

trä & material innehållande trä i utemiljö

- *alternativa metoder & produkter*

per johansson

examensarbete inom
landskapsingenjörsprogrammet 2008:25

LTJ-fakulteten
SLU - Alnarp

ISSN 1651-8160

förord

Detta examensarbete är skrivet under våren 2008 inom ramen för landskapsingenjörsprogrammet vid LTJ-fakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU – Alnarp.

Arbetet omfattar 15 högskolepoäng (ECTS) och är på C-nivå inom ämnet teknologi.

Jag vill härmed tacka Ann Bergsjö för inspiration, handledning och noggrann genomläsning.

Vidare vill jag tacka alla som hjälpt mig att genomföra detta arbete samt alla som, på sitt speciella sätt, sporrat mig när det kännts mindre roligt.

Nu när tillfälle ges vill jag även passa på att tacka alla som inte hjälpt mig men som på ett eller annat sätt gjort att jag kan vara här och nu.

Per Johansson
Malmö, 2008-05-22

text: Per Johansson
foto: Per Johansson, där ej annat anges

handledare: Ann Bergsjö
examinator: Kaj Rolf

framsida: bordsskiva av stjärnsågad furu

innehållsförteckning

sammanfattning	1
inledning	3
bakgrund	3
syfte	4
avgränsning	4
metod	5
skog	8
skogindustrin i Sverige	8
skogen och miljön	10
certifiering	12
trä	16
miljömärkning	16
träets egenskaper	19
svällning och krympning	19
beständighet	21
träslag för utemiljö	23
Azobé - <i>Lophira alata</i>	23
Ek - <i>Quercus robur</i> / <i>Q. petraea</i>	24
Furu - <i>Pinus sylvestris</i>	25
Gran - <i>Picea abies</i>	25

Lärk - <i>Larix decidua</i> , <i>L. kaempferi</i> m.fl.	26
Teak – <i>Tectona grandis</i>	26
träskydd	27
konstruktivt träskydd	29
tryckimpregnering	30
furfurylering	32
vegetabiliska oljor	33
värmebehandling	34
acetylering	35
stjärnsågning	36
kärnfuru	36
kompositmaterial	37
skivmaterial	38
en tillbakablick	38
träbaserade skivmaterial	39
trä-plast-kompositer	41
att välja material	45
diskussion	46
inspiration och produktguide	49
figurlista	65
refererade källor	66

sammanfattning

Detta examensarbete tar avstamp i kursen *Markbyggandets hårda material och konstruktion*, Tn0214, som var valbar under mitt tredje och sista år på landskapsingenjörsprogrammet vid SLU – Alnarp. Då jag har erfarenheter av byggnads- och möbelsnickeri samt ett intresse för material har jag under min tid på SLU-Alnarp reflekterat över de sätt som trä idag används utomhus.

Det absolut vanligaste trämaterialiet för utomhus-tillämpningar idag torde vara konventionellt tryckimpregnerat virke. Detta trots att jag tycker mig se allt fler annonser, artiklar och notiser om nytvecklade alternativa trämaterial. Som en reaktion på användningen av tryckimpregnerat virke har man på senare tid börjat använda sig av lärk, gärna struken med järnvitriol, men vad få verkar veta är att lärk i bästa fall är beständigare än furu, men att järnvitriolen i stort sett bara har en kosmetisk effekt.

I takt med att restriktionerna för den konventionella tryckimpregneringen blir allt hårdare har det kontinuerligt forskats kring och tagits fram alternativa metoder, material och produkter med lägre miljöbelastning. Man har bland annat arbetat med att förändra träets egenskaper, på fysisk och / eller kemisk väg. Det har dock visat sig att det än så länge är svårt att ta fram produkter som motsvarar egenskaper och pris hos det tryckimpregnerade virket.

Det blir även allt vanligare att det används allt mer av material med ursprung i tropikerna som visserligen har en god beständighet men som kan vara tveksam att använda med avseende på den exploaterings-, transport och miljödebatt som finns i samhället idag. Detta samtidigt som just skogsråvara är en av Sveriges och nordens största naturtillgångar.

Syftet med detta arbete är att utforska vad det finns för nya eller alternativa material, bestående av eller innehållande trä, som skulle kunna fungera i tillämpningar utomhus för att utvärdera och presentera dessa på ett sådant att en eventuell projektör med hjälp av litteraturstudien kan bilda sig en uppfattning om dess egenskaper.

Arbetet behandlar ett urval av de produkter, material och metoder samt den forskning och industri som idag finns angående detta område i norra Europa.

När jag började samla information till detta arbete hade jag en bild av att det skulle finnas fler nya material som lämpar sig för utemiljö än vad som faktiskt verkar finnas. Många av de alternativa träprodukterna och metoderna är fortfarande i försöksstadiet och en del av dem är på grund av olika anledningar avvecklade. Detta samtidigt som den tropiska skogsindustrin i och med certifiering blir allt mer kontrollerad och ekonomiskt, ekologiskt samt socialt hållbar.

Det är svårt att veta vad som i längden är det mest ekonomiska och eko-effektiva materialet för en tillämpning. Vid en livscykelanalys är det inte självklart att ett trämaterial med ursprung i tropikerna är sämre ur dessa aspekter än ett nordiskt.

I och med att allmänheten blir allt mer miljömedveten och den konventionella tryckimpregneringen blir allt mer reglerad ökar efterfrågan på nya beständiga material. Detta tillsammans med att det sedan några år tillbaka finns ett forskningscentrum i Sverige med fokus på eko-effektiva träbaserade material och metoder gör att finns det goda utsikter för att dessa ska bli allt vanligare i framtiden.

inledning

bakgrund

Detta examensarbete tar avstamp i kursen *Markbyggandets hårda material och konstruktion*, Tn0214, som var valbar under mitt tredje och sista år på landskapsingenjörsprogrammet vid SLU - Alnarp. En kurs som kändes självklar att välja då jag är mycket intresserad av just både material och konstruktion.

Inom kursen gavs det, förutom möjlighet att praktiskt arbeta med olika material, såsom: sten, betong, metall och trä, även föreläsningar om deras användning i skilda tillämpningar i utemiljö. Det var under dessa föreläsningar som idéerna kring detta arbete började formas.

Då jag även har en möbelsnickarutbildning bakom mig började jag fundera på de sätt som trä idag används utomhus samt om det skulle kunna finnas några andra sätt och material att arbeta med.

Jag har sett detta arbete som en möjlighet att sammankoppla mina två utbildningar och på så vis "knyta samman säcken" samt en få chans att få arbeta med och lära mig mer om nya material.

Under många år har målat eller tryckimpregnerat virke varit de självklara valen när det projekterats utomhustillämpningar. På senare tid har det blivit populärt med lärk, gärna struken med järnvitriol, men vad få verkar veta är att lärk, visserligen i bästa fall är beständigare än furu, men att järnvitriolen i stort sett bara har en kosmetisk effekt.

Jag ser även allt mer av olika material med ursprung i tropikerna som antagligen har en god beständighet men som kan vara tveksam att använda med avseende på den exploaterings-, transport och miljödebatt som finns i samhället idag.

Jag har en känsla av att utvecklingen går mot att använda material vars ursprung, kvalitet och miljöpåverkan kan vara svår att kontrollera och validera. Detta samtidigt som just skogsråvara är en av Sveriges och Nordens största naturtillgångar. Kanske går vi över ån efter vatten?

syfte

Syftet med detta arbete är att utforska vad det finns för material, bestående av eller innehållande trä, som skulle kunna fungera i tillämpningar utomhus och att utvärdera och presentera dessa på ett sådant att en eventuell projektör med hjälp av litteraturstudien kan bilda sig en uppfattning om dess egenskaper.

Med detta hoppas jag vidga projektörers vyer och inspirera till att föreskriva material väl anpassade till tillämpningen och med hög kvalitet avseende funktion, miljöpåverkan och estetik.

avgränsning

Inledningsvis avsåg jag att avgränsa arbetet till att endast behandla material, metoder och produkter med nordisk härkomst. Då det visade sig att det skulle bli svårt att få fram bra exempel utökade jag området till norra Europa.

