

Bo Carlsson, Karin Wernstahl och Sven Arne
Bylander

**Långtidshållbarhet vid
underhållsmålning av
träfönster - Jämförelse
mellan traditionell
ommålning och fönst-
terrenovering enligt
A13 metoden**

SP-RAPPORT 1997:21

Abstract

Long-term Performance of Organic Coatings on Wooden Window Frames - Comparison between traditional repainting and renovation according to the A13 method

Two methods for renovation and repainting of wooden window frames were compared with respect to long-term performance of organic coating system. One of the methods, named A13, was based on a very thorough preparation of the surface of wood, where all old coatings of paint and putty were removed from the window frame, prior to application of paint system. This method was compared with so called traditional repainting. For A13 method be competitive with traditional repainting, from life-cycle cost considerations, requires service life of coating system be about twice longer.

For the investigation two large buildings were used. The windows of one test house were renovated according to the A13 method and repainted with three different coating systems, one solvent borne alkyd oil system, one waterborne alkyd emulsion/ acrylic latex system, and one mixed system - solventborne alkyd oil/ waterborne latex and vegetable oil . The condition of organic coating systems was followed by regular visual inspections for nine years. Traditional repainting was studied on a test house repainted with five organic coating systems, two alkyd oil systems, one linseed oil system, one acrylic latex system and one alkyd/acrylic latex system. In this case inspections were made for seven years.

The service life of coating system was defined in terms of degree of cracking and flaking using a statistical approach. The rate of evolution of cracking and flaking was modelled by the Weibull distribution function. The quantitative approach made it possible properly compare the long-term performance of the different coatings and so the two methods of renovation and repainting.

The conclusions of study is that the more advanced method of renovation and repainting may have difficulties in competing traditional repainting because of restrictions in using solventborne paints indoors. The A13 method seems favourable though when condition of coating system prior to painting is relatively bad.

Key words: Organic coating, wooden window frame, repainting, long-term performance, service life, outdoor durability,

**Sveriges Provnings- och
Forskningsinstitut
SP Rapport 1997:21
ISBN 91-7848-679-3
ISSN 0284-5172
Borås 1997**

**Swedish National Testing and Research
Institute
SP Report 1997:21**

**Postal address:
Box 857, S-501 15 BORÅS
Sweden
Telephone +46 33 1650 00
Telefax + 46 33 13 55 02
<http://www.sp.se>**

Innehållsförteckning

	Abstract	2
	Innehållsförteckning	3
	Förord	4
	Sammanfattning	5
1	Inledning	7
2	Syfte med aktuell undersökning och frågeställningar	8
3	Resultat från undersökningarna av referensobjekten	8
3.1	Referensobjekt och färgsystem	8
3.1.1	Dalsjöforsprojektet	8
3.1.2	Piteåprojektet	9
3.2	Besiktningssmall och klassificering av fönstrens kondition	11
3.2.1	Tillstånd ytbehandling	11
3.2.2	Konstruktion (sammanfogningar)	11
3.2.3	Fuktkvot	11
3.2.4	Röta	11
3.2.5	Kittning/ Mekaniska skador	11
3.3	Besiktningresultat	11
3.3.1	Dalsjöforsprojektet	11
3.3.2	Piteåprojektet	14
4	Prognostisering av teknisk livslängd för ytbehandlingarna hos fönstren	16
4.1	Sätt att beskriva skadeutvecklingen och definiera den tekniska livslängden	16
4.2	Fönstren i Dalsjöforsprojektet och Piteåprojektet	17
4.3	Lämpligaste ommålningsintervall	21
5	Jämförelse mellan de två metoderna för fönsterrenovering samt för- och nackdelar med olika färgsystemen	24
5.1	Förbehandlingens roll för skadeutvecklingen hos fönstren	24
5.2	Färgvalets betydelse och skadeomfattning innan ommålning	25
6	Referenser	27
	Bilaga 1 Egenskapsredovisning för testade färgsystem	

Fel! Okänt växelargument.

Förord

Aktuell rapport utgör en i en serie av publikationer från SP som behandlar frågeställningar om målningsbehandling av utvändigt trä. Övergripande syfte med verksamheten är att i nära samarbete med industri, entreprenörer, förvaltare och aktiva forskare inom området utvärdera existerande målningsssystem och försöka bedöma olika färgers för- och nackdelar för målningsbehandling. I detta arbete ingår att utveckla metoder och utarbeta rekommendationer för val av metoder och material utgående från de faktorer som bestämmer livslängden hos en målning.

Hittills utförda undersökningar har finansierats med medel från Byggforskningsrådet, SP samt även till viss del av färgindustrin. Resultaten finns bl.a. redovisade i följande rapporter:

- 1) ”Långtidshållbarhet hos underhållsmålade fönster - Jämförande undersökning av fem olika färgsystem applicerade på ett större referensobjekt i Borås - Förutsättningar”
Bo Carlsson och Lars Karvonen, SP-Rapport 1987:16
- 2) ”Långtidshållbarhet hos underhållsmålade fönster - Resultat från jämförande undersökning av fem olika färgsystem”
Karin Wernståhl, Bo Carlsson, BFR rapport R4:1992
- 3) ”Renovering av träfönster - Tekniska och ekonomiska förutsättningar för fallstudie av A13- metoden”
Karin Wernståhl m. fl., SP-Rapport 1990:15
- 4) ”Ytbehandling av utvändigt trä - Skador, livslängd och inverkan av olika klimatfaktorer”
Kurt Jutengren och Bo Carlsson, BFR rapport R5:1993
- 5) ”Målningsbehandling av träfasader - Riktlinjer för projektering, verifiering och upphandling”
Roger Anneling och Bo Carlsson (redaktörer), SP-INFO 1993:14
- 6) ”Provning av fuktskyddsförmåga hos färgsystem för träfasader”
Bo Carlsson, SP-Rapport 1997:26

För genomförandet av arbetet redovisat i denna rapport skall ett speciellt tack riktas till deltagande industrier inom Piteåprojektet, nämligen tidigare BPA Måleri, Nordsjö samt Alcro-Beckers.

För initieringen av Dalsjöforsprojektet riktas ett tack till Målarmästarnas Riksförening.

Docent Bo Carlsson
Projektansvarig

Sammanfattning

Renovering av träfönster har länge ansetts som något av kanske det svåraste inom utomhusmåleriet och var under sjuttioalet förenat med en mängd problem. Trots en väsentlig förbättring av konstruktion, material och arbetsmetoder under senare år råder dock alltså stor osäkerhet vad gäller valet av färgsystem. Håller de ommålningssystem som rekommenderas måtten? Hur lång livslängd kan man garantera för en fönsterrenovering som utförs idag?

Med dessa frågeställningar som utgångspunkt inledde vi på SP år 1986 en större referensobjektsundersökning om traditionell ommålning av fönster. Projektet, Dalsjöforsprojektet, kom till stånd på initiativ av Målarmästarnas Riksförening och pågick fram till 1993. Delvis parallellt med Dalsjöforsprojektet utfördes ytterligare ett projekt om fönsterrenovering, det s.k. Piteåprojektet, i vilket ingick att utvärdera ett komplett system för fönsterrenovering den s.k. A13 metoden. Projektet utförs i samarbete med BPA Måleri som utvecklat en variant av A13 metoden kallad "Fönsterfix". Grunden i A13 metoden är ett mycket noggrant förarbete där all gammal färg och kitt avlägsnas och friskt trä tas fram som underlag för ommålningen.

Aktuell rapport sammanfattar och analyserar resultaten från dessa två referensobjektsundersökningar.

För att utvärdera traditionell ommålning användes som referensobjekt ett trevåningars högt flerfamiljshus i Dalsjöfors innefattande totalt 149 fönster. Fönstren på detta objekt målades om 1986 med fem olika färgsystem. Konditionen hos de olika ytbehandlingarna följdes genom årsvisa besiktningar under de sju år som projektet varade fram till 1993 då en ny ommålning utfördes.

Färgsystem i Dalsjöforsprojektet	Grundning (trärent)	Mellanstrykning	Färdigstrykning
1	alkydolja + spädd täckfärg (15%)	täckfärg av alkyd / linolja	täckfärg av alkyd / linolja
2	grundfärg av alkyd / olja	täckfärg av akryllatex	täckfärg av akryllatex
3	spädd täckfärg (10%)	täckfärg av linolja	täckfärg av linolja
4	grundolja + grundfärg av alkydolja	täckfärg av alkyd / linstandolja	täckfärg av alkyd / linstandolja
5	grundfärg av akryllatex	grundfärg av akryllatex	grundfärg av akryllatex

För utvärderingen av A13 metoden användes ett mindre referensobjekt i Piteå innefattande 37 fönster. Fönstren på detta objekt renoverades 1988 med tre olika färgsystem. Konditionen hos ytbehandlingarna har därefter följts genom regelbundna besiktningar i hitintills nio år.

Färgsystem i Piteåprojektet	Grundning	Mellanstrykning	Färdigstrykning
1	grundolja + alkydolje-grundfärg vått-i-vått	täckfärg av alkyd / linstandolja	täckfärg av alkyd / linstandolja
2	grundfärg av alkyd - emulsionstyp	täckfärg av akryllatex (2 strykningar)	täckfärg av akryllatex
3	grundfärg av alkyd/olja	täcklasyr av latex / olja	täcklasyr av latex / olja

Fel! Okänt växelargument.

För att kvantitativt kunna beskriva konditionen både före och efter ommålning användes i de båda undersökningarna huvudgrupperna: Tillstånd ytbehandling, Konstruktion, Fuktkvot, Röta samt Kittning. För gruppen ”Tillstånd ytbehandling” definierades tre klasser: intakt, påverkad samt dålig baserade på omfattningen av skador hos ytbehandlingen avseende sprickbildning och flagning.

För att beskriva skadeutvecklingen hos ytbehandlingen på fönstren på ett referensobjekt användes ett statistiskt angreppssätt. Skadeomfattningen bestämdes i termer av andelen påverkade och eller ”dåliga” fönster och hur dessa varierade med tiden kunde uttryckas med hjälp av Weibullsamband. Weibullsambanden tjänade som grund för prognos av förväntad framtida skadeomfattning och kunde härigenom ligga till grund också för definition och uppskattning av tekniska livslängden hos de olika ytbehandlingarna.

Innan aktuella ommålningar var konditionen hos fönstren hos de två referensobjekten mycket varierade, från en andel dåliga fönster på omkring 75% gällande Piteåobjektet till en andel dåliga fönster på 30% gällande Dalsjöforsobjektet. Det bedömdes dock som rimligt att definiera en teknisk livslängd eller ett lämpligt ommålningsintervall motsvarande tiden tills tillväxttakten i andelen dåliga fönster börjar öka i en alltför stor omfattning. En enkel regel skulle vara att utföra en ommålning när tillväxttakten i andelen påverkade fönster når sitt maximum eller ganska likvärdigt när andelen intakta fönster sjunkit till omkring 50 % eller när 50% av fönstren påverkade.

Färgsystem i Dalsjöforsprojektet	Tid till 50% av fönstren påverkade (år)
1. (grundolja/ alkydoljetäckfärg)	7,3
2. (alkydoljegrundfärg / akrylatlatextäckfärg)	6,5
3. (linoljefärg)	6,5
4. (grundolja / alkydoljegrundfärg / alkydoljetäckfärg)	8,8
5. (akrylatlatexgrundfärg / akrylatlatextäckfärg)	2

Färgsystem i Piteåprojektet	Tid tills 50% av fönstren påverkade (år)
1. (samma som 4 i Dalsjöforsprojektet)	8,2
2. (alkydemulsionsgrundfärg / akrylatlatextäckfärg)	7,0
3. (grundolja / alkydoljegrundfärg / vegetabilisk olja och latex)	7,0

Genom den kvantitativa beskrivningen av skadeutvecklingen hos fönstren kunde en modell tas fram för prognostisering av den tekniska livslängden hos ytbehandlingar för fönster baserad på resultat från regelbundna konditionsbesiktningar.

För att A13 metoden ur livscykelkostnadssynpunkt skall vara gynnsammare traditionell ommålning skulle krävas en förbättring i livslängd motsvarande ungefär en faktor två. Endast för färgsystem 1 visade det sig att tiden fram till dess att konditionen hos fönstren var av samma dåliga tillstånd som före ommålning - 75 % av fönstren dåliga - var dubbelt så lång som tiden mellan de närmast föregående ommålningarna, vilka utförts på traditionellt vis. Färgsystem 1 är dock mindre lämpligt ur arbetsmiljösynpunkt.

