



Norsk Treteknisk Institutt
The Norwegian Institute of
Wood Technology

RAPPORT



Miljø ved produksjon og bruk av trykkimpregnert tre

Sluttrapport

Cand. real. Fred G. Evans, NTI



Norsk Treteknisk Institutt

Adr.: Forskningsveien 3 B

P.B. 113 Blindern

N-0314 Oslo

Tel: +47 22 96 55 00

Fax: +47 22 60 42 91

Bank: 6039.05.16714

Post: 0802 5 14 87 70

Innholdsfortegnelse

Forord.....	4
Sammendrag	5
Summary.....	7
Innledning.....	9
Dagens situasjon.....	11
Råvarer.....	11
Trevirket.....	11
Impregneringsklasser.....	12
Impregneringsmiddel.....	12
Produksjon.....	15
Prosess	16
Produkter/produksjonsvolum.....	18
Etterbehandling	19
Generelt.....	19
Tørring.....	20
Lagring	20
Miljøet på impregneringsverket.....	21
Tomten.....	21
Arbeidsmiljøet	24
Bruk 30	
Arbeidsmiljø.....	33
Ekstern miljøbelastning.....	33
Destruksjon/Gjenbruk.....	34
Fremtiden	35
Innføring av restriksjoner.....	35
Ingen restriksjoner, men fortsette som i dag	35
Ingen restriksjoner, men innføring av miljøavgifter.....	36
Begrensning i bruk av CCA og kreosot.....	36
Forbud mot CCA og kreosot	37
Impregnert tre eller alternative materialer	37
Konsekvenser.....	38
Produsentene.....	39
Storforbrukerne	39
Gjør-det-selv forbrukerne.....	39
Den norske impregneringsbransjens strategiplan	40
Målsetting:.....	40
Handlingsplan	40
Diskusjon og konklusjon	41
Litteraturhenvisninger	42

Forord

Denne rapporten er resultatet av et prosjekt NTI har hatt for Norske Impregneringsverkere Forening og Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (i dag Norges forskningsråd).

Sammen drag

Dette er en sluttrapport for et miljøprosjekt som er betalt av Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF) og Norske Impregneringsverkers Forening (NIVF).

Prosjektet har bestått av en rekke delprosjekter, hvorav flere er innsamling av litteraturundersøkelser i forbindelse med stoffer som brukes av impregneringsindustrien.

Man kan finne sikre beviser for skadelige effekter på helse eller miljø for stoffene som benyttes i impregneringsmidlene, men ikke for bruk av det trykkimpregnerte treet hvor impregneringsmidlene fikseres i treet. Det er et problem at man ofte ikke skiller mellom skadelig effekt av stoffene i ren og konsentrert tilstand - og hvilken effekt de samme stoffene har fiksert i treet.

Nye impregneringsmidler som kommer på markedet blir ofte karakterisert som "miljøvennlige", uten at bedre helse- eller miljøeffekter er påvist. Man henviser kun til at midlene eller det trykkimpregnerte treet ikke inneholder komponenter som krom og/eller arsen. Selv om impregneringsmidlene består av organiske fungicider og ikke tungmetaller, kan en ikke se bort fra at de under forbrenning med annet avfall kan danne helsefarlige stoffer, ref. dioksindannelse ved forbrenning av husholdningsavfall.

En overgang til nye impregneringsmidler som ikke inneholder krom og arsen vil skape usikkerhet m. h. t. miljøeffekter og egenskaper. Miljøet vil foreløpig bli best tatt vare på ved å benytte krom- og arsensalter som er kjente, og som kan kontrolleres gjennom å stille krav til produksjonsanlegg, produktene (fiksering, opptaksmengde o.l.) og avfallsbehandling.

Man må benytte muligheten som impregneringsstandard gir for å avveie forbruket av midler til ulike bruksområder (klasse A og AB). Derved kan CCA-forbruket reduseres til halvparten av dagens nivå. Skifter man til andre kopper-/krom-salter som betegnes som miljøvennlig fordi de ikke inneholder arsen, må forbruket av disse økes betydelig i forhold til CCA for å oppnå tilnærmet samme levetid for det impregnerte treet.

For å kunne bruke den såkalte substitusjonsparagrafen, dvs. skifte ut ett produkt med ett som er mindre miljøbelastende, kreves ved siden av god miljødokumentasjon også en dokumentasjon på at produktets egenskaper blir bevart. Dette synes ikke alltid å være tilfelle for impregneringsmidler og trykkimpregnert tre. Som oftest er det korte laboratorieforsøk som ligger til grunn for godkjennelse av de "nye" impregneringsmidlene. I fagkretser, også blant enkelte produsenter av impregneringsmidler, er det stor enighet om at laboratorietester er et utilstrekkelig grunnlag for å vurdere langtidsholdbarhet for trykkimpregnert tre.

Man kan vise til konkrete eksempler på at tre impregnert med midler som gir tilfredsstillende resultater i laboratorieforsøk, får store råteskader etter få år i feltforsøk. Dersom de nye midlene etter noen års erfaring ikke svarer til den langsiktige forventningen, er det ingen vei tilbake til de gamle midlene. Det bør derfor i en overgangsperiode tillates en dobbeltkjøring inntil et forsvarlig kunnskapsgrunnlag er etablert.

Miljøforurensning er påvist på trykkimpregneringsanlegg. Det kreves en aktiv miljøgjennomgang av disse for å redusere spill og lakninger, slik at det ytre miljøet bedres. Informasjon om riktig bruk og destruksjon av impregnert tre må også intensiveres for å hindre feilbruk som kan gi uønskede forurensninger.

Man må også ta i bruk nye impregneringsmidler som kommer, men ikke forby de gamle før de nye har vist seg effektive, og uten å gi trykkimpregnert tre negative effekter.

Summary

This is a report from an environmental project which is paid for by NTNf and The Norwegian Preservation Plants Association.

The project consists of various investigations primarily as literature surveys of chemical compounds which are used in the preservatives.

Proofs can be found for hazardous effects on health and environment for the different compounds used in preservatives, but not for the use of treated wood where the preservative is fixed in the wood. One problem is that one often does not distinguish between the preservatives and the effect of the same preservatives fixed in the wood.

New preservatives on the market are often characterised with a low environmental hazard without any documented improved health or environmental effect. They are only referred to as preservatives without chromium and/or arsenic. Even if the preservatives only contain organic fungicides and no heavy metals (copper, chromium and arsenic) the risk of making hazardous compounds when burned with other waste cannot be discounted, e. g. dioxins are found in the smoke from burning household refuse.

When changing to preservatives without chromium and/or arsenic, this will create uncertainty both in respect of environmental hazard and the durability of the treated wood. The environment will so far best be taken care of by using chromium and arsenic preservatives which is known and which can be controlled and improved through enquiries to the plants, the products (fixation, retention etc.) and waste treatment.

The possibility the standard for pressure-treated wood gives to a restricted use of preservatives in the different utilities (classes A and AB) must be used. This way the retention of CCA-preservative can be reduced to half of today's use. If the preservatives are changed to other copper/chromium salts which are characterised as environmentally friendly only because they do not contain arsenic, the retention must be increased considerably (in class AB) to give the same durability for the treated wood compared with CCA.

To use the substitution rule, which means to change one product with another that is less environmentally hazardous, we need a good documentation both regarding environmental hazard and the product properties. This is not always the case for preservatives and pressure-treated wood. The preservatives are often tested in some laboratory tests which give an approval. Producers of both preservatives as well as treated wood agree that laboratory tests alone are not enough to assess the durability and property of the treated wood. We are familiar with examples of preservatives tested with good results in laboratory tests that fail after a few years in field tests. If a new preservative after some years in service does not rise to the expectations, it will be impossible to go back to the old ones. It will therefore be necessary to use both the new and the old preservatives during the change-over period until we gain enough experience with the new ones.

The preservation plant sites are polluted. These plants have to carry out investigations on how to reduce pollution from treated wood. Information of proper use and how to treat waste from pressure-treated wood has to be increased to prevent incorrect use that can pollute the environment.

We will have to start to use the new preservatives that are approved, but not ban the old ones before the new ones have proven effective during use.

Innledning

I Norge, som i resten av Norden, er tre blitt benyttet til bygningsformål fra lang tid tilbake. De nordiske treslag har ingen lang naturlig holdbarhet når det utsettes for høy fuktighet, med unntak av furu og eik kjerneved i visse anvendelser. Erfaring har ført til at trekonstruksjoner beskyttes mot oppfukning og derved fare for soppangrep gjennom såkalt konstruktiv beskyttelse.

Opp gjennom tidene har man søkt etter metoder for å øke treets holdbarhet i fuktige omgivelser slik at det også skal kunne brukes på steder som erfaringsmessig er utsatte for råteangrep eller vanskelige å beskytte konstruktivt. Dette kunne være påføring av oljer som hindret vannet i å trenge inn i treet, eller giftstoffer som hindret utvikling av sopp og/eller insektlarver.

Problemet i begynnelsen var at de giftstoffene man brukte, ofte var vannløselige salter som var like giftige for brukeren av treet som for skadegjørerne. Saltene forble også vannløselige etter påføring på treet. De ble derfor vasket ut og effekten ble borte med tiden.

Man fant etter hvert også frem til metoder for å presse beskyttelsesmidlet inn i treet slik at det ga en bedre beskyttelse og slik at det ble fiksert i treet. Før 1940 var det tjære (kreosot) som var mest brukt, men ettersom det ble vanskeligheter med kreosotleveranser under siste krig, ble det satt fart i utviklingen av saltimpregneringsmidlene. Boliden K33-saltet ble utviklet i Sverige, og ble i de kommende 30 år det mest brukte impregneringssaltet i Norden.

Siden kreosot både luktet og smittet av, ble saltene det klart overlegne impregneringsmidlet ved produksjon av trelast til bruk i fuktig miljø (spesielt utendørs).

I de siste 10 til 15 årene er trykkimpregnert tre blitt gjenstand for miljømyndighetenes og miljøorganisasjonenes oppmerksomhet. Etter hvert som metoder for undersøkelse av stoffers påvirkning på helse og miljø ble utviklet, fant man ut at enkelte impregneringsmidler eller deres bestanddeler hadde uønskede egenskaper både med hensyn til folks helse og det eksterne miljø.

I tillegg ble "fortynningseffekten" ikke lenger akseptert på grunn av at stoffene akkumulerer seg i miljøet, og det ble skapt inntrykk av å sitte på en tidsinnstilt "miljøbombe".

Denne rapporten har som mål å sette produksjon, bruk og destruksjon av impregnert tre inn i sin rette sammenheng med hensyn til "farlighet" ut i fra hva vi vet i dag, trekke sammenlikninger med nye "miljøvennlige" impregneringsmidler og alternative materialer som plast, betong og metaller, og avveie miljøhensyn opp mot krav til produktenes holdbarhet.

Den første større konsekvensanalysen på impregnert tre, er gjort av amerikanske myndigheter: "The biologic and economic assessment of pentachlorophenol - inorganic arsenicals - creosote. Volume I: Wood preservatives", utgitt av Miljøverndepartementet i USA i 1980.

Fremstilling av livssyklusanalyser for forskjellige produkter, og nå også impregnert tre, er blitt populært, men kompleksiteten er stor. Det er ingen klare retningslinjer for hvordan slike undersøkelser skal gjennomføres, og dette gjør aksepten av slike undersøkelser vanskelig. Under et miljømøte i februar 1993 arrangert av International Research Group on Wood Preservation (IRG), de franske organisasjonene "Centre Technique du Bois et de l'Ámeublement (CTBA) og impregneringsforeningen AFNOR, ble det holdt to foredrag om livscykelanalyser (Smith med flere, 1993 og Sinclair med flere, 1993).

Man må velge et produkt som stolper, vinduer, kledning osv. for å kunne lage en slik fullstendig livssyklusanalyse da alle momenter i produksjon, distribusjon og destruksjon skal med. Dekker man et for stort produktspekter som trykkimpregnert tre generelt, vil kompleksiteten bli nærmest uoverkommelig.

Etter hvert er det også et ofte uoversiktlig lovverk som regulerer bruken av giftige stoffer som f. eks. impregneringsmidler. Disse lover og regler vil variere fra land til land, selv om kravet til biologisk aktivitet for midlene er harmonisert. Dette gjør eksport av impregnert tre stadig vanskeligere, selv om de tekniske kravene til impregnert tre harmoniseres i Europa.

Denne rapporten er ikke ment å være noen livssyklusanalyse, men tar opp til diskusjon en del av momentene i en slik analyse ut fra norske og nordiske forhold.

Alle avsnitt som senere er skrevet i *kursiv* (på norsk) er sitater fra rapporter fra delprosjekter i dette miljøprosjektet. Normal skrift innimellom er forfatterens kommentarer.

Dagens situasjon

Trykkimpregnert tre er et relativt oversiktlig felt i Norge i dag. Det er et 70-talls impregneringsverk, hvorav de største er tilsluttet Norsk Impregneringskontroll. 80% av volumet produseres i henhold til kravene som er nedfelt i Norsk Standard NS-INSTA 140. Dette er en felles nordisk standard, dvs. at alle de nordiske land har samme tekniske kvalitetskrav til trykkimpregnert tre. Impregneringsmidlene som benyttes ved norske impregneringsverk er også godkjent av Nordisk Trebeskyttelsesråd (NTR) med hensyn til biologisk effektivitet. Det finnes i Norge ingen offentlig godkjenning av impregneringsmidlene med hensyn til giftighet, miljøaspekter etc. Da impregneringsmidlene ikke klassifiseres som bekjempningsmidler, kommer de ikke inn under forskrift for bekjempningsmidler. Alle impregneringsmidler skal imidlertid som alle giftige stoffer som omsettes i Norge, registreres i Produktregisteret ved SFT. Såvidt vites er det heller ikke planlagt noe offentlig godkjenningsorgan for impregneringsmidler i Norge. Norske myndigheter følger imidlertid nøye med hva som skjer innen EF og vil måtte harmonisere EF's og norske krav gjennom EØS-avtalen. Forskriftsforslag som innbefatter arsen og tinn finnes allerede.

Råvarer

Impregnert tre består av råvarene trevirke og impregneringsmidler. Det impregnerte produktets holdbarhet er avhengig både av valg av treslag og impregneringsmiddel. Selv om flere norske treslag er permeable eller impregnerbare, dvs. at impregneringsmidlet trenger inn i hele tverrsnittet, er det ikke sikkert at det impregnerte produktet vil få øket levetid i alle anvendelser. Impregneringsmiddel og opptak må også velges avhengig av bruksområde. Det er stor enighet innen impregneringsindustrien i Norge om ikke å bruke mer impregneringsmidler enn nødvendig.

Trevirket

I Norge består våre skoger hovedsakelig av barskog. Forholdet mellom gran og furu i Norge er 3 : 1, og gran er derfor mest benyttet til bygningsformål.

Man deler treslagene inn i impregnerbare (permeable) og ikke-impregnerbare (ressitente eller ikke-permeable) treslag.

Furu er det treslag som brukes til impregnering i Norge. Furu har en permeabel yteved, men resistent kjerneved. Kjerneveden er imidlertid motstandsdyktig mot endel råtesopper og insekter. Brukt i jordkontakt har imidlertid kjerneveden ingen vesentlig øket levetid i forhold til yteved.

Gran er resistent og inntrengning av impregneringsmidler er kun noen millimeter dyp. Impregnert gran er derfor ikke omfattet av den norske impregneringsstandard NS-INSTA 140. En del anvendelser av impregnert gran er regulert i rekommandasjoner utgitt av NTR (NTR-rekommandasjonene 5 - 8).

Løvtreslag som bjerk og osp etc. er impregnerbare, men får ingen vesentlig øket holdbarhet i jordkontakt. Dette er vist ved feltforsøk i jordkontakt. Kreosotimpregnert bøk har vist seg å gi god holdbarhet i jordkontakt, brukt som jernbanesviller. Det er få forsøk som kan si noe eksakt om holdbarheten av impregnert løvtre brukt over mark.

Det importeres furu, vanligvis fra Sverige eller Finland, for impregnering. Det importeres ofte andre treslag fra USA/Canada (Douglas fir) når det er snakk om lange stolper.

Impregneringsklasser

NS-INSTA 140 deler trykkimpregnert tre inn i tre klasser etter bruksområde, se tabell 1.

