



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap

# Träkonstruktioner på mark

## Wood constructions on the ground

*Mia Zakrisson*



Självständigt arbete • 15 hp  
Landskapsingenjörsprogrammet  
Alnarp 2014

## **Träkonstruktioner på mark**

Wood constructions on the ground

*Mia Zakrisson*

**Handledare:** Eva-Lou Gustafsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Examinator:** Åsa Bensch, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Examensarbete för landskapsingenjörer

**Kurskod:** EX0359

**Program/utbildning:** Landskapsingenjörsprogrammet

**Examen:** *Landskapsingenjör*

**Ämne:** Teknologi

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsmånad och -år:** Juni 2014

**Omslagsbild:** Mia Zakrisson

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** träkonstruktioner, markbeläggning, trä, beständighet, träskydd, träskyddsmetoder

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

## Förord

Detta examensarbete omfattar 15 högskolepoäng och är skrivet inom ramen för landskapsingenjörsprogrammet på Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, Alnarp och är skrivet under våren 2014.

Jag skulle vilja tacka min handledare Eva-Lou Gustafsson för all hjälp och alla utträtade frågetecken angående detta arbete. Jag vill även tacka Daniel Sandberg, som ställt upp och läst mitt arbete, gett mig kommentarer och pushat mig att fortsätta skriva även när motivationen varit låg.

Till sist vill jag passa på att tacka mina vänner, mina syskon och min pappa som alltid finns där för att göra livet både enklare och roligare.

Tack!

A handwritten signature in black ink, reading "Mia Zakrisson". The signature is written in a cursive, flowing style.

Mia Zakrisson

Lomma, 2014

## Sammanfattning

Detta arbete har skrivits för att undersöka hur trä kan vara ett hållbart och beständigt material i en markanläggning i offentligt såväl som privat miljö. I Sverige är trä en av våra största naturresurser, något som bör tas tillvara och användas väl. Det är också ett förnyelsebart material som ger förhållandevis liten påverkan på miljön. Trä är ett material som bryts ner av mikroorganismer vid exponering av fukt. I utemiljö utsätts materialet för stora påfrestningar så som sol, vind, vatten och brukarslitage. Syftet med detta arbete har varit att undersöka hur trä bryts ner och vad man kan göra för att stoppa det. Detta för att förstå vilka möjligheter och begränsningar som finns för användning av trä i utemiljö.

För att ta reda på detta har en litteraturstudie gjorts. Information har till stor del hämtats ifrån den svenska skogsindustrin och byggindustrin då de har mycket information om hur trä kan användas på olika sätt. Jag har även besökt platser där det finns träkonstruktioner på marken för att se vilka träslag som används och hur anläggningen är konstruerad.

Idag finns det flera träskyddsmetoder att välja mellan. Den vanligaste metoden idag är traditionell tryckimpregnering av furuvirke med kopparbaserade preparat. Det enda beständiga träslaget som finns i Sverige idag är ek, vilket inte odlas i så stor utsträckning att det används i den typ av anläggning jag har tittat på. Det finns även nyare metoder på marknaden idag, bland annat värmebehandling och furfurylering. Det finns också en metod som kallas för acetylering som än så länge är på forskningsnivå men som kan komma att finnas på marknaden i framtiden.

Ett annat alternativ till svenska träslag är de tropiska träslag som har en naturligt hög beständighet. Dessa används mer och mer idag i offentliga miljöer och jag har sett exempel på azobé och teak i kustnära miljöer. Detta kan vara ett bra alternativ då certifiering av tropiska skogsbruk blir vanligare på marknaden. Det är viktigt med certifiering för att användning av dessa träslag inte ska leda till regnskogsskövling och orättvisa arbetsförhållanden.

Anläggningsmetoden är viktig när träkonstruktioner anläggs på marken. För att utesluta fukt som gör att träet bryts ner anläggs träet med en luftspalt undertill som gör att det kan torka upp och marken under dräneras för att minimera fuktupptaget underifrån.

Informationen som jag har samlat till detta arbete kommer ifrån flera källor som på ett eller annat vis är kopplade till den svenska skog- och byggindustrin. De flesta av källorna är skrivna på svenska, eftersom jag har fokuserat mycket på hur trä används i Sverige.

Det behövs mer forskning på hur vi ska kunna använda trä som hållbart material i utomhusmiljö i framtiden, då kopparimpregnering inte är miljömässigt hållbart i längden och det finns få alternativ som är lika effektiva och billiga i dagsläget.

I takt med att trämaterial utvecklas rent miljömässigt, med nya tekniker och certifierat skogsbruk i tropikerna tror jag att det kommer fortsätta att användas och kanske till och med användas mer i framtiden på grund av de miljömässiga fördelarna materialet besitter.



# Innehållsförteckning

## Innehåll

Förord .....	3
Sammanfattning .....	4
Innehållsförteckning .....	5
Inledning.....	2
Bakgrund .....	2
Syfte .....	3
Avgränsning .....	3
Metod .....	4
Nedbrytning av trä.....	5
Mekanisk nedbrytning.....	5
Fotokemisk nedbrytning.....	5
Biologisk nedbrytning .....	6
Träskyddsmetoder .....	7
Konstruktivt träskydd .....	7
Tryckimpregnering .....	7
Värmebehandlat trä .....	8
Furfurylering .....	9
Acetylering .....	9
Certifiering av skogsbruk .....	10
Träslag lämpliga för utomhuskonstruktioner med markkontakt .....	12
Svenska och Europeiska träslag .....	12
Ek (Europeisk).....	12
Tall .....	12
Europeisk Lärk .....	13
Tropiska träslag .....	13
Afromosia .....	13
Afrikansk Afzelia .....	13
Azobé .....	13
Iroko .....	14
Mörkröd meranti .....	14
Teak.....	14
Anläggningsmetoder .....	15
Underhåll .....	16
Diskussion .....	17
Metoddiskussion.....	19
Slutsats .....	20
Källförteckning.....	21
Bilder och figurer .....	22



# Inledning

## Bakgrund

Trä har sedan långt tillbaka varit ett av Sveriges mest använda byggnadsmaterial. Detta på grund av att vi har en rik tillgång på skog i vårt land. Enligt Carling m.fl. (1984) är trä ett material med många goda egenskaper. Det isolerar värme, är lättbearbetat och väger inte så mycket i förhållande till sin hållfasthet. Tack vare dessa goda egenskaper har trä genom tiderna använts till allt från hus och broar till möbler och köksredskap. Trä är dessutom ett helt förnyelsebart material, vilket är en viktig faktor idag då miljön är en så stor samhällsfråga.

