



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Modificeret træ

Et miljøvenligt alternativ

Miljøprojekt nr. 1903

Oktober 2016

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Bent Larsen & Anne Marie Hansen, Bollerup
Jensen A/S

ISBN: 978-87-93529-15-1

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Ny innovativ løsning til substitution af traditionel trykimprægneret træ	4
1.1	Traditionel trykimprægneret træ	4
2.	Projektets formål	5
3.	Gennemførelse af projektet	6
3.1	Opnåede resultater	6
3.1.1	Skimmel og blåsplint	9
3.1.2	Fugtoptag	9
3.1.3	Udvaskning af silicium	9
3.1.4	Optimering af det modificerede vandglas	10
3.1.5	Styrken i modificeret træ	10
3.1.6	Trænedbrydning	11
3.1.7	Brandhæmning	11
4.	Fremtidsperspektiv	13
5.	Miljømæssige effekter	14

1. Ny innovativ løsning til substitution af traditionel trykimprægneret træ

Preservation Technologies udvikler på et miljørigtigt alternativ til traditionel trykimprægnering. Imprægnering til træ er en kemisk blanding, der forøger træets levetid væsentligt. Den nuværende kendte trykimprægneringsvæske indeholder mærkningspligtige kemikalier, der er problematiske for miljø og sundhed.

Projektet udvikler på en ny metode til at forlænge fyrretræs levetid, der er baseret på modificeret vandglas/silikat, der er udvundet af sand. Lykkedes det at udvikle et miljøvenligt alternativ til trykimprægneret træ, kan man undgå mærkningspligtige kemikalier og dermed reducere miljøbelastninger, der er til gavn for både producenter og slutbrugere.

Den miljøvenlige træimprægnering giver udover de miljømæssige fordele også mulighed for nye anvendelsesmuligheder samtidig med at brandhæmningen i træet forbedres.

Projektet løser de sundhedsmæssige og miljømæssige udfordringer, der er ved trykimprægneret træ og bidrager samtidig til at skabe et økologisk, miljøvenligt og bæredygtigt materiale til byggeriet.

Preservation Technologies I/S er ejet af Bollerup Jensen A/S, der producerer flydende silikat (vandglas) samt Frøslev Træ A/S, der er Danmarks største producent af traditionel trykimprægneret træ og regnes for at være blandt landets største grossister indenfor træbranchen.

1.1 Traditionel trykimprægneret træ

Man finder trykimprægneret træ overalt - i hegn og plankeværker, omkring børns sandkasser og som udvendig beklædning på huse, carporte og skure. Imprægnering gør træ mere modstandsdygtigt overfor råd, svamp og insektangreb, men de kemikalier, der anvendes belaster både miljø og sundhed, da imprægneringskemikalierne kan afdampe eller sive ned i jorden med regnvandet.

Der bliver brugt mindre miljøbelastende kemi til at fremstille imprægneret træ end tidligere, men de kemiske stoffer, som bruges, er stadig problematiske for miljøet og sundheden. Stofferne der er godkendt til trykimprægnering af træ i Danmark, er baseret på borsyre eller forbindelser med tungmetallet kobber, mens imprægneret træ, der er importeret generelt indeholder stoffer der er mere miljøbelastende, fx chrom og kreosot¹.

¹ <http://www.forbrugerkemi.dk/kemi-i-din-hverdag/hjemmet/gor-det-selv/traearbejde/impraegnering-af-trae/fakta-om-impraegnering-af-trae>

Kilde: <http://www.robinie.dk/trykimpraegneret.php>

2. Projektets formål

Formålet med projektet er, at udvikle en miljøvenlig modificeringsmetode af træ, som substitution til traditionel trykimprægneret træ. Metoden vil forøge træets levetid uden brug af miljø- og sundhedsskadelige stoffer og modificeringsmetoden vil foregå i eksisterende trykimprægneringsanlæg, således nuværende producenter af trykimprægneret træ ikke skal ud at investere i nye anlæg, men blot skifte imprægneringsvæsken ud. Den nye imprægneringsvæske, der udvikles på i projektet, bliver fremstillet på baggrund af vandglas/flydende silikat. Silikat er udvundet af sand og der er derfor ingen miljøbetænkelige stoffer i imprægneringsvæsken.