Anledningen till att jag från början begränsade mig till Norden var att jag i ett miljöperspektiv inte vill uppmuntra till långa transporter men beroende på vart i Sverige man vill ha materialet levererat torde det inte alltid göra så stor skillnad om det kommer från Holland eller Norrland.

Vidare kommer endast material och produkter som på något sätt är processade, modifierade eller behandlade innan de når konsumenten att ingå. Olika ytbehandlingar kommer inte att tas upp.

Under rubriken kompositmaterial behandlas endast material innehållande minst 50 viktprocent trä.

metod

Metoden delas in i tre delar:

1. Litteraturstudie

Här kommer jag bland annat att diskutera kring träanvändning ur ett historiskt perspektiv och definiera, för denna rapport, centrala begrepp. Informationen inhämtas via SLU - Alnarp's bibliotek, Stadsbiblioteket i Malmö samt från internet.

Då jag primärt är intresserad av information om den nordiska forskningen och marknaden har jag i första hand sökt efter information på svenska.

De sökord jag använt är, bland andra:
modifierat trä, WPC, wood polymer composit, wood plastic composite, wood palstic compound, beständighet, träskydd, kompositmaterial, modifierat trä, värmebehandlat trä, thermowood, tryckimpregnering, furfuryrylering, acytelering och skivmaterial.

2. Inventering

För att komma i kontakt med de material som finns på marknaden idag har jag använt Internets sök-motorer och även nyttjat två av nätets kostnadsfria, virtuella materialbibliotek.

www.materia.nl - materialbibliotek, Nederländerna

www.ravara.se - materialbibliotek, Mölndal

Dessa fungerar så att man kan söka material efter ursprung, råmaterial, textur, väderbeständighet och så vidare och få en kort presentation av de material som stämmer överens med de sökta kriterierna samt, i regel en länk eller annan kontaktinformation till producenten.

Jag var även på *Material & Funktion*-mässan på Elmia i Jönköping 9-10 april 2008 i hopp om att komma i kontakt med leverantörer och få känna på olika material.

De gånger jag talat med olika leverantörer har jag även passat på att fråga dem om de känner till något annat material eller annan leverantör som skulle kunna vara intressant för mitt arbete.

Jag har även varit i kontakt med Sveriges Tekniska Forskningsinstitut som driver ett kompetenscentrum (Ecobuild) inom området träbaserade material och produkter i samverkan mellan högskolorna/universiteten och industrin.

metod forts.

3. presentation

Presentationen av de olika materialen strävar inte efter att föra fram den ultimata produkten eller metoden utan för att på ett lättöverskådligt sätt presentera materialens karakteristiska och därmed underlätta för en projektör eller konstruktör att välja det material som bäst lämpar sig för det aktuella ändamålet.

Jag har delat in redovisningen av materialet i två delar. Den första är beskrivande, i text och bilder, samt resonerande kring möjligheter och begränsningar. I den andra delen har jag utformat ett formulär som på samma sätt för alla produkter, sammanställer den information som jag tycker är viktig i en projekteringsfas.

Mycket av informationen i presentationerna är sammanställningar av produktblad och leverantörers hemsidor varför det kan vara bra att med hjälp av litteraturstudien i detta arbete försöka bilda sig en egen uppfattning om materialets egenskaper.

I de fall informationen ej funnits och jag ej arbetat med materialet ifråga har jag utifrån mina erfarenheter som byggnads- och möbelsnickare tillåtit mig antaganden om egenskaper bland annat angående formbarhet och hanterbarhet.





skog

Mer än halva Sveriges yta täcks av skog och tillväxten är större än avverkningstakten. År 1930 bestod det svenska virkesförrådet av cirka 1800 miljoner m³ skog. År 2030 räknar Skogsstyrelsen med att vi är uppe i cirka 3300 miljoner m³. Landets skogsmark motsvarar knappt 1 % av all skogsmark på jordklotet. (Skogsstyrelsen, 2008)

Som kuriosa kan det vara intressant att veta att stormen Gudrun beräknas ha fällt 75 miljoner m³ skog (ibid.) under 4-5 timmar, vilket motsvarar en knapp årsavverkning. (Nationalencyklopedin, 2008)

Virkesvolymen utgörs till största delen av gran och tall med 41 respektive 39 %. Av de resterande 20 procenten står björken med 12 % för den största delen (Skogsindustrin, 2006). Ädellövträden, så som alm, ask, avenbok, ek, lind och lönn utgör mindre än 1 % av den totala skogsmarksarealen (Sandberg, D., 2000).

På mindre än hundra år har Sveriges skogstillgångar fördubblats och då avverkningen är mindre än tillväxten kommer den fortsätta att öka (Föreningen Sveriges Skogsindustrier, 2004). Ökningen beror bland annat på ett allt bättre skogstillstånd som ger mer välslutna bestånd och ett totalt högre förråd (Sandberg, 2000), samt att den ökade mängden luftföroreningar, som kvävedefall, antas ha påverkat skogens tillväxt (Sedin, R., 2007).

Utöver de tekniska och ekonomiska värden, som till exempel råvara och energi, skogen ger oss får vi även i kombination med den för Sverige relativt unika *Allemansrätten* även möjlighet till rekreation och annat friluftsliv. Den ger oss möjlighet att fritt vistas i naturen, plocka bär och svamp, så länge vi även tar ansvar och visar hänsyn till natur och djurliv samt mot markägare och andra besökare. (Naturvårdsverket, 2008)

skogindustrin i Sverige

I *Skogsindustrin – en faktasamling 2006* står det att läsa att skogsindustrin står för cirka 11 % av landets industri och även av den totala varuexporten. Detta gör att Sverige är världens tredje största exportör av skogsrelaterade produkter, så som, papper och sågade trävaror samt världens fjärde största leverantör av pappersmassa.

Under 2006 producerades det 18 miljoner m³ sågade trävaror i Sverige. Av dessa exporterades 13,2 miljoner m³. Storbritannien var den största importören av svenska träprodukter med 3 miljoner m³ följt av Danmark med 1,5 miljoner m³. De största utomeuropeiska importörerna är, i fallande ordning, Japan, USA, Egypten, Marocko och Saudiarabien. (Skogsindustrin, 2006)

Vad det gäller den inhemska industrin kan man se att det blir allt färre men effektivare och / eller större sågverk. Från 1980 till 2006 har antalet sågverk som producerar mer än 10 000 m³ per år minskat från 283 till 170 stycken, det vill säga en minskning med 40 %, samtidigt som produktionen ökade med 62 %. Det totala exportvärdet har under denna tid ökat med drygt 460 %, från 5,4 till 25 miljarder kronor. (ibid.)

Under denna tidsperiod har även antalet industrier i förädlingsledet, så som träskiveindustrin, minskat men här med den skillnaden att även produktionen gått ner. Visserligen är dagens industrier effektivare och framställer mer per enhet men det totala exportvärdet har minskat med 270 % från 937 miljoner till 346 miljoner kronor. (ibid.)

Skogsindustrin (2006) beräknade att cirka 16 % av den svenska trävaruanvändningen 2006 gick till impregnering. De två andra större segmenten är förpackningar med 19 % och övrigt med 25 %. Nyproduktion uppgår till 12 % och möbler, fönster, dörrar och golv utgör cirka 15 %.

Dahlgren m. fl. (2004) skriver att det uppstod en tydlig skiljelinje i och med industrialiseringen angående vårt förhållande till trämaterial och metoderna för hur vi bearbetar det. Före industrialiseringen tillverkades träprodukter i små företag av hantverkare med gedigen utbildning och som var noga med att välja rätt kvalitet på sina råvaror.

Innan industrialiseringen var tillverkningen kundstyrd. Kunden hade direktkontakt med hantverkaren och kunde i detalj beskriva de egenskaper som han förväntade av den beställda produkten. Snickarmästaren valde, i god tid före avverkning, med en viss produkt i åtanke ut virket i skogen och hade även överblick över processen från råvara till färdig produkt. (ibid.)

I och med industrialiseringen försvann direktkontakten mellan kund och tillverkare då tillverkningsprocessen i större utsträckning blev uppdelad i olika moment och fördelad på flera specialister. Detta ledde i viss mån till att överblicken över produktionen försvann och att det blev svårare att leverera rätt kvalitet. (ibid.)

