulige løsninger. Ofte vil løsningen på en opgave bygge på en diskussion mellem de studerende og læreren. Løsningsforslagene er derfor ikke udtømmende og skal ikke ses som ”den eneste sandhed”.

Forfatter/udførende institution  
Marianne Suhr Wernæs, Institut for Produktudvikling.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-877-2

# Støj fra skydebaner, emissionskatalog for haglpatroner (Hovedrapport)

**Arbejdsrapport nr. 77, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**Formålet med at udarbejde et emissionskatalog for haglpatroner i relation til ren teknologi er at reducere støjforureningen omkring skydebanerne, idet patroner med lavere udgangsværdier kan vælges. Endvidere kan der opnås store økonomiske og miljømæssige besparelser i form af færre og mindre støjvolde omkring skydebanerne ved at anvende støjsvage patroner.**

Dansk Flugtskydningsforbund er deltager i dette projektet og har bidraget til gennemførelse af målingerne ved at stille egnede skydefaciliteter til rådighed samt at fremskaffe våben og det nødvendige antal patroner.

I forbindelse med udgivelsen af Miljøstyrelsens vejledninger nr. 1 og 2 fra 1995 vedrørende støj fra skydebaner har DELTA Akustik & Vibration foreslået ovennævnte projekt. Baggrunden var, at de udgangsværdier for flugtskydning, der var til rådighed, var fremkommet ved målinger udført af Forsvarets Forskningstjeneste i august 1989. Det var således vigtigt at få afklaret, om disse måleresultater stadig er aktuelle, eller om der er stor spredning på støjniveauet fra forskellige patron typer og -fabrikater.

En stor spredning på udgangsværdierne mellem patronerne ville sandsynligvis medføre, at støjniveauet blev en væsentlig salgsparemeter for patroner til flugtskydning.

I samarbejde med Dansk Flugtskydningsforbund har DELTA Akustik & Vibration lavet et måleprogram baseret på ammunitionstyper, der dækker ca. 98% af det danske marked for flugtskydningspatroner. Der er medtaget både stål- og blyhagls patroner, selvom blyhagl kun må anvendes på et begrænset antal flugtskydningsbaner. I måleprogrammet indgår forskellige kombinationer af ammunitionstyper, våbensammensætninger, skudvinkler og skudhøjder.

Der er udført et stort antal målinger, hvilket medfører, at bilagsmaterialet i form af rådata og beregninger af udgangsværdier vil være meget omfattende og kun vil være interessant for nogle læsere.

Rapporten er derfor delt op i en hovedrapport samt en bilagsrapport, hvori baggrundsmaterialet findes. Alle problemstillinger, måleresultater og kommentarer findes opsummeret i hovedrapporten.

Rapporten inderholder en gennemgang af følgende:

- I kapitel 3 beskrives måleobjektet, dvs. hvilken type patroner, man har valgt at lave målinger på, og hvilke våben man har brugt.
- I kapitel 4 er den anvendte målemetode beskrevet.
- Kapitel 5 omhandler det fastsatte måleprogram for forsøget, samt hvilke målinger der er gennemført og hvilke kombinationer af våben og patroner, der er benyttet.
- I kapitel 6 beskrives, hvor og hvordan selve udførelsen af målingerne er forløbet.
- Kapitel 7 indeholder alle måleresultaterne samt en behandling af måleusikkerheden, kommentarer til måleresultaterne og kontrollen af måleresultaterne.

I den afsluttende kommentar i kapitel 8 gives der en konklusion på selve projektførelsen, og der sammenlignes med de forventninger, man havde inden projektets begyndelse. Det kan konkluderes, at der ikke som antaget er den store forskel på støjniveauet fra de forskellige patronfabrikanter. Formodningen om, at der findes patroner, der støjer mindre end de tidligere anvendte, holder dog stik. Det tyder på, at de meget støjende patroner, som tidligere blev anvendt, ikke findes på markedet mere. Hvorvidt denne positive udvikling i miljøhenseende er en konsekvens af bevidst udvikling af støjsvage produkter, eller den er en følgevirkning af andre faktorer, vides ikke. En mulig forklaring kan være, at haglvægten de sidste 10 år er reduceret fra 38 g til 24-28 g. Reduktionen af haglvægten er primært foretaget for at nedsætte blyforureningen på skydebanerne og i skovene. En nedsættelse af haglvægten med ca. en tredjedel har sandsynligvis også nødvendiggjort en tilsvarende reduktion af krudtmængden i patronerne.

Undersøgelsens resultater viser desuden, at miljøbelastningen i form af støj fra skydebaner er reduceret betragteligt i det seneste årti. Det bør overvejes at foretage regelmæssige kontrolmålinger af produkterne på markedet, f.eks. hvert andet år. Dette vil fastholde producenterne i tanken om at skabe miljørigtige produkter, og der er ingen argumenter mod, at det er muligt at produktudvikle patroner til endnu lavere støjbelastninger. Derudover vil regelmæssige kontrolmålinger sikre, at udviklingen ikke vender, eller at billige og dårligt designede patroner pludselig findes på markedet. Der bør under ingen omstændigheder ikke gå yderligere 10 år, før de næste målinger foretages.

