



Modern torknings inverkan på impregnerbarhet i furusplint

Förstudie

Slutrapport

Margot Sehlstedt-Persson, LTU

Thomas Wamming, SPTräteknik

Olov Karlsson, LTU

Sheikh Ali Ahmed, LTU

INNEHÅLL

FÖRORD

SAMMANFATTNING

- 1 BAKGRUND MÅL OCH SYFTE
- 2 FÖRSTUDIENS GENOMFÖRANDE
- 3 RESULTAT
 - A) Analys av icke godkända prover
 - B) Impregneringsförsök I
 - C) Impregneringsförsök II
- 4 FRÅGESTÄLLNINGAR INFÖR FORTSATT ARBETE

FÖRORD

Förstudien ”Modern torknings inverkan på impregnerbarhet i furusplint” har genomförts av LTU och SPTräteknik under 2010. Projektet är finansierat av TräCentrum Norr.

Ett varmt tack riktas till industrireferensgruppen för värdefulla synpunkter under arbetets gång: Håkan Eliasson Setra Rolfs, Ronny Sandström Martinsons Kroksjön och Niclas Larsson SCA Timber Bollsta. Ett speciellt tack riktas till Martinsons Kroksjön som ställde sin impregneringsanläggning till förfogande för genomförande av impregneringsförsöken

Skellefteå januari 2011

SAMMANFATTNING

Under senare år rapporteras i Sverige för vissa impregneringsmedel en kraftig ökning av antalet underkända prov och då speciellt för kopparbaserade vattenlösliga medel. På några års sikt, när konsekvenserna av impregneringsmissar blir synliga hos slutanvändaren genom att rötskadat virke måste bytas ut, beräknas kostnaderna kunna uppgå till en halv miljard årligen. Orsakerna till inträngningsproblem diskuteras och en av många teorier är att virkestorkningen är en av huvudorsakerna. Målet med denna förstudie har varit att identifiera relevanta process- och materialvariabler som misstänks inverka på impregnerbarheten i furusplint.

Resultat från impregneringsförsöken i denna förstudie visar att fuktkvotnivån i bräder efter torkning är viktig för impregneringsresultatet. Bäst inträngning erhöles vid högre fuktkvotnivåer än vad som vanligen används vid anläggningarna idag: i fuktkvotintervallet 20-25 % var andelen missar lägst medan andelen missar ökade påtagligt vid sjunkande fuktkvot. En rekommendation är att inte övertorka virke som ska impregneras. Detta är vanligt speciellt vid torkning av tunna dimensioner i äldre brädkanaler.

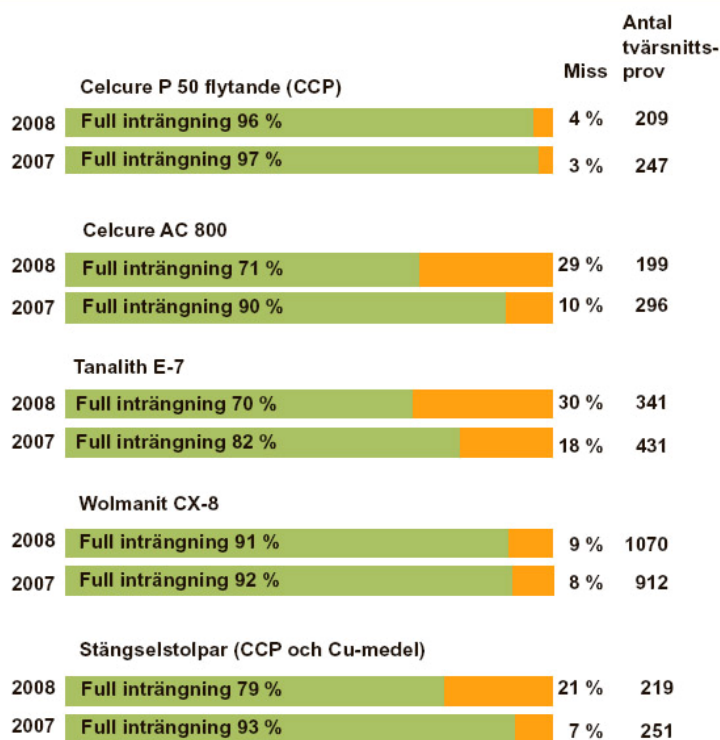
Resultat från denna förstudie sammanfattas enligt följande

- Inverkan av fuktkvotnivå vid impregnering är viktig. Bäst inträngning i bräder erhöles i fuktkvotintervallet 20-25 %, dvs. vid högre fuktkvot än vad som vanligen görs medan missarna ökade påtagligt vid sjunkande fuktkvot.
- Resultaten pekar på att splintvedsdensiteten tycks spela roll för impregnerbarheten: högre densitet tenderar att vara bättre ur impregneringssynpunkt.
- Olika typer av impregneringsmissar noteras. Vissa typer har en tydlig koppling till vedanatomiska detaljer medan andra missar kopplas till process och yttre form.
- Anrikning av näring mot splintvedsytor som sker vid forcerad torkning kan i vissa fall ha försvårat inträngning av träskyddsmedel.
- Vedanatomiska studier visar att
 - axiella kådkanaler sannolikt spelar en viktig roll för inträngning av träskyddsmedel
 - parenkymcellers hartsinnehåll i splintved kan blockera inträngning via mägstrålar
- Tomografering indikerar att hög splintvedsdensitet är gynnsamt för inträngning av träskyddsmedel. Detta överensstämmer med iakttagelsen att axiella hartskanaler är viktiga för inträngning av träskyddsmedel eftersom axiella hartskanaler främst finns i sommarved och hög densitet förknippas med hög sommarvedsandel.
- Kemisk analys indikerar att lokal skillnad i extraktivämnehåll kan vara en av förklaringarna till impregneringsmiss i splintved.
- I fortsatta studier är tomografering ett kraftfullt analysverktyg för att se inträngningsmissar i rätt tillstånd.

1

BAKGRUND MÅL OCH SYFTE

Kvalitetskontroll och certifiering av impregnerat trä enligt Nordiska Träskyddsrådets regelverk, har utförts i Sverige sen 1979 hos företag som producerar impregnerat virke. Endast företag som godkänns av SP Träteks kontrollordning har rätt att NTR-märka sitt virke i de 4 olika NTR-klasserna M, A, AB och B. Under senare år rapporteras för vissa impregneringsmedel en kraftig ökning av antalet underkända prov, s.k. "missar", figur 1. Speciellt kopparbaserade medel rapporterar ökande problem. Exempelvis rapporteras andelen missar för medlet Celcure AC 800 öka avsevärt från 10 % till 29 % från 2007 till 2008.