Om jämförelsen görs vid en liten skadeomfattning, se tabellen ovan, och om man undantar det helt akrylatlatexbaserade färgsystemet 5 i Dalsjöforsprojektet, befanns dock skillnaden i långtidshållbarhet mellan de lösningsmedelsburna färgerna och de vattenburna vara små. Resultaten pekar därmed på att begränsningar i användningen av lösningsmedelsburna färger vid även utomhusmålning borde kunna göras utan att avsevärt förlora i försämrad långtidshållbarhet.

Mycket i undersökningarna pekar på att omfattningen av förbehandlingen borde differentieras då stora skillnader i skadeomfattning föreligger inte bara mellan olika fönster beroende på väderstrecksplacering utan även mellan de olika delarna av ett fönster. Efter en mer omfattande ommålning skulle nästkommande målning kanske kunna inskränkas till att omfatta endast nedre delarna av båge och karm på fönster i söderläge. A13 metoden för fönsterrenovering kommer till sin rätt då skadeomfattningen nått mycket långt. Vad man även bör väga in som talar till A13 metodens fördel framför traditionell ommålning är att A13 metoden öppnar möjlighet för att utföra en fönsterrenovering året runt.

1 Inledning

Renovering av träfönster har länge ansetts som något av kanske det svåraste inom utomhusmåleriet och denna uppfattning har förstärkts under de senaste årtiondena. Under slutet av sjuttioalet rapporterades skador på fönster i en allt högre omfattning vilket medförde att rad olika skadefaktorer kom att lyftas fram som försämrade virkeskvalitet, brister i fönsterkonstruktioner och olämpliga färgsystem. En väsentlig förbättring av konstruktion, material och arbetsmetoder kom därigenom till stånd vilket gjorde att skadefrekvensen minskade. I mitten av åttioalet var dock osäkerheten fortfarande stor bland beställare och entreprenörer vad gällde valet av färgsystem och då speciellt för ommålning.

Håller de ommålningssystem som rekommenderas måtten? Vilken betydelse för fuktbalansen har öppenheten hos en färg i relation till förekomst av diskontinuiteter i träkonstruktionen, ändräsörsegling, fönstrens placering i konstruktionen samt det gamla färgsystemets egenskaper? Är moderna färgtyper för bra så att underlaget snarare än färgen offras? Hur lång livslängd kan man garantera för en fönsterrenovering som utförs idag?

Med dessa frågeställningar som utgångspunkt inledde vi på SP år 1986 en större referensobjektundersökning om traditionell ommålning av fönster. Projektet, Dalsjöforsprojektet, kom till stånd på initiativ av Målarmästarnas Riksförening och pågick fram till 1993. Konditionen hos de ommålade fönstren följdes regelbundet under de sju år projektet varade fram till ny ommålning 1993. Projektet och dess resultat efter 4 år har tidigare rapporterats [1,2].

Delvis parallellt med Dalsjöforsprojektet utfördes ytterligare ett projekt om fönsterrenovering, det s.k. Piteåprojektet, i vilket ingick att utvärdera ett komplett system för fönsterrenovering den s.k. A13 metoden. Projektet utförs i samarbete med BPA Måleri som utvecklat en variant av A13 metoden kallad "Fönsterfix". Grunden i A13 metoden är ett mycket noggrant förarbete där all gammal färg och kitt avlägsnas och friskt trä tas fram som underlag för ommålningen. Piteåprojektet inledes under 1988 genom renovering av fönstren på ett referensobjekt i Piteå [3]. Konditionen hos detta ommålningsobjekt har idag följts under nio år.

För att A13 metoden skall kunna konkurrera med andra renoveringsalternativ krävs att den totala livslängdskostnaden är låg och ommålningens livslängd bör således vara väsentligen längre. I jämförelse med traditionell ommålning skulle t.ex ommålningsintervallet behöva vara omkring dubbelt så långt för fönster renoverade enligt A13 metoden enligt gjorda beräkningar [4].

Vilken uppfattning finns då idag bland målningentreprenörer om tekniska livslängder hos olika färgsystem i samband med fönsterrenoveringar? I Tabell 1 redovisas resultatet av en enkät gjord bland svenska målarmästare under hösten 1991[5].

Bedömningen av de olika färgtypernas livslängder det vill säga den tid som förflyter mellan ny- och ommålning eller mellan ommålningar blev mycket subjektiv i aktuellt fall, vilket framgår av den stora spridningen i uppfattning om de olika färgtypernas livslängd. En osäkerhet till exempel var vilken grad av nedbrytning som de olika målarmästarna ansåg man kan tolerera innan ommålning anses nödvändig.

De skador i täckande färgskikt av alkyd- och linoljefärg som vanligen föranleder ommålning oavsett geografiskt läge är krackelering, flagning och kritning, främst i fallet med linolja. Fuktigt och/eller rötskadat trä förekommer ofta under lossnad latexfärg. Rötskador kan mycket ofta ses i samband med latexmålning innebärande både grund- och täckmålning med latexfärg. Rötskador i samband med alkyd och linoljemålning förekommer sällan. Uttorkning och torksprickor i träet anges som vanliga effekter i samband med åldring av alkyd- och täcklasyrer. Uppgifterna om skador i latexlasyrer är varierande, fukt och rötskador under färgfilmen, uttorkning samt flagning anges som orsaker. Det bör nämnas att många av de tillfrågade målarmästarna inte ansågs sig kunna rekommendera latexlasyrer för målning utomhus. Vid målning av fönster ansågs främst kittfalsen utgöra den svaga punkten.

Fel! Okänt växelargument.

Tabell 1 Uppskattade livslängder för olika färgsystem vid ytbehandling av träfönster. Uppgifterna härrör från en enkätundersökning hos svenska målarmästare under 1991. Livslängder avser ytbehandling på fönster i söderläge samt uppskattad livslängd för ett helt objekt med fönster i alla väderstreck [5]

Färgtyp	Medianlivslängd av söderfönster (år)	Intervall för 70% av svaren vad avser söderfönster (år)	Uppskattad medianlivslängd för ett helt objekt (år)
Alkyd	5,2	3,2 - 7,0	6,6
Latex	3,3	1,5 - 5,8	4,4
Linolja	5,5	4,3 - 7,2	6,5
Lasyr (alkyd)	3,4	2,4 - 5,2	4,2
Lasyr (latex)	2,0	0,9 - 4,5	-
Täcklasyr	3,9	2,5 - 5,8	4,8

2 Syfte och frågeställningar

Aktuell rapport sammanfattar resultaten från konditionsbesiktningar av de båda referensobjekten avseende dels traditionell ommålning av fönster, Dalsjöforsprojektet samt fönsterrenovering enligt A13 metoden, Piteåprojektet. Baserad på resultaten från dessa undersökningar görs även en jämförande analys mellan de två metoderna med syfte att utvärdera frågeställningar kring livslängd och livscykelkostnad sett i relation till såväl valet av färgsystem som förbehandlingsmetod.

Specifika frågeställningar som bedömdes intressanta att analysera utgående från erhållna resultat var bl.a. följande:

- Hur mera kvantitativt definiera livslängd hos ett ytbehandlingssystem för fönsterrenovering, d.v.s. underhållsintervallet?
- Vilka livslängder kan man uppnå med dagens färgsystem i kombination med traditionell förbehandling och i kombination med förbehandling enligt A13 metoden?
- Vilken förbehandlingsmetod förefaller mest fördelaktig ur livscykelkostnadsynpunkt?
- Vilka är de främsta för- och nackdelarna med de olika färgsystemen som studerats? Vilka slag av skador avgör livslängden?
- Hur stor betydelse har konstruktionen samt läget på ett fönster för ytbehandlingens livslängd?
- Kan regelbundna konditionsbesiktningar tjäna som underlag för att tidigt kunna prognostisera livslängd hos ytbehandlingar för att därigenom kunna vara ett hjälpmedel vid underhållsplanering?

3 Resultat från undersökningarna av referensobjekten

3.1 Referensobjekt och färgsystem

3.1.1 Dalsjöforsprojektet

Det referensobjekt som valdes för att undersöka traditionell ommålning av fönster var ett trevånings flerfamiljshus beläget i Dalsjöfors ca 15 km utanför Borås. Fastigheten var byggd 1968 och är av gaveltyp där fyra trappuppgångar är vända mot sydost och tre mot sydväst. Den har totalt 149 fönster vilka tidigare målats med alkydoljefärg 1977 innan aktuell ommålning gjordes 1986.

Fel! Okänt växelargument.

Figur 1 Referensobjektet i Dalsjöfors med skiss över trappuppgångarnas placering

Fönstren på detta objekt målades om med fem olika färgsystem, se **Tabell 2**. Färgsystem 1 till 4 är kommersiella produkter, vilka valts ut i samråd med färgfabrikanter medan färgsystem nr 5 tagits fram av bindemedelsfabrikant.

Tabell 2 Färgsystem i Dalsjöforsprojektet

Färgsystem	Trappuppgång	Grundning (trärent)	Mellanstrykning	Färdigstrykning
1	A	alkydolja + spädd täckfärg (15%)	täckfärg av alkyd / linolja	täckfärg av alkyd / linolja
2	B,E	grundfärg av alkyd / olja	täckfärg av akryllatex	täckfärg av akryllatex
3	C	spädd täckfärg av linolja (10%)	täckfärg av linolja	täckfärg av linolja
4	D,G	grundolja + grundfärg av alkyolja	täckfärg av alkyd / linstandolja	täckfärg av alkyd / linstandolja
5	F	grundfärg av akryllatex	grundfärg av akryllatex	täckfärg av akryllatex

En noggrann förbehandling lika för alla fönster utfördes före ommålning genom att avlägsna all färg och kitt på karmens och bågens bottenstycke samt på karmens och bågens sidostycken 20 cm upp från bottenstycket. Omkittning utfördes med s.k. monomeric kitt. Det bör påpekas att förbehandlingen därmed gjordes mer omfattande än vad som är vanligast vid traditionell ommålning. Grundning och täckmålning utfördes enligt anvisningar för respektive färgsystem. För att få en mer detaljerad beskrivning av utförda målningsarbete hänvisas en läsare till referens [1] eller [2]. Enskilda färger finns mer utförligt egenskapsredovisade i Bilaga 1.

3.1.2 Piteåprojektet

Referensobjektet som valdes ut för att studera A13 metoden för fönsterrenovering var beläget i Öjebyn utanför Piteå. Huset är ett K - märkt trähus och ägs av Piteå kommun och fungerar idag som bibliotek. Huset har totalt 37 fönster fördelade på de fyra väderstrecken enligt vad som framgår av **Figur 3**. Innan aktuell fönsterrenovering som utfördes 1988 hade objektet senast målats om 1980 med en akrylatfärg.

Fel! Okänt växelargument.

Figur 3 Referensobjektet i Piteåprojektet samt de olika färgsystemens placering på de olika fönstren.

De färgsystem som användes inom Piteåprojektet beskrivs i **Tabell 3**. Alla dessa utgör kommersiella system som tillhandahölls från i projektet deltagande färgfabrikanter.

Den arbetsgång som följdes vid fönsterrenoveringen kan schematiskt beskrivas enligt följande:

- Fönsterbågarna monterades ned och fraktades till arbetsstationen. Fönstertäckning monterades för att ersätta de borttagna bågarna.
- På fönsterbågen sågades ett snitt mellan kitt och trä och allt gammalt kitt avlägsnades.
- All gammal färg togs bort varefter bågarna slipades och alla kanter och hörn rundades.
- Fuktkvoten i träet kontrollerades varefter träet vid behov torkades innan arbetet fortsatte.
- Skadade delar av bågen reparerades och glasbyte utfördes vid behov.
- Kittning med silikonbaserat material utfördes därefter som sedan följdes av grundning.
- Efter grundfärgen torkat hängdes bågen tillbaka i karmen som parallellt behandlats genom bortskrapning av färg, nederdelen slipas helt ren från färg, samt grundmålning.
- Färdigmålning av karm och båge skedde på plats varefter tätningsslistor av silikon-gummi limmades fast.

För att få en mer detaljerad beskrivning av arbetsgången vid fönsterrenoveringen hänvisas en läsare till referens [3]. De enskilda färger som användes finns även mer detaljerat egenskapsredovisade i Bilaga 1.

