

SVENSKA TRÄSKYDDSinSTITUTET

SWEDISH WOOD PRESERVATION INSTITUTE

Meddelanden

Reports

Nr 163

1991

ISSN 0346-7090

Urlakning från tryckimpregnerat virke

En litteraturstudie

Leaching from pressure-treated wood

A literature survey

Östen Bergman

STOCKHOLM 1991

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	<u>Sid.</u>
SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	2
1. INLEDNING	3
2. FIXERING	3
2.1. Fixeringsstudier	4
2.2. Snabbfixering	8
3. LAKNINGSFÖRSÖK UTFÖRDA PÅ LABORATORIET	10
3.1. Lakningsstudier	10
3.2. Lakningsförsök i kombination med effektivitetsförsök	14
3.3. Lakningsförsök där surt regn simulerats	15
4. URLAKNING FRÅN IMPREGNERAT VIRKE I PRAKTIKEN	18
4.1. Urlakning av vattenlösliga träskyddsmedel från stolpar	18
4.2. Urlakning av vattenlösliga medel från träkonstruktioner	23
4.3. Urlakning av kreosotolja från stolpar	24
5. HALTER AV TRÄSKYDDSMEDEL I MARKEN VID IMPREGNERADE STOLPAR OCH TRÄKONSTRUKTIONER	25
5.1. Rester av vattenlösliga medel i marken	26
5.2. Rester av kreosotolja i marken	31
6. ÅTGÄRDER FÖR ATT MINSKA URLAKNING I PRAKTIKEN	32
LITTERATUR	32

SAMMANFATTNING

Denna rapport är en litteraturstudie över de miljöproblem som kan uppkomma vid användning av tryckimpregnerat virke. Den handlar om urlakning av träskyddskemikalier från veden och kontaminering av marken.

Man beräknar att den CCA impregnerade veden är fullständigt fixerad inom 120 timmar vid 25°C, 30 dagar vid 10°C och 55 dagar vid 3°C. Under fixeringsperioden är det viktigt att virket inte blir utsatt för regn. För att påskynda fixeringen och därmed minska miljöutsläppen från nyimpregnerat virke har snabbfixeringsmetoder utvecklats.

Lakningsförsök med CCA medel utförda på laboratoriet har visat att maximal fixering av arsenik erhålls när förhållandet $\text{CrO}_3 : \text{As}_2\text{O}_5$ är 1.5 eller mer. Om lakningsvattnets pH sjunker, vilket kan inträffa när surt regn faller, så ökar urlakningen av arsenik för CCA medel med hög halt av arsenik och låg halt av krom.

CCA medel indelas av American Wood Preservers' Association (AWPA) i tre typer med avseende på sammansättningen enligt följande (uttryckt i oxidform):

	Typ A	Typ B	Typ C
	%	%	%
CrO_3	65	35	47.5
CuO	18	20	18.5
As_2O_5	17	45	34

Typ A har en mycket högre kromhalt och mycket lägre arsenikhalt än typ C som i sin tur har högre kromhalt och lägre arsenikhalt än typ B.

Urlakning av arsenik var störst från stolpar och träkonstruktioner impregnerade med CCA typ B och lägst från de som impregnerats med CCA typ A. Arsenikhalten i marken var också högre runt stolpar och träkonstruktioner som impregnerats med CCA typ B än runt de som impregnerats med CCA typ A eller typ C.

Mängden kreosotolja i nedre delen av stolpar minskar inte nämnvärt eftersom kreosotolja med tiden rinner nedåt i stolparna. De största halterna av kreosotolja i marken påträffas vid stolpar som svetts.

De urlakade träskyddskemikalierna som kontaminerar marken är mestadels koncentrerade till en begränsad zon alldeles intill det impregnerade virket.

SUMMARY

This report is a literature survey on environmental problems which arise when using pressure treated wood. It concerns leaching of preservative constituents from wood and contamination of the surrounding soil.

It is estimated that CCA in pressure-treated wood is completely fixed after 120 hours at 25°C, 30 days at 10°C or 55 days at 3°C. During the fixation period it is important that the timber is not exposed to rain. In order to accelerate fixation and thus reduce environmental pollution from newly treated wood, methods for accelerated fixation have been developed.

Laboratory leaching tests with CCA preservatives have shown that maximal fixation of arsenic is obtained when the $\text{CrO}_3 : \text{As}_2\text{O}_5$ ratio is equal or greater than 1.5. If the pH of the leaching water decreases, which may occur under acid rain conditions, leaching of arsenic is increased for CCA preservatives containing high arsenic and low of chromium levels.

CCA preservatives are classified by the American Wood Preservers' Association (AWPA) into three types according to composition (expressed on an oxide basis):

	Type A	Type B	Type C
	%	%	%
CrO_3	65	35	47.5
CuO	18	20	18.5
As_2O_5	17	45	34

Type A has a much higher content of chromium and a much lower content of arsenic than type C, which in turn has a higher content of chromium and a lower content of arsenic than type B.

Leaching of arsenic was highest from poles and timber treated with CCA type B and lowest from those treated with CCA type A. The content of arsenic in the surrounding soil was also higher around poles and timber treated with CCA type B than around those treated with CCA types A or C.

The amount of creosote in the lower parts of poles does not decrease appreciably, because with time creosote moves downwards in poles. The highest levels of creosote in the soil were found around poles which were bleeding.

The leached components of preservatives which contaminate soil are mostly concentrated to a limited zone adjacent to the treated timber.

1. INLEDNING

När man tagit upp miljöproblem inom träskyddsområdet har det mest handlat om problem vid impregneringsindustrin. Det har skrivits mycket om kontaminerad mark vid anläggningarna, där nedsmutsningen härrört från direkta utsläpp, dropp från nyimpregnerat virke eller urlakning vid lagring av impregnerat virke i det fria. Numera anser man att problemen vid anläggningarna går att lösa. Man låter hårdgöra marken under anläggningen och där nyimpregnerat virke får droppa av, varvid man lätt kan samla in all avrinning. Vidare strävar man efter att lagra impregnerat virke under tak.

På sista tiden anser man att kvittblivningen av impregnerat virke är det största potentiella miljöproblemet. Men innan virket kommit dithän har det använts och så att säga gjort sin tjänst. Har miljöproblem förekommit vid användningen? Hur mycket av träskyddskemikalierna har lämnat veden? Vart har de urlakade produkterna tagit vägen? Denna litteraturstudie skall försöka ge svar på dessa frågor. Först behandlas träskyddsmedlens fixering i veden.

2. FIXERING

Det är svårt att exakt definiera vad som menas med ett träskyddsmedels fixering. Dahlgren (1972) skiljer mellan fixering och urlakning. Han anser att fixering bör användas för en process som leder till fällning eller som på annat sätt gör de aktiva komponenterna motståndskraftiga mot att avlägsnas från veden. Urlakning anser han är ett mått på hur motståndskraftiga de aktiva komponenterna är mot att avlägsnas efter en insats med ett särskilt lösningsmedel, t ex vatten.

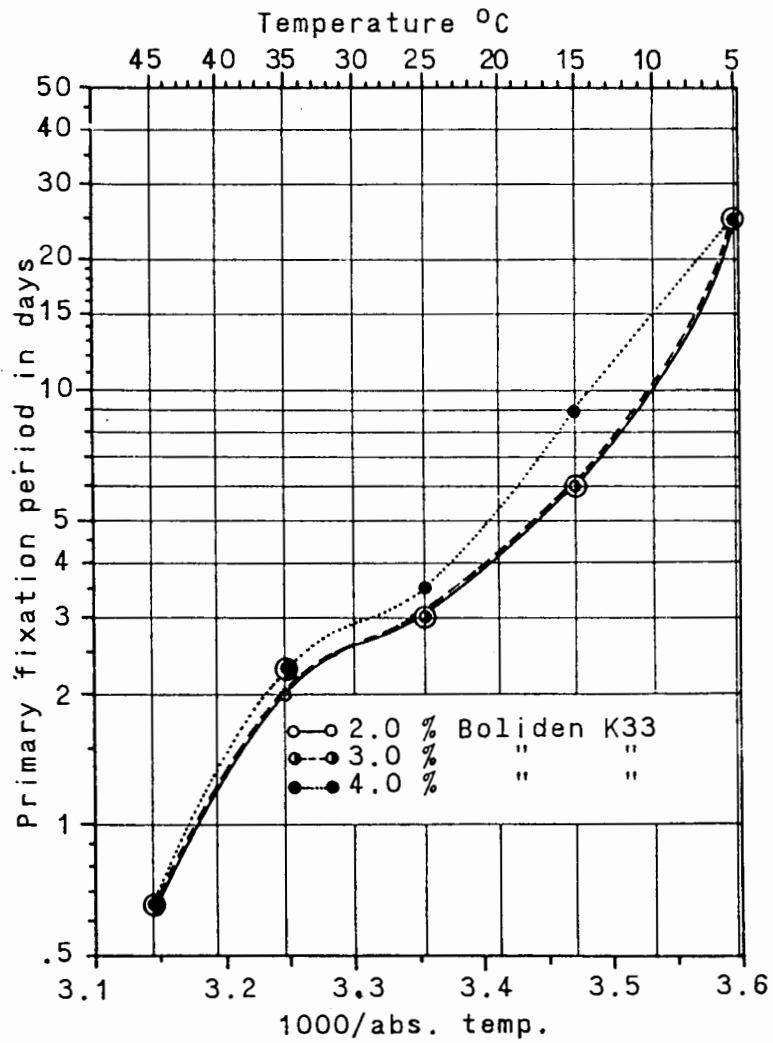
Ett träskyddsmedel måste ge fixerade föreningar med tillräckligt låg löslighet för att motstå urlakning under lång tid. Å andra sidan måste de fixerade produkterna vara tillräckligt lösliga för att kunna verka mot de vednedbrytande organismerna. CCA-medel erbjuder en kompromiss mellan dessa två krav (Dahlgren 1972, Dahlgren & Hartford 1972 c).

Beträffande kinetiken och mekanismerna vid fixering av CCA medel hänvisas till arbeten av bland andra Dahlgren och Hartford (1972 a), (1972 b), (1972 c), Dahlgren (1974), (1975 a), (1975 b), Ermusch et al (1980) och Pizzi (1981), (1983).

2.1. Fixeringstudier

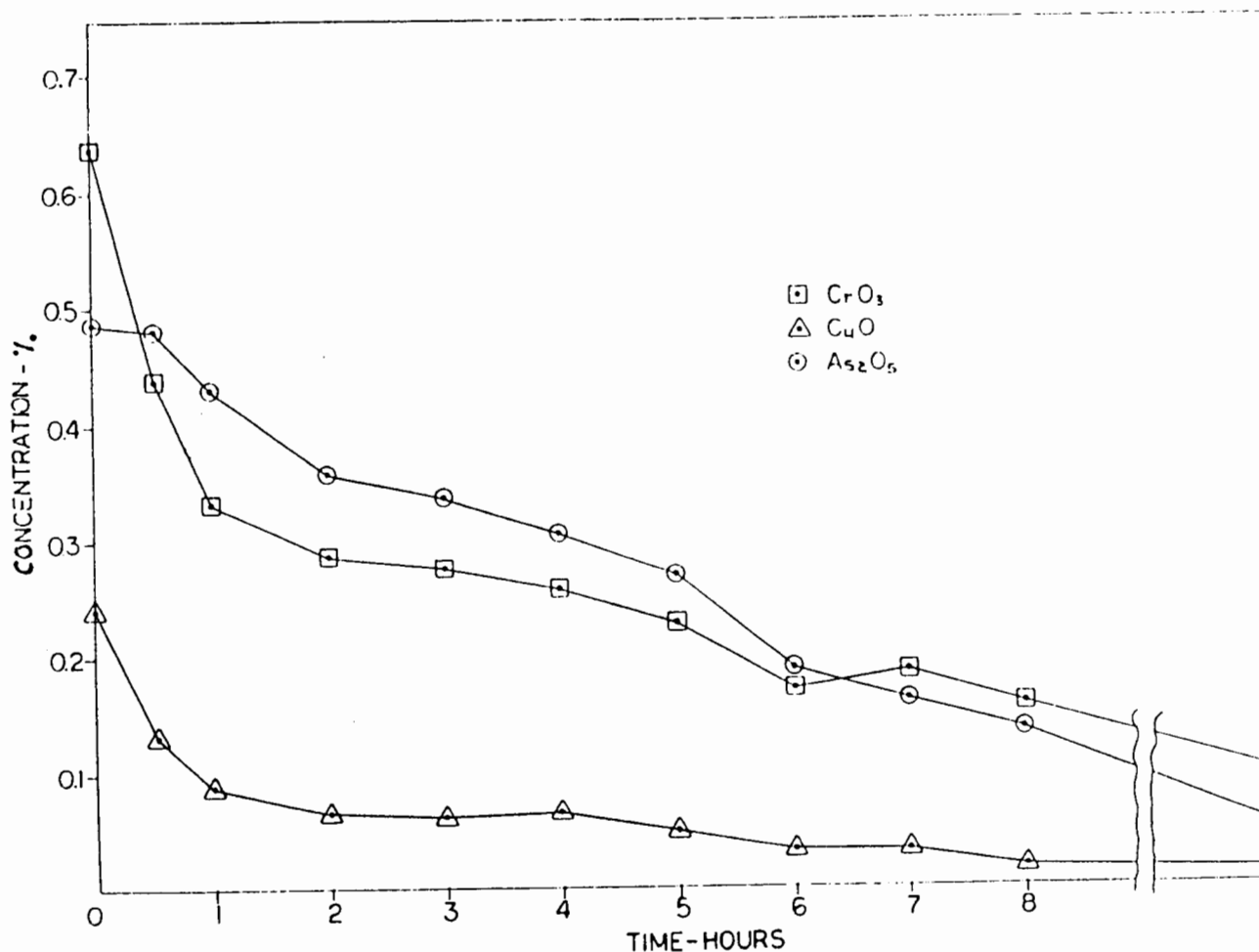
Det kan ibland vara svårt att mäta ett CCA medels fixering i veden på ett tillförlitligt sätt. Dahlgren & Hartford (1972 b) arbetade med sågspån som de blandade med olika CCA lösningar. Sedan lagrades den impregnerade sågspånen i stängda plastflaskor vid konstanta temperaturer. Efter avsedd fixeringstid tvättades de icke fixerade beståndsdelarna snabbt ur veden i en Büchnertratt. Sågspånproverna torkades sedan och maldes för analys av koppar, krom och arsenik med hjälp av röntgenfluorescens. Ett stort antal icke tvättade prover jämfördes med tvättade prover efter fullständig fixering. Dahlgren (1975 b) mätte pH vid olika tillfällen under fixeringsperioden. Mätningarna utfördes med en platt glaselektrod som med lätt gnidning och tryck anbringades direkt på sågspånen (Dahlgren & Hartford 1972a). För olika CCA-medel och koncentrationer undersöktes fixeringsperiodens längd vid temperaturerna 5, 15, 25, 35 och 45°C. Mätningarna av pH fullföljdes tills den första pH toppen klart passerats. Den primära fixeringsperioden beräknades grafiskt från den tid det tog att uppnå högsta pH (Dahlgren 1975 b). Figur 1 visar fixeringskurvan för Boliden K33 (CCA medel av typ B). Från kurvan kan man se att fixeringsperioden för en 2 procentig lösning blir ca 16 tim vid 45°C, 2 dygn vid 35°C, 3 dygn vid 25°C, 6 dygn vid 15°C och 25 dygn vid 5°C.

Medan Dahlgren och Hartford (1972 b) använde sig av sågspån och snabbt lakade ur icke fixerade beståndsdelar så har McNamara (1989) nyligen använt sig av små vedklossar och mekaniskt pressat ut lösning från veden. Splintvedsklossar (12.5 x 12.5 x 37.5 mm) av sydstatstall (southern yellow pine) impregnerades med en CCA typ C lösning (konc. 1.380 %) enligt fullcellmetoden. Omedelbart därefter torkades vedbitarna med en pappershandduk, vägdes och slogs in i Parafilm M, en laboratoriefilm. De inslagna vedbitarna lagrades sedan vid temperaturerna 25°C, 10°C, 3°C och -15°C. Efter olika tidsintervall togs proverna ut och vägdes, varefter varje enskild vedbit pressades i en hydragisk press till ungefär hälften av ursprunglig tjocklek. Den CCA-lösning som då pressades ur veden, samlades upp, vägdes och utspäddes för analys av koppar, krom och arsenik i en atomabsorptionsspektrofotometer. Analysresultaten räknades om till att gälla för CuO, CrO₃ och As₂O₅. Koncentrationen hos den lösning som pressades ur veden uttrycktes i procent av den ursprungliga CCA lösningens koncentration. Minskningen i koncentration uppgick till 90 % efter 24 timmar vid 25°C, 120 timmar vid 10°C, 9 dagar vid 3°C och 55 dagar vid -15°C. Figur 2 visar komponenternas koncentration efter olika tidsintervall under det första dygnet i de lösningar som pressades ur de tallvedsklossar som lagrades för fixering vid 25°C. Observera det snabba koncentrationsfallet för kopparoxid och kromtrioxid under den första timmen efter impregneringen.



Figur 1. Den primära fixeringsperiodens längd över temperaturen i furusplintved impregnerad med Boliden K33 (CCA typ B) (Dahlgren 1975 b).

Length of the primary fixation period of Boliden K33 (CCA type B) in Pinus sylvestris sapwood versus temperature.