Figur 1 Sammanställning av inträngningsresultat fördelat på olika träskyddsmedel/sortiment uttagna 2007 och 2008. (Ur Aktuell information från SP Träteks Träskyddsnytt nr 24 februari, 2009)

Orsakerna till inträngningsproblem diskuteras och en av många teorier är ..” *Det som förefaller vara den stora boven i dramat är torkningsförfarandet i kombination med träskyddsmedlets fysikaliska egenskaper*” (citat ur Träskyddsnytt nr 24, februari 2009)

Uppskattad kostnad för impregneringsmissar

För en köpare och slutanvändare av impregnerat virke finns en tidsfördröjning på några år innan de negativa effekterna av inträngningsmissar blir synliga. Rötskadade bräder i ex altaner som måste bytas ut innebär en kostnad för kunden. En uppskattning av kostnaderna för impregneringsmissar görs i det följande:

Senast tillgänglig statistik över impregneringsvolymen i Sverige visar att totalproduktionen 2008 var knappt 1.4 miljoner kubikmeter där huvuddelen (87 %) bestod av sågat/hyvlad virke. Av denna volym impregnerades huvuddelen (92 %) med vattenlösliga medel, ca 6 % med kreosot och knappt 2 % med oljelösliga medel, tabell 1.

Tabell 1 Impregneringsstatistik i Sverige. (Utdrag från Svenska Träskyddsföreningens hemsida)



SVENSKA TRÄSKYDDSFÖRENINGEN

Impregneringsstatistik

Träimpregneringsindustrin i Sverige, produktionsåret 2007.

Sammanfattning	2008 (m3)	2007 (m3)
Totalproduktion inkl. export	1 381 500	1 476 500
Producerande enheter	69	70
Sliprar	22 900	20 900
Stolpar	54 800	69 300
Sågat och hyvlat virke	1 200 100	1 302 800
Stängselstolpar	56 900	52 500
Fönster- och dörrsnickerier	21 700	28 800
Övrigt	25 100	2 200
Vattenlösliga medel	1 273 800	1 354 600
Oljelösliga medel	24 500	31 600
Kreosot	83 200	90 300
Furu	901 700	960 700
Gran	479 800	515 800

Olika vattenlösliga medel rapporterar stora skillnader i impregneringsmissar. Exempelvis rapporteras för vattenbaserade CCP medel (koppar krom fosfor) från prover tagna 2008 på sågat/hyvlat virke endast 4 % missar medan andelen missar för vattenbaserade Cu-medel uppgår till hela 15 % (Ur Aktuell information från SP Träteknik Träskyddsnytt nr 24 februari, 2009).

Ur statistiken går inte att utläsa hur stor andel av totalvolymen 1 273 800 m³ vattenlösliga medel som just de vattenbaserade Cu-medel med 15 % missar utgör. Antagande görs därför att 10 % missar finns i den med vattenlösliga medel impregnerade volymen.

Kostnaden beräknas till: 1 381 500 m³ (totalproduktion) x 0.87 (andelen sågat/hyvlat) x 0.92 (andelen vattenlösliga medel) x 0.10 (andel missar) x 5000 kr/m³ (uppskattat pris för impregnerat virke) = 553 miljoner kronor, dvs. ca en halv miljard per år.

Ett annat högaktuellt exempel på att inträngningsmissar på längre sikt medför stora problem och höga kostnader är att Telia Soneras nätbolag Scanova meddelar att mängder av telestolpar behöver bytas ut i förtid p.g.a. rötskador orsakade av impregneringsmissar.

Syftet med detta projekt som helhet - *"Modern torknings inverkan på impregnerbarhet i furusplint"* - är att med rätt torkningsprocess skapa en beständigare produkt, speciellt för impregnerat virke, så att inte torkningsprocessen negativt påverkar fullständig impregnering. Projektet syftar till att ge rekommendationer om hur en torkning ska utföras så att felkällor från torkningen undviks och problem med ofullständig inträngning undviks.

Målet med denna förstudie har varit att identifiera relevanta variabler i virket samt i torkningsprocessen som kan misstänkas inverka på impregnerbarheten i furusplint. Förstudien har fokuserat på att inventera hur sågverkstorkningen genomförs på virke som går till impregnering hos de 3 sågverk som ingår i projektets referensgrupp.

En annan viktigt målsättning med denna förstudie har varit att identifiera frågeställningar runt materialegenskaper, torkningsprocess, virkeshantering, impregneringsprocess och kontrollordning mm för att ge underlag till ett fortsatt projektsteg 2 där virke torkas under kontrollerade förhållanden under bl a tomografering med efterföljande impregnering och analys av impregneringsresultat.

Projektet *"Modern torknings inverkan på impregnerbarhet i furusplint"* där denna förstudie utgör projektsteg 1, har som helhet målsättning att

- Bekräfta eller förkasta hypotesen att modern virkestorkning anges som orsak till att impregneringsproblem i furusplint har ökar
- Bygga upp kunskap om vad som påverkar att problem med missar i impregneringen ökar genom att kombinera kunskap om trämaterial och dagens torknings och impregneringsprocesser.
- Undersöka om orsaken till impregneringsmissar kan förklaras av förändringar av materialegenskaper som till exempel blockerade inträngningsvägar i vedytor på torkat virke.
- Identifiera, mäta och separera lämpliga och olämpliga vedegenskaper för impregnerbarhet i virkes/timmerråvaran.

2 FÖRSTUDIENS GENOMFÖRANDE

I förstudien har följande arbete utförts:

A) Analys av icke godkända prover

Förstudien har fått ta del av ett antal impregneringsprover, - både godkända och icke godkända prov - med 4 olika impregneringsmedel som tagits vid SP: s kontroll av inträngning av impregneringsmedel. På ett urval av sådana icke godkända prov har en kemisk kvantitativ analys gjorts samt vedanatomiska studier i ljusmikroskop. Både den kvantitativa analysen och mikroskopstudierna har gjorts i impregnerad splintved samt i områden med missar. Den kvantitativa analysen har gjorts utifrån frågeställningen: Kan extraktivämneshalt i splintveden förklara missar vid impregnering? Tomografering för densitetsbestämning i splintved med missar samt fullimpregnering har även gjorts.

B) Impregneringsförsök I

Efter intervju och i samråd med industrireferensgruppen togs beslut att göra ett första impregneringsförsök med tunna ytbräder där i första hand inverkan av fuktkvotnivå i splinten före impregnering skulle undersökas. Impregneringen gjordes vid Martinsson impregneringsanläggning i Kroksjön där medlet Celcure AC 800 används. Dessutom gjordes

en tomografering i en position i ett antal bräder direkt före och direkt efter impregnering samt i fuktutjämnat tillstånd ca 6 månader efter impregnering.

C) Impregneringsförsök II

En andra försöksimpregnering gjordes med dubbellagda bräder som torkats "hårt" och forcerat för att undersöka om den stora näringsanrikning mot brädytan, som sker vid hård torkning, har någon inverkan på inträngning av träskyddsmedel. I denna försöksimpregnering ingick även ett antal helt råa bräder samt en rå plank.

3 RESULTAT

A) Analys av icke godkända prover

Extraktivämnesanalys

Från ett icke godkänt prov impregnerat med medlet Celcure 800 AC gjordes tre kvantitativa analyser av extraktivämneshalt: ett från kärnved, ett från impregnerat samt ett från område med miss i splintved. Resultatet visar att området med miss i splintved hade högre extraktivämneshalt jämfört med området med full impregnering. Detta är en indikation att lokal skillnad i extraktivämneshalt kan vara en av förklaringarna till impregneringsmiss i splintved.