Fel! Okänt växelargument.

Tabell 3 Färgsystem i Piteåprojektet

Färgsystem	Grundning	Mellanstrykning	Färdigstrykning
1	grundolja + alkydolje- grundfärg vått-i-vått	täckfärg av alkyd / linstandolja	täckfärg av alkyd / linstandolja
2	grundfärg av alkyd - emulsionstyp	täckfärg av akrylatlatex (2 strykningar)	täckfärg av akrylat- latex
3	grundfärg av alkyd/olja	täcklasyr av latex / olja	täcklasyr av latex / olja

3.2 Besiktningsmall och klassificering av fönstrens kondition

För att kvantitativt kunna beskriva fönstrens kondition både före och efter ommålning användes i de båda undersökningarna en besiktningsmall, som ursprungligen utarbetats av Nordsjö AB. Enligt besiktningsmallen, se [1,2], betygsattes varje fönster eller snarare delarna av detta fönster i termer av fem huvudgrupper: Tillstånd ytbehandling (avflagning, krackelering/ sprickor), Konstruktion (sammanfogningar), Fuktkvot, Röta samt Kittning/Mekaniska skador.

3.2.1 Tillstånd ytbehandling

Vid bedömningen av tillståndet hos ytbehandlingen delades varje fönster in i fyra delar: övre och nedre del av bågen samt övre och nedre del av karmen.

För bedömning av avflagning användes betygen:

- 1 (intakt)
- 2 (enstaka skada)
- 3 (< 20% av ytan avflagad)
- 4 (20% - 50% av ytan avflagad)
- 5 (>50% av ytan avflagad)

För bedömning av krackelering/sprickbildning användes betygen:

- 1 (intakt)
- 2 (enstaka spricka)
- 3 (< 20% av ytan med sprickor)
- 4 (20% - 50% av ytan med sprickor)
- 5 (>50% av ytan med sprickor).

För att sammanfatta konditionen hos ytbehandlingen för ett fönster användes dock främst de tre klasserna **Intakt**, **Påverkad** och **Dålig**, som definierades enligt följande:

Intakt: Ingen del av fönsteret skall uppvisa ett betyg högre än 2 avseende krackelering /sprickbildning och flagning.

Dålig: Fönster med flagning och/eller sprickor på nedre delen av bågen eller karmen med betyg 4 och 5.

Påverkad: Fönster med en kondition på ytbehandlingen som hamnar mellan dessa klasser.

Fel! Okänt växelargument.

3.2.2 Konstruktion (sammanfogningar)

Huvudgruppen Konstruktion bedömdes utgående från förekomst av sprickor i sammanfogningarna enligt följande betyg: 1 (intakt), 2 (tendens till sprickbildning), 3 och 4 (måttlig sprickbildning eller öppning av fog), 5 (helt öppen fog).

3.2.3 Fuktkvot

I ett antal fönster spikades fasta stift in i karmen för att kunna användas vid fuktkvotmätningar i samband med besiktningarna. Då besiktningarna utfördes vid torr väderlek visade det sig att alla fönster haft tid att torka ut varför endast låga fuktkvotsvärden (<15%) erhöles. Innan ommålning i Dalsjöforsprojektet kunde dock höga fuktkvotsvärden (>15% och i något fall >20%) mätas upp för ett mindre antal fönster där även röta förekom [1]. Innan ommålning i Piteåprojektet uppmättes låga fuktkvoter av omkring 9 % - 10 % kanske främst beroende på att mätningarna utfördes då temperaturen var låg omkring 0 °C [3].

3.2.4 Röta

Förekomsten av röta utvärderades med hjälp av en kniv som trycktes mot träunderlaget. Bedömningen lätt rötangrepp (betyg 2 - 3) användes för de fall där träunderlaget visade sig vara poröst och lätt gav efter för tryck. Efter byte av en del rötskade delar hos fönstren i Dalsjöforsprojektet förekom i de båda projekten efter ommålning inga rötangrepp med ett betyg större än 2.

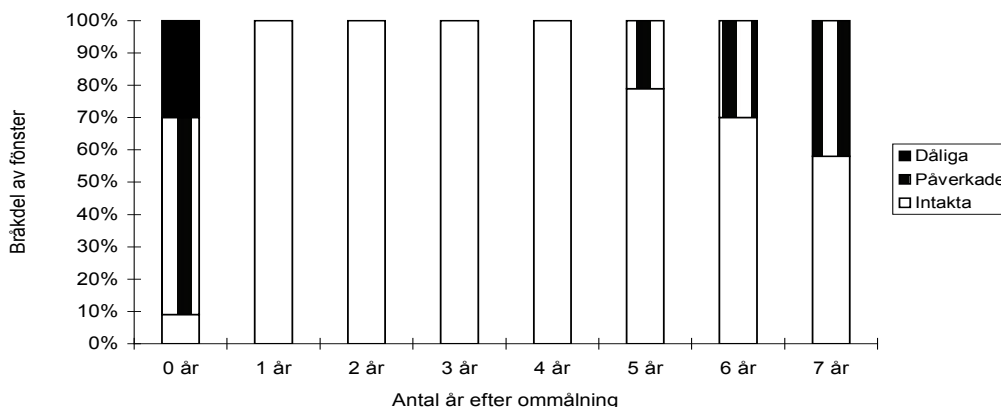
3.2.5 Kittning/Mekaniska skador

Någon betygsgradering vad gäller mekaniska skador gjordes ej utan dessa noterades bara innan ommålning eftersom skadorna skulle kunnat ha en påverkan på långtidhållbarheten.

Kittningens kondition betygsattes med hjälp av en femgradig skala, där 1 betecknar en intakt kittning och 5 ett fall med mycket dålig kondition hos kittningen.

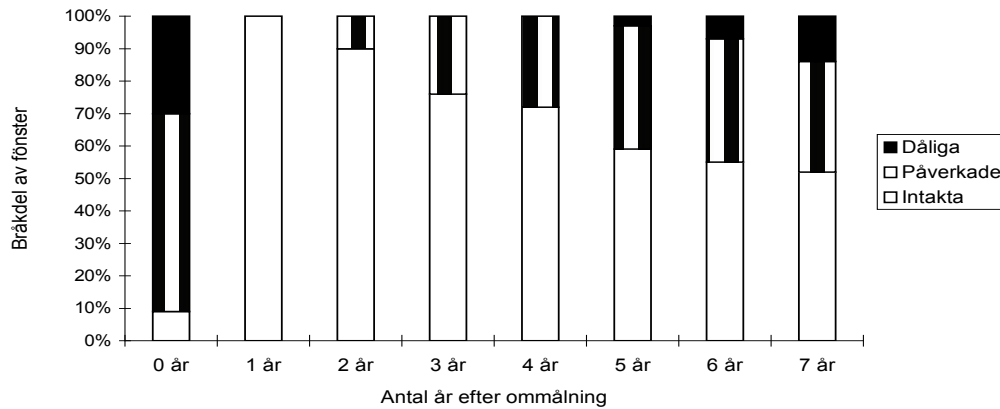
3.3 Besiktningresultat

3.3.1 Dalsjöforsprojektet

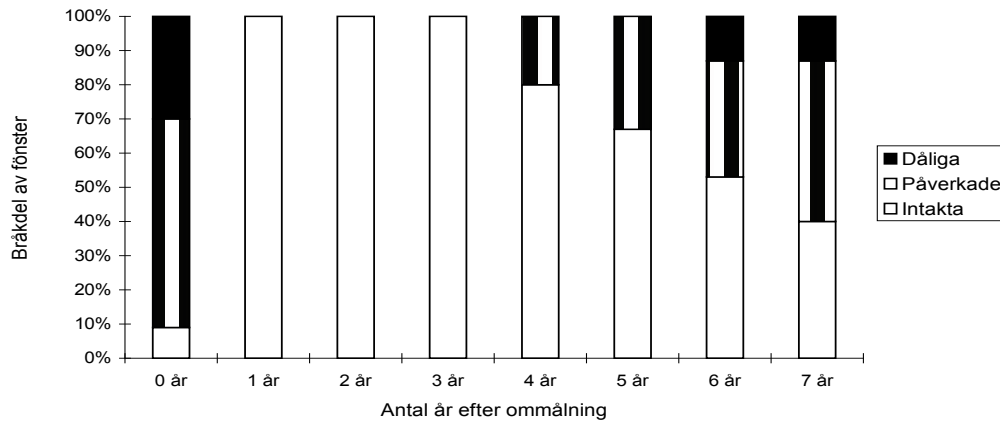


Figur 4 Konditionen före och efter ommålning inom Dalsjöforsprojektet hos fönstren behandlade med *Färgsystem 1* (grundolja/alkydoljetäckfärg)

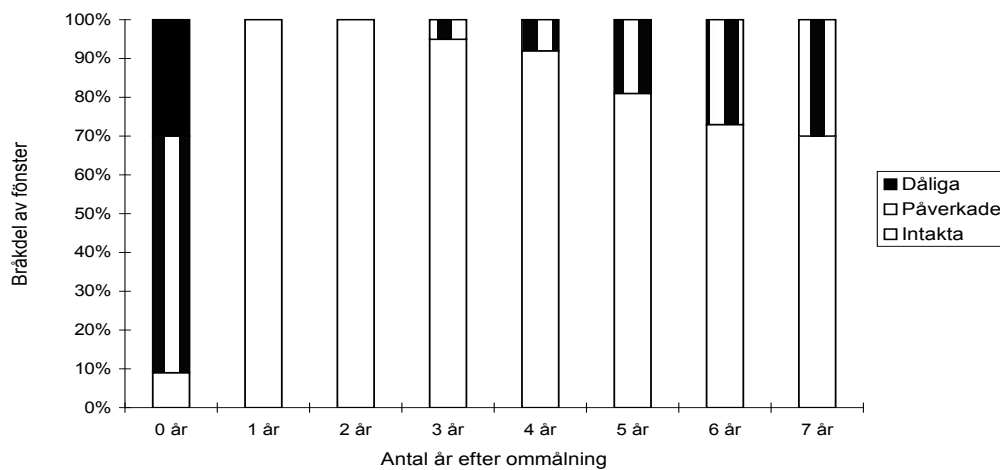
Fel! Okänt växelargument.



Figur 5 Konditionen före och efter ommålning inom Dalsjöforsprojektet hos fönstren behandlade med **Färgsystem 2** (alkydoljegrundfärg / akrylattextäckfärg)

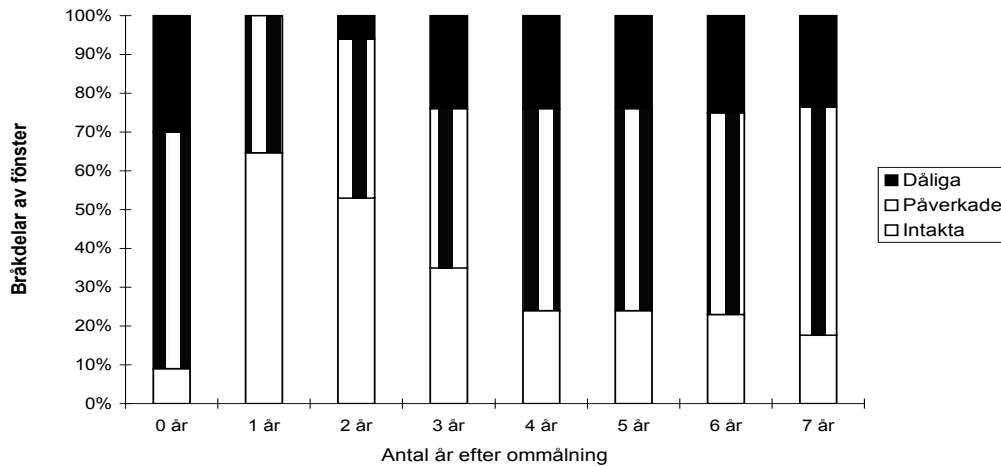


Figur 6 Konditionen före och efter ommålning inom Dalsjöforsprojektet hos fönstren behandlade med **Färgsystem 3** (linoljetäckfärg)



Figur 7 Konditionen före och efter ommålning inom Dalsjöforsprojektet hos fönstren behandlade med **Färgsystem 4** (grundolja / alkydoljegrundfärg / alkydoljetäckfärg)

Fel! Okänt växelargument.



