

# Miljøprojekt nr. 140

1990

## Vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse

Miljøministeriet  
**Miljøstyrelsen**

# Miljøprojekt

- Nr. 62 : Luftforurening med kvælstofoxider i Danmark
- Nr. 63 : Anvendelse af analyseresultater ved vandkontrol
- Nr. 64 : Kosmetik – bivirkninger
- Nr. 65 : Miljøfremmede stoffer i kommunalt spildevand
- Nr. 66 : Undersøgelser af blødt aggressivt vand
- Nr. 67 : Kilder til grundvandsforurening
- Nr. 68 : Overflade aktiveret iltning af ferrojern i vand fra Hvidmosen
- Nr. 69 : Forbrug og forurening med chlorphenoler
- Nr. 70 : Organiske opløsningsmidler
- Nr. 71 : Kviksølv i havneslam
- Nr. 72 : Organic solvents
- Nr. 73 : Arealanvendelse og geologi – nitrat i grundvand
- Nr. 74 : Kviksølv i danske ferskvandsøkosystemer
- Nr. 75 : Forureningstilstanden i danske svømmebade
- Nr. 76 : Nitrat og pH i drikkevand
- Nr. 77 : Kviksølv i jord
- Nr. 78 : Drænvandskvalitet fra pyritholdige arealer
- Nr. 79 : 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 Assesment of 1,1,1,-Trichloroethane
- Nr. 101 : Organiske opløsningsmidler i husholdningsprodukter
- Nr. 102 : Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug
- Nr. 103 : Sprøttefri randzoner i kornmarker
- Nr. 104 : Miljøforbedring ved hovedseparation i rejepilleindustrien
- Nr. 105 : Forbrug af og forurening med bly i Danmark
- Nr. 106 : Haloner – forbrugsmønster i Danmark
- Nr. 107 : Galvanisk overfladebelægning uden affald og spildevand
- Nr. 108 : Madaffald fra storkøkkener – organisation af indsamling og oparbejdning
- Nr. 109 : Erstatningsstoffer for fosfat – spredning og effekter i miljøet
- Nr. 110 : Olie/kemikalieaffald – en spørgeskemaundersøgelse
- Nr. 111 : Undersøgelser af vejledende pyritgrænseværdier
- Nr. 112 : Kvantitative og kvalitative kriterier for risikoaccept
- Nr. 113 : Storskrald og haveaffald
- Nr. 114 : Papirindsamling via specialcontainere og genbrugsstation
- Nr. 115 : Vandmiljøplanens overvågningsprogram
- Nr. 116 : Renere teknologi i svine- og kreaturslagteribranchen
- Nr. 117 : Dioxinmission ved affaldsforbrænding
- Nr. 118 : Klorkilders betydning for dioxindannelse ved forbrænding
- Nr. 119 : Okkerrensning i forbindelse med landbrugsmæssig dræning
- Nr. 120 : Kontrol af køretøjer med katalysator
- Nr. 121 : Forurenede industrigrunde
- Nr. 122 : Indsamling af papir og pap fra erhvervsvirksomheder
- Nr. 123 : Risikovurdering af forurenede grunde
- Nr. 124 : Vedligeholdelse af køle-smøremidler
- Nr. 125 : Fugleføde i kornmarker – insekter og vilde planter
- Nr. 126 : Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien
- Nr. 127 : Miljøfremmede, organiske stoffer i kommunalt spildevand
- Nr. 128 : Nedsivning fra byggeaffald
- Nr. 129 : Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald – del 1
- Nr. 130 : Forureningsfri galvanomaskiner til værkstedsbrug
- Nr. 131 : Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer
- Nr. 132 : PVC i kontorartikler, sundhedssektor, m.v.
- Nr. 133 : PVC i byggeri og anlæg
- Nr. 134 : PVC i emballage
- Nr. 135 : Hjemmekompostering
- Nr. 136 : Bearbejdning af danske måledata af regn og afstrømning
- Nr. 137 : Regulering af forurening fra afløbssystemer under regn
- Nr. 138 : Renere teknologi på energiområdet
- Nr. 139 : Afvask af trykpresser med sojaolie
- Nr. 140 : Vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse

# Miljøprojekt nr. 140

1990

## Vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse

Marianne Rachlitz  
Niels Lund Jensen

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 mindre forurenende teknologi i forbindelse med gennemførelsen af »Udviklingsprogram for Renere Teknologi 1987-1989«.

# Indhold

	<b>Side 5</b>
<b>English summary</b>	
<b>0. Resumé</b>	<b>7</b>
<b>1. Indledning og formål</b>	<b>9</b>
<b>2. Konklusion</b>	<b>11</b>
2.1 Eksisterende malinger og erfaringer	11
2.2 Nye malinger	12
2.3 Økonomi	12
2.4 Afprøvninger	13
2.5 Miljømæssig vurdering	15
2.6 Sammenfatning	15
<b>3. Vandige malinger, generelt</b>	<b>17</b>
3.1 Sammensætning	17
3.2 Malingfilmens beskyttelsesfunktion	18
3.3 Tørring af vandige malinger	19
3.4 Accelererede prøvninger	23
3.5 Praktiske erfaringer med vandige malingsystemer	24
<b>4. Kommercielle systemer</b>	<b>25</b>
4.1 Forespørgsler til leverandører	25
4.2 Status i virksomheder	26
4.3 Tilstandsvurderinger	26
4.4 Arbejds miljøanalyser for co-solventer	27
<b>5. Projektmalinger</b>	<b>33</b>
5.1 Råvarer	33
5.2 Recepturer	34
5.3 Fremstillingsproces	34
5.4 Arbejds miljø	34
<b>6. Økonomi</b>	<b>37</b>
6.1 Sammenligning af materiale- og fremstillingspriser	37
6.2 Udviklingstendenser	38
6.3 Investering og drift	38
6.4 Udførelse	41
<b>7. Eksperimentel del</b>	<b>43</b>
7.1 Udvalgte systemer	43
7.2 Anvendelsestekniske forsøg	46
7.3 Tørringsforsøg	47
7.4 Flashrust	61
7.5 Korrosionsbeskyttelse	62

**Bilag**

Bilag 1	Korrosionsbeskyttelsesprincipper	81
Bilag 2	Tørretid for maling	87
Bilag 3	Tilstandsvurderinger, detailskemaer	89
Bilag 4	Opløsningsmidler	115
Bilag 5a	Råvarer	117
Bilag 5b	Recepturer	119
Bilag 6a	Anvendelsestekniske egenskaber ved airless sprøjtning	127
Bilag 6b	Anvendelsestekniske egenskaber ved pensel- og rullepåføring	129
Bilag 6c	Bestemmelse af bæreevne	131
Bilag 7a	Tørretid	133
Bilag 7b	Pendulhårdhed	135
Bilag 7c	Termografimålinger, tørretid for maling	137
Bilag 7d	Beregninger over fordampningsforløb	141
Bilag 8	Flashrust-bestemmelse	155
Bilag 9a	Fysiske egenskaber af de afprøvede malingsystemer	157
Bilag 9b	Kulør- og glansmålinger	159
Bilag 9c	Vedhæftning	161
Bilag 9d	Korrosionsbestandighed	163
Bilag 10	IX-diagram	173

## English summary

7 commercial and 8 specially produced waterborne paint systems have been selected for testing on basis of a literature study, enquiries to paint manufacturers and resin producers. The reference for all the tests was two traditional solventborne paint systems, one alkyde and one chlorinated rubber.

The paint systems were examined with regard to application, drying and tendency to flash rust formation.

Waterborne paints are generally more difficult to apply than solventborne paints. The water content in the paint film is for most of the types evaporated within one hour under the following conditions: that the relative humidity is below 75% and the velocity of the air is above 0.4 m/s.

The drying process is prolonged significantly with low velocity of the air.

The consequence of this is short overcoating intervals and therefore the minimisation of waiting time in the build up of paint systems.

Waterborne paint systems fully hardened are generally softer than solventborne alkyde and chlorinated rubber systems, which makes it more difficult to handle the components.

Only few of the waterborne primers have a tendency for flash rust formation (rust spots on wet paintfilm). The tendency is strengthened by increased humidity and salt contamination on the steel surface.

Corrosion protection, gloss and colour constancy are evaluated by various accelerated and natural exposures.

At this stage of the test it is clear that there is a great variation in the deterioration grade for the individual waterborne systems and that some of the types would be suitable for corrosion protection in an aggressive environment. It's still too early to state whether the waterborne paint system will yield a corrosion protection similar to solventborne alkyde and chlorinated rubber. On the other hand the performance of the best of the waterborne is as good as the solventborne paint systems.

At this stage the constancy of gloss and colour is not less than the two tested solventborne enamels.

Steel structures coated with some of the commercial paint systems have been inspected. The systems were applied in the period 1983-1987. Generally the waterborne coating yields a satisfactory corrosion protection, but most of the systems contained a solventborne primer or were hot galvanized as first treatment.

An economic estimation was made between costs using a waterborne and a solventborne paintsystem. This was done for shopwork as well as outdoor application. The costs using waterborne are 10-25% higher on the condition that the shopfacilities are occupied for the same space of time.

All the tested waterborne paints contain less than 9% organic solvents.

The products can generally be MAL-coded 00-1 or 0-1, according to "Arbejdstilsynets Bekendtgørelse nr. 464 af 3. august 1982".

In continuation of the project some full scale demonstrations will be carried out with the aim of proving the advantages and disadvantages of waterborne paints in the protection of structural steel.

## 0. Resumé

På basis af litteraturundersøgelse, forespørgsler til råvareleverandører samt malingleverandører, er der udvalgt 7 kommercielle vandige malingsystemer og desuden fremstillet projektmalinger til 8 systemer til afprøvning.

Ved alle prøvninger er sammenlignet med 2 opløsningsmiddelholdige malingsystemer, et alkyd- og et klorkautsjuksystem.

Malingerne er blevet undersøgt med hensyn til anvendelsestekniske egenskaber, herunder påføring, tørring og tendens til flashrustdannelse.

Generelt viser det sig, at vandige produkter er vanskeligere at påføre end opløsningsmiddelholdige. Vandindholdet i malingfilmen er for de fleste af typerne fordampet i løbet af omkring 1 time ved luftfugtigheder under 75% RF og lufthastighed på min. 0,4 m/s. Tørretiden forlænges meget ved lave lufthastigheder.

Dette betyder korte overmalingsintervaller og dermed undgåelse af ventetid ved opbygning af malingsystemer, hvilket vil være tilfældet ved de fleste opløsningsmiddelholdige malinger.

Vandige malinger giver i fuldt hærdet tilstand generelt væsentligt blødere film end alkyd- og klorkautsjukmalinger, hvilket gør emnerne vanskelige at håndtere.

Kun få af de vandige grundmalinger har tilbøjelighed til flashrustdannelse (punktvis rustudtrædninger gennem våd grundmaling). Stigende luftfugtighed og saltforurening på ståloverfladen øger tilbøjeligheden.

Korrosionsbestandighed samt glans- og kulørbestandighed er vurderet ved forskellige accelererede og naturlige eksponeringer.

På nuværende tidspunkt kan det konstateres at der er stor variation i nedbrydningsgrad for de individuelle vandige systemer, og at nogle af typerne ikke vil være egnede til korrosionsbeskyttelse i korrosivt miljø. Hvor vidt nogle af de vandige produkter vil have en korrosionsbeskyttelsesværdi på samme niveau som alkyd og klorkautsjuk, er det på nuværende tidspunkt for tidligt at sige noget definitivt om, men der er ikke noget der tyder på at de bedste vandige skulle være ringere end alkyd og klorkautsjuk.

Med hensyn til glans- og kulørbestandighed synes de vandige dækmalinger på nuværende tidspunkt at være mindst lige så gode som de 2 afprøvede alkyd- og klorkautsjuk-dækmalinger.

Konstruktioner overfladebehandlet med nogle af de kommercielle systemer er blevet tilstandsvurderet. Systemerne er påført i perioden 1983-87.

Generelt har behandlingerne ydet en tilfredsstillende korrosionsbeskyttelse, men de fleste systemer var hybridsystemer, dvs. enten med zinkbelægning eller opløsningsmiddelholdig maling som grundbehandling.

Der er foretaget en vurdering af de økonomiske forhold ved anvendelse af vandige produkter i stedet for opløsningsmiddelholdige, såvel ved udendørs påføring som ved værkstedsarbejde.

Under forudsætning af samme værkstedstid er omkostningerne 10-25% højere ved anvendelse af vandige produkter i forhold til opløsningsmiddelholdige.

De vandige malinger der er afprøvet indeholder alle mindre end 9% opløsningsmidler.

Produkterne kan for de flestes vedkommende MAL-kodes 00-1 eller 0-1 i henhold til Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 464 af 3. august 1982.

I forlængelse af projektet vil der blive gennemført en række demonstrationsprojekter med det formål at dokumentere fordele og ulemper ved fuldskala anvendelse af vandige malinger til beskyttelse af konstruktionstål.

# 1. Indledning og formål

Nærværende projekt er udført indenfor Miljøstyrelsens program for renere teknologi i perioden 1987-1989.

I projektet var nedsat en styregruppe bestående af følgende medlemmer:

Peter Gammeltoft, Miljøstyrelsen  
Karsten Skov, Miljøstyrelsen  
Bent Brask, Industriens Arbejdsgivere  
Lisbeth Seedorf, Arbejds miljøinstituttet  
Ago Saarnak, NIF  
Niels Rask Nielsen, J.C. Hempel's Skibsfarvefabrik A/S  
Søren Nysteen, J.C. Hempel Holding A/S  
Søren Bohse Hendriksen, J. Hassing & Søn  
Bendt Mortensen, Rambøll & Hannemann  
Peter Svane, TI/Overfladeteknik

Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner udføres i dag ved tør sandblæsning som forbehandling og påføring af opløsningsholdige malematerialer.

Principper for korrosionsbeskyttelse er beskrevet i bilag 1.

Der behandles årligt et areal af størrelsesordenen 15 mill. m<sup>2</sup>, hvilket giver et forbrug af maling på omkring 7.500 tons, hvoraf ca. halvdelen er opløsningsmidler der frigives til atmosfæren.

Indenfor malematerialeområdet er der en udvikling i gang henimod anvendelse af vandige materialer som både har acceptable korrosionsbeskyttende egenskaber og som betyder en mindre belastning af miljøet.

Disse bestræbelser er af en sådan karakter, at der endnu ikke er fremkommet systematiske og veldokumenterede retningslinier for anvendelse af materialerne. Der eksisterer ligeledes ikke entydige og alment accepterede typebetegnelser.

Projektets formål er derfor at definere, undersøge og dokumentere vandige malematerialers egnethed til korrosionsbeskyttelse, herunder både anvendelsestekniske og funktionsmæssige egenskaber.

## 1.1 Fremgangsmåde

Projektet er inddelt i 2 faser: En teoretisk og en eksperimentel del.

Fremgangsmåden i 1. fase:

- Litteraturundersøgelse om vandige malinger til korrosionsbeskyttelse.
- Forespørgsel hos danske malingleverandører om kommercielt tilgængelige malingsystemer samt udvælgelse af systemer til afprøvning.
- Forespørgsel hos råvareleverandører om recepter på vandige malinger. Udvalgelse og fremstilling af malinger til afprøvning.

- Tilstandsvurdering af eksisterende konstruktioner påført vandige malinger/systemer.
- Forespørgsler hos udførende virksomheder om erfaringer med anvendelsen af vandige malinger
- Vurdering af omkostningsniveauet for materialer og påføringsproces, i forhold til anvendelsen af traditionelle malinger.

Fremgangsmåden i 2. fase:

- Undersøgelse af de udvalgte malingers påføringsmæssige egenskaber og tørringsforløb.
- Undersøgelse af tilbøjelighed til flashrust-dannelse hos de udvalgte grundmalinger (punktvis rustudtrædninger gennem våd grundmaling).
- Bedømmelse af korrosionsbeskyttelsesegenskaber, samt kulør- og glansbestandighed hos de udvalgte malingsystemer.
- Vurdering af de miljømæssige forhold for alle de afprøvede malinger.

## 2. Konklusion

### 2.1 Eksisterende malinger og erfaringer

Forespørgsler hos 15 malingleverandører, såvel producenter som importører, har vist at 5 leverandører p.t. (1988) har kommercielt tilgængelige vandige malingsystemer til korrosionsbeskyttelse samt at omsætningen i forhold til opløsningsmiddelholdige er forsvindende.

De typer der er tale om kan generisk betegnes som:

- styren-acryl
- alkyd-acryl
- vinyl-acryl
- acryl

og består foruden bindemiddel af pigmenter, fyldstoffer og vand samt op til 9% opløsningsmidler.

Nogle af de forespurgte malingleverandører gjorde opmærksom på at de desuden førte et produktsortiment med lavt indhold af opløsningsmidler. Disse betegnes som high solid malinger med et opløsningsmiddelindhold på 20-25%.

Ved forespørgsel til 24 maleentreprenører om anvendelse af vandige produkter viste det sig at kun 10 havde behandlet konstruktioner med disse systemer. Konstruktionerne var ret små og 80% var malet med samme system.

Besigtigelse af 8 konstruktioner viste at en vandig maling har kunnet yde en tilfredsstillende korrosionsbeskyttelse i hvert fald inden for en kortere tidshorisont. Det skal imidlertid bemærkes, at hovedparten af de vurderede konstruktioner viste sig at være påført kombinationssystemer, enten i form af at den vandige maling er anvendt som vedligeholdsmaling oven på et opløsningsmiddelholdigt malingsystem/zinkbelægning, eller anvendt med en opløsningsmiddelholdig grundmaling.

Tilstanden af de relativt få konstruktioner der er behandlet med et rent vandigt system tyder foreløbig på at de vandige systemer er på højde med de opløsningsmiddelholdige.

Erfaringsgrundlaget må imidlertid betegnes som meget spinkelt.

Barrieren mod anvendelse af rene vandige malingsystemer synes at være udtalt, medens der dog er en mere positiv holdning til anvendelsen af kombinationssystemer, især som en opbygning af en zinkbelægning og et vandigt system.

En væsentlig årsag til den ringe udbredelse er, fortsat ifølge entreprenørerne, de anvendelsestekniske problemer, der er forbundet med disse produkter. Det er navnlig kravene omkring overholdelse af min. temperatur på ca. 5°C og lav luftfugtighed under påføring og tørring, der giver problemer. Holdningen er, at den lange gennemtørringstid indebærer for værkstedsproduktion, dels at emnerne er vanskelige at håndtere, dels at de i tørreperioden skal henstå under kontrollerede klimaforhold. For udendørs arbejde vil gennemtørring ofte være så langsom at malingfilmen kan ødelægges af en regnbyge.

Der var imidlertid også nogle enkelte entreprenører der vurderede at der var flere fordele ved at anvende vandige malinger, bl.a. de arbejdsmiljømæssige og muligheden for hurtig overmaling.

## 2.2 Nye malinger

Forespørgsel til råvareleverandører om recepturer til vandige produkter har stort set resulteret i forslag om anvendelse af samme typer bindemidler som allerede benyttes i de kommercielle produkter. Ud over disse indkom der forslag om anvendelse af:

- fed soyaolie-alkyd
- styrenacryl iblandet epoxyester.

Som rusthindrende pigment, blev foruden det mest anvendte zinkfosfat foreslået zinkmolybdænfosfat og zinkborat.

## 2.3 Økonomi

Ved anvendelse af vandige produkter er omkostningerne ifølge entreprenørerne ved værkstedsarbejde 10-25% højere end for tilsvarende opløsningsmiddelholdige. Dette stemmer overens med tilbud taget hjem i forbindelse med projektet.

Heri ligger såvel højere materialepriser som højere priser på udførelsen, bl.a. fordi korte overmalingsintervaller ikke altid kan udnyttes (kun ved produktion i flere skift).

Ved arbejde udendørs vil merprisen for vandige systemer formodentlig blive endnu større på grund af malingprodukternes større følsomhed overfor vejrliget.

På længere sigt må det antages, at priserne på råvarer til vandige malinger vil nærme sig de opløsningsmiddelholdige, efterhånden som udviklingsomkostningerne bliver betalt og forbruget stiger og dermed betinger et fald i produktionsomkostningerne.

Med hensyn til værkstedsfaciliteter kan det konkluderes, at tørring af vandige malinger med den nødvendige ventilation kan ske forholdsvis hurtigt og uden forøgelse af energiforbruget i forhold til den nuværende praksis.

Den nødvendige luftmængde er kun ca. 1/8 af, hvad der sædvanligvis anvendes ved sprøjtepåføring og tørring af opløsningsmiddelholdig maling ved overholdelse af Brandinspektionens krav.

I praksis kan man reducere luftskiftet fra de nuværende 30 gange pr. time til 10-15 gange pr. time og fortsat gennemføre tørringen (vandfordampningen) i løbet af 1 time efter sprøjtearbejdets afslutning.

Der kan opstå problemer på en varm og fugtig sommerdag, idet tørringen her kan forventes at gå i stå. Affugtning kan i dette tilfælde være en teknisk hensigtsmæssig løsning.

Energiomkostningerne hertil må vurderes at være omkring 50% af omkostningerne til ventilation.

## 2.4 Afprøvninger

De i det følgende angivne konklusioner angår de afprøvede vandige malinger. Hvor der er sammenlignet med opløsningsmiddelholdige malinger angår det resultaterne fra afprøvning af et alkydsystem og et klorkautsjuksystem.

### *Anvendelsestekniske egenskaber*

De kommercielle vandige malinger har generelt tilfredsstillende sprøjtemæssige egenskaber med undtagelse af tyk-filmalingerne, som trods overholdelse af foreskrevne dysetryk ikke lod sig forstøve i tilstrækkelig grad.

Vandige malinger stiller væsentlig højere krav til rengøring af udstyr end opløsningsmiddelholdige, hvilket især viser sig ved anvendelse af begge typer i samme sprøjteudstyr.

Med hensyn til pensel og rullepåføring har de fleste kommercielle vandige malinger god strygbarhed og god befugtningsevne, men varierende flydeevne.

De vandige malinger udviser generelt samme bæreevne (max. lagtykkelse før skridning) som de opløsningsmiddelholdige, dog med en vis variation.

Projektmalingerne som var fremstillet ud fra retningsrecepter fra råvareleverandørerne viste sig at give større problemer. Malinger fremstillet på basis af vinyl-acryl var umulige at sprøjte på grund af tilstopning i filtrene og disse typer udgik derfor i de videre forsøg. Endvidere var der vanskeligheder med styrenacryl-grundmalingerne som først efter justering kunne danne film uden krakelering.

Med hensyn til pensel- og rullepåføring udviste malingerne stor variation i strygbarhed, befugtningsevne og flydeevne.

De afprøvede opløsningsmiddelholdige malinger viste for alkydmalingernes vedkommende gode egenskaber ved sprøjtning, pensel- og rullepåføring. Klorkautsjukmalingerne udviste ligeledes god sprøjtbarhed, men noget varierende egenskaber ved pensel- og rullepåføring.

Alt i alt må vandige malinger vurderes at være noget vanskeligere at arbejde med end opløsningsmiddelholdige.

Endvidere bør retningsrecepterne justeres hvis man skal opnå produkter med en acceptabel anvendelsesteknisk kvalitet.

### *Tørringsmæssige egenskaber*

Ved vurdering af tørringsmæssige egenskaber er det hensigtsmæssigt at skelne mellem følgende 2 faser:

- fordampning af vand og letflygtige solventer
- hærdning (ikke kemisk reaktion) der dels er en sammen-smeltning af polymerpartikler, dels en fordampning af co-solventer til fuld vandbestandighed.

Ved vandbestandighed forstås modstandsdygtighed overfor enhver form for klimapåvirkning: slagregn, kondens og neddykning.

Tørringsforløbet for de afprøvede malinger er bedømt ved:

- deres relative robusthed over for mekaniske påvirkninger
- ved beskrivelse af fordampningsforløb ved hjælp af termografi
- teoretisk beregning.

Bedømmelserne omfatter fordampningen af vand og flygtige opløsningsmidler.

Termografi og beregninger viser at fordampningen af vand og flygtige opløsningsmidler sker inden for 1-3 timer ved temperaturer mellem 5 og 20°C samt luftfugtigheder op til 75% RF under forudsætning af en lufthastighed på min. 0,4 m/S. Beregninger viser, at lave lufthastigheder en kritisk faktor der kan forlænge tørretiden betydeligt. Der er tydeligvis store forskelle på tørretiderne for de forskellige produkter.

Tørring bedømt ved relativ robusthed giver tilsvarende resultater, men ved vurdering af testresultaterne skal man endvidere være opmærksom på at viskositetsændring ved lave temperaturer kan forveksles med hurtig tørring.

Den mekaniske robusthed blev endvidere bedømt efter fuld hærkning, dvs. efter 1 måned.

Generelt viste afprøvningen at alle indgående bindemidler var relativt bløde efter fuld hærkning, hvilket vil give transport- og monteringskader og dermed upopulære efterreparationer.

Tykmalmalingerne var efter fuld hærkning fortsat meget bløde.

#### *Tendens til flashrustdannelse*

Ud af de afprøvede grundmalinger gav 5 malinger tendens til flashrustdannelse, heraf 2 i særlig grad. Der er tilsyneladende en sammenhæng mellem forekomst af saltforurening (NaCl) og flashrust, idet øget forurening øger tendensen. Forekomst af nyrust, dvs. rustdannelse efter en våd blæserensning medfører derimod ikke øget flashrust.

Klimaet ved påføring/tørring har betydning, idet højere luftfugtighed ligeledes øger tilbøjeligheden.

Betydningen af flashrustdannelsen for holdbarheden af malebehandlingen er ikke undersøgt, men erfaringer fra praksis har endnu ikke dokumenteret at det medfører en forringelse af korrosionsbeskyttelsesværdien.

Imidlertid er det klart, at såfremt flashrust opstår på grund af forekomst af saltforurening, vil levetiden være nedsat i forhold til malingsystemet påført en ren ståloverflade, men det gælder også for opløsningsmiddelholdige systemer.

#### *Korrosionsbeskyttelse*

Ingen af de udendørs eksponeringer er på nuværende tidspunkt afsluttet, hvorfor det ikke er muligt at konkludere éntydigt på nedbrydningsgraden.

For de 3 serier af accelererede eksponeringer ses stor variation i nedbrydningsgrad mellem de individuelle systemer og det kan allerede på nuværende tidspunkt fastslås at nogle af typerne ikke vil være egnede til egentlig korrosionsbeskyttelse. Nogle af de vandige systemer tegner på nuværende tidspunkt til at have en korrosionsbeskyttelsesværdi der er lige så god eller bedre end alkyd- og klor-kautsjuksystemerne.

Med hensyn til glans- og kulørbestandighed viser resultaterne på nuværende tidspunkt at de kommercielle vandige produkter er mindst lige så gode som alkyd- og klor-kautsjukprodukterne.

## 2.5 Miljømæssig vurdering

De vandige malinger der er afprøvet indeholder alle mindre end 9% opløsningsmidler, hvilket imod et indhold på 50% eller mere for de konventionelle malinger, må anses at være en stor reduktion.

Hvad angår arbejdsmiljø kan de fleste af produkterne klassificeres med MAL-kode 00-1 eller 0-1, i henhold til Arbejdstilsynets Bekendtgørelse nr. 464 af 3. august 1982.

Analyseresultaterne viser at enkelte af produkterne indeholder små mængder opløsningsmidler der kan medføre gener/sundhedsfare og som derfor på længere sigt bør søges substitueret.

## 2.6 Sammenfatning

Det må vurderes, at nogle vandige malinger kan yde en korrosionsbeskyttelse som formodentlig vil svare til en række af de traditionelle opløsningsmiddelholdige én-komponente produkter på konstruktioner der ikke er permanent fugtbelastede.

Det vil i praksis sige, at de vandige malinger kan fungere til og med korrosionsklasse 3.

Det der teknisk adskiller de vandige malinger fra de opløsningsmiddelholdige, er de store krav til klimaforhold under påføring, samt relativt bløde malingfilm efter tørring og hærkning.

Anvendelsesteknisk må vandige malinger således kunne benyttes ved en lang række værkstedsarbejder, især hvis der kan udvikles hårdere og mere håndteringsvenlige typer.

I forbindelse med udendørs arbejder er det oplagt at de vandige malinger kun vil være praktisk anvendelige herhjemme i halvdelen af året.

For nogle vandige produkter er det muligt at substituere med malingtyper som vinyl- og klorkautsjuk, således at byggeplaner og reparationsarbejder ikke generes ved oprindeligt valg af et vandigt system.

Vandige malingers følsomhed over for forbehandlingen af stålet kan imødekommes ved at anvende en ikke vandig grundbehandling, f.eks. varmforzinkning, sprøjtemetallisering, zinkstøvmaling eller egentlig opløsningsmiddelholdig grundmaling.

De hidtidige erfaringer peger i retning af at kombinationssystemer, især kombinationer med zink som grundbehandling, giver særdeles gode resultater.

I forlængelse af projektet vil der blive gennemført en række demonstrationsprojekter med det formål at dokumentere fordele og ulemper ved fuldskala anvendelse af vandige malinger til beskyttelse af konstruktionsstål.



### 3. Vandige malinger, generelt

En litteraturundersøgelse danner grundlag for afsnittet. Der er ikke angivet detaljhenvisninger til litteraturlisten, men listen er emneopdelt, således at litteraturen til de aktuelle afsnit kan genfindes.

#### 3.1 Sammensætning

Vandige malinger er produkter, hvor vand udgør mindst 80% af malingens fordampelige del.

Polymerbindemidlet i malingen kan foreligge enten som "ægte" opløsning, som kolloidal opløsning, eller som dispersion. Polymerens fordelingstilstand bestemmes af molekylvægten og partikelstørrelsen. For fremstilling af korrosionshindrende malevarer anvendes overvejende vandige dispersioner (polymer i fast form dispergeret i vand), eller vandige emulsioner (polymere i flydende form dispergeret i vand).

#### *Bindemidler*

Ved formulering af korrosionshindrende malevarer anvendes hovedsagelig følgende polymere:

- acryl
- styren/acryl
- vinyl/acryl
- styren/butadien
- urethan
- alkyd

For optimering af filmegenskaberne kan der også anvendes en kombination af bindemidler, f.eks. acryl/alkyd, eller styrenacryl/alkyd.

#### *Pigmenter*

Vandige malinger indeholder hovedsageligt rusthindrende pigmenter med et indhold af fosfater og borater, som miljømæssigt er en klar forbedring i forhold til de traditionelle rusthindrende pigmenter med indhold af bly og chrom.

#### *Tilsætningsstoffer*

Ved fremstilling af bindemidler anvendes forskellige overfladeaktive stoffer som emulgeringshjælpemidler og beskyttelseskolloider. Disse additiver har som følge af deres hydrofilitet ofte en tilbøjelighed til også at gøre malingfilmen vandfølsom.

Endvidere kræves ved fremstilling af maling yderligere tilsætning af overfladeaktive stoffer, dispergeringsmidler, fortykningsmidler, additiver for eliminering af filmfejl, med risiko for yderligere at øge filmens vandfølsomhed. Ved anvendelse af egnet formuleringsteknik søges at få optimale filmegenskaber med hensyn til en høj beskyttelsesværdi for det vandfortyndbare malingsystem.

Polymeremulsionerne og dispersionerne er stabile inden for et bestemt pH-område, f.eks. pH 8-9 (acryl) eller pH 4-5 (vinyl/acryl). Ved tilsætning af aminer eller ammoniakvand, indstilles den nødvendige pH-værdi. Man skal være opmærksom på denne stabilitetsfølsomhed, og f.eks. kun anvende pigmenter og fyldstoffer, der ikke kan forrykke pH-balancen. For at undgå stabilitetsproblemer, tilsættes

polymeren i reglen først efter dispergeringsprocessen af pigmenter og fyldstoffer.

Det store indhold af vand som "opløsningsmiddel" kan give visse vanskeligheder med påføringen af vandfortyndbare malevarer. Vandets høje overfladespænding kræver tilsætning af additiv, således at den nødvendige befugtning af stålunderlaget sikres. For at kunne undgå rustdannelse i form af såkaldt "flash rust" allerede ved malevarens påføring, skal malevaren være tilsat en inhibitor.

Tilsætning af små mængder konserveringsmiddel er nødvendig som beskyttelse imod mikrobiologiske angreb ved såvel malevarens lagring i emballagen, som i den påførte malingfilm.

Polymeremulsioner og dispersioners viskositet er uafhængig af deres opbygning (molekylvægt). Malevarens rheologiske egenskaber ved lagring, påføring og filmdannelse er afhængige af type og mængde af fortykningsmiddel. I de senere år har man udviklet såkaldte "assosiative thickeners", alkaliopløselige acryl- eller urethanpolymerer. Disse additiver har et antal hydrofobe "arme", der søger mod andre partiklers overflade. Ved denne form for "brobygning" imellem bindemiddel- og pigmentpartiklerne opnås en større stabilitet i malevaren, dvs. bedre flydeegenskaber.

#### Vand- og opløsningsmidler

Vandige malinger indeholder foruden vandet som dispergeringsmedium såkaldte co-solventer, dvs. hjælpeopløsningsmidler, der blødgør polymerene og derved beforder filmdannelse ved lave temperaturer (5-10°C).

De anvendte co-solventer er relativt langsomt fordampende, f.eks. glycolethere.

### 3.2 Malingfilmens beskyttelsesfunktion

En malingfilm vil kunne beskytte stålet imod rustangreb på to forskellige måder:

- ved at hindre skadestofferne i at trænge igennem til stål-overfladen (barrierevirkning), og/eller
- ved at binde de for rustdannelsen nødvendige ioner (kemisk aktiv rusthindring).

Barrieren opnås ved anvendelsen af et relativt diffusionstæt bindemiddel. Effekten kan styrkes ved anvendelse af skælfornede pigmenter (f.eks. jernglimmer) og fyldstoffer (f.eks. mica). Der opnås herved en væsentlig forlængelse af diffusionsvejen på grund af partiklernes overlappning i malingfilmen. Endelig øges barriereeffekten med tiltagende lagtykkelse.

Ved at tilsætte grundmalingen (primeren) såkaldte "aktivt rusthindrende pigmenter" opnås den anden mulighed for malinglagets beskyttelsesfunktion.

Begge beskyttelsesmekanismer kan indbygges i vandige malinger.

Imidlertid vil barriereeffekten være forholdsvis vanskelig at opnå, idet filmdannelsesprocessen er tilbøjelig til at efterlade kapillarkanaler imellem polymerpartiklerne.

Endvidere vil der som nævnt ofte optræde rester af hydrofile grupper som gør filmen følsom over for fugtpåvirkning.

Beskyttelsesfunktionen må altså først og fremmest overdrages til aktive pigmenter i grundmalingen.

### 3.3 Tørring af vandige malinger

Sammenlignet med opløsningsmiddelholdige malinger

Arbejdet med vandfortyndbare malinger til korrosionsbeskyttelse hævdes af nogle at være besværligt og økonomisk uigennemførligt fordi malinglagene ikke vil tørre inden for en overskuelig tid. Se i øvrigt afsnit 4.2.

Tørring af vandfortyndbar maling forudsætter, at den dannede vanddamp fjernes fra området omkring den tørrende overflade. Der er en direkte sammenhæng mellem fugtigheden af den omgivende luft og tørringshastigheden. Stiger luftens fugtighed til nær 100% går tørringen i stå.

Forholdene er (noget) anderledes for opløsningsmiddelholdige malinger, eftersom opløsningsmidler ikke findes naturligt i forekommende luft og hvor man ventilerer kraftigt omkring det malede emne for at hindre risikoen for eksplosion eller brand. Der er altid et stort luftoverskud og ingen væsentlig bremse på tørringsforløbet, idet luften på intet tidspunkt vil være tilnærmelsesvis mættet med dampe.

For at foretage en sammenligning af tørringsforløbet i de to tilfælde må man se på, hvorledes arbejdet udføres i praksis.

#### *Malearbejde i praksis*

Sprøjtemaling af emner i konstruktionsstål udføres i malehaller med en ventilation svarende til Brandinspektionens krav.

Større malehaller indeles f.eks. i sektioner á ca. 160 m<sup>2</sup>, der ventileres individuelt. Erfaringer viser, at en sektion af den nævnte størrelse kan rumme emner med op til 200 m<sup>2</sup> overflade for malebehandling. Emnerne opstilles på paller eller bukke og med så meget mellemrum, at sprøjtearbejdet er praktisk gennemførligt.

Påføring af ét malinglag kan i så fald udføres i løbet af ca. 2 timer.

Under og efter påføringen ventileres i henhold til Brandinspektionens krav, dvs. med et luftskifte på 30 × pr. time for rumfang på 400 m<sup>3</sup> eller derover.

I øvrigt kan der gøres følgende generelle forudsætninger:

Lufttemperatur i hal:	20°C
Gennemsnitlig udetemperatur:	7°C
Relativ fugtighed i udeluft:	70% RF

#### *Påføring af opløsningsmiddelholdig maling*

Indledningsvis kan man herefter beregne luftforbrug og det dermed forbundne energiforbrug ved oparbejdning af emner med opløsningsmiddelholdig maling.

Arbejdet forudsættes at foregå som nævnt ovenfor, dvs. 200 m<sup>2</sup> emner pr. 160 m<sup>2</sup> hal. Sprøjtearbejdet udføres på 2 timer med et antaget forbrug af maling på gennemsnitlig 0,4 liter pr. m<sup>2</sup> (pr. påføring) svarende til 0,27 ltr. opløsningsmiddel pr. m<sup>2</sup> overflade. Efter påføringen henstår emnerne til afdunstning og tørring yderligere 2 timer, og det antages at ventilationen fortsætter uformindsket i denne periode, i alt 4 timer.

Indvendig højde af hallen sættes til 5 m.

Den samlede luftmængde er herefter:

$$4 \times 30 \times 5 \times 160 = 96.000 \text{ m}^3$$

eller  $96.000/200$

$$= 480 \text{ m}^3 \text{ luft/m}^2 \text{ emneoverflade}$$

Det antages videre, at udeluft opvarmes til  $20^\circ\text{C}$  uden forøgelse af fugtindholdet, og at luften efter brugen uden videre sendes tilbage til omgivelserne. Energiindholdet i luften kan herefter med god tilnærmelse beregnes ved at anvende et IX-diagram (se bilag 10). Benyttes data for frisk luft og udgående luft som nævnt ovenfor finder man energiindholdet,  $H$ , således:

$$H_{\text{ind}} = 18 \text{ kJ/kg luft}$$

$$H_{\text{ud}} = 31 \text{ kJ/kg luft}$$

Forskellen,  $\Delta H$ , er  $13 \text{ kJ/kg luft}$ .

Energiforbruget ved ventilation af  $1 \text{ m}^2$  emneoverflade med  $480 \text{ m}^3$  luft er herefter, idet vægtfylden, for luft er  $1,2 \text{ kg/m}^3$ :

$$480 \times 13 \times 1,2 = 7.488 \text{ kJ/m}^2 \text{ emne}$$

eller  $2,08 \text{ kWh/m}^2 \text{ emne}$ .

Den teoretisk nødvendige luftmængde (for overholdelse af nedre eksplosionsgrænse og med sikkerhedsmargin) er  $100 \text{ m}^3$  pr. ltr. opløsningsmiddel, eller i det foreliggende tilfælde  $27 \text{ m}^3$  luft pr.  $\text{m}^2$  emneoverflade.

Dette betyder, at man i praksis anvender en luftmængde (og energimængde), som er 15-20 gange større end den teoretisk nødvendige.

#### *Påføring af vandig maling*

Luftbehov ved tørring af vandige malinger må beregnes ud fra teoretiske overvejelser.

Tørrehastigheden er som tidligere nævnt meget afhængig af fugtindholdet i den omgivende luft. Hastigheden er bestemt eksperimentelt, og følgende generelle formel er opstillet af NIF:

$$\log_{10} \left( \frac{\text{tørretid}}{d} \right) = \log_{10} (1,35 + 0,04RF \div 0,15v) \div 0,04T$$

hvor

- $d$  = tør lagtykkelse af malinglaget ( $\mu\text{m}$ )
- $RF$  = relativ fugtighed af omgivende luft
- $v$  = lufthastigheden ( $\text{cm/sek.}$ ) ( $v < 20 \text{ cm/sek.}$ )
- $T$  = temperatur ( $^\circ\text{C}$ )

En grafisk fremstilling af formlen er vist i bilag nr. 2, idet lufthastigheden er konstant og så lav som  $0,1 \text{ m/sek.}$

Kurverne viser tørretiderne under forskellige klimaforhold for 2 forskellige lagtykkelser.

I den aktuelle maling var der 4% restopløsningsmiddel (vand + co-solventer) tilbage i filmen, da den blev bedømt som tør.

Generelt gælder formelen for alle vandige malinger, men variationen i indhold af co-solventer kan give en mere eller mindre blød film i en kortere eller længere periode efter vandets afdampning.

Det fremgår heraf, at ved luftfugtighederne 60-80% vil malinglagets tørretid for 60  $\mu\text{m}$  lagtykkelse være følgende:

ved 20°C: op til 45 min.

ved 15°C: op til 75 min.

ved 10°C: op til 110 min.

Til de tidligere betingelser for ventilationen kan herefter eksempelvis føjes, at den relative fugtighed i sprøjtehallen er 60% RF eller mindre. Betingelserne er herefter:

Lufttemperatur i hal:	20°C
Relativ luftfugtighed i hal:	max. 60% RF
Gennemsnitlig udetemperatur:	7°C
Relativ fugtighed i udeluft:	70% RF

For at beregne den nødvendige luftmængde og energiforbruget ved tørringen anvendes igen IX-diagrammet til at finde luftens vandindhold,  $x$ , og energiindholdet,  $H$ , således:

Indhold af vanddamp:

$$x_{\text{ind}} (7^\circ\text{C}, 70\% \text{ RF}) = 0,0044 \text{ kg vand/kg luft}$$

$$x_{\text{ud}} (20^\circ\text{C}, 60\% \text{ RF}) = 0,0086 \text{ kg vand/kg luft}$$

Forskellen,  $\Delta x$ , er : 0,0042 kg vand/kg luft.

Energiindholdet findes til:

$$H_{\text{ind}} = 18 \text{ kJ/kg luft}$$

$$H_{\text{ud}} = 42 \text{ kJ/kg luft}$$

Forskellen,  $\Delta H$ , er : 24 kJ/kg luft.

Antages det som førhen, at der skal fjernes 0,27 ltr. opløsningsmiddel (vand) pr.  $\text{m}^2$  overflade bliver den nødvendige luftmængde:

$$0,27/0,0042/1,2 \approx 54 \text{ m}^3 \text{ luft/m}^2 \text{ overflade.}$$

Energiforbruget er:

$$24 \times 0,27/0,0042 = 1.543 \text{ kJ}$$

svarende til ca. 0,43 kWh/ $\text{m}^2$  emne.

I efterfølgende skema er forudsætninger og data angivet summarisk.