Träskyddsmedel i den impregnerade delen av veden kan till viss del lakas ut med vatten (tabell 2) men medlet verkar delvis sitta kvar i den alltså mörkare veden även efter lakning med ammoniak (aq). Förekomst och innehåll av vattenlösliga föreningar i impregneringsmissar och kärnved kräver vidare studier (tabell 2).

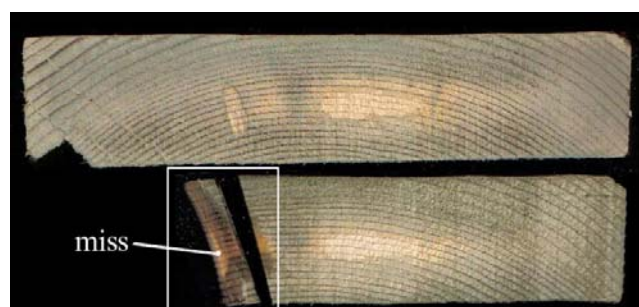
Tabell 2 Procentuellt torrviktsutbyte från extraktioner av tryckimpregnerad furuplanka med Celcure AC 800.

Typ	Aceton	Vatten	Ammoniak	Totalt
Impregnerat	0.8	2.0 (grönaktig)	3.2 (svagt grönaktig)	6
Missar	1.2	1.1	2.0	4.3
Kärnved	3.7	0.7	1.9	6.3

Ljusbildningsstudier

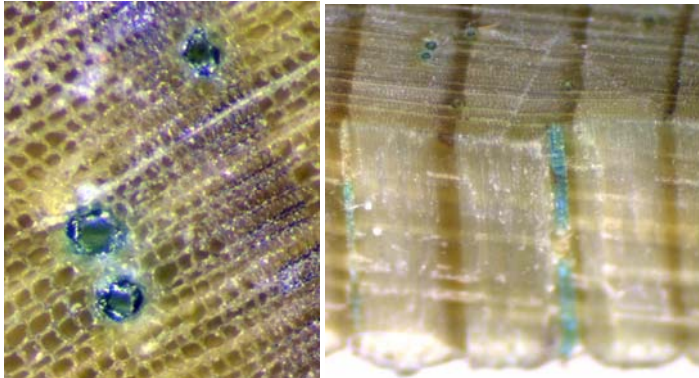
Hartskanaler

Anatomiska studier i ljusbildningsstudier har gjorts i furusplint i gränsskiktet mellan ett distinkt område med miss och angränsande område med full inträngning (se figur 2)



Figur 2 Provvtag ur impregnerad furubräda.

Vid studierna noteras speciellt hur axiella hartskanaler i veden tycks vara en viktig inträngningsväg för impregneringsmedel. I fullimpregnerade gröna områden ses hur epitelceller i hartskanalerna är helt grönfärgade medan hartskanaler i det missade området är ofärgade av medlet, figur 3 och 4.



Figur 3 Epitelceller i axiella hartskanaler grönfärgade av impregneringsmedel.



Figur 4 Vita ringar visar hartskanaler utan medel i det ljusa området med miss(vit markering). Svarta ringar i fullimpregnerat område visar hartskanaler där epitelcellerna är grönfärgade av impregneringsmedel.

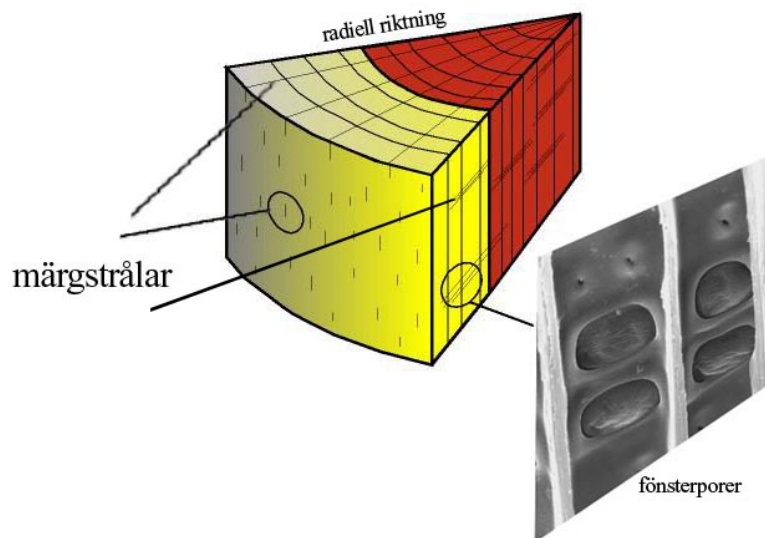
Axiella hartskanaler tycks utgöra en viktig inträngningsväg i veden. Axiella hartskanaler i *pinus* arter är längre än hos de flesta barrträd och rapporteras i yttre ved vara upp till ca 50 cm långa men även längder på upp till en meter kan förekomma. (Heartwood and tree exudates Hillis, 1987)

Märgstrålar

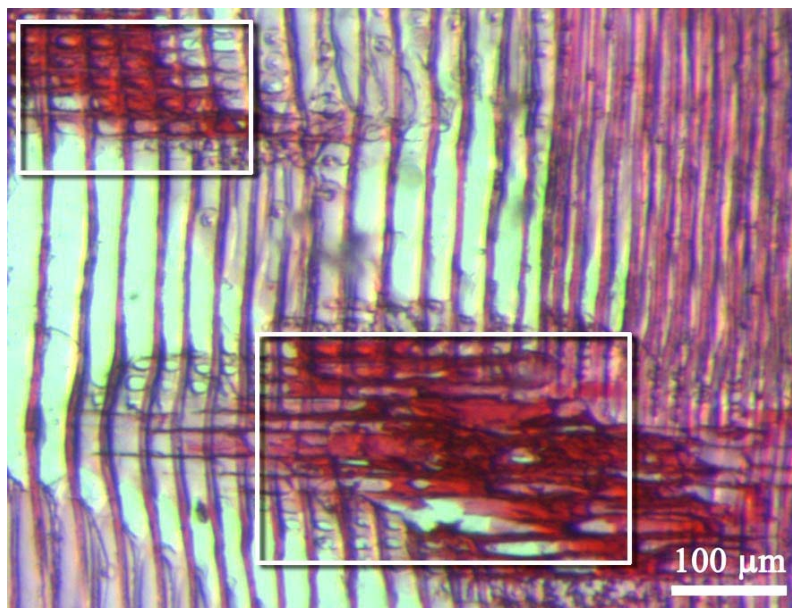
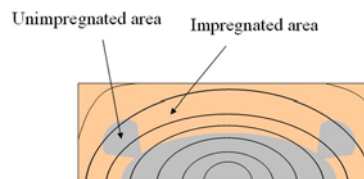
Märgstrålar i furusplint utgör en inträngningsväg för impregneringsmedel i radiell riktning. En poröppning i form av en stor fönsterpor med ett mellanliggande tunt pormembran finns mellan horisontella levande märgstråleparenkymceller och vertikala vedceller (trakeider) figur 5a). Vid forcerad virkestorkning då stora kapillärkrafter verkar på de tunna pormembranen under vattenvandringen i splintved, samt under tryckimpregnering, kan dessa pormembran skadas och brista helt eller delvis. Detta gör att impregneringsmedel lättare kan tränga in i veden och spridas i vedens olika riktningar.