Under en period införde företagen efterkontroll det vill säga att de kontrollerade varan efter tillverkningen och kasserade felaktiga produkter, vilket inte alltid ledde till kvalitetsförbättringar. Under 1970- och 80-talet, när man började förstå att det säkraste och billigaste sättet att få fram rätt kvalitet var att göra rätt från början, införde man istället processtyrning i avsikt om att styra tillverkningen så att fel ej uppstod. (ibid.)

skogen och miljön

Från klimatsynpunkt är jordens skogsresurs mycket viktig. De flesta av oss har väl flertalet gånger hört att regnskogarna fungerar som jordens lungor, vilket visserligen delvis är sant, men vi bör inte bara förlita oss till att regnskogens lungkapacitet kan garantera balansen mellan koldioxid och syre i framtidens miljösystem. Enligt Beyer, G. m. fl. (2007) står Europa, med Ryssland inkluderat, för en knapp tredjedel av världens skogsareal varför man kan anta att de europeiska skogarna är nog så viktiga.

Ett av de stora hoten mot dagens och framtidens samhälle är klimatförändringar bland annat orsakade av växthusgaser. Den ökade mängden koldioxid i vår atmosfär, som är en direkt följd av mänskliga aktiviteter, antas stå för minst 60 procent av detta problem. (Beyer, G. m. fl., 2007)

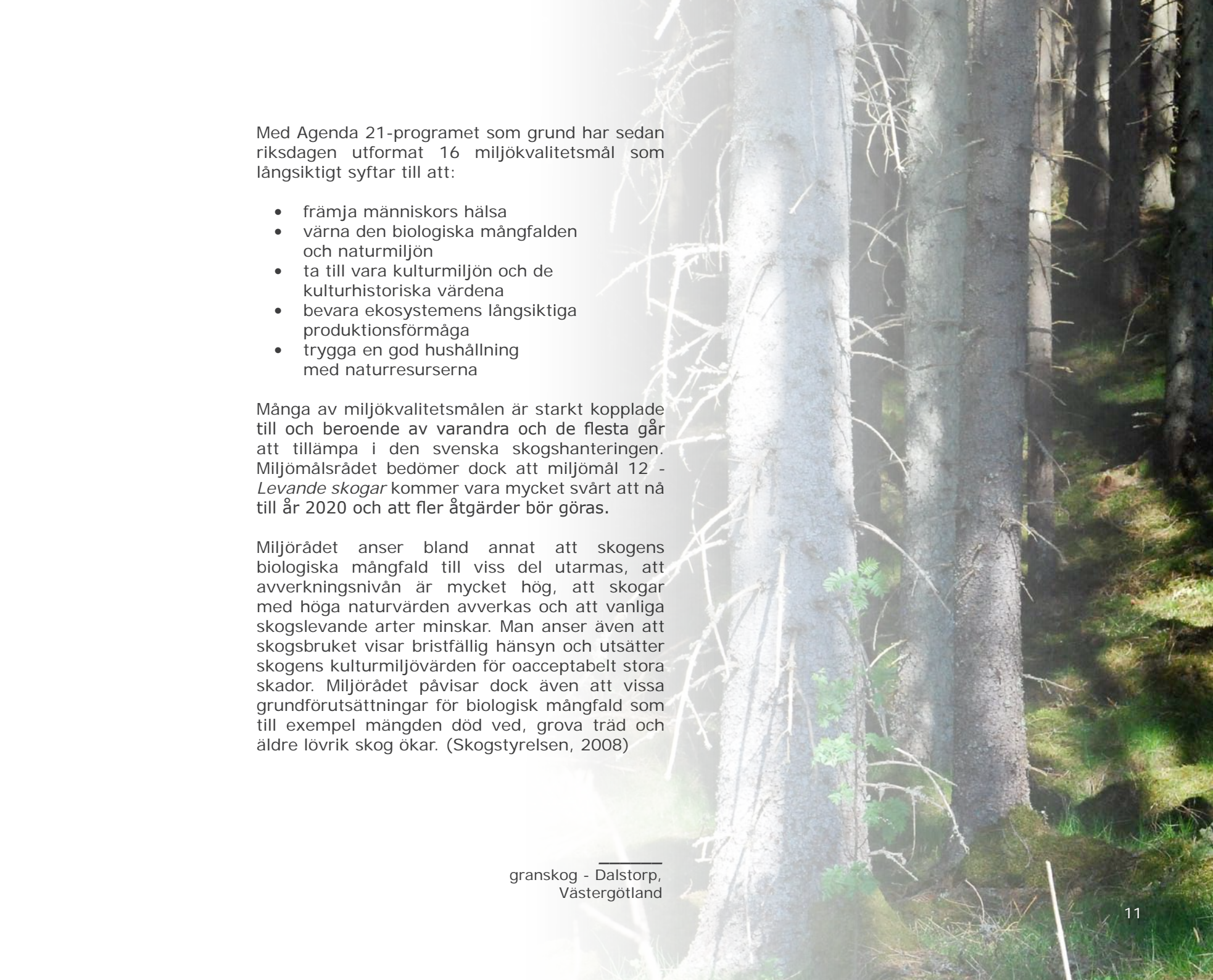
Övergripande kan man säga att det finns två sätt att minska koldioxidnivån i atmosfären och det är genom att minska, eller helst ta bort, all nettotillförsel samt att magasinera delar av den koldioxid som finns i atmosfären. Detta görs genom att minska antalet *kolkällor* och öka antalet *kolsänkor*. (ibid.)

Tack vare, eller i och med, fotosyntesen ger skogen oss inte bara det essentiella syret utan den fixerar även koldioxid när den, med energi från solen och med vatten från jorden, bygger upp det organiska materialet trä. För var kubikmeter trätillväxt absorberas 0,9 ton koldioxid i materialet och det bildas 0,7 ton syre. (ibid.)

En brukad skog är en effektivare kolsänka än naturliga skogar då unga träd har en högre tillväxtstakt och därigenom absorberar mer koldioxid. Äldre träd som med tiden dör och ruttar återför då den lagrade koldioxiden till atmosfären, emedan den största delen av den koldioxid som lagrats i en brukad skog och ett fällt träd förblir i den förädlade produkten under dess livstid. (ibid.)

Trots att jag tycker mig se allt fler och större kalhyggen ökar alltså virkesvolymen i Sverige. Men hur tråkigt det än kan se ut med ett kalhygge och tvärtemot vad många tror bidrar en ökad träanvändning till att bevara och utöka skogsbeståndet. Detta är möjligt bland annat på grund av att beståndet förnygras och att man idag är skyldig att återplantera i enlighet med den svenska Skogsvårdslagen 5.1§ (1979:429).

1992 hölls det en FN-konferens i Rio de Janeiro med internationell fokus på *Miljö och Utveckling* i avsikt om att komma överens om några av de största problem världen stod inför, så som: fattigdom, överutnyttjande av naturresurser, klimatförändringar, förstörelse av vatten, mark och skog, ökenspridning samt utarmning av mångfald. Konferensen resulterade bland annat i Agenda 21, ett globalt program som har fått starkt genomslag på det lokala planet i Sverige. (Miljömålsportalen, 2008)



Med Agenda 21-programet som grund har sedan riksdagen utformat 16 miljö kvalitetsmål som långsiktigt syftar till att:

- främja människors hälsa
- värna den biologiska mångfalden och naturmiljön
- ta till vara kulturmiljön och de kulturhistoriska värdena
- bevara ekosystemens långsiktiga produktionsförmåga
- trygga en god hushållning med naturresurserna

Många av miljö kvalitetsmålen är starkt kopplade till och beroende av varandra och de flesta går att tillämpa i den svenska skogshanteringen. Miljömålsrådet bedömer dock att miljö mål 12 - *Levande skogar* kommer vara mycket svårt att nå till år 2020 och att fler åtgärder bör göras.

