UNDERSÖKNING OCH UTVÄRDERING AV IMPREGNERADE LIMTRÄKONSTRUKTIONER

INVESTIGATION AND EVALUATION OF PRESERVATIVE-TREATED GLULAMINATED CONSTRUCTIONS

NTR INFORMATION NR 18/88
ISSN 0358-707 X

NORDISKA TRÄSKYDDSRÅDET
1988

NTR INFORMATION NR 18/88

UNDERSÖKNING OCH UTVÄRDERING AV IMPREGNERADE LIMTRÄKONSTRUKTIONER
INVESTIGATION AND EVALUATION OF PRESERVATIVE-TREATED GLULAMINATED CONSTRUCTIONS

INNEHÅLL

Förord 1

Summary 3

Sammendrag 7

1. Impregnert limtre's motstand mot mikrobiell nedbrytning 11
   Fred G Evans

2. Undersøkelse av finske, kreosot-impregnerte limtrebroer 17
   Fred G Evans, Hannu Viitanen

3. Undersøkelser av danske limtrebroer 19
   Fred G Evans

4. Provning av impregnerade limträstolpar. Resultat efter 7 års exponering 21
   Jöran Jermer, Östen Bergman

5. Inspektion av impregnerade limträstolpar 29
   Marie-Louise Edlund

6. Förslag till krav på impregnerat limträ för användning i riskklasserna 3 och 4 37
   Fred G Evans, Marie-Louise Edlund, Jöran Jermer

© Nordiska Träskyddsrådet 1988

ISSN 0358-707 X

Printed in Sweden

FÖRORD

Konstruktioner av limträ, som impregnerats och tillverkats på olika sätt, har använts i Norden sedan flera år. Mot bakgrund av att det i Norden saknas standardiserade produktkrav för impregnerat limträ och att en betydande del av de tillverkade limträkonstruktionerna är mer eller mindre starkt bearbetade, har det rått osäkerhet om vilket skydd mot biologiska angrepp dessa konstruktioner egentligen har.

Med syfte att utvärdera skyddet hos olika slags limträkonstruktioner utomhus, samt att utarbeta ett förslag till standardiserade produktkrav för impregnerat limträ, igångsattes år 1985 ett projekt av Nordiska Träskyddsrådet. Det har finansierats med stöd från Nordiska Ministerrådet (projekt nr 53.04.08) och genomförts i samarbete mellan Norsk Treteknisk Institutt (projektansvarig), Statens Tekniska Forskningscentral i Finland, Svenska Träskyddsinstitutet samt Sveriges Lantbruksuniversitet.

Projektet har omfattat:

- inventering och studier av olika limträobjekt (gångbroar, stolpar, hoppbackar m m) i praktiskt bruk,
- utvärdering av ett fältförsök med impregnerade limträstolpar,
- utarbetande av ett förslag till standardiserade produktkrav.

Från Nordiska Träskyddsrådets sida hoppas vi att föreliggande rapport skall stimulera till fortsatt konstruktiv diskussion om relevanta produktkrav för impregnerade limträkonstruktioner.

Till Nordiska Ministerrådet, som ekonomiskt stött projektet, samt till företag m fl som möjliggjort detta arbete riktas ett varmt tack.

Nordiska Träskyddsrådet

Eero Kangas
Ordförande

SUMMARY

The objective of the investigations reported here was to collect information regarding the performance of preservative - treated glulam constructions in various environments and to propose requirements regarding preservative treatment of glulaminated wood for use in hazard categories 3 (outdoors, above ground) and 4 (outdoors, in ground).*

The investigation has been carried out in co-operation between the Technical Research Centre of Finland (VTT), the Norwegian Institute of Wood Technology (NTI), the Forest Products Department of the Swedish University of Agricultural Sciences and the Swedish Wood Preservation Institute.

Constructions above ground have been investigated by VTT in Finland (creosote-treated) and by NTI in Norway and Denmark (salt-treated). During the inspections particular attention was paid to

- *fungal decay*
- *mould*
- *mechanical damages such as cracks in the wood or delaminations*
- *general appearance*
  - *surface treatment*
  - *penetration of preservative*
  - *preservative retention*
  - *bleeding of creosote*

The investigation of glulam constructions in ground contact was carried out as two different projects. A field trial with glulaminated poles was revised after 7 years' testing at two test sites in southern and northern Sweden respectively and in a green-house. The test poles of European redwood (Pinus sylvestris) were all manufactured with CCA-treated (class A according to Nordic standard) laminations and followed by one of the following treatments of the assembled pole:

- *creosoted according to class A without previous incising*
- *creosoted after incising, see Figure 4.2 and 4.3, according to class A*
- *CCA-treatment after incising*
- *superficial treatment with a preservative stain containing dichlofluanid as the active component.*

---

* *Hazard categories as defined by the European Homologation Committee for Wood Preservatives (EHC). See EHC Reference Document 1984.*

See also the test plan in Figure 4.4. This project has been reported earlier in Document No: IRG/WP/3444.

The other part was a survey of glulam poles in service in Sweden. Poles from three lines erected in 1980 (7 years in service) and one line erected in 1984 (3 years in service) were inspected with special attention to fungal decay, formation of cracks, delamination and bleeding of creosote. All but one of the poles inspected were manufactured from CCA-treated laminations of European redwood and creosoted (with or without incising) after assembling. One of the poles was treated with a preservative stain of a creosote type after assembling.

In general the result was very promising with regard to the preservative treatments. Cracks, delaminations and other mechanical damages were considered to influence the strength properties more than the few decay damages found.

The five Finnish bridges treated with creosote had a generally good appearance. There were few cracks in the laminations and some delamination but no decay was found in the treated wood. The remaining creosote content varied between 70 and 104 kg/m^3, Table 2.2. Fungal decay was found only in an untreated part of one bridge. The moisture content was low and varied between 11 and 21 %. It was considerably lower than in the salt-treated constructions.

The oldest construction investigated was 26 years old and the youngest had been in service only few years. The salt-treated bridges in Norway were in very good shape. In spite of high moisture content (>30 %) only few attacks by decay fungi were recorded. None of them affected the strength properties, however. The high moisture contents recorded were mainly owing to poor constructional design in combination with cracks and delaminations.

The retention of CCA in these constructions varied between 3 kg/m^3 and 10 kg/m^3 sapwood. Extensive machining and low retentions still did not have any considerable adverse effects on the protection against decay.

Two of the bridges in Copenhagen were manufactured of untreated spruce and two of CCA-treated European redwood. One of the bridges of spruce was so new that no decay was observed. The other one, however, was severely attacked by decay fungi. Even large fruit bodies were found. An identical, two years younger bridge of treated wood was perfectly sound, however.

One important experience from the inspections of the above-ground constructions is that reduction of the strength properties of above-ground constructions is more likely to be a result of mechanical damages than of fungal decay.

Looking at the results of the field trial, Table 4.3, minor attacks of decay fungi were found in the heartwood of all poles in the greenhouse as well as in the salt-treated poles in the

field. The creosoted poles in the field were not attacked at all. However, most of the creosoted poles had been bleeding heavily during the first few years. Now the exudate was hardened.

The test has so far shown that the best protection against biological degradation is obtained for poles of Pinus sylvestris manufactured from salt-treated laminations and then the entire fabricated pole is treated again with creosote.

Heartwood in the outer laminations is the most decay susceptible part of a glulam pole. If possible therefore heartwood should be avoided in the outer laminations.

No decay was found in the poles in service. Some cracks and minor delaminations were found, however.

Based on the experience gained from the investigations the following requirements have been proposed for hazard category 3 and 4.

Hazard category 3 (above ground)

a) Laminations of class A-treated European redwood or other approved wood species. Machining allowed.

b) The assembled pole of European redwood or other approved wood species treated with creosote to a minimum retention of 75 kg/m^3 in all penetrable wood of all laminations at a minimum of 0.5 m from the end.

Hazard category 4 (in ground)

Laminations of class A-treated (water-borne preservatives) European redwood or other approved wood species. The assembled and machined construction must have a zone of minimum 10 mm penetrable wood which is then treated with creosote to class A. Machining is not allowed after the final creosote treatment.

Sammendrag.

Dette er en undersøkelse som skal gi et svar på spørsmål om holdbarheten til impregnerte limtrekonstruksjoner utendørs i og over mark. På grunnlag av resultatene av undersøkelsen, er det satt opp forslag til kravspesifikasjon for impregnert limtre i jordkontakt (risikoklasse 4) og over mark (risikoklasse 3). Disse kravspesifikasjonene er senere tenkt benyttet i en standard for impregnert limtre.