Trä är dock inte ett helt problemfritt material. Det är ett naturmaterial som är biologiskt nedbrytbart, varpå man vill undvika att svampar, bakterier, insekter och fukt kommer åt träet, för att förhindra nedbrytning (Carling m.fl. 1984). Inomhus, eller i lägen där träet får möjlighet att torka upp, är detta en relativt lätt uppgift och man kan få trä att hålla väldigt länge. När träkonstruktioner anläggs på marken måste denna nedbrytning beaktas desto mer. Dels eftersom det alltid finns en viss mängd fukt i marken och dels för att regnvatten ofta blir liggande kvar på horisontella ytor.

Det finns dock exempel där trä har använts som i konstruktioner på mark och varit funktionellt under en lång tid. Detta har väckt min nyfikenhet att ta reda på hur hållbarheten hos träet kan förlängas, om det kräver speciella behandlingar eller om överbyggnaden behöver ske på ett visst sätt för att komma ifrån markfukten. Jag har under min utbildning som landskapsingenjör också förstått att vissa träslag är mera beständiga mot röta än andra och funderade därför på vilka träslag det kan vara som har denna naturliga beständighet. Det har också fått mig att fundera över huruvida det kan bli vanligare att använda träkonstruktioner på mark i framtiden, då det finns många fördelar med materialet ur miljösynpunkt.

## Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka hur träkonstruktioner kan användas på marken, i offentlig såväl som privat miljö. Jag tänker utforska vilka olika metoder det finns för att få träet beständigt mot fukt och röta och vilka träslag man använder som har en naturlig beständighet mot detta. Vidare ska jag undersöka vilken miljöpåverkan trä som material har och även hur miljövänliga olika impregneringsmetoder är. Jag tänker också ta reda på vilken typ av överbyggnad och anläggning som krävs för att en markanläggning av trä ska bli hållbar. De frågor jag ställer mig inför detta arbete är:

- Kan träkonstruktioner på mark vara hållbara?
- Kan hållbarheten påverkas genom anläggningsmetoder och behandlingar av trä?
- Finns det träslag som lämpar sig mer än andra att användas i våra utemiljöer och vilka är dessa?

## Avgränsning

I detta arbete kommer jag att titta främst på tekniska och biologiska aspekter och till stor del utelämnat de estetiska aspekterna av materialet. Jag kommer endast att undersöka träkonstruktioner som används i utomhusmiljöer på marken, dock kommer jag inte att gå in på träkonstruktioner som inte används som slityta. Därför kommer inte heller träskyddsmetoder som används på sådana ytor att belysas.

Därefter kommer jag främst att behandla de metoder av träskydd som finns i handeln och används idag, och endast lätt gå in på nyare metoder som kan komma att bli aktuella i framtiden. Vidare undersöks träkonstruktioner på mark i klimat som liknar Norden. Arbetet belyser främst massivt trävirke som trall och hela brädor och behandlar inte träkompositer, flis eller liknande material innehållande trä.

## Metod

Jag kommer att använda mig av litteratur för att försöka få klarhet i vilka metoder som används för träskydd idag och vad dessa innebär. Den information som jag letar efter finns främst inom bygg- och skogsbranschen. Där kommer jag också att leta efter olika träslags beständighet i utomhusmiljö. Eftersom jag är intresserad av hur materialet påverkas av det nordiska klimatet kommer jag att söka mycket information på svenska och utgår till stor del ifrån information från den svenska träindustrin. Jag tänker använda mig av en stor del tryckta källor, tidsskrifter och böcker, men även hemsidor som jag anser pålitliga och som modereras av svenska skogsindustrier m.fl.

Jag kommer även göra egna studiebesök/observationer på platser där trä används i konstruktioner på mark för att se hur det fungerar på plats. Detta kommer förhoppningsvis också resultera i såväl bra som mindre bra exempel på markanläggningar för att visa på vilka konstruktionsmetoder som är hållbara.

## Nedbrytning av trä

Nedbrytningen av trä delas enligt Sandberg (1995) in i tre olika processer: mekanisk, biologisk och fotokemisk, beroende på hur de fungerar. Dessa nedbrytningsprocesser kan pågå samtidigt, eller var för sig.

### Mekanisk nedbrytning

Sandberg (1995) skriver att mekanisk nedbrytning är den som uppkommer till följd av faktorer som fukt, värme, slitage och bearbetningsskador. Detta är en långsam nedbrytningsprocess. Trä är ett material som kan torka och fuktas upp beroende på det omgivande klimatet, ett så kallat hygroskopiskt material. Enligt Svenskt trä (2014) kan fuktkvoten vara mycket hög i otorkat virke, upp till 160 % i splintveden. Att fuktkvoten kan vara över 100 % beror på att den räknas mot torrsubstansen och att trä är lättare än vatten. När träet torkar och det fria vattnet i veden är borta ligger fuktkvoten på ca 30 %. Då är allt resterande vatten bundet i fibrerna, så kallat fibermättnad. När träet sedan torkas mer krymper veden, vilket kan leda till sprickor. Denna risk är större om upptorkningen sker snabbt eller vid låga temperaturer. Sandberg (1997) menar att ändrad fuktkvot som leder till sprickor är den mekaniska nedbrytningen som gör störst skada på träet. Detta medverkar till att svampar och bakterier får tillgång till vedsubstansen inifrån och därmed påskyndar nedbrytningsprocessen. För att undvika att dessa sprickor uppstår är det optimalt att ha en konstant fuktkvot i träet.

### Fotokemisk nedbrytning

Enligt Sandberg (1994) är fotokemisk nedbrytning, precis som mekanisk nedbrytning, en mycket långsam process som sker när träet exponeras för solljus och UV-strålning. Energin som träet då utsätts för startar en nedbrytningsprocess. Sandberg anser också att föroreningar i luften som påverkar träet hör till fotokemisk nedbrytning. Den fotokemiska nedbrytningen uppstår när träet absorberar ljusenergi vilket gör att träets färg ändras (se figur 1.). Ytan blir uppruggad och glanslös och egenskaperna hos träet förändrade (Sandberg, 1994).



**Figur 1.** Fotokemisk nedbrytning i Lomma hamn, till vänster nyanlagt brygga av azobé. Till höger brygga av azobé anlagd ca ett år tidigare.



## Biologisk nedbrytning

Sandberg (1995) skriver att den biologiska nedbrytningen av trä orsakas av svampar, bakterier och insekter och sker mycket snabbare än mekanisk och fotokemisk nedbrytning. Den biologiska nedbrytningen är därför den som gör störst skada på träet. Svamparna angriper träet och skapar enzymer som bryter ner träs beståndsdelar: lignin, cellulosa och hemicellulosa. Svampar som bryter ner veden på detta sätt brukar kallas för rötsvampar, dessa är de viktigaste skadegörarna på trä enligt Carling m.fl. (1984). Carling m.fl. menar också att kvaliteten på virket försämras snabbt vid dessa angrepp, då hållfastheten bli sämre och träet ofta ändrar färg och form. De finns olika typer av rötsvampsangrepp och de brukar oftast delas in i brunröta, vitröta och soft rot efter sättet de angriper träet på.

