

Pernilla Johansson
Jöran Jermer
Ingvar Johansson

Fältförsök med träskyddsmedel för klass AB

Delrapport nr 2. Resultat efter 5 års
exponering

Nordic Wood Projekt nr 98056

Abstract

Field trial with wood preservatives for class AB. Progress report No. 2. Results after 5 years exposure

Since 1994 there are restrictions in Sweden on the use of chromium and arsenic containing wood preservatives. These preservatives are now in principle allowed for use in ground contact and water only. The use of chromium and arsenic free preservatives has increased and dominates the Swedish market for commodities above ground (Nordic wood preservation class AB).

As the knowledge of the performance of these preservatives is limited, a field trial was set up in order to get more information about the durability in ground and above ground, discolouration by staining fungi, leaching, weathering and corrosion on fasteners in contact with the treated wood.

Samples were treated according to class AB in commercial treating plants with the following preservatives: Basilit Bauholz KVD, Impralit KDS, Kemwood ACQ 1900, Tanalith E, Wolmanit CX-S and Wolmanit CX-8. Untreated spruce and heartwood of pine and larch were also included in the trial. In addition to testing according to EN 252 and ENV 12037 (lap-joint), both somewhat modified, testing was also carried out according to methods specially designed for this trial.

After five years exposure the results show that:

- No treated samples exposed above ground have yet been attacked and very few untreated samples only have been severely attacked by wood destroying fungi. There is thus some concern that the methods used, and in particular the lap-joint method, are not suitable for above ground testing in temperate climates.
- The tests in ground indicate that with increasing copper content in the treated wood the better is the performance.
- Heartwood of larch performs better than heartwood of pine in the in ground tests. On contrary, heartwood of pine shows better decay resistance than heartwood of larch in the above ground tests.
- All samples are more or less attacked by bluestain fungi. Untreated samples are severely attacked.
- Stainless steel has the best performance against corrosion. Wood treated with Kemwood ACQ 1900 and Wolmanit CX-8 seems to accelerate the corrosion of most other fastener materials.
- The leaching of the chromium and arsenic free preservatives seems to be substantial whereas the leaching from CCA-treated references is little or moderate. For wood preservatives containing copper and an organic active ingredient, copper seems to be less susceptible to leaching than the organic component for which not only leaching but also chemical decomposition may take place.

Key words: Field trial, wood preservatives, durability, stain, corrosion, leaching

**SP Sveriges Provnings- och
Forskningsinstitut**
SP Rapport 2001:33
ISBN 91-7848-879-6
ISSN 0284-5172
Borås 2001

**SP Swedish National Testing and
Research Institute**
SP Report 2001:33

Postal address:
Box 857
SE-501 15 BORÅS, Sweden
Telephone: +46 33 16 50 00
Telefax: +46 33 13 55 02
E-mail: info@sp.se
Internet: www.sp.se

Innehållsförteckning

Abstract	2
Innehållsförteckning	3
Förord	4
Sammanfattning	5
1 Bakgrund och syfte	7
2 Metoder för provning av beständighet hos trä	9
3 Genomförande	10
3.1 Allmänt	10
3.2 Försöksfältet	10
3.3 Försöksled	10
3.4 Material	12
3.4.1 Träprover	12
3.4.2 Träskyddsmedel	13
3.5 Impregneringar	13
3.6 Beskrivning av försöksled och bedömningsgrunder	15
3.6.1 Provning av beständighet i mark	15
3.6.2 Provning av beständighet ovan mark	16
3.6.3 Provning av väderbeständighet	18
3.6.4 Provning av korrosion på fästdon	19
3.6.4.1 Försöksuppläggning	19
3.6.4.2 Visuellt bedömnings av angrepp	20
3.6.4.3 Beräkning av metallförlust	20
3.6.5 Studier av urlakningen av aktiva ämnen	21
4 Resultat och diskussion	23
4.1 Provning av beständighet i mark	23
4.2 Provning av beständighet ovan mark	25
4.2.1 Allmänt om utvärderingen av provningen	25
4.2.2 Rötangrepp	25
4.2.3 Missfärgning	29
4.2.3.1 Lap-joint	29
4.2.3.2 Johansson-metoden	30
4.2.3.3 Trallförsöket	31
4.2.3.4 Sammanfattande bedömning	31
4.3 Provning av väderbeständighet	31
4.4 Provning av korrosion på fästdon	33
4.5 Urlakning av aktiva ämnen	36
5 Avslutande kommentarer	38
6 Litteratur	40

Förord

I föreliggande rapport redovisas ett fältförsök med krom- och arsenikfria träskyddsmedel. Försökets uppläggning samt resultaten efter fem års exponering beskrivs. Fältförsöket har rönt ett mycket stort intresse från såväl den svenska träskyddsindustrin som från tillverkare av träskyddsmedel. Åtskilliga studiebesök har gjorts på försöksfältet under de fem år försöket pågått. En första delrapport [1] publicerades 1999.

En bidragande orsak till det stora intresset är att det är det första jämförande fältförsöket i ovan mark-exponeringar som genomförs med de nya krom- och arsenikfria träskyddsmedlen. Dessa fick sitt genombrott på den svenska marknaden efter Kemikalieinspektionens restriktioner mot träskyddsmedel innehållande krom och arsenik 1994. Försöket är dessutom det första i Sverige där den nya europeiska försöksstandarden för provning enligt den skap-joint principen används på impregnerat trä.

Ekonomiskt bidrag till försöket har lämnats från en rad olika företag, utan vars aktiva medverkan försöket inte hade kommit till stånd. Vi vill därför rikta ett stort tack till följande företag:

- Anderssons Sågverk AB, Borgstena
- Annebergssågen AB, Kungsbacka
- Arch Timber Protection AB (fd Hickson Scandinavia AB), Stockholm
- Arne Thuresson Byggmaterial AB, Stockholm
- BASF Svenska AB, Göteborg
- Beijer Byggmaterial i Nordvästra Skåne AB, Ängelholm
- CSI Kemwood AB (fd Laporte Kemwood AB), Helsingborg
- Derome Byggvaror AB, Veddige
- Elit Fönster AB, Lenhovda
- Equus AB, Lund
- Ernst Hjorts Trävaru AB, Landskrona
- Gunnebo Fastening AB, Gunnebo
- Jabo Träprodukter i Tranemo AB, Tranemo
- Kråketorps gård, Thomas Johansson, Veddige
- Limmareds Skogar AB, Limmared
- Osmose Sweden AB (fd Rentokil Svenska AB), Helsingborg
- Osmose Sweden AB (fd INjecta Sverige AB), Sollefteå
- Rundvirke Poles AB, Södra Vi
- Rütgers Organics GmbH, Mannheim
- Svenska Träskyddsföreningen, Stockholm
- Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för trävetenskap, Uppsala
- Tenhults Impregneringsverk AB, Vaggeryd
- Tranemo Trädgårdstjänst AB, Tranemo
- Uddevalla Trä AB, Uddevalla
- Varberg Timber AB, Varberg

Försöket har ingått i ett Nordic Wood projekt ”Produktionsprocess- och holdbarhetsdokumentation för krom- och arsenikfria impregneringsmedel” med projektnummer 98056 som pågått under perioden 1998-2001. Nordic Wood har varit namnet på ett forsknings- och utvecklingsprogram med målsättning att öka träanvändningen som finansierats av den nordiska träindustrin, Nordisk Industrifond och de nationella FoU-finansieringsorganen Erhvervsfremmestyrelsen i Danmark, TEKES i Finland, Islands Forskningsråd, Norges Forskningsråd samt NUTEK/Vinnova i Sverige under 1993-2001.

Sammanfattning

Sedan 1994 finns begränsningar för användning av träskyddsmedel baserade på krom- och arsenikföreningar. Detta innebär att impregnerat trä för användning ovan mark på den svenska marknaden nästan enbart produceras i klass AB med krom- och arsenikfria träskyddsmedel. Kunskaperna beträffande framför allt beständighetsegenskaperna är bristfälliga.

I denna undersökning provas kommersiellt tillgängliga krom- och arsenikfria träskyddsmedel i och ovan mark. I provningen ingår även medel innehållande krom och arsenik (referenser) samt obehandlad gran, kärnved av furu samt kärnved av lärk. Under en tioårsperiod studeras:

- beständigheten, det vill säga motståndskraften mot rötsvampar, i olika utomhusexponeringar
- i vilken utsträckning proverna angrips av missfärgande svampar (blånads- och mögelsvamp)
- urlakning av aktiva ämnen
- hur fästdon (spik och skruv) av olika material påverkas av korrosion
- väderbeständigheten avseende hur provernas ursprungliga kulör förändras med tiden.

I föreliggande rapport presenteras resultaten efter fem års exponering.

Provningarna i markkontakt har givit intressanta och utslagsgivande resultat. Tydliga skillnader mellan oimpregnerade och impregnerade prover har kunnat konstateras. Tendenser till skillnader mellan impregnerade prover finns också efter fem år och det verkar som om träskyddsmedel med innehåll av koppar klarar sig bättre mot angrepp än medel utan koppar.

I provningarna ovan mark har efter fem år endast oimpregnerade prover fått rötangrepp. Av de metoder som används i försöksleden ovan mark har den europeiska försöksstandardEN 12037, den så kallade lap-joint-metoden, anmärkningsvärt nog varit den minst utslagsgivande.

Kärnved av lärk klarar sig hittills bättre än kärnved av furu i provningen i markkontakt, medan det motsatta förhållandet verkar gälla för provningen ovan mark.

Oimpregnerat trä angrips snabbast och mest av missfärgande svamp.

När det gäller väderbeständighet avseende kulörförändringar har oimpregnerade prover klarat sig sämst. Oimpregnerade prover har också påverkats mer av defibrering liksom angrepp av lavar än de impregnerade, med undantag av Basilit Bauholz KVD.

Då det gäller korrosion på fästdon verkar träskyddsmedlen påverka olika fästdonsmaterial olika mycket. Kemwood ACQ 1900 och Wolmanit CX-8 har efter fem års provning haft störst korrosionspåverkande effekt. Ser man till de olika provade materialen så har rostfritt stål klarat sig bäst medan obehandlat stål och aluminium klarat sig sämst. De förzinkade materialen har hittills klarat sig förhållandevis bra.

Studierna av urlakningen av aktiva ämnen visar på skillnader mellan CCA och de krom- och arsenikfria AB-medlen. För CCA har urlakningen ännu efter fem år varit liten, medan man för AB-medlen fått förhållandevis stor urlakning. För de senare kan man också no-

tera att bor snabbt urlakas helt och att organiska komponenter urlakas i betydligt högre grad än koppar. För de organiska komponenterna kan också en kemisk nedbrytning vara orsak till att den kvarvarande andelen generellt är mindre än för kopparn. Med tanke på osäkerhet i metodiken får urlakningsresultaten tolkas med viss försiktighet.

1 Bakgrund och syfte

Fältprovning av träskyddsmedel har en lång tradition i Sverige. Försöksfältet i Simlångsdalen i södra Halland är ett av Europas största försöksfält för provning av träskyddsmedel för användning i markkontakt, det vill säga träskyddsklass A enligt det nordiska klassificeringssystemet för impregnerat trä [2]. Fältprovningar i ovan mark-exponeringar har hittills förekommit i mycket begränsad utsträckning i Sverige. Sedan Kemikalieinspektionen införde begränsningar för användningen av krom- och arsenikbaserade träskyddsmedel 1994 [3] sker en mera differentierad användning av impregnerat trä. Impregnerat trä för användning ovan mark produceras därför numera nästan uteslutande i träskyddsklass AB med krom- och arsenikfria träskyddsmedel [4] till den svenska marknaden. Enligt det godkännandesystem avseende träskyddsmedels effektivitet [5] som i Norden bedrivs av Nordiska Träskyddsrådet (NTR) har det hittills inte krävts någon dokumentation från fältprovningar i klass AB, utan endast från en provning utförd i laboratorium. En bidragande orsak till detta är att det inte funnits relevanta provningsmetoder för ovan mark-exponeringar.

Till skillnad från de träskyddsmedel som använts under flera år för träskyddsklass A är kunskaperna om de nya "AB-medlen" utan krom och arsenik bristfälliga, inte minst avseende beständighetsegenskaperna. Osäkerheten är stor när det gäller skyddseffekten mot rötsvampar på lång sikt i olika ovan mark-exponeringar. Även kunskaperna om det behandlade virkets egenskaper vad gäller väderbeständighet, samverkansenskaper med andra material samt urlakning/nedbrytning av aktiva ämnen ur virket är bristfälliga.

Införandet av de nya typerna av träskyddsmedel i industrin har som väntat inte varit helt utan problem. Förutom att det varit en rad tekniskt-praktiska problem i samband med själva impregneringen, så har frågorna varit många när det gäller det behandlade virkets kvalitet och utseende.

Sedan mitten av 1990-talet har användningen av impregnerat trä, särskilt i ovan mark-exponeringar, kommit att ifrågasättas allt mer. Detta har medfört att andra material och träslag som påstås ha hög naturlig beständighet mot rötsvampar, t ex lärk, börjat marknadsföras som "miljövänliga" alternativ till impregnerat trä. Även för de så kallade miljövänliga alternativen är dokumentationen bristfällig när det gäller skyddet mot träförstörande organismer.