Märgstråleparenkymcellernas uppgift i ett levande träd är att transportera och framförallt lagra näring i form av stärkelse, harts, fetter, enkla sockerarter mm. I kärnved har de levande

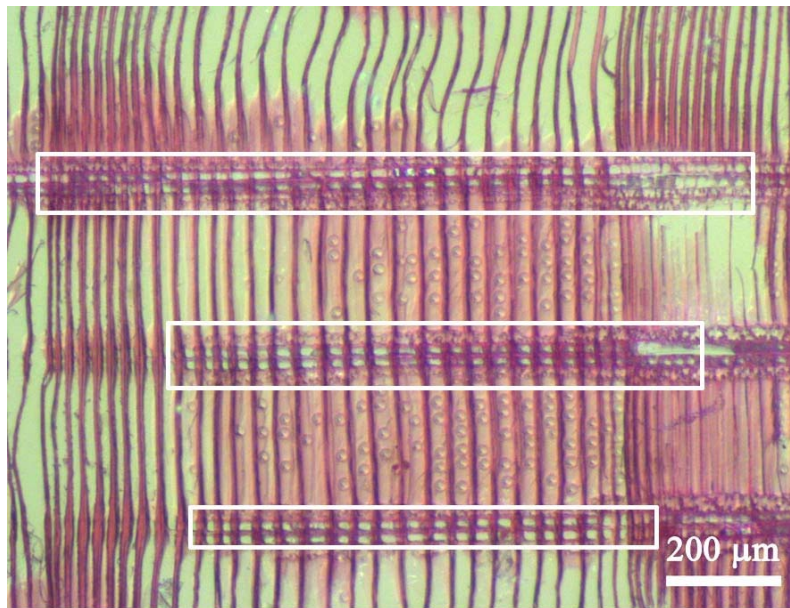
märgstråleparenkymcellerna dött och deras innehåll omvandlats samt "impregnerat" veden med kärnvedsämnena. Pormembranen mellan märgstråleparenkym och trakeider i kärnved är då mer eller mindre helt täckta av hartser mm vilket blockerar denna inträngningsväg i kärnved. Men även de levande märgstråleparenkymcellernas innehåll i splintved tycks kunna påverka inträngningsvägarna. I figur 5b-d visas radiella snitt från ett impregnerat prov där veden infärgats med reagens som rödfärgar innehållet i parenkymceller.



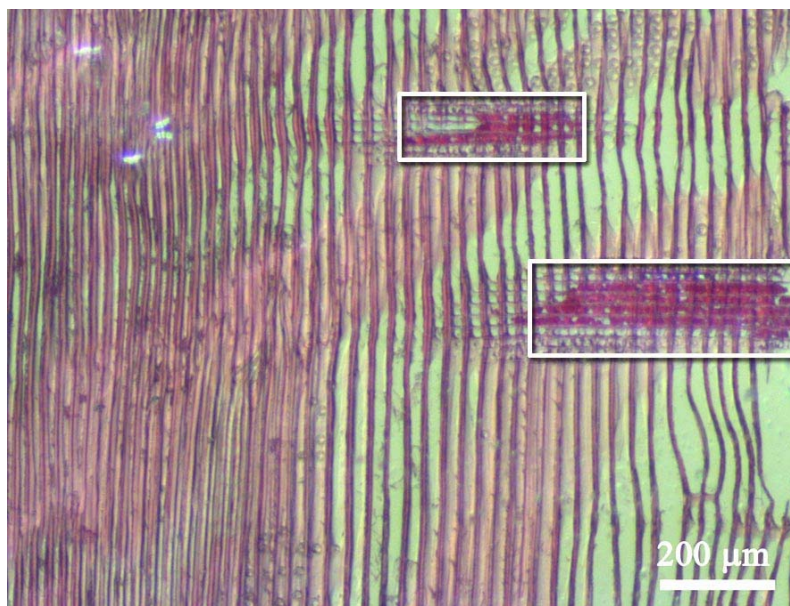
Figur 5a) Märgstrålar i furuved



Figur 5b) Radialsnitt i kärnved utan inträngning av impregneringsmedel. De kraftigt rödfärgade områdena (vita markeringar) visar fördelning av parenkymhartser som blockerar inträngning via poranslutning/pormembran mellan märgstråleparenkym och trakeider. (Bild: Sheikh Ali Ahmed)



Figur 5c) Radialsnitt i fullimpregnerad splintved. Poranslutning/pormembran mellan mörkstråleparenchym och trakeider i stort sett utan blockering av parenchymharts (vita markeringar). (Bild: Sheikh Ali Ahmed)



Figur 5d) Radialsnitt i splintved med miss i impregnering. Poranslutning/pormembran mellan mörkstråleparenchym och trakeider helt eller delvis blockerade av rödfärgat parenchymharts (vita markeringar). (Bild: Sheikh Ali Ahmed)

Kommentar

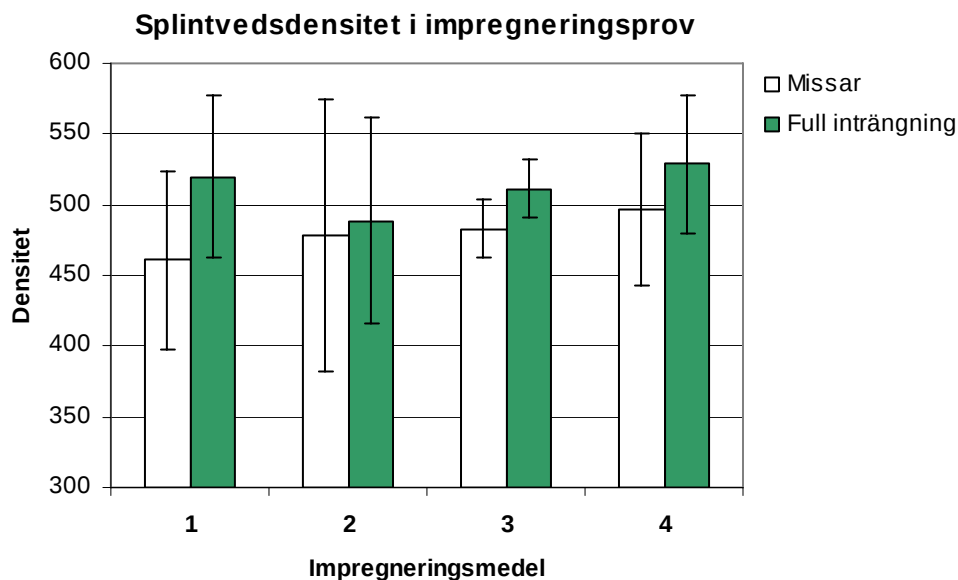
Vid analys av extraktivämneshalt genom t ex extraktion med aceton erhålls en totalhalt där extraktiver som urlakas från hartskanaler inte kan separeras från extraktiver i parenchymceller. Ur ett vedanatometiskt perspektiv tycks dock riklig förekomst av hartskanaler vara gynnsamt för inträngning av träskyddsmedel medan riklig förekomst av parenchymextraktiver

försvårar inträngning av träskyddsmedel via märkestrålarna. Volymsandelen axiella harts-kanaler i ved som en gång bildats i en årsring är konstant och förväntas vara positivt korrelerat till andelen sommarved och därmed även veddensitet. Innehållet i parenkymceller i splint varierar dock under olika årstider och man kan därför förvänta att avverkningstid kan påverka impregnerbarheten.