Brunröta bryter ner cellulosan. Effekten av detta blir att veden blir brun, spricker sönder i rektangulära bitar och krymper (Carling m.fl. 1984). Vitröta bryter enligt Thörnqvist (1987) ner både cellulosa, lignin och hemicellulosa. Veden blir vid dessa angrepp ljus och får en trådig och mjuk konsistens. Thörnqvist skriver också att soft rot är ett rötangrepp som orsakas av mikrosvampar som växer i cellväggarna av vedens fibrer. Detta gör att det blir tydliga kanaler i veden, som till sist växer samman när svamparna har brutit ner cellväggarna.

Både Carling m.fl. och Thörnqvist skriver att kravet för att rötsvamparna ska trivas är att det finns fritt vatten, dvs. en fuktkvot på över 30 %. Förutom vatten krävs det också en temperatur på 0-40°C, syre och näring. När dessa fyra faktorer finns tillgängliga är risken för svampangrepp stor. Enligt Thörnqvist (1987) är den enda vägen att förebygga alla typer av mikrobiella angrepp (angrepp av svampar och bakterier) att hålla virket på en konstant fuktkvot under 18 %, vilket författaren även skriver är i princip omöjligt i praktiken.

Både Carling m.fl. (1984) och Svenskt trä (2014) skriver att blånad är en annan typ av svampar som tränger in i träet och missfärgar veden, ofta i en blå eller svart nyans. Svamparna har också en effekt på veden som gör att vatten kan tränga in lättare och att träet inte torkar upp lika snabbt. Blånadssvampar påverkar, till skillnad från rötsvampar, inte hållfastheten på virket. Även denna typ av svampar behöver syre, näring, fritt vatten och en temperatur på 0-40°C för att etablera sig. Mögelsvampar, menar Thörnqvist (1987), har inte heller någon påverkan på hållfastheten då dessa inte kan bryta ner vedfibrerna. Dessa kan dock ha en unken lukt och vara allergiframkallande.

# Träskyddsmetoder

## Konstruktivt träskydd

Enligt Carling m.fl. (1984) och Svenskt trä (2014) går den metod som kallas för konstruktivt träskydd ut på att faktorer som gör att trä bryts ner undviks. Eftersom fukt i stor utsträckning ökar risken för biologiska angrepp på trä går konstruktivt träskydd ut på att genom utformning av konstruktionen försöka minimera kontakten mellan trä och den fukt som når träet genom nederbörd, luftfuktighet och markfukt. Poängen med konstruktivt träskydd är också att förhindra att träet spricker genom att hålla fuktkvoten på en låg nivå och så konstant som möjligt. Att undvika att solstrålning och regn når träytan är också önskvärt, då dessa ökar yterosion och sprickbildning. Detta, menar Carling m.fl. förhindras bäst genom lämpliga ytbehandlingar, men fuktkvoten kan även hållas konstant genom att fasa horisontella ytor eller anlägga dem med en viss lutning så att ytvatten rinner av. Se exempel på konstruktion för att undvika fukt i figur 2 nedan.

## Tryckimpregnering

Edlund (2007) skriver att tryckimpregnering kom i samband med industrialiseringen då tekniken, att med hjälp av övertryck trycka in vätskebaserade medel i träet, och på så vis få ett skydd som var djupgående och inte bara ytligt, upptäcktes. Impregnerat trä har varit det dominerande skyddet för trä i utomhuskonstruktioner under flera decennier. Enligt Edlund impregnerades trä mellan 50- och 90-talet med CCA-medel som innehåller krom, koppar och arsenik (*Chromated Copper Arsenate*). Det är idag förbjudet att använda arsenik i impregneringsmedel och det finns restriktioner mot att använda krom, då dessa medel är miljögiftiga och cancerframkallande. Vid impregnering av trä som ska användas vid markkontakt används fortfarande i vissa fall krom som impregneringsmedel, men de flesta är numera helt kopparbaserade menar Edlund.

Impregnerat trä som säljs i Sverige ska vara kontrollerat av kemikalieinspektionen och Nordiska träskyddsrådet, NTR (Edlund, 2007). Kemikalieinspektionen (2014) rekommenderar att man så långt som möjligt ska undvika användning av tryckimpregnerat virke då det kan vara skadligt för hälsa och miljö. De skriver också att tryckimpregnerat virke ska sorteras som farligt avfall efter användning.



**Figur 2.** Påbörjat trädäck av tryckimpregnerat furuvirke i centrala Lomma.

Det vanligaste träslaget att impregnera är enligt flera källor splintveden av furu. Detta, menar Svenskt trä (2014), är på grund av att splintveden av furu lätt tar upp impregneringsmedlen och att det går att impregnera djupgående. Kärnvirke av furu är inte lika lätt att impregnera och endast ytan får skydd av de impregneringsmedel som används (Brandt, 2013). Brandt (2013) skriver att det finns två typer av impregnerat virke, dels de som är svagt grönfärgat (se figur 2) och dels ett mer brunfärgat virke där färgpigment har tillsatts till impregneringsvätskan.

Det tryckimpregnerade virket finns i fyra klasser: Klass M för användning i saltvatten, klass A för användning av trä i sötvatten eller med markkontakt, klass AB för trä ovan mark och klass B för snickerier såsom fönster och ytterdörrar (Svenskt trä, 2014)

Tryckimpregnering kan enligt Edlund (2007) även göras med linolja. Linoljeimpregnering kan förekomma både som ett komplement till traditionell impregnering eller som ren linoljeimpregnering. Denna typ av impregnering ger enligt Edlund inget skydd mot svampar, men fungerar avstötande mot fukt. Det finns dock linoljeimpregneringar med tillsatta fungicider som även ger ett skydd mot svampar.

Svenskt trä (2014) skriver att man bör undvika att kapa tryckimpregnerat virke så långt det är möjligt. Om virket ändå måste kapas bör ändträet behandlas med andra träskyddsmedel så som grundolja. De skriver även att impregnerat virke bör oljas för att undvika sprickbildning i träet.