Det var mot denna bakgrund som SP 1995 tog initiativ till föreliggande undersökning. Den omfattar fältprovningar av ett urval av de nya krom- och arsenikfria träskyddsmedlen samt obehandlad gran, furukärnved och lärkkärnved i såväl mark- som ovan mark-exponeringar. Syftet med undersökningen är att få mer kunskap och erfarenhet av såväl de nya "AB-medlen" som de obehandlade alternativen. Detta uppnås genom att under en tioårsperiod studera:

- beständigheten, det vill säga motståndskraften mot rötsvampar, i olika utomhusexponeringar
- i vilken utsträckning proverna angrips av missfärgande svampar (blånads- och mögelsvampar)
- urlakning av aktiva ämnen
- hur fästdon (spik och skruv) av olika material påverkas av korrosion
- väderbeständigheten avseende hur provernas ursprungliga kulör förändras med tiden

En viktig begränsning i försöket är att träskyddsmedlen provas i endast en upptagning och att impregneringarna, med undantag för ett medel, utförts i industriella impregneringsanläggningar. Detta innebär att impregneringarna gjorts med ”normala” brukslösningar av de olika medlen och att olika processer använts. Genom att utföra impregneringarna på detta sätt får man naturligtvis inte samma kontroll över försöksparametrarna som om impregneringarna utförts med nyberedda impregneringslösningar i laboratoriet. Däremot får försöket ett större inslag av verklighetsanknytning, eftersom proverna impregnerats på samma sätt som det virke som finns till salu på marknaden.

2 Metoder för provning av beständighet hos trä

För utvärdering av beständigheten hos olika träslag eller kemiskt behandlade träprover mot biologiska träskadegörare som insekter och rötsvampar används olika provningsmetoder i laboratorium och fält.

Enligt NTRs godkännandesystem, som i sin tur baseras på den europeiska standarden EN 599 [6], krävs för godkännande av träskyddsmedel för samtliga nordiska träskyddsklasser dokumentation från en laboratorieprovning enligt EN 113 [7].

För träskyddsklass A, det vill säga virke som skall användas i markkontakt, fordras sedan länge dokumentation från en fältprovning i minst fem år enligt EN 252 [8]. Denna metod är väl beprövad och det finns lång erfarenhet av den i Norden.

För träskyddsklass AB krävs enbart provning enligt EN 113. Från och med år 2005 kommer emellertid även en fältprovning enligt den så kallade lap-joint metoden (ENV 12037 [9]) att krävas.

Provningsmetoderna som används för träskyddsmedel klass A och klass AB redovisas i tabell 1:

Tabell 1 Provningsmetoder för beständighet för klass A och klass AB.

Provningsmetod	Träskyddsklass		Beskrivning
	A	AB	
EN 113	X	X	Laboratoriemetod med rötsvampar under ca 16 veckor
EN 252	X	-	Fältmetod, provstavar i jordkontakt i minst 5 år
ENV 12037	-	X ¹	Fältmetod, lap-joint, prover ovan mark i minst 5 år

¹ Fältprovning är ett krav från 2005

Det är närmast en självklarhet, att en provning i fält i minst fem år ger ett säkrare beslutsunderlag för godkännande än en laboratorieprovning. De främsta fördelarna med fältförsök är:

- att proverna exponeras för en naturlig flora av bakterier och svampar och att man inte på förhand vet vilka arter som attackerar virket
- att proverna utsätts för väder och vind under olika årstider och att man därmed får en naturlig belastning av olika fysikaliska och kemiska effekter på proverna
- att man får möjlighet att utvärdera skyddseffekten under lång tid.

Den främsta nackdelen med fältförsök är att de tar lång tid.

3 Genomförande

3.1 Allmänt

I försöket studeras virke som behandlats med sex olika krom- och arsenikfria träskyddsmedel. Dessutom ingår ett medel baserat på koppar, krom och arsenik som referens samt obehandlat trä av gran, furu och lärk. Försöket är upplagt som ett fältförsök med åtta olika försöksled, se 3.5 och 3.6 nedan. Proverna exponeras såväl i kontakt med mark som ovan mark och studeras med avseende på i första hand beständighet mot röta, men även andra egenskaper såsom urlakning/nedbrytning av aktiva ämnen och korrosion på metaller. Exponeringarna görs dels enligt standardiserade metoder, dels enligt metoder som framtagits särskilt för detta försök.

Exponeringarna påbörjades i månadsskiftet juni-juli 1996. Avsikten är att genomföra regelbundna revisioner av försöksfältet under en tioårsperiod.

3.2 Försöksfältet

Försöksfältet är beläget i Borås. På marken har påförts sand till ett djup av 0,3 m. På den del av fältet som används till markprovning har dessutom tillförts matjord blandad med en mindre mängd träkompost med ett djup av 0,5 m. Försöksfältet rensas regelbundet på lägre vegetation.

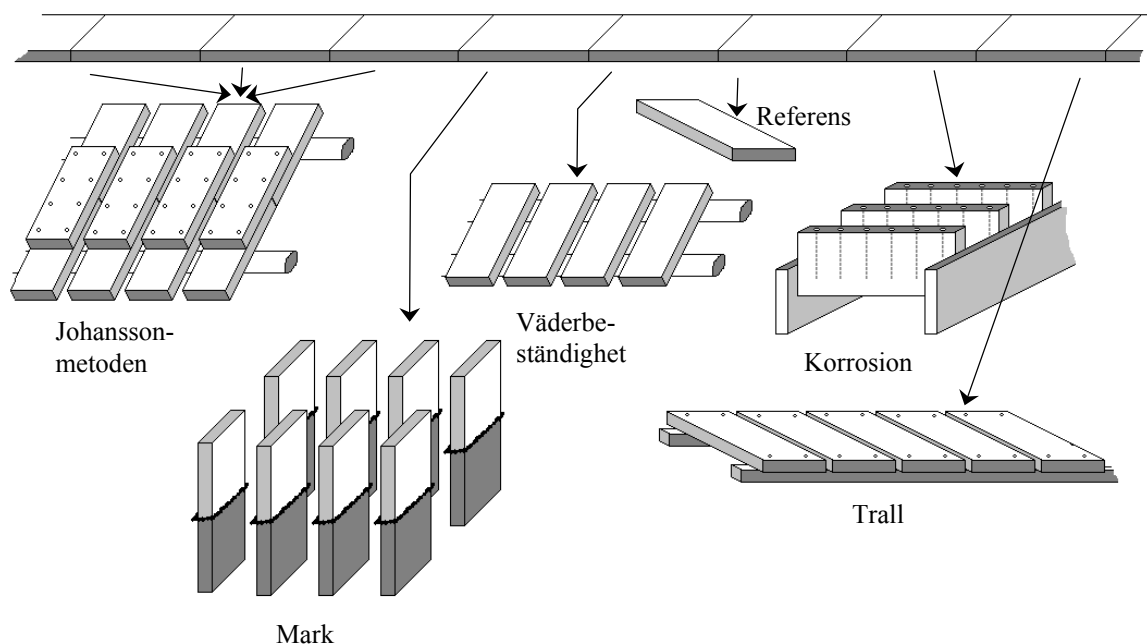
Fältet ligger i ett nederbördsrikt område. Medelårsnederbörden är 976 mm och årsmedeltemperaturen är 6,9 °C. Kontinuerlig mätning av temperatur, nederbörd och relativ fuktighet utförs i närheten till försöksfältet.

3.3 Försöksled

Undersökningen genomförs i åtta olika försöksled. Försöksleden samt antalet prover i respektive led redovisas i sammanfattande form i tabell 2.

I fem av försöksleden har brädor 22x95 mm kapats i 500 mm långa provbitar och fördelats på respektive försöksled enligt figur 1. Från den ursprungliga brädan (4,5-5 m) har det kapats bort ca 50 cm från varje ände för att undvika ändinträningseffekt av träskyddsmedel.

Proverna för studier av urlakningen har också uttagits ur brädor 22x95 mm men inte ur samma parti som proverna för beständighets- och korrosionsprovning.



Figur 1 Fördelning av provbitar från brädor 22x95 mm på olika försöksled.

Tabell 2 Sammanfattande redovisning av antalet prover i olika försöksled.

Provmaterial	Försöksled							
	EN 252 mark	22x95 mark	22x95 ovan mark Johansson- metoden	22x95 ovan mark trall- försöket	22x95* ovan mark väderbe- ständighet	22x95 ovan mark korrosion på fästdon	ENV 12037 ovan mark lap-joint	22x95* ovan mark urlakning
Basilit Bauholz KVD	20	20	20	20	20	20	10	25
Impralit KDS	20	20	20	20	20	20	10	25
Kemwood ACQ 1900	20	20	20	20	20	20	10	25
Tanalith E	20	20	20	20	20	20	10	25
Wolmanit CX-S	20	20	20	20	20	20	10	25
Wolmanit CX-8	20	20	20	20	20	20	10	25
Rentokil CCA typ C, klass A (CCA-A)	20	20	20	20	20	20	10	25
Rentokil CCA typ C, klass AB (CCA-AB)	20	20	20	20	20	20	10	25
TBTO referens	-	-	-	-	-	-	10	-
Furu, splintved	20	20	20	19	20	-	10	-
Furu, kärnved	-	20	20	19	-	-	10	-
Gran	-	20	20	19	20	20	10	-
Lärk, kärnved	-	20	20	19	20	20	10	-

* Redovisningen omfattar ej referensprover som förvaras inomhus.

3.4 Material

3.4.1 Träprover

För framställning av prover har träråvara enligt tabell 3 använts.

Tabell 3 Översikt över råvaran till träproverna.

Provmaterial	Ursprung	Utsortering
22x95 furusplint	Boråstrakten	I princip 100 % splintved, vinteravverkat, ej vattenlagrat
22x95 furukärna	Boråstrakten	100 % kärnved, vinteravverkat, ej vattenlagrat
22x95 gran	Varatrakten	Vinteravverkat, ej vattenlagrat
22x95 lärkkärna	Danmark	100 % kärnved, ej vattenlagrat
EN 252 stavar av furusplint	Mellersta Uppland	Tillverkning och hantering enligt standard
ENV 12037 (lap-joint) prover av furusplint	Södra Viskadalen	Vinteravverkat. Tillverkning och hantering enligt standard
ENV 12037 prover av furukärna	Boråstrakten	Vinteravverkat. Tillverkning och hantering enligt standard
ENV 12037 prover av gran	Nordvästra Götaland	Vinteravverkat. Tillverkning och hantering enligt standard
ENV 12037 prover av lärkkärna	Danmark	Vinteravverkat. Tillverkning och hantering enligt standard

3.4.2 Träskyddsmedel

De träskyddsmedel som ingår i studien redovisas i tabell 4.

Tabell 4 Träskyddsmedel med sammansättning av aktiva ämnen som ingår i försöket.

Träskyddsmedel	Sammansättning av aktiva ämnen, %	
Basilit Bauholz KVD	Tebukonazol	5,0
	Cypermethrin (insekticid)	0,5
Impralit KDS	Koppar	10,0
	Bor	1,4
	Polymerisk betain	6,5
Kemwood ACQ 1900	Koppar	9,5
	Bensalkoniumklorid, BAC	4,8
Tanalith E*	Koppar	11,3
	Bor	0,8
	Tebukonazol	0,5
Wolmanit CX-S	Koppar	5,8
	Bor	0,7
	Bis-(N-cyklohexyldiazoniumdioxy)-, HDO	4,8
Wolmanit CX-8	Koppar	8,0
	Bor	0,7
	Bis-(N-cyklohexyldiazoniumdioxy)-, HDO	2,3
Rentokil CCA typ C	Koppar	11,0
	Krom	17,8
	Arsenik	15,7
Referens enligt ENV 12037	Tributyltennoxid, TBTO	1,0

* I provningen hade medlet tillsats av antimögelmedlet Tanamix 3743.

3.5 Impregneringar

Samtliga försöksled (22x95, standardstavar, lap-joint) impregnerades industriellt, med undantag för provserierna med Basilit Bauholz KVD samt TBTO. Dessa impregnerades i försöksanläggningen vid Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för trävetenskap (SLU).

Upptagningen av träskyddsmedel bestämdes på olika sätt för de olika provserierna. För standardstavar (EN 252) och lap-joint (ENV 12037) bestämdes upptagningen genom kemisk analys av impregneringslösningens koncentration samt vägning av provstyckena före och efter impregnering. Genom att ett större antal prover än vad som behövdes för provningen impregnerades, kunde prover med så nära den önskade upptagningen som möjligt väljas ut för försöket.

Upptagning av mängden aktiva ämnen i brädorna bestämdes genom kemisk analys. Vid varje impregneringstillfälle användes ca 40 stycken brädor. Efter torkning utsorterades de brädor som hade ofullständig inträngning. 20 st av de kvarvarande användes till försöksled enligt figur 1, medan 5 användes till urlakningsförsöket. För de båda grupperna om 20 och 5 brädor slogs analysproverna samman och medelupptagningen bestämdes. Medelvärden av upptagningen för proverna redovisas i tabell 5. För Basilit Bauholz KVD har analystekniska problem medfört att upptagningsvärdet inte kan redovisas med större noggrannhet.

Tabell 5 Medelvärden av upptagning av träskyddsmedel i olika prover. Upptagningen är beräknad på den sammansättning av medlen som godkänts av NTR.

Träskyddsmedel	Upptagning, kg/m ³ (medelvärde)				Krav enligt NTR
	brädor, 22x95	brädor, 22x95 (urlakning)	ENV 12037 lap-joint	EN 252 stavar	
Basilit Bauholz KVD ¹	3	3	2,9	3,0	- ⁴
Impralit KDS ¹	6,3	6,2	6,5	6,1	6,0
Kemwood ACQ 1900 ¹	22,2	21,7	19,8	22,3	19,0
Tanalith E ¹	13,2 ²	14,4 ²	14,3 ²	13,1 ²	13,0
Wolmanit CX-S ¹	7,2	5,6	6,3	6,1	4,0 ³
Wolmanit CX-8 ¹	11,9	14,1	13,2	14,0	12,0
Rentokil CCA typ C, klass A	10,0	10,0	10,3	10,9	12,0
Rentokil CCA typ C, klass AB	4,5	4,3	4,9	4,9	5,0
Referens enligt ENV 12037	-	-	51,1 ⁵	-	-

¹ På grund av ofullständiga analysmetoder är redovisade upptagningsvärden inte baserade på samtliga aktiva ämnen.

