Økologisk Byfornyelse og Spildevandsrensning

Nr. 15 2001

Linolie til overfladebehandling af udvendigt træværk

Miljøstyrelsen
Miljø- og Energiministeriet

Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning
Nr. 15 2001

Linolie til overfladebehandling af udvendigt træværk

Lena Holm Christensen og Tove Lading
Lading Arkitekter + konsulenter par

Miljøstyrelsen
Miljø- og Energiministeriet

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

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.

Indhold

INDHOLD **3**

1 FORORD **6**

1.1 KOLOFON 6
1.2 PROJEKTET 6

2 SAMMENDRAG **9**

2.1 BAGGRUND OG FORMÅL 9
2.2 UNDERSØGELSEN 10
2.3 KONKLUSIONER 10
2.4 PROJEKTRESULTATER 12
2.5 POTENTIALE 14

3 BAGGRUND **16**

3.1 HVAD ER EGENTLIG PROBLEMET? 16
3.2 HVAD ER LINOLIE? 16
3.3 MILJØET 17

4 EGENSKABER **19**

4.1 HVAD ER LINOLIE? 19
4.2 HÆRDNINGSPROCESSEN 19
4.3 HVORDAN BESKYTTES TRÆ 20
4.4 LINOLIES TRÆBESKYTTENDE EGENSKABER 21
4.4.1 Diffusion og fugt *22*
4.4.2 Fungicid og svampeangreb *22*
4.5 HVAD BESTÅR EN MALING AF? 23
4.5.1 Bindemiddel *24*
4.5.2 Pigment *24*
4.5.3 Fyldstof *24*
4.5.4 Opløsningsmiddel *24*
4.5.5 Additiver *24*
4.6 TØRRINGSFORLØBET 25
4.6.1 Trin 1 - våd (nyopstrøget) *25*
4.6.2 Trin 2 - begyndende hærdning (polymerisering) *25*
4.6.3 Trin 3 - støvtør *25*
4.6.4 Trin 4 - gennemhærdet *25*
4.6.5 Trin 5 - nedbrydning *25*
4.7 LINOLIEMALINGSYSTEMERS OPBYGNING 26
4.7.1 Grundingsolie *26*
4.7.2 Grundmaling *27*
4.7.3 Mellemmaling *27*
4.7.4 Dækmaling *28*
4.8 LINOLIEPRODUKTERS KVALITET OG BEHANDLING 28
4.8.1 Frø- og oliekvalitet *28*
4.8.2 Efterbehandling *30*
4.8.3 Pigmenter *31*
4.8.4 Fyldstoffer *32*
4.8.5 Opløsningsmidler *32*
4.8.6 Additiver *33*

4.8.7 Formulering og produktion *34*
4.9 PRODUKTVALG OG KVALITETSSIKRING 34
4.9.1 Dokumentation *34*
4.9.2 Kriterier *35*
4.10 FEJL I PRODUKTER OG BEHANDLINGER 35
4.10.1 Pigment *35*
4.10.2 Bindemiddel *35*
4.10.3 Additiver *36*
4.10.4 Lagring *36*
4.10.5 Fejl ved udførelse *36*
4.11 ANDRE FORHOLD AF BETYDNING FOR MALEBEHANDLINGENS HOLDBARHED 37
4.11.1 Beslag *37*
4.11.2 Kitfalse *38*
4.12 PRODUKTUDVIKLINGSMULIGHEDER 38
4.13 ANDRE UNDERSØGELSER 38
4.13.1 "Moisture Balance in Painted Wood Panelling" *38*
4.13.2 "Advances in Exterior Wood Coatings and CEN Standardisation" *39*
4.13.3 "Samnordisk forskning om ytbehandlat/målat utvendigt trä, Del II Fuktdynamik för målat trä" *40*
4.13.4 "Ändträsbehandling, Skydd av utvendigt trä, Nya metoder, Forstudier" *40*

5 EKSEMPLER 41

5.1.1 Christian d. 7's palæ, Amalienborg *42*
5.1.2 Classensgade 10-20 *43*
5.1.3 Danstruplund, Fredensborg *45*
5.1.4 Fredensborg Slot *46*
5.1.5 Frederiksberg Slot, etape 1 *48*
5.1.6 Det Kongelige Opfostringshus, Hellebæk *49*
5.1.7 Rækkehus, Holte *51*
5.1.8 Vemmetofte Kloster, Lade *52*
5.1.9 Øksnehallen *53*
5.1.10 Frilandsmuseet, Lyngby - 6 bygninger *54*

6 KONKLUSIONER 57

6.1 PRODUKTER OG PRODUCENTER 57
6.1.1 Ingen standarder for tekniske datablade *57*
6.1.2 Ikke alle har den fornødne professionelle baggrund *58*
6.1.3 Vi ved for lidt om årsagssammenhænge *59*
6.1.4 Der mangler produktudvikling *60*
6.1.5 Linolie kan ikke klare hvad som helst! *60*
6.2 UDFØRELSEN 61
6.2.1 Trækvalitet *61*
6.2.2 Grundingen er det vigtigste *61*
6.2.3 Fugt, vejr og temperatur *61*
6.2.4 Tynde lag og god tid til gennemtørring *62*
6.2.5 Lidt fungicid de rigtige steder *62*
6.2.6 Konstruktionen skal være i orden *62*
6.3 LINOLIEMALING OG DET MODERNE BYGGERI 63
6.3.1 Linoliemaling er svær at bruge for ukyndige *63*
6.3.2 Linoliemaling egner sig ikke ovenpå andre malebehandlinger *63*
6.3.3 Linoliemaling passer ikke ind i logistikken på en moderne byggeplads *64*
6.3.4 Linoliemaling passer ikke til de udfaldskrav, som mange stiller til en moderne maling *64*
6.3.5 Malingsystemer og produktansvar *64*

6.4 HAR LINOLIE EN FREMTID? 65
6.5 HAR LINOLIE EN NUTID? 65

7 LEKSIKON 66

8 PRODUKT- OG PRODUCENTOVERSIGT 77

9 LITTERATURLISTE 78

9.1 LITTERATUR OG ARTIKLER 78
9.2 HJEMMESIDER 79

10 ENGLISH SUMMARY 80

10.1 BACKGROUND AND PURPOSE 80
10.2 THE RESEARCH 81
10.3 CONCLUSIONS 81
10.4 RESEARCH RESULTS 83
10.5 POTENTIALS 85

Illustrationer:

Bilag A – Linolie af god og dårlig kvalitet
Bilag B - Linoliemolekyler og linoliehærdning
Bilag C - Pigmenter i malinglag, nedbrydning, opbygning af behandlingssystem
Bilag D - Fotos fra eksempler

1 Forord

1.1 Kolofon

Denne rapport er udarbejdet af Lading arkitekter + konsulenter PAR (ansv.) ved:

Tove Lading, arkitekt maa, projektleder
Lena Holm Christensen, arkitekt maa

Medlem af projektgruppen, sparringpartner, kommentator og kritiker:
civ.ing., seniorforsker Erik Brandt, By og Byg

Materialefysiker Eva Wallström, FTSC, og civ.ing. Charlotte Pilemand, begge Enpro ApS, har været konsulenter på afsnittene Egenskaber og Leksikon.

Tak for kommentarer til de samme to afsnit fra seniorforsker Hanne Krogh, By og Byg og farmaceut Mogens Kragh Hansen, MALER BST. Tak til civ.ing. Berit Kvisgaard for svar på alt mellem himmel og jord.

Medlemmer af følgegruppen:

Lisbeth Pepke, By- og Boligministeriet
Jens Prebensen, Miljøstyrelsen
Tove Lading, Lading arkitekter + konsulenter PAR
Erik Brandt, By og Byg
Henning Risvig Henriksen, Hazprevent
Mogens Kragh Hansen, Maler BST
Hanne Krogh, By og Byg
Peter Svane, Maleteknisk Rådgivning
Berit Kvisgaard, Horn og Teknologisk Institut
Glenn Larsen, V.S. Larsen A/S
Søren Vadstrup, Raadvad Centret
Eva Wallström, EnPro ApS
Rie Øhlenschlæger, Dansk Center for Byøkologi

Projektet er gennemført med støtte fra Den Økologiske Aktionsplan / Miljøstyrelsen og By- og Boligministeriet.

Arbejdet er afsluttet i februar 2001.

1.2 Projektet

Da Øksnehallen blev restaureret, blev de gamle vinduer - der ikke havde været malet siden 1901 - repareret, istandsat og behandlet med linolie; som forsøg og som demonstration af 'økologiske byggemetoder'. Resultaterne herfra er beskrevet i bogen "Vinduesistandsættelse og linoliebehandling", som udkom i efteråret 2000.

Det var meningen, at Øksnehallens vinduer skulle have været fulgt over en 10 årig periode, for at få dokumentation for hvordan linoliebehandlingen opførte sig på sigt. Men det ville jo også betyde, at der ville gå mere end 10 år før resultaterne kom ud. Derfor var det mere nærliggende at hente erfaringerne ved at undersøge linoliebehandlinger udført andre steder 5-10 år tilbage.

Det blev der mulighed for med støtte fra Aktionsplanen for Økologiske Byggematerialer.

Opgaven lød enkel: find et repræsentativt antal linoliebehandlinger som opfylder disse basale krav, og vurdér træværkets tilstand:

- 5-10 år gammel behandling
- kendte produkter (kun linolieprodukter, ikke emulsionsmalinger, alkyd m.m.)
- kendt og 'rimeligt veldokumenteret' udførelse af arbejdet

Med andre ord: behandlingen skulle have siddet et stykke tid udsat for vind og vejr, og vi skulle vide hvad det egentlig var man havde smurt på og hvordan.

Virkeligheden viste sig at være en anden end forventet. Det var svært at finde egnede undersøgelsesobjekter. For det første har der været snakket mere om linolie end den har være brugt. Vi fik en del henvisninger, men der var ikke ret mange, der kunne opfylde kravene. En meget stor del var nye behandlinger - linolie har fået et boom i sidste halvdel af 90'erne, men havde før 1995 en meget begrænset anvendelse. En del var blandingsbehandlinger, hvor der også var anvendt andre produkter som fx alkyd, eller det var emulsionsmalinger. Endelig var arbejdsbeskrivelserne mangelfulde for nogle projekter, eller man vidste med sikkerhed at de ikke var fulgt. Vi havde også forventet, at producenterne af linoliemaling kunne henvise til steder, hvor deres produkter var anvendt, men det var ikke tilfældet. Vi har så spurgt os for hos nogle af de rådgivere, som vi havde en forventning om havde brugt linoliemaling på nogle projekter.

Vi endte med i alt 15 overfladebehandlinger på 6 palæer og fredede bygninger, 1 rækkehus, 1 etageejendom, 1 lade og 6 bondehuse på Frilandsmuseet, som vi har tilstandsvurderet. Øksnehallen har vi også kigget på igen. Et resumé af disse vurderinger er gengivet i afsnittet "Eksempler fra praksis".

I vores research til dette projekt er vi stødt på en række myter om linolie og dens egenskaber - en erfaring som vi også har fra vores daglige virke. Derfor har vi suppleret tilstandsvurderingerne med en opsamling af den aktuelle viden om linolie samt med et leksikonafsnit, der forklarer en del af de ord og begreber vi bruger, og som ikke er almindeligt kendt.

Det er formentlig ikke alle læsere, der vil have udbytte af alt i disse to afsnit. "Linoliefolket" er ikke en entydig gruppe, men spænder over folk med vidt forskellig baggrund og indfaldsvinkel: fra professionelt uddannede byggefolk med mange års erfaring i praktisk byggeri, over autodidakte men professionelle folk beskæftiget med produktion og anvendelse af økologiske byggematerialer, til mere eller mindre kyndige gør-det-selv-folk, formidlere samt beslutningstagere.

Projektets konklusioner er baseret på tilstandsvurderingerne, sammenholdt med erfaringerne fra Øksnehalprojektet og den generelle viden. De vurderede behandlinger spænder fra absolut højkvalitet til meget mangelfulde behandlinger. På det foreliggende grundlag er det ikke muligt at give en helt entydig forklaring på, hvorfor nogle behandlinger holder og andre ikke, men der tegner sig dog en række sandsynlige årsagssammenhænge. Udover de generelle konklusioner har vi indkredset nogle problem- og potentialeområder, som kan gøres til genstand for yderligere undersøgelser, forskning og udvikling.

Det skal bemærkes, at de produkter, der er anvendt, stort set ikke findes på markedet i dag. Nogle producenter er ophørt, andre har ændret deres recepter - forhåbentlig til det bedre. Det er derfor ikke muligt at give et svar på et af de spørgsmål, vi havde stillet op fra starten: om linolieprodukterne på markedet er gode nok.

2 Sammendrag

Man kan opnå en god træbeskyttelse og et holdbart resultat med linolieprodukter, men det kan også gå grueligt galt. Det viser en undersøgelse af en række linoliebehandlinger, der alle var 5-10 år gamle.

Der var meget stor forskel på behandlingernes holdbarhed og deres evne til at beskytte træet. Nogle steder var både behandling og træ meget nedbrudt, andre steder var behandlingen fuldstændig intakt, og træet i fin stand. Desuden var der tilfælde hvor dækmalingen var krakeleret eller havde andre fejl, men hvor træet stadig var godt beskyttet.

2.1 Baggrund og formål

Udvendigt træværk skal overfladebehandles for at modvirke nedbrydning af træet som følge af lys- og fugtpåvirkninger – men behandlingen er ikke uproblematisk. Sagt meget forenklet er de kendte midler enten ikke effektive nok eller også er de giftige eller på anden måde miljøbelastende: de kan være energikrævende at fremstille eller fremstillet af ikke-fornyelige råvarer. Træbeskyttelsesmidler bliver således ét af byggeriets store miljøproblemer.

Træbeskyttelsesmidler giver problemer i hele livscyklus'en: i forbindelse med produktion, med anvendelse og med bortskaffelse - og både for det omgivende miljø og for arbejdsmiljøet. Den dårlige holdbarhed og det hyppige vedligehold på udvendigt træværk tilskynder til at anvende andre materialer som plast eller aluminium, der er energikrævende i produktionen og som også har andre miljøskadelige effekter.

Op til omkring slutningen af 1970'erne var træbeskyttelsesmidler baseret på forskellige olier og fortyndet med terpentin eller andre organiske opløsningsmidler. Det dårlige arbejdsmiljø førte til udviklingen af plastmalinger og vandbaserede træbeskyttelsesmidler, hvilket var godt for malerne, men knap så godt for træet. De første generationer af de nye malinger havde meget ringe beskyttende egenskaber.

De erfaringer sammen med en stigende miljøbevidsthed førte til en renæssance for linolie, der gennem århundreder har været det gængse produkt til behandling af træværk. Linolie blev et populært produkt, og markedet tog godt imod det. Imidlertid er de produkter, der anvendes i dag, ikke de samme som de "historiske produkter". Bl.a. indeholdt de gamle linoliemalinger store mængder bly, der er et særdeles effektivt svampedræbende middel. Reelt fandtes ingen eller kun begrænset dokumentation for behandlinger med moderne linolieprodukter. Til gengæld har der hersket mange myter om linolie og dens egenskaber.

Der var derfor behov for en undersøgelse, hvor den aktuelle viden om linolie blev opsamlet og hvor linoliebehandlings egnethed som træbeskyttelse blev undersøgt nærmere i praksis.

Undersøgelsen er suppleret med et leksikonafsnit, der forklarer en del af de ord og begreber der bruges og som ikke er almindeligt kendt.

Dette projekt ligger i forlængelse af forsøg med vinduesistandsættelse og linoliebehandling, som blev foretaget i forbindelse med Øksnehalprojektet (Lading og Brandt: Vinduesistandsættelse og linoliebehandling, By- og Boligministeriet 2000).

2.2 Undersøgelsen

Der var undersøgelsens hovedformål at få et indtryk af, hvordan produkterne klarer sig i praksis. Det skulle gøres ved at tilstandsvurdere linoliebehandlede bygningsdele, der havde været udsat for vind og vejr i nogle år. For at kunne uddrage konklusioner af tilstandsvurderingerne blev der stillet følgende krav til behandlingerne:

- 5-10 år gamle og ikke genbehandlet
- kun linolieprodukter, og ikke emulsionsmalinger, alkyd m.m.
- at man vidste hvilke produkter der var anvendt
- at man vidste hvordan arbejdet var blevet udført

Det viste sig imidlertid vanskeligt at finde frem til egnede undersøgelsesobjekter. Dels er det begrænset, hvor mange nye behandlinger der er udført før 1995. Dels er mange af dem ikke særligt veldokumenterede eller der er tale om blandingsbehandlinger (hvor der fx også er anvendt alkyd-maling). Det er også karakteristisk, at linolie især anvendes ved restaureringer eller af private "gør-det-selv-folk". Det afspejler sig også i de undersøgte behandlinger, der findes på 6 palæer og fredede bygninger, 1 rækkehus, 1 lade og 6 bondehuse på Frilandsmuseet - samt én etageejendom, som var det eneste eksempel på en "almindelig byggesag".

Nogle fabrikanter har i de senere år udviklet linoliemalinger, der kan sprøjtes på, og som primært benyttes til fabriksbehandling af nye vinduer. Disse produkter har ikke været på markedet længe nok til at kunne indgå i undersøgelsen.

Det skal også bemærkes, at de produkter, der er anvendt, i mange tilfælde ikke længere findes på markedet. Nogle producenter er ophørt, andre har ændret deres recepter.

Alle de undersøgte produkter er beregnet til påføring med pensel, og behandlingerne er alle udført på eksisterende træværk, der evt. kan være udluset (repareret) med nyt træ.

2.3 Konklusioner

Som nævnt viste nogle af de undersøgte behandlinger sig at være overordentligt holdbare - andre absolut ikke. Nogle steder havde træet det godt, selv om malingfilmen ikke så godt ud. Til gengæld var der ikke

eksempler på, at træet havde det dårligt under en næsten intakt malingfilm - noget man kan komme ud for med fx akrylplastmaling.

Generelt blev der fundet for mange fejl, selv om undersøgelsen kun omfatter et relativt beskedent antal behandlinger. Fejlene fandtes både i udførelse og i produkter.

I alle de undersøgte eksempler (bortset fra en lade i Vemmetofte) medvirkede professionelle rådgivere i byggesagen - også rådgivere med speciale i restaurering. Alligevel var der store forskelle. Det skyldes overvejende tre forhold: trækvaliteten, produkterne og udførelsen.

Erfaringerne fra dette projekt og Øksnehalprojektet viser, at følgende faktorer er afgørende for et godt resultat:

- træet skal være sundt og tørt
- udførelsen skal være korrekt
- vejret skal være 'godt' under udførelsen (tørt og passende temperatur)
- produktet skal være af en god kvalitet
- det er grundingen (træets mætning med olie) der skal beskytte mod fugt og dermed råd og svamp
- malingen skal beskytte mod lysets nedbrydning

Det er åbenbart, at det er vanskeligt for både forbrugere og professionelle at få de rigtige informationer, og at det er svært at vælge de rigtige produkter. Kvalitetsforskelle viser sig ofte først efter flere år, og køb af linolieprodukter er en tillidssag. Efter projektgruppens opfattelse findes der gode produkter på markedet, men ikke et optimalt system. (Malevarer findes normalt tilgængelige i form af *systemer*, som omfatter produkter til grundbehandling, evt. mellemstrygning og dækmaling. Typisk vil produkterne i systemet komme fra samme leverandør, og det vil være en forudsætning for produktgaranti, at der ikke i en behandling anvendes produkter fra forskellige systemer.)

Vælger man produkter fra forskellige leverandører (fx grunding fra én leverandør og dækmaling fra en anden) får man problemer med produktgarantien, og desuden vil der være risiko for at produkterne ikke kan fungere sammen. En sådan løsning kan man derfor ikke anvende til professionelt brug. Derudover mangler der også bestemte produkttyper på markedet. (Rapporten redegøre nærmere for hvilke produkter det drejer sig om.)

En række forhold betyder, at linoliebehandling ikke har fået større anvendelse udenfor restaureringsbyggeri og selvbyggeri. Linoliebehandling passer ikke særligt godt ind i logistikken på en moderne byggeplads. Det er bl.a. de lange tørretider, der gør sig gældende, samt det forhold at alt træ ikke suger ens, og at noget derfor har brug for flere behandlinger end andet.

Sammenfattende konkluderes det, at linolie kan beskytte træ godt i lang tid men

- både rådgivere, håndværkere og bygherre skal vide hvad de har med at gøre
- der mangler dokumentation og produktudvikling
- det er ikke noget mirakelmiddel

2.4 Projektresultater

2.4.1.1 Produktfejl

Der er forskel i kvaliteten af linolieprodukter, hvilket til dels skyldes at man generelt ved for lidt om de betydende faktorer for linolies egenskaber. Men der er også en del produktfejl, som tyder på at ikke alle i branchen har den fornødne faglige baggrund og ekspertise:

- *manglende produktionsprøver*
  - normalt gemmer farve/lak-producenten prøver af produktionen, så det er muligt at undersøge prøverne som led i en udredning af årsagerne til fejl

- *ukendskab til elementær kemi*
  - som fx at lancere borholdige produkter (bor er et fungicid) som helt uskadelige og nærmest spiselige, på trods af at bor er mistænkt for bl.a. at give fosterskader og er på listen over stoffer, der bør udfases;
  - eller at markedsføre en fortynder (!) til linoliemaling, som fordamper langsommere end linoliemalingen tørrer

- *indhold af sundhedsskadelige stoffer*
  - især organiske opløsningsmidler som terpentin, som nogle produkter indeholder i større eller mindre omfang - hvilket som regel er unødvendigt

- *manglende dokumentation for produkter, der sælges i tilknytning til linolie*
  - som fx citruskerneolie, der af nogle producenter blev lanceret som et naturligt og uskadeligt svampedræbende middel, uden dokumentation for at dette var korrekt og uden at der blev gjort opmærksom på de sundhedsskadelige effekter der måtte være

- *manglende kvalitetssikring og ensartethed i produktionen*
  - dvs. at produkter fra samme producent, der burde være ens, har varierende egenskaber og kvalitet fra produktion til produktion

- *for meget eller forkert fyldstof*
  - fyldstof tilsættes dels for at gøre malingen fyldigere (hvilket vil sige, at viskositeten øges for at gøre påføringen nemmere), og dels for at gøre den billigere - men ellers har det ingen funktion; i det tidligere nævnte eksempel med tilsætning af fortynder skyldtes behovet for fortynder, at der var tilsat for meget fyldstof!
  - kridt anvendes ofte som fyldstof, men efterhånden som linolien nedbrydes vil det blive synligt som *kridtning*; overfladen bliver mat og får efterhånden et hvidt slør; samtidig bliver den mere modtagelig for fugt - dette ses især tydeligt på mørke malingflader

Det skal understreges, at der også findes mange gode produkter på markedet. Problemet er, at det kan være svært at finde ud af, hvilke produkter der er gode og hvilke der er dårlige. Man kan bede om at få tekniske datablade, men der er stor forskel på informationsniveauet, da der ikke findes standarder for, hvad de skal indeholde. Derudover kan man undersøge, om der er foretaget en såkaldt CE/EN 927 test (hvor et panel med maling eksponeres udendørs i et år).

Udførelse

Den enkeltfaktor, der efter al sandsynlighed har størst betydning for beskyttelsen af træet, er grundingen. Det er grundingen, der beskytter mod fugt, mens dækmalingens funktion primært er at beskytte mod lysets nedbrydning.

Grundingen skal mætte de øverste lag af træets porer med olie, så der ikke er "plads" til fugt. Ved behandling er det derfor vigtigt at træet er tørt (fugtindhold max 12-15%).

Linoliemaling skal påføres i tynde lag, og et lag skal være gennemtørt inden påføring af det næste. I koldt vejr (under 5-10°C) er det vanskeligere at påføre tynde lag, og tørringen bliver langsommere. Det samme sker i fugtigt vejr. Malingen er ikke fugtbestandig før den er tør, og nedbrydningen af malingen vil derfor ske hurtigere.

Det kan være vanskeligt for ukyndige (alle der ikke har erfaring med linolie) at opnå et tilfredsstillende resultat. Det er en erfaringssag hvornår der er grundet tilstrækkeligt, malingen skal stryges meget tyndt, og de nødvendige (lange) tørretider kan være et problem.

Fungicid

Der findes to typer fungicid: mod trænedbrydende svamp og mod mug og skimmel. Det første er omfattet af Miljøstyrelsens bekendtgørelse, og tilsættes "bekæmpelsesmidler". Det andet tilsættes de fleste typer malevarer til udendørs brug. Hvis der på et produkt blot står "tilsat fungicid", vil det være mod mug og skimmel, og det vil da som regel ofte være for at produktet ikke angribes i dåsen inden det bruges.

Der findes ikke linolieprodukter tilsat fungicid mod trænedbrydende svamp, men der findes grundingsolier med fungicid mod trænedbrydende svamp, som formentlig også indeholder noget linolie.

Det har ikke i de undersøgte behandlinger været muligt i alle tilfælde at få klarlagt, om træværket ud over linolieprodukterne også har været behandlet med en grundingsolie mod trænedbrydende svamp.

Det er formentlig sådan, at træværk behandlet med fungicid mod trænedbrydende svamp alt andet lige bedre kan klare en forkert udførelse end træ der ikke har fået en sådan behandling. Omvendt vil en korrekt udført behandling, hvor grundingen er udført ordentligt, efter al sandsynlighed kunne yde tilstrækkelig beskyttelse. Fugtprocenten bliver ikke så høj, at der udvikles råd og svamp. Det er dog vigtigt, at behandlingen (grundingen) vedligeholdes. Linolieprodukterne skal tilsættes fungicid mod mug og skimmel for at hindre begroning på malingen.

Der findes ikke "uskadelige" fungicider - de kan ikke være effektive uden også at have uønskede effekter. Det gælder såvel kemiske som "naturlige" produkter. Generelt bør man foretrække de produkter, hvor såvel ønskede som uønskede virkninger er kendte.

Der ligger et potentiale i at begrænse anvendelsen af fungicid til de steder, hvor det er nødvendigt, i stedet for at behandle alt træværk (som man fx gør med vacuumimprægnering). Det er normalt enkelt at forudsige, hvor der vil være risiko for råd - fx findes 95% af rådangrebene i vinduer i bundramme og bundkarm.

Logistik

Linoliebehandling passer ikke særligt godt ind i logistikken på en moderne rationel byggeplads - især ikke, hvis der skal udføres andre arbejder samtidig. Lange tørretider, følsomhed overfor støv og mekanisk påvirkning ("gnidning") er nogle af de faktorer, der gør det vanskeligt.