Miljörådet anser bland annat att skogens biologiska mångfald till viss del utarmas, att avverkningsnivån är mycket hög, att skogar med höga naturvärden avverkas och att vanliga skogslevande arter minskar. Man anser även att skogsbruket visar bristfällig hänsyn och utsätter skogens kulturmiljövärden för oacceptabelt stora skador. Miljörådet påvisar dock även att vissa grundförutsättningar för biologisk mångfald som till exempel mängden död ved, grova träd och äldre lövrik skog ökar. (Skogstyrelsen, 2008)

skogen och miljön forts.

Tidigare resonemang har varit inriktat på de europeiska förutsättningarna och skogsbruket. I de tropiska eller subtropiska områdena är förutsättningarna annorlunda. Här minskar skogarnas utbredning. Detta har dock inget eller lite att göra med en ökad träanvändning utan beror på befolkningsökning, fattigdom och bristfällig styrning från myndigheter. De berörda länderna har ibland betraktat bevarandet av de tropiska skogarna som ett hinder för deras utveckling och när det handlat om att utvinna energi, röja odlingsbar- eller betesmark eller bara skapa mer utrymme har skövling inte setts som ett problem utan snarare en lösning. (Beyer, G. m. fl., 2007)

Genom att ge skogarna ett marknadsvärde får länderna ett incitament att bevara dem och uthålligt sköta dem. Skogens överlevnad är avhängig dess betydelse för det lokala samhället och ekonomin. Beyer (2007) skriver att när en koppling mellan välfärden och den befintliga skogen görs, börjar snart även principerna för hållbar utveckling att respekteras.

certifiering

Allmänt gäller att certifiering av en produkt vanligen genomförs av en tredje part i enlighet med ett certifieringssystem med bestämda regler och med ledning för verksamheten. Vissa certifieringar driver egna kontroll- och provtagningsverksamheter medan andra låter detta utföras av andra godkända organ. (Nationalencyklopedin, 2008)

Från början var skogscertifieringen ett sätt att förhindra den tropiska regnskogskövlingen och sedan 1990-talet har certifieringen ökat snabbt. Mest utbredd är den trots allt i Europa då det än så länge är här normerna är strängast och kraven högst. Två tredjedelar av Sveriges skog är certifierad medan de finländska och norska skogarna är certifierade till hundra procent. (Beyer, G. m. fl., 2007)

Det finns ett flertal olika certifieringsprogram för trä och träprodukter. De som används mest inom Europa är PEFC, som ursprungligen var inriktad på de europeiska skogsägarnas behov, samt FSC som samarbetar med Världsnaturfonden (se figur 1 & 2). (ibid.)

Certifieringarna har det gemensamt att de båda verifieras genom ett tredjepartsförfarande samt att för att få certifikationen ska skogsråvaran komma från ett uthålligt skogsbruk som tar hänsyn till ekologiska, sociala och ekonomiska aspekter. (Fröbel, J. m. fl., 2004)

FSC – Forest Stewardship Council

Nedan ses den korta versionen av FSC´s principer för certifiering hämtad från FSC´s hemsida (FSC, 2008):

1. Överensstämmelser med lagar och FSCs Principer

Skogsbruket ska respektera alla tillämpliga lagar i landet där det äger rum, internationella avtal och överenskommelser som landet förbundit sig att följa samt överensstämma med alla FSCs Principer och Kriterier.

2. Ansvar beträffande ägande- och nyttjanderätter

Långsiktiga ägande- och nyttjanderätter till mark och skogsresurser ska vara klart definierade, dokumenterade och lagligt fastställda.

3. Urbefolkningars rättigheter

Urbefolkningars lagliga eller hävdvunna rättigheter att äga, nyttja och sköta sina marker, territorier och resurser ska erkännas och respekteras.

4. Förankring i samhället och arbetarnas rättigheter

Skogsbruket ska bibehålla eller förstärka de lokala samhällenas och de anställdas sociala och ekonomiska välfärd.

5. Skogens nytta

Skogsbruket ska uppmuntra effektivt nyttjande av skogens mångfald av produkter och värden för att säkerställa ekonomisk livskraft och ett vitt spektrum av miljömässiga och sociala nyttigheter.

6. Påverkan på miljön

Skogsbruket ska bevara biologisk mångfald och därmed förbundna värden, vattenresurser, jordar samt unika och känsliga ekosystem och genom detta upprätthålla skogens ekologiska funktioner och integritet.



figur 1
FSC´s logotyp

FSC Trademark ©1996
Forest Stewardship Council A.C.

7. Skötselplaner

En plan avpassad efter brukningsåtgärdernas omfattning och intensitet, ska upprättas, följas och åjourhållas. De långsiktiga skogsbruksmålen, och hur de nås, ska finnas klart angivna.

8. Uppföljning och utvärdering

Skogstillstånd, avkastning av skogsprodukter, leveransvägar och skötselåtgärder, och därvid förbundna sociala och miljömässiga konsekvenser, ska följas upp och utvärderas i former som anpassas efter brukningsåtgärdernas omfattning och intensitet.

9. Skogar med högt bevarandevärde

Urskogar, skogar av naturskogskaraktär och områden av stor miljömässig, social eller kulturell betydelse ska bevaras. Sådana områden får inte ersättas med trädplanteringar eller övergå i annan användning.

10. Plantageskogsbruk

Plantager ska planeras och skötas i överenskommelse med Principerna och Kriterierna 1-9, samt i enlighet med Kriterierna under princip 10. Plantagerna kan bidra till att tillfredsställa världens behov av skogsprodukter och medföra social och ekonomisk nytta i olika avseenden, och de ska vara ett komplement till skötsel av naturliga skogar, och minska trycket mot dessa.

PEFC – Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes

Nedanstående text är hämtad från PEFC:s hemsida:

EFC fakta i korthet:

PEFC bildades 1999 och är en global fristående paraplyorganisation för utvärdering och ömsesidigt erkännande av nationella skogsstandarder som verkar för uthålligt skogsbruk genom oberoende tredjepartscertifiering.

Svensk PEFC skogsstandard omfattar tre delar; Skogsbruksstandard, Social standard och Miljöstandard som syftar till att utveckla en ekonomiskt uthållig och värdefull skogsproduktion samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljö, sociala och estetiska värden värnas.

I Sverige har 7,5 miljoner ha skogsmark certifierats i enlighet med standarden som också kräver att PEFC certifierade skogsentreprenörer skall användas vid skogsbruksåtgärder.

Produkter märkta med PEFC logotyp innehåller minst 70 % certifierad träfiberråvara. Märkningen får bara användas av företag som är spårbarhetscertifierade och innehar en giltig logolicens.