² Vid impregneringstillfället användes träskyddsmedlet Tanalith MCB. De beräknade upptagningarna har korrigerats och motsvarar Tanalith E. Tanalith E motsvarar en utspädd form av Tanalith MCB. Impregneringslösningen hade en tillsats av antimögelmedel.

³ Enligt NTR var kravet på upptagningen vid impregneringstillfället (1996) 6,0 kg/m³.

⁴ Ej godkänt av NTR.

⁵ Motsvarar en upptagning av TBTO på 0,51 kg/m³

3.6 Beskrivning av försöksled och bedömningsgrunder

3.6.1 Provning av beständighet i mark

För träskyddsmedel avsedda för klass AB är inte markkontakt ett rekommenderat användningsområde. Det är emellertid av intresse att studera vilken beständighet som kan förväntas i de fall virket blir använt på fel sätt. Dessutom är det intressant att då provningen är avslutad (efter 10 år) jämföra resultat från provning i mark respektive ovan mark.

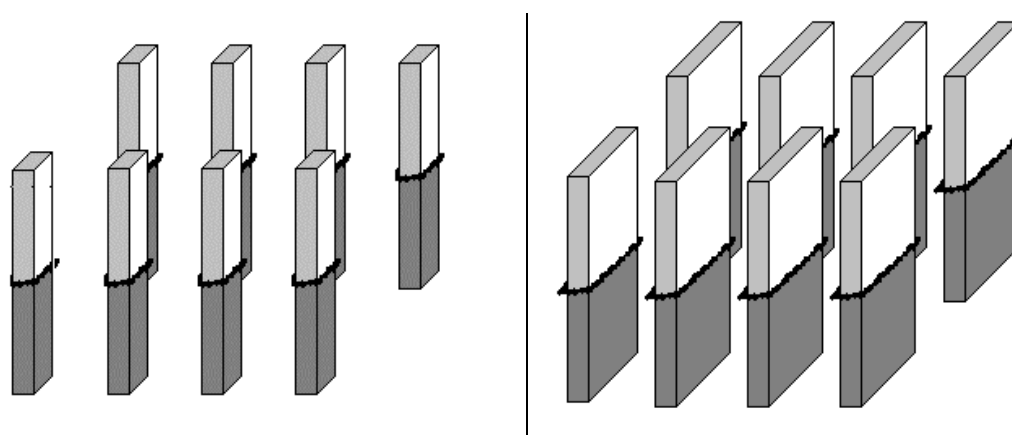
I två försöksled studeras därför beständigheten i kontakt med mark. Det är dels försöket med stavar enligt EN 252, dels med brädor. Det som skiljer dessa åt är främst storleken på proverna. Stavarna har dimensionen 25x50x500 mm och brädorna 22x95x500 mm.

Provbitarna är nedgrävda i jord till halva sin längd. Vid inspektionen tas de upp en och en och omfattningen av rötangrepp bedöms enligt tabell 6.

Tabell 6 Bedömning av angreppsgrad samt rötstyrkeindex enligt EN 252.

Klass	Beskrivning	Rötstyrkeindex
0	Friskt - inget synligt angrepp	0
1	Svagt angrepp	25
2	Måttligt angrepp	50
3	Svårt angrepp	75
4	Mycket svårt angrepp, provet döms ut	100

Ett medelvärde för varje medel och träslag fås genom att summera rötstyrkeindex för proverna i varje provomgång och dividera med antalet prover. När alla stavar i en grupp döms ut (klass 4) beräknas medellivslängden.



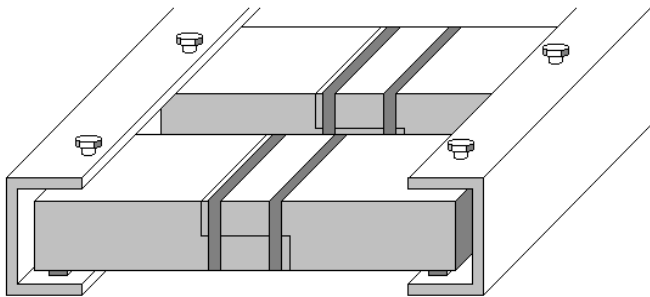
Figur 2 Markprovning. Proverna är till halva sin längd nedgrävda i marken.

3.6.2 Provning av beständighet ovan mark

Provning av beständigheten ovan mark studeras i tre försöksled:

Försöksled 1 – ENV 12037

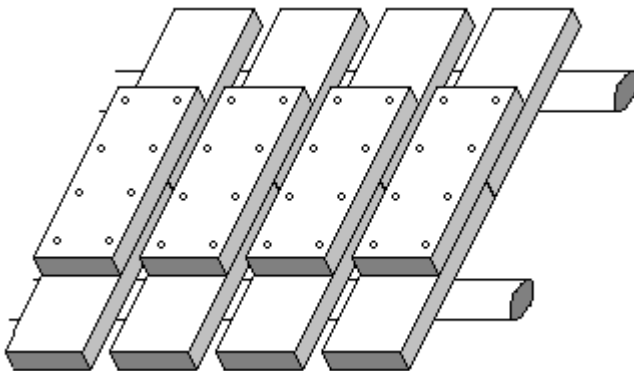
Detta försöksled utförs enligt ENV 12037, den så kallade lap-joint-metoden. Detta är en relativt ny metod, som för närvarande är fastställd som en europeisk försöksstandard. Provkroppen består av två överlappande bitar som hålls samman mekaniskt med två plastband och som placeras horisontellt ca 1 m ovan mark i en särskild försöksställning, se figur 3.



Figur 3 Provkropp för lap-joint-metoden.

Försöksled 2 – Johansson-metoden

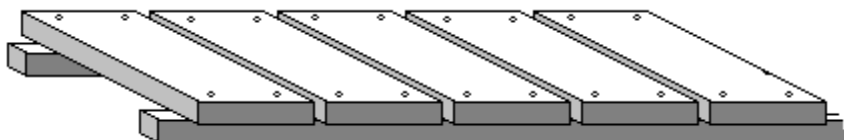
Detta försöksled, Johansson-metoden, består av en för detta försök särskilt utformad provkropp, där tre provbitar med storleken 22x95x500 mm är sammanskruvade till en provkropp med åtta träskruvar, se figur 4. Den exponeras i 60° lutning mot söder med underkanten ca 0,5 m ovan mark.



Figur 4 Provkropp för Johansson-metoden.

Försöksled 3 – Trallförsöket

Detta försöksled består av trall tillverkade av brädor med storleken 22x95x500 mm som exponeras liggande horisontellt på impregnerade reglar, ca 50 mm ovan en sandbädd, se figur 5. Trallbrädor impregneras sedan 1994 huvudsakligen enligt klass AB och detta försök skall efterlikna den exponering trall normalt blir utsatt för.



Figur 5 Utformning av trallförsöket.

Bedömningsgrunder

I de olika försöksleden ovan mark granskas provbitarna med avseende på angrepp av röt-svamp samt missfärgande svamp (blånadssvamp och mögel) på samtliga ovan- och undersidor samt överlappningsytor (ej i trallförsöket). De missfärgande svamparna orsakar ingen hållfasthetsförsämring i virket men kan indikera att förhållandena även kan vara gynnsamma för rötsvampar. Dessutom utgör de ett estetiskt problem i många utomhuskonstruktioner. Det är därför intressant att förutom studera angrepp av rötsvamp även studera denna typ av biologiska angrepp på proverna.

Vid den okulära besiktningen görs ingen skillnad på vilken typ av röta som förekommer. Det som bedöms är omfattningen av rötangreppet.

Bedömningskriterierna redovisas i tabell 7 och

tabell 8. Föreligger osäkerhet om huruvida missfärgningen är av mikrobiologisk karaktär eller ej studeras provbitarna mer noggrant med hjälp av ett fickmikroskop (Eschenbach) i 30 gångers förstoring.

Tabell 7 Bedömningsklasser för rötangrepp.

Klass	Beskrivning	Definition
0	Inget angrepp	Inga tecken på angrepp av rötsvampar
1	Svagt-måttligt angrepp	Liten del av ytan, inte mer än 3 cm ² med röta
2	Omfattande angrepp	Typiskt angrepp av röta, mer än 3 cm ² av ytan är angripen
3	Mycket svårt angrepp, provet döms ut	Mycket kraftig och omfattande röta, provbitarna går ofta lätt sönder

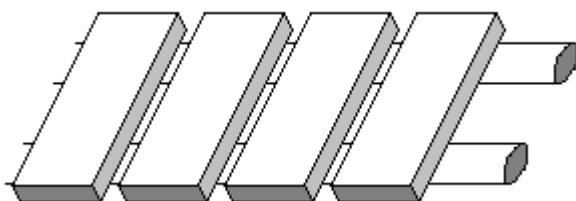
Tabell 8 Bedömningsklasser för angrepp av missfärgande svampar.

Klass	Beskrivning	Definition
0	Ingen missfärgning	Inga tecken på missfärgning orsakad av mikroorganismer
1	Lätt missfärgning	Lätt missfärgning och/eller små fläckar med blånad
2	Tydlig missfärgning	Tydlig missfärgning, med grupper av fläckar, och sammanhängande stråk av blånad

3.6.3 Provning av väderbeständighet

Obehandlat och impregnerat trä som utsätts för väder och vind kommer med tiden att ändra kulör och så småningom bli helt vädergrått. Kulörförändringar kan också uppstå på grund av angrepp av missfärgande svampar. I detta försöksled bedöms hur proverna förändras i kulör då de exponeras mot utomhusförhållanden jämfört med hur de ursprungligen såg ut. Provbitar 22x95x500 mm exponeras i 60° lutning ovan mark mot söder, figur 6. För varje provbit som exponeras utomhus finns en referens med ursprunglig kulör förvarad inomhus i mörker. Vid bedömning hålls provbiten och referensen mot varandra, se figur 7. Ett mått på skillnaden i kulör mellan provbit och referens fås genom att provbitarna jämförs mot en standardiserad skala enligt BS 1006:A02:1990 [10]. Förändringen kan på så sätt betygsättas. Ju mindre provbiten har ändrats i kulör desto högre betyg får provet. Betyg 5 motsvarar ingen skillnad alls medan betyg 1 motsvarar störst skillnad.

Bedömningen är subjektiv. För att öka objektiviteten görs den av två bedömare oberoende av varandra. I tveksamma fall kan en tredje person göra en oberoende bedömning.



Figur 6 Utformning av provningen för väderbeständighet.



Figur 7 Bedömning av skillnad i kulör mellan prover exponerade på försöksfältet (övre provbit) och referensprover (undre provbit). Skillnaden jämförs mot en standardiserad gråskala, till höger i bilden.

3.6.4 Provning av korrosion på fästdon

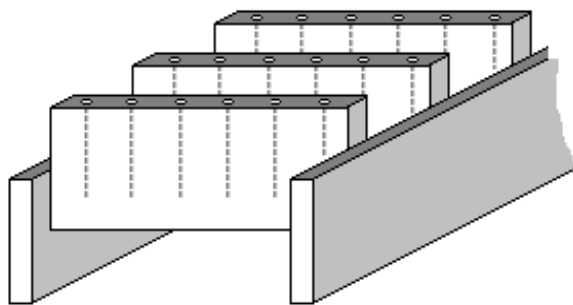
3.6.4.1 Försöksuppläggning

Det impregnerade virkets egenskaper i samverkan med andra material är av stor betydelse för den aktuella konstruktionens prestanda och ”samlade” beständighet. I detta försöksled studeras träskyddsmedlens påverkan på olika fästdon av metall. De fästdon som ingår i försöket är:

- stålspik, obehandlad
- stålspik, elförzinkad
- stålspik, varmförzinkad
- stålskruv, ytbelagd med sanbond Z (nickel, zink, gulkromat)
- stålspik, rostfri
- aluminiumspik

Varje fästdon har tvättats i etanol och därefter vägts. De har sedan applicerats i provbitar med storlek 22x95x500 mm som står på högkant enligt figur 8. Fästdonen är således tangentiellt orienterade i virkets struktur. Försöksuppställningen är en modifierad variant av en uppställning som användes av Boliden AB i ett försök som utfördes på 1970-talet, se [11]. Mellan fästdon av olika material har en sträng fogmassa lagts för att förhindra att galvaniska element uppstår på grund av vatten på träets yta.

Vid varje besiktningstillfälle avlägsnas två fästdon av varje sort och träskyddsmedel varvid en okulärbesiktning av dem görs. Vid besiktningstillfället efter tre års exponering avlägsnades dock tre fästdon per medel. Förutom den okulära besiktningen görs även en beräkning av metallförlusten hos proverna.



Figur 8 Provpställning för korrosionsprovning.

3.6.4.2 Visuell bedömning av angrepp

Vid den visuella besiktningen bedöms angreppen enligt tabell 9.

Tabell 9 Bedömningsmall för korrosionsangrepp.