Figur 2. Koncentrationen hos CCA typ C medlets beståndsdelar i de lösningar som pressades ur tallvedsklossarna efter olika lagringstider vid 25°C. (McNamara 1989).

Plot of percent concentration of CCA-C solution components squeezed from southern pine blocks after various storage times at 25 °C.

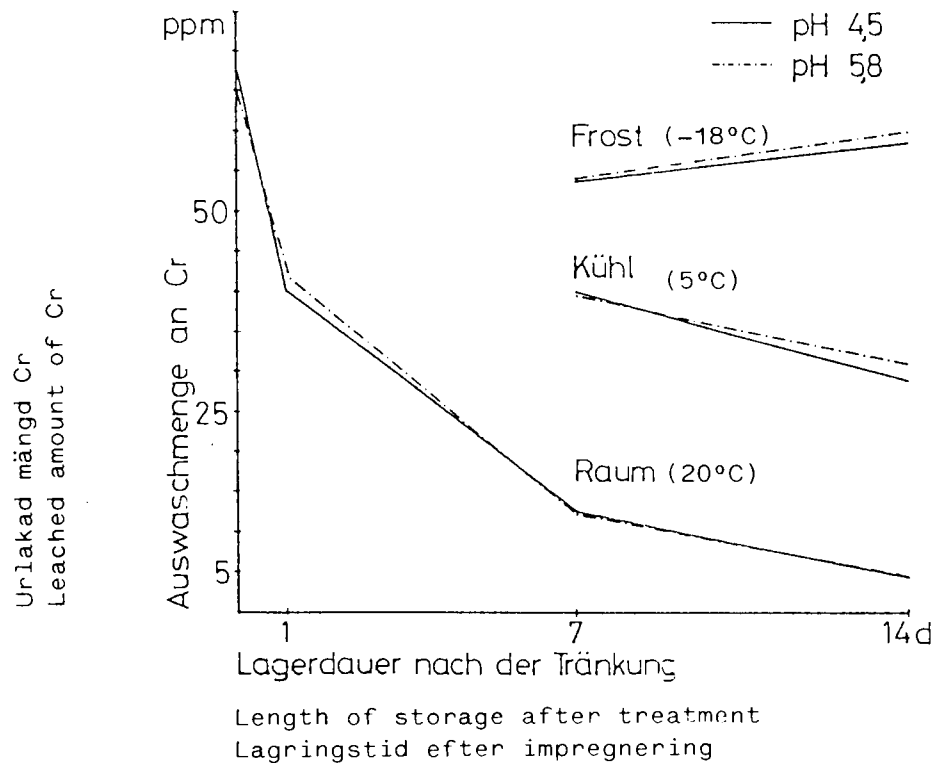
Som kontroll i studien över koncentrationsminskningen förvarades några behandlade klossar inslagna vid 25°C under 55 dagar. Dessa torkades sedan vid 50°C under tre dagar, varefter man antog att CCA medlet fixerats fullständigt. Klossarna fullimpregnerades sedan med destillerat vatten och förvarades under ett dygn. Därefter pressades lösningar ur klossarna och analyserades. Dessa lösningar visade en koncentrationsminskning på 98.3 % av den ursprungliga impregneringslösningen. Man ansåg att de små mängder av CCA som fanns kvar i de utpressade lösningarna härrörde från urlakning av CCA från fullständigt fixerad ved.

I McNamaras (1989) studie erhöles fixering till 90 % efter 55 dagar vid -15°C. McNamara säger, att om det inte är en metodologisk artefakt, så antyder det att utfällning av koppar, krom och arsenik fortsätter till och med i frusen ved om än i långsam takt.

McNamara (1989) beräknar att den CCA-C impregnerade veden är fullständigt fixerad efter 120 timmar vid 25°C, 30 dagar vid 10°C och 55 dagar vid 3°C. Det är viktigt att virke i praktiken inte blir utsatt för regn under fixeringsperioden.

Cooper och Ung (1989) beskriver också en studie där man pressade lösning ur borrhärdor som togs på olika djup i CCA-C impregnerade stockar av red pine (*Pinus resinosa*). Stockarna torkades dels vid rumstemperatur och dels i virkestork vid 50-60°C. Redan två timmar efter det att impregneringslösningen fylldes i cylindern så föll halten av sexvärt krom i de utpressade lösningarna från borrhärdorna till ca 50-70 % av den ursprungliga CCA lösningens kromhalt. Fullständig fixering, definierad som inget mätbart sexvärt krom, inträffade först efter 20 dagar vid rumstemperatur (21°C). Samma fixeringsgrad kunde uppnås inom ca 12 timmar vid 50-60°C. Lakbart koppar, krom och arsenik på stockarnas yta minskade mycket snabbt vid högre temperatur. Arseniken fixerades uppenbarligen snabbare än koppar och krom.

Urlakning med hjälp av regnvatten från nyimpregnerat virke har rapporterats av Willeitner och Illner (1986). De fullcellimpregnerade tallsplintprover (3 x 3 x 10 cm) med en 4 procentig CCB lösning. Proverna lagrades sedan 1, 7 och 14 dagar vid 20°C (rumstemperatur), 5°C (kylskåp) och -18°C (djupfrys). Efter lagringen sågades proverna sönder i mindre bitar som sedan lakades på laboratoriet med insamlat regnvatten som hade pH 4.5 och 5.8. Lakvattnet analyserades på krom och koppar i en atomabsorptionsspektrofotometer. Kromhalterna i lakvattnet visas i figur 3. Försöket understryker hur viktigt det är att skydda virket från regn under fixeringsperioden särskilt under den kalla årstiden. Vad beträffar effekten av olika pH se kommentar i avsnitt 3.3.



Figur 3. Kromhalt hos lakvatten av pH 4.5 och 5.8 efter laboratorieprovernas olika behandling och lagringstider. Träskyddsmedel: CCB. (Willeitner & Illner 1986).

Chromate content in leaching waters of pH 4.5 and 5.8 after various kinds and times of storage of laboratory samples. Wood Preservative: CCB.

Att nyimpregnerade stolpar inte skall köras ut på lagringsplats i det fria i händelse av regn framhölls redan i en tidigare undersökning av Wischer och Willeitner (1977).

2.2. Snabbfixering

Under senare år har ny teknik utvecklats som går ut på att ångbehandla virket direkt efter impregneringen för att påskynda fixeringen och därmed minska miljöutsläppen från nyimpregnerat virke. Tiden mellan impregneringen och användningen av virke kan också avkortas (Wood et al 1980, Peek & Willeitner 1988, Willeitner & Peek 1988, Peek 1989).

Vid artificiell torkning av CCA impregnerat virke är det viktigt att fuktkvoten i virkets yta inte går ned under 10 %, därför att då ökas tiden avsevärt för att fixera krom (Avramidis & Ruddick 1989). Henshaw (1979) betonade också att vatten är nödvändigt för att en effektiv fixering skall kunna äga rum. Virket får alltså inte torka för fort. Industriella processer för

snabbfixering av virke impregnerat med kromhaltiga medel har också utvecklats (Christensen 1990). Den acclererade fixeringens inverkan på varaktigheten hos det impregnerade virket har studerats av Preston och McKaig (1983) och Barnes et al (1990).

Preston och McKaig (1983) fullcellimpregnerade provstavar (12.5 x 25 x 200 mm) av björk och sydstatstall (southern yellow pine) med en CCA lösning. Hälften av stavarna ångbehandlades vid 120°C under två timmar och lufttorkades sedan. Den andra hälften lades i plastpåsar och förvarades vid 20°C under två veckor, varefter stavarna lufttorkades. Alla stavar placerades sedan i svampkällare och reviderades var tredje månad. Efter 26 månader var det ingen skillnad i varaktighet mellan de tallstavar som fixerats i het ånga och de som fixerats i rumstemperatur. De björkstavar däremot som fixerats i rumstemperatur visade två till fyra gånger längre medelvaraktighet än de som fixerats med ånga.

Barnes et al (1990) rapporterar från fältförsök med stavar av sydstatstall (shortleaf pine *Pinus echinata*) impregnerade med CCA typ C lösningar antingen enligt fullcellmetoden eller enligt MSU-processen. MSU-processen (Wood et al 1980) börjar med en Lowryimpregnering och avslutas med en accelererad fixering, där temperaturen höjs till 99°C (210°F). Stavarna sattes ut på flera försöksfält i USA och även ett i Panama. Försöken hade vid rapporteringen pågått i ca 9 år. Vid utvärdering av fältförsöken gick man efter en 10 gradig skala där 10 var helt oskadat och 0 utdömt. Grad 7 satte man som ett tröskelvärde. Resultatet blev att ovanför tröskelvärdet fanns inga praktiska skillnader mellan stavar impregnerade enligt de båda metoderna. Under tröskelvärdet däremot fann man, att de fullcellimpregnerade stavarna klarade sig bättre än de MSU-impregnerade. Barnes et al (1990) antyder att de MSU-impregnerade stavarna utsatts för en värmeinaktiveringseffekt. Hur denna verkar anser man vara föremål för framtida studier.

Ett förhållande som inte nämnts i rapporten av Barnes et al (1990) är att fullcellimpregnerade stavar jämfördes med Lowryimpregnerade. Även om upptagningen är lika så kan fördelningen av impregneringsmedlets komponenter i veden vara olika. Hedley et al (1990) har nyligen rapporterat en studie, där tallsplintprover (*Pinus radiata*) impregnerades med ett CCA medel (Tanalith C) enligt fullcellmetoden, Lowrymetoden eller Rüpingmetoden och exponerades för rötsvampen *Coniophora puteana* i ett laboratorieförsök. Regressionanalyser av provklossarnas procentuella viktsförluster i förhållande till totalupptagningen av Cu, Cr och As visade skillnader mellan de olika impregneringsmetoderna. Bäst rötskydd gav fullcellmetoden, sedan följde Lowrymetoden och sist kom Rüpingmetoden. Hedley et al 1990 anger två orsaker till skillnaderna: 1) Förhållandet mellan impregneringsmedlets komponenter ändras när man använder sparimpregneringsmetoder. 2) Skillnader i fördelningen av impregneringsmedlets komponenter i veden mellan de tre metoderna.

För hög temperatur vid torkning i virkestork av CCA impregnerat virke kan skapa vissa problem. Peek och Klipp (1990) fick vid 80°C kådflytning, som i förening med impregneringsmedlet gav mörkgröna fläckar. Dessutom var transporten av impregneringsmedel mot ytan större än vid mild torkning (60°C). Genom att torka vid temperaturer lägre än 65°C kunde dessa problem undvikas. Warburton et al (1990) rekommenderar ett torkprogram som börjar med fyra dagar vid 40°C torr termometer¹⁾ och 35°C våt termometer¹⁾ vilket ger 70 % relativ luftfuktighet. Sedan följer fyra dagar vid 40°C torr termometer och 32°C våt termometer vilket ger 55 % relativ luftfuktighet.

3. LAKNINGSFÖRSÖK UTFÖRDA PÅ LABORATORIET

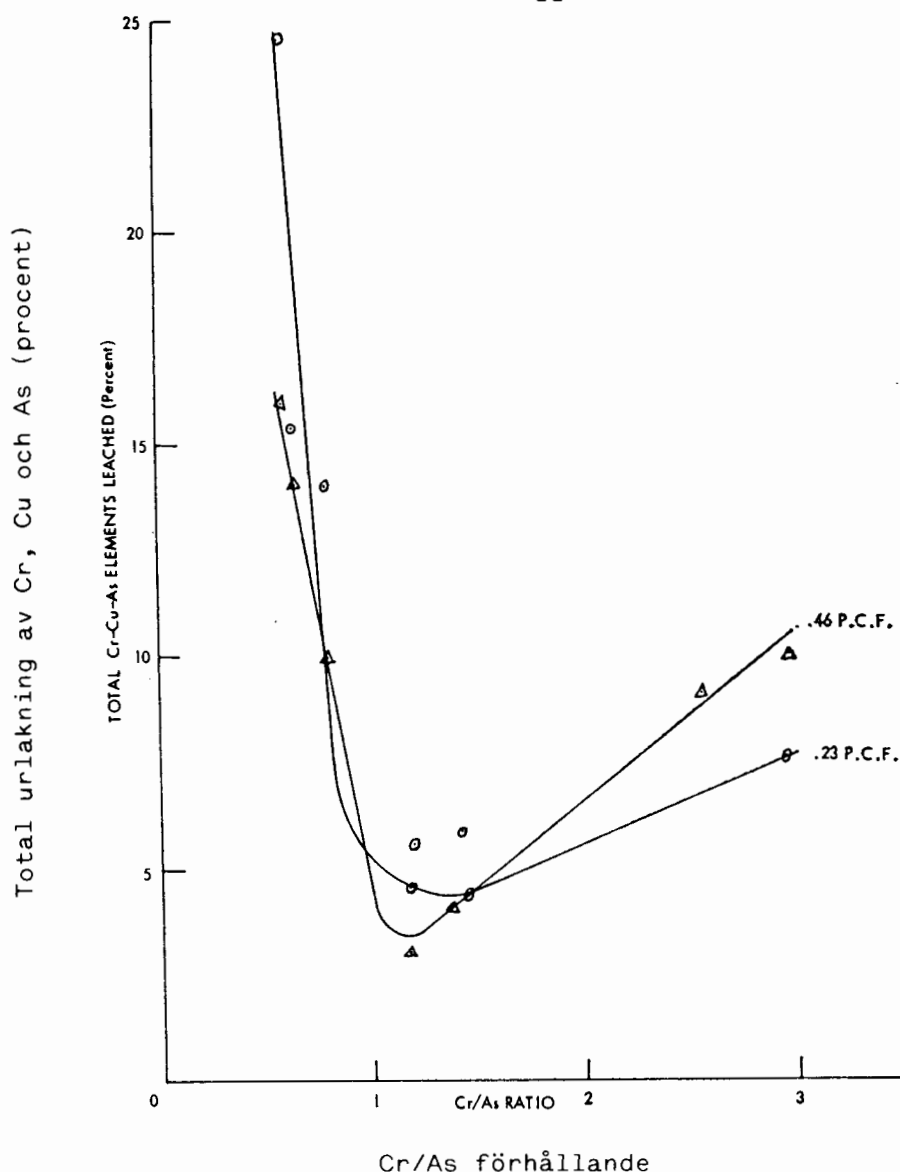
I de fixeringsstudier som beskrevs i föregående avsnitt förhindrade man veden från att torka, genom att stänga in den i kärl eller genom att slå in den i plastfilm. Vid urlakningsstudier utgår man vanligen från att träskyddsmedlet har fixerat och att veden är torkad.

3.1. Lakningsstudier

Henry och Jeroski (1967) beskriver en lakningsstudie med olika CCA formuleringar. De höll hela tiden CuO konstant medan As_2O_5 och CrO_3 varierades så att summan av de tre komponenterna alltid var densamma. Splintvedsprover (ca 12 x 12 x 25 mm) av sydstatstall (southern pine) vakuumimpregnerades på laboratoriet med de formulerade CCA lösningarna. Koncentrationen i alla försöksled var 0.75 %. Proverna torkades sedan under en vecka i rumstemperatur och ytterligare två dagar i konstantrum. Med hjälp av mikrotom skars därefter tunna skivor (tjocklek 0.005 mm) från vedbitarna. En del lakades med vatten under sammanlagt två timmar medan andra behölls som kontroller. Analyser på koppar, krom och arsenik utfördes i en röntgenspektrometer, sedan lakade resp. olakade skivor malts till pulver. Beträffande proportionerna mellan krom och arsenik fann de att om halten av As_2O_5 i CCA sammansättningen var mer än 2/3 av halten av CrO_3 så lakades överskottet av As_2O_5 bort. Vidare konstaterade de att om halten av CrO_3 var mer än två gånger halten av As_2O_5 så gav inte överskottet av CrO_3 något extra motstånd mot urlakning.

Fahlstrom et al 1967 studerade också hur CCA-medlens sammansättning påverkade lakbarheten. Splintvedsprover (37 x 125 x 3 mm) av sydstatstall (southern pine) vakuumimpregnerades med fyra koncentrationer av CCA-lösningar hos vilka halten av koppar, krom och arsenik varierade. Efter 22 dagars torkning i rumstemperatur lakades proverna, varefter lakvattnet analyserades på koppar, krom och arsenik. Den optimalt minsta urlakningen erhöles när förhållandet mellan metalliskt krom och arsenik i CCA formuleringen låg mellan 1.00 och 1.30 (Fig. 4).

1) Se Esping, B. Handbok i virkestorkning, sid. 48-49 STFI serie A nr 443 (TT:74).



Figur 4. Hur förhållandet mellan krom och arsenik i CCA formuleringen påverkar totala metallurlakningen (Fahlstrom et al 1967).

Influence of the chromium/arsenic ratio on total metallic leachability.

Häger (1969) lakade sågspånsprover av tallsplintved impregnerade med olika CCA formuleringar. Efter impregneringen förvarades sågspånsprovena tre dagar utan torkning, varefter de torkades fyra dagar i rumstemperatur. Häger fann att koppar fixerade bättre vid lägre koncentrationer än vid högre. Koppars var också mer motståndskraftig mot urlakning i mindre sura lösningar än i mer sura lösningar. Arseniken å andra sidan gav mer motstånd mot urlakning i mer sura lösningar än i mindre sura lösningar. En ökning av kromhalten vid konstant koppar- eller arsenikkoncentration ökade motståndet mot urlakning. Sambandet var dock inte linjärt. Häger (1969) framhåller att hur viktiga lakningsförsöken än är vid val av CCA medlens sammansättning så bör det slutliga valet baseras på resultat från fältförsök och användning i praktiken.