Tabell 1. Anvendelse av klasseinndelt, trykkimpregnert tre i hht. NS-INSTA 140.

Table 1 Utilities of classified, pressure-treated wood according to NS-INSTA 140

Klasse	Beskrivelse av miljøet treet brukes i.	Eksempler på anvendelse.
M	Sjøvann.	Bryggepæler.
A	Jordkontakt eller i ferskvann.	Alle typer stolper, spikerslag som ligger på bakken, etc.
AB	Ikke under tak eller i jordkontakt, men utsatt for regn.	Kledning, gjerdesprosser, terrassebord*, verandadekke*, kledning etc.
B	Ikke under tak eller i jordkontakt, men utsatt for regn.	Vinduer og utvendige dører.

* Terrassebord og verandadekke kan i utsatte tilfeller, eller hvis det kreves av hensyn til sikkerhet, også impregneres til klasse A.

Impregneringsmiddel

Generelt

Det finnes på markedet en rekke forskjellige trebeskyttelsesmidler, både impregneringsmidler og bestrykningsmidler. Impregneringsmidlene som benyttes i Norden er godkjent av Nordisk Trebeskyttelsesråd i overensstemmelse med kravene i NTR-dokument 1.2.1/89 "Regler for godkjenning av träskyddsmedel för industrielt bruk". Dokumentet setter krav til den prøvemethoden som skal benyttes for å bestemme den biologiske effekten som impregneringsmidlet har i de forskjellige impregneringsklassene. For bestrykningsmidlene finnes det ingen tilsvarende godkjennelsesordning.

Impregneringsmidlene kan deles inn i tre hovedtyper:

- kreosot
- vannløste salter
- oljeløste midler

Pr. dags dato har man i Norge et fåtall typer av impregneringsmidler. Dette gjør situasjonen meget oversiktlig. Etter hvert som det nå utvikles nye midler pga. miljørestriksjoner i enkelte land, vil midlene ha en mer selektiv og mindre generell effekt enn hva vi har vært vant til for kreosot og CCA-saltene. Valg av de nye impregneringsmidlene vil derfor sterkt avhenge av bruksområdet for det trykkimpregnerte treet. Til en viss grad har vi en selektivitet i dag i forbindelse standardens klasser. Et impregneringsmiddel som CCA-salter kan benyttes i flere klasser i Norge, men har forskjellig opptakskrav i sjøvann (klasse M), i jordkontakt (klasse A) eller over bakken (klasse AB).

Selv om midlene skal ha samme krav til biologisk testing i de forskjellige nordiske land (godkjenning av NTR), er allikevel ikke alle midlene tillatt brukt i alle land. Miljømyndighetene godkjenner bruk av midler og impregnert tre ut i fra forskjellige lover og forutsetninger. Fri eksport av trykkimpregnert tre innen Norden er derfor ikke selvsagt selv om impregneringsmidlene er biologisk godkjent og standarden er lik i alle land.

Kreosot

Kreosot er et destillasjonsprodukt fra steinkulltjære og består av flere hundre forskjellige forbindelser. Mange er enda ikke identifisert og kvantifisert. Sammensetningen av kreosot varierer ut fra kullenes opprinnelse, men hovedkomponentene (ca. 20 forbindelser) er som regel de samme. Polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-stoffer) utgjør den største stoffgruppen, ca. 20 - 50%. Kreosot er brunsvart i farge og lukter sterkt av tjære. Før impregnering må den varmes opp til over 100 °C for å bli lettflytende nok til å trenge inn i treet. Ved værelsetemperatur kan kreosoten være meget viskøs.

For vanlig bruk (klasse A i jordkontakt) er opptakskravet i yteveden 135 kg/m³. For bruk i sjøvann (klasse M) er kravet 400 kg/m³. NTR godkjente opptaket i klasse AB i 1993 til 90 kg/m³.

Kreosoten kan leveres med forskjellige destillasjonsintervall og krystallasjons-temperatur. Variasjonene skyldes ikke biologisk effekt, men forsøk på å redusere svettingen på det kreosotimpregnerte treet.

Det foreligger nå et forslag i EF om å begrense mengden av enkelte stoffer i kreosoten (EF-direktiv 76/769/EEC - det trettende forslag). Det foreslås et krav til innhold av vannløste fenoler på høyst 3%. Et strengere krav på høyst 3% av totalinnhold av fenoler har vi i Norden hatt lenge. EF setter også krav til innholdet av det polyaromatiske hydrokarbonet "Benzo[a]pyren" (BAP). For bruk av profesjonelle kunder (el-, televerk og jernbane) er kravet satt til høyst 500 ppm (parts pr. million = mg/kg) BAP, mens det for salg over disk til vanlig forbruker settes til høyst 50 ppm. Det er sannsynlig at disse kravene etterhvert også vil gjelde i Norge på grunn av EØS-avtalen.

Televerket har allerede innført en egen kravspesifikasjon for kreosot (Utstyrsspesifikasjon K 6-11) og satt krav til innhold av Naftalen på høyst 3 vekt% i tillegg til fenoler høyst 3 vekt% og BAP 50 ppm.

De tre norske kreosotimpregneringsverkene (ImpregNor as har tre avdelinger i Larvik, på Hedmark og i Trøndelag) har valgt å bruke kreosot i hht. det strengeste kravet (høyst 50 ppm BAP) også til profesjonelle brukere.

Kreosots helse- og miljøfarer både som impregneringsmiddel og som impregnert tre er omtalt senere under avsnittet om produksjon.

Vannløste saltimpregneringsmidler

Saltimpregneringsmidlene er sammensatt på forskjellig vis. De fleste er bygget opp omkring et koppersalt eller -oksid. Kopper er en meget effektiv soppgift (fungicid). Siden koppersaltene etter impregnering fremdeles er vannløselige og vil vaskes ut av regn, tilsettes en komponent som skal fikserer, dvs. gjøre kopperet uløselig i vann. Vanligvis er denne komponenten et krom(VI)salt eller -oksid, men det kan også være ammoniakk. I det første tilfellet reagerer kopper og krom med treets cellulosestoffer under fikseringen, [Cr(VI) reduseres til Cr(III)]. I det siste tilfelle er kopperforbindelsen løselig i den basiske ammoniakk-løsningen. Når ammoniakken damper av, blir løsningen i treet nøytral (pH≈7) og kopperforbindelsen felles ut i treet.

Enkelte sopper kan imidlertid være kopperresistente. For å hindre angrep av slike sopper, kreves det høye opptak av koppersalt. For å redusere bruken av kopper, tilsettes gjerne et tredje metalloksid eller -salt. I Norge er arsenpentoksid mest brukt (CCA-salter), men det kan også være bor-forbindelser, fluorider eller fosforsalter (CCB, CCF, CCP).

Effekten overfor råtesopper er avhengig av sammensetningen på saltet. Så langt har kopper/krom/arsensaltene (CCA) klart vist seg mest effektive i jordkontakt og har derfor lavest krav til opptak i klasse A [9 kg tørrsalt (aktivt stoff)/m³ yteved]. Blir arsenet fjernet eller erstattet av bor-, fluor- eller fosforforbindelser, må saltopptaket økes (krav på 18 - 21 kg/m³ yteved) for å gi den samme effekten.

Nyere impregneringsmidler kan også være vannløselige dispersjoner av organiske fungicider, og er derved ikke salter i ordets egentlige betydning. Den økende, negative omtale krom- og arsenholdige salter har fått i miljøsammenheng, gjør at de alternative impregneringsmidlene blir omtalt som "miljøvennlige" selv om de ofte krever et langt høyere opptak og derved øket bruk av f. eks. kopper. Tre som er impregnert med kopperbaserte impregneringssalter, kan heller ikke brennes ukritisk på grunn av høyt innhold av vannløselige kopperforbindelser i asken.

De impregneringsmidlene som er bygget på organiske fungicider, har en foreløpig ingen praktisk erfaring med. Effektiviteten og derved opptakskravet er kun basert på korte (mindre enn ett år) laboratorietester. Langtidserfaring ved bruk finnes enda ikke. Man skal heller ikke se bort i fra at det med tiden også kan finnes negative sider ved disse midlene enten ved bruk eller destruksjon. Man bør derfor være forsiktig med å kalle dem "miljøvennlige". Pentaklorfenolene (PCP) er et eksempel på dette. Ved forbrenning av PCP-impregnert tre fant man dioksiner i forbrenningsgassene. Selv om de nye midlene ikke inneholder klor, vet vi lite om hvordan de vil oppføre seg når de brennes sammen med annet organisk avfall.

En rekke av disse nye impregneringsmidlene testes i pågående feltforsøk for langtidseffekt i jordkontakt. Det skal bli interessant å se hvordan effekten er i årene som kommer. Resultatene fra laboratorieforsøk indikerer at de har en god effekt brukt i tre over bakken mot de standardiserte soppene. Bruk i jordkontakt gir imidlertid en mye større biologisk belastning. Vi har tidligere sett impregneringsmidler som har vist gode tendenser i laboratorieforsøk, allerede etter 7 - 10 år har feilet i feltforsøk. Erfaringene vil etter hvert også kunne si om de har noen svakheter ved langtidsbruk over bakken.

CCA-midlenes (de mest brukte i Norge) helse- og miljøfarer både som impregneringsmiddel og i impregnert tre, er omtalt senere under avsnittet om produksjon og bruk.

Oljeløste impregneringsmidler

Oljeløste impregneringsmidler er opprinnelig white spirit med organiske tinnforbindelser. Tinn er etter hvert også utsatt for miljøpress, og mer kompliserte organiske fungicider overtar i de midlene som nå kommer på markedet (Tebuconazole, Propioconazole). Ofte er det en kombinasjon av flere fungicider.

Som løsningsmiddel brukes white spirit. White spirit medfører ikke svelling av treet under impregnering, og det er derfor ingen problemer å få de ferdig bearbejdede og impregnerte emnene til å passe sammen. Ved bruk av vannløste impregneringsmidler, vil svelling og krymping medføre problemer ved sammensettingen og gi stor vrakprosent.

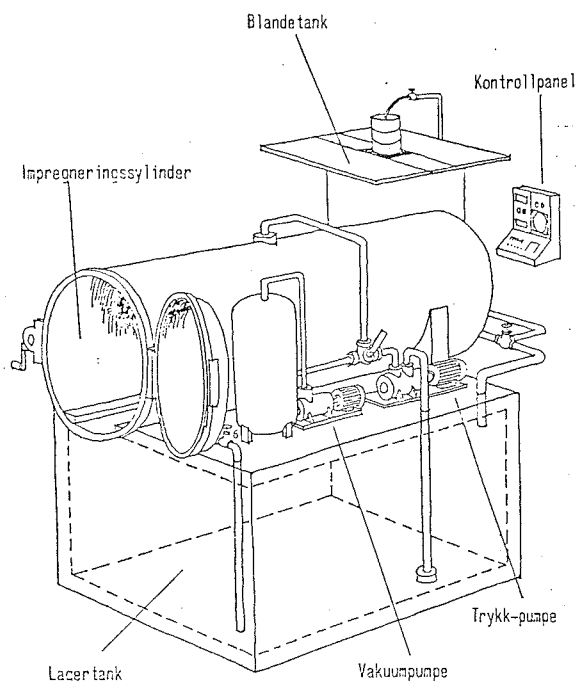
White spirit er i de siste 10 årene blitt et løsningsmiddel som det stilles arbeidsmiljømessige spørsmål ved. Produsentene har øket fungicidinnholdet, og derved reduseres opptaksmengden i liter pr. kubikkmeter tre. Det blir derfor mindre løsningsmiddel som skal dampe av på impregneringsverket/trevarefabrikken før produktene skal overflatebehandles etc. Man har også gått over til lavtluktende white spirits for å bedre arbeidsatmosfæren. I det siste året har man i Danmark begynt å bruke vindusemner med høy andel kjerneved for ytterligere å minske opptaket av løsningsmidler.

Oljeløste impregneringsmidler brukes fortrinnsvis over bakken og er derfor kun testet i laboratorieforsøk. Med tinnforbindelser har vi i dag ca. 30 års erfaring fra praktisk bruk.

Produksjon

Trykkimpregnering av tre krever en industriell prosess. De industrielle anleggene består av en autoklav, formet som en sylinder med luke i én eller begge ender, se figur 1.

Trelasten som impregneres, må være tørr, dvs. ha et fuktinnhold under 25%. Dersom trets fuktighet er over fibermetningspunktet, vil fritt vann kunne hindre impregneringsmidlene å komme inn i alle vedcellene og man får inntrengningsproblemer i yteveden. De industrielle prosessene som benyttes under impregneringen, varierer avhengig av produkt og/eller hvilket impregneringsmiddel som blir brukt.



Figur 1 Skjematisk tegning av et saltimpregneringsanlegg.
 Figure 1 A vacuum-pressure treatment plant for waterborne preservatives

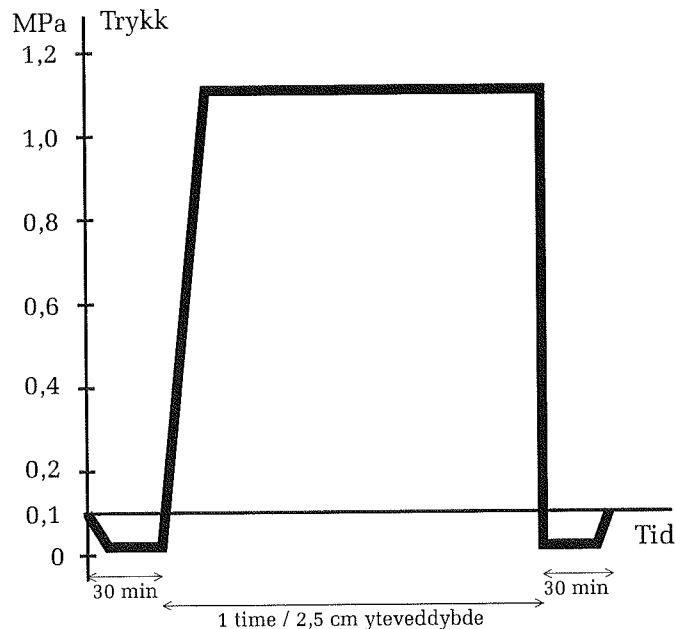
Prosess

Det benyttes flere industrielle prosesser ved norske impregneringsverk: Fullcelleprosess, Lowryprosess, Rüpingsprosess eller dobbelt-vakuumprosess.

Fullcelleprosess eller Bethellprosessen

Fullcelleprosessen er den vanligste, og benyttes på alle saltimpregneringsverk. Det er kun ved ønske om lavere opptaksmengder at man eventuelt benytter andre prosesser til saltimpregnering. Fullcelleprosessen er beskrevet i et trykk/tid-diagram i fig. 2. Etter at autoklaven er lukket, utsettes treet for et forvakuum. Dette er ca. 10% av atmosfæretrykket. Under forvakuumfasen suges all luften ut av sylindere og trecellene.

Deretter slipper man inn impregneringsvæske under bibeholdelse av vakuuemet. Når sylindere er full, starter pumpen som presser impregneringsløsningen inn i trecellene. Tiden det tar før alle ytevedcellene er fylt opp av væsken, avhenger av yteveddybde. Dvs. at trykktiden er avhengig av dimensjonen og yte-/kjernevedforholdet. Som en tommelfingerregel brukes: "En times trykk per yteveddybde på 2,5 cm (tomme)". Når trykkfasen er over, slippes impregneringsvæsken tilbake i lagertanken. Et ettervakuum tørker treoverflaten. Ved prosessens slutt er trecellene fylt med væske, og opptaket er teoretisk 600 liter/m³. Dvs. en 2% løsning av impregneringsmidlet gir et saltopptak på 12 kg/m³ yteved.



Figur 2 Et trykk-/tid-diagram for Fullcelle (Bethell) prosessen
 Figure 2 A pressure/time-diagram for the Bethell process.