## Värmebehandlat trä

Värmebehandling av trä är enligt Brandt (2010) en nygamal träskyddsmetod. Redan för 1000 år sedan brände människor ytan på virket för att få det att stå emot angrepp bättre, vilket gav ökad livslängd på deras träkonstruktioner. Den moderna värmebehandlingen går ut på att virket värms upp i en syrefri miljö till 160-220 grader Celsius, tiden för uppvärmningen kan variera mellan olika producenter (Brandt, 2013). Poängen, menar Brandt (2010), är att träet åldras ca 200 år på konstgjord väg, vilket ger bättre beständighet mot röta då näringsämnen försvinner ur träet och cellstrukturen förändras. Träets förmåga att ta upp fukt minskar också med upp till 50 % under denna behandling, vilket i sin tur minskar risken för biologiska angrepp avsevärt.

Värmebehandling ska enligt flera källor göra att träet blir sprödare och får minskad hållfasthet, vilket gör det olämpligt att använda i bärande konstruktioner. Däremot ska värmebehandlat trä vara mer dimensionsstabil än obehandlat trä, vilket innebär att det inte sväller och krymper lika mycket när det utsätts för fukt och torka (Brandt, 2013). Behandlingen brukar betraktas som miljövänlig då den inte innefattar några kemikalier. Enligt Brandt går det dock åt stora energimängder för att värmebehandla trä, vilket bör tas med i beräkningen när värmebehandlat trä väljs ur miljösynpunkt. Träet behöver inte ytbehandlas ur rötskyddssynpunkt, men blir med tiden grått om det inte oljas in (Brandt, 2010). Värmebehandlat trä av furu med måtten 26x117 mm kostar ca 40 kr per löpmeter (Beijer byggmaterial, 2014).

## Furfurylering

Furfurylering, skriver Brandt (2013), är en typ av tryckimpregnering. Metoden går till så att träet impregneras med en vattenlösning som består av så kallad furfurylalkohol, vilken är tillverkad av avfall från biomassa. Det kan till exempel handla om sockerrör, majs eller björkflis. Under behandlingen reagerar kemikalierna i furfurylalkoholen med veden, vilket gör att det färdigbehandlade träet inte läcker ut kemikalier, utan dessa stannar i veden och gör virket beständigt mot röta (Nilsson & Björdal, 2006). I Norge har utvecklingen kommit längre än i Sverige och det finns furfurylerat virke på marknaden (Edlund, 2007). Priset på furfurylerat virke med dimensionerna 28x120 mm är ca 50 kr per löpmetr (Vindö byggvaror AB, 2014).

Furfurylering har, enligt Kotsalainen (2005), varit under utveckling ända sedan 1950-talet. Furfurylering är en dyr metod då det går åt en stor mängd kemikalier vid tillverkningsprocessen, metoden kan göras billigare genom att förtunningsmedel tillsätts för att minska mängden kemikalier. Metoden har dock många fördelar eftersom träet blir mer dimensionsstabil, hårdare än obehandlat virke samt får en högre resistens mot mikrobiella angrepp. Träet blir enligt Kotsalainen också tåligare mot syror och alkalier och får en vattenavvisande effekt. Vid användning av furfurylerat virke bör tänkas på att virket är något sprödare än obehandlat virke, och bör därför förböras för att undvika sprickbildning i veden (Brandt, 2013). Enligt Svenskt trä (2014) är furfurylering ett bra miljöalternativ, då furfurylalkoholen är gjord av biologiskt avfall och därmed en förnyelsebar källa.

## Acetylering

Brandt (2013) skriver att acetylering innebär att träet med hjälp av vakuum, tryck och värme impregneras med ättiksyraanhydrid. Acetylgrupper bildas i träet på de ställen där annars vatten skulle ha varit bundet (Larsson, 2001). Träet sväller då, enligt flera källor, trots en låg fuktkvot och håller sig dimensionsstabil även när fuktigheten ökar. Träet blir i samband med acetylering tyngre än obehandlat virke, men får en högre beständighet mot röta (Brandt, 2013). Acetylerat virke har inte samma tendens att spricka som obehandlat virke, menar Brandt. Det blir dock sprödare och bör därför förböras. Acetylering är en metod som det görs flera försök på i Sverige idag.

Enligt Nilsson och Björdal (2006) kräver denna metod dock en stor mängd kemikalier, vilket gör att tillverkningen och även slutprodukten blir dyr, upp till 70 % dyrare än traditionellt impregnerat virke enligt Larsson, 2001. Därför tillverkas trä med denna behandling inte i någon större skala och finns inte på marknaden. Fördelen med acetylerat virke är enligt Larsson (2001) att det inte används några farliga kemikalier i produkten och att den därför kan användas och tas om hand efter användning utan att några farliga ämnen urlakas. Acetylerat virke är dessutom mer dimensionsstabil än traditionellt impregnerat virke, men har ungefär samma beständighet.

## Certifiering av skogsbruk

Svenskt trä (2014) poängterar vikten av att välja certifierade träprodukter, bland annat för att skydda tropiska regnskogar från att skövlas. De två vanligaste certifieringarna är FSC, Forest Stewardship Council (se figur 3) och PEFC, Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes (se figur 4).

FSC är enligt sin hemsida “En internationell medlemsorganisation som verkar för ett ansvarsfullt bruk av världens skogar”(FSC, 2014). FSC bildades 1993 i Kanada. Medlemmarna i organisationen består bland annat av stora miljöorganisationer så som WWF och Greenpeace, sociala organisationer så som fackföreningar och människorättsorganisationer samt företag som jobbar med skog. Tillsammans skapar de reglerna för hur certifieringen ska gå till och vad som ska ingå för att få ett ekonomiskt, socialt och miljömässigt hållbart skogsbruk internationellt. FSC menar också att skog avverkas illegalt på många håll i världen, vilket bland annat innebär skövling av regnskog och bristande försörjningsmöjligheter för de som bor i området. Produkter som är FSC-märkta ska vara certifierade och inte innehålla virke från illegalt avverkade skogsområden enligt organisationen. FSC-märkningen utgår från globala regler, men kan variera i lokala nationer och regioner beroende på vilka förhållanden som råder, de internationella grundkraven måste dock alltid uppfyllas. Hela kedjan från skogsbruk till färdig produkt måste vara godkänd för att få FSC-märkas, vilket också gör produkten spårbar.



