

# LANG LEVETID FOR TREVIRKE UTEN CCA – ER DET MULIG?

## Hvilke metoder har vi i dag?

Av Gry Alfredsen,  
Skog og landskap

De nordiske treslagene er generelt ikke regnet som spesielt holdbare mot biologisk nedbrytning. I et kaldt og temperert klima kan tre likevel ha lang levetid om det behandles og brukes riktig. Etter at det ble lagt restriksjoner på bruken av CCA, og fordi vi trolig også vil få restriksjoner i bruk av kobber, har fokus på å finne nye alternative og mer miljøvennlige midler og metoder for trebeskyttelse økt de siste årene.

### Gamle trekonstruksjoner – hvorfor står de ennå?

Ingen byggmaterialer varer evig, selv stål, betong og marmor forvitrer, men riktig bruk er med på å øke levetiden betraktelig. Eksempler på gamle trekonstruksjoner som har vist seg å ha lang levetid er de norske stavkirkene. Det er flere årsaker til dette:

- Det ble brukt gode materialkvaliteter, gjerne furu kjerneved.
- Tjære ble brukt som overflatebeskyttelse. Tjære inneholder en rekke stoffer som er hemmende for biologisk aktivitet samtidig som den er med å beskytte mot store fuktighetssvingninger i trematerialet. Tjære var dyrt, så mange steder er det bare de mest utsatte bygningsdelene som har vært tjæret. Vanlige folks hus sto stort sett ubehandlet. Tjærebreiing var nokså enerådende som utvendig behandling av trehus her i landet helt fram til siste del av 1600-tallet (Sivertsen 2002a).
- De som bygde stavkirkene hadde en god forståelse for konstruktiv beskyttelse. Kirkene er bygget med gode løsninger for å lede bort vann.
- Et viktig poeng for at bygninger av tre skal vare lenge er at alle deler er tilgjengelige for utskifting.
- Man kan se på tjære, panel og takspån som offersjikt, det ofres til fordel for resten av konstruksjonen.
- De tidligste typene maling som kom i bruk fra 1700-tallet, var nok like mye et estetisk fenomen, styrt av moter, som beskyttelse mot nedbrytning. Den gav imidlertid et ekstra offersjikt utenpå panelet, og mange av de gamle pigmentene er giftige (eksempler er blyhvitt, blymønje og falurødt), og ga dermed en viss beskyttelse mot mikroorganismer. I 1860-årene ble det meget giftige blyhvittpigmentet erstattet med sinkhvitt, som holdt seg hvitt lenger (Sivertsen 2002b).

Bruksområder for trematerialer kan deles inn i bruk: innendørs, over bakke, i jordkontakt og i marint miljø. De ulike bruksmiljøene fordrer ulike tiltak for å få lengst mulig levetid. Levetid kan deles inn i teknisk, funksjonell og estetisk levetid. Ofte skiftes materialer ut grunnet estetiske hensyn, spesielt i forbindelse med private hager. Man kan bruke ulike former for beskyttelse av tre, da er det viktig at man tar hensyn til bruksområde og ønsket levetid. Eksempler på tiltak er:

- Utnytte trevirkets naturlige holdbarhet – materialeegenskaper
- Konstruktiv beskyttelse
- Overflatebehandling
- Impregnering
- Modifisering

### Naturlig holdbarhet

Den naturlige holdbarheten til et treslag er viktig når man skal tenke trebeskyttelse og bruk av trebeskyttelsesmidler. I henhold til den europeiske standarden EN 350-1 (1994) er naturlig holdbarhet «den iboende motstanden til tre mot angrep av vednedbrytende organismer». Ulike treslag har ulik motstand mot ulike trenaedbrytende organismer. Både kjemiske virkestoffer og faktorer som er med på å redusere sorpsjon, vil influere på den naturlige holdbarheten. Kjerneved har ofte høyere andel bioaktive komponenter. I de nordiske landene er det en tradisjon for bruk av tre (hovedsakelig bartrær) som konstruksjonsmateriale, selv om den naturlige holdbarheten generelt ikke regnes som spesielt god. I det siste har det vært et sterkere fokus på bruk av ubehandlet tre og «alternative» treslag. Dette skyldes både interesse fra arkitekter og potensialet for å utnytte naturlig holdbarhet som et alternativ til trebeskyttelsesmidler. Men dokumen-

tasjon av holdbarhet er nødvendig og dette mangler vi fortsatt kunnskap om for en rekke av de norske treslagene. Manglende erfaring med bruk av ubehandlet tre i og nye bygningsteknikker kan være en utfordring. Mangel på kunnskap og erfaring kan

føre til feil bruk, som igjen kan føre til et ufortjent dårlig rykte for valg av tre.