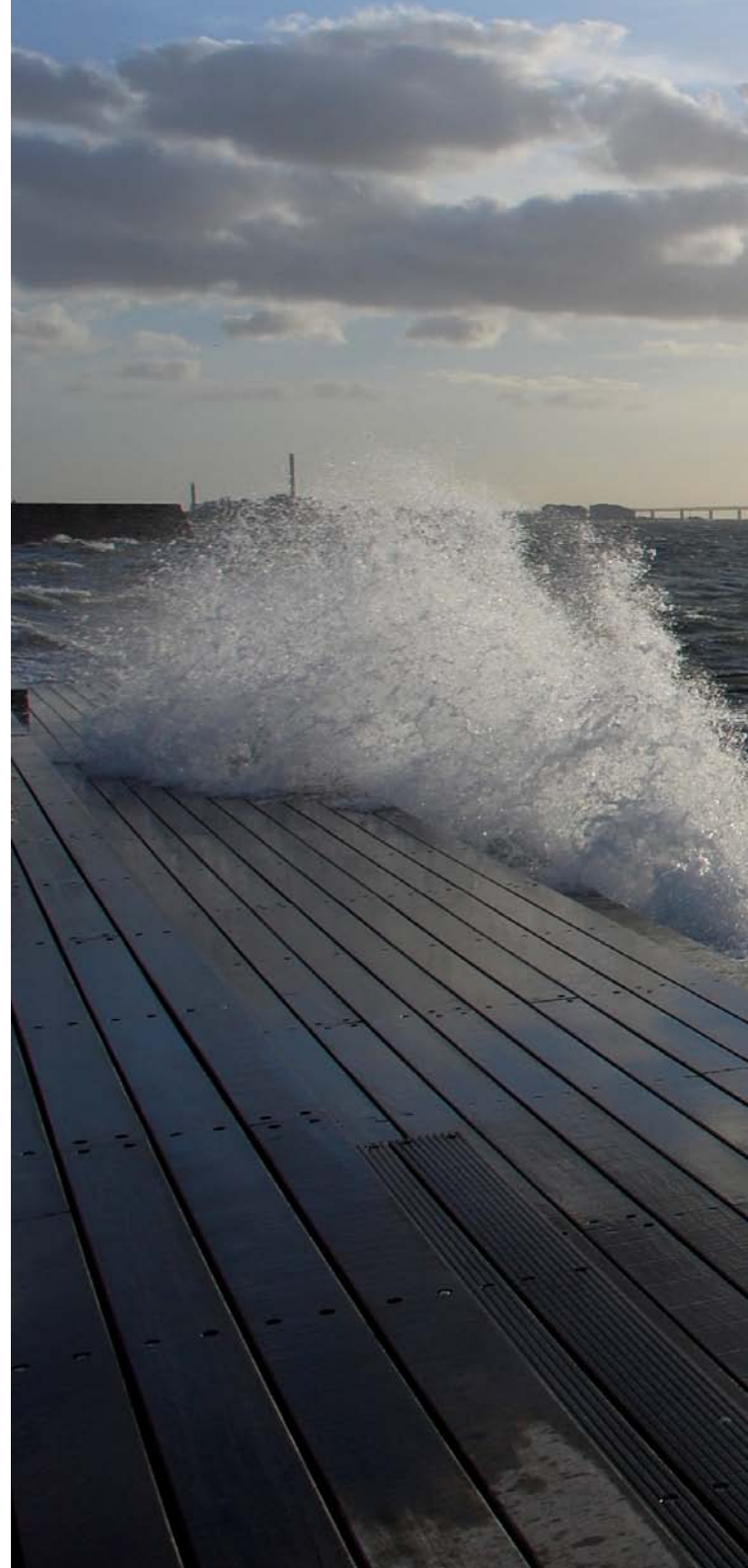
I Sverige garanteras en effektiv kontroll av PEFC certifierad skog, entreprenörer och företag genom revision av tredjeparts certifierare, godkända av det från PEFC oberoende ackrediteringsorganet Swedac. (PEFC, 2008)

figur 2
PEFC:s logotyp



figur 3

Badbrygga av Azobé utsatt för hårda påfrestningar. Djuphavsbadet, Västra hamnen - Malmö.





trä

Byggmaterialet trä är antagligen det som har de äldsta traditionerna i vårt land (Burström, P.-G., 2007). De kringflyttande samlarfolken använde käppar och slanor till tillfälliga bosättningar som kojor och hyddor. I takt med att folken lärde sig att odla flyttade de allt mer sällan, bostäderna blev mer permanenta, rejäla samt komplexa. (Cornell, E., 1997)

Bland våra förfäder fanns duktiga hantverkare som visste att utnyttja träslagens olika egenskaper och att anpassa materialvalet till olika konstruktioner (Hörnfeldt, R., 1998). Ett gott exempel på detta är Granhults kyrka i Lenhovda, utanför Växjö, som är Sveriges äldsta bevarade träbyggnad, byggd år 1220 (Thörnqvist, T., 2007). Även Kyrkhärbret i Älvdalen är ett bra exempel på när man lyckas kombinera material- och hantverksskunnande. Delar av byggnaden är daterad till 1286 och är Sveriges äldsta profana träbyggnad (Aronsson, K-Å. m. fl., 2002).

Aronsson (2002) skriver i boken *Tradition i trä* att det, historiskt sett, är kombinationen av *var* vi byggt och vår strävan efter minsta möjliga ansträngning, både fysiskt och ekonomiskt, som gjort att vi valt byggnadsmaterial som vi kunnat finna i den allra närmsta omgivningen kring byggplatsen. I det skogsrika landet Sverige har det alltså länge varit trä som varit och är det självklara materialvalet.

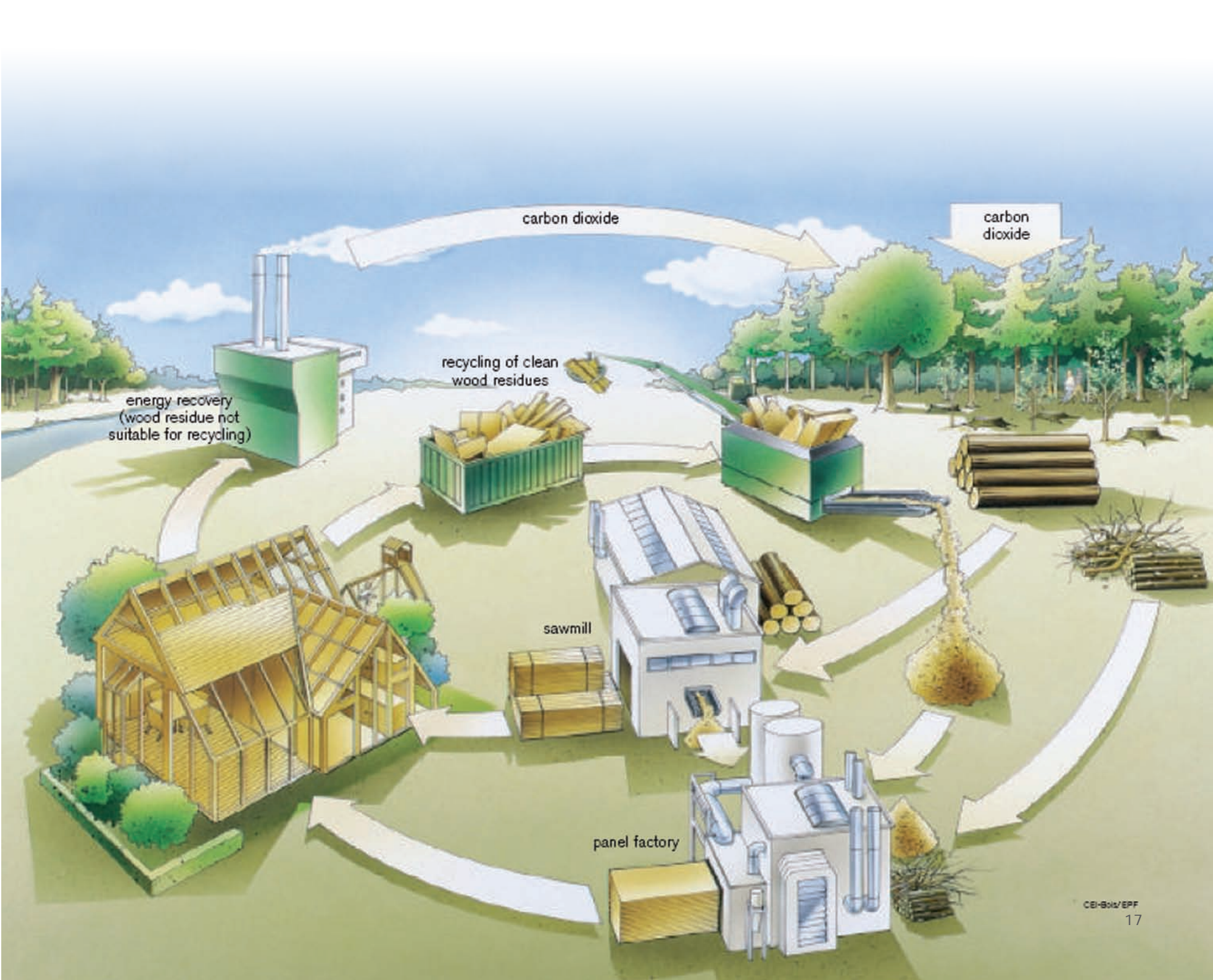
miljömärkning

Träprodukter kan ses som ett magasinande *kollager* och har i detta avseende en positiv effekt på växthusproblematiken i och med att de under en tid binder upp koldioxid. Hur länge koldioxiden binds kommer an på produktens livslängd, hur många gånger materialet återvinns samt hur det slutligen förbränns eller förruttnas (Beyer, G. m. fl., 2007). Figur 4 illustrerar kolets kretslopp från koldioxid till virke och träprodukt samt sedan, beroende på användning och återvinningsgrad, så småningom, tillbaka till atmosfären.