Den af de undersøgte behandlinger, der holdt bedst, var udført særdeles omhyggeligt: efter grundingen var vinduerne behandlet med 5 x linoliemaling, påført med en uges mellemrum - dvs. en samlet behandlingstid på min. 6 uger. En så lang behandlingstid vil være svær at gennemføre på almindelig byggesager, fx i forbindelse med byfornyelse.

Linoliemaling skal helst udføres på værksted. Skal behandlingen udføres på stedet, skal den helst ikke udføres samtidig med andre arbejder. Facadestilladser er et fordyrende element, p.g.a. den lange tørretid.

Udfaldskrav

Linoliemaling lever ikke op til de samme udfaldskrav som de moderne malinger. Den gulner, kridter, rynker, tager mere imod skidt osv.

Man kan diskutere, om det betyder noget, men ikke alle bygherrer er indstillet på dette.

2.5 Potentiale

Linoliesystemer

Formentlig ville man kunne udnytte linoliens gode egenskaber og alligevel tage hensyn til logistik og udfaldskrav, hvis man brugte linolie som grunding og en 'moderne' maling (fx vandig alkyd) som dækmaling. Imidlertid er man nødt til at anvende maling i *systemer*, hvis man vil sikre sig en produktgaranti. Producenterne angiver, hvilke grundingsolier og dækmalinger, der skal anvendes sammen.

På ønskesedlen til et godt linoliesystem står følgende:

- en all round grundingsolie på basis af varmebehandlet linolie
- en grundingsolie tilsat fungicid mod trænedbrydende svamp til behandling af særligt udsatte steder
- en 'moderne' dækmaling, der kan hæfte på de gængse forskellige malingtyper og som tørrer hurtigt

Disse produkter findes enten slet ikke, eller de findes ikke i samme system.

Nye vinduer

Der findes nye linoliebehandlede vinduer på markedet, men de er ikke underkastet kontrol (DVC). De er dyrere end andre tilsvarende vinduer, hvilket muligvis modsvares af en bedre totaløkonomi - men så vidt vides findes der ingen egentlig dokumentation for holdbarheden

Derfor omfatter ønskesedlen for nye linoliebehandlede vinduer:

- en afprøvning (accelereret ældningsforsøg) af nye industrielt behandlede vinduer
- en beregning af totaløkonomien i forhold til traditionelle DVC-mærkede vinduer
- en mærkningsordning svarende til DVC

3 Baggrund

3.1 Hvad er egentlig problemet?

Udvendigt træværk skal overfladebehandles for at modvirke nedbrydning af træet som følge af lys- og fugtpåvirkninger – men behandlingen er ikke uproblematisk. Sagt meget forenklet er de kendte midler enten ikke effektive nok eller så er de giftige eller på anden måde miljøbelastende (fx ved at de er energikrævende at fremstille), Træbeskyttelsesmidler bliver således ét af byggeriets store miljøproblemer.

Træbeskyttelsesmidler giver problemer i hele livscyklus'en: i forbindelse med produktion, med anvendelse og med bortskaffelse - og både for det omgivende miljø og for arbejdsmiljøet. Den dårlige holdbarhed og hyppige vedligeholdelse på udvendigt træværk tilskynder til at anvende andre materialer som plast eller aluminium - der er energikrævende i produktionen og som også har andre miljøskadelige effekter.

Selv om man i de senere år har set en stigende anvendelse af træarter, der er "naturligt imprægnerede" (fx ceder), så kan det langt fra overflødiggøre anvendelsen af træbeskyttelse. Produktionen af disse træarter er meget begrænset i forhold til fyr o.l., og selvom de er mere holdbare, har de også behov for beskyttelse. Desuden ville det være ressourcespild ikke at udnytte det træ, der allerede er dyrket, selv om kvaliteten ikke er optimal.

Op til omkring slutningen af 1970'erne var træbeskyttelsesmidler baseret på forskellige olier, fortyndet med terpentin eller andre opløsningsmidler. Det dårlige arbejdsmiljø førte til udviklingen af plastmalinger og vandbaserede træbeskyttelsesmidler, hvilket var godt for malerne, men knap så godt for træet. De første generationer af de nye malinger havde meget ringe beskyttende egenskaber. Faktisk viste en svensk undersøgelse ("Moisture Balance in Painted Wood Panelling", CTH) at ca. halvdelen af produkterne beskyttede træet dårligere end ingen behandling.

De erfaringer sammen med en stigende miljøbevidsthed førte til en renæssance for linolie, der gennem århundreder har været det gængse produkt til behandling af træværk

3.2 Hvad er linolie?

Linolie er olie presset af hørplantens frø. Hørfrøolie, hørolie og linolie er det samme, men betegnelsen linolie bruges i reglen om olie til tekniske formål (malevarer o.l.), mens olie til andre formål som fx ernæring ofte kaldes hør(frø)olie.

Linolie har tidligere vist sig effektivt som træbeskyttelsesmiddel – men det "historiske" produkt er ikke identisk med de produkter, der anvendes i dag.

Gamle dages linoliemaling indeholdt en række tilsætningsstoffer, som havde gode svampedræbende egenskaber, men som er uønskede i dag. Det gælder fx blysikkativ ("tørrelse"), blyhvidt og andre tungmetalpigmenter. Man brugte også at tilsætte terpentin, der gjorde det lettere at påføre malingen i tynde lag og reducerede tørretiden. (Det sidste er væsentligt for behandlingens holdbarhed.)

De gamle linoliemalinger havde ikke de produktegenskaber, som karakteriserer en moderne maling. Varierende kvalitet og viskositet, lang og uensartet tørretid, tendens til at danne løbere og til krympning ved påføring af lidt for tykke lag etc.

Linolien gik ud af almindelig anvendelse, da man fik de syntetisk fremstillede oliemalinger (alkyd). De var nemmere at anvende og gav et pænere resultat, og havde rimeligt gode træbeskyttende egenskaber.

Fra omkring 1950'erne til midt i 90'erne har linoliemaling stort set kun været brugt til restaureringer. Men indenfor få år har markedet for linoliemaling oplevet et boom, på trods af at der kun er få uafhængige undersøgelser og dokumenterede erfaringer med anvendelsen af de moderne linolieprodukter.

3.3 Miljøet

Linolie anses pr. definition som værende "mere miljørigtig" end andre bindemidler til maling. Vi har ikke set egentlig dokumentation for denne påstand, og der kan også fremstilles andre typer maling, som er "miljøvenlige". Vi har dog accepteret at linolie er miljøvenlig, udfra følgende ræsonnement:

- linolie er en fornyelig ressource
- linolie har ingen kendte alvorlige skadevirkninger på det ydre miljø
- det er ikke nødvendigt at benytte organiske opløsningsmidler til linolieprodukter

Men det er klart, at også linolie kan belaste miljøet i flere faser af sin livscyklus:

- ved dyrkning - anvendelse af sprøjtemidler, vandressourcer, biologisk diversitet osv.
- energiforbrug ved presning og transport

Belastningerne kan reduceres, fx ved økologisk dyrkning, ved kortere transportveje og ved anvendelse af maskineri med lavt energiforbrug, vedvarende energi m.m.

Der er i øvrigt mange andre faktorer end bindemidlet, der afgør et maleprodukts miljømæssige egenskaber. Bl.a. pigmenterne, som kan være meget energikrævende at fremstille, og som for nogles vedkommende også har andre miljøskadelige effekter.
Det er generelle problemstillinger, som ligger udenfor dette projekts rammer.

Det er kendt, at linolie ved hærdning afgiver aldehyder, der kan give ubehagelige indeklimagener. Vi har ikke taget dette i betragtning her, fordi vi alene har set på linolies evne til at beskytte udvendigt træværk. Det skal dog

bemærkes, at der er flere metoder til at reducere afgasningen. (Bl.a. kan man anvende produkter fremstillet ud fra varmebehandlet linolie, idet en stor del af afgasningen vil finde sted under varmebehandlingen.)

4 Egenskaber

4.1 Hvad er linolie?

Linolie udvindes af frø fra *oliehør* (i modsætning til *spindhør*, hvor man udnytter plantefibrene). Olien kan udvindes ved *kold*- eller *varmpresning*, eller ved *ekstrahering* (se leksikon).

Den ubehandlede linolie kan anvendes til træbeskyttelse som den er, men ofte vil man foretrække produkter der er forarbejdet på en eller anden måde – til grundingsolie, mellemstrygning, dækmaling eller fernis. Ofte benyttes produkterne sammen i *malingsystemer*, bestående af grundingsolie, evt. grund- eller mellemmaling og dækmaling.

Kemisk set består linolie, som alle andre vegetabilske olier, af *triglycerider*. Triglycerider er en kemisk betegnelse for molekyler der består af tre *fedtsyrer*, der er bundet til glycerol (en alkohol).

Linolie har et højt indhold af umættede fedtsyrer. Det gør den til en såkaldt tørrende olie, den egenskab der gør den egnet til malevarer.

Vegetabilske olier indeholder også forskellige naturlige urenheder som voks, kulhydrater (bl.a. slimstoffer), naturlige pigmenter m.v. De fleste af disse stoffer er uønskede, da de kan forsinke hærdningen og gøre linoliefilmen mindre vejrbestandig. Oliens kvalitet afhænger bl.a. af, hvor godt den er renset for disse urenheder.

4.2 Hærdningsprocessen

Selv om man ofte siger at ”linolie tørrer”, er det i virkeligheden lidt misvisende. Reelt er der tale om en hærdningsproces med to komponenter, hvor den ene komponent er linolien og den anden luftens ilt. Hærdningsprocessen kaldes også *polymerisering*, der er karakteriseret ved at mange små molekyler forbinder sig til større strukturer (kendes også fra bl.a. plastic). Hærdet linolie er et fast stof kaldet *linoxyn*.

Princippet i hærdningsprocessen er at *dobbeltbindingerne* åbnes, og iltmolekyler bindes til de "tomme" pladser (til kulstofatomer i fedtsyrekæden). Et iltmolekyle har plads til to bindinger, og det vil derfor binde sig til to åbne dobbeltbindinger og derved få to linoliemolekyler til at sidde sammen med en tværbinding. Linolie øger sin vægt og sit rumfang med ca. 20 % når den oxiderer, hvilket gør at den kan tætne mikroskopiske revner i træ. Normalt vil linolien være “tør” når vægten når sit maksimum. Derefter falder vægtkurven en anelse igen, hvilket formentlig skyldes afdampning af forskellige organiske forbindelser og vand.

Der hersker noget uenighed om, hvor langt denne proces skal forløbe før linolien kan betragtes som hærdet. Nogle værker (Bailey 1945) hævder at dét, man oplever som en godt hærdet linoliefilm, kan indeholde op til 70% flydende olie, der holdes på plads af de hærdede polymerer. Andre mener, at al olien skal være bundet sammen til polymerer, før olien kan betragtes som hærdet.

Hærdningsprocessen forløber hurtigst når der er god ventilation, UV-lys og høje temperaturer. Direkte sollys og stærk varme er dog en ulempe, da der dannes flere flygtige forbindelser under hærdningen. Disse flygtige forbindelser fordamper fra filmen til luften, således at vægtforøgelsen ikke bliver så stor.

Der findes andre olier, som hærder hurtigere end linolie, men de har også andre egenskaber. Nogle af disse egenskaber er uønskede, som fx dårligere indtrængningsevne og sprød overflade. I en god træbeskyttende olie skal de forskellige egenskaber være afbalancerede i forhold til hinanden. Linoliens egenskaber kan ændres ved tilsætning af andre olier, men hvilke og i hvilket blandingsforhold er en kunst – og forretningshemmelighed!

4.3 Hvordan beskyttes træ

Træ nedbrydes af to faktorer: dels sollysets UV-stråler, der primært nedbryder ligninen (træets hovedbestanddele er cellulose, hemicellulose og lignin); dels af mikroorganismer (svampe og bakterier), der lever af fugtigt organisk materiale.

Al træbeskyttelse går i princippet ud på at modvirke disse to faktorer. Beskyttelse mod UV-lys er forholdsvis simpel: den består primært i at hindre strålerne i at ramme træet. Det kan være med en dækkende malebehandling, eller med usynlige UV-filtre i en ikke-dækkende beskyttelse.

Beskyttelse mod mikrobiologiske angreb er derimod mere kompliceret, men bygger på to hovedstrategier:

- at holde træet tørt, hvilket kan ske ved vandafvisende imprægnering / overfladebehandling eller ved mekanisk afdækning (konstruktiv beskyttelse)
- tilførelse af svampe/bakteriedræbende stoffer, dvs. en eller anden form for gift (fungicid)

Disse strategier kombineres som regel.

En dækmaling er ikke nok til i sig selv at beskytte træet – heller ikke en linoliemaling. I praksis er det umuligt at undgå at der trænger fugt ind i træet, dels ved diffusion, dels gennem de smårevner, der vil komme i malingfilmen.

Det er primært grundingen, der skal sikre, at træet forbliver tilstrækkeligt tørt ved at fylde træets porer ud, så vand får svært ved at trænge ind. Kun hvis trækvaliteten er tilstrækkeligt høj, og træsorten fra naturens hånd er mættet med olie og/eller indeholder fungicider (fx thuja, teak, eg), kan det være nok blot at give en beskyttelse mod lysets nedbrydning. Det er imidlertid yderst

sjældent, at trækvaliteten er så høj, og der kan i øvrigt være andre (miljø)problemer forbundet med anvendelsen af disse træarter.

Gift er en effektiv, men miljømæssigt problematisk strategi. Tilførsel af gift kan ske ved trykimprægnering, der trænger ind i alt splintved, eller vacuum-imprægnering, der trænger 6 mm ind i træet, ved dypning eller med pensel, hvor indtrængningen er fra 0,5-2 mm. Produkter til tryk- og vacuumimprægnering virker som regel alene ved deres giftvirkning. Hvis imprægneringsvæsken indeholder meget opløsningsmiddel kan det opløse træets naturlige beskyttelsesstoffer, så de fordamper fra træet. Det er bl.a. det fænomen, der får vacuumimprægneret træ til at svede harpiks i lang tid efter behandlingen.

4.4 Linolies træbeskyttende egenskaber

Linolie har tre egenskaber, der gør den velegnet til træbeskyttelse:

- den kan hærde og danne en vandafvisende film
- ved hærdningen udvider olien sig, hvilket giver god vedhæftning og porefyldning
- den tillader diffusion af vanddamp

Grundingsolie trænger forholdsvis dybt ind i træet, fra 0,5-2 mm ved påføring med pensel til op til 6 mm ved vacuumimprægnering.

Diameteren i træets porer er ca. 3.000 gange større end molekylerne i rå linolie, 300 gange større end molekylerne i kogt linolie og 30 gange større end alkydoliemolekyler. Da molekylerne i linolie er meget mindre end træets porer, trænger den godt ind i træet. Alkydoliemolekyler kan også trænge ind, men knap så godt.

De såkaldte plastmalinger består som regel af partikler eller dråber, der er så store, at de slet ikke kan trænge ind i træet.

I modsætning til, hvad man måske umiddelbart ville forvente, er det ikke den rå linolie med de mindste molekyler, der trænger bedst ind i træet. Forsøg har vist, at varmebehandlet linolie som regel har en hurtigere indtrængning end rå linolie. Det skyldes, at andre forhold end molekylstørrelsen har betydning for indtrængningen (Berit Kvisgaard).

Når linolien hærder gennem iltoptagelse, øger den ikke bare sin vægt, men også sit rumfang. Det sker efter at olien er trængt ind i træets øverste lag, hvor den fylder træets porer op. Olie er desuden vandafvisende, så træets evne til at suge vand vil blive kraftigt reduceret i det yderste lag.

Udviklingen af råd og svamp kræver et højt fugtindhold (over 20%), og linolie virker derfor træbeskyttende ved at holde fugtprocenten nede.

Den anden del af beskyttelsen ydes af dækmalingen, hvis primære funktion er at beskytte træet mod UV-stråler fra dagslyset. Derfor skal dækmalingen være pigmenteret. Dækmalingen binder sig til grundingsolien, der er godt forankret i træet. Dækmalingen lægger sig oven på træet og bør have en glat og lukket

overflade, så vandet let løber af. Derved er den med til at forhindre, at der trænger vand ind i træet.

Det er vigtigt, at dækmalingen er i stand til at følge træets bevægelser, når det bliver fugtigt. Det betyder, at risikoen for at der opstår revner i malingen specielt omkring samlinger begrænses. Linolie der er *polymeriseret* med ilt er i højere grad i stand til at følge træets fugtbevægelser end linolie polymeriseret uden ilt, som til gengæld er mere vejrbestandig. I praksis vil en del af linolien altid være polymeriseret ved oxidation, da den sidste del af hærdningen nødvendigvis må foregå efter at malingen er påført (se *polymerisering*) (Bailys 1945). Den ideelle olie til en dækmaling bør altså være polymeriseret på en sådan måde, at der opnås balancen mellem vejrbestandighed og evnen til at følge træets fugtbevægelser. Dette er et område der måske burde undersøges nærmere.

4.4.1 Diffusion og fugt

Diffusion er et meget komplekst fænomen. En malings diffusionsåbenhed kan ændre sig afhængigt af temperatur og luftfugtighed. Nogle malinger – bl.a. de første generationer af vandige træbeskyttelsesmidler – er mere vand- og fugt-gennemtrængelige når de er våde end når de er tørre. Hvis træet ikke er grundet ordentligt, opfugtes træet i regnvejr, men kan ikke slippe ud ved diffusion når malingen er tør.

Problemerne forværres, hvis man blot maler ovenpå. Jo flere og jo tykkere malinglag, jo mere diffusionslukket vil den samlede film være. Derfor skal man også undgå så-kaldt kosmetisk malebehandling af udvendigt træværk, hvor man blot maler ovenpå uden ordentlig grunding af bart træ.

Diffusionstæthed måles i Z-værdier. Jo højere værdi, jo mindre gennemtrængelighed. Z-værdien afhænger af lagtykkelsen, et tykkere lag giver højere Z-værdi og dermed mindre gennemtrængelighed. Linoliemaling har en Z-værdi på 5-9, hvilket ligger imellem diffusionsåben og diffusionslukket (sammenlignelig med alkydmaling).

Linoliemaling er oftest tilstrækkeligt lukket til, at malingen ikke slipper for meget vand ind i træet, men samtidig åben nok til at lade vanddamp trænge ud. Afhængig af, hvordan malingen er formuleret, vil der dog kunne være store forskelle i filmens evne til optagelse og afgivelse af vand.

4.4.2 Fungicid og svampeangreb

I forbindelse med udendørs træværk skelnes der mellem to hovedgrupper af svampe: *Træødelæggende svampe* (fx hussvamp og rådsvampe) og *misfarvende svampe* (fx mug og blåsplint). Umiddelbart er træødelæggende svamp naturligvis det største problem, men misfarvende svamp kan være tegn på, at træet er for fugtigt og derfor er i fare for at blive angrebet af trænedbrydende svampe. Blåsplint og bakterier kan føre til øget fugtoptagelse i træet. Desuden udgør misfarvende svamp naturligvis et æstetisk problem. Indendørs kan skimmelsvampe og mug give anledning til alvorlige indeklimaproblemer.

Linoliesystemer virker primært ved mekanisk at beskytte træet mod fugt og UV-lys. Derved svækkes livsbetingelserne for trænedbrydende svampe. Det er dog vigtigt at gøre sig klart, at svampe og andre mikroorganismer sagtens kan

leve, hvor der er linolie til stede - skimmelsvampe kan sågar leve af linolien, men det kræver naturligvis at den nødvendige fugtighed er til stede (over ca. 20%). Udsatte områder på træværk, hvor man risikerer en høj fugtbelastning, og hvor der potentielt er mulighed for rådangreb, kan derfor med fordel behandles med grundingsolie tilsat fungicid mod trænedbrydende svamp. Der findes dog så vidt vides ingen linolieprodukter på det danske marked med fungicid mod trænedbrydende svamp.

Træ kan imprægneres mod træødelæggende svampe ved tryk- eller vacuum-imprægnering med giftholdig olie eller opløsningsmiddel, eller ved strygning med grundingsolie tilsat fungicid. Mod misfarvende svamp kan der anvendes fungicid i dækmalingen.

De 'traditionelle' fungicider er grundlæggende de samme i linoliemaling som i andre malinger. Der har været flere markedsført flere 'alternativer', bl.a. citruskerneolie og konserveringsmidler til madvarer.

Overordnet må man sige, at virksomme fungicider også vil være miljø- og/eller sundhedsskadelige. Det gælder både for de traditionelle og de alternative produkter – og også for såkaldte naturprodukter.

For de traditionelle fungicider kender man stort set både de positive og de negative egenskaber, mens der p.t. ikke findes egentlig dokumentation for de alternative produkter. Nogle af produkterne er tillige vandopløselige, dvs. at de udvaskes relativt hurtigt. Dermed beskytter de ikke dér hvor de skulle, og man kan risikere at de optræder på steder i det omgivende miljø, hvor man ikke ønsker dem (fx i jord eller grundvand). Miljøstyrelsen fører en liste over godkendte fungicider, men det er bemærkelsesværdigt, at den er blevet væsentligt kortere i de senere år.

Et nyt træbeskyttelsesmiddel fra Tyskland bekæmper mikroorganismer og insekter på en anden måde end giftstofferne. Produktet skulle gøre træet uigenkendeligt for mikroorganismerne og insekterne ved at efterlade en helt tynd film, der hovedsageligt består af vandglas, på indersiden af porerne. Hvordan produktet fungerer i praksis og hvilke problemer der er i forbindelse med anvendelsen vides ikke. Produktet er i skrivende stund ikke i handlen i Danmark.

Man kan mindske miljøbelastningen fra fungicider ved kun at bruge dem dér, hvor der er en reel risiko for råd- eller skimmelsvampe. I praksis vil det være ret enkelt for en sagkyndig at vurdere, hvor der er størst risiko for rådangreb. På et vindue vil det typisk være bundramstykke, endetræ, bundkarm og sprosser.

4.5 Hvad består en maling af?

Der findes mange forskellige malinger, men der er visse fælles træk i opbygningen. En maling består som regel af følgende bestanddele:

4.5.1 Bindemiddel

Malingens “grundstof”. Det stof, der binder malingens øvrige ingredienser – pigmenter m.m. – sammen, og får dem til at sidde fast på underlaget. Bindemidlet og koncentrationen af det er desuden bestemmende for malingens glans. Linolie er et bindemiddel.

4.5.2 Pigment

Farvegivende stof af mineralsk eller organisk oprindelse, der er uopløseligt i bindemidlet. Når pigmentet ikke er opløseligt i bindemidlet er der tale om maling. Hvis farvestoffet er opløseligt i bindemidlet, betegnes det som en bejdse. Malevarer uden pigment er klar lak, grundingsolie eller lignende. Pigmentet udgør i reglen 15-30 volumen-% af malingen, afhængig af den ønskede farve og pigmentets sværtekraft.

4.5.3 Fyldstof

Består ligesom pigmentet af små partikler, der er uopløselige i bindemidlet, og har til opgave at gøre malingen mere tyktflydende eller mat, nedsætte sværtekraften og øge rumfanget.

4.5.4 Opløsningsmiddel

Når man i almindelig tale bruger begrebet "opløsningsmidler" mener man i reglen organiske opløsningsmidler, dvs. stoffer som terpentin, cellulosefortynder etc. Men vand kan også være et opløsningsmiddel. Det er et uorganisk opløsningsmiddel, og faktisk det mest brugte (i moderne ”vandbaserede” malevarer er vandet strengt taget ikke et opløsningsmiddel, men en fortynder).

I nogle produkter er opløsningsmidlet nødvendigt for at holde bindemidlet opløst. Det gælder fx de gamle såkaldte celluloselakker. Her tørrer malingen ved at opløsningsmidlet fordamper og efterlader en film.

I andre tilfælde tilsættes opløsningsmiddel for at gøre malingen mere tyndtflydende, så den bliver lettere at påføre i tynde lag. Det kan fx være begrundelsen for at tilsætte terpentin til linoliemaling.

4.5.5 Additiver

Begrebet dækker over en bred vifte af stoffer med mange forskellige funktioner. Fælles for dem er, at de tilsættes i meget små mængder (max et par procent) men at de kan have en meget drastisk betydning for malingens egenskaber. Der findes additiver med mange formål: konserveringsmidler, *dispergering*smidler, emulgatorer, midler mod skinddannelse, skumdannelse og bundfældning og meget andet. Da der er tale om så mange forskellige produkter er det ikke muligt at sige noget generelt om additivernes positive og negative egenskaber.

Når det gælder linolie og udendørs træværk er de vigtigste additiver *sikkativ* og *fungicid*. Sikkativ får olien til at tørre hurtigere, og fungicid modvirker svampeangreb.

4.6 Tørringsforløbet

4.6.1 Trin 1 - våd (nyopstrøget)

Triglyceriderne (oliemolekylerne) og pigmentpartiklerne er blandede. Hvis nogle triglycerider har forbundet sig med hinanden er molekylerne dog ikke større, end at de også kan bevæge sig frit. Der foregår endnu ingen nævneværdig *oxidering.* Afhængig af malingens *rheologigiske* egenskaber vil den flyde mere eller mindre sammen, ligesom der også vil være risiko for, at den løber (især ved for tykke lag).

4.6.2 Trin 2 - begyndende hærdning (polymerisering)

Malingen føles stadig våd, men *oxideringen* er gået i gang. Dvs. at de enkelte linoliemolekyler sætter sig sammen med iltmolekyler som bindeled og danner store rumlige molekyler. Efterhånden som molekylerne bliver større stiger viskositeten og malingen holder op med at flyde.

Hvis lagene er for tykke eller hvis sikkativet ikke har den rette sammensætning og koncentration, kan der opstå rynker i malingen.

4.6.3 Trin 3 - støvtør

Malingfilmen har naturligvis mest kontakt med ilt i overfladen, og det er derfor også her, at den hærder hurtigst. Der er bundet så mange molekyler, at de ikke længere kan bevæge sig i forhold til hinanden, og de er blevet til det faste stof *linoxyn.* Da det inderste lag endnu ikke er tørt, kan den faste film i overfladen bevæges i forhold til det inderste lag. Hvis man gnider på malingen ødelægges filmen. Det er for tidligt at påføre endnu et lag, da det inderste lag så vil få endnu dårligere adgang til ilt.