**Figur 3.** FSC's logotyp



**Figur 4.** PEFC's logotyp

PEFC är världens största certifieringssystem för skogsbruk, enligt deras egen hemsida (PEFC international, 2014). Det är en organisation som inte är vinstdrivande eller politiskt bunden (PEFC international, 2014). Även denna organisation har som mål att globalt skogsbruk ska vara hållbart både ekonomiskt, socialt och miljömässigt. PEFC certifierar skogsbruk genom tredje part vilket görs för att det ska ske opartiskt. Forest Europe tog 1993 fram en definition av hållbart skogsbruk som PEFC idag grundar sina certifieringar på. Den definitionen lyder:

*”Med uthålligt skogsbruk menas förvaltning och nyttjande av skog och skogsmark på ett sådant sätt, och i en sådan takt att dess biologiska mångfald, produktivitet, förnyingskapacitet, vitalitet och förmåga att både nu och i framtiden fylla viktiga ekologiska, ekonomiska och sociala*

*funktioner på lokal, nationell och global nivå bevaras, utan att andra ekosystem skadas.” (Svenska PEFC, 2014)*

Skogsbruk som certifieras enligt PEFCs standard måste därför, enligt deras internationella webbsida (2014), följa krav så som att: förbättra eller bibehålla ekosystemtjänsterna som skogen utgör, minimera användningen av kemikalier eller använda naturliga alternativ, skydda arbetarnas rättigheter, ge möjlighet till lokal sysselsättning, skydda ursprungsbefolkningens rättigheter samt följa gällande lagar och praxis.



## Träslag lämpliga för utomhuskonstruktioner med markkontakt

Det finns många olika träslag i handeln. I detta kapitel kommer jag fokusera på de träslagen som växer i Sverige, samt ett antal tropiska träslag som anses beständiga för utomhusbruk i vårt klimat. Ungefärliga prisuppgifter har angetts vid vissa av träslagen för att ge en uppfattning om vad olika träslag kostar.

Fakta i detta kapitel kommer ifrån boken *Träfakta: 44 träslag i ord och bild*, av Julius B. Boutelje och Rune Rydell (1986) om inte annat anges.

### Svenska och Europeiska träslag

#### Ek (Europeisk)

*Quercus robur* och *Quercus petraea*, skogsek och bergsek växer i större delen av Europa och västra Asien. Trädet kan i Sverige bli upp till 30 meter högt, men kan nå en höjd av 45 meter på kontinenten. Veden är gulgrå till brun. Kärnveden är mycket beständig mot röta och insektsangrepp, splintveden är dock inte beständig. Splintveden är impregnerbar vilket kärnveden inte är. Ek är ett populärt och beständigt träslag och har därför många användningsområden. Priset på europeisk ek, 26 mm tjock, ligger på ca 760 kr per kvadratmeter (Calexico wood, 2014).

#### Tall

*Pinus sylvestris*, tall, benämns också som furu, växer i nästan hela Europa, norra Asien, Sibirien och Kaukasien. Trädet utgör ca 40 % av Sveriges skog. Det är ett 15-30 meter högt träd. Splintveden är ljus gulvit medan kärnveden är ljus rödbrun. Boutelje och Rydell (1986) skriver att enligt engelsk klassificering är furu ett icke beständigt träslag, men påpekar att vi i Sverige har erfarenhet av att kärnveden av furu kan räknas som måttligt beständig. Splintved av furu angrips lätt av mögel eller blånad efter avverkning, men den är lätt att impregnera. Kärnveden som är mer beständig kan däremot inte impregneras. Furu är ett lättarbetat material och har ett brett användningsområde. Impregnerad splintved kan användas för utomhusbruk (se figur 5). Tryckimpregnerat trallvirke i furu med måtten 22x95 mm kostar ca 9 kr per löpmetr (Beijer byggmaterial, 2014).



**Figur 5.** Privat uteplats av tryckimpregnerad furu. Lomma hamnområde.

## Europeisk Lärk

*Larix decidua* och *Larix russica* är två arter av lärk som förekommer i Europa. De växer i Mellaneuropa, nordöstra Europa och österut i Sibirien. Trädet är 25-35 meter högt och har en ljus rödbrun ved med en viss flammighet i sig. Lärk har en måttlig beständighet mot röta, men kärnveden har dock god beständighet mot syror och baser. Träet är hårt men lättbearbetat. Träet kan inte impregneras, men används flitigt i utomhusmiljöer. Lärkträ med ursprung från Sibirien/Ryssland med måtten 28x120 mm kostar från 36 kr per löpmeter (Beijer byggmaterial, 2014).

## Tropiska träslag

### Afrormosia

Afrormosia (*Pericopsis elata*) är ett 30-45 meter högt träd som växer i Västafrikas savannområden. Trädet har mycket stor andel kärnved som är brun till mörkbrun. Trädet liknar teak och kallas ibland för afrikansk teak trots att det inte är besläktat med teak. Virket är mycket beständigt mot röta. Träet har god hållfasthet och är tämligen lätt att bearbeta. Afrormosia kan inte impregneras men kan användas utomhus utan impregnering på grund av den goda beständigheten.

### Afrikansk Afzelia

*Afzelia bipindensis* växer i större delen av Afrika och är ett 30-40 meter högt träd. Kärnveden är mörkt brunröd och kan ha en viss flammighet eller marmorering. Virket är mycket beständigt mot insekter och röta och är tungt och hårt, vilket gör det relativt svårbearbetat. Afzelia går inte att impregnera och träoljebehandling fäster dåligt. Träet kan användas för utomhusbruk men bör inte ha kontakt med betong då betongen kan ta skada av detta.

### Azobé

*Lophira alata* är enligt Farmer (1972) ett upp till 55 meter högt träd som växer i västra Afrika. Veden är mörkt rödbrun med vita partier i porerna. Träslaget säljs under flera namn, bland annat ekki, azobé och bongossi. Vidare skriver Farmer att virket är svårarbetat och har en lång torkningstid men har mycket god beständighet mot röta. Azobé (se figur 6) kan användas för utomhusbruk och passa bra i miljöer där ett slitstarkt material behövs, till exempel broar, slipers och marina miljöer menar Farmer.



**Figur 6.** Träkonstruktion på marken av azobé i västra hamnen, Malmö.

## Iroko

*Chlorophora excelsa* och *Chlorophora regia*, iroko, är afrikanska träd som växer i ekvatorzonen, främst i regnskogarna vid Elfenbenskusten. Trädet är 40-45 meter högt och veden är mörkt guldbrun till olivfärgad. Även detta träd kallas ibland för afrikansk teak. Träet innehåller ett ämne som kan vara allergiframkallande. Iroko kan inte impregneras. Träet är mycket beständigt mot röta, insekter, syror och baser, och lämpar sig därför bra till utomhusmiljöer.

## Mörkröd meranti

I Sydostasien finns många arter av *Shorea*, varav ungefär 15 marknadsförs som mörkröd meranti. Det finns även arter av *Shorea* som har ljusare ved och inte räknas till denna grupp. De träd som ingår i gruppen mörkröd meranti växer i Sydostasien och det mesta av det sågade virket kommer ifrån Malaysia. Trädet är 30-40 meter och kärnveden, vilket är den som används, är mörkt rödbrun. En viss variation förekommer då flera arter inkluderas i marknadsföringsnamnet. Träet är beständigt mot röta och lämpar sig därför väl för utomhusbruk. Veden är svår att impregnera men lätt att bearbeta.

