

SVENSKA TRÄSKYDDSSINSTITUTET

SWEDISH WOOD PRESERVATION INSTITUTE

Meddelanden

Reports

Nr 125

1977

---

ISSN 0346-7090

Effekterna av vattenlagring av timmer  
II. Inverkan på stolpimpregnering

Effects of Water-storage of Logs  
II. Effect on the Impregnation of Poles

Julius Boutelje, Solveig Johansson, Ulla Jonsson

---

STOCKHOLM 1977

## I N N E H Å L L S F Ö R T E C K N I N G

INLEDNING	2
SAMMANFATTNING	2
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING, MATERIALUTTAGNING	3
RESULTAT	7
Impregnering av furu och gran med Boliden K33. Virket vattenlagrat i Nyland 1974	7
Impregnering av furu och gran med kreosot enligt ett Rueping-förfarande. Virket vattenlagrat i Nyland 1974	9
Impregnering av gran enligt Rueping med kreosot i augusti 1977. Virket vattenlagrat i Ludvika 1976	11
Analys av kreosothalten	12
Rötförsök i Bogesund	13
Impregnering av furu med Tanalith CBC. Furu vattenlagrad i Ludvika 1976	13
Impregnering av furu med kreosot. Furu våtlagrad i Nyland 1976	15
Svettningsförsök	16
Torkning av våtlagrat stolpmaterial	16
LITTERATUR	20
SUMMARY	21
TABLES IN ENGLISH	22

## INLEDNING

I en tidigare rapport (1) beskrevs hur impregnerbarheten kunde förbättras genom vattenlagring av timret. Den ovannämnda rapporten handlade dock enbart om impregnering av sågat virke.

Problematiken vid impregnering av stolpar påminner givetvis i många hänseenden om den vid impregnering av sågat virke. Svårigheterna att eliminera impregneringsmissar, kreosotsvettning och att få virket tillräckligt torrt före impregnering utgör dock betydligt mera intrikata problem vid stolpimpregnering. Den föreliggande undersökningen behandlar hur våtlagring påverkar dessa problem vid stolpimpregnering. Termen våtlagring används som ett samlande begrepp för bevattning och vattenlagring. Med vattenlagring avses lagring i vatten.

Beträffande tidigare i litteraturen beskrivna undersökningar om vattenlagringens effekter på virke hänvisas till inledningen i del I (1).

De under senare år alltmer uppmärksammade miljöproblemen har medfört restriktioner i samband med timmerhanteringen. Myndigheterna ställer därför krav på att virket skall hanteras så att föroreningarna i omgivningen blir små. Detta innebär att bevattningsvattnet bör recirkuleras eller renas före utsläpp i recipient. Sjölagring kan inte utan vidare accepteras. Miljöproblemen vid våtlagring av stolpar för att förbättra impregneringsbarheten och för att minska svettning bör därför beaktas.

## SAMMANFATTNING

I undersökningen har möjligheterna att genom våtlagring lösa olika problem vid stolpimpregnering studerats. Försök har utförts med kreosot samt saltmedlen Boliden K 33 och Tanalith CBC. De viktigaste erfarenheterna från försöken är:

1. Genom 6 veckors vattenlagring eliminerades förekomsten av impregneringsmissar i furu vid saltimpregnering helt.
2. Splintveden, hos gran som vattenlagrats i 11 veckor, kunde impregneras med kreosot medelst ett modifierat Rueping-förfarande, varvid trycktiden förlängdes till 3 timmar. Effekten av vattenlagringen var starkast om stolparna varit barkade under lagringen. Medelvärdet för kreosotens inträngning var 25 mm. Utan vattenlagring och med ett normalt tryckschema var inträngningen endast ett par millimeter.
3. Vattenlagring under 14 veckor eliminerade svettningen av kreosot. 90 - 100 % av samtliga vattenlagrade stolpar av furu var torra en månad efter kreosotimpregneringen mot endast 30 % av de landlagrade stolparna.
4. Ingen av de under 13 veckor vattenlagrade stolparna av gran svettades en månad efter impregnering. Vid det andra observationstillfället - elva månader efter impregnering - smetade ingen av stolparna av sig vid beröring. En del stolpar hade dock mörka fläckar som skulle kunna tyda på att svettning ägt rum efter första observationstillfället.
5. För att eliminera svettningen av kreosot på stolpar av furu erfordrades bevattning i 8 - 13 veckor.

6. Vattenlagring påverkar inte kärnveden påvisbart.
7. Furu som vattenlagrats under längre tid ( $\geq 14$  veckor) torkade mycket långsamt. Stolparna var impregneringstorra först efter två år. Om vattenlagringstiden kortas ned, undviks problemet.
8. Något liknande problem med att få vattenlagrade granstolpar torra förelåg ej.
9. För att få stolparna tillräckligt torra för impregnering under samma år som vattenlagringen bör vattenlagringen ske så tidigt på året som möjligt. Dessutom borde tidrymden för vattenlagringen av furu kunna kortas ned till 4 - 6 veckor.

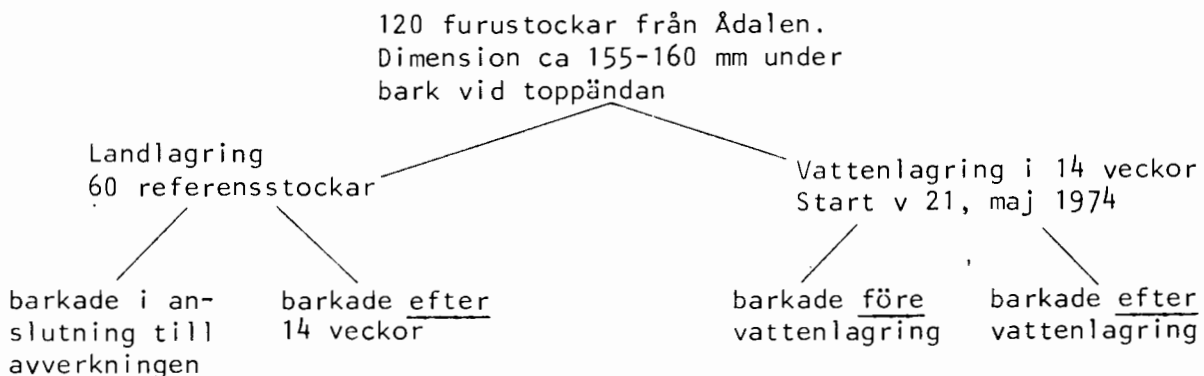
#### FÖRSÖKSUPPLÄGGNING, MATERIALUTTAGNING

Varje avsnitt i försöksuppläggnigen motsvaras av en försöksomgång i resultatdelen.

#### A. Impregnering av furu och gran med Boliden K 33. Furu och gran vattenlagrad i Nyland 1974.

Syftet med försöket var att undersöka om antalet impregneringsmissar kan minskas i furu om den vattenlagrats samt om vattenlagrad gran kan impregneras.

#### Behandlingsschema, furu



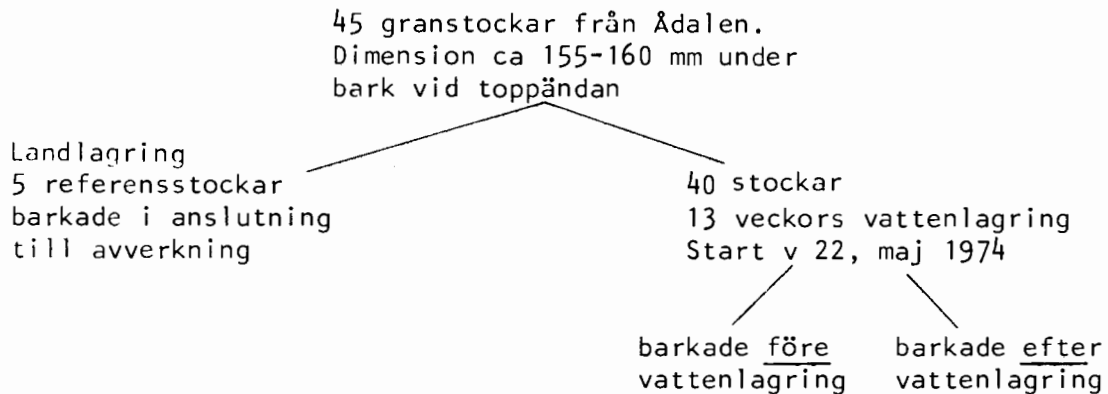
#### Impregneringsbetingelser, furu

80 stolpar impregnerades i maj 1975. Virket var då mycket fuktigt. Ytterligare 40 stolpar impregnerades i juni 1976.

#### Tryckschema

Förvakuum	90 %, 30 min
Tryck	0,93 MPa, 60 min
Eftervakuum	65 %, 15 min

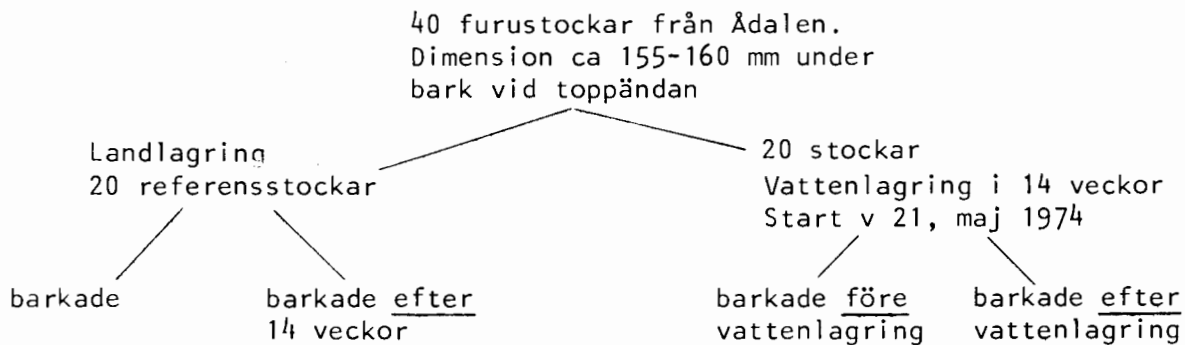
Saltet som innehåller koppar-, krom- och arsenikföreningar som verksamma komponenter används i 2,1 % lösning.

Behandlingsschema, granImpregneringsbetingelser, gran

34 stockar impregnerades maj 1975. Samma tryckschema som för furu ovan. Ytterligare 10 stockar impregnerades i oktober 1975. Tryckschema som för furu ovan med undantag av att trycktiden var 45 min.

B. Impregnering enligt Rueping av furu och gran med kreosot. Virket vattenlagrat i Nyland 1974.

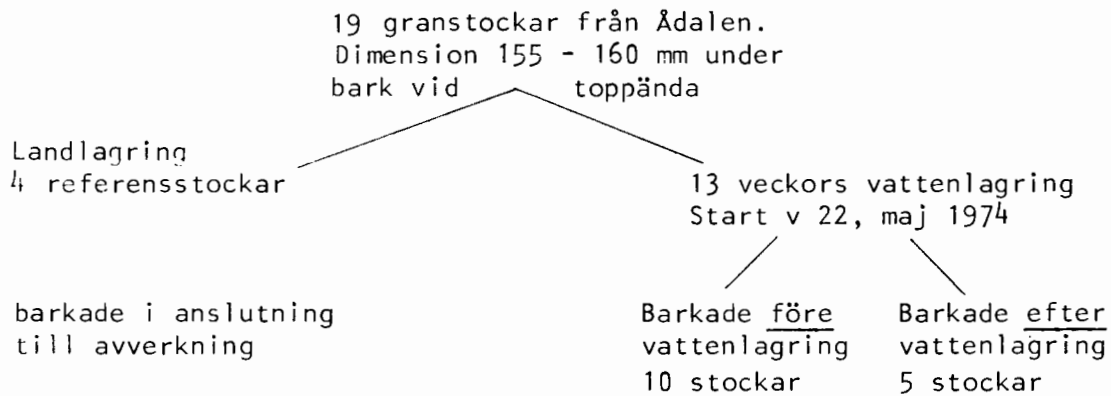
Försökets syfte var att undersöka om vattenlagringen minskar svettningen av kreosot och om vattenlagrad gran kan kreosotimpregneras med ett Rueping-förfarande.

Behandlingsschema, furuImpregneringsbetingelser, furu

Impregnering i oktober 1975.

## Tryckschema

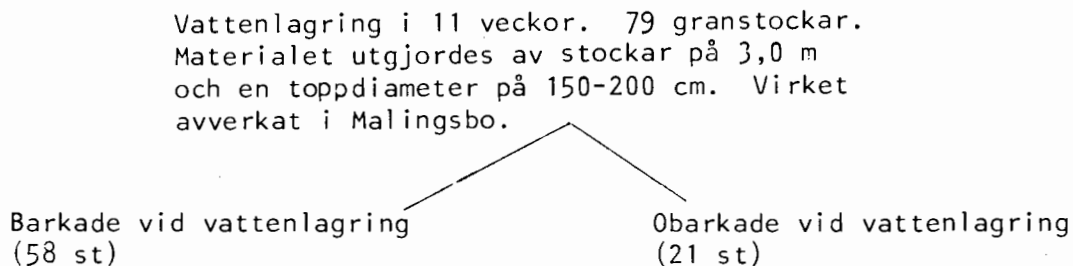
1. Förtryck 0,4 MPa, 35 min
2. Oljepåfyllning, temperatur 100°C
3. Oljetryck 1,0 MPa, 45 min
4. Oljetappning
5. Eftervakuum 92 %, 60 min

Behandlingschema, granImpregneringsbetingelser, gran

Samma tryckschema som för furu.

C. Impregnering enligt Rueping av gran med kreosot. Gran vattenlagrad Ludvika 1976

Försökets syfte var att undersöka om en ökad trycktid kan förbättra kreosotens inträngning i vattenlagrad gran.

Behandlingschema

Efter vattenlagring barkades de obarkade stockarna.

Impregneringsbetingelser

Impregnering i augusti 1977.

1. Förtryck 0,4 MPa, 15 min
2. Oljepåfyllning, ingående oljetemperatur 120°C
3. Oljetryck 0,9 MPa, 3 h
4. Oljetappning, utgående oljetemperatur 105°C
5. Första eftervakuum 90 %, 150 min
6. Andra eftervakuum 90 %, 90 min

D. Kreosotanalyser

Kreosothalten analyserades enligt AWPAs Standard A6-76 hos gran som vattenlagrats 1976 och impregnerats 1977 i Ludvika och hos furu som vattenlagrats 1974 och impregnerats 1975 i Nyland.

### E. Rötförsök i Bogesund

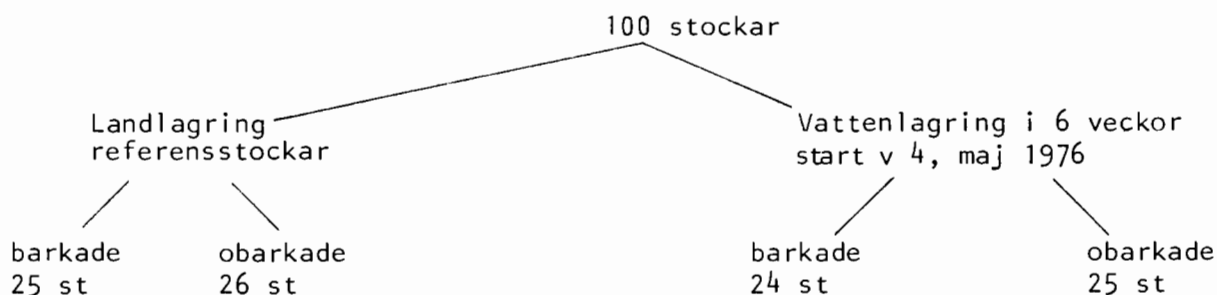
Proverna utvalda ur material från Ludvika under punkt C.

### F. Impregnering av furu med Tanalith CBC. Furu vattenlagrad i Ludvika 1976

Den i Nyland 1974 vattenlagrade furun torkade mycket långsamt. Syftet med detta försök var att undersöka om detta skulle kunna undvikas med en kortare vattenlagringstid och om samtidigt förekomsten av impregneringsmissar kunde undvikas.

#### Behandlingschema

Material utgjordes av stockar på 3 m ( $\pm 250$  mm) och med en toppdiameter på 150 - 200 mm. De flesta omkring 230 mm. Virket hade liten andel kärna. Virket avverkat i Malingsbo revir.



De obarkade landlagrade stockarna förblev obarkade till omedelbart före impregnering.

#### Impregneringsbetingelser

Impregnering i augusti 1977.

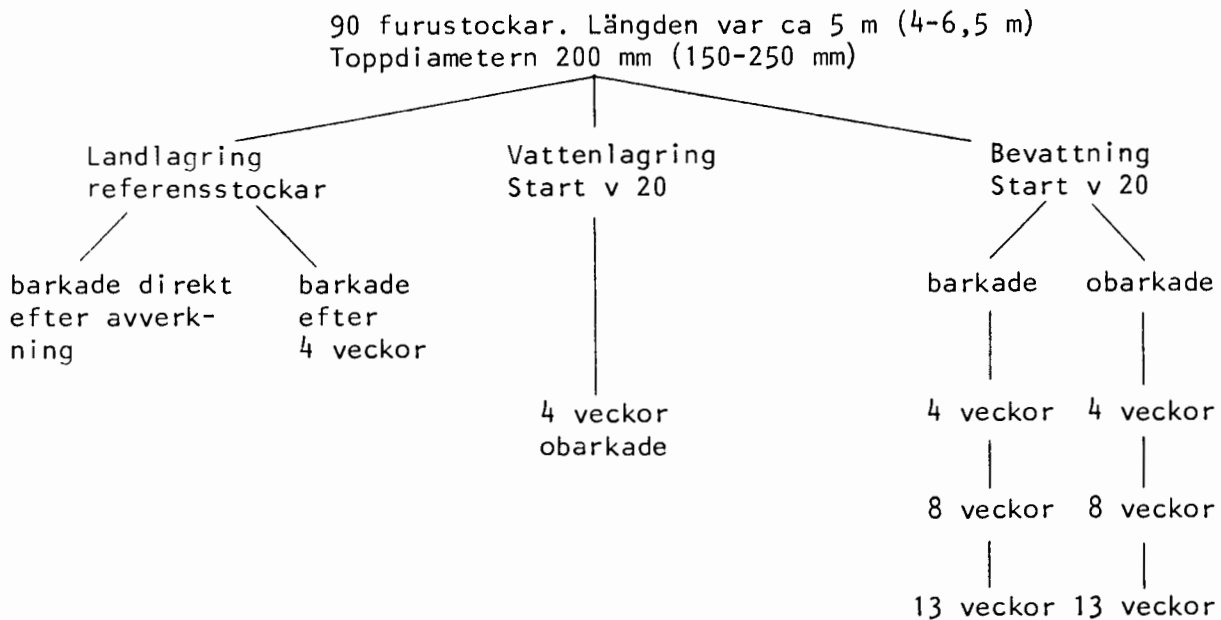
#### Tryckschema

1. Förvakuum 98 %, 35 min
2. Tryck 1,1 MPa, 35 min
3. Eftervakuum 98 %, 35 min

Impregneringen utfördes med ca 4 % Tanalith CBC-lösning.

### G. Impregnering av furu med kreosot. Furu våtlagrad i Nyland 1976

Försökets syfte var att undersöka hur lång tid furuvirke skall våtlagras för att eliminera svettning av kreosot.

BehandlingsschemaImpregneringsbetingelser

Impregnering i september 1977.

Impregneringsschema

1. Förtryck 0,4 MPa, 15 min
2. Oljepåfyllning, ingående oljetemperatur 111°C
3. Oljetryck 1.0 MPa, 45 min
4. Oljeavtappning
5. Eftervakuum 90 %, 60 min

Spridningsmått

Det spridningsmått som anges är standardfelet

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

## RESULTAT

Impregnering av furu och gran med Boliden K 33. Furu och gran vattenlagrad i Nyland 1974

Försökets syfte var ursprungligen att visa att antalet impregneringsmissar i furu kan minskas genom vattenlagring. Genom att de vattenlagrade stolparna hade alldeles för höga fuktkvoter vid impregneringstillfället missades den ursprungliga målsättningen men försöksresultaten har ändå redovisats. Det föreföll nämligen intressant att de vattenlagrade stolparna trots olämpligt höga fuktkvoter blev nästan lika väl penetrerade av impregneringsvätskan som de torra landlagrade stolparna. Dessutom vattenlagrades gran för att undersöka om denna skulle kunna impregneras.

Vattenlagringen för furu påbörjades v 21 och pågick i 14 veckor.

Ett år efter vattenlagringen var virkets fuktkvot fortfarande hög. Splintvedens fuktkvot var 110 % för under vattenlagringen barkat virke och 72 % för obarkat virke (tabell 9).

Impregneringsresultatet var relativt gott trots den höga fuktkvoten (tab 1). Fritt vatten hindrar ju impregneringsmedlets inträngning. De under vattenlagringen obarkade stolparna hade ungefär samma andel missar som de under landlagringen obarkade stolparna, trots att fuktkvoten var dubbelt så hög hos det vattenlagrade virket som hos det landlagrade (tabell 9).

De under vattenlagringen barkade stolparna hade en högre andel impregneringsmissar än de obarkade vattenlagrade stolparna. Orsaken var utan tvekan att det barkade vattenlagrade virket hade en betydligt högre fuktkvot än det obarkade vattenlagrade virket.

Ytterligare ett impregneringsförsök med furu utfördes i juni 1976 med material från vattenlagringen 1974. I materialet ingick barkat och obarkat vattenlagrat respektive barkat och obarkat landlagrat virke. Samtliga stockar var fullimpregnerade, trots att fuktkvoten var relativt hög i det vattenlagrade virket (tabell 9).

Tabell 1. Boliden-impregnering av furustolpar, Nyland maj 1975. Procentuell andel stolpar med missar. Observera den höga fuktkvoten hos det vattenlagrade virket, fuktkvoten redovisas i tabell 9.

Försöksmaterial	Antal stockar	Procentuell andel stolpar med missar, %	Inträngning mm	Splintved bredd mm
Furu barkad före vattenlagring i 14 veckor	20	45	42,5 ± 2,2	47,0 ± 2,2
Furu obarkad under vattenlagring i 14 veckor	18	11	37,2 ± 3,3	39,2 ± 3,2
Landlagrad furu barkad i anslutning till avverkningen	20	35	38,3 ± 2,5	42,8 ± 2,4
Landlagrad furu. Obarkad de första 14 veckorna	19	11	50 ± 2,9	50,8 ± 2,7

Vattenlagringen för gran påbörjades v 22 (28/5) och pågick i 13 veckor.

Virket impregnerades med Boliden K 33 i maj 1975. Den landlagrade granens

splintved var till stor del oimpregnerad. Vattenlagringen ökade impregneringsmedlets inträngning. Bästa inträngningen, 13 mm, hade den under vattenlagringen barkade granen (tabell 2).

Fuktkvoten i splintveden minskar snabbare hos vattenlagrad gran än för vattenlagrad furu. Den vattenlagrade barkade granen hade fuktkvoten 44 % i maj 1975. Fuktkvoten för under samma period vattenlagrad barkad furu var 110 % vid samma tidpunkt (tabell 2).

Tabell 2. Boliden-impregnering av gran, Nyland maj 1975. Procentuell andel stolpar med inträngning >10 mm, inträngning och fuktkvot i splintveden.

Försöksmaterial	Antal	Procentuell andel stolpar med inträngning >10 mm	Inträngning mm	Fuktkvot före impregnering %
Gran barkad före vattenlagring i 13 veckor	14	64	13,0 ± 2,2	44
Gran obarkad under vattenlagring i 13 veckor	15	40	8,5 ± 1,6	34
Landlagrad gran barkad vid avverkning	5	20	7,6 ± 5,7	28

Ytterligare en impregnering av gran utfördes hösten 1975. Impregneringsresultatet var något bättre än i maj 1975. Inträngningen var > 10 mm för 70 % av det vattenlagrade materialet. Medelvärdet för inträngningen var 18,5 mm för de barkade och 10,4 mm för de obarkade stolparna.

#### Impregnering av furu och gran med kreosot enligt ett Rueping-förfarande. Virket vattenlagrat i Nyland 1974.

Försökets syfte var att undersöka om vattenlagringen minskar svettningen av kreosot och om vattenlagrad gran kan impregneras.

Furu som vattenlagrats i 14 veckor och gran som vattenlagrats i 13 veckor impregnerades i oktober 1975, drygt ett år efter vattenlagringen, med kreosot.

Splinten på både de landlagrade och de vattenlagrade furustolparna var fullimpregnerad. Fuktkvoten hos den vattenlagrade furun var fortfarande hög (tabell 9).

Kreosoten tränger endast in ytligt i den gran som landlagrats (tabell 3). Vattenlagringen förbättrar impregneringsresultatet. Effekten av vattenlagringen är störst på det under vattenlagringen barkade virket. Genomsnittlig inträngning ca 15 mm. Impregneringsschemat var anpassat för furu. Senare försöksresultat visar att ett modifierat impregneringsschema med i första hand förlängd trycktid skulle ha förbättrat impregneringsresultatet ytterligare.

Tabell 3. Kreosotimpregnering av stolpar, Nyland oktober 1975. Procentuell andel stockar med inträngning >10 mm, inträngning och fuktkvot i splintveden.

Försöksmaterial	Antal stockar	Procentuell andel stockar med inträngning >10 mm	Inträngning mm	Fuktkvot före impregnering %
Gran barkad före vattenlagring i 13 veckor	10	80	15,0 ± 2,1	29 ± 2
Gran obarkad under vattenlagring i 13 veckor	5	60	8,0 ± 1,2	25 ± 2
Landlagrad gran barkad direkt efter avverkning	4	0	2,0 ± 0	27 ± 1

#### Svettningsförsök

42 stockar, som impregnerats med kreosot i oktober 1975 i Nyland, sattes i november upp för svettningförsök.

Vid första observationstillfället 1 månad efter impregneringen var endast 29 % av de landlagrade, barkade furustolparna och 33 % av de landlagrade obarkade furustolparna fria från kreosotutsvettning (tabell 4).

Tabell 4. Kreosotimpregnering av stolpar, Nyland, oktober 1975. Vattenlagring av furu i 14 veckor och av gran i 13 veckor. Procentuell andel stolpar fria från kreosotutsvettning.

Försöksmaterial	Procentuell andel torra stolpar		Antal stockar
	1 mån efter impregnering	11 mån efter impregnering	
Landlagrad furu barkad	29	29	7
Landlagrad furu obarkad	33	67	6
Vattenlagrad furu barkad	89	89	9
Vattenlagrad furu obarkad	100	100	5
Vattenlagrad gran barkad	100	(50 <sup>x</sup> )	10
Vattenlagrad gran obarkad	100	(80 <sup>x</sup> )	5

x) Angående torrhet, se texten.

Vattenlagringen ökade antalet "torra" stolpar. 89 % av de vattenlagrade barkade och samtliga vattenlagrade obarkade stolparna var torra.

De vattenlagrade granstolparna var samtliga "torra" vid första observations-tillfället.

Vid det andra observationstillfället - 11 månader efter impregnering - "klad-dade" ingen av stolparna av sig vid beröring. En del stolpar hade dock mörka fläckar som skulle kunna tyda på att svettning ägt rum efter första observationstillfället. Mörkfärgade stolpar har räknats som icke-torra.

Vid andra observationstillfället kvarstod skillnaden mellan landlagrade och vattenlagrade furustolpar. Av de barkade vattenlagrade granstolparna hade 50 % mörka fläckar och av de obarkade vattenlagrade granstolparna 20 %.

Impregnering av gran enligt Rueping med kreosot i augusti 1977. Gran vatten-lagrad i Ludvika 1976.

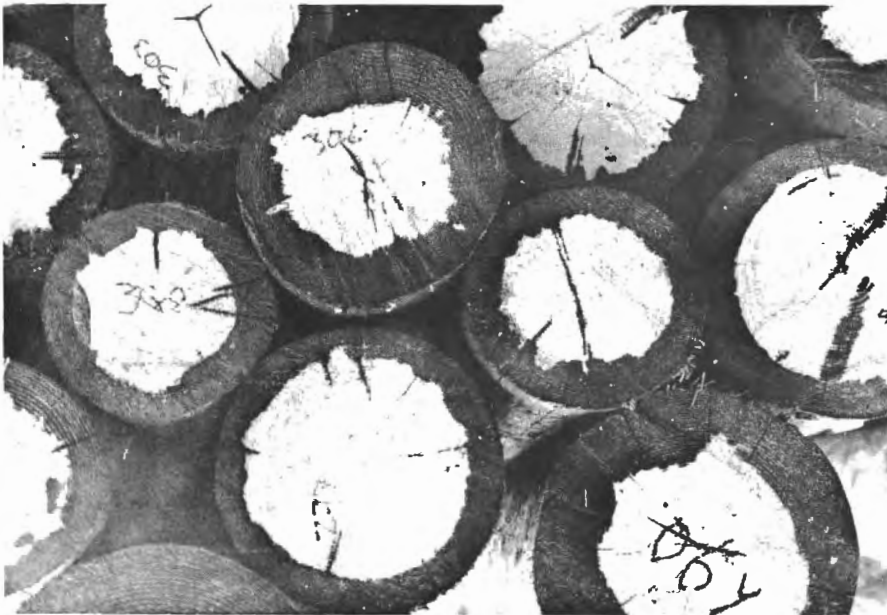
Gran vattenlagrades 11 veckor med början i slutet av maj 1976.

Försöken i Nyland visade att impregneringsmedlets inträngning ökade om granen vattenlagrats. Syftet med föreliggande försök var att undersöka om inträngningen kan ökas ytterligare med förlängd trycktid. Trycktiden var vid försöket 3 timmar, medan den i Nyland hade varit 45 min.

Inträngningen av kreosot ökade från 15 mm i det tidigare försöket i Nyland till 25 mm för den gran som varit barkad under vattenlagringen (tabell 5). Gränsen mellan splint och kärna är svår att fastställa i gran. Den jämna inträngningen tydde på att splinten var fullimpregnerad i många stolpar. (Fig 1). Inträngningen blev betydligt bättre i stolpar som vattenlagrats barkade än i de som vattenlagrats obarkade (tabell 5).

Tabell 5. Kreosotimpregnering enligt ett Ruepingförfarande av vattenlagrad gran i Ludvika 1977. Inträngningsdjup. För värden i kolumner med asterisk var inträngningszonens bredd minst 5 mm. Största och minsta inträngningsdjup i de två kolumnerna lämnat till höger anger den absolut största resp minsta inträngningen som förekom.

Försöksmaterial	Inträngningsdjup (mm)				
	Största*	Medel	Minsta*	Största	Minsta
Gran, obarkad under 11 veckors vat- tenlagring	30,7 ± 1,2	17,4 ± 1,4	10,1 ± 0,9	33,0 ± 1,1	6,3 ± 0,6
Gran, barkad före 11 veckors vat- tenlagring	32,3 ± 1,3	25,3 ± 1,0	15,7 ± 0,8	35,8 ± 1,4	10,6 ± 0,8



Figur 1. Inträngningens utseende i kreosotimpregnerade granstolpar. Stolparna kommer från den bäst impregnerade gruppen av stolpar.

*Figure 1. Appearance of the penetration of creosote into water-stored spruce poles.*

#### Analys av kreosothalten

Kreosothalten analyserades enligt AWPA Standard (2).

Medelvärdet för upptagningen av kreosot hos gran, som vattenlagrats 1976 och impregnerats 1977 i Ludvika, var  $78 \text{ kg/m}^3$ . Proverna uttogs ur de stolpar som hade största inträngningen. För vissa kreosotimpregnerade prover av furu från försöken i Nyland 1974 var upptagningen  $73 \text{ kg/m}^3$ . Furuproverna var uttagna både från vattenlagrat och landlagrat material.

Analysens noggrannhet undersöktes genom att doppa torkade kontrollprover i varm kreosot. Dessa kontrollprovers kreosot innehåll bestämdes genom vägning före och efter dopning. Kreosothalten analyserades sedan enligt AWPA-metoden. Resultatet framgår av tabell 6. Kontrollmetoden visade att proverna innehöll större mängd kreosot än vad AWPA-metoden visade. Om analysresultatet korrigeras med förhållandet mellan kreosotkvoten bestämd genom vägning och kreosotkvoten enligt AWPA-metoden blir värdena för upptagningen hos gran  $108 \text{ kg/m}^3$  och upptagningen hos furu  $82 \text{ kg/m}^3$ .

Tabell 6. Bestämning av kreosothalt enligt AWPA Standard A6-76 och genom vägning

Försöksmaterial	Kreosotkvot bestämd genom AWPA %	Kreosotkvot bestämd genom vägning %
Referensprov gran	26	36
Referensprov furu	79	88

För att uppfylla kraven för klass A skall upptagningen i furusplintveden överstiga  $135 \text{ kg/m}^3$  (3).

Upptagningen av kreosot i den vattenlagrade granen var således något lägre än det för furu stipulerade värdet. Vissa fraktioner av kreosoten avges från stolparna vid lagring under lång tid. De låga analysvärdena för furumaterialet skulle delvis kunna bero på att stolpmaterialet var 3 år gammalt.

Det har ovan omnämnts att AWPA-metoden gav för låga värden och att kreosotkvoterna därför har korrigerats med en faktor. Det är icke osannolikt att de tillämpade korrigeringsfaktorerna för furu och gran har varit för låga. Nivån för de erhållna värdena måste därför betraktas med en viss skepsis. Intressant är dock att kreosotupptagningen för vattenlagrad gran blev högre än för furu.

### Rötförsök i Bogesund

Kreosotimpregnerade granstolpars beständighet mot röta provas vid försök i Bogesund från och med hösten 1977. Materialet kommer från de ovan kommenterade kreosotimpregneringsförsöken i Ludvika 1977. I dessa granstolpar är splintveden helt eller till stor del penetrerad med kreosot medan kärnveden är oskyddad eftersom den inte är impregnerbar trots vattenlagring.

Försöksmaterialet omfattar två grupper. I grupp 1 finns granstolpar som vattenlagrats utan bark. De bäst impregnerade har valts ut.

Till grupp 2 hör granstolpar som vattenlagrats med bark. Gruppen är som helhet betydligt sämre impregnerad än grupp 1.

### Impregnering av furu med Tanalith CBC. Furu vattenlagrad i Ludvika 1976.

Syftet med försöket var att undersöka om den långsamma torkningen av vattenlagrad furu skulle kunna undvikas. Vid de tidigare försöken i Nyland var vattenlagringstiden 14 veckor. I föreliggande försök i Ludvika kortades tiden ner till 6 veckor. Vattenlagringstiden får naturligtvis inte kortas ned så mycket att det primära syftet med vattenlagringen - elimineringen av impregneringsmissarna - inte uppnås.

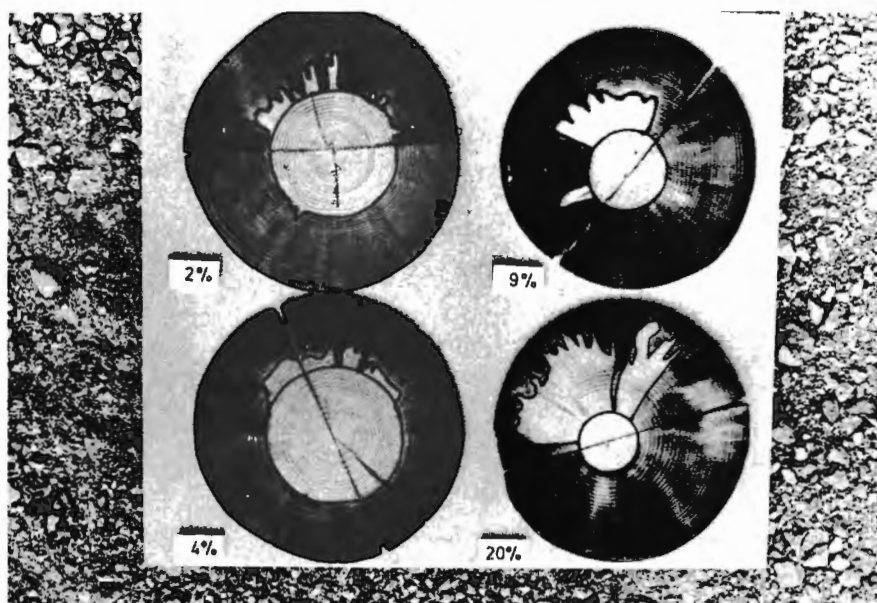
Det visade sig att detta var möjligt. På hösten samma år som vattenlagringen genomfördes hade fuktkvoten i splintveden sjunkit till 64 % för under vattenlagringen barkad furu resp 68 % för obarkad furu. Stolparna impregnerades dock först på hösten 1977. Det vattenlagrade verkets fuktkvot var före impregnering omkring 30 %.

De landlagrade stolparna innehöll impregneringsmissar. Av de barkade hade 42 % missar och av de obarkade hade 52 % missar (tabell 7). Medelvärdet för missytans storlek var 1 % hos det barkade och 4 % hos det obarkade virket. Exempel på hur en missyta på 2 resp 4 % ser ut visas i fig. 2.

Splintveden hos de vattenlagrade stolparna var fullständigt impregnerad. Detta gällde både för de under vattenlagringen barkade och de obarkade stolparna (tabell 7).

**Tabell 7.** Furu impregnerad med Tanalith CBC i Ludvika 1977. Procentuell andel stolpar med impregneringsmissar och procentuell missyta.

Försöksmaterial	Antal stolpar	Procentuell andel stolpar med missar	Missyta medelvärde %
Furu barkad före vattenlagring i 6 veckor	26	0	0
Furu obarkad under vattenlagring i 6 veckor	26	4	0
Landlagrad furu, barkad	26	42	1,0 ± 0,4
Landlagrad furu, obarkad	27	52	4,0 ± 1,1



**Figur 2.** Exempel på inträngning av Tanalith CBC i furu. Den missade ytan angiven i procent av totala splintytan.

*Figure 2.* Examples of penetration of Tanalith CBC into pine wood. The figures indicate the percentage of incompletely penetrated sapwood.

Figur 2 visar även stolpar med 9 resp 20 % missyta. Stolpar med missytor av denna storleksordning är få. Av de stolpar som varit landlagrade barkade hade endast en stolpe av 26 en missyta av 9 %. Endast en stolpe av de 26 som landlagrats obarkade hade en missyta av 20 %.

Impregnering av furu med kreosot. Furu våtlagrad i Nyland 1976.

Försökets syfte var att undersöka hur lång tid furuvirke skall våtlagras för att eliminera svettning av kreosot (se tabell 8). Termen våtlagring används som ett samlande begrepp för bevattning och vattenlagring. Med vattenlagring avses lagring i vatten.

Barkad och obarkad furu bevattnades i 4, 8 och 13 veckor. Obarkad furu vattenlagrades i 4 veckor. Det obarkade virket barkades efter avslutad våtlagring. Kontrollprover landlagrades barkade och obarkade i 4 veckor. Därefter barkades det obarkade virket. Fuktkvoten omedelbart efter bevattningen var lägre för det barkade än för det obarkade virket. Orsaken kan ha varit att virket torkat före våtlagringen eller att bevattningen varit ofullständig.

Efter kreosotimpregneringen var fem av de landlagrade obarkade stolparna torra från kreosot mot endast en av de landlagrade barkade stolparna (tabell 8).

Tabell 8. Antal stolpar fria från kreosotutsvettning. Bevattning i 4, 8 och 13 veckor samt vattenlagring i 4 veckor. Observation omedelbart efter impregnering.

Försöksmaterial	Antal torra stolpar	Antal nästan torra stolpar	Totalt antal stolpar
Kontrollvirke som barkats efter 4 veckor	5	-	10
Kontrollvirke som barkats direkt efter avverkning	1	1	10
Bevattning i 4 veckor, obarkat	5	-	10
"-       "-       , barkat	1	-	10
Vattenlagring under vatten i 4 veckor, obarkat	6	2	10
Bevattning i 8 veckor, obarkat	7	-	10
"-       "-       , barkat	6	2	10
Bevattning i 13 veckor, obarkat	9	1	10
"-       "-       barkat	10	0	10

I gruppen av stolpar som bevattnats i 4 veckor utan bark var endast en stolpe torr omedelbart efter impregnering. Däremot var 5 st torra ur gruppen av de obarkade stolparna.

Av de furustolpar som bevattnats i 8 veckor var 7 stolpar torra av de som varit obarkade under bevattningen.

9-13 veckors bevattning tycks eliminera svettningen helt. Samtliga stolpar

utom en av de obarkade stolparna som varit vattenlagrade i 13 veckor var helt torra. Observationer som redovisas i tabell 8 är från inspektionen omedelbart efter impregnering. Förhållandena var dock oförändrade en månad senare.

### Svettningsförsök

Kreosotimpregnerade stolpar sattes under hösten 1977 upp på gården utanför Svenska Träskyddsinstitutet för svettningförsök.

90 furustolpar som våtlagrats i Nyland 1976 finns uppställda. Svettningen omedelbart efter impregnering hos dessa stolpar har redovisats i tabell 8.

Dessutom finns 10 stolpar av gran impregnerade i Ludvika 1977. Dessa hade tidigare vattenlagrats i 11 veckor. Stolparna var helt torra efter impregnering.

Stolparna kommer att inspekteras ytterligare en gång under den varma årstiden. Om resultatet avviker markant från det resultat som rapporterats här, kommer ett separat meddelande att publiceras.

### Torkning av våtlagrat stolpmaterial

Försöken i Nyland visade att torkningsproblem kan uppstå med furu som vattenlagrats under längre tid. Vid försöken i Nyland pågick vattenlagringen i 14 veckor. På hösten samma år var splintens fuktkvot för hög för att virket skulle kunna impregneras. Det vattenlagrade virkets fuktkvot var ungefär ett år efter vattenlagringen (maj 1975) fortfarande mycket hög, i synnerhet fuktkvoten hos det barkade virket (tabell 9).

Tabell 9. Fuktkvot i splintved hos furustolpar vid olika tidpunkter efter vattenlagringen. Vattenlagring i 14 veckor, start 24 maj 1974 i Nyland.

Försöksmaterial	Fuktkvot Maj 1975 %	Fuktkvot Okt 1975 %	Fuktkvot Juni 1976 %
Furu, barkad före vattenlagring i 14 veckor	110	82 ± 5	49 ± 6
Furu, obarkad under vattenlagring i 14 veckor	72	69 ± 4	36 ± 2
Landlagrad furu, barkad i anslutning till avverkningen	34	33 ± 2	19 ± 1
Landlagrad furu, obarkad de första 14 veckorna	33	33 ± 3	21 ± 1

Först efter två år hade fuktkvoten sjunkit till 40-50 %. Virkets fuktkvot före impregnering bör helst understiga fibermättnadspunkten, d v s < 30 %.

Orsakerna till att det vattenlagrade virkets fuktkvot sjunker långsamt kan vara två, dels att virket torkar långsamt, dels att det vattenlagrade virket i onormal utsträckning absorberar vatten i form av regn eller smältvatten. Orsaken är inte helt klarlagd. Förmodligen är dock sekundär uppfuktning huvudorsaken till att det vattenlagrade virket har hög fuktkvot även efter lång lagring.

Ytterligare ett vattenlagringsförsök med furu genomfördes i Ludvika. Vattenlagringstiden kortades vid detta försök ned till 6 veckor (start 20 maj och avslutat 1 juli).

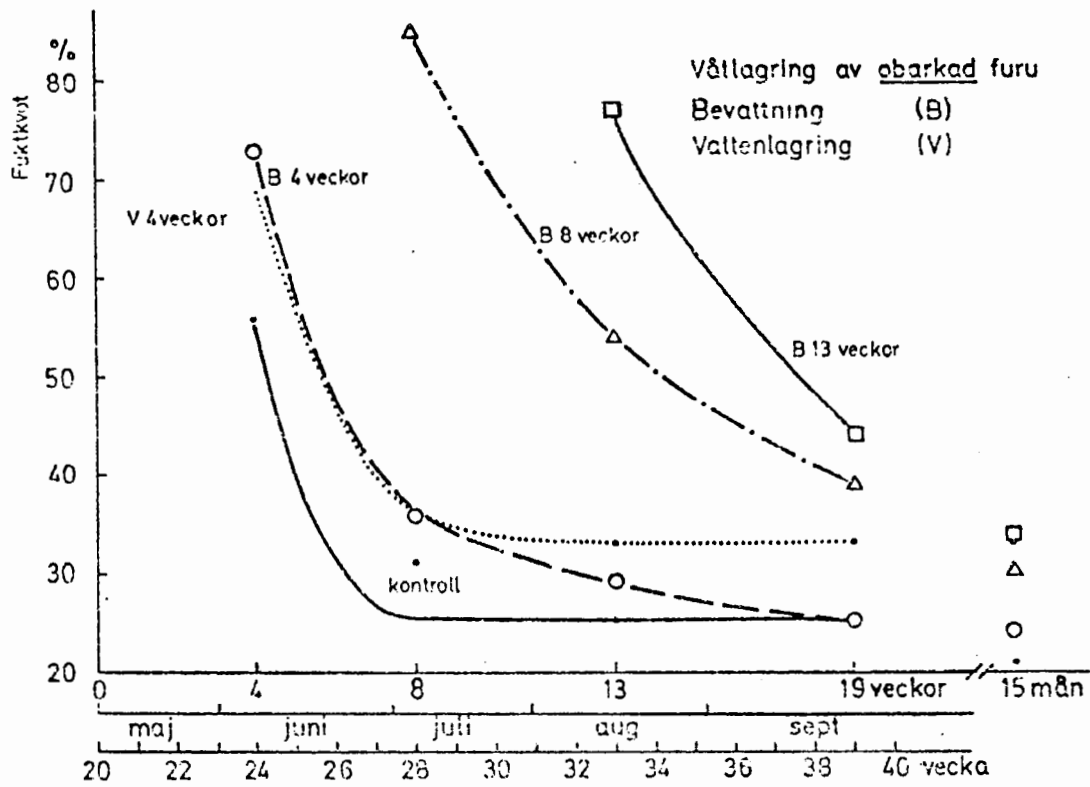
Försöken visade att problemen med den långsamma torkningen kan undvikas med kortare vattenlagringstid. På hösten samma år som vattenlagringen hade splintvedens fuktkvot sjunkit till 64 % för den barkade och 68 % för den obarkade furun (tabell 10). Fuktkvoterna var bestämda i november, vilket kan ha medfört att virket fuktats upp. Fuktkvoten för det i 14 veckor vattenlagrade virket i det tidigare försöket i Nyland var 110 resp 72 % ett år efter vattenlagringen.

Tabell 10. Fuktkvot i splintved vid olika tidpunkter efter vattenlagringen. Vattenlagring i 6 veckor, start den 18 maj 1976 i Ludvika.

Försöksmaterial	Fuktkvot November 1976 %	Fuktkvot Augusti 1977 %
Vattenlagrad furu, barkad	64	33 ± 7
Vattenlagrad furu, obarkad	68	34 ± 10
Landlagrad furu, barkad	35	27 ± 3
Landlagrad furu, obarkad	42	38 ± 14

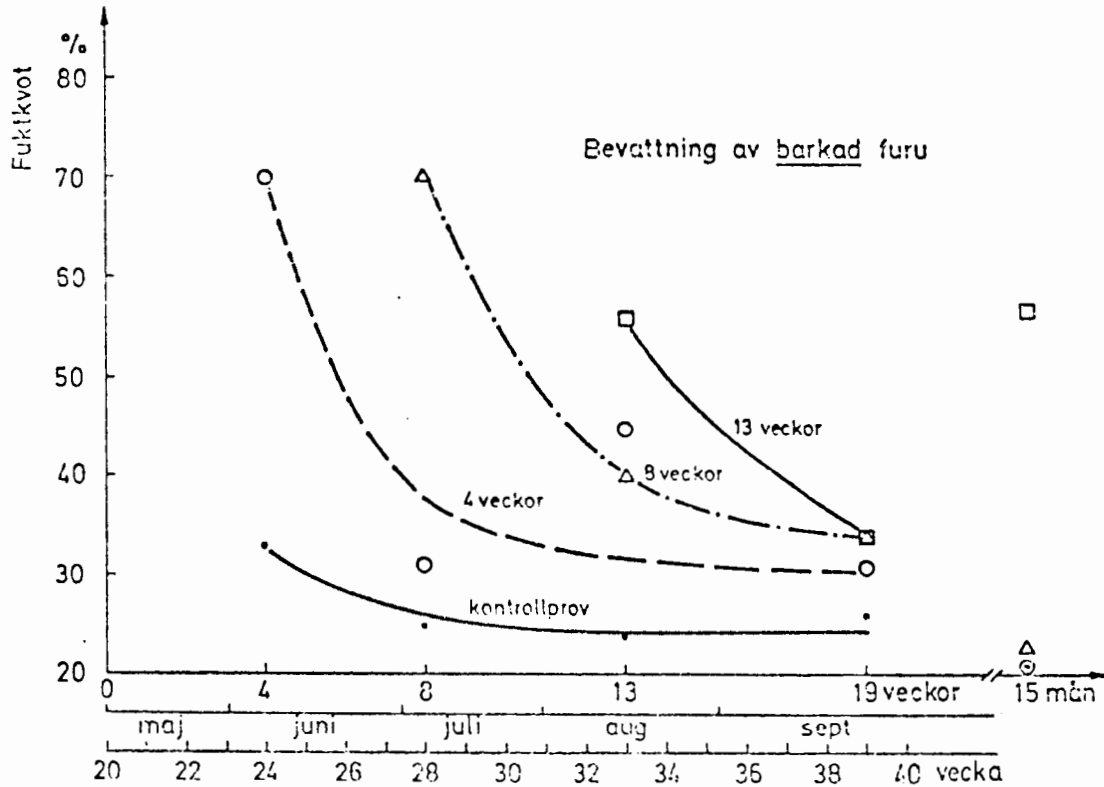
Torkningsförloppet hos det i Nyland under år 1976 bevattnade och vattenlagrade virket studerades. Barkad och obarkad furu hade bevattnats i 4, 8 resp 13 veckor (start maj 1976). Dessutom hade obarkad furu vattenlagrats i 4 veckor. Även torkningen hos landlagrad barkad och obarkad furu uppföljdes.

Fuktkvoten bestämdes omedelbart efter våtlagringen och därefter ungefär en gång i månaden t o m v 40 (fig. 3 och 4, tabell 11). Värdena tyder på att timret hade torkat något innan våtlagringen startades.



Figur 3. Torkningsförlopp för under olika tid bevattnad och vattenlagrad furu samt landlagrade kontrollprov. Obarkade stolpar.

Figure 3. Course of the drying process (moisture content as a function of time in weeks) for pine wood sprinkled with water (B) and water-stored (V) and for reference samples stored on land. Storage periods of different lengths. Unbarked poles.



Figur 4. Torkningsförlopp för under olika tid bevattnad furu samt landlagrade kontrollprov. Barkade stolpar.

Figure 4. Course of the drying process (moisture content as a function of time in weeks) for pine wood sprinkled with water for periods of different lengths and for reference samples stored on land. Barked poles.

Tabell 11. Fuktkvot i splintved vid olika tider efter våtlagringen. Furu våtlagrad i Nyland 1976.

Tid efter försökets start Material	Fuktkvot %				
	4 v	8 v	13 v	19 v	15 mån
Kontrollvirke som barkades efter 4 veckor	56	25	25	25	21
Kontrollvirke som barkades direkt efter avverkning	33	25	24	26	21
Bevattning i 4 veckor, obarkat	73 <sup>x</sup>	36	29	25	24
"- barkat	70 <sup>x</sup>	31	45	31	21
Vattenlagring under vatten i 4 veckor, obarkat	69 <sup>x</sup>	29	33	32	32
Bevattning i 8 veckor, obarkat		85 <sup>x</sup>	54	39	30
"- barkat		70 <sup>x</sup>	40	34	23
Bevattning i 13 veckor, obarkat			77 <sup>x</sup>	44	34
"- barkat			56 <sup>x</sup>	34	57

<sup>x</sup> Fuktkvot omedelbart efter att våtlagringen avslutats.

Försöksmaterial togs bort från bevattningen i juni, juli resp augusti månad. Under vår- och försommarmånaderna är torkkraften stor för att avta under eftersommaren. Man bör därför vara försiktig med alltför långtgående slutsatser beträffande torkningshastigheten hos det under olika tider bevattnade virket.

Fuktkvoten sjunker kraftigt under första månaden efter våtlagringen. För att få stockarna tillräckligt torra för impregnering under samma år som vattenlagringen bör vattenlagringen ske så tidigt som möjligt, t ex 2 - 3 veckor tidigare än var fallet i Ludvika och dessutom borde tidrymten för vattenlagringen lämpligtvis minskas till 4 - 6 veckor. Vattenlagringen kan i vissa områden påbörjas i slutet av april eller i början av maj. Om vattenlagringstiden dessutom kortas ned något skulle torkningsmånaden juni kunna utnyttjas. Impregnering under samma år som våtlagring verkar fullt möjligt. Detta illustreras av de observerade torkningsförloppen vid försöken i Nyland 1976. Allt våtlagrat virke hade kunnat impregneras redan hösten 1976 (tabell 11).

Endast den furu som bevattnades i 13 veckor, barkad, hade hög fuktkvot 15 månader efter försökets början. Fuktkvoten var då 57 %. Av tabell 11 framgår att denna höga fuktkvot i timmer av denna grupp beror på sekundär befuktning.

Från tabell 11 framgår att till och med de stockar som bevattnats 13 veckor hade kunnat impregneras samma höst.

Tabell 12. Fuktkvoten i splintved hos stolpar av gran. Vattenlagring 11 veckor, start den 18 maj 1976 i Nyland.

Försöksmaterial	Fuktkvot Aug 1976 %	Fuktkvot Aug 1977 %
Vattenlagrad gran, barkad	38 ± 1	31 ± 1
Vattenlagrad gran, obarkad	38 ± 1	31 ± 1

Med vattenlagrad gran föreligger inte samma problem med torkningen. (Tabell 12). Liksom för furu bör man dock påbörja vattenlagringen så tidigt som möjligt för att få virket impregneringstorrt samma höst.

#### LITTERATUR

1. Boutelje, Julius och Jonsson, Ulla: Effekterna av vattenlagring av timmer, del I. Inverkan av impregnering av sågat virke. Svenska Träskyddsinstitutets meddelande nr 121, 1976
2. AWPA Standard A6-76
3. SIS 056110: Impregnerat trä, klassindelning 1977

## SUMMARY

*Different problems arise in connection with the preservative treatment of poles. This report presents a study of the possibility of solving these problems by way of water-storage or sprinkling with water. Tests were carried out with creosote as well as with the water-borne preservatives Boliden K33 and Tanalith CBC. The most important results were:*

- 1. A water-storage period of six weeks completely eliminated the occurrence of incomplete penetration in pine poles when using water-borne preservatives.*
- 2. Spruce sapwood that had been stored in water for eleven weeks could be successfully treated with creosote with the aid of a modified Rueping treatment. The pressure period was increased to 3 h. The effect of water-storage was greatest on poles that had been barked before storage. The average penetration of creosote was 25 mm. Without water-storage and using an ordinary pressure schedule, the penetration was only a few millimeters.*
- 3. A water-storage period of 14 weeks eliminated the bleeding of creosote. 90 to 100 percent of all water-stored pine poles were dry one month after the impregnation with creosote, whereas only 30 percent of the poles that had been stored on land were dry after the same period.*
- 4. Spruce poles which were water-stored during 13 weeks were completely free from bleeding of creosote one month after impregnation. When the poles were checked for the second time, 11 months after impregnation, no pole was smeary. However, some of the poles had dark spots which may indicate that bleeding had taken place after the first observation.*
- 5. In order to eliminate bleeding of creosote in pine poles, a sprinkling period of 8 to 13 weeks was required.*
- 6. Water-storage does not noticeably influence the heartwood.*
- 7. Pine logs that had been water-stored for a long period ( $\geq 14$  weeks) dried very slowly. The logs were not dry enough to be impregnated until two years after the end of water-storage. With a reduction of the water-storage period, the problem can be avoided.*
- 8. There was no such problem with the drying of water-stored spruce logs.*
- 9. In order to get the logs dry enough for impregnation during the same year as the water-storage, water-storage should take place as early in the spring as possible. Further, the water-storage period for pine logs ought to be reduced to four to six weeks.*

*Below follows a translation of the tables.*

*Table 1.* Impregnation of pine poles with Boliden K 33 (CCA), Nyland, Sweden, May, 1975. Percentage of poles insufficiently treated. Observe the high moisture contents of the water-stored logs. For moisture content, see table 9.

Test material	No. of logs	Percentage of poles with in- complete penetration	Penetration mm	Width of sapwood mm
Water-stored pine logs, <u>barked</u> prior to water-storage Water-storage period: 14 weeks	20	45	42.5 <sup>±</sup> 2.1	47.0 <sup>±</sup> 2.2
Water-stored pine logs, <u>unbarked</u> during water-storage Water-storage period: 14 weeks	18	11	37.2 <sup>±</sup> 3.3	39.2 <sup>±</sup> 3.2
Pine logs stored on land, <u>barked</u> in connection with the logging operation	20	35	38.3 <sup>±</sup> 2.5	42.8 <sup>±</sup> 2.4
Pine logs stored on land, <u>unbarked</u> during the first 14 weeks	19	11	50.0 <sup>±</sup> 2.9	50.8 <sup>±</sup> 2.7

Table 2. Spruce poles treated with Boliden K 33 (CCA), Nyland, Sweden, May, 1975.  
 Percentage of poles with a penetration > 10 mm; penetration and moisture content in sapwood.

Test material	No. of logs	Percentage of poles with a penetration > 10 mm	Penetration mm	Moisture content prior to impregnation %
Water-stored spruce logs, <u>barked</u> prior to water-storage Water-storage period: 13 weeks	14	64	13.0 <sup>±</sup> 2.2	44
Water-stored spruce logs, <u>unbarked</u> during water-storage Water-storage period: 13 weeks	15	40	8.5 <sup>±</sup> 1.6	34
Spruce logs stored on land, <u>barked</u> in connection with the logging operation	5	20	7.6 <sup>±</sup> 5.7	28

Table 3. Impregnation of poles with creosote, Nyland, Sweden, October, 1975.  
 Percentage of poles with a penetration > 10 mm; penetration and moisture content in sapwood.

Test material	No. of logs	Percentage of poles with a penetration > 10 mm	Penetration mm	Moisture content prior to impregnation %
Water-stored spruce logs, <u>barked</u> prior to water-storage Water-storage period: 13 weeks	10	80	15.0 <sup>±</sup> 2.1	29 <sup>±</sup> 2
Water-stored spruce logs, <u>unbarked</u> during water-storage Water-storage period: 13 weeks	5	60	8.0 <sup>±</sup> 1.2	25 <sup>±</sup> 2
Spruce logs stored on land, <u>barked</u> directly after the logging operation	4	0	2.0 <sup>±</sup> 0.0	27 <sup>±</sup> 1

Table 4. Impregnation of poles with creosote, Nyland, Sweden, October 1975. The water-storage period was 14 weeks for pine and 13 weeks for spruce.

Test material	No. of poles	Percentage of dry poles	
		One month after impregnation	Eleven months after impregnation
<u>Pine poles stored on land, barked</u>	7	29	29
<u>Pine poles stored on land, unbarked</u>	6	33	67
<u>Water-stored pine poles, barked prior to water-storage</u>	9	89	89
<u>Water-stored pine poles, unbarked during water-storage</u>	5	100	100
<u>Water-stored spruce poles, barked prior to water-storage</u>	10	100	(50) <sup>x</sup>
<u>Water-stored spruce poles, unbarked during water-storage</u>	5	100	(80) <sup>x</sup>

x Dry but had dark spots that indicates that bleeding may have occurred

*Table 5.* Impregnation with creosote according to the Rueping process, Ludvika, Sweden, 1977. The values in the columns marked with an asterisk indicate that the width of the zone was at least 5 mm, Greatest and smallest depth of penetration in the two columns furthest to the right indicate the deepest and the most superficial penetration, respectively, that was observed. The water-storage period was 11 weeks.

Test material	Depth of penetration (mm)				
	Greatest*	Average	Smallest*	Greatest	Smallest
Water-stored spruce, <u>unbarked</u> during water-storage	30.7 <sup>±</sup> 1.2	17.4 <sup>±</sup> 1.4	10.1 <sup>±</sup> 0.9	33.8 <sup>±</sup> 1.1	6.3 <sup>±</sup> 0.6
Water-stored spruce, <u>barked</u> prior to water-storage	32.3 <sup>±</sup> 1.3	25.3 <sup>±</sup> 1.0	15.7 <sup>±</sup> 0.8	35.3 <sup>±</sup> 1.4	10.6 <sup>±</sup> 0.8

Table 6. Content of creosote determined by weighing, and according to AWPA Standard A6-76.

Test material	AWPA method %	Content of creosote determined by weighing %
Reference sample, spruce	26	36
Reference sample, pine	79	88

Table 7. Pine poles impregnated with Tanalith CBC, Ludvika, Sweden, 1977. Percentage of poles with incomplete impregnation and percentage of incompletely treated sapwood.

Test material	No. of logs	No. of poles with incomplete impregnation, percentage	Incompletely impregnated sapwood average, %
Water-stored pine logs, <u>barked</u> prior to water-storage Water-storage period: 6 weeks	26	0	0
Water-stored pine logs, <u>unbarked</u> during water storage Water-storage period: 6 weeks	26	4	0
Pine logs stored on land, <u>barked</u>	26	42	1.0 <sup>±</sup> 0.4
Pine logs stored on land, <u>unbarked</u>	27	52	4.1 <sup>±</sup> 1.1

Table 8. Impregnation of pine poles with creosote, Nyland, Sweden, 1977. Number of poles free from bleeding. Sprinkling with water for 4, 8 and 13 weeks, and water storage for four weeks. Observation immediately after impregnation.

Test material	No. of dry poles	No. of almost dry poles	Total number of poles
Reference samples that were <u>barked</u> after four weeks	5	-	10
Reference samples that were <u>barked</u> immediately after logging	1	1	10
Sprinkling with water for 4 weeks, <u>unbarked</u>	5	-	10
Sprinkling with water for 4 weeks, <u>barked</u>	1	-	10
Storage under water for four weeks, <u>unbarked</u>	6	2	10
Sprinkling with water for 8 weeks, <u>unbarked</u>	7	-	10
Sprinkling with water for 8 weeks, <u>barked</u>	6	2	10
Sprinkling with water for 13 weeks, <u>unbarked</u>	9	1	10
Sprinkling with water for 13 weeks, <u>barked</u>	10	0	10

*Table 9.* Moisture content of sapwood in pine poles at different lengths of time after water-storage. Water-storage for 14 weeks, Nyland, Sweden, starting on May 24, 1974.

Test material	Moisture content (M.C.)	M.C.	M.C.
	May, 1975 %	Oct 1975 %	June 1976 %
Water-stored pine logs, <u>barked</u> prior to water-storage	110	82 <sup>+5</sup>	49 <sup>+6</sup>
Water-stored pine logs, <u>unbarked</u> during water-storage	72	69 <sup>+4</sup>	36 <sup>+2</sup>
Pine logs stored on land, <u>barked</u> in connection with the logging operation	34	33 <sup>+2</sup>	19 <sup>+1</sup>
Pine logs stored on land, <u>unbarked</u> during the first 14 weeks	33	33 <sup>+3</sup>	21 <sup>+1</sup>

*Table 10.* Moisture content of sapwood at different lengths of time after water-storage. Water-storage for six weeks, Ludvika, Sweden, starting in May 18, 1976.

Test material	Moisture content	Moisture content
	November 1976 %	August 1977 %
Water-stored pine logs, <u>barked</u> prior to water-storage	64	33 <sup>+7</sup>
Water-stored pine logs, <u>unbarked</u> during water-storage	68	34 <sup>+10</sup>
Pine logs stored on land, <u>barked</u>	35	27 <sup>+3</sup>
Pine logs stored on land, <u>unbarked</u>	42	38 <sup>+14</sup>

Table 11. Moisture content in sapwood of pine poles at different lengths of time after water-storage and sprinkling with water. The timber was water-stored or sprinkled with water in Nyland, 1976. The values marked with an asterisk indicate the moisture content immediately after the end of water-storage or sprinkling with water.

Test material	Length of time after start of project		Moisture content %		
	4 weeks	8 weeks	13 weeks	19 weeks	15 months
Reference samples that were barked after 4 weeks	56	25	25	25	21
Reference samples that were barked immediately after the logging operation	33	25	24	26	21
Sprinkling with water for 4 weeks, unbarked	73*	36	29	25	24
Sprinkling with water for 4 weeks, barked	70*	31	45	31	21
Storage under water for 4 weeks, unbarked	69*	29	33	32	32
Sprinkling with water for 8 weeks, unbarked		85*	54	39	30
Sprinkling with water for 8 weeks, barked		70*	40	34	23
Sprinkling with water for 13 weeks, unbarked			77*	44	34
Sprinkling with water for 13 weeks, barked			56*	34	57

*Table 12.* Moisture content in sapwood of spruce logs. Water-storage for eleven weeks, Nyland, Sweden, starting on May 13, 1976.

Test material	Moisture content August 1976 %	Moisture content August 1977 %
Water-stored spruce logs, <u>barked</u>	38 <sup>±</sup> 1	31 <sup>±</sup> 1
Water-stored spruce logs, <u>unbarked</u>	38 <sup>±</sup> 3	31 <sup>±</sup> 1