Fra projektets start har formålet været, at det modificerede træ (træ imprægneret med modificeret vandglas) skal have samme egenskaber som trykimprægneret træ, men uden brug af mærkningspligtige kemikalier og/eller biocider. Derudover var forventningen, at produktet kunne drage fordel af de to produkters gode egenskaber, således at det bl.a. var forventet at træet ville blive stærkere og mere hårdfør for vejrlig kombineret med at træet ikke kan brænde, hvis det er tilstrækkelig modificeret med vandglas. Det var endvidere forventet, at imprægneringen med modificeret vandglas vil have en gavnlig virkning overfor angreb af gnavende insekter, såsom termitter og pæleorm. Som følge af at træet behandles med modificeret vandglas forventes udviklingen af bakterier og svampe ligeledes at blive hæmmet.

3. Gennemførelse af projektet

Projektet er gennemført i perioden 15.5.2014 til 31.12.2015 i Preservation Technologies I/S, der er et fællesejet selskab mellem Frøslev Træ A/S og Bollerup Jensen A/S. Udover internt arbejde hos Preservation Technologies, hvor vi har udviklet på imprægneringsvæsken og udført trykimprægneringsforsøg mv., har vi også benyttet eksterne samarbejdspartnere som fx Teknologisk Institut og August-Georg Universitet, Göttingen til at udføre definerede udviklingsopgaver og diverse tests.

3.1 Opnåede resultater

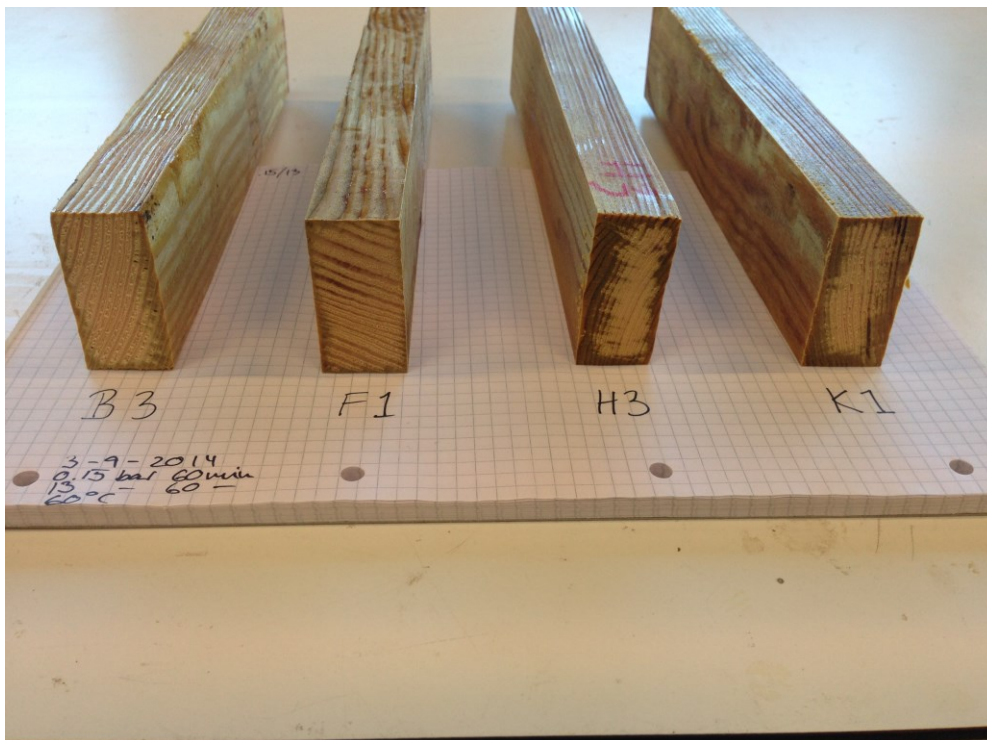
I projektets begyndelse opnåede vi kun en tynd skalimprægnering-/overfladebehandling af træet, da den vandglastype (version 1) vi benyttede, kun trak 1-2 mm ind i træets yderste lag. Det har været vigtigt for os, at modificeringen af træet skete helt ind til kernen af træet, således alt splintræ var behandlet. Årsagen til at vi anså det gennembehandlede/-imprægnerede træ som vigtigt er, at der med tiden kan opstå revner eller lignende i træ, således fugt osv. kan komme ind og gøre skade på det ubehandlede træ og en overfladebehandling af træet derfor ikke er til strækkeligt.