## Teak

*Tectona grandis* är ett upp till 40-45 meter högt träd som huvudsakligen växer i Sydostasien, men även i planterade bestånd i Västindien och Afrika. Splintveden är tunn och används oftast inte. Kärnveden är brun och ofta strimmig och en obehandlad yta av teakträ känns ofta fet. Beständigheten mot insekter och röta är hos teak utomordentligt god, vilket gör att träet lämpar sig väl för utomhusbruk. Teak innehåller kiselsyra vilket sliter starkt på maskiner och verktyg och gör träet svårbehandlat. Det är inte att rekommendera till böjda konstruktioner, eftersom att teak lätt blir buckligt. Teak går inte att impregnera. Planhyvlade plankor i teak med måttet 21x70 mm kostar ca 252 kr per löpmeter (Calexico wood, 2014).



## Anläggningsmetoder

Hållbarheten av trä påverkas, enligt Svenskt trä (2014), till stor del av hur anläggningen konstrueras. Målet är att skapa en anläggning som utesluter fukt, för att undvika mikrobiella angrepp. Vid användning av trä med markkontakt går det i princip inte att bygga bort fukten menar Svenskt trä. Detta gör att anläggningen istället utformas så att träet har möjlighet att torka upp snabbt efter t.ex. ett regn. Vid anläggningar av denna typ som är utsatta för fukt rekommenderar Svenskt trä att när man ska använda tryckimpregnerat virke ska det vara klass A eller AB. A vid kontakt med marken och AB ovanför mark.

Innan en anläggning av trä påbörjas brukar marken förberedas ordentligt. Detta görs enligt Föreningen Svenska skogsindustrier (2009) genom att all matjord tas bort ner till fast underlag, sedan fylls det på med ett lager makadam som bildar ett dränerande skikt. Makadamen packas sedan för att undvika sättningar. Vid anläggning av ett trädäck direkt på marken kan regler sedan läggas direkt ovanpå den packade makadamen menar Föreningen Svenska skogsindustrier (se figur 7). Brädorna spikas sedan ner i reglarna. Detta gör att luft kommer in under brädorna så de får möjlighet att torka.



**Figur 7.** Trä på marken anlagt med luftspalt vilket ger möjlighet för träet att torka upp.  
*Västra hamnen, Malmö.*

## Underhåll

Svenskt trä (2014) skriver att trädäck, altaner och trallbrädor bör ses över ofta för att inte vara en fara för de som går på dessa ytor. Underhåll innebär oftast byte av brädor som blivit skadade, gått av eller drabbats av röta. Trädäcket kan också behöva oljas in regelbundet med en penetrerande olja för att undvika uttorkning, fuktupptag samt för att motverka missfärgning.

Trä är ett material som lätt blir halt vid fuktiga förhållanden, skriver Svenskt trä (2014), vilket kan motivera valet av ett ohyvlat virke som har en grövre ytstruktur eller brädor som har urfrästa spår i ytan. Det finns även andra typer av halkskydd, såsom nät (se figur 8) och tjärpapp (se figur 9). Svenskt trä skriver dock att ohyvlat eller spårat virke ändå inte kan utesluta riskerna för halka som är störst vid lövfällning, algpåväxt och töväder med efterföljande frost. För att minska halkrisken så bör träet tvättas regelbundet för att få bort löv och alger.



**Figur 8.** Halkskydd i form av nät, London    **Figur 9.** Halkskydd i form av tjärpapp, London

## Diskussion

Syftet med detta arbete var att undersöka hållbarheten av träkonstruktioner på mark. Det jag kommit fram till är att trä kan vara ett hållbart material för konstruktioner på mark om rätt träslag används och om rätt träskyddsmedel används på materialet. Långt ifrån allt trä är hållbart men det finns flera sätt att öka hållbarheten på.

Idag är det tryckimpregnerad furu som dominerar marknaden för denna typ av konstruktioner enligt Edlund (2007). Detta kan bero på att det är billigare än de övriga alternativen av behandlingsmetoder eller naturligt beständiga träslag. Det kan också bero på att det av tradition varit det mest använda, att byggvaruhus och informationsbroschyrer rekommenderar detta och att det gjorts många studier och försök som visar på att det är hållbart och effektivt i utsatta miljöer. De olika klassificeringarna av tryckimpregnerat virke gör också att det blir lätt att hitta det man söker och man får ofta en garanti på hur länge det ska hålla.

I flera av de offentliga utemiljöer jag har besökt har det dock använts mer tropiska träslag som azobé och teak. Detta kan dels bero på den ökade miljömedvetenhet som finns bland arkitekter, projektörer och allmänheten idag och dels på vad som är modernt, då det främst är nyare anläggningar som använder sig av tropiska träslag. I offentliga miljöer är det också mer motiverat att använda sig av dyra material eftersom fler människor ska använda ytan. Att privatpersoner använder traditionellt tryckimpregnerat virke kan också bero på att det i många byggvaruhus inte finns så stort utbud av alternativ. Tropiska träslag är svåra att få tag på för privatpersoner om man inte från början vet exakt vad man vill ha, och därmed kan beställa varan. Oftast så gör man inte det utan går till ett byggvaruhus för att köpa virke till sin nya altan eller liknande och tar då det träslag som rekommenderas där. På sikt tror jag andra metoder av impregnering eller tropiska träslag kommer bli vanligare i byggvaruhusen, eftersom privatpersoner kan komma att efterfråga det material som används i offentliga anläggningar. Om det dessutom blir hårdare restriktioner av tryckimpregnerat i framtiden, vilket det troligtvis kommer bli, så tvingas handeln att ta in andra alternativ.

Om man använder impregnerat eller naturligt beständigt träslag handlar främst om priset och därefter utbudet och miljöfrågan. Men är det verkligen så att naturligt beständigt trä är miljövänligare än impregnerat? Det impregnerade virket är framförallt furu och detta virke kommer oftast ifrån svenska skogar, vilket minskar utsläppen från transport avsevärt. Icke certifierat skogsbruk i tropikerna kan ha en enorm miljökonsekvens om det innebär att regnskogar skövlas. Detta både genom minskat koldioxidupptag och utrotning av arter som är beroende av dessa miljöer. Om skogsbruket i tropikerna är certifierat kan det dock vara ett bättre miljöval eftersom det fortfarande används farliga kemikalier i impregnerat virke så som koppar och även krom i A och M klasserna. Kemikalieinspektionen har dock godkänt dessa impregneringsmedel, vilket borde innebära att de kan användas i begränsad mängd. Tittar vi tillbaka i tiden har dock även arsenik och andra miljöfarliga ämnen använts i impregnerat trä utan att någon sagt emot, så det kan vara fallet i framtiden att koppar blir otillåtet att använda, när kunskapen om dess eventuella effekter också visar sig ha en alltför negativ påverkan på miljön.