Figur 8 Konditionen före och efter ommålning inom Dalsjöforsprojektet hos fönstren behandlade med Färgsystem 5 (akrylatlatexgrundfärg / akrylatlatextäckfärg)

I **Figur 4** till **Figur 8** sammanfattas resultaten av besiktningarna av fönstren inom Dalsjöforsprojektet vad avser konditionen hos ytbehandlingen. Resultaten presenteras som procentandel av fönster som efter olika tider efter ommålning kan inordnas i de tre klasserna intakt, påverkade samt dåliga, se **avsnitt 3.2.1**. Den vänstra stapeln i figurerna, representerande 0 år, återger förhållandet innan ommålning och kan därmed även ses som ett slutförhållande utifrån vilket en teknisk livslängd eller ommålningsintervall kan definieras.

I **Tabell 4** återges besiktningensresultaten avseende konstruktion, röta och kittning hos fönstren inom Dalsjöforsprojektet utan att särskilja fönster med olika färgsystem.

Tabell 4 Resultat från besiktningar av fönstren inom Dalsjöforsprojektet

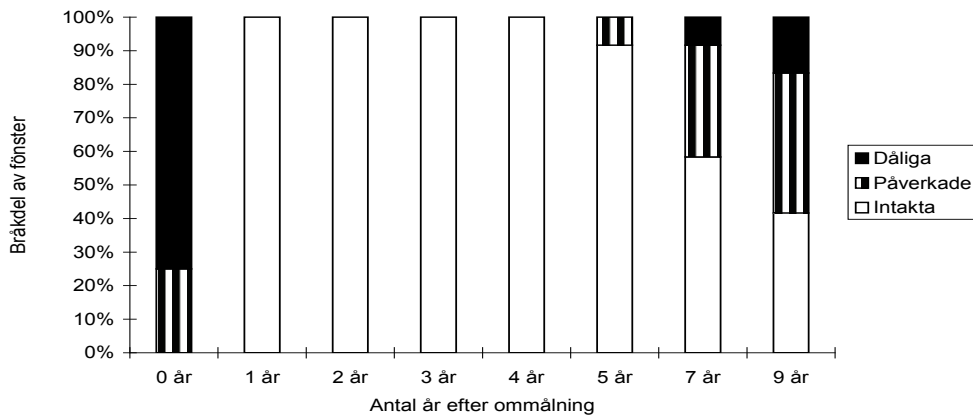
Bedömningspunkt	Före ommålning	4 år efter ommålning	7 år efter ommålning
Konstruktion	Medelbetyg = 1,7	Medelbetyg = 1,1*	Medelbetyg = 1,1*
Röta	Medelbetyg = 1,1	Medelbetyg = 1,1*	Medelbetyg = 1,1*
Kittning	Medelbetyg = 1,7	Intakt**	Intakt**

* Skador främst på fönster ytbehandlade med färgsystem 5 ** Färgen på kittfalsens yta delvis avflagnad

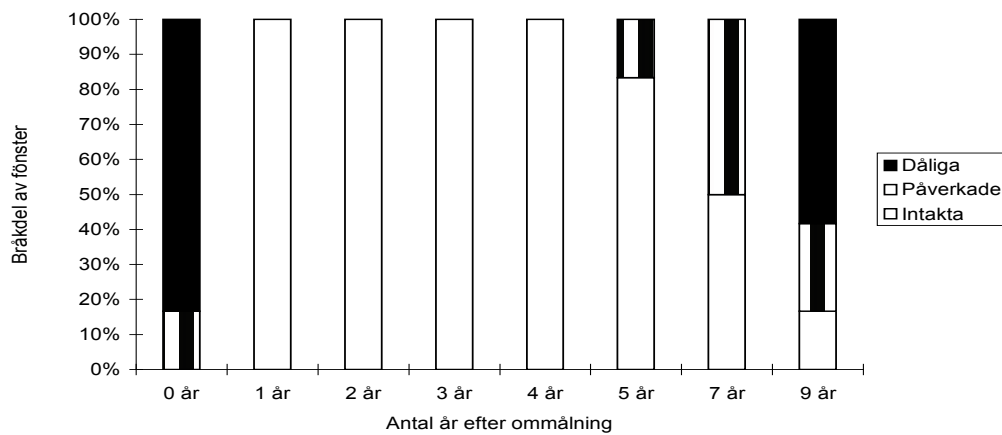
3.3.2 Piteåprojektet

I **Figur 9** till **Figur 11** sammanfattas resultaten av besiktningarna av fönstren inom Piteåprojektet vad avser konditionen hos ytbehandlingen. Resultaten presenteras i termer av procentandel av fönster som kan inordnas i de tre klasserna intakt, påverkade samt dåliga. Den vänstra stapeln i figurerna, representerande 0 år, återger även här förhållandet innan ommålning.

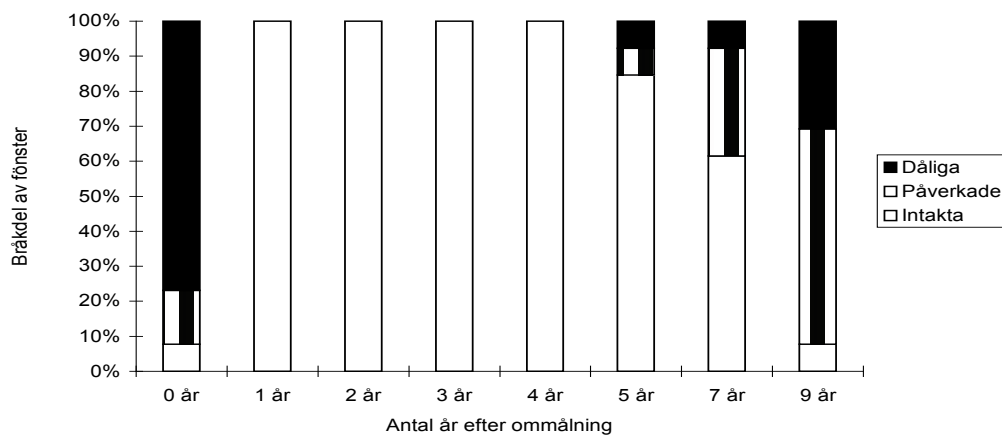
Fel! Okänt växelargument.



Figur 9 Konditionen före och efter ommålning inom Piteåprojektet hos fönstren behandlade med Färgsystem 1 (grundolja / alkydoljegrundfärg / alkydoljetäckfärg)



Figur 10 Konditionen före och efter ommålning inom Piteåprojektet hos fönstren behandlade med Färgsystem 2 (alkydemulsionsgrundfärg / akrylatlatexfärg)



Figur 11 Konditionen före och efter ommålning inom Piteåprojektet hos fönstren behandlade med Färgsystem 3 (grundolja / alkydoljegrundfärg / täcklasyr med vegetabilisk olja och latex)

Fel! Okänt växelargument.

I **Tabell 5** återges besiktningens resultat avseende konstruktion, röta och kittning hos fönstren inom Piteåprojektet utan att särskilja fönster med olika färgsystem.

Tabell 5 Resultat från besiktningar av fönstren inom Piteåprojektet

	Före ommålning	4 år efter ommålning	9 år efter ommålning
Konstruktion	Medelbetyg = 2,6	Intakt	Medelbetyg = 2,0*
Röta	Medelbetyg = 2,0*	Utan anmärkning	Utan anmärkning
Kittning	Medelbetyg = 2,5	Intakt**	Intakt**

* Enstaka fönster med betyg 4 - 5 ** Färgen på kittfalsens yta delvis sprucken

I **Tabell 6** ges uppgifter om vilken betydelse väderstrecket hos fönstren haft vad gäller tiden till dess att en viss grad av degradering hos ytbehandlingen observeras. Inte heller i detta fall särskiljs fönster med olika färgsystem på grund av det låga antalet fönster med samma ytbehandling och väderstrecksplacering.

Tabell 6 Väderstrecks betydelse för degraderingen av ytbehandlingen hos fönstren inom Piteåprojektet

Väderstreck hos fönstren	Tid tills att 50% av fönstren påverkade	Tid tills att 50% av fönstren dåliga
Söder	6,1 år	8,5 år
Väster	8,0 år	9,2 år
Norr	6,9 år	10,7 år
Öster	7,8 år	> 12 år

4 Prognostisering av teknisk livslängd för ytbehandlingarna hos fönstren

En central frågeställning för aktuellt arbete var hur man skulle kunna definiera en teknisk livslängd för ytbehandlingar hos fönster. Endast genom en sådan kvantitativ beskrivning skulle det vara möjligt att ur livscykelkostnadssynpunkt jämföra de båda metoderna för fönsterrenovering samt även de olika färgsystemens för- och nackdelar i de två referensobjektsundersökningarna.

Ytterligare en intressant frågeställning var om regelbundna konditionsbesiktningar skulle kunna tjäna som underlag för att tidigt kunna prognostisera tekniska livslängden hos ytbehandlingarna. En metod för detta skulle kunna vara till stor hjälp vid underhållsplanering.

Den kvantitativa behandlingen krävde dock först fastställande av vilka slag av skador hos ytbehandlingen som bestämmer den tekniska livslängden, hur dessa slag av skador utvecklas med tiden efter ommålning samt vilken nivå av skadeomfattning som kan anses acceptabel innan förnyad ommålning bör göras.

4.1 Sätt att beskriva skadeutvecklingen och definiera den tekniska livslängden

Konditionen hos ytbehandlingen vad avsåg förekomst av sprickor eller flagning valdes som utgångspunkt för definition av den tekniska livslängden. Uppvisade ett fönsters ytbehandling skador motsvarande klassen ”dålig”, se **avsnitt 3.2.1**, ansågs ytbehandlingen ej kunna utgöra ett tillfreds-

Fel! Okänt växelargument.

ställande skydd åt träunderlaget. Underlaget ansågs därmed löpa stor risk att utsättas för nedbrytande rötangrepp.

För att beskriva hur ytbehandlingen hos fönstren på ett referensobjekt förändrades med tiden bedömdes att ett statistiskt synsätt måste användas. Variationen i kondition mellan olika fönster på ett referensobjekt kan vara mycket stor beroende kanske främst på att klimatpåverkan varierar kraftigt med väderstreet.

I aktuella undersökningar användes därför för beskrivning av skadeomfattningen de två begreppen bråkdelen/andel av opåverkade/intakta fönster samt bråkdelen/andel av ej dåliga fönster.

I statistiska termer användes därmed en tillförlitlighetsfunktion. Om denna tillförlitlighetsfunktion betecknas med R och om t_1 betecknar en viss tid efter ommålning anger värdet på tillförlitlighetsfunktionen, $R(t_1)$, den bråkdelen av totala fönster som har en livslängd större än t_1 .

Den typ av livslängdsfördelning som ansågs mest användbar för att beskriva skadeutvecklingen hos fönstren var Weibullfördelningen. Tillförlitlighetsfunktionen för denna typ av fördelningar kan allmänt skrivas som

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\alpha} \right)^\beta \right] \quad (1)$$

som kännetecknas av de två parametrarna α = karakteristiska livslängden samt β = formfaktorn.

Frekvensfunktionen, $f(t)$, d.v.s. den hastighet med vilken skadeutvecklingen fortskrider, kan för denna typ av livslängdsfördelning allmänt skrivas som

$$f(t) = \left(\frac{\beta}{\alpha} \right) t^{\beta-1} \exp \left[- \left(\frac{t}{\alpha} \right)^\beta \right] \quad (2)$$

Det bör observeras att denna frekvensfunktion efter en viss tid uppvisar ett maximum.

Genom användning av Weibullsambandet enligt ekvation (1) kunde erhållna besiktningssdata beskrivas numeriskt och detta numeriska samband även användas för extrapolation av skadeutveckling efter det senaste besiktningstillfället.