Lång livslängd är alltså eftersträvansvärt ur minst två aspekter: koldioxiden är under tiden fixerad samt att mindre energi går åt för att ersätta de aktuella produkterna. I och med att det i regel krävs mindre energi för att transportera och bearbeta trä än vad som lagrats genom fotosyntesen och oavsett träprodukternas livslängd medför alla ökningar av den globala träproduktsvolymen att mängden koldioxid i atmosfären minskar. (ibid.)

Beyer (2007) menar även att den så kallade *substitutionseffekten* där ett material i en produkt eller konstruktion byts ut mot trä kommer att få allt större betydelse i framtiden i takt med att kraven ökar på att sänka koldioxidhalten i atmosfären. I en fallstudie i Storbritannien byggdes ett hus bestående av 360 m³ trä vilket binder cirka 300 ton koldioxid. Hade man istället använt sig av stål hade koldioxidutsläppen uppgått till cirka 720 ton. Effekten av kollagring tillsammans med substitution blir i detta fall en total reduktion på 1020 m³ koldioxid i atmosfären.

figur 4
kolcykeln
(Beyer, G. m. fl., 2007)



miljömärkning forts.

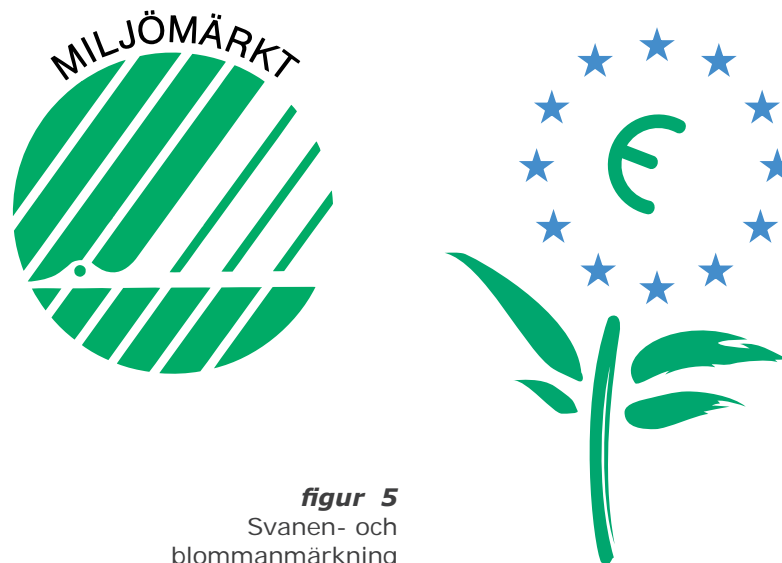
1989 beslutade Nordiska Ministerrådet att införa en officiell och gemensam miljömärkning för de nordiska länderna och valde då svanen som symbol som är en variant av Nordiska Ministerrådets logotype (se figur 5). I Sverige fick SIS Miljömärkning AB, ett fristående bolag som ägs av staten (10 %) och SSR, Sveriges standardiseringsråd, uppdraget att sköta standardiseringen. SSR arbetar på uppdrag av regeringen och verksamheten drivs utan bransch- eller vinstsyfte. Det finns idag ett brett utbud av Svanenmärkta varor och tjänster inom 66 olika produktgrupper, allt från tvättmedel till möbler och hotell. (Svanen, 2008)

Det som skiljer Svanen från de olika virkescertifieringarna är att de endast fokuserar på råvaran medan Svanens miljökrav omfattar produktens hela livscykel, från råvara till avfall. Även kvalitets- och funktionskrav ingår i svanenmärkningen. Kraven sätts inte en gång för alla, utan revideras allteftersom ungefär vart tredje år. På så vis drivs utvecklingen framåt mot visionen om ett hållbart samhälle med en hållbar konsumtion. Företag som vill miljömärka sina produkter får ansöka om Svanen. Produkterna kontrolleras sedan på olika sätt, genom granskning av intyg, tester från oberoende laboratorier samt genom kontrollbesök. (ibid.)

Blomman är EU:s officiella miljömärkning, beslutad av EU Kommissionen och fungerar på samma sätt som Svanen men har ännu inte samma omfattning vad gäller varor eller tjänster (se figur 5).

Inom skogs- och träindustrin är det idag möjligt att få Svanenmärkning för:

- byggskivor
- fönster och ytterdörrar
- hållbart / Beständigt trä - alternativ till konventionellt impregnerat trä
- möbler och inredning
- utemöbler och lekredskap. (ibid.)



figur 5
Svanen- och
blommanmärkning

träets egenskaper

Trots att alla träslag har ungefär samma sammansättning av trävävningen (Helin, B. & Jeppsson, T., 1983) skiljer sig de olika träslagens egenskaper och karakteristika väldigt. Till exempel finns allt från de träslag som är hårda men spröda till dem som är mjuka men sega och böjliga.

Trädens ungefärliga sammansättning:

Kol:	50 %
Syre:	43 %
Väte:	6 %
Kväve:	0,1 %
Aska:	0,5 %
(ibid.)	

Även inom samma trädslag kan variationerna vara stora. Detta kommer, bland annat, an på förutsättningarna på olika växtplatser eller hos olika individer på samma plats samt var i själva trädet materialet är taget. Nedan kan man se variationerna inom samma träslag vad det gäller styrka, hållfasthet och styvhet:

densitet	± 15 %
hållfasthet	± 40% (styrka)
elasticitetsmodul	± 35% (styvhet).
(Fröbel, J. m. fl., 2004)	

svällning och krympning

Trä är ett hygroskopiskt material, det vill säga, det har en förmåga att ta upp fukt från den omgivande luften respektive avge till densamma. Beroende på mängden vatten som träet innehåller ökar eller minskar volymen. (Helin, B. & Jeppsson, T., 1983)

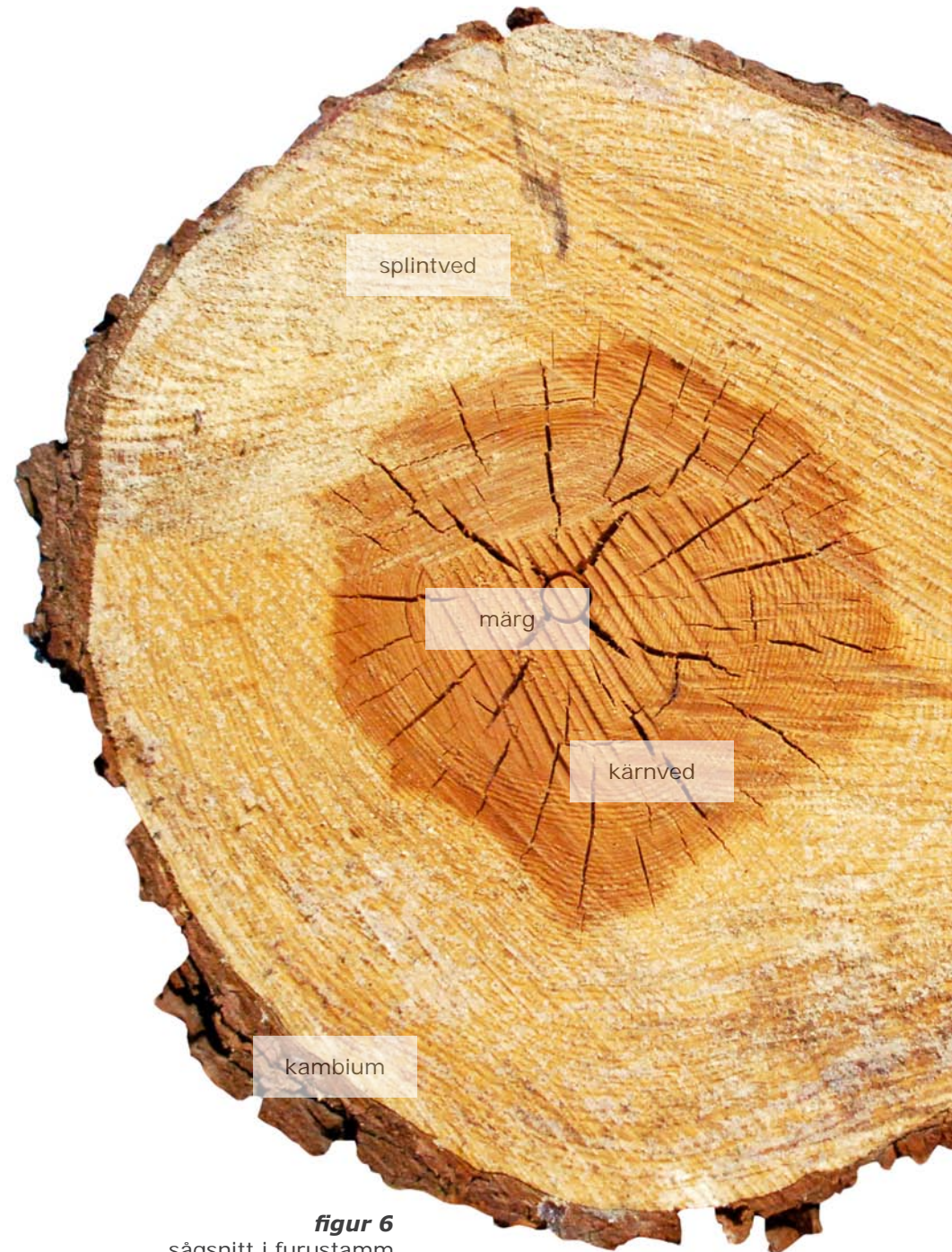
Fuktrörelsen, svällningen eller krympningen, i fiberriktningen eller i träets längdsled är näst intill försumbar, åtminstone i utomhusapplikationer. Men tangentiellt och radiellt, det vill säga längs årsringarnas båglinje eller tvärs mot årsringarna, är variationen avsevärt större, tangentiellt så mycket som 8-12 % (ibid.). För att förenkla vid beräkningar med sågat virke kan man ha som en tumregel att den genomsnittliga fuktrörelsen är cirka 7 procent (Fröbel, J. m. fl., 2004).