Klass	Beskrivning	Definition
0	Inga angrepp	
1	Obetydliga angrepp	<5 % av ytan angripen
2	Små angrepp	5-50 % av ytan angripen
3	Kraftiga angrepp	50-95 % av ytan angripen
4	Helt angripen	>95 % av ytan angripen

Både angrepp på eventuell ytbeläggning och basmaterial bedöms enligt samma skala. Betygen har vägs ihop enligt följande formel:

$$\text{vägt betyg} = \frac{\text{betyg ytbeläggning} + 3 \cdot \text{betyg basmaterial}}{4}$$

3.6.4.3 Beräkning av metallförlust

Beräkning av metallförlust görs dels genom att den uttrycks i metallförlust per ytenhet (g/m^2), dels genom att den uttrycks som metallavfrätning (μm).

Fästdonen betas, det vill säga korrosionsprodukter avlägsnas, innan vägning. Betningen genomförs enligt:

1. Betning fem minuter i ultraljudsbad
2. Rengöring två minuter i varmt vatten i ultraljudsbad
3. Renspolning 10 sekunder under rinnande varmt vatten
4. Avtorkning med rent papper
5. Doppning 30 sekunder i 96 % etanol
6. Avtorkning med rent papper
7. Förvaring minst en timma i excikator med torkmedel. För att temperaturutjämning skall ske görs detta i samma rum där vägningen görs.

Följande betlösningar används:

Metall/Ytbehandling	Temperatur	Betlösning
Stål	25 °C	Clark's lösning: Koncentrerad saltsyra med tillsats av 20 g/l antimonoxid och 20 g/l tennklorid
Aluminium	80 °C	Kromsyra 20 g/l och fosforsyra 50 ml/l avjoniserat vatten
Zink och Sanbond Z	25 °C	5 % ättiksyra i avjoniserat vatten

Betning har gjorts på samtliga fästdon, med undantag från rostfri spik. Efter betning vägs fästdonen. Metallförlusten beräknas som skillnader mellan ursprunglig vikt (innan exponering i fält) och vikt efter betning. Denna relateras till ytorna på fästdonen, vilka har beräknats till:

Stålsplik, obehandlad	6 cm ²
Stålsplik, elförzinkad	4,5 cm ²
Stålsplik, varmförzinkad	2 cm ²
Rostfri spik	3 cm ²
Stålskruv Sanbond Z	6 cm ²
Aluminiumspik	6 cm ²

Metallförlusten beräknas därefter enligt formeln:

$$\text{Metallförlusten (g/m}^2\text{)} = \frac{\text{Ursprunglig vikt (g)} - \text{Vikt efter betning (g)}}{\text{Fästdonets yta (m}^2\text{)}}$$

Metallavfrätning är ett annat sätt att uttrycka metallförlusten, och innebär beräkning av tjockleken på de ”förlorade” metallskikten.

För beräkning av metallavfrätning har följande densiteter använts:

Stål	7,8 kg/dm ³
Zink	7,1 kg/dm ³
Aluminium	2,7 kg/dm ³
Rostfritt stål	7,9 kg/dm ³

Metallavfrätningen beräknas därefter enligt formeln:

$$\text{Metallavfrätningen (}\mu\text{m)} = \frac{\text{Metallförlusten (g/m}^2\text{)}}{\text{Densiteten (kg/dm}^3\text{)}}$$

3.6.5 Studier av urlakningen av aktiva ämnen

Urlakningen studeras på brädor 22x95x500 mm som exponeras liggande horisontellt på ca 50 mm regler ovan en sandbädd, jfr beskrivningen av trallförsöket enligt 3.6.2. För varje träskyddsmedel har fem brädor bestående av 100 % splintved använts. Från var och en av dessa brädor har sex stycken provbitar tagits ut, varav fem exponeras i försöksfältet. Den sjätte förvaras inomhus som referensprov.

Vid besiktningstillfällena uttas ett tvärsnittspröv om 10 mm mitt på varje provbit från varje bräda, det vill säga totalt fem prover/medel. Tvärsnittsprövena läggs samman, mals ned, provereds med hänsyn till aktuell analysmetod och analyseras med avseende på innehåll av aktivt ämne. Det så analyserade värdet jämförs med innehållet av aktiva ämnen i referensprovet som förvaras inomhus.

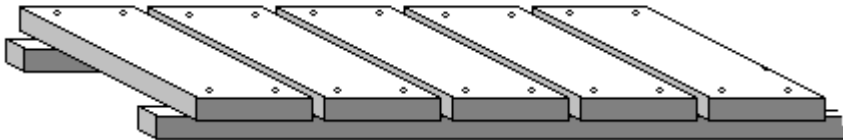
Vid besiktningstillfället efter två års exponering togs prover från endast fyra provbitar. En provbit per bräda ingick i en orienterande analys redan efter ett års exponering.

Metoden bygger således på att urlakningen kan studeras genom att man efter olika exponeringstider analyserar olika prover, men från samma ursprungliga bräda, och jämför med analyser av ett referensprov, också från samma ursprungliga bräda, som förvaras inomhus.

Relativt stora skillnader mellan analyserna av referensprov och exponerade prov krävs för att man ska kunna tala om en signifikant urlakning. Detta med tanke på analysmetodernas precision och det faktum att upptagningen av träskyddsmedel inte är homogen utan kan, bl a på grund av filtreringseffekter, variera i ett virkestycke.

När det gäller de organiska aktiva ämnena så kan man inte heller vara säker på att det verkligen skett en urlakning. En nedbrytning till beståndsdelar som inte detekteras med den aktuella analysmetoden kan var möjlig liksom att en liten del kan avgå som emission till luften.

Vissa aktiva ämnen är för närvarande svåra att analysera i det impregnerade träet, på grund av osäkra analysmetoder. Analyser har därför inte gjorts på polymerisk betain i Impralit KDS och cypermetrin i Basilit Bauholz KVD. Prover har emellertid sparats och kommer eventuellt att analyseras vid ett senare tillfälle under försökets gång.

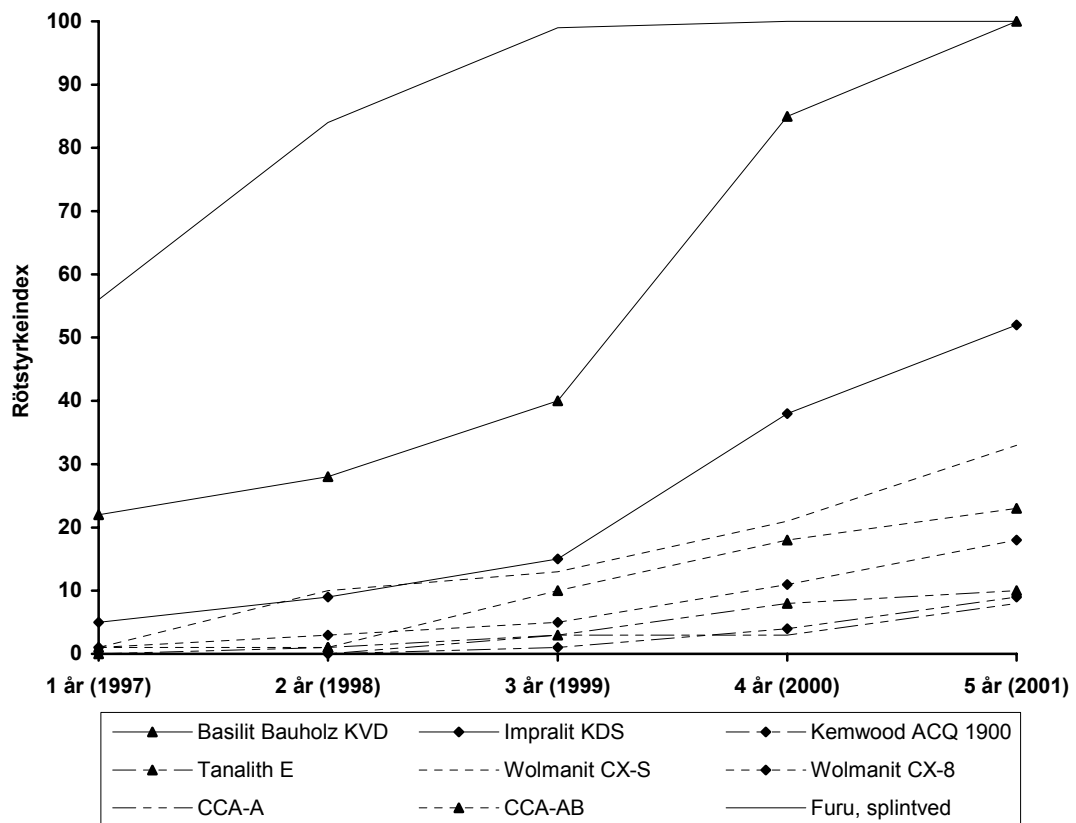


Figur 9 Utformning av urlakningsförsöket.

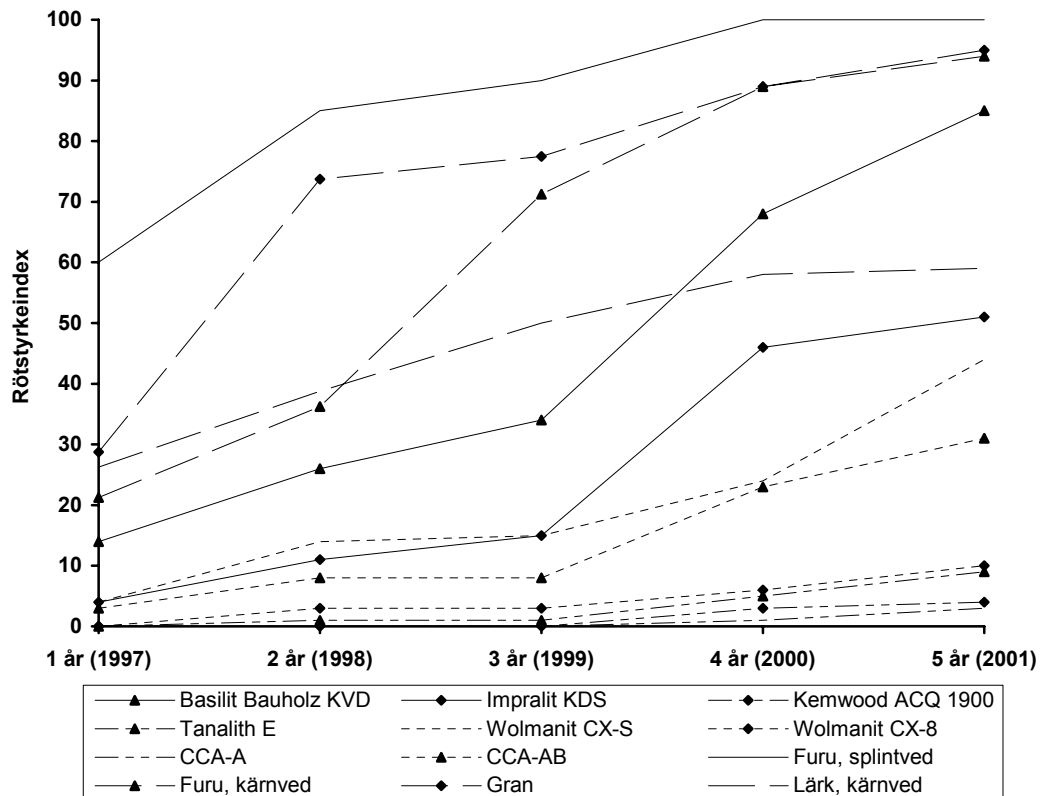
4 Resultat och diskussion

4.1 Provning av beständighet i mark

Resultaten i form av årliga rötstyrkeindex under fem år redovisas för standardstavar enligt EN 252 i figur 10 samt för provbrädor 22x95 i figur 11. Vid rötstyrkeindex 100 är alla de ingående proverna utdömda. Observera att bedömningen endast gjorts en gång per år. Utvecklingen av angreppen mellan de olika bedömningstillfällena är sannolikt inte linjär.



Figur 10 Medelvärden av rötstyrkeindex för standardstavar enligt EN 252



Figur 11 Medelvärden av rötstyrkeindex för provbrädor 22x95

Ingen odling för att artbestämma de svampar som angriper proverna har gjorts. Att det finns såväl brunröte- som softrot-svampar i jorden kan dock konstateras genom utseendet på angreppen.

Vid en närmare analys av resultaten från provningarna i markkontakt kan man konstatera att:

- Rötutvecklingen har i stort sett varit lika i de båda försöksleden och efter fem års exponering är rangordningen mellan de olika proverna densamma.
- Samtliga impregnerade prover har mindre angrepp än oimpregnerade prover, med undantag för Basilit Bauholz KVD. Detta träskyddsmedel är metallfritt.
- Efter fem års exponering är rötindex för prover impregnerade med CCA-A, Kemwood ACQ 1900, Tanalith E och Wolmanit CX-8 små.
- Kärnved av lärk har klarat sig något bättre än kärnved av furu, jfr 4.2.2 nedan.
- Samtliga prover av oimpregnerad furusplint dömdes ut efter tre respektive fyra år i EN 252-provningen respektive provningen med brädor 22x95 mm. Medellivslängden blev 2,2 respektive 2,4 år.
- Samtliga prover av Basilit Bauholz KVD var utdömda efter fem år i EN 252-försöket. Medellivslängden blev 4,3 år.

4.2 Provning av beständighet ovan mark

4.2.1 Allmänt om utvärderingen av provningen

Bedömning av angrepp görs visuellt och har vissa begränsningar. Initiala angrepp av röt-svamp kan finnas, trots att det inte syns vid besiktningen. Vid små, begynnande angrepp går det inte alltid att med full säkerhet konstatera att det i samtliga fall verkligen rör sig om angrepp av rötsvamp. Bedömning av missfärgning på ovasidan försvåras av faktorer som vädergrånad, defibrering, kraftig nedfuktning efter regn etc. För att få en rättvisande bild redovisas därför endast missfärgning på undersidor och överlappningsytor i denna rapport.

