

Miljøprojekt nr. 126

1990

Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Miljøprojekt

- Nr. 70 : Organiske opløsningsmidler
- Nr. 71 : Kviksølv i havneslam
- Nr. 72 : Organic solvents
- Nr. 73 : Arealanvendelse og geologi - nitrat i grundvand
- Nr. 74 : Kviksølv i danske ferskvandsøkosystemer
- Nr. 75 : Forureningstilstanden i danske svømmebade
- Nr. 76 : Nitrat og pH i drikkevand
- Nr. 77 : Kviksølv i jord
- Nr. 78 : Drænvandskvalitet fra pyritholdige arealer
- Nr. 79 : Leptospira-bakterier i rotter ved dambrug og landbrug
- Nr. 80 : Svømmebade og sygdomsrisici
- Nr. 81 : Lokale forureninger og helbredseffekter
- Nr. 82 : QSAR og toksikologi - en ny strategi i kemikalievurdering
- Nr. 83 : Forurening fra gamle affaldsdepoter uden kemikalieaffald
- Nr. 84 : Alternativ lossepladsteknologi - en litteraturgennemgang
- Nr. 85 : Tilførsel af næringsstoffer til vandløb
- Nr. 86 : Genanvendelse af tekstilaffald
- Nr. 87 : Substitution af PVC-plast med andre plastmaterialer
- Nr. 88 : Emballage til mælk og juice
- Nr. 89 : Vandressourcerne og klimasvingninger
- Nr. 90 : Nikkelafgivelse fra metallegeringer
- Nr. 91 : Algetoksicitetstest
- Nr. 92 : CFC- forbrugsmønster i Danmark
- Nr. 93 : Mikrobiel nedbrydning af miljøfremmede stoffer i grundvand
- Nr. 94 : Genanvendelse af madaffald fra storkøkkener i København
- Nr. 95 : Bundfaunaundersøgelser som redskab til overvågning
- Nr. 96 : Svovlbrintedannelse og -kontrol i trykledninger
- Nr. 97 : Renere teknologi i fiskeindustrien
- Nr. 98 : Renere teknologi i træ- og møbelbranchen
- Nr. 99 : Kompostering af haveaffald i Frederiksborg amt
- Nr. 100 : Hazard assessment of 1,1,1-Trichloroethane
- Nr. 101 : Organiske opløsningsmidler i husholdningsprodukter
- Nr. 102 : Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug
- Nr. 103 : Sprøjtefri randzoner i kornmarker
- Nr. 104 : Miljøforbedring ved hovedseparation i rejepilleindustrien
- Nr. 105 : Forbrug af og forurening med bly i Danmark
- Nr. 106 : Haloner - forbrugsmønster i Danmark
- Nr. 107 : Galvanisk overfladebelægning uden affald og spildevand
- Nr. 108 : Madaffald fra storkøkkener - organisation af indsamling og oparbejdning
- Nr. 109 : Erstatningsstoffer for fosfat - spredning og effekter i miljøet
- Nr. 110 : Olie/kemikalieaffald - en spørgeskemaundersøgelse
- Nr. 111 : Undersøgelser af vejledende pyritgrænseværdier
- Nr. 112 : Kvantitative og kvalitative kriterier for risikoaccept
- Nr. 113 : Storskrald og haveaffald
- Nr. 114 : Papirindsamling via specialcontainere og genbrugsstation
- Nr. 115 : Vandmiljøplanens overvågningsprogram
- Nr. 116 : Renere teknologi i svine- og kreaturslagteribranchen
- Nr. 117 : Dioxinemission ved affaldsforbrænding
- Nr. 118 : Klorkilders betydning for dioxindannelse ved forbrænding
- Nr. 119 : Okkerrensning i forbindelse med landbrugsmæssig dræning
- Nr. 120 : Kontrol af køretøjer med katalysator
- Nr. 121 : Forurenede industrigrunde
- Nr. 122 : Indsamling af papir og pap fra erhvervsvirksomheder
- Nr. 123 : Risikovurdering af forurenede grunde
- Nr. 124 : Vedligeholdelse af køle-smøremidler
- Nr. 125 : Fugleføde i kornmarker - insekter og vilde planter
- Nr. 126 : Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien

Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien

Formålet med rapporten om anvendelse af mindre miljøbelastende malematerialer i industrien er at skabe et grundlag for en reduktion af emissionen af organiske opløsningsmidler. Produktionsmetoder og valg af malematerialer gennemgås i en række udvalgte virksomheder. Muligheder for renere teknologi og barrierer herfor analyseres.

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

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

Pris kr. 85,- inkl. 22% moms

ISSN nr. 0105-3094
ISBN nr. 87-503-8342-6

Miljøprojekt nr. 126

1990

Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien

**Mindre miljøbelastende malematerialer i
industrielt malearbejde**

Udarbejdet for Miljøstyrelsen af
Overfladeteknik/Teknologisk Institut og
Nordisk Forskningsinstitut for Maling og Trykfarver

**Miljøministeriet
Miljøstyrelsen**

Miljøstyrelsen vil, når lejlighed gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren.

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

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

Denne rapport er finansieret af Rådet vedr. genanvendelse og mindrer forurenende teknologi i forbindelse med gennemførslen af »Udviklingsprogram for Renere Teknologi 1987-1989«.

Indhold

	English summary	Side
		5
1.	Konklusioner	7
1.1	Generelt	7
1.2	Renere teknologi i malearbejde	7
1.3	Omstilling til renere teknologi	9
1.4	Sædvanlig praksis (ved omstilling)	12
1.5	Strategi	13
2.	Introduktion og formål	17
3.	Malearbejde i dansk jernindustri	19
3.1	Virksomhederne	19
3.2	Antal maleanlæg, forbrug og emission	19
3.3	Lovgrundlag	20
3.4	Produktionsformer	21
4.	Forurening fra malearbejde	23
4.1	Generelt	23
4.2	Opløsningsmidler	23
	Bilag 1	25
5.	Principper for substitution	27
5.1	Niveauer for substitution	27
5.2	Gennemførelse af substitution	28
6.	Substitutionsprodukter	29
6.1	Higher-solids malinger	29
6.2	Vandfortyndbare malinger	30
6.3	Pulvermalinger	36
	Bilag 2	43
7.	Fremgangsmåde	47
	Afdækning af barrierer for omstilling til renere teknologi	
7.1	Generelt	47
7.2	Udvælgelse af virksomheder	47
7.3	Dækningsgrad	48
7.4	Virksomhedsbesøg	49
7.5	Udformning af case stories	50

8.	Case Stories	
	Produkter til indendørs brug	51
8.1	Lysstofarmaturer, lampeskærme og pendler	51
8.2	Kontormaskiner	52
8.3	Ståltreoler og -inventar	52
8.4	Køleskabe	55
8.5	Radiatorer	56
8.6	Ståldøre og -karme	57
8.7	VVS-armaturer	58
8.8	VVS-armaturer	58
	Produkter til udendørs brug	59
8.9	Cykler	59
8.10	Buskarrosserier	60
8.11	Facadepartier i metal	61
8.12	Ståltromler	62
8.13	Stålcontainere	64
8.14	Vejmaskiner, saltspredere	64
8.15	Landbrugsmaskiner	65
8.16	Landbrugsmaskiner	66
9.	Barrierer for anvendelse af mindre miljøbelastende malematerialer	69
	Resultater baseret på case stories	
9.1	Karakteristika for de enkelte produkter	69
9.2	Malematerialer, anvendelsestekniske egenskaber	73
9.3	Automatisering og anlægsteknik	74
9.4	Priskonkurrence	75
9.5	Højpris-/lavprisprodukter	75
10.	Litteraturliste	77

English summary

The present project is a part of the governments programme 1987-1989 for wider use of "clean technology" in the light metal industry.

The project aims at establishing a basis for the reduction of organic solvents emissions from the paint shops inside the industry and at the same time avoiding new disturbances to the environment.

The method has been to study production practice and choice of paint materials in a number of selected enterprises and thereby identifying barriers for the use of environmentally more attractive paints in industrial manufacturing.

The work concentrates on paint materials and their properties in relation to end use, size and shape of the workpiece, application technique, curing methods and extent of automatic production.

Other processes involved in industrial finishing, especially pretreatments like sand blasting, alkaline degreasing, and phosphating are dealt with in other projects under the government programme.

The paragraphs 3-6 of the report comprise the theoretical part. It gives statistics for enterprises, paint consumption and pollution in the said industry. The concept of substitution is presented and explained and the technical and toxicological properties of the available substitution (paint) products are exposed.

The paragraphs 7-8 comprise 16 descriptions of relevant enterprises (case stories) and criteria for the selection.

Finally paragraph 9 gives a detailed interpretation of barriers for enterprise transition to "clean technology". The technical conditions for industrial manufacturing are discussed from different viewpoints such as quality of the finishing, application properties of the paint, automatic production, production costs, profitability, and market demands.

1. Konklusioner

1.1 Generelt

En overskuelig og systematisk fremstilling af de forekomende barrierer (hindringer), reelle og psykologiske, for anvendelse og omstilling til renere teknologi på området malearbejde i danske jernindustrielle virksomheder må nødvendigvis opstilles ud fra mange synsvinkler. Det er ikke muligt at udforme konklusionerne som en resultatliste, der kan anvendes som opslagsværk. Det er derfor valgt at summere projektets resultater i fire afsnit med følgende overskrifter:

- Renere teknologi i malearbejde
- Omstilling til renere teknologi
- Sædvanlig praksis (ved omstilling)
- Strategi (ved påvirkning til omstilling)

Konklusionerne må opfattes som retningsgivende. I et konkret tilfælde er det nødvendigt nøje at overveje alle argumenter og forsøge at skabe overblik over hvad alternative valg af processer og materialer vil indebære for emissioner, produktkvalitet, produktivitet, lønsomhed og konkurrenceevne.

En anden vigtig ting i denne sammenhæng er det modsatte af overgang til renere teknologi, nemlig fortsat anvendelse af den forurenende teknologi og etablering af renseanlæg til overholdelse af emissionskravene. I flere tilfælde synes det klart, at en omstilling til renere teknologi vil betyde sådanne indgreb i ellers velfungerende automatiske produktionsanlæg, at de ansvarlige foretrækker at bevare produktionsapparatet uændret og i stedet etablere de nødvendige renseenheder for afkastene.

Disse spørgsmål omtales nedenfor i afsnittet om strategi, prioritering af virksomheder for omstilling.

1.2 Renere teknologi i malearbejde

Forbruget af malematerialer i dansk jernindustri anslås p.t. (1988) til 12.500 tons pr. år; fordelt på følgende hovedtyper:

- | | |
|-----------------------------|-----|
| - Konventionelle malinger: | 70% |
| - Vandfortyndbare malinger: | 10% |
| - Pulvermalinger: | 20% |

Den samlede emission af opløsningsmidler fra malearbejdet anslås til 4.000-4.500 tons/år fordelt på 700-800 virksomheder.

Renere teknologi i denne forbindelse betyder reduktion af den emitterede mængde organiske opløsningsmidler, totalt og pr. m² malet overflade. Opløsningsmidlerne er fortrinsvis af klasse III, med xylen, butanol og højere aromater som de hyppigst forekommende. I øvrigt henvises til rapportens afsnit 4.

Nedsættelse af emissionen kan gennemføres ved at erstatte konventionelle malematerialer (med ca. 55 vægt%

opløsningsmidler i påføringsviskositet) med et af tre alternativer.

De er:

Indhold af opløsningsmidler

Higher solids maling	max. 35 vægt%
Vandfortyndbare maling	max. 10 vægt%
Pulvermaling	max. 1 vægt%

Udføres arbejdet med konventionelle maling, kan emissionen af opløsningsmidler være 100 g pr. m² malet overflade. I forhold til dette kan den mulige reduktion pr. m² overflade for de nævnte alternativer anslås til henholdsvis 50-60% (higher solids), 80-90% (vandfortyndbare maling), og 98-99% (pulvermaling).

Hvad angår egenskaber for de nævnte malingstyper giver nedenstående skemaet summarisk overblik.

Egenskaber	Higher Solids maling	Vandfortyndbare maling	Pulvermaling
Anvendelsesteknik	Tyk påføring fraløb fra kanter	Ovnblærer Tynd påføring. Manglende befugtning. Manglende dækning af svejsninger*.	Langsomt kulørskift Changering, kulører Få glanstreiner.
Korrosionsbestandighed	Forbehandling afgørende	Beskyttelse normalt utilstrækkelig på grund af: 1. Manglende dækning overalt (dvs. ingen befugtning, kritiske steder) 2. Tynd påføring 3. Utilstrækkelig forbehandling 4. Utilstrækkelig hærkning	Forbehandling afgørende. Resultatet afhænger af substratet.
Mekaniske egenskaber	God/meget god	God (ovntør.) Slet (lufttør.)	Meget god
Æstetik	Samme muligheder som konventionelle maling	Færre kulører. Metallic kulører meget dyre	Normalt for tyk påføring. Ujævn overflade. Få glanstreiner. Changering, kulører.

* En mulig løsning for emner med synlige svejsninger kan være anvendelse af struktur- eller effektmaling.

Miljøvenlige malematerialer er generelt dårligere end de konventionelle hvad angår evnen til at opfange og kompensere for urenheder på emnet eller lav overfladespænding på substratet.

Rengøring og forbehandling af substratet letter befugtningen af emnet, fremmer jævn påføring overalt og øger generelt holdbarheden af malearbejdet. Det kan derfor ikke fremhæves nok, at et godt resultat med miljøvenlige maling forudsætter omhyggelig rengøring overalt, eventuelt og bedst suppleret med en forbehandling (ændring af overfladens affinitet).

Forbehandlinger er:

- affedtning
- affedtning og sandblæsning
- affedtning og fosfatering
- affedtning og chromatering.

Valg af forbehandling hænger nøje sammen med valg af malemateriale og krav til den færdige overfladebehandling, jvf. Miljøstyrelsens projekt: "Anvendelse af vandige produkter til affedtning af stål inden malebehandling".

1.3 Omstilling til renere teknologi

Danske jernindustrielle virksomheder fremstiller et bredt sortiment af produkter.

Virksomhederne er alle forskellige og kræver principielt individuel opbygning af produktionsanlæg, og individuelt valg af materialer og processer.

Fokuseres på malearbejdet (og maleanlæggene), og mulighederne for omstilling til renere teknologi på området, kan der, på basis af 16 case stories, udskilles 4 hovedgrupper af produkter med visse fælles træk. Hertil kommer 3 mindre grupper med specielle kendetegn.

Hovedgrupperne er:

		<i>Eksempler</i>
H1	Grovvarer - med mindre krav	Containere Landbrugsmaskiner
H2	Grovvarer - med større krav	Vejmaskiner Facadepartier (i metalprofiler)
H3	Finere produkter - med mindre krav	Ståltromler Radiatorer Ståltreoler Køleskabe Stålmøbler (stel) Lysstofarmaturer VVS-armaturer (professionelt brug)

H4	Finere produkter - med større krav	Lampeskærme Kontormaskiner Cykler VVS-armaturer (privat brug)
----	---------------------------------------	---

Mindre grupper er:

Eksempler

M1	Produkter med varmefølsomme dele	Pumper hydrauliske dele
M2	Produkter med bunden fremgangsmåde	Buskarrosserier
M3	Midlertidig behandling	Ståldøre.

Krav i denne forbindelse angår alene overfladebehandlingen, og kravene omfatter både holdbarhed og æstetik.

Holdbarhed gælder bestandighed overfor vejrlig og korrosive påvirkninger.

Æstetiske krav er generelle krav til fejlfri glat overflade med ensartet glans og kulør, ofte kombineret med krav om mange glanstrin og mange kulører, samt eventuelt specielle kulørvirkninger (f.eks. polychromat metallic kulører).

Til hjælp for bedømmelsen af mulighederne i de enkelte grupper, for tilfredsstillende malearbejde med miljøvenlige malematerialer, er i rapportens afsnit 9 givet en række uddybende vurderinger omfattende kvalitetskrav til produkterne, karakteristika for materialer og processer, automatisering, produktionsomkostninger og markedsforhold.

Overskrifterne er:

- Karakteristika for de enkelte produkter (case stories)
- Malematerialer, anvendelsestekniske egenskaber
- Automatisering og anlægsteknik
- Priskonkurrence
- Højpris/lavpris produkter

Mulighederne for omstilling inden for de enkelte produktgrupper kan herefter opgøres således:

H1. Grovvarer, mindre krav

Gruppen omfatter produkter, der fremstilles ved afkortning og sammensvejsning af grovstål. Eksempler er containere og landbrugsmaskiner.

Før malebehandling gøres typisk ikke de store anstrengelser for udglatning af svejsesømme og svejsestænk, og almindelig rengøring.

Der males ved dypning eller sprøjtning. Sprøjtning foregår på store sprøjtepladser eller i kombikabine (lastvognskabine). Emnehåndteringen på individuelle vogne er tung og besværlig.

Der anvendes lufttørrende konventionelle malinger. Ovn-tørring er typisk for kostbar, jvf. afsnit 9 om priskonkurrence.

Omstilling til andre materialer kan ske under følgende forudsætninger.

- a. Forbedret emnehåndtering, fortrinsvis med heavy duty overhængende conveyor.
- b. Stærkt forbedret forbehandling, fortrinsvis ved en kombination af sandblæsning og fosfatering, overalt på emnerne.
- c. Etablering af hærdeovne, eventuelt ved en kombination af infrarød stråling og konvektion (varmeoverføring med luft).

H2. Grovvarer, større krav

Gruppen omfatter større metalemner, hvor der er betydelige krav til både glans- og kulørbestandighed og holdbarhed overfor korrosive påvirkninger. Eksempler er vejmaskiner og bærende facadestål til bl.a. glasbyggeri.

Stålemner sandblæses og beskyttes typisk med et lag zink (zinkstøvmaling eller sprøjteforzinkning (metalsprøjtning)), inden der males med to-komponent konventionelle malinger med højeste glans- og kulørbestandighed.

Bygningspartier i aluminium kan oparbejdes tilfredsstillende med polyester pulvermaling i såkaldt facadekvalitet.

Pulvermaling af stålemnerne kan gennemføres hvis der findes en løsning på den hidtil teknisk umulige kombination af zink og termohærdende pulvermaling. Et udviklingsarbejde er nødvendigt.

I øvrigt punkterne a og c, H1 ovenfor.

H3. Finere produkter, mindre krav

Hovedparten af produkterne i denne gruppe bør kunne oparbejdes med pulvermaling.

Undtagelsen er ståltromler, hvor der kræves flerfarvepåføring og hurtigt kulørskift. Alfa og omega for et produkt af denne art er en højproduktiv påføringsautomat. Dette er indtil videre vanskeligt at opnå med andet end konventionelle ovntørrende malinger.

Forsøges vandfortyndbar maling har virksomheden givet udtryk for følgende barrierer:

- a. Der skal udføres jernfosfatering,
- b. Airless (luftløs) forstøvning, som er nødvendig af hensyn til produktivitet og flerfarvepåføring, vil betyde u jævn påføring med (for) mange fejl.

For pladeradiatorer er efter udenlandsk forbillede gennemført omstilling til jernfosfatering ved spuling, dypning i vandfortyndbar grundmaling, og dækmaling ved sprøjtning med pulvermaling.

Ståltreoler kan med specielt tilpassede sprøjteautomater males med tyndfilm pulvermaling. Materialebesparelser er vigtigt af hensyn til produktets konkurrenceevne. Eventuelt kan anvendes vandfortyndbar ovntørrende maling, hvis tykkelsen af malinglaget skal overholde specielt små tolerancer, f.eks. max. 25 µm.

Køleskabe oparbejdes med held med pulvermaling, specielt hos de mindre producenter. Jernfosfatering er obligatorisk.

I større automatiske anlæg for køleskabe anvendes konventionelle malinger. På nogle af disse anlæg synes en rensning af afkastluft umiddelbart mere hensigtsmæssig end en omstilling til andet malemateriale, jvf. nedenfor om strategi.

For de resterende produkter i gruppen er pulvermaling det eneste og rigtige valg.

*H4. Finere produkter,
større krav*

Af kvalitetsmæssige årsager oparbejdes produkter i denne gruppe alle med ovntørrende konventionelle malinger.

Ved omstilling tænkes i første række på vandfortyndbare malinger, men kvaliteten er utilstrækkelig og usikker på grund af:

- a. Mange fejl ved påføringen,
- b. Utilstrækkeligt udvalg af kulører, især polychromat metallic.

Barrierer for pulvermaling er:

- a. For tyk og ujævn påføring
- b. Få glanstreng
- c. Utilstrækkeligt udbud af kulører
- d. Kulørsvingninger (fra charge til charge)

*M1. Produkter med var-
mefølsomme dele*

Oparbejdning kan eventuelt ske ved påføring af higher solids malinger med mulighed for forceret tørring ved 80-100°C.

Alternativer er udelukket (vandige og pulvermalinger), da disse kræver høj hærdetemperatur.

*M2. Produkter med bun-
den fremgangsmåde*

Producenter af busser er bundet til at anvende samme fremgangsmåde og materialer som udenlandske konkurrenter. I modsat fald vil produktet ikke opnå accept hos kunden.

Fremgangsmåden er som for reparationsmaling af automobiler, jvf. Miljøstyrelsens projekt: "Anvendelse af mindre miljøbelastende malematerialer ved reparationsmaling af automobiler.

*M3. Midlertidig
behandling*

Indendørs bygningselementer, der færdigmales efter montage (i bygningen) kan umiddelbart males med vandfortyndbar grundmaling. Varmehærdning ved 100°C eller mere anbefales. Vandfortyndbar grundmaling er følsom for fugtpåvirkning, og produktet bør ikke oplagres udendørs i tidsintervallet mellem fabrik og montage.

Mulighederne for at udføre malearbejdet med mindre miljøbelastende malematerialer kan derefter summeres som vist i skemaet side 15.

1.4 Sædvanlig praksis

Ved konstruktion og opbygning af maleanlæg til konventionelle malinger er det etableret god praksis, at alle potentielle leverandører af materialer og maskiner samarbejder om i fællesskab at finde en løsning, og levere et produktionsanlæg, der tilfredsstiller virksomhedens specifikke behov og krav.

Ved omstilling til mere miljøvenlige malematerialer kan virksomheden mene, at eksisterende velfungerende enheder, f.eks. en speciel sprøjteautomat, skal kunne omstilles til andre malematerialer, alene med mindre ombygninger.

Andre mener, at en omstilling kræver et helt nyt produktionsanlæg designet specielt til det nye materiale.

Enten man vælger den ene eller den anden fremgangsmåde er et tæt samarbejde mellem virksomheden og alle potentielle leverandører absolut nødvendigt og sædvanlig praksis.

Adskilte leverancer er:

Forbehandlingsproces (kemikalier)

Malematerialer

Sprøjteudstyr og automater

Anlæg

- conveyorsystem
- spuletunnel for forbehandling
- sprøjtebokse og -kabiner
- tørre- og hærdeovne.

Meningen er, at materiale, processer og emnehåndtering alle skal tilpasses produktet/produktsortimentet og gå op i en højere enhed.

Heri ligger også implicit, at de ideelle egenskaber af et malemateriale kun er en del af komplekset. Til et tilfredsstillende resultat hører også:

- En perfekt glidende, helst maskinel emnehåndtering
- En omhyggelig, som oftest kompliceret forbehandling
- En jævn påføring af malingen overalt på emnet
- En tørre- og hærdeprocedure, der svarer til malematerialets egenskaber.

I et konkret tilfælde bør følgende punkter undersøges:

Checkliste

- Specialviden hos leverandører og konsulenter
- produktets art og sortimentet, jvf. gruppeinddelingen H1-H4, M1-M3, afsnit 1.3
- produktionens omfang/størrelse
- kvalitetskrav, herunder behov for kulører og glans
- ønsket omfang af automatisering
- argumenter for/imod higher solids malinger
- argumenter for/imod vandfortyndbare malinger
- argumenter for/imod pulvermalinger
- behov for maskinel emnehåndtering/-transport
- behov for og muligheder for forbehandling
- krav til påføringen af maling
- krav til afdampning og hærkning.

1.5 Strategi

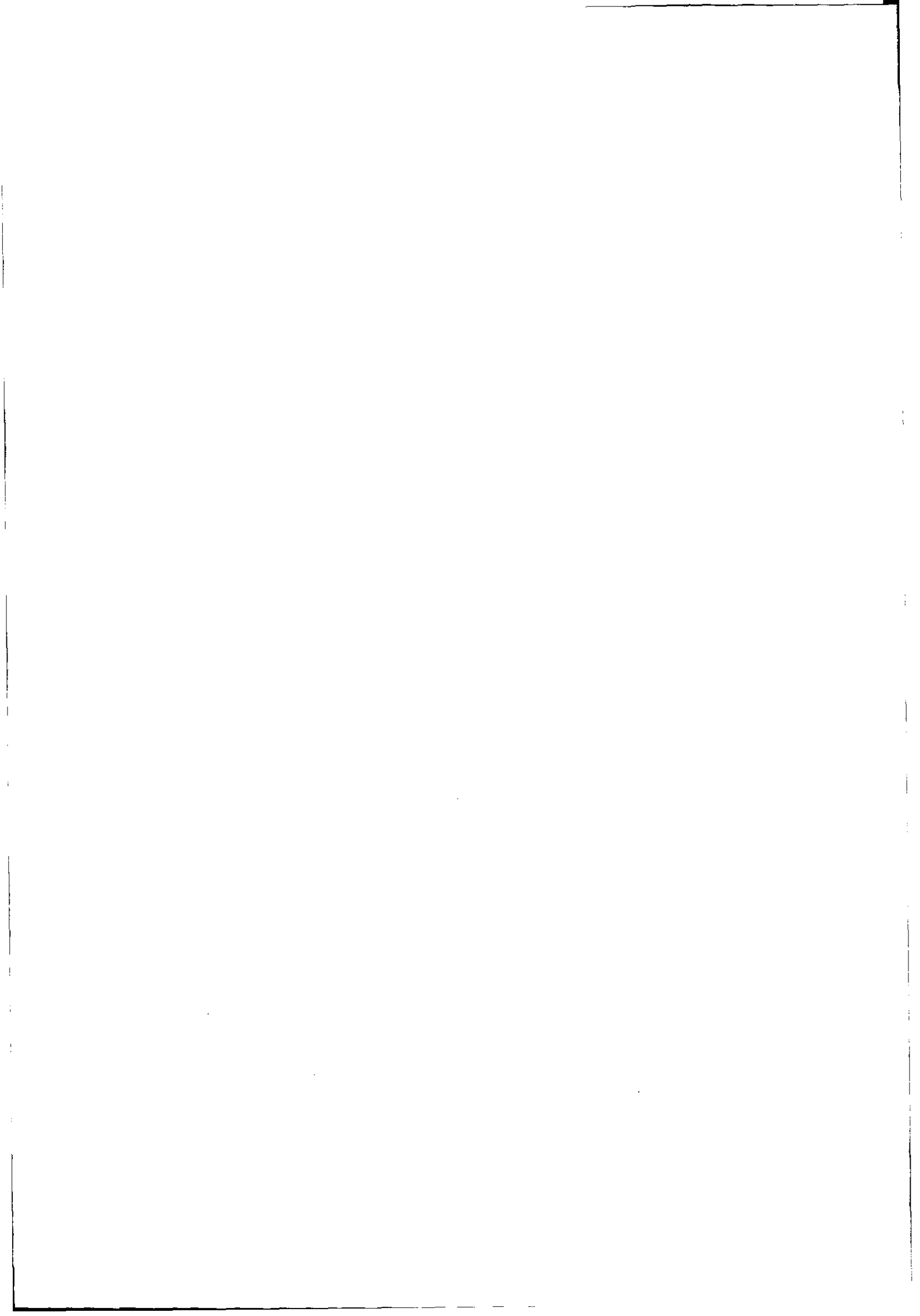
Den enkelte virksomhed viser naturligt nok en vis træghed i omstillingen fra kendte til mindre kendte (og mindre sikre) materialer og processer, her citeret fra case stories: "Så længe anlægget er godkendt og virksomheden er tilfreds med den tekniske funktion, vil man fortsætte som hidtil for at undgå nyinvesteringer".

Hvilken strategi kan da tænkes anvendt for at fremme virksomhedernes omstilling (til mindre miljøbelastende malearbejde)?

Fire elementer skal nævnes, nemlig:

1. Etablering af demonstrationsanlæg
2. Oprettelse af fælles anlæg
3. Større anvendelse af prælakerede tyndplader
4. Prioritering af virksomheder (der ønskes omstillet).

- Ad 1. Etablering af demonstrationsanlæg*
- Støtte til etablering af miljøvenlige demonstrationsanlæg bør især gives til virksomheder, der er tyngt af forældede produktionsanlæg og belastende materialer. Eksempler er producenter af grovvarer (containere, landbrugsmaskiner).
- Ad 2. Oprettelse af fælles anlæg*
- Fælles anlæg kan være større lønlakerier, eller "andelsanlæg" ejet i fællesskab af flere virksomheder. Anlæggene baseres på en væsentlig større produktion end enkeltvirksomhedens og giver især to fordele:
- Det økonomiske grundlag er til stede for at etablere et produktionsanlæg med den nødvendige avancerede teknik. En kvalitetsforbedring kan f.eks. opnås ved at etablere mulighed for udførelse af grundbehandling i form af zinkfosfatering og elektrodypemaling.
 - Driften kan forestås af specialister med bedre forudsætninger for at opnå den ønskede produktkvalitet.
- Ad 3. Større anvendelse af prælakerede tyndplader*
- Prælakerede tyndplader males ved såkaldt coil coating på store specialanlæg og med en produktivitet på flere tusinde m² pr. time. Anlæggene kan let arbejde med vandfortyndbare malinger, f.eks. acryl/melamin, og med fuld kontrol over emissioner.
- Hvad er da mere nærliggende end at anbefale denne mulighed til virksomheder med stort behov for bearbejdning af tyndplader, f.eks. til køleskabe, kabinetter, reolsystemer?
- Anvendelsen kræver andre samle- og forarbejdningsmetoder end punktsvejsning, idet svejsning uden skader ikke kan udføres på malede plader.
- Ad 4. Prioritering af virksomheder*
- Et blik over jernindustrien i Danmark giver indtryk af meget store forskelle i virksomhedernes tekniske stade, fra forholdsvis nye fuldautomatiske anlæg til forældede og både teknisk og økonomisk dårligt fungerende anlæg.
- Teknisk forældede anlæg bør i første række være i søgelyset, idet den miljømæssige gevinst her er størst, og det i disse tilfælde vil være forsvarligt at investere i helt nye anlæg og designe dem specielt med henblik på nye materialer.
- Eksisterende moderne anlæg baseret på konventionelle malematerialer har derimod god kontrol med emissioner. Med hensyn til eksternt miljø kan disse (teknisk velfungerende) anlæg udstyres med forskellige former for rensningsforanstaltninger til reduktion af emissionen.



2. Introduktion og formål

Nærværende projekt indgår i Miljøstyrelsens udviklingsprogram 1987-1989 for renere teknologi i jern- og metalindustrien.

Formålet med projektet er at skabe et grundlag for at reducere emissionen af opløsningsmidler fra denne industrisektors maleværksteder uden at indføre andre gener for miljøet.

Formålet søges opfyldt ved at studere produktionsforløb og materialevalg i en række udvalgte virksomheder og derved afdække barrierer for udførelse af arbejdet med mere miljøvenlige malematerialer.

Der fokuseres alene på malematerialerne og deres anvendelsestekniske egenskaber i relation til emnets art og anvendelse, påføringsteknik, hærkning, og mere eller mindre automatiseret produktion.

Andre processer i forbindelse med malebehandling, især forbehandling i form af sandblæsning, affedtning og fosfatering, bearbejdes i andre projekter.

Projektrapportens afsnit 3-6 omfatter den teoretiske del, med opgørelser over virksomheder, forbrug og emission i den omhandlede industrisektor, en omtale af forurening fra malearbejdet og principper for substitution, og en gennemgang af substitutionsprodukters tekniske og toksikologiske (arbejdsmiljømæssige) egenskaber.

Afsnittene 7-8 omfatter 16 beskrivelser af virksomheder (case stories) med gennemgang af kriterier for udvælgelsen af virksomhederne. Afslutningsvis gives i afsnit 9 en detaljeret gennemgang af barrierer (hindringer) for omstilling til renere teknologi, idet forholdene belyses ud fra en række forskellige synsvinkler som kvalitetskrav til produkterne, karakteristika for malematerialerne, automatisering, produktionsomkostninger og lønsomhed, og markedsforhold.

Den overordnede ledelse af projektet varetoges af en styregruppe med følgende medlemmer:

Bent Brask, Jernets Arbejdsgiverforening
Hans Jørgen Gabel, Danfoss A/S
Peter Gammeltoft, Miljøstyrelsen
Ove Salling Johansen, UDD Inter A/S
Helmut B. Kersting, A/S Johs. Schou
Erik Olsen, Arbejdsmiljøinstituttet
Ago Saarnak, Nordisk forskningsinstitut for maling
og trykfarver
Karsten Skov, Miljøstyrelsen
Peter Svane, Teknologisk Institut

3. Malearbejde i dansk jernindustri

3.1 Virksomhederne

Virksomhederne i den berørte sektor er hovedsagelig let jern- og metalindustri, i statistisk sprogbrug kaldet forarbejdende virksomheder.

Ifølge Industristatistikken 1986 (DS) omfatter sektoren ialt 2634 virksomheder med 165.812 ansatte, fordelt på følgende fem grupper:

- Gruppe 1:* Værktøj, beslag, møbler, lamper, emballage, armaturer, bolte, transportmateriel, fjedre, tandhjul m.m.
- Gruppe 2:* Jern- og metalkonstruktioner, beholdere, rør, kedler, ovne, radiatorer, landbrugsmaskiner, kontormaskiner, vægte, akkumulatorer, cykler m.m.
- Gruppe 3:* Motorer, maskiner, - til træbearbejdning, valsning, støbning etc., textilmaskiner og lignende, skibsværfter, banemateriel, karrosseri-/bilindustri m.m.
- Gruppe 4:* El-apparatur, teleudstyr, medicinsk måleudstyr, måleinstrumenter generelt.
- Gruppe 5:* Galvanisører og industrilakerere.

Fordelingen mellem grupperne fremgår af af nedenstående tabel (kilde: DS' industristatistik 1986):

Gruppe	Antal virksomheder			Antal ansatte			Omsætning 1986 (mill.kr.)
	< 50 ansatte	≥ 50 ansatte	Ialt	< 50 ansatte	≥ 50 ansatte	Ialt	
1	482	136	618	9.261	20.271	29.532	15.825
2	636	213	849	12.014	44.543	56.557	14.632
3	464	147	611	9.177	30.116	39.293	19.125
4	296	162	458	5.960	32.396	38.556	17.975
5	92	6	98	1.380	494	1.874	760
Total			2.634			165.812	68.317

Bemærk, at Industristatistikken ikke er særlig detaljeret og også omfatter virksomheder uden for den berørte sektor, f.eks. tung industri som skibsværfter.

3.2 Antal maleanlæg, forbrug og emission

Virksomhedernes behov for malearbejde dækkes i hovedsagen ved hjælp af egne maleværksteder og -anlæg.

Det samlede forbrug af malematerialer i sektoren anslås af fagfolk til ca. 12.500 tons/år, fordelt på følgende hovedtyper:

Konventionelle malinger:	70%
Vandfortyndbare malinger:	10%
Pulvermalinger:	20%

Det er også kendt, at der i Danmark findes 200-250 anlæg for pulvermaling. Disse anlæg er gennemsnitlig mindre end anlæggene for vådmaling.

På basis af det foreliggende anslås det samlede antal maleanlæg i jern- og metalindustrien til 700-800.

Den samlede emission af opløsningsmidler fra malearbejdet anslås til 4000-4500 tons/år, fordelt på få store og mange små virksomheder.

Store virksomheder i denne forbindelse forbruger/emitterer 60-80 tons opløsningsmidler pr. år, svarende til et malingforbrug på 100-150 tons/år.

Små virksomheder forbruger/emitterer 3-6 tons/år, svarende til et malingforbrug på 5-10 tons/år.

Den nærmere fordeling mellem virksomhederne kan ikke oplyses, hverken ved officiel eller uofficiel statistik. Det anslås dog, at de store forbrugere ialt udgør omkring 50 virksomheder.

3.3 Lovgrundlag

Malearbejde reguleres af Arbejdstilsynets regler om overholdelse af de til enhver tid gældende hygiejniske grænseværdier, og om særlige foranstaltninger ved mistanke om stoffer af særlig farlig karakter, jvf. f.eks. publikationerne 84 og 85 om epoxy- og polyurethanprodukter, og Bekendtgørelse nr. 540 om stoffer og materialer.

Regler for ventilation af anlæg og enheder fastsættes af Statens Brandinspektion, jvf. "Tekniske forskrifter for sprøjtemaling og lakering med brandfarlige væsker", SB 1978.

Malearbejde forbruger store luftmængder til den påbudte ventilation, og luften forurenes med afdampende opløsningsmidler og afkastes til det fri. Luftmængderne er gerne 10.000-100.000 m³/time pr. virksomhed, og koncentrationen af opløsningsmidler i afkastet er typisk 100-300 mg/m³.

Maleværksteder/-anlæg er i Lovens forstand såkaldte listevirksomheder, og nyetablering og ombygning må ikke finde sted, med mindre der fra kommunen foreligger en forhåndsgodkendelse i henhold til Lov om Miljøbeskyttelse. Forhåndsgodkendelsen omfatter tilladte grænser for emissioner og en række øvrige (begrænsende) vilkår for anlæggets drift.

Bemærk, at det her anførte om lovgrundlaget for industrielt malearbejde er orienterende og ikke giver et fuldstændigt billede af de gældende regler.

3.4 Produktionsformer

Malematerialer påføres fortrinsvis ved dypning og sprøjtning. Ved sprøjtemaling sondres mellem tre metoder: Luftforstøvning, luftløs forstøvning og rotationsforstøvning. Sidstnævnte metode anvendes alene i sprøjteautomater (opstillinger for automatisk sprøjtemaling).

Store emner oparbejdes som enkeltstyk-produktion ved sprøjtemaling i kombikabiner (lastvognskabiner). Mindre emner ophænges på overhængende conveyor og føres frem til mindre sprøjtekabiner, hvor påføringen sker manuelt eller automatisk (og som nævnt under kraftig ventilation).

Som bevægelsesmaskiner for pistoler i sprøjteautomater anvendes fortrinsvis såkaldte traversmaskiner, med op/ned bevægelse med én frihedsgrad, og egentlige sprøjteroboter med 5-6 frihedsgrader.

Videre omtale af udstyr og anlægsteknik fører for vidt i denne sammenhæng, og for en mere udførlig orientering om indretning af maleværksteder og -anlæg henvises til to tidligere projektrapporter, nemlig:

1. Miljøprojekt 43. Overfladebehandling II. Maling og lakering af stål og metal. En teknisk/økonomisk redegørelse for de produktions- og forureningsmæssige forhold. Miljøstyrelsen, Juni 1982, og
2. Rapport R 22-81/TIO: Indretning af vådmaleanlæg i metalindustrien, med beskrivelser af 10 autentiske anlæg. Teknologisk Institut, Juni 1981.

4. Forurening fra malearbejde

4.1 Generelt

Det eksterne miljø kan blive forurenet på forskellige måder ved industrielle maleprocesser:

- emission af fordampelige stoffer (opløsningsmidler) til atmosfæren
- vandopløselige stoffer i afløb fra rengørings- og forbedringsprocesser
- fast og flydende affald, indtørrede malingrester, spild fra påføringsoperationer i form af forbisprøjtet maling. Miljøfarlige pigmenter, f.eks. chromat- og blyholdige, kan findes i det faste affald. Disse erstattes med organiske pigmenter i moderne malematerialer.

4.2 Opløsningsmidler

Opløsningsmidler anvendes i malinger for at give en passende konsistens (viskositet), således at produktet kan påføres til et jævnt lag af passende tykkelse, normalt 30-40 µm.

Type og mængde opløsningsmiddel er bestemt af:

- art af bindemiddel (i malingen), der skal opløses
- påføringsmetode
- fordampningshastighed, ønsket tørretid
- indretning af maleanlægget, dvs. flash-off tid, hærdetemperatur i ovn, etc.
- flammepunkt
- krav til arbejdsmiljø
- krav til det eksterne miljø

I en database, der findes hos NIF (Nordisk Forskningsinstitut for Maling og Trykfarver), er samlet informationer vedrørende ca. 350 opløsningsmidler og lignende produkter. Bilag 1 giver et eksempel på en udskrift fra databasen.

Der findes altid mange valgmuligheder og også mange mulige løsninger på valg af opløsningsmidler til en given malevare. Ved produktformulering må man ofte gøre et kompromis mellem modstridende tekniske krav, f.eks. opløselighedsevne/arbejdsmiljø eller fordampningshastighed/flammepunkt.

De tekniske egenskaber kan findes i produktblade eller i NIF's database. Hos NIF findes også PC-baserede programmer, der beskriver opløselighedsforhold og beregner passende opløsningsmiddelsammensætning (HSP-software). Endvidere kan fordampningshastigheder og dermed tørretiden beregnes.

De 25 hyppigst anvendte opløsningsmidler er vist i nedenstående tabel. De tre mest brugte er xylen, butanol og højere aromater.

Malematerialer til anvendelse i jernindustrien indeholder alene opløsningsmidler af klasserne II og III, jvf. udkastet til ny luftvejledning, Miljøstyrelsen 1988. En differentiering mellem materialerne for bedømmelse af miljøbelastningen er derfor ikke påkrævet.

De 25 hyppigst forekommende organiske opløsningsmidler i industrielle malematerialer

	MAL-faktor*
- Xylen	23
- Mineralsk terpentin	12
- Højere aromatiske kulbrinter (med 9 eller flere kulstofatomer)	13-29
- Toluen	37
- Butanol (n- og iso-)	67
- Propanol (n- og iso-)	20
- Ethanol	7
- Methanol	54
- Butylacetat (n- og iso-)	14
- Ethylacetat	13
- Methylethylketon (MEK)	32
- Methylisobutylketon (MIBK)	48
- Methylisoamylketon	43
- Ethylglykolacetat (EGA)	13
- Texanol	0
- Cyklohexanon	70
- Hydroaromatiske kulbrinter (Dekalin, tetralin)	47
- Terpenkulbrinter (Dipenten)	18
- Butylglyckol	13
- Butyldiglykol	0
- Dipropylenglykolmonomethylether	5
- Acetone	23
- Diacetonalkohol	29
- N-Methylpyrrolidon	8
- Cyklohexanol	15
- Methylisobutylcarbinol	100

* MAL-faktoren angiver det Maletekniske Arbejdshygiejniske Luftbehov i m³ luft pr. 10 g stof.

1-Butanol

CAS No. ...:71-36-3

NIF No. ...: 28

n-Butanol
n-Butylalcohol
Butan-1-ol
Butyl hydroxide
1-Hydroxybutane
Methylolpropane
Propylcarbinol
Propylmethanol

Formula: C₄ H₁₀ O

Molecular Weight .. g/mol .. 74.14

Chemical Family: Alcohol

Density (20 C.). g/cm³ ...: 0.810 [1]

V. Pres.(25 C.) .. kPa ...:9.10e-01[26]

Boiling Point C. : 117.72[26]
Freezing Point C. : - 88.90[1]
Flash Point C. : 29.00[26] CC
Autoign. Temp. C. : 365.00[1]
Explosion limits ... [1]
Upper %(v/v): 11.2
Lower %(v/v) : 1.4

Viscosity mPa s (25 C.) ...: 2.57 [26]

Surf.Tens. mN/m (20 C.) ...: 25.39 [10]

Critical press., atm.: 43.0 [20]

- temp., C.: 289.8 [20]

Acentric factor: 0.590 [20]

Solubility Parameters : [6]

D: 16.00

P: 5.70

H: 15.80

Total ...: 23.10

Antoine Constants : [20]

A: 7.838000

B: 1558.190

C: 196.881

Solub. in water ...: 7.450[26]

Solub. of water in : 20.500[26]

Determined in temp. interval : - 1-> 118
(log₁₀ P = A - B/(t + C) ; P mmHg , t cels.)

Evaporation rate (nBuAc=1) ...: 0.430 [26]

Heat of evap., kJ/mol (25C): 52.34 [26]

Heat capacity, J/K/mol (25C): 177.1 [26]

Therm. cond. J/s/m/K (38C): 0.153 [26]

Electro cond. mho/m (25C): 9.12 E-7[26]

Dielectric const. (vac.=1) : 17.51 [26]

Dipolemoment (Debye): 1.75 [25]

UNIFAC - parameters

V L E L L E

1(1) 1(1)

2(3) 2(3)

15(1) 14(1)

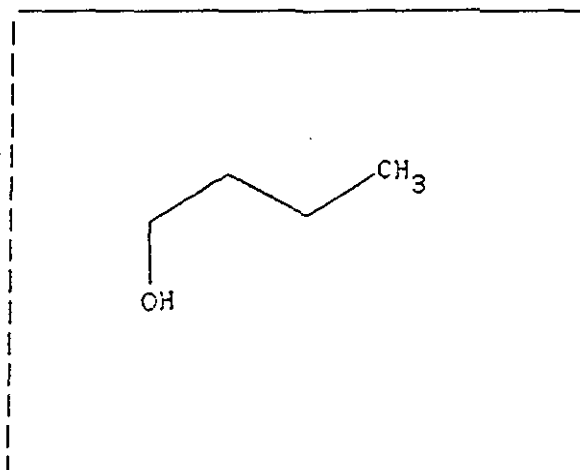
() ()

() ()

() ()

Grp. No.(No. of Grp.)

Chemical Structure



5. Principper for substitution

Med substitution menes erstatning af de nu anvendte materialer og processer med andre mindre forurenede alternativer.

I det følgende gennemgås de principielle muligheder for at formindske emissionen til atmosfæren.

5.1 Niveauer for substitution

Substitution er tænkelig på forskellige niveauer:

1. Udskiftning af farlige opløsningsmidler med mindre farlige, dvs. til højere klasse. Dette er normalt ikke relevant, idet industrielle malematerialer som hovedregel kun indeholder opløsningsmidler af klasse III, eller blandinger af klasse II og III.
2. Formindskelse af emissionsniveauet, dvs. formindskelse af mængden af opløsningsmidler pr. m² malet areal, men fortsat med brug af samme malingstype og konventionelt udstyr.

Dette kan gennemføres ved at styre påføringen mere præcist og herved reducere mængden af forbisprøjtet maling. Større udnyttelse af malingen giver mindre spild og dermed lavere malingforbrug, f.eks. ved overgang til elektrostatisk sprøjtning.

En anden mulighed er overgang til "higher solids"-malinger, dvs. malinger med højere tørstofindhold.

Konventionelle malinger indeholder ca. 55 vægt% opløsningsmidler i påføringsviskositet, medens "higher solids"-produkter indeholder højst ca. 35 vægt%.

De nævnte foranstaltninger kan nedbringe emissionen med 50-60%.

3. Radikal formindskelse af emissionen. Dette kræver større procestekniske ændringer:
 - a. Mindre end 10% opløsningsmidler i selve produktet opnås med vandige malinger. Emissionen kan herved formindskes med mere end 80%.
 - b. Opløsningsmidlerne kan elimineres nær fuldstændigt ved substitution af den eksisterende proces med anden teknologi, f.eks.:
 - pulvermalinger, eller
 - opløsningsmiddelfrie flydende produkter, der hærdes med UV- (ultraviolet) eller elektronbestråling.

De sidstnævnte produkter er generelt ikke anvendelige inden for jernindustrien. UV-hærdende produkter kan ikke pigmenteres (gives kulør), idet pigmenter forhindrer hærdning, hvis lagtykkelsen overstiger ca. 5 µm. Men metoden er velegnet til trykfarver og klare lakker.

Udstyr til elektronstrålehærdning er meget dyrt og kun egnet til ensartede emner i meget store serier, f.eks. fælge til automobiler.

5.2 Gennemførelse af substitution

Før gennemførelse af substitution må der foretages en grundig analyse af alle processer, der indgår i overfladebehandling.

Følgende faktorer må analyseres:

Tekniske krav til malearbejdet:

- bestandighed, vejrlig, fugt, kemikalier
- mekaniske egenskaber, slid, stød, slag
- dekorative egenskaber

Mulige procesændringer:

- affedtning
- kemisk forbehandling
- påføring
- flash-off
- tørring, hærdning

Arbejdsmiljø

- luftkvalitet
- hudkontakt, allergi
- carcinogenitet

Eksternt miljø

- emissioner til atmosfæren
- udledning af spildevand
- fast affald

Økonomi

- nyinvesteringer
- materialeomkostninger
- driftsomkostninger

Ved gennemførelse af en substitution er det nødvendigt at foretage en afvejning af ønsker og muligheder. Samfundets bestræbelser på generelt at reducere emissionen må afvejes med producenterne lige så legitime ret til at opretholde produkternes kvalitet og virksomhedernes konkurrenceevne.

6. Substitutionsprodukter

6.1 Higher solids malinger

6.1.1 Generelt

Higher solids malinger (HS-malinger) er defineret som produkter, der kan påføres ved et opløsningsmiddelindhold $\leq 35\%$.

Dette opnås ved at bruge bindemidler med lavere MV, molekylvægt (størrelse). HS-bindemidler har en MV $< 2.000-3.000$, mens konventionelle bindemidlers molekylvægt er omkring 10.000.

6.1.2 Bindemiddeltyper

De mest anvendte HS-bindemidler er lavmolekylære varianter af alkyd eller polyester og aminoharpiks kombinationer. Disse skal naturligvis også ovntørres.

To-komponentsystemer, f.eks. epoxy- eller isocyanathærdende polymerer kan også fremstilles i HS-varianter. To-komponentsystemer kræver dog som hovedregel to-komponent påføringsudstyr, for at tilstrækkeligt korte tørretider og lang forarbejdnings tid (pot-life) kan opnås. Anvendelse af to-komponentsystemer er stærkt begrænset i Danmark på grund af lovgivningen. I andre lande, f.eks. Tyskland, anvendes produktet industrielt, fortrinsvis til masseproduktion af ens emner (bilindustri).

6.1.3 Tekniske egenskaber

Blandt de miljøvenlige alternativer til konventionelle malinger er HS-malinger de mindst komplicerede at fremstille og anvende, idet de er baserede på kendt opløsningsmiddelteknologi.

HS-malinger har noget højere overfladespænding end de konventionelle og dermed noget dårligere befugtningsegenskaber. De er mindre tolerante over for forureninger på emnet.

Deres største ulempe er viskositetsegenskaberne. På grund af deres lave molekylvægt er HS-malingers viskositet stærkt temperaturafhængig. Ved opvarmning i ovn sker således en kraftig nedgang i viskositet, inden hærdereaktionen går i gang. Dette medfører dannelse af løbere, "gardiner" og dårlig kantdækning.

For at HS-materialer skal kunne anvendes i praksis, må en særlig fortykningsmetodik anvendes. Mange nye fortykningsmidler er udviklet og patenteret til HS-malinger.

6.1.4 Forbehandling

HS-malinger stiller noget større krav til underlagets renhed, da de er mere følsomme overfor olie og fedt.

6.1.5 Påføring og tørring

HS-malinger kan påføres og tørres/hærdes med samme udstyr som konventionelle malinger.

6.1.6 Arbejdsmiljøegenskaber

HS-produkternes arbejdsmiljøegenskaber er identiske med de konventionelle malinger. Recepter for typiske HS-malinger er givet i bilag 2.

6.2 Vandfortyndbare malinger

6.2.1 Generelt

Umiddelbart synes vand at være det mest ideelle opløsningsmiddel til fremstilling af malevarer. Vand er billigt, det brænder ikke, det er ikke giftigt, og det kan tappes direkte fra vandhanen. Alligevel er vand ikke universelt anvendeligt og det kan tilføre malingfilmen en række ulemper.

Tøringsprocessen er direkte afhængig af den aktuelle luftfugtighed. En høj fugtighed forsinker tørringen, og der vil kunne opstå løbning ("sagging") af filmen. Modsat vil tørring ved relativ lav fugtighed forløbe nærmest "eksplosionsagtigt", og malingfilmen kan komme til at ligne et "kraterlandskab". Typisk for lufttørrende, vandfortyndbare malinger er også, at den tørre film vil have en mere eller mindre stor vandfølsomhed.

Ved erstatning af organiske opløsningsmidler med vand, skal vand overtage følgende funktioner:

- opløsning af polymeren (bindemidlet)
- kontrol af påføringsbetingelserne, så som viskositet og ledningsevne
- styring af tøringsprocessen
- sikring af vedhæftning mellem de enkelte malinglag.

Det er indlysende, at vand ikke alene kan overtage alle disse funktioner fra organiske opløsningsmidler. Man er nødt til at anvende mindre mængder af organiske opløsningsmidler i vandfortyndbare malevarer, såkaldte "hjælpe-opløsningsmidler" (co-solventer) og at modificere bindemidlerne.

For at vand skal kunne opløse malingbindemidler må disse overføres til en "vandvenlig" tilstand, med andre ord: de må gøres "hydrofile". Dette kan opnås ved enten at indbygge vandopløselige grupper i polymeren, eller ved hjælp af egnede emulgatorer.

Hydrofile egenskaber alene er dog ikke nok, hvis polymerbindemidlet skal kunne anvendes i vandfortyndbare malevarer med de samme gode resultater som traditionelle malevarer. Den tørre malingfilm må være "hydrofob" (vandafvisende) for at sikre bestandighed overfor atmosfæriske og andre påvirkninger.

Der er utvivlsomt en konflikt imellem kravet om "hydrofilitet" ved fremstillingen og påføringen af en vandfortyndbar malevare og "hydrofobiteten" af den tørre malingfilm. Den tørre malingfilm skal derfor indeholde færrest muligt hydrofile grupper.

Ved ovntørring kan de hydrofile grupper elimineres under hærdereaktionen, således at et modstandsdygtigt malinglag opnås.

Ved lufttørring vil film af vandfortyndbare malinger indledningsvis være mere følsomme overfor vandpåvirk-

ning end konventionelle malevarer. Denne følsomhed aftager ved ældning.

6.2.2 Bindemiddeltyper

Vandfortyndbare industrimalinger udvikledes så tidligt som for 30 år siden. Disse første-generations malinger brugte som bindemiddel aminneutraliserede polyestre eller alkyder i kombination med melaminharpikser. Ca. 20% hjælpeopløsningsmidler var nødvendige. Disse bindemiddeltyper bliver næppe brugt i dag.

Opløsningsmiddel- og aminindholdet kan formindskes ved at forhøje molekylvægten. Opløseligheden i vand forringes - med de såkaldte kolloidale dispersioner som resultat. Også anden-generations bindemidler er baseret på aminneutraliserede polyestre eller acrylater i kombination med melaminharpiks. Ca. 10% hjælpeopløsningsmidler er nødvendige.

Tredie-generations bindemidler er opbygget af dispersioner (acrylat, vinyl eller polyuretan). De kan anvendes alene eller i forbindelse med melaminharpiks.

De tre bindemiddeltyper er sammenlignet i tabellen nedenfor.

Recepter for modelmalinger er givet i bilag 2.

	1. generation opløsning	2. generation kolloidal dispersion	3. generation dispersion
Udseende	Klar	Gennemsigtig	Mælkehvid
Partikelstørrelse	< 1 nm	10-100 nm	100-1000 nm
Molekylvægt (MV) (i tusind)	5-10	10-50	100-1000
Viskositet	Afhænger af MV	Afhænger delvis af MV	Uafhængig af MV. Spec. fortykningsmidler
Pigment dispergering	Meget god	Middel	Spec. dispergeringsmidler
Skumkontrol	Enkel	Middel	Svær
Opløsnings- middelbehov	~ 20%	~ 10%	< 5%
Tørstof	Lav	Middel	Høj
Påføring	Nem	Middel	Vanskelig
Filmdannelse	Meget god	God	Coalescing agent
Udflydning	Meget god	God	Mindre god
Glans	Meget god	God	Mindre god
Udendørs best.	God	God	Meget god

6.2.3 Tekniske egenskaber

De vandfortyndbare malinger er i dag udviklet så langt, at den tørre malingfilms egenskaber er lige så gode som de konventionelle malingers.

Det er især de vandfortyndbare grundmalinger, der har fået en udstrakt anvendelse. De fleste biler i den vestlige verden er malet med vandfortyndbare grundmalinger, der påføres ved katodisk elektrodypning. Denne metode giver de bedste korrosionsbeskyttende egenskaber. Også mellemmalinger, de såkaldte fillers, kan med fordel fremstilles i vandfortyndbar udgave.

Vanskeligheden er at påføre og tørre en vandfortyndbar industrimaling, så man opnår et fejlfrit malinglag i den ønskede lagtykkelse.

Mekanisk stabilitet

Vandfortyndbare malinger kan være følsomme for mekanisk bearbejdning, f.eks. pumpning. Koagulering, som giver klumper i malingen, kan opstå. Dette kan modvirkes ved specielle stabilisatorer. Kontrol ved langvarig cirkulation er anbefalelsesværdigt.

Viskositet

Som det fremgår af tabel 2 kræver vandfortyndbare malinger særlige fortykningsmidler. Cellulosederivater har hidtil været de mest anvendte.

Fortykningsmidler af denne type har fordele, så som fortykningseffekt inden for et relativt bredt pH-spektrum (maksimum er $\text{pH} = 7-9$), og ulemper, så som mulighed for hydrolytisk nedbrydning, eller biologisk nedbrydning ved længere tids lagring.

"Associative thickener" er en relativ ny type af fortykningsmiddel, der gør det muligt at opnå bedre reologiske egenskaber i dispersionsmalinger og formindske risikoen for biologisk nedbrydning.

Ved fortynding af kolloidale dispersioner og vandige opløsninger kan helt uventede viskositetseffekter opstå, så malingen bliver uanvendelig. Leverandørens rekommandationer må nøje følges.

Befugtning af substrat og skumdannelse

Et substrats evne til at blive befugtet angives ved dets kritiske overfladespænding γ_c . Er malingens overfladespænding lavere end γ_c , befugter den, er den højere, kan den ikke befugte.

Den kritiske overfladespænding for almindelige substrater for malingfilm ligger mellem 30 og 45 mN/m (dyn/cm). Det er derfor ikke særlig overraskende, at arbejde med vandfortyndbare malevarer kan volde befugtningsproblemer, da "opløsningsmidlet" vand har en overfladespænding på 72 mN/m (dyn/cm).

Vandfortyndbare malingers overfladespænding kan formindskes ved "wetting agents", overfladeaktive stoffer. Der vil ofte være forskellige overfladeaktive stoffer i malevaren, f.eks. emulgatorer, stabilisatorer m.m. Disse kan give alvorlige sideeffekter i form af skumdannelse eller svækkelse af filmkvaliteten (vandfølsomhed). Det gælder om at finde den optimale dosering for at kunne undgå de negative effekter.

Desuden kræves det, at underlaget er vel rengjort, fri for fedt og lignende.

Tørring

De vandfortyndbare malevarers tørring/udhærdning kan være problematisk, når der ikke tages hensyn til den sær-

stilling vand som opløsningsmiddel respektiv fortynder indtager. Sammenlignet med organiske opløsningsmidler har vand et langt større energibehov (varmebehov) for at blive overført fra væskefase til dampfase.

Til sammenligning kan det anføres, at for at fordampe 1 g af et stof ved 20°C, kræves 2,6 kJ (620 cal.) for vand, 0,8 kJ (198 cal.) for butanol og 0,7 kJ (157 cal.) for xylen.

Tilstrækkelig varmetilførsel er en absolut forudsætning for at gennemføre tørringen til et tilfredsstillende resultat.

Ovntørrende vandfortyndbare malematerialer kræver normalt længere afluftningstider, inden malingfilmen udsættes for højere temperaturer. Ved at etablere en tilstrækkelig lang flash-off zone med opvarmning, kan man drage omsorg for, at malingfilmens vandindhold reduceres tilstrækkeligt, inden malingfilmen i tørreovnen udsættes for temperaturer på mere end 100°C.

Ved ikke optimale afluftningsbetingelser vil der kunne opstå "ovnblærer" i malingfilmen.

Ved tilsætning af relativt langsomt fordampende organiske opløsningsmidler, såkaldte "co-solventer", er det muligt at undgå den slags fejl og samtidig påføre tykkere film. En yderligere sikring imod opblæring kan man opnå ved at anvende en amin med højt kogepunkt, idet aminneutraliserede bindemidlers filmdannelse først indtræder, når aminen er fordampet.

Vands fordampningshastighed afhænger af den relative luftfugtighed, RF. Den relative fordampningshastighed R, kan beregnes ud fra følgende formel:

$$R = 80 \left(1 - \frac{RF}{100}\right)$$

Dette betyder, at tørretiden vil variere med luftfugtigheden.

Indendørs kan luftfugtigheden variere fra ca. 30% om vinteren til 70-80% på ekstremt fugtige sommerdage. Vands relative fordampningshastighed vil dermed variere fra 56 til 16. Dette kan medføre uacceptable tørretidsvariationer i afluftningszonen og må modvirkes ved klimastyring i påførings- og tørrezonen.

6.2.4 Påføring

Vandfortyndbare malinger kan påføres og hærdes på lignende måde som konventionelle malinger.

Industrielle maleanlæg for vandige malinger bør konstrueres i rustfaste materialer, f.eks. rustfrit stål og plast, således at korrosion modvirkes.

Sprøjteanlæg med elektrostatisk opladning må være særligt isolerede, da vandige malinger er elektrisk ledende.

Desuden findes der en særlig påføringsmetode, der kun kan anvendes til vandfortyndbare malevarer, nemlig elektrodypning. Mange millioner kvadratmeter stålplader grundmales ved katodisk elektrodypning, f.eks. bilkarrosserier.

Katodisk elektrodypning undersøges i et andet af Miljøstyrelsens projekter.

Bindemidler

6.2.5 Arbejdsmiljøegenskaber

Eventuel sundhedsfare fra de anvendte emulsioner kan stamme fra monomerer, pH-justerende midler (se ammoniak/aminer), overfladeaktive stoffer (se antiskum) og konserveringsmidler. Monomerer er i mange tilfælde allergifremkaldende. De kan medvirke til irritation og lugt fra produkterne. Alkyder og vandige polyurethanemulsioner vil i reglen ikke medføre disse problemer.

Konserveringsmidler kan være mange forskellige. Oftest ses en blanding af isothiazolinoner, der er allergifremkaldende i meget lave koncentrationer.

Hexamethoxymethylmelamin fraspalter under tørringen formaldehyd, der er allergifremkaldende. Formaldehyd bidrager endvidere til lugt og irritation, og stoffet er kræftfremkaldende.

For polyestre kan sundhedsfare stamme fra pH-justerende midler. Se også ammoniak/aminer.

Ammoniak og aminer

Ammoniak er irriterende for hud og slimhinder. Aminerne (triethylamin, dimethylethylamin) og alkanolaminerne (dimethylaminomethylpropanol, aminomethyl-2-propanol) har tilsvarende effekter, og det er beskrevet, at de kan medføre synsforstyrrelser. Hvis aminer eller alkanolaminer skal anvendes, bør der vælges produkter med lave damptryk. Aminernes damptryk er højere end alkanolaminernes.

Befugtningsmidler og antiskum

Det er desværre umuligt at vurdere overfladeaktive stoffers virkning i de forskellige blandinger. Disse stoffer er ofte hudirriterende, men de findes sammen med andre hudirriterende stoffer i malevarerne.

Opløsningsmidler

Blandt de nævnte hjælpeopløsningsmidler er ethylenglycol, propylenglycol, hexylenglycol, alkylacetater (C₇-C₁₀) og N-methylpyrrolidon langsomt fordampende. De er alle i større eller mindre udstrækning irriterende for hud og slimhinder. Ethylenglycol bør undgås, da stoffet kan medføre nyreskader. Ethylenglycol- og propylenglycolderivater kan være mange forskellige stoffer. Små ethylenglycolderivater (f.eks. methylglycol, ethylglycol og deres derivater) skal undgås, da de er reproduktionsskadende. Butylglycol bør også undgås, da stoffet ødelægger blodlegemerne. Ethylenglycol- og propylenglycolethere fordampes i reglen hurtigt, men stofferne kan medføre skader på nervesystemet.

Fortykningsmidler

Disse stoffer vil normalt ikke medføre gener.

Korrosionsinhibitorer

De nævnte korrosionsinhibitorer vil næppe, bortset fra aminer, kunne fordampe, og deres virkning vil fortrinsvis være på og gennem huden. Om aminer, se ovenfor. De fleste af de nævnte stoffer vil kunne medvirke til hudirritation. Borater kan optages gennem huden, og de kan medføre fosterskader. Molybdat er i almindelighed giftige.

Andet

p-Toluensulfonsyre er kraftigt irriterende for hud og slimhinder. Stoffet fordampes ikke ved normal stuetemperatur.

Carbodiimid er ætsende ved kontakt med hud og slimhinder. Stoffet kan omlejre til cyanamid.

Polyfunktionelle aziridiner kan medføre allergisk kontaktseksem.

Sikkativers giftighed afhænger som regel af det anvendte tungmetal. F.eks. kan coboltforbindelser medføre allergisk kontakteksem.

Silaner (polysilaner) vil som regel ikke medføre problemer.

Gennemgang af de 5 malingstyper (jvf. bilag 2):

Type 1, Alkyd eller polyester med aminoharpiks (HMMM), ovntørrende

Sundhedsmæssigt er de væsentligste stoffer butylglycol og dimethylethylamin. Produktet skal kodes 1-3, og det vil formentlig skulle kodes 2-3, når MAL-kodesystemet revideres, bl.a. fordi grænseværdien for butylglycol er sat ned. Også afdampning af formaldehyd fra melamin bør inddrages i vurderingen.

Type 2, Acryldispersion med HMMM, ovntørrende

I dette produkt stammer sundhedsfaren væsentligst fra formaldehyd fra melaminen, og fra aminen. Kodenummeret skal formentlig være 0-1 både før og efter revisionen.

Type 3 Acryldispersion, luft- og varmetørrende

Sundhedsfaren stammer her væsentligst fra aminen, men mange af de andre indgående stoffer er ukendte. Kodenummeret skal formentlig være 0-1 både før og efter revision.

Type 4, Polyurethandispersion

Sundhedsmæssigt er de væsentligste stoffer N-methylpyrrolidon og crosslinking agent (polyfunktionel aziridin?). Kodenummeret skal formentlig være 0-3 både før og efter revisionen.

Type 5, Alkyd

For dette produkt stammer sundhedsfaren væsentligst fra butylglycol, butanol, sikkativ og triethylamin. Kodenummeret skal formentlig være 3-1 både før og efter revisionen.

I det ovenstående er den tilsatte mængde amin medregnet. Medregnes kun den mængde, der ikke er kemisk bundet til f.eks. syregrupper, kan nogle af de angivne kodenumre blive lidt lavere.

Konklusion, arbejdsmiljøegenskaber

Som det fremgår af ovenstående kan de mindst sundhedsskadelige produkter findes blandt hovedtyperne 2, 3 og 4, mens belastningen fra produkterne 1 og 5 må formodes at blive temmelig stor.

6.2.6 Udviklingstendenser

Vandfortyndbare malevarers egenskaber er under stadig forbedring.

Måltrettet udvikling og design af nye bindemidler kan påvirke binderens hydrofil-/hydrofobbalance og derved opløseligheden/dispergerbarheden i vand samt malevarens reologi.

Binderens hydrofil-/hydrofobbalance indvirker også på vandfølsomheden af det tørre malinglag.

Ved kyndigt valg af type og mængde af additiver, dvs.

- overfladeaktive stoffer
- stabilisatorer for dispersioner
- coalescing agents
- fortykningsmidler
- hjælpeopløsningsmidler

kan både påføringsegenskaber (reologien) og den tørre films egenskaber optimeres.

Udvikling af stadig mere velegnede additiver fortsætter.

6.3 Pulvermalinger

6.3.1 Generelt

Pulvermaling består som andre malematerialer af bindemiddel/hårder, pigmenter, fyldstoffer og additiver, men indeholder ingen opløsningsmidler/dispergeringsmidler.

Pulvermaling danner film ved at pulveret efter påføring på emnet først smelter (gelatinerer) og dernæst hærder til en tæt film.

Geltiden er normalt omkring 120 sek. og hærdetiden 10-20 min. ved temperaturer på 160-200°C.

Pulvermaling er generelt ét-lags systemer og både kulør og glans, og overfladestruktur kan varieres inden for meget vide grænser.

Pulvermalings egenskaber adskiller sig ikke nævneværdigt fra vådmalinger baseret på samme bindemiddel. Forskellene ligger hovedsageligt i påføringsmetoder og miljøpåvirkninger.

Kravene til bindemidlet i en termohærdende pulvermaling adskiller sig imidlertid væsentlig fra de bindemidler, der benyttes i konventionelle vådmalinger.

Bindemidler skal være faste stoffer. Smeltepunktet skal af hensyn til lagerstabiliteten være højt, ca. 100°C, og det er nødvendigt med en stejl viskositetskurve over smeltepunktet for at sikre en god udflydning. Desuden stilles krav om hurtig hærkning.

Lagtykkelsen af en pulvermalingfilm kan være følgende:

- Normal lagtykkelse: 60-80 µm
- Tyndfilm: 30-40 µm

Undtagelsesvis kan pulvermalinger anvendes til korrosionsbeskyttelse i lagtykkelser op til 400 µm.

De optimale egenskaber for en pulvermaling opnås ved lagtykkelser på 60-80 µm.

Tyndfilmpulver (30-40 µm) forekommer i praksis kun i få tilfælde i Danmark og da mest til inventar i tyndplade.

I så lille lagtykkelse opnås kun dækning i kulørerne grå, grøn, blå og sort.

Tyndfilm kan opnås:

1. Ved at forskyde kornstørrelsesfordelingen nedad
2. Ved at forlænge "geltiden" fra f.eks. 120 til 200 sek.

Herved forlænges desuden hærdetiden, og der kan være risiko for at malingen "løber" fra steder med stor godstykkelser.

Tyndfilmpulvermalinger er kun egnede til meget ensartede flade konstruktioner, idet kanter og hjørner ikke vil blive dækket særlig godt.

Pulvermalings fordele er:

- kan påføres i tykke lag uden risiko for skridning og opkog
- let at påføre
- let at automatisere
- ringe materialespild
- pulvermaling anvendes direkte - ingen forblending for viskositetsjustering
- ingen afdunstningszone
- næsten intet udslip af opløsningsmidler
- mindre risiko for brand
- mere arbejdsmiljøvenlig.

Pulvermalings ulemper er:

- vanskeligt at opnå lille lagtykkelse
- kulørskift kræver omhyggelig rengøring
- ingen toningsmuligheder
- uensartede lagtykkelser på komplicerede emner kan give uensartet udseende.

6.3.2 Bindemiddeltyper

Pulvermalinger karakteriseres fortrinsvis ved deres bindemiddel. Der anvendes to hovedtyper: Termoplastiske og termohærdende (duroplastiske).

Termohærdende pulverbælægninger hæfter af sig selv, medens de termoplastiske som regel kræver en hæfteprimer.

Ved industriel overfladebehandling anvendes hovedsageligt termohærdende typer. De 4 hovedtyper af termohærdende pulvermalinger er nedenstående med angivelse af den aktuelle markedsfordeling, (ifølge leverandøroplysninger 1988):

- | | |
|-------------------------------|-----|
| - Epoxy, | 25% |
| - Polyester, normal kvalitet, | 25% |
| - Polyester, facadekvalitet, | 25% |
| - Polyester/epoxy (mix), | 25% |

Polyurethan (PUR) kvaliteten anvendes næsten ikke i Danmark.

Epoxy

Epoxy var det første bindemiddel der kom frem i 50'erne. Denne type har kun to reaktive grupper, én i hver ende af molekylet.

Senere er der udviklet nye epoxytyper, såkaldt Epoxy Novolac med flere reaktive grupper, hvilket giver mulighed for øget krydsbinding og dermed bedre mekaniske egenskaber og modstandsevne mod opløsningsmidler og kemikalier.

Valg af hærder har stor betydning for filmens egenskaber, herunder kemiske og mekaniske, og for dens glans.

Den første hærder og stadig den mest brugte er dicyandiamide (DICY). I dag bruges dog modificeret DICY for at opnå tilstrækkelig kort hærdetid. Endvidere anvendes imidazoler, polyphenoler og estre af polycarboxylsyre.

Epoxypulvers væsentligste egenskaber er:

- Højeste kemikaliebestandighed
- Kan fremstilles i alle glanstrin fra 20 til 90
- Gulner ved varmepåvirkning
- Kridter ved UV-påvirkning

Hærdning

Hurtig kvalitet: 5 min. ved 180°C

Standard kvalitet: 10 min. ved 180°C
(90% af markedet)

Langsom kvalitet (mat glans): 15 min. ved 180°C

Polyester

I begyndelsen af 70'erne kom de første polyesterkvaliteter på markedet.

Polyesterharpikser, der indeholder frie carboxyl- eller anhydridgrupper, har vist sig i kombination med hærdere triglycidylisocyanurat (TGIC) at give fortræffelige egenskaber med hensyn til UV-bestandighed, og det er også denne type der markedsføres under betegnelsen "Facade-kvalitet".

Der findes dog en række andre polyesterprodukter, hvori bl.a. polyester krydsbinder med sig selv. Dette giver mindre gode vejrbestandighedsegenskaber.

De væsentligste egenskaber er:

- Glans og kulørbestandig (især med hærdere TGIC)
- Gulningsbestandig ved varmepåvirkning
- Vanskelig at mattere, normalt kun ned til glans 50 og da kun ved anvendelse af to forskellige hærder
- Mindre god kemikaliebestandighed.

Hærdning

Hurtig kvalitet: 10 min. ved 180°C
(laveste glans)

Standard kvalitet: 15 min. ved 180°C

*Blandingspulvere epoxy/
polyester, "mix"-pulvere*

På samme måde som epoxygrupperne i TGIC kan reagere med syregrupperne i en polyester, kan epoxygrupperne i et epoxybindemiddel reagere med de samme syregrupper.

I midten af 70'erne blev disse blandingspulvere introduceret for at kombinere de bedste egenskaber fra polyester og epoxy. De første blandingspulvere var alle baseret på 50/50-forhold, men i de senere år er der fremkommet en række andre produkter. Mest almindelig er 70/30 polyester/epoxy.

Typerne giver lave produktionsomkostninger på grund af udeladelse af hærdere.

De væsentligste egenskaber er:

- ringe kemikaliebestandighed
- gulningsbestandig ved varmepåvirkning
- rimelig god UV-bestandighed (afhængig af type)
- fremstilles i glanstrin 30-85.

"Mix"-pulvere er den hyppigste kvalitet til tyndfilmpulver.

Hærdning

Hurtig kvalitet:

8 min. ved 180°C

Standard kvalitet:

15 min. ved 180°C

Polyurethan (PUR)

Polyurethanpulver kom som polyester på markedet i begyndelse af 70'erne.

Bindemidlet er en polyester som hærdes med en isocyanat, hvorved der dannes en urethanbinding (heraf navnet).

I sin rene form er isocyanat meget reaktiv og vil reagere med polyester ved temperaturer under 100°C. Derfor blokeres isocyanatgrupperne med caprolactam, som først spaltes fra ved 160°C. Under denne temperatur sker ingen hærdereaktion. Dette er årsagen til den meget gode udflydning, som er karakteristisk for PUR, dog med dårlig kantdækning til følge. Både mekaniske egenskaber og kemikaliebestandighed er på højde med polyesterpulver.

Det største problem ved denne type er at caprolactam sublimerer og sætter sig i ventilationssystemet. Samtidig er det giftigt og lugter ilde.

Der refereres i litteraturen til produkter, hvor isocyanaterne er "internt blokeret" og ikke skulle afgive spalteprodukter, men de findes så vidt vides ikke på det danske marked.

Generelt gælder det, at der ikke er nogen krav eller standarder for indhold i de forskellige pulverprodukter. Det er derfor nødvendigt for brugeren meget nøje at specificere, hvilke egenskaber man ønsker af sin pulvermaling. Dette giver ofte vanskeligheder på grund af et utroligt broget udbud på markedet.

6.3.3 Forbehandling

Forbehandling af metallet før pulvermaling er en særdeles vigtig proces, idet der i modsætning til vådmaling ikke anvendes nogen korrosionsbeskyttende grundmaling.

Ud over affedtning er det oftest nødvendigt også at passivere overfladen, enten i form af fosfatering (på stål) eller chromatering (på aluminium).

I Danmark er processen jernfosfatering p.t. dominerende, men denne forbehandling ligger i den lave ende af kvalitetsskalaen. Stilles de største krav til holdbarhed, bør der foretages zinkfosfatering, helst i form af den mest moderne proces, lavzinkfosfatering, der giver den højeste korrosionsbeskyttelse og de bedste mekaniske egenskaber.

6.3.4 Påføring

Påføring af pulvermaling kan ske ved anvendelse af en række forskellige påføringsmetoder eller -principper.

Fælles for metoderne er, at pulveret fluidiseres, gøres flydende, ved hjælp af en luftstrøm, hvorefter pulver/luftblandingen i princippet kan behandles som en væske eller en almindelig "våd" maling. Blandingen kan føres frem gennem en slange til en sprøjtepistol, eller den kan anvendes i et dyppekar.

Vedhæftningen til emnet i påføringsprocessen kan ske enten ved en elektrisk opladning af pulverpartiklerne til en polaritet modsat emnet, eller ved en termisk påvirkning af emnet. Ved anvendelse af elektrisk opladning af partiklerne sker den egentlige dannelse af malingfilmen først ved en

efterfølgende varmebehandling, mens det ved den termiske sker helt eller delvist under selve påføringen.

Til termohærdende pulvermalinger anvendes hovedsagelig tre forskellige sprøjtemetoder:

- elektrostatisk sprøjtning
- triboelektrisk sprøjtning/friktionssprøjtning
- kombinationssprøjtning.

Elektrostatisk sprøjtning

Elektrostatisk pulversprøjtning virker ved at pulveret føres frem til pistolen ved hjælp af trykluft.

Når pulverpartiklerne passerer gennem pistolen, oplades de elektrostatisk i et højspændingsfelt, såkaldt corona-opladning.

Spændingen i sprøjtepistolen kan normalt varieres i intervallet 30-120 kV.

Det elektrostatisk opladede pulver transporteres ved hjælp af en kombination af elektriske kræfter og trykluft til det jordede emne, som skal belægges.

For megen trykluft vil bevirke, at kun en lille del af pulveret fæstner sig på emnet. Der er også risiko for luftlommer, som forhindrer pulveret i at trænge ind i hulrum.

Pulvermalingers elektrostatiske vedhæftning til overfladen er kraftig, og pulverets vedhæftning kan bibeholdes i over 2 døgn.

Normalt sprøjtes pulvermalinger på kolde emner, men ønskes en større lagtykkelse, kan emnet forvarmes.

Alle sprøjtepistoler udviser forskellige ydeevne, afhængig af:

- opladningsspænding
- pulvermængde
- afstand til emnet

Triboelektrisk sprøjtning/ friktionssprøjtning

Et pulver der bringes i kontakt med en overflade, og ledes hen over denne, optager en friktionsladning. Denne friktionsladning er, blandt mange parametre, en funktion af den kemiske og fysiske struktur af både pulver og overflade, af kontakttiden, relativ fugtighed og partikelhastighed.

Pulver føres til pistolen fra en pulverbeholder. Herfra suges pulveret ud ved injektorvirkning. Opladningen sker i pistolen i et særligt friktionsrør, sædvanligvis af PTFE.

Den bedst mulige opladning ved friktionsmetoden opnås ved høje strømningshastigheder og hyppige berøringer.

Der er intet elektrisk felt mellem pistol og emne, således at Faraday effekten elimineres.

Kombinationssprøjtning

Opladningsprincippet i denne pistol er, at pulverpartiklerne først modtager en +-opladning fra en hjælpeelektrode ved 6-10 kV, hvorefter partiklerne blæses videre gennem pistolløbet og modtager yderligere +-opladning ved friktion med PTFE-beklædning i løbet.

Den opnåede ladning af pulverpartiklerne ved munden er afhængig af to forhold: Lufthastigheden gennem pistolen, og længden af pistolløbet.

Ved dette opladningsprincip optræder ingen opladning af luftioner, ligesom der normalt ikke optræder feltlinier mellem pistol og emne, jvf. ovenfor om triboelektrisk sprøjtning.

6.3.5 Arbejdsmiljøegenskaber

Overfladebehandling med pulvermaling anses med god grund for at være en mere miljøvenlig proces end arbejdet med almindelige våde malinger, både hvad angår belastning af arbejdsmiljøet og det eksterne miljø.

Ikke desto mindre indebærer arbejdet med pulvermaling en risiko, såvel for forurening af omgivelserne, som for at de beskæftigede personer kan udsættes for sundhedsfare.

Sundhedsfare ved pulvermaling

Pulvermaterialer indeholder hovedsagelig pigment/binder og hærder - altså ingen opløsningsmidler.

Mens nogle af råvarerne til pulverfremstilling udviser sundhedsfare, er risikoen ved det færdige pulver ikke særlig stor. Pulveret fremstilles nemlig ved udvælgelse af råvarer, der modificeres kemisk, således at risikoen reduceres kraftigt.

De risici, der er mest relevante ved håndtering af pulver, er hudkontakt og indånding. Ved hudkontakt udgøres faremomentet af forekomst af reaktionsgrupper, medens faren ved indånding udgøres af såvel reaktive grupper som pigmenter og additiver, f.eks. i form af bly- og chromholdige forbindelser.

På baggrund af de kemiske reaktioner i fremstillingsprocessen kan følgende vurdering anlægges for de tre hovedtyper af pulvermaling:

- "mix"-pulver (epoxy-polyester) må betragtes som det mindst toksiske
- epoxy må ligeledes betragtes som mindre toksisk
- polyester kan give anledning til mild hudirritation.

Uanset om en given pulvermaling betragtes som mere eller mindre toksisk, bør man imidlertid undgå indånding af luftbårent støv, der under alle omstændigheder vil kunne give åndedrætsbesvær.

Ved hærdeprocessen opstår spalteprodukter i mængder, som angivet i nedenstående skema:

Pulvertype	Ved 200°C hærkning
EP EP/PE PE	< 1,0% vand < 0,1% organisk materiale
PUR	1,0% vand 4,0% caprolactam

Hovedparten af disse stoffer vil normalt blive ført væk med ventilationsluften fra ovnen.

Ved håndtering af emner efter indbrænding, kan der være risiko for hudkontakt med reaktionsgrupper ved berøring af ikke udhærdet varm belægning. Pulver kan ved opvarmning til temperaturer over 300°C afgive toksiske spalteprodukter. Dette fænomen kan optræde f.eks. ved lokale varmekilder og brug af værktøjer.

Mærkning og indholdsangivelse

Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 486 af 5. oktober 1978 giver klare instrukser om, hvordan produkterne skal håndteres. For pulvermalinger findes særlige bestemmelser:

Recirkulering af ventilationsluft fra pulverkabinen til arbejdslokalet er ifølge Arbejdstilsynet ikke tilladt, men der kan under visse betingelser opnås dispensation fra reglen. Almindeligvis indebærer en dispensation, at kravet til grænseværdien skærpes.

Ifølge Arbejdstilsynets liste over grænseværdier for stoffer og materialer 1985, er grænseværdien for organisk støv 5 mg/m^3 . Pulvermaling henregnes til denne kategori, men på grund af de kemiske forbindelser, der indgår i materialet, er værdien skærpet med en faktor 5, altså til 1 mg/m^3 . I de tilfælde, hvor der gives tilladelse til recirkulering af ventilationsluften fra kabinen, skærpes grænseværdien yderligere med en faktor 2 til $0,5 \text{ mg/m}^3$.

Ifølge oplysninger fra Direktoratet for Arbejdstilsynet, ultimo december 1987, er der for den nye udgave af grænseværdier varslet en ny grænseværdi, formodentlig på 3 mg/m^3 . Ved recirkulering vil denne værdi sandsynligvis blive skærpet til den hidtil kendte på $0,5 \text{ mg/m}^3$.

Eksplodingsgrænser

Blandinger af pulvermaling og luft kan eksplodere i visse blandingsforhold, nemlig i hele området mellem den såkaldte "nedre" og "øvre" eksplodingsgrænse.

"Nedre" eksplodingsgrænse udgøres af den laveste koncentration af pulverpartikler i luft, målt i gram pr. m^3 luft, der kan eksplodere. Tilsvarende betegnes den højeste pulverkonzentration, der kan eksplodere, for "øvre" eksplodingsgrænse.

For de fleste kommercielle pulvermalinger er antændelsestemperatur, "nedre" eksplodingsgrænse, og eksplodingstryk forholdsvis upåvirket af partikelstørrelser mindre end $75 \mu\text{m}$, og "nedre" eksplodingsgrænse er normalt mindst 50 g/m^3 luft.

De såkaldte "testede" pulvere tillades anvendt i koncentrationer svarende til halvdelen af den opnåede koncentration. For "utestede" pulvere må pulver/luftkoncentrationen ikke overstige 10 g/m^3 .

Ved at følge disse regler ved dimensionering og drift af installationer til pulvermaling, bør anlæggene være sikret fuldstændig mod eksplosion.

Typiske malingrecepter

Ved tørstof forstås malematerialets ufordampelige del. Tørstof består af bindemiddel, pigment og fyldstoffer (extender), der, efter afdampning af opløsningsmidlerne, tilsammen danner den tørre malingfilm.

I retningsrecepterne er indholdet angivet i vægt%.

*A. Konventionelle**Lufttørrende alkyd*

Tørstof	50
Alifatiske kulbrinter	24
Xylen	26

Ovntørrende aminolalkyd- eller polyester

Tørstof	45
Butanol	14
Xylen	36
C ₉ og højere	5

Hurtigtørrende VT-alkydprimer (dyppekvalitet)

Tørstof	45
Xylen	25
Butanol	10
C ₉ og højere	20

Epoxiester-zinkstøvmaling

Tørstof	80
Xylen	20

Polyurethan-grundmaling (Desmodur L)

Tørstof	50
Xylen	27
EGA	17
Butylacetat	3
C ₉ og højere	3

Acryl-Desmodur N-dækmaling

Tørstof	45
Xylen	26
EGA	22
MIBK	7

To-komponent washfiller (sanding)

Tørstof	50
Xylen	11
Toluen	18
Ethanol	18
Butanol	3

Ovntørrende epoxy-grundmaling (220°C)

Tørstof	45
Diacetonalkohol	20
Xylen	8
Butanol	4
Ethylglykol	5
C9 og højere	18

Ovntørrende phenol/epoxy-grundmaling

Tørstof	45
Toluen	24
Butanol	6
Ethylglykol	12
MEK	7
C9 og højere	6

B. Higher solids

Ovntørrende amino/alkyd eller polyester

Tørstof	65
Butanol	10
Xylen	22
C9 og højere	3

C. Vandfortyndbare maling

Alkyd eller polyester med aminoharpiks (HMMM) (ovntørrende)

Tørstof	43,8
Amin	1,2
Butylglykol	10
Vand	45

Acryldispersion med HMMM (ovntørrende)

Tørstof	44,6
Amin	0,4
Coalescent	4
Vand	5

Acryldispersion (luft- og varmetørrende)

Tørstof	45
Coalescent	5
Vand	50
+ amin til pH = 9	

Polyurethandispersion

Tørstof	45
Coalescent	6
Vand	49
+ amin til pH = 8	

Alkyd

Tørstof	45,2
Amin	1,8
Butylglykol	5
Vand	48

7. Fremgangsmåde

Afdækning af barrierer for omstilling til renere teknologi

7.1 Generelt

Ved afdækningen af de forhold, der hindrer eller sinker omstillingen til anvendelse af mere miljøvenlige materiale, i det følgende kaldet barrierer, har det været overvejet at anvende enten en teoretisk eller en praktisk metode. Målet er i begge tilfælde at give den bedst mulige belysning af de emner og produktionsgange, der kan forekomme.

Ved den teoretiske metode kan der foretages følgende opdelinger:

For emner

Små, middelstore, store.

Enkel form eller kompliceret form.

For påvirkninger

Korrosionsklasserne 0-4

For produktionsvilkår

Enkeltstyk produktion, eller serieproduktion, med

- a. Manuel forarbejdning
- b. Blandet manuel og automatisk forarbejdning
- c. Fuld automatisk forarbejdning

For hver kombination kan man derefter gennemgå de produktions- og materiale tekniske muligheder. Den teoretiske metode vil indebære en sammenstilling af teknisk litteratur, og udsagn fra mange forskellige fagfolk, men resultaterne af arbejdet vil formentlig mangle vigtige og farverige detaljer og frem for alt, miste hændelsesforløb ved forsøg i virksomheder, hvor udfaldet blev et andet end forudset. Det sidste gælder også en række relevante detaljer vedrørende produkt differentiering og konkurrencevilkår.

Den teoretiske metode blev herefter skrinlagt.

I stedet besluttedes det at basere fremstillingen på case stories over produktions- og hændelsesforløb i praktisk arbejdende virksomheder.

7.2 Udvælgelse af virksomheder

Virksomheder for studium er i første række udvalgt efter de emner de producerer. En indledende "brain storming" frembragte nedenstående liste over produkter. Af hensyn til overskueligheden er der indledningsvis foretaget en grov opdeling efter emner/produkter til indendørs og udendørs brug, uden på dette stadie at differentiere yderligere efter de påvirkninger, produkterne udsættes for.

Listen ser således ud:

Indendørs brug

- 1. Lysstofarmaturer, lamper og pendler
- 2. Kontormaskiner
- 3. Stålmøbler. Ståltreoler - biblioteker og lagerlokaler
- 4. Hårde hvidevarer

- 5. Radiatorer
- 6. Ståldøre
- 7. (8) VVS-armaturer
- 21. Elektronik kabinetter

Udendørs brug

- 9. Cykler
- 10. Transportmidler (busser, automobiler)
- 11. Facadepartier, aluminium og stål
- 12. Ståltromler
- 13. Containere, til affald (og til søtransport)
- 14. Vejmaskiner
- 15. (16) Landbrugsmaskiner
- 31. Stålbeholdere (-tanke)

Nummereringen svarer til de gennemførte case stories. Produktnumre højere end 20 indgår ikke direkte i beskrivelserne, men regnes dækket ved analoge varer.

Således kan elektronik kabinetter uden tvivl oparbejdes efter samme retningslinier som kontormaskiner, selv om overfladebehandlingens betydning for produktets markedsværdi og/eller konkurrenceevne kan være væsentlig anderledes.

Tilsvarende har vilkårene for fremstilling af stålbeholdere en uomtvistelig lighed med, hvad der gælder for containere.

7.3 Dækningsgrad

Med hvilken dækningsgrad kan man herefter beskrive malarbejdet i den valgte industrisektor?

Nedenstående krydstabulering giver et indtryk heraf. Tabellen indebærer en yderligere opdeling af de forventede påvirkninger ved emnets brug, og en sondring mellem emner i tre grupper efter størrelse.

Oversigten ser således ud:

Anvendelse \ Emner	Emner		
	Store emner	Middelstore emner	Små emner
Alm. indendørs	← 6	Produktnr. 2, 3, 4, 5, 21	→ 1, 2, 3, 21
Indendørs, særlige påvirkninger	(6)	3, 4,	1, 3, 7 (8), 21
Alm. udendørs	10, 11, 13, 31	3, 9, 11, 12	1, 3, 9
Udendørs, særlige påvirkninger	10, 13, 14, 15	12, 15 (16)	15 (16)

Det ses, at der er en god spredning af produkterne, og at alle felter er repræsenteret.

7.4 Virksomhedsbesøg

Som nævnt er virksomhederne i første række udvalgt efter de varer de producerer. Andre kriterier er:

Lille/stort maleanlæg
Få/mange kulører
Udpræget lavteknologiske metoder
Særlig omfattende automatisering
Etableret vandfortyndbar maling/aversion mod malingtypen
Etableret pulvermaling/aversion mod pulvermaling

I samlingen af virksomheder er det forsøgt så vidt muligt at opnå repræsentation af alle de nævnte forhold. Derimod har det for kun få af produkterne været muligt at finde virksomheder, hvor valg af andet malemateriale var højaktuelt. Virksomhedens indstilling til dette er derfor søgt afklaret ved dens erfaringer eller forventninger til fremtiden.

Ved de gennemførte besøg er anvendt følgende fremgangsmåde:

1. Besigtigelse af maleanlægget
 - Udformning, størrelse og bestykning
 - Anvendte materialer og processer
2. Interviews omfattende:

Produkter

- Sortiment og mængder (årsproduktion)
- Påvirkninger under brug
- Lette/tunge emner
- Små/store godstykker

Fremgangsmåde

- Forbehandling og malemateriale
- Hærdemetode

Malingforbrug, evt. emission

- Malingtyper
- Antal kulører og glanstin
- Specielle effekter (absolut glat, "appelsinhud", struktur)

Virksomhedens kvalitetskrav

- Udseende
- Holdbarhed, korrosion, fugt, vejrlig

Konkurrenceforhold

- Modeprodukter
- Højprisprodukter
- Prisfølsomme produkter

Barrierer for hel eller delvis substitution

- Higher solids malinger
- Vandfortyndbare malinger
- Pulvermalinger

Terminer for eventuel gennemførelse af substitution

Forholdet til kommunens tekniske forvaltning.

7.5 Udformning af case stories

Case stories er herefter udformet med faste rubrikker, nemlig:

<i>Produkter</i>	- Summering af produktsortimentet
<i>Fremgangsmåde</i>	- Materialer og processer i overfladebehandlingen
<i>Krav</i>	- Virksomhedens krav til overfladebehandlingen
<i>Malingforbrug</i>	- Indikerer virksomhedens størrelse
<i>Særlige forhold</i>	- Vedrørende produkterne - Vedrørende markedet - Vedrørende maleanlægget
<i>Higher solids maling</i>	- Barrierer for anvendelse af higher solids maling
<i>Vandfortyndbare maling</i>	- Barrierer for anvendelse af vandfortyndbare maling
<i>Pulvermaling</i>	- Barrierer for anvendelse af pulvermaling

Enkelte rubrikker er oftest udeladt på grund af manglende relevans.

8. Case stories

Samlingen af case stories omfatter ialt 16, fordelt med 8 for produkter fortrinsvis til indendørs brug, og 8 for produkter til udendørs brug.

Beskrivelserne gives fortløbende og nummererede fra 1 til 16, samme nummerering som anført i afsnit 7.2.

Produkter til indendørs brug

8.1 Lysstofarmaturer, lampeskærme og pendler

Produkter

Lysstofarmaturer
Lampeskærme og pendler

Fremgangsmåde

Armaturer:
Jernfosfatering, spuling, 4 trin
Varmetørring
Polyester pulvermaling.
Ovntørring, 15 min. v/180°C

Skærme og pendler:
Jernfosfatering
Polyester/melamin emaille
Ovntørring, 20 min. v/160°C

Krav

Armaturer:
Svag "appelsinhud"
80 µm lagtykkelse
Gulningsbestandig
Robust for transport og montage
95% hvide, 5% med anden kulør på yderside.

Skærme og pendler:
Fejlfri overflade
Stærke kulører
Glansbehov: 15-90%
Fejlfri overflade, ensartet og gulningsbestandig
Kulør og glans er i sig selv en del af produkternes kvalitet og design.

Malingforbrug

Flydende maling: 8.000 l/år
Pulvermaling: 11.000 kg/år

Særlige forhold

Separat anlæg for automatisk pulvermaling af lysstofarmaturer Påføring ved friktionsopladning.

Skærme og pendler sprøjtemales manuelt i en række sprøjtebokse.

Der er til en vis grad tale om fint håndarbejde.

Vandfortyndbar maling

Udvalget af kulører er ikke tilstrækkeligt, specielt stærke kulører.

Usikker vedhæftning til pulvermaling (ved "kulørte" ydersider på lysstofarmaturer)

Pulvermaling

Ikke anvendelig til dyrere skærme og pendler på grund af for tyk og ujævn påføring.

For få glanstrin i den ønskede gulningsbestandige polyester, der ikke kan leveres/fremstilles i glanstrin under 50 ‰.

Matte overflader er hyppigst på skærme.

8.2 Kontormaskiner

<i>Produkter</i>	Reprokameraer og fremkaldermaskiner. Særlige krav til kemikaliebestandighed.
<i>Fremgangsmåde</i>	Jernfosfatering, 4 trin Konventionel ovntørrende polyester/melamin emaille, 2 x "vådt i vådt" + struktursprøjtning
<i>Krav</i>	Flot, farvestrålende udseende i forbindelse med avanceret design. Robust ved indendørs brug. Bestandig over for fremkalderkemikalier.
<i>Malingforbrug</i>	Ca. 60.000 l/år
<i>Særlige forhold</i>	45 forskellige kulører, fortrinsvis i glanstrin 15-20‰. Produktet henvender sig til modebevidst publikum. Stort fuldautomatisk anlæg med fire forbrugssteder (sprøjtekabiner) og med centralt fordelingsrum (pumpe- rum) for maling.
<i>Vandfortyndbar maling</i>	Ombygning af eksisterende anlæg til længere flash off tid. Elektrostatisk påføring: Opsplitning af fødesystem til ét for hvert forbrugssted, med frygt for variationer i kulør og glans.
<i>Pulvermaling</i>	Overgang til pulvermaling er besluttet. Betæneligheder: 1. Er udbudet af kulører og glanstrin tilstrækkeligt til at dække kundernes krav? 2. Kulørskift er for tidsrøvende i et automatisk anlæg.

8.3 Ståltreoler og -inventar

<i>Produkter</i>	Ståltreoler (-systemer) til biblioteker og kontorer. Kontorborde og -stole.
<i>Fremgangsmåde</i>	
<i>Bordstel og stole</i>	Jernfosfatering, spuling, 4 trin, chromatskylning i sidste trin. Varmetørring. Epoxy/polyester pulvermaling Ovnhærdning, 15 min. v/180°C Antal kulører, pulvermaling: 5 standard
<i>Elementer til ståltreoler i koldreduceret plade</i>	Jernfosfatering, spuling, 4 trin. Varmetørring. Sprøjtning, elektrostatisk luftforstøvning, konventionel ovntørrende acrylemaille, 25 µm lagtykkelse.

Ovnhærdning, 10 min. v/190°C

Alternativ til reolelementer:

Sprøjtning, elektrostatisk luftforstøvning, vandfortyndbar polyester/melamin emaille, 18-22 µm lagtykkelse.

Ovnhærdning, 10 min. v/190°C

Antal kulører, vådmaling: 8 standard

Krav

Slagfast og slidstærk

Dækning af bunden

Flere kraftige kulører

Fejlfri overflade i ensartet glans

Malingforbrug

Pulvermaling: Ca. 12 tons/år

Flydende maling, opløsningsmiddelholdig eller vandfortyndbar: ca. 60.000 l/år.

Særlige forhold

Virksomheden råder over 4 malelinier, hver med transport af emnerne på single conveyer.

To linier arbejder med pulvermaling, én for smalle emner, én for store emner af uregelmæssig form.

To linier benyttes til påføring af flydende maling ved elektrostatisk luftforstøvning.

Heraf arbejder én linie med automatisk påføring (med nøjagtig dosering af malingen med tandhjulspumper), og én linie arbejder med manuel påføring.

Vandfortyndbar maling

Igennem lang tid er der arbejdet på at erstatte opløsningsmiddelholdig acryl med vandfortyndbar polyester/melamin. Følgende forudsætninger skulle opfyldes:

1. Kulører, udseende og påført lagtykkelse som hidtil
2. Bevarelse af mekaniske egenskaber
3. Sprøjtepåføring med hidtidige sprøjteudstyr og automatopstilling
4. Mindre ombygning af anlæg kan accepteres.

Ad 1

Blandt 4 produkter fra 3 leverandører viste kun ét sig at kunne forstøves tilfredsstillende til dannelse af et glat malinglag uden klatter og fortykninger.

I tilpasningsprocessen skal hver enkelt kulør nøje afstemmes og formuleres specielt, med mange ændringer af recepterne undervejs. Kraftige gule kulører kan ikke fremstilles uden brug af blyholdige pigmenter.

For at opnå samme udseende som hidtil var det nødvendigt at hæve glansen af de vandige malinger, fra 24/28 ‰ til 42/48 ‰.

Tilstrækkelig lagtykkelse forudsætter højere tørstofindhold og viskositet (i sprøjteklar stand), dvs. ændring fra ca. 45 vægt% til ca. 55 vægt% tørstof.

Vandfortyndbar maling har tendens til at "affotografere" bunden. Større disciplin i materialehåndteringen og større krav til stålleverandøren er nødvendigt.

Følgende vil kunne ses gennem malinglaget:

Ridser i stålpladen

Fosfateringsskjolder (der giver matte pletter i malinglaget)

Tuskmærker på stålpladen.

Ad 2

Målinger viser, at vandfortyndbar polyester/melamin har lige så gode eller bedre mekaniske egenskaber end opløsningsmiddelholdig acryl.

Ad 3

Sprøjtepåføringen indebærer følgende ændringer i maleanlægget:

- a. Halvering af spændingen i elektrostatikken
- b. Mere nøjagtig styring af sprøjtepistolerne for at undgå for tyk påføring på kanter (med efterfølgende "opkog")
- c. Fuldstændig elektrisk afisolering af automatopstillingen (incl. fødebeholdere) fra omgivelserne.
- d. Fødeslanger i polyamid
- e. Nye pistoler for manuel påføring. Kun ét fabrikat kan anvendes uden at der ophobes materiale på "næb"-elektroderne.
- f. Klæbrigt materiale overalt i sprøjtekabinen og manglende udtørring i filtre af malingspild i form af "overspray". Vandfortyndbar maling opfattes af folkene som ubehageligt stærkt tilsmudsende.
- g. Forstøvning ved højrotation kan ikke bringes til at fungere tilfredsstillende (uregelmæssig fordeling af materialet og for tyk påføring på kanter).

Ad 4

Følgende ombygning var nødvendig:

- a. Forøget ventilation i sprøjtekabine
- b. Tilføjelse af 10 min. flash off zone med moderat varmetilførsel. Meningen er at uddrive vand inden ovntørringen og at undgå "opkog".
- c. Montering af større varmeeffekt i hærdeovnens indgangsende.

Uforudset

Efter det nævnte omfattende tilpasningsarbejde og overgang til alene at anvende vandfortyndbare malinger viste det sig i løbet af få dage, at alle på værkstedsgulvet fik udslæt af eksem.

Herefter er vandfortyndbare malinger opgivet, og i fremtiden vil der udelukkende blive satset på pulvermaling.

På trods af disse drastiske konsekvenser er malematerialet uden skyld: Omfattende lægelige undersøgelser på Rigshospitalet har senere officielt fastslået, at der ikke kan/kunne påvises allergifremkaldende stoffer i det pågældende malemateriale.

Årsagssammenhængen i forbindelse med de observerede tilfælde af eksem er derfor ukendt.

Pulvermaling

Bordstel og stole opfattes som naturligt egnede for pulvermaling på grund af ønsket om stor mekanisk robusthed.

På de hidtidige to pulverlinier klares det bekendte tidsrøvende kulørskift ved næsten udelukkende at arbejde med en hovedfarve på den ene linie. Antallet af kulørskift på den anden linie er 3-4 pr. uge.

Ved omstilling til pulvermaling på de to linier for reolelementer satses på tyndfilm pulvermaling.

Formålet er:

1. Forbedret driftsøkonomi
2. Overholdelse af måltolerancer.

8.4 Køleskabe

<i>Produkter</i>	Køleskabe og fryserer Ca. 1200 enheder/dag
<i>Fremgangsmåde</i>	Jernfosfatering, 5 trin Varmetørring Ovntørrende acryl emaille, 36-38 vol% tørstof. Påføring ved luftforstøvning, elektrostatisk, 2 × "vådt i vådt". Glans 75-80‰.
<i>Krav</i>	Alkalibestandig, hård overflade, glans- og kulørbestandig indendørs. "Appelsinskal" effekt ønskelig for at skjule mindre fejl i metalpladen. Ensartet påføring overalt, ca. 40 µm lagtykkelse. Korrosionsbestandighed: 240 timer i salttåge, 2000 timer i fugtkammer.
<i>Malingforbrug</i>	Ca. 160.000 l/år
<i>Særlige forhold</i>	Automatisk virkende maleanlæg, conveyorhastighed: 4 m/min. Kapacitet: Op til 1800 enheder/skift. Automatisk påføring i opstilling med faste pistoler kombineret med pistoler på traverser (vandrette og lodrette). Udnyttelse af malematerialet: Mindst 95%. Ensartet lagtykkelse overalt. Pistolbevægelser og igangsætning af sprøjtning bestemmer, at "fede" kanter kan undgås. Automatisk kulørskift i løbet af 10-20 sek. til 5 andre kulører. Sekventielt fremadskridende kulørskift følgende emnet. Totalt kulørbehov: 14. Centralt maling-/pumperum for fælles forsyning af alle påføringssteder. Efterforbrænding af ventilationsluft fra hærdeovn, 7.000 m ³ /time. Investering i brænder: 3 mio. kr.
<i>Higher solids</i>	Der er udført forsøg med higher solids, 64 vol% tørstof, på de nuværende automater, og med central forsyning. Dette kan formentlig bringes til at fungere tilfredsstillende uden væsentlige ombygninger.
<i>Vandfortyndbar maling</i>	Automatisk påføring vil indebære, at der skal oprettes lokal malingcentral for hvert påføringssted (afisolering af fødesystemet ved elektrostatisk sprøjtning). Kostbar ombygning. Idéen i et ellers velfungerende anlæg går fløjten, og en ombygning vil medføre risiko for variationer i kulør og glans. Vandfortyndbar polyester/melamin anses for ilde lugtende og langtidsklæbende, med større rengøringsarbejde i sprøjteboks til følge.
<i>Pulvermaling</i>	Pulvermaling af køleskabe og fryserer udføres i Danmark. Et stort anlæg med behov for kulørskift på få sekunder vil vanskeligt kunne arbejde med pulvermaling på grund af det tidsrøvende kulørskift. Der forudsættes tyndfilm pulvermaling, 40 µm, af hensyn til omkostningerne. Konsekvensen (af pulvermaling) vil være fuldstændig ombygning af anlægget og meget større forbrug af arbejdskraft. I forvejen er køleskabsproduktion på retur i Danmark, fordi produktion af kølemøbler efterhånden har ka-

rakter af såkaldt lavteknologi, der udsættes for stadig stigende priskonkurrence fra lavindkomstlande.

Prælakerede tyndplader

Med udviklingen af andre samlemetoder for ståltyndplader end svejsning bliver det muligt at fremstille køleskabe i prælakeret coil coated tyndplade. Denne udvikling er allerede i gang også i Danmark.

8.5 Radiatorer

Produkter

Plade-/panelradiatorer fra presselinie

Fremgangsmåde

Jernfosfatering, 3 trin, spuling (1 fosfat + 2 skyl).
Afdrypning af vand
Påføring af dyppeprimer, alkyd/melamin, vandfortyndbar
Varmetørring v/90°C
Påføring af epoxy/polyester "mix" pulvermaling, tyndfilm, hvid
Ovntørring 15 min. v/180°C

Ialt 70-80 µm lagtykkelse

Krav

Fejlfri overflade uden "tykke" steder, glans 60-65%.

Anvendelse i boliger. God vedhæftning. Ingen særlige krav til korrosionsbeskyttelse.

Kun hvid kulør, som alle konkurrenterne (en enkelt forespørgsel på anden kulør er dog forekommet).

Malingforbrug

Vandfortyndbar dyppemaling: Ca. 100.000 l/år
Pulvermaling: Ca. 35.000 kg/år.

Udvikling

1. Triaffedtning → fosfatering, 1983
2. Opløsningsmiddelholdig dyppeprimer → vandfortyndbar dyppeprimer, 1983
3. Opløsningsmiddelholdig emaille → pulvermaling, 1984 (manuel sprøjtning → automatisk elektrostatisk pulver-sprøjtning).

Tyndfilm pulvermaling, 40-50 µm (hvid 50-60 µm) er nødvendig af hensyn til økonomien.

Valget af pulvermaling som slutbehandling var inspireret af udenlandske konkurrenters omstilling til pulvermaling.

Virksomhedens vurdering: Pænere produkt efter omstillingen.

Særlige forhold

Single conveyor, taktanlæg, 4 m pr. 3,5 min.

10 min. lufttørring efter dyppemaling.

Derefter 12 min. varmetørring, stigende til 90°C, af dyppeprimeren, med stor ekstern ventilator i modstrøm med emnerne for uddrivning af vanddamp fra tørretunnelen (hvis vanddampe ophobes "afskylles" primeren igen, primerlaget "skrider").

Derefter elektrostatisk pulversprøjtning på de vandtørrede emner.

Dette betyder, at

1. Tørring af fosfatlag
2. Hærdning af primer
3. Hærdning af pulvermaling,

alt skal foregå i en og samme operation.

8.6 Ståldøre og -karme

Produkter

Branddøre i stål, BS60. Alle dørplader i aluzink. Karme i koldvalset stål.

Også ikke-mærkede døre i samme udførelse, dvs. døre af lavere klassificering for brandsikkerhed end BS60.

Ialt ca.: 10.000 enheder/år

Ordreproduktion i vidt forskellige størrelser, dog én standardstørrelse + lemme i 60 × 60 cm.

Fremgangsmåde

Koldvalset stål:

Sandblæsning, Sa 2½

Sprøjteforzinkning efter ønske.

1-2 påføringer af vandfortyndbar grundmaling ved sprøjtning, luftforstøvning.

40 µm lagtykkelse på sandblæste emner

25 µm lagtykkelse på aluzink

Tørring ved stuetemperatur er for langsom, dvs. der går for lang tid før emnerne er klar til håndtering. En vis varmetørring er derfor nødvendig.

Malingforbrug

7000 l/år, alkyd/acryl dispersion grundmaling.

Særlige forhold

Alle kendte konkurrenter bruger den samme grundmaling.

Den påførte grundmaling er alene beregnet for beskyttelse under transport og montage. Færdigmaling skal i alle tilfælde finde sted efter montage i bygningen og med vandfortyndbare (lufttørrende) malinger i henhold til Arbejdstilsynets Vejledning 360/1.

Kunderne gøres opmærksom på malebehandlingsens begrænsede funktion og bestandighed. Alligevel er der tendens til skødesløs behandling af byggekomponenter og til med længere tids opbevaring udendørs før montage. Ud over partielle rustangreb er dette årsag til to problemer:

1. Fugtskjolder i grundmalingen affotograferes (slår igennem) vandfortyndbar færdigmaling (dækmaling).
2. Grundmalingen tørrer til hård afvisende overflade, som ofte giver dårlig vedhæftning for dækmalingen. Yderligere modifikation af grundmalingen er derfor nødvendig.

Alle emner oparbejdes i eget maleanlæg. Transport af emnerne i overhængende skinne med frie emnevogne for manuel flytning. Sprøjtning på plads med papfiltervæg. Tørrepladsen optager det meste af pladsen i værkstedet.

Vandfortyndbar maling

Anvendelsen af vandfortyndbar grundmaling er fremtvunget af Arbejdstilsynet, fordi det med de givne installationer viste sig umuligt at overholde de hygiejniske grænseværdier ved sprøjtning med konventionel opløsningsmiddelholdig grundmaling.

8.7 VVS-armaturer

<i>Produkter</i>	VVS-armaturer i messing til brug i private hjem. Moderne design med mange lodninger, ca. 500.000 enheder/år. Malede armaturer i hovedsagen til eksport (USA). Forniklede/forchromede armaturer er i aftagende.
<i>Fremgangsmåde</i>	Glasblæsning, håndarbejde. Ovntørrende konventionel acrylemaille, 2 × "vådt i vådt". 50 µm samlet lagtykkelse. Ovnhærdning, 15 min. v/180°C Sprøjtepåføring ved elektrostatisk luftforstøvning
<i>Krav</i>	Fejlfri overflade, ensartet kulør og glans (30-40%) Bevarelse af armaturets skarpe profiler, dvs. ingen "fyldning" af indadvendende hjørner og ingen tykke kanter. Bestandighed og stabil vedhæftning i våde rum.
<i>Malingforbrug</i>	Ca. 15000 l/år (anslået)
<i>Særlige forhold</i>	Malede vandarmaturer ("vandhaner") er en stor artikel i specielt USA. Virksomheden hævder, at accept af produktet afhænger af en fejlfri overflade og bevarelse af alle armaturets skarpe hjørner og profiler, som er en del af designet. Arbejdet udføres ved automatisk sprøjtemaling med 6 frihedsgrader robot.
<i>Vandfortyndbar maling</i>	Holdbarheden er utilstrækkelig. For vanskelig at påføre til tilstrækkelig lagtykkelse. Utilstrækkeligt udvalg af kulører.
<i>Pulvermaling</i>	Virksomheden hævder, at pulvermaling er uegnet til "bevarelse af produktets skarpe profiler". Dette er til en vis grad rigtigt, idet påføring af pulvermaling til ensartet dækning overalt uden "appelsinhud", og med passende "bevarelse af produktets skarpe profiler", vil kræve meget større nøjagtighed ved påføringen (end det er sædvanligt for pulvermaleanlæg), og kassationsprocenten vil sandsynligvis stige.

8.8 VVS-armaturer

<i>Produkter</i>	VVS-armaturer til professionelt brug, dvs. skoler, laboratorier, hospitaler. Ca. 150.000 enheder/år Betydelig eksportandel.
<i>Fremgangsmåde</i>	Jernfosfatering, spuling, 4 trin. Varmetørring Friktionssprøjtning med polyester pulvermaling, facadekvalitet. Ovntørring, 15 min. v/180°C
<i>Krav</i>	God vedhæftning. Slagfast, glansbestandig, rengørlig, kemikaliebestandig. Lagtykkelse: 80-100 µm eller mere

	Antal kulører: 3 standard, og 11 specielle i mindre omfang.
<i>Malingforbrug</i>	Pulvermaling: Ca. 3000 kg/år
<i>Særlige forhold</i>	Produkterne har få lodninger. De fleste samlinger er skruer. Jernfosfatering som forbehandling er ifølge virksomhedens opfattelse tilstrækkeligt til at skabe god vedhæftning til messing. To pulverbokse, én for automatisk påføring af standardkulører, én for manuel påføring af specielle kulører.
<i>Vandfortyndbar maling</i>	Utilstrækkelig lagtykkelse og holdbarhed. For vanskelig at automatisere ved elektrostatisk sprøjtning.
<i>Pulvermaling</i>	Pulvermaling anses for den ideelle overfladebehandling. Påføringen er nem at automatisere, når der er få kulører. Pulvermaling valgtes også, fordi elektrostatisk påføring af konventionel ovntørrende emaille let medfører for tyk påføring med løbere på langstrakte dele af emnet. Dette sidste udsagn forudsætter formentlig, at påføringen sker ved ikke-retningsbestemt sprøjtning. Case story 8.7 viser tværtimod, at elektrostatisk sprøjtning med brug af 6 frihedsgrader robot (dvs. retningsbestemt sprøjtning) fører til et kvalitetsmæssigt godt resultat.

Produkter til udendørs brug

8.9 Cykler

<i>Produkter</i>	Danske "højpris" cykler
<i>Fremgangsmåde</i>	Zinkfosfatering, 5 trin, spuling. Varmetørring Grunding, dækmaling og klar lakering med opløsningsmiddelholdig polyester/melamin, 45 vægt% tørstof. Hver påføring: 2 × "vådt i vådt", ialt 100-120 µm. Automatisk påføring med manuel udbedring, alt elektrostatisk sprøjtning og rotationsforstøvning. Grunding: Ransburg skive Dækmaling: Klokkepistoler på traversmaskiner Klarlakering: Klokkepistoler på traversmaskiner
<i>Krav</i>	Glans- og kulørbestandig, korrosionsbestandig, og mekanisk meget robust. For at opnå de gode mekaniske egenskaber er der arbejdet meget med fosfateringen. Resultatet er blevet, at der valgtes en zinkfosfatering med mindst mulige krystaller.
<i>Malingforbrug</i>	Ca. 30.000 l/år.
<i>Særlige forhold</i>	Der fremstilles cykler i den høje prisklasse, "life style" cykler, designet med stafferinger og i flere "skrigende" kulører, gerne med jævn overgang mellem kulørerne. Overfladebehandling og udseende er en meget væsentlig konkurrenceparameter.

Higher solids Den nuværende automatopstilling med klokkepistoler kan i givet fald arbejde med higher solids maling, 60-65% tørstof, hvis påføringsegenskaber og kulører er tilfredsstillende.

Vandfortyndbar maling Tilsvarende gælder vandfortyndbare maling, idet klokkeopstillingen (dvs. specielt fødesystemet for maling) ved elektrisk isolering fra omgivelserne er forberedt for elektrostatisk sprøjtning med "vandmaling". Anvendelsen kan betyde en kvalitetsforringelse, især hvad angår udseendet.

Pulvermaling Cykelstel kan uden tvivl oparbejdes med pulvermaling, og dette gøres i Danmark. Denne producent anser dog pulvermaling alene for egnet til lavpriscykler. Omvendt kan man slutte, at pulvermaling vil være fuldt acceptabel, såfremt de ønskede kuløreffekter og flerfarvepåføring kan opnås.

8.10 Buskarrosserier

Produkter Danske busser med karrosseri i aluminium. Fremstilles på licens fra udenlandske producenter.

Ca. 200 enheder/år

Fremgangsmåde Aluminium maskinslibes overalt.
Grovspartling, polyester/peroxidhærdende
Slibning overalt
Sprøjtepåføring af wash filler.
Sprøjtespartling, polyester finspartel overalt.
Slibning.
Sprøjtepåføring af to-komponent PUR (acryl-isocyanat) emaille, 2 x "vådt i vådt".

Ialt ca. 100 µm lagtykkelse

Krav Glans- og kulørbestandig udendørs.
Fysisk holdbarhed: 8-10 år uden væsentlige skader.
Skal modstå daglig vask/rengøring (hårdere behandling end personbiler).

Malingforbrug Ca. 5000 l/år

Særlige forhold Fremgangsmåden er den samme som anvendes hos andre indenlandske og store udenlandske busproducenter.
Materialerne dikteres/anvises af leverandørerne til auto-reparationssektoren (ligesom kunderne, her fortrinsvis DSB, forlanger de valgte materialer anvendt).

Området hører naturligt under "reparationsmaling af automobiler".

Indvendige ikke-synlige flader kan behandles med vandfortyndbar lufttørrende acrylmaling. Indvendige flader til maling udgør mindre end 10% af det samlede areal.

Vandfortyndbar maling Kun til indvendige sider.

Pulvermaling Nytænkning/accept hos kunderne er nødvendigt.

8.11 Facadepartier i metal

Produkter

Facadepartier i stål- og aluminiumprofiler, vindueskarme og -rammer, yderdøre etc.

Ordreproduktion i henhold til bygningstegninger. Enkelte standardelementer.

Facadeelementerne fremstilles i varmvalsede stålprofiler og ekstruderede aluminiumprofiler, der i denne sammenhæng ikke kan erstattes med profilerede coil coatede tyndplader.

Fremgangsmåde

Stålpartier

Sandblæsning, fristråle, til Sa 2½.

Sprøjteforzinkning overalt, 50-60 µm.

Sprøjtepåføring, airless, af 2 lag wash filler, "vådt i vådt".

Sprøjtepåføring, airless, af 2 lag polyuretan to-komponent emaille, "vådt i vådt".

Forceret tørring, 30 min. v/80°C

Inddækningsplader m.v. i varmforzinket ståltyndplade

Sprøjtning, 1 lag wash filler

Sprøjtning, 2 lag polyuretan to-komponent emaille

Forceret tørring, 30 min. v/80°C.

Aluminiumprofiler og -partier

Chromatering, dypning, 7 trin

Ovntørring, 80°C

Sprøjtning, 1 lag polyuretan to-komponent grundmaling

Sprøjtning, 2 lag polyuretan to-komponent emaille

Forceret tørring, 30 min. v/80°C.

Al sprøjtemaling udføres manuelt.

Alternativ for aluminium

Chromatering, dypning, 7 trin

Ovntørring

Elektrostatisk sprøjtning, polyester pulvermaling, 80-100 µm.

Ovnhærdning, 15 min. v/180°C.

Malearbejde med flydende malinger udføres i eget anlæg.

Malearbejde med pulvermaling, incl. forbehandling ved chromatering, udføres hos underleverandør, idet virksheden ikke selv råder over anlæg til udførelse af pulvermaling.

Antal kulører:

18 standard kulører.

I øvrigt efter kundeønsker.

Krav

Maksimal glans- og kulørbestandighed under vejrpåvirkning.

Mekanisk robust.

Korrosionsbestandig, sikker vedhæftning.

Olie- og kemikaliebestandig.

Glans i alle tilfælde: 60%

"Livsvarig" levetid ved regelmæssig vedligeholdelse i form af rengøring og voksbehandling.

Malingforbrug

Ca. 16.000 l/år.

Forbrug af pulvermaling hos underleverandør kan ikke oplyses. Pulverarbejdet har dog det største omfang.

Særlige forhold

Virksomheden råder over et stort malerum med to sprøjtepladser, en større afdampningsplads, og to kanaler for varmetørring, alt betjent af en power & free overhængende conveyor.

Anlægget benyttes alene til sprøjtepåføring af wash filler og to-komponent polyuretan grundmaling og -emaille.

Så længe anlægget er godkendt, og virksomheden er tilfreds med den tekniske funktion, vil man fortsætte som hidtil for at undgå nyinvesteringer.

Chromatering af aluminiumdele udføres i separat dyppeanlæg.

Der er ingen præference for flydende malinger eller pulvermaling. Kunderne kan til en vis grad vælge frit. Dog ønsker man så vidt muligt ikke ståldele/-profiler behandlet med pulvermaling, idet kombinationen af sprøjteforzinking og flydende to-komponent malinger giver gode pålidelige resultater. Nogle kunder forlanger to-komponent emaille frem for pulvermaling, fordi de mener herved at opnå en mere vedligeholdelsesvenlig/lettere rengørlig overflade (der er frygt for forekomst af porer i laget af pulvermaling).

Vandfortyndbar maling

Kan ikke komme på tale på grund af kravet til maksimal glans- og kulørbestandighed og korrosionsbeskyttelse. Denne mulighed har ikke været drøftet i virksomheden.

8.12 Ståltromler

Produkter

Emballage i form af 200 l ståltromler, fremstillet i 1,2-1,5 mm ståltyndplade (koldreduceret plade).

Flere tusinde enheder pr. dag.

3 kvaliteter:

- a. Almindelig brug: Indvendig ubehandlet
- b. Til vandige og sure opløsninger: Indvendig behandlet med ovntørrende epoxy grundmaling, 35 µm lagtykkelse.
- c. Til opløsningsmidler eller opløsningsmiddelholdige produkter: Indvendig behandlet med ovntørrende phenol/epoxy grundmaling, 20 µm lagtykkelse.

Fremgangsmåde

Afkortning og rulleformning af svøb.

Indvendig automatisk sprøjtemaling.

Påsætning af bund og låg.

Triaffedtning, udvendig.

Automatisk sprøjtemaling (varm airless) udvendig i 1, 2 eller 3 kulører med opløsningsmiddelholdig alkyd/melamin emaille, 25 µm lagtykkelse.

Ovnhærdning, 15 min. v/150°C.

Hvert emne påføres successivt flere kulører, f.eks. således:

Svøb: Kulør 1
Bælte: Kulør 2
Bund og låg: Evt. kulør 3 (eller kulør 2).

Der ønskes skarp beskæring/afgrænsning mellem kulørerne. Elektrostatisk påføring kan derfor ikke anvendes.

Bunde og låg forarbejdes, triaffedtes, sprøjtemales og ovntørres separat.

Krav

Beskyttelse mod væsentlige rustangreb ved op til 6 mdr. henstand udendørs.

Glans- og kulørbestandig i samme tidsrum.

Tydelig farveindikation for indhold og/eller (kunde-) tilhørsforhold.

Dækning af studse og kanter (omfang af dækning på disse steder anvendes som acceptkriterier og kvalitetskontrol).

Malingforbrug

Ca. 100.000 l/år, opløsningsmiddelholdig, ca. 50 vægt% tørstof.

Til udvendige sider: 60% af det totale forbrug.

Til indvendige sider:

ca. 12.000 l ovntørrende epoxy, og

ca. 28.000 l ovntørrende phenol/epoxy.

Særlige forhold

Tromlesvøb rulleformes, svejses, samles og profileres automatisk.

Derefter triaffedtning.

Sprøjtemaling udvendig i speciel sprøjteautomat med successiv påføring af flere kulører.

Varmehærdning på transportbånd.

Umiddelbar fremføring til afskibning.

Vandfortyndbar maling

Vandfortyndbar alkyd/melamin emaille kan evt. anvendes på ydersider til erstatning for tilsvarende opløsningsmiddelholdig.

Herved kan ca. 60% af malingforbruget (og emissionen) substitueres med miljøvenlige produkter.

Vanskeligheder og forudsætninger er:

1. Vandfortyndbar emaille skal kunne påføres i den eksisterende (airless) sprøjteautomat.
2. Befugtning af ståloverfladen (for dækning og vedhæftning) varierer med emnetemperaturen under påføringen. Emnet skal formentlig opvarmes til konstant temperatur ved 35-40°C.
3. Lagtykkelsen er pletvis utilstrækkelig, herunder fraløb fra studse og kanter. Tilstrækkelig lagtykkelse og ensartet glans kan formentlig opnås ved de samme betingelser som nævnt under pkt. 2.

Såfremt befugtning, tilstrækkelig lagtykkelse og ensartet glans kan opnås, forventes mekaniske egenskaber og glans- og kulørbestandighed som for nuværende produkt.

Pulvermaling

Pulvermaling vil af sig selv blive påført i unødvendig stor lagtykkelse, dvs. en unødvendig fordyrelse.

De ønskede to/tre-farvede emner kan ikke fremstilles med den nødvendige skarpe beskæring mellem kulørerne.

8.13 Stålcontainere

<i>Produkter</i>	Affaldscontainere "Grove" stålprodukter Ca. 3.000 enheder/år 15-20% eksport
<i>Fremgangsmåde</i>	Sandblæsning af profiler. Affedtning af pladedele. Konventionelle lufttørrende malinger: Sprøjtepåføring af 1 lag grundmaling Lufttørring Sprøjtepåføring af 1 lag dækmaling, alkyd emaille Lufttørring
<i>Krav</i>	Hård, glansfuld, rengørlig v/hyppig rengøring.
<i>Malingforbrug</i>	Ca. 170.000 l/år
<i>Særlige forhold</i>	Luftløs sprøjtning i lukket kombikabine. Voldsom priskonkurrence. Sandblæsning af større flader er opgivet på grund af omkostningerne, dvs. maling påføres på glødeskal.
<i>Vandfortyndbar maling</i>	Lufttørring. Utilstrækkelig holdbarhed vedrørende korrosion og rengøring. Forbehandlingen af pladedele er ikke god nok (mgl. sandblæsning for glødeskal).
<i>Pulvermaling</i>	For store emner. Partielt (for) stor godstykkelse. Virksomheden forlader sig på lufttørrende malinger og råder ikke over udstyr til varmhærdning.

8.14 Vejmaskiner, saltspredere

<i>Produkter</i>	Automatisk virkende saltspredere i flere størrelser. Saltspredere er til brug for optøning af frosne veje. Største produkter af størrelse som ladet på en lastbil. Ca. 3500 enheder/år 80% til eksport.
<i>Fremgangsmåde</i>	Stålprofiler og varmvalset stålplade. Tildannelse og samling. Sandblæsning til Sa 2½. 1 lag zinkstøvmaling, epoxyester. Henstand, måneder Let slibning Sprøjtepåføring af 1 lag to-komponent PUR grundmaling, og 1 lag to-komponent Emaille. Forceret tørring, 30 min. v/80°C Total varmebehandling af store emner, incl. opvarmning og afkøling: 110 min. pr. enhed.
<i>Krav</i>	God korrosionsbestandighed under stærkt korrosive forhold.

	Højeste glans- og kulørbestandighed.
<i>Malingforbrug</i>	Ca. 56.000 l/år
<i>Særlige forhold</i>	Store kasseformede emner behandles enkeltvis i kombikabiner og kammerovne. Mindre dele for påboltning på maskinens krop behandles i et (single) conveyorbetjent gennemløbsanlæg. Virksomheden har tidligere anvendt alkydmalinger. Dette blev opgivet af konkurrencemæssige årsager. Kunder sammenlignede virksomhedens produkter med konkurrenternes (alle udenlandske) og forlangte en malebehandling med langt bedre glans- og kulørbestandighed. Der var ingen anden udvej end at overgå til to-komponent polyuretan emaille. Ved samme lejlighed steg udgifterne til malematerialer med en faktor 3.
<i>Vandfortyndbar maling</i>	Udelukket. Utilstrækkelig holdbarhed.
<i>Pulvermaling</i>	Måske egnet på de mindre dele. På maskinernes krop med godstykker op til 10 mm vil varmehærdningen være uoverskuelig. På de mindre dele vil katodisk elektrodypemaling plus polyester pulvermaling måske kunne løse opgaven.

8.15 Landbrugsmaskiner

<i>Produkter</i>	Roeoptagere for foderroer og sukkerroer, altså maskiner i kontakt med jord. Ialt ca. 150 enheder/år. Landbrugsvogne, ialt ca. 2000 enheder/år. Kombivogne og tipvogne. Anvendelse af både stål og træ i lad og ladsider.
<i>Fremgangsmåde</i>	Slyngrensning af stangjern før bearbejdning. Afslibning af svejseperler. Glødeskal på emner til maling forekommer ikke. Ingen yderligere systematisk rensning af emnerne før malebehandling. Der anvendes dypning og sprøjtning, både grundmaling og dækmaling. Dypning: Større ståldele dyppes i grundmaling. Efter ca. 1 times lufttørring dyppes i emaille (dækmaling). Sprøjtning: Vognsider (i kombikabiner) og mindre ståldele (på conveyorbane), også med anvendelse af lufttørrende malinger. Der rådes ikke over udstyr til varmehærdning.
<i>Krav</i>	Behandlingen skal være lige så god som konkurrenternes. I landbrugskredse interesserer man sig i første række for maskinernes funktion og driftssikkerhed. Med de høje priser på maskiner spores der dog fra kundernes side en stigende interesse for "et pænere udseende", dvs. mere holdbart malearbejde. Umiddelbart synes der dog ikke at være pres på virksomheden for at forbedre overfladebehandlingen.

Forbrug af maling

Ca. 60.000 l/år

60% til sprøjtning
40% til dypning

Der anvendes hurtigtørrende grundmalinger og emailer, formentlig af typen vinyl/alkyd, eller hurtigtørrende styren-alkyd emaille.

Særlige forhold

Produkterne/emnerne er for længe om at tørre før håndtering. Den lange tørretid opfattes med rette som skaber af en flaskehals.

Nyt maleanlæg skal bygges for at øge produktionskapaciteten. Der er afsat en hal til formålet, men ikke taget stilling til valg af malemateriale og til anlæggets opbygning.

De senere års store tilbagegang i branchen forhindrer formentlig en hurtig gennemførelse af nyinvesteringer.

Vandfortyndbar maling

Man har udført mindre forsøg med vandfortyndbare malinger, stadig uden varmetørring. Ikke overraskende var resultaterne skuffende vedrørende udendørs glans- og kulørbestandighed.

Vandfortyndbare malinger vil kræve væsentlig bedre rensning og forbehandling af stålemner end virksomheden p.t. er villig til at udføre, og varmhærdning er nødvendig.

På træsider, som er en betydelig del af malearbejdet, vil vandfortyndbare (varmhærdende) malinger formentlig kunne anvendes med godt resultat.

Pulvermaling

Der er intet kendskab til denne malingstype. Nogle dele kunne givetvis pulvermales, men en opdeling af emnerne efter art er svagt udbygget. Alt males ens.

8.16 Landbrugsmaskiner

Produkter

Såmaskiner
Gødningsspredere
Frontlæssemaskiner (hydraulik)
Grønthøstere
Harvemaskiner

Dvs. fortrinsvis maskiner for kontakt med jord.
75% til eksport.

Fremgangsmåde

Jernfosfatering, 3 trin, spuling (ét fosfateringstrin og to skylletrin).

Emnerne består af koldvalsede dele og dele med glødeskal.

Grundmaling ved dypning i alkyd/vinyl grundmaling.

Lufttørring ved stuetemperatur.

Dækmaling ved sprøjtning (manuel airless påføring) eller dypning i alkyd/melamin emaille.

Ovntørring ved 130-140°C i 20 min.

Antal kulører: 4 standard kulører.

Også kulører efter kundeønske.

Krav

Holdbarhed indtil maskinerne tages i brug. Kvaliteten er væsentlig forbedret efter indførelse af jernfosfatering.

Kvaliteten - beskyttelse mod rust og mekaniske egenskaber - bedømmes til at være lige så god eller bedre end

	konkurrenterne (inden- og udenlandske). Der er ingen reklamationer.
<i>Malingforbrug</i>	Ca. 35.000 l/år
<i>Særlige forhold</i>	Maleanlægget, under fortsat udbygning, er et taktanlæg, 3 meter pr. 4 min. Kapaciteten er for lav, og arbejde i to skift er nødvendigt. Opbygning: power & free conveyorsystem. Jernfosfatering, spuletunnel, 3 trin. Grundmaling ved dypning. Dækmaling ved sprøjtning eller dypning. Man satser i stor stil på dækmaling ved dypning, idet der ønskes etableret ét større kar for hver hovedkulør. Dyppemalingen (miljø-) forbedres gradvist ved at hæve tørstofindholdet fra 45 vægt% til 65 vægt% eller højere (higher solids). De senere års kraftige tilbageslag i branchen betyder, at der er for få penge til investeringer, og det findes ikke nødvendigt at investere i væsentlig forbedret teknologi vedrørende overfladebehandling og malearbejde.
<i>Udvikling</i>	På længere sigt forventes det at stangjern slyngrenses for glødeskal inden videre bearbejdning. Dele i pladestål forventes fortsat malebehandlet uden fjernelse af glødeskal. Der satses på traditionel dyppemaling efter direktionens bestemmelse.
<i>Vandfortyndbar maling</i>	Malingtypen kan kun komme på tale, såfremt forbehandlingen forbedres væsentligt, og der indføres varmhærdning ved mindst 160°C. Pulvermaling er det rigtige alternativ.
<i>Pulvermaling</i>	Der var en del meninger om pulvermaling, urigtige og rigtige.
<i>Urigtige opfattelser</i>	Pulvermaling har ringe mekaniske egenskaber. Pulvermaling yder dårlig beskyttelse mod underrust. Pulvermaleanlæg er dyre (dvs. dyrere end andre maleanlæg).
<i>Rigtige opfattelser</i>	Pulvermaling er mindre egnet til emner med partiel stor godstykkelse, her op til 30 mm. Kulørskift er tidsrøvende. Pakninger i cylindre og gearkasser tåler ikke varmebehandling ved pulvermalings hærdning. Max. tilladelig temperatur for pakninger: 100°C.

9. Barrierer for anvendelse af mindre miljøbelastende malematerialer

Resultater baseret på case stories

I dette afsluttende kapitel summeres resultaterne fra case stories i en række afsnit, hvor barrierer for omstilling til renere teknologi vurderes ud fra forskellige synsvinkler. Afsnittene kan læses enkeltvis og er ment som en støtte for forståelsen af konklusionerne foran i rapporten.

Overskrifterne er:

- Karakteristika for de enkelte produkter
- Malematerialer, anvendelsestekniske egenskaber
- Automatisering og anlægsteknik
- Priskonkurrence
- Højpris/lavpris produkter

9.1 Karakteristika for de enkelte produkter

9.1.1 Lampeskærme og lysstofarmaturer

Fremstilling af lamper har karakter af håndværksmæssigt arbejde. Eventuelt bygges mindre specielle automater for automatisk sprøjtemaling under rotation af emnet. Konventionelle malematerialer anses for højnende for produktet, og der er uvilje mod at ændre dette.

Med omhu vil det meste arbejde kunne udføres med vandfortyndbare ovntørrende malinger, men et stort tilpasningsarbejde vil være nødvendigt i hvert enkelt tilfælde (til opnåelse af netop de kulører og glansvirkninger den konkrete virksomhed efterspørger).

Billigere lamper kan med fordel behandles med pulvermaling.

For lysstofarmaturer anses pulvermaling for at være den teknisk rigtige behandling, især da der ofte kun er behov for én kulør, hvid. De professionelle brugere er glade for den gode beskyttelse ved transport og montage. Der må i givet fald investeres i automatisk pulverpåføring, fortrinsvis med brug af friktionsopladning for indtrængning i alle hjørner. Den automatiske påføring er især velfungerende, når der kun er én eller få kulører.

9.1.2 Kontormaskiner

Dyrere kontormaskiner, i det beskrevne tilfælde reprokameraer, skal tilsyneladende leveres i et endog meget stort antal kulører. Produktet er følsomt over for mode, i og med at det henvender sig til reklamefolk med tæt tilknytning til modedefænomener.

I tilfælde af mange kulører og behov for hurtigt kulørskift opnås den største fleksibilitet og den sikreste produktion ved anvendelse af konventionelle malinger. Anvendelse af vandfortyndbare malinger i et stort automatisk anlæg med mange forbrugssteder og kulørskift hen gennem an-

lægget synkront med emnestrømmen lader sig ikke gennemføre på lønsom vis.

Det rigtige alternativ er pulvermaling, men konsekvenserne er dyrere og mere komplicerede anlæg og større krav til produktionsplanlægning. I øvrigt frygter producenten, at kulør- og glansbehov ikke kan dækkes i det hidtidige omfang.

9.1.3 Ståltreoler og -inventar

Der sondres i branchen mellem stativer til møbler (borde og stole), og reolsystemer til biblioteker og lager.

For møbelstativer er pulvermaling den rigtige løsning, og den tykke og slagfaste belægning anses for et fortrin.

Til reolsystemer anvendes både flydende maling og pulvermaling.

En større producent har forsøgt omstilling fra konventionel termohærdende acrylemaille til vandfortyndbar polyester/melamin. Ideen var at bevare maleanlægget for flydende maling og bevare produktet uændret med de måltolerancer, der gælder ved tynde malinglag. I øvrigt ønskede man, at den eksisterende sprøjteautomat også skulle kunne anvendes til vandfortyndbar maling.

Tilpasningsarbejdet viste sig meget langvarigt og slidstomt med særskilt formulering af hver enkelt kulør i sortimentet, så udseende og glans kom så tæt som muligt på det hidtil opnåede med konventionel maling.

I tilpasningsarbejdet viste det sig bl.a., at der med vandfortyndbar polyester i stærke gule og røde kulører ikke kan opnås dækning (af emnets bund), med mindre der anvendes bly- og/eller chromholdige pigmenter. Afskaffelse af opløsningsmidlerne betales altså med et tilbageskridt på pigmentområdet.

9.1.4 Køleskabe (& frysere)

"Mix" epoxy/polyester pulvermaling opfylder kravet om en gulningsbestandig overfladebehandling, og pulvermaling anvendes i hovedparten af de mindre danske fabrikker. Produktions- og anlægstekniske problemer reduceres væsentligt, såfremt der kun er krav om én kulør (dvs. hvid) eller få kulører.

I større automatiske anlæg med krav om mange kulører og stor fleksibilitet anvendes konventionel acryl. En ændring af dette vil betyde fuldstændig omlægning af et ellers særdeles velfungerende produktionsanlæg. Situationen er betænkelig, fordi hårde hvidevarer gradvist er blevet lavteknologi, og de danske producenter prismæssigt føler sig mere og mere pressede af konkurrence fra lande med lav indkomst pro capita.

9.1.5 Radiatorer

Pulvermaling er den (ny-)etablerede fremgangsmåde og anses for at være en gevinst for produktet.

Ændringer mod mere miljøvenlige processer og materialer er gennemført gradvist, dvs. fosfatering i stedet for triafedtning, grundmaling med vandfortyndbar maling i stedet for konventionel maling, og pulvermaling i stedet for flydende maling.

Vandfortyndbar grundmaling har krævet den velkendte fysiske forlængelse af og varmetilførsel til flash-off zoner, og ekstra ventilation for bortskaffelse af vanddampe.

Pulvermaling kræver naturligvis udskiftning af sprøjteautomaten for dækmaling.

9.1.6 Ståldør eller -karme

Produktet er særligt derved, at det pr. kutyme ikke færdigmales fra fabrik. En vandfortyndbar grundmaling kan løse opgaven at yde beskyttelse ved normal transport og montage, indtil færdigmaling på stedet med vandfortyndbar bygningsmaling kan ske (således som det mere eller mindre er påbudt af Arbejdstilsynet, jvf. vejledning 360/1).

Emnerne beskadiges irreversibelt ved sløset eller længere varende opbevaring udendørs på byggepladser, og emnerne er et eksempel på, at ændringer i materialevalg i vareproduktionen kræver mere disciplin i håndteringen længere fremme i forarbejdningsprocessen.

9.1.7 (& 8) VVS-armaturer

Opgaven løses udmærket med pulvermaling.

Behov for mange kulører kræver god produktionsplanlægning og to eller flere sprøjtekabiner.

I et anlæg med kun én kulør er det lettere at automatisere påføring med pulvermaling end med flydende maling.

"Højpris" produkter kan kræve så jævn og fejlfri påføring, at udførelsen kun er mulig med konventionelle malinger.

9.1.9 Cykler

Cykler (-stel) kan med fordel males med pulvermaling, og dette gøres i Danmark. I så fald sker påføringen manuelt.

Nogle hævder, at kun "lavpris" cykler kan leveres pulvermalede på grund af utilstrækkeligt udvalg af kulører og manglende muligheder for flerfarvepåføring.

Automatisk påføring udføres bedst med konventionelle malinger, hvor også udbudet af kulører og glanstrin er størst. Flerfarve påføring er tilmed let at udføre.

Allehånde modifarver og -effekter hævdes at være nødvendige til "højpris" produkter, i dette tilfælde kaldet "life style" cykler. Meningen er, at cyklen skal matche med teenageres tøj, hårfarve, make-up etc.

Automatisk påføring kan også ske med higher solids eller vandfortyndbare malinger. Begge hævdes at forringe konkurrenceevnen, fordi de fører til et kedeligere og mindre attraktivt udseende.

9.1.10 Buskarrosserier

Et konkurrencedygtigt produkt skal være behandlet med to-komponent PUR-emaille, og hele fremgangsmåden er låst af hensyn til garantier fra malingleverandøren. Der kan ikke ændres på tingene, så længe importerede busser tillades behandlet med PUR-emaille og tilhørende grund- og mellemmalinger.

9.1.11 Facadepartier i metal

Facadepartier opbygget i farvestrålende metalprofiler er meget yndede blandt arkitekter. Der er tale om håndværkslignende ordreproduktion efter individuelle bygningstegninger.

En konkurrencedygtig overfladebehandling må være af højeste glans- og kulørbestandighed.

Til aluminium er pulvermaling af såkaldt facadekvalitet et egnet og accepteret valg. Manuel påføring er nødvendig på grund af emnernes komplicerede udformning.

For stål er forholdene mere komplicerede og måske traditionsbundne, idet man tager bestik af fremgangsmåder ved korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner (med flydende malinger). Pulvermaling yder ikke tilstrækkelig beskyttelse mod korrosion, med mindre der første foretages elektro- eller varmforzinkning. Dette er normalt hverken praktisk gennemførligt eller lønsomt.

I forbindelse med sprøjteforzinkning eller zinkstøvmaaling er to-komponent malinger indtil videre den eneste mulighed.

9.1.12 Ståltromler

Lønsom produktion af en (voluminøs og billig) emballage som tromler i ståltyndplade forudsætter automatiseret masseproduktion, dvs. flere tusinde pr. dag pr. produktionslinie. Sprøjtemaling af ydersider udføres ligeledes i en automat under rotation af emnet.

I et sådant tilfælde vil fabrikanten forudsætte og mene, at en mere miljøvenlig maling skal kunne påføres med den eksisterende automat, eventuelt efter mindre ændringer.

Kravene til malebehandlingen er moderate:

Der ønskes en hård, glansfuld og dækkende malingfilm overalt, dvs. 25 µm lagtykkelse.

Pulvermaling kan ikke anvendes på grund af kravet om flerfarvepåføring på samme emne.

9.1.13 Containere, affald

Produktet indebærer en stor mængde grovforarbejdning af stål med stor godstykkelse. Males i ét stykke og uden varmehærdning.

Markedet for affaldscontainere er præget af stærk pris-konkurrence, og der spares på arbejdsprocesser og materialer. Under de givne forhold kan mere miljøvenlige flydende malinger ikke komme på tale. Resultatet vil blive både dyrere og dårligere.

Emnet vurderes normalt som for stort, tungt og energikrævende til pulvermaling.

9.1.14 Vejmaskiner

Eksportkunder kræver en overfladebehandling af højeste korrosionsbeskyttelse og maksimal glans- og kulørbestandighed.

Emnerne males som stålkonstruktioner i ét stykke á la facadepartier i stål.

Emnet vurderes normalt som for stort, tungt og energikrævende til pulvermaling.

9.1.15 (& 16) Landbrugsmaskiner

Enkelte virksomheder i branchen har taget springet til pulvermaling og foretaget de nødvendige investeringer i automatisk conveyortransport, omhyggelig forbehandling, påføringsautomater og hærdeovne. Selv emner med en godstykkelse på 10 mm pulvermales med held, og behandlingen opfattes som en væsentlig forbedring.

For hovedparten af producenterne synes der ikke at være økonomiske midler til at investere i moderne maleanlæg.

Maskiner (og -sektioner) i form af tunge svejste konstruktioner ønskes malet i ét stykke og efter mindst mulig rengøring og forbehandling. Med de nuværende fremgangsmåder vil kun dyppemaling i konventionelle malematerialer kunne opfylde kvalitetskravene.

Mulighederne for at reducere emissionen af opløsningsmidler ligger i gradvist at øge tørstofindholdet i dyppekarrene til higher solids, og dette sker allerede i en vis udstrækning.

9.2 Malematerialer, anvendelsestekniske egenskaber

9.2.1 Higher solids malinger

- a. Bedst egnet til dyppemaling
- b. Ved sprøjtning kun egnet til automatisk påføring og kun ved rotationsforstøvning
- c. I tilfælde af to-komponent maling er specielt udstyr for to-komponent sprøjtning normalt nødvendigt.
- d. Generelt vanskeligt at opnå tilfredsstillende forstøvning, der viser sig ved hyppig:
- e. Ujævn overflade, rigelig påføring og risiko for løbere, og
- f. Fare for fraløb fra kanter.

9.2.2 Vandfortyndbare malinger

- a. Lige så gode mekaniske egenskaber som for tilsvarende konventionelle malevarer, men kun såfremt der udføres varmehærdning.
- b. Bedst egnet til grundmaling ved dypning.
- c. Nødvendigt med fuldstændig afisolering af automater til elektrostatisk sprøjtemaling, incl. fødebeholdere. Malingslanger kun i nylon, polyamid.
- d. Tilfredsstillende forstøvning bedst ved lavtryks luftforstøvning. Rotationsforstøvning er oftest mindre god.
- e. Tendens til "tynd" påføring og fraløb fra kanter.
- f. Meget nøjagtig føring af sprøjtepistoler er nødvendigt med henblik på at hindre for rigelig påføring på kanter med påfølgende "opkog".
- g. Langtidsklæbning ved tilsmudsning af kabinegulv og -vægge med "overspray". Derfor er det nødvendigt med øget eller hellere mere præcis ventilation af sprøjtekabinen (til såkaldt "ren arbejdsplads").
- h. Tilpasning af hver enkelt kulør (og glans) i et specielt kulørsortiment.
- i. Utilstrækkelig dækning (af emnets bund) med stærke gule og røde kulører, med mindre der anvendes bly- og/eller chromholdige pigmenter.

- j. Polychromat metallic kulører er enten meget dyre eller vanskeligt tilgængelige.
- k. Længere flash-off tid og opvarmning af flash-off zone.

9.2.3 Pulvermalinger

- a. Normal lagtykkelse for standard pulvermaling: 70-80 μm .
- b. Tyndfilm pulvermaling, lagtykkelse 30-40 μm , er vanskelig at påføre til konstant lille lagtykkelse. Tyndfilm giver kun dækning af emnets bund i gråtone-kulører. Stærke kulører, gule og røde, kræver 50 μm eller mere.
- c. Indtrængning i hulrum kun ved friktionsopladning.
- d. Bedst egnet til emner i tyndplade.
- e. Ikke velegnet til store tunge emner og emner med stor godstykkelse.
- f. Ikke egnet i forbindelse med indledende forzinkning/påføring af zinkstøvmaling (på emner i stål).
- g. Langsamt kulørskift, 30-120 min. pr. skift.
- h. Bedste anlægs lay-out er: Automatkabine til påføring af få hovedfarver. Sekundære kulører påføres i supplerende kabine(-er).
Højeste antal (lønsomme) kulørskift i et automatanlæg pr. uge: 3-5.
- i. Maskering (af emnerne) er nødvendigt ved flerfarvepåføring.

9.3 Automatisering og anlægsteknik

Den mest udviklede automatiseringsteknik er baseret på anvendelse af konventionelle malinger.

Således kan et kulørskift i disse tilfælde gennemføres automatisk og i løbet af 10-20 sek. I store anlæg med 4 eller flere automatkabiner kan kulørskiftet ske efterhånden som emnerne når frem på conveyorbane. Alle kabiner forsynes fra et centralt malingrum og via rørsystemer gennem hele anlægget frem til de enkelte forbrugssteder, og det spiller i denne forbindelse ingen rolle hvorledes sprøjteforstøvningen foregår, dvs. med eller uden elektrostatisk opladning.

Anderledes med vandfortyndbar maling. Elektrostatisk sprøjtning vil her indebære fuldstændig afisolering af automaterne incl. fødebeholdere, og dette betyder, at forbrugsstederne skal udstyres med hver sine malingbeholdere og forsyningspumper. For et anlæg med 4 forbrugssteder betyder dette en firedobling af alt udstyr. Den tilberedte maling vil følgelig, kan man befrygte, changere utilsigtet i kulørnuance og glans fra det ene forbrugssted til det næste, og endnu værre: Hele grundlaget for og ideen i et større automatisk anlæg går fløjten.

I tilfældet produktion af cykler hævdes det, at anlægget allerede er forberedt for vandfortyndbar maling, og dette skyldes, at der kun er et forbrugssted for hver malingstype. Det tilsvarende gælder for reelproduktionen.

Mulighederne for en drifts- og kvalitetssikker automatisering med vandfortyndbar maling afhænger altså af lay-out og antallet af forbrugssteder for samme kulør.

Tilfældet pulvermaling regnes allerede indgående beskrevet ovenfor i afsnit 9.2.3 Pulvermalinger. Pulvermalings største svagheder er genvindingssystemet og det langsomme

kulørskift. Der arbejdes da også ihærdigt fra mange sider på at forbedre disse ting, og pulvermaling forventes i det hele at undergå en stor udvikling i det kommende tiår.

9.4 Priskonkurrence

Ved priskonkurrence tænkes på den opnåelige pris for det færdige jernindustrielle produkt, der eventuelt medfører skridt til besparelser i overfladebehandlingen. Priskonkurrence gør sig i denne forbindelse især gældende for "grovforarbejdede" produkter som containere og landbrugsmaskiner, men også til en vis grad for massevarer som ståltromler og radiatorer.

"Grovvarer"

For affaldscontainere forekommer opgivelse af sandblæsning som forbehandling, angiveligt fordi det er for dyrt. En sådan nedklassering af forbehandlingen er ødelæggende for en potentiel anvendelse af mere miljøvenlige malematerialer.

Landbrugsmaskiner

Det tilsvarende gælder for landbrugsmaskiner, hvor der som hovedregel er tradition for en utilstrækkelig forbehandling. Væsentlige dele af emnerne males uden fjernelse af glødeskal, og olier og smuds fra bearbejdningen afrenses kun nødtørftigt.

Dele af branchen vil være nødt til fortsat at anvende malematerialer med højt indhold af opløsningsmidler. Reduktion af emissionen kan med de nuværende forhold kun ske ved større brug af higher solids malinger, eller ved indførelse af systematisk rensning/forbehandling før maling. I den henseende er der flere eksempler på hel eller delvis overgang til pulvermaling.

Ståltromler

Ståltromler må af hensyn til omkostningerne helst ikke påføres mere materiale end nødvendigt og tilstrækkeligt.

Radiatorer

Radiatorer oparbejdes fortrinsvis med tyndfilm pulvermaling.

9.5 Højpris/lavpris produkter

Argumentet "højprisprodukt" og tilhørende valg af en bestemt overfladebehandling som et "must" er hørt i flere tilfælde, især i forbindelse med lamper, cykler og kontormaskiner.

Pendler (lamper)

Højprispendler, dvs. luksuslamper til private hjem, kræver en fuldstændig jævn malebehandling i ensartet kulør og glans. Malebehandlingen er en integrerende del af produkt og design og er selve forudsætningen for at opnå en høj pris.

Cykler

Cykler fremstillet i mode- eller polychromatfarver og understøttet med "skrigende" stafferinger sælges som "life style" produkter og kan herved opnå en væsentlig højere pris end gennemsnittet. De nævnte virkninger hævdes kun at kunne opnås med konventionelle malinger.

Kontormaskiner

Dyre kontormaskiner sælges lettere, såfremt finish og kulør stikker af fra gennemsnittet. Specielt reprojekameraer synes at henvende sig til et meget modebevidst publikum.

VVS-armaturer

Udstyr til badeværelser i modedesign og i malet udgave kan kun opnå en høj pris, såfremt malebehandlingen fremstår absolut fejlfri og i modekulører, og kunden indgydes tillid til malearbejdets holdbarhed overfor mekaniske påvirkninger og fugt.

Buskarrosserier

Karrosserier til busser er en afart af højpriskonceptet. Kvaliteten skal være som det er gængs for produktet, og det ytrer sig ved, at materialevalget og krav til udførelsen er låst. Der er kun én rigtig måde at udføre malearbejdet på, nemlig den leverandørerne inden for sektoren "autoreparatur" foreskriver ("autoreparatur" = reparationsmaling af automobiler).

10. Litteraturliste

1. Begrænsning af luftforurening fra virksomheder. Almindelige anvisninger, beregning af skorstenshøjder, måling af emissioner og bedømmelse af måleresultater. Miljøstyrelsens vejledning nr. 7/1974.
2. Begrænsning af luftforurening fra virksomheder, der emitterer cellulosefortyndere og andre blandingsfortyndere til luften. Vejledende retningslinier for fastsættelse af emissionsgrænser og immissionskoncentrationsbidrag. Miljøstyrelsens vejledning nr. 2/1978.
3. Udkast til Luftvejledning. Begrænsning af luftforurening fra virksomheder. Emissionsgrænser. Beregningsværdier. Behandling af sager om luftforurening. Metoder til beregning af skorstenshøjder. Miljøstyrelsens Vejledning nr. X/1988.
4. Bekendtgørelse om fastsættelse af kodenummer for produkter omfattet af Arbejdstilsynets bekendtgørelse om erhvervsmæssigt malearbejde. Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 464 af 3. august 1982.
5. Bekendtgørelse om stoffer og materialer. Arbejdsministeriets bekendtgørelse nr. 540 af 2. september 1982.
6. DeLange, P.G.: The Impact of Air Pollution Regulations on Organic Coatings Compositions and Technology. 17. Fatipex Congress (1984), Vol. 3, 13-69
7. Tonini, I.: Technical progress in new ecologically-safe paint systems and application technology. JOCCA 70 (1987): 12, 365-368.
8. Zimmermann, R.: Bindemittel für Farben und Lacke heute und morgen. Farbe und Lack 89 (1983): 7, 499-508.
9. Holmberg, K.: High Solids Alkyd Resins. Marcel Dekker Inc. New York (1987)
10. Jones, F.N. & Lu, D.D.: Film properties of higher-solids polyesters/melamine enamels made from monodisperse oligomers. 14. Water-Borne and Higher-Solids Coatings Symposium, New Orleans (1987), 194
11. Palckdharry, P. & Thyne, J.A.: Higher solids interior coatings for food containers and beverage end stock. 15. Water-Borne and Higher-Solids Coatings Symposium, New Orleans (1988), 144.
12. Martens, C.R.: Waterborne Coatings. Van Nostrand Reinhold Co. (1981).
13. Nicholson, J.W.: Waterborne Coatings - a review of basic principles. JOCCA 70 (1987):1, 1-4.
14. Boyce, C.: Latex technology - past/present/future. American Paint & Coatings Journal (29. febr. 1988), 36-44.
15. Anon. Factors affecting application and marketability of water-borne industrial enamels. American Paint & Coatings Journal (1986), I:70:55, 38-42, II:70:56, 36-41, III:70:57, 36-44, IV:71:1, 37-42.
16. Kornum, L.O.: Evaporation and water-dilutable coatings. JOCCA 63 (1980): 3, 103
17. Newman, R.M. & Dobson, P.H.: Evaluation of fire hazard of water-borne coatings. Technical Report for National Paint and Coatings Association, USA (1977).

18. Hansen, M.K. et al: Waterborne Paints - a review of their chemistry and toxicology and the results of determinations made during their use. *Scandinavian Journal Work Environment Health* 13 (1987), 473-485.
19. Calbo, L.J.: *Handbook of Coatings Additives*. Marcel Dekker Inc. (1987)
20. Harris, S.T.: *The technology of powder coatings*. Portcullis Press, London (1976)
21. Hughes, J.F.: *Electrostatic Powder Coating*. Research Studies Press Ltd. (1986).
22. Anon: Results of the experimental Toxicological studies on Thermosetting Powders. European Committee of Paint, Printing Ink and Artist' Colours Manufacturers Association, Bruxelles (1984).
23. TenBerge, W.F.: Health hazards of powder coatings. *Powder Coatings* 11 (1988):2.
24. Kåmark, B.K.: Pulverlackering. Teknik och arbetsmiljö. IVF-resultat 86502 (1986)
25. Bocchi, G.J.: Powder Coating Today. *Products Finishing* (1987):4, 66-74
26. Bergene, K.V. og Røsth, L.: Pulverlakk. *Corro-Coat A/S* (1984), 113 pp
27. Marples, P.: The influence of the environment on the application of protective coatings. *Paintindia* (september 1986), 21-26.
28. Karlsson, C. & Österberg, L.: Lackeringsanläggningar - underlag för projektering för bra arbetsmiljö och ekonomi. IVF-resultat 84504 (1984), Mekanpublikation i samarbete med arbetarskyddsfonden.

Registreringsblad

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

Serietitel, nr.: Miljøprojekt, nr. 126

Udgivelsesår: 1990

Titel: Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien

Undertitel:

Mindre miljøbelastende malematerialer i industrielt malearbejde

Forfatter(e) og /eller udførende institution(er):

Teknologisk Institut. Overfladeteknik; Nordisk Forskningsinstitut for Maling og Trykfarver

Resumé:

Formålet med denne rapport om anvendelse af mindre miljøbelastende malematerialer i industrien er at skabe grundlag for en reduktion af emissionen af organiske opløsningsmidler.

Produktionsmetoder og valg af malematerialer gennemgås i en række udvalgte virksomheder. Muligheder for renere teknologi og barrierer herfor analyseres.

Emneord:

jernindustri; emissioner; maling; opløsningsmidler; overfladebehandling; substitution; renere teknologier

ISBN: 87-503-8342-6

ISSN: 0105-3094

Pris (inkl. 22% moms): 85,- kr.

Format: A4

Sideantal: 80

Md./år for redaktionens afslutning: april 1989

Oplag: 900

Andre oplysninger:

Tryk: Scantryk, København

Trykt på miljøpapir