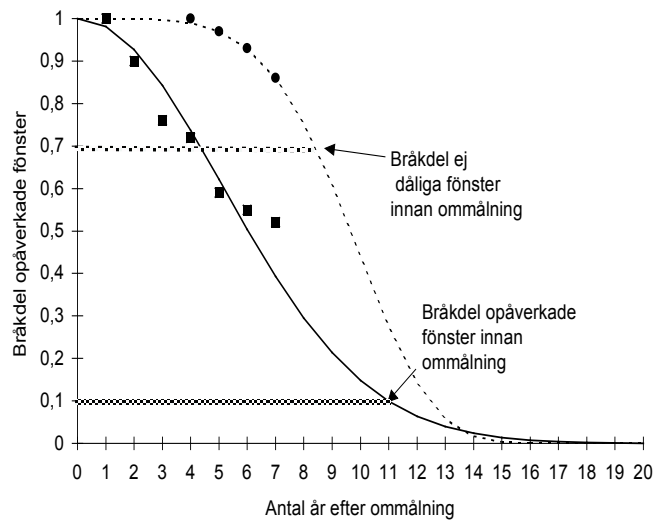
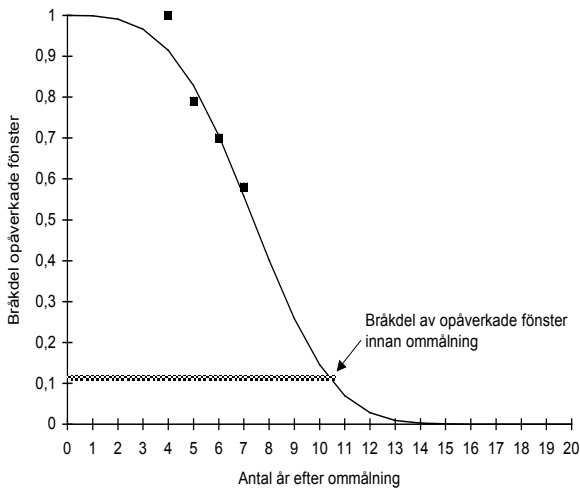
Det numeriska uttrycket för skadeutvecklingen kunde också tjäna som utgångspunkt vid definition av den tekniska livslängden hos en ytbehandling, antingen i termer av högst tillåtna andel dåliga fönster eller också i termer av lägst tillåtna andel opåverkade fönster. Även frekvensfunktionen kunde tjäna detta syfte.

4.2 Fönstren i Dalsjöforsprojektet och Piteåprojektet

Med hjälp av besiktningssresultaten från de två referensobjektsundersökningarna redovisade i **Figur 4 - 11** bestämdes genom kurvanpassning de båda parametrarna α och β för motsvarande Weibullsamband. Weibullsambanden användes sedan för att uppskatta skadeutvecklingen, bråkdelen av opåverkade fönster samt i en del fall även bråkdelen "ej dåliga" fönster vid olika tider efter ommålning.

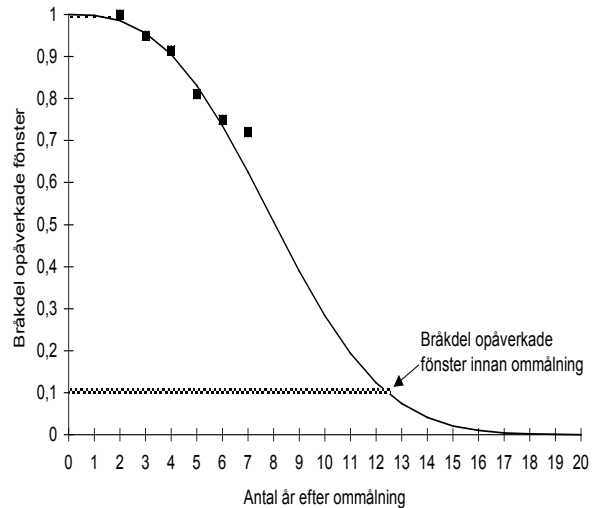
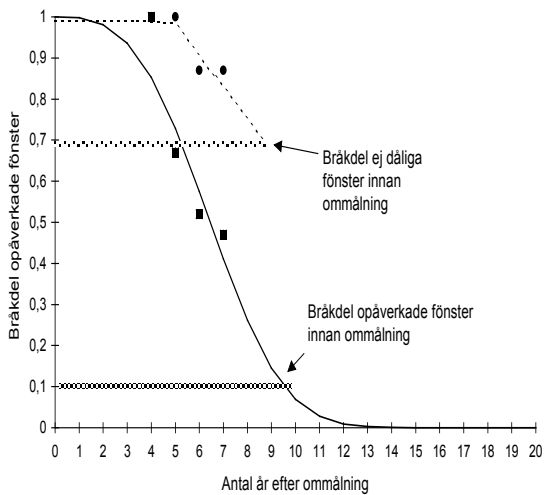
I **Figur 12** redovisas dessa samband avseende skadeutvecklingen för ytbehandlingarna hos fönstren inom Dalsjöforsprojektet. I diagrammen anges också förhållandet vad avser bråkdelen opåverkade samt bråkdelen "ej dåliga" fönster innan ommålning.

Fel! Okänt växelargument.



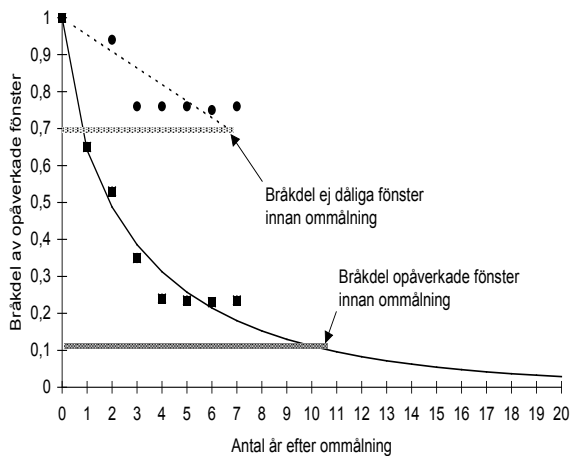
Färgsystem 1 (grundolja/alkydoljetäckfärg)

Färgsystem 2 (alkydoljegrundfärg / akrylatlaextäckfärg)



Färgsystem 3 (linoljetäckfärg)

Färgsystem 4 (grundolja / alkydgrundfärg / alkydoljetäckfärg)



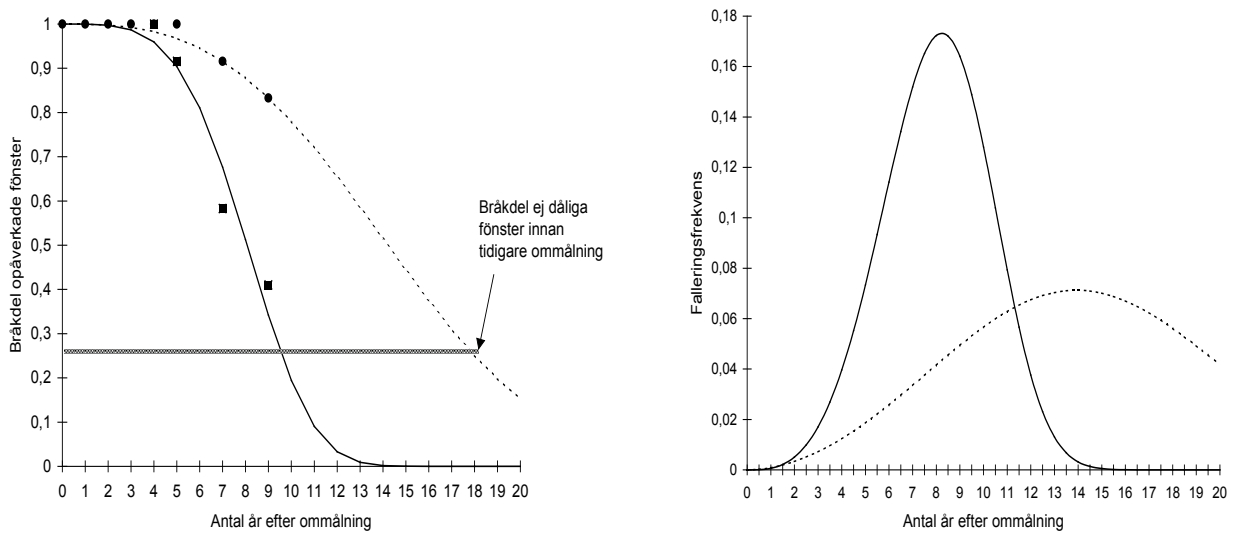
Färgsystem 5 (akrylatlatexgrundfärg / akrylat-latextäckfärg)

Figur 12 Prognostisering av teknisk livslängd för ytbehandlingarna hos fönstren inom Dalsjöforsprojektet. Skadeutvecklingen beskrivs med Weibull samband. Status vad gäller konditionen hos ytbehandlingen innan ommålning anges även som bråkdel av opåverkade respektive ej dåliga fönster

- betecknar bråkdel ej dåliga fönster
- motsvarande Weibull samband
- betecknar bråkdel opåverkade fönster
- motsvarande Weibull samband

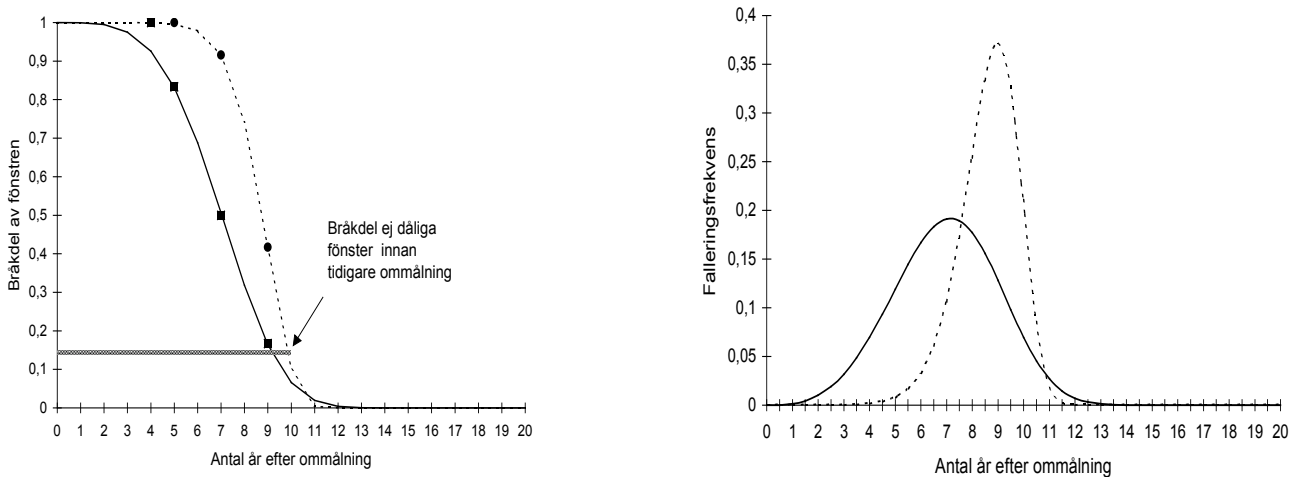
Fel! Okänt växelargument.

I **Figur 13 - 15** redovisas såväl motsvarande tillförlitlighets samband som frekvens samband för ytbehandlingarna hos fönstren inom Piteåprojektet.



Figur 13 Prognostisering av skadeutvecklingen hos ytbehandlingen på fönster med **färgsystem 1** (grundolja / alkydgrundfärg / alkydoljetäckfärg) inom Piteåprojektet. Skadeutvecklingen beskrivs med hjälp av Weibullsamband. Vänstra diagrammet ger den kumulativa fördelningsfunktionen, d.v.s. andelen intakta fönster resp. andelen ej dåliga fönster vid olika tider efter ommålning. Det högra diagrammet återger motsvarande frekvensfunktioner d.v.s. hastigheten med vilken andelen intakta fönster förändras respektive andelen ej dåliga fönster förändras med tiden.

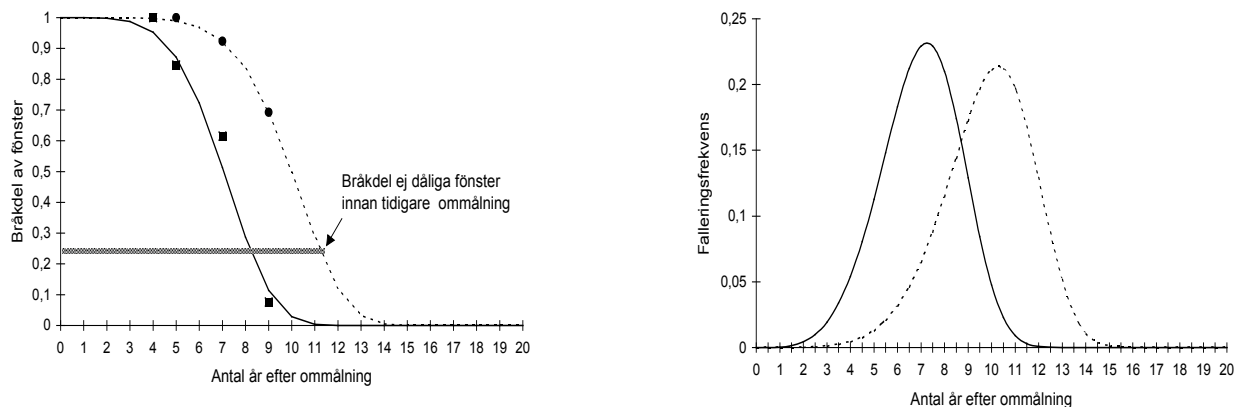
————— bråkdel opåverkade resp. falleringsfrekvens för intakta fönster
 - - - - - bråkdel ej dåliga fönster resp. falleringsfrekvens för ej dåliga fönster



Figur 14 Prognostisering av skadeutvecklingen hos ytbehandlingen på fönster med **färgsystem 2** (alkyd-emulsionsgrundfärg / akrylattextäckfärg) inom Piteåprojektet. Skadeutvecklingen beskrivs med hjälp av Weibullsamband. Vänstra diagrammet ger den kumulativa fördelningsfunktionen, d.v.s. andelen intakta fönster resp. andelen ej dåliga fönster vid olika tider efter ommålning. Det högra diagrammet återger motsvarande frekvensfunktioner d.v.s. hastigheten med vilken andelen intakta fönster förändras respektive andelen ej dåliga fönster förändras med tiden.

————— bråkdel opåverkade resp. falleringsfrekvens för intakta fönster
 - - - - - bråkdel ej dåliga fönster resp. falleringsfrekvens för ej dåliga fönster

Fel! Okänt växelargument.



Figur 15 Prognostisering av skadeutvecklingen hos ytbehandlingen på fönster med **färgsystem 3** (grundolja / alkydoljegrundfärg / täcklasyr av vegetabilisk olja och latex) inom Piteåprojektet.

Skadeutvecklingen beskrivs med hjälp av Weibullsamband. Vänstra diagrammet ger den kumulativa fördelningsfunktionen, d.v.s. andelen intakta fönster resp. andelen ej dåliga fönster vid olika tider efter ommålning. Det högra diagrammet återger motsvarande frekvensfunktioner d.v.s. hastigheten med vilken andelen intakta fönster förändras respektive andelen ej dåliga fönster förändras med tiden.

————— bråkdel opåverkade resp. fallningsfrekvens för intakta fönster
- - - - - bråkdel ej dåliga fönster resp. fallningsfrekvens för ej dåliga fönster

Som framgår av diagrammen i **Figurerna 12** till och med **15** ger Weibullsambanden en i de flesta fall bra beskrivning av skadeutvecklingen hos fönstren.

Undantag utgörs främst av fönstren ytbehandlade med **Färgsystem 5** i Dalsjöforsprojektet, d.v.s. det helt igenom akrylatlatexbaserade färgsystemet. I detta fallet observerades att färgsystemet efter en mycket snabb nedbrytningen under de tre första åren efter ommålning i stort sätt förblir i samma kondition ända fram till det sjunde året då en ny ommålning sker. Anmärkningsvärt är att detta förhållande gäller såväl andelen av opåverkade /intakta fönster som andelen av dåliga fönster.

Trots detta undantag förefaller det kunna vara rimligt att med hjälp av Weibullsamband beskriva skadeutvecklingen hos fönstren.

Med hjälp av ett enkelt datorprogram skulle förväntad framtida skadeutveckling hos ytbehandlingsar hos ommålade fönster i allmänhet kunna prognostiseras med aktuella undersökningar som grund enligt följande exempel.

Låt oss betrakta **Färgsystem 1** i Piteåprojektet vars skadeutveckling illustreras i **Figur 13**. Detta färgsystem, som är helt alkydbaserat, borde enligt **Figur 13** efter 11 år uppvisa en procentandel av intakta fönster motsvarande 10 % och en bråkdel av dåliga fönster av omkring 30 %. Objektet borde därmed efter 11 år vara i så dålig kondition att ommålning måste göras.

Skall vi nu använda detta fall som referens för ett annat objekt som ommålats med ett liknande färgsystem kan vi först anta att skadeutvecklingen blir densamma även för detta objekt. Efter 11 år skulle vi därmed få en situation med 10% intakta fönster och 30 % dåliga fönster och således ett objekt som borde ommålas.

Utför vi nu konditionsbesiktningar av det nya objektet efter två år och fyra år efter ommålning och alla fönster vid dessa tillfällen kan bedömas vara intakta finns därför inga skäl att anta att vårt första antagande om skadeutveckling skulle vara fel. Erhåller vi vid det sjätte årets besiktning ett resultat av 80 % intakta fönster och 5% dåliga fönster kan vi dra den slutsatsen att skadeutvecklingen hos det nya objektet verkar helt överensstämmande med vårt referensobjekts.

Fel! Okänt växelargument.

Skulle vi däremot vid fjärde årets besiktningar observera att 10 % av fönstren är av klassen påverkade hade vi skäl att misstänka att skadeutvecklingen går snabbare för det nya objektet.

Om resultatet efter sjätte årets besiktning blir att procentandelen intakta fönster skulle vara 70%, 60 %, 50 % respektive 40 % ger en Weibull extrapolering som resultat att en situation motsvarande en procentandel intakta fönster av 10 % kan förväntas inträffa efter omkring 11 år, efter 9,5 år, efter 8,5 år respektive efter 7,5 år enligt de angivna utfallen. Reviderad plan för ny ommålning kan därför tas fram med sjätte årets besiktningresultat i sin hand.

4.3 Lämpligaste ommålningsintervall

Vilken skadeomfattning kan nu anses acceptabel innan förnyad ommålning måste göras?

Utgår man från förhållandena innan ommålning av de två referensobjekten är det lätt att inse att Piteåobjektet tillåtit degradera i en alltför hög grad innan ommålning. Mellan 75 och 85 % av fönstren kunde klassas som dåliga innan ommålningen skedde.

Piteåobjektet hade före aktuell ommålning tidigare målats om 1980, d.v.s. 9 år innan aktuell ommålning gjordes med A13 metoden. Efter fönsterrenoveringen med A13 metoden och färgsystem 1 kan vi från diagrammet i **Figur 13** se att en situation då procentandelen dåliga fönster är lika stor som före ommålningen kan förväntas att inträffa först omkring 18 år efter A13 renoveringen.

Men vad skulle då hända under denna tid? Från diagrammet i Figur 13 kan vi se att efter halva tiden är 10 % av fönstren att anses som dåliga och ger därför ej ett tillfredsställande fukt och röt-skydd för dessa fönster. Förhållandet skulle gälla under hela nio år om nästa ommålning görs då fönstrens kondition skulle vara densamma som före aktuell ommålning.

Efter 12 år skulle vi förvänta oss att procentandelen dåliga fönster ökat till omkring 30 % och dessa fönster skulle därför ej ge ett tillfredsställande rötskydd under sista tredjedelen av intervallets längd innan ommålning.

Vad skulle då motsvarande förhållande bli om vi använde oss av den kondition hos fönstren som observerades före ommålning i Dalsjöforsprojektet som en gräns för när ommålning bör ske?

Tar vi diagrammet i **Figur 13** även nu som utgångspunkt för en analys finner vi att 1% till 2 % av fönstren kan förväntas vara dåliga efter halva tiden innan ny ommålning görs. Efter två tredjedelar av tiden innan ommålning kan procentandelen dåliga fönster förväntas öka till omkring 10 %.

Sammanfattningsvis verkar således konditionen även på Dalsjöforsobjektet innan ommålning vara i sämsta laget och en ommålning borde därför ha utförts tidigare.

Tar man nu som utgångspunkt att fönstren bör målas om innan tillväxttakten i andelen dåliga fönster börjar öka i en alltför stor omfattning kan man ha hjälp av frekvensdiagram för att göra en bedömning av lämpligast ommålningsintervall.

Som framgår av högra diagrammet i **Figur 13** kan tillväxttakten i andelen dåliga fönster antas vara som störst efter omkring 13 till 14 år. Tillväxttakten börjar dock att nå en märkbar omfattning redan efter omkring 7 år till 8 år. Andelen dåliga fönster har då kommit upp till en nivå av omkring 10 %. Om ommålning utfördes efter omkring 7 till 8 år skulle således inga fönster vara av kategorin dåliga under mer än två tredjedelar av tiden fram till ny ommålning.

Hur då tidigt få en uppfattning om när tillväxttakten i andelen dåliga fönster börjar att öka i en alltför hög grad. Vad som kan ses från diagrammen i **Figur 13** till **Figur 15** är att detta förhållande inträffar ungefär då frekvensfunktionen eller tillväxttakten i andelen påverkade fönster når sitt maximum eller när andelen intakta fönster sjunkit till omkring 50 %.

En enkel regel skulle med andra ord vara att utföra en ommålning när tillväxttakten i andelen påverkade fönster når sitt maximum eller ganska likvärdigt när andelen intakta fönster sjunkit till omkring 50 %. När detta inträffar skulle man tidigt kunna uppskatta genom att från tidiga besiktningar bestämma andelen fönster av minst klassen påverkade, som beskrivits ovan.

Fel! Okänt växelargument.

Vilka ommålningsintervall som då skulle vara aktuella eller i det fall då Dalsjöforsobjektets kondition innan ommålning tas som utgångspunkt när det är dags att måla om sammanfattas för de olika färgsystemen i **Tabell 7**. I **Figur 16** och **Figur 17** jämförs också frekvensfunktionerna för de olika färgsystemen.

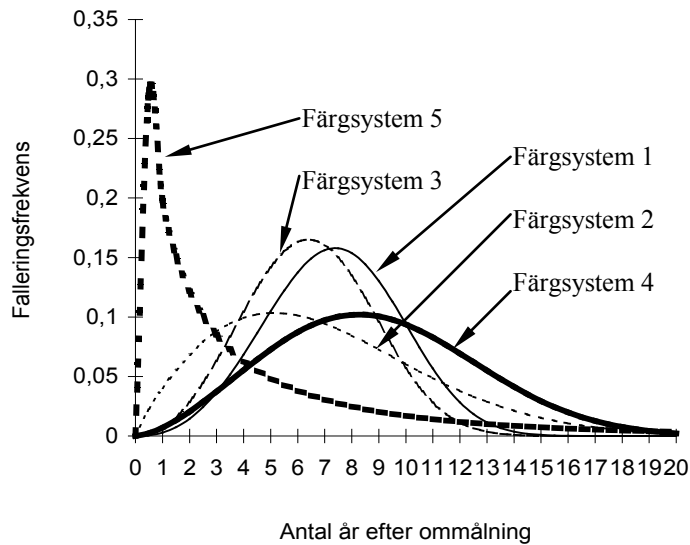
Tabell 7 Sammanställning av data för skadeutvecklingen hos de olika ytbehandlingarna inom de två referensobjektsundersökningarna

Färgsystem	Tid tills andelen intakta fönster är 0,5 (år)	Tid tills andelen intakta fönster är 0,1 (år)	Tid tills andelen ej dåliga fönster är 0,7 (år)	Tid tills maximal tillväxttakt i andelen påverkade fönster uppträder (år)
Dalsjöforsprojektet				
1. (grundolja/ alkydoljetäckfärg)	7,3	10,5	-	7,5
2. (alkydoljegrundfärg / akrylatlatexfärg)	6,5	11	8,2	5,2
3. (linoljefärg)	6,5	9,5	8,8	6,5
4. (grundolja / alkydoljegrundfärg / alkydoljetäckfärg)	8,8	12,5	-	8,5
5. (akrylatlatexgrundfärg / akrylatlatexfärg)	2	10,5 ?	7	0,5
Piteåprojektet				
1. (samma som 4 i Dalsjöforsprojektet)	8,2	11	11	8,2
2. (alkydemulsionsgrundfärg / akrylatlatexfärg)	7	9,5	8,2	7,2
3. (grundolja / alkydoljegrundfärg / vegetabilisk olja och latex)	7	9,2	9	7,2

Som framgår av sammanställningen i **Tabell 7** är det även här **Färgsystem 5** från Dalsjöforsprojektet som uppvisar ett avvikande mönster jämfört med de andra färgsystemen.