En annan intressant frågeställning är om parenkymhartser från kärnved under forcerad virkestorkning delvis kan vandra/migrera över kärnvedsgränsen och in i splintveden via märkestrålarna. Det kan vara en tänkbar förklaring till missar av typen "Musse Pigg öron" (se skissen i figur 5b) mot hörnen i grövre dimensioner. Mitt ovanför märke är det radiella avståndet till ytan kortare vilket kan tänkas medföra att migrerade hartser transporteras ända ut på virkesytan istället för att stanna kvar inne i splintveden.

Tomografering

Tomografering har gjorts av samtliga kontrollprov från 4 olika medel. För varje impregneringsmedel fanns mellan 6-8 godkända samt 5-6 icke godkända prov, totalt drygt 50 prov. Proven tomograferades efter att ha legat i rumsklimat i ca 1 år och antogs därför ha försumbar spridning i fuktkvot. Densitet mättes i splintvedsområden med full inträngning samt i splintved med miss. Resultatet visar, även om spridningen är stor och provantalet litet, en tendens till att splintved med missar i samtliga 4 grupper hade lägre densitet jämfört med splintved som fullimpregnerats, figur 6.



Figur 6 Densitet i splintved från områden med missar samt områden med full inträngning på prover tagna med 4 olika impregneringsmedel. Medeldensitet samt 95 % konfidensintervall.

Kommentar

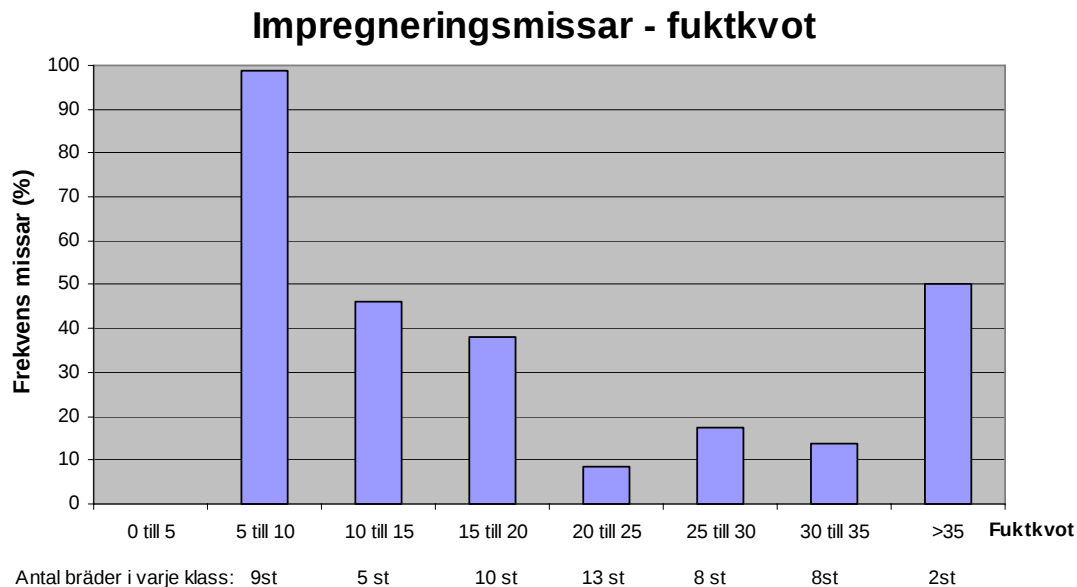
Även om materialet är litet och spridningen i densitet stor så är resultatet från tomograferingen intressant. Axiella hartskanaler tycks vara en viktig inträngningsväg (figur 3 och 4). Axiella hartskanaler finns normalt i huvudsakligen i sommarveden. Hög densitet i barrved förknippas med hög sommarvedsandel inom årsringarna och följaktligen förväntas antalet

axiella hartskanaler vara fler i högdensitetsvirke. Detta kan vara en förklaring till att högre splintvedsdensitet tycks vara lättare att impregnera. Det finns dock ingen spårbarhet bakåt för dessa prover vad gäller torkning och fukttillstånd vid impregnering så låg fuktkvot i områden med missar kan också vara en förklaring.

B) Impregneringsförsök I

Inverkan av fuktkvot

Totalt 55 bräder (19x100) med fuktkvot varierande mellan 7-70 % impregnerades. Efter impregnering kapades bräderna upp var 15:e cm. Samtliga tvärsnitt inspekterades visuellt och klassades från 0 (full impregnering) -1 (impregneringsmiss) längs hela brädan. Klassningen gjordes av två personer som normalt inte utför impregneringskontroll och risken finns att bedömningen har varit "hård" dvs. att prover som har bedömts som missar skulle godkännas vid ordinarie provtagning. Frekvensen för miss beräknades för varje bräda. I figur 7 visas impregneringsmissarnas fördelning i olika fuktkvotsintervall. Resultatet visar ett tydligt fuktkvotsberoende med ökande antal missar vid sjunkande fuktkvoter under 20 %.