	Vandig maling	Opløsnings- middelholdig maling
Værkstedetsareal	160 m <sup>2</sup>	160 m <sup>2</sup>
Højde i værksted	5 m	5 m
Emneareal	200 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>
Tid for påføring af et malinglag	2 timer	2 timer
Forbrug af maling	0,4 l/m <sup>2</sup> ~ 0,27/vand/m <sup>2</sup>	0,4 l/m <sup>2</sup> ~ 0,27/opl.mid./m <sup>2</sup>
Lufttemperatur i hal	20°C	20°C
Relativ luftfugtighed i hal	max. 60% RF	
Gennemsnitlig udetemperatur	7°C	7°C
Relativ fugtighed i udeluft	70% RF	70% RF
Nødvendig luftmængde i.h.t. Brandinspektionen		480 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> emne i.h.t. Brandinspektionen
Nødvendig luftmængde for overholdelse af nedre eksplosionsgrænse		27 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> emne
Nødvendig luftmængde for at fjerne vand	54 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> emne	
Nødvendig energimængde	0,43 kwh/m <sup>2</sup>	2,08 kwh/m <sup>2</sup>

#### Kommentarer

Det kan konkluderes, at tørring af vandfortyndbare malinger, med den nødvendige ventilation, kan ske forholdsvis hurtigt og uden forøgelse af energiforbruget i forhold til den nuværende praksis.

Den nødvendige luftmængde er kun ca. 1/8 (en ottendedel) af hvad der sædvanligvis anvendes ved sprøjtepåføring og tørring af opløsningsmiddelholdig maling.

I praksis kan man vælge at reducere luftskiftet fra de nuværende 30 gange pr. time til 10-15 gange pr. time og fortsat gennemføre tørringen i løbet af 1 time efter sprøjtearbejdets afslutning.

Samtidig bør man hæve temperaturen af den indblæste luft med 3-4°C for derved at kompensere for varmekonsumet til fordampning af vand. Fordampningen af vand bevirker at man i hallen fortsat vil have ca. 20°C.

Der kan opstå problemer på en varm og fugtig sommerdag, idet tørringen her kan forventes at gå i stå. Affugtning vil i det tilfælde være en hensigtsmæssig løsning.

Efter tørringsperioden er der tale om yderligere en fase i filmdannelsesforløbet, nemlig hærdning der dels er en sammensmeltning af polymerpartikler, dels fordampning af co-solventer.

Først herefter har produktet opnået fuldstændig modstandsdygtighed over for alle tænkelige klimapåvirkninger slagregn, kondens og neddypning samt frost.

Ved 20°C ligger hærdningsfasen typisk på 2-3 timer, hvorfor den samlede tid til færdig film er omkring 4 timer ved 20°C.

Disse tider forlænges naturligt ved lavere temperaturer, hvilket i praksis kan betyde at malingen ved udendørs arbejde nemt kan blive ødelagt, når tiden for sidste fase er forlænget på grund af lave temperaturer.

### 3.4 Accelererede prøvninger

Accelererede prøvninger har til formål at tilvejebringe et udtryk for et malingsystems beskyttelsesværdi inden for et kortere tidsrum (op til 3 måneder).

De "klassiske" testmetoder har tilfælles, at prøverne konstant befinder sig i et testklima med nær 100% fugtighed; og ved temperaturer, der ligger højere end den temperatur, de i praksis vil blive udsat for. Typiske korttidsmetoder er : salttågekammer, fugtkammer, og den såkaldte "Kesternich"-test med SO<sub>2</sub> som aggressivt medium. I dag må man erkende, at resultaterne ikke altid korrelerer med de praktiske erfaringer. Dette er specielt et problem ved vandige malinger, bl.a. på grund af indholdet af hydrofile grupper i den tørre film, hvilket indebærer at filmen får et urealistisk højt vandindhold og derved mister en del af beskyttelsesevnen.

#### "SCAB"-test

Nyere accelererede prøvningsmetoder er baseret på cykliske påvirkninger (skiftende fugt/tørring). I bilindustrien finder man forskellige varianter af den såkaldte "SCAB"-test, som udføres både udendørs og i et kammer.

Prøveemnerne befugtes periodisk med en saltopløsning, og inden afprøvningen er prøverne blevet "skadede" ved rids, eller ved "beskydning" med små kugler.

#### "Prohesion"-test

Ved den såkaldte "Prohesion"-test har man erstattet den 5% Natriumchlorid-opløsning fra salttågetesten med en blanding af 0,35% Ammoniumsulfat og 0,05% Natriumchlorid i vand. Med den opløsning besprøjtes prøverne f.eks. i en time, og herefter tørres de 2 timer ved indblæsning af luft i kammeret. Testmetoden anvendes i England med gode resultater.

#### "Dip and dry"-test

En anden cyklisk afprøvning er den såkaldte "Dip and Dry"-test. Prøverne eksponeres skiftevis  $\frac{1}{2}$  time i en 5% NaCl-opløsning ved 40°C ("dip"), og  $\frac{1}{2}$  time i et varmeskab ved 60°C og 60% RH ("dry"). Ved forsøg på NIF fandtes med ialt 70 cykler (ca. 10 arbejdsdage) god overensstemmelse med langtidseksponering i landligt og maritimt klima.

#### NIF-ART

"NIF-ART" (Acid Rain Test) er nærmere betegnet en "semi-accelereret" testmetode, da prøverne her eksponeres ialt 3 måneder på et udendørs stativ, hvor de i 5 min. pr. time besprøjtes med kunstigt regnvand. Vandets surhedsgrad (pH 3,5) er blevet indstillet med en syreblanding (svovlsyre, salpetersyre, saltsyre), for hermed at kunne tilføre nogle af den "sure regns" skadestoffer. Der fandtes korrelation mellem resultater fra "NIF-ART" og fra forskellige eksponeringer udendørs af henholdsvis 2 års (maritimt klima) og 3 års (landligt klima) varighed.

Det skal bemærkes, at nogle vandfortyndbare malingsystemer ved en tidligere afprøvning med henholdsvis "Dip and Dry" og NIF-ART" gav gode resultater, der korrelerede

des med resultaterne fra langtidseksposering udendørs, mens der ikke var korrelation ved parallelforsøg i både salttågekammer og fugtkammer.

### 3.5 Praktiske erfaringer med vandige malingsystemer

I modsætning til bygningsmaleområdet har anvendelsen af vandige malinger til beskyttelse af stålkonstruktioner hidtil været relativt begrænset. Dette må på den ene side tilskrives de ofte direkte misvisende resultater fra korttidsafprøvningsmetoder, især salttågetest. På den anden side har den "første generation" af polymeremulsioner haft en relativt ringe beskyttelsesværdi i korrosive miljøer. I de senere år er der blevet udviklet bindemidler specielt med henblik på anvendelse i korrosionshindrende malinger.

I Californien har man siden 1979 anvendt et vandigt malingsystem som vedligeholdsmaling på motorvejsbroer. En grundmaling på basis af styrenacrylat og en dækmaling på basis af acrylat påførtes brokonstruktionerne i både et landligt miljø og i umiddelbar nærhed af havet. Det overvejes at anvende malingsystemet også andre steder i USA, og i et såkaldt "mildt og moderat miljø".

I Tyskland har man med godt resultat overfladebehandlet stålranke på en stor kemisk fabrik (BASF). Det her påførte malingsystem var på basis af en styren-butadien emulsion.

De danske erfaringer er indsamlet i afsnit 4.

## 4. Kommercielle malingsystemer

I den sidste halve snes år er der kommet en række vandige malinger på markedet. Den praktiske anvendelse til korrosionsbeskyttelse i korrosionsklasse 2 og 3 har været beskednen.

For at få identificeret produkter, typer, mængder, blev der udsendt forespørgsler til malingleverandører på det danske marked.

Hensigten var at udvælge en række malingsystemer som har været anvendt på stålkonstruktioner der kunne gøres tilgængelig for inspektion.

Endvidere er rettet henvendelse til en udvalgt række maleentreprenører vedrørende deres erfaringer med anvendelsen af vandige systemer.

### 4.1 Forespørgsler til leverandører

Der blev udsendt forespørgsel til 15 malingleverandører, såvel producenter som importører.

Af disse havde 5 leverandører kommercielt tilgængelige vandige malingsystemer til korrosionsbeskyttelse og var interesserede i at indgå i undersøgelserne.

Produkterne har været markedsført i perioden 1974-85 og malede konstruktioner kunne anvises.

Opfattelsen hos de største leverandører af vandige produkter er, at de teknisk set er på højde med de gængse én-komponente produkter op til og med korrosionsklasse 3.

Imidlertid er der almindelig enighed om, at vandige malinger anvendelsesteknisk har nogle begrænsninger, idet kravene til min. påføringsstemperatur og maks. luftfugtighed indskrænker anvendelsen.

Endvidere kan der være påføringsmæssige vanskeligheder både ved pensel- og sprøjtepåføring, ligesom de vandige produkter er længere tid om at blive fugtbestandige samt kræver en bedre forbehandling.

Nogle af leverandørerne nævnte at der i visse tilfælde opstod flash-rust efter påføring af grundmalingen (små rustpletter igennem malingfilmen). Den præcise årsag til fænomenet kendes ikke, og det vurderes erfaringsmæssigt at være uden betydning.

Det er leverandørernes opfattelse, at vandige malinger vil være egnede til vedligeholdsmaling, idet de er kompatible med stort set alle én-komponente malingtyper samt zinkbelagte overflader.

Generelt vurderes priserne for de vandige produkter at være højere end for tilsvarende opløsningsmiddelholdige, hvilket henføres til dyrere indgående råvarer.

På længere sigt vurderer leverandørerne at de vandige malinger vil kunne opnå følgende markedsandele herhjemme:

- Værksted: 50-90%
- Udendørs: 10%

Såvel leverandører af de omtalte produkter som nogle af de øvrige forespurgte er i gang med udviklingsarbejde på området.

Flere leverandører mente, at systemer der kombinerer opløsningsmiddelholdige med vandige malinger i en lang række tilfælde ville være attraktive. De konkrete erfaringer på området er dog yderst sporadiske.

Den kombination der umiddelbart må karakteriseres som hensigtsmæssig er en zinkbelægning (i form af zinkstøvmaling, sprøjtemetallisering eller varmforzinkning) afsluttet med et vandigt malingsystem.

I dag udgør omsætningen af de vandige produkter i forhold til de opløsningsmiddelholdige 1-40% af leverandørernes omsætning. De høje relative andele er for leverandører med en lille absolut omsætning. Totalt set må omsætningen vurderes at ligge omkring 2%.

#### 4.2 Status i virksomheder

Der er foretaget henvendelse til 24 maleentreprenører, som udfører mindst 80% af det totale antal m<sup>2</sup> der korrosionsbeskyttes i Danmark, med henblik på identifikation af barrierer mod brug af vandige malingsystemer.

Ud af de 24 virksomheder havde 10 anvendt et vandigt malingsystem på ialt 14 konstruktioner, hvoraf kun én kan karakteriseres som en større konstruktion. Af de 14 konstruktioner var 10 malet med samme system.

Arbejdet på disse konstruktioner er udført i perioden 1983-1987.

3 af virksomhederne var i gang med planlægning af forsøg med et vandigt malingsystem.

Generelt mente virksomhederne at produkterne var

- for dyre
- vanskeligere at arbejde med
- krævede flere lag
- for langsomme til at tørre
- bløde i for lang tid

i forhold til de opløsningsmiddelholdige produkter.

Enkelte af virksomhederne anførte dog, at de vandige produkter, efter deres opfattelse, var på højde med traditionelle produkter og i tilgift gav klare arbejdsmiljømæssige fordele ved arbejde udenfor værksted, herunder bl.a. i forholdet til andre entreprenører.

En enkelt virksomhed havde gode erfaringer med anvendelsen, idet værkstedet var indrettet således at tørretiderne kunne holdes på et minimum, hvorved emnerne var håndterbare hurtigere end ved traditionelle én-komponente systemer.

Enkelte af de adspurgte firmaer pegede på muligheden af at kombinere opløsningsmiddelholdige malinger med vandige malinger til ét system.

Som også leverandørerne var inde på, (jvf. pkt. 4.1) var det især kombinationer med en zinkbelægning der tiltrak sig interesse.

#### 4.3 Tilstandsvurderinger

På baggrund af forespørgslerne til malingleverandører og entreprenører er der foretaget tilstandsvurdering af 8 kon-

struktioner med henblik på vurdering af holdbarheden af de vandige malingsystemer.

På næste side er anført en oversigt over tilstanden af disse systemer.

Detailresultater er anført i bilag 3b.

Besigtigelserne af de 8 konstruktioner viser, at et vandige malemateriale har kunnet yde en tilfredsstillende korrosionsbeskyttelse i hvert fald inden for en kortere tidshorisont.

Det skal imidlertid bemærkes, at hovedparten af de vurderede konstruktioner er påført et kombinationssystem, enten hvor den vandige maling er anvendt som vedligeholdsmaling ovenpå et opløsningsmiddelholdigt malingsystem eller en zinkbelægning, eller anvendt til nybehandling sammen med en opløsningsmiddelholdig grundmaling.

På de relativt få konstruktioner der er behandlet med et rent vandigt system er tilstanden på nuværende tidspunkt lige så god som for et tilsvarende opløsningsmiddelholdigt system.

#### 4.4 Arbejds miljøanalyser for co-solventer

For at vurdere de enkelte malingers farlighed i arbejdsmiljøet, hvad angår indåndingsrisikoen fra opløsningsmidler, er der foretaget kemisk analyse for solventer og co-solventer. Den aktuelle kodning er herefter vurderet.

##### 4.4.1 Eksperimentelt

Analyser for opløsningsmidler og monomere, bortset fra vinylchlorid og vinylidenchlorid, er foretaget gaskromatografisk ved direkte injektion af malingerne, i visse tilfælde efter fortynding med vand. Identifikationen er foretaget ud fra retentionstider på to forskellige kapillarkolonner.

Der er analyseret for de i bilag 5 angivne opløsningsmidler, monomere m.m.

Lavtkogende komponenter (Kp. under ca. 100°C) i koncentrationer større end 0,01% og højt kogende komponenter i koncentrationer større end 0,1% er identificeret eller angivet som uidentificeret. For acrylmonomere og styren er grænsen i alle tilfælde 0,01%. I de malinger, hvor der er kulbrinteblandinger, er det dog muligt, at der findes komponenter i større koncentration end ovenfor angivet, som ikke er påvist.

Analyserne for vinylchlorid og vinylidenchlorid er udført ved en head space teknik efter retningslinier angivet i Anal. Chem. 48 (1976):9,1398.

De kvantitative bestemmelser er foretaget mindst som dobbeltbestemmelser. Spredningen var i de fleste tilfælde mindre end 20%, i enkelte tilfælde dog omkring 70%. Af den grund er resultaterne kun angivet med ét betydende ciffer.

Der er ikke foretaget bestemmelser af totalmængden af formaldehyd og ammoniak i malingerne, da totalmængden ikke giver oplysninger om, hvor meget der fordamper. Bestemmelse af, hvor meget ammoniak resp. formaldehyd, der fordamper fra produkter, indebærer meget omfattende undersøgelser og er heller ikke foretaget.

## Tilstandsvurderinger

Konstruktion Beliggenhed Korrosions- klasse	Underlag/vedligehold af	Behandling og alder	Tilstandsvurdering
Transformator-tårne Haslev KI 2	Varmforzinket stål med blymønje-alkydsystem 20-30 år	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afrensning af løs maling og rust</li> <li>- Afføtning</li> <li>- A1, 50 µm T/F</li> <li>- A2, 50 µm T/F</li> <li>- A3, 50 µm T/F</li> <li>- 4 år</li> </ul>	Ingen korrosionsskader Få mekaniske skader Film løsnet omkring skader (2-3 cm) Vedhæftning, DS/ISO 2409 kl 2-5 ~ generelt dårlig på grund af primer og afrens- ning Svag til middel kridtning
Kornsiloe Odense Havn KI 3	Stål med blymønje- alkydsystem 7 år	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Højtryksspuling med sand</li> <li>- Slibning af tæring</li> <li>- Blymønje på tærede om- råder</li> <li>- A 1 (total T/F 300-450 µm)</li> <li>- 3 år</li> </ul>	Korrosionsskader på 5% af tidligere skader Tilsmudset, især top Vedhæftning er dårlig, brud i blymønje
Pigment siloe Kolding KI 3	Stål	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sandblæsning Sa 2½</li> <li>- D1, 300 µm T/F</li> <li>- D2, til dækning</li> <li>- D2, til dækning (1987)</li> <li>- 1-2 år</li> </ul>	Ingen korrosionsskader Vedhæftningen er god Smudsmodtagelig (især mod syd)
Kranbaner Rødekre KI 2	Stål med blymønje- alkydsystem 20 år	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stålbørstning af tærede områder</li> <li>- Blymønje på tærede områder</li> <li>- E2, til dækning</li> <li>- 2 år</li> </ul>	Enkelte ubetydelige korro- sionsskader Mekaniske skader 0,5-5 cm <sup>2</sup> på udsatte områder. Den vandige film er løsnet 1-2 mm omkring skader God smudsafvisning
Kølerør Enstedværket Åbenrå KI 3 (indendørs)	Stål med blymønje- alkydsystem Årlige eftersyn og vedligehold	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stålbørstning</li> <li>- Sandblæsning Sa 2 af tæring</li> <li>- Evt. opfræsning af tæring</li> <li>- Blymønje/Zn primer</li> <li>- E1</li> <li>- E2</li> <li>- Total T/F 170-500 µm</li> <li>- 1 år</li> </ul>	Korrosionsangreb på bolte og møtrikker
Gasbeholder Sundby Gasværk, København KI 3	Stål	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Højtryksspuling med emulsionsrensemiddel</li> <li>- Sandblæsning Sa 2½</li> <li>- F1, 60 µm T/F</li> <li>- F2, 60 µm T/F</li> <li>- F2, 50 µm T/F</li> <li>- 2 år</li> </ul>	Ingen korrosionsskader God smudsafvisning
Vandbehandlings- anlæg Sundby Gasværk, København KI 3 (indendørs, klorid og syre- påvirkning)	Stål	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sandblæsning Sa 2½</li> <li>- 2 K, zinkprimer</li> <li>- E1, 40 µm T/F</li> <li>- E1, 40 µm T/F</li> <li>- E2, 40 µm T/F</li> <li>- 2 år</li> </ul>	Generelt ingen korrosions- skader, men lokale skader ved svejse sømme og kanter
Olietanke kalundborg KI 3	Stål	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sandblæsning (Sa 2½)</li> <li>- F1, 60 µm</li> <li>- F1, 60 µm</li> <li>- E2, 40 µm</li> <li>- E2, 40 µm</li> <li>- 4-7 år</li> </ul>	Lettere tilsmudset. Generelt ingen korrosions- skader

\* T/F: Tør filmlagtykkelse

## 4.4.2 Resultater

Maling mrk.	Type solvent/co-solvent	
A <sub>1</sub>	2-Propanol Ethylglycol Exol D40	0,6% 0,9% 2%
A <sub>2</sub>	2-Propanol Ethylacetat Ethylglycol Min. terpentin	0,3% 0,1% 1% 4%
A <sub>3</sub>	Butanol Ethylenglycol Propylenglycol Tributylfosfat	0,04% 0,6% 7% 1%
B <sub>1</sub>	Tert. Butanol Butanon Isobutanol 2-Hexanon Styren Xylen Butylglycol Uidentificeret, kp. ca. 90°C Uidentificeret, kp. ca. 120°C	0,05% 0,05% 0,06% 0,1% 0,2% 0,2% 6% 1% 0,4%
B <sub>2</sub>	Butanon 2-Propanol Xylen Styren Butylglycol Texanol Uidentificeret, kp. ca. 90°C Uidentificeret, kp. ca. 120°C	0,1% 0,07% 0,5% 0,2% 4% 2% 0,4% 0,1%
C <sub>1</sub>	Uidentificeret, kp. ca. 200°C Mineralolie, kp. ca. 200-350°C	0,2% 0,3%
C <sub>2</sub>	Ethanol n-Butanol Mineralsk terpentin	0,2% 0,04% 0,8%
D <sub>1</sub>	2-Propanol n-Butanol Propylenglycol Butyldiglycol Uidentificeret, kp. ca. 200°C	0,05% 0,03% 0,8% 0,2% 3%
D <sub>2</sub>	2-Propanol Propylenglycol Butyldiglycol Texanol	0,07% 5% 0,1% 1%
E <sub>1</sub>	Ethanol 2-Propanol tert. Butanol Butylglycol Mineralsk terpentin Texanol	0,04% 0,05% 0,05% 2% 0,2% 3%
F <sub>1</sub>	Butylglycol Texanol Vinylchlorid Vinylidenchlorid	1% 0,3% 0,3 ppm 0,6 ppm

#### 4.4.2 Resultater - fortsat

Maling mrk.	Type solvent/co-solvent	
E <sub>2</sub> /F <sub>2</sub>	Ethanol	0,04%
	2-Propanol	0,08%
	tert. Butanol	0,05%
	Mineralsk terpentin	0,1%
	Texanol	4%
H <sub>2</sub>	Methanol	0,04%
	Ethanol	0,01%
	n-Butanol	0,05%
	Propylenglycol	0,7%

#### 4.4.3 Arbejds miljømæssig vurdering

Produkterne er udelukkende vurderet ud fra de angivne analyseresultater. Der er således ikke taget stilling til tallet efter bindestregen i kodemærkningen.

Analyseresultaterne er behæftet med usikkerhed, hvilket kan betyde, at et produkt, der er formuleret således, at det ligger nær grænsen mellem to kodninger, ud fra analyseresultaterne vurderes til at ligge en gruppe højere eller lavere end den, som den virkelige sammensætning foreskriver. I de tilfælde, hvor der er uoverensstemmelse mellem den aktuelle og den ud fra analyseresultaterne beregnede kodning, er årsagerne hertil søgt klarlagt.

Formaldehyd- og ammoniakindhold er som tidligere nævnt ikke bestemt, hvorfor eventuelle gener/sundhedsfarer forårsaget af disse stoffer ikke har kunnet medtages i vurderingen.

I det følgende er skelnet mellem flygtige og tungtflygtige stoffer. Tungtflygtige er butyldiglycol, ethylenglycol, mineralolie, Texanol, tributylfosfat og uidentificerede stoffer med kogepunkt over 200°C. Inddelingen er foretaget på grundlag af erfaringer med afdampning fra vandfortyndbare produkter.

Flygtige stoffer kan i uventilerede omgivelser medføre koncentrationer i arbejdsluften på 100 mg/m<sup>3</sup> eller mere. Ved meget lave indhold i produkterne vil afgangningen formentlig være væsentligt lavere, og i de fleste tilfælde ubetydelig. Undtagelser fra dette er ekstremt flygtige stoffer som formaldehyd og ammoniak, der - afhængigt af malings sammensætning - i visse tilfælde kan medføre koncentrationer omkring grænseværdierne ved indhold i malevarerne på under 0,1%.

Tungtflygtige stoffer medfører i reglen væsentligt lavere koncentrationer i arbejdsluften.

Alle de nævnte opløsningsmidler må formodes at kunne medføre hjerneskrader, hvis koncentrationerne i luften er tilstrækkelig høj.

Den aktuelle MAL-kodning i henhold til Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 464 af 3. august 1982, dvs. tallet før bindestregen, er som nævnt vurderet på basis af analyseresultaterne.

#### Vurdering af de enkelte produkter

A<sub>1</sub> (Kode 0-1)

Produktet indeholder tre flygtige opløsningsmidler, 2-propanol, ethylglycol og Exol D 40. Disse tre vil alle erfa-

ringsmæssigt kunne give anledning til betragtelige koncentrationer i arbejdsluften. Specielt er indholdet af ethylglycol uheldigt, da afgangen fra produktet hurtigt vil kunne nå den nugældende grænseværdi på 5 ppm. Da ethylglycol i dyreforsøg har vist reproduktionsskadelig effekt, bør den så vidt muligt ikke findes i vandfortyndbare malevarer. Der findes substitutionsmuligheder, f.eks. en blanding af propylenglycol-derivater. Der er overensstemmelse mellem den aktuelle kodning og kodning på grundlag af analysen.

*A<sub>2</sub> (Kode 0-1)*

Produktet indeholder fire flygtige opløsningsmidler. 2-propanol, ethylglycol og mineralisk terpentin vil erfaringsmæssigt kunne give anledning til betragtelige koncentrationer i arbejdsluften, mens ethylacetat næppe vil medføre gener i den påviste koncentration. Der er overensstemmelse mellem den aktuelle kodning og kodning på grundlag af analysen.

*A<sub>3</sub> (Kode 0-1)*

Produktet indeholder et flygtigt stof, butanol, og tre tungt-flygtige stoffer, ethylenglycol, propylenglycol og tributylfosfat. I de nævnte koncentrationer vil disse stoffer næppe medføre gener. Kodningen er korrekt ud fra de foreliggende oplysninger.

*B<sub>1</sub> (Kode 0-1)*

Produktet indeholder seks flygtige stoffer i lav mængde: tert-butanol, butanon, isobutanol, 2-hexanon, styren og xylene. Blandt disse skal styren og 2-hexanon fremhæves. Styren kan bl.a. medføre kromosomskader, og 2-hexanon kan medføre skader på det perifere nervesystem. Da der er tale om alvorlige skader og da det er svært at fastsætte en nedre koncentrationsgrænse for, hvornår der ikke sker skader, bør disse stoffer generelt søges undgået eller holdes på et absolut koncentrationsminimum. Butylglycol, der er letflygtigt og forekommer i relativt stor koncentration, kan bl.a. medføre skader på de røde blodlegemer. Herudover findes to ikke-identificerede stoffer, hvoraf det ene er flygtigt. Hvis alle de identificerede stoffer medregnes, bliver koden 1-1.

Årsagen til, at produktet er mærket 0-1 er formodentlig, at producenten ikke har haft kendskab til indholdet af visse af de flygtige komponenter, formentlig på grund af det lave indhold.

*B<sub>2</sub> (Kode 0-1)*

Produktet indeholder i alt 6 flygtige stoffer: butanon, 2-propanol, xylene, styren, butylglycol og et uidentificeret stof. Blandt disse skal xylene, styren og butylglycol nævnes, se i øvrigt B1. Produktet indeholder endvidere to tungtflygtige opløsningsmidler, Texanol og et uidentificeret. Hvis alle de identificerede stoffer medregnes, bliver koden 1-1.

Årsagen til divergens mellem aktuel og beregnet kodning kan være usikkerhed ved de kemiske analyser eller at produktet er sammensat, så det ligger meget nær grænsen mellem de to kodninger.

*C<sub>1</sub> (Kode 00-3)*

Produktet indeholder et uidentificeret stof med K<sub>p</sub> ca. 200°C, og en mineralolie med K<sub>p</sub> 200-350°C. Produktet kan ikke med sikkerhed vurderes på det foreliggende grundlag, men fordampningen fra produktet må formodes at være beskeden. Der er formodentlig overensstemmelse mellem den aktuelle kodning og kodning på grundlag af analysen.

- C<sub>2</sub> (Kode 00-3)* Produktet indeholder tre flygtige stoffer. Ethanol og butanol vil næppe medføre gener i de anvendte koncentrationer. Mineralsk terpentin vil erfaringsmæssigt kunne medføre betragtelige koncentrationer i arbejdsluften. Kodningen er ud fra de foreliggende oplysninger korrekt. Der er overensstemmelse mellem den aktuelle kodning og kodning på grundlag af analysen.
- D<sub>1</sub> (Kode 00-1)* Produktet indeholder to flygtige stoffer, 2-propanol og butanol, der næppe vil medføre gener i de anvendte koncentrationer. Desuden findes tre tungtflygtige stoffer, propylenglycol, butyldiglycol og et uidentificeret stof med Kp ca. 200°C. Der er formodentlig overensstemmelse mellem den aktuelle kodning og kodning på grundlag af analysen.
- D<sub>2</sub> (Kode 00-1)* Produktet indeholder et flygtigt stof, 2-propanol, der næppe vil medføre gener i den anvendte koncentration. Desuden findes tre tungtflygtige stoffer, propylenglycol, butyldiglycol og Texanol. Kodningen er ud fra de foreliggende oplysninger korrekt. Der er overensstemmelse mellem den aktuelle kodning og kodning på grundlag af analysen.
- E<sub>1</sub> (Kode 00-1)* Produktet indeholder fem flygtige stoffer, hvoraf ethanol, 2-propanol og tert-butanol næppe vil medføre gener, mens butylglycol og mineralsk terpentin erfaringsmæssigt vil kunne måles i betragtelige koncentrationer. Desuden findes det tungtflygtige stof Texanol. Hvis alle de påviste indholdsstoffer medregnes, bør produktet kodes 0-X.  
Divergensen skyldes formodentlig, at producenten ikke er blevet oplyst om indhold af visse flygtige komponenter, formodentlig på grund af det lave indhold.
- F<sub>1</sub> (Kode 00-1)* Produktet indeholder et flygtigt stof, butylglycol, der erfaringsmæssigt vil kunne måles i betragtelige koncentrationer. Desuden findes det tungtflygtige stof Texanol. Monomererne vinylchlorid og vinylidenchlorid vil næppe medføre gener i de meget lave koncentrationer. Der er overensstemmelse mellem den aktuelle kodning og kodning på grundlag af analysen.
- E<sub>2</sub>/F<sub>2</sub> (Kode 00-1)* Produktet indeholder 4 flygtige stoffer, der næppe vil medføre gener i de påviste koncentrationer. Det drejer sig om ethanol, 2-propanol, tert-butanol og mineralsk terpentin. Desuden findes det tungtflygtige Texanol. Produktet er ud fra de foreliggende oplysninger korrekt kodet. Der er overensstemmelse mellem den aktuelle kodning og kodning på grundlag af analysen.
- H<sub>2</sub> (Kode 00-1)* Produktet indeholder tre flygtige stoffer, der næppe vil medføre gener i de påviste koncentrationer. Selv om indholdet af methanol er lavt bør stoffet generelt søges undgået, da det er giftigt. Desuden indeholder produktet det tungtflygtige stof propylenglycol. Der er overensstemmelse mellem den aktuelle kodning og kodning på grundlag af analysen.

## 5. Projektmalinger

### 5.1 Råvarer

De kommercielle malinger er suppleret med nogle malinger fremstillet specielt til projektet.

Begrundelsen herfor er:

- at få medtaget den seneste udvikling på bindemiddelområdet
- at få afprøvet råvareleverandørernes retningsrecepter
- at vurdere de miljømæssige forhold ved de nærliggende alternativer
- at få bedre repræsentation af de mulige kombinationer af bindemidler og pigmenter.

Der blev udsendt en forespørgsel til 16 råvareleverandører vedrørende fremsendelse af datablade, recepter og testresultater for vandige produkter til korrosionsbeskyttelse.

På basis af litteraturundersøgelse og de tilbagekomne svar blev det besluttet at fremstille de i nedenstående skema 5.1 anførte primere og dækmalinger, indeholdende de angivne bindemidler og pigmenter. De øvrige indgående komponenter fremgår af bilag 5a.

Opbygning af malingsystemerne er anført i skema 7.1.

Primere	Bindemiddeltipe
<b>Primere mrk.</b> I <sub>1</sub> J <sub>1</sub> M <sub>1</sub> O <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	Acrylpolymer Styren-acryl-copolymer Vinyl-acryl-copolymer Fed linolie-sojaolie-alkyd Styrenacryl i blanding med epoxiester ca. 6,7:1
<b>Inhiberende pigment i primeren</b> I <sub>1</sub> -P <sub>1</sub> desuden i primeren med styrenacryl: K <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	Zinkphosphat Basic zinc molybdenum phosphate hydrate Zinkborat
Dækmalinger	Bindemiddeltipe
<b>Dækmaling mrk.</b> I <sub>2</sub> = J <sub>2</sub> = K <sub>2</sub> = L <sub>2</sub> = P <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Acrylpolymer Vinylacryl-copolymer Fed linolie-sojaolie alkyd

Skema 5.1

## 5.2 Recepturer

Recepturerne af ialt 7 primere og 3 dækmalinger er baseret på råvareleverandørernes forslag. Der er blevet foretaget visse ændringer med hensyn til pigmentering, pigmentvolumenkonzentration, samt valget af additiver.

Recepturerne er gengivet i bilag 5b. Produktnumrene henvises til oversigten over råvarer i bilag 5a.

## 5.3 Fremstillingsproces

De enkelte malinger blev fremstillet i portioner på 20-25 liter, i en viskositet passende til påføring ved højtrykssprøjtning. Malingen fremstilledes ved en 2-trinsproces:

- pigmentdispergering (1)
- blanding af dispergeringschargen med bindemidlet (2)

Rækkefølgen af de enkelte råvarers tilsætning fremgår af recepturerne i bilag 5. Råvarer, der indgår i dispergeringschargen, er anført over den stiplede linie i recepturen.

Under fremstillingsprocessen krævedes der løbende kontrol af pH-værdien, for at undgå udfældning i malevaren i form af enten pigmentchok eller bindemiddelkoagulering. Justering af pH-værdien blev udført ved tilsætning af ammoniakvand.

Dispergeringen blev udført i beholdere af rustfrit stål på en dissolver (DIAF) og med en hastighed på 1800-2400 rpm. Dispergeringstiden var mellem 20 og 30 min., afhængig af de anvendte pigmenter og den ønskede "rivefinhed", der blev bestemt ved opstrøg på grindometer. De aktuelle malinger krævede en kornstørrelse på under 30 µm (primere) respektiv under 20 µm (dækmalinger).

Dispergeringschargen blev kølet ned til stuetemperatur, inden den under moderat omrøring blev tilsat bindemiddelemulsionen. Inden blanding foretoges, blev det målt om pH-værdien i de to komponenter var passende.

Afslutningsvis blev malingens viskositet justeret ved tilsætning af fortykningsmiddel, og indesluttet luft blev fjernet med antiskummiddel.

Efter nogle timers henstand blev malingerne filtreret over i plastspande.

## 5.4 Arbejds miljø

De indgående råvarer er blevet vurderet med hensyn til belastning af arbejdsmiljøet, og de enkelte malinger er blevet kodet efter Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 464 af 3. august 1982 (produkt-numre i parentes henviser til råvareoversigten i bilag 5a).

### **Bindemidler**

*Alkydemulsion (31)*

Indeholder 1% xylene

*Acrylemulsioner (28,29,30)*

Belastningen er først og fremmest afhængig af indhold af acrylmonomer og konserveringsmiddel.

Bindemiddeldispersjoner kan f.eks. indeholde 0,06% formaldehyd eller 0,002% isothiazoloner.

*Vinylacrylemulsioner*  
(30,34)

Belastningen afhænger af indhold af vinylchlorid-monomer.

*Vandig epoxyester* (32)

Indeholder 30% ethylglycol (skadevirkning for forplantningsevnen).

#### ***Konserveringsmidler***

*Biocidet* (3)

Er øjensynlig en blanding af et formaldehyd-fraspaltende stof og methyl-/chlormethylisothiazolon. Isothiazolonerne er allergifremkaldende i meget lave koncentrationer (under 0,002%). Formaldehyd er bl.a. allergifremkaldende, irriterende og kræftfremkaldende. Det er af stor vigtighed at tilpasse mængden af fungicider/konserveringsmidler til de indhold, der i forvejen er tilsat råvarer (se under bindemidler).

#### ***Opløsningsmidler***

*Dipropylenglykolmono-*  
*methylether (DPM)* (1)

Er irriterende for næsen ved 15 ppm, og for øjne og svælg ved 75 ppm. Stoffet er bedøvende i høje koncentrationer, og det vil måske kunne medføre hjerneskader ved meget kraftig udsættelse. Som eksempel kan nævnes, at irriterende koncentrationer vil kunne opstå i luften ved brug af produkter med 5% DPM.

*2.2,4 trimethyl-1,3*  
*pentadiol-monoiso-*  
*butyral*

*Texanol* (2)

Stoffet har et meget lavt damptryk, og det vil næppe i sig selv medføre gener.

*Kulbrinter*

Kulbrinter (27), også indeholdt i sikkativer (19, 22), er mere eller mindre irriterende for slimhinder og hud, og de kan give hjerneskader.

### Dispergeringsmidler

2-Amino-2-methyl-1-propanol (23)

Er irriterende for hud og slimhinder. Det har et ret højt damptryk, og det må kunne erstattes af mindre flygtige stoffer.

### Pigmenter

Titandioxid (9) og bariumsulfat (11) er uden erkendte skadevirkninger. Ved de rustinhiberende pigmenter (10,13, 15,16) har det ikke været muligt at finde oplysninger om eventuelle giftvirkninger.

### Additiver

Corrosion Inhibitor  
562 X (5)

Sammensætningen muliggør dannelsen af nitrosaminer, for eksempel ved lav pH eller høj temperatur. Om der dannes kræftfremkaldende nitrosaminer ved forholdene i malevarer er så vidt vides ikke blevet undersøgt. Det er desværre umuligt at vurdere de forskellige blandinger (4,6,7,8, 12,14,17,18,20,21,24,25,26). Overfladeaktive stoffer er ofte hudirriterende, men de findes sammen med mange andre hudirriterende stoffer i malevarene. Så vidt muligt skal mineralske olier eller alkylphenol-ethylenglykol-addukter undgås.

Vurdering af malingerne  
samt MAL-kodning

Sammenlignes de 5 forskellige primertyper og de 3 forskellige dækmalinger med hensyn til indhold af skadelige stoffer er nedenstående rækkefølge et udtryk for stigende farlighed.

For dækmalingerne kunne MAL-kode nedsættes såfremt indhold af ammoniak kunne reduceres og aminomethylpropanol (AMP) i M<sub>2</sub> blev substitueret.

	Type primer	Årsag	MAL-kode
1	M <sub>1</sub>	Ligeværdige	00-1
2	I <sub>1</sub>		00-1
3	J <sub>1</sub>		00-1
4	O <sub>1</sub>		00-1
5	P <sub>1</sub>	Stort indhold af ethylglycol	0-1

På tilsvarende måde angives dækmalingerne:

	Type dækmaling	Årsag	MAL-kode
1	N <sub>2</sub>		00-1
2	M <sub>2</sub>	Forskellige kulbrinter	0-1
3	O <sub>2</sub>		1-1

## 6. Økonomi

Anvendelse af vandige malinger har ofte vist sig at indebære højere omkostningsniveau.

Dette kan henføres til såvel højere materialepriser som højere påføringsomkostninger.

Der er foretaget sammenstilling af materialepriser for vandige og opløsningsmiddelholdige malinger.

Forventningerne til udviklingen i de relative materialepriser er undersøgt ved henvendelse til råvareleverandører.

Der er foretaget vurdering af driftsomkostninger ved påføring af henholdsvis vandige og opløsningsmiddelholdige systemer.

### 6.1 Sammenligning af materiale- og fremstillingspriser

Nedenstående oversigt, skema 6.1, viser 2 "traditionelle" malingsystemer med indhold af organiske opløsningsmidler, og 2 vandige malingsystemer. Systemerne består af henholdsvis primer og dækmaling.

For at opnå den størst mulige sammenlignelighed på literpriserne er de enkelte recepturer tilpasset hinanden, således at det hovedsageligt er variationer i bindemiddelpriserne der giver variationerne i priserne for malevarerne.

De i oversigten opførte literpriser er rene råvarepriser. Priserne for de enkelte råvarer er blevet indhentet hos leverandørerne, gældende for indkøb af ca. 1000 kg af den respektive råvare. Ved fremstilling af vandfortyndbare malevarer forudsættes omkostninger på ca. 0,35 kr./ltr.

Malevaretype (Bindemiddel)	PVK** %	Tørstof % vol.	g/ml	kr./kg	kr./ ltr.	kr./kg tørstof
Chlorkautsjuk (Alloprene R10)						
Primer	36	41	1,40	9,63	13,48	32,87
Dækmaling	21	41	1,30	12,30	16,12	39,31
Linoliealkyd (Alftalat AL 650 H)						
Primer	38	50	1,30	9,25	12,02	24,04
Dækmaling*	16	47	1,16	12,22	12,17	25,89
Styrenakryl (NeoCryl XK 62)						
Primer	25	38	1,24	11,40	14,14	37,21
Dækmaling	17	35	1,22	12,50	15,25	43,57
Vinylakryl (Haloflex)						
Primer	25	41	1,48	12,42	18,38	44,82
Dækmaling	15	45	1,36	15,51	21,09	46,86

\* Alftalat kombineret med Paraloid B 67 (6:1)

\*\* Pigmentvolumenkonzentration

Skema 6.1

Priserne på andre vandfortyndbare malevarer på basis af f.eks. acryl eller alkyd vil komme til at ligge på omtrent samme niveau som styrenacrylmalingerne.

## 6.2 Udviklingstendenser

Den relativt højere pris på vandige malinger skyldes dels højere priser på bindemidlerne, dels generelt højere priser på additiver, co-solventer og pigmenter til disse malingstyper.

På bindemiddelområdet udspringer merprisen i højere omkostninger ved indkøb af monomere.

Ifølge råvareimportører er der på kort sigt tale om en ensartet prisudvikling for råvarer til såvel vandige som opløsningsmiddelholdige malinger.

På længere sigt må det antages at priserne for de to grupper af råvarer vil nærme sig hinanden efterhånden som udviklingsomkostningerne for de vandige bliver betalt, samtidig med at forbruget stiger og dermed betinger et fald i produktionsomkostningerne.

## 6.3 Investering og drift

Ved overgang til værkstedspåføring af vandige malinger vil det normalt ikke være nødvendigt at etablere yderligere ventilation for at opnå en tilfredsstillende tørringshastighed. Derimod kan det være hensigtsmæssigt at der anvendes særligt sprøjteudstyr (pumpe, slange og pistol) til de vandige produkter, dels for at undgå stop, dels for at undgå korrosion af udstyret.

Ved etablering af nyt værksted bør det overvejes at indrette værkstedet med affugtning. I det følgende er der lavet beregning over investering og effektforbrug for ventilation i forhold til affugtning.

### Forudsætninger

Malehal:	10 × 20 × 5 m (1000 m <sup>3</sup> )
Temperatur i hal:	20°C
Udetemperatur:	7°C
Relativ fugtighed af udeluft:	70%
Lagtykkelse af maling:	60 µm
Malet areal:	a. 200 m <sup>2</sup> /8 timer b. 400 m <sup>2</sup> /8 timer
Forbrug af maling:	a. 120 l/8 timer b. 240 l/8 timer
Vandmængde som skal fjernes:	a. 60 l/8 timer b. 120 l/8 timer

Tørretid som funktion af lagtykkelse, temperatur og relativ fugtighed fremgår af kurverne i bilag 2.

Det forudsættes desuden, at lokalet er forsynet med et termostatstyret varmeanlæg, således at affugtningssystemet ikke giver anledning til ændring af lokalets temperatur.