4.6.4 Trin 4 - gennemhærdet

Filmen er nu fast, der kan lægges et nyt lag på eller den malede flade kan tages i brug. Linoliemolekylerne har sat sig sammen i en slags tredimensionalt gitterværk. Resten holdes på plads af gitterværket og fungerer som en slags blødgører, der holder filmen elastisk. Glansen aftager lidt.

4.6.5 Trin 5 - nedbrydning

Linolien fortsætter med at *oxidere* til der ikke er flere *dobbeltbindinger* ("flydende linolie") tilbage. Malingfilmen bliver derefter gradvist sprødere og mere uelastisk. Under indflydelse af ilt vand og sollys nedbrydes linoliefilmen, dvs. at den forvitrer. Når der er nedbrudt så meget linolie, at pigmenter og fyldstoffer (fx kridt) bliver blotlagt i overfladen og ikke længere er dækket af

bindemidlet, vil malingen *kridte* og blive mere porøs. Malingfilmen vil være mat og måske begynde at krakelere. Den vil optage mere vand, hvilket kan skade underlaget, og under alle omstændigheder vil det accelerere nedbrydningen af malingfilmen.

Nedbrydningen kan forsinkes ved at overfladen stryges med et tyndt lag linolie(fernis), så pigmenter og fyldstoffer igen dækkes med bindemiddel. På lyse malinger kan påføring af upigmenteret linolie blive synlig som gulning.

4.7 Linoliemalingsystemers opbygning

Moderne malinger hænger sammen i *systemer.* Dvs. at der til en bestemt malebehandling hører en serie produkter, der tilsammen giver det ønskede resultat. Det betyder ikke nødvendigvis, at en grundingsolie fra ét system ikke kan anvendes sammen med en maling fra et andet – det kan endda være, at én producent fremstiller den bedste grundingsolie, mens en anden har den bedste dækmaling.

Skal man til professionelt brug have garanti på behandlingen fra producent og udførende, er man imidlertid nødt til at vælge sammenhængende systemer.

En tommelfingerregel ved linoliebehandling hedder "Fed-på-mager". Det vil sige, at det lag man maler på, skal være mere magert end det man maler med.

Det kan virke ulogisk i lyset af, at man jo ofte grunder med ren linolie - som jo er 100 % fed - men det skal ses i sammenhæng med underlaget. Grundingen skal ikke danne en film, men trænge ind i træets porer (danner den en film, er der smurt for meget på). Det afgørende er at dét man maler på, skal være i stand til at suge en lille smule af bindemidlet fra det næste lag. Det er vigtigt, fordi man ellers ikke får en ordentlig vedhæftning mellem lagene, hvilket øger risikoen for krakelering og afskalning.

4.7.1 Grundingsolie

4.7.1.1 Funktion

Grundingsoliens funktion er at trænge ind i træet, hvor den fylder porerne ud så vand ikke kan trænge ind. Da ilttilførslen inde i træet er begrænset, er det sandsynligvis kun det yderste af olien der hærder, resten "ligger parat" og vil hærde hvis der kommer ilt til (fx hvis det yderste lag linolie nedbrydes).

Hvis træet overmættes med linolie (fx ved forkert udført imprægnering ved linoliekogning), kan der opstå problemer med udsvedning af olie.

4.7.1.2 Produkt

Grundingsolien består af linolie (rå eller varmebehandlet) samt evt. sikkativ, evt. fungicid og evt. lidt pigment. Det er dog vigtigt, at der ikke er for meget pigment. Det kan hindre oliens indtrængen i træet, fordi pigmentpartiklerne kan sætte sig som propper i træets porer.

Det er en udpræget myte, at grundingsolie skal være koldpresset. Der er ingen undersøgelser, der giver egentligt bevis for denne påstand. Når den koldpressede olie foretrækkes skyldes det formentlig, at den der findes på

markedet har en bedre kvalitet (dvs. færre urenheder) end de tilsvarende varmpressede, og det er oliens kvalitet, der har betydning.

En anden myte er at grundingsolie også skal være rå – og det er formentlig ikke det optimale. Meget tyder på, at en let varmebehandlet olie , hvor polymeriseringsprocessen er startet, er bedre at grunde med.

4.7.1.3 Udførelse

Meget tyder på, at grundingen er en meget afgørende faktor for, om en træbeskyttelsen også formår at beskytte træet. Er grundingen udført omhyggeligt, betyder det mindre med hvad den afsluttende malebehandling er udført (men det er ikke helt ligegyldigt!).

- træet skal være tørt (ifølge TRÆ 44 12-18%, men hellere den nedre end den øvre grænse)
- trækvaliteten skal være i orden; gammelt træ kan godt være udtørret, men det må ikke være trøsket eller nedbrudt af råd; har ubehandlet træ været udsat for vejrliget længere end et par dage bør det dog slibes før det males, fordi vejrets nedbrydning af det yderste lag træ meget hurtigt forringer vedhæftningen (TRÆ 44, 2000)
- grundingsolien skal påføres i tynde lag, og lagene skal tørre ordentligt inden påføring af et nyt lag; tørretiden kan variere meget, fordi den afhænger af oliens kvalitet, af træets sugeevne og af vejret
- træet skal mættes, men ikke overmættes; for at opnå en ordentlig vedhæftning skal træet kunne suge en smule olie fra det efterfølgende lag maling
- Det er vanskeligt at give en entydig arbejdsbeskrivelse for grunding med linolie. Selv to dåser grundingsolie af samme fabrikat kan have forskellig tørretid, og en vel gennemført grunding er i høj grad et spørgsmål om erfaring hos den, der udfører den. Maleren skal vide hvordan man arbejder med linolie, hvornår vejret er til det, hvordan man påfører den rigtige lagtykkelse, om tørringen er tilstrækkelig og hvornår træet er mættet tilstrækkeligt.

4.7.2 Grundmaling

Efter grundingen eller som en del af den kan man benytte en grundmaling. Den består af linolie med lidt pigment samt evt. fungicid og sikkativ. Det er vigtigt at træet stadig kan suge olie, da man ellers får en overflade, der er for lukket og som det næste lag vil hæfte dårligt til.

4.7.3 Mellemmaling

Mellemmalingen fungerer som et slibelag. Består af linolie (rå eller varmebehandlet), pigment og fyldstof samt evt. sikkativ og fungicid. Malingen virker som en tynd spartling, der udfylder små revner og ujævnheder, og som kan slibes glat efter hærdning.

Mellemmalingen udelades ofte hvis underlaget er tilstrækkeligt glat. I modsætning til dækmaling må mellemmalingen gerne have et højt fyldstofindhold – dels fordi den skal kunne slibes, dels fordi den skal være let sugende for at sikre en ordentlig vedhæftning af dækmalingen.

4.7.4 Dækmaling

Dækmalingens funktion er at beskytte underlaget mod sollys og vejrliget, samt at give det ønskede udseende.

Dækmalingen består af linolie (rå eller varmebehandlet), pigment og evt. fyldstof samt evt. sikkativ og fungicid.

Man *kan* bruge andre typer dækmaling end de linoliebaserede ovenpå en linoliegrunding (fx alkydmalinger), men det ligger uden for denne rapport at komme nærmere ind på det.

Ud over de rene linoliemalinger findes der forskellige blandingsmalinger. Det drejer sig bl.a. om emulsionsmalinger (olie + vand), samt oliemalinger baseret på en blanding af linolie og andre olier. Disse blandingsmalinger repræsenterer en produktudvikling af den 'klassiske' linoliemaling, og kan have bedre egenskaber m.h.t. tørring, indtrængning, brugervenlighed etc. Men emulsionsmalinger dækker over utroligt mange sammensætninger, og en undersøgelse af deres egenskaber ligger uden for dette projekt.

4.8 Linolieprodukters kvalitet og behandling

Linolieprodukter er ikke et entydigt begreb. Oliens kvalitet kan variere meget efter dyrkningssted, vejret i dyrkningsperioden, presningsmetode og efterbehandling. Det kan få stor betydning for de færdige produkters egenskaber, ligesom mængde og kvalitet af de øvrige stoffer i malingen.

Problemet er, at det er svært at se på det færdige produkt, om kvaliteten er god eller dårlig. Det afslører sig som oftest først nogle år efter at malingen er påført. Og normerne for kvalitet og mærkning af produkter er ikke tilstrækkelige til at vurdere produkterne.

4.8.1 Frø- og oliekvalitet

Desværre kan man ikke se på hørfrø om de er af god kvalitet. Frø dyrket i køligere (nordisk) klima giver et højere indhold af flerumættede fedtsyrer, som er afgørende for oliens hærdehastighed, og olien skulle også blive lysere. Det er væsentligt, at frøene er ordentlig modnet inden høsten. Umodne frø giver en mørkere olie, der er ubrugelig til lyse malinger, og som lugter ubehageligt.

Det er afgørende for linoliens tekniske egenskaber, at der ikke er for mange urenheder i den. Urenheder gør olien mindre vandafvisende, hindrer hærdningen og misfarver olien.

Ved at hælde olien i et klart glas kan man få et indtryk af, om der er for mange urenheder i den. Den skal være gennemsigtig, så man tydeligt kan se konturerne på den anden side, og den skal være gylden eller farveløs (hvis den er bleget). Varmebehandlet olie kan dog godt være lidt grønlig, *fernis* (der indeholder sikkativ) lidt brunlig. Man kan yderligere undersøge linoliens kvalitet ved at sætte den i køleskabet et døgns tid eller varme den op til ca. 150°C. Hvis olien fortsat er klar efter disse behandlinger, har den et meget lavt

indhold af urenheder. (Den skal dog være af ekstremt god kvalitet, hvis den helt klarer frisag!).

Man kan også ryste 1/3 vand og 2/3 olie sammen i et klart glas. Efter henstand kan man se urenhederne som et hvidt slimet lag mellem vand og olie. Dette hvide slimlag skal helst ikke være alt for tykt.

Den sikreste metode til bestemmelse af linoliens kvalitet og egenskaber er dog kemisk analyse.

Der er to principielt forskellige metoder til udvinding af linolie: Ekstrahering og presning.

Ved ekstrahering udvinder man olien ved at knuse frøene, blande dem med et opløsningsmiddel, sigte dem og derefter destillere opløsningsmidlet fra den væske, der bliver tilbage. Ekstraheret linolie giver det højeste udbytte og den mest urene olie. En ekstraheret olie vil ofte få pigmenterne til at flokkulere (samle sig i klumper).

Ved presning udsætter man frøene for et mekanisk pres samtidig med at man giver olien mulighed for at løbe fra. Så vidt vides foregår al kommerciel linoliepresning i dag med såkaldte skruepresser.

Presning deles igen op i koldpresning og varmpresning. Denne skelnen er til dels historisk betinget, da man før skruepresserne blev almindelige øgede udbyttet ved at knuse og opvarme frøene før presning.

I dag kan varmpresning foregå i en arbejdsgang i skruepressen, der som regel har et indbygget varmelegeme, fordi apparaturet skal op på en vis temperatur for at fungere optimalt. Dette varmelegeme kan benyttes til at holde temperaturen i frøene oppe, men som regel vil skruepressens friktionsvarme alene holde temperaturen på de 80-90°C som bruges ved varmpresning.

Til koldpresset olie er det ofte nødvendigt at træffe særlige foranstaltninger for at holde temperaturen nede. Der sker visse biokemiske ændringer ved ca. 60°C, så en koldpresset olie bør ikke have været oppe over denne temperatur under presningen.

En koldpresset linolie har et større indhold af flerumættede fedtsyrer, fordi de er mere tyndtflydende ved lave temperaturer end de mættede fedtsyrer.

Et højt indhold af (fler)umættede fedtsyrer betyder kortere tørretid. Der er færre urenheder i olien, fordi en del af dem er mere tyktflydende ved lave temperaturer og derfor ikke udvindes. Dermed bliver udbyttet også lidt lavere.

Den koldpressede olie indeholder E-vitamin, der er en *antioxidant* som vil forsinke oliens tørring. E-vitaminet bør nedbrydes før olien benyttes i maling, og det sker lettest ved varmebehandling.

Der er så vidt vides ikke foretaget systematiske sammenligninger af de tre fremstillingsmetoder, men de fleste malingsproducenter er enige om, at ekstraheret olie ikke er særlig velegnet til malevarer. Der er delte meninger om kvalitetsforskellen mellem varmpresset og koldpresset olie, bl.a. fordi det også afhænger af den måde olien efterbehandles på.

Sagt meget forenklet har den koldpressede olie fordelen af et højt indhold af umættede fedtsyrer, men det modvirkes af E-vitaminets antioxidantvirkning. Samtidig har den koldpressede også de mindste molekyler – selv om størrelsesforholdet her nok svarer til at trille grønærter i en ladeport!

Hvis olien varmebehandles let (til lige over 60°C), vil man fjerne E-vitaminet og starte polymeriserings- (tørrings-)processen, uden at det i væsentlig grad ændrer de øvrige egenskaber.

4.8.2 Efterbehandling

4.8.2.1 Klaring
Olien henstilles så urenheder kan bundfælde. En olie der ikke er klaret bør normalt ikke benyttes i malevarer. Urenhederne vil forlænge tørretiden og forringe vejrbestandigheden, og desuden vil olien være ret mørk.

4.8.2.2 Kemisk raffinering
Foregår ved at man blander olien med et stof, der kan binde de urenheder der skal fjernes. Derefter fjernes det tilsatte stof og urenhederne ved filtrering, bundfældning eller centrifugering.

4.8.2.3 Vaskning
Samme behandling som ved kemisk raffinering, hvor det tilsatte stof er vand.

4.8.2.4 Vinterisering
Før i tiden brugte man ofte at lagre olien koldt vinteren over. Derved kunne urenheder bundfældes som ved almindelig klaring, men vinteriseringen har desuden den fordel at visse urenheder - og muligvis også evt. mættede fedtstoffer - udfælder ved lave temperaturer. Desuden sker der tilsyneladende en vis polymerisering under den lange lagring, da vinteriseret olie kan være mere tyktflydende end linolie der ikke er lagret.

4.8.2.5 Varmebehandling
Olien opvarmes til 100-300 °C i 1-12 timer.

Der er forskellige former for varmebehandling, der giver forskellige egenskaber. Ved at ændre på temperatur, behandlingstid, ilttilførsel og additiver får olien forskellige egenskaber. E-vitaminet vil dog altid blive nedbrudt, og der vil i alle tilfælde være tale om en (begyndende) polymerisering. Olien vil hærde hurtigere, fordi noget af hærdningen i princippet finder sted under varmebehandlingen, og den vil derfor også optage mindre ilt. Den vil blive mere tyktflydende, fordi molekylerne er større.

Opvarmer man olie til høje temperaturer i lang tid, vil molekylerne blive så store, at det går ud over indtrængningsevnen. Olien kan også blive så tyktflydende, at den må fortyndes med opløsningsmidler for at være strygbar. Malingfilmen vil blive mere blank og mere vejrbestandig, specielt hvis polymeriseringen er foregået uden ilt.

Ved varmebehandlingen skilles urenheder fra. Det har sikkert betydning for, at en varmebehandlet olie er mere vejrbestandig, samt for den hurtigere hærdning. Det skal dog nævnes, at varmebehandling ved høje temperaturer kan få olien til at hærde langsommere, fordi polymeriseringen forløber på en anden måde, hvilket er tilfældet med *standolie*.

Linolie til udendørs træværk bør være varmebehandlet - og det gælder også grundingsolien.

4.8.2.6 Blegning
Hvis linolie skal anvendes til lyse malinger, kan man blege den. Der er dog almindelig enighed om, at gulning endnu ikke helt kan forhindres[1]. Den opnåede blegning af olien forsvinder, når olien hærder. Hvis en linoliemalet overflade intet dagslys får vil den gulne meget. Hvis fladen derefter får dagslys vil gulningen aftage. Det stof. der primært er ansvarligt for linoliens gulning menes at være oxidationsproduktet af linolensyre.

4.8.2.7 Syreblegning
Olien blandes med syre, som derefter skilles fra. Bleget olie til bygningsmaling er som regel syrebleget.

4.8.2.8 Solblegning
Hvis olien stilles i en glasbeholder i solen kan den bleges noget. Desuden vil der forekomme en vis polymerisering, der til en vis grad også har en blegende virkning. Blev mest anvendt før i tiden, men bruges nu mest til kunstnerfarver.

4.8.3 Pigmenter

Der findes mineralske og organiske pigmenter. En del af de organiske er ikke egnede til linolieprodukter, fordi de er helt eller delvist opløselige i olien.

Pigmenter kan påvirke hinanden kemisk, så farven bliver en anden end ved en ”normal simpel farveblanding” - men det gælder for alle malinger og er ikke specielt for linolieprodukter.

Pigmenter kan påvirke linoliens tørring i positiv eller negativ retning. Tørretiden kan forkortes ved tilsætning af sikkativ, men da de virksomme stoffer i sikkativet, fx kobolt, er miljømæssigt problematiske, bør man bestræbe sig på at benytte pigmenter der har en positiv virkning på tørretiden.

Pigmentets partikelstørrelse er af vigtighed for kvaliteten. Jo mindre de er, jo bedre dækker de (indtil en vis grænse; særligt organiske pigmenterpartikler kan være så små, at de bliver transperente). Desuden giver små pigmentkorn en bedre vejrbestandighed, fordi de er mindre tilbøjelige til at “stikke igennem” filmen. Det er også vigtigt for dækkeevne og vejrbestandighed, at pigmentet er godt fordelt i malingen, hvilket sker ved *rivning*.

Pigmentpartiklernes størrelse varierer meget fra type til type, men er typisk mellem 0,1-15my. Det kræver avanceret laboratorieudstyr at bestemme pigmentpartiklernes størrelse, så i praksis benytter man en et måleinstrument, en såkaldt riveklods, der hurtigt og enkelt kan vise om der er pigmentklumper eller meget store pigmentpartikler i malingen.

---

1 Det er måske et problem, der kan gøres noget ved gennem planteforædling. Der er indtil nu stort set ikke foregået en planteforædling af hør udfra oliens tekniske egenskaber. Svenska Lantmännen har dog fremstillet en linolie, hvor fedtsyresammensætningen er ændret. Denne linolie gulner ifølge Svenska Lantmännen ikke efter tørring.

Nogle pigmenter er miljøskadelige stoffer. Det gælder bl.a. blyhvidt, som var almindeligt brugt indtil omkring år 1960 (og som samtidig havde en effektiv svampedræbende virkning), andre er chrom og cadmium.

Ikke alle pigmenter er lige stabile. Nogle falmer lettere og skifter farve ved lysets påvirkning. Desværre er der en tendens til, at en række af de mest stabile pigmenter, der giver de klareste farver, også er de mest miljøskadelige.

Malingens farve har betydning for behandlingens holdbarhed. Mørke farver 'brænder af' langt hurtigere end lyse, hvis de bliver udsat for sollys, fordi mørke farver bliver varmet op af solen. Til gengæld vil en hvid farve hurtigere blive beskidt eller gulnet, hvilket man vil opleve som "at det trænger til maling".

Nogle pigmenter giver uønskede effekter sammen med bestemte bindemidler. Fx vil zinkhvidt i linolie have tendens til at danne sæber, der vil gøre malingfilmen sprød og mindre vejrbestandig, og titandioxid *anatas* vil kridte - i modsætning til titandioxid *rutil*. Ved at bruge flere forskellige pigmenter kan man modvirke de uønskede effekter.

4.8.4 Fyldstoffer

Kridt, mikrodol og talkum er billige fyldstoffer. Anvendes kridt i for store mængder fås en mindre vejrbestandig kvalitet. Kridtning er mest synlig på mørke farver, hvilket betyder at kridtindholdet i mørke farver kan være kritisk.

Hvis pigment og fyldstof tilsammen overskrider *den kritiske pigmentvolumenkoncentration* bliver malingen porøs og dermed ikke særlig vejrbestandig.

4.8.5 Opløsningsmidler

Linoliemaling tilsættes nogen gange terpentin, bl.a. for at gøre det lettere at påføre den i tilstrækkeligt tynde lag. Toningspastaer, sikkativ og fungicider kan være opløst i opløsningsmidler. En undersøgelse fra 1998 foretaget af Teknologisk Institut for Danske Malermestre viste, at 9 ud af 13 linolieprodukter indeholdt opløsningsmidler. En grundingsolie indeholdt hele 44% opløsningsmiddel, en maling 15%. Blandt de øvrige produkter fandt man to med lidt mere end 5%, mens resten lå under. Ved enkelte produkter stemte producentens oplysninger ikke overens med analysens resultater.

Der har været en del diskussion om hvorvidt terpentin i træbeskyttelse giver dårligere beskyttende egenskaber. Det er fremført, at terpentinen opløser træets harpiks og forhindrer linolien i at udvide sig når den tørrer.

Det er rigtigt at terpentin opløser harpiks. I levende træ holdes harpiksen opløst af træets egen terpentin (det produkt, der i raffineret form kan købes som "vegetabilsk terpentin"). Når træ lagres fordamper terpentinen og harpiksen størkner, det er bl.a. derfor lagret træ måske har en bedre vejrbestandighed end nyt træ.

Ved vacuumimprægnering, hvor hovedparten af væsken er terpentin, og hvor det trænger ret dybt ind i træet, ser man en øget harpiksudsvedning fra knaster og endetræ.

På Raadvad Centeret udført et forsøg, hvor man har dyppet man kernetræ i terpentin, ladet det tørre og vejet det før og efter. Træet blev lettere, hvilket kan tyde på at der er forsvundet nogle stoffer fra træet. Hvad disse 'forsvundne stoffer' er og deres betydning er for træets holdbarhed, er ikke klarlagt. Raadvad Centret formoder at der er tale om harpiks, men det kan også være vand.

Ser man på en vægtkurve for tørring af ren linolie i sammenligning med linolie tilsat terpentin (Peder Hald, 1978), er vægtforøgelsen relativt lige stor. Den mindre vægtforøgelse skyldes altså alene, at linolie med terpentin indeholder mindre ren linolie.

Ved tilsætning af 10% terpentin til en maling har Berit Kvisgaard konstateret, at der i visse tilfælde opstår efterklæbning. Det vil sige, at malingen efter tørring igen bliver klæbrig (Berit Kvisgaard) Årsagen kan være, at sikkativeringen ikke er optimal efter tilsætningen af opløsningsmiddel, således at det sker en for hurtig overfladetørring. (Eva Wallström).

Opløsningsmidler bør så vidt muligt undgås af hensyn til miljø og arbejdsmiljø, og kan også for det meste undværes i linolieprodukter med den rette sammensætning. Det er fx ikke fornuftigt at tilsætte fyldstof for at gøre malingen mere tyktflydende for derefter at tilsætte terpentin for at gøre den mindre tyktflydende – men det kan give et billigere produkt. Store mængder opløsningsmiddel vil kunne forringe produkternes funktion. Der er dog ikke noget der tyder på, at små mængder opløsningsmiddel (mindre end 5%) har en negativ virkning på det færdige resultat.

Det er imidlertid vigtigt, at eventuelle opløsningsmidler fordamper hurtigere end linolien hærder. Fordamper de langsommere, vil linolien hærde omkring opløsningsmidlet. Når det så er fordampet vil malingfilmen blive porøs og dermed få væsentligt nedsat holdbarhed.

4.8.6 Additiver

Forkert sammensat sikkativ kan give for kraftig overfladehærdning.

Både sikkativer og fungicider indeholder stoffer der er eller er mistænkt for at være skadelige, og derfor søges der til stadighed efter alternativer. Det er også værd at bemærke, at vi bliver stadigt klogere på stoffernes miljøeffekter. Et stof som bor, der for få år siden blev anset for uskadeligt ("man skyller da øjne i bor"), er nu sat på Miljøstyrelsens liste over stoffer der bør udfases, fordi det bl.a. mistænkes for at give fosterskader.

Der er hos nogen en tilbøjelighed til at antage, at "naturprodukter" per definition er mere uskadelige, hvilket ikke er tilfældet. Med en ønsket effekt som fungicid, hvor man jo skal slå en levende organisme ihjel, følger stort set altid også uønskede miljøeffekter. Det er vigtigt, at man kender både ønskede og uønskede effekter, og at de er så veldokumenterede som muligt. Og så kan man i øvrigt begrænse anvendelsen af fungicid til de situationer eller områder, der reelt har en risiko, i stedet for at 'skyde med spredehagl'.

4.8.7 Formulering og produktion

At sammensætte (formulere) en god maling er en vanskelig opgave, fordi der indgår så mange forskelligartede stoffer. Fx har de forskellige pigmenter meget forskellige egenskaber. Det er ikke bare kvaliteten af de enkelte bestanddele der har betydning for den endelige kvalitet, men også bestanddelenes indbyrdes forhold. En malings egenskaber er næsten altid et kompromis, fordi de ønskede egenskaber ofte trækker i hver sin retning. Desuden sker der en stadig produktudvikling.

Fx blev det for nogle år siden regnet for den bedste løsning at tilsætte en del zinkhvidt til malinger med titanoxid for at modvirke kridtning. I dag er det muligt at få titanoxid der ikke kridter, og dermed kan man helt undgå de uheldige egenskaber ved zinkhvidt (dannelse af zinksæber).

Producenter af linolieprodukter bør løbende gennemgå deres produkter for at se om noget kan forbedres. Det kan være en svær opgave at løfte, især for mindre producenter, men man kan dog nå ret langt ved at gennemføre systematiske afprøvninger. Desuden ville mange producenter sandsynligvis have stor gavn af at få deres produkter gennemgået af en uvildig ekstern ekspert.

4.9 Produktvalg og kvalitetssikring

Det er ikke umiddelbart let at gennemskue, hvilke linolieprodukter man skal vælge. Produktinformation, behandlingsanvisninger og kvalitet er forskelligt fra produkt til produkt. Der kan der være problemer med at få standardiserede oplysninger om råvarerne, og der mangler standarder for producenternes tekniske datablade.

Men som forbruger kan man stille spørgsmål til producenterne om følgende:

4.9.1 Dokumentation

Teknisk datablad, som angiver de produktoplysninger mm., som producenten har valgt at give videre. Der er ingen normer for udformningen. Databladet bør dog indeholde information vedr. påføring, viskositet og tørretid.

Sikkerhedsdatablad - der er visse regler for hvad der skal oplyses, fx indhold af opløsningsmidler og kobolt. Produktet skal have en såkaldt MAL-kode.