Berg (1983) rapporterar lakningsförsök med de tre CCA medlen K33, K28 och K24, vars sammansättning var följande:

	<u>K33</u>	<u>K28</u>	<u>K24</u>
CuO	14.8	13.1	14.2
CrO ₃	26.6	34.4	37.6
As ₂ O ₅	<u>34.0</u>	<u>27.9</u>	<u>23.6</u>
	75.4	75.4	75.4

K33 är ett CCA medel av typ B medan K28 och K24 är medel av typ C. Tallsplintprover (1.5 x 2.5 x 5.0 cm) fullcellimpregnerades med 2, 3 och 4 procentiga lösningar. De impregnerade proverna torkades två veckor vid 30°C och 85 % relativ luftfuktighet och sedan två veckor vid rumstemperatur. Provbitarna spjälkades i små stickor och lakades varefter lakvattnet analyserades på koppar, krom och arsenik. Urlakningen av arsenik blev avsevärt högre för K33 (typ B) än för de två medlen av typ C (Tab. 1).

Bergholm (1985) rapporterar ett lakningsförsök med spån från impregnerat virke som varvades med olika jordar. Tre impregneringsmedel ingick, nämligen Boliden K33 (CCA typ B), Tanalith CBC (CCB) och Cuprinol Tryck (ammoniakaliskt kopparmedel). Spånen tillverkades i en flisningsmaskin av torra impregnerade stavar. Den nominella spåntjockleken var 0.4 mm. Tre olika jordar ingick i försöket, nämligen lerjord, kärrtorvjord och mojord. Spånen och jordarna packades i glaskolonner (diameter 8 cm) med början från botten; glasull, 35 cm jord, 15 cm spån och 10 cm jord. Spånkontrollerna packades enbart med 15 cm spån. Kolonnerna lakades intermittent med artificiellt nederbördsvatten vid pH 5.4. Vattnet var buffrat med mineralsalter. Vid försöket lakades kolonnerna med sammanlagt 12 liter vatten under en tiomånadersperiod. Det vatten som passerade kolonnerna samlades upp för analys. Urlakningen av krom, koppar och arsenik från spånen kan indelas i två faser, en första så kallad tvättfas med höga koncentrationer och en så kallad konstantfas. Tvättfasen omfattar de första 1-2 litrarna av de 12 tillförda litrarna. Tabell 2 visar den urlakade mängden av de olika ämnena i procent av den mängd som tillförts spånen vid impregneringen av veden. Den högra kolumnen visar mängden av de olika ämnena i den första litem i procent av den totalt urlakade mängden under försöksperioden. Som framgår av tabellen är krom hårt bundet i veden. Det som lakade ut kom till största delen under tvättfasen. Koppar visade större urlakning än krom, och urlakningen var större för Cuprinol Tryck än för Boliden K33 och Tanalith CBC. Under tvättfasen kom 73 % av den urlakade koppars för Cuprinol Tryck mot endast 20 % för Tanalith CBC. En fjärdedel av arseniken lakade ut från den spån som impregnerats med Boliden K33, varav hälften kom under tvättfasen. När spånen täcktes med kalkhaltig lerjord minskade urlakningen av krom till en tredjedel och urlakningen av arsenik

till hälften. En täckning med kärrtorvjord ökade urlakningen av koppar 4 till 5 gånger jämfört med spånkrollerna. Det är vattenlösliga organiska föreningar som orsakar detta. Täckning med mojord hade inte någon nämnvärd inverkan på urlakningen av koppar, krom och arsenik. Mojorden saknade humus (Bergholm 1985).

Tabell 1. De aktiva komponenternas sammanlagda urlakning i procent av upptagningen efter 85 timmars lakning i vatten (Berg 1983).

The total leaching of active ingredients in per cent of the retention after 85 hours leaching in water.

Impregnerings- lösningens konc.	Aktiva komponenter	De aktiva komponenternas urlakningsprocent		
		<i>The leaching per cent of the active ingredients</i>		
<i>Concentration of treatment solution %</i>	<i>Active ingredients</i>	K33	K28	K24
2	Cu	9.2	3.7	6.6
	Cr	0.8	0.6	0.3
	As	13.2	2.3	0.8
3	Cu	9.0	8.2	7.1
	Cr	0.4	0.2	0.2
	As	9.3	0.9	0.3
4	Cu	9.1	6.7	6.5
	Cr	0.3	0.06	0.2
	As	6.5	0.4	0.2

Tabell 2. Urlakning från spånkontroller när 12 liter lakvatten tillfördes under 10 månader (Bergholm 1985)

Leaching from chips controls, when 12 litres of drainage water was supplied during 10 months.

Komponent	Impregne- ringsmedel	Urlakad mängd i procent av total mängd i veden	Urlakad mängd i den första litern i procent av totalt urlakad mängd
<i>Element</i>	<i>Preservative</i>	<i>Leached amount in per cent of total amount in the wood</i>	<i>Leached amount in in first litre in per cent of total amount leached</i>
Krom <i>Chromium</i>	Boliden K33	1.7	62
	Tanalith CBC	0.4	68
Koppar <i>Copper</i>	Boliden K33	3.4	40
	Tanalith CBC	3.5	20
	Cuprinol Tryck	5.6	73
Arsenik <i>Arsenic</i>	Boliden K33	24	50

3.2. Lakningsförsök i kombination med effektivitetsförsök

Fahlstrom (1978) har rapporterat från fältförsök med samma träskyddsmedel som provades vid lakningsförsöken (Fahlstrom et al 1967). Fastän fältförsöken då pågått i 11 år kunde man inte se några väsentliga skillnader i varaktighet mellan de provade medlen.

Smith och Williams (1973 a) provade effektiviteten hos 25 olika CCA sammansättningar, där kopparhalten varierade från 25 till 50 % (som $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), kromhalten från 75 till 0 % (som $\text{K}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7$) och arsenikhalten från 0 till 75 % (som $\text{As}_2 \text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Provbitar (150 x 10 x 0.1 mm) av tallsplint och lind impregnerades med de olika lösningarna och hölls sedan inneslutna under 14 dagar för att uppnå maximal fixering. Efter detta lakades proverna i destillerat vatten och placerades sedan i lådor i kontakt med jord. Tallsplintproverna exponerades 119 dygn vid 30°C och 210 dygn vid 10°C. Som mått på effektiviteten bestämdes provernas draghållfasthet i procent av ursprunglig draghållfasthet. Det mest tydliga resultatet var att effektiviteten minskade när kromhalten sänktes, särskilt under 40 %. Vid konstant kromhalt ökade effektiviteten när kopparhalten ökades och arsenikhalten minskades i motsvarande grad.

Undersökningen visade att för det mest effektiva CCA medlet var sammansättningen inom följande gränser:

	Procent
Koppar (som $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	35-45
Krom (som $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	40 och högre
Arsenik (som $\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	25-15 eller möjligen lägre

Smith och Williams (1973 a) påpekar att de flesta kommersiella CCA medel ligger inom eller nära dessa gränser.

Smith och Williams (1973 b) framhåller att området för maximal effektivitet inte sammanfaller med området för maximal fixering av koppar och arsenik. Det förra är något förskjutet mot ett område med högre kopparhalt, där maximal fixering av arsenik fortfarande finns men en del urlakning av koppar förekommer. Maximal fixering av arsenik uppnåddes när Cr/As förhållandet var lika med eller större än 1.9. Henry och Jeroski (1967) fann maximal fixering av arsenik när $\text{CrO}_3 : \text{As}_2\text{O}_5$ förhållandet var 1:2/3 (=1.5) eller mera. Ersätts detta med förhållandet $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 : \text{As}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ så visar det sig också bli omkring 1.9 (Smith & Williams 1973 b).

3.3. Lakningsförsök där surt regn simulerats

Under de senaste decennierna har "surt regn" blivit ett välkänt begrepp. Frågan har då ställts om surt regn kan öka urlakningen av vattenlösliga impregneringsmedel från veden. Surt regn betraktas i allmänhet ha ett pH som är mindre än 5.6 (Murphy & Dickinson 1990).

Urlakningsförsök på laboratoriet med surgjorda vattenlösningar som simulerar surt regn har utförts av Berg (1983), Murphy och Dickinson (1990) och Cooper (1990). Willeitner och Illtner (1986) använde sig av insamlat naturligt surt regnvatten.

Berg (1983) konstruerade sura urlakningslösningar genom att tillsätta svaveldioxid och salpetersyra. Försöksmetodiken har beskrivits tidigare (avsnitt 3.1). Resultaten visas i tabell 3. CCA medlet av typ C visade mindre urlakning än medlet av typ B, särskilt beträffande arsenik. Mellan de olika urlakningslösningarna var skillnaderna i urlakning överraskande små. Kemira K33 typ B har samma sammansättning som K33 och Kemira K33 typ C har samma sammansättning som K24 redovisade i avsnitt 3.1.

Tabell 3. Urlakning av aktiva komponenter med olika urlakningslösningar (Berg 1983).

Leaching of active ingredients with different leaching solutions.

Urlaknings- lösning <i>Leaching solution</i>	Aktiva komponenter <i>Active ingredients</i>	Impregneringsmedel <i>Preservative</i>			
		Kemira K33 Typ B		Kemira K33 Typ C	
		2%	4%	2%	4%
SO ₂ (163 µmol/l) (pH 4.0 - 4.1)	Cu	6.0	6.8	3.9	4.9
	Cr	0.8	0.3	0.7	0.3
	As	15.6	8.1	1.2	0.2
SO ₂ (16.3 µmol/l) (pH 4.8 - 4.9)	Cu	5.9	7.7	2.7	4.0
	Cr	0.7	0.3	0.6	0.2
	As	17.1	9.2	0.9	0.1
HNO ₃ (15 µmol/l) (pH 3.8 - 4.0)	Cu	6.5	7.4	4.0	3.5
	Cr	0.8	0.2	0.7	0.03
	As	17.7	8.3	1.3	0.1
Dest. vatten <i>Distilled water</i> (pH 5.5)	Cu	6.0	7.6	3.5	4.4
	Cr	0.8	0.2	0.7	0.2
	As	15.8	8.8	1.3	0.2

Willeitner och Illner (1986) använde sig av naturligt regnvatten som insamlats under ett halvår och delats upp på olika pH. Regnvattnets pH växlade mellan 4.5 och 5.8 och uppnådde vid enstaka tillfällen 3.7. Uppläggningsen av detta försök har tidigare beskrivits i avsnitt 2.1. Ingen skillnad i urlakning från veden kunde konstateras mellan de två skilda regnvattnen med surhetsgraden pH 4.5 resp. 5.8 (Fig. 3, avsnitt 2.1.).

Murphy och Dickinson (1990) fullcellimpregnerade tallsplintprover (20 x 20 x 150 mm) med tre olika CCA medel, AWPA typ B, BS 4072 typ 1 och AWPA typ C. Lakningen utfördes enligt EN84 (1980) med konstgjort regnvatten vid pH 3 och 5.6. Vid tillredningen av detta regnvatten användes följande kemikalier: H₂SO₄, HNO₃, NH₄ NO₃, Mg SO₄, Na₂ SO₄, CaCl₂, KHCO₃ och HCl. Resultatet visas i tabell 4. Urlakningen av koppar var avsevärd vid pH 3 för alla de tre CCA medlen som ingick i studien. Vid pH 5.6 uppmättes ingen urlakning av koppar. Arsenik lakade också kraftigt för AWPA typ B vid både pH 3 och pH 5.6. För AWPA typ C uppmättes ingen urlakning av krom och arsenik vid de båda pH värdena.

Tabell 4. Cu, Cr och As halternas procentuella förändring hos CCA impregnerad ved efter urlakning med simulerat regn vid pH 5.6 och 3. (Murphy & Dickinson 1990).

Percentage change in Cu, Cr and As content of CCA treated wood after leaching in simulated rain at pH 5.6 and 3.

Impregneringsmedel <i>Preservative</i>	Laknings pH <i>Leaching pH</i>	Grundämnenas förändring i % <i>% change in element</i>		
		Cu	Cr	As
AWPA type B	3.0	-41		-24
	5.6			-20
BS 4072 type 1	3.0	-41	-6	-12
	5.6		+5	
AWPA type C	3.0	-38		
	5.6		+12	

Ingen siffra i tabellen betyder värde $< \pm 5 \%$.

- eller + betyder förlust eller skenbar "vinst" efter lakning. "Vinst" är en antydning om variationen mellan de analyserade proverna före och efter lakning.

A blank in the table indicates value $< \pm 5 \%$.

- or + indicates loss or apparent "gain" after leaching. "Gain" is an indication of variability between replicates for analysis before and after leaching.

En studie i Kanada med små CCA impregnerade vedprover som utsattes för simulerat surt regn visade stor urlakning redan vid pH 5.6. Resultatet fick i augusti 1989 stor spridning i radio och dagstidningar och ökade allmänhetens oro för användning av CCA medel (Cooper 1990). Det visade sig att man använt citronsyra som buffert för att stabilisera pH. Cooper (1990) genomförde kort därefter en undersökning som tydligt visade att just citronsyra kunde orsaka ofantligt stor urlakning av såväl koppar, krom som arsenik vid pH 5.5. Vatten som surgjorts med mineralsyror visade inte ens vid pH 3.5 någon större ökad urlakning. Att citronsyra som buffert vid lakningsförsök kan leda till enomt stor urlakning har tidigare rapporterats av Berg (1983). Se tabell 5 och jämför med resultaten i tabell 3.

Tabell 5. Procentuell urlakning av aktiva ämnen i destillerat vatten och vatten vid pH 6 och 4.5. Lakningstid 95 timmar. pH 6 och pH 4.5 erhöles genom tillsats av Na_2HPO_4 och citronsyra (Berg 1983).

Percentage leaching of active ingredients with distilled water and water with pH 6 and pH 4.5. Leaching period 95 hours. pH 6 and pH 4.5 was obtained by adding Na_2HPO_4 and citric acid.

Konc. Conc. %	Aktiva komponenter Active ingredients	KEMIRA K 33 TYP B			KEMIRA K 33 TYP C		
		Dist. water	pH 6	pH4.5	Dist. water	pH 6	pH 4.5
2	Cu	5.0	62.3	58.9	3.3	50.3	61.8
	Cr	0.8	7.7	20.7	0.4	6.7	21.7
	As	18.0	42.8	52.9	1.2	19.6	35.6
3	Cu	5.2	55.0	63.1	2.1	33.6	42.3
	Cr	0.3	5.3	19.0	0.2	3.7	12.9
	As	11.7	36.3	53.3	0.7	11.9	23.7
4	Cu	7.9	56.1	52.8	3.8	34.7	40.7
	Cr	0.2	4.8	14.6	-	2.7	10.3
	As	9.3	37.7	45.6	0.5	10.6	19.3

4. URLAKNING FRÅN IMPREGNERAT VIRKE I PRAKTIKEN

Vid de lakningsförsök som man utfört på laboratoriet har man i de flesta fall använt små vedprover, och ibland har man spjälkat dessa eller låtit göra spån eller sågspån för att uppnå maximal urlakning under en kort tidsrymd. I praktiken har man däremot att göra med virke av grova dimensioner. Laboratieförsök har också visat att urlakningsgraden minskar markant med ökad provstorlek. Den minskar även när andelen ändträyta i förhållande till totalt lakad yta minskar. Dessa resultat är logiska men de förbigås ofta vid tolkning av resultaten (Arsenault 1975).

4.1. Urlakning av vattenlösliga träskyddsmedel från stolpar

Arsenault (1975) lät analysera fem stolpar av sydstatstall (southern pine) impregnerade med Greensalt K, ett CCA medel av typ A. Stolparna hade stått i ett fältförsök i North Carolina under 32 år. De var alla friska och i utmärkt kondition. Varken mängden totalt salt eller mängden för någon av de enskilda komponenterna hade minskat nämnvärt (Fig. 5). Det fanns inte heller några skillnader mellan ovan och under mark.