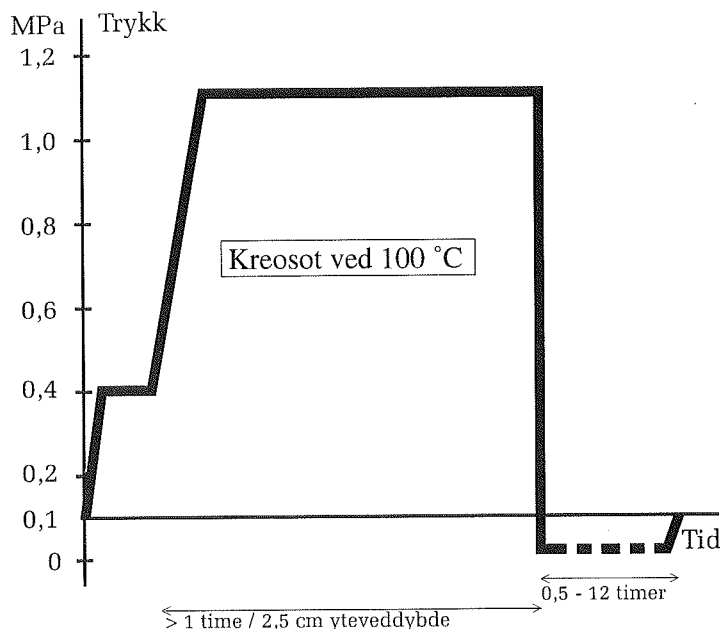
Lowryprosessen

Dette er en prosess lik fullcelleprosessen med unntak av forvakuemet. Uten forvakuem pumper man impregneringsløsningen inn i autoklaven. Under trykkfasen når væsken trenger inn i vedcellene, vil den opprinnelige luften presses sammen og trykket øker. Under ettervakuemet fører dette overtrykket til at noe av impregneringsløsningen presses ut av treet. Trykktiden må økes i forhold til fullcelleprosessen pga. lufttrykket som opparbeides i cellene. Opptaksvolumet ved en slik prosess er fra 300 - 400 liter/m³. Denne prosessen er ikke egnet for impregneringsmidler som har raskt fikserende komponenter. Større andel av den raskt fikserende komponenten vil bindes, og væsken som kommer ut av treet har forskjellig sammensetning sammenliknet med den som ble presset inn. Prosessen kan utarme slike løsninger.

Royal-prosessen[®] som benyttes for impregnering av vinduer eller kledninger, benytter Lowry-prosessen. I Royalprosessen[®] tørkes virket ved hjelp av varm olje i ettervakuumsfasen. Lowry-prosessen er valgt fordi gjenværende vann i treet er lavere enn for fullcelleprosessen, og tørkingen går raskere.

Rüpingprosessen

Rüpingprosessen blir benyttet for kreosotimpregnering, og gir et enda lavere opptak av impregneringsmiddel enn Lowryprosessen. Dette oppnås ved at man presser luft inn i trecellene. Et overtrykk på 4 bar (eller 0,4 MPa) benyttes vanligvis for kreosotimpregnering. Kreosotopptaket etter en Rüpingimpregnering, er 135 kg/m³. Dette er kravet for bruk i jordkontakt (klasse A ihht. NS-INSTA 140). Et trykk/tid-diagram over Rüping prosessen er vist i fig. 3.



Figur 3 Trykk/tid-diagram for Rüping-prosessen.
 Figure 3 Pressure/time-diagram for the Rüping-process.

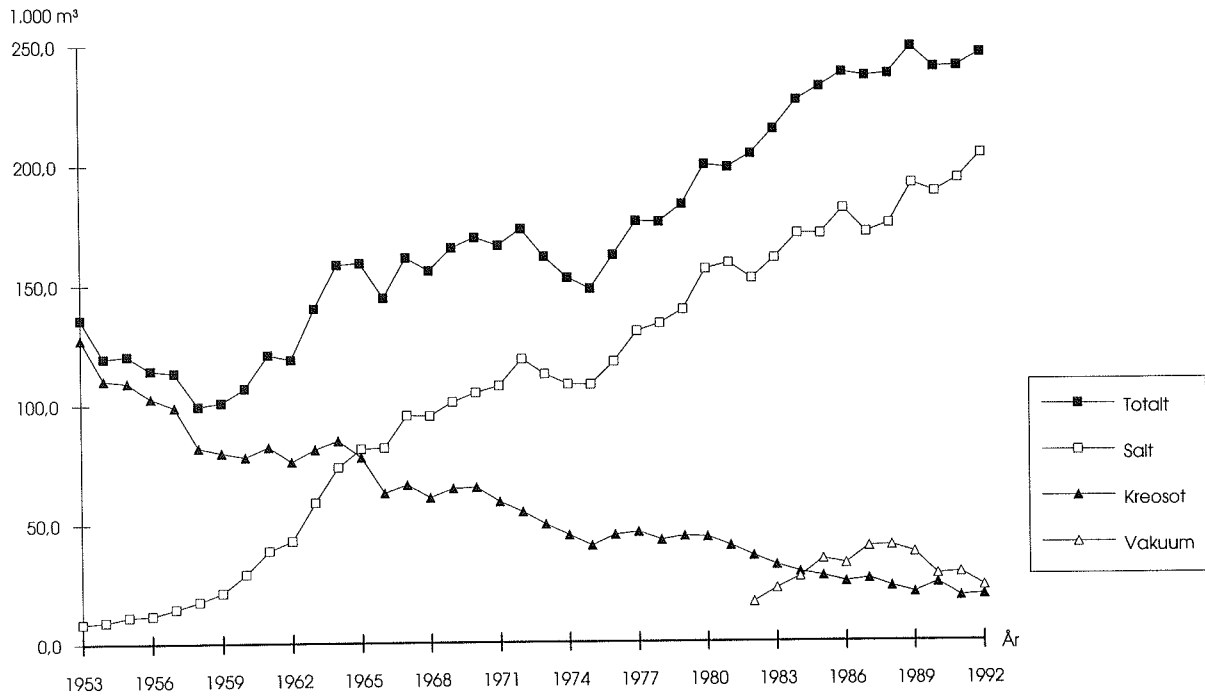
Ettervakuumfasen som tømmer trecellene for kreosot tar vanligvis flere timer i en Rüping-prosess. Variasjoner av Rüpingprosessen kan benyttes for å få et lavere opptak for også andre impregneringsmidler enn kreosot.

Produkter/produksjonsvolum

Den norske produksjonen av trykkimpregnert tre har vært svakt stigende i årene fra 1953 til i dag (Nossen, 1993), se fig. 4.

Som man ser, har kreosotvolumet vist en nedadgående tendens, mens volumet av saltimpregnert tre øker. I de siste årene har vindusproduksjonen gått ned, noe som skyldes at byggeaktiviteten i Norge har gått sterkt tilbake de siste årene. Bruk av øvrig trykkimpregnert tre er tydeligvis mindre avhengig av byggeaktiviteten. Når man ikke bygger nytt, reparerer eller bygger man på - ofte med bruk av trykkimpregnert tre. Bruk av kreosotimpregnert tre reduseres på grunn av at man legger om til jordkabel for både tele- og el-tjenester. Stolpene i tettbygde strøk (gate/veibelysning) er fortrinnsvis av saltimpregnert tre - noe som også reduserer bruk av kreosot.

Selv om man nå i 2,5 år har hatt to klasser trykkimpregnert trelast, klasse A og AB, har det ikke blitt den etterspørselen man ventet for klasse AB (over bakken). Produksjonsvolum for klasse AB var i 1992 på 5.000 m³. Dette er altfor lavt i forhold til det volum av trykkimpregnert tre som benyttes over bakken. Sannsynligvis har informasjonen til kundene vært for dårlig. Mange forbrukere oppfatter klasse AB som dårligere enn klasse A. De har ikke forstått at klasse AB brukt over bakken har like god holdbarhet som klasse A i bakken.



Figur 4 Produksjon av trykkimpregnert tre i Norge fra 1953 til 1992.
 Figure 4 The production volume of pressure-treated wood in Norway from 1953 to 1992.

Det er få bruksferdige produkter av trykkimpregnert tre i Norge. Produkter som er "ferdige" til bruk er el- eller telestolper, sviller, diverse småstolper (gjerde- og vegrekkverkstolper) og vinduer/dører. I tillegg produseres det noen hagemøbler, leskjermer, terrasselemmer ol., men dette utgjør kun et lite volum av det totale produserte volumet. Saltimpregnert trelast blir fremdeles omsatt i fallende lengder. Dette betyr at det under tilpasning av lengder og annen bearbeiding produseres avkapp og annet impregnert treavfall. Bruk av trykkimpregnert tre medfører derfor endel avfall under tillaging. Selv stolper tilpasses ofte i lengden og gir avkapp.

Etterbehandling

Generelt

Avhengig av dimensjon, lengde og impregneringsmidler som er brukt, blir det impregnerte treet utsatt for forskjellige behandlinger etter impregnering på impregneringsverket.

Alt kreosotimpregnert tre blir, uansett produkt, umiddelbart etter impregnering flyttet til lagerplassen.

Saltimpregnert tre blir behandlet forskjellig avhengig av produkt. Etter impregnering blir det stående på anleggets avrenningsplattning til det er dryppfritt. Avrenningshastigheten er forskjellig. På rundvirke renner væsken lett av, men på trelast kan impregneringsvæsken bli liggende på overflaten uten å renne av. Dette avhjelpes ofte ved å skråstille pakkene.

Etter at avrenningsfasen er avsluttet, blir det impregnerte treet flyttet for tørking. Tidligere ble alt saltimpregnert tre tørket i friluft. Omsetningshastigheten for trelast har imidlertid øket, slik at det nå må tørkes kunstig for at det skal bli tilstrekkelig tørt før salg. Småstolper tørkes også kunstig mange steder, men tele- og el-stolper blir tørket i friluft.

Vakuuimpregnert tre (impregnert med oljeløste midler) må også tørkes (white spiriten må dampe av) før det kan overflatebehandles. Også her finnes det nå tørkekammere for akselerert tørking.

Tørking

Kunstig tørking av trelast skjer i vanlige kanal- eller kammertørker. Saltimpregnert tre krever et mildere tørkeskjema enn hvitt trelast for å hindre sprekkdannelse. Fuktighetsgradienten i virket er også større i impregnert enn i hvitt tre. Dette betyr at kondisjoneringstiden er lenger for impregnert enn for uimpregnert trelast med samme dimensjon.

I de kunstige tørkene skjer det ingen avdampning av saltene. Det er derfor ingen fare for tørkeoperatøren å gå inn i tørkene under tørkeprosessen (Jermer med flere 1987). Impregneringsløsning som renner fra pakkene og ned på gulvet, eller gjenværende impregneringsløsning på trets overflate, vil tørke inn og etterlate støv av impregneringssalt på gulvet i tørka eller på virket. Dette støvet kan på grunn av luftsirkulasjonen virvles rundt i tørka. Trelastpakkene må derfor være drypptørt ved innsetting i tørka.

Vinduer og dører impregnert med oljeløste midler skal også "tørkes" etter impregnering, dvs. white spiriten skal dampes av. Dette skjer enten i egne ventilerte rom eller i spesielle tørkekammer. Slike kammer kan også være utstyrt med kondensasjonsanlegg slik at white spiriten kan gjenvinnes.

Lagring

Lagring skjer i friluft og som regel uten vern for regn. Det vil derfor skje en viss utlakning fra det impregnerte treet under lagring når det blir utsatt for regn. Med utlakning menes her en svak utvasking av én eller flere av impregnerings-saltene bestanddeler. Mengdeforholdene i en utlakning avviker fra saltene sammensetning, avhengig av hvor sterkt de enkelte bestanddelene fikseres i treet.

Stolper er mest utsatt for utlakning. Etter at stolpene er dryppfrie, men før saltene er fiksert, flyttes stolpene til sin endelige lagerplass. Her vil de ligge til de blir solgt. Fikseringshastigheten er avhengig av temperaturen. Fikseringen vil fortsette under lagringen. I denne perioden vil de utsettes for nedbør, og det vil også skje en viss utvasking av ufikserte salter (kopper, krom og arsen).

Trelast som i økende grad tørkes kunstig, lagres i fiksert tilstand. Arsen er den komponent i saltet som laker mest. Mengden arsen som laker vil avhenge av hvilken type CCA-salt som er brukt. Dersom saltet er av type C i hht. American Wood Preservers' Association (AWPA), vil lakningen av arsen være mindre enn for type B. Siden stadig fler av de norske impregneringsverkene nå går over til type C, vil lakningen fra de lagrede trelastpakkene minske. For sammensetning av type B- og type C-salter, se tabell 2.

Tabell 2 Fordelingen av metalloksidene i type B og type C-salter i hht. American Wood Preservers' Association
 Table 2 Content of metal oxides in type B and type C-salt according to AWPA.

Forbindelse	AWPA type B %	AWPA type C %
CrO ₃	33,0 - 38,0	44,5 - 50,5
CuO	18,0 - 22,0	17,0 - 21,0
As ₂ O ₅	42,0 - 48,0	30,0 - 38,0

Mange impregneringsverk legger nå papp over de ferdig tørkede trelastpakkene før de lagres utendørs. Dette reduserer utlakningen betraktelig, da lite regnvann når det impregnerte treet. Den øvre floen i pakkene bevarer derved også fargen. Utildekkede pakker vil gråne under lagring.

Miljøet på impregneringsverket

Tomten

Det er gjort flere undersøkelser på forurensning av impregneringsverkene tomtarealer. De svenske er mest sammenliknbare med forholdene i Norge. Rydberg og Haugen (1993) har laget en litteraturundersøkelse på ekstern miljøforurensning av CCA og konkluderer:

Den viktigste kilden til forurensning ved impregneringsverk er spill og drypp av impregneringsvæske samt utvasking av CCA fra impregnert treverk som lagres utendørs og utsettes for nedbør. Produksjon av CCA-holdig avfall (slam) er lite og ligger på ca. 2000 kg pr. år i Norge og det dobbelte i Sverige. Dette skal i hovedsak behandles som spesialavfall. De fleste impregneringsverk er godt sikret mot utslipp av impregneringsvæske, men det er fremdeles eldre anlegg i drift som ikke er utstyrt med avrenningsplattning og system for resirkulering av væske. I slike eldre anlegg vil det skje utslipp av CCA-holdig væske til bakken nær kjeleåpningen og utkjøringsporet. Overbygget lagringsplass for impregnert trevirke med fast dekke synes å være mindre vanlig, selv ved nye anlegg. Impregneringssalter vil vaskes ut fra overflaten av treet hvis ferdig impregnert trevirke utsettes for nedbør. Problemet er størst når man ikke har en kontrollert fikseringsprosess ved bruk av for eksempel trelasttørker.

Undersøkelser av jord fra en rekke impregneringsverk (svenske, forfatters anm.) tyder på at forurensning med CCA er vanlig. Det kan imidlertid være store variasjoner både innenfor området av ett impregneringsverk og mellom forskjellige verk. De høyeste jordverdiene av CCA er målt nær trykksylinder og utkjøringsspor. CCA-konsentrasjoner på 10-20 g/kg jord kan forekomme, og sammensetningen av kopper, krom og arsen reflekterer i hovedtrekk innholdet i impregneringsvæsken. Måleverdiene på lagringsplass ligger generelt en god del lavere. Siden utvasking av salter fra treets overflate er ulik for kopper, krom og arsen, vil dette også gjenspeiles i jordverdiene. De høyeste verdiene finner man for arsen som typisk kan ligge på 100 - 1000 mg/kg jord. (Bakgrunnsverdi 0,1 - 40 mg/kg, typisk 5 mg/kg (Dekko 1991, i Norge høyst 74 mg/kg og gjennomsnittlig 2,4 mg/kg - forfatters anm.)).

Der hvor jorda er sterkt forurenset av CCA, vil det være en fare for at disse stoffene kan spre seg i vann og nå mennesker og dyr. Særlig bør man vurdere risikoen for kontaminering av grunnvann. Mobiliteten av kopper, krom og arsen i jorda vil være helt avhengig av i hvilke kjemiske former de foreligger og de fysiske og kjemiske forhold som er tilstede i jorda. Mobiliteten kan derfor være forskjellig for de 3 metallene, men er generelt høyere for arsen-forbindelser enn for kopper og krom. Undersøkelser av CCA-kontaminert jord i laboratoriet, tyder på at det selv for arsen kan ta flere hundre år før nivået i jorda halveres (avhengig av jordtype). Jordbunn med lavt humus- og leireinnhold øker mulighetene for at utslipp av CCA skal nå grunnvannet. I 1985 lå ca. 40 svenske impregneringsverk (20%) på en jordbunn som kunne innebære en slik fare. Ti av disse hadde imidlertid avrenningsplattning som reduserte faren for spredning av CCA-holdig væske til jorden.