Har produktet gennemgået *afprøvninger* for funktion og levetid - fx DS/EN 927-3:2000 ”Maling og lak – Malinger og malingssystemer til træ udendørs – prøvning efter udendørs eksponering”, hvor et stykke træ med malingen påført eksponeres udendørs i et år - og hvad er i givet fald resultatet af testen

4.9.2 Kriterier

- Man skal forsøge at undgå zinkholdige produkter. Zink kan danne sæber med linolien, og disse sæber er porøse og optager fugt.
- Titanoxyd skal være af typen rutil og ikke anatas.
- Produktet bør ikke indeholde kridt, for det giver øget tendens til kridtning og mindre vejrbestandighed.
- Koldpresset linolie bør være varmebehandlet (gælder også grundingsolie). Rå koldpresset linolie er ikke tilstrækkelig vejrbestandig, og har ikke så god indtrængningsevne.
- Fungicider skal være veldokumenterede; undgå produkter, der blot lanceres som "naturlige".

Når produkterne er valgt og leveret bør man notere batchnummeret, som vil være nyttigt at kende ved evt. reklamationer. Har produktet ikke et batchnummer, er der sandsynligvis ingen systematisk kvalitetskontrol. Det kan så være nærmest umuligt at bevise, om eventuelle fejl skyldes malingen.

4.10 Fejl i produkter og behandlinger

4.10.1 Pigment

- For meget pigment og fyldstof i forhold til olie
- Pigmentet er ikke revet fint nok (partiklerne er for store eller klumper er ikke blevet delt, *agglomererer*)
- Pigmentet *flokkulerer* (klumper sammen)

Alle tre fejl vil hver især gøre malingfilmen porøs, og dermed mindre vejrbestandig, og malingen vil *kridte* og dermed ikke beskytte træet tilstrækkeligt. Ved for meget pigment og fyldstof vil tendensen øges til at påføre for tykke lag (se senere).

Visse pigmenter fungerer dårligt sammen med (lin)olie. Fx vil zinkhvidt brugt alene danne sæber, der vil gøre malingfilmen sprød, og titandioxid anatas vil kridte. Hvis man blander flere pigmenter, kan man til en vis grad undgå de uønskede effekter.

Nogle pigmenter er ikke tilstrækkeligt lysægte, men det er ikke et problem der er specielt for linolieprodukter. Det skal man være opmærksom på, hvis man vil undgå de mest miljøskadelige pigmenter, der desværre ofte er mere stabile end de miljøvenlige.

4.10.2 Bindemiddel

Linolien kan være utilstrækkeligt renset og efterbehandlet. Den vil så indeholde stoffer, der både får den til at tørre langsommere og som er mere vandopløselige end triglyceriderne, hvilket vil forringe malingfilmens vandafvisende egenskaber. Den langsommere tørring kan føre til, at urenheder sætter sig fast i den klæbrige film og forringer malingens holdbarhed. Lang tørretid kan også give problemer i udførelsen, fordi et lag ikke bliver ordentligt gennemtørt inden påføring af det næste. Dette vil medføre rynkedannelse.

4.10.3 Additiver

Fejlmulighederne ved brug af additiver er nærmest uendelige.

Her skal blot nævnes, at forkert sammensat sikkativering kan give en maling, der hærder meget hurtigt i overfladen og meget langsomt i dybden, og for meget sikkativ kan give langsommere hærdning.

Som tommelfingerregel bør man begrænse brugen af additiver mest muligt, fordi de ofte har uønskede bivirkninger, som man så skal modvirke med andre additiver. Det kan give en uoverskuelig formulering, hvor det er svært at gennemskue hvilke af malingens egenskaber der skyldes hvilket additiv.

4.10.4 Lagring

Det er kendt, at to dåser maling selv fra samme producent kan have vidt forskellig tørretid og viskositet. En medvirkende årsag kan være lagringen. En vis lagring af linolie (ikke maling) er formentlig en fordel, fordi de uønskede stoffer bundfældes, og tørretiden bliver kortere.

En malings egenskaber kan imidlertid ødelægges ved forkert eller for langvarig opbevaring. Linolie kan holde ganske længe i en lufttæt beholder, men der kan være problemer med bundfældning af pigment og fyldstof.
Emulsionsmalinger, der indeholder vand, kan blive udsat for mikrobiologisk nedbrydning.

Nogle producenter bruger tilsætning af konserveringsmidler - bl.a. er der ved en undersøgelse fundet formaldehyd, der ikke er tilladt som tilsætningsstof. (Det har muligvis været medvirkende årsag til de indeklimaproblemer, der er målt ved indendørs anvendelse af linolie.)

Generelt bør maling ikke udsættes for frost, og maling bør opbevares i lufttætte beholdere.

4.10.5 Fejl ved udførelse

Linoliemaling er ikke noget man bare smører på. Meget tyder på, at en dårlig håndværksmæssig udførelse har større betydning ved linoliemalinger end ved de gængse træbeskyttelsesmidler (Lading og Brandt, 2000).

De klassiske udførelsesfejl ved linoliebehandling er:

- utilstrækkelig grunding
- manglende gennemtørring af et lag før påføring af det næste, fordi man har for travlt, påfører for tykke lag eller vejret er for fugtigt og/eller for koldt

4.10.5.1 Utilstrækkelig grunding

Malingen alene vil ikke være nok til i sig selv at beskytte træet. Der vil kunne trænge fugt igennem, dels ved diffusion, dels gennem de smårevner, der uvægerligt kommer med tiden. Derfor er det vigtigt, at træets porer mættes med olie, så fugten ikke kan opsuges i træværket.

Utilstrækkelig grunding skyldes ofte, at man har for travlt til at påføre det nødvendige antal lag og lade dem tørre grundigt imellem hver påføring.

Hvis træet er for fugtigt inden behandlingen, kan linolien ikke trænge ordentlig ind i underlaget, og man får ringe indtrængning og dårlig vedhæftning. De generelle anbefalinger ligger på max. 12 %-18 %.

4.10.5.2 Manglende gennemtørring
Ved manglende gennemtørring når linolien ikke at danne det faste stof *linoxyn.* Nedbrydningen af malingen går hurtigere, hvilket bl.a. vil blive synligt efter få år som en mat overflade og kridtning, og malingen vil være mindre vejrbestandig. Den færdige malingfilm vil være ringere både æstetisk og teknisk.

Ved for stor lagtykkelse vil malingen rynke og løbe, og det tager lang tid før den er gennemhærdet. I den tid vil den få skader ved selv små stød o.l.

De samme problemer opstår i for koldt og fugtigt vejr, hvor man risikerer at behandlingen slet ikke tørrer. I koldt vejr (under 5°C) kan hærdningen forsinkes så meget, at visse af malingens bestanddele udvaskes inden malingen er hærdet, hvilket giver forringet udseende og holdbarhed. Malingen vil desuden blive mere tyktflydende p.g.a. kulden, hvilket øger risikoen for for tykke lag. Det har derfor været almindeligt at iblande terpentin, det gør malingen nemmere at påføre i tynde lag, der hærder hurtigere.

4.10.5.3 Andre fejl
Fejl som utilstrækkelig afrensning af underlaget, manglende slibning, når træet har rejst sig osv. vil skabe problemer ved ethvert malingsystem.

4.11 Andre forhold af betydning for malebehandlingens holdbarhed

4.11.1 Beslag

Behandling af beslag ligger uden for dette projekt, men det skal alligevel nævnes, da det helt åbenlyst udgør et problem. Ofte ser man fint udførte linoliebehandlinger på gamle vinduer, hvor rustgennemslag ved beslagene klart er det svage led.

Gamle beslag var i reglen behandlet med blymønje, der var effektiv som rustbeskyttelse, men som man af miljøhensyn ikke ønsker at anvende mere.

Moderne beslag kan galvaniseres, men man kan ikke male ovenpå en frisk galvanisering. Beslagene skal først ”vejres”, dvs. udsættes for vind og vejr i et års tid eller mere. Herved dannes et oxyderet lag på galvaniseringen, som malingen kan hæfte til.

Når et beslag begynder at ruste vil malingen omkring beslaget revne og åbne for vandgennemtrængning. Der bliver fanget vand mellem beslaget og træet, hvilket dels vil få beslaget til at ruste endnu mere, dels føre til råd i træet. Derfor bør træet males inden montering af beslaget, der i øvrigt kan lægges i kit.

På Fredensborg Slot har man afrenset de nygalvaniserede beslag med salmiak og derefter malet dem med rustbeskyttende tykfilmsakryl inden den afsluttende linoliemaling. Umiddelbart virker det forkert at male med linolie oven på akrylmaling, men løsningen så efter 7 år stadig pæn ud, mens andre behandlinger af samme alder viste udtalte rustproblemer.

4.11.2 Kitfalse

På vinduer med kitfals er det vigtigt at kitten er intakt og forseglet, især på de opadvendte false. Opstår der revner og sprækker i kitten vil der trænge vand ind bag ved, hvor det fastholdes af kappilareffekten.

Malebehandlingers holdbarhed kan forlænges væsentligt, hvis kitfalsene eftergås en gang om året og småskader repareres inden de får lov til at udvikle sig.

Overgangen mellem kit og glas skal i øvrigt forsegles ved at malebehandlingen føres ca. 1 mm ind på glasset.

4.12 Produktudviklingsmuligheder

Berit har streget hele dette afsnit ud, jeg har ikke diskuteret det med hende. Jeg har selv streget over hvor det måske er lidt søgt.

Der er et stort udviklingspotentiale for linolieprodukter, og her skal kort nævnes de mest oplagte.

- En bedre / hurtigere hærdning gennem tilsætning af andre olier med konjugerede dobbeltbindinger
- En optimeret forbehandling af olien, afpasset efter det konkrete formål (fx grunding, dækmaling etc.)
- Det er også kendt, at tilsætning af lidt standolie (linolie behandlet ved høj temperatur) til dækmalingen giver en mere vejrbestandig olie.
- Optimering af fedtsyresammensætningen. Fx vil fjernelse af linolénsyre (ved forædling, gensplejsning eller kemisk proces) kunne mindske gulning.
- Om-estring til større alkoholer vil muligvis kunne give hurtigere hærdning.

4.13 Andre undersøgelser

4.13.1 "Moisture Balance in Painted Wood Panelling"

Stefan Hjort, Chalmars Tekniska Högskola, Göteborg.

Projektet havde til formål at undersøge forskellige malebehandlingers træbeskyttende egenskaber. Som forsøgsobjekt brugte man panelbeklædning af træ (1-på-2), som er en udbredt konstruktion i Sverige.

Panelerne bestod af lodrette brædder med en vandret samling, og bag dem indbyggede man fugtmålere.

Panelerne blev opfugtet i to døgn, derefter lod man træet tørre og målte træfugtigheden indtil den var under 20 %.

For at lette sammenligningen af resultaterne har man indført en såkaldt TF20-værdi, der er udtryk for hvor høj træets fugtprocent har været og hvor længe den har været over 20. TF20 værdien skal altså være så lav som mulig

Testen omfattede en lang række forskellige behandlinger og produkter. Generelt førte næsten halvdelen af de undersøgte systemer til en ringere fugtbalance end ubehandlet træ. Det betyder, at træet var dårligere beskyttet mod fugt end ubehandlet træ.

Fire behandlinger indeholdt linolie:

P30: linolieimprægnering, linoliegrundmaling, linoliedækmaling.
P31: to lag linoliedækmaling (fab. Engwall & Claesson)
P32: to lag emulsionsmaling "Falu rödfärg"
P35: linolieemulsion imprægnering, vandig alkyd grundmaling, vandig alkyd dækmaling.

Behandling P30 og P31 gav gode fugtbalancer med begrænset opfugtning. Resultaterne bekræfter også tidligere resultater (Hjort og Norling 1991).

Ved behandling P32 blev træet ret hurtigt opfugtet, men tørrede også hurtigt ud igen. Fugtbalancen betragtes som ret god.

P35 hører til en gruppe behandlinger der kaldes "systemmalede". Dvs. at panelerne er behandlet med et upigmenteret grundingsprodukt og en grundmaling før montering (så endetræet også behandles) og to lag dækmaling efter montering. P35 havde som næsten alle systemmalede paneler meget gode fugtbalancer.

Det viste sig, at en lang række behandlinger særligt ved samlingerne gav en dårligere fugtbalance end for ubehandlet træ.

En af konklusionerne er, at det vigtigste for fugtbalancen er at træet er grundet med et produkt med god indtrængning, og at endetræet er behandlet.

4.13.2 "Advances in Exterior Wood Coatings and CEN Standardisation"

Bent Samuelsen, Paint Reseach Association konference-paper, Belgien 1998

Forsøgsopstillingen er en testvæg med indbyggede fugtmålere af lodrette brædder 1-på-2 med en vandret samling. Der er blevet målt fra oktober 94 til september 98.

Der er afprøvet et ikke nøjere beskrevet linoliesystem, samt en lang række andre malingsystemer.

Projektet konkluderer, at linoliesystemet beskytter træet ligeså godt som andre systemer. Linoliesystemet er et af de relativt få systemer, hvor fugtprocenten ved samlingerne ikke overskrider 25%.

4.13.3 "Samnordisk forskning om ytbehandlat/målat utvendigt trä, Del II Fuktdynamik för målat trä"

Bengt Lindberg, Riita Mynttinen. NIF T5-88M

Træpaneler er blevet monteret udendørs med en hældning på 45° og udsat for vind og vejr. Der blev afprøvet en linoliemaling og en række andre malinger. Der er ikke tale om et egentligt linoliesystem, men om to lag dækmaling. Prøverne blev eksponeret fra juli 86 til august 88.

Fugtprocenterne i det linoliemalede panel ligger som det fjerde laveste blandt 16 afprøvede malinger/systemer. De paneler, der lå lavere, var systemer med grunding og et industrielt to-komponent system.

4.13.4 "Ändträsbehandling, Skydd av utvendigt trä, Nya metoder, Forstudier"

Erik Nilsson, NIF T4-89M

Ved projektet blev vandoptagelsen undersøgt i endetræ behandlet med forskellige produkter. Desuden blev effekten af skader på endetræsforseglingen undersøgt.

Konklusionen var, at linoliemaling og alkydmaling er de produkter, der beskytter bedst mod vandoptagelse gennem endetræet. Det er vigtigt at produkterne trænger ind i træet. Et produkt der kun danner en overfladefilm vil uvægerligt få skader, der vil nedsætte den beskyttende effekt væsentligt.

5 Eksempler

Den oprindelig hensigt med dette projekt var en undersøgelse af en række overfladebehandlinger med linoliebehandling, udført i praksis.

Som udgangspunkt lød opgaven enkel: at finde et repræsentativt antal linoliebehandlinger og sammenholde produkt og udførelse med de fysiske forhold på stedet og træets tilstand. I praksis viste det sig dog ikke muligt at finde ret mange behandlinger, der kunne opfylde de krav, der måtte stilles for overhovedet at kunne give en vurdering:

- en 5-10 år gammel behandling
- kendte produkter (kun linolieprodukter, ikke emulsionsmalinger, alkyd m.m.)
- kendt og 'rimeligt veldokumenteret' udførelse af arbejdet

Der er gennemført vurderinger af i alt 10 projekter, som tilnærmelsesvis opfylder kravene. De er beskrevet på de følgende sider. For hvert projekt er angivet hvornår og hvordan behandlingen er udført, med hvilket produkt samt hvilken vedligeholdelse der er gennemført siden. Træets og behandlingens tilstand er vurderet, (på samme som tekniske rådgivere almindeligvis gennemfører tilstandsvurderinger), og endelig har projektgruppen givet sit bud på nogle mulige årsager til, at tilstanden er som den er.

Vurderingen baserer sig på en kombination af det visuelle indtryk, fugtmålinger (sammenholdt med vejr, årstid og orientering mod verdenshjørner) og fysiske indtryk (er træet blødt/hårdt, sidder malingen fast, kridter den osv.). Værdierne fra fugtmålingerne er angivet, men værdierne skal tages som vejledende, idet omstændighederne ikke har været ens. Når der tales om oprindelige/ældre vinduer, er 'oprindelige' være ensbetydende med de vinduer, der blev sat i ved bygningens opførelse. 'Ældre' betegner vinduer, der er sat i på et eller andet tidspunkt siden da, men ikke så sent at de kan betegnes som 'nye'. Især på de bygninger, der er flere hundrede år gamle kan det være svært at skelne mellem 'oprindelige' og 'ældre' - hvilket heller ikke anses for nødvendigt i denne sammenhæng.

Generelt er der foretaget to besigtigelser af hvert projekt. Først er der af en enkelt person foretaget en mere tilbundsgående undersøgelse af træværk og maling som baggrund for en konklusion vedrørende tilstand og mulige årsagssammenhænge. Efterfølgende er projekterne blevet besigtiget af den samlede projektgruppe (EB, TL og LHC) for at sikre, at der i projektgruppen var enighed om vurderingerne. Vemmetofte Klosters lade samt Frilandsmuseets bygninger er dog kun besigtiget af LHC, og Amalienborg kun af TL og LHC.

Det er angivet hvilket produkter der er anvendt og så vidt muligt også deres indhold. Det skal dog understreges, at dette projekt i sig selv ikke giver baggrund for at vurdere, præcis hvilken type maling der holder bedst. Dertil er det statistiske materiale for begrænset og oplysningerne for upræcise. En

stor del af de anvendte produkter findes ikke længere på markedet, enten fordi fabrikken er ophørt eller fordi recepten er ændret.

Hvor det har været muligt, har der også angivet hvilken afrensning og rustbeskyttelse, der er anvendt til beslag. Behandling af metal ligger uden for dette projekts rammer, men det er nævnt det til orientering, fordi beslagene ofte er det svage punkt i linoliebehandling af fx vinduer.

5.1.1 Christian d. 7's palæ, Amalienborg

Behandling foretaget
1994-1996 (generel vinduesistandsættelse)

Bygning, anvendelse/bygherre
Slot (kgl. gæstepalæ)
Slots- og Ejendomsstyrelsen + Amalienborgs driftsfolk

Bygningsdel / træart
Oprindelige karme og nye rammer af egetræ i bygning fra 1700-tallet.

Orientering og eksterne forhold
Overvejende mod syd gavle mod øst og vest.

Produkter
Grunding Koldpresset linolie (sandsynligvis rå)
Dækmaling Hvid linoliemaling fra Holmboes Eftf.
- rå koldpresset linolie
- titanhvidt, zinkhvidt
- kridt
- sikkativ
- så vidt vides ingen fungicid

Behandling
jf. oplysninger fra malermester:
- fuldstændig afrensning ved skrabning/slibning og med varmepistol og afbrænding
- karme strøget med Boracol på den side der vender mod mur
- grunding med koldpresset linolie
- 1 x Holmboes linoliegrundmaling
- 2 x Holmboes linoliemaling
- eksisterende beslag ætset eller sandblæst
- nye beslag galvaniseret og afrenset i ammoniakvand
- rustbeskyttelse med tykfilmakryl

Vedligehold
Ikke vedligeholdt siden 1996

Vurdering
Træværk
Træet er generelt sundt og i meget god stand.
Maling
Overalt findes relativt grove krakeleringer udvendig. Malingen er fastsiddende, men porøs og kridter.

Bemærkninger

- Malingfilmen er helt uacceptabel - ligner nærmest et krokodilleskind. Det er formentlig en følge af, at stof er fordampet eller udvasket fra malingen, efter at den har hæftet til underlaget og er hærdet. Det vil netop føre til at malingen krakelerer og bliver porøs.
- En undersøgelse, som malermesteren har ladet foretage, peger på følgende som en af de mulige årsager til miseren: der er anbefalet en fortynder til malingen, som er længere om at fordampe end malingen er om at tørre. Forklaringen passer til skadebilledet. Fortynderen er ganske vist ikke anvendt i større omfang i forbindelse med udførelsen af arbejdet, men der er muligt at malingen er tilsat fortynder i forbindelse med produktionen.
- En anden (evt. supplerende) forklaring kan være et for højt indhold af kridt som fyldstof samt anvendelsen af for meget zinkhvidt som pigment. Zinkhvidt har en tendens til at forsæbe sammen med linolie. I tørringsprocessen vil malingen hæfte til underlaget, men efterfølgende vil zinksæber og kridt blive udvasket, så malingen krakelerer og bliver porøs.
- Behandlingen formentlig kunne gøres funktionsdygtig igen ved afslibning, strygning med linolie (halvolie) og afsluttende linoliedækmaling - hvis man kan acceptere en ikke helt glat overflade.

Besigtiget
06.02.01

5.1.2 Classensgade 10-20

Behandling foretaget
1992 (generel vinduesistandsættelse)

Bygning, anvendelse/bygherre
Etageboliger, andelsboligforening

Bygningsdel / træart
Oprindelige vinduer i bygning fra slutningen af 1800-tallet. Vinduer udført i fyr. Nyere udlusninger, enkelte nye rammer.

Orientering og eksterne forhold
Nordvest, 6 etager, ved ret befærdet gade.

Produkter

Grunding Rå linolie tilsat 10 % linoliemaling

Dækmaling Linoliemaling fra Holmboes Eftf., hvid
- rå koldpresset linolie
- titanhvidt og zinkhvidt
- kridt
- sikkativ
- så vidt vides ingen fungicid

Behandling

jf. beskrivelse fra arkitekt/bygherre:

- fuldstændig, mekanisk afrensning (slibning) inkl. beslag
- 1 x grunding påført m. pensel
- 3 x Holmboes linoliemaling (3 lag nødvendigt for at dække)
- beslag: 2 lag rustbeskyttelse (produkt ukendt), monteret i kit før malebehandling

Vedligehold

Ikke vedligeholdt siden 1992

Vurdering

Træværk

Træet er generelt sundt og i god stand. Enkelte steder begyndende nedbrydning af lodpostens nederste del ved samling med bundkarm. Træets fugtindhold målt til 12-18%, hvilket ligger inden for det interval man kunne forvente.

Maling

Malingfilmen stort set intakt og fastsiddende. På enkelte bundkarme og bundrammer ses krakelering og dårlig vedhæftning. Tendens til kridtning, især på de øverste vinduer. Uensartet guldning. Overfladen er meget beskidt.

På de fleste hjørnebåndsbeslag ses rustgennemslag gennem malingen.

Bemærkninger

- Den synlige nedbrydning svare til, hvad man kunne forvente. Behandlingen holder godt og har bevaret træet godt. Årsagen er formentlig, at trækvaliteten som udgangspunkt har været god, og at behandlingen er udført grundigt (og ikke bare overfladisk).
- Beslagene er det svage punkt.
- Vinduerne i de øverste etager kridter mere - skyldes formentlig, at de får mere sol.
- Overfladen har været relativt modtagelig for skidt.
- Behandlingen bør vedligeholdes indenfor det næste par år. Hvis ikke beslagene var et problem, ville en simpel vedligeholdelse bestå i afvaskning og efterfølgende påføring af pigmenteret, varmebehandlet linolie eller linoliemaling, tilsat fungicid mod begroning. Fordi der generelt er rustgennemslag på beslagene bliver arbejdet mere omfattende.

Tørretiden var et stort problem (malermesteren).

Besigtiget

16.09.99 + 10.03.00

5.1.3 Danstruplund, Fredensborg

Behandling foretaget
1992 (generel vinduesistandsættelse)

Bygning, anvendelse/bygherre
(Herre)gård, erhvervsvirksomhed i tekstilbranchen

Bygningsdel / træart
Oprindelige og ældre vinduer i bygning fra 1700-tallet. Vinduer generelt udført i eg, nogle reparationer er i fyr.

Orientering og eksterne forhold
Alle verdenshjørner.
Åbent land mod vest, mod øst og syd beskyttet af andre bygninger.
Mod nord er andre bygninger tæt på

Produkter

Grunding	”Konventionel” grunding m. fungicider og opløsningsmiddel (Flügger)
Dækmaling	Lasol linoliemaling (Flügger) - pigmentvolumenkonc 30-40% (type ikke oplyst) - fungicid (type og konc. ikke oplyst) - 1-5 % naphta (råolie), hydroafsvovlet tung

Behandling
jf. oplysninger fra malermester
- karme: fuldstændig mekanisk afrensning (skrabning og slibning)
- rammer: fuldstændig afrensning med mikrobølger
- grunding m/ ”konventionel” grunder; rammer dyppet, karme strøget
- mellemstrygning med 1 x Lasol linoliemaling tilsat 30 % terpentin
- dækmaling 5 x ufortyndet Lasol linoliemaling
- tørretid: ca 1 uge mellem hvert lag.
- beslag afrenset mekanisk
- rustbeskyttelse kendes ikke
- rammerne er strøget en gang før montering af beslagene.

Vedligehold
Ikke vedligeholdt siden 1992

Vurdering
Træværk
Træet er generelt sundt og i meget god stand. Træets fugtindhold målt til 9-14% med enkelte lidt højere værdier.
Maling
Malingfilmen er generelt intakt og fastsiddende, bortset fra enkeltstående steder. Begyndende kridtning, bl.a. på vandnæser. Ingen påfaldende gulning.
Kun enkelte rustgennemslag på beslag.

Bemærkninger

- Behandlingen holder særdeles godt og har bevaret træet særdeles godt - men der er også tale om en "Rolls Royce-behandling". Årsagen er formentlig en kombination af fire faktorer:
  - høj trækvalitet
  - konstruktiv beskyttelse - bundkarmen er forsynet med vandnæse og er hævet over den egentlige murfals
  - meget omhyggelig udførelse
  - lang tørretid (én uge mellem hvert lag)
- Med hele 5 dæklag er behandlingen formentlig ikke 'diffusionsåben', hvilket stemmer godt overens med projektgruppens antagelse: at den udvendige behandlings åbenhed overfor diffusion ikke i sig selv siger noget behandlingens potentielle holdbarhed og træbeskyttende egenskaber.
- Kun enkelte rustgennemslag på beslag; desværre har det ikke været muligt at få oplysning om rustbehandlingen.
- Behandlingen vurderes at kunne holde endnu nogle år uden vedligehold - dvs. at den så vil have haft en samlet levetid på ca. 15 år, hvilket er godt. Til den tid vil en vedligeholdelsesbehandling bestå i:
  - pletreparation af enkelte afskallede steder
  - eftergang af kitfalse
  - let slibning + 1-2 x linoliedækmaling

Besigtiget

09.09.09 + 10.03.00

5.1.4 Fredensborg Slot

Behandling foretaget

1993 (generel vinduesistandsættelse)

Bygning, anvendelse/bygherre

Slot (kgl.),
Slots- og Ejendomsstyrelsen + slottets egne driftsfolk

Bygningsdel / træart

Oprindelige/ældre vinduer i bygninger fra 1700-tallet. Vinduer udført i fyr. Enkelte udlusninger og nye rammer.