Når en skydebane skal miljøgodkendes, og det konstateres, at grænserne for støjbelastning ved naboer overskrides, er der normalt kun den mulighed at bygge voldanlæg. Voldene omkring en skydebane skal ofte være meget høje (6-10 m), hvilket pålægger det omgivende miljø en betragtelig omkostning på grund af de enorme mængder jord, der skal flyttes. Derudover er prisen så høj, at flere flugtskydningsbaner står over for lukning.

Fremkomsten af de væsentlig lavere udgangsværdier vil medføre en økonomisk og miljø-mæssig besparelse, da et stort antal skydebaner kan miljøgodkendes med ingen eller begrænsede voldanlæg. Såfremt udviklingen af endnu mere støjsvage patroner fortsætter, vil behovet for voldanlæg blive reduceret yderligere fremover, samtidig med at støjbelastningen kan reduceres.

*Forfatter/udførende institution*

Jan Christensen og Bo Søndergaard, DELTA Akustik & Vibration.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN 87-7810-880-2

# Støj fra skydebaner, emissionskatalog for haglpatroner (Bilagsrapport)

## Arbejdsrapport nr. 78, 1997

### Miljøstyrelsen

**Dette er bilagsrapporten til Arbejdsrapport nr. 77, 1997, som havde til formål at udarbejde et emissionskatalog for haglpatroner i relation til ren teknologi for at reducere støjforureningen omkring skydebanerne.**

Dansk Flugtskydningsforbund er deltager i dette projektet og har bidraget til gennemførelse af målingerne ved at stille egnede skydefaciliteter til rådighed samt at fremskaffe våben og det nødvendige antal patroner.

I forbindelse med udgivelsen af Miljøstyrelsens vejledninger nr. 1 og 2 fra 1995 vedrørende støj fra skydebaner har DELTA Akustik & Vibration foreslået projektet. Baggrunden var, at de udgangsværdier for flugtskydning, der var til rådighed, var fremkommet ved målinger udført af Forsvarets Forskningstjeneste i august 1989. Det var således vigtigt at få afklaret, om disse måleresultater stadig er aktuelle, eller om der er stor spredning på støjniveauet fra forskellige patron typer og -fabrikater.

En stor spredning på udgangsværdierne mellem patronerne ville sandsynligvis medføre, at støjniveauet blev en væsentlig salgsparemeter for patroner til flugtskydning.

I samarbejde med Dansk Flugtskydningsforbund har DELTA Akustik & Vibration lavet et måleprogram baseret på ammunitionstyper, der dækker ca. 98% af det danske marked for flugtskydningspatroner. Der er medtaget både stål- og blyhaglpatroner, selvom blyhagl kun må anvendes på et begrænset antal flugtskydningsbaner. I måleprogrammet indgår forskellige kombinationer af ammunitionstyper, våbensammensætninger, skudvinkler og skudhøjder.

Der er udført et stort antal målinger, hvilket medfører, at bilagsmaterialet i form af rådata og beregninger af udgangsværdier er meget omfattende. Rapporten er derfor blevet delt op i en hovedrapport og en bilagsrapport. I bilagsrapporten findes alt baggrundsmaterialet, og i hovedrapporten findes alle problemstillinger, måleresultater og kommentarer.

Bilagene i rapporten er delt op på følgende måde:

- Bilag 1-110 indeholder udskrifter af resultatsider, ulige bilagsnumre og rådata, lige bilagsnumre for alle 55 målinger.
- Bilag 111-115 er datablade vedrørende tidssignaler for en typisk våben/patron-kombination.



*Forfatter/udførende institution*

Jan Christensen og Bo Søndergaard, DELTA Akustik & Vibration.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-881-0

# Kortlægning af PVC i bygge- og anlægsaffald fra nedbrydning og renovering

**Arbejdsrapport nr. 79, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**Formålet med projektet har været at bestemme den samlede mængde af PVC-affald fra nedbrydning og renovering for herigennem at supplere de foreliggende oplysninger om PVC i affald fra produktion af PVC-holdige byggematerialer og nybyggeri og vurdere den aktuelle anvendelsesprocent.**

Baggrunden for projektet skal ses i behovet for at skabe overblik over de samlede mængder PVC i bygge- og anlægsaffald i Danmark. Ved tidligere undersøgelser er der foretaget en registrering og opgørelse af PVC-holdigt affald fra produktion af byggematerialer og nybyggeri, men der har imidlertid ikke eksisteret tilfredsstillende data for den del af PVC-affaldet, der stammer fra nedbrydning og renovering af bygninger.

Projektet er gennemført i følgende fire faser:

- Projektplanlægning og indsamling af eksisterende data (viden).
- Registrering på udvalgte byggepladser og samtale med entreprenører med henblik på indsamling af ny viden.
- Databehandling og modellering.
- Rapportering.

Projektet er bygget op omkring en omfattende kortlægning af PVC i den eksisterende bygningsbestand. En væsentlig del af projektet har således bestået i registreringen af PVC-holdige byggematerialer på et antal udvalgte nedbrydnings- og renoveringsbyggepladser.

På grund af den stramme tidsfrist har det ikke været muligt at foretage en tilbundsgående undersøgelse af alle bygningstyper, hvorfor resultaterne må behandles med forsigtighed.

For at kunne forholde de registrerede PVC-mængder til de samlede PVC-affaldsmængder, som forventes at fremkomme på landsplan fra nedbrydnings- og renoveringsarbejder i dag, er der tillige foretaget en vurdering af den eksisterende bestand af bygninger og anlæg. Dette er foregået med særlig fokus på den del af bestanden, som for tiden udskiftes eller renoveres.