Den naturlige forekomsten av kopper, krom og arsen i Norge er lav. Det finnes enkelte områder hvor enkelte av metallene forekommer i høye konsentrasjoner i jorden (gruver etc.). Dekko (1991) har gjort en litteraturundersøkelse på naturlig forekomst og spredning av tungmetallene i Norge. Han konkluderer følgende:

“Tungmetaller fra industri og særlig fra nedlagte gruver utgjør en belastning på enkelte vassdrag. Det synes ikke som om tilførselen av tungmetaller pga. forvitring og utvasking fra jord samt transport med nedbør hittil har medført spesielle problemer når det gjelder kobber, krom og arsen.

Materialet som foreligger, inneholder ikke direkte opplysninger om utslipp fra treimpregneringsanlegg i Norge. Ved utslipp til jord vil virkningen på resipienten være avhengig av hvor fort utvasking og transport av metallsaltene skjer. Bindingsreaksjoner i jord, dybden til grunnvannsspeilet og avstanden til resipienten bestemmer derfor tiden det tar før en eventuell vannforurensning kan oppdages.

Det er ikke kjent at tungmetaller fra treimpregnering hittil har medført særlige miljøkonsekvenser. Det er likevel rimelig å anta at virksomheten ved norske impregneringsanlegg har ført til lokal forurensning med tungmetaller. Særlig på lagringstomter for impregnert virke kan det ventes at innholdet av kobber, krom og arsen i jord ligger betydelig over naturlige bakgrunnsverdier.

Selv om det hittil ikke har gitt uheldige konsekvenser, vil utvasking fra forurenset jordsmonn føre til at miljøskadelige stoffer gradvis flytter seg nedover mot grunnvannet. Nærmere undersøkelser av bedrifter, med kartlegging av grunnforhold og forurensningstilstand bør derfor utføres for å avklare om de utgjør en miljørisiko.”

Øket fokusering på arbeids- og eksternt miljø har gjort at impregneringsverkene har lagt om sin praksis. Avrenningsplattning finnes de fleste steder, og impregnert trelast selges nå ikke før det er fiksert. Selv om det er en viss utlakning fra lagrene av impregnert tre, er det ikke påvist (i Sverige) noen forurensning av grunnvannet. Anleggene er etterhvert modernisert og flere får fast dekke slik at forurensningene til jorden blir minimal. Det er derfor som oftest “gamle synder” som er årsaken til høye tungmetallinnhold i jorden. Så lenge tilsig av nye tungmetaller stopper, vil ioneaktiviteten ikke tvinge saltene dypere ned i jorden. Tomtene har derfor blitt forurenset i et dyp på 30 - 50 cm. Man har fastlagt hvilke tomter det er snakk om, og myndighetene kan gå inn med restriksjoner og krav i forbindelse med eventuelle bruksendringer.

Det er heller ikke påvist noen fare for de som bor omkring et impregneringsverk (Moråsenstudien 1991). Bakgrunnen for Moråsenstudien var at det under våren 1988 gjennom media ble slått opp at de som bodde i nærheten av impregneringsanlegget på Moråsen i stor utstrekning skulle ha fått kreft. De som bodde i området ble urolige og “Miljö- och helsoskyddskontoret” i Boden initierte en undersøkelse. Konklusjonen lyder:

“Undersökningen ger inget stöd för att människor som bott på Moråsen skulle ha drabbats av allvarliga åkommor som lett till död eller sjukdom i högre grad än bosatta inom ett kontrollområde i Boden. Därimot uppvisar de som bott på Moråsen flera fall av bl.a. hudsjukdomar och allergier. Vi kan inte utesluta att dessa besvär kan ha ett samband med tidigare miljön på Moråsen.”

Det er imidlertid viktig at statlige og kommunale myndigheter er oppmerksomme dersom det skjer bruksendring av tomtearealene for et tidligere impregneringsanlegg. Avhengig av hvor gammelt et anlegg er, vil det være forurensning av grunnen både rundt sylindere og på lagertomtene. Det er derfor om å gjøre at man ikke sprer denne forurensete jorden. Dersom et anlegg legges ned, må man vurdere ut fra nybruken om jorden skal flyttes før bygging eller ikke. For jord forurenset av impregneringssalter, er det foreløpig ingen kjente rensemetoder. I Sverige flyttes jorden og deponeres på et sikkert sted. For kreosotforurenset jord derimot er det gjort positive forforsøk både med hensyn til rensing av jorden med bakterier (Sverige og Norge) og forbrenning (Holland). Metodene er imidlertid kostbare hvis man må flytte hundrevis av kubikkmeter jord. Bakterierensing har enda ikke kunnet skje i større skala, og senere forsøk i Sverige har redusert optimismen.

Kreosot er ikke blandbar med vann og det kreosotimpregnerte treet vil under lagring ikke lages. Det kan imidlertid lages noe av de vannløselige fenolene på overflaten. Totalinnholdet av fenoler er høyst 3% i norsk kreosot. Det forekommer imidlertid lokale forurensninger av kreosot som renner/drypper fra svette stolper. Det vil derfor forekomme noe kreosot på bakken under lagrede, kreosotimpregnerte stolper og sviller. Også her har svenskene gjort en rekke undersøkelser (Bergman, 1987; Bergman, 1990; Seman og Svedberg, 1990 og Seman, 1990).

Mye av dagens problemer med kreosotforurensning i bakken eller i vann skyldes ikke avrenning fra lagrede stolper og sviller, men at kreosotslam tidligere ble behandlet uforsvarlig etter dagens krav. Dette var imidlertid i henhold til de krav som gjaldt på den tiden slammet ble "dumpet". Ofte dumpet man kreosotslam i elver eller innsjøer. Dette slammet er nå kapslet inn på bunnen av andre sedimenter. Man kan i dag ikke finne farlige mengder PAH-stoffer eller liknende i vannet ved analyse. Svenske erfaringer har vist at det kan gjøre vondt verre hvis man begynner å flytte innkapslet kreosotslam. PAH-verdiene i vannet stiger da kraftig (Bergman 1990). Man bør derfor tenke seg om før man setter i gang en sanering av et forurenset område. Dersom myndighetene på grunn av press fra miljøorganisasjoner eller media blir tvunget til forhastede beslutninger, kan skaden økes.

Seman og Svedberg (1990) har listet opp saneringsmetoder for kreosotforurenset jord.

På en gammel kreosotimpregneringstomt i Lillestrøm nord for Oslo pågår det forsøk med å bryte ned kreosotforurensningene i grunnen ad biologisk vei (Breedveld, 1992). Her er det tidligere også rapportert oljefilm på elven (Nitelva) som renner langs tomten. En annen undersøkelse (A/S Geotex, 1989) på ImpregNor as, Ilseng, konkluderer med innholdet av PAH-komponenter på tomten er minimale.

NSB arbeider for tiden med å undersøke skadene som oppstår ved kreosotforurensning av jord og vann (Eriksson 1993). NSB har flere forurensete tomter fra gamle kreosotimpregneringsanlegg som må renses.

Tre impregnert med oljeløste midler vil lagres innendørs og vil derved ikke lages til naturen. Det er derfor ikke de samme problemene med ekstern forurensning av tomtene for disse anlegg som for salt og kreosotanlegg.

Arbeidsmiljøet

Ryberg og Haugen har gjennomført litteraturundersøkelser vedr. helsefare både på kreosot (1989) og for CCA-salter (1992).

Kreosot

I kreosotrapportens sammendrag sier forfatterne:

"Eksposering for kreosot kan skje ved direkte hudkontakt eller ved innånding av kreosotdamp, aerosoler eller kreosotholdig støv. Kreosotdampen består hovedsakelig av de mest flyktige forbindelsene i kreosot som naftalener, inden og fenoler. Disse stoffene utgjør som regel hoveddelen av de inhalerte stoffene.

De ikke-flyktige forbindelsene som f. eks. store PAH-molekyler (Polysykliske aromatiske hydrokarboner) vil foreligge i aerosolform. Dannelse og sammensetning av aerosolfasen vil avhenge av temperaturen på kreosotmaterialet. Generelt kan man si at ved temperaturer under 50 °C, vil det være lave luftkonsentrasjoner av PAH-stoffene som kan virke kreftfremkallende. I impregneringsverkene får man de høyeste PAH-konsentrasjonene nær kjeleåpningen når kjelen tømmes og ved arbeid inne i kjelen. Ved slike operasjoner kan PAH-konsentrasjonene overstige 40 µg/m³ (tilsvarer administrativ norm). Det er også mulig at arbeid på lagerområdet for nyimpregnert materiale kan medføre en relativt betydelig PAH-eksponering, spesielt i perioder med sterk soloppvarming. Det er ikke funnet måledata fra denne typen arbeid. Bearbeiding av kreosotimpregnert materiale som boring og saging, fører ofte til lokal oppvarming og derav økt frigjøring av bl. a. PAH til luften. Det samme gjelder sveising nær kreosotimpregnert materiale. Det skal også nevnes at flere av de nevnte arbeidsoperasjoner ofte kan være av kort varighet, slik at den totale eksponeringsdosen nødvendigvis ikke er tilsvarende forhøyet. Når det gjelder hudeksponering, mangler man helt måledata. Det finnes ingen etablerte metoder til å foreta slike registreringer. Biologiske eksponeringsindikatorer kan muligens brukes for å registrere den totale eksponeringen for kreosotforbindelser, men man mangler fortsatt erfaring med påliteligheten av disse.

De mest vanlige plagene forbundet med kreosoteksponering er hudeksem og forsterket solforbrenningsreaksjon (fototoksisk eksem). Irritasjoner i øyne og slimhinner, samt hodepine, svimmelhet og uvelhet kan forekomme. Innholdet av fenoler, naftalener og endel andre flyktige komponenter i kreosot er antatt å være av betydning for de sistnevnte plagene. Eksperimentelle forsøk på mennesker har vist at intensiteten i den fototoksiske reaksjonen avhenger av eksponert dose og tjæreproduktenes sammensetning.

En felles egenskap for de fleste kreftfremkallende stoffene er at de kan fremkalle kjemiske forandringer i arvestoffet (mutasjon). Denne sammenheng mellom kjemiske stoffers kreftfremkallende evne og deres evne til å gi mutasjoner gjør det mulig med relativt enkle og hurtige metoder å identifisere mange av de stoffene som kan være kreftfremkallende. I bakterier og celler fra dyr og mennesker er disse i stand til å fremkalle endringer i cellenes arvestoff. Kreosot har vist mutagen effekt i bakterietester, og ved hudpensling av forsøksdyr indusert både godartede og ondartede svulster. Statens forurensningstilsyns faggruppe for identifisering og klassifisering av kreftfremkallende stoffer (FIKKS) har klassifisert kreosot som et stoff med kreftfremkallende effekt. Det er rimelig å anta at kreosot vil bli plassert på den norske listen over kreftfremkallende stoffer. International Agency for Research on Cancer (IARC) har gjennomgått en rekke PAH-forbindelser og har vurdert holdepunktene for at de er kreftfremkallende. IARC konkluderer med at det er tilstrekkelig bevis for at kreosot virker kreftfremkallende på forsøksdyr. Det er imidlertid **“begrenset bevis”** (uthevet av forf.) for kreftfremkallende effekt hos mennesker. I et dyreforsøk har tjæreløsning bare vist svak kreftfremkallende effekt sammenliknet med rene PAH-forbindelser. Nye undersøkelser tyder også på at komplekse blandinger av stoffer fra f. eks. kull, kan virke hemmende på svulstdannelse indusert av visse kjente kreftfremkallende forbindelser.

En rekke kjente kreftfremkallende stoffer binder seg til arvestoffet. Det er vist positiv sammenheng mellom binding av visse PAH-forbindelser til arvestoffet og deres kreftfremkallende effekt. Nyere forskningsresultater har vist at forbindelser i kreosot binder seg til (skader) arvestoffet. Dette er vist i dyreforsøk og i hud på mennesker. Hvor i arvestoffet skaden skjer, er av betydning, slik at en påvisning av slike endringer ikke i seg selv er et bevis på kreftfremkallende egenskaper.

Det arbeides med nye forskrifter til PAH-innhold i kreosot innen EF. Det er foreslått maksimalinnhold på Benso[a]pyren (BAP). Til profesjonelle brukere (el- og televerk) får kreosoten inneholde høyst 500 ppm (parts pr. million) BAP og til vanlige konsumenter høyst 50 ppm. Norske kreosotimpregneringsverk har allerede nå tilpasset seg forskriftene og leverer kun kreosotprodukter med BAP på under 50 ppm, dvs. det strengeste kravet.

En epidemiologisk undersøkelse har vist øket risiko for hudkreft hos kreosoteksponerte arbeidere. Studiene er imidlertid for små til at det kan konkluderes noe med hensyn til kreftisiko. Hudkreft er imidlertid rapportert i enkeltrapporter.

Vurdering av helserisiko

Kreosotvæske og damp virker irriterende på hud og slimhinner. Hudkontakt med kreosot kan gi hudrødme, brennende eller kløende følelse i huden, blæredannelse eller sår dannelse. Forsterket solforbrenningsreaksjon er vanlig. Betennelse og arr i øyets hornhinne og øyekatarr er også påvist. Det er dessuten beskrevet plager som hodepine, svimmelhet, uvelhet og økt spyttsekresjon.

Kreosot har gitt både godartede og ondartede svulster i forsøk med mus. Kreosot har indusert endringer i arvestoffet i bakterietester, og det er påvist økt arvestoffskader i musehud og celler fra menneskehud etter eksponering med kreosot. Kreosot inneholder dessuten flere kjente mutagene og kreftfremkallende stoffer. Det er beskrevet tilfeller av hudkreft (og noen andre kreftformer) som er satt i sammenheng med eksponering av kreosot. Slike rapporter er imidlertid få, tatt i betraktning at kreosot har vært i bruk i over hundre år. De foreliggende epidemiologiske undersøkelsene er derfor et noe spinkelt grunnlag å trekke en sikker slutning med hensyn til kreftisiko på mennesker. Kreosot inneholder for mange stoffer til at man kan trekke konklusjoner ut fra enkeltstoffene.

Eksponering for PAH under arbeid med kreosotmateriale vil kunne påvirkes av flere faktorer som ventilasjonsforhold, temperaturer i materiale, varighet av arbeidet, hvilke mengder som håndteres, hvor fersk impregneringen er osv. Et eksakt mål på eksponert dose kan man derfor bare få dersom det gjøres måling på hudeksponering og inhalasjonseksponering under hver enkelt arbeidsprosess. Dette lar seg ikke gjøre i praksis. Dessuten finnes det ingen etablerte metoder til å måle hudeksponering. Målinger foretatt utendørs under arbeid med impregnerte jernbanesviller i Finland viser lave PAH-verdier i luft. Det finske materialet viser også lave PAH-konsentrasjoner i luft målt under forhold hvor kreosoten oppvarmes.

Ved vurdering av eksponeringsnivå må man også ta hensyn til forekomst av de mindre alvorlige plagene. Disse er ofte forbundet med eksponering av de mer flyktige komponentene i kreosot.

Relevante, eksperimentelle arbeider viser at kreosot er kreftfremkallende i dyreforsøk. Det finnes ikke data som med samme sikkerhet fastslår at kreosot er kreftfremkallende hos mennesker. Likevel er det grunn til å handtere kreosot som et kreftfremkallende produkt.

Under arbeid med kreosot bør hudkontakt i størst mulig grad unngås ved å benytte egnede verneutstyr og arbeidsprosesser. Arbeidstøy må kunne vaskes ofte. Det er videre nødvendig med hyppig rengjøring av utstyr og lokaler. Tilstrekkelig ventilasjon bør sikres, spesielt der hvor det skjer en oppvarming av kreosotmateriale. I visse tilfeller, slik som arbeid inne i trykk-kjelen, bør det benyttes egnet åndedrettsvern som beskytter både mot damp og partikulært materiale. Bygging av utendørs installasjoner med kreosotimpregnert trevirke, samt inspeksjon og vedlikehold av slike anlegg medfører vanligvis lav inhalasjonseksponering for PAH. Denne typen arbeid skulle medføre lite kreftrisiko dersom det gjennomføres vernetiltak for å unngå direkte hudkontakt med kreosot. Det er imidlertid viktig å vurdere forhold som kan øke eksponeringen for kreosot som f. eks. håndtering av større mengder "våte" (svette) stolper og dersom det benyttes arbeidsprosesser som kan gi forstøvning av kreosotvæske (etterimpregnering).