Orientering og eksterne forhold

Pavillonvindue mod øst under stort tagudhæng
Personalefløj, vinduer mod øst, åbent men læ fra bygninger

Produkter

Grunding Produkt ikke kendt.
Dækmaling Lasol linoliemaling (Flügger), hvid og grå
- pigmentvolumenkonc 30-40% (type ikke oplyst)
- fungicid (type og konc. Ikke oplyst)
- 1-5% naphta (råolie), hydroafsvovlet, tung

Behandling
jf. malermester:

- Fuldstændig, mekanisk afrensning (skrabning og slibning)
- Grunding med med ukendt produkt, antal strygninger samt påføringsmåde ikke kendt.
- Malebehandling med 3 x Lasol linoliemaling
- Beslag: Gamle beslag er renset fuldstændigt af og galvaniseret, afrenset med salmiakspiritus, grundet med tykfilmakryl, malet m linoliemaling

Vedligehold
Ikke vedligeholdt siden 1993

Vurdering
Træværk
Træet er generelt sundt og i god stand. Træets fugtindhold målt til 13-16% overalt, ingen højere værdier. (Målingerne foretaget efter flere dages heldagsregn.)
Maling
Generelt god vedhæftning. Let til middel krakelering, kraftigst ved grå maling. Kraftig kridtning på personalefløjens vinduer.
Ingen rustgennemslag.

Bemærkninger

- Generelt har behandlingen holdt rimeligt og har bevaret træet godt. Men tilstanden er ikke så god som på Danstruplund, der er udført næsten samtidig og med samme maling. Da behandlingen her ikke er fuldstændig oplyst, kan vi ikke definitivt fastslå årsagen, men blot pege på nogle mulige faktorer, der kan have været medvirkende:
  - Fredensborgs vinduer er af fyr, Danstruplunds af eg
  - evt. mangelfuld grunding
  - utilstrækkelig tørring (Danstruplunds vinduer fik lov at tørre én uge mellem hver behandling)
  - evt. fugtigt vejr ved behandlingen
  - da vedhæftningen er god, har der formentlig ikke været tale om for højt fugtindhold i træet
- På nogle af vinduerne er der monteret udvendige malede zinkinddækninger, der er sømmet på bundkarmen. Generelt er det en særdeles uheldig konstruktion, fordi der kan trænge vand ind via sømhullerne. En stor del af alle rådskader på vinduer opstår ved søm- eller skruehuller i bundkarm og bundramme. Her har man imidlertid formået at holde forseglingen omkring disse sømhuller tæt, og der er (endnu) ikke tegn på skader.
- Behandlingen bør vedligeholdes inden for det næste par år. Vedligeholdelsen kan bestå i:
  - afrensning af løstsiddende maling
  - god grunding af områder med bart træ
  - eftergang af kitfalse + forsegling omkring beslag og søm/skruehuller
  - afslibning
  - 1-2 x færdigstrygning med linoliemaling tilsat fungicid mod begroninger

14.09.99 + 10.03.00

5.1.5 Frederiksberg Slot, etape 1

Behandling foretaget
1994 (generel vinduesistandsættelse)

Bygning, anvendelse/bygherre
Slot (officersskole), Forsvarets Bygningstjeneste

Bygningsdel / træart
Oprindelige/ældre vinduer og skodder i bygning fra 1700-tallet. Vinduer udført i eg / fyr. Nyere udlusninger, enkelte nye rammer.

Orientering og eksterne forhold
Øst
Åbent, forblæst

Produkter
Grunding sandsynligvis behandlet med Boracol mod råd og svamp, rå koldpresset linolie
Dækmaling Hvid linoliemaling fra Holmboes Eftf.
- rå koldpresset linolie
- titanhvidt, zinkhvidt
- kridt
- sikkativ
- så vidt vides ingen fungicid

Behandling
Jf. beskrivelse:
- Fuldstændig, mekanisk afrensning (skrabning og varmluft)
- Strygning med Boracol
- Grunding med rå koldpresset linolie (omfang ikke defineret)
- Grundmaling med fed maling (Holmboe´s linoliemaling tilsat 20 % fernis)
- Dækmaling 2 x Holmboe´s linoliemaling
- Beslag: afrensning med varmluftblæser, skrabejern og stålbørste
- Rustbeskyttelse: Grunding med rødbrun urethanalkyd, mellemmaling grå urethanalkyd, færdigmaling efter montering med de vinduer de sidder på

Vedligehold
Ikke vedligeholdt siden 1994

Vurdering
Træværk
Tilstand meget blandet - visse steder god, mange steder dårlig, jf. malingens tilstand. Generelt dårligst i bundrammer og bundkarme samt i den nederste del af skodderne.
Maling
Meget blandet. Partielt god og fastsiddende behandling, men mange steder med omfattende og forskelligartede svigt. Samlet set ikke acceptabel.
Mange afskalninger. Omfattende krakelering, nogle steder stadig med god vedhæftning, mange steder med dårlig. Nogle steder går krakeleringen gennem hele malinglaget, andre steder ligger der et tyndt intakt lag i bunden. Udbredt kridtning.
Rustgennemslag på mange hjørnebånd.

Bemærkninger

- Behandlingen holder dårligt og har ikke bevaret træet særligt godt. De forskelligartede svigt tyder på en uensartet bund og behandling.
  Årsagerne kan bl.a. være:
  - mangelfuld grunding foretaget med rå linolie; grundingen ikke afpasset efter træets sugeevne
  - for fed mellemstrygning i forhold til bundens sugeevne
  - at der er malet med 'faldende fedhed' i behandlingen (slutstrygningen mindre fed end mellemstrygningen), og at dækmalingen derfor ikke har kunnet befugte (fæstne sig til) mellemmalingen)
  - for stor lagtykkelse
  - utilstrækkelig tørring mellem påføring af de enkelte lag
  - at malingen er fremstillet på basis af rå olie, og muligvis indeholder for meget fyldstof
  - pigmenteringen (zinkhvidt)
  - muligvis for høj koncentration af kridt
- Det er oplyst, at træværket muligvis er behandlet med Boracol inden malebehandlingen. Projektgruppen har på baggrund af erfaringer fra Øksnehallen en mistanke om, at Boracolbehandling udført på (lidt) fugtigt træ kan føre til, at linolien ikke binder. På Øksnehalprojektet oplevede man, at nyt, Boracol-behandlet træværk 'svedte' linolie, og gik derfor bort fra Boracolbehandling på det træværk, der skulle linoliemales.
- Behandling af beslag ligger uden for projektets rammer, men formentlig er afrensning med stålbørste ikke hensigtsmæssig, hvis man ikke har mulighed for en virkeligt effektiv rustbeskyttende behandling; stålbørster giver en masse små fine ridser i jernet.
  Vinduerne trænger til en mere gennemgribende istandsættelse/vedligeholdelse (samlet vurdering på baggrund af træets, malingens og ikke mindst beslagenes tilstand)

Besigtiget
25.08.99, 08.09.99 og 10.03.00

5.1.6 Det Kongelige Opfostringshus, Hellebæk

Behandling foretaget
1989 (generel vinduesistandsættelse)

Bygning, anvendelse/bygherre
(Herre)gård, kostskole

Bygningsdel / træart
Oprindelige/ældre vinduer i bygning fra 1700-tallet. Vinduer udført i eg / fyr. Nyere udlusninger, enkelte nye rammer.

Orientering og eksterne forhold
Øst og vest. Åbent land mod vest, mod øst beskyttet af andre bygninger.

Produkter

Grunding	Fernis tilsat lidt zinkhvidt, ingen fungicid, fremstillet af maler uden recept
Dækmaling	Hvid linoliemaling fremstillet af indkøbt pigmentpasta og fernis, ingen fungicid, fremstillet af maler uden recept

Behandling

jf. malermester:

- Fuldstændig, mekanisk afrensning (skrabning og slibning)
- Grunding med fernis, ingen fungicid – antal strygninger ikke defineret
- Malebehandling med pigmentpasta fortyndet med fernis, ingen fungicid, antal strygninger vides ikke med sikkerhed, sandsynligvis 2 x.
- Beslag: gamle (tynde) beslag afrenset i opløsning af kaustisk soda, nyere beslag afrenset mekanisk
- Rustbeskyttelse: 2 x blymønje + 1 x linoliemaling

Vedligehold

Ikke vedligeholdt siden 1989

Vurdering

Træværk

Generel nedbrydning af bundkarme/vandnæser og bundramstykker (bløde), rådangreb flere steder. Træet i nogle af udlusningerne er i ringere stand end det oprindelige træværk.

Træets fugtindhold målt til 13-20%, med mange højere enkeltværdier.

Maling

Udbredt afskalning, krakelering og kridtning. Afskalning i ret tykke flager. Rustgennemslag på en del af hængslerne.

Bemærkninger

- Behandlingen holder dårligt og har ikke bevaret træet særligt godt. Det er svært at spore den præcise årsag, da behandlingen ikke er defineret særligt godt.
  Følgende er mulige årsager:
  - mangelfuld grunding
  - for fugtigt træ
  - utilstrækkelig tørring
  - mangelfuldt produkt
  - for tykke lag maling
- Når udlusningerne generelt er i dårligere stand end det omgivende træværk, kan det have to årsager:
  - at der er anvendt en dårligere trækvalitet til udlusningen
  - at der ikke er taget forholdsregler mod de mangler, der har forårsaget at netop dén del af træværket blev nedbrudt og skulle udluses
- Behandlingen kan ikke vedligeholdes. Vinduerne skal gennemgribende istandsættes. (Arbejdet var i gang ved den seneste besigtigelse.)

Besigtiget

20.08.99, 24.08.99 og 10.03.00

5.1.7 Rækkehus, Holte

Behandling foretaget
1989 (generel vinduesistandsættelse)

Bygning, anvendelse/bygherre
Enfamiliebolig, bygherre arkitekt

Bygningsdel / træart
Vinduer, døre og skodder fra 1950'erne. Tætvokset spejlskåret fyrretræ.

Orientering og eksterne forhold
Dør med skodder mod øst
Hvidt vindue mod nord
Sort glasdør mod vest
Grøn dør mod vest

Produkter
Grunding Rå koldpresset linolie uden fungicid
Dækmaling Hvid linoliemaling fra Holmboes Eftf.
- rå koldpresset linolie
- titanhvidt, zinkhvidt
- kridt
- sikkativ

Grøn og sort hjemmeblandet af husejer - den nøjagtige recept kendes ikke længere.
- pigmenter: chromgrønt, berlinblåt og bensort
- ingen fungicid

Behandling
Behandling foretaget af husejer, der har et godt kendskab til linolie
- Fuldstændig, mekanisk afrensning (skrabning og varmepistol)
- Grunding med rå koldpresset linolie uden fungicid, til mætning – god tørretid mellem de enkelte påføringer
- Malebehandling: 2 x dækmaling, god tørretid mellem lagene
- Malebehandling foretaget om sommeren
- Beslag: eksisterende galvanisering + malet som den bygningsdel de sidder på

Vedligehold
Sort glasdør olieret to gange, sidste gang sommeren 98
Grønne skodder 1.sal olieret en gang på forskellige tidspunkter

Vurdering
Træværk
Træværket er generelt i god stand, en enkelt bundkarm mod nord er dog lidt blød (begyndende nedbrydning).
Maling
Malingens tilstand er ret varieret, da der er mange forskellige behandlinger. De grønne emner er generelt falmede. De, der er vedligeholdt med oliering, fremstår med pæn kulør og glans. De hvide emner har krakeleringer og afskalninger. Den sorte glasdør mod vest er nopret.

Bemærkninger

- Det kan ikke umiddelbart forklares hvorfor den hvide maling skaller af. Muligvis har træet været fugtigt ved behandlingen, selvom den er foretaget om sommeren. Der kan evt. have været litopone i den gamle malebehandling. Litopone kan give afskalninger, hvis der ikke er blevet slebet tilstrækkeligt dybt.
- De grønne og sorte flader hæfter stadig godt, og det er normalt, at de efter ti år er blevet blege og kridter.

Besigtiget
22.09.99 og 10.03.00

5.1.8 Vemmetofte Kloster, Lade

Behandling foretaget
1992

Bygning, anvendelse/bygherre
Lade (korntørringsanlæg), Vemmetofte Kloster

Bygningsdel / træart
Træbeklædning på gammel lade, fyr, 100-200 år gammel.

Orientering og eksterne forhold
Fritliggende, men del af et herregårdskompleks, læ fra andre bygninger

Produkter
Grunding Gori 22
Dækmaling Trædæk linoliemaling fra DS Striben
- 60 % rå koldpresset linolie
- 40 % varmebehandlede linolier
- pigment og fyldstof 20 volumen% (hvid maling 35 volumen%)
- sikkativ
- fungicid

Behandling

- Afrensning ved højtryksspuling
- Grunding med Gori 22
- Malebehandling 1 x Trædæk linoliemaling

Vedligehold
Højtryksspules en gang om året (tørrelade, hvor der sætter sig meget støv).

Vurdering
Træværk
Træværkets tilstand er generelt god, om end nogle af de nederste partier er bløde (begyndende nedbrydning).
Maling
Generel god vedhæftning på de områder, hvor den gamle maling er væk. Nogle områder krakelerer dog. Malingens stand er generelt noget dårligere mod syd end mod nord.

Bemærkninger

- Det mest bemærkelsesværdige er måske, at træværket og malebehandlingen har det relativt godt, den noget hårdhændede behandling med højtryksspuling taget i betragtning. Formentlig skyldes det, at træet har god mulighed for udtørring, fordi der ingen indvendig beklædning er samtidig med at laden er uopvarmet, så der fri cirkulation og nogenlunde samme temperatur på for- og bagside af beklædningen.
- Krakeleringerne skyldes formentlig først og fremmest, at der under sidder gammel maling, som ikke blev fjernet ved den højtryksspuling, der gik forud for malerbehandlingen.
- Ved den årlige højtryksspuling fjernes en del af den løstsiddende maling.

Besigtiget
12.09.99

5.1.9 Øksnehallen

Behandling foretaget
1994-96 (generel istandsættelse af vinduer og træværk, forsøgsprojekt)

Bygning, anvendelse/bygherre
Gl. kvæghal, Københavns Kommune

Bygningsdel / træart
Oprindelige/ældre vinduer i bygning fra 1901. Vinduer udført i fyr - generelt ikke malet/vedligeholdt siden. Nye udlusninger, enkelte nye rammer.

Orientering og eksterne forhold
Øst, vest, syd.

Produkter

Grunding	Linolie fra Holmboes Eftf.
Dækmaling	Sortgrøn linoliemaling fra Holmboes Eftf. (recept ikke kendt)
Afrensning (beslag)	Flügger grundrens, ufortyndet

Behandling
Jf. arkitekt/konduktør:

- Fuldstændig, mekanisk afrensning (skrabning, varmluft og slibning)
- Imprægnering med rå koldpresset linolie (omfang ikke defineret)
- Dækmaling 2-3 x Holmboe´s linoliemaling
- Beslag: afrensning med Flügger grundrens (ufortyndet, lagt i spand natten over) + vand
- Rustbeskyttelse: acryl tykfilmmaling

Vedligehold
Ikke generelt vedligeholdt siden 1994. Nogle steder efterbehandlet med træbeskyttelse (art ikke defineret)

Vurdering
Træværk
Tilstand generelt særdeles god. Træet er hård, med ringe opfugtning.
Maling
Udbredt kridtning, nogle steder i en grad, så det ser ud som om nogen har strøget overfladen med en hvidtekost.
Maling generelt fastsiddende.
Kun ringe rustgennemslag. (Formentlig har beslagene oprindeligt været galvaniserede.)

Bemærkninger

- Vinduesistandsættelsen og linoliebehandlingen er gennemført som led i et byøkologisk forsøgs- og demonstrationsprojekt. Resultaterne er nærmere beskrevet i bogen "Vinduesistandsættelse og linoliebehandling", By- og Boligministeriet 2000.
- Behandlingen har bevaret træet godt, hvilket formentlig skyldes at træet er behandlet grundigt, og at der har været særdeles god tørretid. (Arbejdet er udført som beskæftigelsesarbejde og ikke efter en fast tidsplan).
- De anvendte pigmenter er ustabile. Der blev bevidst valgt pigmenter, der var 'mere miljørigtige'.

- Kridtningen blev undersøgt nærmere i forbindelse med afrapportering af projektet. Årsagen er formentlig en kombination af 3-4 faktorer:
  - for tykke malinglag
  - at de pågældende malinglag er påført i januar/februar i for koldt og fugtigt vejr
  - for meget fyldstof (kridt) i malingen
  - evt. er pigmenterne ikke revet tilstrækkeligt fint
  - ovennævnte faktorer får bindemidlet til at nedbryde i stedet for at oxidere
- At der kun i ringe omfang har været rustgennemslag skyldes formentlig en kombination af en oprindelig rustbeskyttende behandling kombineret med en nænsom afrensning, der ikke har ridset beslagene (i modsætning til afrensning med stålbørste og slibning). Malingen er afrenset ved at beslagene er lagt i ufortyndet grundrensemiddel (Flügger) natten over og derefter skyllet og tørret.

Besigtiget
1996, 1997, 1998, 1999 og 2000 (vinduerne er fulgt løbende i forbindelse med udarbejdelse af rapporten "Vinduesistandsættelse og linoliebehandling".

5.1.10 Frilandsmuseet, Lyngby - 6 bygninger

Behandlinger foretaget

Hus nr. 9	ca. 1988
Hus nr. 31	ca. 1993
Hus nr. 32	ca. 1984
Hus nr. 34	ca. 1979
Hus nr. 64	ca. 1994
Hus nr. 70	ca. 1994

Bygning, anvendelse/bygherre
Traditionelle bondehuse fra forskellige egne i Danmark, Frilandsmuseet

Bygningsdel / træart
Oprindelige/ældre, 2-300 år gamle, generelt fyr, hus nr. 31 fra 1600-tallet og muligvis eg. Udlusninger og enkelte nye rammer.

Orientering og eksterne forhold
Alle verdenshjørner, generelt fristående, individuelle forskelle m.h.t. bevoksning etc.

Produkter

Grunding	Linolie
Dækmaling	Malingen fremstilles på stedet af tørpigment der håndrives Som fungicid bruges zinkvitriol i lyse malinger og jernvitriol i mørke malinger, recepter er ikke tilgængelige
Vedligehold	Halvolie bestående af 50% linolie og 50% terpentin.

Behandling
Generel behandlingsanvisning på Frilandsmuseet:
- Afrensning af løs maling med skrabejern og sandpapir
- Grunding med linolie
- 1 x mellemmaling
- 2 x dækmaling
- Beslag: afrenses mekanisk, behandles med blymønje (dispensation) efter behov (ikke nødvendigvis hver gang vinduerne bliver malet), linoliemaling. Monteres i kit.

Vedligehold
Vedligeholdt med halvolie ca. hvert 5. år (generelt vedligehold på Frilandsmuseet)

Vurdering
Træværk
Generelt set sundt træværk. Fugtindhold 10-18%, enkelte højere værdier.
Malebehandling
Generelt set fastsiddende og intakt.

Bemærkninger

- Generelt virker det som om såvel behandling som vedligehold er effektiv.
- De steder, hvor der kan konstateres nedbrudt træ, kan der peges på konstruktive årsager eller lignende.
- Der er ingen voldsom forskel i tilstanden på de ældste og de nyeste behandlinger - skyldes formentlig, at vinduerne passes og vedligeholdes regelmæssigt
- Brugen af blymønje til beslagene er formentlig også en af årsagerne til den gode holdbarhed. Bly er særdeles effektivt som fungicid, og har derfor en beskyttende effekt på de udsatte steder ved beslagenes befæstelser.
- Der er en meget terpentin i den halvolie, der benyttes ved vedligehold. Betydningen af tilsætningen af terpentin er ikke helt klarlagt, men fordelen kan være at man får et tyndere lag, der tørrer hurtigere.
- Frilandsmuseets behandlinger kan ikke umiddelbart anvendes andre steder. Blymønje er giftigt. Erhvervsmæssig brug skal anmeldes til Arbejdstilsynet, der kun giver tilladelse i særlige tilfælde (fx til originale beslag på fredede bygninger). Terpentin skal undgås af hensyn til såvel arbejdsmiljøet som det omgivende miljø - og især i de mængder.
- Ikke alle pigmenter er stabile, hvilket bl.a. ses på de grønne vinduer på hus 34 (farve varierer fra grøn til turkis).
- I modsætning til de øvrige besigtigede steder er det ikke opgaven på Frilandsmuseet at holde træværket "pænt". Træværket her skal beskyttes og bevares på en historisk korrekt måde, men skal i øvrigt se ud som træværk oprindeligt har set ud på bygningerne.

Besigtigelse foretaget

12.05.99, 14.05.99 og 29.06

6 Konklusioner

Nogle af de undersøgte behandlinger viste sig at være overordentligt holdbare - andre absolut ikke. Nogle steder havde træet det vældigt godt, selv om malingfilmen ikke så godt ud. Til gengæld stødte vi ikke på det omvendte tilfælde - at træet har det dårligt under en næsten intakt malingfilm - noget man kan komme ud for med fx akrylplastmalinger.

Årsagerne til forskellene ligger overvejende i to forhold: produkterne og udførelsen og i samspillet mellem de to - herunder også forbrugernes mulighed for at vælge de rigtige produkter og bruge dem på den rigtige måde.

Generelt er der en række forhold, der gør at linoliebehandling ikke har fået større anvendelse udenfor restaureringsbyggeriet. Det handler dels om byggebranchen, men også om linoliens egenskaber.

6.1 Produkter og producenter

Linolie og linoliemaling er ikke entydige produkter. Der findes vældigt gode produkter på markedet, men der findes også dårlige - og det kan være svært at vurdere hvad der er hvad før skaderne er sket. At vælge et produkt bygger i høj grad på tillid, mere end på facts og dokumentation. Det skyldes bl.a. at det reelle erfaringsgrundlag som tidligere nævnt er begrænset, så man ikke blot kan vælge produkter, der har bevist deres funktion i praksis.

For produkter til udendørs brug bør leverandøren kunne dokumentere produktets holdbarhed og egenskaber. Det kan ske ved at udføre en udendørs eksponering af malede paneler.2

6.1.1 Ingen standarder for tekniske datablade

Et teknisk datablad beskriver, hvad en malevare indeholder, dens egenskaber og hvordan den skal anvendes.

Beder man om tekniske datablade hos danske producenter og forhandlere af linolie får man alt lige fra meget grundige og informative beskrivelser til rene reklamebrochurer.

Udarbejdelse af en standardiseret form for tekniske datablade ville give et væsentligt bedre grundlag for både tekniske rådgivere, professionelle malere og forbrugere.

---

2 Denne test kan med fordel udføres ifølge DS/EN 927, der er en europæisk standard for test af malede overfladers vejrbestandighed. En anden mulighed er at udføre en accelereret test, hvor man med fordel kan anvende en QUV, der simulerer sollys og påfører vand. Her kan de amerikanske standarder ASTM G-53/ASTM G-151 anvendes. Hvis producenten ikke kan udføre disse test selv, så kan bl.a. Teknologisk Institut og By og Byg udføre tests af overfladebehandlinger.

Indtil da kan man jo altid spørge efter oplysningerne, hvis de ikke findes på databladet.

6.1.2 Ikke alle har den fornødne professionelle baggrund

Store dele af den professionelle farve/lak-branche afskrev linolien for mange år siden. At den igen er kommet frem i lyset skyldes i høj grad restaureringsfolkene og græsrødderne indenfor det miljørigtige byggeri.

Men det betyder også, at producenterne i høj grad findes udenfor den traditionelle farve/lak-branche med alt hvad det indebærer, både af fordele, men også af manglende faglig basis på nogle områder.

Et par af de uheldige problemstillinger vi stødte på er følgende:

- *manglende afprøvning af produkter inden de sendes på markedet*
  - dvs. at fejl først viser sig når produkterne anvendes af kunderne; produkter bør være testet enten med accelereret ældning eller udendørs eksponering

- *manglende produktionsprøver*
  - normalt gemmer producenten prøver af produktionen, så det ved eventuelle fejl er muligt at undersøge prøverne som led i en udredning af årsagerne

- *ukendskab til elementær kemi*
  - som fx at lancere borholdige produkter (bor er et fungicid) som helt uskadelige og nærmest spiselige, på trods af at bor er mistænkt for bl.a. at give fosterskader og er på listen over stoffer, der bør udfases;
  - eller at markedsføre en fortynder (!) til linoliemaling, som fordamper langsommere end linoliemalingen tørrer

- *indhold af sundhedsskadelige stoffer*
  - især organiske opløsningsmidler som terpentin, som nogle produkter indeholder i større eller mindre omfang - hvilket som regel er unødvendigt

- *manglende dokumentation for produkter, der sælges i tilknytning til linolie*
  - som fx citruskerneolie, der af nogle producenter blev lanceret som et naturligt og uskadeligt svampedræbende middel, uden dokumentation for effekten, og uden at man i alle tilfælde har gjort opmærksom på de sundhedsskadelige effekter

- *manglende kvalitetssikring og ensartethed i produktionen*
  - dvs. at produkter fra samme producent, der burde være ens, har varierende egenskaber og kvalitet fra produktion til produktion

- *for meget eller forkert fyldstof*
  - fyldstof tilsættes dels for at gøre malingen fyldigere (hvilket vil sige, at viskositeten øges for at gøre påføringen nemmere), og dels for at gøre den billigere - men ellers har det ingen funktion; i det tidligere nævnte eksempel med tilsætning af fortynder så skyldtes behovet for fortynder, at der var tilsat for meget fyldstof!

- kridt anvendes ofte som fyldstof, men efterhånden som linolien nedbrydes vil det blive synligt som *kridtning*, dvs. at overfladen bliver mat og efterhånden får et hvidt slør, og samtidig bliver den mere modtagelig for fugt; dette ses især tydeligt på mørke malingflader

Vi kan også have en mistanke om, at pigmenterne i nogle produkter ikke er revet tilstrækkelig fint nok, hvilket gør malingen mindre fugtbestandig. Det har vi dog ikke haft mulighed for at undersøge.

De traditionelle malevareproducenter, der fremstiller linolieprodukter, er heller ikke helt fri for fejl. Bl.a. tyder svenske undersøgelser på, at nogle af produkterne ikke indeholder voldsomt meget linolie!