Norsk institutt for skog og landskap har et prosjekt sammen med NTI hvor vi tester holdbarheten til norske løv og bartreslag i lab, i jordkontakt og over bakken (Figur 1).



Figur 1. Norske løv- og bartreer i og over bakke testing på Fana ved Bergen. Vi ser at etter ett års eksponering er mange av fargeforskjellene mellom treslagene borte (foto: Per Otto Flæte)

### Ulike generasjoner med trebeskyttelse

Hva kjennetegner et godt trebeskyttelsesmiddel? Leithley (2003) kom med følgende liste over egenskaper som ideelt sett før oppfylles. Det er ikke realistisk å oppfylle alle disse kriteriene, men de er viktig å strekke seg mot ved utvikling av nye systemer.

- God effektivitet til lav kostnad mot en rekke vednedbrytende organismer
- Ikke skadelig for mennesker og andre «non-target» organismer
- Stabilt i den lovede levetiden
- God inntrengning
- Enkelt og sikkert å bruke
- Bryter ikke ned ved
- Lett å få tak i
- Mulig å bruke kommersielt
- Enkelt å resirkulere

Tradisjonell trebeskyttelse bestod av tjæreoljebaserte systemer som kreosot, organisk løselige midler som pentaklorfenol eller vannbårne arsener som CCA. Det ble innført restriksjoner i bruk av CCA (kobber, krom, arsen) fra 1. oktober 2002. Det er forbud mot å importere, eksportere, omsette, ta i bruk eller gjenbruke alle typer produkter av trevirke impregnert med krom eller arsen. Unntatt er trevir-

ke brukt i næringsvirksomhet hvor det av hensyn til sikkerhet er nødvendig med god beskyttelse mot råte. Kreosot og CCA impregnert virke er nå også definert som farlig avfall. CCA var et «multipurpose middel», i ulike konsentrasjoner, kunne brukes i de fleste utendørs konstruksjoner. Produksjonen i 1999 var på ca 278 000 m<sup>3</sup>, hvor 224 000 m<sup>3</sup> var for over bakke bruk. Produksjonen av kreosot virke var på ca 19 000 m<sup>3</sup>. Et seriøst avfallsproblem vil dukke opp når de store kvantaene med CCA kommer inn til avfallsdeponiene framover. Fred Evans på NTI har estimert at i perioden 2001–2010 vil det være rundt 10 000 tonn av CCA avfalls virke. Basert på at produksjonen økte fra 1960 og fram til i dag er det estimert at det vil bli en økning av avfallet til 33 000 tonn pr år i perioden 2011–2020 og videre 180 000 tonn pr år fra 2040.

2. generasjon trebeskyttelse for privat bruk er kobberorganiske blandinger. Mange av de nye kobberorganiske systemene lekker mer kobber enn CCA impregnert virke. Dette skyldes fravær av krom, som i CCA systemet delvis oksiderer det lignocellulose og gir sterke bindinger for kobber. Kobber er ikke like toksisk som krom og arsen, men akkumulasjon av kobber har noen negative miljø-aspekter, og kobber kommer trolig til å møte restriksjoner i bruk. Avfallshåndtering av kobber impregnert virke vil også skape utfordringer.

3. generasjon trebeskyttelse er ikke-metalliske biocider, stoffer utvunnet fra naturlige råstoffer og tremodifisering. Mange metallfrie biocider er utviklet for landbruksformål for senere å bli testet som trebeskyttelsesmiddel. De er ofte selektive i mikrobiologisk aktivitet, og kombinasjoner av biocider vil ofte måtte brukes. De er oftest dyrere enn CCA, og de fleste er ikke vannløselige. Eksempler på bruk av naturlige råstoffer som er testet som trebeskyttelsesmidler av Norsk institutt for skog og landskap er kitosan og talloljer. Kitosan utvinnes fra kitin, en polymer ekstrahert fra restprodukter fra skalldyr. I motsetning til kitin er kitosan løselig i vann under sure forhold, og har blitt funnet å virke hemmende på soppvekst. Tallolje er et biprodukt fra celluloseproduksjon ved sulfatprosessen fra furuved. Den kjemiske sammensetningen varierer med: treets alder, art, geografisk lokalisering, behandling før og under celluloseproduksjonen. Tallolje er med på å øke holdbarheten, en av årsakene er trolig at det begrenser vannopptak.