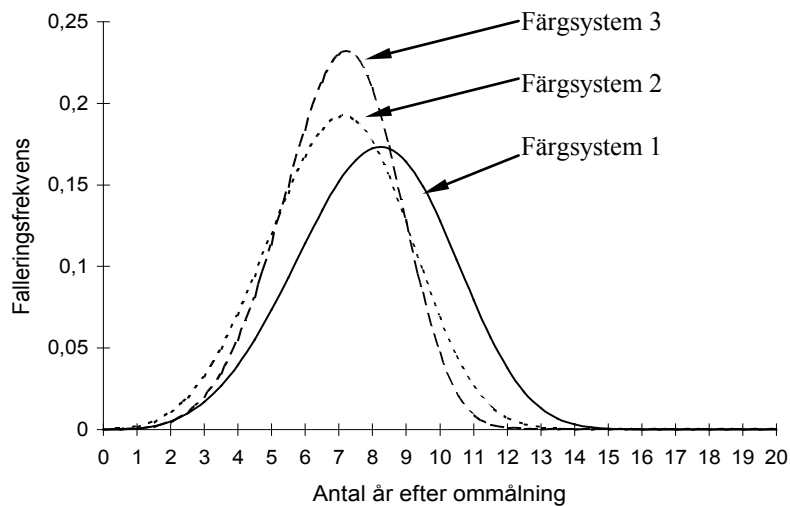
Av intresse att notera vad gäller linolje- och alkydsystem är att ommålningsintervallen som kan uppskattas från frekvensdiagrammen överensstämmer mycket väl med de medianvärden för lämpligaste ommålningsintervall som ges i **Tabell 1**. Då dessa värden bygger på en intervjuundersökning bland målare i Sverige kan man konstatera att i denna rapport rekommenderade sätt att definiera lämpligaste ommålningsintervall tydligen överensstämmer väl med gängse praxis inom området.

Fel! Okänt växelargument.



Figur 16 Jämförelse i falleringsfrekvens hos de olika färgsystemen i Dalsjöforsprojektet. Med fallering avses då en ytbehandling av ett fönster övergår från klassen intakt till påverkad, se avsnitt 3.2.1

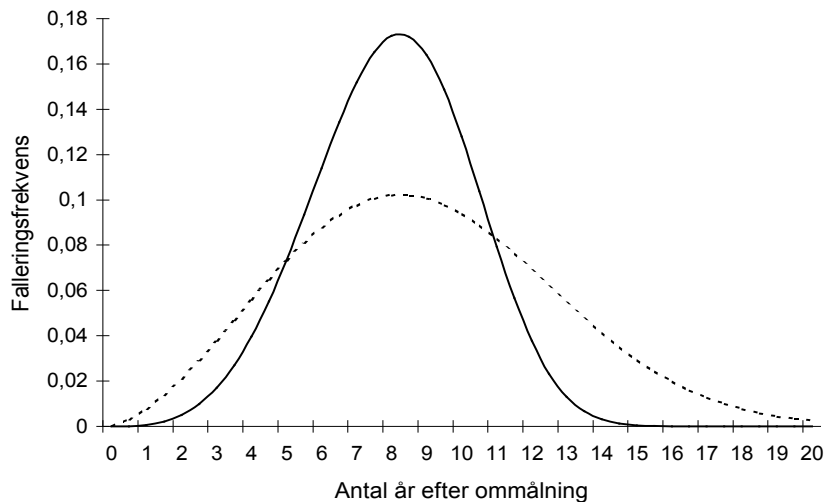
- **Färgsystem 1** (grundolja / alkydoljetäckfärg)
- **Färgsystem 2** (alkydoljegrundfärg / akrylatlaextäckfärg)
- - - - - **Färgsystem 3** (linoljetäckfärg)
- **Färgsystem 4** (grundolja / alkydoljegrundfärg / alkydolje täckfärg)
- · - · - **Färgsystem 5** (akrylatlatexgrundfärg / akrylatlatextäckfärg)



Figur 17 Jämförelse i falleringsfrekvens hos de olika färgsystemen i Piteåprojektet. Med fallering avses då en ytbehandling av ett fönster övergår från klassen intakt till påverkad, se avsnitt 3.2.1

- **Färgsystem 1** (grundolja / alkydoljegrundfärg / alkydoljetäckfärg)
- **Färgsystem 2** (alkyd-emulsionsgrundfärg / akrylatlatextäckfärg)
- - - - - **Färgsystem 3** (grundolja / alkydoljegrundfärg / täcklasyr av vegetabilisk olja och latex)

Fel! Okänt växelargument.



Figur 18 Jämförelse i falleringsfrekvens (intakt fönster övergår till påverkat fönster) mellan de två identiska färgsystem 4 inom Dalsjöforsprojektet och färgsystem 1 inom Piteåprojektet

- **Färgsystem 4 Dalsjöforsprojektet** (grundolja / alkydoljegrundfärg / alkyd-oljetäckfärg)
- **Färgsystem 1 Piteåprojektet** (grundolja / alkydoljegrundfärg / alkyd-oljetäckfärg)

Anmärkningsvärd är den relativt långa livslängden för **Färgsystemen 2 och 3** i Piteåprojektet om man jämför dessa med **Färgsystem 1**. **Färgsystem 1** i Piteåprojektet och **Färgsystem 4** i Dalsjöforsprojektet är identiska och uppvisar intressant nog också i stort sett identiska skadeutvecklingar, se **Figur 18**.

Det bör avslutningsvis påpekas att givna rekommendationer för ommålningsintervall är baserade på undersökningar som gäller objekt med fönster fördelade i stort sett jämnt mellan alla de olika väderstrecken.

5 Jämförelse mellan de två metoderna för fönsterrenovering samt för- och nackdelar med de olika färgsystemen

5.1 Förbehandlings roll för skadeutvecklingen hos fönstren

A13 metoden erbjuder som kanske sin största fördel att fönsterrenoveringen i princip kan utföras året runt och att hyresgästerna kan bo kvar i sina lägenheter under renoveringen. Metoden erbjuder också möjligheten av en bättre långtidshållbarhet jämfört med traditionell ommålning då förbehandlingen innan ommålning utförs på ett grundligare sätt. Vid valet av färgsystem för A13 renoveringen har dock arbetsmiljöaspekten stor betydelse då målningsarbetet utförs inomhus. Användningen av lösningsmedelsburna färger begränsas av hur effektiv ventilationen kan utformas.

Förutsättningen för att fönsterrenovering enligt A13 metoden skall vara mer fördelaktig framför traditionell ommålning ur livscykelkostnadssynpunkt finns behandlad i en tidigare utförd undersökning[4]. Denna gav vid handen att ommålningsintervallet måste vara ca dubbelt så långt i det första fallet. Från resultaten av genomförda referensobjektundersökningar är det dock svårt att entydigt fastställa att så skulle vara fallet.

Betraktar vi först **Färgsystem 1** inom Piteåprojektet kan vi av **Figur 13** utläsa att tiden till dess att vi har en kondition hos fönstren överensstämmande med vad som gällde innan aktuell ommålning borde vara omkring 18 år. Denna tid skall jämföras med 8 år vilket var ommålningsintervallet för

Fel! Okänt växelargument.

närmast föregående ommålning med akrylatfärg som utfördes 1980. Nya ommålningsintervallet förefaller därför vara mer än dubbelt så långt som tidigare.

Hur stor del av denna förbättring i ommålningsintervallets längd beror då på den mer omfattande förbehandlingen och hur stor del beror på valet av färgsystem?

För de andra färgsystemen inom Piteåprojektet skulle motsvarande ommålningsintervall vara 9,5 år för **Färgsystem 2** och ca 11 år för **Färgsystem 3**. Ommålningsintervallet definieras som tiden efter ommålning till dess att andelen ”dåliga” fönster ökat till 0,75.

Färgsystem 1 är som nämnts detsamma som **Färgsystem 4** inom Dalsjöforsprojektet. Under de sju år som Dalsjöforsprojektet varade utvecklade ej några fönster ytbehandlade med **Färgsystem 4** skador i nivå med klassen ”dålig”. Detta förhållande var i stort sett detsamma för detta färgsystem på Piteåobjektet efter sju år. Jämför man skadeutvecklingarna uttryckt i klassen påverkade fönster framgår det av **Figur 18** att dessa i stort sett är lika i de två fallen.

Av resonemanget följer att det främst verkar vara valet av färgsystem som varit avgörande för hur stora skillnader i livslängd hos ytbehandlingarna som uppstått i de två referensobjektsundersökningarna. Det bör dock påpekas att förbehandlingen vid ommålningen av Dalsjöforsobjektet var relativt omfattande i förhållande till vad som normalt brukar innefattas i en traditionell ommålning.

Tidigare ommålning av Dalsjöforsobjektet hade utförts 9 år innan aktuell ommålning. 10% av fönstrens ytbehandling var då intakta och 30% kunde klassas som ”dåliga”. Bortsett från **Färgsystem 5** var tiden längre för de andra färgsystemen till dess att fönstrens ytbehandling uppnått samma skadeomfattning efter aktuell ommålning, se **Tabell 7**. Förhållandet pekar på att förbehandlingen inom aktuell referensobjektsstudie var mer omfattande jämfört med förhållandet innan föregående ommålning av Dalsjöforsobjektet.

Hur skadeutvecklingen på fönstren hos de olika objekten skiljer sig från varandra om man betraktar andra slag av skador utöver sprickbildning och flagning hos ytbehandlingens redovisas i **Tabell 4** och **Tabell 5**.

Vad gäller kittning användes i de båda fallen silikonfogmassa efter ommålning. Konditionen av kittfalsen hos fönstren på de två objekten uppvisade dock inga skador under den tid besiktningarna pågick. Man kunde dock observera sprickor i färgskiktet på delar av kittfalsen i båda fallen.

Vad gäller rötangrepp efter ommålning är fönstren på Piteåobjektet hittills utan anmärkning. På fönstren hos Dalsjöforsobjektet utvecklas dock rötangrepp i en viss omfattning främst på fönster ytbehandlade med det helt akrylatbaserade **Färgsystem 5**. Det verkar som det mer långtgående förarbetet enligt A13 metoden spelat in då rötangrepp förekom på en del av fönstren innan ommålning i båda fallen.

Vad avser utveckling av sprickor i sammanfogningarna efter ommålning, se konstruktion i **Tabell 4** och **Tabell 5**, går denna i stort sett hand i hand med utvecklingen av sprickor och/eller flagning i ytbehandlingens.

Hur stor betydelse har då fönstrens placering vad gäller väderstreck för skadeutvecklingen i de båda fallen.

Från den intervjuundersökning bland målarmästare som redovisas i referens [5] framgår att den gängse uppfattningen är att hos fönster på norrsidan av ett objekt skulle medianlivslängden hos ytbehandlingens (av täckfärg) vara mellan 2-3 år längre jämfört med den hos fönster på södersidan, se **Tabell 1**.

För Piteåobjektet redovisas väderstrecks betydelse för skadeutvecklingen i **Tabell 6**. Skillnaden som gäller söder och norr fönster vad avser tid tills 50% av fönstren ”dåliga” är i samma storleksordning, d.v.s. omkring 2 år.

För Dalsjöforsobjektet är det svårare att renodla betydelsen av olika väderstreck vad gäller skadeutvecklingen hos ytbehandlingens. För fönstren inom de olika trappuppgångarna var det främst hos

Fel! Okänt växelargument.

E till och med G, se **Figur 1**, som en signifikant skillnad kunde observeras mellan fram och baksidan av objektet innan ommålning. Efter ommålning var dock skillnaden mellan fram och baksidan på objektet klart underordnad skillnaden i kondition hos fönster med olika färgsystem.

5.2 Färgvalets betydelse

Som tidigare nämnts ställer A13 metoden krav på färgsystemet utgående från arbetsmiljösynpunkt. Lösningssmedelsburna färger kan endast komma ifråga om effektiv ventilationen kan anordnas.

Inom Piteåprojektet befanns **Färgsystem 1** vara olämpligt att använda då det hygieniska gränsvärdet för lacknaftahalt i luft överskreds under målningsarbetet. **Färgsystem 2** var ur denna synpunkt mest lämpad att använda. Även vid arbete med **Färgsystem 3** erhöles dock en halt av lacknafta i luft som var väsentligen lägre det hygieniska gränsvärdet.

Tiden efter ommålning tills andelen ”dåliga” fönster ökat till 0,75 var för **Färgsystem 2** ca 9,5 år och för **Färgsystem 3** omkring 11 år. Detta är väsentligen kortare än de 16 år som skulle krävs för att renoveringen med A13 metoden skulle vara mer fördelaktig ur livscykelkostnadssynpunkt jämfört med traditionell ommålning.