Mens Ryberg og Haugens samlet stoff til sin rapport, var det i gang en epidemiologisk undersøkelse om arbeidere på kreosotimpregneringsverk i Norge og Sverige. Totalt dekket undersøkelsen 922 personer. I sin sluttrapport (Karlehagen med flere, 1988, 1992) kommer de med følgende konklusjon:

"Den totala cancerincidensen var något lägre än förväntat, 129 fall mot förväntat 137, motsvarande SIR = 0,94 (SIR = Standardiserad incidenskvot, dvs. observerat/förväntat antall fall efter stratifiering för ålder och kalenderår). Visse skillnader mellan den svenska och den norska kohorten i relativ risk kan ses för några cancerlokaliseringer, t ex för lungcancer och blåscancer men dessa skillnader torde vara slumpmässigt betingade. Totalt inträffade fem fall av läppcancer mot förväntade 2,0 motsvarande en relativ risk av 2,50 vilket är på gränsen till statistisk signifikans, $p=0,05$. Vidare inträffade nio fall av hudcancer (skivepitelcancer), de flesta i ansiktsregionen, mot förväntat 3,8 med en relativ risk av 2,37 motsvarande $p = 0,02$. Här bör också noteras åtta fall av lymfom mot förväntade 4,17, en ökning på gränsen till statistisk signifikans, $p=0,06$."

I rapportens diskusjonsdel sies blant annet:

"Bland de turmöreformer som primärt kan misstänkas ha samband med kreosotexponering fanns en förhöjd incidens för läppcancer och hudcancer, varav endast den sistnämnda var statistiskt signifikant. Ökningen av hud- och läppcancerincidensen skulle kunna förklaras av kreosotexponering eftersom hudkontakt torde ha varit regel bland impregnerarna.

Impregnerarna har delvis haft sitt arbete utomhus och en ökad risk för solljusbetingad hudsjukdom är därför att förvänta. Det är möjligt att solexponering kan ha bidragit även till den ökade incidensen av hud- och läppcancer. Denna tolkningen finner stöd i en svensk studie av 1.401 yrkesfiskare där en ökad incidens av såväl hud- som läppcancer (SIR 3,05 respektive 3,19) observerades.

Derimot noterades ingen ökning av lungcancerincidensen totalt (SIR 0,79), en tumörlokalisering som också kan bedömas som kritisk med hänsyn till exponering för respirabla kreosotångor. Dock bör observeras att det fanns en fördubbling av incidensen 30 år eller mer efter första exponeringen, främst inom den norska kohorten. Denna latenstid är något längre än den som oftast ses i undersökningar av grupper exponerade för lungcancerogener. Uppgifterna om latenstid varierar dock i litteraturen och det finns asbestexponerade kohorter som uppvisar högst relativ risk efter 30 års latenstid eller mer. Det är sannolikt att denne isolerade ökning betingas av ökad frekvens rökare.

Information om eventuella andra exponeringar saknas. Dette gjelder inte bara oppgift om rökvanor utan også oppgifter om andra typer av impregneringsmedel.

Sammanfattningsvis har denna kohortundersökning av 922 svenska och norska impregnerare visat en något lägre cancersjuklighet än förväntat utifrån riksgenomsnittet. En drygt fördubblad risk för hudcancer framkommer. Ökningen kan sannolikt tillskrivas en kombination av kreosotexponering och exponering för solljus. Säkra slutsatser beträffande risker för tumörer i andra lokaliseringer kan derimot inte dragas utifrån denne undersökning. Den totala cancersjukligheten var något lägre än förväntat utifrån riksgenomsnittet.”

I pressemeldingen som ble sendt ut fra Kreftregisteret i Norge etter undersøkelsen het det blant annet:

Den aktuelle undersøkelsen omfatter ansatte ved svenske og norske impregneringsverk, i alt 919 ansatte. I løpet av observasjonstiden 1953 - 1987 ble det i alt registrert 129 nye tilfeller av kreft mot forventet 137 tilfeller. Det ble påvist en overrisiko for kreft oppstått i hudens ytre dekklag, idet det ble registrert 9 tilfeller mot forventet 3,8. En overrisiko for denne typen kreft er kjent i utarbeidende yrkesgrupper. Denne typen hudkreft har en meget god prognose med over 95% relativ 5 års overlevelse. Hudkontakt med kreosot i kombinasjon med solljus kan være forklaringen til den påviste risiko.

Undersøkelsen gir ingen mistanker om at yrkesmessig kontakt med kreosot innebærer en generell øket risiko for kreft.

CCA

Ryberg og Haugen har også gjort en undersøkelse om helsefaren ved bruk av CCA-impregneringsmidler (1992). I sitt sammendrag sier de blant annet:

“Impregneringsvæsken består av vandig løsning av dikromatsyre ($H_2Cr_2O_7$), arsensyre (H_3AsO_4) og kobber (Cu^{2+}). Bruk av CCA som impregneringsmiddel baserer seg på de biocide egenskapene til kobber ($Cu(II)$) og arsen ($As(V)$). Krom brukes hovedsakelig for å fikserte kobber og arsen i treverket samt for å bevare strukturen i treet. Fiksering av CCA i treverket er avhengig av at kromat ($Cr(VI)$) omdannes til krom ($Cr(III)$). Denne reaksjonen tar fra noen dager til flere uker avhengig av bl. a. temperatur under lagring. En sikker håndtering av impregnerert treverk er avhengig av at denne prosessen er fullendt.

Eksposering for CCA skjer hovedsakelig ved direkte hudkontakt med impregneringsvæske eller ufiksert treverk og ved innånding av CCA-holdig trestøv eller damp. Luftmålinger fra en rekke impregneringsverk viser at eksponeringene for CCA generelt ligger lavt, ofte betydelig under de yrkeshygieniske grenseverdiene. Et unntak kan være dampen som slipper ut ved åpning av kjelen. Flere undersøkelser har vist at dampen kan inneholde betydelige konsentrasjoner av CCA, men dette utslippet er kortvarig og varierer betydelig. Det finnes ingen registreringer på hudeksponeringer siden pålitelige målemetoder mangler. Noen undersøkelser har vist at arbeidere i CCA-impregneringsverk har høyere total eksponering for arsen og krom enn arbeidere som ikke er eksponert for CCA.

Flere undersøkelser har ikke kunnet påvise akutte eller kroniske forgiftninger knyttet til arbeid i CCA-impregneringsverk. Eksponeringsdata som foreligger fra impregneringsindustri tilsier imidlertid at effekter på hud og slimhinner samt allergiske reaksjoner kan forekomme, men omfanget er dårlig kartlagt. Relevante akutteffekter ved hudeksponering for CCA-væske er kromsår og hudirritasjon. Langtidseksponering for CCA-holdig væske medfører risiko for utvikling av allergisk kontakteksem, men vortedannelse og forandringer i hudens pigmentering og tykkelse kan også forekomme.

Spontan neseblødning, sårhet i hals og tungpust er rapportert ved høye og gjentatte eksponeringer for støv dannet under bearbeiding (saging, boring etc.) av CCA-impregnerert treverk. Ved eksponering over lengre tid kan det utvikles kronisk arsenforgiftning. CCA-holdig støv kan utløse astma og allergiske reaksjoner hos disponerte individer. Det er grunn til å understreke viktigheten av gode hygieniske forhold ved bearbeiding av CCA-impregnerert treverk i yrkessammenheng.

Sprut av impregneringsvæske virker irriterende på øyne og kan gi skade på hornhinnen. Gjentatte eksponeringer for CCA-holdig væske og støv vil kunne gi øyekatarr.

CCA-impregneringsvæske bør behandles som kreftfremkallende. Epidemiologiske data viser at eksponering for arsen og kromat (seksverdig krom) innebærer risiko for utvikling av hud- og lungekreft. Det finnes imidlertid ingen rapporter om øket kreftrisiko i CCA-industri. CCA-holdig trestøv kan virke kreftfremkallende på grunn av innholdet av tungtløselig arsen. Også andre stoffer i trestøvet er mistenkt å være kreftfremkallende. Det er imidlertid ikke utført epidemiologiske studier med utgangspunkt i kreftrisiko og CCA-holdig støv. Bearbeiding av CCA-impregnerert treverk bør skje under gode hygieniske forhold.”

Det er i miljøprosjektet i 1992/93 gjennomført en innsamling av data til en epidemiologisk undersøkelse på arbeidere på saltimpregneringsverk tilsvarende den for kreosotarbeidere. Resultatet fra denne undersøkelsen foreligger enda ikke, da det oppsto forsinkelser med å få godkjennelse fra Datatilsynet. Råresultatene forelå først senhøstes 1994, og har derfor ikke vært mulig å få med i denne samlerapporten.

Arbeidsmiljøet ved norske impregneringsverk må i gjennomsnitt sies å være bra. Selv om impregneringsmidlene er giftige og må regnes som kreftfremkallende, er faren for forgiftning eller å få kreft i arbeidssituasjonen liten (Ryberg, Haugen 1989 og 1992, Karlehagen med flere 1988). Det forutsetter imidlertid at impregneringsoperatøren bruker det nødvendige, personlige verneutstyr som er stilt til hans disposisjon (Evans 1982).

Det viktigste er at operatøren beskytter seg mot sprut av impregneringsmiddel eller -konsentrat og utviser forsiktighet ved all behandling av ufiksert, saltimpregnert tre. Før fiksering er krom i krombaserte impregneringssalter i en seksverdig form. Denne formen er både ansett som etsende og kreftfremkallende (Ryberg, Haugen 1992).

Krom er jo også allergifremkallende. I den forbindelse er det gjennomført en kort rundspørring blant 11 bedriftshelsetjenester i Norge (Nossen 1993) som representerer bransjer som impregneringsverk, energiverk/televerk, stolpe-entreprenører, bygningsentreprenører og NSB. Det blir sagt at det er vanskelig å skille ut yrkesbetinget allergi mot det som ikke er yrkesbetinget. Den eneste bekreftede tilbakemelding man fikk var fototoksisk eksem ved kreosoteksponering.

Bruk

I en litteraturundersøkelse (Ryberg og Haugen, 1993) kommer det fram at lakningen av arsen begrenser seg til å forbli i umiddelbar nærhet av det impregnerte treet. I sammendraget sier forfatterne:

Det årlige forbruket av CCA-impregnert trevirke var i 1991 ca. 210 000 m³ og 260 000 m³ i henholdsvis Norge og Sverige. I Norge utgjorde dette ca. 10% av det årlige forbruket av trelast. Impregnert trevirke har en brukstid som er 5 - 10 ganger lengre enn ikke-impregnert trevirke. For at impregneringsstoffene skal gi en effektiv beskyttelse, må disse ha en viss mobilitet eller løselighet. Dette innebærer at stoffene gradvis vil lekke ut. lekkasje av CCA påvirkes av faktorer i treverket, saltsammensetning og faktorer i jord og vann som treverket utsettes for. Generelt lekker arsen raskere enn kopper og krom. I deler av treverket som er utsatt for nedbør eller som står i jord og vann, kan lekkasjen av arsen komme opp i 20 - 30% i løpet av de første 10 årene etter at treverket er tatt i bruk. Utvasking av arsen fra CCA-impregnert treverk kan altså bety et totalutslipp på 30-50 tonn/år i Norge (avhengig av andel som er overflatebehandlet og andel som er i kontakt med jord, vann og nedbør). Utslipet er fordelt over et utall av steder hvor CCA-impregnerte materialer er i bruk.

Målinger i jord nær inntil impregnerte stolper som har stått i jorda i 10 år eller mer, har vist arsenverdier som vanligvis ligger i området 50 - 300 mg/kg. Nivået faller raskt lenger bort fra stolpene. Jordnivåer av arsen over bakgrunnsverdier er sjelden påvist i en avstand på mer enn 30 cm fra stolper. Denne meget lokale konsentrasjonen av impregneringsstoffer synes å være typisk for det utslippet som kommer fra treverk som står i jord. Forurenset jord kan imidlertid spres med overflatevann eller ved menneskelige aktiviteter. Slik spredning innebærer imidlertid en fortykning av impregneringsstoffene.

Utvasking av CCA fra impregnert treverk innebærer mulighet for at stoffene kan bli tatt opp i næringskjeden og nå mennesker og dyr. Kunnskapen om faktorer som påvirker biotilgjengeligheten av de aktuelle stoffene i jorda er imidlertid mangelfull. De biocidiske stoffene i CCA (arsenat- og kopperioner) er toksiske for alle levende organismer når konsentrasjonene blir høye nok. Det skjer derfor ingen akkumulering av disse stoffene i næringskjeden. Organiske former av arsen kan imidlertid akkumuleres i enkelte organismer som lever i vann, men toksisiteten av disse forbindelsene er generelt lave. Enkelte planter kan også utvikle toleranse for arsenforbindelser, slik at de kan vokse og formere seg i jord med relativt høyt innhold av disse forbindelsene. Mekanismene for denne toleransen er dårlig beskrevet. Vanligvis synes planteinnholdet å ligge lavere enn 1% av jordverdiene (på tørrvekt basis).

Innholdet av kopper, krom og arsen i dyrefor påvirker konsentrasjonen av disse stoffene i kjøtt og melk. Foringsforsøk med okser viser at arseninnholdet i innmat (lever og nyre) er høyere enn i muskel. (Det er her brukt rene arsenforbindelser og ikke trykkimpregnert tre. Forfatters anm.) Konsentrasjonen i muskel er ca 2% av det man finner i tørt for. En ukjent andel av arsenet vil imidlertid foreligge i organisk form, siden alle pattedyr kan metylere uorganiske arsenforbindelser. Dyr som beiter på jord forurenset med arsenforbindelser vil ha en kjøttkonsentrasjon av arsen som ligger under 0,05% av jordverdien. Dersom dyreforet blir direkte forurenset med CCA (via f.eks. forsilo), er det større fare for at skadelige mengder arsenforbindelser kan nå mennesker.

De forbindelsene av kopper, krom og arsen som er tilstede i impregnert treverk vil også være tilstede naturlig i både jord, luft og vann. De naturlige variasjonene kan være ganske store. Alle er derfor mer eller mindre eksponert for disse stoffene. Opptaket kan skje gjennom hud, luftveier og gjennom mat og drikke, hvorav opptaket gjennom fordøyelsessystemet er generelt den viktigste. Undersøkelser av befolkning som bor i områder forurenset med arsenforbindelser, har ikke kunnet påvise økt inntak der hvor jordnivået har vært ca. 50 mg/kg. Der jorda inneholdt 350 mg/kg var arsenbelastningen hos voksen befolkning bare svakt forhøyet, mens belastningen hos barn var betydelig forhøyet i forhold til befolkning med bakgrunnseksposering. Inntaket av hjemmeproduert frukt og grønnsaker ble ikke oppgitt i disse undersøkelsene.

Både bruksområde og utbredelse av impregnert treverk har betydning for hvordan og hvor mye befolkningen blir eksponert. Beregninger av forurensningsnivå i jord nær boliger hvor det er et utstrakt bruk av CCA-impregnerte materialer, tyder på bare moderat forhøyede verdier av arsen i et relativt lite område. Om dette betyr økt arsenbelastning for beboere er i stor grad avhengig av om det forbrukes frukt og grønnsaker som er dyrket i egen have. Planter dyrket på forurenset jord vil trolig likevel utgjøre en liten andel av det totale årlige forbruket. Moderat bruk av CCA-impregnerte materialer gir sannsynligvis ikke eksponerings-doser for arsen som er forbundet med akutte eller kroniske toksiske skader. Ved forurensning av drikkevann med arseninnhold over normen som er satt som akseptabel for drikkevann, vil slike skader kunne forekomme.