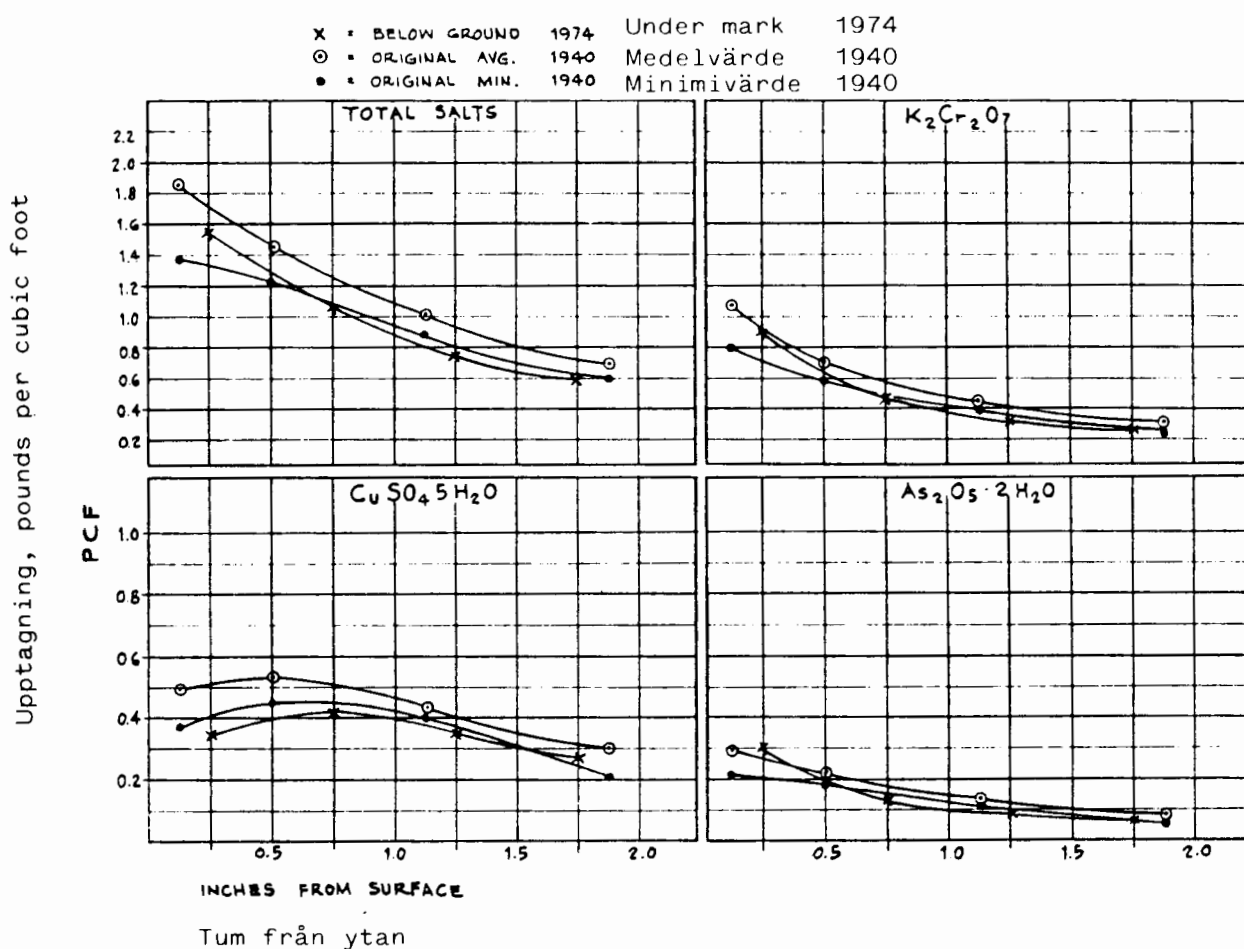
Greensalt K (CCA typ A) hade följande sammansättning:

$K_2Cr_2O_7$	56 %
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	33 %
$As_2O_5 \cdot 2H_2O$	11 %

I oxidform svarar det mot:

CrO_3	65 %
CuO	18 %
As_2O_5	17 %

Den höga kromhalten och den låga arsenikhalten ger en förklaring till att praktiskt taget ingen urlakning kunde konstateras.



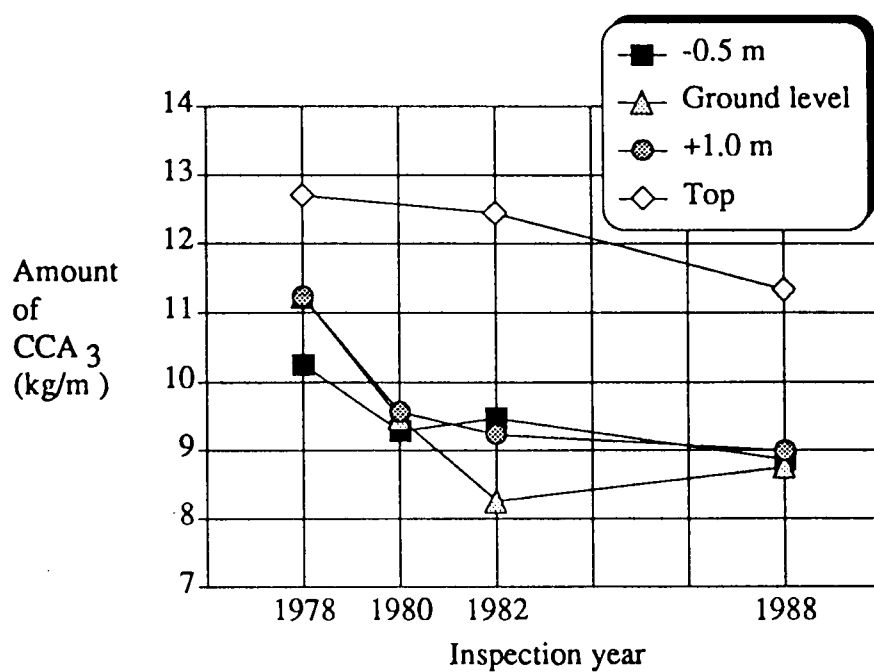
Figur 5. Typiska ursprungliga upptagningsgradients hos stolparna, minimum och medelvärde jämfört med upptagningsgradientens medelvärde efter 32 år i linje. (Arsenault 1975)
 Typical original retention gradients, minimum and average of poles compared to average retention gradients after 32 years on line.

Arsenault (1975) redovisar också analyser från stolpar impregnerade med CCA typ B (ett medel av K33 typ) utsatta i Florida. Två koncentrationer användes 1.12 % och 2.36 %. Prover för analys före utsättningen togs på mitten av stolparna. Efter 7 år hade As_2O_5 halten i hela den impregnerade zonen under marklinjen minskat med 22 % för den högre koncentrationen och 57 % för den lägre. Ovanför marklinjen var minskningarna dock obetydliga, att döma av de resultat som visas i tabell.

Käärik et al (1981) studerade mikrobiella angrepp på 1.5 m långa tall- och bokstolpar som impregnerats med Boliden K33 (CCA typ B). Prover för kemisk analys togs också från stolparna dels ovan och under mark och dels på olika avstånd från stolpytan. En tydlig urlakning av medlets komponenter förekom från den del av stolpen som var under mark. Arseniken lakade ut snabbast och kromet långsammast. I stolpens yttersta skikt under mark minskade arsenikhalten med hälften under det första året och kopparhalten med 25 %.

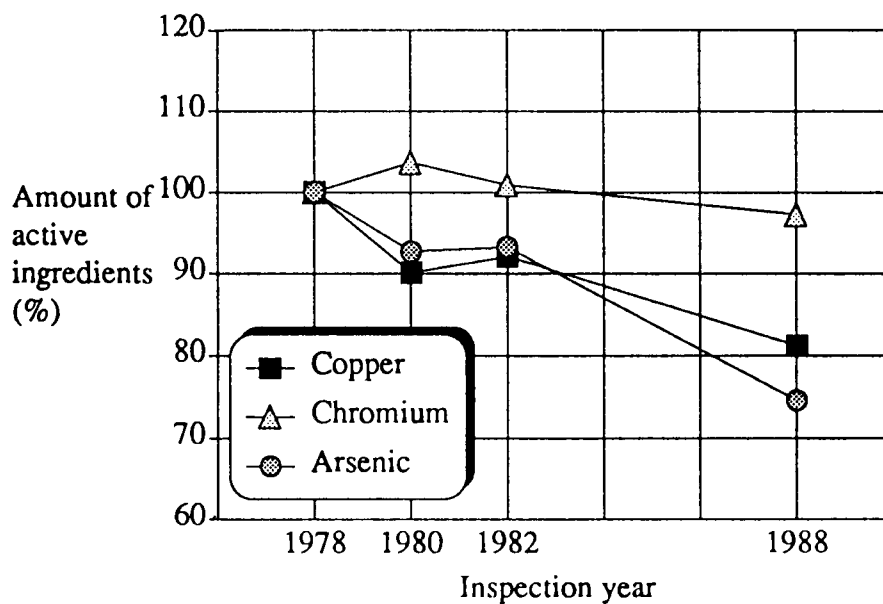
Berg (1983) och Nurmi (1990) beskriver en studie där borrprover för kemisk analys togs från 10 tallstolpar impregnerade med Kemira K33 typ B (sammansättning se avsnitt 3.1). Stolparna sattes ut i en linje 1978 och reviderades 2, 4 och 10 år efter utsättningen. Borrproverna insamlades på fyra nivåer i stolparna; 0.5 m under marknivån, i marknivån, 1.0 m över marknivån och 1.5 m från toppen. Inga synliga rötskador påträffades vid provtagningarna.

I figur 6 visas upptagningen 1978 och kvarvarande mängder 1980, 1982 och 1988 av Kemira K33 typ B i stolparna. Mängden K33 är baserad på analysen av koppar och vid beräkningarna har medeldensiteten 480 kg/m^3 för tallsplintved använts. Figur 7 visar andelen koppar, krom och arsenik 0.5 m under marknivån. Krom visade den minsta minskningen. Koppar minskade under 10 års perioden med ca 20 % och arsenik med ca 25 %. I marknivån (Fig. 8) minskade alla de tre komponenterna mest under de första fyra åren. En meter ovan marknivån (Fig. 9) minskade koppar i början snabbare än arsenik. Slutvärdena efter 10 år blev dock för koppar och arsenik nästan desamma som de 0.5 m under marknivån, d v s minskningar på ca 20 respektive 25 % (Nurmi 1990).



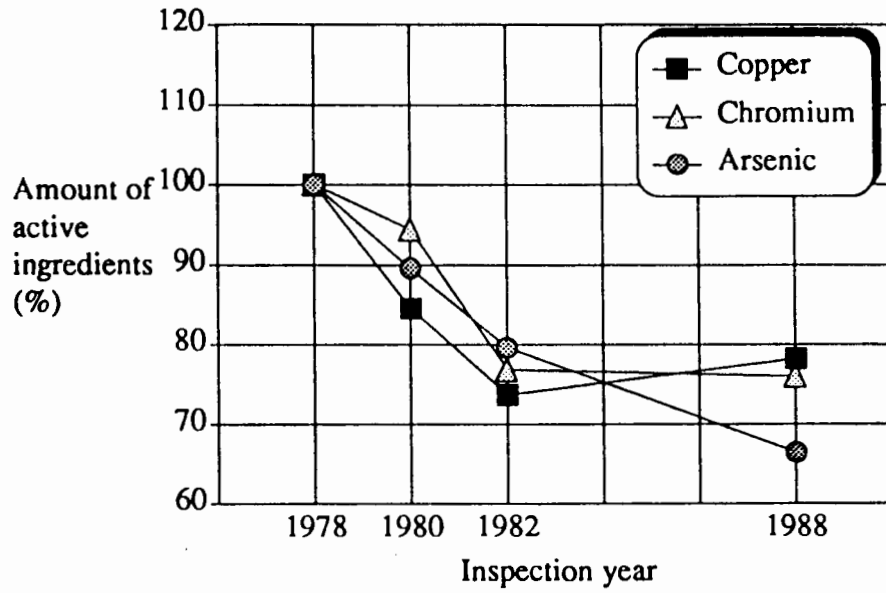
Figur 6. Analyserad upptagning av K33 i splintved (Nurmi 1990).

The analysed retention of K33 in sapwood.



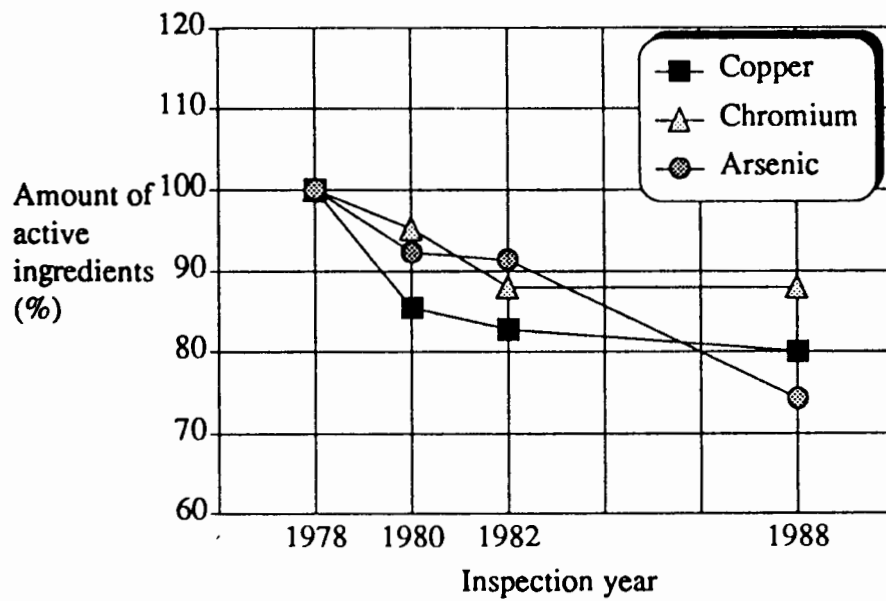
Figur 7. Förlust av aktiva komponenter 0.5 m under mark (Nurmi 1990).

The loss of active ingredients 0.5 m below the ground.



Figur 8. Förlust av aktiva komponenter i marklinjen (Nurmi 1990).

The loss of active ingredients at the ground line.



Figur 9. Förlust av aktiva komponenter 1.0 m ovan marklinjen (Nurmi 1990).

The loss of active ingredients 1.0 m above the ground line.

Hailey et al (1989) utförde kemiska analyser på stolpar av tall, korsikansk tall, gran och Sitkagran som impregnerats med en 1.8 procentig CCA typ C lösning enligt en kommersiell saftförträngningsmetod. Efter impregnering och avpassad tid för fixering togs borrprover på 1.5 m från rotändan, vilket motsvarar marknivån (Evans et al 1986). Stolparna sattes efter 3 månader ut på ett försöksfält i Skottland. Efter ett respektive två år togs borrprov i marknivån. Borrkärnorna sektionerades för varje 10 mm så att de aktiva komponenterna kunde bestämmas i en gradient från stolpytan längs radien in mot kärnvedsgränsen. Resultaten blev något överraskande. Det visade sig att för alla de fyra trädslagen blev halterna av koppar, krom och arsenik högre efter ett respektive två år än vad de var före stolparnas utsättning. Ökade nivåer av impregneringsmedlets komponenter påträffades både vid stolpytan och längs hela radien in mot kärnvedsgräsen. Uppenbarligen hade impregneringsmedlet förflyttat sig nedåt i stolparna, vilket i och för sig ökat skyddet där stolparna är mest utsatta för rötskador.

En kanadensisk undersökning av saltimpregnerade stolpars ythårdhet visade att stolparna hade behållit det ursprungliga CCA typ A medlet mycket bra. I den yttersta zonen (10 mm) var upptagningen efter nästan 40 år ca 11 kg/m^3 , vilket är högre än de 9.6 kg/m^3 som den nuvarande kanadensiska standarden kräver (Jonsson et al 1989, Ruddick 1990).

4.2. Urlakning av vattenlösliga medel från träkonstruktioner.

Jämfört med rundvirke har sågat virke och plywood avsevärt mer ändträ och mer tangentiella och radiella ytor exponerade för urlakning. Arsenaault (1975) lät analysera stavar (tvärsnitt $19 \times 19 \text{ mm}$) av sydstatstall (southern pine) som impregnerats med CCA typ A och varit utsatta på ett försöksfält i New Jersey under 9 till 12 år. Resultaten visade ingen minskning av ursprunglig mängd impregneringsmedel i veden och ingen skillnad mellan ovan mark och under mark. Det var inte heller någon förändring i förhållandet mellan medlets komponenter. Arsenaault (1975) konstaterade att CCA typ A var lika permanent i sågat virke som i rundvirke. Det bör tilläggas att CCA typ A har hög kromhalt och låg arsenikhalt. Angående sammansättningen se avsnitt 4.1.

Henningsson och Carlsson (1984) analyserade borrprover från virke i sandlådor och annan lekplatsutrustning som varit utsatt i 2-4 år. Virket var impregnerat med CCA typ B (ett medel av K33 typ). Halterna av koppar, krom och arsenik i veden jämfördes med de halter som en impregnering enligt standardens krav ger. Ingen urlakning av koppar och krom kunde konstateras, däremot hade halten av arsenik minskat med ca 20-25 %.

Evans (1987) mätte halterna av koppar, krom och arsenik i regnvatten som insamlats från ett tak byggt av bräder impregnerade med CCA typ B (Rentokil K33). Upptagningen var 12

kg/m³ splintved. En del av taket "tvättades" med borste och vatten direkt efter uppsättningen för att avlägsna partiklar av impregneringsmedlet från ytan. En annan del av taket lämnades "otvättat". Under de två första månaderna insamlades regnvattnet och analyserades efter varje regn. Senare utfördes en eller två insamlingar under våren och hösten. Halten av koppar, krom och arsenik i det insamlade regnvattnet under de två första månaderna var beroende av regntypen. Vid duggregn var halterna höga och vid häftiga regn låga. Regnvattnets pH låg mellan 4.0 och 6.5. Urlakningen minskade med tiden. Krom lakade ut minst, medan koppar och arsenik lakade ut mycket mer. Efter två år och en sammanlagd nederbörd av 1800 mm var halterna i insamlat regnvatten följande (mg/l):

	Cu	Cr	As
Tvättat tak	0.29	0.076	1.11
Otvättat tak	0.76	0.094	1.21

Cserjesi (1975) analyserade regnvatten insamlat från yttertak belagda med tryckimpregnerat virke. Halterna av arsenik och koppar blev lägre för CCA typ C än för CCA typ B. Ändå var virkets upptagning av impregneringsmedel mer än dubbelt så hög för typ C än för typ B.