Vi er ikke ude på at hænge hele branchen ud, og det er også vores indtryk at den er blevet bedre i løbet af de år, vi har arbejdet med linolie. På den anden side: vi har mødt fejl, som aldrig burde have været opstået - produkter der aldrig skulle have været sendt på markedet. Og det er sket på trods af, at de undersøgte overfladebehandlinger talmæssigt er begrænsede, og at det er projekter der alle har haft tilknyttet professionel teknisk rådgivning.

Man kan diskutere, om linoliebranchen skal have en højere moral eller etik end den traditionelle farve/lak-branche. Det kommer også til en vis grad an på synsvinklen. Men hvis linoliebranchen vil fremstille sig selv som det miljørigtige alternativ, så må det vel også slå igennem i en høj moral, etik og faglig bevidsthed.

Dårlig markedsføring, svingende kvalitet og produktfejl er med til at ødelægge tilliden til økologiske byggematerialer i almindelighed og linolie i særdeleshed, og det skader i høj grad de seriøse producenter. De kan imødegå det ved at sikre en høj grad af kvalitetssikring og dokumentation for deres produkter, og ved at følge overfladebehandlinger, hvor deres produkter er anvendt. Det svenske foretagende Fönster Hantverk, som både istandsætter vinduer og uddanner vindueshåndværkere, fremstiller også linolieprodukter. De har gennem de sidste 15 år fulgt alle deres projekter, og har derfor et særdeles godt grundlag for at vurdere, hvad der fungerer i deres metode og deres produkter, og hvad der kan forbedres.

6.1.3 Vi ved for lidt om årsagssammenhænge

Selv om man efterhånden ved meget om linolie, har vi ikke afluret alle dens hemmeligheder endnu.

En af årsagerne til, at produkter, der burde være ens opfører sig forskelligt, kan være forskellige biologiske forhold omkring dyrkningen, forskellige pressemetoder samt uensartet efterbehandling (lagring, klaring, varmebehandling).

6.1.3.1 Planteforædling

Mange i branchen har erfaret, at linolie kan have forskellige egenskaber, alt efter hvilken landmand den kommer fra. Vi ved, at linolien skal være ordentligt moden inden den høstes, for at give en god kvalitet olie. Nogle mener, at hør dyrket i et koldere klima giver bedre linolie end hør dyrket sydpå. Men betyder hørsorten også noget, og hvad med jordbundsforhold,

næringsstoffer osv.? Og hvad med gulning - har dyrkningsforhold og sorter nogen betydning her?

Der ligger et potentiale i at få undersøgt årsagssammenhængene, og i at forædle hørplanterne - og måske endda få udviklet en plante, hvorfra man optimalt kan udvinde både olie og fibre (i dag ligger det ideelle høsttidspunkt for fiberudvinding før det ideelle høstidspunkt for frø til olieudvinding).

6.1.3.2 Raffinering og efterbehandling

Det har været god latin at linolie skulle være rå og koldpresset - men det holder nok ikke! Meget tyder på, at en vis varmebehandling forbedrer linoliens egenskaber: den tørrer hurtigere, den fungerer bedre som træbeskyttelse og giver færre indeklimaproblemer ved anvendelse indendørs. (Se afsnittet om linolies egenskaber.)

Men præcis hvad det er der sker og hvorfor ved vi ikke. Det ville være nyttigt med en mere tilbundsgående klarlægning af årsagssammenhængene, og af hvordan man gennem efterbehandling optimerer oliens egenskaber i forhold til dens specifikke anvendelse.

6.1.4 Der mangler produktudvikling

Linoliebranchens produkter er generelt set "gammeldags" - og nogle fremhæver det endda som en dyd! Men traditionel linoliemaling lever ikke op til påføringsegenskaber og udfaldskrav, som mange forbrugere stiller til en moderne maling. Den tørrer langsomt, den kan rynke, man skal vide 'hvordan' når man arbejder med den (og det er der også mange professionelle malere der ikke ved), og den gulner og kridter med alderen. Så kan det godt være at den beskytter træet godt, men de andre faktorer er også vigtige parametre, når der skal vælges maling.

Nogle af løsningerne på linoliemalingens problemer ligger i mere viden - men meget ligger også i produktudvikling. Emulsionsmalinger er en mulighed, tilsætning af andre olier en anden. Andre olier har andre egenskaber end linolie: nogle tørrer hurtigt, andre får en hård overflade, nogle øger indtrængningsevnen osv. Man kunne ønske sig et samarbejde mellem linoliebranchen og forskere med speciale på disse områder.

6.1.5 Linolie kan ikke klare hvad som helst!

Selv om vi klart mener, at linolie har et potentiale, så kan det ikke klare alt, og det er ikke uden konkurrence.

Undervejs i projektforløbet er vi flere gange blevet ringet op af fortvivlede mennesker, der oplever at malingen skaller af deres træværk efter få år, og tror at linolie er det entydige svar. Eller som tror at linolie uden fungicid kan klare beskyttelsen af træ i et meget fugtbelastet miljø.

Men linolie får ikke træet til at gro ind i himlen. Heller ikke linoliemaling holder på vinduer, der har konstruktive fejl, hvor forseglingen mellem glas og træ ikke er intakt og som ikke er ordentlig forbehandlet inden malingen

påføres. Og vi vil heller ikke love at linolieprodukter kan få træ til at holde i en konstant luftfugtighed på 90%.

Selv om produktkvaliteten er vigtig, så kan selv det bedste produkt ikke holde, hvis konstruktionen og udførelsen ikke er i orden.

6.2 Udførelsen

Hvis vi forudsætter at produktkvaliteten er i orden, er der en række andre faktorer som har betydning for om træværket og behandlingen holder.

6.2.1 Trækvalitet

Træets kvalitet skal være i orden. Linolie kan ikke rette op på rådskader eller på alvorligt udpint og udtørret træ med store revnedannelser, eller på træ af dårlig kvalitet (splintved, med stor afstand mellem årringene).

6.2.2 Grundingen er det vigtigste

Grundingen er formentlig den enkeltfaktor, der har størst betydning. Det er først og fremmest grundingen, der skal beskytte træet mod fugt, ikke dækmalingen. Dens primære funktion er at beskytte mod lyset nedbrydning, samt selvfølgelig at give en pæn overflade. Er grundingen ordentligt udført, betyder det mindre hvilken type dækmaling der anvendes.

Linoliegrundingen fylder porerne i træets øverste lag, og tørrer til et fast stof, linoxyn. I tørringsprocessen udvider olien sig, og kan derfor tætne mikroskopiske smårevner i træet. Meget tyder på, at en varmebehandlet olie har bedre egenskaber. (Se afsnittet om linolies egenskaber)

6.2.3 Fugt, vejr og temperatur

Det er væsentligt, at træet er tørt inden grundingsolien påføres (fugt max. 12-15%). Er træet fugtigt, vil olien ikke tørre og hæfte ordentligt. Det kan være en af årsagerne til, at nogle af de vurderede behandlinger er afskallet.

Er vejret for koldt eller fugtigt hærder bindemidlet (linolien) ikke ordentligt, men vil i stedet starte nedbrydningsprocessen. Det er formentlig den ene af årsagerne til, at malingen på Øksnehallen har en udtalt kridtning (i kombination med for meget kridt som fyldstof i malingen og for tykke lag).

Er vejret for varmt, eller udsættes det nymalede træværk for direkte sol, vil overfladen hærde for hurtigt. Det medfører en dårligere hærdning af den underliggende maling, og en risiko for at malingfilmen ødelægges ved gnidning. Det kan føre til en rynket malingfilm.

6.2.4 Tynde lag og god tid til gennemtørring

Ovennævnte tendenser forstærkes, hvis lagtykkelsen er for stor. Det er vigtigt, at linolie og linoliemaling påføres i tynde lag, og at de enkelte lag får lov at gennemtørre inden påføring af det næste.

6.2.5 Lidt fungicid de rigtige steder

Hvilke fungicider der skal anvendes ligger uden for dette projekts rammer. Vi har dog den generelle opfattelse, at alle virksomme fungicider har såvel ønskede som uønskede effekter. Vi foretrækker at anvende fungicider, som er veldokumenterede og hvor man kender både fordele og risici - og det er de samme produkter, som også findes i andre træbeskyttelsesmidler.

Man skelnder mellem to typer fungicid: mod trænedbrydende svamp og mod misfarvende svampe (mug og skimmel). Produkter med midler mod trænedbrydende svampe skal godkendes af Miljøstyrelsen. Denne godkendelse kræver meget omfattende dokumentation og er derfor meget bekostelig. Så vidt vides findes der ikke linolieprodukter på det danske marked, der indeholder fungicider mod trænedbrydende svampe.

Fungicid mod misfarvende svamp tilsættes de fleste typer malevarer til udendørs brug. Hvis der på et produkt blot står "tilsat fungicid", vil det være denne type.

Det har ikke i de undersøgte behandlinger været muligt i alle tilfælde at få klarlagt, om træværket ud over linolieprodukterne også har været behandlet med en grundingsolie mod trænedbrydende svamp.

Det er formentlig sådan, at træværk behandlet med fungicid mod trænedbrydende svamp bedre kan klare en forkert udførelse i øvrigt end træ der ikke har fået en sådan behandling. Omvendt vil en korrekt udført behandling, hvor grundingen er udført ordentligt, efter al sandsynlighed kunne yde tilstrækkelig beskyttelse. Fugtprocenten bliver ikke så høj, at der udvikles råd og svamp. Det er dog vigtigt, at behandlingen (grundingen) vedligeholdes. Linolieprodukterne skal tilsættes fungicid mod mug og skimmel for at hindre begroning på malingen.

Der ligger et potentiale i at begrænse anvendelsen af fungicid mod trænedbrydende svamp til de steder, hvor det er nødvendigt, i stedet for at behandle alt træværk (som man fx gør ved vacuumimprægnering). Det er stort set altid muligt at forudsige, hvor på træværk eller i en trækonstruktion der er risiko for råd. Men på 90% af træværket er risikoen for råd begrænset.

Derudover kan det være fornuftigt at anvende et fungicid mod misfarvende svamp i dækmalingen for at hindre begroninger, specielt på områder der overvejende er i skygge.

6.2.6 Konstruktionen skal være i orden

Hvis der er konstruktive fejl eller mangler, eller hvis træværket befinder sig i et alt for aggressivt miljø, er der ikke ret mange træbeskyttelsesmidler, der kan holde.

6.3 Linoliemaling og det moderne byggeri

Linoliebehandling er ikke særligt udbredt i det professionelt udførte renoveringsbyggeri. Det lykkedes kun at finde et enkelt eksempel, hvor linoliebehandling var brugt på en ganske almindelig etageejendom. Bortset fra en privatbolig lå alle de øvrige eksempler i kategorien "restaurering".

Det er nok ikke noget tilfælde. Der er en række årsager til, at linoliemaling ikke i særlig udbredt grad anvendes i det almindelige, rationelle renoveringsbyggeri.

Der er givet kommet flere "almindelige" renoveringsbyggerier med linoliemaling i løbet af de sidste 5 år, men tendensen er stadig den samme. Og til nybyggeriet har der os bekendt ikke været en egentlig produktion af linoliebehandlede vinduer før de sidste 2-3 år. Vi har ikke undersøgt, i hvilket omfang de anvendes i nybyggeriet i dag.

6.3.1 Linoliemaling er svær at bruge for ukyndige

Ukyndige er i denne forbindelse ikke kun gør-det-selv-folk, men også de generationer af malere, der er udlært på tidspunkter hvor linolie slet ikke blev brugt til malevarer - og det er størstedelen af de malersvende og malermestre, der arbejder i de danske malerfirmaer i dag.

Derfor vil de fleste malere også fraråde brugen af linoliemaling (og hvis bygherren eller rådgiveren insisterer vil mange af dem tage sig betalt for det, og det er vel også meget forståeligt! Men så bliver linolie i hvert fald ikke konkurrencedygtig.)

En af konklusionerne i rapporten "Vinduesistandsættelse og linoliebehandling" var, at linoliebehandling formentlig holder dårligere end andre alternativer, hvis den ikke udføres korrekt.

6.3.2 Linoliemaling egner sig ikke ovenpå andre malebehandlinger

(men andre malebehandlinger kan ofte bruges på en tør linoliegrunding)

Linoliemaling egner sig kun på bart træ eller på tidligere linoliebehandlede overflader- og dem er der kun et begrænset antal af. Og de fleste linoliemalede træbeklædninger findes i restaureringsejendommene.

Akryl- og alkydmalinger er det der findes på de fleste vinduer, og de skal renses i bund før de kan linoliebehandles. Det er dyrt og i mange tilfælde helt unødvendigt.

Hverken miljøet eller økonomien taler for, at en stort set intakt malebehandling skal renses af og erstattes med linoliebehandling, hvis den kun skaller på udsatte (fugtbelastede) områder.

6.3.3 Linoliemaling passer ikke ind i logistikken på en moderne byggeplads

Et moderne rationelt renoveringsbyggeri - med flere entrepriser, stramme tidsplaner og en økonomi uden særligt meget elastik - går ikke særligt godt i spænd med linoliebehandling. Det er især disse forhold der byder på problemer:

- den lange tørretid
- linoliemalingens følsomhed over for støv og berøring indtil den er gennemtør
- at det er svært på forhånd at angive et bestemt antal lag eller strygninger
- at produkterne ikke altid opfører sig ens
- afhængigheden af vejret
- Murphys lov (det der kan gå galt går galt!) - der er for mange fejlmuligheder

6.3.4 Linoliemaling passer ikke til de udfaldskrav, som mange stiller til en moderne maling

Det er meget få behandlinger, der ikke udviser rynkedannelser, selv om det ikke behøver at være udtalt. Og linoliemaling har generelt en blødere overflade, den gulner (hvid maling), kridter og er mere modtagelig for skidt.

Frem for alt er vedligeholdelsen af den ikke almindelig kendt viden. Derfor egner den sig ikke på steder, hvor der ikke er fuldstændig styr på vedligeholdelsen.

Med i den samlede vurdering hører også, at linoliemalingens konkurrenter - de 'traditionelle' træbeskyttelsesmidler og vinduesmalinger - er væsentlig bedre i dag end for blot 10-15 år siden.

6.3.5 Malingsystemer og produktansvar

Det bliver ikke nemmere af, at nogle linolieprodukter måske er velegnede til visse dele af maleprocessen, men at de alligevel ikke kan anvendes fordi de ikke hænger sammen i et *malingsystem* (se senere).

Man kan ikke uden videre anvende grundingsolie fra én producent sammen med dækmaling fra en anden. De fleste producenter stiller som betingelse for deres produktansvar, at man har anvendt deres produkter efter deres anvisninger, og de indebærer bl.a. at deres dækmaling anvendes ovenpå deres grundingsolie og vice versa. Det er forståeligt, at en producent ikke vil tage ansvaret for andre produkters indvirkning. Det betyder heller ikke at producenten er uden ansvar, men det kan være svært at løfte bevisbyrden m.h.t. fejlens årsag hvis man ikke har fulgt anvisningerne.

Formentlig kunne man med fordel anvende en 'moderne vinduesmaling' som dækmaling ovenpå en god linoliegrunding - kompromiset mellem linoliens gode træbeskyttelse og den moderne malings udseende og egenskaber. Men det to produkter findes ikke i ét malingsystem, og behandlingen er ikke dokumenteret.

Foreskriver man alligevel en sådan behandling, vil både producent og entreprenør tage forbehold over for ansvaret - og det stiller både rådgiveren og bygherren dårligt, hvis der viser sig fejl. Fx hvis dækmalingen påføres inden grundingen er tør. Så er det rådgiveren og bygherren der skal bevise, at fejlen ligger hos entreprenøren, og det kan være næsten umuligt.

6.4 Har linolie en fremtid?

Helt klart: JA!

Alene ud fra den betragtning, at alle bestræbelser omkring en mere bæredygtig udvikling går i retning af at erstatte produkter fremstillet af begrænsede ressourcer med produkter fremstillet af fornyelige ressourcer. Samtidig er der også en forventning om, at energiforbruget - og dermed CO_2-belastningen - vil være mindre, og også kunne nedbringes yderligere.

Det er vores opfattelse, at linolie har et klart potentiale som træbeskyttelses-middel, selv om der ikke er fuld klarhed over alle årsagssammenhængene omkring hvorfor og hvordan det virker. Hvis det lykkes at få klarlagt dem, og dermed også at få optimeret effekten, kan det vise sig at blive et væsentligt gennembrud for byggeriet!

Med et virkeligt effektiv træbeskyttelsesmiddel vil anvendelsen af træ i byggeriet kunne øges på bekostning af andre materialer - og træ har flere fordele i forhold til fx sten, metal og plast: det er en fornyelig ressource, det har et begrænset energiforbrug i produktionen og en positiv effekt på CO_2-balancen.

6.5 Har linolie en nutid?

JA. ….. Nogle produkter har, til nogle anvendelser - hvis produkterne er i orden og dem der bruger dem ved, hvad de har med at gøre!

Der skal dog ske en produktudvikling, som ikke behøver ligge ret langt ude i fremtiden:

- et malingsystem med en linoliegrunder - optimeret, let varmebehandlet, med en kort tørretid - kombineret med en dækmaling med moderne egenskaber, som kan bruges ovenpå eksisterende behandlinger med akryl og alkyd
- en afprøvning af nye industrielt fremstillede linoliebehandlede vinduer og en beregning af totaløkonomien i forhold til traditionelle DVC-mærkede vinduer

Med det første ville man få et produkt, der egner sig til store dele af renoveringsbyggeriet og den almindelige drift og vedligehold; med det andet - hvis det vel at mærke viser sig at kvaliteten holder og totaløkonomien er god - et virkeligt konkurrencedygtigt produkt til nybyggeriet.

7 Leksikon

Additiver Fællesbetegnelse for stoffer der tilsættes malevarer i meget små mængder (typisk 1-2 %), men som har en stor virkning. I linoliemaling er de hyppigst anvendte additiver *sikkativer* (tørrelse), *fungicider* (svampehindrende middel) og konserveringsmidler.

Afgasning Ved hærdning af linolie vil det ofte ske, at fedtsyren deles i to ved dobbeltbindingen. Derved opstår der små molekyler der kan optræde som alkoholer, aldehyder, ketoner og syrer – afhængig af hvor meget ilt de optager. Molekylerne kan fordampe til den omgivende luft. Fordampning af disse stoffer er én af årsagerne til, at vægtkurven for linolie falder lidt efter hærdningen. Aldehyder og ketoner er særlig mistænkte for at give anledning til indeklimaproblemer, men der foreligger endnu ikke undersøgelser, der kortlægger problemet til bunds.

De stoffer der afgasser fra ren linolie, er de samme som optræder ved afgasning fra andre planteolier – som fx når man steger i madolie.

Agglomerering Når flere partikler sætter sig sammen til en klump. Ved maling er det primært pigmenterne, der kan være agglomererede. Det medfører nedsat dækkeevne og vejrbestandighed. *Rivning* har bl.a. til formål at skille partiklerne hvis de er klumpet sammen. Til forskel fra *flokkulering* er der fanget luft imellem partiklerne, når de er agglomererede.

Aldehyder En gruppe af stoffer, der dannes – i større eller mindre omfang – under hærdning af linolie. De fleste aldehyder er sundhedskadelige og generende i store koncentrationer. (Det er fx aldehyder der bærer en stor del af ansvaret for tømmermænd.) Små koncentrationer af aldehyder findes stort set overalt. Se også *afgasning.*

Antioxidanter Stoffer der forhindrer *oxidation (iltning).* I forbindelse med *vegetabilsk* olie er E-vitamin den vigtigste antioxidant.

Atamon Handelsnavn for natrimbenzoat, anvendes som konserveringsmiddel til syltetøj. Atamon anbefales af flere som konservering til emulsionsfarver og som tilsætning til linolie i stedet for fungicid. Så vidt vides er der ikke dokumentation for stoffets effekt i forbindelse med maling. Atamon er desuden vandopløseligt og derfor ikke opløseligt i olie. Det vil formentlig hurtigt blive udvasket, hvis det anvendes i maling til udvendig brug.

Befugtning En væskes evne til at fordele sig på et underlag eller partikler (pigmenter) og trænge ned i ujævnheder. Befugtning er en forudsætning for, at malingen kan hæfte på underlaget.

Bindemiddel Det materiale, der binder en maling sammen og som sørger for vedhæftning til underlaget. I linoliemaling er linolien bindemiddel.

Blyhvidt Hvidt pigment. Blyhvidt blev anvendt som eneste pigment i hvide malinger frem til ca. år 1900 og som tilsætning til zinkhvidt frem til 1960. Blyhvidt har en række gode egenskaber: det er et særdeles effektivt fungicid, og det giver en

hurtig hærdning af linolien – men det er meget giftigt og derfor forbudt. Ved afrensning af maling fra før 1960 bør man teste, om den indeholder bly (gør-det-selv test kan købes hos Maler BST). Indeholder malingen blyhvidt, skal arbejdet anmeldes til Arbejdstilsynet.

Det støv, der opstår ved afrensningen, udgør en sundheds- og miljørisiko. Derfor må man ikke spise, drikke eller ryge dér hvor arbejdet foregår, og man skal vaske hænder inden man spiser, drikker eller ryger. Støv og afrenset maling skal så vidt muligt opsamles og behandles som miljøfarligt affald. Desuden bør man vælge en afrensningsmetode der støver mindst muligt. Hvis malingen er fastsiddende, gør den mindst skade når den bliver siddende på træet.

Blæst linolie Linolie der er *varmebehandlet* under indblæsning af luft (ilt). Det giver en mere tyktflydende olie, der tørrer hurtigere.

Brydningsindeks Et pigments *brydningsindeks* fortæller hvor godt det dækker. For at en maling kan dække skal pigmentets brydningsindeks være højere end bindemidlets brydningsindeks. Jo større forskellen er, jo bedre dækker malingen.

Coatning Når pigmenter påføres et tyndt lag af andre stoffer for at forbedre overfladens egenskaber. I linoliemalinger benyttes metoden særligt ved titandioxid for at hindre kridtning.

Diffusion Når væske eller damp trænger igennem et materiale. Diffusionstæthed måles i Z-værdier. Jo højere værdi, jo mindre gennemtrængelighed. Z-værdien afhænger af lagtykkelsen, et tykkere lag giver højere Z-værdi og dermed mindre gennemtrængelighed. Linoliemaling har en Z-værdi på 5-9 hvilket ligger imellem diffusionsåben og diffusionslukket, og er sammenligneligt med alkydmaling.

Dispergering At sprede pigmentpartiklerne og holde dem flydende i bindemidlet. I modsætning til *rivning* findeles pigmentpartiklerne ikke yderligere. Ved hjælp af et grindometer kan man undersøge, hvor godt en maling er dispergeret, dvs. hvor fint fordelt pigmentet er. For at holde pigmentpartiklerne flydende er det som regel nødvendigt at tilsætte additiver.

Dobbeltbinding En kemisk binding, der er *ustabil*. I en enkeltbinding deles to atomer om to elektroner; i en dobbeltbinding deles to atomer om fire elektroner. Da elektronerne frastøder hinanden, vil et atom 'hellere have' to enkeltbindinger end én dobbeltbinding. Derfor vil atomer med dobbeltbindinger være tilbøjelige til at binde sig til andre atomer.

En fedtsyre med dobbeltbindinger kaldes umættet. Det er dobbeltbindingerne, der gør det muligt for linolie at hærde, fordi de vil optage iltatomer på de ledige pladser. Mættede fedtstoffer uden dobbeltbindinger kan ikke hærde.

Dækkeeevne En malings evne til at dække underlagets farve afhænger af pigmentets *brydningsindeks*, af pigmentpartiklernes størrelse og koncentration samt af bindemidlet og af om der er luft imellem pigmentpartiklerne. En god dækkeevne med en høj koncentration af pigmenter kan betyde, at malingens træbeskyttende egenskaber bliver dårligere, fordi bindemidlet ikke dækker pigmentkornene helt, så malingen bliver porøs. Se også *pigmentvolumenkoncentration*.

Ekstraktion En metode til udvinding af planteolie, der er grundlæggende anderledes end *presning.* Frøene knuses og tilsættes opløsningsmiddel, der opløser frøenes olieindhold. Når frøresterne fjernes og opløsningsmidlet destilleres fra, bliver olien tilbage. Det er dén udvindingsmetode der giver det højeste olieudbytte, men også flest *urenheder* i olien. Det er derfor som regel nødvendigt med en kemisk raffinering af olien, for at opnå en tilfredsstillende kvalitet. Linolie uden særlige kvalitetsbetegnelser vil ofte være ekstraheret.

Emulsion En blanding af to væsker, der ikke kan opløses i hinanden – fx olie og vand. Den ene væske er fordelt i den anden som mikroskopiske dråber. For at undgå at emulsionen skiller, må der tilsættes en emulgator (fx sæbe) eller et fortykningsmiddel (fx tapetklister). Emulsioner med linolie bruges ofte som bindemiddel i malinger. Da man kan lave uendeligt mange forskellige emulsioner, er det umuligt at sige noget generelt om deres egenskaber. I kunstmaleriet kaldes emulsioner temperafarver, mens de traditionelle emulsionsmalinger til bygninger ofte betegnes kompositionsmaling eller slamfarver.

E-vitamin Alfa-tocoferol - en fedtopløselig *antioxidant,* der findes i de fleste vegetabilske olier. E-vitaminet forsinker oliens harskning og hærdning.

Fed maling Maling med et højt *olieindhold,* der er ikke nogen bestemt grænse for hvor meget olie der skal være i for at den kaldes fed, da det afhænger meget af pigmentet. Det har ikke noget at gøre med om malingen er tyktflydende, faktisk vil en fed maling ofte være ret tyndtflydende. En fed maling efterlader en halvblank, ikke sugende film, og bruges som dækmaling.

Fedtsyre Bestanddel af olier. Fedtsyrer består af en lang kulstofkæde, typisk indeholdende 10-20 kulstofatomer samt en syregruppe. Fedtsyrer kan være mættede, umættede eller fler(poly)umættede. De mættede indeholder ingen *dobbeltbindinger*, de umættede indeholder én dobbeltbinding, og de flerumættede indeholder to eller flere dobbeltbindinger.

Fernis Linolie tilsat sikkativ, som regel også varmebehandlet. Der er lidt forvirring om betegnelsen, hvilket skyldes at det tidligere kun var muligt at tilsætte sikkativer ved varmebehandling.

Flokkulering Når pigmentpartikler samler sig efter rivning. Til forskel fra *agglomerering* er der ikke fanget luft mellem partiklerne. Tidligere tilstræbte man en vis flokkulering, fordi det kunne gøre evt. bundfald lettere at røre op igen. I dag har man har fundet andre metoder til at opnå de samme fordele, og søger derfor at undgå flokkulering. Flokkuleringen kan ændre farven på malinger med flere forskellige slags pigmenter.