Eksposering for arsen er forbundet med kreftrisiko. Risikoen ved lavdose-eksponering lar seg vanskelig påvise med epidemiologiske metoder. Det er derfor nødvendig å benytte kvantitative modeller. Disse er beheftet med betydelige usikkerheter, men kan likevel gi viktig informasjon, spesielt når man sammenligner forskjellige eksponeringssituasjoner. Den egentlige risikoen ligger sannsynligvis lavere enn det resultatet modellen gir. Bruk av risikomodell fra EPA i USA viser følgende risiko for lungekreft: Av ti millioner (10.000.000) mennesker som har bodd hele sitt liv i hus med CCA-impregnerte materialer i sin nærhet, vil mindre enn 8 personer få lungekreft i løpet av sin livstid som skyldes inhalering av krom-og arsenholdig støv- og jordpartikler. Risikoen er så lav at den kan regnes som akseptbar. Den estimerte risikoen for hudkreft som skyldes arseneksponering er sannsynligvis lavere enn 5×10^{-4} for personer som i hele sitt liv har bodd i hus med CCA-impregnerte materialer, og har spist frukt og grønnsaker fra egen have (hvor jorden har vært kontaminert med CCA). (Tilsvarende risiko for å dø av kreft på grunn av passiv røking er 4×10^{-3} og for å dø i bilulykke i løpet av 50 år med daglig kjøring (16 km pr dag) 6×10^{-3} .) Ved beregning av denne risikoen er det tatt utgangspunkt i total eksponering for arsen i en situasjon hvor forurensning fra CCA-impregnerte materialer må betegnes som relativt høy. Til tross for dette, vil over 80% av eksponeringsdosen for arsen tilskrives de naturlige bakgrunnsverdiene i jord og vann. Risikoen for å dø av kreft som kan tilskrives arsen fra et moderat forbruk av impregnerte trematerialer, vil sannsynligvis ligge lavere enn 2×10^{-4} hvis matplanter blir kontaminert og minst 100 ganger lavere hvis kontaminert jord ikke brukes til matproduksjon.

Beregning av kreftrisiko ved eksponering for arsen, tyder på at eksponering for kun bakgrunnsnivå kan være ansvarlig for de fleste krefttilfellene som skyldes arseneksponering. Selv om modellen sannsynligvis overestimerer risikoen, kan spredning av arsenforbindelser i miljøet som fører til høyere bakgrunnsnivå være forbundet med helsemessige konsekvenser. Det er derfor ønskelig å redusere innholdet av arsen i produkter som har stor utbredelse og blir brukt slik at stoffet kan lekke ut til omgivelsene.

Andersen, Kreftregisteret, opplyser at 1 av 2.000 norske menn får lungekreft og at lungekreft er 10 ganger hyppigere blant røykere enn ikke-røykere. Det er 3,5% risiko for å få lungekreft for en røyker (dvs. 35 av 1.000 mennesker) og 0,35% for ikke-røykere (dvs. 35 av 10.000 mennesker). Hvis man sammenlikner med tallene fra EPA's risikomodell kan en vanskelig forstå restriksjoner på CCA-impregnert tre når det er tillatt å røyke.

Ved bruk er impregneringssaltene i treet fiksert, og for alle krombaserte impregneringssalter har kromet fått en 3-verdig form. Krom (III) er langt mindre farlig enn krom(VI).

Arbeidsmiljø

Generelt blir ikke trykkimpregnert tre bearbeidet - eller det bearbeides i minst mulig grad, dvs. endekapping. Kreosotimpregnert tre blir sjelden annet enn endekappet. Tre impregnert med oljeløste midler (klasse B) er pr. definisjon bearbeidet før impregnering og skal ikke bearbeides etter impregnering. Saltimpregnert tre er imidlertid utsatt for forskjellig grad av bearbeiding.

Ved kapping utendørs er det ingen støvproblemer som skaper fare for forbrukeren. Ved bearbeiding innendørs er saltimpregnert tre å betrakte som fremmede løvtreslag, dvs. kravet til arbeidsatmosfæren er under 1 mg trestøv pr. m³ luft. Dersom det ikke er tilfredsstillende avsug for støvet, må man benytte støvmaske (Nossen 1992).

Ved pussing av trykkimpregnert tre eller ved avstrøing av saltimpregnert tre, er det også viktig at man benytter støvmaske. Støvet fra trykkimpregnet tre ved avstrøing inneholder ved siden av impregnert trestøv også støv av inntørket impregneringsløsning på overflaten. Ved sterk mekanisk behandling av trelasten vil dette støvet løsne og virvle omkring i arbeidsatmosfæren. Dette støvet kan betraktes som rent impregneringssalt, med unntak av at kromet er redusert fra Cr(VI) til Cr(III).

Som en generell regel kan man si at det ikke synes å medføre noen helserisiko ved å behandle og barbeide trykkimpregnert tre (Ryberg og Haugen 1992).

Ekstern miljøbelastning

Det er lakningen av impregneringssalter som gir den eksterne miljøbelastningen på naturen.

Kreosotimpregnert tre vil ikke lake noe impregneringsmiddel pga. at kreosoten ikke er vannløselig. Det vil imidlertid skje et visst sig av kreosot fra høyere steder i stolpen til de nedre. Noe av kreosoten er funnet i jorden i den umiddelbare nærhet av stolpen.

Når det gjelder saltimpregnert tre, er det en viss utlakning under bruk. Det er fortrinnsvis arsenkomponenten som laker. Forsøk tyder på at lakningen avtar over tid. Ca. 20% av arsenet laker ut i løpet av de første tre år (Evans, 1978). Deretter synes lakningen å avta/stoppe. Miljøet som det impregnerte treet brukes i, er også avgjørende. Enkelte organiske syrer synes å vaske ut tungmetallene lettere enn surt regnvann (Evans, 1987). Analyser av jorden rundt saltimpregnert tre i bruk synes å gi som resultat at forurensningen rundt en stolpe etc. strekker seg høyst ca. 30 cm fra stolpen. (Se forøvrig Ryberg og Haugen 1993.) Eventuell overflatebehandling av det saltimpregnerte treet reduserer lakningen til nær null.

Destruksjon/Gjenbruk

På grunn av den lange levetiden impregnert tre har - ofte over 50 år - er destruksjonen et problem som kommer lenge etter produksjonen. Det meste av det impregnerte treet som er produsert i Norge, er fremdeles i bruk og vil være det i flere tiår fremover. Dersom stolper eller sviller tas ut av sin primære bruk, er det ofte kun deler som er råtne eller skadet på annen måte. Den resterende del blir ofte tatt i bruk til andre formål - sekundærbruken.

Det er gjort en litteraturundersøkelse om forskjellige mulige metoder å destruere/deponere trykkimpregnert avfall på (Evans, 1994). I rapportens sammendrag heter det:

I samband med produksjon og bruk av trykkimpregnert tre blir det en del avfall. Avfallets beskaffenhet avhenger av i hvilken del av prosessen det forekommer. Avfallet fra selve impregneringsprosessen er fortrinnsvis det slam som dannes i lagertankene. Slammet er enklest å deponere innstøpt i betong. Alternativt sendes det til deponering i England. Det er imidlertid i gang forsøk som kan gi metoder for å resirkulere slammet.

Når det gjelder treavfall, er dette enten avkapp ved tilpassing eller som utskiftet impregnert tre. Dersom det kan gjenbrukes, er dette pr. i dag den beste anvendelsen selv om det er en utsettelse av selve avfallsproblemet. Dersom gjenbruk ikke er mulig, vil det i den nåværende situasjonen være best og minst miljøfarlig å deponere det på avfallsplasser.

Etter hvert som mengdene av impregnert avfall øker, kan sentral innsamling bli mulig - fortrinnsvis for profesjonelle brukere som NSB, tele- og/eller el-verk. Virket kan forbrennes, og bioenergien kan benyttes. Kreosotimpregnert tre er enkleste å forbrenne, mens saltimpregnert tre - spesielt CCA-impregnert tre - vil kreve en behandling av asken og rensing av røykgassene. På sikt bør også gjørdet-selv-brukerne levere avfall på kommunale innsamlingsstasjoner for spesialavfall, slik at dette virket kan benyttes som biobrensel. Asken fra brenning av saltimpregnert tre kan være utgangspunkt for gjenvinning av tungmetallene.

Så langt synes biologiske og kjemiske behandlinger av avfallet som lite lønnsomt sammenliknet med brenning hvor man i tillegg til gjenvinning av metallene også får utnyttet bioenergien.

Fremtiden

Innføring av restriksjoner

Pr. idag er det få restriksjoner forbundet med bruk av impregnert tre i Norge. Den viktigste er at impregnert tre ikke skal brukes i kontakt med matvarer og/eller drikkevann. Det er ikke alltid forbudt å brenne impregnert tre, da man ved mindre volum kommer under kravet til mengder som omfattes av innsamling av spesialvfall. Det er imidlertid ikke anbefalt å brenne trykkimpregnert tre - uansett mengde.

Sammenliknet med våre naboland, Sverige og Danmark, har vi det friere i Norge både med hensyn til produksjon og bruk av trykkimpregnert tre. I fremtiden kan vi imidlertid tenke oss forskjellige scenarier basert på hva som har skjedd i andre land:

- Ingen restriksjoner, men fortsette som i dag.
- Ingen restriksjoner, men innføring av miljøavgift på impregnert tre.
- Begrensede restriksjoner på:
 - kresot over bakken.
 - arsen over bakken
 - krom og arsen over bakken
- Restriksjoner på all bruk:
 - kresot forbys
 - arsen forbys
 - krom og arsen forbys

Ingen restriksjoner, men fortsette som i dag

Impregneringsverkene innser at forbrukeren ikke selv velger øket bruk av klasse AB-impregnert tre og derved bidrar til et mindre forbruk av tungmetaller. De har derfor i 1992 vedtatt en strategiplan, som går inn for en økende produksjon av klasse AB-impregnert tre på bekostning av klasse A, samtidig som man går over til arsenfattigere impregneringssalter (type C i hht. AWPA). Dette vil først tre i full kraft i sesongen 1994. På årsbasis vil disse tiltakene redusere arsenforbruket med 50 - 75%. Årsaken til at impregneringsbransjen ønsker å beholde CCA-saltene, er at man har en lang erfaring (fra 1950-årene) for disse midlene og man vet hva de er gode for. Treet har også de egenskapene som kundene forventer seg av impregnert tre.

Ingen restriksjoner, men innføring av miljøavgifter

Miljøavgifter settes inn som et styrende virkemiddel i stedet for restriksjoner for å begrense bruken. Slike avgifter kan raskt settes inn, i motsetning til forskrifter. Avgiftene vil påvirke bruken av trykkimpregnert tre avhengig av avgiftnivået. Med det lave byggemarked og de høye priser som man allerede har i dag, vil en avgift raskt kunne snu bruken fra trykkimpregnert tre til andre materialer som plast, betong og metaller. Om dette gir noen miljøgevinst når man tar med energiforbruk og emisjoner (NO_x og CO₂) under produksjon er meget usikkert. Bruk av uimpregnert tre i utsatte miljøer vil de færreste satse på da vedlikeholdskostnader med hyppige utskiftninger vil bli høye.

En miljøavgift vil også i stor utstrekning begunstige de som ikke er tilsluttet noen kontroll og som derved kan redusere kvaliteten i et forsøk på å kompensere avgiften med lavere priser. På sikt vil dette medføre at kunden taper tillit til impregnert tre og derved velger seg andre materialer.

Storforbrukere som el- og televerk vil kunne finne alternative materialer som er prismessig attraktive også for småstolper.

Miljøavgifter kan, hvis man bruker disse styringsmidler ukritisk, ta knekken på hele impregneringsbransjen. I Belgia har man innført en miljøavgift på BEF 10/g aktiv stoff for meget giftige stoffer. Dvs. at når det også i Belgia brukes ca. 6 kg CCA-salt pr. total kubikkmeter tre, vil en miljøavgift utgjøre BEF 60.000/m³ eller NOK 12.000/m³ impregnert tre dersom CCA blir klassifisert som meget giftige stoffer. Foreløpig er innføring av miljøavgift for trykkimpregnert tre utsatt i Belgia til 1995 for at en ekspertgruppe skal sette opp hvilke aktive stoffer man skal kreve miljøavgift for. Det er imidlertid klart at en avgift på NOK 12.000/m³ som ville medføre mer enn en tredobling av priser på trykkimpregnert tre, ville gjøre materialet uaktuelt å bruke i de fleste sammenhenger.

Begrensning i bruk av CCA og kreosot

En begrensning av kreosot for bruk over bakken er ikke så alvorlig. Det største volum kreosotimpregnert tre er i dag stolper.

Innfører man derimot begrensning i saltbruken, som i Sverige - dvs. forbud med krom- og/eller arsenmidler over mark, vil mange saltimpregneringsverk gå over til krom og/eller arsenfrie midler og levere kun klasse AB-impregnert tre. Dette er salter vi har meget liten erfaring med. Vi vet lite om hvilke egenskaper det impregnerte treet får når det gjelder holdbarhet, hvordan det oppfører seg i kombinasjon med andre materialer og den styrkemessige påvirkningen på treet. Midlene er kun testet noen måneder i laboratoriet mot standardiserte råtesopper og ikke i feltforsøk. Med unntak av en håndfull anlegg, er det få som i dag kan impregnere med to typer salt uten vesentlige nyinvesteringer. Pr. idag er størstedelen av impregneringsbransjen ikke økonomisk i stand til en slik omlegging.

Dersom man kun begrenser forbudet til arsen-salter, vil de fleste impregneringsverk gå over til andre kromsalter som CC, CCB eller CCP. Dette har skjedd i Danmark og Sverige. Kravene til opptaksmengde for disse saltene er imidlertid høyere enn for CCA-saltene både i klasse A og AB. Dvs. at man for enkelte salt må bruke mer enn tre ganger så mye som ved bruk av CCA i klasse AB. For bruk i jordkontakt (klasse A) vil forbruket øke med ca. 30% i forhold til CCA. Totalt sett vil derfor forbruket av tungmetaller øke vesentlig pga. at man tar i bruk mindre effektive salter. Erfaringer fra Danmark viser også allerede at stolper impregnert med CCP-salter i enkelte jordtyper kan råtne etter 2 - 3 år.

Forbud mot CCA og kreosot

Dersom man forbyr krom, arsen og kreosot fullstendig, vil impregneringsindustrien raskt dø i den struktur vi kjenner den i dag. De krom- og arsenfrie midlene har i hovedsak vist seg å gi dårlig effekt i jordkontakt. Rene koppersalter har opptaksmengder på langt over 40 kg/m³. Med den erfaring man idag har med disse midlene, vil de ikke kunne brukes på el- og telestolper eller tyngre utendørs trekonstruksjoner som gangbroer etc. De store impregneringsverk som produserer både trelast og stolper, vil måtte slutte med stolpeproduksjonen og konsentrere seg om trelast. Tre brukt over bakken kan i de fleste tilfelle beskyttes konstruktivt eller med en overflatebehandling. Alternative materialer vil raskt overta store deler av markedet.

Impregnert tre eller alternative materialer

Vinner man miljømessig ved å bruke alternative materialer? For å finne ut dette må man gjennomføre såkalte livssyklusanalyser (LCA). Dette er meget omfattende undersøkelser som starter ved produksjon av råvaren og avsluttes ved destruksjon. Det er gjort en svensk undersøkelse på å kartlegge energimessige betraktninger for stolper (Erlandsson, 1991). Rapporten konkluderer med at når det gjelder "livscykelmiljøkonsekvens" (LCMK) går det ikke an å peke ut noe generelt "miljøvennlig materiale". Det er først når man ser på det ferdige produktets miljøparametre at man kan danne seg en oppfatning av hvordan ulike materialvalg påvirker miljøet og et "miljøvennlig produkt" kan påvises.

Det svenske prosjektet har sett på stolper av stål, betong og aluminium og sammenliket med trestolpen. I konklusjonen sies at trestolpen kan ved forbrenning generere et energioverskudd, mens de andre stolpene har et energibehov.

Når man ser på utslippene til luft (produksjon), har stolper av impregnert tre de klart minste utslippene. Når det gjelder utslipp til mark (bruk), og da først og fremst CCA-impregnert tre, er det utslipp av tungmetallene i impregneringssaltet. Utslipet til mark for trestolpen er vanskelig å sammenlikne med utslippene til luft og det økede energibehovet for de andre materialene. Det er slike sammenlikninger som vanskeliggjør LCA.

En liknende undersøkelse på energiforbruket for diverse bygningselementer er gjort i Norge (Opdal, 1990). Energiforbruket for å fremstille bygningselementer og -konstruksjoner i tre er langt lavere enn for de andre materialene, dvs. betong, stål og aluminium.

Det er derfor vanskelig å si at et materiale er mer miljøvennlig enn et annet uten en meget grunnleggende analyse av både energibehov og forurensning til luft, jord og vann under hele prosessen fra produksjon av råstoff til destruksjon.