Vores 1. hypotese var således at vandglassets karakter/konsistens alene gjorde, at vandglasset ikke kunne trænge længere ind i træets porestruktur, og vi derfor skulle modificere produktet. Vi arbejdede i en lang periode på at modificere vandglasset, således denne udfordring kunne løses. Det viste sig ret hurtigt, at målinger af vandglas er udfordrende og vi derfor ikke opnåede reproducerbare resultater. Typisk anvendes teknikken laserdiffraktion til partikelmåling, men da partiklerne reelt er glas, er de gennemsigtige og har næsten ingen diffraktion, når de bliver ramt af en laserstråle.

Udfordringerne betød, at vi indledte et samarbejde med en tysk samarbejdspartner omkring behandlingen/modificeringen af vandglas.

Vi forsøgte med adskillige modificeringsforsøg vha. forskellige teknologier, men imprægneringsforsøgene viste kun små forbedringer og ikke tilstrækkeligt til at væsken (version 2) kunne trænge hele vejen ind til kernetræet.

Vi forsøgte herefter med en ny modificeringsmetode, som gav en væsentlig ændring i vandglasset, og væsken (version 3) viste sig efterfølgende at trænge længere ind i træet, men stadig ikke nok til en fuldimpregnering.



Billede 1: Testimprægneringer med standard vandglas og modificeret vandglas.

På billede 1 ovenfor er prøverne til højre (H3 og K1) imprægneret med den modificerede vandglas (version 3), mens de to prøver til venstre (B3 og F1) er imprægneret med en normal standard vandglas. De to prøver til venstre viser en tynd skalimprægnering, mens væsken er kommet længere ind i træet på de to prøver til højre. Ved sidstnævnte opnåede vi en vægtforøgelse på ca. 200 kg/m^3 .

Ud fra de erfaringer vi havde gjort os opstillede vi en ny hypotese, hvor vi i højere grad fokuserede på råglaset, som vandglasset fremstilles ud fra. Denne metode gav os store udfordringer i fremstillingsprocessen og det viste sig senere, at det fremstillede vandglas (version 4) ved denne fremgangsmåde ikke havde nogen positiv effekt på trykimprægneringen og vi stod igen tilbage med en skalimprægnering. Hypotesen blev således forkastet.

Vi opstillede herefter på ny en hypotese på baggrund af de erfaringer, vi tidligere havde gjort os samt nye muligheder vi var blevet opmærksomme på. Det var med denne fremgangsmåde at vi opnåede det første store gennembrud i projektet, som var gennemimprægnering af fyrretræ med modificeret vandglas (version 5). Vi opnåede en vægtforøgelse på 700 kg/m^3 .

Efter gennembruddet opsatte vi på baggrund af de første forsøg en større forsøgsrække med varierende koncentrationer, blandinger af imprægneringsvæsken blev fremstillet og træemner efterfølgende imprægneret for at undersøge mulighederne yderligere. Resultatet af forsøgsrækken gav os et klart billede af, hvilken type af de opstillede imprægneringsvæsker vi skulle gå videre med, og hvilke der ikke var muligheder i.

En del af prøverne fra forsøgsrækken, som var fuldimplægnerede, står i dag til udendørs eksponering hos Frøslev Træ A/S (billede 2).



Billede 2: Udendørs eksponeringsforsøg hos Frøslev Træ

Der er lavet yderligere forsøg med imprægneringsvæsken (version 5), som også er opsat som udendørs eksponeringsforsøg hos Teknologisk Institut (billede 3)



Billede 3: Udendørs eksponeringsforsøg ved Teknologisk Institut

De imprægnerede træemner er blevet testet på forskellig vis ved bl.a. Teknologisk Institut samt E-koks. Nedenfor er der en gennemgang af de resultater vi opnåede i projektperioden. I forbindelse med at vi fik udført forskellige tests hos eksterne samarbejdspartnere, arbejdede vi internt fortsat med den modificerede vandglas. Sidst i fundingperioden kom vi frem til en optimeret modificeret vandglas (version 6), som er den vi fortsat arbejder med, men som ikke er den væske vi har udført alle forsøgene på i fundingperioden.

3.1.1 Skimmel og blåsplint

De modificerede træemner modificeret med imprægneringsvæske 5 er blevet testet for resistens mod skimmel og blåsplint. Resultaterne viste, at det modificerede træ ikke hæmmer mod blåsplint og skimmel. Det er ikke et krav, at produktet er hæmmende over for disse for at opnå en NTR-godkendelse fra Nordisk Træråd. Traditionel trykimprægneret træ som vi kender det i dag, har heller ikke hæmning mod skimmel og blåsplint.