Vad man bör väga in som talar till A13 metodens fördel framför traditionell ommålning är dock att A13 metoden öppnar möjlighet för att utföra en fönsterrenovering året runt. Dessutom borde A13 metoden vara mer gynnsam om konditionen hos fönstren innan ommålning är mycket dålig. A13 metoden borde också vara fördelaktig att använda om det gamla färgskiktet behöver avlägsnas innan ommålning då detta genom tidigare ommålningar vuxit sig alltför tjockt.

Vilka för- och nackdelar har då kommit fram om de färgsystem som studerats? Vilka livslängder kan man uppnå med dessa färger och vilka slag av skador avgör livslängden?

Tillåts endast en mindre skadeomfattning innan en ny ommålning görs är skillnaden i livslängd mellan de olika färgsystemen i de två undersökningarna ej speciellt framträdande, se **Tabell 7**.

Undantag utgörs dock av **Färgsystem 5** inom Dalsjöforsprojektet. Det bör påpekas att detta färgsystem ej är ett kommersiellt system. Det innehåller en lågmolekylär akrylatlatexbaserad grundfärg under en täckfärg av akrylatlatex. Vad som är orsaken till den tidigt uppkomna sprickbildningen hos detta färgsystem har ej kunnat fastställas. Tidigare utomhusexponeringar av paneler med färgsystemet ifråga hade ej uppvisat samma tendens till tidig sprickbildning som kan ses i aktuellt fall.

Vad gäller färgsystemens för- och nackdelar spelar förutom livslängden även miljöaspekten in. Inom Piteåprojektet uppvisar det helt lösningssmedelsburna **Färgsystem 1** den klart bästa långtidshållbarheten. Vid arbete med färgsystemet överskreds dock det hygieniska gränsvärdet vad gäller lacknaftahalt i inomhusluft vilket gör att färgsystemet ej kan anses kvalificerat för användning i aktuellt fall. Det på vatten helt baserade **Färgsystem 2** är ur miljösynpunkt därför att föredra även om detta färgsystem har en sämre långtidshållbarhet.

Tas dock tiden fram till maximal tillväxttakt i andelen påverkade fönster, se **Tabell 7**, som mått för den tekniska livslängden, kan resultaten från de båda undersökningarna sammanfattas. De helt lösningssmedelsburna färgsystemen uppvisar en teknisk livslängd inom intervallet 6,5 - 8,5 år, varefter således ommålning bör göras. De blandade systemen uppvisar tekniska livslängder inom intervallet 5,2 - 7,2 år. För det helt vattenburna systemet inom Piteåprojektet är motsvarande livslängd 7,2 år.

Skillnaden i rekommenderat ommålningsintervall mellan de lösningssmedelsburna färgerna och de vattenburna framstår därmed som liten. Resultaten pekar därmed på att begränsningar i användningen av lösningssmedelsburna färger vid utomhusmålning borde kunna göras. Detta skulle kunna ske utan att ge upphov till ett kraftigt förkortat ommålningsintervall

De slag av skador som ansetts livslängdsbegränsande har för samtliga färgsystem utgjorts av sprickbildning och flagning. Skadorna har nästan uteslutande uppträtt på bågens och karmens nederdel. Definitionen av den tekniska livslängden hos ytbehandlingen grundar sig också på omfattningen av dessa skador.

Fel! Okänt växelargument.

Förekomst av röta kunde endast konstateras efter gjorda ommålningar i samband med användningen av **Färgsystem 5** inom Dalsjöforsprojektet. Det bör påpekas att de fönster som efter ommålning uppvisade rötangrepp hade även innan ommålning dessa slag av skador. Utveckling av rötskador tillhör dock inte normalt bilden från den allra första tiden efter en ommålning.

Hur långt skadeomfattningen skall tillåtas att gå innan ny ommålning bör göras avgörs naturligtvis också av hur långt man är beredd att gå i graden av förbehandling inför denna ommålning.

Resultaten i dessa undersökningar pekar på att omfattningen av förbehandlingen innan ommålning borde differentieras, som förespråkas av många idag. Stora skillnader i skadeomfattning föreligger ju inte bara mellan olika fönster beroende på väderstrecksplacering utan även mellan de olika delarna av ett fönster. Efter en mer omfattande ommålning skulle nästkommande målning kanske kunna inskränkas till att omfatta endast nedre delarna av båge och karm på fönster i söderläge.. Mer omfattande fönsterrenovering som med A13 metoden kommer till sin rätt då skadeomfattningen nått mycket långt.

7 Referenser

- 1 ”Långtidshållbarhet hos underhållsmålade fönster - Jämförande undersökning av fem olika färgsystem applicerade på ett större referensobjekt i Borås - Förutsättningar”
Bo Carlsson och Lars Karvonen, SP-Rapport 1987:16
- 2 ”Långtidshållbarhet hos underhållsmålade fönster - Resultat från jämförande undersökning av fem olika färgsystem”
Karin Wernståhl, Bo Carlsson, BFR rapport R4:1992
- 3 ”Renovering av träfönster - Tekniska och ekonomiska förutsättningar för fallstudie av A13- metoden”
Karin Wernståhl m. fl., SP-Rapport 1990:15
- 4 ”Livslängd och underhållskostnader i samband med målning av träfönster”
Karin Wernståhl, SEES seminarium: Miljöåtlighet, Livslängd och livscykelkostnad (LCC), 23-24 januari 1991, ELMIA Jönköping
- 5 ”Ytbehandling av utvändigt trä - Skador, livslängd och inverkan av olika klimatfaktorer”
Kurt Jutengren och Bo Carlsson, BFR rapport R5:1993

Fel! Okänt växelargument.

Bilaga 1

Egenskapsredovisning för testade färgsystem

Dalsjöforsprojektet

Färgsystem 1 (grundolja / alkydoljetäckfärg)

Grundolja		Täckfärg	
Kulör:	-	Kulör:	Vit (Titandioxid som pigment)
Bindemedel:	Alkydolja	Bindemedel:	Fet alkyd och linolja
Lösningsmedel:	Lacknafta	Lösningsmedel:	Lacknafta
Torrhalt:	10 volym %	Torrhalt:	46 volym %
Densitet (SS184111):	0,8 g / cm ³	Densitet:	1,2 g / cm ³
Viskositet (SS184115):	11s	Viskositet (SS184119):	380 cP
Torktid:	Övermålas efter 2 timmar	Torktid:	Genomtorr efter 24 timmar
Brandfarlighetsklass:	2b	Brandfarlighetsklass:	2b

Färgsystem 2 (alkydoljegrundfärg / akrylatlatextäckfärg)

Grundfärg		Täckfärg	
Kulör:	Vit (Oorganiska täckande pigment)	Kulör:	Vit (Oorganiska täckande pigment)
Bindemedel:	Fet alkyd och olja	Bindemedel:	Akrylatlatex
Lösningsmedel:	Lacknafta	Lösningsmedel:	Vatten
Torrhalt:	61 volym %	Torrhalt:	40 volym %
Densitet (SS184111):	1,37 g / cm ³	Densitet:	1,27 g / cm ³
Viskositet (SS184115):	250 cP	Viskositet (SS184119):	110 cP
Torktid:	Övermålningsbar efter 24 timmar	Torktid:	Övermålningsbar efter 3 timmar
Brandfarlighetsklass:	2b	Brandfarlighetsklass:	Ej brandfarlig vara

Färgsystem 3 (linoljefärg)

Täckfärg	
Kulör:	Vit (Titandioxid, Zinkvitt)
Bindemedel:	Linolja
Lösningsmedel:	Lacknafta
Torrhalt:	80 volym %
Densitet:	1,48 g / cm ³
Viskositet (ASTM D 562-55):	70 KU
Torktid:	Övermålningsbar efter 24 timmar
Brandfarlighetsklass:	2b

Grundfärg: Täckfärgen förtunnad med 10% lacknafta

Fel! Okänt växelargument.

Färgsystem 4 (*grundolja / alkydoljegrundfärg / alkydoljetäckfärg*)

Grundolja		Grundfärg	
Kulör:	-	Kulör:	Vit (Titandioxid, m.m.)
Bindemedel:	Penetrerande olja	Bindemedel:	Alkyd- och lins-tandolja
Lösningsmedel:	Lacknafta	Lösningsmedel:	Lacknafta
Torrhalt:	12 volym %	Torrhalt:	50 volym %
Densitet (SS184111):	0,8 g / cm ³	Densitet (SS184111):	1,2 g / cm ³
Viskositet (SS184115):	12 s	Viskositet (SS184119)	150 cP
Torktid:	Övermålning inom ca ½ tim.	Torktid:	Genomtorr efter 24 tim
Brandfarlighetsklass:	2b	Brandfarlighetsklass:	2b
Täckfärg			
Kulör:	Vit (Titandioxid, m.m.)	Densitet (SS 184119):	1,2 g / cm ³
Bindemedel:	Alkyd- och lins-tandolja	Viskositet (SS 184119)	400 cP
Lösningsmedel:	Lacknafta	Torktid:	Genomtorr efter 24 timmar
Torrhalt:	ca 70 volym %	Brandfarlighetsklass:	2b

Färgsystem 5 (*akrylatlatexgrundfärg / akrylatlatextäckfärg*)

Grundfärg		Täckfärg	
Kulör:	Vit (Titandioxid)	Kulör:	Vit (Titandioxid)
Bindemedel:	Akrylatlatex	Bindemedel:	Akrylatlatex
Lösningsmedel:	Vatten	Lösningsmedel:	Vatten
Torrhalt:	35 volym %	Torrhalt:	36,5 volym %
Densitet (SS184111):	1,33 g / cm ³	Densitet:	1,30 g / cm ³
Viskositet (ASTM D 562-55):	120 KU	Viskositet (ASTM D562-55):	90 KU
Torktid:	Övermålningsbar efter 2 timmar	Torktid:	Övermålningsbar efter 6 timmar
Brandfarlighetsklass:	Ej brandfarlig vara	Brandfarlighetsklass:	Ej brandfarlig vara

Fel! Okänt växelargument.

Piteåprojektet

Färgsystem 1 (*grundolja / alkydoljegrundfärg / alkydoljetäckfärg*)

Grundolja (<i>Alcro Beckers</i>) Kulör: - Bindemedel: Penetrerande olja Lösningsmedel: Lacknafta Torrhalt: 12 volym % Torktid: ca 1 dygn Övermålningsbar: Vått i vått inom ½ timme Glans: Opigmenterad	Grundfärg (<i>Alcro Beckers</i>) Kulör: Vit Bindemedel: Alkyd- och lins- tandolja Lösningsmedel: Lacknafta Torrhalt: 60 volym % Torktid: 1 dygn Övermålningsbar: ca 1 dygn Glans: -
Täckfärg (<i>Alcro Beckers</i>) Kulör: Vit Bindemedel: Alkyd- och lins- tandolja Lösningsmedel: Lacknafta Torrhalt: ca 70 volym %	Torktid: ca 1 dygn Övermålningsbar: ca 1 dygn Glans: Halvblank

Färgsystem 2 (*alkydemulsionsgrundfärg / akrylatlatextäckfärg*)

Grundfärg (<i>Alcro Beckers</i>) Kulör: Vit Bindemedel: Alkydemulsion Lösningsmedel: vatten Torrhalt: ca 47 volym % Torktid: ca 16 timmar Övermålningsbar: ca 16 timmar Glans: -	Täckfärg (<i>Alcro Beckers</i>) Kulör: Vit Bindemedel: Akrylatlatex Lösningsmedel: Vatten Torrhalt: ca 40 volym % Torktid: ca 3 timmar Övermålningsbar: ca 3 timmar Glans: Halvblank
---	---

Färgsystem 3 (*grundolja / alkydoljegrundfärg / täcklasyr av vegetabilisk olja och latex*)

Grundfärg (<i>Nordsjö</i>) Kulör: Vit Bindemedel: Olja och alkyd Lösningsmedel: Lacknafta Torrhalt: - Torktid: ca 16 timmar Övermålningsbar: ca 16 timmar Glans: Helmatt	Täcklasyr (<i>Nordsjö</i>) Kulör: Vit Bindemedel: Vegetabilisk olja och latex Lösningsmedel: Vatten Torrhalt: - Torktid: ca 12 timmar Övermålningsbar: ca 12 timmar Glans: Halvmatt, 20 skd
---	---