Parallelt med de gennemførte bygningsregistreringer er der foretaget en vurdering af de mængder PVC, der gennem årene er tilført byggeriet. Disse tal er endelig sammenholdt med oplysninger fra affaldsbehandlerne.

De samlede mængder af PVC-affald fra nedbrydning og renovering er beregnet ved hjælp af to forskellige metoder.

Den første metode beregner mængden ud fra oplysninger om PVC-enheds-mængder i den eksisterende bygningsbestand sammenholdt med oplysninger om nedbrydnings- og renoveringsfrekvenser.

Den anden metode beregner mængden ud fra oplysninger om forbruget af PVC-holdige byggematerialer i 1970'erne og 1980'erne, idet det vurderes, at det er produkter fra denne periode, som i dag bortskaffes. Disse oplysninger sammenholdes endelig med aktuelle oplysninger om de registrerede PVC-affaldsmængder. I konklusionen benyttes først og fremmest resultaterne fra denne metode.

Den samlede PVC-affaldsmængde anslås skønsmæssigt at ligge i intervallet 9.000-18.000 tons årligt, med en sandsynlig mængde på 11.000-14.000 tons. Den aktuelle genanvendelsesprocent er fundet at være 10-15 %.

Det samlede spild ved nyinstallation er fundet at udgøre ca. 1.000 tons, hvoraf ca. 24% i dag vurderes at blive genanvendt.

Gennem hele rapporten er der regnet med vægten af PVC-compound, hvilket er inklusive diverse former for fyldstoffer m.v. Nettovægten af PVC-resin udgør derfor en væsentlig lavere andel, typisk 40-50 % af PVC-compounden for bløde PVC-produkter og 80-90 % for hårde PVC-produkter.

*Forfatter/udførende institution*

Erik K. Lauritzen og Niels Trap Christensen, Demex Rådgivende Ingeniører A/S

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-882-9

# Anvendelse af kompost i grønne områder 1990-95

**Arbejdsrapport nr. 80, 1997**

**Miljøstyrelsen**

Rapporten er en bilagsrapport indeholdende eksempler på anvendelse af kompost inden for park- og landskabssektoren (de grønne områder). Eksemplerne er inddelt ud fra typiske arbejdsopgaver inden for sektoren og beskriver praktiske erfaringer, ikke dyrkningsforsøg. De fleste eksempler bygger på anvendelse i perioden 1990-95 i Danmark, enkelte på anvendelse tilbage i perioden 1987-89. Rapporten er en efterfølger til Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 40, 1990.

I alt ca. 75 stedfæstede anvendelser af kompost (først og fremmest haveparkkompost) fra 25 forskellige komposteringsanlæg er beskrevet med henvisning til 45 interviewede personer. Informationerne er fremskaffet ved telefoninterviews i perioden juli 1994 – januar 1996, 1/3 af eksemplerne bygger endvidere på forfatterens besigtigelse af bevoksningerne. Interviewene har rettet sig mod de personer, som var mest vidende om anvendelsesmåde samt senere pleje og vækst, og det er forsøgt at få oplysninger for mindst to vækstsæsoner fra samme bevoksning.

Erfaringerne er sammenskrevet i hovedrapporten, hvor de sammenholdes med oplysninger fra litteraturen. Hovedrapporten kommer med anbefalinger om anvendelse af kompost til de forskellige arbejdsopgaver inden for park- og landskabssektoren.

*Forfatter/udførende institution*

Morten Carlsbæk og Ulrik Reeh, Forskningscentret for Skov & Landbrug.

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

ISSN nr. 0105-3094

ISBN nr. 87-7810-819-5



# Restprodukter fra røggasrensning ved affaldsforbrænding 3

**Arbejdsrapport nr. 92, 1997**

**Miljøstyrelsen**

**Denne rapport er resultatet af et udredningsprojekt, som har haft til formål at tilvejebringe en opdateret oversigt over metoder til behandling og deponering af de faste restprodukter, som opstår ved røggasrensningen på affaldsforbrændingsanlæg. Oversigten indeholder de nyeste resultater fra danske og udenlandske undersøgelser.**

Et andet formål har været at foretage en evaluering af de gennemgåede metoders miljømæssige, tekniske og økonomiske aspekter. Endelig har formålet været at anbefale hvilke metoder, der forekommer bedst egnede under danske forhold samt i den forbindelse at udpege hvilke områder, hvor der bør foretages yderligere forskning og udvikling.

Den gennemførte vidensopsamling er foretaget ved litteratursøgning, personlig kontakt til en række virksomheder, firmaer og enkeltpersoner i ind- og udland samt deltagelse i konferencen WASCON 94, der udgør et internationalt forum for præsentation af forskningsresultater inden for bl.a. behandling og deponering af restprodukter fra affaldsforbrænding.

Rapporten indledes i kapitel 2 med en kortfattet beskrivelse af røggasrensningsprocesserne, de dannede restprodukters fysiske og kemiske egenskaber samt stofudvaskningen fra ubehandlede restprodukter. Kapitlet danner baggrund for projektets videre indhold.

I kapitel 3 gives en oversigt over de forskellige disponeringsmuligheder for restprodukterne og den indbyrdes sammenhæng mellem disse.

I kapitlerne 4 og 5 følger en detaljeret gennemgang af forskellige teknikker til behandling af restprodukterne med det formål at reducere stofudvaskningen fra dem og dermed gøre dem mere deponeringsegne.

I kapitel 4 beskrives og evalueres således forskellige metoder til stabilisering og solidificering af restprodukterne ved hjælp af bl.a. indstøbning i cement, tilsætning af forskellige kemiske stabiliseringsmidler samt højtemperaturbehandling.

Kapitel 5 gennemgår forskellige behandlingsformer, der tager udgangspunkt i en forceret udvaskning af restprodukternes indhold af opløselige salte og tungmetaller og de i miljømæssig sammenhæng mindre problematiske salte.

I kapitel 6 diskuteres deponering, herunder nogle af de forholdsvise få erfaringer, der foreligger fra fuldskaladeponering af restprodukter fra røggasrensning.

Rapporten afsluttes med en sammenfatning og konklusion vedrørende de gennemgåede metoders fordele og ulemper. På grundlag af den gennemførte udredning gives følgende anbefalinger vedrørende den fremtidige håndtering af røggasrensningsprodukter i Danmark:

- På grund af usikkerheden omkring de tekniske og økonomiske muligheder for at nyttiggøre røggasrensningsprodukterne anbefales, at der som første prioritet etableres behandlings- og deponeringsmetoder, som muliggør en miljømæssigt sikker og bæredygtig deponering.

Dette skal dog ikke være nogen hindring for sideløbende forsøg med forskellige former for nyttiggørelse, idet nyttiggørelse naturligvis altid vil være at foretrække frem for deponering.

For de tørre/semitørre produkter og flyveaske anbefales, at det første trin i en behandling er at fjerne størstedelen af de umiddelbart opløselige salte, f.eks. gennem en vandig ekstraktion. Fjernelsen af saltene vil i sig selv reducere forureningspotentialet, og i mange tilfælde have en gunstig indflydelse på en efterfølgende stabilisering med henblik på at reducere den potentielle udvaskning af sporelementer/tungmetaller. Dette gælder naturligvis ikke for behandlingsmetoder, som er tiltænkt materiale, der har et højt saltindhold. Det vil i mange tilfælde kunne anbefales, at restprodukt fra den våde proces iblandet flyveaske behandles på tilsvarende vis.

Gennem en rensning af vandfasen for sporelementer bør det sikres, at det saltholdige, rensede spildevand fra ekstraktionen af et restprodukt efterfølgende kan udledes til en marin modtager, eller som anden prioritet til et spildevandsrensaneanlæg.

Der bør tilvejebringes metoder til kemisk stabilisering af den udvaskede remanens, som sikrer, at denne sammen med slammet fra rensningen af spildevandet kan deponeres kystnært efter en strategi baseret på kontrolleret udsivning. Hvis remanensen søges oparbejdet med henblik på nyttiggørelse, må det også sikres, at alle sekundære restprodukter kan nyttiggøres eller deponeres som netop beskrevet. På baggrund af gode udenlandske og danske undersøgelsesresultater bør man overveje at lade stabilisering med fosfat indgå i behandlingen af remanensen.

Såfremt det ikke er muligt at opnå så god en remanens kvalitet, at kontrolleret udsivning kan anvendes, anbefales det at anvende en deponeringsstrategi, der svarer til opsamling og behandling af perkolat. Det skal så gennem udvaskningen tilstræbes, at der går kort tid, inden det deponerede materiale opnår en kvalitet, som tillader en overgang til kontrolleret udsivning.

Med henblik på i fremtiden at undgå at fjerne allerede deponerede tørre/semitørre eller våde røggasrensingsprodukter fra kontrollerede lossepladser med perlokatsopsamling bør der hurtigst muligt tilvejebringes erfaringer med forceret in-situ udvaskning. Det anbefales, at sådanne erfaringer også udnyttes ved projektering af nye restproduktdeponier.

De miljø- og deponeringsmæssige egenskaber af slammet fra vådprocessen (uden iblandet flyveaske) bør undersøges, da datagrundlaget på området er mangelfuldt. Mulighederne for gennem behandling at gøre slammet mere deponeringseget eller egnet til nyttiggørelse bør også undersøges.

Det anbefales, at der fastlægges en protokol for testning og vurdering af den miljømæssige kvalitet af behandlede og ubehandlede restprodukter. Man kunne i første trin i testen gennemføre en pH-statisk udvaskning ved  $L/S = 100$  l/kg og  $pH = 4,5,6,7$  og 8. Siden kunne man gennemføre et udvaskningsforsøg under mere realistiske forhold, som simulerer betingelserne i et langtidsscenario (f.eks. et kolonne- og/eller batchforsøg).

*Forfatter/udførende institution*

John Flyvbjerg og Ole Hjelmar, VKI institut for vandmiljø.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-912-4

# Kemikalie-, energi- og vandgenbrug i tekstilindustrien

## Arbejdsrapport nr. 95, 1997

### Miljøstyrelsen

**Formålet med projektet har været at afklare potentialet for membranfiltrering som separationsteknik i forbindelse med genbrug af kemikalieindholdet, energiindholdet og vandet i forskellige typer procesvand fra tekstiltrykkerier og -farverier.**

Resultater refereret i indsamlet litteratur samt laboratorie- og pilotforsøg gennemført i nærværende projekt viser, at såvel de miljømæssige som de økonomiske potentialer for membranfiltrering til genbrug af kemikalier, energi og vand i tekstilindustriens forskellige procesvandtyper er stort.

Syv udvalgte procesvandtyper fra hver sine branchetypiske processer er forsøgt behandlet med en membranpalette på i alt 31 forskellige membraner. Hovedparten af membranerne i pilotforsøgene har været opvundet i spiraldesignede elementer.

Procesvand fra forbehandling af bomuld kan ved hjælp af ultrafiltrering separeres i et permeat indeholdende genbrugeligt detergent, natriumhydroxid og energi samt i et koncentrat med meget høj COD, der potentielt kan anvendes som energikilde.

Farvebadet fra reaktivfarvning af bomuld kan ved hjælp af specialudvalgte nanofiltreringsmembraner separeres i et permeat indeholdende natriumklorid, der kan genbruges i farvningen, samt i et koncentrat med meget højt COD- og farveindhold, der skal bortskaffes evt. med nyttiggørelse af dets energiindhold. Det har kun været muligt at gennemføre disse forsøg i laboratorieskala.

Både skylle/vaskevandet fra udvask efter reaktivtryk af bomuld og procesvand fra farvning af polyester og farvning af polyamid kan ved hjælp af nanofiltreringsmembraner separeres i et genbrugeligt permeat med energiindhold samt koncentrat med høj COD- og farveindhold, der skal bortskaffes eventuelt med nyttiggørelse af dets energiindhold.

Procesvand fra stonewash af denimvarer kan ved hjælp af en tottrinsbehandling med først nanofiltreringsmembraner og i andet trin omvendt osmose membraner separeres i et genbrugeligt permeat med energiindhold samt i et koncentrat med meget høj COD- og farveindhold, der skal bortskaffes eventuelt med nyttiggørelse af dets energiindhold.

Procesvand fra pigmenttryk af bomuldsvarer kan ved hjælp af tubulære ultrafiltreringsmembraner frasepareres det latexindhold, der gør vandtypen meget vanskelig at håndtere i traditionelle membranfiltreringsanlæg. I koncentratet fra ultrafiltreringen fælder latex ud som tyggegummi-lignende klumper. Permeatet vurderes at kunne opgraderes til genbrugsvand ved omvendt osmose. Dette omvendte osmose trin har ikke været testet i forsøgsrækken.

Procesvandtyperne er af uhyre forskellig sammensætning, og resultaterne fra forsøgene viser også et meget forskelligt udbytte af membranerne, og det kan konkluderes, at det er forholdsvis lettere at behandle enkeltvandtyper end opblandet spildevand bestående af et større antal forskellige vandtyper.



Forsøgene viser meget forskellige foulingshastigheder. Nogle vandtyper kræver kun skyl med varmt vand for total restituering af membranen, mens andre kræver hyppige og grundige rengøringsprocedurer for at opretholde produktfluxen.

I alle de behandlede procesvandtyper blev der ved hjælp af kemikaliedatablade identificeret kemikalier, der potentielt kunne skabe problemer for membranerne. En efterfølgende laboratoriescreening på membraner frikendte omkring halvdelen, resten forsøger man at erstatte.

For at kunne vurdere det økonomiske potentiale i konceptet, kan det aktuelle prisniveau på traditionel produktion med indkøb af vand og betaling for spildevandsudledning i Ringkøbing Amt, 22 kr./m<sup>3</sup>, sammenlignes med det beregnede prisniveau på konceptet med membranfiltrering, genbrug af kemikalier, energi og vand samt anaerob udrådning af koncentrat, omkring 17kr./m<sup>3</sup>. Dette resultat viser, at sammenlignet med traditionel produktion vil der for de fleste vandtyper ikke være udgifter forbundet ved at indføre membranfiltreringskonceptet, sandsynligvis er der baggrund for en økonomisk gevinst.

*Forfatter/udførende institution*

Hans Henrik Knudsen og Henrik Wenzel Christensen, Institutet for Produktudvikling, Jørgen Wagner, Osmonics Desal, Bodil Mose Pedersen og Per Elberg Jørgensen, VKI institut for vandmiljø, John Hansen, DTI Beklædning og Textil.

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-913-2

# Substitutes for Potent Green House Gases

## Arbejdsrapport nr. 101, 1997

### Miljøstyrelsen

**Denne statusrapport omhandler brugen af drivhusgasser og andre forurenende stoffer i Danmark, og hvad man kan gøre for at erstatte dem med andre mindre skadelige stoffer. Rapporten ser både på, hvad man allerede har gjort i Danmark og i udlandet for at begrænse disse stoffer, og hvilke forbedringer man sigter mod at opnå i fremtiden.**

I de senere år er brugen af drivhusgasser steget i Danmark, mens brugen af CFC-gasser (freon), HCFC-gasser og andre stoffer, som nedbryder ozonlaget, på samme tid nærmer sig nul.

CFC-, HCFC-, HFC-, PFC- og SF<sub>6</sub>-stoffer er alle kunstige stoffer, som indtil for få år siden slet ikke var at finde i naturen. Da stofferne er ret stabile, er deres levetid i naturen lang. Dette gælder specielt CFC, PFC og SF<sub>6</sub>. CFC- og HCFC er ozonnedbrydende stoffer, som er omfattet af Montreal Protokollen, der skal sikre udfasningen af disse stoffer. CFC er nu forbudt af både dansk lovgivning og EU-lovgivningen med få undtagelser, og Danmark har desuden forpligtet sig til helt at stoppe brugen af HCFC før år 2002.

Specielt brugen af HFC-gasser er steget, efter at man skulle finde stoffer til at erstatte f.eks. CFC. Det har resulteret i, at HFC, PFC og SF<sub>6</sub> nu er endt på den danske liste over stoffer, som man håber at kunne afskaffe i fremtiden. Det bliver dog fra et miljømæssigt synspunkt set som en væsentlig forbedring med brugen af HFC i stedet for CFC og HCFC, da belastningen af ozonlaget derved er mindsket, idet HFC-, PFC- og SF<sub>6</sub>-stofferne hverken indeholder klor eller bromid. Men eftersom stofferne bidrager til drivhuseffekten, hvor meget er eksperterne ikke helt enige om, arbejder man på restriktioner over for brugen af disse stoffer. I de senere år har teknologerne også arbejdet på højtryk for at finde andre alternativer, og disse bestræbelser vil helt sikkert fortsætte i mange år fremover.

Rapporten er opdelt efter, hvilket stof man har undersøgt:

- I kapitel 3 beskrives brugen af HFC-stoffer i bl.a. fryserne både i husholdninger og i erhverv, airconditionanlæg og mobile køleanlæg. Der gives desuden en beskrivelse af mulige alternativer til HFC-stoffer.
- Kapitel 4 beskriver brugen af PFC-stoffer både i køleblandinger og andre tilsætninger af PFC.
- Kapitel 5 beskriver anvendelsen af SF<sub>6</sub> i bl.a. termoruder og bildæk, og hvilke muligheder der er for at erstatte dette stof.
- Kapitel 6 behandler resultaterne og kommer med forslag til, hvad man ellers kan gøre.
- Kapitel 7 giver forslag til "Cleaner Technology" programmet.

For at få den nødvendige knowhow til at skrive dette projekt har DTI Energy været i kontakt med mange danske virksomheder og teknologiske institutter. Dette afspejles i

beskrivelserne af de forskellige områder og forslagene til erstatninger af de forskellige stoffer.

Under projektets fase 2, som vil blive beskrevet i den endelige rapport, der forventes færdig i 1998, vil der blive lavet en opdatering på hele feltet. DTI er desuden opmærksom på, at lignende projekter er under udarbejdelse i Norge og Holland, men indtil videre er der ikke kommet endelige resultater. Men der er rettet henvendelse til miljømyndighederne i både Norge og Holland.

*Forfatter/udførende institution*

Per Henrik Pedersen, DTI Energy.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-928-8

# Erstatning af kraftige drivhusgasser

## Arbejdsrapport nr. 102, 1997

### Miljøstyrelsen

**Denne rapport søger at skaffe et vidensgrundlag til at vurdere de praktiske tekniske, økonomiske og sikkerhedsmæssige muligheder for at afvikle brugen af kraftige drivhusgasser inden for forskellige anvendelsesområder. På baggrund af denne viden gives forslag til områder, hvor der er behov for en Renere Teknologi-indsats.**

Det detaljerede formål med projektet er at beskrive:

- HFC's, PFC's og SF<sub>6</sub> anvendelse og respektive forbrugstal (fra Miljøstyrelsens kortlægning).
- Emission af HFC, PFC og SF<sub>6</sub> til omgivelserne/akkumulering i produktet.
- Muligheden for alternativ teknologi og hvor langt man er kommet med denne udvikling. Eventuel implementering i Danmark eller udlandet.
- Estimerede omkostninger ved indførelse af alternativ teknologi og andre barrierer for indførelse af alternativ teknologi (tilgængelighed af maskiner, energiforbrug, sikkerhedsregler, standarder, osv.).
- Behov for en eventuel Renere Teknologi-indsats og beskrivelse af denne.

Informationerne indhentes ved at kontakte relevante industrivirksomheder og brancheorganisationer i Danmark og udlandet. Informationer søges ligeledes indhentet fra grønne organisationer. Endvidere indhentes informationer i forbindelse med faglige konferencer, bl.a. inden for køleteknik og PU-skum

Denne statusrapport er skrevet i 1997, og der skal skrives en endelig rapport i 1998, hvor der gives en samlet vurdering af tekniske muligheder for substitution af kraftige drivhusgasser samt en gennemgang af de enkelte forbrugsanvendelser. I rapporterne gives ligeledes forslag til Renere Teknologi-indsatsområder.

I Danmark forbrugte industrien i 1995 ca. 740 tons HFC-stoffer, ca. 17 tons SF<sub>6</sub> og 1,5 tons PFC-stoffer

HFC-stoffer anvendes især i køleindustrien. Stofferne anvendes både som kølemiddel i husholdningskøleskabe og -frysere og som opblæsning af isoleringsskum (polyurethanskum) i kabinetterne. Desuden indgår stoffet i kommercielle køleanlæg (f.eks. til supermarkeder), industrielle køleanlæg (f.eks. til proceskøling inden for fødevarerindustrien) og mobile køleanlæg, der er installeret i biler, tog, fly, skibe og containere, herunder airconditionsanlæg. Desuden anvendes stoffet i fleksibelt skumplast (skumgummi), brandslukningsmidler og som drivmiddel i aerosolbeholdere og ”tågehorn”.

PFC-stoffer anvendes kun i kølemiddelblandinger, men selvom DTI Energi ikke er stødt på andre anvendelsesområder, bruges der formodentlig små mængder til laboratorieanvendelser.

SF<sub>6</sub> benyttes i nogle lydisolerede termoruder i en blanding sammen med bl.a. argon, der udfylder mellemrummet mellem glaseruderne. SF<sub>6</sub> anvendes som beskyttelsesgas til

produktion af letmetal, som isolatorgas i visse elektriske installationer og som sporgas i forbindelse med spredningsforøg i atmosfæren. Endeligt kan SF<sub>6</sub> også anvendes i bildæk.

Der er søsat mange aktiviteter for at udvikle ny teknologi til substitution af HFC'er. Der er opnået mange resultater, og der ventes gode resultater.

Miljøstyrelsen arbejder med tre forskellige projekter:

- Udvikling af ammoniak-køleanlæg, herunder nye samlemetoder.
- Udvikling af sjapis-generator.
- Kølecontainer med naturlig kølemiddel.

Energistyrelsen har givet støtte til følgende projekter:

- Supermarkedskøleanlæg med ammoniak og indirekte køling.
- Vanddampkompressionsanlæg.
- Energibesparende kommercielle køleskabe og fryserne med isobutan.
- Køling med naturlige kølemidler inden for hotelbranchen.
- Gårdmælkekøleanlæg med ammoniak.

Som konklusion på rapporten gives følgende anbefalinger, at

- Der snarest igangsættes et Renere Teknologi-projekt om substitution af SF<sub>6</sub> i støjisolerende vinduer. Dette bør ske i samarbejde med eksempelvis to producenter.
- Der igangsættes et Renere Teknologi-projekt om substitution af kraftige drivhusgasser i kølecontainere. Dette bør ske i tæt samarbejde med den relevante industri. Projektet bør bestå af to dele, hvor den første er udvikling og afprøvning af et nyt kølesystem, som benytter CO<sub>2</sub>-kølemiddel. Det andet delprojekt er udvikling og afprøvning af et nyt isoleringskoncept, hvor der benyttes vakuum-isolering. Der fremstilles en eller to containere, som afprøves i praksis.
- Der gøres en yderligere indsats inden for kommerciel køling. Der kan bl.a. benyttes ammoniak eller kulbrinter med direkte eller indirekte køling.
- Der oprettes en homepage på Internettet, således at de resultater, der er fremkommet i Danmark, kan blive udbredt til hele verden. Denne homepage skal endvidere have links til relevante hjemmesider.
- Prioritere projekter på områder, hvor der i forvejen er dansk produktion og know-how. Hermed sikres en optimal synergi, som kan sikre en effektiv udvikling af nye produkter uden kraftige drivhusgasser.

På langt sigt kan man igangsætte projekter inden for andre områder, hvor der benyttes kraftige drivhusgasser, såfremt der er lovende koncepter.

*Forfatter/udførende institution*

Per Henrik Pedersen, DTI Energi.

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

ISSN nr. 0908-9195

ISBN nr. 87-7810-930-2

# Logbog for bomuldsråvarer

## Arbejdsrapport nr. 105, 1997

### Miljøstyrelsen

Rapporten gennemgår de processer, som en bomuldsvare udsættes for, inden den når frem til farveriet, herunder bomuldsdyrkning og høst, spinding, strikning, vævning samt transport. En række parametre inden for forskellige procestrin kan have indflydelse på bomuldsråvarens egenskaber og dermed på den nødvendige forbehandling. Det er disse parametre, der specielt fokuseres på, og som foreslås i en kommende logbog.

Forbehandlingen har til formål at gøre tekstilvaren klar til den efterfølgende farvnings-, tryknings- og/eller efterbehandlingsproces ved at fjerne dels naturlige ledsageoffer, dels hjælpestoffer, som er påført under forudgående processer (spinding, sletning, vævning, strikning).

Forbehandling omfatter udvaskning, udkogning, blegning, afsletning og mercerisering. Til disse delprocesser anvendes vandige opløsninger af en række basis- og hjælpekemikalier som syrer, baser, salte, oxidations- og reduktionsmidler, enzymer, detergenter, skumdæmpningsmidler, stabiliseringsmidler og kompleksdannere.

Forbehandlingen er ansvarlig for mellem 50 og 75% af farveriernes miljøbelastning, målt som COD, og mellem 25 og 40% af vandforbruget.

Et forslag til logbogsskema med forklarende tekst gennemgås, ligesom muligheder og barrierer for indførelsen af et sådant system diskuteres. Endelig er besparelspotentialet ved indførelse af logbogssystemet vurderet.

Det må ud fra rapporten konkluderes, at der vil være en række praktiske og til dels psykologiske barrierer og vanskeligheder ved at arbejde med et logbogssystem, men det er ikke umuligt, da oplysningerne, der efterspørges, er faktuelle, og som er kendte på et givet tidspunkt i forløbet, men ikke nødvendigvis meddelt videre til det næste led i produktionskæden.

I det øjeblik ønsket/presset fra de senere led i produktionskæden bliver tilstrækkeligt stærkt, må det forventes, at et system som det beskrevne vil kunne iværksættes. Samtidig vil det hjælpe tekstilproducenter i deres dokumentationsarbejde i forbindelse med indførelse af miljødeklarationer og miljømærker.