Vi afventer resultaterne på skimmel og blåsplint på den nyeste version af det modificerede vandglas (version 6).



Billede 4: Forsøgsemner testet for skimmel og blåsplint

3.1.2 Fugtoptag

Vandoptaget på prøver imprægneret med forskellige typer af den modificerede vandglas er blevet målt, idet et forslag til en ny NTR standard for modificeret træ ikke må have et fugtoptag på mere end 80 % i forhold til ubehandlet træ. Vandoptaget blev målt med DVS (Dynamic vapour sorption), hvor en prøves vægtoptag måles som funktion af rummets luftfugtighed. Blandt de testede emner var der både emner med meget højt fugtoptag og emner med under 80 % fugtoptag. Resultaterne har været med til at bestemme, hvilke af de modificerede vandglasvæsker, som vi har valgt at gå videre med.

3.1.3 Udvasning af silicium

For at sikre, at det modificerede vandglas bliver inde i træet, har vi i projektforløbet arbejdet på at fiksere imprægneringsvæsken i træet. Vi har i samarbejde med Teknologisk Institut testet forskellige hæringsmetoder. Vi benyttede bl.a. varme og base som hæringsmetode, men lod også nogle prøver være ubehandlede, for at se forskellen på emner med og uden fiksering. De modificerede træprøver lavede vi herefter udvasningstest på, ved at træet blev opbevaret i vand i 2 uger med vandskifte hver 3. dag for på denne måde at kunne måle udvasningen af silicium i vandet. Træet modificeret med vandglas version 5 udviste en aftagende silicium lækage, som sammenlagt tangerede 2 % af det tilførte silicium, hvilket er tilfredsstillende. Den nyeste version af den modificerede imprægneringsvæske (version 6) har siden hen vist, at der ingen spor er af silicium i udvasningsvandet.

3.1.4 Optimering af det modificerede vandglas

Der er løbende sket optimering af imprægneringsvæsken samt blevet ændret på produktionsprocessen af imprægneringsvæsken, således produktet nu giver en fuldimpregnering af træet. I forbindelse med optimeringen af imprægneringsvæsken har vi udover optagelse også fokuseret på, at det skal være muligt at opskalere processen fra laboratorieskala til fuldskala i en kommende produktion.

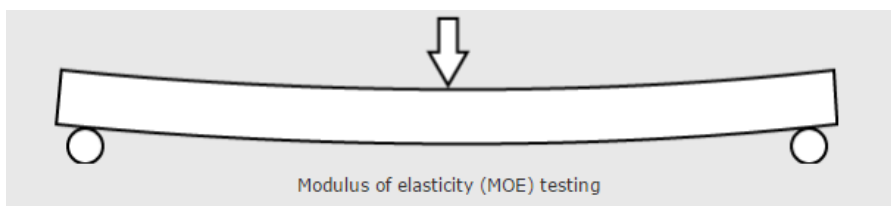
Det har fra starten af projektet været hensigten at virksomheder, der i dag benytter traditionel kobberbaseret trykimprægnering, kan substituere over til vores miljøvenlige imprægneringsvæske ved blot at skifte imprægneringsvæske, uden at skulle investere i nyt produktionsanlæg mv. Dette ser ud til at være lykkedes, dog har vi brug for yderligere dokumentation fra produktionstest mv.



Billede 5: Traditionel trykimprægneringsanlæg

3.1.5 Styrken i modificeret træ

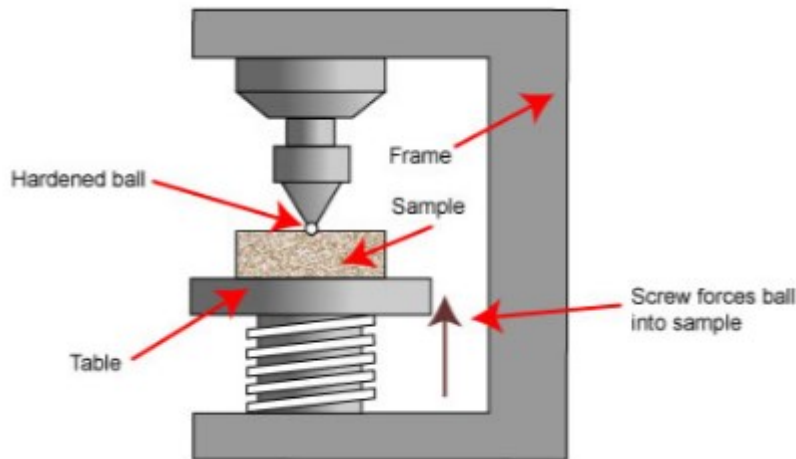
Ved at behandle træet med modificeret vandglas har vi opnået en væsentlig forbedret styrke i træet. Bøjningsstyrken viste sig at være øget med op til 50 %, og det samme var tilfældet for trækstyrken i forhold til ubehandlet træ.