Inomhus är svällningen som störst i juli till augusti när den relativa luftfuktigheten är som högst och minst i december till januari (ibid.). Utomhus är det tvärtom, där är konstruktionerna som minst och torrast under sommarmånaderna (Carling, O m.fl., 1984). Därför bör utomhusmålning ske maj till augusti (Fröbel, J. m. fl., 2004).

svällning och krympning forts.

I barrträd, framförallt i lärk, syns årsringarna tydligt. I lövträd är de däremot i regel mindre tydliga. I mitten av stammen finns mörgen som i toppen av trädet avslutas med en knopp. Mörgen omsluts av veden som delas in i kärna och splint. Mellan veden, som i kärnan består av uteslutande döda celler, och barken finns ett tunt lager levande celler som betecknas kambium (se figur 6). I kambiet sker stammens tjocklekstillväxt. (Helin, B. & Jeppsson, T., 1983)

Kärnans döda celler täpps till av olika hartser och kan därför inte leda vatten. Fuktkvoten i kärnan ligger i regel på 30-50 %. Splintveden består av döda celler så när som på 5-10 % parenkymceller som är näringsledande. Då splintens celler inte täpps till av hartser leder dessa även vatten. Splintens fuktkvot varierar mellan 120 och 160 %. (Fröbel, J. m. fl., 2004)



figur 6
sågsnitt i furustamm



beständighet

Få konstruktionsmaterial är beständiga under alla förhållanden och trä är inget undantag, till exempel vittrar betong och de flesta metaller korroderar (Carling, O m.fl., 1984). De olika träslagen har olika beständighet och är mer eller mindre känsliga mot röta i och med att vissa träslag har en naturlig motståndskraft. En av grunderna för en beständig produkt eller konstruktion ligger alltså i att välja ett för applikationen lämpligt material. (Boutelje, J. & Rydell, R., 1986)

Rötan uppkommer när olika svampar angriper träet. Svamparna producerar stora mängder sporer som sprids med vinden och när de träffar på ett lämpligt underlag utvecklar de celltrådar som tränger ner i träet. För att svamparna ska kunna frodas behövs en lämplig fuktighet, värme, lämpliga näringsämnen och syre. (ibid.)

Beständigheten varierar inom samma träslag och till och med inom samma individ. Det är till exempel stor skillnad mellan furans kärn- och splintved. Kärnveden är rik på, för svamparna, toxiska hartsämnen och är därför naturligt relativt motståndskraftig. Likaså är det med eken, som i sin kärnved är rik på garvsyra. (Helin, B. & Jeppsson, T., 1983)

Enligt Edlund (2007) bedöms däremot splintved i alla träslag, enligt en europeisk standardiserad beständighetsklassning, *EN 350*, som icke beständigt. I *tabell 1* på nästa sida kan man se olika träslag klassificerade enligt standarden. Notera att lärk och furu finns representerat i både klass 3 och 4 beroende på den diversitet som proverna uppvisat.

beständighet forts.

Tabell 1. Naturlig beständighet hos trä enligt EN 350-2

	Beständighet	Beskrivning	Exempel
<i>Klass</i>	1	Mycket beständig	Teak
	2	Beständig	Ek, Tuja
	3	Moderat beständig	Valnöt, Furu, Lärk
	4	Något beständig	Gran, Furu, Lärk
	5	Icke beständig	Bok, Asp, Björk

(ibid.)

När trä angrips av rötsvamp initieras en nedbrytning av materialet och förorsakar då hållfasthetsförluster. De finns även, så kallade, missfärgande svampangrepp som blånad och mögel. Dessa påverkar i sig inte hållfastheten utan ger färgförändringar och "svarta prickar". I förlängningen kan dock blånad ge permeabilitetsförändringar vilket ger en ökad fuktupptagning med ökad risk för röta som följd. (ibid.)

Trä med direkt markkontakt angrips mycket lätt av rötsvamp, som är den för träet farligaste typen av röta i och med att den angriper både cellulosa och lignin. – Kvar blir, stort sett, bara aska (Helin, B. & Jeppsson, T., 1983).

Hur fort trä ruttnar i kontakt med marken är avhängt den rötaktivitet och mikroflora som råder just där. Aktiviteten är som regel störst i näringsrika jordar och komposter och lägre i till exempel magra skogsbackar. (Nilsson, T. & Björdal, C., 2006)

Man ska även vara medveten om att allt trä, även tropiska träslag, som saknar skydd mot UV-strålning så småningom grånar. Efter längre tid syns även nedbrytningen som lösa fibrer på ytan. (ibid.)

Edlund (2007) hävdar att i och med att vi är relativt förskonade från träförstörande insekter på våra breddgrader, är det fukten som är den avgörande faktorn för träts beständighet. Hålls träet torrt kan det få en mycket lång livslängd.

träslag för utemiljö

Som tidigare, i denna skrift, har behandlats uppvisar olika träslag olika egenskaper och förutsättningar som gör dem mer eller mindre lämpliga för vissa tillämpningar. Det är svårt att på förhand säkert veta hur materialet står upp mot de förväntningar som finns. Men med hjälp av grundläggande information om träslagen samt med erfarenhet så ökar naturligtvis chanserna för en lyckad tillämpning. Nedan listas några träslag som används, mer eller mindre, i utemiljö idag.