### Tremodifisering

Det har blitt jobbet med tremodifisering de siste 50 årene, men med en sterk vekst i innsatsen de siste årene. En bred definisjon av tremodifisering er i følge Hill (2005): en prosess som endrer og bedrer egenskapene til tre uten bruk av gift. Det kan være

en biologisk, kjemisk eller fysisk endring av materialegenskapene med mål om å forbedre virkesegenskapene og forlenge levetid. Det modifiserte trevirket skal:

- ikke være giftig eller skille ut giftige stoffer ved bruk
- ikke frigi giftige stoffer som avfall eller ved resirkulering
- virkemåten skal være ikke-toksisk

Generelle virkemåter for modifisert tre kan være at:

- OH-gruppe byttes ut, slik at spesifikke enzymer utskilt fra sopp ikke gjenkjenner substratet
- Fysisk blokkering
- Senker likevektsfuktigheten

En bedre definisjon av tremodifisering er basert på virkemåte (Hill 2005):

- Aktiv modifisering: resulterer i endring av kjemiske egenskaper i materialet
- Passiv modifisering: endringer i egenskaper er en effekt, men uten endringer i materialets kjemi

Eksempler på aktive og passive modifiserings typer er vist i tabell 1.

Tabell 1. Inndeling av ulike typer tre modifisering (fra Hill 2005). Enzymatisk modifisering er lite brukt og blir derfor ikke behandlet videre i teksten.

Aktiv tremodifisering	Kjemisk	Cellevegg
		Overflate
	Termisk	Cellevegg
	Enzymatisk	Overflate
Passiv modifisering	Impregnering	Fyller cellevegg
		Fyller lumen

### Kjemisk modifisering

Definisjon: Reaksjon mellom en kjemisk reagens og vedpolymerer, og dannelse av en kovalent binding.

Eksempler på kjemisk modifisering: eddiksyreanhydrid – acetylering, karboksylsyre, syreklorid, isocyanat, epoxid, alkylhalid, aldehyd, cyanoetylering og beta-propiolactone.

Den vanligste formen for kjemisk modifisering er acetylering. Ved acetylering danner eddiksyreanhydrid og OH-grupper i ved kovalent bundet acetylgrupper og eddiksyre som biprodukt. Valg av

metode er viktig for hvordan acetylering påvirker de kjemiske, fysiske og mekaniske egenskapene i ved. Viktige faktorer er:

- reaksjonstid og temperatur
- opprinnelig fuktighet
- mulig rest av eddiksyreanhydrid i ved
- type katalysator

---

**Fordeler**

- økt motstand mot sopp og insekter
- kan fungere bra i jordkontakt
- stabiliserende effekt med hensyn til UV og væraldring
- økt vekt
- økt hardhet
- ingen endring i styrke og utseende

**Ulemper**

- ingen kommersiell produksjon
  - dyrt
  - gråner over tid + mye svertesoppvekst
  - ingen NTR-godkjenning
- 

**Termisk modifisering (varmebehandling)**

Definisjon: Bruk av varme på trematerialer for å skape en ønsket forbedring i materialenes ytelse.

Eksempler på termisk modifisering: Plato (Nederland), Retification (Frankrike), Bois perdue (Frankrike), Oil Heat Treatment – OHT (Tyskland) og ThermoWood (Finland).

Termisk modifisering er basert på begrenset termisk spaltning av aktive grupper i vedstrukturen som frigjøres som VOC (volatile organic compounds) eller fanges i strukturen og repolymeriserer. Dette gir delvis pyrolyse av trevirkets kjemiske komponenter med økende temperatur. Økende temperatur gir endringer i makro molekylær sammensetning som gir mer vekttap og fargeendringer.

Det finnes en rekke prosesser og selskaper involvert i termisk modifisering. Et fellestrekk er behandling

av saget tømmer ved høy temperatur mellom 160°C and 260°C. Hovedforskjellene ligger i prosessforhold som:

- tid og temperatur
- behandlingsatmosfære
- lukket eller åpent system
- treslag
- vått eller tørt system
- prøvedimensjon
- bruk av katalysator

Inert atmosfære, anaerobe forhold eller vakuum, åpent system, tørre forhold eller bruk av bartrær gir lavere massetap. System med luft, i lukket system, vått system eller bruk av løvtrær gir høyere masse-  
tap.