Figur 1: Illustration af bøjningsstyrke

Derudover blev hårdheden i træet målt, og en måling af Brinell hårdhed viste op til 140 % forøget hårdhed.

Den forøgede hårdhed svarer til at fyrretræ opnår samme hårdhed som bøgetræ.



Figur 2: Illustration af hårdhedsmåling

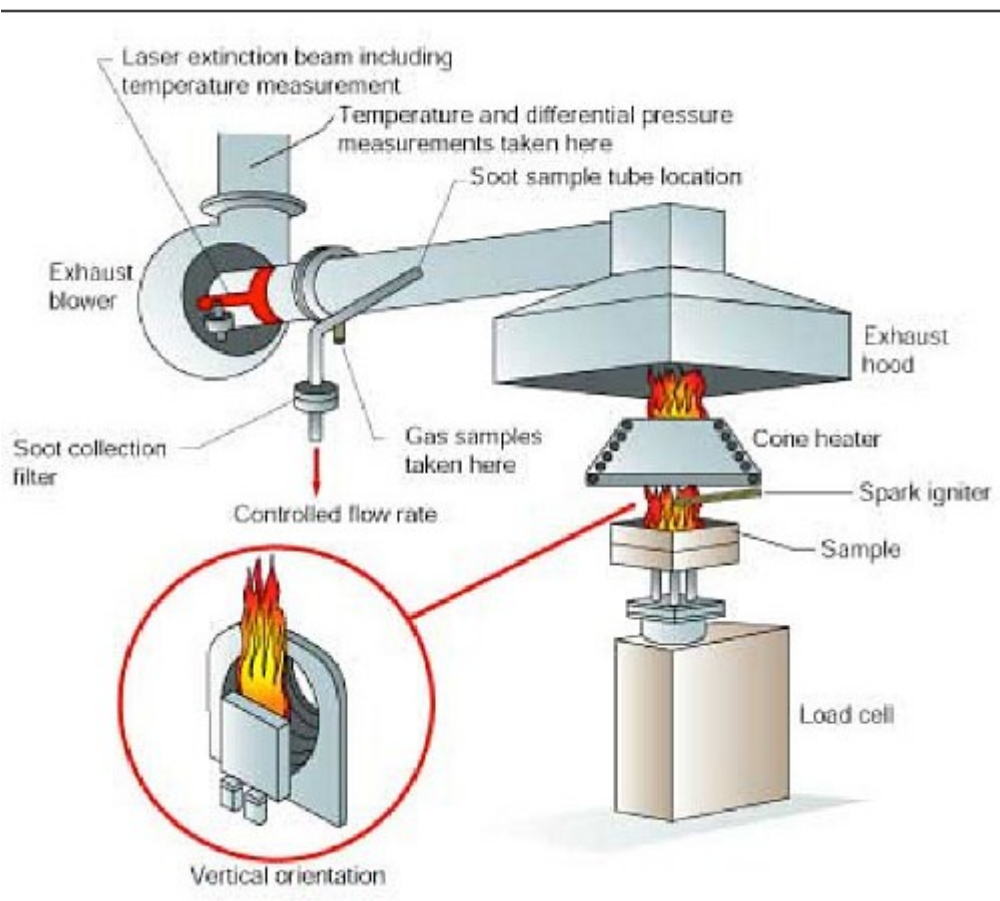
Den forøgede hårdhed samt styrke i træet kan give træet nye muligheder både i forhold til anvendelse, men den øgede styrke i træet kan også give muligheder for reduktion af dimensioner og besparelser i materialer, således der bliver tale om et resourceeffektivt materiale i forhold til fx traditionel trykimprægneret træ. Dette skal undersøges nærmere inden vi kan drage en endelig konklusion, men sikkert er det, at styrken i træet er øget signifikant.

3.1.6 Trænedbrydning

Den vigtigste parameter i forhold til modificeret træs holdbarhed er hæmning af trænedbrydende svampe. Der er udført accelererede trænedbrydningstest hos Teknologisk Institut, hvor specielt en prototype af imprægneringsvæsken (version 6) giver rigtig gode resultater. Vi har ud fra de accelererede test igangsat den fulde trænedbrydningstest, som vi forventer svar på i marts 2017. Resultaterne skal bruges til at opnå en NTR godkendelse af produktet.