4.3. Urlakning av kreosotolja från stolpar

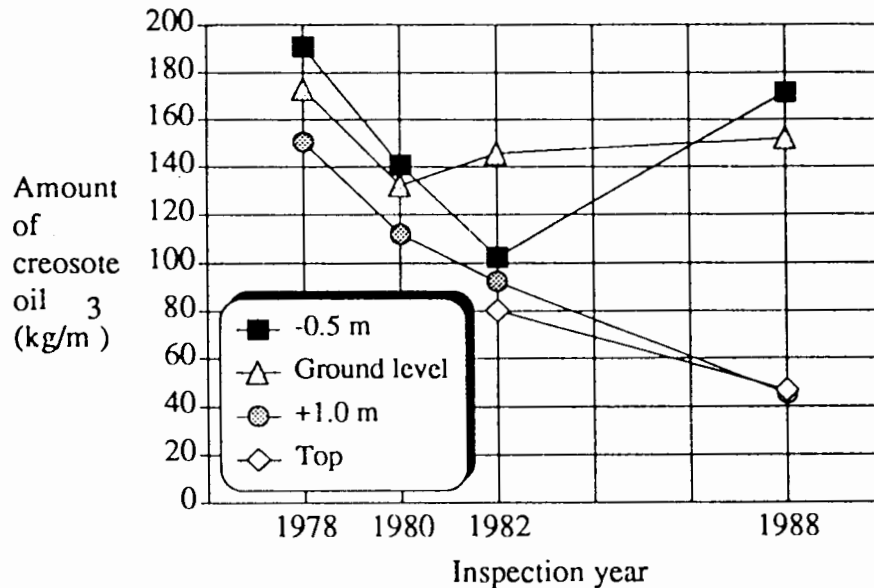
Avgång av kreosotolja från den impregnerade veden kan ske genom avrinning av oljan som sådan, urlakning med regnvatten eller förångning av några av de lättare fraktionerna. På vilket sätt kreosotoljan än lämnar veden så antar man att det handlar om ett mycket långsamt förlopp (USDA 1980). Ett belägg för detta är att kreosotimpregnerade stolpar i Sverige i regel har en livslängd på mer än 50 år. (Henningsson & Bergman 1987).

I USDA (1980) refereras till en undersökning av von Rumker et al (1975) där man uppger att flera forskare visat att mängden kreosotolja i produkter i tjänst inte förändras signifikant under perioder upp till 40 år. Bramhall och Cooper (1972) kom fram till att kreosotimpregnerade pålar i marin miljö efter 40 år hade så mycket kreosotolja som 74 % av nuvarande minimistandard.

Förångning av kreosotföreningar (polycykliska aromatiska föreningar) från impregnerad ved jämför von Rumker et al (1975) med emissionen av liknande typer av föreningar från tallskogar. Där rör det sig också om större mängder (USDA 1980, Webb 1980).

Som beskrevs i avsnitt 4.1 utförde Berg (1983) och Nurmi (1990) en studie av urlakning från CCA impregnerade stolpar. I samma studie ingick även 10 kreosotimpregnerade stolpar.

Borrprover togs på samma ställen som i saltstolparna. I figur 10 visas mängden kreosotolja i splintveden. Som framgår av figuren är minskningen efter 10 år av mängden kreosotolja i marknivån och 0.5 m under marknivån endast ca 10 %. En meter över marknivån är minskningen ca 70 %. Det är allmänt känt att kreosotoljan med tiden rinner nedåt i stolparna, vilket i och för sig förbättrar rötskyddet i jordbandet.



Figur 10. Mängden kreosotolja i splintveden (Nurmi 1990).

The amount of creosote oil in sapwood.

5. HALTER AV TRÄSKYDDSMEDEL I MARKEN VID IMPREGNERADE STOLPAR OCH TRÄKONSTRUKTIONER

I föregående avsnitt redovisades de mängder av impregneringsmedlens komponenter som lämnar veden under dess användning i praktiken. Var tar koppars, kromet och arseniken vägen? Är urlakningen så stor så att det är möjligt att mäta de mängder som hamnar i marken?

5.1. Rester av vattenlösliga medel i marken

Arsenault (1975) rapporterar halter av arsenik i närheten av impregnerade stolpar från två platser i USA, nämligen North Carolina (lerjord) och Florida (sandjord) (Tab. 6). Stolparna i North Carolina var impregnerade med CCA typ A och hade stått i 32 år. Prover insamlades på 30 cm djup och på avstånden 0-5, 5-10, 10-15 och 28-33 cm från stolpen. Kontrollprov togs på avståndet 3 m från stolparna. I Florida var stolparna impregnerade dels med CCA typ A och dels med CCA typ B. De förra hade varit utsatta i 26 år och de senare i 7 år. Prover togs både på 15 och 30 cm djup. Kontrollprover insamlades 50 m från stolparna.

Tabell 6. Arsenikanalys av jordprover tagna från basen av CCA-A stolpar i North Carolina och CCA-A och CCA-B stolpar i Florida (Arsenault 1975).

Arsenic analysis of soil samples taken from the base of CCA-A poles in North Carolina and CCA-A and CCA-B posts in Florida.

	Avstånd från stolpytan, cm				Kontroll
	Distance from surface of wood, cm				
	0-5	5-10	10-15	28-33	Control
	Arsenikhalt			Arsenic content	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
North Carolina					
CCA-A poles					
No. 33	109	57	24	25	18
34	33	24	23	13	11
35	24	29	29	16	-
37	46	34	15	12	14
Medelv. Av.	53	36	23	16	14
Florida					
CCA-A posts					
Djup, Depth 15 cm	14	10	7		12
Djup, Depth 30 cm	11	7	15		7
CCA-B posts					
Djup, Depth 15 cm	307	39	22		
Djup, Depth 15 cm	303	116	42		
Djup, Depth 30 cm	197	26	15		
Djup, Depth 30 cm	290	17	9		

Halterna av arsenik runt CCA typ A stolparna på de båda platserna blev som Arsenault (1975) uttrycker det mycket låga (Tab. 6). CCA typ A stolparna i Florida var endast 1.8 m höga. Därför bedömdes urlakningen från stolparnas överdel vara liten. CCA typ B stolparna i Florida var 3 m höga och de var grövre än CCA typ A stolparna, vilket gav en större exponerad yta. Arsenikhalterna var högre runt CCA typ B stolparna än nära CCA typ A stolparna, vilket huvudsakligen beror på att typ B har högre arsenikhalt och lägre kromhalt än typ A.

CCA medlens sammansättning i oxidform var följande (Arsenault 1975).

	Typ A	Typ B	Typ C
	%	%	%
CrO ₃	65	35	47.5
CuO	18	20	18.5
As ₂ O ₅	17	45	34

Arsenault (1975) rapporterar också halter av arsenik i marken runt stavar (tvärsnitt 19 x 19 mm) impregnerade med CCA typ C efter 5 års exponering i South Carolina. Medelvärdet av 6 prov tagna 2.5 cm från stavarne blev 9.3 ppm. På avståndet 15 cm från stavarne blev medelvärdet 8.9 ppm. Arsenault konstaterade att alla värden låg inom det område som man normalt finner i marken.

DeGroot et al (1979) utförde i Mississippi en studie av koppar, krom och arsenik runt stavar (tvärsnitt 50 x 100 mm) av sydstatstall impregnerade med CCA typ I, CCA typ II och ACA (ammoniakalisk koppar arsenik). Medlens halt av olika komponenter visas i tabell 7. Stavarne hade stått i sandjord under 30 år. Jordprover togs dels på olika djup under stavarne och dels på olika avstånd från stavarne. Medelvärdet för arsenik, krom och koppar avseende 10 prover visas i tabell 8. Bakgrundsvärden från området för 10 prover tagna på samma djup som i tabell 8 visas i tabell 9.

Tabell 7. Studerade impregneringsmedel (DeGroot et al 1979).
Preservatives studied.

Impregneringsmedel <i>Preservative</i>	Komponenter <i>Elements</i>			Upptagning 1) <i>Retention 1)</i> kg/m ³
	Cr	Cu	As	
	%	%	%	
CCA typ I	52.7	23.5	23.8	10.6
CCA typ II	29.0	24.6	46.4	8.8
ACA	-	55.0	45.0	10.6

1) Uttryckt på oxidbas

1) Expressed on an oxide basis

Tabell 8. Nivåer¹⁾ av As, Cr och Cu i jorden under stavar och runt stavar (DeGroot et al 1979).

Levels¹⁾ of As, Cr and Cu in soil beneath and surrounding stakes.

Jordprovernas läge <i>Soil sample location</i> cm	As CCA Type I CCA Type II ACA ppm			Cr CCA Type I CCA Type II ppm		Cu CCA Type I CCA Type II ACA ppm		
	CCA Type I	CCA Type II	ACA	CCA Type I	CCA Type II	CCA Type I	CCA Type II	ACA
Djup under stavarna <i>Depth beneath stakes</i>								
0-15	19	108	79	25	23	57	48	105
15-31	1.6	21	1.8	8.2	7.4	6.9	8.2	6.1
31-46	1.2	1.1	1.6	9.2	6.2	5.7	6.4	5.7
46-61	1.7	1.1	1.4	9.4	7.1	3.6	4.1	3.4
Avstånd från stavarna <i>Distance from stakes</i>								
0 (intill staven <i>adjacent to stake</i>)	73	183	221	46	24	76	48	161
8	5.6	118	16	9.4	8.2	12	15	19
15	1.3	7.0	7.2	4.7	6.4	5.6	4.9	6.4
23	1.5	4.9	1.6	6.2	5.3	12	7.2	15

1) I originalrapporten visas medelvärden och 95 % konfidensintervall för 10 prover. Här visas endast medelvärden.

In the original report averages and 95 % confidence intervals of 10 samples are shown. Here only averages are given.

Tabell 9. Bakgrundnivåer för As, Cr och Cu (DeGroot et al 1979)
Background levels of As, Cr and Cu.

Jordprovsdjup <i>Soil sample depth</i> cm	As	Cr ppm	Cu
0-15	$1.3 \pm 0.4^{1)}$	3.8 ± 0.4	4.0 ± 0.6
15-31	0.6 ± 0.2	7.5 ± 0.8	4.2 ± 1.0
31-46	1.0 ± 0.4	6.9 ± 0.0	6.6 ± 0.8
46-61	0.9 ± 0.3	7.1 ± 0.4	4.4 ± 1.1
61-76	1.4 ± 0.6	9.2 ± 0.5	4.3 ± 1.6

1) Medelvärden och 95 % konfidensintervall för 10 prover.

1) Averages and 95 % confidence intervals of 10 samples.

För alla grundämnena var halterna i jorden störst alldeles intill stavarna (Tab. 8). Sedan föll halterna med ökande vertikalt och horisontellt avstånd från stavarna. Halterna av arsenik och krom var inte signifikant skilda från bakgrundsvärdena på avstånd > 31 cm nedanför stavarna eller > 15 cm vid sidan av stavarna. Den allmänna trenden för kopparvärdena liknade den för arsenik och krom men variationen var större. Halterna av arsenik i jorden omedelbart nedanför och invid stavarna impregnerade med CCA typ II och ACA var signifikant större än arsenikhalterna nedanför och invid stavarna impregnerade med CCA typ I. Det sistnämnda medlet hade dock den lägsta arsenikhalten och högsta kromhalten (Tab. 7).

Henningsson och Carlsson (1984) mätte halter av arsenik, koppar och krom i sandlådor av trä impregnerade med CCA typ B (ett medel av K33 typ). Sandprover togs alldeles intill det impregnerade virket och på 0.5 m avstånd från virket, dels på ytan och dels på 0.2 m djup. Medelvärdena för sju sandlådor i Uppsala visas i tabell 10. Skillnaden mellan arsenikhalterna i sanden intill veden och på avståndet 0.5 m från veden var signifikant. Koppar- och kromhalterna intill veden var endast obetydligt högre än de på avståndet 0.5 m från veden.

Tabell 10. Medelvärden för halter av arsenik, koppar och krom i sandprover från 7 sandlådor av CCA typ B impregnerat trä som exponerats 2-4 år (Henningsson och Carlsson 1984)

Mean arsenic, copper and chrome content in sand samples from 7 sand boxes of CCA typ B treated wood which had been exposed for 2-4 years.

Provtagnings-nivå <i>Sampling level</i>	mg/kg sand					
	As		Cu		Cr	
	nära veden	0.5 m från veden	nära veden	0.5 m från veden	nära veden	0.5 m från veden
	<i>near the timber</i>	<i>0.5 m from timber</i>	<i>near the timber</i>	<i>0.5 m from timber</i>	<i>near the timber</i>	<i>0.5 m from timber</i>
Ytan <i>Surface</i>	6.0	0.8	11.2	9.7	6.1	5.4
0.2 m ned <i>0.2 m down</i>	4.2	0.6	10.5	9.8	6.2	5.5

Nurmi (1990), tidigare refererad i avsnitt 4.1. redovisar arsenikhalter på 180 mg/dm³ jord intill CCA typ B (Kemira K33 typ B) impregnerade stolpar. Variationsvidden var 42 till 420 mg/dm³. Nurmi (1990) anser att dessa värden kan betraktas som höga när de jämförs med bakgrunds-nivån som normalt ligger i storleksordningen 1 till 5 mg/dm³. Medelvärdet för kopparhalten intill stolparna var 79 mg/dm³ och för kromhalten 65 mg/dm³.

Hainey et al (1989) rapporterar koppar, krom och arsenikhalter i jordprover tagna på 10 cm djup alldeles intill stolpar som impregnerats med CCA typ C enligt en saftförträngningsmetod (jfr. avsnitt 4.1). Proverna togs 2 1/2 år efter stolparnas uppsättning. Resultaten visas i tabell 11. Kontrollprover togs 2.5 m från stolparna. Arsenikhalterna i jorden nära intill stolparna var inte signifikant skilda från bakgrunds-nivåerna (kontrollerna). CCA typ C har låg arsenikhalt och hög kromhalt.

Tabell 11. Halter för koppar, krom och arsenik i jordprover tagna intill stolpar impregnerade med CCA typ C enligt en saftförträngningsmetod (Hainey et al 1989).

Levels of copper, chromium and arsenic in soil sampled adjacent to poles treated with CCA typ C by pressurised sap-displacement.

Trädslag <i>Species</i>	Cu $\mu\text{g/g}$	Cr $\mu\text{g/g}$	As $\mu\text{g/g}$
Korsikansk tall <i>Corsican pine</i>	146 $\pm$ 105	55 $\pm$ 12	36 $\pm$ 24
Tall <i>Scots pine</i>	180 $\pm$ 91	55 $\pm$ 10	33 $\pm$ 13
Gran <i>Norway spruce</i>	163 $\pm$ 85	55 $\pm$ 11	36 $\pm$ 15
Sitkagran <i>Sitka spruce</i>	203 $\pm$ 113	72 $\pm$ 17	34 $\pm$ 17
Kontroll <i>Control</i>	37 $\pm$ 2.9	36 $\pm$ 1.3	23 $\pm$ 11

Edlund (1990) redovisar arsenikhalter för jordprover tagna från markytan och ned till 20 cm djup runt stolpar impregnerade med CCA typ B (ett medel av K33 typ). Provavståndet från stolpen låg mellan 20 och 50 cm. Arsenikhalterna varierade mellan < 30 och 240 mg/kg. Referensproverna som togs 25 m från stolparna fick medelvärde < 30 mg/kg. Variationen beträffande arsenikhalterna antogs bero på att jordproven togs inom området 20-50 cm från stolparna. Förmodligen visade de prover som togs nära stolparna de högsta värdena.

5.2. Rester av kreosotolja i marken.

När det gäller uttrinring av kreosotolja från impregnerat virke i praktiken finns få uppgifter. I USDA (1980) påstår man att förluster av kreosotolja från veden till marken i allmänhet inte har någon negativ inverkan på miljön. Kreosotolja kan inte förflytta sig mer än några centimeter i jorden och den bryts snabbt ned. Man hänvisar till en undersökning från Mississippi State University som behandlade rörelser av impregneringsmedel radiellt och vertikalt från impregnerade stolpar. Från jordprover som insamlats på 15 cm djup inom området 5 till 60 cm från stolparna kunde man inte få fram någon huvudkomponent som ingår i kreosotoljan. Man antog att de komponenter som kom ut i marken under den femårsperiod som studien omfattade oxiderats av markens mikroorganismer (USDA 1980, Henningsson 1983).

Nurmi (1990) har nyligen visat att jordprover som insamlats runt kreosotimpregnerade stolpar innehöll 25 till 90 g kreosotolja per kg ugnstorr jord. Något lägre värden 5 till 33 g/kg påträffades under stolparnas rotända. Nurmi (1990) konstaterade också att de stolpar som utsvettades kreosotolja orsakade mest nedsmutsning av marken.

6. ÅTGÄRDER FÖR ATT MINSKA URLAKNING I PRAKTIKEN

Om man vill minska urlakningen av arsenik från CCA impregnerat virke så finns bara en väg att gå. Det är att öka kromhalten och minska arsenikhalten. D v s en övergång från typ B till typ C eller typ A. Enligt Nurmi (1990) har man i Finland sedan några år tillbaka beslutat att gå över från CCA typ B till CCA typ C.