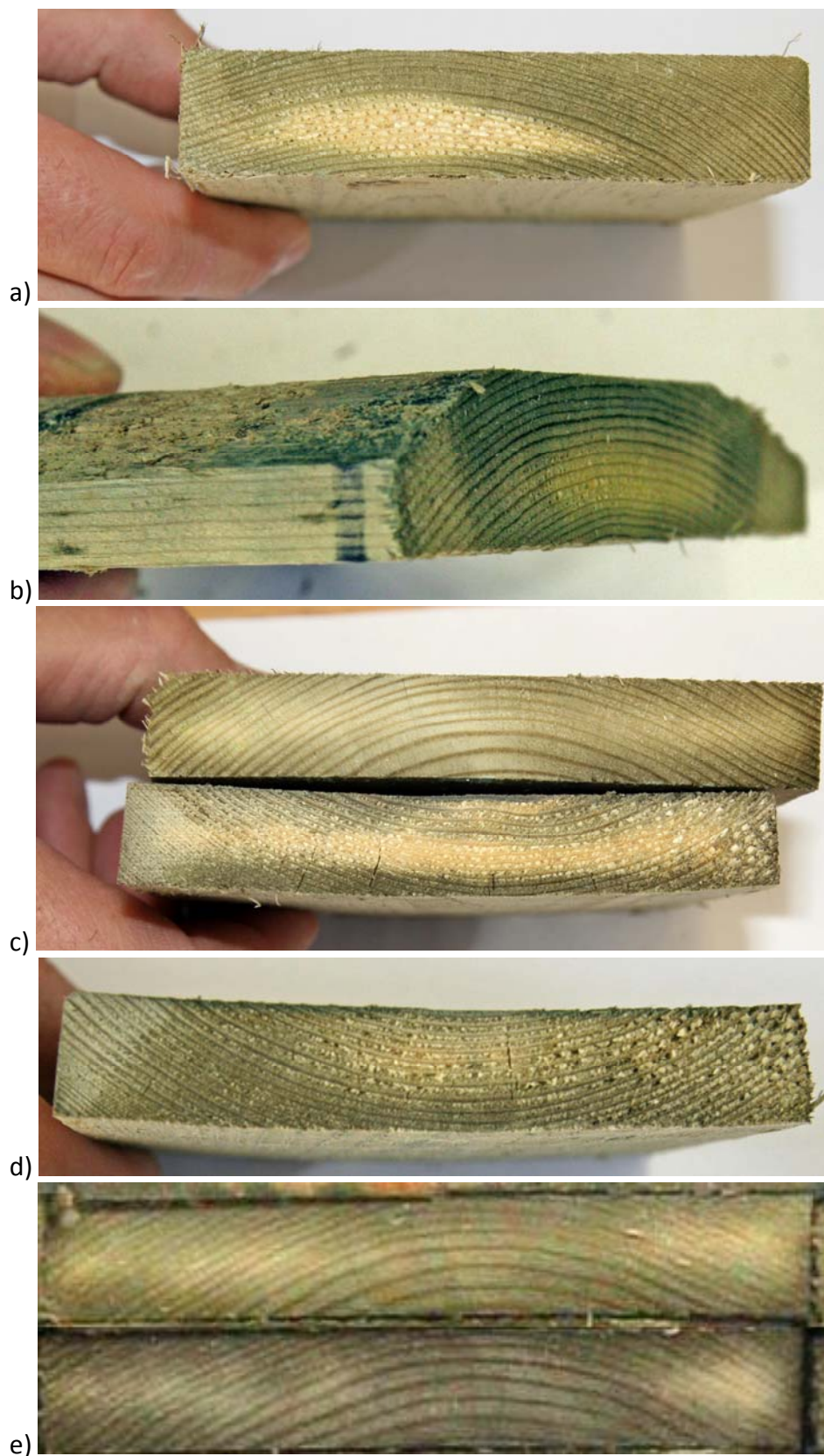
Figur 7 Impregneringsmissar i bräder olika fuktkvotsintervall.

Kommentar

Mycket intressant är att minst missar finns i fuktkvotsintervallet 20-25 % - ett högre intervall än vad impregnering vanligen görs vid enligt erfarenheter från referensgruppen. Även intressant med få missar i fuktkvotsintervallet 25-30 %.

Olika typer av impregneringsmissar

Vid inspektionen av tvärsnitt gjordes även iakttagelser att det fanns olika typer av missar. En del av missarna tycks tydligt vara kopplade till någon vedegenskap vilket iaktas genom att missen tydligt följer årsringar. Den miss som visas i figur 8 övre bild är en miss som finns längs hela brädan och där missens läge i tvärsnittet flyttas längs brädan. Andra missar följer inte vedanatommiska detaljer utan tycks vara kopplade till process och brädform, figur 8 undre bild.



Figur 8 Olika misstyper. Bild a) visar miss som följer årsringarna dvs. är kopplat till någon vedegenskap. Bild b) visar förutom en blek miss i centrum även att vankant försvårar inträngning av medel. Bild c) - e) visar olika exempel på missar som kopplas till process och brädform.

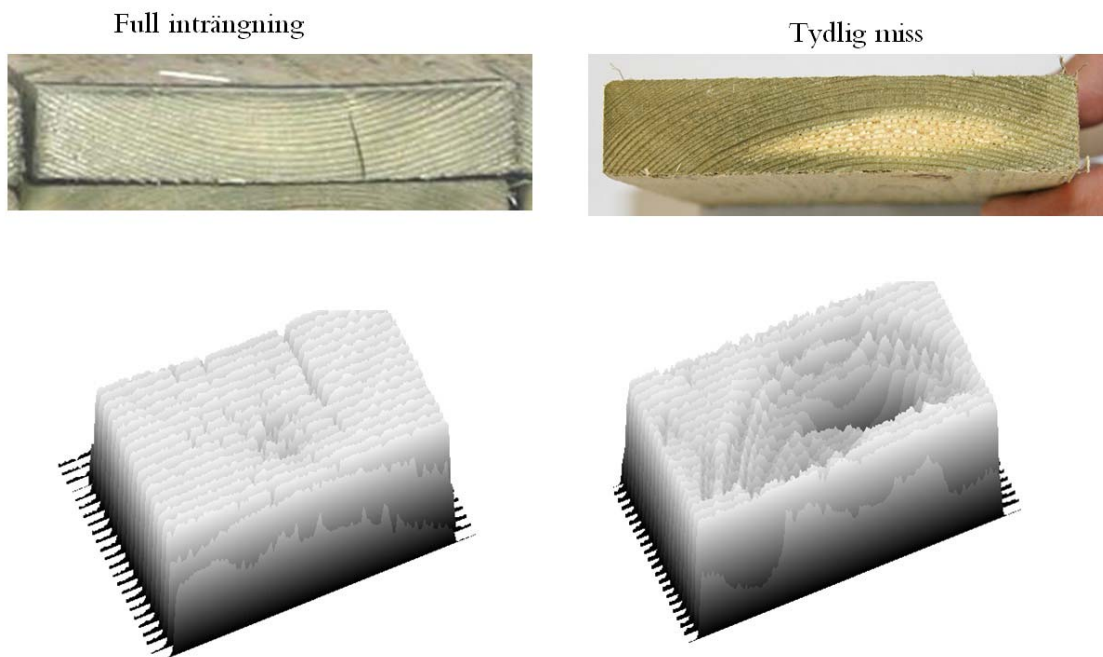
Kommentar

Intressant att analysera vilka vedegenskaper som orsakar den typ av miss som ses i figur 8 a) och som i möjligaste mån bör undvikas för att få ett bra impregneringsresultat. Är veden rik på extraktiver och i så fall vilka? Är det parenkymhartser som blockerat lokal inträngning via märkestrålar i ett sådant område?

Än mer intressant är att analysera vilka orsaker som finns till de missar som inte tycks kopplade till vedegenskaper utan till process/brädform eftersom det är dessa som förväntas kunna åtgärdas i torknings/impregneringsprocessen.

Tomografering

Tomografering gjordes av ett antal bräder direkt före, direkt efter samt ca 6 månader efter impregnering. Det är i tomografibilderna lätt att se missar direkt efter impregnering är gjord men när vattnet i impregneringsvätskan avgått och fuktkvoten utjämnats i virket är det inte möjligt att i densitetsdata urskilja missar eftersom torrsubstansen aktivera medel (koppars mm) är alltför låg för att vara mätbar. Exempelvis utgör torrsubstansen koppar i godkänd klass AB för medlet Celcure AC800 mindre än 2 kg/m³ ved.



Figur 9 Exempel på hur tomografering direkt efter impregnering visar inträngning av träskyddsmedel och hur missen i höger bild tydligt framgår som ett "densitetshål".

Kommentar

Även om det inte är möjligt att på torrt impregnerat virke kunna urskilja missar i tomografi-data så är i projektets fortsättning tomografering ett mycket värdefullt verktyg för att följa inträngning av träskyddsmedel om tomografering görs omedelbart efter impregnering.