Formaldehyd Den mindste og mest sundhedsskadelige *aldehyd.* Der har været mistanke om, at hærdende linolie afgiver formaldehyd. Målinger tyder på at ren linolie kun danner formaldehyd i ubetydelige mængder. Nogle malinger har været tilsat formaldehydholdigt (eller -dannende) konserveringsmiddel, hvilket har været årsag til afgasninger. Formaldehyd findes i små mængder overalt, men bør undgås som tilsætningsstof. Se også *afgasning* og *aldehyder.*

Forsæbning Estre (fx triglycerider, som linolie består af) kan danne sæber sammen med baser. (Bl.a. derfor skal man undgå at rengøre linoliemalede overflader med brun sæbe, der er basisk.) Sæberne forbedrer som regel kontakten mellem pigment og bindemiddel, men kan nedsætte vejrbestandigheden. Nogle sæber

er vandopløselige, hvilket gør malingen porøs når de med tiden udvaskes. Andre er så sprøde, at de kan få malingen til at krakelere. Visse pigmenter, bl.a. zinkhvidt, danner sæber sammen med linolie.

Frie fedtsyrer Fedtsyrer, der ikke er bundet til glycerol. Højt indhold af frie fedtsyrer i en planteolie til levnedsmiddelbrug betragtes ofte som et tegn på dårlig kvalitet. Det er dog ikke givet, at det har betydning for olie til malevarer.

Fungicid Svampedræbende middel. Man skelner mellem midler mod trænedbrydende svamp (fx hussvamp og rådsvampe) og mod misfarvende svampe (skimmel og blåsplint). Til beskyttelse mod træødelæggende svamp benyttes i dag IPBC i kombination med enten Tebuconazole eller Propyconazole. Det kan både bruges til imprægnering og påstrygning. Miljøstyrelsen har i øjeblikket ikke indvendinger mod brug af disse stoffer. Borforbindelser bliver benyttet en del, men der er betænkeligheder ved stoffet, da det har vist sig at være sundhedsskadeligt.

Citric (grapefrugtkerneolie) foreslås fra nogle sider anvendt som et naturligt fungicid. Det er usikkert om det er effektivt mod træødelæggende svampe. Desuden er det mistænkt for at være allergifremkaldende, og det indeholder flygtige forbindelser (organiske opløsningsmidler).

Jernvitriol og zinkvitriol har traditionelt været brugt som tilsætning til maling og kalk. Virkningen er ikke fuldt ud dokumenteret og beskrevet – formentlig har de en vis effekt, men skal anvendes i store mængder førend virkningen er optimal. Store koncentrationer af tilsætningsstoffer kan på andre områder berøre malingens egenskaber. Stoffet tributyltin har også været anvendt, men er blevet forbudt for nylig.

Generelt må man nok konkludere, at der ikke findes effektive fungicider, der ikke også har uønskede effekter – det der i én sammenhæng er en ønsket effekt kan være uønsket på andre områder.

Fungicider baseret på naturprodukter er ikke pr. definition mindre miljøskadelige end de kendte stoffer, og generelt bør man undgå at anvende stoffer, hvis virkning og miljøeffekt ikke er kendt og dokumenteret. Bestræbelserne bør rettes mod at begrænse anvendelsen til det absolut nødvendige – der er fx ingen grund til at behandle et helt plankeværk med fungicid, når skaderne typisk opstår i bunden.

Fyldstof Materiale, der ligesom pigmenterne består af partikler, men som i modsætning til pigmenterne ikke bidrager til malingens dækkeevne eller farve. I linolie er kridt det mest almindelige fyldstof, men gips, silikater m.v. kan også bruges. Fyldstof tilsættes for at gøre malingen billigere og evt. mere tyktflydende eller mat. Et for højt indhold af fyldstof kan være med til at nedsætte malingens træbeskyttende egenskaber.

Gulning Linolie gulner ved hærdning. Det skyldes linolensyrens oxidationsprodukt, der er brunligt. UV-lys modvirker processen og kan også blege en gulning, der er opstået p.g.a. manglende UV-lys. Der findes forskellige metoder til at blege olien, men det er usikkert om virkningen er vedvarende. Gulning er mest synlig ved hvide malinger, men kan mindskes optisk ved at 'brække' malingen med en smule sort eller blåt. Gulning ses også, når hvidmalede overflader vedligeholdes ved strygning med upigmenteret linolie.

Harskning Når fedt/olie oxiderer uden at *polymerisere* (Bailey, 1945), hvorved der fraspaltes forskellige ildelugtende stoffer. Jo mere umættet olien er, jo større tendens vil den have til at harske. Formentlig giver et højt indhold af oliesyre den værste lugt (Bailey,1945).

Hærdning Når et flydende produkt omdannes til et fast materiale ved en kemisk reaktion, modsat tørring ved fordampning. Ved hærdning forbinder molekylerne sig med hinanden, evt. med et andet stof som bindeled. Linolie hærder ved at optage ilt.

Hør(frø)olie Linolie til levnedsmiddelbrug kaldes hør(frø)olie.

Iodtal Et udtryk for, hvor mange *dobbeltbindinger* der er i en olie. Antallet af dobbeltbindinger giver en idé om, hvor hurtigt olien hærder, men det er ikke entydigt. Fx har en kogt linolie et lavere iodtal end en rå, men den kogte hærder hurtigere. Olier med *konjugerede dobbeltbindinger* vil hærde væsentlig hurtigere end iodtallet giver udtryk for.

Kerneved / kernetræ Den inderste del af træstammen. Kerneveddet er i modsætning til *splintveddet* ikke vandførende. Det har et højere harpiksindhold og er derfor mere vejrbestandigt.

Kinesisk træolie Olie presset af frø fra træer af Euphorbiacaeae-familien. Kinesisk træolie har et højt indhold af *konjugerede dobbeltbindinger* og tørrer derfor hurtigere end linolie. Anvendes den rå og alene vil den rynke og senere krakelere. Dette kan afhjælpes ved varmebehandling ved høje temperaturer, men det er en vanskelig proces, hvor olien pludselig kan hærde i gryden. Kinesisk træolie kan bruges som tilsætning til linolie, hvor den uden at give problemer med krakelering kan forkorte hærdetiden. Kaldes også Tung olie og træolie.

Klaring Bruges dels generelt om *raffineringsm*etoder, der skal 'gøre olien klar' (modsat grumset), dels om en bestemt proces, hvor man simpelthen lader olien stå i et par måneder, så urenheder bundfælder.

Kogt linolie Varmebehandlet linolie. Udtrykket er misvisende, fordi olien ikke nødvendigvis varmes op til kogepunktet. Tilsættes sikkativ, er der tale om *fernis*. Begreberne bruges ofte i flæng. Olie der er kogt ved "lave" temperaturer (100-200° C) er mere vejrbestandige, tyktflydende, har højere glans og hærder hurtigere end rå olie. Olie kogt ved høje temperaturer (ca. 300° C) er endnu mere tyktflydende, vejrbestandige og har højere glans, men hærder langsommere. Linolie kan koges med eller uden indblæsning af ilt. Se også *polymerisering.*

Koldpresning Ved moderne pressemetoder er der ikke den store forskel mellem kold- og varmpresning. Se *presning.*

Kompositions-maling Traditionel bygningsmaling, der både indeholder olie og vand. Se *Emulsion.*

Konjugeret dobbeltbinding Dobbeltbindinger med kun to kulstofatomer imellem kaldes konjugerede dobbeltbindinger. De er mere ustabile end almindelige dobbeltbindinger, hvilket medfører hurtigere hærdning. Der er et højt indhold af konjugerede dobbeltbindinger i bl.a. *Kinesisk Træolie*.

Kridtning Dét fænomen, at pigment eller fyldstof smitter af. Kridtning kan have flere årsager. Det kan være tegn på nedbrydning af bindemidlet (olien) i malingen. Det ses også, hvis pigmentet ikke binder sig godt nok til olien, hvilket bl.a. gælder for en titandioxid-type (anatase). Kridtning kan også være en følge af for meget fyldstof eller pigment i malingen. En kridtet maling er porøs og vandgennemtrængelig. Det kan modvirkes ved at stryge overfladen med et tyndt lag linolie(fernis).

Lak Oprindelig opløsning af harpiks eller kopal, der giver en blank overflade. I dag bruges udtrykket om malevarer uden pigment, som giver en glat overflade, og om malinger med høj glans (fx cykellak).

Lignin Træ består af lignin og cellulose. Hvis man sammenligner træ med jernbeton udfylder ligninen samme rolle som betonen og cellulosen samme rolle som jernet. Lignin nedbrydes primært af sollyset og mindre af mikroorganismer. Maling hæfter bedre på lignin end på cellulose. Derfor bør bart træ, der har været udsat for sollys slibes før det males.

Linolie Olie presset af hørplantens frø. Hørfrøolie, hørolie og linolie er det samme, men de forskellige betegnelser bliver ofte brugt om olier til forskellige formål. Linolie vil i reglen være olie til tekniske formål (malevarer o.lign.).

Linolie består som alle andre vegetabilske olier af triglycerider. Triglycerider består af glycerol, som er en alkohol, og tre fedtsyrer. Når en syre forbindes med en alkohol, kaldes det en ester.

Linolie er en såkaldt tørrende olie, hvilket gør den egnet til malevarer. En tørrende olie har et højt indhold af umættede og flerumættede fedtsyrer, dvs. syrer med dobbeltbindinger. (Det er især de flerumættede fedtsyrer, der er vigtige for linoliens tørring.) Linolie indeholder følgende fedtsyrer: stearinsyre (mættet, ingen dobbeltbindinger), oliesyre (umættet, en dobbeltbinding), linolsyre (flerumættet, to dobbeltbindinger) og linolensyre (flerumættet, tre dobbeltbindinger).

Fordelingen af fedtsyrer kan variere en hel del afhængig af fx hørens dyrkningsbetingelser, udvindingsmetode, oprensning etc.

Stearinsyre	9-12 %	$C_{17}H_{35}COOH$
Oliesyre	15-25 %	$C_{17}H_{33}COOH$
Linolsyre	15-25 %	$C_{17}H_{31}COOH$
Linolensyre	40-60 %	$C_{17}H_{29}COOH$

Linoxyn Oxideret (hærdet) linolie. Linoxyn er uopløseligt i terpentin, men kan opløses af acetone. Linoliemalingfilm består af primært af linoxyn, pigmenter og fyldstoffer. Linoxyn har såkaldte hydroxylgrupper, hvor vandmolekyler kan optages (adsorberes) og frigives. Det er baggrunden for, at en linoliefilm kan følge træets fugtbevægelser.

Lit(h)opone Hvidt pigment, der består af zinksulfid og bariumsulfat (ZnS og $BaSO_4$). Blev anvendt frem til 1960, hvor det typisk blev brugt i første lag maling. Litopone er ikke fugtbestandigt. Kan bevirke afskalninger, selv om det ikke findes i det yderste lag maling. Årsagen er, at den litoponeholdige maling nedbrydes, og at dækmalingen således mister vedhæftningen. Hvis man blot maler ovenpå en litoponeholdig risikerer man, at der optræder afskalninger, ofte umiddelbart efter.

Skal man male ovenpå maling fra før 1960, bør man være opmærksom på krakeleringer og/eller afskalninger på steder, der ikke er meget fugtbelastede (fx midt på sideramstykker). Det kan være tegn på litoponeholdig maling, der i så fald skal renses helt af. Kun en laboratorieprøve kan med sikkerhed fastslå, om der findes litopone.

Mager maling Maling med et lavt indhold af olie i forhold til pigment og fyldstof. En mager maling efterlader en mat, let sugende film. Se *dækkeevne.*

Misfarvende svampe Mug, skimmelsvampe og blåsplint. De ødelægger ikke i sig selv træet, men er tegn på at træet er udsat for fugt, hvilket kan føre til angreb af *trænedbrydende svampe.*

Oliehør Hørsorter der er fremavlet til at give et stort udbytte af frø. Oliehør er forgrenet i modsætning til *spindhør.* Oliehørens fibre er lidt svagere end spindhørens, og de er kortere på grund af forgreningerne.

Oliemaling Tidligere var oliemaling ensbetydende med linoliemaling. I dag vil de fleste forbinde oliemaling med alkydoliemaling, hvor alkydolien er opløst i terpentin.

Olietal Den mængde olie, der er nødvendig for *rivning* af 100 g pigment – kan variere fra ca. 10 g til ca. 150 g. Olietallet bruges når man fremstiller pigmentpasta, og giver et fingerpeg om hvor meget olie der skal bruges. Bruger man pigmenter med meget forskelligt olietal i en maling, kan kuløren blive ujævn.

Opløsningsmiddel En væske, som kan opløse andre stoffer (fx olier eller faste stoffer). Opløsningsmidler fordamper fra malingfilmen, når den tørrer. Opløsningsmidler kan være organiske – som fx terpentin, acetone, cellulosefortynder og sprit - men vand kan også optræde som opløsningsmiddel. Dampe fra organiske opløsningsmidler kan være mere eller mindre sundhedsskadelige, og nogle af dem er skadelige for det omgivende miljø.

Overflade-spænding Alle stoffer, faste som flydende, har en overfladespænding. Populært sagt er det et udtryk for, hvor godt materialet holder sammen på sine molekyler. Hvis en væske skal kunne befugte et fast stof, skal væskens overfladespænding være lavere end overfladespændingen på det faste stof. Er overfladespændingen for høj, vil malingen perle på underlaget og vedhæftningen bliver dårlig. Det betyder dog ikke at overfladespændingen skal være så lav som muligt.

Oxidation Kemisk reaktion, hvor der optages ilt og udvikles energi, se også *polymerisering.* Oxideret linolie kaldes *linoxyn.* Det er ikke kortlagt nøjagtigt, hvordan oxidation af linolie forløber, men i princippet spaltes dobbeltbindingerne, og iltmolekyler kan herefter reagerer med fedtsyren/olien. Da iltatomet har plads til to bindinger, vil det binde sig til to åbne dobbeltbindinger og derved få to linoliemolekyler til at sidde sammen med en tværbinding.

De fleste linoliemolekyler har tre umættede eller flerumættede fedtsyrer, og der vil derfor kunne opbygges et tredimensionalt gitterværk, en slags kæmpemolekyle også kaldet en *polymér.* Linolie øger sin vægt og sit rumfang, når den oxiderer, hvilket gør at den kan tætne mikroskopiske revner i træ. Oxidation udvikler varme, derfor kan linolievædede klude selvantænde.

Perillaolie Tørrende olie, brugt en del i Asien, men er ikke almindeligt anvendt i Danmark. Den har et lavere indhold af linolsyre og et højere indhold af linolensyre end linolie, så den tørrer hurtigere. I malevarer egner den sig dog bedst som tilsætning til andre olier, da den har tendens til at perle på underlaget.

Pigment De partikler, der giver malingen farve. For at dække skal pigmenterne være uopløselige i bindemidlet. Pigmenter deles op i to hovedgrupper: Mineralske og organiske. De mineralske er oprindeligt udvundet af bjergarter og omfatter også metalforbindelser, de organiske er udvundet af planter eller mineralsk olie. De organiske pigmenter har først rigtigt vundet indpas i midten af det 19. årh. da den kemiske industri blev udviklet og systematiseret. Pigmenter der indeholder tungmetaller bør undgås, da de er sundheds- og miljøskadelige.

Forskellige pigmenter reagerer forskelligt med linolie. Man kan derfor få malinger med meget forskellige egenskaber selvom der er anvendt nøjagtig samme linolie og samme fremstillingsmetode. Fænomenet kan iagttages på gamle malerier, hvor nogle farver er krakelerede (som regel de mørke) og andre ikke.

Pigmentvolumen-koncentration Et udtryk for hvor stor en del af malingens rumfang, der består af pigment. Man opgiver som regel volumenkoncentration, da den siger mere om malingens egenskaber end vægtkoncentrationen. Den kritiske pigmentvolumenkoncentration er et udtryk for dén koncentration, hvor bindemidlet lige akkurat kan dække pigmentpartiklerne helt, uden at der opstår luftlommer. Malingen ændrer egenskaber meget drastisk, når koncentrationen passerer det kritiske punkt. Når pigmentvolumenkoncentrationen er højere end den kritiske pigmentvolumenkoncentration bliver malingfilmen porøs fordi bindemidlet ikke kan nå rundt om pigmentpartiklerne. Til udendørs brug må den kritiske pigmentvolumenkoncentration ikke overskrides.

Polymerer Mange molekyler (monomerer), der er forbundet med hinanden. De kan både danne lange kæder og tredimensionelle netværk. Når linolie hærder dannes der tredimensionelle netværk. Når molekylerne er tilstrækkeligt store, er linolien omdannet til et fast stof. Se også *linoxyn*.

Polymerisering Dannelse af polymerer. Ved brug af linolie kan næsten hele polymeringsprocessen finde sted efter at linolien er påført, men en del af processen kan også foregå inden påføring. Det sker ved at linolien varmebehandles eller på anden måde tilføres energi (fx sollys). *Polymeriseret* olie er mere vejrbestandig og hærder hurtigere end rå olie. (Standolie hærder dog langsommere.) I forbindelse med linolie er der to typer polymerisering: polymerisering med iltoptagelse (oxidation) og energikrævende polymerisering uden iltoptagelse. I begge tilfælde spaltes dobbeltbindingerne og den ene binding binder sig til et andet linoliemolekyle. Denne proces kan i princippet fortsætte, til alle dobbeltbindinger er brudt.

Ved polymerisering med iltoptagelse optages et iltmolekyle for hver to dobbeltbindinger, hvilket giver en vægtforøgelse og rumfangsforøgelse. Ved energikrævende polymerisering optages ikke ilt. Derfor må polymeriseringen foregå i en lukket beholder og tilføres energi i form af varme eller UV-lys. Polymerisering med ilt giver som regel en mørkere olie end polymerisering uden ilt. Polymerisering med ilt giver en mere elastisk malingfilm, der til gengæld også er mindre fugtbestandig. Polymerisering uden ilt giver en mere

fugtbestandig film, som dog har tendens til at blive for sprød og krakelere. En polymeriseret olie har et lavere *iodtal* end en rå olie, fordi en del af dobbeltbindingerne allerede er spaltet og har forbundet sig med andre molekyler. Se også *kogt linolie*.

Presning

Når olie udvindes af frø ved at sætte dem under mekanisk pres. Traditionelt skelner man mellem *koldpresning* og *varmpresning*, men da stort set al oliepresning i dag foregår med skruepresse, er grænsen mellem varmpresning og koldpresning blevet noget flydende. Uden særlige foranstaltninger vil skruepressen bringe temperaturen op over de 60° C, hvor der sker væsentlige kemiske ændringer i olien. En koldpresset olie må ikke have haft en højere temperatur end ca. 60° C. Ved koldpresning bliver olien renere end ved varmpresning, og der er tendens til et højere indhold af umættede fedtsyrer, hvilket får den til at tørre hurtigere. *Varmpresning* udføres ved at opvarme frøene inden presningen. Det giver et større olieudbytte, men også flere urenheder i olien. Der er en tendens til, at olien får et lidt større indhold af mættede fedtsyrer.

Det anbefales ofte at anvende koldpresset linolie. I virkeligheden er det lidt misvisende. Linolie bør vurderes efter kvalitet – indhold af urenheder samt af mættede/umættede fedtsyrer, og efter om den er rå eller varmebehandlet. Til de fleste formål bør linolien have så lille et indhold af urenheder som muligt og et højt indhold af umættede fedtsyrer, hvilket en koldpresset olie har. Men den bør også være varmebehandlet, hvilket giver bedre vejrbestandighed og kortere tørretid. En god varmpresset linolie kan derfor i nogle tilfælde være at foretrække for en rå koldpresset.

Påførings-temperatur

Oxidation foregår langsommere ved lave temperaturer. Ved temperaturer under 6° C foregår hærdningen så langsomt, at der starter en nedbrydning af bindemidlet, der kan ses som en 'mælkning' af overfladen. Men allerede ved temperaturer under 12-15° C bliver malingen vanskeligere at arbejde med. Det kan være svært at påføre den i tilstrækkeligt tynde lag, og tørretiden forlænges.

Raffinering

Alle tiltag efter presning, der har til formål at forbedre eller ændre oliens egenskaber. Raffinering indebærer ikke nødvendigvis brug af kemikalier - den vigtigste raffineringsmetode er fx bundfældning.

Rheologi

Et flydende stofs flydeegenskaber. De rheologiske egenskaber deles op i undergrupper, hvor de vigtigste er *viskositet*, der beskriver hvor tyktflydende væsken er, og *tiksotropi*, der beskriver om væsken bliver tyndere ved omrøring og påføring og tykner igen når den er i ro (en fordel ved nogle typer maling).

Rivning

Rivning foregår ved, at der sættes bindemiddel (olie) til pigment under mekanisk påvirkning. Rivning har til formål at befugte pigmentet inden det blandes i malingen, for at undgå luftblærer, at få delt eventuelle pigmentklumper og at findele pigmentkornene.

Råd

Egentlig langsomt angreb af trænedbrydende rådsvampe, men begrebet bliver som regel brugt som en samlet betegnelse for angreb af mikroorganismer p.g.a. langvarig fugtbelastning. Råd medfører på sigt formuldning af træet.

Sikkativ

Metalsalte, der får olien til at hærde hurtigere. De fleste sikkativer er mistænkt for at være sundhedsskadelige, men de bruges i meget små mængder (under 1 % af olievægten). I dag bruges primært kobolt- og zirkorniumforbindelser.

Kobolt er under mistanke for at være sundhedsskadeligt, men er dog også et mikronæringsstof.

Slamfarve Traditionel bygningsmaling, der indeholder både olie og vand. Se *emulsion.*

Slimstoffer Organiske stoffer der kvæller op, dvs. optager vand og udvider sig. Når de bliver våde danner de slim, en egenskab der er uhensigtsmæssig i en malingfilm. Slimstoffer findes i linolie, der ikke er klaret godt nok.

Solblegning Gammeldags raffineringsmetode, hvor olien anbringes i en lukket glasbeholder og stilles i solen sommeren over. Derved opnås en vis polymerisering, og olien bliver lysere.

Spindhør Hør der er fremavlet til at have lange stængler uden forgreninger, for at give lange fibre til tekstil (hør). Spindhør har i modsætning til oliehør ingen forgreninger og derfor et lavt frøudbytte, men man kan godt presse linolie af spindhørrens frø. Problemet er bare, at det bedste høsttidspunkt for fibrene er før frøene er tilstrækkeligt modne, og umodne frø giver en dårlig kvalitet olie.

Splintved Den yderste del af træet, der er vandførende. Splintved kan suge vand, og er derfor meget mindre vejrbestandigt end kerneved. Tidligere blev splintved generelt ikke brugt til udsatte bygningsdele som fx vinduer, hvor man i stedet anvendte kerneved. I nyere tid har man brugt splintved og kerneved i flæng, hvilket bl.a. har ført til generationer af vinduer med dårlig holdbarhed. I de seneste år har mange dog igen fået øjnene op for trækvaliteter, og mange vinduesfabrikanter er gået bort fra at anvende splintved til vinduets udvendige dele.

Standolie Linolie, der er varmebehandlet ved høj temperatur (260-300°C). Hvis ikke andet er anført, er den varmebehandlet uden ilt. Standolie gulner mindre og er mere vejrbestandig end de fleste andre typer linolie, til gengæld tørrer den langsommere. Standolie kan tilsættes til det sidste lag maling.

Syreblegning Olien blandes med syre, som derefter skilles fra. Bleget olie til bygningsmaling er som regel syrebleget.

Tallolie Er egentlig ikke en olie, men snarere flydende harpiks. Bruges bl.a. til at holde sikkativ opløst i, så det kan tilsættes til maling uden opvarmning. Anvendes også til fremstilling af alkyd.

Tempera Se *emulsion.*

Tiksotropi En tiksotrop væske bliver den tyndere når den omrøres eller stryges på og bliver mere tyktflydende igen, når den er i ro. Det kan være praktisk til nogen typer maling, da den ikke drypper så meget og kan påføres i ret tykke lag uden at løbe. Da linoliemaling som regel skal påføres i tynde lag, er en høj grad af tiksotropi ikke ønskelig.

Titandioxid Hvidt pigment med betegnelsen TiO_2, stort set det eneste hvide pigment der anvendes i dag. Der findes to typer: anatas og rutil. Til udendørs brug bør man altid anvende rutil, da anatas kridter væsentlig mere. Tidligere havde man også kridtningsproblemer med rutil, men dette problem er løst ved hjælp af coatning. Titanoxid er det hvide pigment, der har den bedste dækkeevne, det er kemisk inaktivt og så vidt vides fuldstændig ugiftigt. Det er ret energikrævende at fremstille titanoxid.

Titandioxid er meget energikrævende at fremstille, men der er store individuelle forskelle. Titandioxid, der er godkendt til anvendelse i miljømærkede malinger, er fremstillet med det lavest mulige energiforbrug.

Triglycerid Alle vegetabilske olier består af triglycerider, der igen består af glycerol (en alkohol indeholdende tre alkoholgrupper) og tre fedtsyrer. Når et fedtsyremolekyle er forbundet med en alkohol kaldes det en ester.

Tungmetal Tungmetaller defineres som metaller med en vægtfylde på over 5 (en liter vejer 5 kg). Tungmetaller kan forekomme i pigmenter, fungicider og sikkativer. Mange tungmetaller som fx bly, chrom og cadmium er skadelige, og brugen af dem bør begrænses mest muligt.

Tung [to.ng] olie [to.ng] olie og tung olie (i modsætning til let) er ikke det samme. Den første er det samme som *kinesisk træolie*, det andet er en betegnelse for grupper af produkter fra mineralsk olie.

Umættet fedtsyre Fedtsyre med en eller flere dobbeltbindinger. Det er de umættede fedtsyrer, der gør at olien kan hærde. Mættede fedtsyrer kan ikke hærde ved optagelse af luftens ilt.

Urenheder Ved udvinding af olie vil der altid komme nogle stoffer med fra frøene, som man ikke ønsker i olien. Der er tale om *slimstoffer*, *voks*, naturlige *pigmenter* (fx klorofyl og karoten), vand og andre urenheder, der ikke kommer fra selve frøet (dvs. bl.a. støv, jord o.l.). Urenhederne forringer generelt oliens kvalitet - slimstoffer fordi de er vandopløselige, voks fordi det har en dårlig indtrængningsevne og hærder meget langsomt. Pigmenter misfarver lyse malinger. Man kan fjerne hovedparten af urenhederne ved bundfældning, også kaldet *klaring*.