### Beregning 1

I malehallen ønskes en relativ fugtighed på 60%. Fra IX diagrammet, bilag 10 fås:

### Affugtning ved ventilation

diagrammet fås:

$x_{ind}$ :	0,0044 kg vand/kg luft
$x_{ud}$ :	0,0086 kg vand/kg luft

$\Delta x$ :	0,0042 kg vand/kg luft
$H_{ind}$ :	18 kJ/kg luft
$H_{ud}$ :	42 kJ/kg luft
$\Delta H$ :	24 kJ/kg luft

Tilfælde a) 60 kg vand på 8 timer:

Antal kg luft:  $60/0,0042 = 14.286$  kg luft eller  $11.905$  m<sup>3</sup> luft  
 $\Rightarrow 11,9$  kW

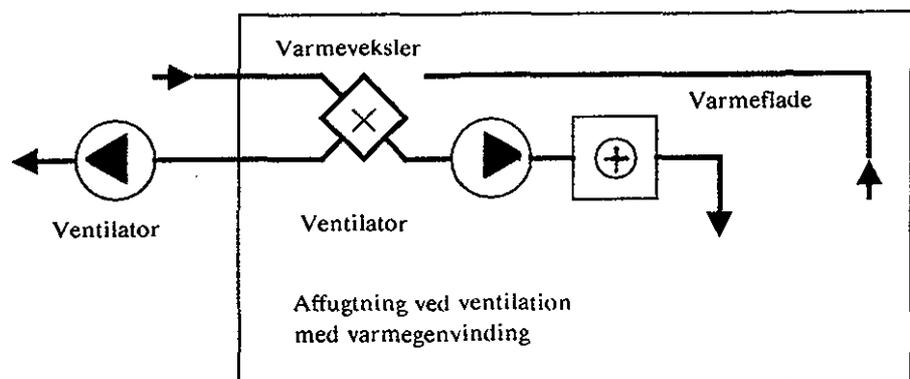
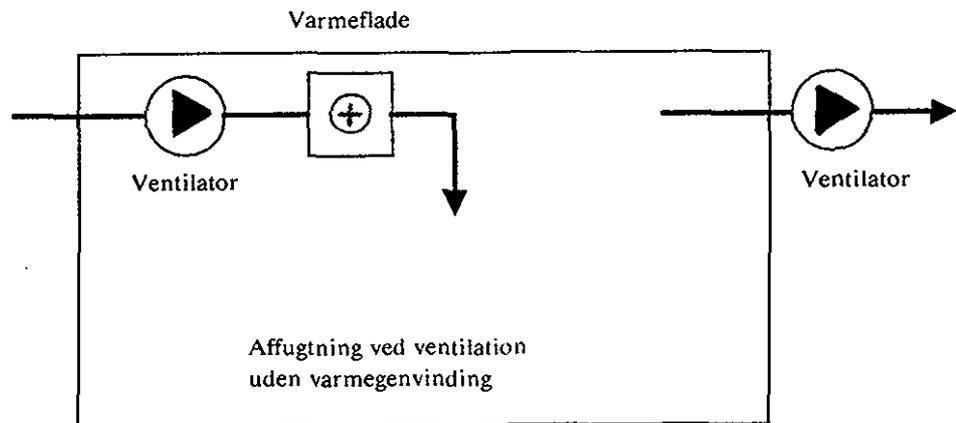
Tilfælde b) 120 kg vand på 8 timer:

Da den tilførte vandmængde er dobbelt så stor som for tilfælde a) bliver ventilationsmængden  $2976$  m<sup>3</sup>/h og den tilførte effekt  $23,8$  kW.

Et ventilationsanlæg af denne størrelse koster ca. 50 kr./m<sup>3</sup>, hvilket medfører en pris i tilfælde a) på ca. 74.000 kr. og tilfælde b) på ca. 148.000 kr.

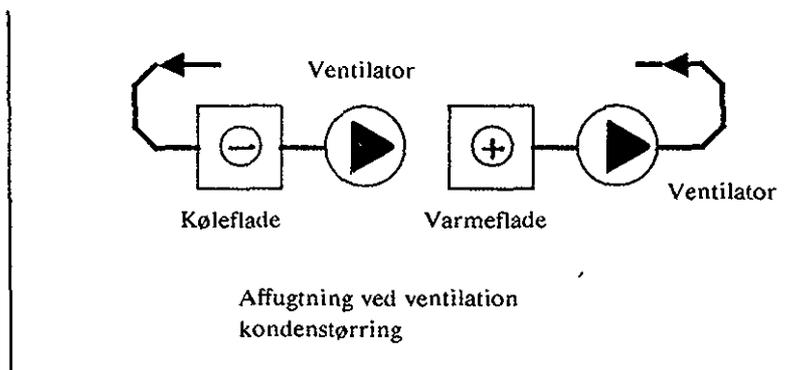
Driftsøkonomien kan forbedres, hvis der indkobles en varmeveksler. For tilfælde a) kan f.eks. anvendes en varmeveksler til 11.600 kr. Med denne temperaturvirkningsgrad på 0,7 vil indblæsningstemperaturen hæves med 9° så  $\Delta H$  sænkes til 17 kJ/kg luft. Den tilførte effekt kan herved sænkes til  $17 \times 14.286/8/3600 = 8,4$  kW.

I tilfælde b) kan f.eks. anvendes en veksler til 18.100 kr. Med en temperaturvirkningsgrad på 0,7 vil indblæsnings-temperaturen hæves med 9° så  $\Delta H$  sænkes til 17 kJ/kg luft. Den tilførte effekt kan herved sænkes til  $17 \times 2976/8/3600 = 16,9$  kW.

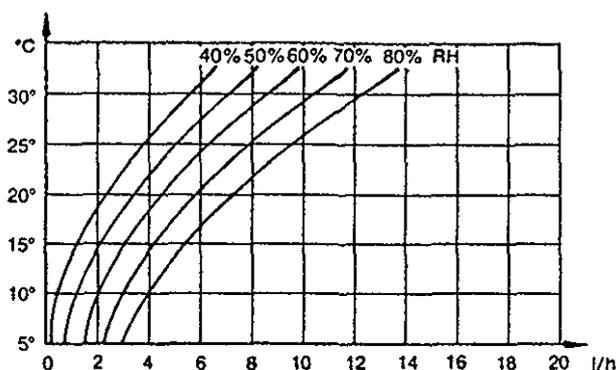


**Beregning 2**  
**Affugning ved**  
**kondenstørring**

Ved kondenstørring forudsættes det, at der ingen ventilation er. En affugter er ifølge katalogmateriale, jvf. nedenstående kapacitetsdiagram, i stand til at affugte 7,5 vand/h ved 20°C og 80% RF. Denne affugter har et effektforbrug på 5,4 kW og koster ca. 60.000 kr.



**Kapacitetsdiagram for affugning ved kondenstørring**



Affugning kan også ske ved adsorptionstørring. Her kan f.eks. leveres 2 forskellige typer som kan sikre 20°C 60%RF:

1. Kapacitet: 7,5 l vand/h  
Effektforbrug: 16,5 kW  
Pris: 73.400 kr.
2. Kapacitet: 14,8 l vand/h  
Effektforbrug: 23,1 kW  
Pris: 122.800 kr.

Adsorptionstørring kan tørre luft ned til lavere fugtighedsprocent end kondenstørring. Til gengæld er effektforbruget større, men varmen kan dog genvindes til opvarmning.

For begge typer af affugtningsanlæg gælder, at der skal rettes henvendelse til fabrikanterne for konkret dimensionering.

## 6.4 Udførelse

### Totale omkostninger

For at undersøge de totale omkostninger ved overfladebehandling med et vandigt system i forhold til opløsningsmiddelholdige, er en virksomhed blevet bedt om at udarbejde tilbud, gældende juni 1989.

Nedenfor følger sammenligningen.

### Forudsætninger

1. Indendørs udført på værksted
2. Areal der skal overfladebehandlet er 500 m<sup>2</sup>
3. Alle beregninger er baseret på systemer fra én og samme malingleverandør. Systemerne er inden for hver korrosionsklasse opbygget til samme totale tørfilmagtykkelse uanset malingtype, idet der ikke er en teknisk begrundelse for at øge lagtykkelsen ved vandige systemer.
4. Alle overflader er forbehandlet med sandblæsning til Sa 2½ efter DS 2019

Korrosionsklasse	Vandigt system		Opløsningsmiddelholdigt system		Merpris for vandigt system
	Opbygning	Pris kr.	Opbygning	Pris kr.	
0	1 × acrylprimer, 40 µm 1 × acrylemalje, 30 µm	99,60	1 × alkydprimer, 40 µm 1 × alkydemalje, 30 µm	89,8	11%
1	1 × acrylprimer, 50 µm 1 × acrylemalje, 50 µm	119,50	1 × alkydprimer, 70 µm 1 × alkydemalje, 30 µm	109,55	9%
2	1 × acrylprimer, 50 µm 1 × acrylprimer, 50 µm 1 × acrylemalje, 50 µm	151,95	1 × alkydprimer, 50 µm 1 × alkydprimer, 50 µm 1 × alkydemalje, 50 µm	131,10	16%
			1 × klorkautsjukprimer, 50 µm 1 × klorkautsjukprimer, 50 µm 1 × klorkautsjukdækmaling, 50 µm	128,65	18%
3	1 × acrylprimer, 50 µm 1 × acrylprimer, 50 µm 1 × acrylemalje, 50 µm 1 × acrylemalje, 50 µm	185,95	1 × alkydprimer, 50 µm 1 × alkydprimer, 50 µm 1 × alkydemalje, 50 µm 1 × alkydemalje, 50 µm	156,70	19%
			1 × klorkautsjukprimer, 50 µm 1 × klorkautsjukprimer, 50 µm 1 × klorkautsjukdækmaling, 50 µm	155,95	19%

Udføres arbejdet udendørs på en eksisterende stålkonstruktion kan merprisen vokse betydeligt, idet klimaforhold kan indebære afbrydelser i arbejdet og/eller krav til afdækning.



## 7. Eksperimentel del

### 7.1 Udvalgte systemer

Den eksperimentelle del omfatter undersøgelse af projektmalinger, jvf. afsnit 5 samt de vandige systemer, der er bragt i forslag af leverandørerne i forbindelse med forespørgsler, jvf. afsnit 4.

Som opløsningsmiddelholdige referencesystemer er anvendt ét alkydsystem og ét klorkautsjuksystem.

Malingsystemer er anført i skema 7.1.

A-H = Kommercielle malingsystemer

I-P = Projekt malingsystemer

R-S = Ref. systemer

Systemerne er angivet som foreslået af leverandørerne til opfyldelse af en belastning svarende til korrosionsklasse 3.

De eksperimentelle undersøgelser har omfattet følgende:

- Bedømmelse af anvendelsestekniske egenskaber
- Bedømmelse af tørringsmæssige egenskaber
- Bedømmelse af tendens til flash-rust dannelse
- Bestemmelse af korrosionsbestandighed samt glans- og kulørbestandighed ved accelererede, semiaccelererede og naturlige eksponeringer.

Forsøgsplan er anført i skema 7.2.

#### Oversigt over afprøvede malingsystemer

Kommercielle systemer		Opbygning	Lagtykkelser µm	
Mrk. system	Mrk. lag		Enkelte lag	Samlet lag
A	A <sub>1</sub>	Styren-acryl	50	150
	A <sub>2</sub>	Styren-acryl	50	
	A <sub>3</sub>	Acryl	50	
B	B <sub>1</sub>	Alkyd-acryl	50	150
	B <sub>1</sub>	Alkyd-acryl	50	
	B <sub>2</sub>	Alkyd-acryl	50	
C	C <sub>1</sub>	Acryl-tykfilm	300	400
	C <sub>2</sub>	Acryl-tykfilm	100	
D	D <sub>1</sub>	Acryl	50	200
	D <sub>1</sub>	Acryl	50	
	D <sub>2</sub>	Acryl	50	
	D <sub>2</sub>	Acryl	50	
E	E <sub>1</sub>	Acryl	50	200
	E <sub>1</sub>	Acryl	50	
	E <sub>2</sub>	Acryl	50	
	E <sub>2</sub>	Acryl	50	
F	F <sub>1</sub>	Vinyl-acryl	50	200
	F <sub>1</sub>	Vinyl-acryl	50	
	F <sub>2</sub> (E <sub>2</sub> )	Acryl	50	
	F <sub>2</sub> (E <sub>2</sub> )	Acryl	50	
G		Udgået inden forsøgene blev påbegyndt*		
H	H <sub>1</sub>	High solid vinyl-acryl (opløsningsmiddelholdig)	80	380
	H <sub>2</sub>	Acryl-styren, tykfilm	300	

\* Leverandøren havde trukket systemet ud af markedet.

Skema 7.1

## Oversigt over afprøvede malingsystemer

Projektmalinger		Opbygning	Lagtykkelser µm	
Mrk system	Mrk. lag		Enkelte lag	Samlet lag
I	I <sub>1</sub>	Acryl	70	280
	I <sub>1</sub>	Acryl	70	
	I <sub>2</sub>	Acryl	70	
	I <sub>2</sub>	Acryl	70	
J	J <sub>1</sub>	Styren-acryl	50	240
	J <sub>1</sub>	Styren-acryl	50	
	J <sub>2</sub> (I <sub>2</sub> )	Acryl	70	
	J <sub>2</sub> (I <sub>2</sub> )	Acryl	70	
K	K <sub>1</sub>	Styrenacryl	50	240
	K <sub>1</sub>	Styrenacryl	50	
	K <sub>2</sub> (I <sub>2</sub> )	Acryl	70	
	K <sub>2</sub> (I <sub>2</sub> )	Acryl	70	
L	L <sub>1</sub>	Styren-acryl	50	240
	L <sub>1</sub>	Styren-acryl	50	
	L <sub>2</sub> (I <sub>2</sub> )	Acryl	70	
	L <sub>2</sub> (I <sub>2</sub> )	Acryl	70	
M	M <sub>1</sub>	Vinyl-acryl	50	240
	M <sub>1</sub>	Vinyl-acryl	50	
	M <sub>2</sub> (I <sub>2</sub> )	Acryl	70	
	M <sub>2</sub> (I <sub>2</sub> )	Acryl	70	
N	N <sub>1</sub> (M <sub>1</sub> )	Vinyl-acryl	50	240
	N <sub>1</sub> (M <sub>1</sub> )	Vinyl-acryl	50	
	N <sub>2</sub>	Vinyl-acryl	70	
	N <sub>2</sub>	Vinyl-acryl	70	
O	O <sub>1</sub>	Fed soyaolie-alkyd	35	190
	O <sub>1</sub>	Fed soyaolie-alkyd	35	
	O <sub>2</sub>	Fed soyaolie-alkyd	60	
	O <sub>2</sub>	Fed soyaolie-alkyd	60	
P	P <sub>1</sub>	Styrenacryl-epoxiester	40	220
	P <sub>1</sub>	Styrenacryl-epoxiester	40	
	P <sub>2</sub> (I <sub>2</sub> )	Acryl	70	
	P <sub>2</sub> (I <sub>2</sub> )	Acryl	70	

### Referencemalinger

Projektmalinger		Opbygning	Lagtykkelser µm	
Mrk system	Mrk. lag		Enkelte lag	Samlet lag
R	R <sub>1</sub>	Alkydgrundmaling, opl.holdig	40	200
	R <sub>1</sub>	Alkydgrundmaling, opl.holdig	40	
	R <sub>2</sub>	Alkydemaille, opl.holdig	60	
	R <sub>2</sub>	Alkydemaille, opl.holdig	60	
S	S <sub>1</sub>	Mod. Klorkautsjukprimer, opl.holdig	50	200
	S <sub>2</sub>	Klorkautsjukmellemmaling, opl.holdig	80	
	S <sub>3</sub>	Klorkautsjuk/acrylemaille, opl.holdig	35	
	S <sub>3</sub>	Klorkautsjuk/acrylemaille, opl.holdig	35	

Skema 7.1 - fortsat

## Forsøgsplan

<p><b>Påføringsmæssige egenskaber</b></p> <p>Målinger og bedømmelser</p>	<p>Penselpåføring Sprøjtepåføring Rullepåføring Applicator</p> <p>Bæreevne, ASTM D 4400-84 Sammenflydning Forstøvning/sprøjtbarhed Strygbarhed Skumningstendens Befugtningsevne Lagtykkelse</p>
<p><b>Tørringsmæssige egenskaber</b></p> <p>Målinger og bedømmelser</p>	<p>Tørring ved 5°C, 75% RF Tørring ved 20°C, 75% RF Tørring ved 20°C, 40% RF Tørring ved 23°C, 50% RF</p> <p>Drying Recorder, visuel bedømmelse Hårdhed, DS/ISO 1522-1974 Termografi Beregning</p>
<p><b>Flash-rust tilbøjelighed</b></p> <p>Målinger og bedømmelser</p>	<p>Påføring af primer på ren sandblæst overflade Påføring af primer på nyrustet sandblæst overflade, med hhv. 10 og 100 mg salt på overfladen/m<sup>2</sup> Applicatorpåføring Klima ved påføring 20°C ved 40%/80% RF</p> <p>Visuel bedømmelse, DS/ISO 4540, 1986</p>
<p><b>Korrosionsbestandighed</b></p> <p>Målinger og bedømmelser</p>	<p><b>Eksponeringer</b> Prohesion-kammer, 1000 timer - Inspektion efter 100, 300, 500 og 1000 timer NIF-ART, 5 måneder - Inspektion efter 1 uge, 5 uger, 1 mdr., 2 mdr., 3 mdr., 5 mdr. DIP &amp; DRY-test, 100 cykler - Inspektion efter 9, 25, 40, 70 og 100 cykler Taastrup 12 måneder, DS/ISO 2810-1976 - Inspektion efter 1, 2, 3, 6 og 12 måneder evt. længere tid. Kyndby, 12 måneder - Inspektion efter 6 uger, 2, 3, 6 og 12 måneder Forbehandling B Sa 2½, ISO 8501-1:1988 Lagring før eksponering: Min. 4 uger ved 23°C, 50% RF</p> <p>- Lagtykkelse, DS/ISO 2808, 1976 - Vedhæftning, før og efter eksponering, DS/ISO 2409, 1976, ISO 4624, 1978 - Buchholtz hårdhed før eksponering, DS/ISO 2815, 1976 - Glansmåling før og efter eksponering, DS/ISO 2813, 1984 (60° vinkel) - Kulørmåling før og efter eksponering, DS/ISO 7724, del 1-3, 1986 (CIELAB) - Poresøgning 9 V, TI-291-M-0049 - Visuel bedømmelse, DS/ISO 4628, 1985, del 2 og 3, DS/ISO 4540, 1986 - Smudsmodtagelighed, DS/ISO 2810, 1976</p>

Skema 7.2

## 7.2 Anvendelsestekniske forsøg

### Formål

Formålet med forsøgene var at vurdere hvorledes de forskellige malematerialer var at arbejde med ved forskellige påføringsmetoder.

De anvendelsestekniske egenskaber blev vurderet ved følgende påføringsmetoder:

1. Sprøjte
2. Rulle
3. Pensel
4. Applikator (Udtrækning af malingfilm gennem en spalteåbning med deraf følgende ensartet og veldefineret film-lagtykkelse.

### Metodebeskrivelse

Alle forsøgene blev udført under normale indendørs klimaforhold: Ca. 20°C og 45-75% RF.

Underlaget var affedtede ståltyndplader i A3 format som blev ophængt lodret for sprøjte, rulle og penselpåføring. Applikatorpåføring blev udført på vandretliggende glasplader.

### Ad 1

Påføringsparametrene var:

- airlesspumpe, 1:45 og 1:30
- dysestørrelse 0,013"-0,015" og 0,021"-0,023", 65°
- dysetryk, til forstøvning

De vurderede egenskaber er:

- sprøjtbarhed, dvs. forstøvbarhed
- klargøring, dvs. oprøring, klumpningstilbøjelighed, rengøring
- filmdannelse, dvs. flydning og bæreevne.

### Resultater

Detailresultaterne er angivet i bilag 6a.

De kommercielle vandige malinger havde tilfredsstillende påføringsmæssige egenskaber, med undtagelse af tykfilmmalingerne som havde en ufuldstændig forstøvning ved det foreskrevne dysetryk.

Projektmalingerne viste sig at give nogle problemer, idet vinylacryltyperne (mrk. M og N) tilstoppede filtrene i en sådan grad at sprøjtning i praksis var umulig. Produktets egenskaber lod sig ikke forbedre ved justering.

Styrenacrylat med pigment B1 og B2 skulle modificeres for at undgå krakelering ved tørring.

Endelig viste forsøgene at vandige malinger stiller væsentligt højere krav til rengøringen af udstyr end opløsningsmiddelholdige malinger. Problemet viser sig især hvis udstyret anvendes til begge typer maling.

### Ad 2 og 3

Påføringen blev foretaget med følgende pensel- og rulletyper:

- hår pensel
- hår/acryl pensel
- acrylpensel
- velourpensel
- perlonrulle

Valg af type blev bestemt ud fra de enkelte bindemiddeltyper.

De vurderede egenskaber er:

- strygbarhed
- flydeevne
- skumningstendens
- befugtningsevne
- lagtykkelse

#### Resultater

Resultaterne er angivet i bilag 6b.

De fleste kommercielle vandige malinger har god strygbarhed og god befugtningsevne, men varierende flydeevne.

Lagtykkelsen lå mellem 15 og 30  $\mu\text{m}$  for hovedparten af produkterne, medens lagtykkelsen for tykfilmprodukterne var 50-100  $\mu\text{m}$ . Disse typer er bl.a. karakteriseret ved dårlig flydeevne.

Projektmalingerne udviser stor variation med hensyn til strygbarhed, befugtningsevne og flydeevne.

Af de opløsningsmiddelholdige referenceprodukter udviste alkydmalingerne gode all-round egenskaber.

Klorkautsjukmalingerne varierede derimod med hensyn til strygbarhed, befugtningsevne og flydeevne.

#### Ad 4

Bæreevnen (max. lagtykkelse før skridning) af malingerne blev bestemt efter ASTM D 4400-84, Sag Resistance of Paints using of Multinotch Applicator. I forhold til standarden er malingerne håndoprørte og klimaet afviger fra standarden, idet afprøvningerne er sket ved

- 20°C  $\pm$  1, 75% RF  $\pm$  1,
- 5°C  $\pm$  1, 75% RF  $\pm$  1
- 20°C  $\pm$  1, 40% RF  $\pm$  1.

#### Resultater

Resultaterne i bilag 6c er angivet som den spalteåbning i applikatoren der medførte skridning/løbning i malingfilmen.

Generelt gælder, at den våde filmlagtykkelse er 50-60% af spalteåbningen, højst ved stor spalteåbninger.

De vandige malinger udviste varierende bæreevne, dog på samme niveau som de opløsningsmiddelholdige.

Ved vandige malinger var tendensen for nogle typer, at bæreevnen stiger ved højere temperaturer, medens det omvendte var tilfældet for de opløsningsmiddelholdige. For nogle af malingerne faldt bæreevnen ved påføring under høj luftfugtighed.

### 7.3 Tørringsforsøg

Formålet med undersøgelsen er at måle indflydelsen af temperatur, luftfugtighed og lagtykkelse på tørringsforløbet for de enkelte malinger.

Lufthastigheden er under alle målingerne holdt konstant.

Endvidere blev hårdheden af malingfilmene målt efter tørring under forskellige temperaturer og luftfugtigheder.

#### Metodebeskrivelse Drying recorder

Tørringsforløbet er bedømt ved hjælp af en Drying Recorder i klimarum.

Malingen blev påført med applicator på glasplader, 25 × 305 mm, som straks efter blev monteret på apparatet. En nål trækkes med konstant hastighed gennem malingen, hvorved der, så længe malingen er våd, vil fremkomme et spor i filmen. Tiden indtil sporet ophører registreres, hvorefter malingen defineres som "tør".

#### Forsøgsomstændigheder

Temperatur og luftfugtighed, %RF:

5°C ± 1, 75% RF ± 1  
20°C ± 1, 75% RF ± 1  
20°C ± 1, 40% RF ± 1

Lufthastighed:	0,4 ± 0,05 m/s	målt ½ cm over overfladen
Lagtykkelse:	250 µm spalte 100 µm spalte	tørring med recorder
	230 µm spalte 120 µm spalte	tørring til hårdhedsbestemmelse

Den tørre lagtykkelse blev målt med mikrometerskrue 2 steder på hver glasplade.

Pendulhårdheden (König Albert) blev bestemt efter 24 timers tørring, DS/ISO 1522, 1974.

Endvidere blev pendulhårdheden bestemt efter tørring i 1 måned ved 23°C ± 2 og 50% RF ± 5 ved 20°C og 5°C.

Der blev foretaget dobbeltbestemmelse.

#### Resultater

Detailresultater fremgår af bilag 7a og b.

#### Kommentarer

Det fremgår af måleresultaterne, at de fleste vandige malinger syntes tørre inden for én time efter påføring ved de afprøvede lagtykkelser, temperaturer og luftfugtigheder.

Kun A<sub>3</sub> og D<sub>2</sub> viste længere tørretider. Stor lagtykkelse, lav temperatur og stor luftfugtighed øgede naturligt tørretiden - Se næste side.

Kun 2 af projektmalingerne, nemlig oliealkyderne, havde meget lange tørretider, min. 16 timer.

2 andre projektmalinger krakelerede ved tørring ved 5°C.

For de opløsningsmiddelholdiges vedkommende tørrede klorkautsjukmalingerne indenfor 1 time i alle tilfælde medens alkydmalingerne havde væsentlig længere tørretid, særligt ved de lave temperaturer.

Den ved forsøgene anvendte lufthastighed må anses for at være lille i forhold til de hastigheder der må forekomme i værksteder og udendørs. Omvendt er den noget højere end ved de beregnede værdier for tørretiderne, jvf. afsnit 3.3.

De målte pendulhårdheder viser, at de vandige produkter generelt er væsentlig blødere end de opløsningsmiddelholdige, selv efter fuld tørring/hærdning (1 mdr. 23°C, 50% RF).

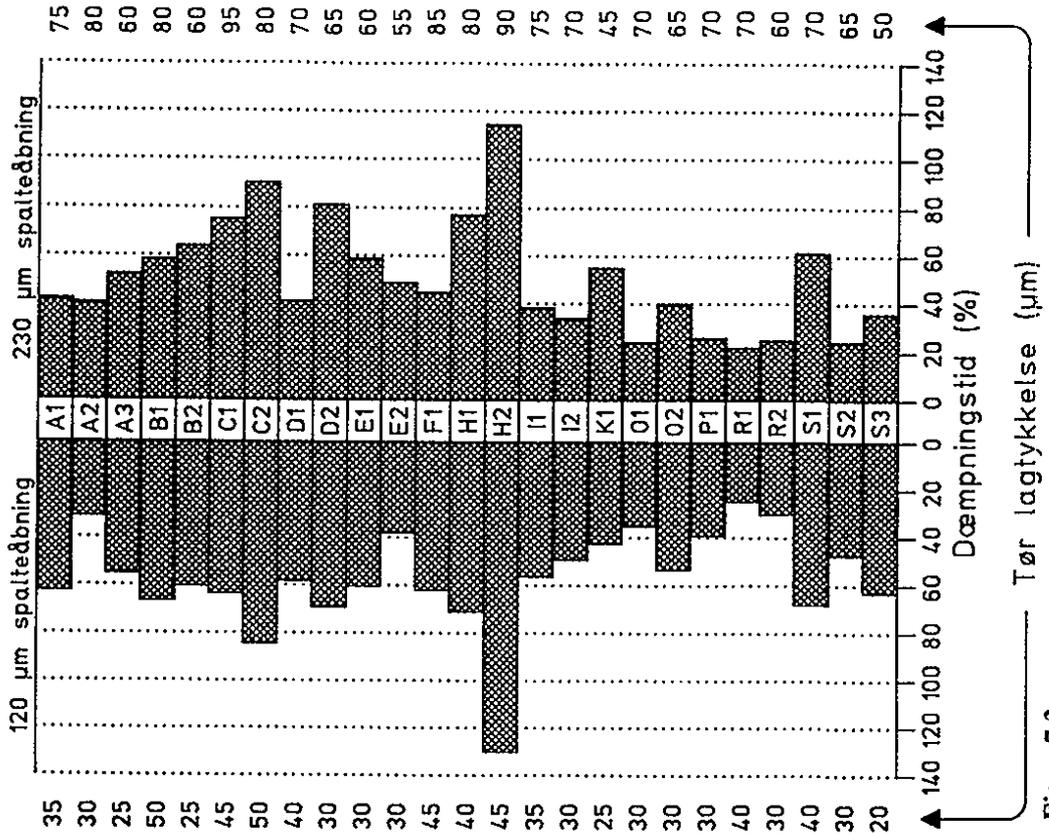
Den målte højere hårdhed ved de lave lagtykkelser skyldes hovedsageligt påvirkning fra det hårde underlag (glaspladen).

Hårdheden forøges markant ved lav temperatur (5°C). Den større pendulhårdhed ved 5°C er formodentlig også årsagen til at nogle malinger opfører sig som værende tørre ved den anvendte målemetode.

De observerede værdier for tørring ved 5°C kan derfor være misvisende, idet bindemidlernes påvirkning af den lave temperatur, kan gøre dem stivere og hårdere og dermed mindre følsomme over for nålens påvirkning og få dem til at fremstå som tørre.

### Pendulhårdhed König-Albert DS/ISO 1522

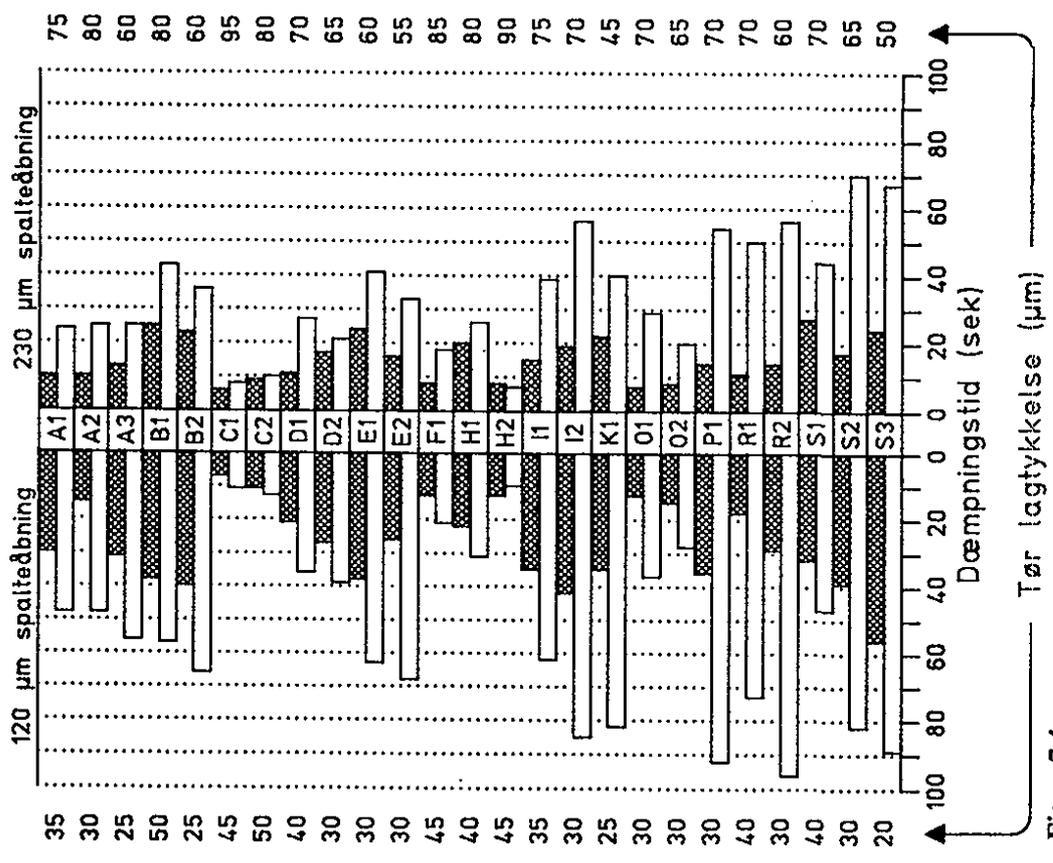
Dæmpningstid efter 1 døgn ved 20 °C, 75% RH i forhold til dæmpningstid efter 1 måned ved 23 °C, 50% RH.



Figur 7.3

### Pendulhårdhed König-Albert DS/ISO 1522

1 døgns hærkning ved 20 °C, 75% RH  
1 måneds hærkning ved 23 °C, 50% RH

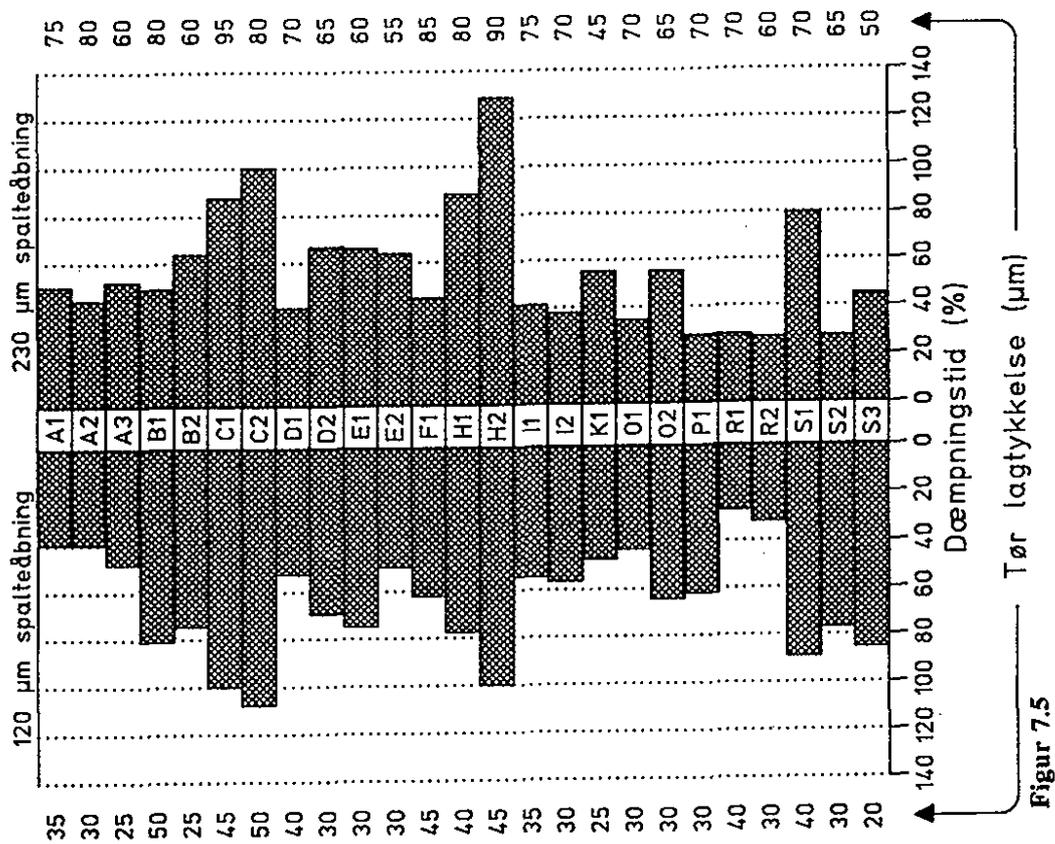


Figur 7.4

# Pendulhårdhed

König-Albert  
DS/ISO 1522

Dæmpningstid efter 1 døgn ved 20 °C, 40% RH i forhold til dæmpningstid efter 1 måned ved 23 °C, 50% RH.

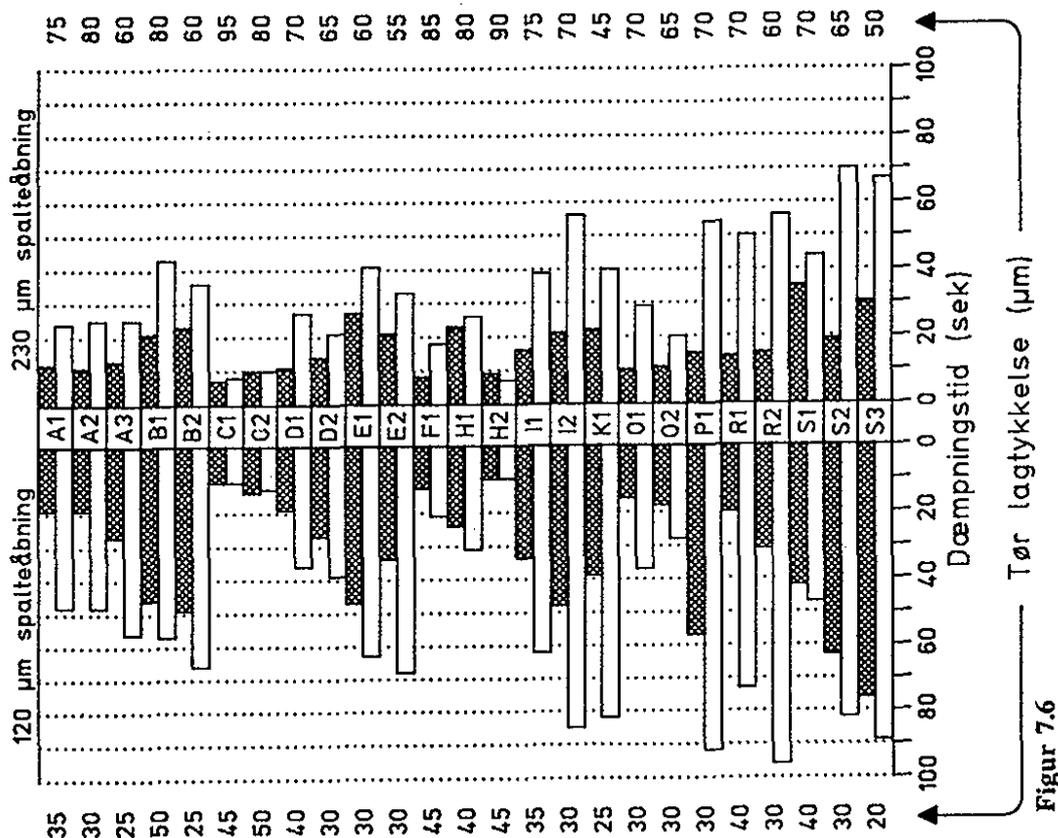


Figur 7.5

# Pendulhårdhed

König-Albert  
DS/ISO 1522

1 døgns hærkning ved 20 °C, 40% RH  
1 måneds hærkning ved 23 °C, 50% RH

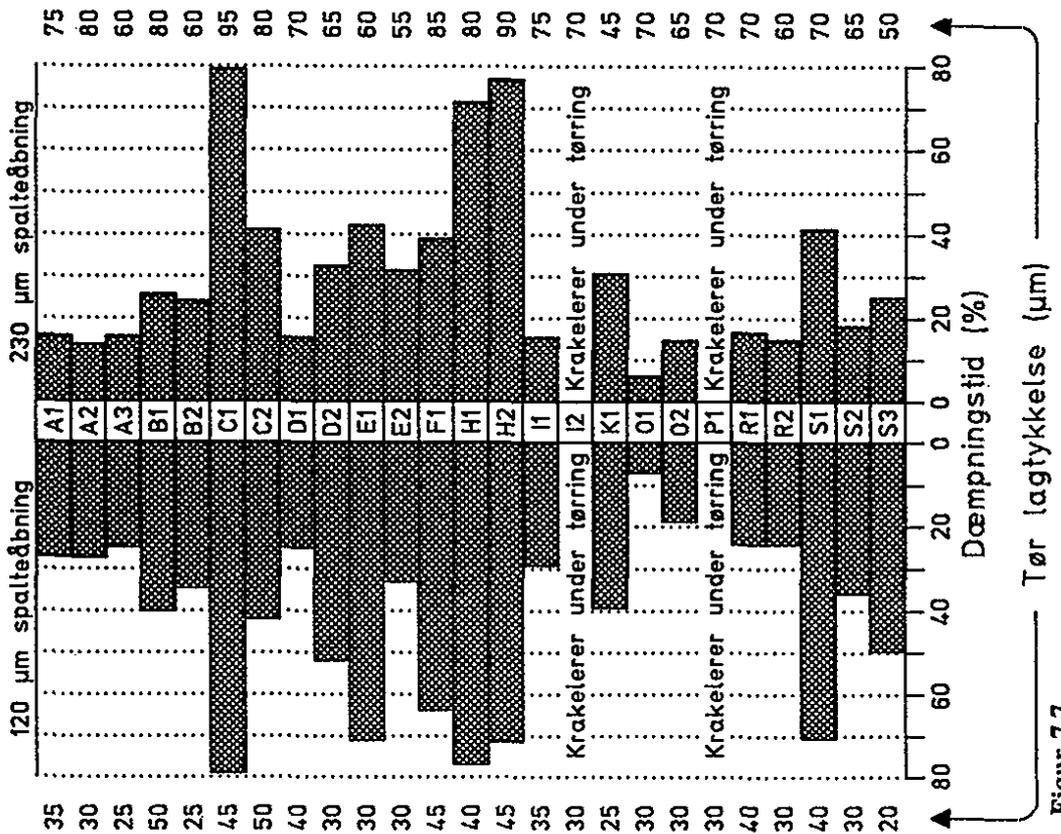


Figur 7.6

# Pendulhårdhed

König-Albert  
DS/ISO 1522

Dæmpningstid efter 1 døgn ved 20 °C, 40% RH i forhold til dæmpningstid målt ved 5 °C, 50% RH efter 1 måneds hærkning ved 23 °C, 50% RH

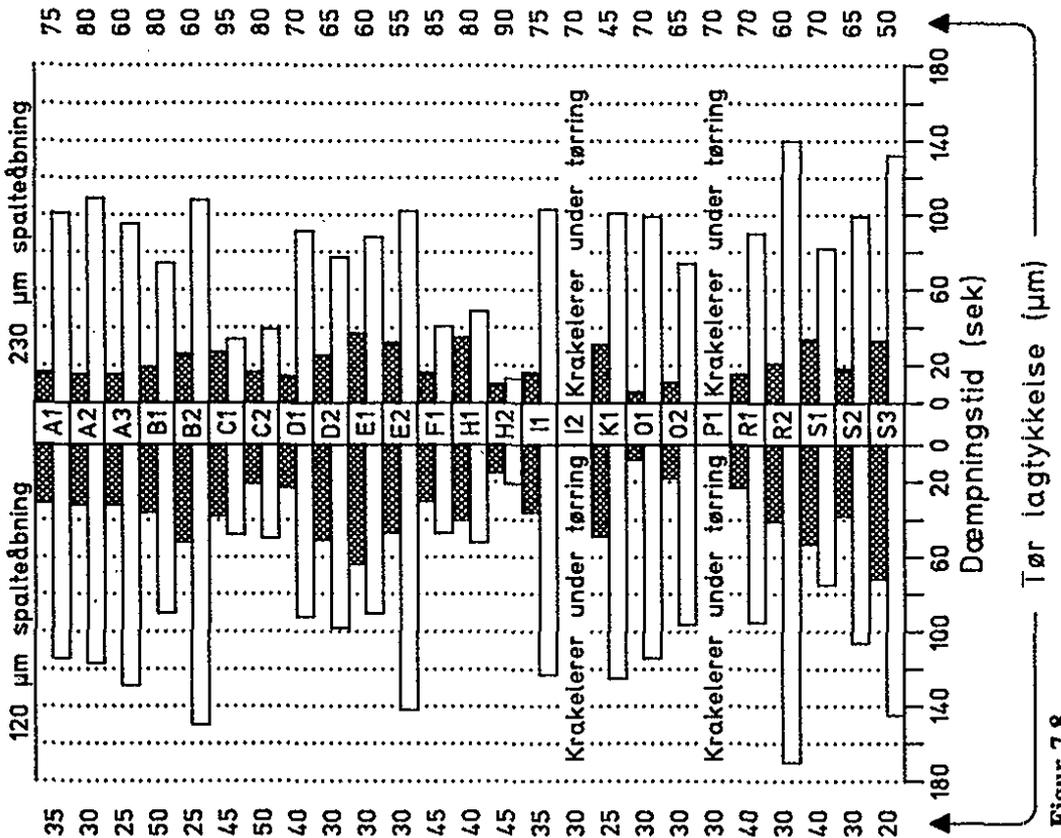


Figur 7.7

# Pendulhårdhed

König-Albert  
DS/ISO 1522

1 døgns hærkning ved 5 °C, 75% RH  
1 måneds hærkning ved 23 °C, 50% RH  
men målt ved 5 °C, 50% RH



Figur 7.8

Lavere temperatur giver således en tilsyneladende mere tør film.

Dette underbygges af at malingernes hårdhed ved 5°C efter tørring ved 23°C og 50% RF i en måned, er væsentligt forøget i forhold til hårdheden efter 1 døgn.

For god ordens skyld skal det bemærkes, at den anvendte målemetode ikke nødvendigvis giver et dækkende udtryk for filmens tørringsgrad, men måske snarere for malingernes modstand over for en mekanisk påvirkning. Ved normal temperatur må metoden anses at give et godt udtryk for vandets fordampning fra malingfilmen.

Derimod siger metoden ikke noget om hvor fremskreden de øvrige faser i tørringsforløbet er, dvs. hærdning og vandbestandighed.

På basis af målingerne synes der ikke umiddelbart at være problemer med tørring af de vandige produkter ved 20°C og under 75% luftfugtighed.

Den ringe hårdhed af de vandige malinger vil naturligt øge risikoen for mekaniske skader ved transport og lagring, og denne egenskab kan være årsagen til at de udførende karakteriserer malingerne som ikke tørre.

Nogle af de vandige produkter må direkte karakteriseres som værende uegnede til transport.

*Metodebeskrivelse*  
*Termografi*

De ovenfor bestemte tørretiden, er suppleret med målinger af tørretider ved hjælp af termografi, der primært er baseret på at der ved fordampning af vand og væsker i øvrigt sker en afkøling.

*Måleprincip*

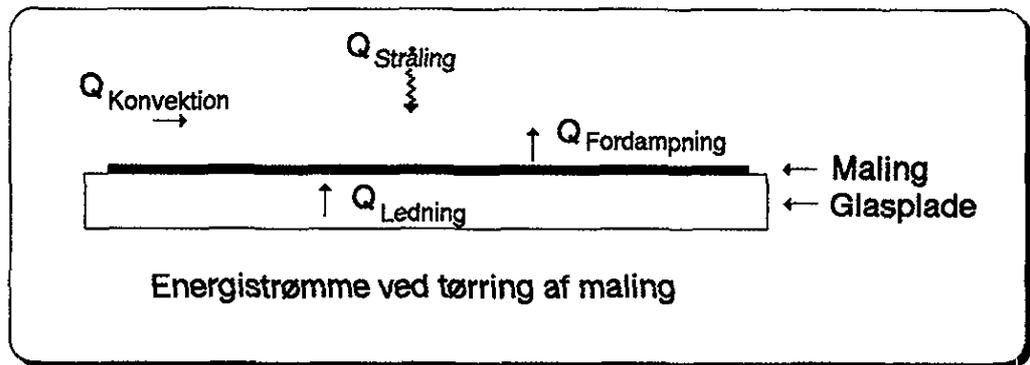
Hvis man påfører en vandfilm på et ikke absorberende emne vil vandet begynde at fordampe. Det antages at rumtemperatur, luftfugtighed og lufthastighed holdes konstant. Derfor vil der fordampe lige store vandmængder i lige store tidsrum.

Afkølingseffekten vil da være konstant. I løbet af et ganske kort tidsrum vil der opstå en ligevægtstemperatur, som er nogle grader under rumtemperaturen, hvor den energimængde der bortleder vandet fra fordampningen modsvares af den energimængde som tilføres fra omgivelserne. Denne temperatur vil være konstant indtil alt vandet er fordampet, hvorefter emnet hurtigt vil vende tilbage til rumtemperaturen.

For malings vedkommende afhænger fordampningshastigheden også af malingens struktur. Efterhånden som malingen hærder, vil vandmolekylerne få sværere og sværere ved at trænge op i overfladen og fordampe. Mens malingen er våd vil fordampningshastigheden være som for vand, men som følge af at hærdningen påbegyndes vil den begynde at aftage afhængig af opbygningen af malingen.

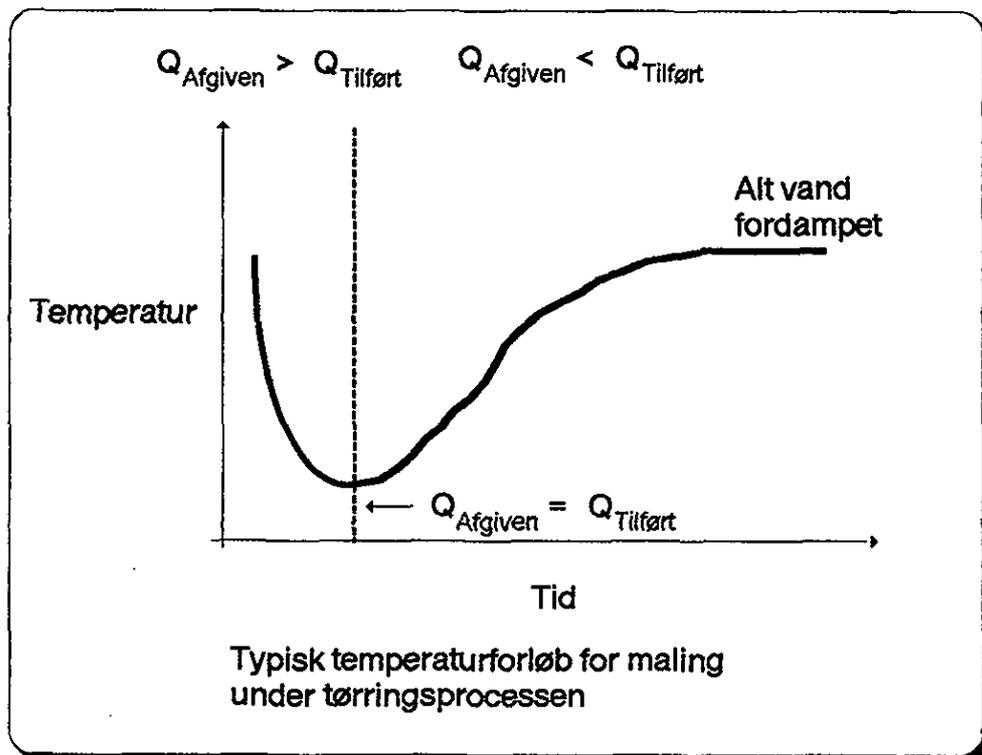
Ved at måle temperaturforløbet på et nymalet emne, kan man derfor bestemme, hvornår vandet er fordampet, nemlig når det er kommet op på rumtemperatur igen. Disse temperaturmålinger er foretaget ved hjælp af termografikamera. Alle overflader udsender varmestråling (Infrarød stråling). Mængden af den udsendte varmestråling afhænger af overfladens temperatur. Termografikameraet kan registrere denne varmestråling og omsætte den til temperaturer. Metoden er berøringsfri, således at emnet ikke påvirkes af malingen.

Energistrømme samt typisk temperaturforløb for maling under tørringsprocessen er angivet på næste side.



$$Q_{\text{Tilført}} = Q_{\text{Konvektion}} + Q_{\text{Stråling}} + Q_{\text{Ledning}}$$

$$Q_{\text{Afgiven}} = Q_{\text{Fordampning}}$$



Skema 7.9

### Måleprogram

Til afprøvning af måleprincippet blev der udtaget 10 forskellige typer maling, hvor de 9 var vandige og 1 var opløsningsmiddelholdig. Målingerne udførtes i et klimakammer hvor temperatur og luftfugtighed kunne varieres. Tørretiderne ønskedes bestemt ved følgende temperatur/fugtforhold (som ved de øvrige målinger).

1. 20°C, 40% RF
2. 20°C, 75% RF
3. 5°C, 40% RF
4. 5°C, 75% RF

Lufthastighed er 0,4 m/s for alle forsøg.

Malingen blev med applicator påført på glasplader med 5 forskellige malingstyper på hver plade. Med interval på 30 s målt temperaturen på hver type maling. Måleresultaterne er præsenteret på kurveform, jvf. bilag 7c. De enkelte kurver er benævnt med titlerne Mtt ffA og Mtt ffB, hvor tt angiver rumtemperaturen og ff fugtigheden. A er for malingstyperne B2, C1, D1, E2, E1 og B er for malingstyperne A2, A3, B1, F1 og R1. Malingstype R1 er den opløsningsmiddelholdige.

### Måleresultater

På grund af problemer med præcis styring af rumtemperatur og luftfugtighed i klimakammeret har måleprogrammet ikke kunnet gennemføres i fuldt omfang.

Følgende målinger er gennemført:

M20\_40A og B  
M20\_75B

Detailresultater fremgår af bilag 7c. De målte tørretider i minutter fremgår af nedenstående skema:

Malingstype	20°/40%	20°/75%
B2	30	-
C1	30	-
D1	30	-
E2	30	-
E1	30	-
A2	40	50
A3	50	70
B1	40	60
F1	40	50
R1	-	-

Skema 7.10

### Kommentarer

Som det fremgår af skemaet sker tørringen med lidt varierende hastighed for de forskellige malinger. I alle tilfælde indenfor ca. 1 time, selv med de relativt store variationer i temperatur og luftfugtighed.

*Metodebeskrivelse  
Beregning af fordampningsforløb*

Tørretiderne for to af de afprøvede malinger er beregnet på et program som er baseret på UNIFAC.

Beskrivelsen er anført i Wallstrøm Eva og Irene Svenningsen: Fordampning fra vandfortyndbare malevarer, Arbejds miljøfondet 1986.

*Måleprogram*

Der er foretaget beregning på malingerne:

E1  
F1

Fordampningsforløbet er bestemt under følgende klimaforhold:

20°C, 40% RH, vindhastighed 0,4 m/S  
20°C, 40% RH, vindhastighed 0,05 m/S  
20°C, 75% RH, vindhastighed 0,4 m/S  
20°C, 75% RH, vindhastighed 0,05 m/S  
5°C, 40% RH, vindhastighed 0,4 m/S  
5°C, 40% RH, vindhastighed 0,05 m/S  
5°C, 75% RH, vindhastighed 0,4 m/S  
5°C, 75% RH, vindhastighed 0,05 m/S

Resultaterne er angivet i bilag 7c.

Eksempler på fordampningsforløb for E<sub>1</sub> under forskellige klimabetingelser er angivet i efterfølgende diagrammer.

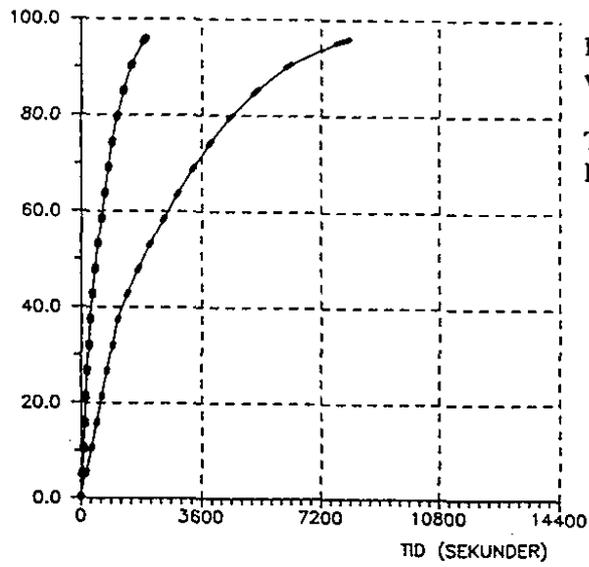
## Fordampningsforløb for E<sub>1</sub> og F<sub>1</sub>

% Fordampet mængde af vand og solventer  
under forskellige klimaforhold

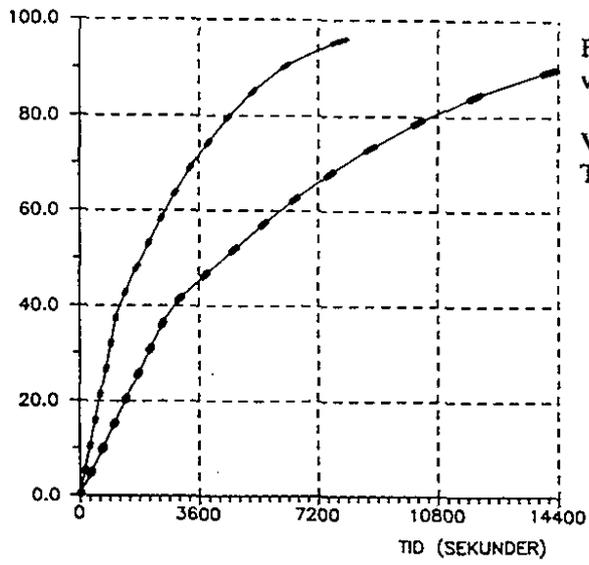
Maling	E <sub>1</sub>				F <sub>1</sub>			
	Tid (min.)	% vand	% øvrige solv.	Total	Tid (min.)	% vand	% øvrige solv.	Total
20°C 40% RH 0,4 m/S	10	58	25	55	10	39	21	37
	20	83	36	78	20	66	33	63
	30	94	40	89	30	83	39	78
	40				40	92	42	86
20°C 40% RH 0,05 m/S	20	40	15	37	20	20	11	19
	40	58	25	54	180	65	32	61
	80	82	36	77	160	91	42	86
	20	94	40	88	200	96	43	90
20°C 75% RH 0,4 m/S	20	54	35	52	20	34	32	34
	40	77	42	74	40	59	41	57
	60	91	45	86	80	87	46	83
	100				100	93	47	88
20°C 75% RH 0,05 m/S	20	17	15	17	20	9	11	9
	100	60	37	57	200	68	43	65
	200	84	44	80	300	84	45	80
	300	95	47	90	460	95	48	90
5°C 40% RH 0,4 m/S	20	49	16	46	20	30	12	28
	40	72	26	67	40	53	22	50
	60	86	32	81	80	82	33	77
	80	94	36	88	120	94	39	88
5°C 40% RH 0,05 m/S	40	30	9	28	40	15	6	14
	200	79	29	74	200	61	25	57
	300	92	35	86	400	89	36	83
	380	97	37	90	560	96	40	90
5°C 75% RH 0,4 m/S	20	26	16	25	20	13	12	13
	60	57	31	54	10	56	36	54
	120	81	38	77	200	84	41	80
	200	95	41	90	300	95	43	90
5°C 75% RH 0,05 m/S	20	6	6	6	20	3	3	3
	120	38	20	36	300	43	31	42
	300	63	34	60	500	64	38	61
	600	87	39	82	800	83	41	79
	860	96	41	90	1200	95	43	89

Skema 7.11

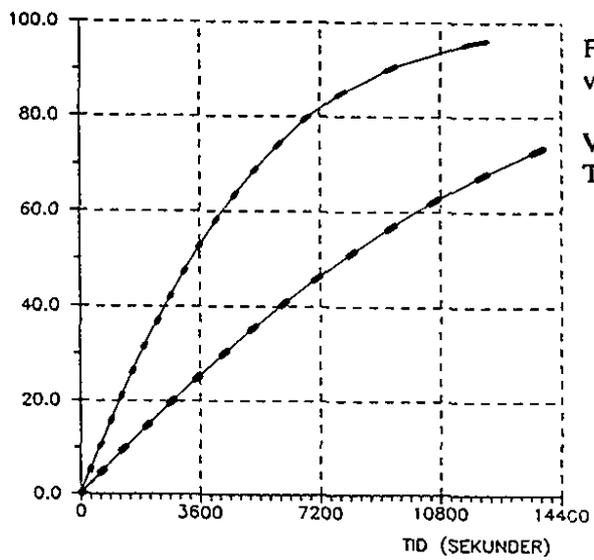
\* FORDAMPET



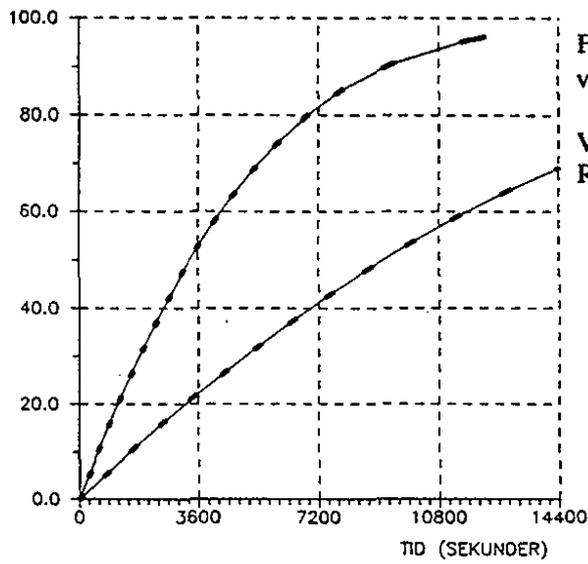
\* FORDAMPET



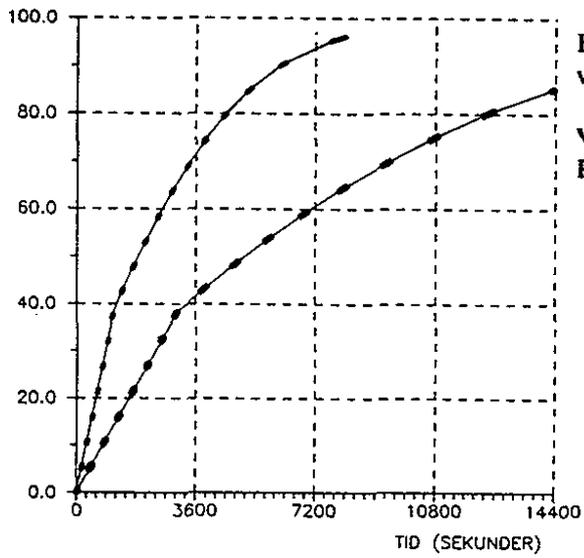
\* FORDAMPET



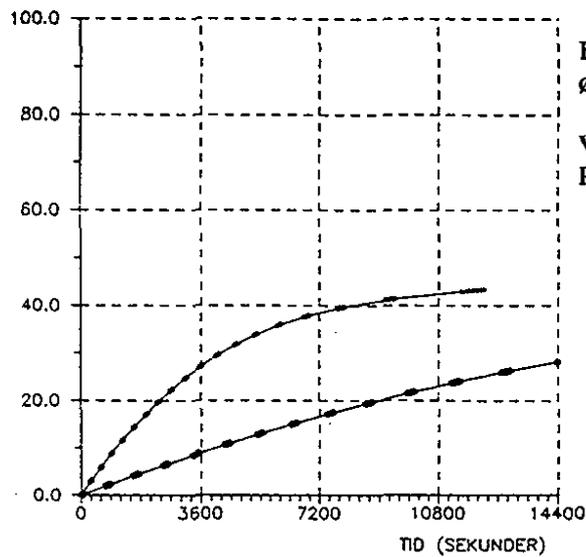
\* FORDAMPET



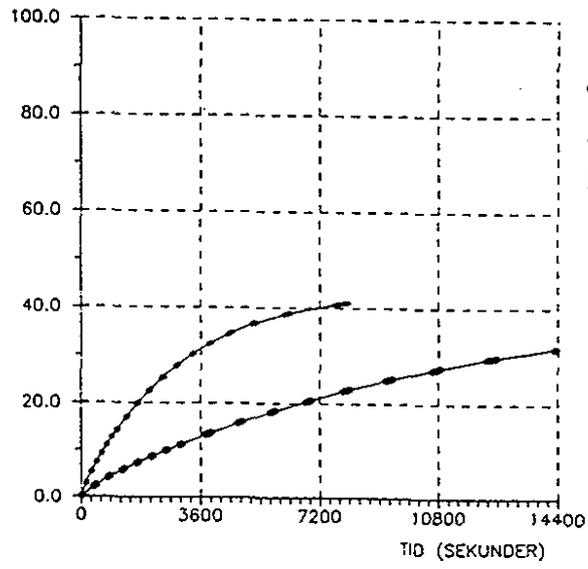
\* FORDAMPET



\* FORDAMPET



\* FORDAMPET



## Kommentarer

Der synes at være overensstemmelse mellem beregnede og målte tørringsforløb ved 20°C, medens beregnede tørretider ved 5°C er væsentlig længere end de målte.

Uoverensstemmelsen kan ikke umiddelbart forklares.

Af beregningerne fremgår, at især lufthastigheden ved meget lave værdier er af afgørende betydning for tørringsforløbet. Således vil lufthastigheder på 0,05 m/s, hvilket kunne være aktuelt på indvendige dele i en konstruktion, medføre en forlængelse af tørretiden med en faktor 5.

Indenfor luftfugtigheder på 40-75% RH er variationen i tørretider en faktor 2-2,5, afhængig af temperaturen. Tørretiden ved 5°C mod 25°C ved samme luftfugtighed og lufthastighed forlænges med en faktor 3.

Der er tydeligt forskel på fordampningsforløbet for de to malinger.

## 7.4 Flashrust

Formålet med prøvningen var at undersøge grundmalingeres tilbøjelighed til flashrustdannelse påført på ståloverfladen med forskellig kemisk renhed.

### Metodebeskrivelse

3 mm varmvalsede stålplader, rustgrad B blev sandblæst til Sa 3, ISO 8501-1:1988.

Pladerne blev herefter "forurenede" med vand/saltopløsninger (NaCl).

### Opløsninger til forsøg

- Demineraliseret vand
- 100 mg salt opløst i  $\frac{1}{2}$  l demineraliseret vand
- 1000 mg salt opløst i  $\frac{1}{2}$  l demineraliseret vand.

1 ml af opløsningen blev fordelt med pensel på 40°C varme sandblæste prøveplader (areal 0,02 m<sup>2</sup>). Prøvepladerne blev lagt tilbage i varmeskab ved 40°C indtil overfladen var tør, ca.  $\frac{1}{2}$  time.

Herefter blev prøvepladerne hurtigt overflyttet til det aktuelle klima og alle grundmalinger blev påført med applicator, 230  $\mu$ m spalte.

Flashrustdannelsen blev vurderet i henhold til DS/ISO 4540, 1986 efter min. 1 døgn's tørring.

### Forsøgsomstændigheder

Overfladerenhed:

- Demineraliseret vand
- 10 mg NaCl/m<sup>2</sup>
- 100 mg NaCl/m<sup>2</sup>
- Tør overflade

Temperatur: 20°C  $\pm$  1  
Luftfugtighed: 40% RF  $\pm$  5 og 75% RF  $\pm$  5  
Lufthastighed: 0,4 m/s  $\pm$  0,05  
Lagtykkelse: Varierer kraftig på grund af ujævnheder i pladen samt varieret tørstofindhold.

Der blev foretaget dobbeltbestemmelse.

#### Resultater

Detailresultater fremgår af bilag 8.

Af resultaterne fremgår, at 5 malinger har tendens til flashrustdannelse, heraf 2 i særlig grad. Der er tilsyneladende en sammenhæng mellem flashrustdannelse og renhed på overfladen. Jo mere saltforurening, des større tendens. En nyrusten overflade forværrer derimod ikke tendensen.

Herudover har klimaet ved påføring/tørring betydning - jo højere luftfugtighed og dermed længere tørretid, des større flashrustdannelse.

### 7.5 Korrosionsbeskyttelse

#### Formål

Formålet med undersøgelserne var at vurdere korrosionsbeskyttelsesevnen for de enkelte malingsystemer under accelererede, semiaccelererede og naturlige udendørs eksponeringer.

Endvidere bestemtes glans og kulørbestandighed for dækmalingerne ved nogle af de udendørs eksponeringer samt ved en af de accelererede test.

Endelig blev smudsmodtageligheden for dækmalingerne ved én naturlig eksponering vurderet.

#### Metodebeskrivelser

##### Prohesionstest

Apparatur:

Mebon Prohesion Cabinet, Model MP/1000

Saltopløsning:

Natriumchlorid (NaCl)-opløsning 0,5 g/l

Ammoniumsulfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-opløsning 3,5 g/l

pH indstilles til 6,0-6,5

Prøvning:

Cyklisk eksponering

- 1 time spray v/stuetemperatur og ca. 100% RF

- 2 timers tørring ved 35°C ± 2 og ca. 30% RF

##### Dip & Dry cyklisk test

Apparatur:

1. Plastkar med 5% NaCl-opløsning,

Temperatur: 40°C ± 2

2. Konvektionsovn med vandbad i bunden

Ovntemperatur: 60°C ± 5

Fugtighed: 60% RF

Eksponeringstid ialt 1000 timer

Inspektion efter 100, 300, 500 og 1000 timer

Prøvning:

Cyklisk eksponering

$\frac{1}{2}$  time ved neddykning i 1)

$\frac{1}{2}$  time i 2)

7 cykler/dag, 5 dage om ugen

	<p>Eksponeringstid i alt: 100 cykler</p> <p>Inspektion efter 9, 25, 40, 70 og 100 cykler</p>
<i>Acid Rain Test (NIF-ART)</i>	<p>Afprøvningsanlæg:</p> <p>Udendørs stativ i henhold til DS/ISO 2810, 1976 Forrådstank, pumpe, rørledningssystem og vidvinkeldyser til besprøjtning. Placering: Hørsholm, min. 1 m over jorden Besprøjtning med kunstigt regnvand, pH = 3,5 5 min./time hele døgnet. pH indstilles med H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> og HCl Eksponeringstid i alt: 3 måneder</p> <p>Inspektion efter 1 uge, 5 uger, 2 og 3 måneder.</p>
<i>Sea Water Spray test (Kyndby Test)</i>	<p>Afprøvningsanlæg:</p> <p>Udendørs stativ i henhold til DS/ISO 2810, 1976</p> <p>Placering: Kyndby, ca. 3 m over daglig vande.</p> <p>Besprøjtning med havvand 5 min./time hele døgnet, saltindhold ca. 2%. Eksponeringstid i alt: 12 måneder</p> <p>Inspektion efter 6 uger, 2, 3, 6 og 12 måneder.</p>
<i>Taastrup test</i>	<p>Afprøvningsanlæg:</p> <p>Udendørs stativ i henhold til DS/ISO 2810, 1976 Placering: Høje Taastrup, 1 m over jorden Eksponeringstid: min. 12 måneder</p> <p>Inspektion efter 1, 2, 3, 6 og 12 måneder.</p>
<i>Forsøgsomstændigheder</i>	<p>Underlagsmateriale:</p> <p>3 mm varmvalset stål, rustgrad B</p> <p>Forbehandling:</p> <p>Rensningsgrad Sa 2½, ISO 8501-1: 1988, blæsemiddel kvarts-sand. Ruhed BN 9a-b, rugotest 3</p>
<i>Prøveplader</i>	<p>Påført ved airless sprøjtning, jvf. afsnit 7.2 Tilstræbte lagtykkelser som angivet i skema 7.1 Inden eksponering henlås pladerne min. 4 uger ved 23°C ± 2 og 50% RF ± 5. Pladerne blev forsynet med et skrånit i malebehandlingen med henblik på bedømmelse af tilbøjelighed til blæredannelse og underkorrosion.</p>
<i>Måling og bedømmelser</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagtykkelse, DS/ISO 2808, 1976</li> <li>- Vedhæftning, før og efter eksponering, ISO 4624, 1978</li> </ul> <p>Apparat: Saeberg trækprøveapparat Areal af træklegeme: 1,13 cm<sup>2</sup> Anvendt klæber: Araldit Standard, epoxyklæber Friskæring af træklegemer</p>

- Vedhæftning før og efter eksponering, DS/ISO 2409 Gitter-snit. Snitafstand 3 mm.  
Tape: Tesa Tape 4122
- Buchholtz hårdhed før eksponering, DS/ISO 2815, 1976
- Glansmåling før og efter eksponering, DS/ISO 2813, 1984, 60° vinkel. Apparat: Byk-Mallinckrodt Single Gloss 4030 Reflektometer.
- Kulørmåling før og efter eksponering, DS/ISO 7724, del 1-3, 1986. D 65 belysning, Apparat: Minolta CR-231, 45°/0°. CIELAB kulørforskel:  
 $\Delta E^*_{ab} = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$
- Poresøgning 9 V, TI-291-M-0049, 1985
- Visuel bedømmelse, DS/ISO 4628, del 2 og 3, 1985, DS/ISO 4540, 1986
- Smudsmodtagelighed DS/ISO 2810, 1976. Kulør og glans måles før og efter afvaskning af prøveplade. Afvaskning foretages ved penselpåføring af 0,5% tetrapropylenbenzonsulfonat efterfulgt af skylning med demineraliseret vand.

*Beregning af maling-systemets nedbrydningsgrad*

Efter endt eksponering foretages tilstandsvurdering af prøverne med hensyn til blæredannelse og korrosion efter DS/ISO 4628, del 2 og 3, 1985.

Som resultat vil foreligge en række enkeltværdier som kun vanskeligt kan anvendes til et mere præcist udsagn om malingsystemets holdbarhed.

Der er derfor indført en fælles talværdi for den indtrådte nedbrydning af prøven.

I det følgende redegøres for beregningen.

$$\text{Nedbrydningsgraden } N = 1,5 B_a + K_s + K_a + F_f$$

hvor

$B_a$  = "blæretal" på arealet

$K_s$  = "rusttal" ved snit

$K_a$  = "rusttal" på arealet

$K_f$  = "filiform korrosion"

Efter at prøven er bedømt i henhold til DS/ISO 4628/2 omregnes resultat til de i følgende tabel 7.16 angivne "blæretal".

Omregningstabel for "blæretal",  $B_a$   
 (Eksempel: 4 (S1 i DS/ISO 4628/2 svarer til "blæretal" 2)

Blærer* str.	Mængde (grad)				
	1	2	3	4	5
1	1	1	1	2	3
2	1	1	2	3	4
3	2	3	4	5	6
4	4	5	6	7	8
5	6	7	8	9	10

\* i henhold til DS/ISO 4628/2

Tabel 7.16

"Rusttal" ved snit

Det korroderede område omkring snittet opmåles efter fjernelse af malingen og udtrykkes som "mm<sup>2</sup> korrosion omkring snittet" (Omregnet snitlængde: 50 mm). Værdien omsættes til "rusttal" ved hjælp af tabel 7.17, hvor der på grundlag af resultaterne fra tidligere forsøg er taget hensyn til eksponeringsmiljøets korrosivitet.

Omregningstabel for "rusttal" som udtryk for korrosion ved snit ( $K_s$ )

Rusttal $K_s$	Korroderet areal ved snit i mm <sup>2</sup>			
	1. Acid Rain Test, NIF-ART 2. Sca Water Spray test, Kyndby	Landligt klima Taastrup	"Dip and Dry" cyklisk test	Prohesion test
1	< 40	< 20	< 40	< 50
2	41-60	21-30	41-50	51-100
3	61-80	31-40	51-60	101-150
4	81-100	41-50	61-70	151-200
5	101-120	51-60	71-80	201-250
6	121-140	61-70	81-90	251-300
7	141-160	71-80	91-100	301-350
8	161-180	81-90	101-110	351-400
9	181-200	91-100	111-120	401-450
10	> 200	> 100	> 120	> 450

Tabel 7.17

### "Rustal" på arealet

Det korroderede areal - korrosionsgennemslag (hele prøvens overflade) bedømmes i henhold til DS/ISO 4628/3, og ved opgivelse af "rustgrad Ri". Ved at gange denne "rustgrad" med 2, får man talværdien for "korrosion på arealet  $K_a$ " (Tabel 7.18).

Omregningstabel for  $K_a$   
(korroderet areal - korrosionsgennemslag)

Rustgrad DS/ISO 4540	Rustgrad DS/ISO 4628/3	Korroderet areal	
		%	$K_a$
10	0	0	0
10-9	Ri 1	0,05	2
7	Ri 2	0,5	4
6	Ri 3	1	6
4-3	Ri 4	8	8
1	Ri 5	40/50	10

Tabel 7.18

### "Filiform corrosion"

Forekommer ved udbredelse af rust fra snittet i form af tynde "tråde". Filiform korrosion bedømmes i henhold til ISO 4623, 1984, ved at beregne trådenes længde, for så at opgive middelværdien for udbredelsen i mm ( $K_f$ ).

### Resultater

Detailresultaterne er angivet i bilag 9:

#### 9a: Fysiske egenskaber

- Lagtykkelse
- Buchholtz hårdhed
- Poretæthed

#### 9b: Glans- og kulørbestandighed

#### 9c: Vedhæftning før og under eksponering

#### 9d: Korrosionsbestandighed

### Kommentarer

#### Fysiske egenskaber

Lagtykkelserne på malingsystemerne er i overensstemmelse med de specificerede.

Der forekommer stor variation i lagtykkelsen for tykfilm-malingerne, hvilket er et udtryk for produkternes ringe sprøjtbarhed.

Med hensyn til Buchholtz hårdhed, som er et udtryk for modstand mod deformation ved indtrykning, har vandige produkter stort set samme egenskaber som de opløsningsmiddelholdige.

Alle systemerne kan påføres til porefri belægning bedømt med 9 V vådsvampøger.

#### Glans- og kulørbestandighed

De vandige dækmalinger udviser stor variation i udgangsglans. Sammenlignes vandige dækmalinger med høj glans med alkydmalinger, som ligeledes har en høj udgangsglans, har de vandige produkter større glansbestandighed ved udenørs eksponeringer. Vandige produkter med stort set samme

udgangsglans som klorkautsjuk giver samme eller mindre relative tab.

Med hensyn til kulørændring ved de udendørs eksponeringer, udviser de kommercielle vandige produkter stort set samme tendens som de 2 opløsningsmiddelholdige.

I projektmalingerne er toningspastaen ikke kulørbestandig, hvor der måles de store ændringer.

Bedømmelse af smudsmodtageligheden ved glans- og kulørmåling før og efter vask på eksponerede emner i Taastrup, viser at samtlige dækmalinger har samme tilbøjelighed til at fastholde smuds.

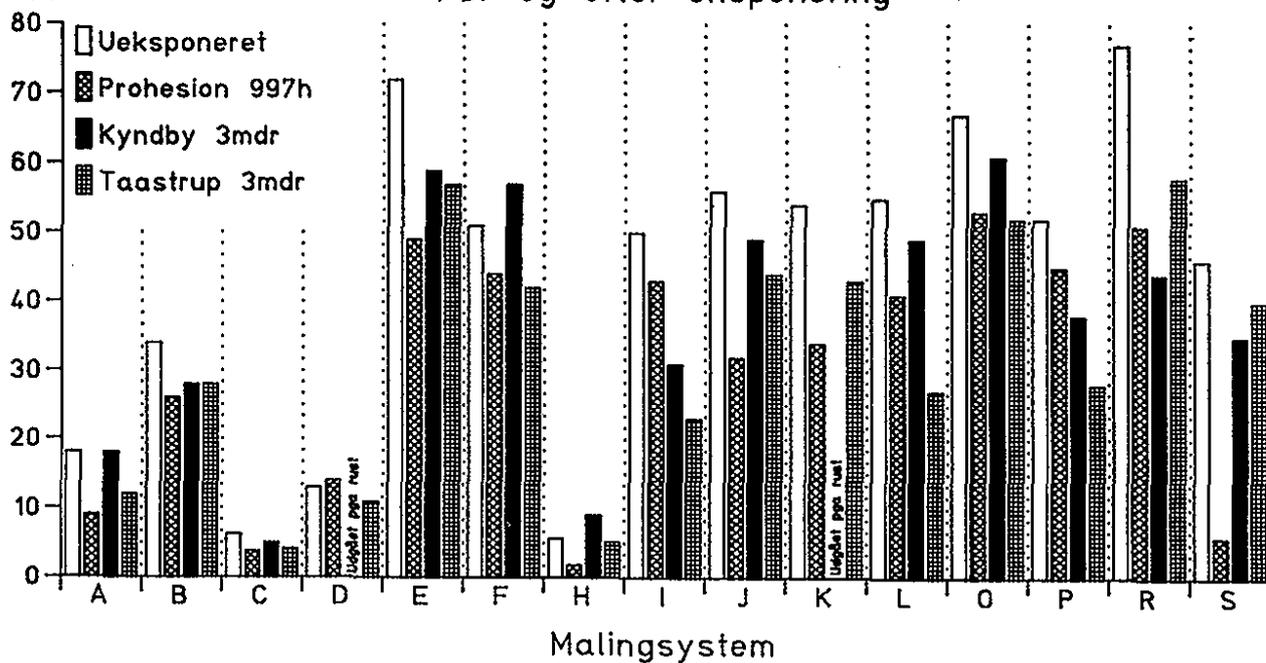
# Glans

60°

DS/ISO 2813

Glans

Før og efter eksponering



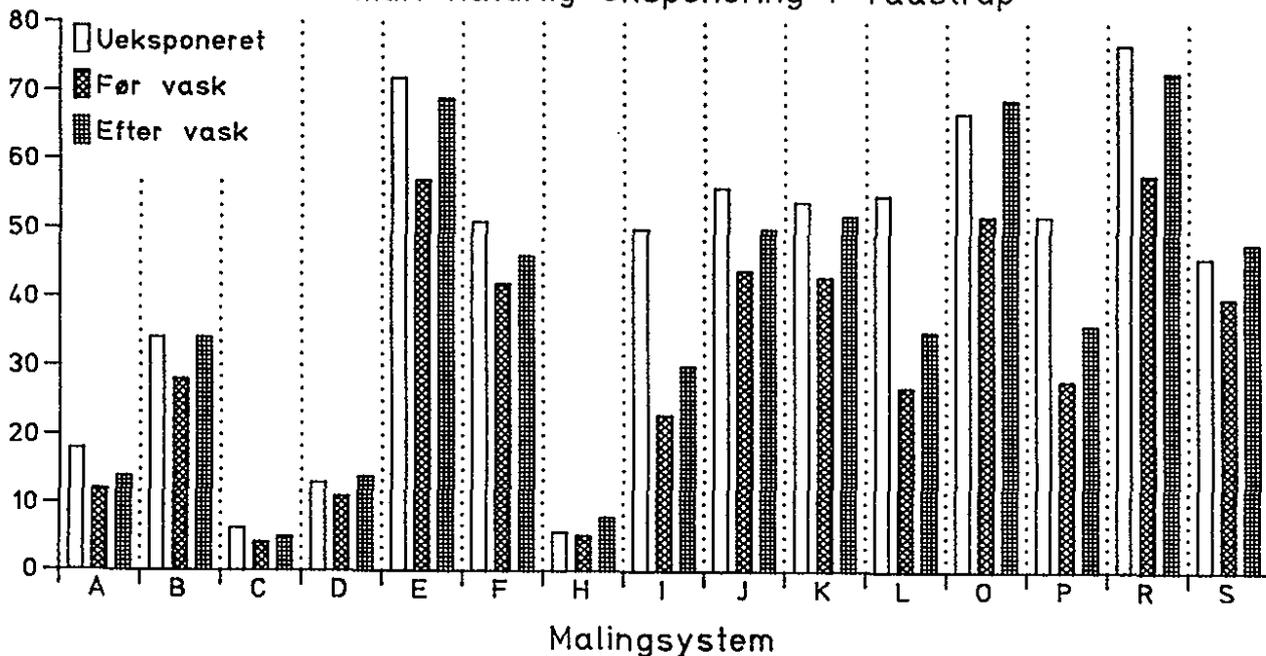
# Glans

60°

DS/ISO 2813

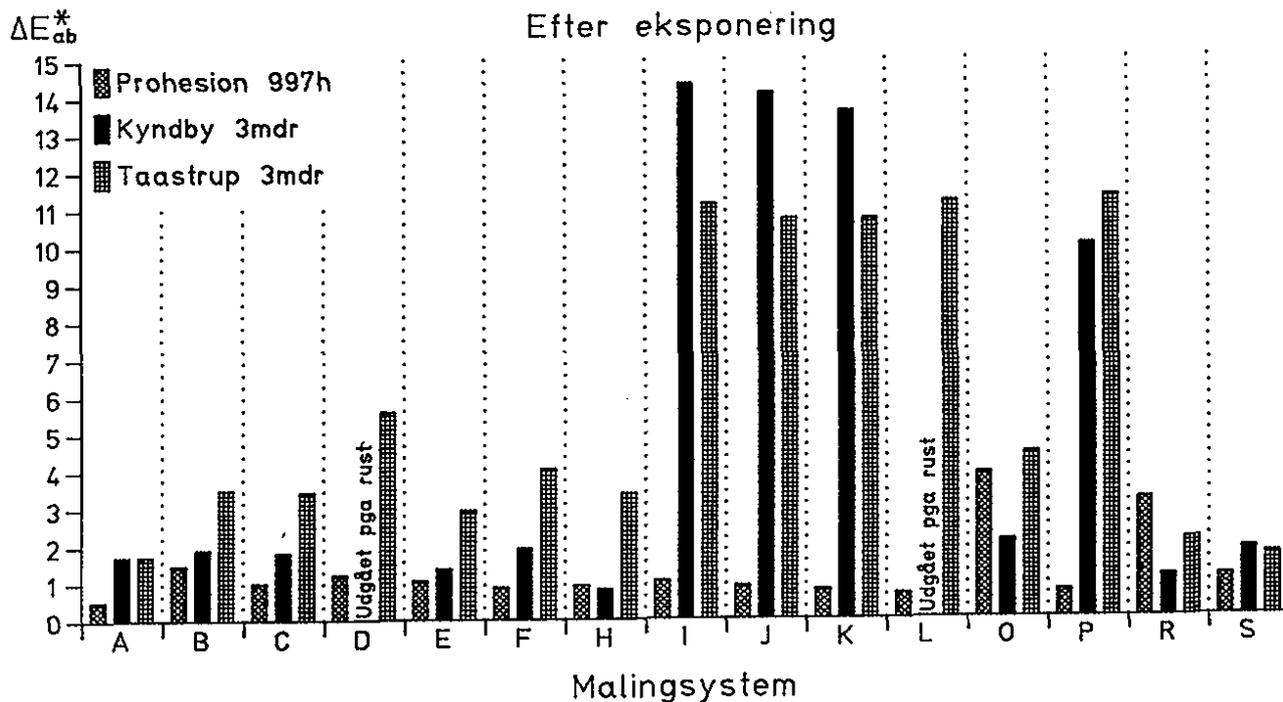
Glans

3 mdr. naturlig eksponering i Taastrup



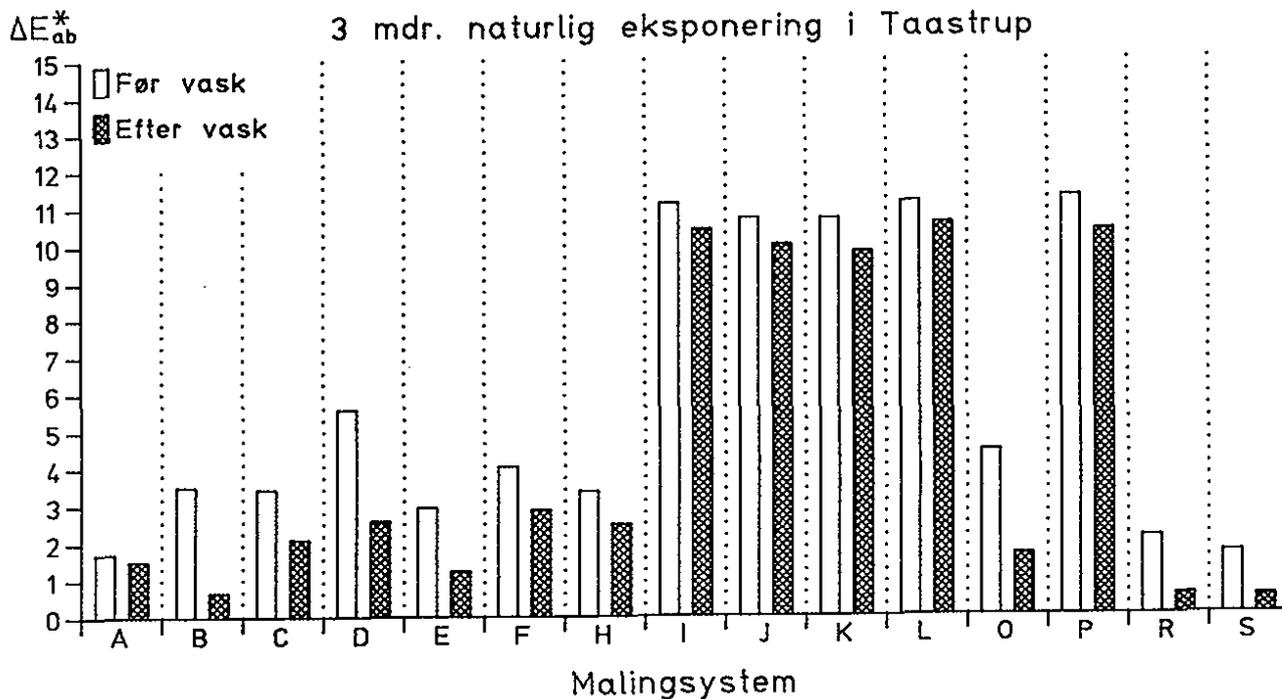
# Kulørændring

CIELAB, D65-belysning  
DS/ISO 7724



# Kulørændring

CIELAB, D65-belysning  
DS/ISO 7724



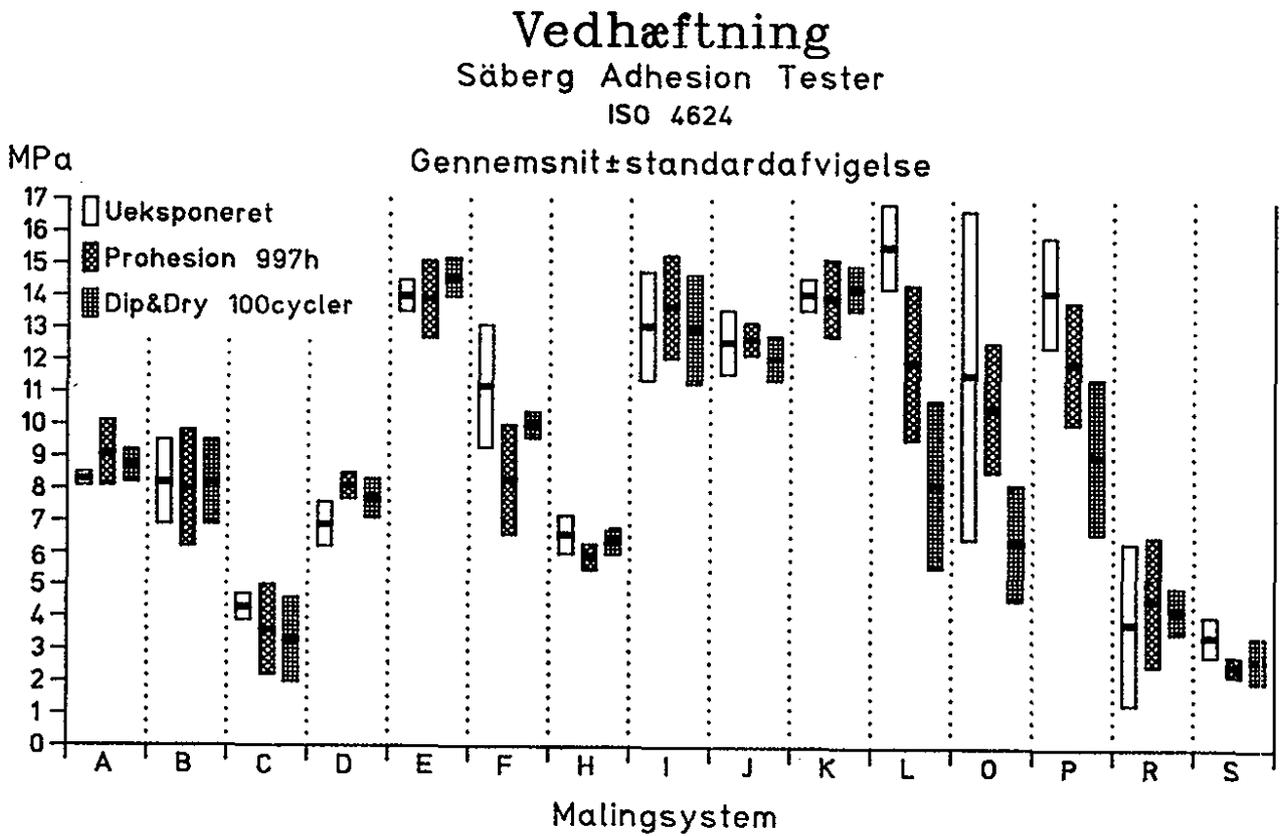
## Vedhæftning

Vedhæftning bedømt ved gittersnit udviser for de fleste vandige produkter mindre end kl 2, medens de opløsningsmiddelholdige udviser kl 2-4, både før og efter eksponering.

Vedhæftningsbedømmelse ved gittersnit synes ikke at give en realistisk vurdering.

Ved Saeberg aftrækningsmetode fås for de fleste systemer højere værdier end for de opløsningsmiddelholdige, men variationen mellem de enkelte systemer er meget stor.

For de kommercielle malinger ændres vedhæftningen ikke ved eksponering, medens der for nogle af projektmalingerne (L, O, P) er tale om et fald i vedhæftning ved såvel Prohesion, som Dip & Dry eksponeringerne.

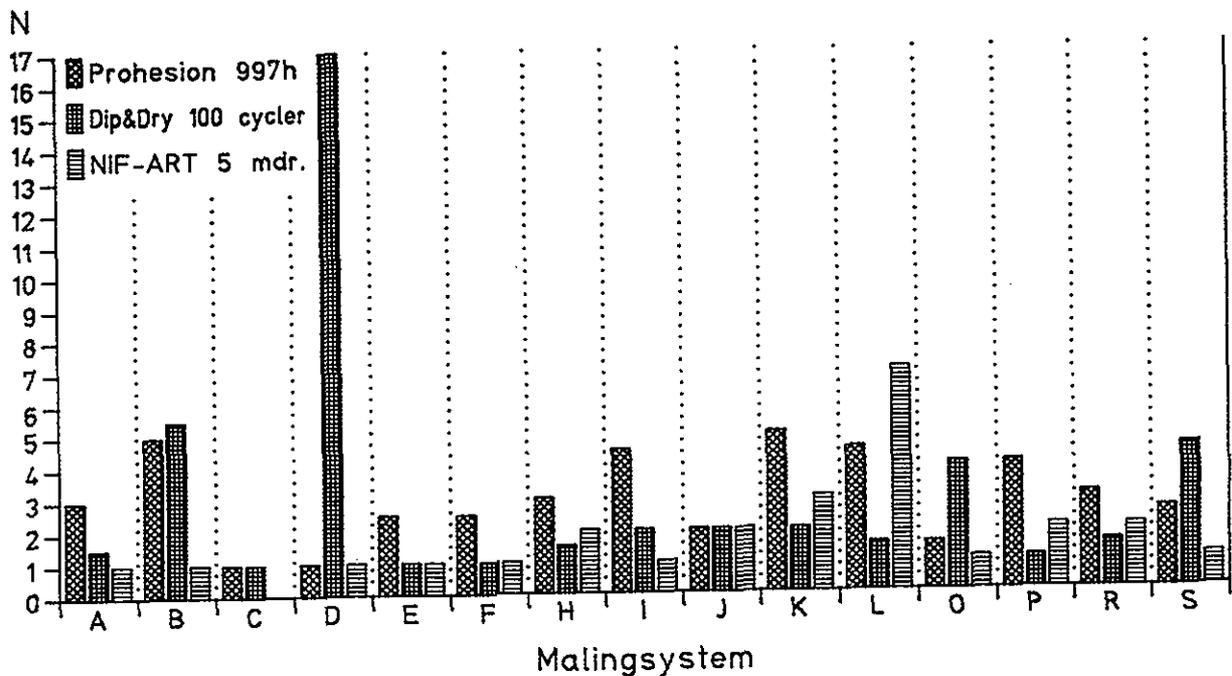


Ingen af de udendørs eksponeringer er på nuværende tidspunkt afsluttet, hvorfor det ikke er muligt at konkludere entydigt på nedbrydningsgraden.

For de 2 accelererede eksponeringer ses stor variation i nedbrydningsgrad og det kan allerede på nuværende tidspunkt fastslås, at nogle af typerne ikke vil være egnede til korrosionsbeskyttelse i korrosivt miljø.

Hvor vidt nogle af de vandige produkter vil have en korrosionsbeskyttelsesværdi på samme niveau som de opløsningsmiddelholdige, er det på nuværende tidspunkt for tidligt at sige noget definitivt om, men for nogle af systemerne er nedbrydningen ved alle eksponeringerne mindre end for alkyd- og klorkautsjuksystemerne.

## Nedbrydningsgrad





## 8. Litteraturliste

1. Graedel, T.E. & McGill, R.: Degradation of materials in the atmosphere. *Environment Sci.Tech.* 20 (1986): 111093-11100
2. Funkt, W. et al: Ungelöste Probleme beim Korrosionsschutz durch organische Beschichtungen. *Farbe und Lack* 92 (1986): 9,822-828
3. Bancken, E.L.J.: Coatings Research Towards The Year 2000. 18. Fatipec Congress (1986), vol. 4, 43-54
4. Furke, W.: Towards Environmentally Acceptable Corrosion Protection by Organic Coatings. *Journal of Coatings Technology* 55 (oct. 1983): 705, 31-38.
5. Bruno, J.A. & Appleman, B.: Project Pace. Development and Evaluating Environmentally Acceptable Coatings. Lead- and Chromate-Free Pigmentation. *Journal of Protective Coatings & Linings* 1 (1984): 624-33
6. Anon: Research News. ACTS/PACE Program. *Journal of Protective Coatings & Linings* 4 (1987):1, 12, 63, 64
7. Oetern, van, K.A.: Umweltbelastung bei Korrosionsschutzarbeiten an Stahlbauten. *Farbe und Lack* 90 (1984): 11, 916-919
8. Oechsner, W.Ph: Korrosionsschutzsysteme auf High-solid und wässriger Basis. *Bautenschutz und Bausanierung* 8 (1985): 4, 154-162
9. Planas, C.B.: proteccion anticorrosiva y mantenimiento de estructuras de acero al carbono. *Pinturas y Acabados Ind.* 28 (sept. 1986): 150, 17-19
10. Anon: Survey Responses on Conditions in the Industry. *Journal of Protective Coatings & Linings* 2 (1985): 6, 14-32
11. Anon: Progress in Short-Time Evaluation of Anticorrosive Paints. Conference nov. 23-24, 1987, Lyngby
12. Igetoft, L. & Pedersen, H.: Korrosionsprovning av målat stål. *Färg och Lack Scandinavia* 33 (1987): 10, 157-163
13. Lampe, K. & Saarnak, A.: Korrosionshindrende Malingsystemer. Afprøvningsmetoder. NIF-rapport T 10-84 M (1984)
14. Saarnak, A.: Vattenburna Färger - framtidens rostskyddssystem. *Färg och Lack Scandinavia* 32 (1986): 7-8, 129-130, 132-133
15. Anon: Essayists Describe Conditions in the Industry. *Journal of Protective Coatings & Linings* 2 (1985): 6, 48-61
16. Leyland, D.S.: Coatings Systems Used by State Highway Departments. *Journal of Protective Coatings & Linings* 2 (1985): 5, 20-29
17. Appleman, B.R.: Water-Borne Coatings for Industrial Maintenance. *Journal of Protective Coatings & Linings* 3 (1986): 10, 36-41
18. Warness, R.: Water-Borne Coatings for Corrosion Protection of Steel highway Structures. *Corrosion* 85, march 25-29, 1985, Boston/USA, paper no 10
19. Benton, R.M.: Water-borne coatings for industrial maintenance. *American Paint & Coatings J.*, I (oct. 28, 1985), 42-52, II (nov. 4, 1985), 38-50

20. Flynn, R.W.: Water-Borne Coatings for Industrial Maintenance. Part II. Journal of Protective Coatings & Linings 3 (1986): 10, 42-46
21. Anon: Factors affecting application and marketability of water-borne industrial enamels. American Paint & Coatings J. (1986). I (June 30,) 38-42, II (July 7), 36-41, III (July 14), 37-44, IV (July 21), 37-42
22. Emch, D. & Ziegenweid, J.: Waterborne, the Paint, and it's Practical Application. Proceedings Finishing '83 (1983) Cincinnati, 1-7, 11
23. Weckerte, R: Aufgabenstellung, Erfolgsfaktoren und Störgrößen bei der Einführung von Wasserlacken. Industrie Lackier Betrieb 54 (1986) 6, 271-275
24. Plath, D.: Bindemittel für wasserverdünnbare Lacksysteme. Industrie Lackier Betrieb 54 (1986): 4, 165-168
25. Bieganska, B. et al: Anticorrosive Water-Borne Paints. Progress in Organic Coatings 15 (1987), 33-56
26. Zimmermann, R.: Bindemittel für Farben und Lacke heute und morgen. Farbe und Lack 89 (1983): 7, 499-508
27. Nicholson, J.W.: Waterborne coatings: A review of basic principles. JOCCA 70 (1987): 1, 1-4
28. Schutze, E.C.: Korrosionsschutz-Systeme auf Dispersionsbasis. Coating 17 (1984): 6, 168-169
29. Zermani, J.T.: Aqueous Urethanes vs Solution Urethanes: Advantages and Disadvantages. Journal of Water Borne Coatings 7 (Aug. 1984): 3, 2-7
30. vand de Wiel, H.A.M.: Stand und Entwicklungen bei Dispersionsbindemittel. Industrie Lackier Betrib 54 (1986): 4, 161-164
31. Boxall, J.: Advances in protective coatings: Water-borne coatings. Polymers Paint & Colour J. 174 (oct. 1984): 4128, 703, 704, 706
32. Huldén, M. & Eng, K.: Torkning av vattenspädbare alkyder. NIF-rapport, del 1 T 7-83 M (1983), del 2. T 4-85 M (1985)
33. Zückert, B. & Rauch-Puntigan, H.: Aufbau moderner Alkydharzemulsionen für oxidativ trocknende Lacke. Farbe und Lack 92 (1986): 10, 912-915
34. Engel, J.J.: Problems of Air-Drying Water-Borne Alkyds. Water-Borne & Higher-Solids Coating Symposium Febr. 1983, New Orleans, 32-45
35. Yanagihara, T.: The recent progress of acrylic emulsion for coating industries. Progress in Organic Coatings 11 (1983), 205-218
36. Watson, D.M. & Flynn, R.W.: A new approach in acrylic maintenance vehicles. Resin Review 34 (nov. 1984): 3, 3-17
37. Kossmann, H.: Neue Aspekte bei der Formulierung wässriger, lufttrocknender. Korrosionsschutz-Beschichtungen. 18 Fatipecc Congress (1986) I/A, 291-308
38. Haagen, H.: Untersuchung zur Anwendung von Wasserlacken für Korrosionsschutzbeschichtungen. Industrie Lackier Betrieb 53 (1985): 11, 410-413
39. Lampe, K. & Saarnak, A.: Vandfortyndbare korrosionshindrende malingsystemer. NIF-rapport T 14-87 M (1987)

40. Fridli, H.R. & Keillor, C.M.: Preparation of Model Vinylidene Chloride/ Acrylate Copolymer Latexes Suitable for Use in Coatings. *Journal of Coatings Technology* 59 (may 1987): 748, 65-73
41. Caine, M.L.: Chlorinated Vinyl Acrylic Latices for The Protection of Steel. *Modern Paint and Coatings* 73 (1983): 9, 37-41
42. Humphries, R.G.: the versatile paint resin-"Haloflex". *JOCCA* 70 (1987): 6, 150-157
43. Athey, R. jr.: Waterborne Additives Colloidal Stabilizers, Part 1. *Metal Finishing* (July 1986), 61-62
44. Lein, M.M. et al. Design of Waterborne Coatings for the Corrosion Protection of Steel. Part III. Effect of Surfactants in an Aqueous Air Dry Coating. *Journal of Coatings Technology* 55 (Aug. 1983): 705, 81-90
45. Athey, R. jr.: Waterborne Additives Rheology Modifiers. *Metal Finishing* (Sept. 1986), 59-60
46. Murakami, T. et al.: the influence of surfactants on associative thickener performance in coatings formulations. *Proceedings of the ACS Div. of Polymer. Materials* 55 (1986), 148-152
47. Murakami, T. et al.: The influence of binder characteristics on water-borne coatings rheology containing hydrophobically-modified water soluble polymers. *Proceedings of the ACS Div. of Polymeric Materials* 53 (1985), 540-544
48. Athey, R. jr.: Testing Waterborne Coatings. Part VIII-Foaming and Mechanical Stability. *Metal Finishing* (Dec. 1985), 19-20
49. Antonucci, E.M. & Gan, B.M.: The Hole of Paint Additives in the 80's. *Journal of Water Borne Coatings Buyer's Guide* issue (1985), 3-6
50. Anon. Construction Industry Coatings: New Trends and Developments. *Modern Paint and Coatings* 77 (1987): 3, 30-33
51. Guthrie, D.H. & Czerepinski, R.: Evaluations of coalescing agents for industrial latexes. *American Paint & Coatings J.* 72 (July 1987): 2, 37-46 (Part I)
52. Guthrie, D.H. & Czerepinski, R.: Evaluations of coalescing agents for industrial latexes. *American Paint & Coatings J.* 72 (Aug. 1987): 3, 40-48
53. Heckman, R.A.: Solvent Reformulation. The Substitution for Ethylene-Based Glycol Ethers and Acetates. *Journal of Protective Coatings & Linings* 3 (1986): 10, 52-61
54. Kelyman, J.S. et al: Propylene Glycol Phenyl Ether as a Latex Coalescent. *Modern Paint and Coatings* 76 (1986): 10, 155-160
55. Perera, D.Y. & Eynde, D.V.: Effect of Organic Solvents in Internal Stress in Latex Coatings. *Journal of Coatings Technology* 56 (Nov. 1984): 718, 69-75
56. Bernie, J.A.: Corrosion Control with Inhibitors in Coatings. 13. *International Conference in Organic Coatings Science and Technology*, Athen (1987), 11-33
57. Goldie, B.P.F.: Novel Corrosion Inhibitors. 10. *International Conference in Organic Coatings Science and Technology*, Athen (1984), 53-63
58. Anon. Ion Exchange Pigments Poised to Replace Chromates. *Polymers Paint & Colour J.* 177 (April 1987): 4189, 260-266
59. Jackson, K.G. & Kropman, M.: High Performance Water Borne Primers. *Polymer Paint & Colour J.* 177 (Apr. 1987): 4189, 246-248

60. Garnaud, M.H.L.: White Corrosion Inhibitive Molybdate Pigments. *Polymers Paint & Colour J.* 174 (Apr. 1984): 4117, 268-270
61. Adrian, G. & Bittner, A.: Second Generation Phosphate Anti-Corrosive Pigments. *Journal of Coatings Technology* 58 (sept. 1986): 740, 59-65
62. McLaurin, M.C.: Formulation of High Performance Water-Reducible Alkyd Coatings using Modified Barium Metaborate Anti-Corrosion pigments. *Water-Borne & Higher-Solids Coatings Symposium New Orleans (1985)*, 215-234
63. Hare, C.H. & Whitney, J.L.: Pigment Selection and Latex Paint Performance on Steel. *Modern Paints and Coatings* (Oct. 1986), 150-154
64. Schmid, E.V.: Einsatz von Eisenglimmer im Langzeit-Korrosionsschutz. *Farbe und Lack* 90 (1984): 9, 759-765
65. Athey, R.D. jr.: Latex Coating Formulation Evaluation of Organosilane Treated Talcs. A Statistically Design and Study. Part I. *Journal of Water Borne Coatings* 8 (Febr. 1985): 1, 7-10
66. Athey, R.D.: Latex Coating Formulation Evaluation of Organosilane Treated Talcs. A Statistically Design and Study. Part II. *Journal of Water Borne Coatings* 8 (May 1985): 2, 10-20
67. Zorll, U.: Korrosionsschutz mit Hilfe organischer Schutzschichten und deren Charakterisierung. *Fresenius Z. Analyt. Chemie* (1984): 319, 675-681
68. Anon. Coatings for Minimally Prepared Surfaces. *Journal of Protective Coatings & Linings* 3 (1986): 8, 48-49
69. DesLauriers, P.J.: Rust Conversion Coatings. *Water Borne & Higher-Solids Coatings Symposium New Orleans (1987)*, 58-76
70. Jenal, L.: Umweltfreundlicher und wirtschaftlicher Korrosionsschutz. *Das Deutsche Malerblatt* (1986): 6, 556-559
71. Vychristjuk, P.N. et al.: Inhibited aqueous emulsion for protecting steel from corrosion. *Lak Mat. Prim* (1984): 3, 30-32
72. Croll, S.G.: Heat and Mass Transfer in Latex Paints During Drying. *Journal of Coatings Technology* 59 (Aug. 1987): 751, 81-92
73. Kendall, K. & Padget, J.C.: Contact of Polymer Latex Particles with Metals. *J. Adhesion* 22 (1987), 39-48
74. DelGuidice, F.P. & Miller, W.P.: Water Absorption of Latex Films. *Water-Borne & Higher Solids Coatings Symposium New Orleans (1986)*, 237-251
75. Bentz, D.P. & Martin, J.W.: Using the Computer to Analyse Coating Defects. *Journal of Protective Coatings & Linings* 4 (1987): 5, 38-45
76. Wallström, Eva og Svenningsen, Irene: Fordampning fra vandfortyndbare malevarer, Arbejds miljøfondet.
77. Wallstrøm, Eva m.fl.: Fordampning fra vandfortyndbare malevarer. NIF februar 1983.

Den refererede litteratur kan opdeles i følgende afsnit:

a.	Korrosion og anvendelse af mere miljøvenlige malingsystemer	1-9
b.	Korttidsafprøvning - problemer med vandfortyndbare systemer	10-15
c.	Erfaringer med anvendelsen af vandfortyndbare systemer i praksis	16-23
d.	Bindemidler til vandfortyndbare malingsystemer	24-41
e.	Additiver til vandfortyndbare malingsystemer	42-55
f.	Korrisoninhiberende pigmenter (bly- og chromatfrie)	56-67
g.	"Rust Conversion Coatings" (vandfortyndbare)	68-71)
h.	Undersøgelse af nogle egenskaber med vandfortyndbare malevarefilm	72-75
i.	Tørringsproces	76-77



## Patentlitteraturfortegnelse

1. Kansas Paint Co. Jap. Pat. 3238864 (1982)
2. Kansas Paint Co. Jap. Pat. 003829 (1986)
3. Kansas Paint Co. Jap. Pat. 038426 (1985)
4. Asahi Chem. Ind. Co. Jap. Pat. 025749 (1986)
5. Dai-Nippon Ink & Chem. Co, Jap. Pat. 01396 (1984)
6. Nippon Paint Co, Jap. Pat. 004201 (1985)
7. Sun Chem. Co, US Pat. 4616057 (1986)
8. Mobil Oil Co, US Pat. 4413037 (1983)
9. Courtaulds Plc, Europ. Pat. 195661 (1986)
10. Lebedava NN, Sovj. Pat. 1049508 (1984)
11. Standard Oil Co, Europ. Pat. 118252 (1984)
12. BASF, Vesttysk Pat. 3406321 (1984)
13. BASF, Europ. Pat. 091021 (1983)
14. BASF, Vesttysk Pat. 3523319 (1985)
15. Bayer AG, Vesttysk Pat. 3516806 (1985)
16. Kansas Paint Co, Jap. Pat. 046503 (1986)
17. Cincinnati Vulcan Co, US Pat. 393718 (1982)
18. Lubrizol Co, Vesttysk Pat. 3242425 (1982)
19. ICI, Europ. Pat. 0209231 (1986)
20. Lecb et al, Czech. Pat. 9304 (1981)
21. Africa Territor, Wattle Ind. Fund Ltd., Brit. Pat. 2174386 (1986)
22. Ingenieurbureau Leuenberger AG, Vesttysk Pat. 3521386 (1985)
23. Heiss A, Europ. Pat. 139747 (1984)
24. Ashland Oil Inc, Europ. Pat. 104108 (1983)
25. Burker's Paint Co, US Pat. 487111 (1983)



### Korrosionsbeskyttelsesprincipper

Stål korroderer når det udsættes for vand + ilt (eller vand + syre).

Princippet ved korrosionsbeskyttelse er at udelukke et eller flere af disse stoffer fra ståloverfladen. Det nemmeste er som regel at udelukke vandet.

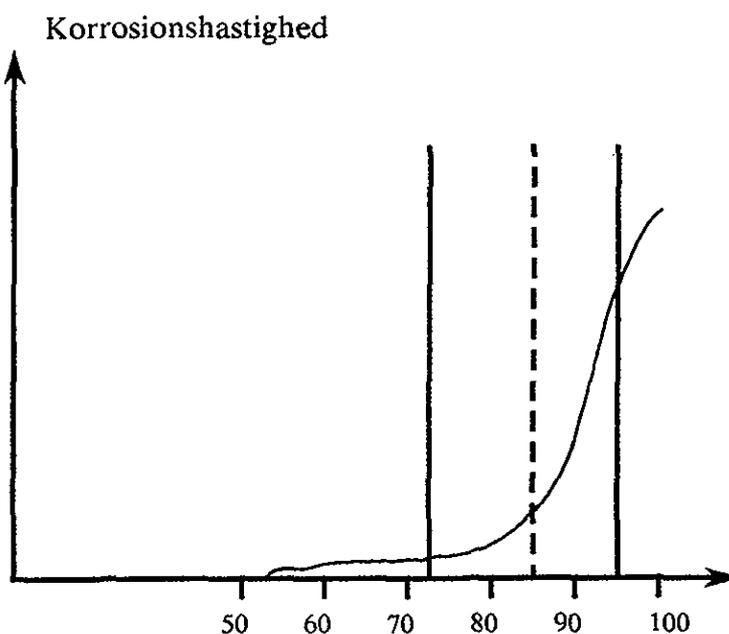
Der kan skelnes mellem passiv og aktiv korrosionshindring.

#### Passiv korrosionshindring

##### Klimakontrol

Affugtning til relativ luftfugtighed under 50%. Den tørre luft skal fordeles i konstruktionerne, således at alle flader kommer i forbindelse med den tørre luft. Metoden er velegnet til indvendig beskyttelse af større kassekonstruktioner og lukkede hulrum. Der bør udføres løbende kontrol af luftfugtigheden, idet korrosionsprocessen starter ved en luftfugtighed over 55%.

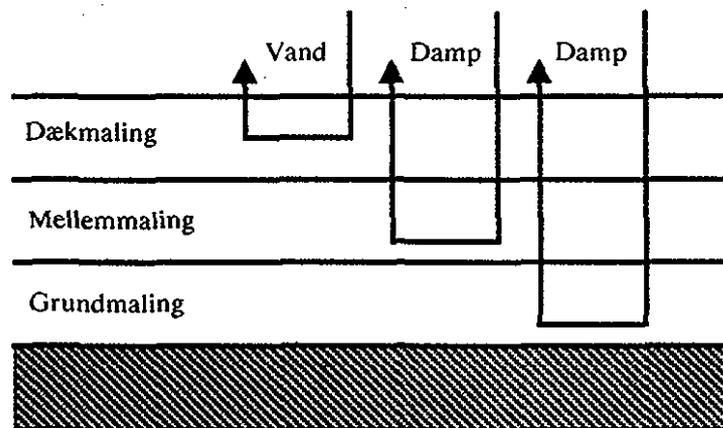
Korrosionshastigheden som funktion af den relative fugtighed fremgår af nedenstående figur 1.



Figur 1

#### Maling

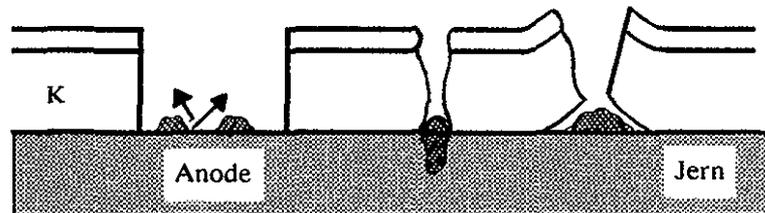
Maling eller belægninger uden aktive pigmenter, såkaldte barriersystemer, kan i større eller mindre grad hindre passage af vand og ilt. Systemet kan være opbygget af et eller flere lag. Anvendelse af et system med flere lag giver en større sikkerhed mod gennemgående porer. En vis vanddiffusion vil dog ske på grund af damptrykkets ændringer, jvf. nedenstående figur 2.



Figur 2

**Metalbelægning**

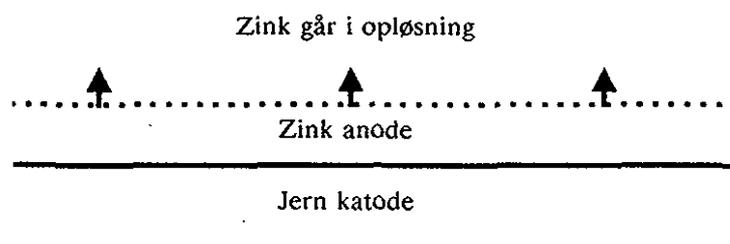
Metalbelægning (ædlere end jern) er kendt fra fornikling/forchromning. Udelukker i princippet ilt og vand effektivt, men det er vanskeligt at undgå porer, og revner (krakeleringer) forekommer ofte i tidens løb. Når jernet blottes, kan der ske en voldsom (grube)tæring, og rusten vil skubbe metallaget af, se figur 3.



Figur 3

**Aktiv korrosionshindring****Metalbelægning**

Metalbelægning (uædlere end jern) beskytter jernet aktivt, idet belægningen (f.eks. zink) korroderer uden at jernet angribes (belægningen ofrer sig), se figur 4.



Figur 4

**Maling med korrosionshindrende pigmenter**

Malingsystem bestående almindeligvis af en grundmaling, en mellemmaling og en dækmaling. Grundmalingen indeholder aktivt korrosionshindrende pigmenter.

Pigmenterne kan virke på følgende måde:

- a. Dannelse af beskyttende forbindelser mellem visse bindemidler og pigmenter.
- b. Beskyttelse af ståloverfladen ved f.eks. anvendelse af chromater/fosfater.
- c. Anodisk beskyttelse (offeranode virkning) ved zinkstøv-maling.

**Maling med andre inhiberende stoffer**

Foruden anvendelsen af pigmenter til aktiv korrosionshindring kan der tilsættes andre inhibitorer til malingen, ligesom bindemidlet kan have inhiberende virkning på ståloverfladen.

**Sammenhængen mellem malingsystem og forbehandling**

En vigtig forudsætning for god korrosionsbeskyttelse er, at der etableres vedhæftning mellem maling og metaloverfladen. Metaloverfladen må derfor forbehandles således, at malebehandlingen effektivt kan befugte overfladen, hvorved der skabes en god kontakt.

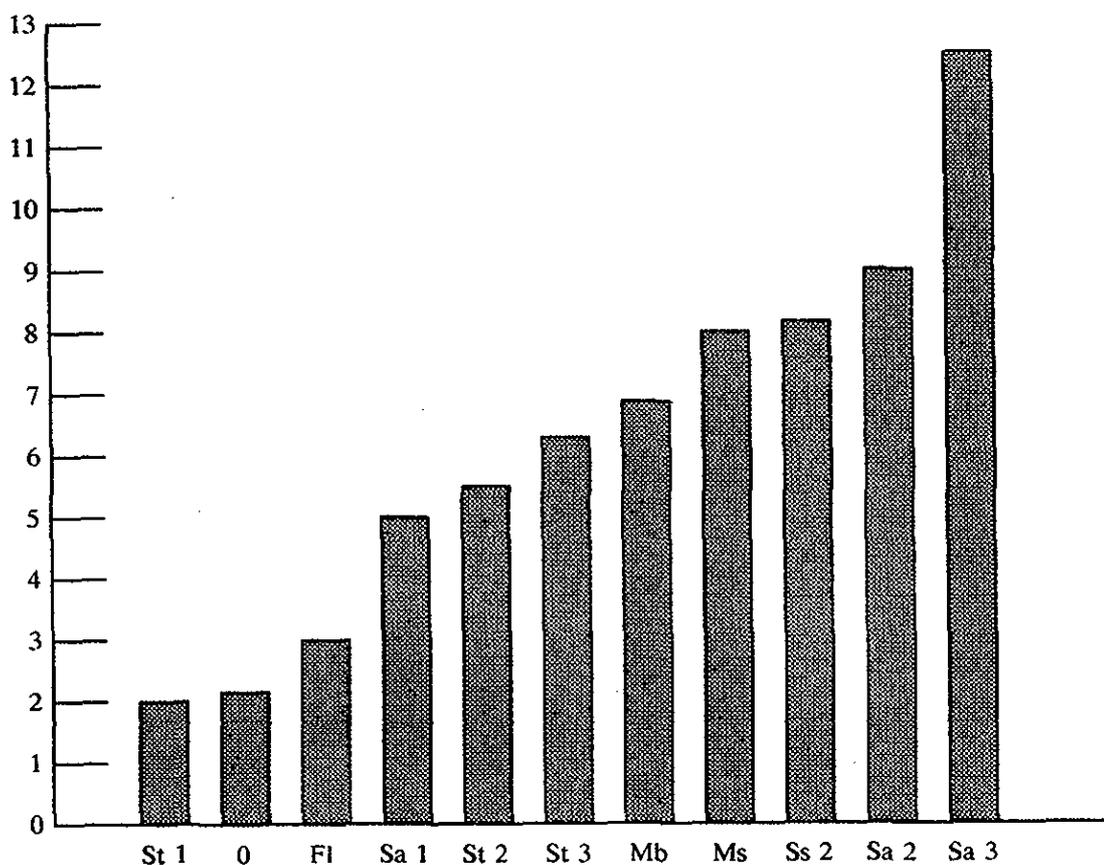
Formålet med forbehandling er, at skabe en ren og som oftest ru overflade. Kravene til rensningsgrad og ruhedsgrad afhænger af valg af malingsystem, herunder navnlig valg af grundmaling, idet vedhæftningen mellem grundmaling og metaloverfladen kan skabes ved binding på en eller flere af følgende måder:

- kemisk
- fysisk/kemisk
- fysisk

**Malingsystemers levetid**

Levetiden for en overfladebehandling afhænger således i stor udstrækning af rensningsgraden, hvilket er anskueliggjort i nedenstående figur 5 (værdierne i figuren refererer til levetiden for et to-lags system påført på forskellige forbehandlede C-plader).

Levetid/år



Ss: Styngrensning (= Sa 2)

Ms: Slibning med maskine (tilsvarende rensning til St 3)

Mb: Stålbørstning (tilsvarende rensning til St 3)

Sa: Sandblæsning

Fl: Flammerensning (tilsvarende rensning til St 1)

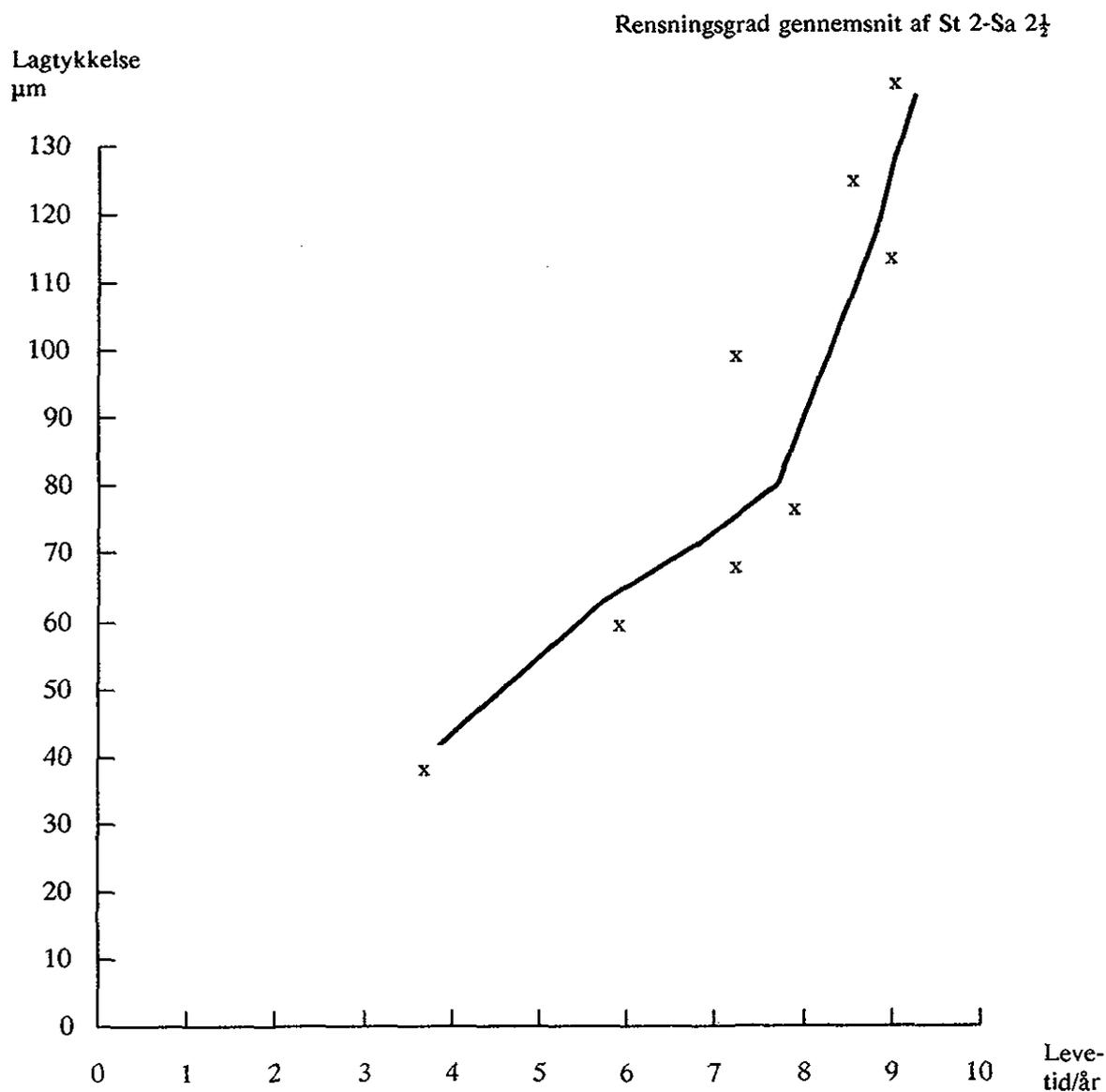
St: Stålbørstning

0: Ingen forbehandling

Figur 5

Levetiden for overfladebehandlingen afhænger ligeledes af malingsystemets samlede lagtykkelse, hvilket er anskueliggjort i figur 6.

Lagtykkelsens betydning - 2-lags system - stigende lagtykkelse af grundmaling  
40  $\mu\text{m}$  dækmaling konstant



Figur 6

Som det fremgår forøges levetiden med stigende lagtykkelse indtil en vis grænse, hvorefter der ikke opnås mere.

Dette er karakteristisk for alle malingsystemer.

Figuren skal kun anvendes som eksempel, da specifikke levetider ikke kan angives for de enkelte overfladebehandlinger. Dertil er der alt for mange varierende faktorer.

## Korrosionsklasser

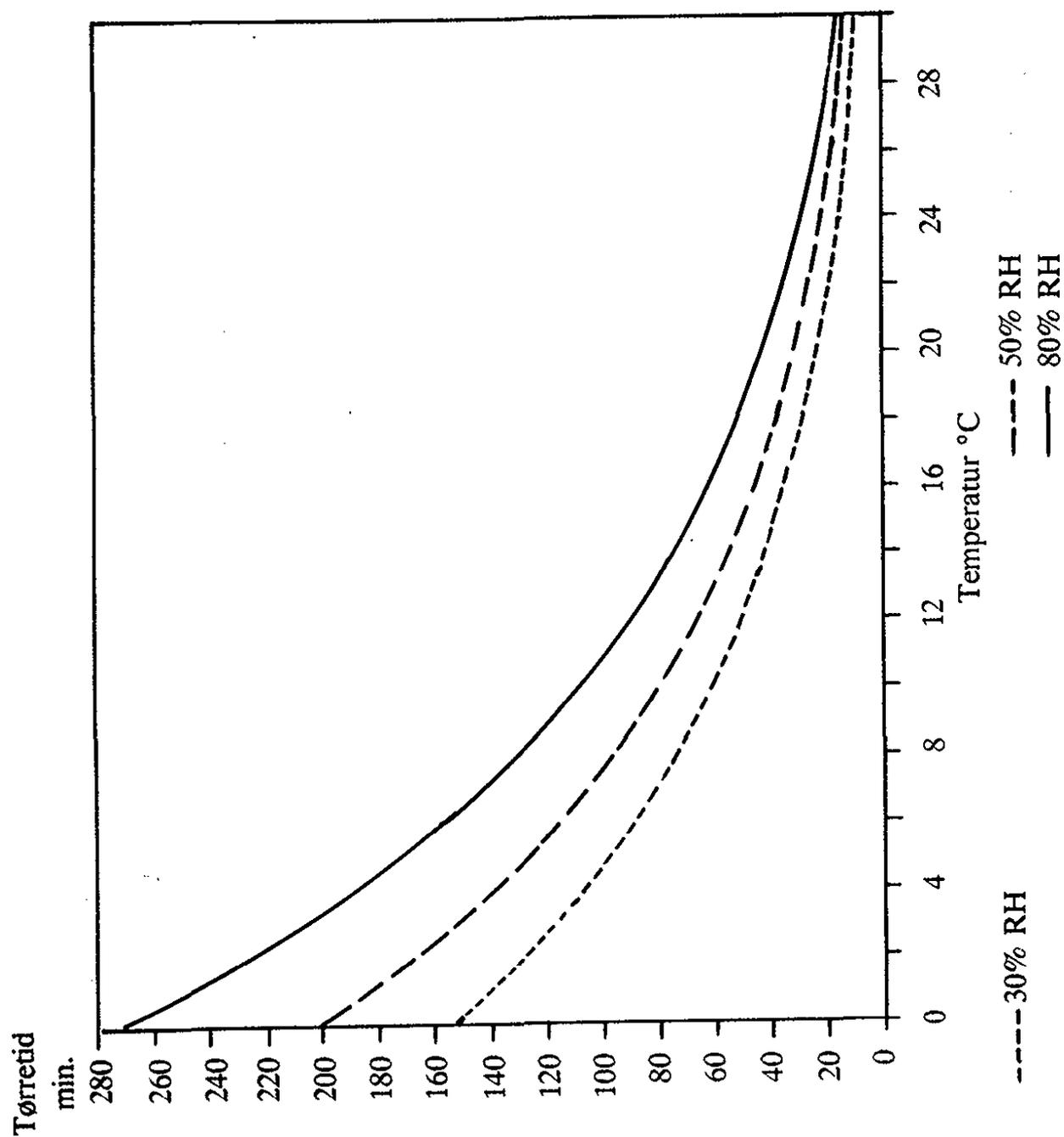
De korrosive påvirkninger i et givet miljø er ofte beskrevet ved hjælp af korrosionsklasser (jvf. Ingeniørforeningens anvisning for Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner DS/R 154) se skema 7.

Korrosionsklasse	Miljøets aggressivitet	Indendørs	Udendørs
0	Ingen	- Lokaler med RF < 60% (kontorlokaler) affugtede lokaler	
1	Ubetydelig	- Uopvarmede velventile-rede lokaler uden kondens (uisolerede) stålskeletbygninger med naturlig ventilation - Opvarmede lokaler RF > 60% uden kondens (installationer i industri-anlæg)	
2	Middel	- Skiftende fugtpåvirkning med kortvarig kondens-dannelse (industri-lokaler)	- Ikke forurenede land-atmosfære og lign. miljø med lav sulfat syrebase og chlorid forurening
3	Stor	- Veksellende fugtighed, kraftig kondens - Veksellende fugtighed, kraftig kondens - Kemikaliepåvirkning	- Forurenede atmosfære sulfat og anden forurening fra industri optræder - Ikke forurenede kystatmosfære
4	Meget stor	- Konstant fugtigt (bryggerier, slagterier, svømmehaller)	- Forurenede kystatmosfære - Kemikaliepåvirkning - I vand og i jord

Skema 7

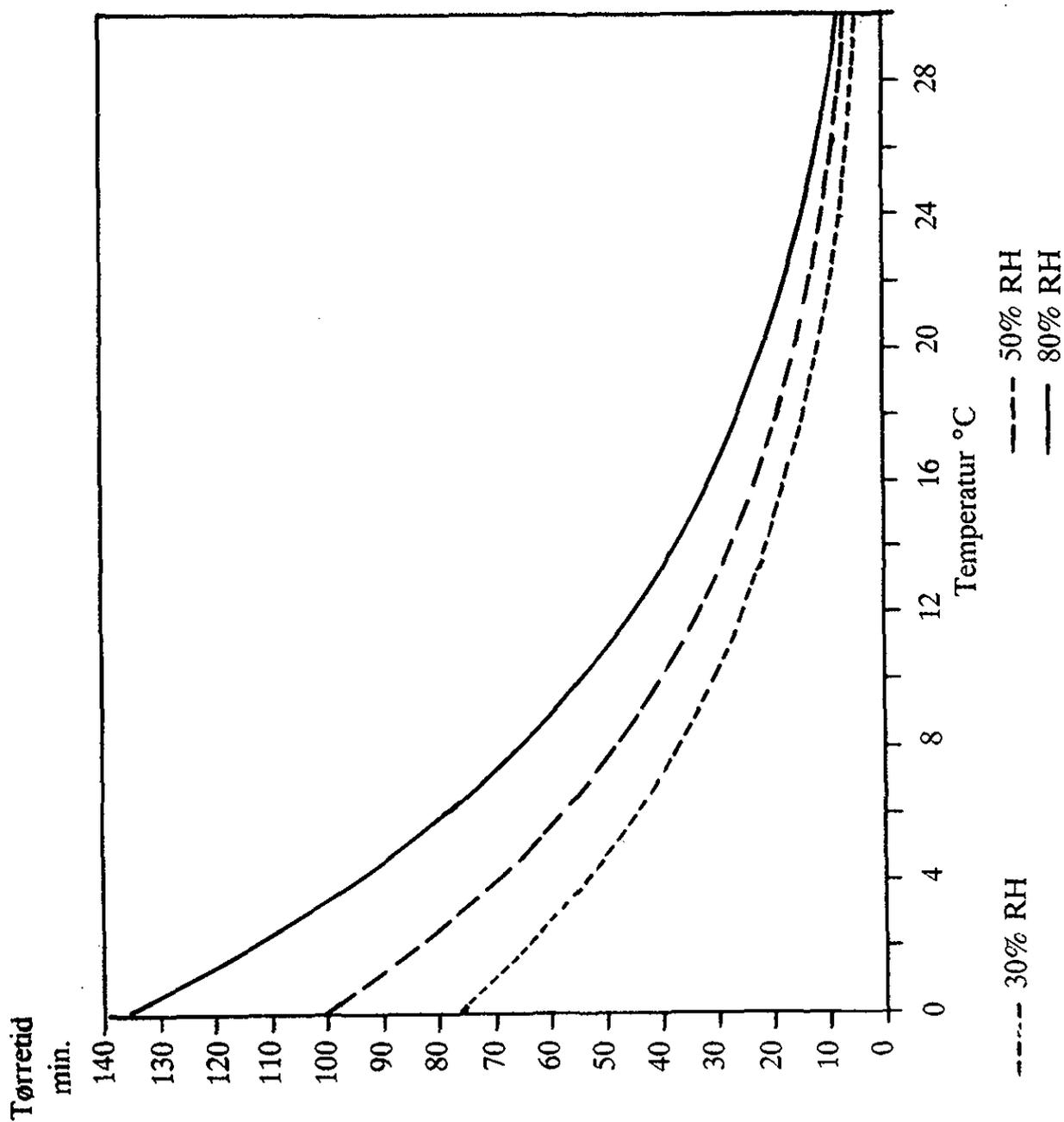
Tørretid for maling

Lagtykkelse 60 µm



Tørretid for maling

Lagtykkelse 60 µm



## Vandige malematerialer

Sagsnr. 290.76140/34

Kronologisk oversigt

Eksp. NATURLIG

Skema nr. 1

Dato 9. februar 1988

Skema nr. 2 mrk. VB

Konstruktion: Vandbehandlingsanlæg	Beliggenhed Sundby Gasværk	Generel korrosionskl.: 3
Særlige påvirkninger: Indendørs med særlig belastning	Stk./areal: 3 stk beholdere, ialt ca. 50 m <sup>2</sup>	
Behandlingsår: 1986		
Underlag: Stål		
Forbehandling: Sandblæst og primet med 2 K zinkstøvmaling ved levering.		
Grundmaling: 2 gange Hemucryl Primer 1810, á 40 µm tør lagtykkelse.		
Mellemmaling:		
Slutmaling: 1 gang Hemucryl Emaille 5810, 40 µm tør lagtykkelse.		
Tidspunkt  Maj 1986	Vedligeholdelsesform (beskrivelse)  Sprøjtepåføring af ovenstående malingsystem	Aftaler samt andre oplysninger der kan have betydning for konstruktionens korrosionsbeskyttelse  Ståltemperatur svinger mellem 10°C-40°C, hvilket forårsager periodisk kondens. Endvidere forekommer: - Periodisk høj koncentration af syre, base og salt fra påfyldningssteder.

**Vandige malematerialer**

Sagsnr.

290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 2 / VB

Dato

9. februar 1988

Lufttemp.: ca.20 °C	Rel. fugt.: tørt %	Insp.: UP/OVS/NLJ
Konstruktionsdel	Beholdere incl. ben og dæksler	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	202 ± 53 (min.:68/max.: 366)	Antal målinger: 40
Misfarvn., kridtning, tilsmudsning	SIS 184197 : 10 Ingen misfarvning Ingen kridtning	
Vedhæftning	Ikke udført	
Krakelering ISO 4628/5	0	
Afskalning ISO 4628/5	0	
Blæredannelser ISO 3628/2	0 x)	x) se lokale rustangreb
Lokale rustangreb incl. underrust	< Ri 1 af samlet areal. Rustgennemslag observeres på ben, svejsesømme, kanter og bunddæksel, kraftigst på beholder nærmest saltpåfyldning	
Jævn fladerust ISO 4628/3	0	
Grubetæringer	Ingen	
Mekaniske skader	Ingen	
Eventuelt	Overfladen fremstod ensartet i blank overflade	kulør og med
Foto nr.		

**Vandige malematerialer**

Kronologisk oversigt

Skema nr. 1

Skema nr. 2 mrk. IBEG

Sagsnr.

290.76140/34

Eksp.

NATURLIG

Dato

9. februar 1988

Konstruktion: Gasbeholder, IBEG	Beliggenhed Sundby Gasværk, Kbhvn.	Generel korrosionskl.: 3
Særlige påvirkninger: Industri- og havnemiljø	Stk./areal: Ca. 160 m <sup>2</sup> malet med vandigt system	
Behandlingsår: 1986		
Underlag: Stål		
Forbehandling: Højtryksspuling med emulsionsrensemiddel Sandblæsning til Sa 2 1/2		
Grundmaling: 2 gange Hemucryl Primer HB 1807, á 60 µm tør lagtykkelse		
Mellemmaling:		
Slutmaling: 1 gang Hemucryl Emaille HB 5803, 50 µm tør lagtykkelse		
Tidspunkt	Vedligeholdelsesform (beskrivelse)	Aftaler samt andre oplysninger der kan have betydning for konstruktionens korrosionsbeskyttelse
Maj/Juni 1986	Forbehandling jvf. ovenstående Sprøjtepåføring af ovenstående system	Ståltemperaturen svinger indenfor min. 5°C-50°C.

**Vandige malematerialer**

Sagsnr.

290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 2 / IBEG

Dato

9. februar 1988

Lufttemp.: ca.5 °C	Rel. fugt.: fugtigt %	Insp.: UP/OVS/NLJ
Konstruktionsdel	Nederste 1 1/2 m af svøb	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	283 ± 68 (min. 151/max. 459)	Antal målinger: 40
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 10 Ingen misfarvning Ingen tilsmudsning	
Vedhæftning	Ikke udført	
Krakelering ISO 4628/5	0	
Afskalning ISO 4628/5	0	
Blæredannelser ISO 3628/2	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	Ingen	
Jævn fladerust ISO 4628/3	Ri 0	
Grubetåringer	Ingen	
Mekaniske skader	Ingen	
Eventuelt	Overfladen fremstod ensartet i kulør og glans Glansen bedømmes til halvblank	
Foto nr.		

**Vandige malematerialer**

Sagsnr.

290.76140/34

Kronologisk oversigt

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 1

Dato

10. juni 1988

5 skema nr. 2 mrk. TT1 - TT5

<b>Konstruktion:</b> Transformatortårne SEAS type H15, H18 og ER18	<b>Beliggenhed</b> Haslev	<b>Generel korrosionskl.:</b> 2
<b>Særlige påvirkninger:</b>	Stk./areal: 5 stk á ca. 40 m <sup>2</sup> Opbygget af plader svejst eller nittet til en stálramme. Tårnene er op til 30 ár gamle	
<b>Behandlingsár:</b> 1984		
<b>Underlag:</b>	Varmforzinket stál (Oprindeligt behandlet med alkydsystem)	
<b>Forbehandling:</b>	Afrensning af løs maling og rust ved skrabning og stálbørstning	
<b>Grundmaling:</b>	Kun på områder med bart metal: Rust-O-Crylic 5769,50 µm tør lagtykkelse	
<b>Mellemmaling:</b>	Rust-O-Crylic 5781,50 µm tør lagtykkelse	
<b>Slutmaling:</b>	Rust-O-Crylic 5783,50 µm tør lagtykkelse	
<b>Tidspunkt</b>	<b>Vedligeholdelsesform</b> (beskrivelse)	<b>Aftaler samt andre oplysninger</b> der kan have betydning for konstruktionens korrosionsbeskyttelse
<b>Opførelses- tidspunkt</b> 1984	Den oprindelige forbehandling er ukendt, men har formodentlig bestået i en anløbning og afvaskning. Primeren i det oprindelige malingsystem var formodentlig blymønje.  Vedligeholdsmalingen er påført med rulle.	Det oprindelige malingsystem er løbende blevet vedligeholdt efter behov og ledige ressourcer.  Klimaforholdene under påføring er ifølge det oplyste, ikke altid optimale.  Besigtigelse af malinger er udført fra jordniveau.

## Vandige malematerialer

Sagsnr.

290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 2 / TT 1

Dato

10. juni 1988

Lufttemp.: ca. 20°C	Rel. fugt.:           tørt %	Insp.:
Konstruktionsdel	Lysholm 451	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	240 (min: 200/max.400)	Lagtykkelsen er excl. zink- belægning, men incl. evt. rester af oprindeligt malingsystem
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 6 Ingen misfarvning Svag tilsmudsning	
Vedhæftning DS/ISO 2409	Kl. 2-3 Brud mellem vandigt system og Zn	2 stikprøver
Revnedannelse ISO 4628/4	Kl. 4b og c Grad 1, meget få, men tydelige	Kun i forbindelse med nitte- samlinger, muligvis en følge af mekaniske påvirkninger
Afskalning ISO 4628/5	0 Ved skader til Zn er filmen dog 2-3 cm fra skaden	løsnet
Blæredannelser ISO 3628/2	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	Kun som hvidrust ved mekaniske skader	
Jævn fladerust ISO 4628/3	Ri 0	
Grubetæringer	Ingen	
Mekaniske skader	Få skader efter påkørsel og skud 2-20 cm <sup>2</sup>	
Eventuelt	Overfladen fremstår ensartet i kulør med en mindre variation i glansen samt en svagt strukturert overflade pga. rulle- påføring.	
Foto nr.	Glansen bedømmes til mat mod alle verdenshjørner. Enkelte steder er overmalet delvist afskallede rester af gammelt malingsystem.	

## Vandige malematerialer

Sagsnr.

290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 2 / TT 2

Dato

10. juni 1988

Lufttemp.: ca. 20°C	Rel. fugt.:           tørt &	Insp.: NLJ
Konstruktionsdel	Testrup Mølle 1780	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	110 (min. 85/max. 140)	Lagtykkelsen er excl. zink- belægning men incl. evt. rester af oprindeligt malingsystem
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 6 Ingen misfarvning Svag tilsmudsning	
Vedhæftning	Kl. 3-4 brud i værkstedsprimer	2 stikprøver. Typen er ukendt og kun brugt på et lille antal tårne
Krakelering ISO 4628/5	0	
Afskalning ISO 4628/5	0 Ved skader til Zn er filmen dog løsnet 2-3 cm fra skaden	
Blæredannelser ISO 3628/2	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	Kun som hvidrust ved mekaniske skader	
Jævn fladerust ISO 4628/3	Ri 0	
Grubetæringer	Ingen	
Mekaniske skader	Få skader efter påkørsel 5-20 cm <sup>2</sup>	
Eventuelt	som TT 1	
Foto nr.		

**Vandige malematerialer**

Sagsnr. 290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp. NATURLIG

Skema nr. 2 / TT 3

Dato 10. juni 1988

Lufttemp.: ca. 20°C	Rel. fugt.:       tørt %	Insp.: NLJ
Konstruktionsdel	Teestrup Enghave 955	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	155 (min. 115/max. 180)	Lagtykkelsen er excl. zink- belægning, men incl. evt. rester af oprindeligt malingsystem
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 6 Ingen misfarvning Svag tilsmudsning	
Vedhæftning	Kl. 4-5 Brud mellem vandigt system og Zn	2 stikprøver
Krakelering ISO 4628/5	0	
Afskalning ISO 4628/5	0 Ved skader til Zn er filmen dog løsnet 2-3 cm fra skaden	
Blæredannelser ISO 3628/2	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	Kun som hvidrust ved mekaniske skader	
Jævn fladerust ISO 4628/3	Ri 0	
Grubetæringer	Ingen	
Mekaniske skader	Få skader efter påkørsel 5-20 cm <sup>2</sup>	
Eventuelt	Som TT 1 Glansen bedømmes som halvmat	
Foto nr.		

**Vandige malematerialer**Sagsnr. 290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp. NATURLIG

Skema nr. 2 / TT 4

Dato 10. juni 1988

Lufttemp.: ca. 20°C	Rel. fugt.:           tørtå	Insp.: NLJ
Konstruktionsdel	Skulderløse Mark 933	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	220 (min. 120/ max. 280)	Lagtykkelsen er excl. zink- belægning, men incl. evt. rester af oprindeligt malingsystem
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 6 Ingen misfarvning Svag tilsmudsning	
Vedhæftning	Kl. 5 Brud mellem vandigt system og Zn	2 stik prøver
Krakelering ISO 4628/5	0	
Afskalning ISO 4628/5	0	
Blæredannelser ISO 3628/2	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	0	
Jævn fladerust ISO 4628/3	Ri 0	
Grubetæringer	Ingen	
Mekaniske skader	Ingen	
Eventuelt	Som TT 3	
Foto nr.		

## Vandige malematerialer

Sagsnr.

290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 2 / TT 5

Dato

10. juni 1988

Lufttemp.: ca. 20 °C	Rel. fugt.:       tørt    %	Insp.:
Konstruktionsdel	Broby station 716	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	150 (min. 95/ max. 350)	Lagtykkelsen er excl. zink- belægning, men incl. evt. rester af oprindeligt malingsystem
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 4 Ingen misfarvning Svag tilsmudsning	
Vedhaftning	Kl. 5 Brud mellem zinkpigmenteret primer og Zn	Type og påføringstidspunkt for primer er ukendt
Revnedannelse ISO 4628/4	Kl. 4b og c Grad 1, meget få men tydelige	Kun i forbindelse med nitte- samlinger, muligvis en følge en følge af mekanisk påvirkning
Afskalning ISO 4628/5	0 Ved skader til Zn er filmen dog løsnet 2-3 cm fra skaden	
Blæredannelser ISO 3628/2	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	Kun som hvidrust ved mekaniske skader	
Jævn fladerust ISO 4628/3	0	
Grubetæringer	Ingen	
Mekaniske skader	Få skader efter påkørsel og skud' 2-20 cm <sup>2</sup>	
Eventuelt	Som TT 1 Glansen bedømmes til halvmat og halvblank på tilgroet side.	
Foto nr.		

## Vandige malematerialer

Sagsnr. 290.76140/34

Kronologisk oversigt

Eksp. NATURLIG

Skema nr. 1

Dato 13. juni 1988

Skema nr. 2 mrk. SP

Konstruktion: Siloer til pigmenter	Beliggenhed Kolding, Flügger	Generel korrosionskl.: 3
Særlige påvirkninger: Industrimiljø	Stk./areal: 7 stk Svøb: H 9,5 m D 3,2 m ~ 96,1 m <sup>2</sup> Top: D 3,2 ~ 8,0 m <sup>2</sup> Ialt ~ 728,0 m <sup>2</sup>	
Behandlingsår: 1986	Underlag: Stål	
Forbehandling: Sandblæsning til Sa 2 1/2, DS 2019		
Grundmaling:		
Mellemmaling:		
Slutmaling: 1 gang Palco tykfilm 300 µm tør film, værkstedsbehandling sprøjtepåført		
Tidspunkt	Vedligeholdelsesform (beskrivelse)	Aftaler samt andre oplysninger der kan have betydning for konstruktionens korrosionsbeskyttelse
1986	Reparation af transport- og montageskader samt rustne områder ved underskridende lagtykkelse. P lco tykfilm totalt overmalet med Dæksoplast 25, rullepåført	Ingen
1987	Totalt overmalet med Dæksoplast 25 excl. den indadvendte del af svøb.	Målinger udført fra dæk og 2 m op ad svøb. Visuel bedømmelse udført fra dæk, lejder og top.

**Vandige malematerialer**

Sagsnr.

290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 2 / SP

Dato

13. juni 1988

Lufttemp.: ca. 17°C	Rel. fugt.:       tørt   %	Insp.: UP/NLJ
Konstruktionsdel	7 siloer under ét	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	510 ±151 (min. 230/ max. 769)	38 målinger
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 10 Smudsmodtagelig især på sydsiden	Gangareal på dæk var meget kraftigt tilsmudset
Vedhæftning	God sammenhængsstyrke	2 stikprøver
Krakelering ISO 4628/5	0	
Afskalning ISO 4628/5	0	
Blæredannelser ISO 3628/2	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	Ingen	
Jævn fladerust ISO 4628/3	0	
Grubetåringer	Ingen	
Mekaniske skader	Ingen	
Eventuelt	Filmen meget blød og termoplastisk. Filmen fremstår ensartet i kulør og glans dog med nogen struktur fra rullepåføring.	
Foto nr.		

## Vandige malematerialer

Sagsnr.

290.76140/34

Kronologisk oversigt

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 1

Dato

13. juni 1988

Skema nr. 2 mrk. KS

Konstruktion: Kornsiloer	Beliggenhed Odense Havn, Havnemøllen	Generel korrosionskl.: 3
Særlige påvirkninger: Havnemiljø	Stk./areal: 2 stk Svøb: H 25 m D 3 m ~ 236 m <sup>2</sup> /stk Top: D 3 m ~ 7 m <sup>2</sup> /stk Ialt ~ 486 m <sup>2</sup>	
Behandlingsår: 1985		
Underlag: Stål (Oprindelig behandlet med alkydsystem)		
Forbehandling: Højtryksspuling med sand af eksisterende malingsystem, slibning af korroderede områder.		
Grundmaling: Pletning med blymønje		
Mellemmaling: -		
Slutmaling: Rust-O-Crylic		
Tidspunkt	Vedligeholdelsesform (beskrivelse)	Aftaler samt andre oplysninger der kan have betydning for konstruktionens korrosionsbeskyttelse
1985	Maling fra alkydsystemet afrenset ved højtryksspuling m. sand.  Korroderede områder afrenset ved slibning dog ikke til rent stål ved grubetåringer.  Alkydsystem med blymønje primer.  Der er ikke udført vedligehold siden 1985.	Ingen kendte  Målinger er kun foretaget på tilgængelige områder dvs. top og øverste 70 cm af svøb samt område ved trappe.  Visuel bedømmelse udført fra tag på tilstødende bygning.

## Vandige malematerialer

Sagsnr.

290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 2 / KS

Dato

13. juni 1988

Lufttemp.: ca. 20°C	Rel. fugt.:	tørt %	Insp.: UP/NLJ
Konstruktionsdel	Svøb	Top	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	Total lagt. 313 ±83 (min.185/max 504)	Total lagt. 448 ± 34 (min.420/max 503)	Svøb: 7 målinger Top: 13 målinger
Misfarvn., kridtning, tilsmudsning	* SIS 184197 : 4 Tilsmudsning	* SIS 184197 : 6 Kraftig tilsmudsning	Vanskelig rengørlig
Vedhæftning		Ringe vedhæftning	Stikprøve viste ringe- vedhæftning som brud i blymønje
Krakelering ISO 4628/5	0	0	
Afskalning ISO 4628/5	0	0	
Blæredannelser ISO 3628/2	0	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	< 0,1% * størrelse 50-500 cm <sup>2</sup>	Ingen	* Skaderne er reparerede. På 5% af skaderne var nye rust- gennemslag
Javn fladerust ISO 4628/3	Ri 0	Ri 0	
Grubetæringer	I forbindelse med gamle skader	Ingen	
Mekaniske skader	Ingen	Ingen	
Eventuelt	Overfladen fremstod let struktureret og ensartet i kulør og glans. Alle svejsesømme, bolte, møtrikker og kanter fremstår uden skader.		
Foto nr.			

## Vandige malematerialer

Sagsnr.

290.76140/34

Kronologisk oversigt

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 1

Dato

14. juni 1988

Skema nr. 2 mrk. PK

Konstruktion: Kranbaner	Beliggenhed Rødekre	Generel korrosionskl.: 2
Særlige påvirkninger: Ingen	Stk./areal: 1 stk Opbygget af I-profiler og gitter- master.	
Behandlingsår: 1986		
Underlag: Stål (Oprindeligt behandlet med alkydsystem i 1967-68)		
Forbehandling:		
Grundmaling:		
Mellemmaling:		
Slutmaling:		
Tidspunkt	Vedligeholdelsesform (beskrivelse)	Aftaler samt andre oplysninger der kan have betydning for konstruktionens korrosionsbeskyttelse
1967-68	Sandblæst til Sa 2 Alkydsystem med blymønje primer.	Ingen kendte
1975-76	Korroderede områder stålborstet. Påført 2 gange blymønje med pensel og efterfølgende alkyd-dækmaling	Målinger og visuel bedømmelse fra jorden.
1986	Korroderede områder stålborstet og påført blymønje. Total overmalet med Hemucryl Emaillé 5810 pensel/rullepåført.	

## Vandige malematerialer

Sagsnr.

290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 2 / PK

Dato

14. juni 1988

Lufttemp.: 16°C	Rel. fugt.: tørt %	Insp.: UP/NLJ
Konstruktionsdel	Portal kran	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	208 ±96 (min. 49/ max. 488)	49 målinger. Bundstykker* havde 49-80 µm, formodentlig næsten rent vandigt malingsystem
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 10 Ingen misfarvning God smudsafvisning	
Vedhæftning	Den vandige film løsner sig 1-3 mm ved skader	
Krakelering ISO 4628/5	0	
Afskalning ISO 4628/5	0	
Blæredannelser ISO 3628/2	0	Der forekom enkelte blærer i hjørner, formodentlig pga. dårlig afrensning
Lokale rustangreb incl. underrust	Se mek. skader	
Jævn fladerust ISO 4628/3	Ri 0	1 af 8 bundstykker havde rustangreb
Grubetæringer	Se mek. skader	
Mekaniske skader	Forekommer på udsatte steder især kanter, større end 0,5-5 cm <sup>2</sup>	
Eventuelt	Overfladen fremstår ensartet Overfladestrukturen er uensartet pga. reparationer og påføringsmetode	kulør og glans.
Foto nr.		

\* Bundstykke til afstivningsprofiler.

## Vandige malematerialer

Sagsnr.

290.76140/34

Kronologisk oversigt

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 1

Dato

14. juni 1988

Skema nr. 2 mrk. KR

Konstruktion: Kølerør	Beliggenhed Grindstedværket, Abenrå	Generel korrosionskl.: 3
Særlige påvirkninger: Konstant påvirkning af kondens pga. indendørs placering og gennemstrømning af koldt vand	Stk./areal: 6 stk ø 2 m x 10 m samlet areal ca. 350 m <sup>2</sup> heraf var over 50% malet med vandig maling.	
Behandlingsår: 1985		
Underlag: Stål (Oprindelig behandlet med alkydsystem).		
Forbehandling:		
Grundmaling:		
Mellemmaling:		
Slutmaling:		
Tidspunkt	Vedligeholdelsesform (beskrivelse)	Aftaler samt andre oplysninger der kan have betydning for konstruktionens korrosionsbeskyttelse
1985	Hovedparten af rørerne er afrenset ved stålborstning særligt korroderede områder sandblæst til Sa 2. Overmalet med: 1 x 1810, Hemucryl Primer 2 x 5810, Hemucryl Emaile  Påføring: Pensel/langhåret rulle Grubetæring behandles ved op- fræsning og udfyldning med 2 K spartelmasse.	Øvrige eftersyn og reparation af skadede områder (som nævnt under vedligeholdelsesform) Omfanget af reparationer er stærkt svingende.  Efter entreprenørens opfattelse var holdbarheden af det vandige system fuldt på højde med tilsvarende klorkautsjuk- og vinylsystemer.

## Vandige malematerialer

Sagsnr. 290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp. NATURLIG

Skema nr. 2 / KR

Dato 14. juni 1988

Lufttemp.: 20 °C	Rel. fugt.: tørt%	Insp.: UP/NLJ
Konstruktionsdel	Kølerør	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	Total lagt. 340 ± 80 (min. 174/ max. 523)	13 målinger
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	Ingen	
Vedhæftning	Ikke udført	
Krakelering ISO 4628/5	0	
Afskalning ISO 4628/5	0	Lokalt blev konstateret en afskalning på undersiden ca. 1 dm <sup>2</sup> stor
Blæredannelser ISO 3628/2	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	På bolte og møtrikker konstateredes rustangreb fra dårligt behandlede områder.	
Jævn fladerust ISO 4628/3	Ri 0	
Grubetæringer	Ingen	
Mekaniske skader	Ingen	
Eventuelt	Filmen fremstod ensartet i kulør og glans. Overfladen var ensartet glat	
Foto nr.		

## Vandige malematerialer

Sagsnr.

290.76140/34

Kronologisk oversigt

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 1

Dato

21. juni 1988

Tank 1316

Konstruktion: Tanktag	Beliggenhed Kalundborg, Statoil Rafinaderi	Generel korrosionskl.: 3
Særlige påvirkninger: Kulstøv og SO <sub>2</sub> nedfald fra Asnæsværket Klorid fra hav. Må betegnes som kraftig industriatmosfære.	Stk./areal: 1 stk ~ ca. 1300 m <sup>2</sup>	
Behandlingsår: 1984		
Underlag: Stål		
Forbehandling: Sandblæsning til Sa 2 1/2 (kvarssand)		
Grundmaling: 2 x Hemucryl 1807 a 60 µm tør filmlagtykkelse (sprøjtepåføring)		
Mellemmaling:		
Slutmaling: 2 x Hemucryl 5803 a 40 µm tør filmlagtykkelse (sprøjtepåføring)		
Tidspunkt	Vedligeholdelsesform (beskrivelse)  Ingen	Aftaler samt andre oplysninger der kan have betydning for konstruktionens korrosionsbeskyttelse  Besigtigelse fra trappe

## Vandige malematerialer

Sagsnr.

290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 2 / 1316

Dato

21. juni 1988

Lufttemp.: 17 °C	Rel. fugt.: tørt %	Insp.: UP/NLJ
Konstruktionsdel	Tanktag	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	210 (min. 148 / max. 318)	3 målinger (taget måtte ikke betrædes)
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 2 Lettere tilsmudset	
Vedhæftning	Ikke udført	
Krakelering ISO 4628/5	0	
Afskalning ISO 4628/5	0	
Blæredannelser ISO 3628/2	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	Ingen	
Jævn fladerust ISO 4628/3	0	
Grubetæringer	0	
Mekaniske skader	0	
Eventuelt	Ensartet i kulør og glans Glans: Halvblank Omfatter også særligt udsatte afrensede svejse sømme og hullinger.	områder som: Kanter, dårligt
Foto nr.		

**Vandige malematerialer**Sagsnr. 290.76140/34

Kronologisk oversigt

Eksp. NATURLIG

Skema nr. 1

Dato 21. juni 1988

Tank 1801

Konstruktion: Tanksvøb og -tag		Beliggenhed som 1316	Generel korrosionskl.: 3
Særlige påvirkninger: som 1316		Stk./areal: 1 stk ~ ca. 1270 m <sup>2</sup>	
Behandlingsår: 1986			
Underlag: Stål			
Forbehandling: Sandsvirpning, rustne områder (ca. 5%) blæst til Sa 2 1/2			
Grundmaling: 2 x Hemucryl 1807 a 60 µm tør filmlagtykkelse			
Mellemmaling:			
Slutmaling: 2 x Hemucryl 5803 a 50 µm tør filmlagtykkelse			
Tidspunkt	Vedligeholdelsesform (beskrivelse)	Aftaler samt andre oplysninger der kan have betydning for konstruktionens korrosionsbeskyttelse	
	Ingen	Besigtigelse fra jordniveau	

**Vandige malematerialer**

Sagsnr.

290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 2/ 1801

Dato

21. juni 1988

Lufttemp.: 17 °C	Rel. fugt.: tørt	Insp.: UP/NLJ
Konstruktionsdel	Svøb og tag	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	275 ±108 (min. 145 / max. 719)	35 målinger
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 6 Lettere tilsmudsning	
Vedhæftning	Ikke udført	
Krakelering ISO 4628/5	0	
Afskalning ISO 4628/5	0	
Blæredannelser ISO 3628/2	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	Ingen	
Javn fladerust ISO 4628/3	Ri 0	
Grubetæringer	Ingen	
Mekaniske skader	Ingen	
Eventuelt	Ensartet i kulør og glans som 1316	
Foto nr.		

## Vandige malematerialer

Sagsnr. 290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp. NATURLIG

Skema nr. 2 / tank 1342

Dato 21. juni 1988

Lufttemp.: ca. 17°C	Rel. fugt.: tørt %	Insp.: UP/NLJ
Konstruktionsdel	Tanksvøb	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit ( $\mu\text{m}$ )	260 $\pm$ 75 (min. 271/ max. 518)	30 målinger
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 2 Tilsmudsning	Alle verdenshjørner
Vedhæftning	Ikke udført	
Krakelering ISO 4628/5	K.2, grad 5, >50% (af det inspicerede areal. Længde 1-3 mm nederste 2-3 m)	
Afskalning ISO 4628/5	0	
Blæredannelser ISO 3628/2	Str. 3 < grad 2	Kun på områder med rustgennemslag (se 4628/3)
Lokale rustangreb incl. underrust	Ri 1-2	
Jævn fladerust ISO 4628/3		Ca. 10% af det inspicerede areal (nederste 3 m) udviste tåtsid- dende punktkorrosion (ca. $\emptyset$ 1mm)
Grubetæringer	0	
Mekaniske skader	0	
Eventuelt	Ensartet i kulør og glans på ikke angrebne områder. Glans: Halvblank	
Foto nr.	Som 1316	

## Vandige malematerialer

Sagsnr. 290.76140/34

Kronologisk oversigt

Eksp. NATURLIG

Skema nr. 1

Dato 21. juni 1988

Tank 1342

Konstruktion: Tanksvøb	Beliggenhed som 1316	Generel korrosionskl.: 3
Særlige påvirkninger: Som 1316	Stk./areal: 1stk ~ ca. 1080 m <sup>2</sup>	
Behandlingsår: 1984	Underlag: Stålb	
Forbehandling: Sandblæst til Sa 2 1/2 (kvarssand)	Grundmaling: 2 x Hemucryl 1807 a 60 µm tør filmlagtykkelse (Sprøjtepåføring)	
Mellemmaling:	Slutmaling: 2 x Hemucryl 5803 a 40 µm tør filmlagtykkelse (Sprøjtepåføring)	
Tidspunkt	Vedligeholdelsesform (beskrivelse)  Ingen  Der blev konstateret spor af tidligere malingsystem. (< 5%)	Aftaler samt andre oplysninger der kan have betydning for konstruktionens korrosionsbeskyttelse  Temperatur op til 40°C. Temperaturen kan dog lejlighedsvis komme højere op.  Besigtigelse fra jordniveau (ca. 3 m).

## Vandige malematerialer

Sagsnr. 290.76140/34

Kronologisk oversigt

Eksp. NATURLIG

Skema nr. 1

Dato 21. juni 1988

Tank 1348

Konstruktion: Tanksvøb og -tag		Beliggenhed som 1316	Generel korrosionskl.: 3
Særlige påvirkninger: Som 1316		Stk./areal: 1 stk ~ 250 m <sup>2</sup>	
Behandlingsår: Svøb 1984 / Tag 1981			
Underlag: Stål			
Forbehandling: Sandblæsning til Sa 2 1/2 (kvaltssand)			
Grundmaling: 2 x Hemucryl 1807 a 60 µm tør filmlagtykkelse			
Mellemmaling: 2 x Hemucryl 5803 a 40 µm tør filmlagtykkelse			
Slutmaling:			
Tidspunkt	Vedligeholdelsesform (beskrivelse)	Aftaler samt andre oplysninger der kan have betydning for konstruktionens korrosionsbeskyttelse	
	Der blev konstateret spor af tidligere malingsystem (< 5%)	<p>Normalt "kold tank" men med opvarmingsmulighed</p> <p>Besigtigelsen omfattede fra 2-3 m over jordniveau, område ved lejder samt tag.</p> <p>De nederste 2 m fremstod med blærer, rust og afskalning pga. overophedning.</p>	

**Vandige malematerialer**

Sagsnr.

290.76140/34

Visuel bedømmelse

Eksp.

NATURLIG

Skema nr. 2/ 1348

Dato

21. juni 1988

Lufttemp.: ca. 17 °C	Rel. fugt.:       tørt %	Insp.: UP/NLJ
Konstruktionsdel	Svøb og tag	Bemærkninger
Lagtykkelse gennemsnit (µm)	320 ± 72 (min. 195/ max. 489)	26 målinger
Misfarvn., kridt- ning, tilsmudsning	SIS 184197 : 4 lettere tilsmudsning	
Vedhæftning	Ikke udført	
Krakelering ISO 4628/5	0	
Afskalning ISO 4628/5	0	
Blæredannelser ISO 3628/2	0	
Lokale rustangreb incl. underrust	Ingen	
Jævn fladerust ISO 4628/3	Ri 0	
Grubetæringer	Ingen	
Mekaniske skader	Ingen	
Eventuelt	Ensartet i kulør og glans. Glans: Halvblank	
Foto nr.		

## Opløsningsmidler

Alkoholer	Ketoner	Acetater
Methanol Ethanol 2-Propanol Tertiær butanol n-propanol Sec. butanol Isobutanol n-butanol Isopentanol n-pentanol diacetonealkohol Benzylalkohol 2-ethyl-1-hexanol	Acetone Butanon 2-pentanon Diethylketon Methylisobutylketon Ethylisopropylketon Acetylacetone 2-hexanon diisopropylketon 4-methyl-3-penten-2-one 4-heptanon Cyclohexanon Methylpentylketon 2,5-hexandion Diisobutylketon Dibutylketon	ethylacetat Ethylacetat Isopropylacetat Tert. butylacetat n-Propylacetat Sec. butylacetat Isobutylacetat n-butylacetat n-hexylacetat
Monomere	Klorerede kulbrinter	Kulbrinter
Vinylchlorid Vinylidenchlorid Acrylonitril Vinylacetat Methylmethacrylat Isobutylacrylat Butylacrylat Styren Butylmethacrylat 2-ethylhexylacrylat	Dichlormethan Chloroform 1,2-dichlorethan 1,1,1-trichlorethan Tetraklorkulstof Trichlorethylen Tetraklorethylen 1,2-dichlorbenzen	n-hexan Benzen Cyklohexan n-heptan Toluen n-oktan Ethylbenzen Xylen n-nonan n-dekan Kulbrinteblandinger som min. terpentin m.m.
Ethre	Glycolethre	Glycoler
Tetrahydrofuran Di-n-butylether Ethylenglycol-dimethylether Diethylenglycol-dimethylether	Methylglycol Methoxypropanol Ethylglycol Ethoxypropanol Methoxybutanol Propoxypropanol Isobutoxypropanol Butylglycol Methyldiglycol Butoxypropanol Methoxypropoxypropanol Ethyldiglycol Butyldiglycol Isobutoxypropoxypropanol Phenylglycol Butoxyethoxypropanol Phenoxypropanol Methoxypropoxypropoxypropanol	Ethylenglycol Propylenglycol Diethylenglycol Dipropylenglycol Triethylenglycol

Glycoletheracetater	Diverse
Methylglycolacetat Methoxypropylacetat Ethylglycolacetat Ethoxypropylacetat Butylglycolacetat 3-methoxy-1-butylacetat Methyldiglycolacetat Butoxypropylacetat Ethyldiglycolacetat Butyldiglycolacetat	Dimethylformamid Dimethylacetamid Butyrolacton Succinsyredimethylester Glutarsyredimethylester Adipinsyredimethylester 1-methyl-2-pyrrolidon 2-pyrrolidon Isophoron Texanol Succinsyrediisobutylester Glutarsyrediisobutylester Adipinsyrediisobutylester Propylenkarbonat Tributylfosfat

**Råvarer**  
**Pigmenter og additiver**

Produkt nr.	Funktion i malingen	Kemisk sammensætning	Leverandør
1	Coalescing agent Co-solvent	Dipropylenglykol- monomethylether	Dow Chemical
2	Coalescing agent Co-solvent	2,2,4-trimethyl-1,3-pentadiol- monoisobutyrat	Eastman Chemicals
3	Biocid	Kombination: glykol formal dihydroxy methylene carbodi- imide isothiazol ione	Henkel-Nopco A/S
4	Anti-skummiddel	Mineralolier på paraffinbasis i kombination med hydro- phobe komponenter plus sili- kon-polymer	Byk Chemie
5	Flash-rust inhibitor	Baseret på organisk ammo- nium nitrit	Lombard-Gerin
6	Fortykkelsesmiddel	Diurethanforbindelse	Rohm and Haas
7	Dispergeringsmiddel	Ammoniumsalt af syntetisk harpiks	Rohm and Haas
8	Overfladeaktivt stof	Benzylether af octylphenol/ ethylenoxyd-kondensat	Rohm and Haas
9	Pigment	Titandioxyd rutiltype	Tioxide Group PLC
10	Rustinhiberende pigment	Zinkphosphat $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 2$ $H_2O$	ISC Alloys Ltd.
11	Fyldstof	Bariumsulfat	Deutsche Baryt Industri
12	Dispergeringsmiddel	Na-salt af lavmol. acryl-copo- lymer	Byk Chemie
13	Rustinhiberende pigment	Zinkoxyd	Larvik Pigmentfabrik
14	Fortykkelsesmiddel	Polyurethanbasis	Gebr. Borchers AG
15	Rustinhiberende pigment	Basisk zinkmolybdatophos- phat	Dr. Hans Heubach
16	Rustinhiberende pigment	Zinkborat $ZnO \cdot B_2O_3 \cdot 2$ $H_2O$	Waardals Kjemiske Fabrik
17	Fortykkelsesmiddel	Hydroxyethylcellulose	Hercules
18	Overfladeaktivt stof	Organisk phosphatester	Dyno Industrier AS
19	Sikkativ	Special sikkativ-kombination Pb-fri	Dyno Industrier AS
20	Anti-skummiddel	Silikonefri	Daniels Products

**Råvarer**  
**Pigmenter og additiver**

Produkt nr.	Funktion i malingen	Kemisk sammensætning	Leverandør
21	Tensid	Alkyl phenol ethylenoxyd addukt	Berol Kemi AB
22	Sikkativ	Co-sikkativ (8% Co)	Servo b.v.
23	Dispergeringsmiddel	2-amino-2-methyl-1.propanol	Angus Chemie GmbH
24	Anti-skummidel	Spec. modificeret polysiloxan	Dehydag-Henkel
25	Befugtningsmiddel	Acryl copolymer emulsion	Polyvinyl Chemie
26	Tensid	Ethylenoxyd/propylenoxyd block copolymer	ICI
27	Solvent	Alifatisk kulbrinte (0,5% aromat, 43% naphthener)	Exxon Chemicals

**Råvarer**  
**Bindemiddeltyper**

Produkt nr.	Bindemiddeltpe og leveringsform	Leverandør
28	Acryl-polymer emulsion 41-42% tørstof	Rohm and Haas
29	Acryl-styren-copolymer emulsion 42% tørstof	Polyvinyl Chemie
30	Vinylchlorid-vinylidenchlorid-acryl-copolymer emulsion 58-60% tørstof, 62% chlorine på tørstof	ICI
31	Linolie-sojaolie (62% olielængde) emulsion 49-51% tørstof	Dyno Industrier A/S
32	Vandfortyndbar oxidativtørrende epoxyester ikke neutraliseret, 70% i ethylglykol	Hoechst AG
33	Acrylpolymer emulsion 45% tørstof	Polyvinyl Chemie
34	Vinyl-acryl-copolymer emulsion 54-56% tørstof, 38% chlorine på tørstof	ICI

**Øvrige komponenter**

Demineraliseret vand pH = 5

25% amoniakvand

Vandige pigmentpastaer til dækmaling

## Recepturer

Primer I<sub>1</sub> (acrylpolymer-emulsion)

Produkt nr.	Råvare (handelsnavn)	Vægt%
-	Vand	4,76
1	Dowanol DPM	5,76
2	Texanol	1,88
4	Byk 035	0,10
5	Corrosion Inhibitor 562 X	0,21
-	Ammoniakvand (25%)	0,24
7	Orotan 165	0,73
8	Triton CF-10	0,25
6	Primal RM-8	0,63
9	Tioxide TR 92	8,47
10	Zinkphosphat Delaphos 2	6,59
11	Bariumsulfat EWO	12,25
28	Maincote HG 54 (41,5%)	57,58
4	Byk 035	0,10
-	Ammoniakvand (25%)	0,24
3	Nopocide N-101	0,21

Pigmentvolumenkoncentration (PVK) 23,5% x)

Volumentørstof

38,1% x)

Vægttørstof

51,5% x)

54,1% xx)

Vægtfylde g/cm<sup>3</sup>, DS/ISO 2811

1,29 xx)

x) = beregnet

xx) = bestemt

Primere J<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>, L<sub>1</sub> (styren-acryl-copolymer-emulsion)

Produkt nr.	Råvare (handelsnavn)	Vægt%		
		J <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
-	Vand	13,96	13,18	7,18
1	Dowanol DPM	4,54	4,53	4,94
-	Ammoniakvand (25%)	1,21	0,25	0,22
4	Byk 035	0,16	0,12	0,13
5	Corrosion Inhibitor 562 X	0,18	0,18	0,20
12	Byk 155	0,36	0,36	0,39
14	Borchigel L 75	0,54	0,54	0,36
9	Tioxide TR 92	5,69	5,25	6,21
10	Zinkphosphat Delaphos 2	6,24	-	-
15	Heucophos ZMP	-	6,98	-
16	Zinkborat 412 M	-	-	-
13	Zinkoxyd WS	1,36	1,90	1,48
11	Bariumsulfat EWO	9,67	9,70	10,57
29	NeoCryl XK 62 (42%)	56,47	56,62	51,70
-	Ammoniakvand (25%)	0,16	0,16	0,09
3	Nopcocide N-101	0,18	0,18	0,20
4	Byk 035	0,28	0,05	-

Pigmentvolumenkonzentration (PVK)	x) %	21,10	21,10	21,50
Volumentørstof				
xx) %		34,40	34,00	38,00
Vægttørstof	x) %	46,70	47,60	50,90
	xx) %	48,20	47,70	50,80
Vægtfylde, DS/ISO 2811	xx) g/cm <sup>3</sup>	1,26	1,24	1,26

\* beregnet

\*\* bestemt

**Primer M<sub>1</sub> (Vinyl-acryl-copolymer-emulsion)**

Produkt nr.	Råvare (handelsnavn)	Vægt%
-	Vand	7,08
1	Dowanol DPM	2,08
12	Byk 155	0,42
5	Corrosion Inhibitor 562 X	0,21
4	Byk 035	0,12
-	Ammoniakvand (25%)	0,21
17	Natrosol 250 MR	0,17
10	Zinkphosphat Delaphos 2	6,98
9	Tioxide TR 92	8,85
11	Bariumsulfat EWO	12,81
30	Haloflex 202 S (60%) (indstilles til pH 5)	60,50
-	Ammoniakvand	0,21
4	Byk 035	0,05
14	Borchigel L 75	0,10
3	Nopcocide N-101	0,21

Pigmentvolumenkonzentration (PVK) 24,0% x) x) = beregnet  
 Volumentørstof 46,6% x) xx) = bestemt  
 Vægttørstof 64,9% x)  
 68,7% xx)

Vægtfylde g/cm<sup>3</sup>, DS/ISO 2811 1,54 xx)

**Primer O<sub>1</sub> (Linolie/sojaoliealkyd-emulsion)**

Produkt nr.	Råvare (handelsnavn)	Vægt%
-	Vand	10,24
12	Byk 155	0,41
4	Byk 035	0,21
6	Primal RM-8	0,61
5	Corrosion Inhibitor 562 X	0,20
9	Tioxide TR 92	9,94
10	Zinkphosphat Delaphos 2	7,47
13	Zinkoxyd WS	2,25
11	Bariumsulfat EWO	13,31
-	Ammoniakvand	0,09
21	Berol 09	0,51
19	Dynoadd D-15	2,25
31	Dynotal LS 62 W (50%)	52,22
3	Nopocide N-101	0,19
-	Ammoniakvand	0,10

Pigmentvolumenkonzentration (PVK) 24,3% x) x) = beregnet  
 Volumetørstof 46,0% x) xx) = bestemt  
 Vægttørstof 59,1% x)  
 60,8% xx)

Vægtfylde g/cm<sup>3</sup>, DS/ISO 2811 1,36 xx)

Primer P<sub>1</sub> (Styren-acryl/epoxiester)

Produkt nr.	Råvare (handelsnavn)	Vægt%
-	Vand	8,26
1	Dowanol DPM	2,73
-	Ammoniakvand (25%)	0,23
4	Byk 035	0,14
5	Corrosion Inhibitor 562 X	0,20
9	Tioxide TR 92	9,94
12	Byk 155	0,40
14	Borchigel L 75	0,37
9	Tioxide TR 92	7,07
10	Zinkphosphat Delaphos 2	7,39
11	Bariumsulfat EWO	10,81
32	Resydrol WE 237 L (70%)	4,88
1	Dowanol DPM (indstilles til pH 9)	2,30
22	Sikkativ WEB (8% Co)	0,06
-	Ammoniakvand	0,11
29	NeoCryl XK 62 (42%)	54,80
-	Ammoniakvand (25%)	0,05
3	Nopccide N-101	0,20

Pigmentvolumenkonzentration (PVK) 21,2% x) x) = beregnet  
 Volumetørstof 38,9% x) xx) = bestemt  
 Vægttørstof 51,7% x)  
 52,0% xx)

Vægtfylde g/cm<sup>3</sup>, DS/ISO 2811 1,27 xx)

Dækmaling I<sub>2</sub> = J<sub>2</sub> = K<sub>2</sub> = M<sub>2</sub> = P<sub>2</sub>, pastelrød  
(Acrylpolymer-emulsion)

Produkt nr.	Råvare (handelsnavn)	Vægt%
-	Vand	3,05
1	Dowanol DPM	5,10
23	AMP 90	0,15
24	Dehydran 1293	0,15
25	NeoCryl BT 24 (45%)	3,38
14	Borchigel L 75	0,30
9	Tioxide TR 92	24,74
-	Ammoniakvand (25%)	0,10
24	Dehydran 1293	0,20
3	Nopocide N-101	0,15
14	Borchigel L 75	0,11
33	NeoCryl XK 75 (45%)	62,38
-	Aquadisperse 6B-EP rubinrød	0,19

Pigmentvolumenkonzentration (PVK) 18,4% x) x) = beregnet  
 Volumetørstof 39,3% x) xx) = bestemt  
 Vægttørstof 54,3% x)  
 55,3% xx)

Vægtfylde g/cm<sup>3</sup>, DS/ISO 2811 1,28 xx)

Dækmaling N<sub>2</sub>, pastelblå (Vinyl-acrylpolymer-emulsion)

Produkt nr.	Råvare (handelsnavn)	Vægt%
-	Vand	7,28
2	Texanol	1,59
-	Ammoniakvand (25%)	0,18
12	Byk 155	0,40
4	Byk 035	0,14
26	Synperonic PE 39/70 (30%)	1,50
14	Borchigel L 75	0,27
9	Tioxide TR 92	21,11
3	Nopocide N-101	0,20
4	Byk 035	0,14
34	Haloflex 251 (55%)	66,76
-	Ammoniakvand (25%) (indstilles til pH 4-5)	0,20
-	Aquadisperse GB-EP blå	0,23

Pigmentvolumenkonzentration (PVK)	15,8% x)	x) = beregnet
Volumentørstof	42,7% x)	xx) = bestemt
Vægttørstof	57,8% x)	
	59,4% xx)	

Vægtfylde g/cm<sup>3</sup>, DS/ISO 2811 1,34 xx)

**Dækmaling O<sub>2</sub>, pastelgrøn**  
(Linolie/sojaoliealkyd-emulsion)

Produkt nr.	Råvare (handelsnavn)	Vægt%
-	Vand	10,98
4	Byk 035	0,22
12	Byk 155	0,48
-	Ammoniakvand	0,11
6	Primal RM-8	0,48
9	Tioxide TR 92	21,95
4	Byk 035	0,11
21	Berol 09	0,55
27	Exxsol D 60	1,10
31	Dynotal LS 62 W (50%)	60,35
19	Dynoadd D 15	2,63
6	Primal RM-8	0,33
-	Ammoniakvand (25%)	0,22
3	Nopcocide N-101	0,22
-	Aquadisperse GN-EP grøn	0,27

Pigmentvolumenkonzentration (PVK) 15,0% x) x) = beregnet  
 Volumetørstof 41,4% x) xx) = bestemt  
 Vægttørstof 52,1% x)  
 53,4% xx)

Vægtfylde g/cm<sup>3</sup>, DS/ISO 2811 1,19 xx)

## Anvendelsestekniske egenskaber ved airless sprøjtning

Maling mrk.	Sprøjtbarhed	Klargøring	Flydning/filmdannelse
A <sub>1</sub>	+	+	+
A <sub>2</sub>	+	+	+
A <sub>3</sub>	+	+	Tendens til løbere
B <sub>1</sub>	+	Svært at oprøre og skiller ved henstand	+
B <sub>2</sub>	+	+	Tendens til løbere
C <sub>1</sub>	Svær at forstøve	+	Tendens til appelsinhud 2 × påføring nødvendig
C <sub>2</sub>	Svær at forstøve	+	+
D <sub>1</sub>	+	+	Tendens til løbere
D <sub>2</sub>	Lidt svær at forstøve	Sej at oprøre	Pustninger
E <sub>1</sub>	+	Skiller ved henstand	+
E <sub>2</sub>	+	+	Tendens til løbere
F <sub>1</sub>	+	Svær at oprøre og skiller ved henstand	Rød flashrust
F <sub>2</sub> =E <sub>2</sub>			
G Udg.			
H <sub>1</sub>	Svært at forstøve. Dannelse af sprøjtestøv	+	Meget varierende lagtykkelse
H <sub>2</sub>	Svært at forstøve	+	+
I <sub>1</sub>	+	+	Sort flashrust
I <sub>2</sub>	+	+	+
J <sub>1</sub>	+	+	Modificeret med 10% Texonal + NH <sub>2</sub> vand for at undgå krakelering Flashrust
J <sub>2</sub> =I <sub>2</sub>			
K <sub>1</sub>	+	+	Modificeret med 10% Texanol + NH <sub>2</sub> vand for at undgå krakelering
K <sub>2</sub> =I <sub>2</sub>			
L <sub>1</sub>	Pakker i filter ved pistol	+	+
L <sub>2</sub> =I <sub>2</sub>			
M <sub>1</sub>	Pakker tæt om filter og kan ikke anvendes	+	÷
M <sub>2</sub> =I <sub>2</sub>			
N <sub>1</sub> =M <sub>1</sub>			
N <sub>2</sub> =M <sub>1</sub>			

+ = I orden. Intet at bemærke

÷ = Ikke i orden. Malingen kunne ikke komme ud af sprøjtepistol

## Anvendelsestekniske egenskaber ved airless sprøjtning

Maling mrk.	Sprøjtbarhed	Klargøring	Flydning/filmdannelse
O <sub>1</sub>	+	Kraftigt bundfald. Svær at oprøre	Maling skrider
O <sub>2</sub>	+	+	Løber nemt
P <sub>1</sub>	+	+	Skiller områdevis
P <sub>2</sub> =I <sub>2</sub>			
R <sub>1</sub>	+	+	+
R <sub>2</sub>	+	+	+
S <sub>1</sub>	+	+	+
S <sub>2</sub>	+	+	+
S <sub>3</sub>	+	+	+

+ = I orden. Intet at bemærke

÷ = Ikke i orden. Malingen kunne ikke komme ud af sprøjtepistol

## Anvendelsestekniske egenskaber ved pensel- og rullepåføring

Maling mrk.	Type udstyr pensel/ rulle	Strygbarhed	Flydeevne	Skumnings-tendens	Befugtningsevne	Tør lagtykkelse* $\mu\text{m}$	Bemærkninger
A <sub>1</sub>	Acryl Velour	God God	God God	Let Middel	God God	12 22	
A <sub>2</sub>	Acryl Velour	God God	Middel Middel	Let Middel	God God	18 20	
A <sub>3</sub>	Hår/acryl Velour	Meget god Meget god	God God	Let Middel	God God	12 12	
B <sub>1</sub>	Hår/acryl Velour	God God	Dårlig Dårlig	Ingen Middel	God God	24 30	Skum forsvinder ved tørring
B <sub>2</sub>	Hår/acryl Velour	Meget god Meget god	God God	Ingen Meget	God God	15 24	Tendens til løbere. Skum forsvinder ved tørring
C <sub>1</sub>	Hår/acryl Velour	God God	Dårlig Dårlig	Ingen Ingen	God God	15-30 40-50	Meget struktur
C <sub>2</sub>	Hår/acryl Velour	Mindre god Mindre god	Dårlig Dårlig	Ingen Ingen	God Ikke god	60-70 35	Meget struktur Meget struktur
D <sub>1</sub>	Acryl Perlon	God God	God God	Ingen Middel	God God	45 30-40	Tendens til løbere
D <sub>2</sub>	Acryl Velour	God God	Middel Middel	Ingen Lidt	God Middel	30 20-30	
E <sub>1</sub>	Hår/acryl Velour	Meget god Meget god	God God	Ingen Ingen	God Middel	35 18	
E <sub>2</sub>	Hår/acryl Velour	Meget god Meget god	God God	Ingen Ingen	Middel Middel	15 20	Tendens til løbere
F <sub>1</sub>	Acryl Velour	Mindre god Mindre god	Dårlig Dårlig	Middel Meget	God Middel	15 20	
F <sub>2</sub> = E <sub>2</sub>							
H <sub>1</sub>	Hår Velour	God/lidt sej God/lidt sej	God God	Ingen Ingen	God God	60-70 20-30	
H <sub>2</sub>	Hår/acryl Velour	God God	Dårlig Dårlig	Ingen Ingen	God God	30-65 50-110	
I <sub>1</sub>	Hår/acryl Velour	Dårlig Dårlig	God God	Ingen Ingen	Dårlig Dårlig	55 40	
I <sub>2</sub>	Acryl Velour	God God	Middel Middel	Ingen Lidt	God God	30 40	
J <sub>1</sub>	Hår Velour	Middel/ dårlig Middel/ dårlig	God God	Ingen Ingen	Middel Dårlig	24 15	

\* DS/ISO 2808, 1976

## Anvendelsestekniske egenskaber ved pensel- og rullepåføring

Maling mrk.	Type udstyr pensel/ rulle	Strygbarhed	Flydeevne	Skumnings-tendens	Befugtningsevne	Tør lagtykkelse* $\mu\text{m}$	Bemærkninger
$J_2 =$ $I_2$							
$K_1 =$	Hår Velour	Middel/ dårlig Middel/ dårlig	God God	Ingen Ingen	Middel Middel	20 20	
$K_2 =$ $I_2$							
$L_1$	Hår Velour	Dårlig Dårlig	God God	Ingen Ingen	Middel Middel	15 15	Klumper i stryg Klumper i stryg
$L_2 =$ $I_2$							
$M_1$	Acryl Velour	Meget god Meget god	Dårlig Dårlig	Ingen Ingen	God God	30 30	Meget struktur Meget struktur
$M_2 =$ $I_2$							
$N_1 =$ $M_1$							
$N_2$	Acryl Velour	Meget god Meget god	Dårlig Dårlig	Ingen Ingen	God God	30 30	Meget struktur Meget struktur
$O_1$	Hår/acryl Velour	Nogenlunde Nogenlunde	Meget god Meget god	Lidt Meget	Nogenlunde Dårlig	15-30 20-35	Bundfælder meget Bundfælder meget
$O_2$	Hår Velour	God/middel God	Dårlig Dårlig	Lidt Meget	Dårlig Dårlig	15 20	Skum forsvinder ved tørring
$P_1$	Hår Velour	Middel Middel	God God	Ingen Lidt	Dårlig God	40 15	
$P_2 =$ $I_2$							
$R_1$	Hår Velour	God God	God Meget god	Lidt Ingen	God God	12 20	
$R_2$	Hår/acryl Velour	Meget god Meget god	God God	Lidt Lidt	God God	23 15	
$S_1$	Hår Velour	God God	Middel God	Meget Meget	God Middel	30 20	
$S_2$	Hår Velour	Meget god Meget god	Meget god Meget god	Ingen Ingen	God Meget dårlig	35 15	
$S_3$	Hår Velour	God/sej God/sej	Middel Middel	Ingen Ingen	God God	25 20	

\* DS/ISO 2808, 1976

Bestemmelse af bæreevne  
ASTM D 4400-84

Produkt nr.	Lufthastighed: $0,4 \pm 0,05$ m/sek.			
	40% RF $\pm 5$		75% RF $\pm 5$	
	$5^{\circ}\text{C} \pm 1$	Spalte- åbning $\mu\text{m}$ $20^{\circ}\text{C} \pm 1$	Spalte- åbning $\mu\text{m}$ $5^{\circ}\text{C} \pm 1$	Spalte- åbning $\mu\text{m}$ $20^{\circ}\text{C}$
A <sub>1</sub>		140	150	150
A <sub>2</sub>		250	250	200
A <sub>3</sub>		> 450	> 450	350
B <sub>1</sub>		250	250	250
B <sub>2</sub>		350	250	250
C <sub>1</sub>		> 450	> 450	> 450
C <sub>2</sub>		> 450	> 450	> 450
D <sub>1</sub>		> 450	350	300
D <sub>2</sub>		> 450	> 450	> 450
E <sub>1</sub>		400	350	300
E <sub>2</sub> = F <sub>2</sub>		> 450	350	300
F <sub>1</sub>		200	200	150
H <sub>1</sub>		> 450	> 450	> 450
H <sub>2</sub>		> 450	> 450	> 450
I <sub>1</sub>		250	300	250
I <sub>2</sub> = J <sub>2</sub> = K <sub>2</sub> = L <sub>2</sub> = P <sub>2</sub>		400	Krakerer	350
K <sub>1</sub>		400	> 450	30
O <sub>1</sub>		> 450	> 450	> 450
O <sub>2</sub>		200	200	200
P <sub>1</sub>		300	Krakerer	200
R <sub>1</sub>		350	> 450	350
R <sub>2</sub>		> 450	> 450	> 450
S <sub>1</sub>		> 450	> 450	> 450
S <sub>2</sub>		400	400	> 450
S <sub>3</sub>		200	250	225



**Tørretid, Drying Recorder**  
**Spalteåbning: 100 µm**

Produkt nr.	Tør lagtykkelse µm	Lufthastighed: 0,4 ± 0,05 m/sek.		
		40% RF ± 5	75% RF ± 5	
		Tørretid (timer) 20°C	Tørretid (timer) 5°C	Tørretid (timer) 20°C
A <sub>1</sub>	35	<1	<1	<1
A <sub>2</sub>	30-35	<1	<1	<1
A <sub>3</sub>	20	2½	6	4
B <sub>1</sub>	40-45	<1	<1	<1
B <sub>2</sub>	25-30	<1	<1	<1
C <sub>1</sub>	55	<1	<1	<1
C <sub>2</sub>	40	<1	<1	<1
D <sub>1</sub>	30	<1	<1	<1
D <sub>2</sub>	25-30	1	1	1
E <sub>1</sub>	25	<1	<1	<1
E <sub>2</sub> = F <sub>2</sub>	25	<1	<1	1
F <sub>1</sub>	40-45	<1	<1	>24
H <sub>1</sub>	40-45	<1	<1	<1
H <sub>2</sub>	40-45	<1	<1	>24
I <sub>1</sub>	25-30	<1	<1	1
I <sub>2</sub> = J <sub>2</sub> = K <sub>2</sub> = L <sub>2</sub> = P <sub>2</sub>	20-30	<1	Krakelerer	<1
K <sub>1</sub>	20	<1	<1	<1
O <sub>1</sub>	30	16	>29	18
O <sub>2</sub>	25-30	18	18	>24
P <sub>1</sub>	30	<1	Krakelerer	<1
R <sub>1</sub>	40	3	6	4
R <sub>2</sub>	30	4	16	7
S <sub>1</sub>	30-35	<1	<1	<1
S <sub>2</sub>	35-40	1	2	5
S <sub>3</sub>	25	<1	1	<1

**Tørretid - Drying Recorder**  
**Spalteåbning, 250 µm**

Produkt nr.	Tør lagtykkelse µm	Lufthastighed: 0,4 ± 0,05 m/sek.		
		40% RF ± 5	75% RF ± 5	
		Tørretid (timer) 20°C	Tørretid (timer) 5°C	Tørretid (timer) 20°C
A <sub>1</sub>	70-75	<1	<1	1
A <sub>2</sub>	75	<1	<1	1
A <sub>3</sub>	50-55	7	13	16
B <sub>1</sub>	80	<1	<1	<1
B <sub>2</sub>	60-65	<1	<1	<1
C <sub>1</sub>	95	<1	<1	<1
C <sub>2</sub>	75-80	<1	<1	<1
D <sub>1</sub>	70-75	<1	<1	<1
D <sub>2</sub>	70	3	3	6
E <sub>1</sub>	60	<1	1	<1
E <sub>2</sub> =F <sub>2</sub>	65-70	<1	1	2
F <sub>1</sub>	85-90	2	3	>44
H <sub>1</sub>	90	<1	1	<1
H <sub>2</sub>	95-110	<1	<1	>44
I <sub>1</sub>	60-75	<1	1	1
I <sub>2</sub> =J <sub>2</sub> =K <sub>2</sub> =L <sub>2</sub> =P <sub>2</sub>	70-75	<1	Krakelerer	1
K <sub>1</sub>	45-50	<1	<1	<1
O <sub>1</sub>	70	>44	>49	>44
O <sub>2</sub>	60-70	>44	>49	>44
P <sub>1</sub>	75	<1	Krakelerer	1
R <sub>1</sub>	80	3	10	6
R <sub>2</sub>	65	>44	22	>44
S <sub>1</sub>	65-70	<1	1	1
S <sub>2</sub>	70-75	2	6	5
S <sub>3</sub>	55	1½	4½	2

**Pendulhårdhed efter DS/ISO 1522-1974**  
**Spalteåbning, 120 µm**

Produkt nr.	Tør lagtykkelse µm	Lufthastighed: 0,4 ± 0,05 m/sek.				
		40% RF ± 5	75% RF ± 5		Svingningstid (sek.) <sup>4</sup> 1 mdr. 23°C 50%RF	Svingningstid (sek.) <sup>5</sup> 1 mdr. 5°C 50%RF
		Svingningstid (sek.) <sup>1</sup> 20°C <sup>1</sup>	Svingningstid (sek.) <sup>2</sup> 5°C <sup>2</sup>	Svingningstid (sek.) <sup>3</sup> 20°C <sup>3</sup>		
A <sub>1</sub>	35-45	19	31	30	48	114
A <sub>2</sub>	30-40	19	32	15	48	117
A <sub>3</sub>	20-25	27	32	31	56	129
B <sub>1</sub>	50	46	36	38	57	90
B <sub>2</sub>	25	49	52	40	66	150
C <sub>1</sub>	40-45	11	38	7	11	48
C <sub>2</sub>	45-50	14	21	11	13	50
D <sub>1</sub>	40	19	23	21	36	92
D <sub>2</sub>	30-35	27	51	27	39	98
E <sub>1</sub>	30-35	47	61	38	63	90
E <sub>2</sub> = F <sub>2</sub>	30	34	47	26	68	142
F <sub>1</sub>	45-50	13	30	13	21	47
H <sub>1</sub>	40-45	24	40	22	31	52
H <sub>2</sub>	45	10	15	13	10	21
I <sub>1</sub>	35-45	34	36	35	62	123
I <sub>2</sub> = J <sub>2</sub> = K <sub>2</sub> = L <sub>2</sub> = P <sub>2</sub>	30	48	Krakelerer	42	85	133
K <sub>1</sub>	25-30	39	49	35	82	125
O <sub>1</sub>	25-30	16	8	13	37	114
O <sub>2</sub>	25-30	18	18	15	28	96
P <sub>1</sub>	25-30	57	Krakelerer	36	92	131
R <sub>1</sub>	40-45	20	23	18	73	95
R <sub>2</sub>	30	31	41	29	96	170
S <sub>1</sub>	40	42	53	32	47	75
S <sub>2</sub>	30	63	38	39	82	106
S <sub>3</sub>	15-20	76	72	56	89	145

1 Målt efter 1 døgn ved 20°C, 40% RF

2 Målt efter 1 døgn ved 5°C, 75% RF

3 Målt efter 1 døgn ved 20°C, 75% RF

4 Målt efter 1 mdr. ved 23°C, 50% RF, måletemperatur 23°C

5 Målt efter 1 mdr. ved 23°C, 50% RF, måletemperatur 5°C

**Pendulhårdhed efter DS/ISO 1522-1974**  
**Spalteåbning, 230 µm**

Produkt nr.	Tør lagtykkelse µm	Lufthastighed: 0,4 ± 0,05 m/sek.				
		40% RF ± 5	75% RF ± 5		Svingningstid (sek.) <sup>4</sup> 1 mdr. 23°C 50%RF	Svingningstid (sek.) <sup>5</sup> 1 mdr. 23°C 50%RF
		Svingningstid (sek.) <sup>1</sup> 20°C	Svingningstid (sek.) <sup>2</sup> 5°C	Svingningstid (sek.) <sup>3</sup> 20°C		
A <sub>1</sub>	75-80	12	16	10	24	101
A <sub>2</sub>	80	11	15	10	25	109
A <sub>3</sub>	60	13	15	13	25	95
B <sub>1</sub>	80	21	19	25	43	74
B <sub>2</sub>	55-60	23	26	23	36	108
C <sub>1</sub>	90-95	7	27	6	8	34
C <sub>2</sub>	80	10	16	9	10	39
D <sub>1</sub>	70-75	11	14	11	27	91
D <sub>2</sub>	60-65	14	25	17	21	77
E <sub>1</sub>	60	27	37	24	41	88
E <sub>2</sub> =F <sub>2</sub>	50-55	21	32	16	33	102
F <sub>1</sub>	85	8	16	8	18	41
H <sub>1</sub>	75-85	23	35	20	26	49
H <sub>2</sub>	85-95	9	10	8	7	13
I <sub>1</sub>	70-80	16	16	15	39	103
I <sub>2</sub> =J <sub>2</sub> =K <sub>2</sub> =L <sub>2</sub> =P <sub>2</sub>	70	21	Krakelerer	19	56	109
K <sub>1</sub>	45-60	22	31	22	40	101
O <sub>1</sub>	65-70	10	6	7	29	99
O <sub>2</sub>	65	11	11	8	20	74
P <sub>1</sub>	70-75	15	Krakelerer	14	54	125
R <sub>1</sub>	65-70	14	15	11	50	90
R <sub>2</sub>	55-60	15	21	14	56	140
S <sub>1</sub>	70	35	34	27	44	82
S <sub>2</sub>	65	19	18	17	70	99
S <sub>3</sub>	50	30	33	24	67	132

1 Målt efter 1 døgn ved 20°C, 40% RF

2 Målt efter 1 døgn ved 5°C, 75% RF

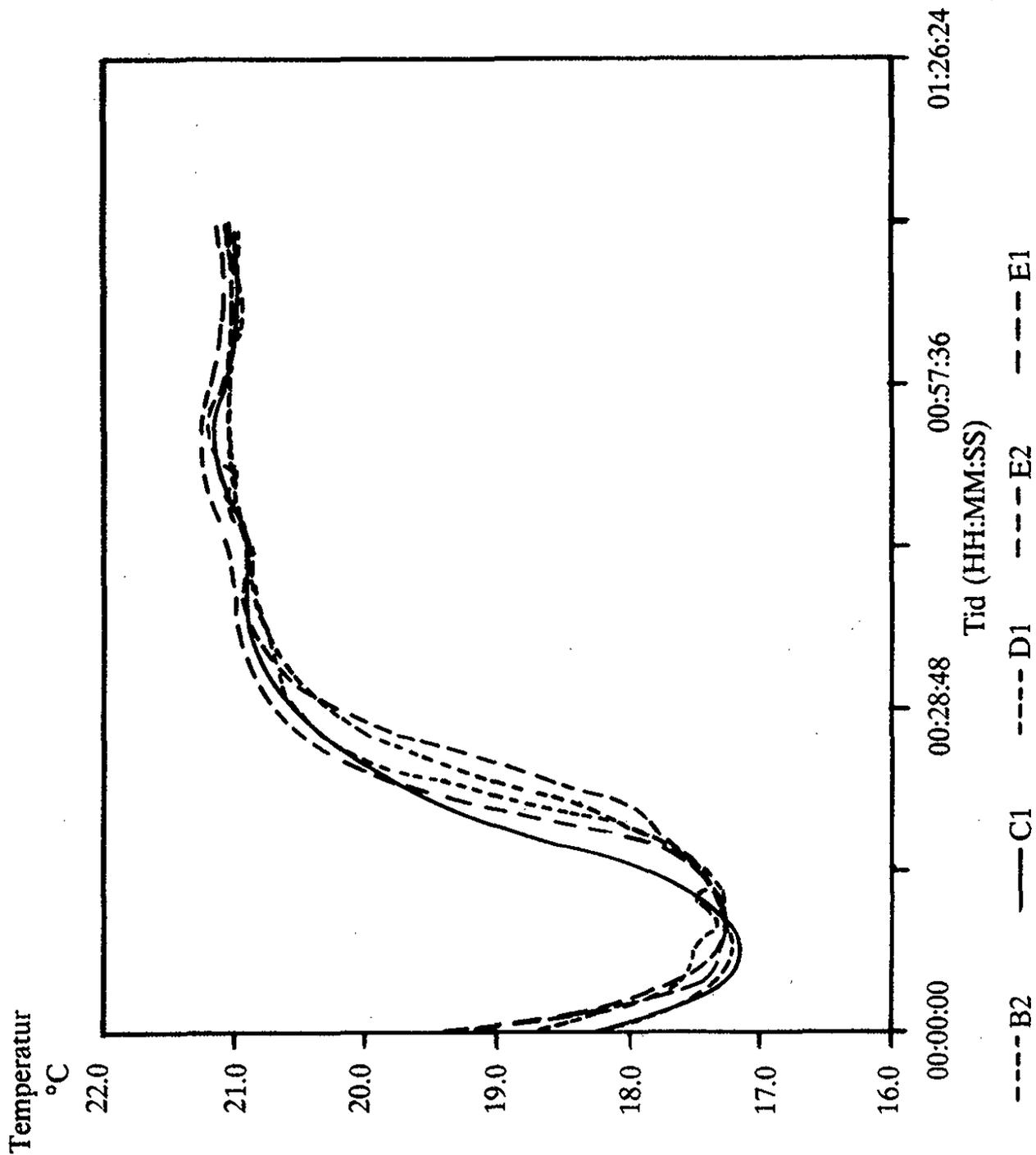
3 Målt efter 1 døgn ved 20°C, 75% RF

4 Målt efter 1 mdr. ved 23°C, 50% RF, måletemperatur 23°C

5 Målt efter 1 mdr. ved 23°C, 50% RF, måletemperatur 5°C

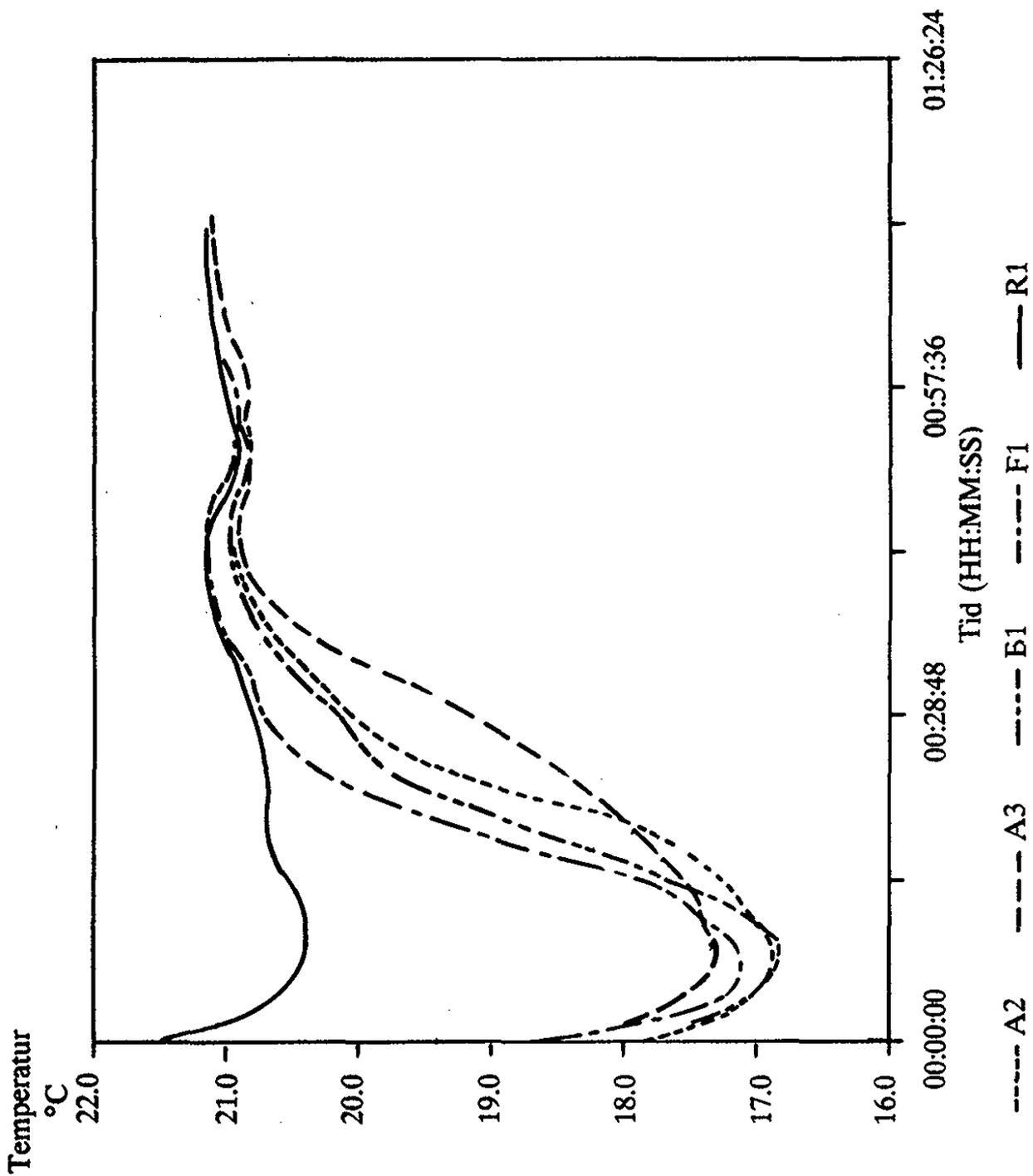
Tørretid for maling

M20\_40A



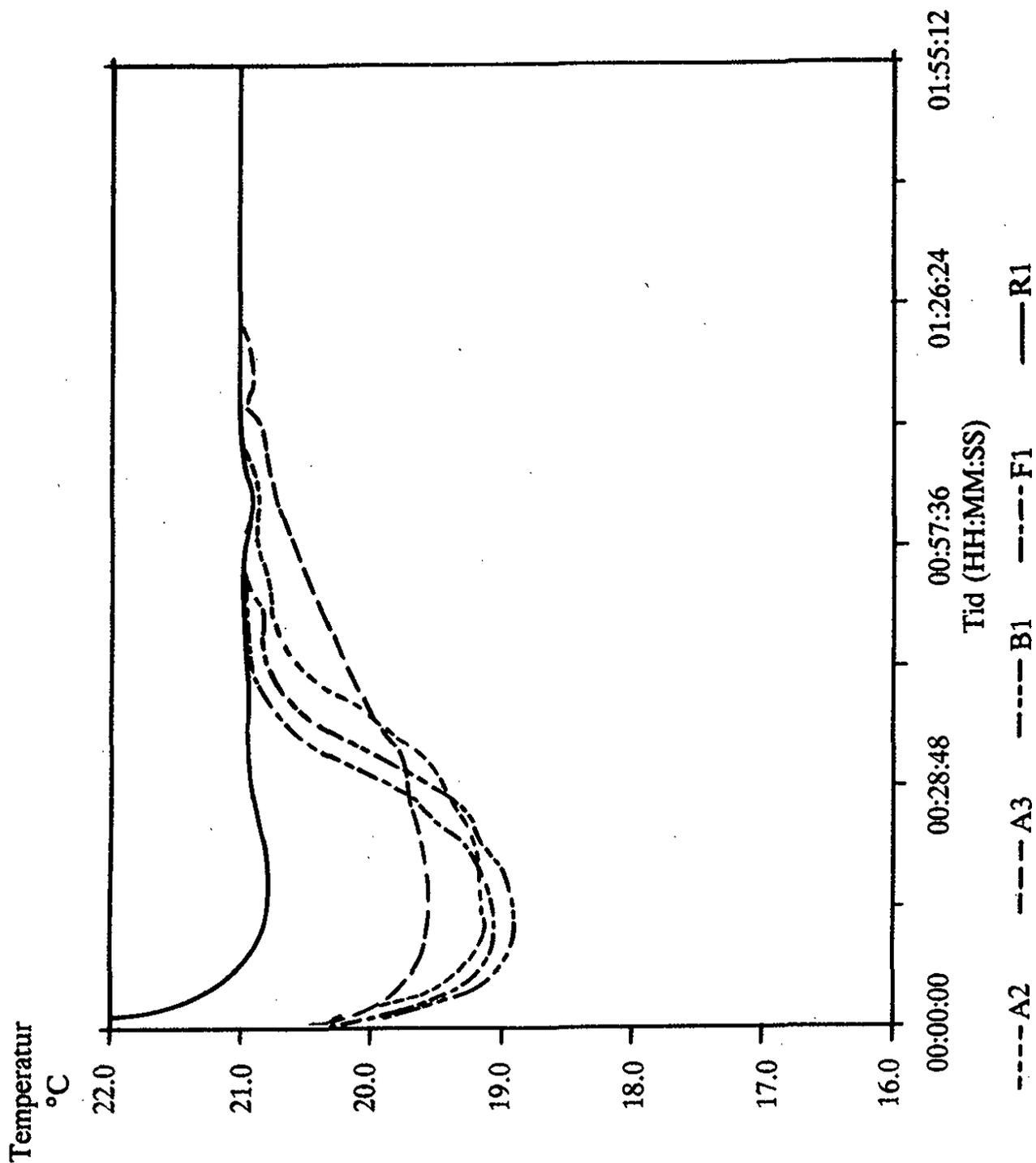
Tørretid for maling

M20\_40B



Tørretid for maling

M20\_75B





## Beregninger over fordampningsforløb

BINDER : E1  
 TEMPERATUR : 20.00 GRADER  
 RH : 40.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.40 M/S

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
10.0	58.46	25.33	55.05
20.0	83.07	36.01	78.21
30.0	94.35	40.36	88.79

---

BINDER : E1  
 TEMPERATUR : 20.00 GRADER  
 RH : 40.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.05 M/S

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	39.53	15.25	37.03
40.0	57.57	24.88	54.19
60.0	71.65	31.38	67.50
80.0	82.09	35.63	77.30
100.0	89.31	38.37	84.06
120.0	93.69	40.10	88.17

---

BINDER : E1  
 TEMPERATUR : 20.00 GRADER  
 RH : 75.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.40 M/S

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	53.61	34.92	51.68
40.0	77.48	42.14	73.83
60.0	90.66	45.06	85.95

---

BINDER : E1  
 TEMPERATUR : 20.00 GRADER  
 RH : 75.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.05 M/S

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	17.38	14.82	17.12
40.0	34.77	23.91	33.65
60.0	45.26	30.25	43.71
80.0	52.82	34.56	50.93
100.0	59.71	37.43	57.42
120.0	65.97	39.43	63.23
140.0	71.55	40.85	68.39
160.0	76.44	41.92	72.88
180.0	80.68	42.79	76.77
200.0	84.41	43.55	80.20
220.0	87.33	44.21	82.88
240.0	90.02	44.85	85.37
260.0	91.83	45.48	87.06
280.0	93.81	46.11	88.92
300.0	95.16	46.75	90.17

---

BINDER : E1  
 TEMPERATUR : 5.00 GRADER  
 RH : 40.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.40 M/S

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	49.26	16.24	45.85
40.0	71.84	26.01	67.11
60.0	86.27	32.18	80.69
80.0	93.74	35.67	87.75

BINDER : E1  
 TEMPERATUR : 5.00 GRADER  
 RH : 40.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.05 M/S

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	15.11	5.61	14.13
40.0	30.21	9.47	28.07
60.0	41.70	12.85	38.73
80.0	48.53	15.93	45.17
100.0	54.84	18.71	51.11
120.0	60.66	21.24	56.59
140.0	65.99	23.53	61.61
160.0	70.84	25.58	66.17
180.0	75.22	27.44	70.29
200.0	79.04	29.07	73.88
220.0	82.37	30.49	77.02
240.0	85.42	31.81	79.89
260.0	87.79	32.86	82.13
280.0	90.10	33.90	84.32
300.0	91.80	34.70	85.92
320.0	93.77	35.62	87.87
340.0	94.88	36.17	88.79
360.0	95.75	36.70	89.67
380.0	96.61	37.18	90.48