C) Impregneringsförsök II

En andra försöksimpregnering gjordes med 11 st. lufttorkade bräder samt 8 enkellagda och 4 par dubbellagda bräder som torkats "hårt" och forcerat för att undersöka om den stora näringsanrikning mot brädytan, som sker vid hård torkning, har någon inverkan på inträngning av träskyddsmedel. Fuktkvot före impregnering varierade mellan 6-16 % i de

torkade bräderna. För att tänja på fuktkvotsintervallet i figur 7 ytterligare togs i denna försöksimpregnering II även med 3 helt råa bräder samt en rå plank. Utvärderingen av impregneringsresultatet gjordes mindre omfattande än i Impregneringsförsök I. Varje bräda kapades upp i färre antal kapsnitt (mellan 3-9 st) som inspekterades. Därför presenteras här ingen frekvensfördelning liknande den i figur 7.

Lufttorkade bräder

De flesta av de missar som ses i lufttorkade bräderna är tämligen bleka missar som förmodligen inte skulle underkännas. I några av bräderna finns dock tydliga missar, figur 10. Fuktkvoten varierar mellan 6-11,2 %.



Figur 10 Lufttorkade bräder efter impregnering.

Forcerad torkning av enkellagda bräder

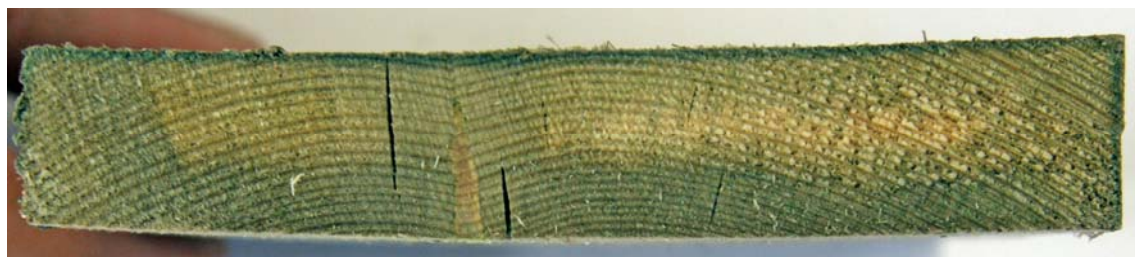
I enkellagda, forcerat torkade bräder ses ett antal tydliga missar, figur 11. Fuktkvoten varierar mellan 8,5-10,8 %.



Figur 11 Enkellagda, forcerat torkade bräder efter impregnering.

Forcerad torkning av dubbellagda bräder

Avsikten med dubbelläggning av bräder i detta försök var att undersöka om en anrikning av näringsämnen mot flatsidorna, vilket sker mycket effektivt vid forcerad torkning av dubbellagda bräder, försvårar inträngning av medel. Vid inspektion av snitten efter impregnering sågs i många fall en markerad "grön front" nära ytorna där medel tycks fångas upp. I figur 12 visas en bräda med en sådan "grön front" där inträngning av medel inte varit fullständig. I många av brädorna med sådan tydlig "grön front" är dock inträngningen god så det är oklart om dessa anrikade näringsfronter har någon avgörande betydelse för inträngning av medel.



Figur 12 Tydlig grön "front" i zonen där näringsanrikning skett mott övre flatsida under torkning.

Tabell 3

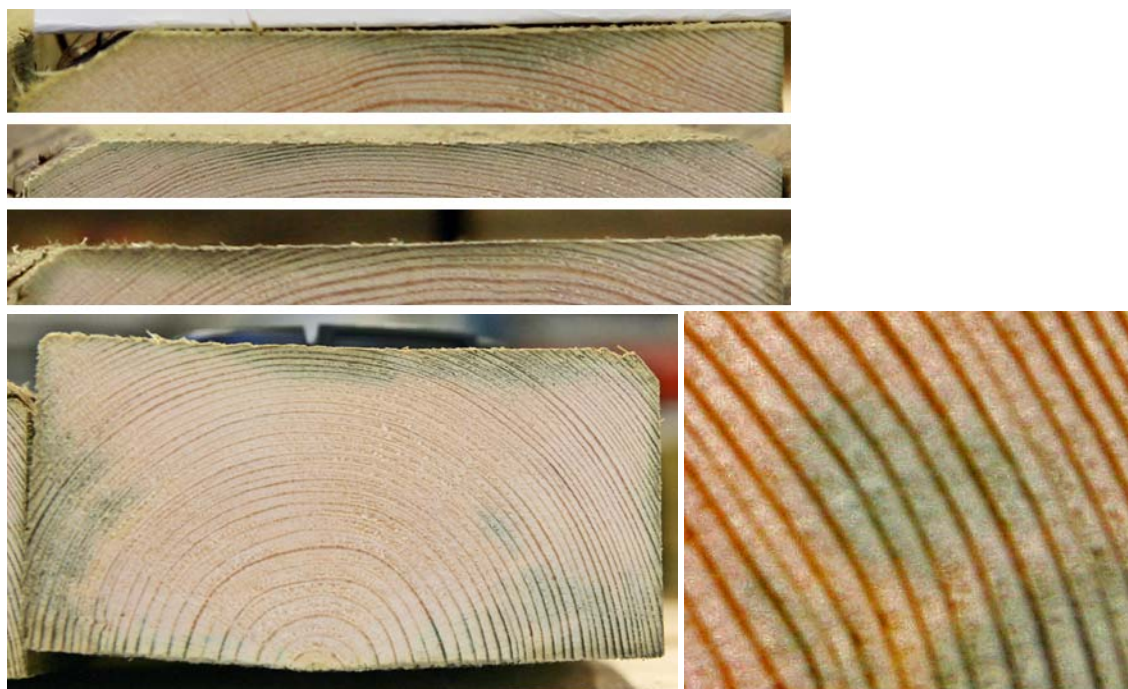
Brädpar	Fuktkvot före imp	Inspektion
A	13,9/12,9	Missar finns
B	15,2/16,3	Inga missar
C	15,3/14,7	Inga missar
D	13,3/12,2	Missar finns

Även här tycks istället fuktkvotsnivån (tabell 3) peka mot att brädparen med lägre fuktkvot före impregnering (Brädpar A och D) tenderar ha missar medan brädpar B och C med högre fuktkvot har full inträngning.

Impregnering av rått virke

För att tänja på fuktkvotsintervallet ytterligare togs även med 3 helt råa bräder samt en rå plank. En kärnvedsrik centrumplanka som frystorkats inledningsvis och därefter förvarats utomhus övertäckt under ca 3 år och alltså i stort sett har gradientfri splint vid fuktkvoten 16 % togs även med som referens till den råa plankan.

I den råa centrumplankan finns kraftiga missar längs hela plankan även om en viss inträngning har skett i ytskalet. Inträngning har då skett i via sommarveden. Intressant är även att det djupt inne i oimpregnerad splintved ändå kan finnas isolerade gröna öar. Det visar att inträngningsvägar i träets tre huvudriktningar består av ett komplicerat samspel och där axiella hartskanaler i sommarved förmodligen har stor betydelse, figur 13.