Vaskning Olien rystes sammen med en væske (som regel vand eller syre), hvorefter den henstilles, så væsken kan skille fra. Formålet er at rense olien.

Vinterisering Gammeldags raffineringsmetode, hvor linolien opbevares vinteren igennem i uopvarmede lokaler. Derved udfældes urenheder i olien. Så vidt vides findes der ikke vinteriseret olie i handlen.

Viskositet Udtryk for, hvor tyktflydende en væske er. Se også *rheologi*. En væske med høj viskositet er tyktflydende.

Voks Stoffer der minder om fedt, men som regel er fedtsyrerne ikke bundet til glycerol, men til andre typer alkohol. Voks findes bl.a. som urenhed i dårlige oliekvaliteter. Der giver olien dårligere indtrængningsevne og længere tørretid. Til udvendig træbeskyttelse og maling vil voks i olien som regel være en ulempe.

8 Produkt- og producentoversigt

Producent	**Produkt**	**Bemærkninger**	**Anvendt**
Auro v/ Fiete Neitzel Vesterby Stræde 1 5900 Rudkøbing 62 51 26 40	Imprægnering: Borsalt Naturhapiks Træolie (rundding) Naturharpiks Lasur Naturharpiks Maling	Alle naturharpiks produkter indeholder citrusolier.	Stakit ved Christiansborg Stakit ved Amalienborg
Aurora Lynghøjvej 9-11 8660 Skanderborg 86 57 03 33	Emulsionsmalinger og træbeskyttelse m. fungicid		Andelssamfundet Hjortshøj
Damson Int A/S Postboks 438 Teknikvej 51 5260 Odense S 63 95 56 66	Grundingsolie m. fungicid Mellemmaling m.fungicid Grundmaling m. fungicid Dækmaling m. fungicid		Svinkløv Badehotel Div. Fredensborg Slot
Flügger A/S Islevdalvej 151 2610 Rødovre 44 54 15 64	Koldpresset linolie m. fungicid. Lasol dækmaling m. fungicid (fra Engwall O. Claesson)		Danstruplund Div. Fredensborg Slot
Horn ApS Sortebbjergvej 2 Dollerup 6640 Lunderskov 75 58 50 87	Grundingsolie m. fungicid Grundmaling m fungicid Emulsionsmaling m.fungicid		Den Brune Kødby undtagen Øksnehallen
Københavns Farvehandel Badstuestræde 9 1209 København K 33 11 16 81	Grundingsolie u. fungicid Dækmaling u. fungicid	Hvis det ønskes kan leveres m. fungicid	Kulturministeriet Vartov i gården
Naturmaling Vendersgade 5 1361 Kbh. K 33 13 99 11	Dækmaling *Ingen grundingsprodukter, fordi producenten mener at træet suger linolie fra malingen i den udstrækning det behøves.*		
Skovgaard & Frydensberg Lille Kirkestr. 3 1072 København K 33 12 44 80	Grundingsolie Dækmaling	En grundingsolie indeholder terpentin. Fås også uden	Døre på Roskilde Station Travailler på Fregatten Jylland København Brandstation
Wolf´s Linolie-og Trætjærefabrik Stevnsvej 57 St. Heddinge 56 50 43 11	Grundingsolie m. fungicid Dækmaling m. fungicid (Trædæk)	Grundingsolien indeholder også mineralsk olie.	Vemmetofte Kloster (lade) div. Fredensborg Slot Grenå museum

9 Litteraturliste

9.1 Litteratur og artikler

"Advances in Exterior Wood Coatings and CEN Standardisation"	Bent Samuelsen	Paint Reseach Association Konference bilag, Belgien 1998
"Det indeholder linolie-malingen" (artikel)	John Larsen Adam Pade	Danske Malermestre 9/98
"Farvekemi"	Fenge Hansen Ole Ingolf Jensen	G.E.C. Gads Forlag 1991
"Industrial Oil and Fat Products"	Alton E. Bailey	Inter Science Publishers INC, New York, 1945
"Linolieprodukter"	H. Risvig Henriksen	Grøn Information 1999
"Maleriets teknik"	Peder Hald	Nyt Nordisk Forlag / Arnold Busck 1978
"Reparation af vinduer" 090589-11 "Malermaterialer" 311191-14 "Overfladebehandling af udvendigt træværk" 251191-18		Miljøministeriet Planstyrelsen 19989 og 1991
"Moisture Balance in Painted Wood Panelling"	Stefan Hjort	Chalmers Tekniska Högskola
"Oljelin och Linoljer"	Conny Jerkbrant Kerstin Karlsdotter Lyckman	Chalmers Tekniske Högskola 1996
"Problematiske stoffer i byggevarer" SBI- meddelelse 122	Hanne Krogh	Statens Byggeforskningsinstitut 1999
"Samnordisk forskning om ytbehandlat/målat utvendigt trä, Del II: Fuktdynamik för målat trä" NIF T5-88M	Bengt Lindberg Riita Mynttinen	Nordisk Institut for Farve og Lak (NIF) 1988
TRÆ 44 "Maling af træ, udvendig træbeskyttelse"	Peter Svane	Træbranchens Oplysningsråd 2000
"Vinduesistandsættelse og linoliebehandlingc	Tove Lading Erik Brandt	By- og Boligministeriet 2000

"Ändträsbehandling, Skydd av utvendigt trä, Nya metoder, Forstudier" NIF T4-89M	Erik Nilsson	Nordisk Institut for Farve og Lak (NIF) 1989

9.2 Hjemmesider

www.raadvad.dk	Centret til bevarelse af gammelt håndværk. Hjemmesiden indeholder opskrifter og anvisninger på traditionelle malinger.
www.sns.dk	Nogle af Skov og Naturstyrelsens Informationsblade ligger på denne hjemmeside

10 English summary

With linseed oil products it is possible to obtain a good protection of wood as well as a durable result, but things may also go awfully wrong. This is the conclusion of a research of a number of linseed oil treatments, carried out 5 to 10 years ago.

The research revealed a big difference in durability of the treatments as well as in their ability to protect the wood. Some places both treatment and wood were quite destroyed whereas other places showed a fully intact treatment and a woodwork in good condition. Moreover, there were also cases where the top coat was crackled and had other imperfections, but the wood was still well protected.

10.1 Background and purpose

Exterior woodwork must be treated on the surface to prevent decomposition of the wood as a result of the action of light and humidity. The treatment is not without problems, though. Much simplified the known remedies are either not efficient enough or they are poisonous or in other ways a strain on the environment: The production of the remedies may involve extensive use of energy or they might be produced from non-renewable raw materials. Wood preservatives thereby become one of the big environmental problems in building.

Wood preservatives cause problems throughout the life cycle: in the production, in the application, and in the disposal of it – problems to surroundings as well as work environment. The poor durability and the frequent maintenance of outdoor woodwork incite the use of other materials, such as plast or aluminium with high demands of energy in its production together with other environmentally harmful effects.

Till around the end of the 1970s wood preservatives were based on different oils and diluted with turpentine or other organic solvents. The bad work environment led to the development of emulsion paints and wood preservatives based on water which was good for the painters but hardly so for the wood; the first generations of these new paints had very poor protective properties.

These experiences along with a growing concern about the environment led to a renaissance of linseed oil which has been the traditional product of wood preparation for centuries. Linseed oil became a popular commodity - the market received it well. However, the products used today are not the same as the "historical products". Among other things the old linseed paints contained large quantities of lead which is a most efficient fungicide. In reality, no or only limited documentation for treatments with modern linseed oil products existed. In turn many myths have prevailed about linseed oil and its properties.

Therefore, there was a need for research where the current knowledge of linseed oil could be summed up and its suitability as wood protection was more closely examined in practice.

The research is supplemented with a lexical section that explains the key words and concepts not commonly known.

This project is a continuation of experiments with window renovation and linseed oil treatment executed in connection with the Øksnehallen Project (Lading og Brandt: “Vinduesistandsættelse og linoliebehandling”, By- og Boligministeriet 2000 - not translated).

10.2 The Research

The main purpose of the research was to receive an impression of how the products work in practice. This was to be done by evaluating the condition of building parts that had been treated with linseed oil and been exposed to wind and weather for some years. To be able to draw conclusions from the condition assessments the following demands were made of the treatments:. They should be

- 5-10 years old and not maintained
- treated with only linseed oil products, not emulsion and alkyd paints etc.

and

- it should be known which products were employed
- it should be known how the work had been carried out

However, it turned out to be difficult to find suitable objects of examination. Partly, it is limited how many new treatments have been executed before 1995. And partly, many of them are not very well substantiated or they have been exposed to mixed treatments (where e.g. alkyd paint has also been employed). Another characteristic is that linseed oil is employed especially in the restoration of historical buildings or by private "do-it-yourself-people". This is also reflected in the examined treatments found on 6 mansions and listed buildings, 1 terraced house, and 6 cottages at the Open Air Museum – plus one apartment block that was the only example of an "ordinary building".

Some manufacturers have in recent years developed linseed oil paint that can be sprayed on and which is primarily used for factory treatment of new windows. These products have not been on the market long enough to be part of the research.

Also, it must be noted that in a lot of the cases the products employed no longer exist on the market. Some manufacturers have closed down, others have changed their special mixture of ingredients.

All of the examined products have been treated with linseed oil applied by brush and all executed on existing woodwork of which some have been mended with new wood.

10.3 Conclusions

As mentioned some of the examined treatments proved to be extraordinarily durable – others absolutely not. In some cases the wood were in good

condition even though the paint film did not look very well. In turn, no examples showed wood in a poor condition under an almost intact coating – something one may meet with in cases of e.g. latex paint.

On the whole, too many imperfections were found even though the research includes only a relatively moderate number of treatments. The imperfections were found in both workmanship and products.

In all examined examples (except from a barn in Vemmetofte) professional technical consultants took part in the construction work – also consultants specialised in restoration. Still, there turned out to be big differences. This was mainly due to three things: the quality of the wood, the products, and the application.

The experiences from this project and from the Øksnehallen Project show the decisive importance of the following factors for a good result:

- the wood must be sound and dry
- the application must be correct
- the weather must be 'good' during the application (dry and a suitable temperature)
- the product must be of good quality
- it is the priming (the saturation of oil of the wood) that must protect the wood against humidity and thereby rot and dry rot
- the paint protects against decomposition caused by UV-radiation. (light).

It is obviously difficult for both consumers and professionals to get the right information and to choose the right products. Differences in quality often do not become evident until after several years, and the purchase of linseed oil products is a matter of trust. In the project group's opinion good products can be found on the market but not an optimal system. (Painting articles normally exist available in the shape of *systems*, which include products for priming, intermediate coating and topcoating. Typically the products in the system will come from the same supplier, and as a premise of product guarantee a treatment must not draw on products from different systems.)

Choosing products from different suppliers (e.g. priming from one supplier and topcoat from another) will cause problems in the product guarantee, and furthermore there is a risk that the products will not be able to function together. Such a solution therefore cannot be employed for professional use. Furthermore, there is also a shortage of certain product types on the market. (The report further sets out which products this implies.)

There are several reasons for linseed oil treatment not having been used on a large scale outside restoration building and private building. Linseed oil treatment does not fit very well into the logistics on a modern building site. Partly due to the long drying hours and the fact that not all wood absorbs equally and therefore some wood needs more treatment than others.

To sum up: the conclusion is that linseed oil may protect wood for a long time but

- technical consultants, contractors, and builders must know what they are dealing with
- there is a lack of documentation and product development
- it is no miraculous cure

10.4 Research results

10.4.1.1 Product imperfections

There is a difference in the quality of linseed oil products, which is partly due to the fact that there is generally too little knowledge of the factors influencing the properties of linseed oil. But a number of product imperfections also suggest that not everybody in the trade has the necessary professional background and expertise:

- *missing production tests*
  - usually paint and varnish producers save tests of the production so that it is possible later to examine the tests as a way of getting through to some of the causes of the apparent imperfections - however, some in the linseed oil business are not in line with that.
- *ack of knowledge of basic chemistry*
  - when introducing e.g. products containing boron (boron is a fungicide) as totally harmless and almost eatable in spite of the fact that boron is suspected, among other things, of giving embryonic damages, and that it is on the list of substances that should be phased out;
  - when marketing a thinner for linseed oil paint that takes longer to evaporate than the linseed oil takes to dry
- *contents of unhealthy substances*
  - especially organic solvents such as turpentine which some products contain to a greater or smaller extent – and which is usually not necessary
- *missing documentation on products that are sold in connection with linseed oil*
  - like e.g. citrus seed oil, by some manufacturers introduced as a natural and harmless fungicide with no documentation of the correctness of this and without information of possible unhealthy effects.
- *missing quality control and homogeneity in the production*
  - products from the same manufacturer, that ought to be alike, may vary in properties and quality from product to product
- *too much or wrong filler*
  - filler is added partly to make the paint fuller (which means that the viscosity is enhanced to make the application easier), and partly to make it cheaper – but otherwise it has no function; in the previously mentioned example of adding thinner - this need for thinner was due to adding too much filler!
  - chalk is often used as filler but along with the subversion of the linseed oil it will become visible as *chalking*; the surface becomes lustreless and gradually gets a white foggy surface; at the same time it becomes more susceptible to humidity – this is especially distinct upon dark painting surfaces

It should be stressed that also a lot of good products are found on the market. The problem is the difficulties of finding out which products are good and which are not. One can ask for technical data but there is a great difference in the level of information since no standards exist for what they should contain. One can check if a so-called CE/EN 927 test has been carried out (where a skirting board with paint is exposed outdoor for a year).

10.4.1.2 Application

The factor which in all probability has most influence on the protection of the wood is the priming. It is the priming that protects against humidity while the function of the topcoat is primarily to protect against decomposition by light (UV-radiation).

The priming must saturate the upper layers of the pores of the wood with oil so that there is no "room" for humidity. When treated it is therefore important that the wood is dry (max. humidity 12-15%).

Linseed oil paint must be applied in thin layers and one layer must be throughly dry before the next one is applied. In cold weather (below 5-10° C) it is difficult to apply thin layers and the drying becomes slower. The same thing happens in damp weather. The paint is not fast until dry, and destruction of the paint will therefore happen faster.

It can be difficult for unskilled users (anyone not experienced with linseed oil) to obtain a satisfying result. It is a matter of experience when the priming is adequate, the paint must be coated in a very thin layer and the necessary (long) drying can be a problem.

Fungicide

Two types of fungicide exist: against dry rot and against mould and mildew. The first one is listed by the Ministry of the Environment and biocides are added. The other one is added to most types of painting articles for outdoor use. If a product just says "containing fungicide", it will be against mould and mildew, and usually it will be to prevent the product from being damaged before use.

There is no linseed oil products with fungicide against dry rot on the Danish market. Priming products with fungicide against dry rot, which probably also contain some linseed oil, do however exist. It has not been possible in all the examined cases to find out whether the woodwork apart from having been treated with linseed oil products also have been treated with a priming oil against dry rot.

Woodwork treated with fungicide against dry rot is probably, other things being equal, in a better position for resisting a wrong application than wood not treated with fungicide. Conversely, a correctly performed treatment, were the priming has been properly carried out, will probably be able to give sufficient protection. Humidity will not be at such a high level that mould and dry rot will develop. Though, it is important that the treatment (the priming) is maintained. The linseed oil paint (topcoat) must be added fungicide against mould and mildew to prevent growth of fungi.

No "harmless" fungicides exist: they cannot be efficient without also having undesirable effects - that is, chemical as well as "natural" products. Generally, one ought to prefer those products where desirable as well as undesirable effects are known.

There is a potential in limiting the use of fungicide to those places were it is necessary instead of treating all woodwork (as done with vacuum

impregnation). Normally, it is easy to predict were the risk of rot will be – e.g. 95% of the rot attacks in windows are found in the bottom part of sashes and frames.

Logistics

Linseed oil treatment does not fit in very well in the logistics at a modern rational building site – especially not if other work is to be carried out at the same time. Long drying hours, sensitivity towards dust and mechanical influence ("friction") are some of the factors that make it difficult.

The most durable of the examined treatments had been performed most carefully: after the priming the windows were treated with 5 coatings of linseed oil paint applied with an interval of one week – that is, a total duration of treatment of min. 6 weeks. Such a long duration of treatment will be hard to carry through in ordinary building, e.g. within urban renewal.

Preferably, linseed oil painting should be performed in a workshop. If the treatment is to be performed on the spot, it should rather not be performed simultaneously with other work. Scaffolds mean a rise in price because of the long drying hours.

Application criteria

Linseed oil paint does not live up to the same application criteria as modern paints. It yellows, chalks, wrinkles up, attracts more dirt, etc.

It is debatable whether it important, but not all builders are prepared for this.

10.5 Potentials

Linseed oil systems

Probably, it would be possible to make use of the good properties of linseed oil and still take into consideration logistics and application criteria if linseed oil was used as priming and a 'modern' paint (e.g. aqueous alkyd) as topcoat. However, it is necessary to use paint in *systems* to secure a product guarantee. The manufacturer will inform you of which priming and top coatings should be used together.

On the “want list” for a good linseed oil system is the following:

- an all round primer based on heat treated linseed oil
- a primer with fungicide against dry rot for treatment of particularly exposed places
- a 'modern' topcoat paint that can stick to the current different types of paint, and that dries fast

These products either do not exist at all or they do not exist within the same system.

New windows

New factory made windows treated with linseed oil exist on the market but they are not exposed to DVC-label. They are more expensive than similar windows, but this may be compensated for by its durability which eventually will result in a better over all economy – but as far as it is known, no actual documentation for durability exists.

Therefore, the "want list" for new linseed oil treated windows include:

- a testing (accelerated tests of ageing) of new industrially treated windows
- a calculation of the over all economy compared to traditional DVC-labelled windows
- a system of labelling equivalent to DVC

Bilag A

Linolie af god og dårlig kvalitet

Uklaret olie

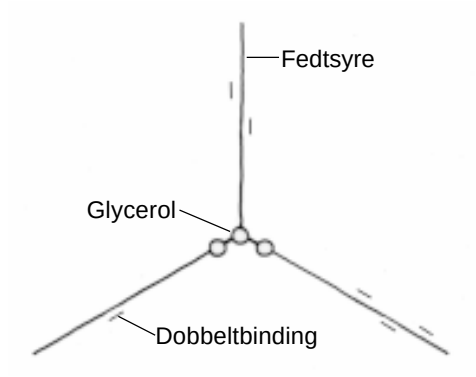
Denne olie er ikke klaret, den er brunlig og uigennemsigtig. Den mørke skygge til venstre er bundfald, flasken har ligget ned.

Klaret olie

Olien er gul, og man kan se skarpe konturer igennem den

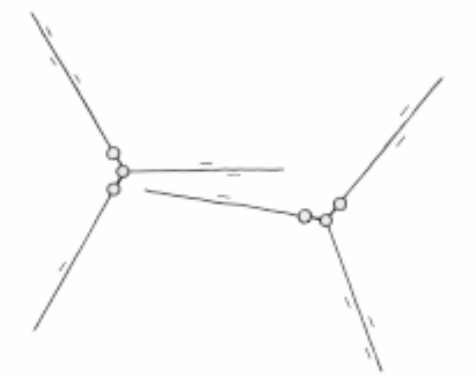
Bilag B

Linoliemolekyler og linoliehærdning



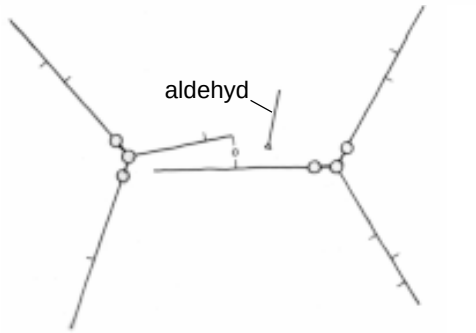
Linoliemolekylet

Tre fedtsyrer er bundet til glycerol.



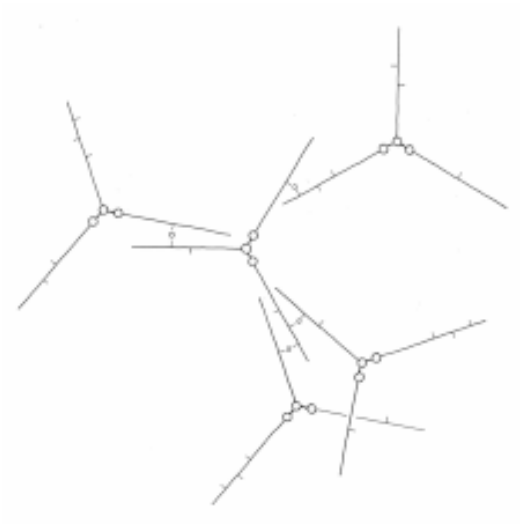
Hærdning og afgasning

Før hærdning er dobbelt-
bindingerne intakte.



Under hærdningen åbnes dobbelt-
bindingerne og binder ilt

En fedtsyre er „knækket“ ved dobbelt-
bindingen. Den afknækkede del danner
et nyt molekyle fx en aldehyd, der
fordamper.

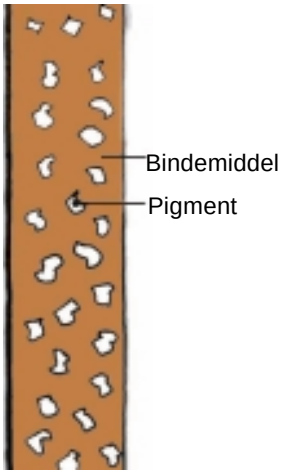


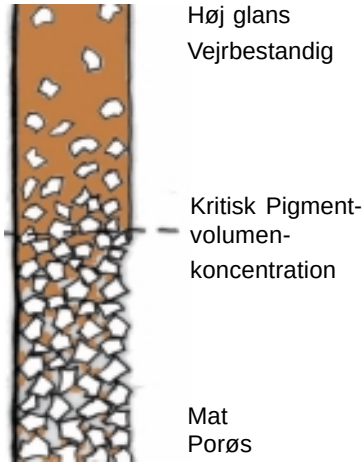
Polymer

Mange linoliemolekyler forbindes og danner et tredimen-
sionalt kæmpemolekyle.

Bilag C

Pigmenter i malinglag, nedbrydning

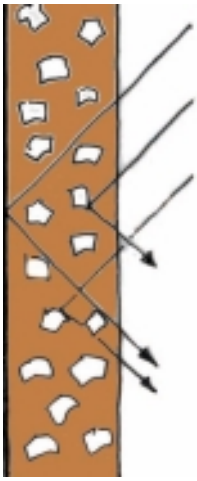


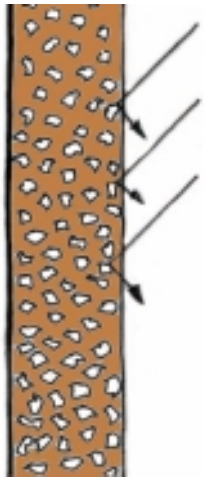


Kritisk pigemntvolumen koncentration

Bindemidlet kan akkurat dække pigmentpartiklerne.

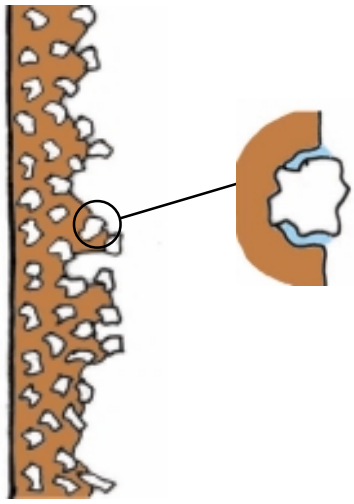
Hvispigmentvolumenkoncentrationen passerer dette punkt, ændres malingens egenskaber drastisk. Malingen bliver mat og porøs.





Pigmentstørrelse

Små pigmentpartiklerne dækker bedre end store ved samme volumen-koncentration.



Nedbrydning

Kridtning opstår, når bindemidlet (linolien) nedbrydes og blotlægger pigmentpartiklerne.

Der kan trænge vand ind mellem de blotlagte pigmentkorn og bindemidlet, hvilket øger nedbrydningen.

Indtrængning og opbygning af malingsystem

Grunding på vådt træ

Fugten forhindrer olien i at mætte træets porer, og der vil være mulighed for løbende opfugtning af træet.

Grunding på tørt træ

Linolien trænger ind i træets porer og får god kontakt med træet, hvilket giver god vedhæftning.

Grundmaling

Indeholder lidt pigment.
Nogle af pigmentkornene vil trænge ind i de største porer sammen med olien. Resten vil lægge sig oven på træet.

Mellemmaling før slibning

Mellemmalingen efterlader et ret tykt porøst lag, der fylder små ujævnheder ud.

Mellemmaling efter slibning

Dækmaling

Dækmalingen er fed og efterlader et glat vejrbestandigt lag, der både er vandafvisende og beskytter mod solens nedbrydning.

Olien fra dækmalingen skal kunne trænge lidt ned i bunden for at sikre god vedhæftning.

Bilag D

Christian d. 7. Palæ, Amalienborg

Vindue

Krakeleringer på lodpost

Indvendige krakeleringer

Classensgade

Facade

Vindue, rustgennemslagene skæmmer

Hjørnebeslag med begyndende rust

Danstruplund

Facadeudsnit

Vindue i god stand

Detalje, ingen rust, ingen krakelering, ingen afskalning

Fredensborg Personalefløj

Facade

Vindue, den hvide maling holder bedre end den grå

Fredensborg Pavillon

Facade

Vindue

Detalje, ingen afskalninger, ingen rust

Frederiksberg Slot

Facadeudsnit

Vinduer, meget afskaldning, krakelering og rust

Detalje, flere typer krakeleringer

Det Kongelige Opfostrings Hus

Facadeudsnit

Vindue

Detalje, afskalning og rust

Rækkehus i Holte

Facade

Detalje, afskalning og algevækst

Skurdør, krakelering og kridtning, men malingen sidder stort set fast

Vemmetofte Kloster, Lade

Facadeudsnit

Facadeudsnit, afskalningerne skyldes primært gammel, uafrenset maling

Detalje

Øksnehallen

Tagvinduer

Detalje, kraftig kridtning

Frilandsmuseet, Hus 9

Frilandsmuseet, Hus 31

Frilandsmuseet, Hus 32

Frilandsmuseet, Hus 34

Frilandsmuseet, Hus 64

Frilandsmuseet, Hus 70