Det jag tycker är intressant ur miljösynpunkt är de nyare metoderna som börjar komma fram på marknaden: värmebehandling, furfurylering och acetylering. Värmebehandling är en metod som har fungerat tidigare och bland de äldsta metoder som finns för att få trä mer beständigt. Till utemiljöer borde det fungera bra, så länge man använder ett mer hållbart material till regler och liknande bärande konstruktioner, eftersom värmebehandling sänker hållfastheten.



Värmebehandlat trä borde framförallt vara ett alternativ för privatpersoner som ska anlägga mindre trädäck då det inte ställs lika höga krav på beständighet och slitaget är mindre än i offentliga miljöer.

Furfurylering är ett annat alternativ som fungerar som traditionell impregnering men är miljövänligare eftersom inga farliga kemikalier används. Denna metod har dock varit under utveckling länge vilket jag uppfattar som att den inte har slagit igenom riktigt. Det är oklart varför, det kan ha att göra med priset på tillverkningen. Då miljömedvetenheten ökar bör både denna metod och acetylering bli vanligare i framtiden om man kan få ner tillverkningspriset på dem. Eftersom trä som behandlats med dessa metoder också blir dimensionsstabil och hårt, något som eftersträvas, så finns det stor potential att utveckla dem.

Vilket virke som oftast används vid furfurylering och acetylering är oklart, men eftersom furu är det som enklast impregneras med traditionella metoder vore det inte otänkbart att detta virke även skulle vara det vanligaste att använda i dessa nya metoder då de liknar traditionell tryckimpregnering i tillvägagångssätt. De produkter av furfurylerat virke jag hittat är främst av olika arter av tall (Pinus) samt lönn (Kebony, 2014) Om det är så att svenskproducerad tall kan användas till furfurylering och acetylering är det en miljövinst i det långa loppet att använda sig utav dessa metoder i Sverige. Detta eftersom furuvirket är odlat i Sverige och långa transporter från tropikerna då kan undvikas. Det enda beständiga träslaget i Sverige idag är ek, vilket sällan används i utomhusanläggningar. Detta beror sannolikt på att det inte finns tillräckligt stora bestånd av ek för att producera den typ av trallvirke som oftast används utomhus.

Hur man anlägger en slityta av trä har stor inverkan på hur länge den kommer att hålla. Den enklaste typen av anläggning vore att helt enkelt lägga brädor direkt på marken. Detta görs dock oftast inte av förståeliga anledningar då träet skulle bli utsatt av konstant fukt i kombination med syre vilket skulle ge bästa möjliga förutsättningar för mikrobiella angrepp och insekter. Istället dräneras marken under anläggningen och brädorna läggs på regler så att luft kan komma in underifrån, vilket ökar hållbarheten avsevärt eftersom torrt trä inte ruttnar. Det var svårt att hitta bra information om varför anläggningar ser ut som de gör, vilket jag tror kan bero på att det för många är självklart att bygga in luft men också för att det finns många olika sätt att göra detta på. Det kan till exempel röra sig om att lägga träreglar direkt på marken, att gjuta betongplintar att fästa reglarna i eller att lägga reglarna på ett underlag av betongplattor. Det finns även kombinationer av dessa metoder men inte någon information om vad som lämpar sig bäst eller varför man bör bygga som man gör.

En nackdel med trä på marken är att det i fuktiga förhållanden lätt blir halt. Framförallt i offentliga miljöer är detta ett problem då människor i värsta fall kan bli allvarligt skadade genom att halka. När jag gjorde observationer på ett flertal platser i London var det någon form av halkskydd på nästan alla träkonstruktioner på mark, vilket var väldigt intressant att se. Jag har dock inte sett någon form av halkskydd på de ytor jag besökt i Sverige. Varför jag hittade dessa halkskydd i London och inte i Sverige är oklart men det kan bero på att London har ett fuktigare klimat än de flesta delar av Sverige, vilket gör att träet oftare är halt. Det kan också bero på att vi inte tycker det ser estetiskt tilltalande ut, varpå funktionen får kliva åt sidan. En annan anledning kan vara att jag av slumpen stötta på dessa ytor i London och inte i Sverige men att det är lika vanligt på båda ställena. Det skulle vara intressant att se statistik för hur ofta det sker olyckor på grund av hala trätytor för att avgöra om halkskydd är nödvändigt.

Till sist vill jag säga att även fast trä fungerar som material på marken är det inte för evigt hållbart. Att ett träslag är beständigt innebär ofta att det har en livslängd i kontakt med mark på ungefär 25-30 år. De träslag som är mycket beständiga kanske håller i 35-40 år i direktkontakt med mark. Nu byggs sällan anläggningar då träet har direktkontakt med marken, utan normalt finns en luftspalt där emellan. Jämför man trä med andra material exempelvis natursten så är sten det material som kommer att hålla längst då allt trä till sist bryts ner. Vidare kan diskuteras hur länge man räknar med att en anläggning ska hålla? En privatperson som bygger en ny altan kanske inte kommer ha den i mer än 20 år, och i offentliga miljöer är slitaget stort och ytorna anpassas efter vad som är modernt, vilket gör att dessa anläggningar kanske inte eller kommer att vara kvar i mer än 50-60 år, och då är trä ett ganska bra material att använda ur återvinnings- och tillverkningspunkt.

## Metoddiskussion

Jag har använt många källor som på ett eller annat vis är kopplade till skogsindustrin. Detta har påverkat arbetet eftersom skogsindustrin gärna påpekar alla de fördelar som finns med trä och sällan går in på nackdelarna med materialet. Å andra sidan finns det inte många som skriver saker som är negativa om ett material eller har en helt opartisk syn på det. Även i kapitlet om certifiering har informationen tagits ifrån organisationernas egna hemsidor, vilket kan ge en färgad bild av att allt är bra utan att ifrågasätta det som kan bli problematiskt. Eftersom dessa organisationer är så stora och har så många medlemmar från andra miljö- och sociala organisationer så har jag valt att lita på dem. Jag har dock försökt att endast använda ren fakta från dessa sidor och inte ta med information som kan uppfattas som partiskt.

En del av mina källor är ganska gamla (70- 80-talet) och ifrån dessa källor har jag undvikit att hämta information om träskyddsmetoder, då dessa är förlegade idag. I dessa källor har jag främst hämtat information om nedbrytningsprocessen, träslag och till viss del anläggningsmetoder, då dessa inte har förändrats avsevärt sedan böckerna skrevs. I kapitlet om träslag har jag använt en bok från 80-talet (*Trä fakta: 44 träslag i ord och bild*, av Julius B. Boutelje och Rune Rydell) då jag inte hittat nyare litteratur som har samma omfattning som denna och att nyare litteratur ofta refererar till den boken.