3.1.7 Brandhæmning

Der er i projektperioden lavet indledende test på produktets brandhæmmende effekt. Der er udført Cone Calometric Test, hvor en 10 x 10 cm prøve brændes af ved konstant energitilførsel, mens forskellige parametre som antændelsestemperatur, tid, røgudvikling mv. måles. Resultaterne af cone-testen viste, at prøverne af modificeret træ udviste markant brandhæmning i forhold til ubehandlet træ, og at der er en klar sammenhæng mellem øget brandhæmning desto højere koncentration af SiO₂, der er i træet. Det er endnu ikke afklaret, hvilken brandklasse det modificerede træ bliver tildelt.



Figur 3: Illustration af conetest

4. Fremtidsperspektiv

Vi ser fortsat store perspektiver i projektet og fortsætter udviklingsarbejdet. Der forløber nye test hos eksterne samarbejdspartnere, der skal sikre at produktet kan NTR-godkendes både ved jordkontakt og over jord. Det tager 3-5 år inden man opnår en fuld NTR-godkendelse, men vi forventer at opnå en foreløbig NTR godkendelse på baggrund af laboratorietests og i gangværende forsøg, og det vil derfor være muligt at kommercialisere produktet inden vi har NTR-godkendelserne på produktet.

Inden kommercialisering vil produktet blive testet i forhold til mulighederne ved marin brug, hvor specielt pæleorme/pælekrebs er et stort problem i nogle områder. Produktets egenskaber i forhold til termitter, skal ligeledes testes. Om der bliver tale om en eller flere produkter, der skal kommercialiseres, er endnu ikke afklaret, men dette arbejde vil foregå så snart vi kender resultaterne af de opstillede tests.

Vi forventer således, at Preservation Technologies i løbet af 2017 er klar med et miljøvenligt alternativ til traditionel træimprægnering.

5. Miljømæssige effekter

En substitution fra trykimprægneret træ til modificeret træ vil føre til en væsentlig reduktion af biocider/kemikalier indenfor imprægneringsområdet på globalt plan. Effekten af dette vil være en reduktion i miljøbelastningen af jord og vandressourcer.

En stigende miljøbevidsthed samt et reelt alternativ til det trykimprægnerede træ vil på længere sigt kunne betyde, at kravene til produkterne skærpes yderligere og på sigt måske helt forbydes i den nuværende form, hvilket yderligere vil reducere de miljøbelastende stoffers forekomst. De miljømæssige perspektiver for projektet er således særdeles positive.

Det modificerede træ, i modsætning til imprægneret træ, kan uden problemer bortskaffes som almindeligt husholdningsaffald eller træet kan genbruges i forskellige processer.

Modificeret træ – Et miljøvenligt alternativ

Formålet med projektet har været at udvikle en miljøvenlig modificeringsmetode af træ, som substitution til traditionel trykimprægneret træ. Metoden vil forøge træets levetid uden brug af miljø- og sundhedsskadelige stoffer og modificeringsmetoden vil foregå i eksisterende trykimprægneringsanlæg, således nuværende producenter af trykimprægneret træ ikke skal ud at investere i nye anlæg, men blot skifte imprægnerings-væsken ud. Den nye imprægneringsvæske, der er udviklet i projektet, bliver frem-stillet på baggrund af vandglas/flydende silikat. Silikat er udvundet af sand og der er derfor ingen miljøbetænkelige stoffer i imprægneringsvæsken. Fra projektets start har formålet været, at det modificerede træ (træ imprægneret med modificeret vandglas) skal have samme egenskaber som trykimprægneret træ, men uden brug af mærkningspligtige kemikalier og/eller biocider. Inden kommercialisering vil produktet blive testet i forhold til mulighederne ved marin brug, hvor specielt pæleorme/pælekrebs er et stort problem i nogle områder. På baggrund af projektets resultater forventes det, at Preservation Technologies i løbet af 2017 er klar med et miljøvenligt alternativ til traditionel træimprægnering. En substitution fra trykimprægneret træ til modificeret træ vil føre til en væsentlig reduktion af biocider/kemikalier indenfor imprægneringsområdet på globalt plan. De miljømæssige perspektiver for projektet er således særdeles positive.



Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

www.mst.dk