---

**Fordeler:**

- Økt motstandsdyktighet mot mikrobiologisk angrep, men kun over bakke
- Dimensjonsstabil
- Mindre hygroskopisk
- Teoretisk en enklere prosess enn kjemisk modifisering, lavere kostnad ved produksjon av anlegget, litt lavere utsalgpris

**Ulemper:**

- Liten effekt mot insekter
  - Energikrevende
  - Ingen metode for å fastsette kvaliteten
  - Gjør treet sprøtt med redusert bøyefasthet
  - Dårligere skruefasthet
  - Sprekker, splintrer samt at kvist løsner
  - Røyklukt av materialet
  - Tap av egenvekt –
  - Redusert varmeledningsevne
  - Støyproblemer ved bearbeiding
  - Fargeendring ikke permanent
  - Kan få problemer med heft av maling
  - Ingen NTR-godkjenning
-

## Impregneringsmodifisering

Definisjon: Hvilken som helst metode som fyller vedsubstansen med et inert materiale for å fremme ønsket forbedring i ytelse

Eksempler på impregneringsmodifisering: harpiks, dimethyloldihydroxyethylenurea –DMDHEU, furfuryl alkohol, malinsyre med glycerol eller polyglycerol, *N*-methylolacrylamid, silikon, monomerer, polymerer.

Denne typen modifisering impregnerer og «låser» løsningen i svellet ved. To hovedmekanismer: 1. Monomerer/oligomerer + polymerisering i celle-

vegg. 2. Diffusjon av løselig materiale inn i cellevegg + gjøre materialet uløselig.

Et eksempel på en av de vanligste typene impregnerings modifisering er furfurylering, en prosess det norske selskapet Wood Polymer Technologies (WPT) har bidratt til utvikling av. I denne prosessen reagerer furfurylalkohol med hydroxylgrupper i celleveggen og man får en polymeriseringsprosess. Resultater i polymerisk blokkering av hydroksylgrupper. Prosessen ligner klassisk trykkimpregneringsprosess etterfulgt av et herdetrinn ved ca 100°C og tørking.

---

### Fordeler

- Gode egenskaper med hensyn til råte og termitter
- Lovende resultater med hensyn til marine borere
- Mer dimensjonsstabil
- Mindre hygroskopisk
- Kan oppnå høy hardhet

### Ulemper

- Gråning av materialer over tid
  - Kostbart
  - Støvproblemer ved bearbeiding
  - Mangler NTR-godkjenning
- 

## Økonomi

Tremodifiseringsindustrien ennå ikke godt etablert. Blant faktorer som nevnes som årsaker til den så langt manglende etableringen er mangel på markedspenetrering, lav offentlig profil og høye kostnader. I Europa er det ThermoWood (termisk modifisering) og WPT (furfurylering) som har kommet lengst.

Noe som kan gi utslag på salg av modifisert virke er hvis man inkluderer i pris full betaling for resirkulering av f.eks kobber holdige materialer. Noe annet som er viktig er at standardene for testing av holdbarhet av nye trebeskyttelsessystemer som modifisert tre må forbedres. De eksisterende standardene er laget for de gamle systemene som baserte seg på toksisk effekt.

henger og totalt ubrukelige i andre sammenhenger. Kunnskap og informasjon vil derfor bli viktigere framover.

Man kommer aldri til å finne et nytt CCA. Men gjør det egentlig noe? Mye av utendørs konstruksjoner byttes ut på grunn av estetiske hensyn og trender, ikke fordi de er nedbrutt eller har mistet evnen til å utføre tiltenkt funksjon. Pris er ikke nødvendigvis alltid avgjørende i valg av materialer, ønsket om noe eksklusivt kan for enkelte forbrukere være det viktigste. Dette kan være med å gjøre nisje-produkter mer interessant. Samtidig vil trender i bruk av tre plukkes opp og brukes av et bredere marked. Fokus på kvalitet og godt dokumenterte egenskaper vil være viktig for framtidens bruk av tre.

## Livet etter CCA

Det er viktig å bruke mer nisje-tenkning framover ved bruk av tre og valg av trebeskyttelsesmidler. CCA var et «multipurpose» middel, i framtiden vil man måtte tenke mer på risikoklassen ved bruk av tre utendørs og deretter velge det best egnede trebeskyttelsesmiddelet. Noen produkter endrer f. eks styrken og disse kan være optimale i visse sammen-

## REFERANSER

- EN350–1 (1994). Durability of wood and wood-based products – Natural durability of solid wood – Part 1: Guide to the principles of testing and classification of the natural durability of wood. European Committee for Standardization (CEN), Brussels, Belgium.
- Hill, C. (2005) *Wood modification. Chemical, thermal and other processes* John Wiley & Sons.
- Leightley, L. (2003). Protection of wood using combinations of biocides. In *Wood deterioration and preservation. Advances in our changing world* (eds B. Goodell, D.D. Nicholas & T.P. Schultz), pp. 390–398. American Chemical Society, Washington, DC.
- Sivertsen, M.S., ed. (2002a) *Trebeskyttelsens historie del 1*. Det norske Skogselskap
- Sivertsen, M.S., ed. (2002b) *Trebeskyttelsens historie, del 2*. Det norske Skogselskap