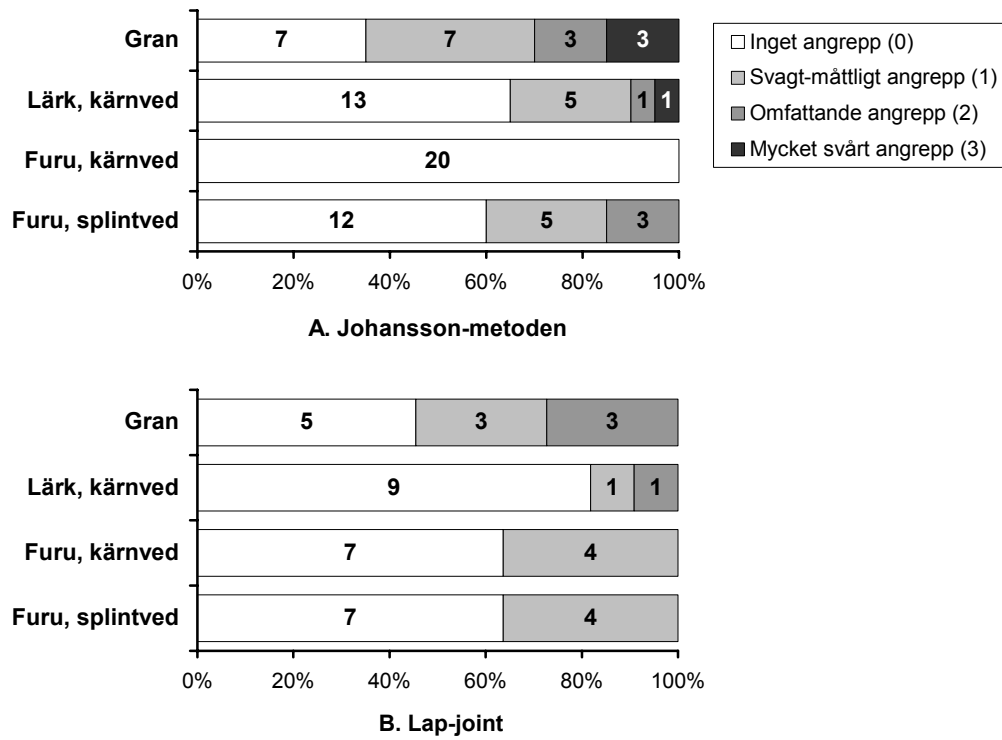
I två av försöksleden (Johansson-metoden och lap-joint) är provkropparna sammansatta av flera komponenter. Vid bedömningen studeras ytorna för varje ingående komponent för sig. Ett problem som uppkommer är hur betygen för undersidor, översidor respektive överlappningsytor skall viktas för hela provkroppen. Antingen kan ett medelvärde/median av betygen användas, eller så får provkroppen det sämsta betyg som en ingående komponent har fått. Det senare sättet har valts för redovisningen.

Efter fem års exponering förekommer för första gången tydliga rötangrepp på flera av de oimpregnerade proverna i försöksleden ovan mark. De impregnerade proverna har inga synliga rötangrepp. Proverna har angripits av missfärgande svamp i varierande omfattning liksom tidigare år.

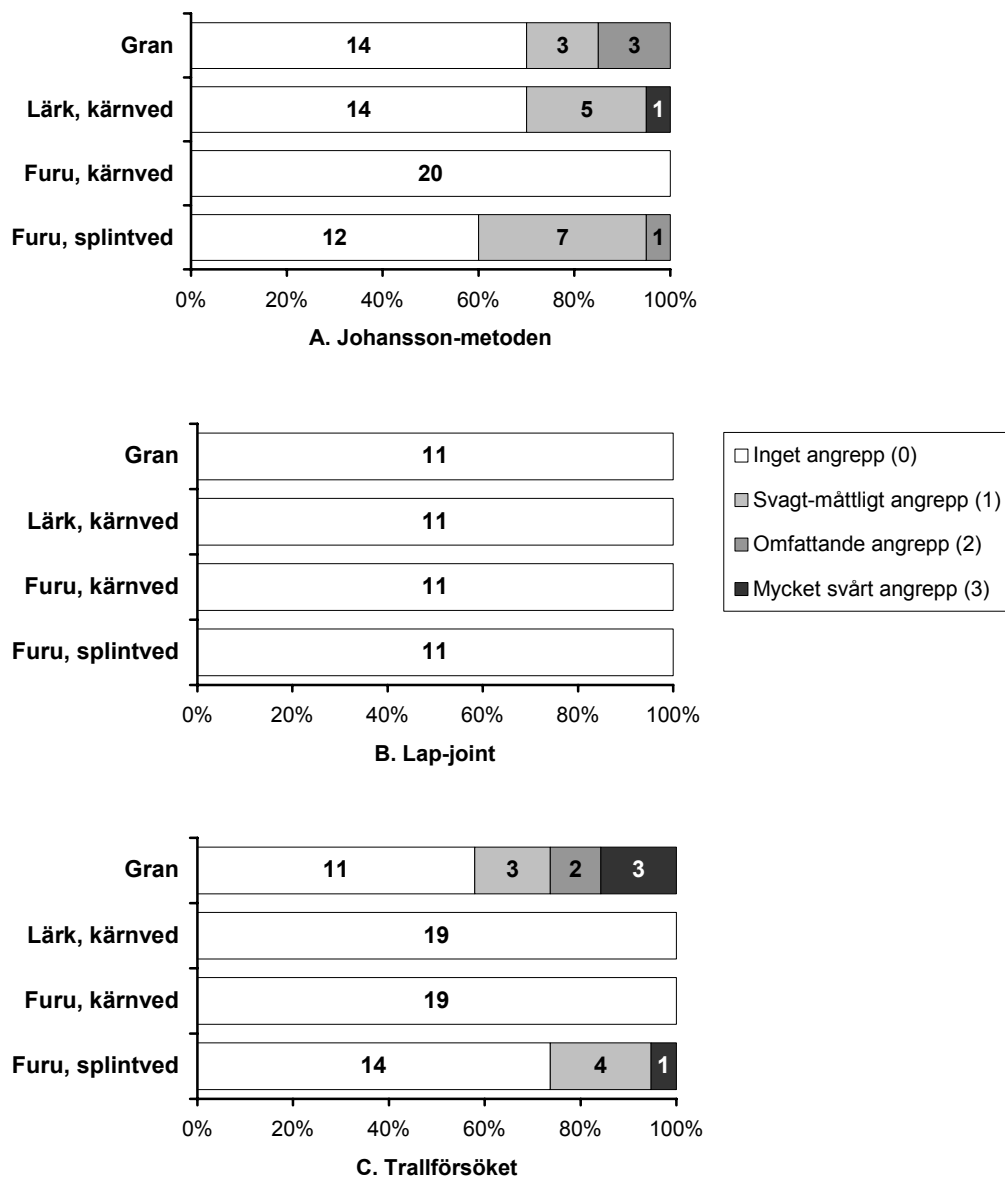
Vid jämförelse mellan de olika försöksleden skall beaktas att bedömning av lap-joint gjordes vid ett senare tillfälle än bedömning av de övriga försöksleden, efter en period av mycket regn. Proverna var betydligt fuktigare vilket försvårade bedömningen, särskilt i överlappningsytorna.

4.2.2 Rötangrepp

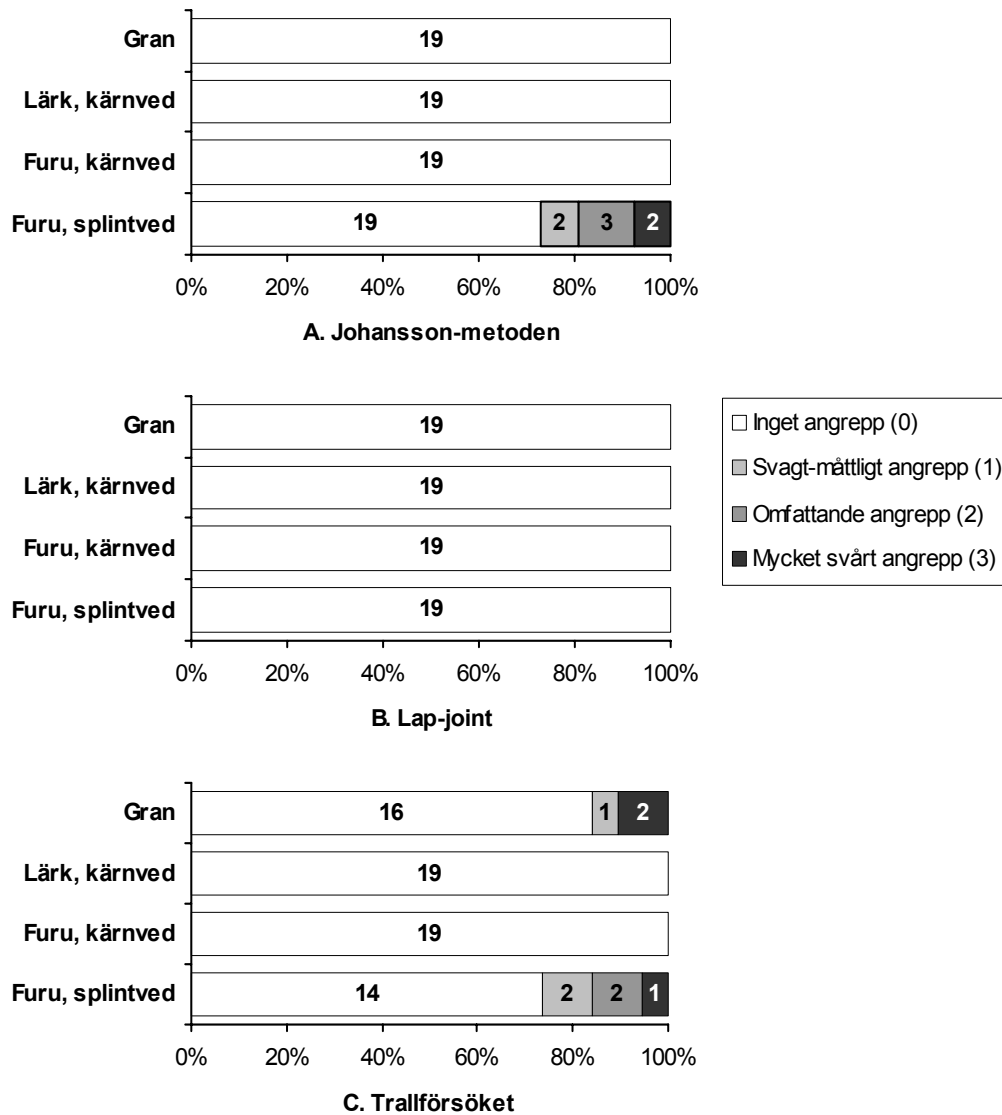
I figur 12 - figur 14 visas den procentuella fördelningen av prover inom de olika betygs-klasserna enligt tabell 7. Endast oimpregnerade prover redovisas, eftersom inga röt-angrepp kunde konstateras hos något av de impregnerade proverna. Det totala provantalet per träslag respektive behandling är 20 i Johansson-metoden, 19 i trallförsöket och 11 i lap-joint.



Figur 12 Fördelning av angreppsgrad av röta på överlappningsytor i Johansson-metoden respektive lap-joint efter fem års provning. Siffror inom respektive fält anger antalet prover som bedömts enligt aktuell angreppsgrad.



Figur 13 Fördelning av angreppsgrad av röta på översidor i Johansson-metoden, lap-joint och trallförsöket efter fem års provning. Siffran inom respektive fält anger antalet prover som bedömts enligt aktuell angreppsgrad.



Figur 14 Fördelning av angreppsgrad av röta på undersidor i Johansson-metoden, lap-joint och trallförsöket efter fem års provning. Siffran inom respektive fält anger antalet prover som bedöms enligt aktuell angreppsgrad.

I samtliga försöksled ovan mark har utvecklingen av rötangrepp gått mycket långsamt. Det är först efter fem års provning tydliga angrepp i oimpregnerade prover kan konstateras. Ännu har inga rötangrepp konstaterats i något av de impregnerade proverna.

Anmärkningsvärt nog har den metod som utgör en europeisk försöksstandard för ovan mark-provning av trä varit den minst utslagsgivande. För såväl Johansson-metoden som trallförsöket har rötangreppen hittills varit mer omfattande.