Det är intressant att notera att det första CCA medlet i världen med namnet Ascu, patenterat av Kamesam år 1933 och infört till USA redan 1934 under namnet Greensalt K (Arsenault 1975) var av typ A. CCA medel av typ A har en mycket högre kromhalt och mycket lägre arsenikhalt än typ C som i sin tur har högre kromhalt och lägre arsenikhalt än typ B (jfr. sammansättning avsnitt 5.1).

När det gäller kreosotolja finns en åtgärd. Det är att minska utsvettningen av kreosotolja. Det kan ske genom att övergå till oljor som orsakar mindre utsvettning eller genom att modifiera impregneringsprocessen så att utsvettningen minskar.

LITTERATUR

- Arsenault, R.D. (1975): CCA-treated wood foundations. A study of permanence, effectiveness, durability, and environmental considerations. Amer. Wood Pres. Assoc. Proc. 71, 126-149.
- Avramidis, S., Ruddick, J.N.R. (1989): Effect of temperature and moisture on CCA fixation. Holz als Roh- und Werkstoff 47, 328.
- Bergholm, J. (1985): Utlakning av koppar, krom och arsenik från impregnerat spån deponerat i mark. Svenska Träskyddsinstitutet. Meddelande Nr 154.
- Barnes, H.M., Amburgey, T.L., Landers, Jr., R.W. (1990): Ground contact performance of wood treated by the MSU process. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3609.
- Berg, B. (1983): Urlakningsförsök med olika typer av CCA-impregneringsmedel. Nordiska Träskyddsrådet. Nordiska Träskydds dagar, Södertälje, Sverige 1983, 57-65.
- Bramhall, G., Cooper, P.A. (1972): Quality comparison of current marine piling with 25- and 40- years-service piling. Amer. Wood Pres. Assoc. Proc. 68, 194-202.

- Christensen, T. (1990): Industrial fixation of chromium based wood preservatives. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3630.
- Cooper, P.A., Ung, T. (1989): Moderate temperature fixation of CCA-C. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3522.
- Cooper, P.A. (1990): An example of media response to perceived environmental problems with CCA-treated wood. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3564.
- Cserjesi, A.J. (1975): Permanence of preservatives in treated experimental shake roofs. *Forest Prod. J.* 26 (12), 34-39.
- Dahlgren, S.-E. (1972): The course of fixation of Cu-Cr-As wood preservatives. *Brit. Wood Pres. Assoc. Ann. Conv.* 1972, 109-128.
- Dahlgren, S.-E., Hartford, W.H. (1972 a): Kinetics and mechanism of fixation of Cu-Cr-As wood preservatives. Part I. pH behaviour and general aspects on fixation. *Holzforschung* 26 (2), 62-69.
- Dahlgren, S.-E., Hartford, W.H. (1972 b): Kinetics and mechanism of fixation of Cu-Cr-As wood preservatives. Part II. Fixation of Boliden K33. *Holzforschung* 26 (3), 105-113.
- Dahlgren, S.-E., Hartford, W.H. (1972 c): Kinetics and mechanism of fixation of Cu-Cr-As wood preservatives. Part III. Fixation of Tanalith C and comparison of different preservatives. *Holzforschung* 26 (4), 142-149.
- Dahlgren, S.-E. (1974): Kinetics and mechanism of fixation of Cu-Cr-As wood preservatives. Part IV. Conversion reactions during storage. *Holzforschung* 28 (2), 58-61.
- Dahlgren, S.-E. (1975 a): Kinetics and mechanism of fixation of Cu-Cr-As wood preservatives. Part V. Effect of wood species and preservative composition on the leaching during storage. *Holzforschung* 29 (3), 84-95.
- Dahlgren, S.-E. (1975 b): Kinetics and mechanism of fixation of Cu-Cr-As wood preservatives. Part VI. The length of the primary precipitation fixation period. *Holzforschung* 29 (4), 130-133.
- DeGroot, R.C., Popham, T.W., Gjovik, L.R., Forehand, T. (1979): Distribution gradients of arsenic, copper, and chromium around preservative-treated wooden stakes. *J. Environ. Qual.* 8 (1), 39-41.
- Edlund, M.-L. (1990): Läckage från saltimpregnerade stolpar - en ministudie. Svenska Träskyddsinstitutet. Internrapport.
- EN 84 (1980): European Standard. Wood preservatives. Accelerated ageing of treated wood prior to biological testing. Part 2. Leaching procedure. European Committee for Standardisation, Brussels, 6 pp.
- Ermusch, N., Kalninsch, A., Andersome, I. (1980): Der Einfluss der Chromkomponente in wasserlöslichen Holzschutzmitteln auf die Fixierung im Holz. *Holz als Roh- und Werkstoff* 38, 175-180.
- Evans, F.G. (1987): Leaching from CCA-impregnated wood to food, drinking-water and silage. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3433.

- Evans, P.D., Smith, G.M., King, B. (1986): Retention and distribution of copper/chrome/arsenic (CCA) in pressurised sap-displaced U.K. grown spruce and pine. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3366.
- Fahlstrom, G.B., Gunning, P.E., Carlson, J.A. (1967): Copper-chrome-arsenate wood preservatives: A study of the influence of composition on leachability. *Forest Prod. J.* 17 (7), 17-22.
- Fahlstrom, G.B. (1978): Copper-chrome-arsenate wood preservatives. A study of the influence of composition on service performance. *Amer. Wood Pres. Assoc. Proc.* 74, 111-120.
- Häger, B. (1969): Leaching tests on copper-chromium-arsenic preservatives. *Forest Prod. J.* 19 (10), 21-26.
- Hailey, S.D., Smith, G.M., Bruce, A., Evans, P.D., King, B., Staines, H.J. (1989): Field evaluation of CCA movement in sap-displaced copper chrome arsenic treated softwood poles. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3539.
- Hedley, M., Nasheri, K., van der Waals, J. (1990): Effect of treating process on efficacy of CCA in a laboratory decay test. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3628.
- Henningsson, B. (1983): Environmental protection and health risks in connection with the use of creosote. *Holz als Roh- und Werkstoff* 41, 471-475.
- Henningsson, B., Carlsson, B. (1984): Leaching of arsenic, copper and chrome from preservative-treated timber in playground equipment. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3149.
- Henningsson, B., Bergman, Ö. (1987): Saltstolpar eller kreosotstolpar - synpunkter på livslängd med hänsyn till provningar och praktiska erfarenheter. Träskyddsseminarium kreosotolja möjligheter och problem. Svenska Träskyddsinstitutet. Svenska Kraftverksföreningen. Statens Vattenfallsverk. Sigtuna Okt. 1987, 15-22.
- Henry, W.T., Jeroski, E.B. (1967): Relationship of arsenic concentration to the leachability of chromated copper arsenate formulations. *Amer. Wood Pres. Assoc. Proc.* 63, 187-196.
- Henshaw, B. (1979): Fixation of copper, chromium and arsenic in softwoods and hardwoods. *Int. Biodeterior. Bull.* 15 (3). 66-73.
- Jonsson, E.B., Nilsson, E.M.A., Ruddick, J.N.R. (1989): The effect of service life and preservative treatment on the hardness of wooden poles. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3537.
- Käärik, A., Henningsson, B., Lundström, H., Nilsson, T. (1981): Mikrobiella angrepp i impregnerat virke. Sveriges Lantbruksuniversitet. Inst för virkeslära. Internrapport 1981.
- McNamara, W.S. (1989): CCA fixation experiments - Part I. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3504.
- Murphy, R.J., Dickinson, D.J. (1990): The effect of acid rain on CCA treated timber. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3579.

- Nurmi, A.J. (1990): Leachability of active ingredients from some CCA treated and creosoted poles in service. A progress report after 10 years testing. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3627.
- Peek, R.-D., Willeitner, H. (1988): Fundamentals on steam fixation of chromated wood preservatives. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3483.
- Peek, R.-D. (1989) Dampfiksering - En oppsummering av tyske forsøk. Nordisk Trebeskyttelsesråd. Nordiske Trebeskyttelsesdager. Hamar, Norge 1989, 121-139.
- Peek, R.-D., Klipp, H. (1990): Fixation of chromated wood preservatives through technical drying. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3623.
- Pizzi, A. (1981): The chemistry and kinetic behavior of Cu-Cr-As/B wood preservatives. Part I. Fixation of chromium on wood. *Holzforschung und Holzverwertung* 33 (5), 87-100.
- Pizzi, A. (1983): Practical consequences of the clarification of the chemical mechanism of CCA fixation to wood. *The International Journal of Wood Preservation* 3 (2). 89-95.
- Preston, A.F., McKaig, P.A. (1983): Effect of accelerated fixation on decay of CCA-treated wood. *Forest Prod. J.* 33 (11/12), 41-44.
- Ruddick, J.N.R. (1990): Wood preservation and the environment. - A Canadian perspective. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3577.
- von Rumker, R., Lawless, E.W., Minersa, A.F. (1975): Case study No. 20. Creosote. In production, distribution and environmental impact potential of selected pesticides. U.S. Environ. Prot. Agency Rep. No. 540/1-74-001. Reference in USDA (1980).
- Smith, D.N.R., Williams, A.I. (1973 a): The effect of composition on the effectiveness and fixation of copper-chrome-arsenic and copper-chrome preservatives. Part I. Effectiveness. *Wood Science and Technology* 7, 60-76.
- Smith, D.N.R., Williams, A.I. (1973 b): The effect of composition on the effectiveness and fixation of copper-chrome-arsenic and copper-chrome preservatives. Part II: Selective absorption and fixation. *Wood Science and Technology* 7, 142-150.
- USDA (1980): The biologic and economic assessment of pentachlorophenol, inorganic arsenicals, creosote. Volume 1: Wood preservatives. United States Department of Agriculture Technical Bulletin No: 1658-1.
- Warburton, P., Cornfield, J., Lewis, D.A., Anderson, D.G. (1990): Fixation of CCA in *Pinus sylvestris* after kiln drying. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3594.
- Webb, D.A. (1980): Creosote, its biodegradation and environmental effects. *Amer. Wood Pres. Assoc. Proc.* 76, 65-69.
- Willeitner, H., Illner, H.-M. (1986): Auswaschung von Holzschutzmitteln im praktischen Betrieb. *Holz als Roh- und Werkstoff* 44, 347-350.

- Willeitner, H., Peek, R.-D. (1988): Less pollution due to technical approaches on accelerated steam fixation of chromated wood preservatives. The International Research Group on Wood Preservation. Document No: IRG/WP/3487.
- Wischer, B., Willeitner, H. (1977): Untersuchungen über die Einwirkung von Regen bei frisch imprägnierten Kiefern-Masten im Hinblick auf mögliche Umweltbelastungen. Holz als Roh- und Werkstoff 35, 79-84.
- Wood, M.W., Kelso, Jr. W.C., Barnes, H.M., Parikh, S. (1980): Effects of the MSU process and high preservative retentions on southern pine treated with CCA-type C. Amer. Wood Pres. Assoc. Proc. 76, 22-37.

Meddelanden*

1. Holmgren, H. o. Rennerfelt, E., 1952. — Jämförande laboratorieundersökningar av några träimpregneringsmedel.
2. Rennerfelt, E., 1952. — Revidering av Träskyddskommitténs provtyper för fält- och rötthammarförsök sommaren 1952, omfattande försöken 1A, 1B, 2A, 3A, 4A och 4B.
3. Rennerfelt, E., 1952. — Översikt över pågående försök på Träskyddskommitténs provtyper.
4. Holmgren, H., 1952. — Om impregneringens beroende av furuvirkets förbehandling med hänsyn till barkningsmetoder och vattenläggning.
5. Rennerfelt, E., 1953. — Redogörelse för fältförsöken nr 5 och 6.
6. Holmgren, H., 1953. — Orsaker till smetighet på oljeimpregnerat virke och möjligheter att förminska densamma.
7. Rennerfelt, E., 1953. — Angrepp av röttsvampar i jord från de olika provtyperna.
8. Edén, J., 1953. — Redogörelse.
9. Edén, J., 1953. — Särtryck ur Era. Stolpskydd med diffusions- och osmosmetoden: Svenska erfarenheter och planerade försök.
10. Danielsson, E., 1953. — Anteckningar från en studieresa till Tyskland, som i första hand avsåg studium av metoder för s.k. efterimpregnering av sliprar.
11. Rennerfelt, E., 1953. — Revidering av Träskyddskommitténs provtyper för fältförsök sommaren 1953, omfattande försöken 1A, 2A, 3A, 4A, 4B.
12. Edén, J., 1953. — Rapport från en resa i Tyskland i sept. 1953 för deltagande i en kongress angående träskydd och från besök hos firman Allgemeine Holzimprägnierung, Dr Wolman G.m.b.H.
13. Nilsson, G. o. Holmgren, H., 1954. — Fältförsök för undersökning av korrosion på metallföremål i kontakt med impregnerat virke.
14. Rennerfelt, E., 1953. — Redogörelse för fältförsöken nr 7A, 7B och 11A.
15. Edén, J., 1954. — Träskydd I och II. Något om dess betydelse ur allmän och enskild ekonomisk synpunkt.
16. Träskyddskommittén 1954. — (Se även nr 23). Virkesimpregnering. Allmänna villkor och förutsättningar, anvisningar för erhållande av en god kvalitet på virke impregnerat under tryck antingen med kreosotolja enligt Rüpings sparmetod eller med saltlösningar — även kreosotolja — vid s.k. fullimpregnering.
17. Rennerfelt, E., 1954. — Revidering av Träskyddskommitténs provtyper för fältförsök sommaren 1954, omfattande försöken 1A, 1B, 2A, 4A, 4B.
18. Edén, J. o. Holmgren, H., 1954. — Betr. smetighet hos kreosotimpregnerat virke.
19. Holmgren, H., 1954. — Metoder för impregnering av virke.
20. Rennerfelt, E., 1955. — Revidering av Träskyddskommitténs fältförsök sommaren 1955, omfattande försöken 1A, 1B, 2A, 3A och 4B.
21. Holmgren, H., 1955. — Fältförsök för undersökning av korrosion på metallföremål i kontakt med impregnerat virke.
22. v. Schoenberg, W. o. Holmgren, H., 1955. — Försök med kreosotimpregnering av furustolpar.
23. Träskyddskommittén, 1955. — Allmänna villkor och förutsättningar för tryckimpregnering av virke.
24. Rennerfelt, E., 1955. — Fältförsök med Bolidensalterna S och S 25, försök 8A och 8B.
25. Rennerfelt, E., 1956. — Undersökningar över uppträdandet av lagringsskador i stolpar mellan avverkning och impregnering.
26. Rennerfelt, E., 1956. — Uppgifter över kvantiteter impregnerat virke.
27. Rennerfelt, E., 1956. — Revidering av kommunikationsverkens fältförsök med olika impregneringsmedel.
28. Rennerfelt, E., 1956. — Iakttagelser över mögelröta.
29. Rennerfelt, E., 1956. — Redogörelse för fältförsöken med Bolidensalterna K 33, S och S 25 samt försök med dubbelimpregnering och Höganäsolja.
30. Rennerfelt, E., 1957. — Undersökning av hämningssgränserna hos några olika träimpregneringsmedel.
31. Rennerfelt, E., 1957. — Röttningsförsök med vedprov uttagna ur virke impregnerat i praktisk drift.
32. Rennerfelt, E., 1957. — Revidering av stavförsök med salterna S 25, KP och Celcure och med kreosot.
33. Rennerfelt, E., 1957. — Redogörelse för försök med oimpregnerat virke från olika delar av landet, fältförsök nr 11A.
34. Rennerfelt, E., 1957. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1955.
35. Rennerfelt, E., 1957. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.
36. Rennerfelt, E., 1957. — Revidering av stavförsök med salterna S 25, KP, Celcure och kreosotolja.
37. Holmgren, H. o. Roots, E., 1958. — Fältförsök för undersökning av korrosion på metallföremål i kontakt med impregnerat virke.
38. Holmgren, H. o. v. Schoenberg, W., 1958. — Några försök rörande eftersvettning och smetighet hos kreosotimpregnerade furustolpar.
39. Rennerfelt, E., 1958. — Revidering av fältförsöken med Bolidensalterna S och S 25 samt försöken med dubbelimpregnering och Höganäsolja.
40. Rennerfelt, E., 1958. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1956.
41. Rennerfelt, E., 1958. — Revidering av stavförsök med S 25, K 33, KP, Celcure och kreosotolja.
42. Holmgren, H., 1958. — Böjningsförsök med trästolpar.
43. Rennerfelt, E., 1958. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1957.
44. Holmgren, H. o. Rennerfelt, E., 1958. — Fältförsök med virke som doppats i eller bestrukits med träkonserveringsmedel.
45. Rennerfelt, E., 1958. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.
46. Rennerfelt, E., 1958. — Revidering av stavförsök med S 25, K 33, KP, Celcure och kreosotolja.
47. Holmgren, H., 1959. — Försök med högfrekvensuppvärmning av furustolpar.
48. Borup, L., Holmgren, H. o. Rennerfelt, E., 1959. — Översikt över Träskyddskommitténs verksamhet 1941—1959.
49. Rennerfelt, E., 1959. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.

* T.o.m. 1973 utgavs meddelandena i Träskyddskommitténs regi.