Jag valde att inte använda mig av intervjuer eller liknande undersökningar som metod i detta arbete, främst på grund av tidsbrist. Hade intervjuer genomförts med insatta i ämnet, t.ex. arkitekter, forskare, skogsindustrin eller snickare så hade kanske arbetet fått en större omfattning och flera perspektiv på materialet. Det hade även gett en bredare bild av vad folk har för erfarenhet av träkonstruktioner på mark, tycker de att det fungerar bra? I detta arbete finns det inte med några erfarenhetsaspekter, utan endast resultat av forskning och undersökningar av materialet, inte hur det ser ut och fungerar på den faktiska platsen.

## Slutsats

Slutsatsen av detta arbete är att trä är ett hållbart material som går att använda i såväl offentliga som privata rum. Vilket träslag man använder beror till stor del på hur länge man vill att anläggningen ska hålla och vad den ska användas till. Vissa träslag är lämpligare än andra ur beständighetssynpunkt. De träslag som inte anses vara beständiga kan i vissa fall genomgå en behandling för att bli mer beständiga, det vanligaste träslaget som används i sådana behandlingar är furu.

Trämaterialet bör ha så lite kontakt med fukt som möjligt, eftersom fukt är den största orsaken till att trä bryts ned. Detta görs genom att marken dräneras, ett konstruktivt träskydd och att anläggningen byggs med en luftspalt under trä materialet som tillåter det att torka upp.

När tropiska träslag används är det extra viktigt att dessa är certifierade enligt FSC- eller PEFC-standard, för att försäkra sig om att materialet inte bidrar till skövling av regnskog och orättvisa arbetsförhållanden.

Om impregnerat virke används bör detta vara NTR-märkt och av rätt klass för användningsområde. A är den klass som används för trä med markkontakt. AB är den som används ovan marken.

Det finns flera alternativ till impregnerat virke. Värmebehandlat och furfurylerat virke finns idag i små mängder på marknaden. Acetylerat virke är fortfarande på utvecklingsnivå, men kan komma på marknaden i framtiden om ett billigare tillverknings sätt blir tillgängligt. Alla dessa metoder är idag dyrare än traditionellt impregnerat trä

Alla anläggningar av trä bör underhållas genom oljning, tvättning och byte av brädor för att undvika personsador och för tidigt åldrande av trä materialet med mikrobiella angrepp som följd.

## Källförteckning

Bergh, R. Carlstedt, C-E. Humble, O. Vinberg, H. Avén, S.(1984). *Handboken Bygg. M, Material, produkter och arbetsteknik*. Stockholm: LiberFörlag

Boutelje, J, B. & Rydell, R. (1986). *Trä fakta: 44 träslag i ord och bild*. Stockholm: Träteknikcentrum

Brandt, K. (2010) Mer än bara yta, *Träinformation*, (2010) nr. 2 s. 9-11.

Brandt, K. (2013) Välj rätt träskydd, *Trä!*, (2013) nr. 4 s. 30-31.

Beijer byggmaterial (2014) *Beijer byggmaterial* (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.beijerbygg.se/store/privat> (2014-09-03)

Carling, O. Follin, T. Jermer, J. Lundström H. (red.) (1984). *Träskyddshandbok*. Stockholm: Sv. Byggtjänst

Calexico Wood (2014) *Calexico wood* (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.calexicowood.se/prislista> (2014-09-03)

Edlund, M.-L. (2007).  
Trä för utemiljö bör skyddas och hanteras på rätt sätt, *Husbyggaren*, (2007) nr. 2, s. 8-10.

Farmer, R. H. (red.) (1972). *Handbook of hardwoods*. 2. ed. London: H.M. Stationery Off

FSC Forest Stewardship Council. (2014), *Forest Stewardship Council Sweden*.(Elektronisk) Tillgänglig: <http://se.fsc.org/index.htm> (2014-05-12)

Föreningen Sveriges skogsindustrier (2009) *Trädäck på mark*. Stockholm: Skogsindustrierna.

Kebony (2014) *Kebony* (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.kebony.se/se/> (2014-09-03)

Kemikalieinspektionen (2014) *KemI-Kemikalieinspektionen*.(Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.kemi.se/sv/> (2014-05-13)

Kotsalainen, S. (2005). *Undersökning av värmebehandlingsmetod som färgar trä*, Examensarbete, Linköpings universitet - Tekniska högskolan (Elektronisk) Tillgänglig: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-4432> (2014-05-08)

Larsson, E. (2001). Ättika ger bättre trä, *Ny Teknik*, (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.nyteknik.se/nyheter/verkstad/verkstadsartiklar/article15506.ece> (2014-05-09)

Nilsson, T. & Björdal, C (2006). Trä i trädgården – att välja virke, *Fakta Trädgård – Fritid*, (2006) nr. 120

PEFC international (2014) *PEFC*.(Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.pefc.org/> (2014-05-12)

Sandberg, D. (1995). *Nedbrytningsmekanismer och livslängd hos byggnadsmaterial: doktorandkurs i byggnadsmateriallära 1994.* (1995).

Sandberg, D. (1997). *Nedbrytningsmekanismer hos trä. [Elektronisk resurs]: 2. Utomhusexponering av radiella och tangentiella ytor av furu och gran. /*. Stockholm: KTH Royal Institute of Technology

Svenska PEFC (2014) *PEFC*.(Elektronisk) Tillgänglig: <http://pefc.se/> (2014-05-12)

Svenskt trä (2014) *Svenskt trä, en del av skogsindustrierna*.(Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.svenskttra.se/> (2014-05-12)

Thörnqvist, T. (1987). *Vedegenskaper och mikrobiella angrepp i och på byggnadsvirke: litteraturstudie*. Stockholm: Statens råd för byggnadsforskning

Vindö byggvaror AB (2014) *Vindö byggvaror AB* (Elektronisk) Tillgänglig: [http://vindobyggvaror.e-line.nu/servlet/us\\_pyra?wts.PAGE=h\\_ix3.htm&\\$GUEST=1%20&wts.ACTION=loginguest&p=H](http://vindobyggvaror.e-line.nu/servlet/us_pyra?wts.PAGE=h_ix3.htm&$GUEST=1%20&wts.ACTION=loginguest&p=H)

## Bilder och figurer

Fotografier och figurer där ej annat anges är fotograferade av och tillhör författaren. De övriga har getts tillstånd att användas i detta arbete enligt nedan.

**Figur 3** – FSC Sverige, 2014-05-14

**Figur 4** – PEFC International, 2014-05-13