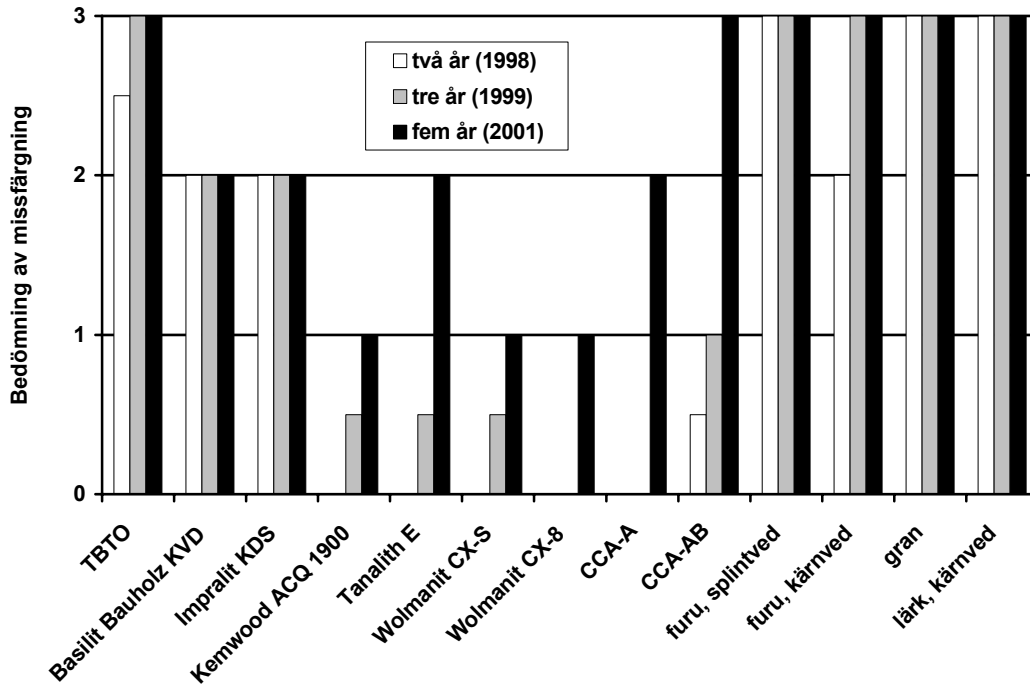
Överlappningsytor samt ovansidor är generellt sett mest angripna. I trallförsöket noteras dock i stort sett lika omfattande angrepp på både ovan- och undersidor.

Tvärtemot vad som noterats i markförsöket så har kärnved av lärk hittills angripits mer av röta än kärnved av furu.

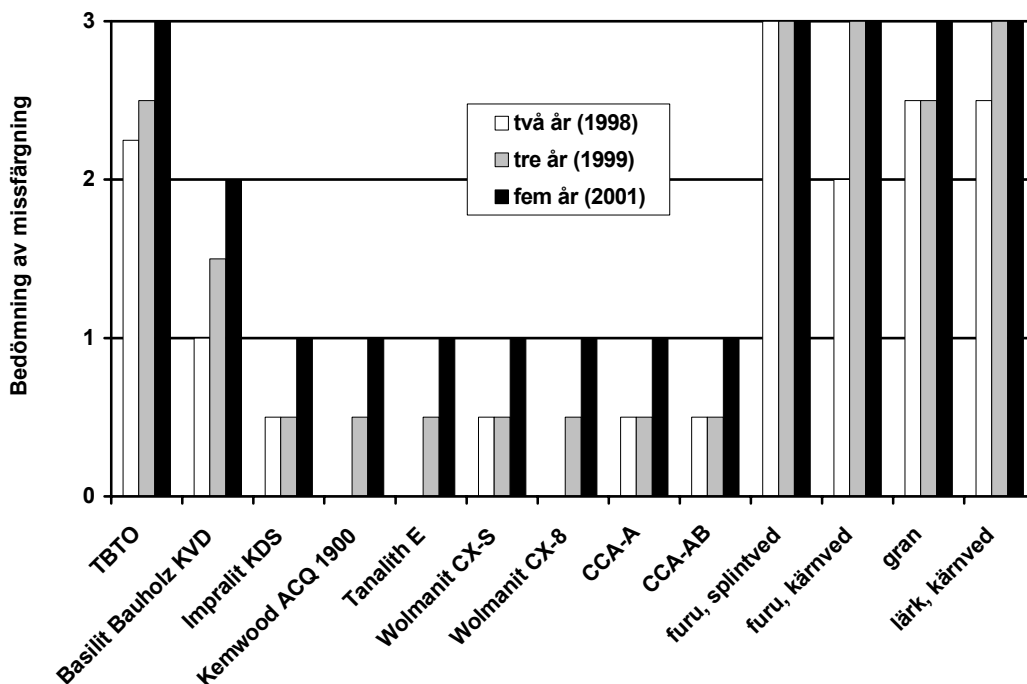
4.2.3 Missfärgning

4.2.3.1 Lap-joint

Resultaten från bedömning av påväxt av missfärgande svampar redovisas i figur 15 och figur 16.



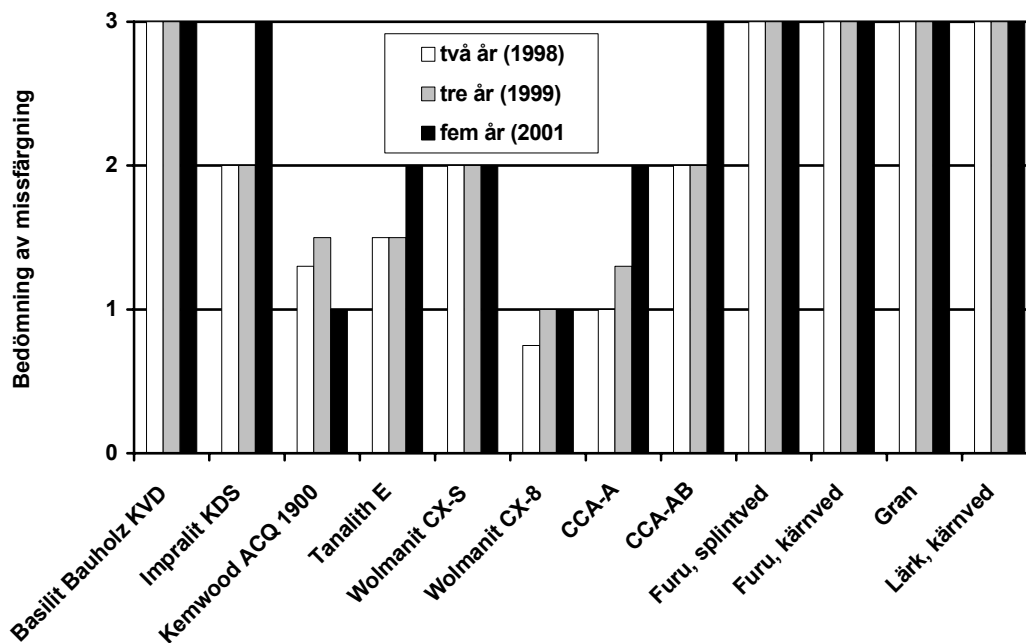
Figur 15 Medianer av bedömning av missfärgning för undersidor hos prover enligt lap-joint-metoden efter två, tre och fem års exponering.



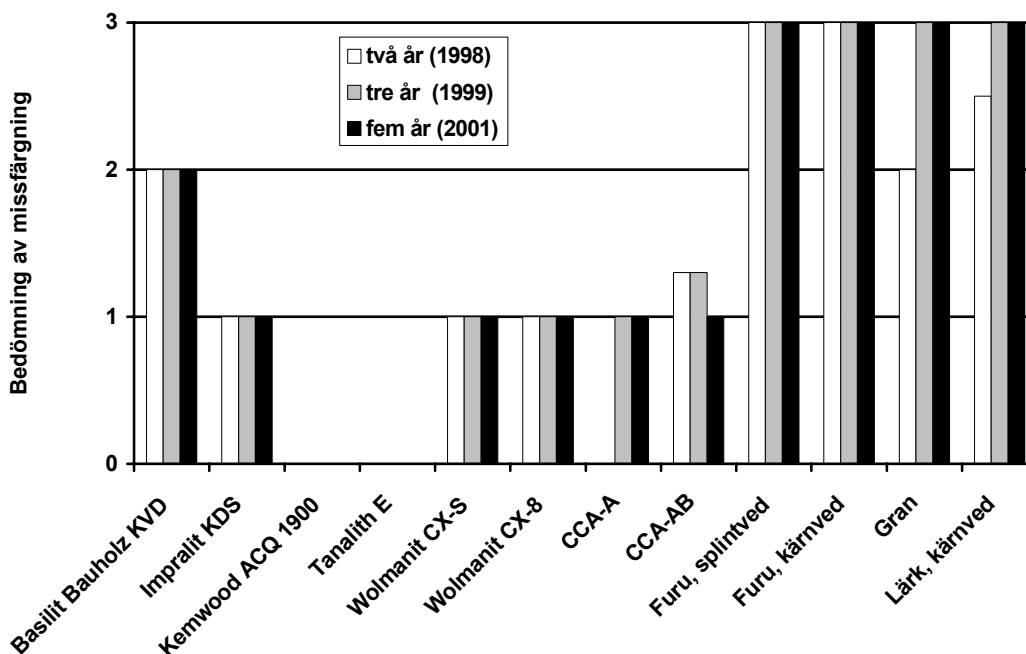
Figur 16 Medianer av bedömning av missfärgning för överlappningsytor hos prover enligt lap-joint-metoden efter två, tre och fem års exponering.

4.2.3.2 Johansson-metoden

Resultaten från bedömning av påväxt av missfärgande svamp redovisas i figur 17 och figur 18.



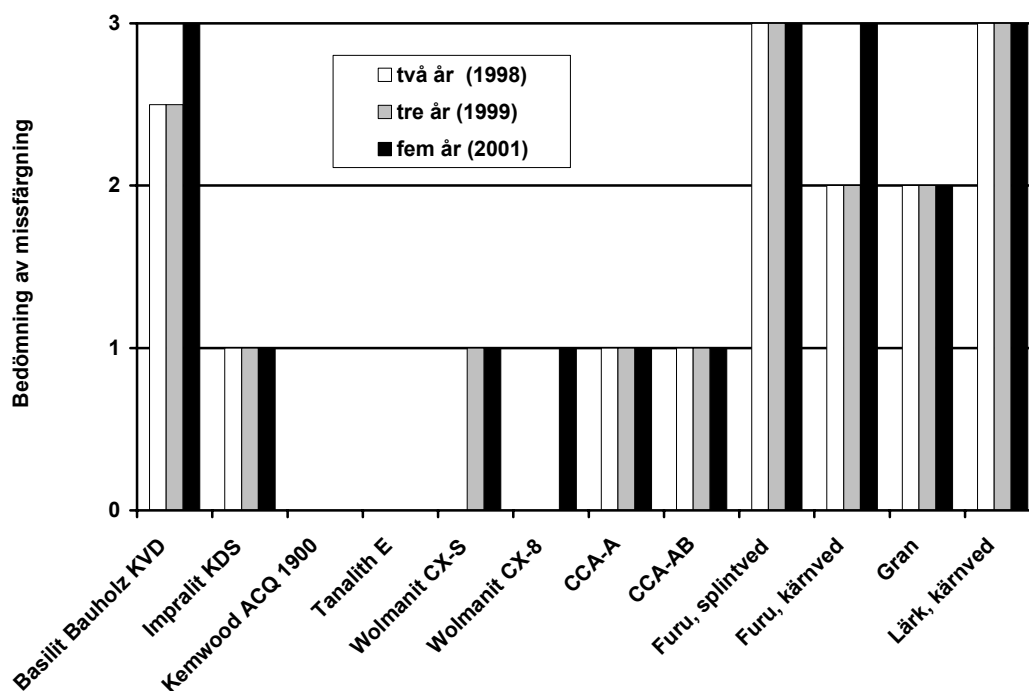
Figur 17 Medianer av bedömning av missfärgning för undersidor för prover enligt Johansson-metoden efter två, tre och fem års exponering.



Figur 18 Medianer av bedömning av missfärgning för överlappningsytor hos prover enligt Johansson-metoden efter två, tre och fem års exponering.

4.2.3.3 Trallförsöket

Resultaten från bedömning av påväxt av missfärgande svamp redovisas i figur 19.



Figur 19 Medianer av bedömning av missfärgning för undersidor hos prover enligt trallförsöket efter två års och tre års exponering.

4.2.3.4 Sammanfattande bedömning

Som nämnts ovan är bedömningen av påväxt av missfärgande svamp inte helt lätt att göra, men några generella slutsatser kan dras av försöket:

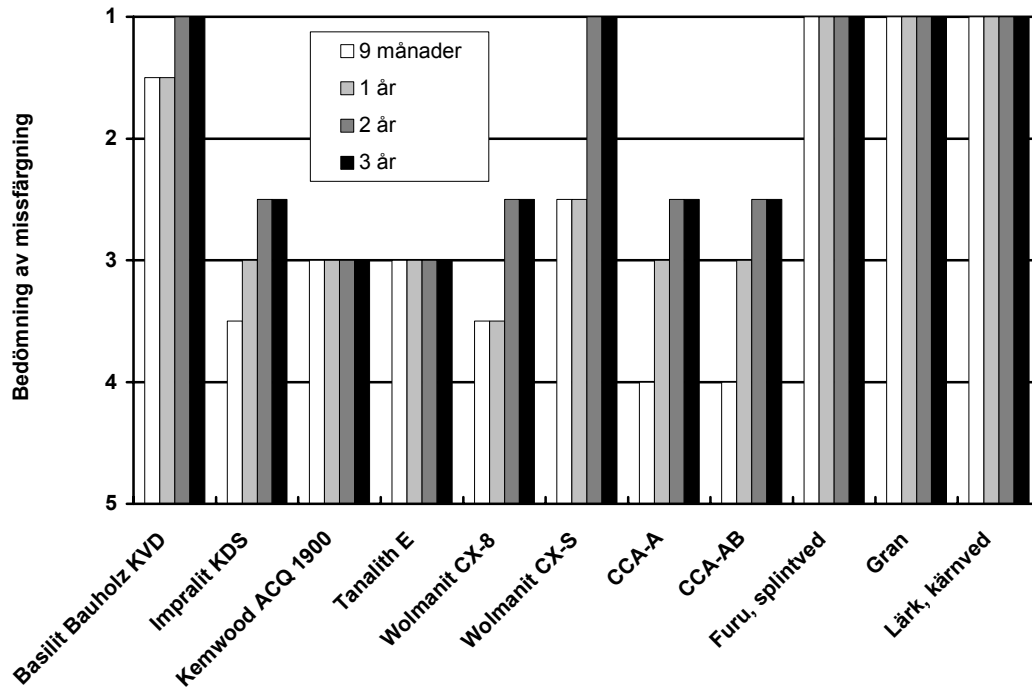
- Obehandlat trä angrips lättast och uppnår snabbast den högsta graden av missfärgning.
- Av de impregnerade proverna har TBTO-kontroller och Basilit Bauholz KVD angripits snabbast. Prover impregnerade med kopparbaserade medel har inte angripits i samma utsträckning, men inget preparat har i alla försöksled givit ett fullständigt skydd mot missfärgande svamp under hela femårsperioden. När det gäller Tanalith E så skall observeras att impregneringslösningen som användes hade en tillsats av antimögelmedel.