50. Rennerfelt, E., 1959. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1958.
51. Rennerfelt, E., 1959. — Revidering av stavförsök med Bolidensalterna S, S 25, K 33, KP, Celcure och kreosotolja.
52. Rennerfelt, E., 1959. — Fältförsök med bestrykningsmedel.
53. Rennerfelt, E., 1960. — Revidering av försök nr 12 B: S 25 — impregnerade stolpar med och utan tak.
54. Rennerfelt, E., 1960. — Revidering av stav- och stolpförsök i växthuset.
55. Rennerfelt, E., 1960. — Rapporter från internationella möten och kongresser.
56. Rennerfelt, E., 1960. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1959.
57. Borup, L., Lekander, B. o. Rennerfelt, E., 1960. — Skador på obarkade slipersämen under lagringstiden i skogen.
58. Rennerfelt, E., 1960. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.
59. Rennerfelt, E., 1960. — Revidering av stavförsök med Bolidensalterna S, S 25 och K 33, KP, Celcure och kreosotolja.
60. Rennerfelt, E., 1960. — Försök med impregnering av gran och furu enligt OPM-metoden (försök 14A och B).
61. Rennerfelt, E., 1960. — Fältförsök med bestrykningsmedel (försök 13A och C).
62. Rennerfelt, E., 1961. — Fältförsök med bestrykningsmedel (försök 13A, B och C), rapport nr 4.
63. Rennerfelt, E., 1961. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.
64. Rennerfelt, E., 1962. — Revidering av stavförsök med Bolidensalterna S, S 25 och K 33, med KP, Celcure och kreosot, med Wolmanit UA Reform 67.
65. Rennerfelt, E., 1962. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1960.
66. Rennerfelt, E., 1962. — Fältförsök med bestrykningsmedel (försök 13A, B och C), rapport nr 5.
67. Holmgren, H. o. Hedqvist, T., 1963. — Revidering av fältförsök med olika impregneringsmedel.
68. Hedqvist, T., 1963. — Revidering av stavförsök med Bolidensalterna S, S 25 och K 33 med KP, Celcure och kreosot, med Wolmanit UA Reform 67.
69. Hedqvist, T. o. Möller, B., 1963. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1961.
70. Hedqvist, T. o. Möller, B., 1963. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1963 års revision. Field experiments with different preservatives applied by pressure. Revised in 1963.
71. Möller, B., 1964. — Fältförsök med bestrykningsmedel. 1963 års revision. Field Tests with Brush Treatment Preservatives. Revised in 1963.
72. Möller, B., 1964. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1962. English Summary.
73. Rennerfelt, E. †, 1964. — En jämförelse mellan svenska fältförsök och laboratorieexperiment med några träkonserveringsmedel. A Comparison between Swedish Field Tests and Laboratory Experiments with Some Wood Preservatives. English Summary.
74. Möller, B., 1964. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1963 års revision, nr II. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No II. Revised in 1963.
75. Rennerfelt, E. †, 1964. — Provning av träskyddsmedel mot svampar. Testing of Wood Preservatives against Fungi.
76. Johansson, M., 1964. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1963. English Summary.
77. Johansson, M., 1965. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1964 års revision, nr I. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No I. Revised in 1964.
78. Johansson, M., 1965. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1964 års revision, nr II. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No II. Revised in 1964.
79. Johansson, M., 1965. — Fältförsök med bestrykningsmedel. 1964 års revision. Field Tests with Brush Treatment Preservatives. Revised in 1964.
80. Johansson, M., 1965. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1964. English Summary.
81. Holmgren, H. o. Fjelkegård, G., 1965. — Rötundersökningar i Televerkets stolplinjer. English Summary.
82. Johansson, M., 1965. — Träskyddskommitténs fält- och rötkammarförsök med olika träimpregneringsmedel. Redogörelse nr V. The Wood Preservation Committee's Field and Rot-Chamber Experiments with Wood Preservatives. Report No V.
83. Nordiska forskarmötet i Stockholm 1965. Protokoll.
84. Nordiska träskyddsmötet i Stockholm 1965. Protokoll.
85. Johansson, M., 1966. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1965 års revision, nr I. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No I. Revised in 1965.
86. Johansson, M., 1966. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1965 års revision, nr II. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No II. Revised in 1965.
87. Johansson, M., 1966. — Fältförsök med bestrykningsmedel. 1965 års revision. Field Tests with Brush Treatment Preservatives. Revised in 1965.
88. Johansson, M., 1966. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1965. English Summary.
89. Johansson, M., 1967. — Internationellt fältförsök med impregnerade furustavar. 1966 års revision. International Field Test with Treated Pine Stakes. Revised in 1966.
90. Johansson, M., 1967. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1966 års revision, nr I. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No I. Revised in 1966.
91. Johansson, M., 1967. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1966 års revision, nr II. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No II. Revised in 1966.
92. Johansson, M., 1967. — Fältförsök med bestrykningsmedel. 1966 års revision. Field Tests with Brush Treatment Preservatives. Revised in 1966.
93. Johansson, M., 1967. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1966. English Summary.

94. Henningsson, B., 1967. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1967 års revision, nr I. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No I. Revised in 1967.
95. Henningsson, B., 1968. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1967 års revision, nr II. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No II. Revised in 1967.
96. Henningsson, B., 1968. — Internationellt fältförsök med impregnerade furustavar. 1967 års revision. International Field Test with Treated Pine Stakes. Revised in 1967.
97. Henningsson, B., 1968. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1967. English Summary.
98. Henningsson, B., 1969. — Internationellt fältförsök med impregnerade furustavar. 1968 års revision. International Field Test with Treated Pine Stakes. Revised in 1968.
99. Henningsson, B., 1969. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1968. Quantities of timber assortments treated with pressure in 1968.
100. Henningsson, B., 1969. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1968 års revision, nr I. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure, No I. Revised in 1968.
101. Lundström, H., 1970. — Epixyler på impregnerade trästolpar i Bogesund. Epixyls on treated wooden posts at Bogesund.
102. Henningsson, B., 1970. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1969. Quantities of pressure treated wood 1969.
103. Henningsson, B., 1970. — Fältförsök med virke som genom doppning eller bestrykning behandlats med träkonserveringsmedel. Field tests with wood treated by steeping or brushing.
104. Henningsson, B., 1971. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1970. Quantities of pressure treated wood 1970.
105. Henningsson, B., 1972. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1971. Quantities of pressure treated wood 1971.
106. Henningsson, B., 1973. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke år 1972. Quantities of pressure treated wood 1972.
107. Bergman, Ö., 1974. — Faktorer som påverkar barrvedens impregnerbarhet. En litteraturstudie. Factors affecting the permeability of softwood. A literature study. Särtryck från Rapport Nr R 89, 1973, från Inst. för virkeslära, Stockholm.
108. Henningsson, B., Bergman, Ö., 1974. — Internationellt fältförsök med impregnerade furustavar. 1972 års revision. International Field Test with Treated Pine Stakes. Revised in 1972.
109. Jermer, J., 1974. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke 1973. Quantities of Pressure Treated Wood 1973.
110. Bergman, Ö., Henningsson, B., 1974. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1972 års revision. Field Experiments with Different Preservatives Applied by Pressure. Revised in 1972.
111. Nylinder-Norman, E., Henningsson, B., Hellström, O., Gunnarsson, L., 1974. — Provning av impregnerat virke i havet. Marine Wood Borer Tests on the West Coast of Sweden.
112. Henningsson, B., 1975. — Användning av impregnerat virke i de nordiska länderna. The Use of Impregnated Timber in the Nordic Countries.
113. Dahlgren, S.-E., 1975. — Fixering av Cu-Cr-As baserade träimpregneringsmedel. Fixation of Cu-Cr-As based Wood Preservatives.
114. Bergman, Ö. o. Henningsson, B., 1975. — Efterbehandling av stolpar med kreosotemulsionspasta enligt bandagemetoden. Mätning av inträngningen. Groundline Treatment of Poles with a Creosote Emulsion Paste according to the Bandage Method. Measurement of Penetration.
115. Jermer, J., 1975. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke 1974. Quantities of Pressure Treated Wood 1974.
116. Dahlgren, S.-E., 1975. — Effect of Pre-steaming on the CCA Treatment of Spruce and Redwood Grown in Southern Sweden. Inverkan av ångning på CCA-impregnering av gran och furu från södra Sverige.
117. Henningsson, B., Nilsson, T., Hoffmeyer, P., Friis-Hansen, H., Schmidt, L., Jacobsson, S., 1975. — Soft rot i saltimpregnerade ledningsstolpar från åren 1940—1954.
- 117 E. Henningsson, B., Nilsson, T., Hoffmeyer, P., Friis-Hansen, H., Schmidt, L., Jacobsson, S., 1976. — Soft Rot in Utility Poles Salt-treated in the Years 1940—1954.
118. Norman, E., Henningsson, B., 1975. — Description of a Trial with Wood Preservatives against Marine Wood Boring Organisms. Försök med olika impregneringsmedel som skydd mot angrepp i virke av skeppsmask och borkkräfta.
119. Bergman, Ö., Henningsson, B., Persson, E., 1975. — Vattenlagring — en metod att minska utsvettning hos kreosotimpregnerade stolpar. Water-storage — A method to Reduce Bleeding of Creosote Treated Poles.
120. Hickin, N. E., 1976. — Termites-their Natural History and their Control. Termiter-biologi och bekämpning.
121. Boutelje, J., Jonsson, Ulla, 1976. — Effekterna av vattenlagring av timmer. I. Inverkan på impregnering av sågat virke. Effects of Water-storage of Logs. I. Effect on the Impregnation of Sawed Goods.
122. Jermer, J., 1976. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke 1975. Quantities of Pressure Treated Wood 1975.
123. Ivansson, B.-O., 1976. — Tryckimpregnering i samband med fingerskarvning av virke. Pressure impregnation of timber in conjunction with finger jointing.
124. 1976. — The Performance of Treated Wood and Untreated Durable Species. Report of Working Party S5.03.05 Biodeterioration. XVI IUFRO World-Congress, Oslo 1976.
125. Boutelje, J., Johansson, Solveig, Jonsson, Ulla, 1977. — Effekterna av vattenlagring av timmer. II Inverkan på stolpinimpregnering. Effects of Water-storage of Logs. II Effects on the Impregnation of Poles.
126. Bergman, Ö., 1977. — Faktorer som påverkar lövvedens impregnerbarhet. En litteraturstudie. Factors affecting the permeability of hardwoods. A literature study.
127. Boutelje, J., Henningsson, B., Lundström, H., 1977. — Effekterna av vattenlagring av timmer. III. Inverkan på impregneringens effektivitet mot röta. Effects of Water-storage of Logs. III. Effect upon the Effectiveness of Preservative Treatment against Decay.
128. Omér, S., 1977. — Uppgifter över impregnerade kvantiteter virke 1976. Quantities of Pressure Treated Wood 1976.

129. Johansson, Solveig, 1977. — Fuktupptagning i impregnerat trä. The Absorption of Water into Preservative-Treated Wood.
130. Blümer, H., Henningsson, B., Jermer, J., 1978. — Spånskivor av CCA-impregnerat trä. Mekaniska och biologiska provningar. Particle Boards of CCA-Treated Wood. Mechanical and Biological Tests.
131. Berglund, F., Wallin, T., 1978. — Korrosion av spik och skruv i impregnerat virke. Corrosion of Nails and Screws in Preservative-Treated Wood.
132. Bergman, Ö., Martinsson, S., 1979. — Försök med vattenlagring och bevattning av stolpar för att undvika utsvetning av kreosotolja. Experiments with water-storage and water-spraying of poles to avoid bleeding of creosote.
133. Henningsson, B., Bergman, Ö., 1979. — Internationellt fältförsök med impregnerade furustavar. 1976 års revision. International field test with treated pine stakes. Revised 1976.
134. Bergman, Ö., Henningsson, B., 1979. — Fältförsök med olika tryckimpregneringsmedel. 1976 års revision. Field tests with different preservatives applied by pressure. Revised 1976.
135. Bechgaard, C., Borup, L., Henningsson, B., Jermer, J., 1979. — Försök med efterimpregnering av kreosotimpregnerade järnvägssliprar genom selektiv behandling med borsyra.
- 135 E. Bechgaard, C., Borup, L., Henningsson, B., Jermer, J., 1979. — Remedial treatment of creosoted railway sleepers of redwood by selective application of boric acid. Publicerad även som IRG Document No 3134, 1980.
136. 1979. — Screening techniques for potential wood preservative chemicals. Proceedings of a special seminar held in association with the 10th annual meeting of the IRG, Peebles 1978.
137. Jermer, J., Omér, S., 1980. — Utveckling av kraftledningsstolpar av impregnerat limträ i Sverige 1975—1980. Development of glulam transmission structures of preserved wood in Sweden 1975—1980.
138. Mansikkamäki, P., Vihavainen, Tuija, 1980. — Termiter och termit skydd av träkonstruktioner.
139. Jermer, J., Nilsson, K., 1981. — Träimpregneringsindustrin i Sverige. Produktion m m 1980. The wood preserving industry in Sweden. Facts and figures 1980.
140. Qvarnström, K., 1982. — Undersökningar rörande fytotoxiska effekter av träskyddsmedel. Investigations on phytotoxic effects of wood preservatives.
141. Henningsson, B., Käärik, Aino, 1982. — Kartläggning av rötsvampar i träfönster. Survey of decay fungi in window joinery.
142. Bergman, Ö., Mazur, F., 1982. — Fältförsök med träskyddsmedel. 1980 års revision. Field tests with wood preservatives. Revised in 1980.
143. Edlund, Marie-Louise, Hintze, W., Jermer, J., Ohlsson, S., 1982. — Undersökningar av tennorganiska träskyddsmedel. Investigations of organotin based wood preservatives.
144. Henningsson, B., Jermer, J., 1982. — Undersökningar av korrosion på metallföremål i kontakt med impregnerat virke utomhus. Studies on corrosion of metallic objects in contact with preservative-treated wood in the open.
145. Jermer, J., Severin, J-E., 1982. — Försök med bevattning av stolpar för att minska utsvetningen av kreosotolja. Investigations on sprinkling of poles as a method to reduce bleeding of creosote.
146. Bergman, G., Solyom, P., Mideus, H., 1983. — Förorening av mark och grundvatten vid träimpregneringsverk. Contamination of soil and groundwater at wood preserving plants.
147. Henningsson, B., 1984. — Olika träskyddsmedels effekt mot mögel- och blåmuggsvampar på inbyggt virke. The effect of different wood preservatives against growth of moulds and staining fungi on timber in buildings.
148. Henriksson, S.T., 1984. — Träskyddsforskning vid Bolidenbolaget.
149. Jermer, J., Nilsson, K., 1984. — Träimpregneringsindustrin i Sverige. Impregneringsstatistik 1983. The wood preserving industry in Sweden. Statistics 1983.
150. Pizzi, A., Conradie, W.E., Cockcroft, R., 1984. — Wood Preservation in Southern Africa.
151. Bergman, G., 1985. — Geologi- och miljöriskklassificering av impregneringsverk i Sverige. En enkätundersökning.
152. Antonsson, Ann-Beth, Lundberg, B., 1985. — Arbetsmiljöundersökningar i träimpregneringsindustrin. Investigations of health hazards in the wood preserving industry.
153. Edlund, Marie-Louise, Henningsson, B., 1985. — Undersökning av virke behandlat med träskyddsmedel. Skyddseffekt och arbetsmiljörisker efter olika torkningsförfaranden. Investigation of wood treated with water-borne preservatives and anti-sapstain chemicals. Efficacy and health hazards after various methods of drying.
154. Bergholm, J., 1985. — Utlakning av koppar, krom och arsenik från impregnerat spån deponerat i mark. Leaching of copper, chromium and arsenic from preserved wooden chips deposited in the soil.
155. Bystedt, T., 1986. — Kostnadskalkylering vid tryckimpregnering.
156. Bergman, Ö., Mazur, F., 1986. — Fältförsök med träskyddsmedel. 1984 års revision. Field tests with wood preservatives. Revised in 1984.
157. Bergman, Ö., 1986. — Impregneringsprocesser som minskar torkningsinsatsen före eller efter impregneringen. En litteraturstudie. Preservation processes which reduce the amount of drying needed before or after treatment. A literature survey.
158. Billgren, Gunnilla och Edlund, Marie-Louise, 1986. — Beständighet hos impregnerade träfönster. En jämförande undersökning.
159. 1987. — Förbättra stolp kvaliteten — minska lagringsskadorna! Seminarium i Stockholm den 27 november 1986. Improve the quality of poles — reduce pretreatment decay! Proceedings from a seminar held in Stockholm, November 27, 1986.
160. 1988. — Torkning av impregnerat trä. Arbeten och aktiviteter initierade av Svenska Träskyddsinstitutet 1977—1987. Drying of preservative-treated wood. Work and activities initiated by the Swedish Wood Preservation Institute 1977—1987.
161. Bergholm, J., Dryler, K., 1989. — Studier av fixeringen av arsenik i jord samt rörligheten av arsenik, koppar och krom i CCA-förorenade jordar. Studies on the fixation of arsenic in soil and on the mobility of arsenic, copper and chromium in CCA-contaminated soil.
162. Seman, P-O., Svedberg, R., 1990. — Sanering av kreosotkontaminerad mark. En kunskapssammanställning.