Figur 13 Viss inträngning i helt råa plank har skett i ytan och då via sommarved. Gröna isolerade öar kan även ses djupt inne i oimpregnerad splintved.

Kommentarer

Intressant är att missar i den rå plankan är av samma typ som den miss som ses i den frys/friluftstorkade referensplankan som impregnerats vid fuktkvot ca 16 %, figur 14. Inträngning har i båda fallen endast skett i ytskalet. Referensplankan har tydliga missar trots



Övre: Råa nysågade centrumplank

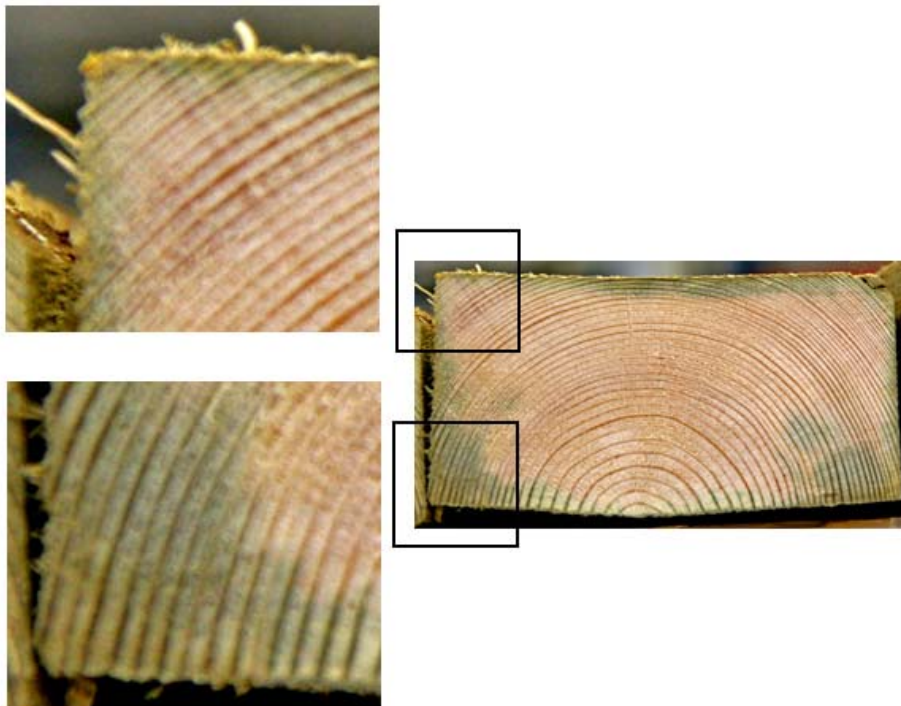
Undre: Frystorkade/lufttorkade centrumplank



Figur 14 Missar vid impregnering av helt råa centrumplank uppvisar liknande utseende som impregneringsmissar av torra (ca 16 %) kärnvedsrika centrumplank

gynnsam fuktkvotnivå. Råvaran är från rotstock med hög kärnvedsandel (ämnen till fönsterkarm) och har förmodligen hög extraktivämneshalt.

Jämför den olika inträngningen i splintvedshörnen av den vid rått tillstånd impregnerade plankan, figur 15 (kärnvedsgränsen är synlig). I båda hörnen finns radiella såväl som tangentiella inträngningsvägar via sommarveden från kantytorna och ändå är inträngningen så olika. Kan det vara så att yngre splintved (längre avstånd till mörken) i det övre hörnet är effektivare vattentransportör i det levande trädet jämfört med vattentransportförmågan i äldre splint längre in pga att där finns mer luft/vattenånga i det kapillära systemet och att detta möjliggjort inträngning av medel i äldre splintved? Kan detta i så fall medföra att det finns fuktfickor kvar i de övre hörnen eftersom fritt vatten rör sig med lite flödesmotstånd till dessa områden? Finns det i så fall en flödesgradient i splintved i ett levande träd? Är fuktkvoten lägre i äldre splintved än i yngre (utanför den s.k. reaktionszonen allra närmast kärngränsen). Dessa frågeställningar är intressanta för förståelse av vattenvandring i splintved ur virkestorkningsperspektiv.



Figur 15 Notera den olika inträngningen i de båda hörnen trots att båda hörnen har många inträngningsvägar från kantytorna.

4 FRÅGESTÄLLNINGAR INFÖR FORTSATT ARBETE

Under förstudiens genomförande har ett antal viktiga iakttagelser gjorts som t ex att en högre fuktkvotnivå än förväntat gav den bästa inträngningen, att densiteten tycks ha betydelse, att hartskanaler sannolikt är viktiga för inträngning samt att parenkymharts tycks kunna blockera inträngning.

En annan viktig målsättning har varit att under arbetets gång identifiera relevanta frågeställningar som underlag till ett fortsatt projektsteg 2 där virke torkas under kontrollerade förhållanden under bl a tomografering med efterföljande impregnering och analys.

De frågeställningar som ställts inför fortsatt arbete sammanfattas enligt följande:

Hur kan antalet impregneringsmissar hållas så lågt som möjligt?

I det fortsatta arbetet ska resultat skapas så att åtgärder kan göras på olika nivåer i produktionen, så att råvaran till impregnering blir så produktanpassad som möjligt. Förstudien tyder på att problemet är komplext och det fortsatta arbetet måste innehålla både en tillämplad nivå men även fortsatta studier av t.ex. anatomins påverkan. Möjligheten att projektet finner goda lösningar ligger troligtvis i att ta fram resultat som i kombination ger lämpliga åtgärder. Viljan att åtgärda felkällor är självklart kostnadskopplat mot vad man får för slutresultat.

Projektsteg 2 ska leda till att några idéer från förstudien utreds som verkar ha inverka på impregneringsmissar.

1. Torkningstemperatur och tid.

- o Hur inverkar olika temperaturnivåer under torkning på impregnerbarhet?
- o Hur inverkar torkningshastigheten på impregnerbarhet?
- o Bekräfta inverkan av fuktkvotsnivå.

2. Konditioneringens inverkan.

- o Vilken roll spelar fuktkvotsgradienter för inträngning?
- o Vilken roll spelar ytans spänningstillstånd för inträngning?

3. Råvara

- o Hur är impregnerbarhet i frodvuxet lågdensitetsvirke jämfört med tätvuxet högdensitetsvirke?
- o Förbättras inträngningen om virket är hyvlat?
- o Är kvistrikt virke lättare att impregnera?

4. Impregneringsprocessen

- o Inverkan av olika parametrar som tid i för-vakuum mm

Om TräCentrum Norr

TräCentrum Norr finansieras av de deltagande parterna tillsammans med medel från Europeiska Utvecklingsfonden (Mål 2) och Länsstyrelserna i Västerbottens och Norrbottens län.

Deltagande parter i TräCentrum Norr är: Holmen Skog, Lindbäcks Bygg AB, Luleå tekniska universitet, Martinsons Group AB, Norra Skogsägarna, Finndomo AB, SCA Forest Products AB, Setra Group AB, Skellefteå kommun, Sveaskog AB, SÅGAB, Sågverken Mellansverige och SP Träteknik.

Mer information om TräCentrum Norr finns på:
www.ltu.se/ske/tcn

En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden