



**KTH Arkitektur  
och samhällsbyggnad**

# Studie av impregnerbarhet hos trä

Study of the treatability of wood

Maria Eriksson

Februari 2010

TRITA-BYMA 2010:1E.

ISSN 0349-5752



# Förord

Detta examensarbete inom området byggmateriallära initierades av Jöran Jermer vid SP Trätek i Stockholm. Arbetet har utförts på SP Trätek i Stockholm och på KTH.Handledare har varit Marie-Louise Edlund och Jöran Jermer på SP Trätek. Handledare och examinator från KTH var Ove Söderström.

Jag vill rikta ett varmt och uppriktigt tack till alla som bidragit till detta examensarbete.

Framförallt ett stort tack till mina handledare Marie-Louise Edlund, Ove Söderström och Jöran Jermer för ett engagerat och ihärdigt stöttande och för att de gett mig erforderlig "spark i ändan" när inspiration och motivation gått i stå.

Tack även till Boris Hájek, Magdalena Sterley och Tommy Sebring på SP Trätek för all praktisk hjälp.

Jag vill även tacka Johan Blom på Ansgarius Svenssons såg i Södra Vi för hjälp med provningsmaterial.

Ett stort tack ska också Karin Ersson Ekstam ha för hjälp med text- och språkproblem samt all övrig släkt och vänner som stått ut med mig under tiden som jag arbetat med examensarbetet.

Maria Eriksson

Stockholm februari 2010



# Sammanfattning

För att behandla virke med kemikalier framgångsrikt är det viktigt att få kemikalierna att tränga in i virket. Förutsättningarna för detta anges som träets impregnerbarhet. För ett stort antal träslag finns impregnerbarheten angiven i EN 350-2. Emellertid kan impregnerbarheten variera inom ett och samma träslag och för vissa träslag är impregnerbarheten otillräckligt undersökt. En laboratoriemetod för objektiv bedömning av impregnerbarheten har tagits fram och presenteras i CEN/TR 14734:2004.

Syftet med föreliggande studie är att utvärdera relevansen hos CEN/TR 14734:2004.

Resultatet visar att klassificeringen av olika träslag gjorda enligt CEN/TR 14734:2004 stämmer tämligen väl överens med de klasser som finns i EN 350-2. Detta trots att annat träskyddsmedel använts i denna än det som föreskrivs i CEN/TR 14734:2004. Dock anser jag att CEN/TR 14734:2004 som metod är diskutabel och att den ej är en alltigenom objektiv eller lämplig metod till att bedöma träslags impregnerbarhet, något som denna studie kommer att visa.



## **Abstract**

To be successful with chemical treatment of wood, it is important that the chemicals really can penetrate into the timber. For many wood species the treatability is specified in EN 350-2. However, the treatability can vary within a species and for many wood species the treatability is still inadequately investigated. A laboratory method developed for objective assessment of the treatability has been developed and is presented in CEN/TR 14734:2004.

The purpose of this study is to evaluate CEN/TR 14734:2004.

The result shows that the classification of different wood species made with CEN/TR 14734:2004 match fairly well with the classes specified in EN 350-2. However, I believe that CEN/TR 14734:2004 as a method is questionable and that it is not an entirely objective and suitable method to assess wood treatability, which I will show in this study.





1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	2
2 Impregneringsfakta	2
2.1 Träskyddsmedel	3
2.1.1 Vattenlösliga medel	3
2.1.2 Oljelösliga medel	3
2.1.2 Kreosotolja	3
2.2 Tryckimpregneringsmetoder	3
2.2.1 Fullcell-metoden	3
2.2.2 Lowry-metoden	4
2.2.3 Rüpung-metoden	4
2.2.4 Vakuumimpregnering	4
2.3 Impregneringsvätskans inträngning i ved	4
2.3.1 Barrved	4
2.3.2 Lövved	5
3 Genomförande	6
3.1 Proverna	6
3.1.1 Provstavar	6
3.1.2 Brädprover	7
3.2 Förberedelser	8
3.3 Impregnering:	8
3.3.1 Träskyddsmedlet	8
3.3.2 Impregneringsförfarande	8
4 Utvärdering	9
4.1 Provstavar	9
4.2 Brädprover	12

5. Resultat	14
5.1 Standardproverna	14
5.1.1 Bok	14
5.1.2 Gran	16
5.1.3 Furu	19
5.2 Brädproverna	21
5.2.1 Granbrädprover	21
5.2.2 Furubrädprover	25
6. Jämförelse med standard EN 350-2	28
7. Analys och diskussion	29
7.1 Metoden och klassificeringen	29
7.2 Jämförelser mellan bräd- och standardprover	31
7.3 Verklighetsanknytning	32
8. Slutsatser	33
Referenser	34

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

För att kemisk behandling av virke ska vara framgångsrik är det viktigt att kemikalierna tränger in i virket. Olika träslag har olika s.k. impregnerbarhet. För ett stort antal träslag finns impregnerbarheten angiven i EN 350-2. Emellertid kan impregnerbarheten variera inom ett och samma träslag och för vissa träslag är impregnerbarheten otillräckligt undersökt. Inom ramen för ett europeiskt forskningsprojekt har en laboratoriemetod tagits fram för objektiv bedömning av impregnerbarheten, vilken presenteras i CEN/TR 14734:2004.

I CEN/TR 14734:2004 ska impregnerbarheten bestämmas på ett objektivt sätt enligt en fyrgradig skala, till skillnad mot EN 350-2 där bedömningen sker på ett subjektivt vis.

## 1.2 Syfte

I min studie skall jag utvärdera CEN/TR 14734:2004 genom att impregnera prover av olika träslag för att se om den klassificering som då erhållas stämmer överens med de som specificeras enligt EN 350-2.

Dessutom skall CEN/TR 14734:2004 tillämpas för att se om det finns några signifikanta skillnader i impregnerbarhet mellan brädprover av furu och gran som torkats vid normal respektive förhöjd temperatur. Dessa brädprover är relativt lika de material som impregneras i verkliga impregneringsanläggningar. Jämförelser skall göras mellan impregneringsresultaten av brädproverna och proven som framtagits enligt CEN/TR 14734:2004.

Syftet var även att bedöma om man skulle kunna utläsa något som är karaktäristiskt för ett visst träslag genom att impregnera och analysera endast 10 stycken provbitar av samma träslag.

## **1.3 Avgränsningar**

Provmaterialet var begränsat varför endast en impregneringsomgång av respektive material kunde genomföras. En annan sorts träskyddsmedel användes än vad som föreskrivs i CEN/TR 14734:2004 då syftet var att se om samma eller i alla fall likartad klassificering skulle erhållas som de som finns i EN 350-2. I autoklaven som användes befann sig impregneringsvätskan i samma kar som provbitarna under hela impregneringen istället för att impregneringsvätskan blev insprutad under tryckperioden som föreskrivs i CEN/TR 14734:2004. Anledningen till detta var att det var den enda tryckimpregneringsutrustning som fanns tillgänglig. Brädproverna var torkade enligt tre olika processer, lufttorkning i det fria samt torkning i virkestork i utdragen respektive kort process.

## **2 Impregneringsfakta**

Kemiskt träskydd används för att förebygga biologiska skador på trä. För att träskyddsmedlet ska tränga in så långt som möjligt i virket och för att få virket att ta upp så mycket träskyddsmedel som möjligt impregneras det. Impregnering utförs i regel i en industriell process där träskyddsmedlet pressas in i träet med hjälp av tryck, så kallad tryckimpregnering. Tryckimpregnering sker i en autoklav, vilket är en tub med reglerbart lufttryck. Denna impregneringsmetod är det effektivaste sättet för att kemiskt skydda trä mot biologisk nedbrytning. Beroende på processens utförande skiljer man på olika tryckimpregneringsmetoder. [1]

Enligt nordisk standard delar man in impregnerat trä i olika klasser. Dessa klasser har olika krav på träskyddsmedlets inträngning och dess skyddseffekt mot olika träförstörande organismer. Det finns fyra klasser; NTR/M, NTR/A, NTR/AB samt NTR/B. NTR/M har högst skydd med krav på full inträngning av träskyddsmedlet in till kärnveden samt extra hög upptagning. NTR/B har lägst skydd med krav på endast 6 mm sidointrängning. [2]

## **2.1 Träskyddsmedel**

Träskyddsmedlen brukar vanligtvis delas upp i tre grupper; vattenlösliga, oljelösliga samt kreosotolja.

### **2.1.1 Vattenlösliga medel**

De genom historien vanligaste vattenlösliga impregneringsmedlen har varit de s.k. CCA-medlen som innehåller koppar, krom och arsenik. Sedan några år tillbaka är CCA förbjudet [3]. Nu är de vanligaste medlen i Norden baserade på koppar och någon organisk fungicid. Dessa medel är fixerande och lakas i mycket liten utsträckning ut ur virket vid ogynnsamma förhållanden, som t.ex. vid långvarig kontakt med mark eller vatten.[1]

### **2.1.2 Oljelösliga medel**

Oljelösliga impregneringsmedel innehåller ett eller flera aktiva ämnen lösta i ett organiskt lösningsmedel, oftast lacknafta[1]. De orsakar inga dimensionförändringar av virket, till skillnad från de vattenlösliga träskyddsmedlen och används till bland annat impregnering av snickerivirke. [4]

### **2.1.2 Kreosotolja**

Kreosotoljan, som utvinns ur stenkol, är ett av världens mest använda impregneringsmedel. Den används bland annat till stolpar, pålar och järnvägssliprar och ger ett gott skydd mot olika träförstörande organismer.[4]

## **2.2 Tryckimpregneringsmetoder**

### **2.2.1 Fullcell-metoden**

Fullcellmetoden är en av de vanligaste metoderna för att impregnera trä med vattenlösliga impregneringsmedel. I början av impregneringsprocessen utsätter man veden för vakuum. Detta gör att veden töms på nästan all luft vilket ger största möjliga utrymme för impregneringsvätskan. När luften pressats ur veden pumpas impregneringsvätska in i autoklaven. Med hjälp av övertryck pressas så mycket impregneringsvätska som möjligt in i veden. Efter tryckperioden har man ytterligare en period av vakuum, eftervakuum, för att minska dropp från virket när det tas ut ur cylindern.[2]

### **2.2.2 Lowry-metoden**

Den här metoden kan användas för att hålla nere mängden använd impregneringsvätska och därigenom få en snabbare torkningsprocess. Lowry-metoden är ovanlig nuförtiden men den har tidigare använts för ammoniakaliska kopparmedel och vissa oljelösliga träskyddsmedel. Genom att förvakuum inte används blir luften i veden hoppresad först av trycket som används för att pressa in impregneringsvätskan. När sedan trycket släpps tränger luften i veden ut en del av impregneringsvätskan. Upptagningen av impregneringsvätska blir ungefär hälften jämfört med Fullcell-metoden.[2]

### **2.2.3 Rüping-metoden**

Denna metod används enbart vid impregnering med kreosotolja. Impregneringsprocessen börjar med att ett initialtryck läggs på veden, vilket bygger upp en luftkudde inuti den. Därefter trycks kreosotoljan in under en andra tryckfas. När sedan trycket släpps efter oljetrycksfasen driver luftkudden ut mer än hälften av den olja som tryckts in. Upptagningen styrs genom regleringar i förhållandet mellan initialtryck och oljetryck. Upptagningen blir ungefär en tredjedel av Fullcell-metodens.[2]

### **2.2.4 Vakuumimpregnering**

Vakuumimpregnering används mest för att impregnera snickerivirke med oljelösliga träskyddsmedel. Denna metod begränsar upptagningen av träskyddsmedel till 26-60 kg impregneringsmedel/m<sup>3</sup> impregnerad ved. I Sverige används denna metod enbart till att impregnera virke till träskyddsklass B. Då krävs ej full inträngning i splintveden, utan endast minst 6 mm sidointrängning. Vakuumimpregnering börjar med att veden utsätts för en period med vakuum. Därefter sänds impregneringsmedlet in i autoklaven och får tränga in i virket under atmosfärstryck eller eventuellt ett lätt övertryck. Sedan följer en period med eftervakuum. [2]

## ***2.3 Impregneringsvätskans inträngning i ved***

### **2.3.1 Barrved**

Det finns flera teorier hur impregneringsvätska tränger in i barrved. En teori är att det är trakeiderna som sprider den med hjälp av de öppna ringporer som finns i trakeidernas cellväggar [2]. En annan teori är att det är de

tunnväggiga parenkymcellerna som kollapsar under torkningen och på så sätt skapar hålrum i vilka impregneringsvätskan att tränga in.[5]

Det finns både trakeider och parenkymceller i barrvedens märkestrålar och hartskanaler. Det är märkestrålar och hartskanaler som är den viktigaste radiella inträngningsvägen för impregneringsvätska. Huruvida inträngningen sker via trakeiderna eller parenkymcellerna är ännu ej helt klarlagt.

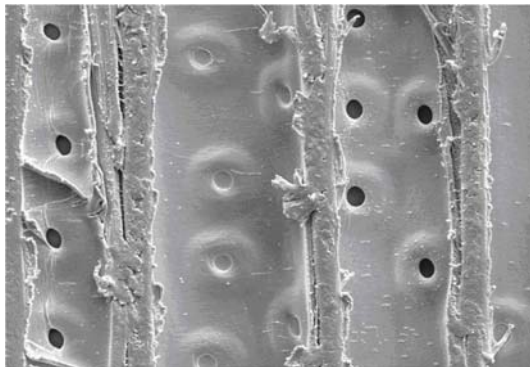


Bild 1: Trakeider med stängda och öppna ringporer [B1]

### 2.3.2 Lövved

Lövträ har stora långa rörlika håligheter i veden, s.k. kärler. Längs dessa tränger impregneringsvätskan mycket lätt in i veden. Den har betydligt svårare att från kärler tränga in i övriga celler. Lövvedens kärler kan dock bli helt eller delvis blockerade av tyller som är en slags säckliknande utväxter. Tyller kan bildas till följd av skador på trädet eller vid t ex felaktig torkning.[2]

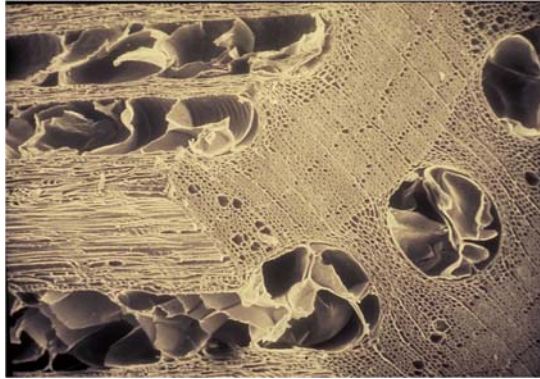


Bild 2: Lövvedskärl delvis fyllda med tyller. [B1]

## 3 Genomförande

### 3.1 Proverna:

I studien ingår tester av gran (*Picea abies*), bok (*Fagus sylvatica*) och furu (*Pinus sylvestris*). Två olika typer av prover har testats. En typ är prover som är helt och hållet utformade enligt anvisningarna i CEN/TR 14734:2004. Dessa prover är formade som kvadratiska stavar och benämns hädanefter provstavar eller standardprover. Den andra typen av prover är formade som vanliga brädor, om än något kortare. Dessa prover kallas fortsättningsvis för brädprover.

Framställningen av provkropparna har skett på följande sätt:

#### 3.1.1 Provstavar

De olika virkesproverna i bok, gran och furu sågades och hyvlades till stavar i storlek 40x40x800 mm. Det var meningen att dessa stavar skulle vara av så stor del splintved som möjligt och så sprick- och kvistfria som möjligt. Då det är mycket svårt att se skillnad på granens splint- och kärnved samt att gran är väldigt kvistigt så innehöll provstavarna av gran betydligt mer kvist än furu- och bokstavarna. Det är även möjligt att granstavarna innehöll en del kärnved. Provstavarna av furu sågades ut ur furuplank och hyvlades under mitt direkta överseende. Totalt 12 st. provstavar av furu sågades till ur 6 st. furuplankor. De 10 mest felfria stavarna valdes ut av dessa 12 och dessa bestod enbart av splintved. Stavarna av bok och gran kom färdigsågade och färdighyvlade från SP-Träteck i Borås. Då dessa prover var



tillsågade av virke från ett annat projekt är deras torkningsprocess okänd. Proverna var torra (RF  $\approx$  14-15%) när de anlände från Borås. Brädorna till furuproverna valde jag själv ut på ett sågverk i Södra Vi i Småland. Vilken torkmetod som använts för furubrädorna är okänt. De tillsågade och hyvlade stavarna fick ligga en tid i ett konditioneringsrum innan de började förberedas för impregnering.

### **3.1.2 Brädprover**

Brädorna bestod ursprungligen av fem furu- och fem granbrädor som sågats upp i vardera tre mindre brädor. Av dessa tre brädor hade en tredjedel fått torka snabbt, en tredjedel fått torka långsamt och en tredjedel hade lufttorkats. De brädor som torkat snabbt hade en torkningstid mellan 22 och 30 h medan de som torkat långsamt hade en torkningstid på ca 50 h. De lufttorkade brädorna hade legat och torkat under 22 till 23 dygn. När jag fick brädorna hade de sedan tidigare varit ändförseglade i bägge ändar samt var märkta. Märkningen på furubrädorna var nr 60 till 67 och på granbrädorna var den nr 32 till 38. Beroende på hur de torkat var de numrerade med en decimalsiffra. Denna siffra var ett om det var den bit av brädan som lufttorkat, två om den torkat långsamt samt tre om den haft ett snabbt torkningsförlopp. Brädproverna 32,1, 32,2 samt 32,3 kom alltså ursprungligen från samma furubrädor men de olika proverna har torkats med hjälp av lufttorkning, långsam torkning samt snabb torkning. På brädorna ställdes inga specifika krav på hyvling, dock eftersträvades så kvist- och sprickfria brädprover som möjligt vid tillsågningen. Brädorna bestod oftast av både splint- och kärnved. Innan första sågningen låg brädorna i samma konditioneringsrum som provstavarna. Brädproverna hade en snittyta på ca 25x100 mm och var mellan 350 och 700 mm långa.

Innan impregneringen påbörjades antogs det att brädornas olika torkningsförlopp skulle påverka impregnerbarheten. Hypotesen var att de brädor som hade haft det snabbaste torkningsförloppet och därmed den hårdaste torkningen skulle vara svårare att impregnera.

## **3.2 Förberedelser**

Inför impregneringen följdes stegen i CEN/TR 14734:2004 noggrant. Provstavarna sågades till 800 mm längder och med ett tvärsnitt på 40x40 mm. Sedan sågades ca 15 – 20 mm bort från ena änden av proven och slängdes. För att bestämma provstavarnas olika fuktkvoter och densitet sågades 10 mm bort från samma ände för att sedan vägas och torkas. Därefter kapades provstavarna till 750 mm längd och provens ena kortände ändförseglades med polyuretanlim (SikaBond-T2) och märktes. Precis innan impregnering vägdes proven ett och ett.

Liknande procedur företogs med brädproverna. Först sågades ändförseglingen bort och slängdes. Sedan sågades 10 mm bort från samma ände för vägning, torkning och bestämning av fuktkvot samt densitet. Brädprovernas höjd och bredd mättes och proven kapades till 300 mm längd. Därefter ändförseglades de med lim i bägge ändar och märktes. Detta gjordes för att göra det möjligt att undersöka enbart den laterala inträngningen i brädproverna. Detta eftersom de inte hade tillräcklig (och dessutom alltför skiftande) längd för att en mätning av axial inträngning skulle kunna göras i samtliga brädprover. Precis som provstavarna blev brädproverna vägda en och en innan impregneringen påbörjades.

## **3.3 Impregnering:**

### **3.3.1 Träskyddsmedlet**

Celcure AC 800, som är ett vattenlösligt impregneringsmedel, användes. Detta impregneringsmedel innehåller 9,5 % koppar och 4,75 % benzalkonium-klorid som aktiva ämnen. Träskyddsmedlet späddes med vatten till en koncentration av 3,2 %. I CEN/TR 14734:2004 föreskrivs en femprocentig kopparsulfat-pentahydrat- lösning som träskyddsmedel.

### **3.3.2 Impregneringsförfarande**

Vid impregneringen eftersträvades förhållanden som liknande CEN/TR 14734:2004 så mycket som möjligt. Extra vikt lades också vid att alla prover skulle bli impregnerade under så likartade förhållanden som möjlig. Det enda skillnaden från tillvägagångssättet i CEN/TR 14734:2004 är att proven vägdes direkt efter impregnering. Impregneringen gjordes i två omgångar. I första omgången impregnerades samtliga provstavar och i andra omgången

impregnerades samtliga brädprover. Detta berodde på att autoklaven som användes var liten och endast kunde rymma en begränsad mängd virke. Impregneringsförfarandet var identiskt under bägge impregneringsomgångarna. Samtliga provkroppar befann sig helt nedsänkta i impregneringsvätska under hela impregneringen.

Proven impregnerades med 45 minuters vakuum av 1kPa och 120 minuters tryck av 0,8 MPa. Under impregneringen låg proven täckta med impregneringsvätska i två plåtkar. Dessa plåtkar hade måtten ca 850x250x300 mm. I karen låg provstavarna i tre lager med fem provstavar i varje lager, d.v.s. totalt 15 provstavar i varje kar. Brädproverna var breda och korta, vilket gjorde att totalt fyra brädor fick plats i varje lager. Totalt lades 15 brädprover i varje kar. Det fanns mellanrum mellan proven i lagren och mellan varje lager låg läkt utplacerad. Detta gjorde att det fanns mellanrum runt varje prov så impregneringsvätskan kunde tränga in i alla ytor. Provstavarna blandades så det fanns stavar av alla träslag i alla stavlager och brädproverna blandades så att det fanns gran- och furubrädor som torkats på olika vis i de bägge karen.

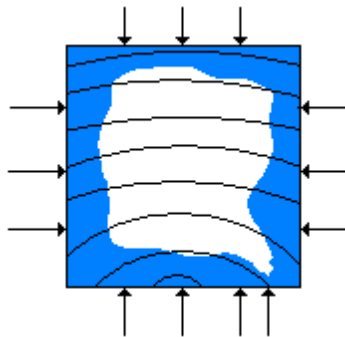
När proven var färdigimpregnerade torkades överflödig impregneringsvätska av och proven vägdes. Denna vikt jämfördes med de olika provens vikt före impregnering. På detta vis bestämdes hur mycket av impregneringsmedlet som trängt in i de olika proven. Därefter fick proven lufttorka i normala inomhusförhållanden i cirka en månad.

## 4 Utvärdering:

### 4.1 Provstavar

Vid utvärdering av impregneringsinträngning och klassificering av provstavarna följdes anvisningarna i CEN/TR 14734:2004.

Provstavarna kapades 100 mm från ändförseglingen och den laterala inträngningen mättes på totalt 13 ställen. Dessa ställen var mitt på varje sida samt 10 mm in från varje hörn. Dessutom mättes det minsta inträngningsdjupet.



Figur 1: Provstavarnas mätpunkter på tvärsnittsarean

De resterande 650 mm sågades itu på längden och kopparreagens penslades på de sågade ytorna. Detta gjordes för att tydliggöra var och hur långt träskyddsmedlet hade trängt in i provstaven. Sedan mättes hur långt in från den oförseglade kortändan som provstavens tvärsnittsytta var fullständigt impregnerad.

Klassificeringen sattes enligt villkoren i följande tabell i enlighet med CEN/TR 14734:2004:

Tabell 1: Utvärdering av impregnerbarhetsklass enligt CEN/TR 14734:2004.

Impregnerings-procedur	Minst lateral inträngning	Medel lateral inträngning	Minst axial inträngning	Impregnerbarhets-klass
Standard	≥ 15 mm	Ej nödvändig	Ej nödvändig	1
Standard	≥ 3 mm	≥ 6 mm	≥ 300 mm	2+
Standard	≥ 3 mm	≥ 6 mm	< 300 mm	2
Extra lång *	≥ 1 mm	Ej nödvändig	≥ 300 mm	3+
Extra lång *	≥ 1 mm	Ej nödvändig	< 300 mm	3
Extra lång *	< 1 mm	Ej nödvändig	Ej nödvändig	4

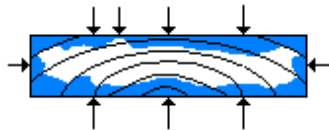
\* enligt CEN/TR 14734:2004 skall det, om virket visar sig tillhöra klass 3 och 4, tas fram nya provstavar som skall impregneras med 0,8 MPa tryck under 16h

Då tillgången på standardträprover var begränsad kunde inte en ytterligare impregnering med extra lång trycktid utföras. Prover med mindre än 1 mm lateral inträngning av träskyddsmedlet klassades som klass 4. Prover med en lateral inträngning mellan 1 och 3 mm och med en axial inträngning större än 300 mm rankades som klass 3+. Var den axiala inträngningen mindre än 300 mm rankades provet som klass 3. När denna bestämning var gjord räknades antal provstavar i respektive klass och antalet procent av stavarna som tillhörde de olika klasserna antecknas.

## 4.2 Brädprover:

Vid utvärdering av impregneringsinträngning och klassificering av brädproverna användes metoder som liknar anvisningarna i CEN/TR 14734:2004 i så hög grad som möjligt.

Brädproverna kapades på mitten och inträngningen mättes på 9 ställen. Då brädproverna var korta och förseglade i kortändarna så mättes av naturliga skäl enbart den laterala inträngningen. Mätpunkterna var på mitten av kort- och långsidorna samt 25 mm in från hörnen på varje långsida



Figur 2: Brädprovernas mätpunkter på tvärsnittsarean

För att få en klassificering som liknade CEN/TR 14734:2004 så mycket som möjligt klassificerades även brädproverna enligt en fyragradig skala. Även här var impregnerbarhetsklass 1 bäst, och impregnerbarhetsklass 4 var sämst. Då brädorna är rektangulära blev utformningen av villkoren för inträngning för de olika klasserna annorlunda än i CEN/TR 14734:2004 men procenten impregnerat trä för de olika klasserna är relativt lika. På grund av att brädorna, till skillnad från standardproverna, är oliksidiga ströks den minsta laterala inträngningen som klassificeringskriterium då detta mått skulle ha blivit olika beroende på om man mätt från brädans kort- eller långsida.

Klassificeringen av brädproverna sattes enligt villkoren i följande tabell:

Tabell 2: Klassificeringsteg av brädprover

Impregnerings-procedur	Medel lateral inträngning kortsida	Medel lateral inträngning långsida	Impregnerbarhets-klass
Standard	$\geq 45$ mm	$\geq 10$ mm	1
Standard	$\geq 30$ mm	$\geq 5$ mm	2
Standard	$\geq 10$ mm	$\geq 3$ mm	3
Standard	$< 10$ mm	$< 3$ mm	4

För att en bräda skall kunna kvalificera sig till en klass måste både medelinträngningen från kort- och långsidorna vara inom klassens intervall. Detta gäller dock ej för klass 4, där endast en av medelinträngningarna behöver vara tillräckligt lågt.

## 5. Resultat

### 5.1 Standardproverna

#### 5.1.1 Bok

Inträngningen av impregneringsmedel i bokproverna framgår av följande tabeller:

Tabell 3: Viktförändring vid impregnering.

Provnr	Vikt före impregnering (g)	Vikt efter impregnering (g)	viktökning (%)
L1	799,09	1591,4	99,2
L2	847,69	1589,3	87,5
L3	782,86	1574,1	101,1
L4	927,39	1585	70,9
L5	826	1046,1	26,6
L6	863,2	1611,1	86,6
L7	768,96	1520,5	97,7
L8	889,61	1630,5	83,3
L9	892,59	1589,5	78,1
L10	937,23	1624	73,3

Tabell 4: Klassning enligt CEN/TR 14734:2004

Provnr	RF (%)	densitet (kg/m <sup>3</sup> )	lateral inträngning (mm)		axial inträngning (mm)	klass
			min	medel		
L1	13,2	618	20	20	650	1
L2	12,9	654	20	20	650	1
L3	12,6	594	20	20	650	1
L4	12,6	719	0,5	18,75	650	4
L5	12,7	660	0,5	1,5	2	4
L6	12,7	689	20	20	650	1
L7	12,8	589	20	20	650	1
L8	12,8	660	20	20	650	1
L9	12,9	691	20	20	650	1
L10	12,7	723	20	20	650	1



frekvens			
klass1	klass2	klass3	klass4
80,00%	0,00%	0,00%	20,00%

Standardbokproverna bestod till 80 % av fullimpregnerade trästavar. En trästav hade mindre områden där inte impregneringsvätskan trängt in och en trästav hade knappt 1 mm i lateral inträngning och 2 mm i axial inträngning. Detta betyder att enligt standarden CEN/TR 14734:2004 så är bok till 80 % väldigt lättimpregnerbart och till 20 % väldigt svårimpregnerbart. Denna skillnad kan bero på eventuell tyllbildning i veden. Om man jämför de olika tabellerna ser man tydligt att L5 är det prov som hade ökat minst i vikt efter impregneringen (och som därför skilde sig mycket i viktökning jämfört med de andra provbitarna) även var den som blev klassad som klass 4, det vill säga den "sämsta" klassen. Men även L4 som vid första anblicken ser ut att vara tämligen välimpregnerad blir klassad som klass 4 på grund av att den minsta laterala inträngningen är liten.



Bild 3: Standardprover av bok, övre raden från vänster: L10, L9, L8, L7, L6. Nedre raden från vänster: L5, L4, L3, L2 och L1.



Bild 4: Standardprover av bok, uppifrån och ner prov nr L5, L4 och L3

## 5.1.2 Gran

Inträngningen av impregneringsmedel i granproverna framgår av följande tabeller:

Tabell 5: Viktförändring vid impregnering.

Provnr	Vikt före impregnering (g)	Vikt efter impregnering (g)	viktökning (%)
G1	588,32	1141,8	94,1
G2	604,69	1194,8	97,6
G3	653,78	887	35,7
G4	654,61	890,75	36,1
G5	754,99	954,51	26,4
G6	639,43	884,8	38,4
G7	570,69	936,82	64,2
G8	580,09	1017,1	75,3
G9	598,01	1158,2	93,7
G10	608,04	1158,2	90,5

Tabell 6: Klassning enligt CEN/TR 14734:2004.

nr	RF (%)	densitet (kg/m <sup>3</sup> )	lateral inträngning (mm)		axial inträngning (mm)	klass
			min	medel		
G1	13,7	446	0,5	5,3	168	4
G2	12,2	466	0	10,5	35	4
G3	13	516	0,5	1,6	34	4
G4	13,1	498	0,5	1,2	15	4
G5	14	556	0,5	1,3	11	4
G6	12,6	489	0	1,3	4	4
G7	12,4	439	0,5	3,1	39	4
G8	12,3	446	1	7,1	31	3
G9	13,4	461	1,5	4,6	142	3
G10	13,4	468	0,5	0,9	10	4

frekvens			
klass1	klass2	klass3	klass4
0,00%	0,00%	20,00%	80,00%

Standardproverna av gran visade sig tillhöra de sämsta inträngningsklasserna i standardmetoden. Detta var dock inte särskilt förvånande då gran är känt för att vara ett svårimpregnerat träslag. 80% av granprovbitarna blev klassade som den sämsta klassen, klass 4 och 20% blev klassade som den näst sämsta klassen, klass 3. Enligt CEN/TR 14734:2004 skall de prov som blir klassificerade som klass 3 eller 4 impregneras igen med en förlängd övertrycksperiod om 16 h. Då tillgången av provstavar var starkt begränsad fanns ingen möjlighet att göra detta. Därför är det möjligt att klassificeringen av granstandardproverna blivit en annan om möjlighet till en andra impregneringsomgång funnits.

De flesta standardproverna av gran fick en mycket liten lateral inträngning av träskyddsmedlet. När man tittar på enskilda prover så finns det spridning i impregneringsgrad. De prover som ser ut att vara mest impregnerade när man tittar på den laterala inträngningen är G9, G8 och G2. Bara två av dessa har blivit klassade bättre än de övriga. De prov som ökade mest i vikt var G1, G2, G9 och G10 som alla ökade med mer än 90%. Här var det svårare att se samband mellan viktökningen och hur synbart välimpregnerade de olika proverna blivit.



Bild 5: Uppifrån till vänster: G5, G4, G3, G2, G1, Undre raden från vänster: G10, G9, G8, G7, G6



Bild 6: Standardprover av gran. Uppifrån och ned; G7, G4 och G2

### 5.1.3 Furu

Inträngningen av impregneringsmedel i furuproverna framgår av följande tabeller:

Tabell 7: Viktförändring vid impregnering.

Provnr	Vikt före impregnering (g)	Vikt efter impregnering (g)	viktökning (%)
A1	601,61	1390,1	131,1
B1	575,35	1392,2	142,0
A2	586,15	1392,6	137,6
B2	565,05	1392,2	146,4
A3	703,27	1440,8	104,9
B3	670,64	1310,3	95,4
A4	560,41	1389,9	148,0
B4	581,19	1357,1	133,5
A5	516,53	1355,7	162,5
RB	652,55	1410,5	116,2

Tabell 8: Provbitarnas klassning enligt CEN/TR 14734:2004.

Provnr	RF (%)	densitet (kg/m <sup>3</sup> )	lateral inträngning (mm)		axial inträngning (mm)	klass
			min	medel		
A1	12	473	6	19,1	252	2
B1	12,6	453	3	16,6	327	2+
A2	12,3	468	4	12,8	300	2+
B2	12,1	440	4	12,5	319	2+
A3	12,7	564	5	13,0	160	2
B3	12,2	492	3	8,5	200	2
A4	12,4	444	10	17,9	203	2
B4	12,7	444	8	15,3	213	2
A5	12,1	404	12	18,8	446	2+
RB	12,3	501	1	9,7	214	3

frekvens				
klass1	klass2	klass2+	klass3	klass4
0,00%	50,00%	40,00%	10,00%	0,00%

Furu är ett tämligen lättimpregnerat träslag. De flesta proverna tillhör klass två, med en liten spridning till klass tre. När provens viktökning jämförs syns det att provet B3 är det prov som sugit upp minst vätska. Det är även det prov som vid okulär granskning av den laterala inträngningen ser ut att ha minst andel impregnerat trä. De provbitar som hade kunnat antas bli minst impregnerade utifrån provens viktökning på grund av impregneringsinträngning är A3, B3 och RB. När den laterala inträngningen i proven inspekteras okulärt är det A3, B3, A4, B4 och RB som visar sig vara mindre impregnerade än övriga, som är tämligen genomimpregnerade. På vissa av dessa prov var det svårt att avgöra någon skillnad mellan de impregnerade och de mindre impregnerade områdena i proven. Färgskiftningarna var inte alltid så tydliga.

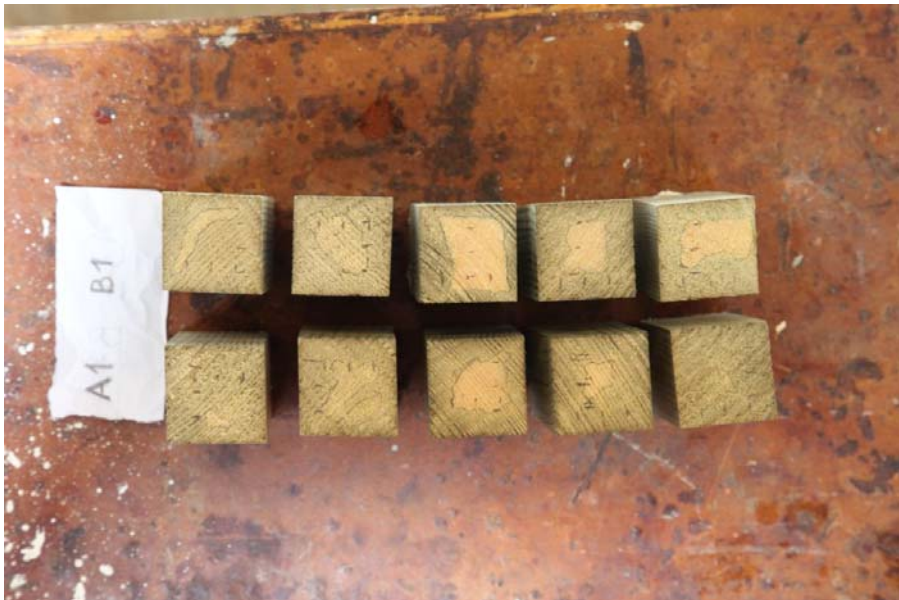


Bild 7: Standardprover furu. Övre raden från vänster: B1, B2, B3, B4, RB. Undre raden från vänster: A1, A2, A3, A4, A5



Bild 8: Standardprover furu; Uppifrån och ned: B1, A1 och A3

## ***5.2 Brädproverna***

Vid vägning före och efter impregnering märktes en stark tendens till skillnader i hur mycket impregneringsmedel som trängt in brädproverna beroende på vilket sätt som de torkats på.

### **5.2.1 Granbrädprover**

Hos granbrädorna var tendensen att ju längre torktid som tillätits, desto mer av impregneringsmedlet hade trängt in i brädprovet.

Tabell 9: Impregneringsvikter av granbrädor.

Provnr	Vikt före impregnering (g)	Vikt efter impregnering (g)	viktökning (%)
32,1	323,43	565,52	74,9
32,2	345,36	607,06	75,8
32,3	319,94	698,71	118,4
33,1	343,13	558,41	62,7
33,2	338,5	600,88	77,5
33,3	332,78	654,59	96,7
35,1	354,36	718,38	102,7
35,2	354,14	781,94	120,8
35,3	344,14	837,54	143,4
36,1	302,94	575,05	89,8
36,2	303,75	672,29	121,3
36,3	317,12	693,9	118,8
38,1	339,76	578,64	70,3
38,2	350,85	602,48	71,7
38,3	330,26	612,92	85,6

I tabellen syns tydligt att med få undantag så har impregneringsmedlet trängt in mer i bräda X,2 än i bräda X,1 samt att det trängt in ännu bättre i bräda X,3 än i bräda X,2. Detta märks även vid en jämförelse av inträngningsdjupet vid söndersågning av bitarna.





Bild 9: Bild på inträngning av träskyddsmedel i granbrädsprover. Uppifrån och ner; prov 33.3, 33.2 och 33.1.

Vid klassificeringen så märktes dock inte denna skillnad lika tydligt.

Tabell 10: Klassning av granbrädsprover

Provnr	Medel lateral inträngning		fuktkvot (%)	klass
	kortsida (mm)	långsida (mm)		
32,1	1,5	0,92	13,12	4
32,2	3	2,33	13,38	4
32,3	11	3,33	13,53	3
33,1	2	1,50	12,94	4
33,2	5	2,08	12,90	4
33,3	8	3,33	13,06	4
35,1	41	4,17	13,65	3
35,2	33,5	4,17	13,28	3
35,3	8	6,67	13,08	4
36,1	8	2,33	12,60	4
36,2	2,5	2,50	12,50	4
36,3	8,5	2,42	12,59	4
38,1	3,5	1,42	12,65	4
38,2	1,5	1,75	13,45	4
38,3	6,5	3,00	12,78	4

frekvens			
klass1	klass2	klass3	klass4
0%	0%	20,00%	80,00%

Denna fördelning över klasserna är identisk med klassfördelningen som erhöles med CEN/TR 14734:2004.

## 5.2.2 Furubrädprover

Vid vägning efter impregnering märktes en tendens hos furubrädproverna som var den motsatta jämfört med granbrädproverna. Här var det istället de prover som haft den kortaste och mest intensiva torkningsprocessen som hade sugit åt sig mest impregneringsmedel.

Tabell 11: Impregneringsvikter av furubrädor

Provnr	Vikt före impregnering (g)	Vikt efter impregnering (g)	viktökning (%)
61,1	428,96	937,33	118,5
61,2	442,31	901,02	103,7
61,3	446,18	879,59	97,1
63,1	380,4	943,51	148,0
63,2	392,28	935,51	138,5
63,3	389,82	895,67	129,8
64,1	401,48	814,47	102,9
64,2	415,02	818,84	97,3
64,3	420,7	830,04	97,3
66,1	418,63	945,24	125,8
66,2	424,75	919,19	116,4
66,3	434,95	895,23	105,8
67,1	346,05	905,9	161,8
67,2	340,05	887,92	161,1
67,3	338,24	808,81	139,1



Bild 10: Inträngning furubrädprover. Uppifrån och ner 63.3, 63.2 och 63.1

Här syns hur träskyddsmedlet fått en total inträngning i brädprovet med den kortaste torkningsprocessen. I övriga två provbitar har träskyddsmedlet ej förmått att tränga ända in och göra proven helt impregnerade.

Tabell 12: Klassning av furubrädsprover.

Provnr	Medel lateral inträngning		fuktkvot (%)	klass
	kortsida (mm)	långsida (mm)		
61,1	14,5	9,50	13,73	3
61,2	12,5	6,75	14,62	3
61,3	5,5	6,92	14,08	4
63,1	50	12,50	13,31	1
63,2	40	12,50	14,18	2
63,3	36	10,83	13,66	2
64,1	25,5	4,17	13,11	3
64,2	25,5	6,33	13,66	2
64,3	18	6,50	13,41	2
66,1	50	11,33	14,16	1
66,2	45	10,17	14,34	1
66,3	47	10,17	13,41	1
67,1	50	12,50	13,15	1
67,2	50	12,50	13,81	1
67,3	29	10,00	13,34	3

frekvens			
klass1	klass2	klass3	klass4
40,00%	26,67%	26,67%	6,67%

Till skillnad från gran liknade inte fördelningen i de olika klasserna de resultat som erhöles när CEN/TR 14734:2004 följdes. Av brädsproverna blev nästan hälften klassade som klass 1, vilket inte någon av standardproverna blev (se tabell 8). Hos standardproverna var det istället klass 2 och 2+ som var de största klasserna. Totalt 90% av proven klassificerades som någon av dessa klasser.

## 6. Jämförelse med standard EN 350-2

Syftet med CEN/TR 14734:2004 är att ge en vetenskapligt objektiv och mätbar nivå på impregnerbarheten av ett träslag som sedan, förmodligen, ska kunna föras in i EN 350-2's förteckning över olika träslags impregnerbarhet. Enligt EN 350-2 skall bok vara impregnerbarhetsklass 1, gransplint vara impregnerbarhetsklass 3v och furu skall vara impregnerbarhetsklass 2-3.

I försöken i denna studie, som följde CEN/TR 14734:2004, var 80% klass 1 och 20% klass 4 av den bokved som provades. Alltså var majoriteten av proverna av samma klass som påvisades i EN 350-2. Försöken med furuved gav att 50% av furuveden var klass 2, 40% klass 2+ och 10% klass 3 vilket får anses väl överensstämma med klassificeringen i EN 350-2. Enligt EN 350-2 är granved klass 3v och i dessa försök CEN/TR 14734:2004 erhöles 20% klass 3 och 80% klass 4. Detta stämmer inte fullt lika bra som de övriga träslagen, men en anledning till att en så stor del av granstandardbitarna klassade som klass 4 kan vara att det inte var möjligt att göra ytterligare en impregnering med extra lång trycktid. Vid en ytterligare och förlängd tryckimpregnering är det möjligt att inträngningen av träskyddsmedlet i standardproverna av gran skulle förbättras och att dessa skulle uppnå klass 3 enligt standard EN 350-2.

Av brädproverna blev 40% klass 1, 26,7% klass 2, 26,7% klass 3 och 6,7% klass 4 av furuproverna, vilket är bättre än vad som beskrivs i EN 350-2. Av granbrädproverna var 20% klass 3 och 80% klass 4. Eftersom brädproverna blev klassificerade enligt ett liknande men ej exakt likadant system som CEN/TR 14734:2004 så kan ju resultaten bero på detta. I allmänhet verkade dock furubrädorna bli mer "genomimpregnerade" än standardproverna i samma material.

## 7. Analys och diskussion

### 7.1 Metoden och klassificeringen

Baserat på denna studie kan CEN/TR 14734:2004s dubbelhet att objektivt bestämma träslags impregnerbarhet ifrågasättas ur flera aspekter. En av de största reservationerna angående CEN/TR 14734:2004 gäller hur man ska klassificera ett träslag när en eller flera prover har klassats som klass 3 eller 4. Enligt CEN/TR 14734:2004 skall då ytterligare en impregnering med förlängd trycktid göras. Hur ska då träslaget klassificeras om det visar sig att träskyddsmedlet tränger in så väl i dessa nya prov att de egentligen ska bli klassade som klass 1 eller 2? Blir det ett lättimpregnerat eller svårimpregnerat träslag? Låt oss säga att två prov av 20 st blir klassade som 3 eller 4 och övriga blir klass 2-klassade. Skall två prover då genomgå en ny impregnering med utökad trycktid eller ska samtliga 20 göras om? Antag att 2 nya prov impregneras. Ifall dessa nya prov är lika lättimpregnerade som de övriga 18 var, d.v. s att de kommer upp i klass 1 eller 2 av vanlig trycktid, så kommer ju dessa att visa klass 1. Vilken slutsats ska då dras rörande träslagets impregnerbarhet? Är då 100% (20/20) klass 1 eller 2 eller är 91% (20/22) klass 1 / 2 eller är 90% (18/20) klass 1 / 2?

En annan reservation mot CEN/TR 14734:2004 är att hänsyn ska tas till var någonstans i provet en eventuell oimpregnerad yta finns. Bokprovet L4 har exempelvis samma inträngningsgrad som vilken klass 2-provbit som helst. Men eftersom den bit av staven som inte blivit impregnerad ligger väldigt nära ena "yttersidan" (kanten) på staven så blir måttet för minsta laterala inträngningen så pass litet att staven automatiskt hamnar i den sämsta klassen. Det spelar följaktligen stor roll var det eventuella oimpregnerade träet finns i staven. Rent logiskt borde ju detta trä vara längst in i mitten av staven. Dock vet den som har erfarenhet av trä, att trä är variabelt. Det är möjligt att det fanns en ovanligt stor kådanhopning just där, eller att alla ringporer hade stängts under torkningen. Istället kanske en procentuell mätning skulle kunna göras så att om provet vore impregnerat till mer än 80% vore det klass 1, mer än 60% klass 2 o.s.v. Det är inte frågan om var i träet det inte är impregnerat utan hur stor del av träet som är impregnerat. Kanske kunde genomsnittsvärdena istället för minvärdena användas för beräkning av den axiella inträngningen?

Under studien framgick det, vid en jämförelse av hur väl proven blivit impregnerade, att de prov som synbart blivit mindre välimpregnerade än de övriga hade en mindre viktökning än resten av proven. Hade hänsyn tagits

till detta när prov L4 klassades hade det syntts att dess viktökning var marginellt mindre än de bokprovstavar som hade blivit klassificerade till klass 1 (se tabell 3). Detta gäller även på standardproverna av furu. Även vid granskning av den laterala inträngningen av furustandardprover (bild 7) syns att B3 är lika lite, om inte mindre, inträngt än RB. Detta märks även i tabell 7, men i klassificeringen enligt CEN/TR 14734:2004 verkar det som B3 har impregnerats mer än RB. Det fanns svårigheter att bedöma de minsta inträngningspunkterna både vad gällde den axiella och laterala inträngningen i proven. Även efter det att reagens penslats på var det en väldigt subjektiv bedömning av var impregneringsmedlet kunde anses sluta. Detta beror på att det aldrig blir en skarp kant mellan impregnerat och oimpregnerat utan det blir en successiv färgändring. Detta syns på bilden nedan.



Bild 11: Axial inträngning av träskyddsmedel i standardprov av furu.

Detta gör att en subjektiv bedömning av träskyddsmedlets inträngning i proven måste göras, vilket i sin tur leder till att det ej är en fullständig objektiv klassificering. Det finns även viss förvirring huruvida resultaten som fås i CEN/TR 14734:2004 skall kunna översättas till EN 350-2. Detta beror på att i EN 350-2 är klassificeringen enligt en fyrgradig skala medan den i CEN/TR 14734:2004 är sexgradig om klasserna 2+ och 3+ inkluderas. Frågan är var de stegen ska in vid en överföring till EN 350-2? Om de överförs rakt av kommer det ändå inte att framgå om träslaget består till största del av klass 2 eller till största del av klass 2+, träslaget kommer att klassificeras som klass 2.



## **7.2 Jämförelser mellan bräd- och standardprover**

Det finns vissa likheter mellan bräd- och standardproverna. Till exempel fick både bräd- och standardproverna av gran samma utslag: 80% var klass 4 och 20% var klass 3. För furun var det dock inte alls lika lätt att se någon likhet. Detta skulle i och för sig kunna bero på de kriterier som sattes upp för klassificeringen av brädproverna och att axial inträngning av träskyddsmedel förhindrades och därför inte heller fanns som kriterium. Dock hade klassificeringen av brädproverna procentuellt minst lika stora krav på total lateral inträngning som CEN/TR 14734:2004. Kanske kan detta tas som en indikering på huruvida träslaget är lite lättare eller lite svårare att impregnera.

Att likheter finns syns på provbitarna av de olika träslagen. Det går lätt att se att vissa av furubitarna, både brädor och standardbitar, är tämligen väl genomimpregnerade eller att i alla fall största delen träbiten är impregnerad. Även på granbitarna syns det att de är av samma träslag då dessa bitar mest bara är impregnerade i kanterna och ingen är helt och hållet genomimpregnerad. Däremot är det svårare att se likheterna när det ska mätas si eller så många mm in eller ut från kanterna. Mellan två bitar, som ser nästan likadana ut och därmed borde få samma impregneringsklass, kan det skilja mycket på grund av att inträngningen av träskyddsmedel vid just mätningpunkterna var olika. Detta leder då till att de hamnar i olika klasser.

En hypotes som framlades när studien inleddes var att de brädor som hade kortast och hårdast torkning skulle vara svårare att impregnera än de brädor som haft en långsammare och mer utdragen torkningsprocess. Detta stämde överens med förloppet hos granbrädorna men inte med furubrädorna. Varför det blev så är inte känt, men det är möjligt att torkningsprocesserna var alltför lika och den hårda torkningen inte tillräckligt hård. Vidare studier behövs för att fastställa torkningstidens och torkningsmetodens betydelse.

### **7.3 Verklighetsanknytning**

I CEN/TR 14734:2004 står det att proven helst ska ha lufttorkat. Det finns idag mycket få sågverk där man har tid att låta träet lufttorka ner till en rimlig fuktkvot. Detta gör att klassificeringen som erhålls med hjälp av CEN/TR 14734:2004 ger en mindre precis fingervisning om hur impregneringsbart träslag kommer vara vid normala impregneringsanläggningar. Detta beror naturligtvis på att torkningsprocesserna inte kommer att vara desamma för de lufttorkade proven och det industritorkade virke som impregneringsanläggningar behandlar. Under försöket visade det sig att inträngningen av träskyddsmedel hade en klar koppling till hur torkningen av träprovet skett. Detta gör att resultaten och impregneringsklasserna som olika träslag får enligt CEN/TR 14734:2004 kanske över huvudtaget inte stämmer med hur träslagen svarar på impregnering ute i impregneringsanläggningar.

En annan fråga är huruvida 10 prover säger något om ett helt träslag. Möjligtvis skulle 10 prover kanske kunna säga någonting om ett mindre parti trä från ett visst område. Men att man med det lilla underlaget ska kunna bestämma ett helt träslags impregneringsegenskaper verkar lite väl optimistiskt och tämligen osannolikt. Detta visar framförallt försöken med bok. Dessa klassificerades till 80% till den bästa impregneringsklassen och till 20% till den sämsta och detta kan bero på att vissa prover utvecklats tyller till följd av inkorrekt hantering. Om alltför få prover används kan alltså ett litet antal icke representativa prover göra att träslaget blir felaktigt klassificerat.

## 8. Slutsatser

Klassificeringen av olika träslag gjorda enligt CEN/TR 14734:2004 stämmer tämligen väl överens med de klasser som finns i EN 350-2. Detta trots att annat träskyddsmedel använts än det som föreskrivs i CEN/TR 14734:2004. Dock anser jag att CEN/TR 14734:2004 som metod är diskutabel och att den ej är en alltigenom objektiv eller lämplig metod för att bedöma träslags impregnerbarhet.

Det fanns synliga likheter i impregneringsförmågan hos bräd- och standardproverna av de olika träslagen. När proverna klassificerats var dock inte denna likhet lika uppenbar. För klassningen av gran fanns en överensstämmelse mellan bräd- och standardprover, men för furu blev klassningen olika.

Det fanns skillnader i impregnerbarhet beroende på hur torkningsprocessen sett ut för proven. Dock var dessa olika för olika träslag. Furu blev mer lättimpregnerat ju hårdare och kortare torkningsprocessen varit. Hos gran var resultatet det motsatta, ju längre och mildare torkningen varit desto lättare trängde träskyddsmedlet in i provet. Det är okänt varför det är så. Här behövs fler studier.

# Referenser

## **Litteraturkällor**

[1] Carling, Olle, m.fl. (1984): *Träskyddsbok*, Svensk byggtjänst, Stockholm, ISBN 91-7332-259-8

[2] Träskyddsinformation 1997:1

[3] Europeiska unionens officiella tidning, *Kommissionens förordning (EG) nr 552/2009*, Bilaga §19 villkor 4b,

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:164:0007:0031:SV:PDF>

den 16 december 2009

[4] Saarman, Endel. (1992): *Träkunskap*, Sveriges Skogsindustriförbund, Markaryd, ISBN 91-7322-726-9

[5] Booker, Rudolf E, m.fl. (1998): *Impregnation of radiate pine wood by vacuum treatment: Identification of flow paths using fluorescent dye and confocal microscopy*. IAWA Journal, vol 19(1)

## **Bildkällor**

[B1] Rowell, Roger. Föreläsningsmaterial i kursen *Wood Science for the Wood Industri*, Eco Build, Stockholm, den 20-21 oktober 2008