Undersøkelsen er et samarbeid mellom VTT i Finland, STI og SLU i Sverige og NTI i Norge. Limtrekonstruksjoner brukt over mark ble fordelt mellom Finland og Norge slik at VTT undersøkte kreosotimpregnerte og NTI saltimpregnerte konstruksjoner. De undersøkte saltimpregnerte konstruksjonene sto oppført både i Norge og i Danmark. Under befaringene ble det tatt hensyn til punkter som

* råteskader
* mugg
* mekaniske skader
  - sprekker i tre og limfuger
  - trebrudd etc.
* den allmenne tilstand
  - overflatebehandling
  - inntrengning av impregneringsmiddel
  - innhold av impregneringsmiddel
  - kreosotsvetting

Det ble i endel tilfeller tatt med borprøver for kjemisk og eller biologisk analyse.

Inventeringen av limtre i jordkontakt ble gjennomført på to måter. Det ble revidert et feltforsøk med limtrestolper etter 7 års eksponering både i drivhus og utendørs. Prøvene var laget ved at saltimpregnerte lameller (klasse A) var limt opp til stolper. Disse ble så kreosotimpregnert både med og uten incising. Incisingen ble foretatt manuelt i en dybde på 15 - 17 mm.

Den andre delen var en inventering av limtrestolper i bruk i Sverige. Det ble undersøkt 4 ulike linjer. Tre var oppsatt i 1980 og en i 1984. Råte, oppsprekking, delaminering og svetting ble vurdert okulært.

Generelt ble resultatet meget positivt beskyttelsesmessig. Det var kun få konstruksjoner hvor råte ble påvist. Oppsprekking og delaminering samt mekaniske skader påvirker styrken mer enn de få og små råteangrep som ble oppdaget.

De 5 finske limtrebroene impregnert med kreosot hadde en god allmenntilstand. Det var noe sprekk i lamellene og en viss delaminering, men ingen råteangrep ble funnet i impregnert limtre. Kreosotinnholdet var fra 70 - 104 kg/m^3 dvs. opptil 52 % lavere enn klasse A-kravet.

Den eneste råte som fantes var i en uimpregnert del i en bro. Fuktinnholdet i broene var lavt (11 - 21 %) sammenliknet med de saltimpregnerte konstruksjonene.

Av de undersøkte saltimpregnerte, limtrekonstruksjonene var den eldste 26 år og den yngste kun noen få år. De saltimpregnerte broene i Norge var i meget god tilstand. Til tross for at broene hadde tildels høyt fuktinnhold (> 30 %), ble det kun funnet noen få råteangrep, men ingen var av et slikt omfang at det gikk ut over styrken. De fleste hadde fuktinnhold over 30 %. Det ble påvist dårlige, konstruktive løsninger som ga høyt fuktinnhold, samt mengder av sprekker og delaminering. Saltopptaket i disse konstruksjonene varierte fra ca. 3 kg/m^3 til 10 kg/m^3. Dette vil si at selv ved vesentlig bearbeiding og lavt saltopptak beskyttes konstruksjonen mot biologisk nedbrytning.

Av de undersøkte broene i København var to av uimpregnert gran og to av saltimpregnert furu. Den ene granbroen var så ny at det enda ikke var noe synlig råte i den. Den var også konstruktivt beskyttet med beslag som hindret vanntilgang. Den eldste granbroen var imidlertid hardt angrepet av råte. Store fruktlegemer av sopp vokste på limtrebjelkene. En identisk, to år yngre bro i impregnert furu var derimot ikke angrepet av råtesopp.

De største farene for styrkereduksjon av limtrekonstruksjoner over mark skyldes den mekaniske skade de utsettes for.

I feltforsøket med impregnerte limtrestolper ble det funnet små råteangrep i kjerneveden på alle prøvene i drivhus. De dobbelt, saltimpregnerte utendørs hadde også råteangrep, mens de som var inciset og kreosotimpregnert var uten angrep. Kreosoten svettet imidlertid kraftig. Det var også endel sprekker i de ytterste lamellene. Det var dessuten registrert endel delaminering. De incisede stolpene sprakk mer enn de uincisede og mer i salt enn kreosot.

Inspeksjonen av stående stolper viste ingen råte. De fleste sto i et drenerende fundament, men selv der sto noen stolper i vann. Det ble observert sprekker i lamellene og endel delaminering. Det ble ikke boret i stolpene pga. den skade som da kan oppstå. Opptaket i de forskjellige stolpene er derfor ikke kjent hverken for kreosot eller salt.

Ut i fra den gjennomførte inventering synes flg. krav tilstrekkelige for impregnert limtre:

I risikoklasse 3 (over mark):

a) Lamellene er av klasse A impregnert furu eller annet godkjent treslag og bearbeiding er tillatt.

b) En limtrestolpe av furu eller annet godkjent treslag impregneres med kreosot med et opptak på min. 75 kg/m³ i den impregnerte sonen som skal være full inntrengning i alle lameller minst 0,5 m fra enden.

I risikoklasse 4 (i markkontakt) :

kreves at lamellene er av saltimpregnert furu klasse A. Den ferdige bearbeidede konstruksjon skal deretter ha en utvendig sone på 10 mm yteved som skal impregneres med kreosot i et opptak tilsvarende klasse A. Etter kreosotimpregneringen tillates ingen bearbeiding annet enn en viss tilpasning.

1. Impregnert limtre's motstand mot mikrobiell nedbrytning.

Fred G. Evans, NTI

1.1 Gjennomføring.

Denne del av arbeidet baseres på et diplomarbeide av stud. tekn. Knut Foyn og som er gjennomført i samråd med K. Mørkved og undertegnede ved NTI høsten 1987.

De 18 konstruksjonene som ble undersøkt hadde en alder fra 10 - 26 år. Det var flest gangbroer, men også enkelte andre konstruksjoner, bla. utstikkende limtre-bjelker i bygninger.

Det ble benyttet en sjekkliste for befaring av de forskjellige konstruksjonene. Det ble spesielt sett etter faktorer som kunne forårsake oppfukting og derved råteangrep. Den visuelle undersøkelsen omfattet:

* Synlige råteskader
* Mekaniske skader
* Uheldige løsninger og detaljer ved
  - opplagrene
  - endeved
  - beslag og forbindelser
* Sprekker
* Delaminering
* Vedlikehold

Foruten visuell vurdering ble det utført målinger av

* Dimensjoner, lamelltykkelse etc.
* Fuktighet i trevirke
* Inntrengning av Pilodyn slaghammer
* Sprekker og delaminering

Det ble også tatt 5 - 10 borprøver fra hver konstruksjon. Disse ble analysert for saltopptak og inntrengning i yteveden.

1.2 Resultater.

Eventuell overflatebehandling, fuktighet, inntrengning av impregneringsmiddel og opptaksmengde er gitt i tabell 1.1.

Mekanisk skade og oppsprekking enten av lamellene eller delaminering av limfugen er faktorer som ble undersøkt, men som ikke er satt opp i tabell 1.1.

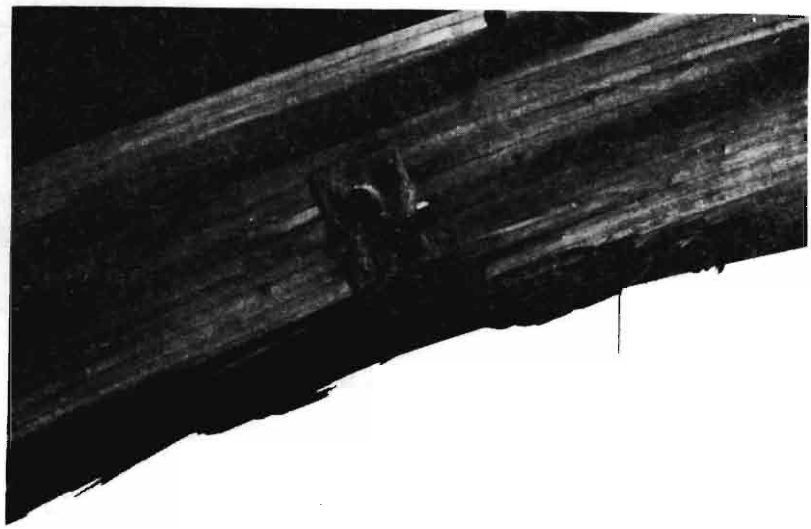
Tabell 1.1 Oversikt over sted, alder, behandling, fukt, inntrengning og opptak av impregneringsmiddel i de undersøkte konstruksjonene. Vanlig krav til opptak er 12 kg/m³ yteved.

Table 1.1 Location, age, treatment, moisture content, penetration and retention of preservative in the constructions investigated. The Nordic requirement for retention of the preservative used, is 12 kg/m³ sapwood.

Stedsnavn hvor konstr. står	Alder år	Type konstruksjon	Overflatebehand.	Fukt % min. max.	Inntr. i yteved %	Opptak kg/m³
Location	*Age years*	*Type of construction*	*Surface treatment*	*Moisture content*	*Penetration sapwood*	*Retention sapwood*
Lysaker	26	Gangbro *Foot-brigde*	Ja *Yes*	22 - >30	100	3,2
Skoger	23	Gangbro *Foot-brigde*	Nei *No*	13 - >30	100	8,1
Holmenkollen	22	Gangbro *Foot-brigde*	Ja *Yes*	19 - >30	100	10,8
Lisbakken	22	Hoppbakke *Ski jump*	Nei *No*		100	
Persbråten	22	Idrettshall *Sports hall*	Ja *Yes*	12 - 19	100	5,7
Skui	21	Gangbro *Footbridge*	Nei *No*	> 30	100	8,0
Linderud	21	Skole *School*	Ja *Yes*	13 - 20	100	6,6
Haslum	21	Krematorie *Crematorium*	Ja *Yes*	11 - 23	80	3,3
Høyenhallen	20	Skole *School*	Ja *Yes*	13 - 28	100	6,8
Skrøderbakken	20	Hoppbakke *Ski jump*	Nei *No*	20 - 30	100	9,2
Slependen	18	Gangbro *Foot-bridge*	Nei *No*	> 30	100	10,4
Herstrøm	17	Gangbro *Foot-bridge*	Nei *No*	18 - >30	100	9,6
Vinnes	16	Gangbro *Foot-bridge*	Nei *No*	> 30	100	8,3
Åråsen	13	Gangbro *Foot-bridge*	Ja *Yes*	20 - 22	100	6,1
Randheim	12	Gangbro *Foot-bridge*	Ja *Yes*	13 - 23	80	8,4
Berger	12	Gangbro *Foot-bridge*	Ja *Yes*	22 - >30	100	5,2
Hvalstrand	10	Gangbro *Foot-bridge*	Ja *Yes*	22 - >30	80	5,2
Vettre	10	Gangbro *Foot-bridge*	Ja *Yes*	15 - >30	100	6,9

1.2.1 Mekanisk skade.

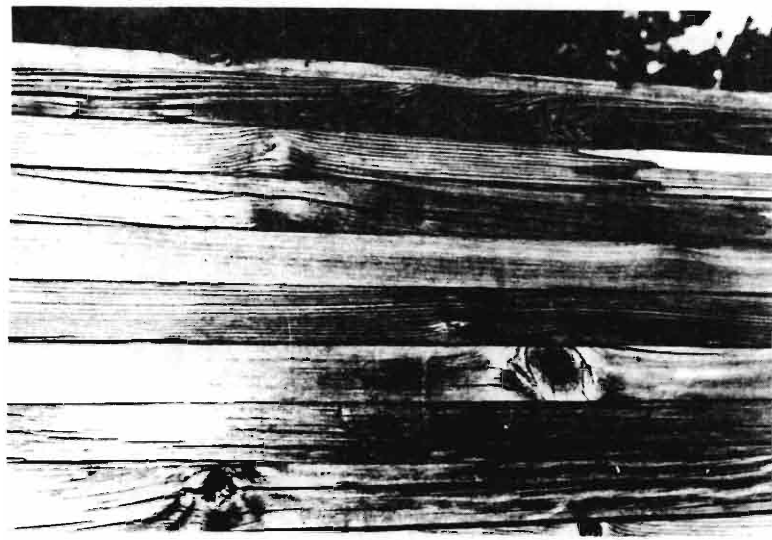
I alt er 12 gangbroer skadet. Flere har kollisjonsskade som stedvis har fjernet flere lameller av bjelken. Dette gir en svekkelse av konstruksjonenes styrke. I ett tilfelle var det en tverrsnittsreduksjon på 30 %. Se fig. 1.1.



Figur 1.1 Skade av limtrebjelke pga. kollisjon. 7 lameller er fjernet.
Figure 1.1 Collision damage of a gluelam beam. 7 lamellae are lost.

1.2.2 Sprekkdannelse.

Det var tildels stor sprekkdannelse i lamellene. Det var sprekkdybder på opptil 30 - 40 mm. Lengden av disse sprekkene var imidlertid kun 50 - 100 mm. Det er klart at brede, dype sprekker øker fare for råteangrep ved at vann trenger inn i treet. De konstruksjoner som ikke var overflatebehandlet sprakk mest. (se fig. 1.2). Endeveden er også hardt utsatt for oppsprekking. I enkelte tilfelle er det konstruksjonsmessige årsaker til stor sprekkdannelse se fig. 1.3.



Figur 1.2 Sprekker i lamellene.
Figure 1.2 Cracking of lamellae.

1.2.3 Delaminering.

Det var tildels stor oppsprekking av limfugene (delaminering). I de verste tilfellene kunne man se igjennom bjelken i 500 mm lengde. Delamineringsdyp på 20 - 30 mm var ikke uvanlig. Ofte kunne sprekkene ha flere meter lengde. Buede limtrebjelker var mer utsatt for delaminering enn rette bjelker.

De forannevnte skader og oppsprekkinger kan medføre angrepsmulighet for sopp pga. at uimpregnert kjerneved og yteved med lavt opptak av impregneringsmiddel blir blottlagt for vanninnsig. I tillegg til sprekker ble det avdekket endel uheldige konstruksjonsløsninger ved fundamentene. Innfellinger til beslag, hull til bolter, heving av grunnen og vegetasjon øker fuktbelastningen på treet.

Figur 1.3 Sprekker pga. hullboring til rekkverk.
Figure 1.3 Cracking caused by the holes for guard-rail

1.2.4 Fuktighet.

Som man ser av tabell 1.1 har alle limtrekonstruksjonene et eller annet sted fuktinnhold over 20 % og de fleste også over 30 % (30 % er øvre grense for den elektriske fuktighetsmåleren som ble benyttet). Dette vil si at fuktbetingelsene ligger til rette for råteangrep.

1.2.5 Opptak og inntrengning av impregneringsmidlene.

Av tabell 1.1 ser en at saltenes inntrengning i lamellene er 100 % i yteveden i de fleste tilfeller. Opptaksmengden av impregneringsmiddel derimot er i alle tildels kraftig redusert sammenliknet med kravet til klasse A-virke i de nordiske impregneringsstandarder. Lamellene skulle tilfredsstille klasse A-kravet før produksjon av limtre. Det var ventet en reduksjon av opptaket siden man i så stor grad bearbeider bjelkene og fjerner ved høvling de deler av det impregnerte treet som har høyest opptak. At man kommer så lavt som til 3 - 4 kg/m^3 er imidlertid overraskende.

1.2.6 Overflatesopp og algevekst.

På gangbroene fant man ofte overflatesopp og algevekst. Dette oppsto på nordsider og i konstruktive detaljer som ga høy fuktighet og som tørket sakte f. eks. like over gangdekket og bak vegetasjon.

1.2.7 Råtesopper.

Tiltross for lavt opptak, dårlig konstruksjon og oppsprekking etc., fant man kun tre tilfelle av råtesoppangrep. To av angrepene er små dvs. at de foreløpig ikke er til noen skade for konstruksjonens styrke. Det mest alvorlige tilfellet av råte fant man på en utstikkende takbjelke. Denne var overflatebehandlet flere ganger med maling som dannet en tykk hinne. Langsom tørking ved siden av dårlig inntrengning og et meget lavt opptak av impregneringsmidlet gir sopputvikling. Soppen var kommet så langt i sin utvikling at det var dannet fruktlegemer på overflaten.

1.3 Konklusjon.

De undersøkte limtrekonstruksjoner av saltimpregnerte lameller var i en meget bra tilstand selv etter opptil 26 års tjeneste. Selv om man fant små råteangrep, svekket ikke disse konstruksjonens bæreevne. Det synes som om ytevedopptak på ned til 5 kg/m^3 gir tilstrekkelig beskyttelse mot råte bare konstruksjonen er over mark. Dette til tross for alle sprekker og dårlig konstruktive løsninger som gir mange vannfeller og høyt vannopptak i trevirket.

1.4 Litteratur.

Knut Foyn
Impregnert limtre's motstand mot mikrobiell nedbrytning
Diplomoppgave Norges Tekniske Høgskole
Trondheim, 1987.

2. Undersøkelse av finske, kreosotimpregnerte limtrebroer.

Hannu Viitanen, VTT
Fred G. Evans, NTI

Undersøkelsen er gjort av Hannu Viitanen og rapporten er bearbeidet av F. G. Evans.

2.1 Objektvalg

Det ble valgt 5 limtrebroer ut fra oversikt gitt av produsenten Vierumäen Teollisuus Oy. Broene som var kreosotimpregnert ble produsert i årene 1974 - 85. Nærmere opplysninger er gitt i tabell 2.1.

Tabell 2.1 De undersøkte limtrebroene i Finland.
Table 2.1 The gluelam bridges investigated in Finland

Navn	Sted	Prod. år	Broens lengde m	Broens bredde m	Limtre dimensjon mm
Name	*Location*	*Production year*	*Length*	*Width*	*Gluelam beam dimension*
Joensuu	Jämsä	1974	5,0- 6,0	6,5	190 x 630
Luhta	Nummi-Pusula	1976	12,0	6,5	-
Luukkala	Somero	1980	17,0	6,5	180 x 1370
Mättään-Suonoja	Somero	1981	4,0	6,0	240 x 435
Ihamäki	Somero	1985	19,3	8,0	200 x 1200

2.2 Inspeksjonen av broene.

Ved inspeksjonen ble det tatt særlig hensyn til flg. punkter:

* råteskader
* fremtredende mugg
* mekaniske skader
* sprekker i trelamell og limfuger
* nedbøyning
* fuktighetsfordelingen i trekonstruksjonen
* overflatens tilstand (kreosotsvetting og kjerneved)

Ved inspeksjonen tok man borprøver for laboratorie-undersøkelse.

2.3 Laboratorieundersøkelsen.

I laboratoriet ble flg. parametre undersøkt:

* inntrengning av kreosot i yteveden
* kreosotopptak (etter AWPA A-6/70)
* råteskade (mikroskopisk)

2.4 Resultater.

Tabell 2.2 Kreosotens inntrengning og innhold i limtrebjelkene.
Table 2.2 The penetration and remaining retention of creosote in the bridges.

Sted *Location*	Prod. år *Production year*	Opptak kg/m³ *Retention sapwood*	Inntr. % *Penetration sapwood*	Fuktighet % ytre sider *Moisture content outer side*	Fuktighet % indre sider *Moisture content inner side*
Jämsä	1974	104,5	100	11-12	14-16
Nummi-Pusula	1976	76,1	100	15-21	20-21
Somero	1980	70,0	81	15-17	18-20
Somero	1981	75,5	100	15-17	18-20
Somero	1985	81,2	100	12-15	15-18

Det ble ikke notert delaminering i noen av konstruksjonene. Det var også lite sprekking i lamellene. Sprekkene fantes først og fremst der hvor kreosotinnholdet var lite.

2.5 Konklusjon.

Limtrebjelkene i alle de undersøkte broene var i god tilstand. Kreosoten var slitt på de yttre sidene - spesielt i kjerneveden. Det fantes små sprekker, men ingen delaminering.

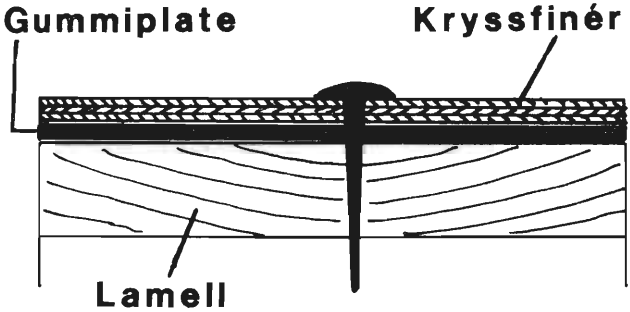
3. Undersøkelser av danske limtrebroer.

Fred G. Evans, NTI

Undersøkelsen ble utført ved hjelp av forsøkstekniker Keld Henriksen, TI.

3.1 Avidøre Havnevej

Broen var oppført i 1982 av rette, uimpregnerte limtrebjelker med dimensjon 250 x 1000 mm. Allmenntilstanden var god. Selve bjelke-toppen var dekket med et "beslag" av gummifôret kryssfinér, se fig. 3.1.



Figur 3.1 Finérbeslaget med gummiforing på broen ved Avidøre Havnevej.
Figure 3.1 Protection of the gluelam top by plywood and rubber sheets of the bridge at Avidøre Havnevej, Copenhagen.

Broen var beiset med en alkydbeis. Det var sprekker i lamellenes sider, men kun litt delaminering. Under montering var beslag og bolter montert så stramt at disse hadde boret seg inn i limtreets side når dette svellet under oppfukting. Dette ga fiberbrudd som vann lett trenger inn i.

3.2 Højagerskolen

Denne broen var oppført i 1962 av Tanalith C-impregnert furu. Broen var en buet limtrekonstruksjon, hvis allmenntilstand var meget dårlig.

Det var sterk delaminering - det samme så man på norske, buede konstruksjoner. Det var også sterk rustdannelse ved bolter og beslag. Den var ikke overflatebehandlet.

Det var en myk overflate på limtrebjelkene hvorav det sluttes at det er en viss biologisk nedbrytning av overflaten. Dette gikk imidlertid ikke dypere enn 5 - 7 mm.

3.3 Fredensborg - Nørredahlsvej

Dette var en gangbro oppsatt i 1972 av rette limtre-bjelker. Den var beiset med en alkydbeis.

Allmenntilstand var meget dårlig. Beisen var helt nedbrutt og hadde ikke lenger noen vannavvisende effekt. Det var tydelige råteskader. Flere fruktlegemer av korkhatt vokste på limtrebjelkenes overflate.

De underliggende bjelker som holdt gangdekket oppe hadde endel delaminering. Det var også endel mekaniske skader fra kollisjon med bil.

Også på denne konstruksjonen var bolter og beslag presset inn i treet med følge av fiberskade og den mulighet for vanninnsig som dette medfører.

3.4 Humlebekk

Samme konstruksjon som ved Fredensborg, men her utført i trykkimpregnert furu. Denne var 2 år yngre, bygget i 1972.

Den allmenne tilstand var god. Det ble imidlertid endel overflateråte ved knivstikking. Den går imidlertid kun 4 - 5 mm i kjerneveden på øverste lamell. I den impregnerte yteveden gikk nedbrytningen kun 1 - 2 mm.

Det var også noe delaminering. Dette var skjedd kun få steder, men der var det tildels store åpninger.

3.5 Konklusjon.

Begge de undersøkte limtrebroer av trykkimpregnert furu viste god allmenntilstand og ingen vesentlig råte som påvirker styrken til konstruksjonen. De uimpregnerte grankonstruksjoner er mer usikre. Den eldste som ikke hadde noen konstruktiv beskyttelse var sterkt angrepet av råtesopp og styrken må være vesentlig svekket sammenliknet med den broen hadde som ny.

4. PROVNING AV IMPREGNERADE LIMTRÄSTOLPAR. RESULTAT EFTER 7 ÅRS EXPONERING.

Jöran Jermer
Svenska Träskyddsinstitutet, Stockholm

Östen Bergman
Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala

4.1 Inledning

Bristen på naturvuxna stolpar i längder om ca 20 m i Sverige intensifierade i mitten på 1970-talet ansträngningarna att finna lämpliga ersättningsmaterial, t ex stål, betong och limträ.

Svenska Träskyddsinstitutet lade under åren 1975-79 ned ett omfattande arbete på studier av impregnering och provning av limträstolpar (Jermer & Omér 1980). Inom ramen för detta arbete igångsattes även en långtidsprovning av limträstolpar som givits olika träskyddsbehandling. Föreliggande rapport redovisar resultaten från denna långtidsprovning efter ca 7 års exponering.

Resultatbearbetning och rapportsammanställning har skett inom ramen för ett av Nordiska Träskyddsrådet initierat projekt.

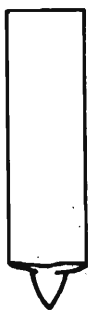
4.2 Stolpmaterialet

Stolparna tillverkades av furu *(Pinus sylvestris)* från norra Sverige. Det impregnerades till klass A enligt SIS 05 61 10 (DS 2122, SFS 3974, NS 3190) med Boliden K33, vilket innebär en upptagning på 12 kg/m^3 i den impregnerbara splintveden.

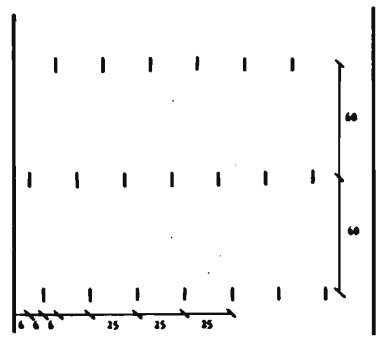
Efter impregnering torkades virket i virkestork. Av misstag genomfördes torkningen alltför forcerat, vilket medförde relativt omfattande sprickbildning, figur 4.1.

Nio stolpar med åtta 45 mm lameller i varje tillverkades enligt Svensk Limträkontrolls regler för hållfasthetsklass L40. Endast lameller med full inträngning i splintveden användes. Limningen utfördes med ett fenol-resorcinollim med 20 % pulverhärdare. Presstrycket, 0.8 MPa i limfogen, applicerades under hela härdningsperioden, 12 h vid 40°C. Höjdsidorna planhyvlades ej för att inte försämra rötskyddet. Några stolpar incisades för hand med ett verktyg enligt fig 4.2 och efter mönster i fig 4.3. Inträngningsdjupet var 15-17 mm.

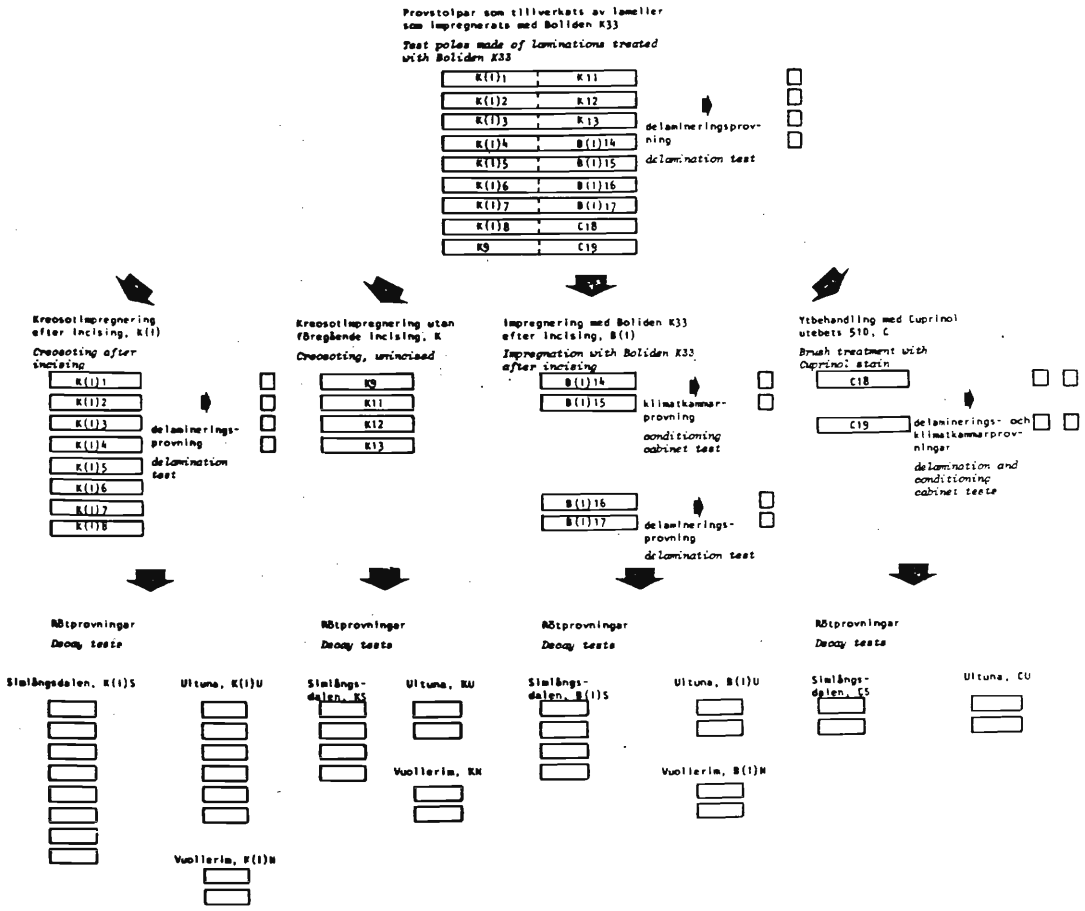
Figur 4.1 Lamellerna hade anmärkningsvärt många och stora sprickor.
Figure 4.1 *The treated laminations became badly checked during the kiln drying. This photo shows the laminations after assembling.*



Figur 4.2 Verktyg för incising av provstolpar.
Figure 4.2 *Tool for incising of test poles*



Figur 4.3 Mönster för incising av provstolpar. Mått i mm.
Figure 4.3 *Pattern for incising test poles. Measurements in millimetres.*



Figur 4.4 Försöksplan
Figure 4.4 Test plan

De färdiga stolparna kapades på mitten och stolphalvorna fördelades på olika försöksled avseende efterföljande impregnering, ytbehandling och provning. I figur 4.4 en översiktlig försöksplan.

Samtliga försöksstolpar utom de som endast ytbehandlades impregnerades således två gånger, och följande beteckningar används i fortsättningen för att identifiera de olika försöksleden:

K(I) = kreosotimpregnerade efter incising

K = kreosotimpregnerade utan föregående incising

B(I) = impregnerade med Boliden K33 efter incising

C = bestrukna med Cuprinol utebets 510 (aktivt ämne: diklofluanid)

De stolpar som kreosotimpregnerades fick en medelinträngning av kreosot på 35 mm för de som incisats och på 30 mm för de icke incisade. Upptagningen kreosotolja var ca 165 kg/m^3 i inträngningszonen och kravet för klass A, 135 kg/m^3, uppfylldes sålunda.

Samtliga toppytor snedsågades innan stolparna utsattes i provning. Hälften av stolparna för utomhusexponering försågs med ett tak av aluminium. Dessa markeras i fortsättningen med "X". Övriga stolptoppar behandlades två gånger med samma medel som användes vid impregneringen.

4.3 Provningsplatser

Provstolparna utplacerades i januari 1979 i ett växthus tillhörande Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala och i maj samma år på försöksfältet i Simlångsdalen i Halland och i en kraftledningsgata i Vuollerim i Norrbottens län. Stolparna grävdes ned till ca 0,5 m djup. I figur 4.5 visas den geografiska belägenheten och i Tabell 4.1 några klimatiska data för de olika försöksplatserna. Stolparna i växthuset har bevattnats ungefär en gång i veckan. Temperaturen har under vinterhalvåret varit 15-20°C och under sommarhalvåret ca 20°C med toppar kring 30-40°C. Tabell 4.2 ger en sammanställning över fördelningen av provstolpar på försöksplatserna.

4.4 Inspektioner

Stolparna har sedan de utsattes inspekterats vid fem tillfällen, det senaste under augusti-oktober 1986, d v s efter drygt 7 års exponering. Vid inspektionerna har följande parametrar studerats:

- Angrepp av röta,
- Sprickbildning,
- Limfogarnas kondition,
- Utsvettning av kreosot på stolparnas yta.

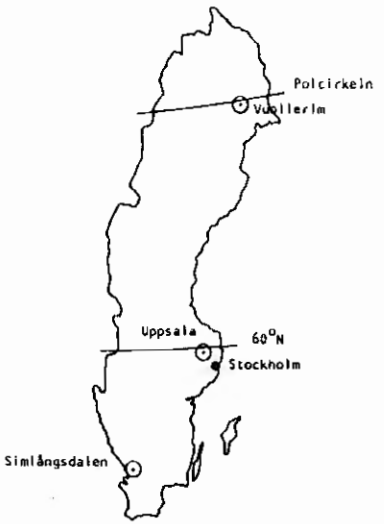


Table 4.2 Fördelning av provstolpar på olika försöksplatser.
Table 4.2 Distribution of test poles for various test sites.

Simlångsdalen Stolpe nr *Pole no*	Vuollerim Stolpe nr *Pole no*	Ultuna Stolpe nr *Pole no*
K(I) 21 X	K(I) 34 X	K(I) 22
K(I) 23 X	K(I) 36 X	K(I) 24
K(I) 25 X	K(I)	K(I) 26
K(I) 27 X		K(I) 28
K(I) 29	K 46	K(I) 30
	K 48	K(I) 32
K(I) 31	B(I) 56	
K(I) 33	B(I) 58 X	K 42
K(I) 35		K 44
K 41 X		B(I) 52
K 43 X		B(I) 54
K 45		
K 47		
		C 62
		C 64
B(I) 51 X		
B(I) 53 X		
B(I) 55		
B(I) 57		
C 61 X		
C 63 X		

Figur 4.5 Geografisk belägenhet av provstolpar
Figure 4.5 Location of test poles

Tabell 4.1 Klimatiska data för Simlångsdalen och Vuollerim
Table 4.1 Climatic data for Simlångsdalen and Vuollerim

Väderparameter *Weather parameter*	Simlångsdalen	Vuollerim[1]
Temperatur, årsmedelvärde, °C *Temperature, average (year), °C*	6.7	-0,2
Temperatur, medelvärde för varmaste månad, °C *Temperature, average for the warmest month, °C*	16.5 (juli) *(July)*	15.0 (juli) *(July)*
Temperatur, medelvärde för kallaste månad, °C *Temperature, average for the coldest month, °C*	-2.5 (januari) *(January)*	-14.1 (januari) *(January)*
Nederbörd, årsmedelvärde, mm *Precipitation, average (year) mm*	1 015	492
Tjälperiod[2], dagar *Freezed soil[2], days*	115	200

1) Data avser Jokkmokk, ca 40 km från Vuollerim
1) Data for Jokkmokk, 40 km from Vuollerim

2) Avser år med normalt snötäcke
2) For years with normal snow cover

Förekomsten av rötangrepp har undersökts visuellt och med hjälp av en liten kniv. Stolparna har vid inspektionstillfället frilagts i markzonen till ca 25 cm djup. Vid inspektionerna har rötangrepp i kärnved och splintved samt vid limfogar särskiljts. Bedömningen har gjorts enligt en skala 0-4, där 0 betecknar helt frisk ved och 4 helt rutten ved (Bergman, Mazur 1986).

Omfattningen av sprickbildningen har bedömts visuellt. Spricklängd och maximal sprickbredd har uppmätts med måttband. Det största sprickdjupet har bestämts med ett 0.5 mm bladmått.

Limfogarnas kondition liksom utsvettningen av kreosot har bedömts visuellt. Utsvettningen av kreosot har bedömts i en skala 0-3, där 0 betecknar helt torra stolpar och 3 stolpar med betydande utsvettning (Bergman m fl 1975).

4.5 Resultat

Resultaten från rötskadebesiktningarna redovisas översiktligt i Tabell 4.3.

Tabell 4.3 Sammanfattande resultat från rötskadebesiktningen efter 7 års exponering.
Table 4.3 Summarized results from decay inspections after 7 years' exposure.

Stolpe/impregnering *Pole/preservative treatment*		Simlångsdalen	Vuollerim	Växthuset, Uppsala *Greenhouse in Uppsala*
K(I)	Kreosotimpregnerade, incisade *Creosoted, incised*	Inga angrepp *No attacks*	Inga angrepp *No attacks*	Mycket små angrepp i kärnved i 2 av 6 stolpar *Very small attacks in heartwood in 2 out of 6 poles*
K	Kreosotimpregnerade *Creosoted*	Inga angrepp *No attacks*	Inga angrepp *No attacks*	Mycket litet angrepp i kärnved i 1 stolpe av 2 *Small attack in heartwood in 1 pole out of 2*
B(I)	Dubbelimpregnerade med Boliden K33, incisade *"Double-treated" with Boliden K33, incised*	Mycket små angrepp i kärnved i 3 av 4 stolpar *Very small attacks in heartwood in 3 out of 4 poles*	Mycket små angrepp i kärnved i 2 av 2 stolpar *Very small attacks in heartwood in 2 out of 2 poles*	Mycket små angrepp i splintved och måttliga angrepp i kärnved i 2 av 2 stolpar *Very small attacks in sapwood and moderate attacks in heartwood in 2 out of 2 poles*
C	Ytbehandlade med Cuprinol utebets 510 *Superficially treated with preservative stain*	Mycket små angrepp i kärnved i 2 av 2 stolpar *Very small attacks in heartwood in 2 out of 2 poles*	- -	Mycket små angrepp i splintved och måttliga till svåra angrepp i kärnved i 2 stolpar av 2. *Very small attacks in sapwood and moderate to severe attacks in heartwood in 2 out of 2 poles*

Rötskadebesiktningarna visar, att samtliga saltimpregnerade stolpar utom en har angripits av röta. Hos stolparna utomhus är det fråga om mycket små angrepp, medan relativt allvarliga angrepp noterats för stolparna i växthuset. Det är framför allt kärnved i de yttersta lamellerna som angripits. I växthuset uppvisar även splintved i yttre och inre lameller små angrepp av röta. Endast i växthusförsöket har rötangrepp påträffats i kreosotimpregnerade stolpar. Det rör sig om tre fall, där kärnved i den yttersta lamellen angripits.

De kreosotimpregnerade stolparna har generellt sett klarat sig bäst hittills. Man kan inte se någon signifikant skillnad mellan stolpar som incisats och icke incisats. Det geografiska läget har ännu så länge inte haft någon betydelse för uppkomsten av rötangrepp.

Utsvettningen var mycket kraftig hos de utomhusexponerade stolparna under de första två åren. Den utsvettade kreosoten har med tiden hårdnat, och stolparna är efter 7 år praktiskt taget helt torra och smetfria på ytan.

Sprickbildningen har varit svår att bedöma och utvärdera. Några tendenser kan dock förmärkas:

- På de yttre lamellerna har som regel endast en större, längsgående och ganska djup spricka uppkommit.

- De inre lamellerna uppvisar relativt många men ganska små sprickor. Däremot påträffas relativt stora "öppningar" i limfogarna mellan lamellerna. Uttrycket "öppningar" används här eftersom det är svårt att avgöra om det är fråga om en verklig delaminering eller om sprickan har uppstått alldeles intill limfogen. De kreosotimpregnerade stolparna i Vuollerim uppvisar inga öppningar alls vid limfogarna.

- Stolpar som har incisats har flera sprickor än icke incisade.

- Sprickorna är fler och dessutom djupare och bredare i saltimpregnerade stolpar än i kreosotimpregnerade.

- De saltimpregnerade stolpar som endast har ytbehandlats har färre sprickor än de som impregnerats ännu en gång med Boliden K33.

4.6 Diskussion och slutsatser

Försöken har visat, att det jämförelsevis bästa rötskyddet erhålles om varje lamell först impregnerats med ett vattenlösligt träskyddsmedel (i detta fall har ett medel av CCA-typ använts) och den limmade stolpen därefter impregneras med kreosotolja. All impregnering förutsätts ske enligt SIS 05 61 10 (DS 2122, SFS 3974, NS 3190), klass A.

Kärnved i de yttre lamellerna är den mest rötkänsliga delen av en limträstolpe som placeras direkt i markkontakt. Om möjligt bör kärnved undvikas i de yttre lamellerna, om man inte t ex genom en effektiv incising kan förbättra impregnerbarheten och därmed skyddet mot rötangrepp.

De provade stolparna uppvisar generellt sett ett relativt stort antal sprickor. Det är möjligt att uppkomsten av sprickor skulle kunna reducerats, om lamellerna vid den ursprungliga impregneringen med Boliden K33 hade torkats på ett skonsammare sätt.

Ett alltför stort antal sprickor, särskilt i och vid limfogarna, kan utgöra en fara såväl för stolpens hållfasthetstekniska egenskaper som för rötskyddet. Djupa sprickor kan utgöra en inkörsport för rötsvampar. Huruvida det uppkommit inre röta i stolparna p g a djupa sprickor har inte kunnat undersökas. Vid framtida inspektioner kommer dock några stolpar att kapas för att eventuellt rötangrepp i stolparnas inre skall kunna observeras.

Att sprickorna är fler och större i de stolpar som "dubbelimpregnerats" med saltmedel än i de som avslutningsvis impregnerades med kreosot är föga överraskande med hänsyn till kreosotens välkända stabiliserande egenskaper.

Någon effekt av stolptaken har ännu inte visat sig. I ett längre tidsperspektiv hoppas vi få svar på frågan om taken ger ett effektivt skydd mot rötskador och frostsprängningar i stolpens topp.

Sammanfattningsvis kan man säga att provningarna hittills givit värdefulla erfarenheter och lovande resultat när det gäller möjligheterna att effektivt skydda stolpar och även andra limträkonstruktioner i markkontakt.

LITTERATUR

Bergman, Ö m fl, 1975; Vattenlagring - en metod att minska utsvettning hos kreosotimpregnerade stolpar. Svenska Träskyddsinstitutet, Meddelande nr 119.

Bergman, Ö och Mazur, F, 1986; Fältförsök med träskyddsmedel. 1984 års revision.
Svenska Träskyddsinstitutet, Meddelande nr 156.

Jermer, J och Omér, S, 1980; Utveckling av limträstolpar i Sverige 1975-1980.
Svenska Träskyddsinstitutet, Meddelande nr 137.

Svensk Limträkontroll, 1977; Regler för L-trä 1977:1.

Sveriges Standardiseringskommission, 1977; Impregnerat trä. Klassindelning. Svensk Standard SIS 05 61 10.

5. INSPEKTION AV IMPREGNERADE LIMTRÄSTOLPAR

Marie-Louise Edlund
Svenska Träskyddsinstitutet, Stockholm

I Sverige finns ett hundratal kraftledningstolpar av impregnerat limträ i bruk varav de äldsta är från 1979-80.

För att utröna hur dessa har motstått påverkan i fält har stolpar i linje på fyra olika platser i Sverige utvalts för inspektion. De utvalda linjerna ligger öster och sydost om Örebro, vid Åker sydväst om Mariefred respektive i Björklinge norr om Uppsala. Stolparna i Björklinge restes 1984, övriga 1980. Stolparna har undersökts med avseende på sprickor, delaminering, kreosotsvettning och biologiska angrepp. Sprick- och delamineringsdjup mättes med bladmått, medan kreosotsvettning och biologiska angrepp bedömdes okulärt.

5.1 Stolpar i Norra Ässundet

Läge:	ca 1 mil öster om Örebro
Antal limträstolpar i linjen:	2 parstolpar
Antal inspekterade stolpar:	1
Utsättningsår:	1980
Tillverkare:	Töreboda Limträ
Konstruktion:	Se fig 5.1
Lim:	Resorcinol
Impregnering:	Lamellerna med CCA-medel. Den färdiga stolpen med kreosot. Inget är känt om impregneringskvaliteten, men sannolikt är impregneringen utförd till krav motsvarande klass A, SIS 05 61 10. Incising upp till 4 m från rotänden. Inga detaljer är kända om incisingen annat än att den utförts med ett handverktyg.
Grundläggning:	Brunnsringar fyllda med makadam, fig 5.2
Marktyp:	Grusås

Inspektion i oktober 1987

Stora sprickor förekom i de yttre lamellernas flatsida. Vissa sprickor gick genom hela lamellen. Inga delamineringar kunde upptäckas.

Kreosotsvettningen hade varit ymnig på lamellernas flatsidor.

5.2 Stolpar i Ormesta

Läge:	ca 1 mil sydost om Örebro
Antal limträstolpar i linjen:	9 enkla och en parstolpe
Antal inspekterade stolpar:	5
Utsättningsår:	1980
Tillverkare:	Töreboda Limträ
Konstruktion:	Se fig 5.3
Lim:	Resorcinol
Impregnering:	Lamellerna med CCA-medel. Den färdiga stolpen med kreosot. Beträffande kvalitet, se ovan. Incising från rotändan och 4 m upp, jfr ovan. Yttre limträbalkarna i stolparna, markerade med X i fig 5.3 tycks vara limmade mot varandra efter kreosotimpregneringen. Uppgifter saknas om utförandet.
Grundläggning:	Av de inspekterade stolparna är fyra placerade i brunnsringar fyllda med makadam, den femte i grävd grop och stenkilad med makadam.
Marktyp:	Varierande från fast morän med grundvattennivån 2 m under marknivån till sand med grundvatten i marknivån.

Inspektion i oktober 1987

I lamellerna förekom 15-30 mm djupa sprickor.
I limträbalkarna förekom delamineringar, 10-60 mm djupa, och djupa breda sprickor förekom mellan balkarna. Samtliga stolpar hade svettats kreosot.

5.3 Stolpar i Åker

Läge:	ca 1 mil sydväst om Mariefred
Antal limträstolpar i linjen:	3 parstolpar
Antal inspekterade stolpar:	3 parstolpar numrerade 3, 4 och 5
Utsättningsår:	1980
Tillverkare:	Töreboda Limträ
Konstruktion:	Se fig 5.4
Lim:	Resorcinol

Impregnering:	Stolpe nr 3: Lamellerna impregnerade med CCA-medel. Efter hoplimning bestruken med kreosot Cuprinol. Stolpe nr 4: Lamellerna impregnerade med CCA-medel. Efter limning impregnerad med kreosot. Stolpe nr 5: Lamellerna oimpregnerade före limning. Incising längs hela stolpen, jfr ovan, varefter den kreosotimpregnerades. Beträffande impregneringskvaliteten, se ovan.
Grundläggning:	Stolparna är förankrade ovan mark med en stålkonstruktion i ett betongfundament.
Marktyp:	Berg, stenrösen.

Inspektion i oktober 1987

I stolpe nr 3 förekom mycket små sprickor på flatsidorna av de yttre lamellerna. Två små delamineringar ca 5 mm djupa upptäcktes. Stolpen gav ett allmänt vädergrånat intryck.

I stolpe nr 4 var sprickorna i ytterlamellernas flatsidor något djupare än i stolpe nr 3, upp till 25 mm. På ena stolpbenet återfanns två delamineringar ca 500 mm långa och 20 mm djupa. På båda stolpbenen fanns mindre mekaniska skador i hörnen, sannolikt uppkomna i samband med resningen av stolparna.

Stolpe nr 5 hade sprickor i de yttre lamellerna liknande de i stolpe nr 4. Små delamineringar återfanns vilka endast var 4-5 mm djupa. Både stolpe nr 4 och nr 5 hade haft utsvettning av kreosot.

5.4 Stolpar i Björklinge

Läge:	ca 2 mil norr om Uppsala
Antal limträstolpar i linje:	10
Antal inspekterade stolpar:	10
Utsättningsår:	1983
Tillverkare:	Moelven Brug, Norge
Konstruktion:	Se fig 5.5
Lim:	Resorcinol
Impregnering:	Lamellerna i nedre delen av stolpen, ca 3 m, är impregnerade med CCA-medel, medan övriga lameller är oimpregnerade. Efter hoplimningen är hela stolparna impregnerade med kreosot. Beträffande kvalitet, se ovan.
Grundläggning:	Brunnsringar fyllda med makadam.
Marktyp:	Lerjord.

Inspektion i oktober 1987

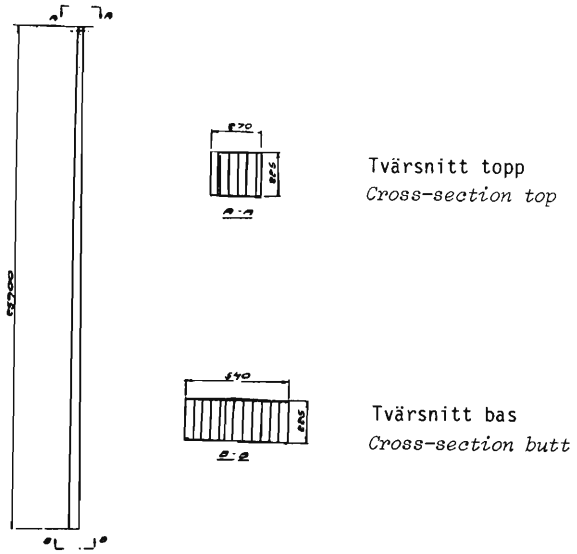
Endast i en stolpe återfanns små sprickor i lamellerna liksom en delaminering ca 150 mm lång och 10-12 mm djup. Samtliga stolpar hade haft ymnig kreosotsvettning.

5.5 Sammanfattning

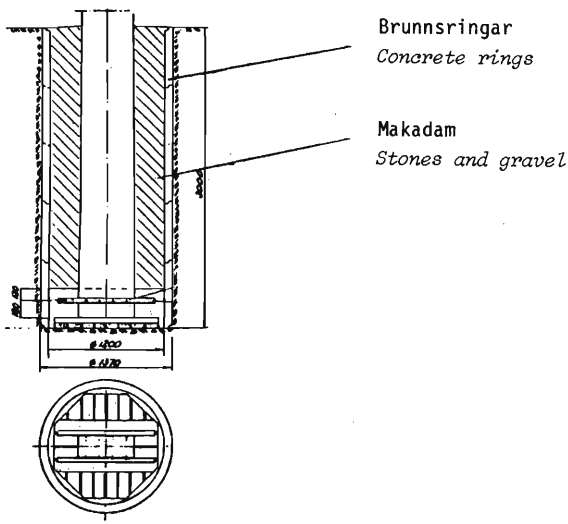
Samtliga stolpar bedömdes vara i mycket gott skick. För de flesta stolparna noterades emellertid att kraftig kreosotsvettning förekommit och stora delar av stolparnas yta var täckta med stelnad kreosot. Inga stolpar var vid inspektionstillfället smetiga.

Okulärt upptäcktes ingen röta i de undersökta stolparna. Borrprov togs inte, då stolparna bedömdes vara fria från inre rötskador efter den förhållandevis korta exponeringstiden i fält. Vid provtagning med tillväxtborr utsätts träet för en mekanisk skada, som kan bli inkörsport för senare rötangrepp varför man bör vänta med denna typ av provning.

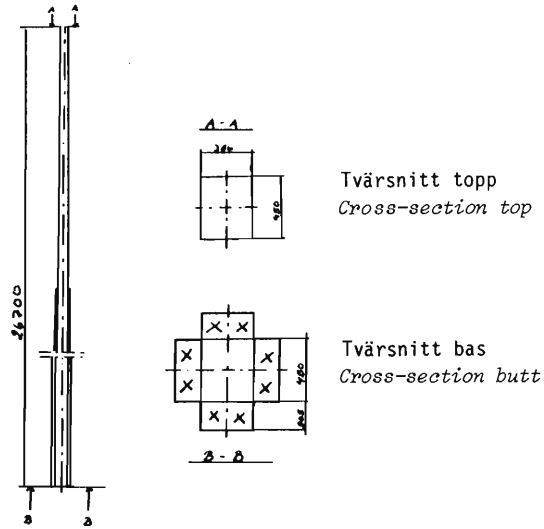
Viss sprickbildning förekom i lamellerna i de äldre stolparna och där förekom också delamineringar, dock i ringa omfattning. De stora sprickorna mellan de hoplimmade balkarna i stolparna i Ormesta kan bero på att balkarna troligen är hoplimmade efter kreosotimpregneringen.



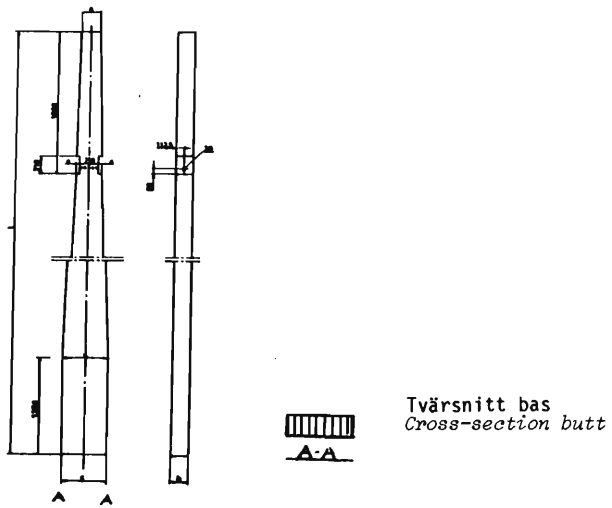
Figur 5.1 Norra Ässundet, stolpkonstruktion.
Mått i millimeter.
Figure 5.1 Norra Ässundet, pole construction.
Measurements in millimetres.



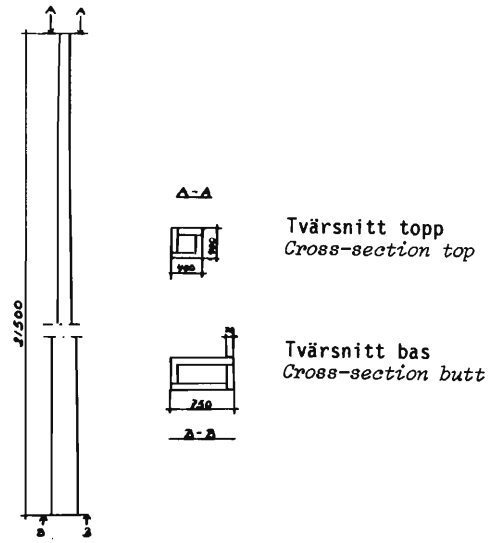
Figur 5.2 Principskiss över grundläggning med brunnsringar.
Figure 5.2 Explanatory sketch of how poles are set up in concrete rings.



Figur 5.3 Ormesta, stolpkonstruktion. Mått i millimeter.
Figure 5.3 Ormesta, pole construction. Measurements in millimetres.



Figur 5.4 Åker, stolpkonstruktion. Mått i millimeter.
Figure 5.4 Åker, pole construction. Measurements in millimetres.



Figur 5.5 Björklinge, stolpkonstruktion. Mått i millimeter.
Figure 5.5 Björklinge, pole construction. Measurements in millimetres.

Figur 5.6 Kreosot som svettats ut och stelnat på stolpens yta.
Figure 5.6 Hardened exudate on pole surface.

6. FÖRSLAG TILL KRAV PÅ IMPREGNERAT LIMTRÄ FÖR ANVÄNDNING I RISKKLASSERNA 3 och 4.

Fred G Evans
Norsk Treteknisk Institutt, Oslo

Marie-Louise Edlund och Jöran Jermer
Svenska Träskyddsinstitutet, Stockholm

För industriellt impregnerat trä finns särskilda kvalitetskrav beskrivna i en nordisk standard (DS 2122, SFS 3974, NS 3190 och SIS 05 61 10). Standarden gäller för rundvirke samt sågat och hyvlat virke av furu och vissa andra träslag.

För andra träprodukter, som t ex limträ och träskivor, saknas standardiserade produktkrav.

På basis av de genomförda inventeringarna och studierna i Danmark, Finland, Norge och Sverige har nedanstående förslag till produktkrav för impregnerat limträ utarbetats, se Figur 6.2. Utgångspunkt har därvid varit den riskklassindelning som utarbetats av EHC (European Homologation Committee for Wood Preservatives), se Figur 6.1, och då i första hand riskklasserna 3 och 4. Dessa motsvarar användningsmiljöerna utomhus ovan mark respektive i mark.

Klass	Risk		Klassbeskrivning	Exempel
	Röta	Urlakning (av träskyddsmedel)		
1	Ingen	Ingen	Trä i torrt inomhusklimat.	Möbler, invändig panel, snickerier.
2	Liten	Ingen	Trä ovan mark som ej är direkt utsatt för väder och vind, men som kan vara utsatt för temporär uppfuktning.	Trä utomhus under tak.
3	Måttlig	Måttlig	Trä ovan mark som är utsatt för väder och vind eller kondens.	Fönstersnickerier, invändig panel i t ex simhallar.
4	Stor	Stor	Trä i markkontakt eller särskilt utsatt för väder och vind.	Stolpar, järnvägssliprar.

Figur 6.1 Riskklasser enligt EHC.

I förslaget har förutsatts att det är furuvirke eller motsvarande som avses, samt att nu känd impregneringsteknik och kända träskyddsmedel i första hand måste beaktas. Av sistnämnda skäl har två alternativa träskyddsbehandlingar angivits för riskklass 3.

Förslaget bör förhoppningsvis kunna ligga till grund för en vidare diskussion om utarbetandet av en nordisk standard för impregnerat limträ.

Klass	Krav på träskyddsbehandling
L3	Alternativ 1. Enskilda lameller impregnerade enligt klass A, med vattenbaserade träskyddsmedel, därefter sammanfogning av konstruktionen. Bearbetning: renhyvling, kapning och håltagning tillåten. Alternativ 2. Avser enbart kreosotimpregnering. Impregnering av sammanfogad enhet med kreosot. Krav: Inträngning: Full inträngning i samtliga lameller minst 0,5 m från ändytor Upptagning: 75 kg/m^3 i den impregnerade zonen Bearbetning: Ej tillåten.
L4	Enskilda lameller impregnerade enligt klass A med vattenbaserade träskyddsmedel, därefter sammanfogning av konstruktionen och impregnering till klass A med kreosot. Den sammanfogade konstruktionen skall ha, även efter eventuell bearbetning, en zon av minst 10 mm splintved i ytan. Full inträngning av kreosot krävs i samtliga lameller. Bearbetning: Efter sammanfogning tillåts renhyvling, kapning och håltagning. Ingen bearbetning tillåts efter den avslutande kreosotimpregneringen.

Figur 6.2 Förslag till krav på träskyddsbehandling av impregnerat limträ.