Uppsatser

- U1. Jermer, J. — Paineekyllästetyn puun käyttö ja tulevaisuus Ruotsissa (Impregnerat virke — utveckling och användning i Sverige). Lahontorjunta 3, 1975.
- U2. Jermer, J. — Termiter — ett hot på nya exportmarknader. Skog & Trä 1, 1976.
- U3. Jermer, J., Kumlin, S. — Ny svensk standard för impregnerat trä. Byggnadstidningen 5, 1977. Träindustrin 2, 1977.
- U4. Jermer, J. — Det nya byggnadsmaterialet — impregnerat trä. Väg- och Vattenbyggaren 4, 1977.
- U5. Jermer, J. — Impregnera det egna virket. Lantbrukspraktika 1978.
- U6. Jermer, J. — Skeppsmask, hussvamp och husbock — allvarliga skadegörare på träkonstruktioner. Väg- och Vattenbyggaren 6—7, 1978.
- U7. Jermer, J. — Tillverkningskontroll av impregnerat trä. Standard 6/7, 1979.
- U8. Omér, S. — Erfarenheter av limträstolpar i Sverige 1974—1979. Nordiska Träskyddsmötet, 1979.
- U9. Jermer, J. — Nordiska Träskyddsmötet — 200 deltagare utbytte forskningserfarenheter. Träindustrin 12, 1979.
- U10. Henningsson, B., Jermer, J. — Impregneringskontroll ökar träfönstrens konkurrenskraft. Träindustrin 3, 1980.
- U11. Jermer, J. — Träimpregnering — mål och metoder. Kemisk Tidskrift 7, 1980.
- U12. Jermer, J., Leightley, L. — The inspection and protection of poles in service. BWPA News Sheet no 167, 1982.
- U13. Jermer, J. — Försurningen och arsenikimpregnering. Sågverken 6, 1982.
- U14. Jermer, J. — Den industriella virkesimpregneringen i Sverige idag. Krav — normer — kontroll. Trä & Teknik 82.
- U15. Omér, S. — Impregnering av fönster. Trä & Teknik 82.
- U16. Jermer, J. — Träimpregneringsindustrin — fritt fram för FoU. Svensk Papperstidning nr 6, 1983.
- U17. Jermer, J. — Bifluoridbaserade träskyddsmedel. Föredrag vid kurs i användning av bekämpningsmedel klass I SO, fluorider, 1983.
- U18. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise, Henningsson, B., Hintze, W., Ohlsson, S. — Chemical and biological investigations of double-vacuum treated windows after 5 years in service. IRG Document No 3219, 1983.
- U19. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise, Hintze, W., Ohlsson, S. — Studies of the distribution and degradation of tributyltin naphthenate in double-vacuum treated wood. IRG Document No 3230, 1983.
- U20. Jermer, J., Lindquist, C. — Impregnerat trä — idealiskt material för bullerskärmar. Byggnadskonst 3, 1983.
- U21. Jermer, J. — Träskyddsinstitutets forskning om impregnerade träfönster. Byggnadstidningen 14, 1983.
- U22. Ohlsson, S., Hintze, W. — HPTLC Analysis of Organotin Compounds in Preservative Solutions and Preservative-treated Wood. Journal of High Resolution Chromatography & Chromatography Communications Vol 6, 1983, 89—94.
- U23. Hintze, W., Ohlsson, S. — Analysis of organotin fungicides in wood preservative solutions and double-vacuum treated wood. IRG Document No 3250, 1983.
- U24. Jermer, J. — Träimpregneringsindustrin i Sverige. Program och sammanfattningar av föredrag och seminarier. Arbetsmedicinska kontaktdagar i Umeå 10 och 11 oktober 1983.
- U25. Jermer, J. — Nordiska Träskyddsdagar 1983. Svensk Trävaru- och pappersmassetidning 11, 1983.
- U26. Jermer, J. — Standard and classification of preservative-treated wood in Sweden. Conference paper, »Timber constructions for farm buildings», May 23—25 1984. Swedish University of Agricultural Sciences.
- U27. Edlund, Marie-Louise. — Hur kan råvarans beständighet förbättras? STFI-meddelande serie D nr 210, 1984.
- U28. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise, Henningsson, B., Hintze, W. — Studies on accelerated ageing procedures with TBTO-treated wood. IRG Document No 2244, 1985.
- U29. Edlund, Marie-Louise, Jermer, J., Henningsson, B., Hintze, W. — Chemical and biological investigations of double-vacuum treated windows after 7 1/2 years in service. IRG Document No 3339, 1985.
- U30. Edlund, Marie-Louise, Jermer, J., Henningsson, B., Hintze, W. — Kemiska och biologiska undersökningar av vakuumimpregnerade fönster efter 7 1/2 års användning. Nordisk Träbeskyttelsesmode, 1985.
- U31. Jermer, J. — Internationell konferens om nya impregneringsrön. Träindustrin 9, 1985.
- U32. Jermer, J. — Träimpregnering i Brasilien. Träindustrin 9, 1985.
- U33. Jermer, J. — Miljö- och arbetarskydd i träimpregneringsindustrin. Nordisk Träbeskyttelsesmode, 1985.
- U34. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise. — Impregnerat trä — möjligheternas material. Vi i villa 3, 1986. Vi Fritidshusägare 1, 1987.
- U35. Henningsson, B., Friis-Hansen, H., Käärik, Aino, Edlund, Marie-Louise. — Remedial groundline treatment of CCA poles in service. Results of chemical and microbiological analyses 6 months after treatment. IRG Document No 3388, 1986.
- U36. Jermer, J. — Även impregnerat virke måste vara torrt. Väg- och Vattenbyggaren 10, 1986.
- U37. Lundström, H., Edlund, Marie-Louise. — Pre-treatment decay in poles of Pinus sylvestris. IRG Document No 1329, 1987.

- U38. Edlund, Marie-Louise, Henningsson, B. — Chemical and biological studies of organotin treated and painted wood stakes after outdoor exposure. IRG Document No 3419, 1987.
- U39. Jermer, J., Bergman, Ö., Nilsson, T. — Fungus cellar and stake tests with tall oil derivatives. Progress report after 5 years' testing. IRG Document No 3442, 1987.
- U40. Jermer, J., Lundberg, B. — Kiln drying of CCA-treated wood — Some safety and environmental considerations. IRG Document No 3443, 1987.
- U41. Jermer, J., Bergman, Ö. — Glulamined poles — Progress report after 7 years' testing. IRG Document No 3444, 1987.
- U42. Edlund, Marie-Louise. — Artificial drying of impregnated wood. IRG Document No 3448, 1987.
- U43. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise, Nilsson, K. — Torkning av impregnerat trä i virkestork — Redovisning av aktuella FoU-projekt i Sverige. Nordiska Träskydds dagar, 1987.
- U44. Jermer, J. — Samordning av godkännanderegler för träskyddsmedel i Västeuropa — rapport från samarbetet inom The European Homologation Committee — EHC. Nordiska Träskydds dagar, 1987.
- U45. Edlund, Marie-Louise. — Utveckling av metod för accelererat åldrande av träskyddsmedel för klass B. Nordiska Träskydds dagar, 1987.
- U46. Jermer, J. — Detta ska träsPECIALISTEN veta om impregnerat trä! Bygg- och Trävaruhandeln 9, 1987.
- U47. Jermer, J. — Träförstörande svamp och insekter. Byggnadskultur 3, 1987.
- U48. Jermer, J. — Byggare och fastighetsägare. Ställ krav på impregnerat trä! Fastighetsjournalen 3—4, 1987.
- U49. Edlund, Marie-Louise, Henningsson, B., Jensen, B., Sundman, C-E. — Accelerated ageing of preservatives in treated wood. IRG Document No 3476, 1988.
- U50. Jermer, J. — Evaluation and approval of wood preservatives. Unification of European requirements. IRG Document No 2310, 1988.
- U51. Henningsson, B., Jermer, J. — Evaluation and approval of wood preservatives in the Nordic countries. IRG Document No 2311, 1988.
- U52. Henningsson, B., Friis-Hansen, H., Käärik, Aino, Edlund, Marie-Louise. — Remedial groundline treatment of CCA poles in service. A progress report after 28 months' testing. IRG Document No 3481, 1988.
- U53. Jermer, J. — Små framsteg för gemensamma europeiska träskyddsprinciper. Träindustrin 1, 1988.
- U54. Edlund, Marie-Louise. — Flera gemensamma provningsnormer fastställda. Träindustrin 2, 1988.
- U55. Nilsson, K., Edlund, Marie-Louise. — Torkning av impregnerat trä. Sågverken 7, 1988.
- U56. Jermer, J. — Europe approaching common approvals on wood preservation. CIGR Section II Seminar 1988, Proceedings.
- U57. Jermer, J. — Harmonisering på träskyddsområdet i Europa. Teknik & Standard 4, 1988.
- U58. Edlund, Marie-Louise, Sundman, C-E. — Moisture condition in treated wood exposed outdoors. A progress report. IRG Document No 3533, 1989.
- U59. Henningsson, B., Friis-Hansen, H., Käärik, Aino, Edlund, Marie-Louise. — Remedial groundline treatment of CCA-poles in service. A final report after 60 months' testing. IRG Document No 3534, 1989.
- U60. Johansson, L., Edlund, Marie-Louise. — Tilting and vacuum treatment — two methods to obtain a non-dripping freshly treated timber. IRG Document No 3535, 1989.
- U61. Nilsson, K., Bjurman, J. — Estimation of mycelial biomass by determination of the ergosterol content of wood decayed by *Coniophora puteana* and *Fomes fomentarius*. IRG Document No 1415, 1989.
- U62. Evans, F. G., Jermer, J. — Europa-standarden — hvordan vil den innvirke på Nordens impregnering? Nordiska Träskydds dagar 1989.
- U63. Edlund, Marie-Louise. — Torkning av stolpvirke i överhettad ånga. Nordiska Träskydds dagar 1989.
- U64. Edlund, Marie-Louise. — The effect of remedial treatment of poles. International Conference on Wood Poles and Piles, Fort Collins, 25—27 Oct 1989, Proceedings.
- U65. Edlund, Marie-Louise. — Stolpar och miljö. ELEF's temadagar om luftledning 1990.
- U66. Jermer, J., Edlund, Marie-Louise. — Will political initiatives stop the use of preservative-treated wood in Sweden? IRG Document No 3578, 1990.
- U67. Edlund, Marie-Louise. — Impregnerad splintved bättre än kärnvod. Husbyggaren 1, 1990.
- U68. Nilsson, K. — Träskyddsindustrins struktur i förändring. Nordisk Träteknik 13, 1990. Träindustrin 10, 1990.
- U69. Jermer, J. — Production of preservative-treated wood in some countries. IRG Document No 3598, 1990.
- U70. Edlund, Marie-Louise. — Impregnerat trä och miljön. Träinformation 9, 1990.
- U71. Edlund, Marie-Louise. — Trä i fuktig miljö — Användning av impregnerat trä. Träinformation 9, 1990.
- U72. Edlund, Marie-Louise. — Gran i Fönster. Temadag »Granimpregnering», Träteknikcentrum 1990-05-03.
- U73. Jermer, J. — Europeiska standarder och svenska miljömyndigheter — hur påverkar de framtiden för impregnerad gran? Temadag »Granimpregnering», Träteknikcentrum 1990-05-03.

Informationer

1979:1. Jermer, J., Lekander, B. — Virkesförstörande insekter inomhus 1. Husbock.

1979:2. Jermer, J., Lekander, B. — Virkesförstörande insekter inomhus 2. Vedstekel, trägnagare, blåhjon, splintbagge, hästmäta, praktbagge.

1982:1. Jermer, J., Johannesson, C. M. — Röta — orsaker, förebyggande åtgärder, sanering. Denna skrift är även utgiven på norska med titeln »Råteskader i bygninger — årsaker, forebyggende tiltak, utbedring». Norsk Treteknisk Institutt, Teknisk småskrift 30, 1982.

1984:1. Trivsamt utemiljö med impregnerat trä.

1985:1. Vakuumimpregnerat trä.

Övriga publikationer

Levy, C. R. — Wood Preservation for Tropical Housing. Träskyddsdag 1976-05-25. Svenska Träskyddsinstitutet och Svenska Sågverks- och Trävaruexportföreningen.

Omér, S. — Träimpregnering. STU Information 85, 1978.

Jermer, J., Söderlind, J. — Träskydd. AB Svensk Byggtjänst, 1979.

Omér, S. — Råd och anvisningar för intern driftkontroll vid impregneringsanläggningar (Riktad till ansvarig driftledare). Svenska Träskyddsinstitutet, 1979.

Omér, S. — Anvisningar för intern driftkontroll vid impregneringsanläggningar (Riktad till impregneringspersonal). Svenska Träskyddsinstitutet, 1979.

Jermer, J., Kuusamo, M. — Nordiska Träskyddsrådet 10 år 1969—1979. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 10, 1979.

Cockcroft, R. — Wood preservation organisations — International cooperation in wood preservation research. Träskyddsseminarium 1980-09-02. Svenska Träskyddsinstitutet. Int Journal of Wood Pres. Vol 1, No 4, 1981.

Butcher, J. A. — Wood preservation in New Zealand. Träskyddsseminarium 1980-10-29. Svenska Träskyddsinstitutet.

Rötskadebesiktning av stolpar. Träskyddsseminarium 1981-05-06. Svenska Träskyddsinstitutet.

Omér, S. — Anvisningar för intern driftkontroll vid impregnering med oljelösliga impregneringsmedel godkända för klass B. Svenska Träskyddsinstitutet, 1981.

Jermer, J. — Impregnerat trä i Norden. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 11, 1981. Denna skrift finns även publicerad på engelska (Preservative-treated wood from the Nordic countries), franska (Bois traités des Pays Nordique), tyska (Imprägniertes Holz aus dem Norden) och finska (Kyllästetty puutavara pohjoismaiden laatuluokitus ja käyttö).

Den synliga kvalitén och den osynliga. Informationsblad om impregnerade trädgårdsmöbler. Svenska Träskyddsinstitutet 1982.

Omér, S., Samuelsson, I. — Fukt och mögel. Rutin för fältbesiktning. Statens Institut för Byggnadsforskning, Meddelande M82:7, 1982.

Jermer, J. m. fl. — Träimpregneringsindustri och träskyddsforskning i Sverige. Bakgrund, nuläge och utvecklingsmöjligheter. Ingenjörsvetenskapsakademien, Rapport 223, 1982.

Jermer, J. m. fl. — Träskyddshandbok. Svensk Byggtjänst, 1984.

Nilsson, K., Kronberg, Ulla-Britt. — Förteckning över Sveriges träimpregneringsverk. Utkommer årligen.

Torkning av impregnerat trä. Temadag 1985-04-16. Svenska Träskyddsinstitutet och Svenska Träimpregneringsföreningen.

Svenska Träskyddsinstitutet 10 år, 1974—1984. Internationellt seminarium, 1984-04-03.

Edlund, Marie-Louise, Johansson, I. — Inträngning av TBTO-medel i furusplint. En jämförande studie av Hicksons spårämnesreagens och tennreagenset katekolviolet. Penetration of TBTO in treated redwood sapwood. A comparative study of spot tests for a Hickson tracer and for tin with catechol violet. Statens Provningsanstalt, Arbetsrapport SP-BT 1986:01, 1986.

Jermer, J. — Swedish approval schemes for wood preservatives. EHC Document No. 220, 1985.

Vakuumimpregnerade fönster. Träskyddskonferens 1987-03-19.

Kreosotolja. Möjligheter och problem. Träskyddsseminarium 1987-10-22.

Edlund, Marie-Louise, Jermer, J. m. fl. — Undersökning och utvärdering av impregnerade limträkonstruktioner. Investigation and evaluation of preservative-treated glulam constructions. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 18, 1988.

Jermer, J. (red.) — Information regarding health and safety in wood preservation in Europe. EHC Document No. 236/1.

Jermer, J. m. fl. — Puunsuojaus (finsk översättning och bearbetning av den Svenska »Träskyddshandbok»).

Edlund, Marie-Louise, Paajanen, Leena. — Vakuumimpregnering — erfarenheter av impregnerade fönster i praktiken och i fältförsök. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 19, 1989.

Bergman, Ö., Jermer, J. — NWPC Field Test with Wood Preservatives. Results from the Trials Started in 1971, 1973, 1975 and 1977. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 21, 1989.

Sammanställning av remissvar till utredningen »Min-skade risker med träskyddsmedel».

Holmer, S. — Tryckimpregnerat trä. SIFO AB, Dok 40775, 1990.

Drake, E. — Effekter av miljörestriktioner på tryckimpregnerat virke. Utredning utförd av Interforest AB.

Bergman, Ö., Jermer, J. — NWPC Field Test with Wood Preservatives. Results from the Trial Started in 1968. Nordiska Träskyddsrådet, Information nr 22, 1990.

Peterson, T., Edlund, Marie-Louise m. fl. — Trästolpar för kraft- och teleledning. Rapport från konferens i Fort Collins, Colorado, USA, oktober 1989.

Sammanställning av remissvar till förslag till Kemikalieinspektionens föreskrifter om träskyddsbehandlat virke.

Bergh, J. — Trästolpar — en litteraturstudie.
Examensarbete utfört vid Sveriges Lantbruksuniversitet.

Nilsson, K., Pettersson, Maj-Lis. — Växtskador orsakade av träskyddsmedel.
Sveriges Lantbruksuniversitet, Faktablad om växtskydd 17T, 1990.

Information om impregnerat trä

1. Vad är impregnerat trä?
2. Använd rätt impregnerat trä på rätt ställe!
3. Kvalitetskontroll av impregnerat trä.
4. Träskyddsmedel för impregnering av trä.
5. Tekniska egenskaper hos impregnerat trä.
6. Impregnerat trä i hus och trädgård.
7. Viktig information om impregnerat trä.
8. Tio tips om impregnerat trä.