Den svenske Träinformasjon (Anonym) har i en brosjyre for trevinduer gjort en grov sammenlikning med vinduer av aluminium og plast. Dette er ingen vitenskapelig rapport, men mer å regne for et partsinnlegg for trevinduer. Vi har imidlertid tatt konklusjonene med for å vise kompleksiteten når man skal gjøre LCA-sammenlikninger mellom materialer.

1.000 trevinduer

For å lage 1.000 trevinduer går det med 240 svenske furutrær. Fremstillingen gir ingen miljøpåvirkning utenom trefellingen. Arbeidsmiljørisikoen er liten og kontrollerbar. Det går med 15.000 kWh som tilsvarer årsforbruket av energi i en mindre villa. Til tørking brukes bedriftens bioenergi (brenning av bark og flis). Avfallet utgjør spon og flis som tilsvarer 60 m³ tre, verdifulle biprodukter for produksjon av papir eller sponplater. Det gir arbeid tilsvarende ett årsverk bare i vindusindustrien. De ødelegger ikke for handelsbalansen, de kan skape eksport. Totalkostnadene for vinduene inklusiv innkjøp og vedlikehold i 30 år beregnes til 2,5 mill. kr.

1.000 aluminiumsvinduer

For å lage 1.000 Al-vinduer går det med 28 tonn aluminiumoksid, 8 tonn kull (i Norge el-kraft) og en mengde kjemikalier som må importeres. Fremstilling av aluminium ved svenske smelteverk er en meget miljøfarlig, industriell prosess. Det går med 250.000 kWh tilsvarende et årsforbruk på en større boligblokk. Avfallet utgjør 360 kg katodeavfall, 180 kg elektroilteffektstoff og 540 kg slam fra vannrensing. Det meste av avfallet kan ikke gjenvinnes. Antallet arbeidsplasser er ukjent, men foregår fortrinnsvis utenlands. Handelsbalansen ødelegges enten ved delproduksjon utenlands eller for hele vinduet. Totalkostnaden for vinduene er 4,4 mill. kr etter samme beregningsprinsipp som for trevinduer.

1.000 plastvinduer

For å fremstille 1.000 plastvinduer går det med 13 tonn oljebasert råvare PVC. Ved fremstilling av PVC er det en kjent kreftrisiko. Det går med 100.000 kWh til produksjonen. Forsterkningsprofiler er ikke medregnet. Kadmium anvendes som stabilisator, og spredningen kan være et miljøproblem. Ukjent antall arbeidsplasser. Også her mye utenlands. Import ødelegger handelsbalansen. Totalkostnaden er 3,1 mill kr.

Vi skal som sagt ikke innestå for tallene i Träinformasjon's brosjyre, men det kommer klart fram at skal man sammenlikne, vil en rekke forhold spille inn. Ofte vil resultatene fra ett land ikke kunne overføres til ett annet nettopp av grunner som Träinformasjon peker på: egne naturlige ressurser og energikilder, arbeidsmarked og handelsbalanse.

Konsekvenser

Konsekvensene av restriksjoner vil avhenge av hvem i kjeden man ser på: produsenten av impregnert tre, storforbrukeren eller gjør-det-selv brukeren.

Produsentene

Restriksjoner utover de vi har i dag, vil medføre forandringer for impregneringsbransjen. Det vil enten medføre økte investeringer eller redusert salg i en bransje som allerede sliter tungt økonomisk. Det arbeides aktivt innen bransjen for å redusere farene ved bruk av de midler som kreosot og CCA både mht. forbruk, arbeidsmiljø og det ytre miljø. Anleggene utformes slik at spredningen av impregneringsmidlene blir minst mulig, man tørker trelasten for å være sikker på at saltene er fiksert under lagring, salg og bruk osv. Bransjen går også inn for bruk av impregneringsalter med et lavere innhold av arsen. De går over fra å produsere trelast i klasse A til å produsere klasse AB. Dette reduserer forbruket av impregneringsalt med halvparten når man benytter CCA-salter, men vil ikke gi en slik miljøgevinst for andre kromsalter, da disse har samme krav til opptak i klasse A og AB.

De tar i bruk kreosotoljer med lavere innhold av PAH-stoffer og som svetter mindre.

Storforbrukerne

Storforbrukere som el- og televerk vil holde seg til trestolpen dersom de etablerte impregneringsmidler som kreosot og CCA-salter tillates. Disse midlene har man lang erfaring med, og man vet at stolpen varer i ca. 50 år. Dersom disse midlene ikke lenger tillates brukt, er det ingen "miljøvennlige midler" som kan overta med den grad av sikkerhet som kreves med hensyn til levering av strøm eller teletjenester og sikkerhet ved arbeid i stolpene.

Dersom trestolpen ikke lenger bli attraktiv prismessig eller holdbarhetsmessig som følge av miljøavgifter eller restriksjoner, vil stolper i andre materialer utkonkurrere denne.

Gjør-det-selv forbrukerne

Gjør-det-selv forbrukeren stiller ikke samme krav til sikkerhet og holdbarhet som storforbrukeren. Han kan lettere vedlikeholde og skifte ut sitt trevirke. Tre er imidlertid også brukt til utvendige trapper, balkongbjelker etc. hvor kravet til sikkerhet er stort. De nye "miljøvennlige midlene" har man ikke tilstrekkelig erfaring med, slik at forventet holdbarhet nødvendigvis ikke oppfylles. Dersom holdbarhetstiden kortes ned, tapes tilliten til impregnert tre hos kundene, og de vil gå over til alternative materialer. Selv om man i Norge har lang erfaring med tre og man velger tre av estetiske grunner, er det for enkelt å si at gjør-det-selv forbrukeren vil bruke uimpregnert tre. Det er for denne brukergruppen også blitt for kostbart og arbeidskrevende å skifte ut trevirke før det råtner. Derfor vil sannsynligvis alternative materialer på sikt også utkonkurrere trevirke dersom tyngende miljøavgifter blir innført eller effektive impregneringsmidler blir underlagt sterke restriksjoner.

Den norske impregneringsbransjens strategiplan

Miljødebatten omkring trykkimpregnert tre både i Tyskland, Sverige og Danmark har ikke gått upåaktet hen. Norske impregneringsverk tilsluttet Norske Impregneringsverkers Forening (NIVF) har derfor vedtatt en strategiplan, hvor konklusjonene er som følger:

Målsetting:

Beholde – og styrke – trykkimpregnerte treprodukters konkurranseevne mot substituttmaterialer.

*Det betyr at norske impregneringsverk må være i **forkant** av kommende forskrifter med tiltak både på anlegg og produkter slik at de kan påvirke sin fremtidige situasjon overfor myndighetene.*

For å bedre den generelle tilstanden ved norske impregneringsverk, må Foreningen arbeide aktivt for å øke medlemstallet.

Handlingsplan

For at denne målsetting skal oppnås, har Norske Impregneringsverkers Forening utarbeidet følgende handlingsplan:

- *Hver medlemsbedrift må gå gjennom sitt impregneringsanlegg.*
NTI utarbeider i samarbeid med Miljøutvalget sjekklister som hver enkelt bedrift kan bruke.
- *På grunnlag av kartleggingen utarbeider hver enkelt medlemsbedrift en handlingsplan for å modernisere anlegget slik at det fyller de krav som kommer i SFT's forskrifter.*
- *NIVF skal arbeide for kontrollerte fikseringsprosesser for det impregnerte treet tilpasset de enkelte impregneringsmidlene.*
- *Det må settes større krav til informasjon om det trykkimpregnerte treet egenskaper. De nye midlene kan gi treet helt andre egenskaper enn hva vi er vant til for de tradisjonelle CCA-saltene og kreosot. Denne kunnskap må kunden ha for å velge riktig middel. Informasjon om det trykkimpregnerte treet kan fåes fra leverandøren av impregneringsmidlet. Det er opp til medlemsbedriftene å formidle slik informasjon til alle sine kunder. Samme krav om informasjon må også gjelde import av trykkimpregnert tre.*
- *NIVF anbefaler at alt trykkimpregnert tre over mark er av klasse AB innenfor de gitte toleranser for opptaksmengder. Klasse A og M brukes bare i henholdsvis jordkontakt og sjøvann og ellers hvor forskriftene tillater det.*

- *Produktmerking sammen med forbrukerinformasjon må utvikles slik at det trykkimpregnerte treet brukes riktig.*
- *Norske impregneringsverk bør arbeide mot større ferdigstillelse av produktene (prekapp, halvfabrikata eller ferdige produkter). Dette reduserer avkappsmengdene og feildeponering hos brukeren.*
- *Norske Impregneringsverkets Forening må stimulere til forskning på alternative, impregneringsmidler som er like effektive og økonomiske som nåværende midler.*
- *Forskriften må sette samme krav til kvalitet og miljø for importert som for norskprodusert trykkimpregnert tre.*

Denne strategiplan revideres hvert år av NIVF's Miljøutvalg.

Planen ble vedtatt i Trondheim, 1992-06-19.

Denne planen tar tak i flere punkter i den kritikken som kommer fra myndigheter og miljøorganisasjoner vedr. produksjon og bruk av impregnert tre. Siden det ikke er klare beviser på helse- og miljøfarene ved bruk av impregnert tre, velger bransjen å bruke de gamle, kjente midlene. Disse CCA-saltene kan i stor utstrekning varieres etter bruken. Man kan ved hjelp av aktiv bruk av standardens impregneringsklasser redusere forbruket av tungmetaller totalt - til langt under halvparten av dagens forbruk for arsen.

En slik bruk av impregneringsmidler gjør at bransjen kan produsere et større spekter av produkter. Ofte er mindre impregneringsanlegg videreforedlingsbedrifter for lokal trelastproduksjon. Der man vet at forurensning forekommer på impregneringsverkene, forsøker bransjen stadig å forbedre anleggene slik at den lokale forurensningen reduseres.

Diskusjon og konklusjon

I denne rapporten er det trukket frem en rekke forhold som har å gjøre med produksjon, bruk og destruksjon av impregnert tre. En rekke av delprosjektene har vært litteraturundersøkelser både med hensyn til arbeidsmiljø og eksternt miljø.

I litteraturen som det henvises til, gjelder resultatene/påvisningene som regel rene tungmetaller eller PAH-stoffer og ikke forsøk med impregneringsmidler eller trykkimpregnert tre. Dette er gjort enten for å få raske resultater eller fordi at det er annen virksomhet enn impregneringsbransjen som er undersøkt. Dette gjør at flere undersøkelser ikke er relevante ved vurdering av miljøfarene ved bruk av trykkimpregnert tre og konklusjonene er derved beheftet med en stor grad av usikkerhet.

Norge har en lang tradisjon i bruk av trekonstruksjoner. For ytterligere å øke forbruket av tre som er en fornybar ressurs, vil det kreves at det kan beskyttes mot angrep av råtesopp og insekter. Bruk av edlere treslag med en lengre naturlig holdbarhet, medfører bruk av importerte treslag, som er svært betenkelig i forhold til regnskogproblematikken. Norge har en egen skogressurs som vi forvalter på en positiv og bæredyktig måte. Den årlige tilveksten er langt høyere enn avvirkingen.

Ut fra kunnskapen som er fremkommet i dette prosjektet vil vi trekke følgende konklusjon:

Norsk tre er en naturlig og fornybar ressurs som har lang tradisjon som byggemateriale i Norge. Det produseres stolper og bærende konstruksjoner i impregnert tre som er konkurransedyktige med andre materialer - også sett ut fra et miljømessig totalsyn. Det er under arbeidet ikke kommet fram klare bevis på at bruk av kreosot eller saltimpregnert tre er farlig for helse eller miljø. Det er imidlertid satt spørsmålsteget ved enkelte bestanddeler i impregneringsmidlene som PAH-stoffene i kreosot og krom og arsen i CCA-saltene. Riktig bruk av personlig verneutstyr på produksjonsstedet og eliminering eller reduksjon av de potensielle farlige stoffene, vil også begrense miljøfarene. Brukerne av impregnert tre må informeres slik at destruksjon av trykkimpregnert tre skjer på betryggende måte (ikke brenning). En aktiv bruk av impregneringsstandardens muligheter til å variere forbruk av impregneringsmiddel etter bruksområde må i langt større grad tas i bruk - eventuelt styres aktivt av produsentene.

Er impregnert tre et spesialavfall og må det behandles deretter, eller kan man deponere det fritt på kommunale avfallsplasser? Skal treavfall benyttes til biobrensel og skal alt impregnert tre samles inn for brenning? I løpet av de neste 5 til 10 år må norske myndigheter ta stilling til denne avfallsproblematikken. Da vil avfallet fra impregnert tre i bruk øke betydelig. Det savnes i dag en infrastruktur for gjenbruk, deponering og destruksjon av trykkimpregnert tre.

I alle land med impregnert tre er det i gang undersøkelser vedr. avfall fra impregnert tre. I Norge har vi det enklere enn i mange andre land fordi vi bruker et fåtall impregneringsmidler. Det impregnerte treet er gjerne farget og lett å skille ut fra uimpregnert tre. Bruk av nye, fargeløse, "miljøvennlige" impregneringsmidler kan medføre at alt tre - uansett om det er impregnert eller ikke - blir betraktet som spesialavfall fordi vi ikke vil være i stand til å sortere det.

Litteraturhenvisninger

American Wood-Preservers' Association Standard
P5-91 Standards for waterborne preservative
Chromated copper arsenate
1991

Anonym, udatert.
Tusen fönster
Träinformasjon, Stockholm.

Bergman, Göran, 1987
Kreosotolja och miljön
Foredrag ved Träskyddsseminarium kreosotolja, möjligheter och problem.
Sigtuna 1987-10-22

Bergman, Göran, 1990
Saneringsinsatser ved kreosotimpregneringsanläggningar. Erfarenheter från
praktikfall.
Foredrag på miljøkonferensen "Miljøpåverkan ved träimpregnering"
Arlanda 1990-09-11

Breeveld, 1992
In situ biologisk rensing av kreosotforurensset grunn.
Delrapport 1, Litteraturstudie.
Norges Geotekniske Institutt og Senter for Industriforskning
Rapport 537006-1, 1992.

Dekko, T., 1991
Tungmetaller i naturen. Forekomst og spredning av kobber, krom og arsen på
bakgrunn av stoffenes bruk til treimpregnering.
Rapport
NOTEBY, Oslo, 1991-12-17

Eriksson, 1993
Muntlig meddelse

Erlandsson, M., 1991
Miljøkonsekvenser av materialval i ledningsstolpar. En livscykelanalys.
Kungliga Tekniska Högskolan, TRITA-BYMA 1991:4
Stockholm, 1991

Evans, F. G., 1978
The leaching of copper, chrome and arsenic from CCA-impregnated poles
stored for ten years in running water.
IRG/WP/3122
International Research Group on Wood Preservation, Stockholm 1978

Evans, F. G., 1987
Leaching from CCA-impregnated wood to food, drinking-water and silage.
IRG/WP/3433
International Research Group on Wood Preservation, Stockholm 1987

Evans, F. G., 1982
Verneinstruks for operatører på saltimpregneringsanlegg.
Xnr. 6293, NTI 1982

- Evans, F. G., 1994
Metoder for destruksjon/deponering av avfall fra impregneringsindustrien. En litteraturstudie.
NTI-rapport nr. 21
NTI, Oslo, 1994
- Holmer, 1990
Trykkimpregnerat trä
Dokument nr. 40775
SIFO AB, Kista, 1990.
- Jermer med flere, 1987
Torkning av impregnerat trä i virkestork - Redovisning av aktuelle FoU-prosjekt i Sverige.
Foredrag på Nordiske Trebeskyttelsesdager i Åbo, 1987.
- Karlehagen med flere, 1992
Cancer incidence among creosote-exposed workers.
Scand. J. Work Environ Helth 1992; 18; 26-9.
- Karlehagen, S; Ohlson, C-G.; Andersen, Å.
Cancersjuklighet och dödlighetsmönster hos personal med kreosotexponering.
Slutrapport
Arbetsmiljöfonden projekt nr. 88-0779
Stockholm, 1988.
- Moråsenstudien, 1991
En studie om bostadsmiljöens närhet till en träimpregneringsanläggning.
Länstyrelsen i Norrbottens Län, 1991
ISSN: 0283-9636
- Norsk Standard NS-INSTA 140.
Trykkimpregnert trevirke - Kvalitetskrav.
Norges Standardiseringsforbund, 1990.
- Nossen, 1992
Måling av trestøv fra impregnerte materialer.
Notat, NTI, 1992
- Nossen, B. 1993
Produksjon av trykkimpregnert virke i Norge i 1992
Norsk Treteknisk Institutt, Oslo 1993
- Nossen, Bjørn 1993
Sykdom og allergi ved behandling av trykkimpregnert tre.
Sammenstilling av resultatet fra spørreundersøkelsen.
Internt notat, NTI, 1993.
- NTR-dokument 1.2.1/89
Regler for godkännande av träskyddsmedel för industrielt bruk.
Nordisk trebeskyttelsesråd, c/o NTI, 1989.

NTR-informasjon nr. 5/90.
Impregnering av gran for bruk i sjøvann.
Nordisk Trebeskyttelsesråd, c/o NTI, 1990

NTR-informasjon nr. 6/90.
Impregnering av gran for bruk i jordkontakt.
Nordisk Trebeskyttelsesråd, c/o NTI, 1990

NTR-informasjon nr. 7/90.
Impregnering av gran for bruk i vinduer.
Nordisk Trebeskyttelsesråd, c/o NTI, 1990

NTR-informasjon nr. 8/91.
Impregnering av granbord for bruk over mark.
Nordisk Trebeskyttelsesråd, c/o NTI, 1991

Opdal, 1990
Energiressurs - Regnskap for trevirke som bygningsmateriale
Oppdragsrapport 302520
NTI, 1990

Ryberg, D. og Haugen, Å. 1989
Kreosot og helsefare
NorEnergi rapport, mai 1989
Norges Energiverkforbund.

Ryberg, D og Haugen Å, 1992
Helsefare ved produksjon og bruk av krom-kopper-arsen-(CCA)-impregnert trevirke.
HD 1036/92FOU
Statens arbeidsmiljøinstitutt, 1992
Publikasjon

Ryberg, D og Haugen Å, 1993
Impregnering av trevirke med kopper-krom-arsen-forbindelser og utslipp av impregneringsstoffer til miljøet. Risiko for helseskade.
Rapport
Statens arbeidsmiljøinstitutt, Oslo, 1993

Seman, P-O. og Svedberg, R, 1990
Sanering av kreosotkontaminert mark.
Meddelanden nr. 162
Svenska Träskyddsinstitutet, Stockholm, 1990 .

Seman, P-O, 1990
Undersökning och sanering av förorenad industrimark
Rapport
VIAK AB, Vatten och Miljö
Stockholm, 1990-04-12

Sinclair med flere 1993

Initial Results and Observations of a Model System to Assess the Efficacy and Environmental Impact of Preservative Treated Wood.

IRG/WP 93-50001, side 39

Cannes, 1993.

Smith med flere 1993

A Methodology for the Life-Cycle Assessment of Treated Timber Products.

International Research Group on Wood Preservation (IRG)/WP 93-50001, side 22.

Cannes, 1993

Utstyrsspesifikasjon K6-11

Kreosotimpregnerte stolper

Utgave 1, Televerket, 1992.

Rapporter

1. Energisparing og energiøkonomisering ved trelasttørking. Magnar Eikerol. 1981.
2. Oppvarming og rengjøring av skurtømmer før barking. Per Skogstad og Sverre Tronstad. 1982.
3. Betydningen av å kappe skurtømmeret etter kvalitet. Bjørn Lier. 1982.
4. NTI's simuleringsprogram for skur. Andreas Garnæs. 1982.
5. Metalldetektorer. Bjørn Lier. 1983.
6. Bruk av tre i svømmehaller. Håkon Bergsrud og Hans-Kristian Ellingsen. 1983.
7. Kvalitetskrav til skurlast av lauvtre. Bohumil Kucera. 1983.
8. Skurnøyaktighet ved råskur. Bjørn Lier og Magnar Müller. 1983.
9. Emneproduksjon. Markeder og produksjonsanlegg. Rolf Birkeland og John Rønningen. 1985.
10. Skurnøyaktighetsundersøkelser '86. Nye sirkelsagmaskiner - råskur med sagbladstyringer og tørrkløyving. Magnar Müller og John Rønningen. 1987.
11. Fingerskjøting av konstruksjonslast. Undersøkelser av forhold ved produksjon og styrke. Per Lind. 1987.
12. Skjærforhold i sagblad. Håkon Toverød. 1988.
13. MPS i trelastindustrien. Andreas Garnæs, Per R. Nordby og Håkon Toverød. 1988.
14. Trevirke. Prosjekt fasader - fornyet overflatebehandling. Redigert av Eirik Raknes. 1989.
15. Støydemping av sorterverk og internt transportutstyr. Samarbeidsprosjekt Odden Verksted A/S og NTI. Andreas Garnæs. 1992.
16. Arbeidsmiljø ved båndkløyve. Endring av avsug og demping av støy. Andreas Garnæs. 1992.
17. Tørking - trekvalitet. Resultater fra 4 tørkeforsøk. Sverre Tronstad. 1993.
18. Tørking av stolper. Resultater fra litt.studier, forsøk og økonomiske kalkyler vedr. kunstig tørking av stolper. Marie-Louise Edlund og Sverre Tronstad. 1993.
19. Nordisk samkalibrering av styrkesorteringsmaskiner. Kjell Solli. 1993.
20. Sammenliming av gulvbord ved lakkering. Blocking tendency of floor seals. Eirik Raknes. 1993.
21. Medoder for destruksjon/deponering av avfall fra impregneringsindustrien. En litteraturstudie. Fred G. Evans. 1994.
22. Miljø ved produksjon og bruk av trykkimpregnert tre. Sluttrapport. Fred G. Evans. 1994.

Tekniske småskrifter

20. Tabeller over statistiske verdier for trelast. 1992.
21. Skadeinsekter i forarbeidet trevirke. NTI. 1967.
22. Endeskjøting av trelast. NTI. 1968.
23. Trebeskyttelse. Gustav S. Klem. og Fred G. Evans. 1992.
24. Mekaniske treforbindelsesmidler. NTI. 1991.
25. Sagbruksavfall som industribrensel. NTI. 1974.
26. Tregulv - typer og egenskaper. Michael Foslie. 1976.
28. Sortererhåndboka. Kvaltetsforhold i trevirke. M. Foslie. 1979.
29. ABC for fingerskjøting. Karl Mørkved. 1980.
30. Råteskader i bygninger. Årsaker - Forebyggende tiltak - Utbedring. Jöran Jermer og Carl Michael Johannesson. Oversatt av Fred G. Evans. 1982.
31. Impregnert trevirke. Bruksområder og egenskaper. Fred G. Evans. 1984.
32. Fuktavhengige dimensjonsforandringer i høvellast. Michael Foslie. 1989.
33. Treteknisk Håndbok. 1991.

Utredninger

47. Kontroll og styring av trelasttørker. Trygve Raen og Sverre Tronstad. 1978.
48. Tørkeskjemaer for norske og utenlandske treslag. Trygve Raen og Sverre Tronstad. 1979.
49. Bjørk - Produksjon, egenskaper, bearbeiding og anvendelse. K. Vadla, N. Berg og M. Foslie. 1980.
50. Trekonstruksjoner. Eksempelsamling. NTI. 1988.

Meddelelser

1. Skurutbytets variasjon med skurordre, tømmerdimensjon og avsmaling ved en moderne sirkelsag. Gustav S. Klem og Ole Karlsen. 1951.
2. Sammenliknende skurforsøk mellom sirkelsagblad med viggete og stukete tenner. Gustav S. Klem og Ole Karlsen. 1951.
3. En undersøkelse av skurnøyaktigheten ved forskjellige sagbrukstyper. Gustav S. Klem og Martin Seem. 1951.
4. Tannvinklenes innvirkning på kraftforbruket ved saging med og mot fibrene. Curt Skoglund og Gullik Hvamb. 1953.
5. En transportteknisk undersøkelse på stabeltomtene ved trelastbrukene. Utført ved Produksjonsteknisk Forskningsinstitutt etter oppdrag og i samarbeid med NTI. 1954.
6. Fuktighetsopptak i gulvbord under lagring på byggeplassen. Ole Karlsen. 1954.
7. Noen resultater fra undersøkelser over saging med og mot fibrene. Torstein Englesson, Gullik Hvamb og Bertil Thunell. 1954.
8. Skurnøyaktigheten ved våre viktigste sagbrukstyper. Gullik Hvamb. 1956.
9. Laminering av trykkimpregnert furu. Magnus M. Selbo og Ole Grønvold. 1956.
10. Fastmasse i stablet, kappet bakhon. Michael Foslie. 1957.
11. Undersøkelser over metoder for tørking av rå sagflis. Per Granlund. 1958.
12. Tørrkløyving med koniske sirkelsagblad. Lester H. Reineke og Gullik Hvamb. 1958.
13. Metode for beregning av pneumatisk tørkeanlegg basert på eksperimentelle undersøkelser med sagflis. Per Granlund. 1959.
14. Brikettering av bark og sagflis. H. Millstein og K.Mørkved. 1960.
15. Strength and Stiffness of Glued Laminated Timber Beams. Johannes Moe. 1961.
16. Fingerskjøting av furubord. Eirik Raknes. 1961.
17. A Study of Nail-Glued Timber Truss Joints. Johannes Moe. 1961.
18. Stability in Fire of Protected and Unprotected Glued Laminated Beams. K. Imaizumi. 1962.
19. The Mechanism of Failure of Wood in Bending. Johannes Moe. 1962.
20. Studier over stukete og viggete rammesagblad og skurnøyaktighet. M. Breznjak og G. Hvamb. 1962.
21. Liming av trykkimpregnert bøk. E. Raknes. 1962.
22. Forsøk med trykkimpregnering av skurlast av gran etter en spesiell metode. Per Hanetho. 1962.
23. Studier over skurnøyaktigheten ved båndagskur av frosset og ikke frosset virke. Rolf Birkeland og Gullik Hvamb. 1963.
24. Styrkeegenskapene hos furu (*Pinus sylvestris*) fra Pasvik og fra Østlandet. Michael Foslie. 1963.
25. Strength Properties and Testing Methods of Glued Finger Joints in Structural Timbers. O. Brynildsen. 1965.
26. Sammenligning av beregningsmetoder for enkle trestoler. O. Brynildsen. 1966.
27. Limte bjelkelagelementer. O. Brynildsen. 1966.
28. Varigheten av granvirke behandlet med forskjellige konserveringsmidler og under anvendelse av forskjellige konserveringsmetoder. Gustav S. Klem. 1966.
29. Slagbruddfasthet og kløvfasthet til furuvirke trykkimpregnert med et vannløselig saltkonserveringsmiddel. Gustav S. Klem. 1966.
30. Investigations on Sawing Accuracy for Big Bandsaw when Sawing Frozen and Unfrozen Logs with Different Feed Speeds and Different Swage Sizes. Rolf Birkeland. 1967.
31. Langtidsbestandighet av lim for bærende trekonstruksjoner. Eirik Raknes. 1968.
32. Fingerskjøting med resorcinlim ved høy trefuktighet. Eirik Raknes. 1967.
33. Norsk granvirkes styrkeegenskaper. 1. Bøyestyrke, elastisitetsmodul og strekkstyrke målt på 3" x 8" og 2" x 4". Michael Foslie og Knut Moen. 1968.
34. Resultatene av målinger av skurnøyaktigheten ved sirkelsagbruk og båndagsbruk. R. Birkeland. 1968.
35. Lagringskader på ubarket skurtømmer og effekten av sprøyting med insekt- og soppdrepende midler. Gunnar Wilhelmsen og Michael Foslie. 1968.
36. Fingerskjøting av konstruksjonsvirke med høy trefuktighet. Eirik Raknes. 1969.
37. Fritt bærende trestoler. Odd Brynildsen og Rolf Schjødt. 1969.
38. Skur med stukete tenner på sirkelsagblad med høy matning pr. tann. M. Breznjak og Knut Moen. 1969.
39. Betydningen av sterk tilvekstøkning hos vanlig furu for trevirkets tørkeskader, bøyefasthet og skjærfasthet. Gustav S. Klem. 1970.
40. On the Vibration of the Circular Saw Blade under Sawing Conditions. M. Breznjak og Knut Moen. 1970.
41. Fingerskjøting av "lufttør" trelast ved hjelp av høyfrekvensoppvarming. Eirik Raknes og Martin Seem. 1971.
42. Norsk granvirkes styrkeegenskaper. 3. Styrkeegenskaper for små, feilfrie prøver. Michael Foslie. 1971.

43. NTI's Trebjelkefasit. NTI. 1971.
44. Langtidsbestandighet av lim for bærende trekonstruksjoner. Eirik Raknes. 1972.
45. Norsk granvirkes styrkeegenskaper. 2. Bøystyrkens og strekkstyrkens sammenheng med enkelte sorteringskriterier. Michael Foslie og Knut Moen. 1972.
46. On the Lateral Movement of the Bandsaw Blade under Various Sawing Conditions. M. Breznjak og K. Moen. 1972.
47. Korrosjon på metaller i kontakt med trykkimpregnert trevirke. Egil Ormstad. 1973.
48. Theory and Experiment on the Optimal Operation of Circular Saws. C.D. Mote, Jr. og Sindre Holøyen. 1973.
49. The Temperature Distribution in Circular Saws during Cutting. C.D. Mote, Jr. og Sindre Holøyen. 1973.
50. Saltakstoler. Asbj. Aass jr. og Odd Brynildsen. 1974.
51. Egenskaper til trevirke fra gjødslet gran- og furuskog. Gustav S. Klem. 1974.
52. Automatic setting of a twin circular saw. M. Breznjak, A. Garnæs, S. Holøyen og B. Lier. 1975.
53. Langtidsbestandighet av lim for bærende trekonstruksjoner. Resultater etter 10 års eksponering. Eirik Raknes. 1976.
54. Apparat for ikke-ødeleggende prøving av sponplater. K. Mørkved, S. Johannesen og E. Ormstad. 1976.
55. Sagbladstyringer. Sindre Holøyen. 1977.
56. Feedback control of sawblade temperature with inductionheating. C.D. Mote, Jr. og S. Holøyen. 1977.
57. Krokkskur. M. Breznjak, B. Lier, M. Müller og A. Storm. 1977.
58. Småhusfundamenter av tre. Tore Haavaldsen. 1979.
59. Structural models for trussed rafters. O. Brynildsen. 1979.
60. Saw stability control by thermal tensioning. S. Holøyen, C.D. Mote, Jr. og G.S. Schajer. 1979.
61. Tverravstivning av bjelkelag. Jon Lundesgaard. 1980.
62. Langtidsbestandighet av lim for bærende trekonstruksjoner. Resultater etter 15 års eksponering. Eirik Raknes. 1981.
63. Oppbøying av takstoler. N. Mjøs og O. Ellingsrud. 1982.
64. Temperaturspenninger og sideutbøying på enkeltkoniske sirkelsagblad. Sindre Holøyen. 1982.
65. Hydrodynamic sector bearings as circular saw guides. C. D. Mote, Jr., G.S. Schajer og L.I. Telle. 1982.
66. Målesystem for vurdering av kantingsoperasjoner. 1983. I. Sandqvist, K.O. Sommardahl, L.I. Telle og A. Usenius.
67. Usymmetriske sirkelsagblad. Sindre Holøyen. 1983.
68. Korrosjon på metaller. Fred G. Evans. 1984.
69. Gran og sitka innplantet på Vestlandet. M. Foslie. 1985.
70. Usymmetriske sirkelsagblad. Del II. S. Holøyen. 1985.
71. Sawing Accuracy at Norwegian Bandsaw Mills. Nobuaki Hattori. 1986.
72. Konstruksjonsvirke med små tverrsnitt. 1986. Kjell Solli og Reinhard Lackner.
73. Langtidsbestandighet av lim for bærende trekonstruksjoner. Resultater etter 22 års eksponering. E. Raknes. 1987.
74. Gran fra Vestlandet. Styrke og sortering. R. Lackner og M. Foslie. 1988.
75. Lysbeskyttende forbehandling av tre. E. Raknes. 1988.
76. Belastningstidens innflytelse på strekkfasthet for konstruksjonsvirke i dimensjon 45 x 145 mm. R. Lackner. 1990.
77. The performance of glued laminated beams manufactured from machine stress graded norwegian spruce. R.H. Falk, K.H. Solli og E. Aasheim. 1992.