4.3 Provning av väderbeständighet

I detta försöksled studeras hur kulören på provbitar som exponerats utomhus har förändrats i kulör jämfört med sin utgångskulör. Ingen förändring kunde konstateras efter att proverna exponerats i 3 år jämfört med efter 2 år. Mot bakgrund av detta har ingen revision av detta försöksled gjorts efter 5 år.

Resultaten av tidigare bedömningar redovisas i figur 20 för varje medel och träslag som median (se 4.2.1) av betygsatt förändring. Observera att prover från olika medel inte jämförs med varandra utan med sin respektive referens, det vill säga ett prov som förvarats inomhus i mörker. Bedömningen talar inte heller om hur förändringen ser ut, utan ger endast ett mått på hur stor förändringen har varit.

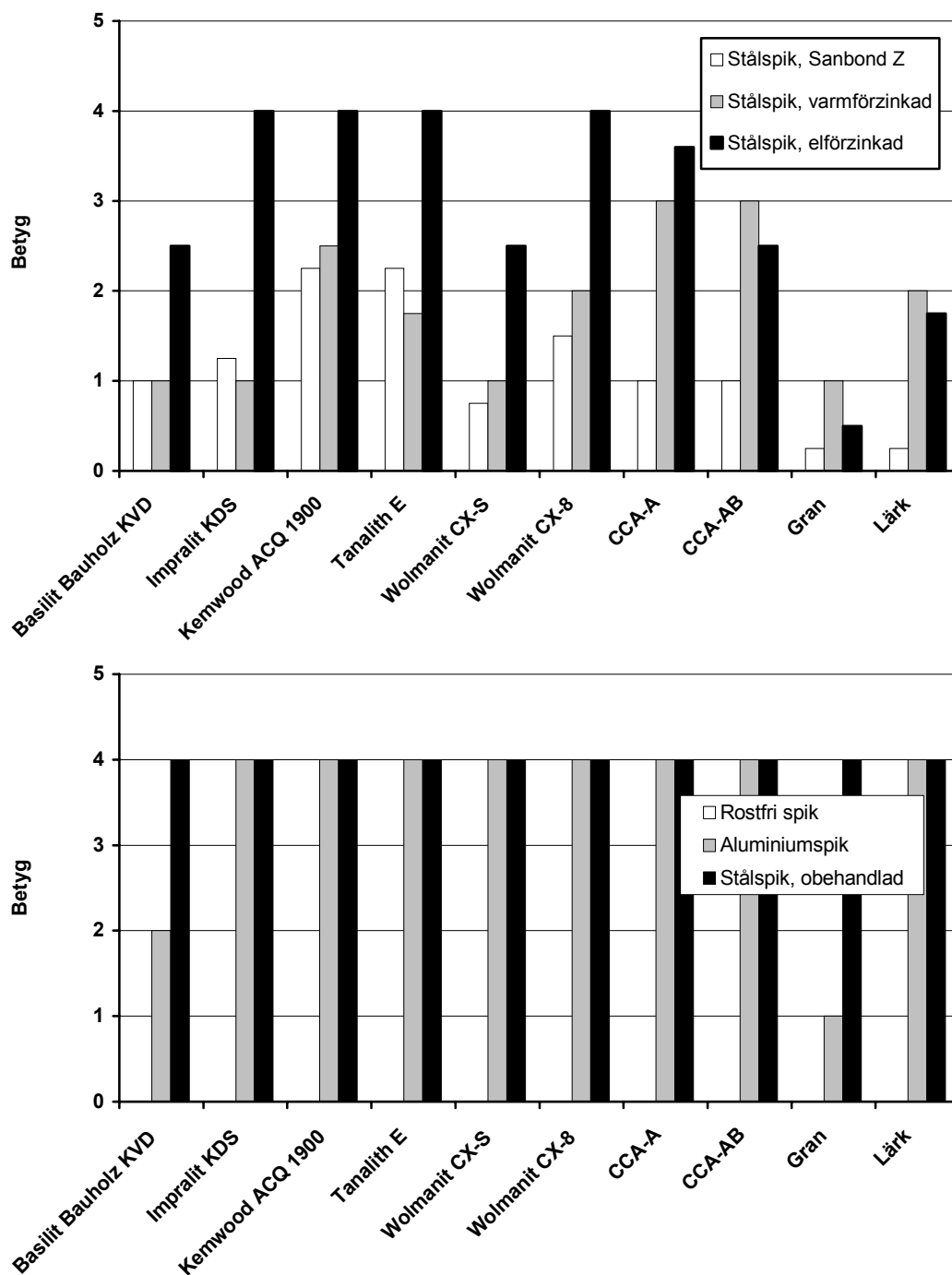
Det kan dock konstateras att de oimpregnerade proverna har grånat mer än de impregnerade. Likaså har de fler sprickor, uppvisar mer defibrering samt är mer angripna av lavar än de impregnerade proverna, med undantag från något enstaka prov samt flertalet prover impregnerade med Basilit Bauholz KVD.



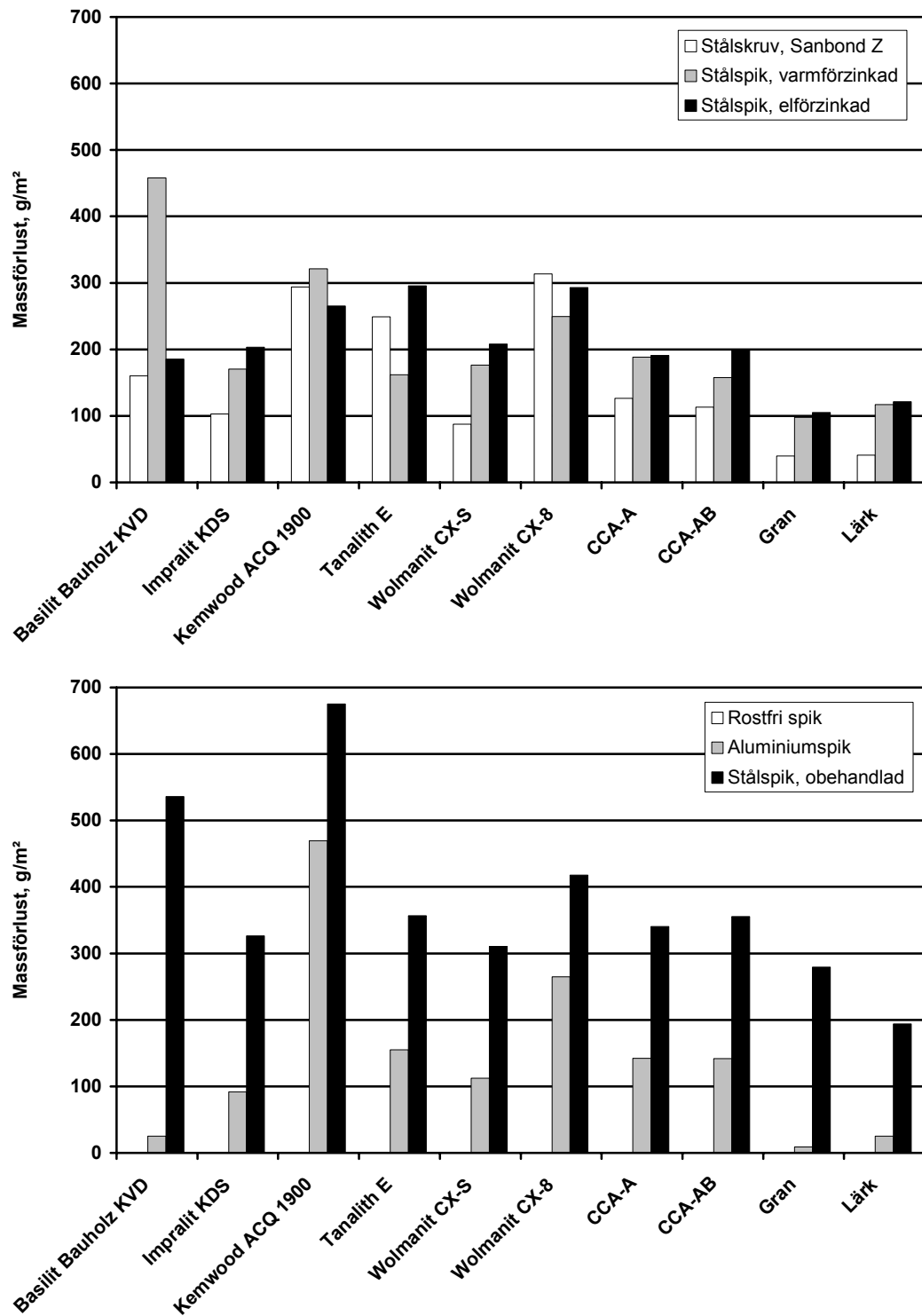
Figur 20 Resultat (medianer) av bedömning av kulörförändring enligt BS 1006. Observera den omvända skalan och att ett lägre värde betyder en större skillnad.

4.4 Provning av korrosion på fästdon

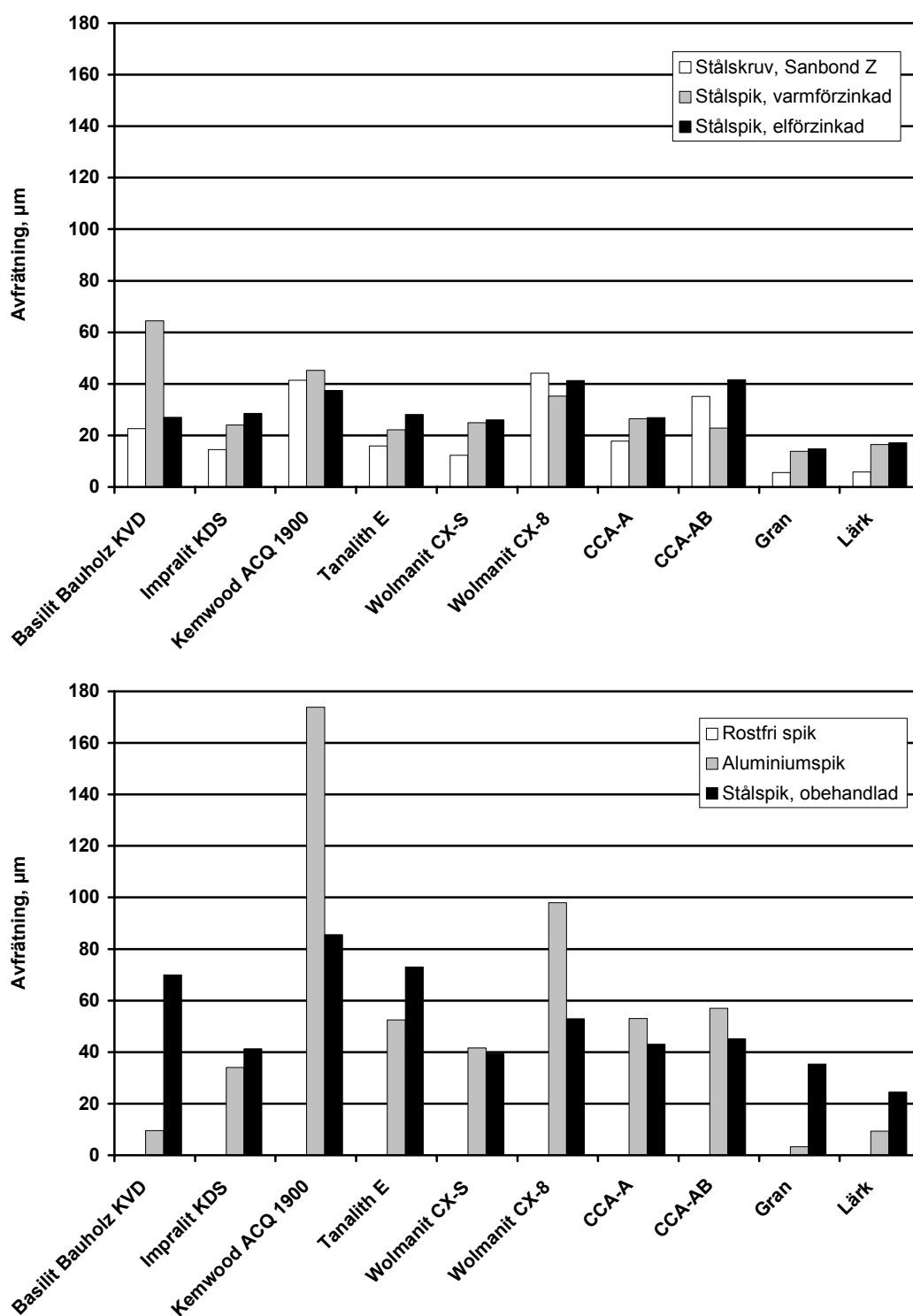
Resultaten från korrosionsprovningen redovisas i figur 21 - figur 23. Figur 21 redovisar resultaten från den visuella bedömningen, medan figur 22 och figur 23 redovisar metallförlust per ytenhet respektive metallavfrätning.