*Forfatter/udførende institution*

John Hansen  
DTI Beklædning og Textil

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

ISSN nr. 0908-9195  
ISBN nr. 87-7810-936-1



<b>A</b>		<b>H</b>	
acryl.....	26	hagpatron .....	110;112
affaldsforbrænding.....	118	HCFE-gasser.....	122
affederbad.....	92	heavy fuel.....	103
afsvovling af røggasser.....	106	herbicide.....	12;20
agerjord.....	14	HPH skovharve .....	14
ammunition.....	110;112	husholdning.....	122;124
antifoulingmaling.....	38	husholdningsaffald .....	104
AOX-udledningen.....	8		
Armer Salmon, roeoptager.....	74;80	<b>I</b>	
<b>B</b>		impregneret træ .....	96
batchproduktion.....	42	indeklimaet.....	30
bekæmpelsesmidler.....	12	informationssystemet Rentek .....	24
beskyttelsesmidler .....	96	<b>J</b>	
biogasanlæg .....	104	jernbaneanlæg .....	52
blødgøre.....	6	jordbrug.....	12;14;18;22;106;116
bomuld.....	26;120;126	sukkerroer .....	70;72;74;76;78;80
busselskab.....	32	juletræ .....	12;19;20;22
byfornyelse .....	10;48;50		
byggemateriale .....	114	<b>K</b>	
byggematerialer.....	84	kalkprodukter .....	106
båndsprøjte .....	12	kemisk bekæmpelse af ukrudt .....	14
<b>C</b>		kloaksystemer .....	46
CFC-gasser .....	122	kompost.....	104;116
COD.....	120;126	kontorhus.....	56
crumbles .....	106	kridtprodukter .....	106
cylinderroen.....	78	køleanlæg .....	122;124
<b>D</b>		kølervæske .....	32
drivhusgasser .....	122;124	<b>L</b>	
<b>E</b>		landbrug .....	14;104;106
Edenhall, roeoptager.....	74	sukkerroer .....	70;72;74;76;78;80
Einböck langfingerharve.....	14	Life Cycle Assessment (LCA) .....	34
ERCP .....	98	LOFT spaderulleharve .....	14
<b>F</b>		<b>M</b>	
ferskvand .....	90	marine sedimenter.....	90
Fibertex.....	18	marinemotorer.....	102
flugtskydning.....	110;112	Medarbejderdeltagelse .....	16
flyveaske.....	119	medicinalindustrien.....	30
forbrændingsslagger .....	91	membranfiltrering .....	120
foulingshastigheder.....	121	miljømærker .....	82
<b>G</b>		miljøregnskab.....	28
galvanoindustri .....	92	miljørigtig projektering	
gasolie.....	103	boligbyggeri.....	66
GIS.....	44	byfornyelse .....	48;50
grafiskebranche.....	8;100	dataindsamling.....	44;94
grenhjul.....	80	industriområde .....	68
grundvand.....	90	jernbane .....	52
grønne områder.....	116	kloaksystemer .....	46
gummifingre, roerenser.....	72	kontorhus .....	56
gødning.....	105	motorvej.....	54
		undervisningslokaler.....	60;64
		vandværk .....	62
		vejbro .....	58
		miljøvaredeklarationer .....	82
		motorolie.....	32



<b>N</b>		<b>S</b>	
nanofiltreringsmembraner.....	120	scrubbervand.....	104
nebrydnings- og renoveringsfrekvenser....	115	skovbrug.....	12;14;18;20;22;104
NOx-emmissionen.....	102	skydebaner.....	110;112
<b>O</b>		spildevand.....	42;46;100;121
opløsningsmidler.....	42	spiralvalser, reoenser.....	72
oppel hjul.....	80	stationær rensestation.....	72
optagelsesprincipper, roer.....	80	støjforurening.....	110;112
organotin.....	6;38	sukkerroe.....	70;72;74;76;78;80
overfladebehandling.....	92;96	svovlabsorbenter.....	107
ozonlaget.....	122	søsedimenter.....	90
<b>P</b>		<b>T</b>	
papir.....	8	Taylors approksimation.....	86
perkolat.....	119	tekstilindustrien.....	120
persistente organiske forbindelser.....	90	textilindustrien.....	26;126
pesticider.....	12	The European Roundtable on Cleaner Production.....	98
phthalat.....	6	TIM, roeoptager.....	74;80
polyester.....	26	tin38	
procesvand.....	120	Total Cost Assessment (TCA).....	88
PVC.....	6;33;38;114	trykkeri.....	100
pyntegrønt.....	12;18;20;22	træbeskyttelsesmidler.....	96
<b>Q</b>		<b>U</b>	
Quality Function Deployment (QFD).....	34	UCO-Agrotekstil.....	18
<b>R</b>		ukrudtsbekæmpelse.....	12;14;18
renovering.....	46;114	uld.....	26
rensningssanlæg.....	36	ultrafiltreringsmembraner.....	92;120
Rentek, informationssystemet.....	24	UMIP-metoden.....	108
ressourceforbrug.....	10	<b>V</b>	
returpapirmasse.....	8	varedeklaration.....	82
Rollenrost, roerenser.....	72	vejbro.....	58
røggas.....	118	viskose.....	26
røggasser.....	106	VOC.....	96
		<b>W</b>	
		WASCON 94.....	118