BINDER : E1  
 TEMPERATUR : 5.00 GRADER  
 RH : 75.00 %  
 VINDHASTIGHED : 40.00 M/S

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	26.39	15.64	25.28
40.0	45.38	24.85	43.26
60.0	56.56	30.84	53.91
80.0	66.22	34.60	62.96
100.0	74.41	36.95	70.54
120.0	80.95	38.31	76.56
140.0	86.14	39.20	81.30
160.0	90.22	39.82	85.03
180.0	92.83	40.24	87.41
200.0	95.28	40.65	89.65

BINDER : E1  
 TEMPERATUR : 5.00 GRADER  
 RH : 75.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.05 M/S

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MENGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	6.42	5.53	6.33
40.0	12.84	9.29	12.47
60.0	19.25	12.46	18.55
80.0	25.67	15.34	24.61
100.0	32.10	17.96	30.64
120.0	38.02	20.33	36.20
140.0	41.81	22.54	39.82
160.0	44.73	24.44	42.64
180.0	47.62	26.24	45.42
200.0	50.38	27.77	48.05
220.0	53.10	29.21	50.64
240.0	55.69	30.43	53.08
260.0	58.24	31.61	55.50
280.0	60.65	32.57	57.75
300.0	63.02	33.52	59.98
320.0	65.24	34.28	62.05
340.0	67.42	35.01	64.08
360.0	69.48	35.63	66.00
380.0	71.44	36.17	67.80
400.0	73.39	36.70	69.61
420.0	75.14	37.11	71.22
440.0	76.82	37.48	72.77
460.0	78.51	37.85	74.32
480.0	80.02	38.15	75.71
500.0	81.40	38.39	76.96
520.0	82.77	38.63	78.22
540.0	84.14	38.88	79.48
560.0	85.33	39.08	80.57
580.0	86.36	39.23	81.50
600.0	87.38	39.39	82.43
620.0	88.40	39.54	83.37
640.0	89.43	39.70	84.30
660.0	90.31	39.83	85.11
680.0	91.00	39.94	85.74
700.0	91.61	40.04	86.30
720.0	92.22	40.14	86.85
740.0	92.83	40.24	87.41
760.0	93.44	40.34	87.97
780.0	94.05	40.44	88.52
800.0	94.66	40.54	89.08
820.0	95.23	40.64	89.60
840.0	95.64	40.73	89.98
860.0	96.03	40.81	90.34

---

BINDER : F1  
 TEMPERATUR : 20.00 GRADER  
 RH : 40.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.40 M/S

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
10.0	38.89	20.67	36.93
20.0	66.08	32.76	62.51
30.0	82.73	38.84	78.03
40.0	91.67	41.78	86.32

---

BINDER : F1  
 TEMPERATUR : 20.00 GRADER  
 RH : 40.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.05 M/S

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	20.36	11.25	19.38
40.0	37.99	20.24	36.08
60.0	52.84	27.18	50.09
80.0	64.90	32.29	61.41
100.0	74.50	35.97	70.37
120.0	81.69	38.50	77.07
140.0	87.06	40.27	82.05
160.0	91.08	41.58	85.78
180.0	94.08	42.60	88.59
200.0	95.93	43.31	90.30

---

BINDER : F1  
TEMPERATUR : 20.00 GRADER  
RH : 75.00 %  
VINDHASTIGHED : 0.40 M/S

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	33.79	31.95	33.59
40.0	59.14	41.25	57.22
60.0	76.37	44.15	72.91
80.0	86.95	45.80	82.54
100.0	92.95	47.43	88.07

---

BINDER : F1  
 TEMPERATUR : 20.00 GRADER  
 RH : 75.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.05 M/S

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	8.95	11.12	9.19
40.0	17.44	19.83	17.70
60.0	25.47	26.55	25.59
80.0	32.97	31.47	32.81
100.0	40.01	35.15	39.49
120.0	46.52	37.76	45.58
140.0	52.50	39.62	51.12
160.0	58.00	41.00	56.18
180.0	63.02	42.03	60.77
200.0	67.57	42.82	64.92
220.0	71.61	43.45	68.59
240.0	75.23	43.98	71.89
260.0	78.57	44.47	74.92
280.0	81.33	44.86	77.43
300.0	84.00	45.25	79.84
320.0	86.07	45.63	81.74
340.0	88.20	46.07	83.69
360.0	89.86	46.40	85.20
380.0	91.09	46.81	86.35
400.0	92.83	47.20	88.00
420.0	93.83	47.62	88.83
440.0	94.62	48.00	89.64
460.0	95.44	48.44	90.40

---

BINDER : F1  
TEMPERATUR : 5.00 GRADER  
RH : 40.00 %  
VINDHASTIGHED : 0.40 M/S

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	29.71	12.05	27.82
40.0	53.14	21.58	49.76
60.0	70.30	28.62	65.84
80.0	81.96	33.48	76.77
100.0	89.46	36.69	83.81
120.0	93.79	38.65	87.88

---

BINDER : F1  
 TEMPERATUR : 5.00 GRADER  
 RH : 40.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.05 M/S

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	7.78	3.15	7.29
40.0	15.23	6.17	14.26
60.0	22.30	9.04	20.88
80.0	28.99	11.75	27.14
100.0	35.31	14.32	33.06
120.0	41.25	16.74	38.63
140.0	46.82	19.00	43.84
160.0	52.00	21.12	48.69
180.0	56.80	23.07	53.19
200.0	61.25	24.90	57.35
220.0	65.36	26.59	61.20
240.0	69.14	28.14	64.74
260.0	72.49	29.52	67.89
280.0	75.64	30.83	70.84
300.0	78.47	31.97	73.52
320.0	80.98	33.06	75.84
340.0	83.32	34.16	78.09
360.0	85.32	34.91	79.92
380.0	87.00	35.63	81.50
400.0	88.95	36.37	83.24
420.0	90.17	36.99	84.48
440.0	91.39	37.54	85.62
460.0	93.17	38.38	87.38
480.0	94.04	38.53	88.02
500.0	94.54	39.02	88.63
520.0	95.18	39.31	89.22
540.0	95.83	39.57	89.79
560.0	96.37	39.87	90.32

BINDER : F1  
 TEMPERATUR : 5.00 GRADER  
 RH : 75.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.40 M/S

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	13.39	11.85	13.22
40.0	25.71	21.01	25.21
60.0	36.88	27.72	35.90
80.0	46.91	32.51	45.37
100.0	55.74	35.75	53.60
120.0	63.47	37.95	60.74
140.0	70.07	39.38	66.78
160.0	75.68	40.34	71.89
180.0	80.40	41.00	76.18
200.0	84.38	41.49	79.78
220.0	87.38	41.82	82.50
240.0	90.16	42.13	85.01
260.0	91.94	42.36	86.63
280.0	94.03	42.60	88.53
300.0	95.23	42.81	89.61

BINDER : F1  
 TEMPERATUR : 5.00 GRADER  
 RH : 75.00 %  
 VINDHASTIGHED : 0.05 M/S

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
0.0	0.00	0.00	0.00
20.0	3.34	3.13	3.32
40.0	6.64	6.11	6.58
60.0	9.88	8.94	9.78
80.0	13.04	11.55	12.88
100.0	16.15	14.06	15.93
120.0	19.22	16.37	18.90
140.0	22.15	18.53	21.76
160.0	25.07	20.58	24.59
180.0	27.90	22.41	27.31
200.0	30.69	24.18	29.99
220.0	33.37	25.75	32.55
240.0	36.03	27.27	35.09
260.0	38.57	28.59	37.50
280.0	41.09	29.88	39.89
300.0	43.49	30.99	42.15
320.0	45.89	32.07	44.40
340.0	48.14	33.00	46.52
360.0	50.37	33.90	48.63
380.0	52.54	34.68	50.62
400.0	54.63	35.51	52.61
420.0	56.65	36.05	54.44
440.0	58.57	36.63	56.22
460.0	60.49	37.17	58.01
480.0	62.30	37.67	59.66
500.0	64.02	38.08	61.24
520.0	65.77	38.57	62.87
540.0	67.37	38.86	64.32
560.0	68.92	39.17	65.73
580.0	70.54	39.47	67.22
600.0	71.92	39.72	68.47
620.0	73.28	39.97	69.71
640.0	74.58	40.18	70.89
660.0	76.03	40.54	72.21
680.0	77.16	40.51	73.24
700.0	78.29	40.76	74.26
720.0	79.40	40.88	75.27
740.0	80.39	41.00	76.17
760.0	81.67	41.23	77.32
780.0	82.55	41.31	78.12
800.0	83.42	41.31	78.91
820.0	84.28	41.48	79.69

---

---

TID (MIN)	% FORDAMPET MÆNGDE		TOTAL
	VAND	ØVRIGE SOLVENTER	
840.0	85.11	41.57	80.44
860.0	86.43	41.50	81.63
880.0	87.05	41.85	82.20
900.0	87.66	41.90	82.74
920.0	88.25	41.96	83.28
940.0	88.83	42.01	83.81
960.0	89.34	42.06	84.33
980.0	89.98	42.11	84.84
1000.0	90.53	42.16	85.34
1020.0	90.95	42.22	85.73
1040.0	92.41	42.30	87.05
1060.0	92.75	42.14	87.36
1080.0	93.08	42.43	87.67
1100.0	93.41	42.49	87.96
1120.0	93.72	42.38	88.25
1140.0	94.03	42.61	88.52
1160.0	94.32	42.54	88.79
1180.0	94.61	42.62	89.05
1200.0	94.89	42.79	89.30

---



**Flashrust-bestemmelse**  
**Vurdering efter DS/ISO 4540, 1986**

Maling nr.	Underlag							
	A		B		C		D	
	40% RF	75% RF	40% RF	75% RF	40% RF	75% RF	40% RF	75% RF
A <sub>1</sub>	10	10	10	10	10	10	10	10
B <sub>1</sub>	10	10	10	10	10	10	10	10
C <sub>1</sub>	10	10	10	10	10	10	10	10
D <sub>1</sub>	10	10	10	10	10	10-9	10	10
E <sub>1</sub>	9-9/10	10-4	10	9-3	8*	4-3	6-5	4-3
F <sub>1</sub>	10	10	10	10	10	10	10	10
I <sub>1</sub>	10-9/10	9/10	10-9/10	9-8	10-9/10	4-3	10	10
K <sub>1</sub>	10	10	10	10	10	10-8	10	9/10
O <sub>1</sub>	10	10	10	10	10-9/10	10	10	10-9/10
P <sub>1</sub>	9/10-9/10	10-9/10	9/10-9	10-9/10	9/10-9/10	9-6	10-9/10	9/10

Alle forsøg udført ved  $20 \pm 1^\circ\text{C}$

Der er foretaget dobbeltbestemmelse

- A: Demineraliseret vand  
 B: 10 mg salt/m<sup>2</sup>  
 C: 100 mg salt/m<sup>2</sup>  
 D: Tør overflade

Vurderingsskala:

10 = Ingen fejl, 0 = >50% af arealet er angrebet af flashrust

\* Kraftigst ved lille lagtykkelse



## Fysiske egenskaber af de afprøvede malingsystemer

Måling System	Lagtykkelse DS/ISO 2808		Bucholtz hårdhed DS/ISO 2815		Poretæthed <sup>3</sup> TI 291-M-0049 Antal
	Gennemsnit <sup>1</sup> µm	Variation µm	Gennemsnit <sup>2</sup> µm	$R = \frac{100 \cdot l}{l_1}$	
A	175	100-230	2,8	36	0
B	160	130-175	2,1	48	0
C	645	410-1070	5,4	19	0
D	210	150-300	3,1	32	0
E	225	115-340	2,6	38	0
F	230	150-305	2,5	40	0
H	290	160-430	2,9	34	0
I	285	225-400	2,8	36	0
J	270	170-380	2,8	36	0
K	260	175-395	2,6	38	0
L	280	180-390	2,4	42	0
O	215	155-295	2,6	38	0
P	225	155-370	2,5	40	0
R	265	175-340	2,5	40	0
S	210	165-260	2,3	43	0

<sup>1</sup> Gennemsnit af målinger på samtlige prøveplader

<sup>2</sup> Gennemsnit af 6 målinger

<sup>3</sup> Prøveareal: 20 × 30 cm



Kulørmålinger før og efter eksponering  
DS/ISO 7724, del 1-3, 1986

System	Ueksponeret			Prohesion 1000h			Kyndby 3 måneder			Taastrup 3 måneder før vask			Taastrup 3 måneder efter vask						
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE				
A	50.08	-17.12	14.33	50.31	-17.09	13.88	0.51	51.71	-16.65	14.27	1.70	50.10	-15.83	13.19	1.72	50.03	-16.11	13.21	1.51
B	32.14	34.61	27.44	31.46	35.30	28.54	1.47	33.82	35.32	27.97	1.90	32.43	32.93	24.38	3.50	31.56	34.50	27.13	0.66
C	95.33	-0.71	1.78	94.65	-0.46	2.44	0.98	96.48	-0.42	3.16	1.81	92.27	-0.48	3.32	3.44	93.56	-0.50	2.86	2.08
D	95.72	-0.76	2.31	95.20	-0.46	3.36	1.21	÷	÷	÷	÷	90.49	-0.05	4.14	5.59	93.63	0.01	3.60	2.58
E	96.26	-1.14	3.16	95.37	-0.93	3.66	1.05	95.38	-0.31	3.78	1.36	93.37	-0.56	3.19	2.95	95.49	-0.77	2.27	1.23
F	95.77	-1.01	3.29	95.21	-0.72	3.86	0.85	95.02	-0.04	4.77	1.92	91.93	-0.09	4.16	4.05	93.17	0.13	3.84	2.89
H	73.25	-2.47	11.57	74.08	-2.25	11.81	0.90	73.30	-2.41	12.36	0.80	69.91	-2.01	11.75	3.38	70.78	-2.16	11.48	2.49
I	81.43	22.36	-8.53	81.36	21.96	-7.59	1.02	89.16	11.89	-2.52	14.34	83.72	12.84	-3.26	11.12	85.10	13.62	-4.24	10.41
J	80.92	23.35	-8.44	80.72	22.88	-7.72	0.88	88.69	12.98	-2.87	14.10	82.81	13.95	-3.60	10.73	84.88	14.91	-4.79	10.01
K	80.87	23.26	-8.54	80.85	22.99	-7.82	0.77	88.42	13.36	-3.07	13.60	83.20	14.02	-3.67	10.71	84.46	14.94	-4.78	9.82
L	81.00	23.43	-8.54	80.84	23.10	-7.99	0.66	÷	÷	÷	÷	83.33	13.65	-3.69	11.16	84.57	14.36	-4.44	10.57
O	75.85	-34.52	-4.35	74.63	-33.45	-0.82	3.89	74.67	-32.96	-3.64	2.08	72.77	-31.31	-4.23	4.45	75.11	-33.18	-4.98	1.65
P	80.70	23.37	-8.44	80.56	23.06	-7.81	0.71	86.47	16.29	-4.37	9.99	83.26	13.50	-3.60	11.29	84.97	14.66	-4.74	10.38
R	73.15	-3.29	7.74	72.70	-3.45	10.89	3.19	73.12	-2.85	8.75	1.10	71.11	-2.78	7.94	2.11	72.70	-3.00	7.78	0.53
S	74.14	-3.03	7.50	75.08	-2.74	7.00	1.09	75.76	-2.93	8.11	1.82	72.49	-2.74	7.63	1.68	73.69	-2.87	7.37	0.49

\* Resultaterne er gennemsnit af 3 målinger  
÷ Pladerne var rustne

**Glansmålinger før og efter eksponering  
DS/ISO 2813, 60° vinkel**

System	Ueksponeret	Prohesion- kammer 1000h	Kyndby 3 måneder	Taastrup 3 måneder før vask	Taastrup 3 måneder efter vask
A	18	9	18	12	14
B	34	26	28	28	34
C	6,2	3,8	5	4,1	5
D	13	14	rustne	11	14
E	72	49	59	57	69
F	51	44	57	42	46
H	5,7	1,8	9	5,2	7,9
I	50	43	31	23	30
J	56	32	49	44	50
K	54	34	rustne	43	52
L	55	41	49	27	35
O	67	53	61	52	69
P	52	45	38	28	36
R	77	51	44	58	73
S	46	5,9	35	40	48

Resultaterne er gennemsnit af 3 målinger

## Vedhæftning før og efter eksponering

Måling	Gittersnit! DS/ISO 2409			Sæberg- ISO 4624					
	Ueksponeret	Prohesion 1000 t	Dip & Dry 100 cykler	Ueksponeret		Prohesion 1000 t		Dip & Dry 100 cykler	
System	Gennem- snit MPa	Spredning	Brudsted %	Gennem- snit MPa	Spredning	Brudsted %	Gennem- snit MPa	Spredning	Brudsted %
A	8,3	0,2	B = 58 C = 40 -Y = 2	9,1	1,0	B = 46 C = 50 Y/Z = 4	8,7	0,5	B = 60 C = 37 Y/Z = 3
B	8,2	1,3	C = 100	8,0	1,8	B = 1 C = 98 D = 1	8,2	1,3	C = 94 D = 6
C	4,3	0,4	B = 78 Y/Z = 22	3,6	1,4	B = 40 C = 60	3,3	1,3	B = 60 C = 32 Y/Z = 8
D	6,9	0,7	B-C = 100	8,1	0,4	A/B = 9 B-C = 91	7,7	0,6	A/B = 22 B-C = 78
E	14,0	0,5	A/B = 68 D-E = 30 Y/Z = 2	13,9	1,2	A/B = 28 D-E = 70 Y/Z = 2	14,6	0,6	A/B = 24 D-E = 74 Y/Z = 2
F	11,2	1,9	B-C = 74 D-E = 26	8,3	1,7	B-C = 92 D-E = 8	10,0	0,4	B-C = 92 D-E = 8
H	6,6	0,6	B/C = 76 Y/Z = 24	5,9	0,4	B/C = 94 -Y = 6	6,4	0,4	B/X = 94 -Y = 6
I	13,1	1,7	A/B = 2 B-C = 2 D-E = 86 Y/Z = 10	13,7	1,6	B-C = 3 D-E = 97	13,0	1,7	D = 100
J	12,6	1,0	A/B = 50 B-C = 1 D-E = 49	12,7	0,5	A/B = 22 B-C = 8 D-E = 70	12,1	0,7	A/B = 18 D-E = 82
K	14,1	0,5	A/B = 42 B-C = 1 C/D = 5 D-E = 52	14,0	1,2	A/B = 2 D-E = 98	14,3	0,7	A/B = 10 D-E = 90

## Vedhæftning før og efter eksponering

Måling	Gittersnit <sup>1</sup> DS/ISO 2409			Sæberg <sup>2</sup> ISO 4624			Dip & Dry 100 cykler		
	Ueksponeret	Prohesion 1000 t	Dip & Dry 100 cykler	Ueksponeret			Prohesion 1000 t		
System	Gennem- snit MPa	Spredning	Brudsted %	Gennem- snit MPa	Spredning	Brudsted %	Gennem- snit MPa	Spredning	Brudsted %
L	0	1	1-2	15,6	1,3	A/B = 20 B-C = 12 D-E = 68	12,0	2,4	B-C = 9 D-E = 91
O	0-1	0	0-2	11,6	5,1	A/B = 34 C/D = 28 D-E = 36 Y/Z = 2	10,6	2,0	A/B = 19 B-C = 31 C/D = 10 D-E = 36 Y/Z = 4
P	0	1	3-4	14,2	1,7	B-C = 10 D-E = 86 Y/Z = 4	12,0	1,9	B-C = 10 D-E = 90
R	2	2-3	3-4	3,9	2,5	B = 95 C = 5	4,6	2,0	B = 86 C = 14
S	3	3-4	3	3,5	0,6	B-C = 100	2,6	0,3	B-C = 100

1 Gittersnit udført indenfor 1 time efter eksponerings ophør.

Der er udført 3 enkeltbestemmelser  
 KI 0 = Intet kvadrat i gitteret løsnet  
 KI 1 = Op til 5% af filmen løsnet  
 KI 2 = Mellem 5 og 15% af filmen løsnet  
 KI 3 = Mellem 15 og 35% af filmen løsnet  
 KI 4 = Mellem 35 og 65% af filmen løsnet  
 KI 5 = Mere end 65% af filmen løsnet

2

Afrækning udført efter min. 3 døgnstørring efter eksponering

Resultatet er gennemsnit af 5 målinger

Brudsted:

A = Brud i underlag  
 A/B = Brud mellem underlag og 1. lag  
 B = Brud i 1. lag  
 B-C = Brud udefineret i området B, B/C og C  
 D-E = Brud udefineret i området D, D/E og E  
 B/C = Brud mellem 1. og 2. lag  
 C = Brud i 2. lag  
 C/D = Brud mellem 2. og 3. lag osv.  
 -Y = Brud mellem maling og lim  
 Y = Brud i lim  
 Y/Z = Brud mellem lim og træklegeme

**Korrosionsbestandighed**  
**Eksposering: Kyndby**

Maling-system	Eksposeringstid	Bedømmelse				Nedbryd-ningsgrad
		Rust flade	Blærer flade	mm rust snit	mm blærer snit	
A	6 uger	10	0	$< \frac{1}{2}$	0- $\frac{1}{2}$	
	2 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$	0-1	
	3 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$ -1	0-1	
	6 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$ -1	0-1	
B	6 uger	10	0	$< \frac{1}{2}$	0-1	
	2 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$	0-1 $\frac{1}{2}$	
	3 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$	0-2	
	6 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$	0-2	
C	6 uger	10	0	$< \frac{1}{2}$	0	
	2 mdr.	10	0	$< \frac{1}{2}$	0	
	3 mdr.	10	0	$< \frac{1}{2}$	0	
	6 mdr.	10	0	$< \frac{1}{2}$	0	
D	6 uger	7	0	1	0- $\frac{1}{2}$	
	2 mdr.	2	0	1	0-2	
	3 mdr.	1*	2-3 (S2)	2	1-2	
	6 mdr.	1	3 (S4)	2	2	
E	6 uger	10	0	$< \frac{1}{2}$	0-1	
	2 mdr.	10	0	0-1	0-1	
	3 mdr.	10	0	0-1	0-1	
	6 mdr.	10	0	0-1	0-1	
F	6 uger	10	0	$< \frac{1}{2}$	0	
	2 mdr.	10	0	$< \frac{1}{2}$	0	
	3 mdr.	10	0	$< \frac{1}{2}$	0	
	6 mdr.	10	0	$< \frac{1}{2}$	0	
H	6 uger	10	0	$< \frac{1}{2}$	0	
	2 mdr.	10	0	0-1	0- $\frac{1}{2}$	
	3 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$ -1	0-2	
	6 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$ -1	0-4	
I	6 uger	10	0	$< \frac{1}{2}$	0-2	
	2 mdr.	10	0	0- $\frac{1}{2}$	0-3	
	3 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$ -1	$\frac{1}{2}$ -3	
	6 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$ -1	$\frac{1}{2}$ -3	
J	6 uger	10	0	$< \frac{1}{2}$	1-2	
	2 mdr.	10	0	0- $\frac{1}{2}$	1-2	
	3 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$ -1	1-3	
	6 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$ -1	1-3	
K	6 uger	10	0	0	0-2	
	2 mdr.	10	0	0	0-2	
	3 mdr.	10	0	0	1-3	
	6 mdr.	10	0	0	1-3	

 Bedømmelse af rust: DS/ISO 4540  
 Bedømmelse af blærer: DS/ISO 4628/2

\* 50-70% rust

\*\* Underkorrosion efter fjernelse af maling

**Korrosionsbestandighed**  
**Eksposering: Kyndby**

Maling-system	Eksposeringstid	Bedømmelse				
		Rust flade	Blærer flade	mm rust snit	mm blærer snit	Nedbrydningsgrad
L	6 uger	9	3 (S5)	$\frac{1}{2}$	0-1	
	2 mdr.	7**	3 (S5)	$\frac{1}{2}$	0-1	
	3 mdr.	6**	3 (S5)	$\frac{2}{2}$	3-7	
	6 mdr.	6**	3 (S5)	2	3-9	
O	6 uger	10	0	$< \frac{1}{2}$	1-2	
	2 mdr.	10	0	$< \frac{1}{2}$	1-2	
	3 mdr.	10	0	$< \frac{1}{2}$	2-4	
	6 mdr.	10	0	$< \frac{1}{2}$	1-2	
P	6 uger	10	0	$\frac{1}{2}$	0	
	2 mdr.	10	0	$\frac{1}{2}$ -1	0- $\frac{1}{2}$	
	3 mdr.	10	9	$\frac{1}{2}$ -2	$\frac{1}{2}$ -3	
	6 mdr.	10	8-9	$\frac{1}{2}$ -1	1-3	
R	6 uger	10	0	0	0	
	2 mdr.	10	0	0	0-2	
	3 mdr.	10	0	0	1-5	
	6 mdr.	10	0	0	0-3	
S	6 uger	10	0	0	0	
	2 mdr.	10	0	0	0	
	3 mdr.	10	0	0	0	
	6 mdr.	10	0	0	0-1	

Bedømmelse af rust: DS/ISO 4540  
 Bedømmelse af blærer: DS/ISO 4628/2

\* 50-70% rust

\*\* Underkorrosion efter fjernelse af maling

**Korrosionsbestandighed  
 Eksponering: Taastrup**

Maling-system	Eksponeringstid	Bedømmelse				
		Rust flade	Blærer flade	mm rust snit	mm blærer snit	Nedbrydningsgrad
A	4 uger	10	0	< 1/2	0	
	2 mdr.	10	0	1/2	0	
	3 mdr.	10	0	1/2	0	
	6 mdr.	10	0	1/2	0	
B	4 uger	10	0	< 1/2	0	
	2 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	3 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	6 mdr.	10	0	< 1/2	0	
C	4 uger	10	0	0	0	
	2 mdr.	10	0	0	0	
	3 mdr.	10	0	0	0	
	6 mdr.	10	0	0	0	
D	4 uger	10	0	< 1/2	0	
	2 mdr.	9	0	< 1/2	0	
	3 mdr.	9-8	0	< 1/2	0	
	6 mdr.	9-8	0	< 1/2	0	
E	4 uger	10	0	< 1/2	0	
	2 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	3 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	6 mdr.	10	0	< 1/2	0	
F	4 uger	10	0	0	0	
	2 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	3 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	6 mdr.	10	0	< 1/2	0	
H	4 uger	10	0	0	0	
	2 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	3 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	6 mdr.	10	0	< 1/2	0	
I	4 uger	10	0	0	0	
	2 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	3 mdr.	10-9	0	< 1/2	0	
	6 mdr.	10-9	0	< 1/2	0	
J	4 uger	10	0	0	0	
	2 mdr.	10	0	< 1/2	0-1/2	
	3 mdr.	10	0	< 1/2	0-1/2	
	6 mdr.	10	0	< 1/2	0-1/2	
K	4 uger	10	0	0	0	
	2 mdr.	10	0	< 1/2	< 1/2	
	3 mdr.	10	0	< 1/2	< 1/2	
	6 mdr.	10	0	< 1/2	< 1/2	

 Bedømmelse af rust: DS/ISO 4540  
 Bedømmelse af blærer: DS/ISO 4628/2

 \* 50-70% rust  
 \*\* Underkorrosion efter fjernelse af maling

**Korrosionsbestandighed  
 Eksponering: Taastrup**

Maling-system	Eksponeringstid	Bedømmelse				
		Rust flade	Blærer flade	mm rust snit	mm blærer snit	Nedbrydningsgrad
L	4 uger	10	0	< 1/2	0-1/2	
	2 mdr.	10	3 (S4-5)	1/2	0-1/2	
	3 mdr.	10	3 (S4-5)	1/2	0-1/2	
	6 mdr.	10	3-4 (S4-5)	1/2	0-1/2	
O	4 uger	10	0	0	0	
	2 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	3 mdr.	10	0	< 1/2	0-1/2	
	6 mdr.	10	0	< 1/2	0-1/2	
P	4 uger	10	0	< 1/2	0	
	2 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	3 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	6 mdr.	10	0	< 1/2	0-1/2	
R	4 uger	10	0	0	0	
	2 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	3 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	6 mdr.	10	0	< 1/2	0	
S	4 uger	10	0	0	0	
	2 mdr.	10	0	0	0	
	3 mdr.	10	0	< 1/2	0	
	6 mdr.	10	0	< 1/2	0	

Bedømmelse af rust: DS/ISO 4540  
 Bedømmelse af blærer: DS/ISO 4628/2

\* 50-70% rust  
 \*\* Underkorrosion efter fjernelse af maling

**Korrosionsbestandighed**  
**Eksposering: Prohesionkammer**

Maling-system	Eksposeringstid	Bedømmelse				
		Rust flade	Blærer flade	mm rust snit	mm blærer snit	Nedbrydningsgrad
A	100 t	10	0	< $\frac{1}{2}$	0	3.0
	500 t	10-9	0	< $\frac{1}{2}$	0-1	
	1000 t	10-9	0	$\frac{1}{2}$	0-1	
B	100 t	10	0	0-1	0	5.0
	500 t	10	0	0-1	0-3	
	1000 t	10-9	0	$\frac{1}{2}$ -1	1-4	
C	100 t	10	0	0	0	1.0
	500 t	10	0	< $\frac{1}{2}$	0	
	1000 t	10	0	< $\frac{1}{2}$	0	
D	100 t	10	0	< $\frac{1}{2}$	0	1.0
	500 t	10	0	0-1	0-1	
	1000 t	10	0	0-3	0-1	
E	100 t	10	0	< $\frac{1}{2}$	0	2.5
	500 t	10	0	0-2	1-3	
	1000 t	10	0	0-4	1-3	
F	100 t	10	0	< $\frac{1}{2}$	0	2.5
	500 t	10	0	0-2	0-1	
	1000 t	10	0	1-3	1-2	
H	100 t	10	0	< $\frac{1}{2}$	0	3.0
	500 t	10	0	1-5	0-1	
	1000 t	10	0	2-5	0-2	
I	100 t	10	0	< $\frac{1}{2}$	0	4.5
	500 t	10	0	0- $\frac{1}{2}$	0-1	
	1000 t	10-9	0	0-3	1-5	
J	100 t	10	0	< $\frac{1}{2}$	0	2.0
	500 t	10	0	0-2	0-1	
	1000 t	10	0	0-3	0-2	
K	100 t	10	0	< $\frac{1}{2}$	0	5.0
	500 t	10	0	0-1	0-1	
	1000 t	10	0	0-4	$\frac{1}{2}$ -2 $\frac{1}{2}$	
L	100 t	10	0	< $\frac{1}{2}$	0	4.5
	500 t	10-9	0	0-1	0-3	
	1000 t	10-9	0	0-2	1-4	
O	100 t	10	0	0	0	1.5
	500 t	10	0	0	0-1	
	1000 t	10	0	0-2	0-2	

Bedømmelse af rust: DS/ISO 4540  
 Bedømmelse af blærer: DS/ISO 4628/2

\* 50-70% rust  
 \*\* Underkorrosion efter fjernelse af maling

**Korrosionsbestandighed**  
**Eksposering: Prohesionkammer**

Maling-system	Eksposeringstid	Bedømmelse				
		Rust flade	Blærer flade	mm rust snit	mm blærer snit	Nedbrydningsgrad
P	100 t	10-9	0	0-1	0	4.0
	500 t	10-9	0	0-2	$\frac{1}{2}$ -1	
	1000 t	10-9	0	1-3	$\frac{1}{2}$ -4	
R	100 t	10	0	$< \frac{1}{2}$	0	3.0
	500 t	10	0	0-2	0-1	
	1000 t	10	0	0-3	$\frac{1}{2}$ -2	
S	100 t	10	0	$< \frac{1}{2}$	0	2.5
	500 t	10	0	0-1	0- $\frac{1}{2}$	
	1000 t	10	0	0-2	0-2	

Bedømmelse af rust: DS/ISO 4540  
 Bedømmelse af blærer: DS/ISO 4628/2

\* 50-70% rust  
 \*\* Underkorrosion efter fjernelse af maling

**Korrosionsbestandighed  
Eksponering: Dip & Dry**

Maling-system	Eksponeringstid	Bedømmelse				
		Rust flade	Blærer flade	mm rust snit	mm blærer snit	Nedbrydningsgrad
A	9 cykler	10	0	1	0	1.5
	40 cykler	10	0	2	0	
	100 cykler	10	0	2½	1	
B	9 cykler	10	0	0	0	5.5
	40 cykler	10	0	1½	0	
	100 cykler	10-9	0	2	2	
C	9 cykler	10	0	0	0	1.0
	40 cykler	10	0	0	0	
	100 cykler	10	0	<½	½	
D	9 cykler	10	0	1	0	17
	40 cykler	10	5 (S3)	2	2	
	100 cykler	8	5 (S3)	2½	2½	
E	9 cykler	10	0	<½	0	1.0
	40 cykler	10	0	½	½	
	100 cykler	10	0	1½	1½	
F	9 cykler	10	0	<½	0	1.0
	40 cykler	10	0	1	0	
	100 cykler	10	0	1½	1½	
H	9 cykler	10	0	<½	0	1.5
	40 cykler	10	0	½	0	
	100 cykler	10	0	1	2	
I	9 cykler	10	10	0	0	2.0
	40 cykler	10	10	1½	1	
	100 cykler	10	10	2	2	
J	9 cykler	10	0	<½	0	2.0
	40 cykler	10	0	2	1½	
	100 cykler	10	0	2½	2	
K	9 cykler	10	0	0	0	2.0
	40 cykler	10	0	1½	1½	
	100 cykler	10	0	2	2	
L	9 cykler	10	0	0	0	1.5
	40 cykler	10	0	1½	1	
	100 cykler	10	0	2	2	
O	9 cykler	10	0	0	0	4.0
	40 cykler	10	0	0	1	
	100 cykler	10	0	½	4	

Bedømmelse af rust: DS/ISO 4540  
Bedømmelse af blærer: DS/ISO 4628/2

\* 50-70% rust  
\*\* Underkorrosion efter fjernelse af maling

**Korrosionsbestandighed**  
**Eksposering: Dip & Dry**

Maling-system	Eksposeringstid	Bedømmelse				
		Rust flade	Blærer flade	mm rust snit	mm blærer snit	Nedbrydningsgrad
P	9 cykler	10	0	0	0	1.0
	40 cykler	10	0	1	0	
	100 cykler	10	0	1½	1	
R	9 cykler	10	0	0	0	1.5
	40 cykler	10	0	½	1	
	100 cykler	10	0	½	4	
S	9 cykler	10	0	0	0	4.5
	40 cykler	10	0	1	0	
	100 cykler	10	0	1	2	

Bedømmelse af rust: DS/ISO 4540  
 Bedømmelse af blærer: DS/ISO 4628/2

\* 50-70% rust  
 \*\* Underkorrosion efter fjernelse af maling

**Korrosionsbestandighed  
 Eksponering: NIF-ART**

Maling-system	Eksponeringstid	Bedømmelse				
		Rust flade	Blærer flade	mm rust snit*	mm blærer snit	Nedbrydningsgrad
A	1 mdr.	10	0	-	1,5	1
	3 mdr.	10	0	-	1,5	
	5 mdr.	10	0	1-3		
B	1 mdr.	10	2 (S4)	-	2	1
	3 mdr.	10	2 (S4)	-	2,5	
	5 mdr.	10	2 (S4)	1-2		
C	1 mdr.	10	0	-	0	0
	3 mdr.	10	0	-	0	
	5 mdr.	10	0	0		
D	1 mdr.	10	0	-	1,5	1
	3 mdr.	10	0	-	1,5	
	5 mdr.	10	0	1		
E	1 mdr.	10	0	-	2	1
	3 mdr.	10	0	-	2	
	5 mdr.	10	0	1-4		
F	1 mdr.	10	0	-	0	1
	3 mdr.	10	0	-	0,5	
	5 mdr.	10	0	<1		
H	1 mdr.	10	0	-	2	2
	3 mdr.	10	0	-	2	
	5 mdr.	10	0	4		
I	1 mdr.	10	0	-	0,5	1
	3 mdr.	10	0	-	1,0<2	
	5 mdr.	10	0			
J	1 mdr.	10	0	-	1,5	2
	3 mdr.	10	0	-	2,5	
	5 mdr.	10	0	4		
K	1 mdr.	10	0	-	2,0	3
	3 mdr.	10	0	-	2,5	
	5 mdr.	10	0	5-7		
L	1 mdr.	10	4 (S4)	-	1	7
	3 mdr.	10	4 (S4)	-	3	
	5 mdr.	10	4 (S4)	15		
O	1 mdr.	10	4 (S4)	-	1	1
	3 mdr.	10	4 (S4)	-	2	
	5 mdr.	10	4 (S4)	2		

\* Ikke bedømt ved 1 og 3 mdr.

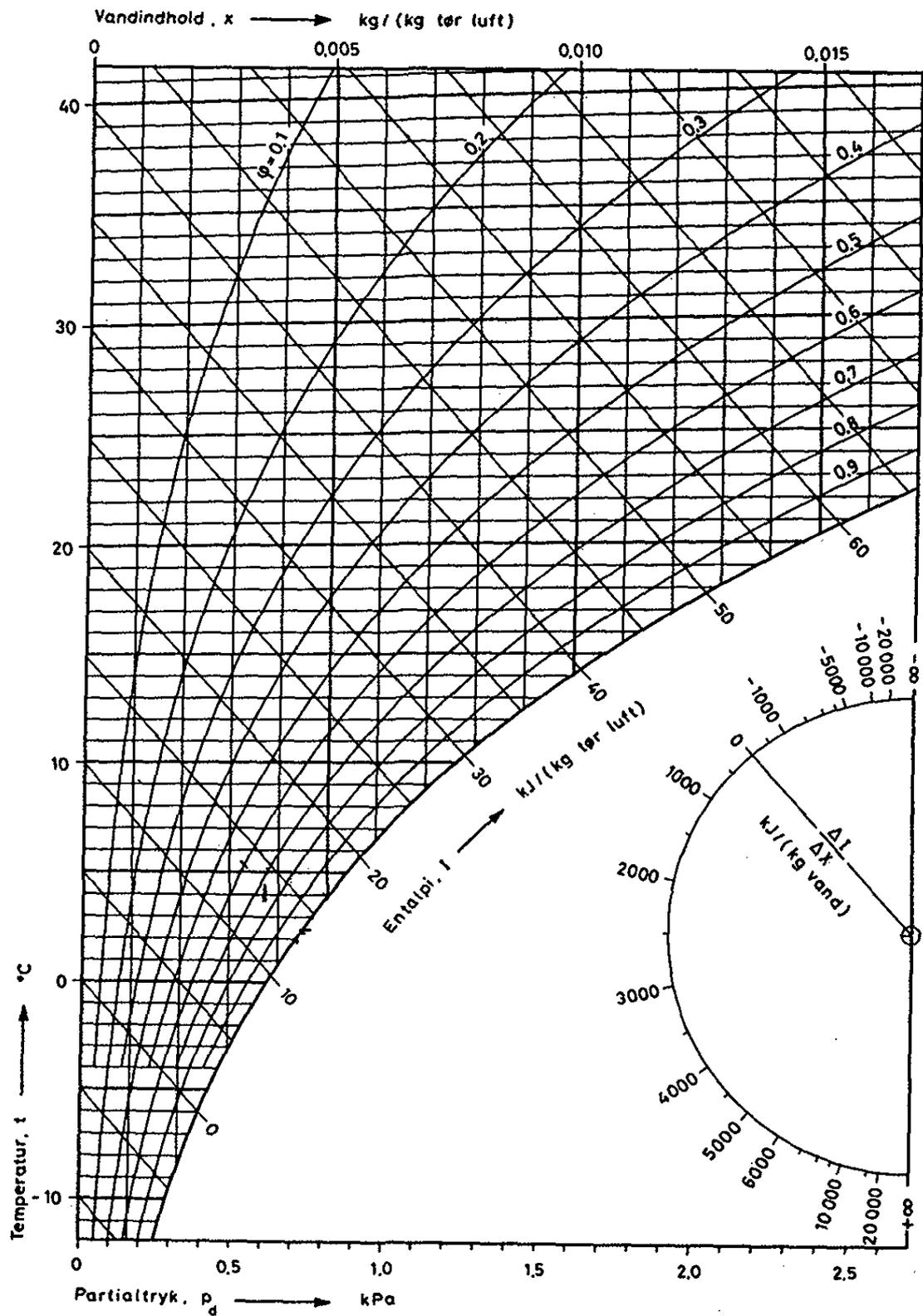
**Korrosionsbestandighed**  
**Eksposering: NIF-ART**

Maling-system	Eksposeringstid	Bedømmelse				
		Rust flade	Blærer flade	mm rust snit*	mm blærer snit	Nedbryd-ningsgrad
P	1 mdr.	10	0	-	1,5	2
	3 mdr.	10	0	-	2	
	5 mdr.	10	0	5		
R	1 mdr.	10	5 (S2)	-	2	2
	3 mdr.	10	0	-	2	
	5 mdr.	10	0	4		
S	1 mdr.	10	0	-	1,5	1
	3 mdr.	10	0	-	2	
	5 mdr.	10	0	0-1		

\* Ikke bedømt ved 1 og 3 mdr.

Appendiks

A.05.04. Ix-diagram for fugtig luft (101325 Pa).







# Registreringsblad

**Udgiver:**

Miljøstyrelsen, Strandgade 29,  
1401 København K

**Serietitel, nr.:** Miljøprojekt, 140

**Udgivelsesår:** 1990

**Titel:**

Vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse

**Undertitel:****Forfatter(e):**

Rachlitz, Marianne; Jensen, Niels Lund

**Udførende institution(er):**

Miljøstyrelsen. Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi (spons)

**Resumé:**

Årligt anvendes ca. 7500 tons maling til beskyttelse af stålkonstruktioner f.eks. broer og skibe og ca. halvdelen af denne mængde er opløsningsmidler, der frigives til atmosfæren. Projektets formål har været at fremme anvendelsen af vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse som alternativ til malematerialer baseret på organiske opløsningsmidler. Malingernes tekniske egenskaber, teknik ved brug af malingerne, samt økonomiske forhold i relation hertil er undersøgt og dokumenteret.

**Emneord:**

maling; organiske opløsningsmidler; substitution; korrosion; økonomi; materialeprøvning; stål

**ISBN:** 87-503-8431-7

**ISSN:** 0105-3094

**Pris (inkl. moms):** 110.-- kr.

**Format:** A4

**Sideantal:** 174

**Md./år for redaktionens afslutning:** marts 1990

**Oplag:** 800

**Andre oplysninger:**

**Tryk:**

P. J. Schmidt A/S, Vojens

# Vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse

---

Årligt anvendes ca. 7500 tons maling til beskyttelse af stålkonstruktioner f.eks. broer og skibe og ca. halvdelen af denne mængde er opløsningsmidler, der frigives til atmosfæren. Projektets formål har været at fremme anvendelsen af vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse som alternativ til malematerialer baseret på organiske opløsningsmidler. Malingernes tekniske egenskaber, teknik ved brug af malingerne, samt økonomiske forhold i relation hertil er undersøgt og dokumenteret.

---

Miljøministeriet  
**Miljøstyrelsen**

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

---

**Pris kr. 110.- inkl. 22% moms**

ISSN nr. 0105-3094  
ISBN nr. 87-503-8431-7