Figur 21 Medelvärden av vägt betyg för visuell bedömning av korrosionsangrepp enligt tabell 9.



Figur 22 Beräknad metallförlust hos fästdon efter 5 års exponering i impregnerat respektive obehandlat trä.



Figur 23 Avfrätning på fästdon i impregnerat och obehandlat trä efter fem års exponering.

Den visuella bedömningen av korrosionsangrepp efter fem år är i överensstämmelse med de observationer som gjorts vid tidigare inspektioner. Från rostskyddssynpunkt är rostfria fästdon överlägset bäst i virke använt utomhus, oavsett om virket är behandlat med något träskyddsmedel eller inte.

Resultaten från den visuella bedömningen bekräftas i allt väsentligt av beräkningarna av metallförlust och metallavfrätning. Betraktar man metallavfrätningen, som är ett mått på hur djupt ner i metallytan angreppet gått, så kan man konstatera att inga angrepp ännu observerats på de rostfria spikarna. Obehandlad stålspik och aluminiumspik har de genomsnittligt största angreppen, medan de förzinkade fästdonen har klarat sig bättre mot angrepp.

Olika träskyddsmedel påverkar korrosionen på fästdon i olika hög grad och försöket visar att med samtliga träskyddsmedel får man en avsevärt större metallavfrätning än med obehandlat trä. Kemwood ACQ 1900 och Wolmanit CX-8 förefaller vara de träskyddsmedel som har störst korrosionspåverkan.

4.5 Urlakning av aktiva ämnen

I tabell 10 redovisas kvarvarande andel av de aktiva ämnen för vilka kemisk analys utförts efter två, tre respektive fem års exponering av proverna.

Tabell 10 Kvarvarande andel (%) av aktiva ämnen efter två, tre respektive fem års exponering

Träskyddsmedel	Aktivt ämne	Ursprunglig mängd, kg/m ³	Kvarvarande andel, %		
			År 2 (1998)	År 3 (1999)	År 5 (2001)
Basilit Bauholz KVD	Tebukonazol	0,15	~60**	~50**	~40**
	Cypermethrin	-*	-*	-*	-*
Impralit KDS	Koppar	0,62	89	69	77
	Bor	0,09	0	0	0
	Polymeriskt betain	-*	-*	-*	-*
Kemwood ACQ 1900	Koppar	2,06	95	81	81
	BAC	1,04	60	60	60
Tanalith E	Koppar	1,63	85	82	85
	Bor	0,11	0	0	0
	Tebukonazol	0,07	63	50	60
Wolmanit CX-S	Koppar	0,32	86	86	86
	Bor	0,04	0	0	0
	HDO	0,03	95	95	49
Wolmanit CX-8	Koppar	1,13	78	74	70
	Bor	0,10	0	0	0
	HDO	0,32	84	84	44
CCA-A	Koppar	1,10	100	91	91
	Krom	1,78	100	97	100
	Arsenik	1,57	97	88	90
CCA-AB	Koppar	0,47	100	89	100
	Krom	0,77	100	100	100
	Arsenik	0,68	86	86	86

* Har ej analyserats.

** På grund av analysosäkerhet kan kvarvarande andel inte anges på noggrannare sätt.

Som framgick redan vid inspektionen efter tre år så föreligger stora skillnader mellan olika träskyddsmedel och aktiva ämnen. Urlakningen av aktiva ämnen från det CCA-impregnerade virket har varit klart minst och legat på i stort sett samma nivå sedan år 2. För de krom- och arsenikfria medlen kan man urskilja följande tendenser:

- Koppar tycks lakas ur mest under de första två åren. Därefter har nivån hittills legat stabilt kring 80-85 % kvarvarande andel. För Wolmanit CX-8 ligger andelen kvarvarande koppar något lägre.
- Bor urlakas snabbt och efter två år kan någon bor inte längre detekteras för det virke som impregnerats med medel innehållande bor. Redan vid en orienterande analys efter ett år kunde inte någon bor återfinnas.
- För organiska komponenter kan man observera att kvarvarande andel i virket generellt sett ligger på en betydligt lägre nivå än för koppar. För bensalkoniumklorid (BAC) i det kopparbaserade medlet Kemwood ACQ 1900 ligger kvarvarande nivå på ca 60 % efter fem års exponering och nivån har varit densamma sedan år 2. Samma förhållande gäller för tebukonazol i Tanalith E. För HDO-komponenten i de båda Wolmanit-medlen kan man notera att den låg på en förhållandevis hög nivå efter tre års exponering men att den vid analyserna efter fem år minskat ned till 45-50 %.

När det gäller de organiska komponenterna så kan den förhållandevis stora minskningen i kvarvarande andel, förutom urlakning, även bero på en kemisk nedbrytning av de aktiva ämnena. Det har inte ingått i studien att vidare undersöka detta.

5 Avslutande kommentarer

Efter fem års försök kan man dra följande slutsatser:

- När det gäller de använda provningsmetoderna för beständighetsprovningen kan man konstatera att det är endast provningarna i markkontakt som givit angrepp av röta på impregnerade prover. I ovan mark-provningarna kunde begynnande rötangrepp fastställas efter tre års provning och efter fem års provning har i några enstaka fall stora rötangrepp noterats på oimpregnerade prover. Inga impregnerade prover har ännu fått angrepp av röta i ovan mark-provningarna. De använda provningsmetoderna ovan mark är inte i något fall tillräckligt utslagsgivande efter fem år och anmärkningsvärt nog har den metod som föreslås bli europeisk standard, den så kallade lap-joint metoden, varit den minst utslagsgivande. En bidragande orsak till den långsamma rötutvecklingen är troligtvis klimatet i Norden.
- Provningarna i markkontakt har givit utslagsgivande och intressanta resultat. Skillnader mellan oimpregnerade och impregnerade prover kan konstateras. När det gäller de impregnerade proverna finns en tendens att större kopparinnehåll betyder bättre motstånd mot rötangrepp. Ser man till AB-medlen så innehåller exempelvis Kemwood ACQ 1900-proverna ca 2 kg koppar per m³ medan Impralit KDS-proverna endast innehåller 0,6 kg koppar per m³. Det skall noteras att för Kemwood ACQ 1900 och Wolmanit CX-8 blev upptagningarna i EN 252 stavarna, för ACQ även i 22x95-proverna, drygt 15 % högre än de nominella upptagningarna för klass AB, vilket möjligen kan ha påverkat resultatet av provningen. Beträffande Impralit KDS har medeltillverkaren hävdade att en orsak till det förhållandevis dåliga resultatet beror på att impregneringarna gjordes på en anläggning som impregnerade med CCA i samma impregneringskärl och att små föroreningar av CCA skulle ha påverkat medlet negativt från effektivitetssynpunkt. Några belägg för detta har emellertid inte presenterats.
- I provningen enligt EN 252 har samtliga prover med Basilit Bauholz KVD, ett helt metallfritt träskyddsmedel, dömts ut efter fem år. Med undantag för detta träskyddsmedel så har alla impregnerade prover klarat sig bättre än oimpregnerade prover i markförsöket. Basilit Bauholz KVD-proverna fick en medellivslängd på 4,3 år, vilket skall jämföras med medellivslängden för oimpregnerad furusplint i samma försök, 2,2 år.
- I provningen ovan mark har endast oimpregnerade prover fått angrepp av röta. Gran och furusplint har fått de största angreppen. Kärnved av lärk har i motsats till vad som observerats i markförsöken, angripits mer än kärnved av furu. Ser man till de provningsmetoder som använts så har Johansson-metoden varit något mera utslagsgivande än de övriga. Minst utslagsgivande hittills har lap-joint-metoden varit.
- Bedömningen av angrepp av missfärgande svamp har visat sig vara svår att göra. Det är svårt att betygsätta biologiska förhållanden och bedömningen är subjektiv. Ofta är det svårt att avgöra skillnader mellan de olika bedömningsklasserna. Begynnande eller små rötangrepp kan oftast inte fastställas vid okulär besiktning av detta slag. Bedömning av missfärgning på ovansidan försvåras av faktorer som vädergrånad, defibrering, kraftigt fuktinnehåll efter regn m m. En indikation på att bedömningarna ändå gjorts på ett konsekvent sätt är att resultaten i stort överensstämmer mellan de olika försöksleden.
- Påväxten av missfärgande svamp ser annorlunda ut på ovansidor, undersidor och överlappningsytor beroende på skillnader i temperatur, vind över ytan, fuktinnehåll beroende på regn, solstrålning etc. Dessa ytor är därför inte helt jämförbara med varandra vid bedömningarna.

- Obehandlat trä angrips lättast och uppnår snabbt den högsta graden av missfärgande angrepp. Impregnerade prover utan koppar angrips också snabbt, medan de som innehåller förhållandevis mycket koppar tycks klara sig genomgående bäst.
- Såväl oimpregnerat som impregnerat trä förändras snabbt när det gäller den ursprungliga kulören. De snabbaste kulörförändringarna erhöles för oimpregnerat trä samt för prover impregnerade med Basilit Bauholz KVD samt Wolmanit CX-S. Kulören hos CCA, Kemwood ACQ 1900 och Tanalith E har förändrats minst i förhållande till utgångskulören. Sannolikt spelar innehållet av koppar och krom i förekommande fall en viktig roll här. Prover med högt innehåll av koppar har förändrats minst under de tre år som kulörförändringarna studerades.
- Oimpregnerade prover har generellt sett blivit mera vädergrå än de impregnerade. De uppvisar också fler sprickor och defibrering än impregnerade prover.
- Impregnerade prover har haft större inverkan på korrosion hos fästdon av olika material än oimpregnerat trä. Kemwood ACQ 1900 och Wolmanit CX-8 har efter fem års provning haft störst korrosionspåverkande effekt. Inga angrepp har ännu observerats på fästdonen av rostfritt stål.
- Vid utvärderingen av försöket efter fem år har de uppmätta och beräknade värdena för massförlust och metallavfrätning stämt väl överens med de resultat som erhöles vid inspektionen efter tre år. De har dock legat på en i flertalet fall noterbart lägre nivå. Detta kan synas något märkligt, och någon entydig förklaring till detta förhållande kan inte ges. Ett kritiskt moment är betningen, som man möjligen kan misstänka vara den huvudsakliga förklaringen till den observerade differensen. Avvikelser i provföremålens densitet och area kan också spela in liksom det faktum att en viss variation mellan individuella fästdon kan förväntas.
- Studierna av urlakningen av aktiva ämnen visar på stora skillnader mellan kromfixerande träskyddsmedel (CCA) och de krom- och arsenikfria medlen för vilka urlakningen av aktiva komponenter varit förhållandevis stor. För de sistnämnda kan man också notera att kopparkomponenten redan efter två års exponering lakades ur till en nivå som sedan i stort sett varit stabil. Organiska komponenter som bensalkoniumklorid och tebukonazol har också legat på en stabil nivå sedan analyserna år 2. Nivån har dock genomgående varit lägre än koppars. HDO har visat en något annat mönster. Under de första tre åren låg den kvarvarande andelen relativt högt, 85-95 %. Den har vid analyserna minskat kraftigt till 45-50 %. Om de organiska komponenternas kraftiga minskning helt beror på urlakning eller det också rör sig om en kemisk nedbrytningsprocess har inte klarlagts. Bor har i samtliga fall snabbt urlakats till nivåer under detektionsgränsen. Det skall understrykas att med tanke på den osäkerhet som finns inbyggd i den använda metodiken och att det, särskilt när det gäller organiska komponenter, är mycket små mängder som analyseras, så måste resultaten från urlakningsstudien ännu tolkas med viss försiktighet.
- Avslutningsvis skall poängteras att i denna rapport redovisas endast sammanställda resultat. Inga ansatser har gjorts för att bearbeta resultaten för att kunna dra slutsatser om statistiskt säkerställda skillnader mellan olika träskyddsmedel, träslag osv.

6 Litteratur

- [1] Johansson, P. Jermer, J. Johansson, I. Fältförsök med träskyddsmedel för klass AB. Delrapport nr 1. Resultat efter 3 års exponering. Rapport nr 1999:27. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut.
- [2] Nordiska Träskyddsrådet, Nordiska Träskyddsklasser. Del 1: Furu och andra lättimpregnerbara barrträslag. NTR Dokument nr 1:1998.
- [3] Kemikalieinspektionen, Kemikalieinspektionens föreskrifter om träskyddsbehandlat virke, KIFS 1990:10
- [4] Svenska Träskyddsinstitutet, Träimpregneringsindustrin i Sverige. Produktionsåret 1996. Meddelande nr 172, 1997.
- [5] Nordiska Träskyddsrådet, Conditions for approval of wood preservatives for industrial wood preservation in the Nordic countries. NWPC Dokument No. 2:1998.
- [6] European Committee for Standardisation, Durability of wood and wood-based products - Performance of preventive wood preservatives as determined by biological tests. Part 1. Specification according to hazard class. EN 599-1, 1997.
- [7] European Committee for Standardisation, Wood preservatives - Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes. Determination of the toxic values. EN 113, 1997.
- [8] European Committee for Standardisation, Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative in ground contact, EN 252, 1990.
- [9] European Committee for Standardisation, Wood preservatives - Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative exposed out of ground contact - Horizontal lap-joint method, ENV 12037, 1996.
- [10] BSI, Methods of test for colour fastness of textiles and leather. Grey scale for assessing change in colour (including half-steps), BS 1006:A02:1990.
- [11] Berglund, F, Wallin, T, Korrosion av spik och skruv i impregnerat virke. Svenska Träskyddsinstitutet, Meddelande nr 131, 1978.