Azobé - *Lophira alata*

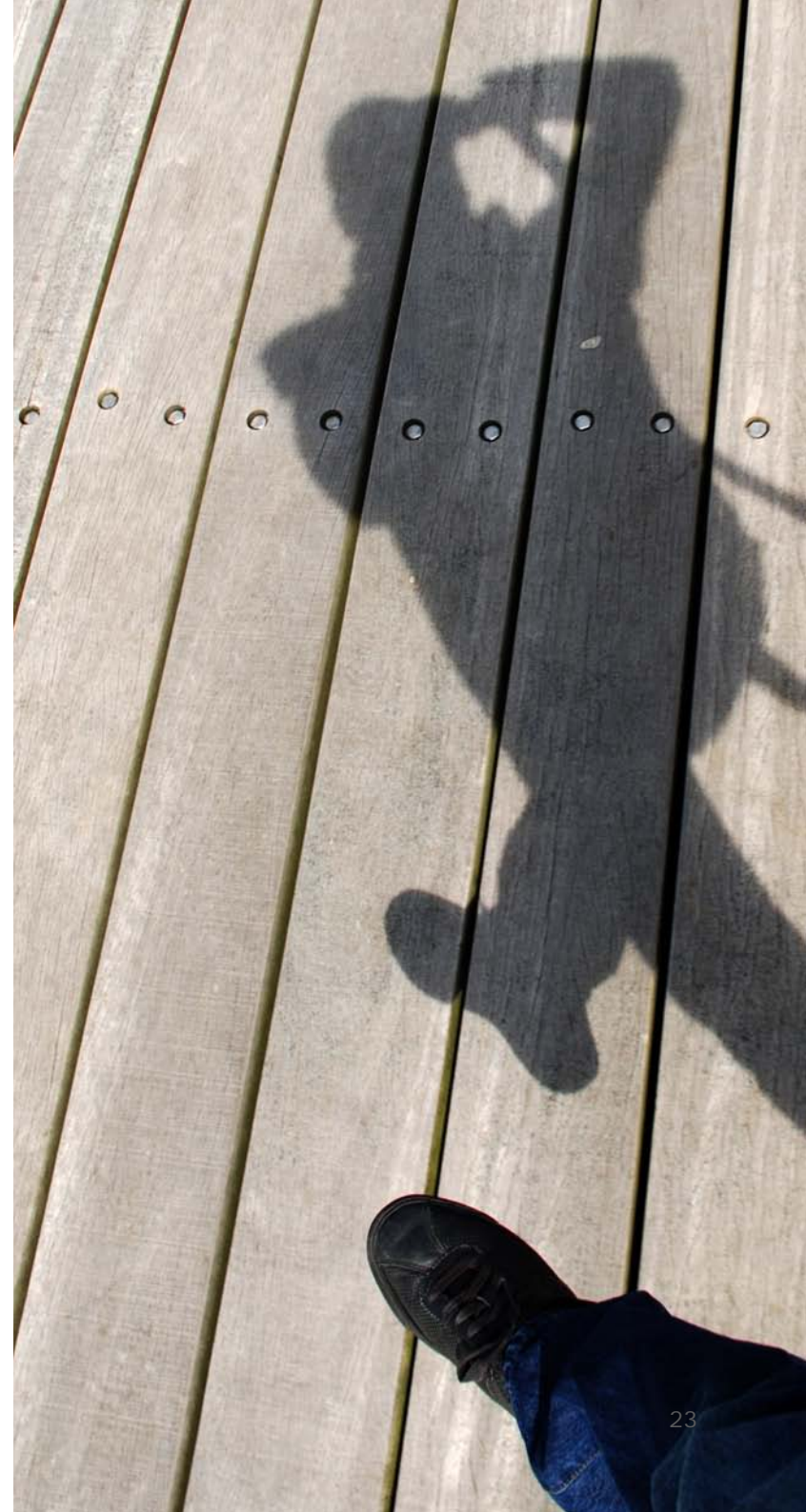
Den nya bryggan utmed kajen i Lomma samt Sundspromenaden och djuphavsbadet vid Västra hamnen i Malmö är till stora delar byggt av Azobé (se figur 3 & 7). Malmö stad (2004) skriver i skriften *På egen hand i Västra hamnen – din självguide* att träet är "ekologiskt odlat i Kamerun och att återväxten är säkrad".

Azobé är ett av Afrikas mest beständiga träslag och lämpar sig därför till kajer, bryggor, däck och andra havsnära konstruktioner. Det används även till järnvägsslipers och brobyggen. Träslaget är väldigt hårt och tungt och svårt, om inte omöjligt att arbeta i för hand. Maskinellt är det möjligt men träet går hårt åt och slöar verktygen. Detta gör att mängden användningsområden begränsas. (Lincoln, W. A., 1998)

Azobé är från början rött till mörkbrunt (ibid.) men om det inte behandlas blir det snart grått – så som det ser ut i västra hamnen idag.

figur 7

Azobé, Västra hamnen - Malmö



Ek - *Quercus robur* / *Q. petraea*



Eken har traditionellt används i pålar, brofundament och gamla fartyg. Förutom, på grund av, beständigheten lämpade sig eken väl till fartygsbygge i och med att veden är så kortfibrig. Detta var bra för att minimera skador och splitter vid beskjutning. (Hörnfeldt, R. 1998) Andersson (2003) skriver att de redan på stenåldern visste att utnyttja ekens goda egenskaper när de högg ut sina båtar ur ekstammar och menar vidare att det är just därför ekan heter eka. Även däckens ekrar ska ha fått sitt namn på motsvarande sätt.

Sveriges äldsta och grövsta träd är Rumskullaeken, Gäsemåla i Småland, den har en omkrets på 14,11 meter i brösthöjd och antas vara cirka 1000 år gammal (ibid.).

Idag används eken mest till möbler, golv, trösklar och inredningar men även på andra ställen, inne eller ute, där stor slitstyrka önskas (Helin, B. & Jeppsson, T., 1983).

Eken är ett tungt och hårt träslag vars kärna, som utgör en relativt stor del av veden, har en hög beständighet mot röta och insekter. Om man tittar på gamla båtar kan man förstå att ek går utmärkt att böja trots dess hårdhet. (ibid.)

I och med att träslaget är hårt och tungt är det även hårt och tungt att bearbeta hantverksmässigt. I gengäld är det relativt lätt att förutse hur materialet ska bete sig samt att göra precisa arbeten.

Ek, bördig från Alnarp, drygt 6 månader gammal och på väg att bli något stort.

Furu - *Pinus sylvestris*

För att reda ut den förvirring som rådde och fortfarande råder kring trädslagets och träets namn lär Christopher Polhem, 1661-1751, nedtecknat följande:

- "tallen är det unga trädet
 - furan är det mogna trädet, där kärnan är minst lika stor som splintveden
 - furu är det sågade virket."
- (Fröbel, J. m. fl., 2004)

Andersson (2003) skriver att tallen är vårt näst vanligaste trädslag och att de kan bli väldigt gamla, -upp emot 600 år. Om de får växa långsamt blir andelen kärnved stor och mycket motståndskraftig mot röta. Förr var det vanligt med spåntak bland annat på kyrkor och då använde man sig gärna av spån från furans kärnved.

Furu är ett utmärkt konstruktions- och snickerivirke och används i stor utsträckning vid till exempel husbyggnation då det i förhållande till densitet har goda hållfasthetsegenskaper. Det används även som möbelvirke och i skivmaterial. Om det impregneras lämpar det sig även till exempel till kraftlednings- och telefonstolpar samt kaj- och bryggkonstruktioner. Furans splintved är det trädslag som bäst lämpar sig för impregnering och utgör därför normen för den svenska standarden angående tryckimpregnering. (Boutelje, J. & Rydell, R., 1986)

Virket är, i likhet med granens, mjukt och lätt att bearbeta för hand. Det man vinner i hanterbarhet förlorar man dock i resultat i avseende yta och exakthet. Även här finns det risk för att eventuella maskiner blir kladdiga av harts efter bearbetning av virket.

Gran - *Picea abies*

Granen är Sverige vanligaste trädslag. I torrt tillstånd är veden i både kärna och splint gulvit och är därför svåra att utseendemässigt skilja. I rätt tillstånd är fuktkvoten betydligt lägre i kärnveden än i splinten. Det kan även vara svårt att med ögat skilja granvirke från furusplintved. Granen är dock aningen mer vitaktig samt att man i regel kan se det karakteristiska grenmönstret. (Boutelje, J. & Rydell, R., 1986)

Granens ved är inte beständig mot röta och insekter. Trädslaget är relativt mjukt men har goda hållfasthetsegenskaper i förhållande till densiteten. Gran är cirka 10 % lättare än furu. (ibid.)

Virket används främst som konstruktions- och byggnadsvirke, som snickerier, inredningar och golv men även till emballage och olika skivmaterial (ibid.). Gran som vuxit långsamt, rakt, har smala regelbundna årsringar och är kvistfritt används, även i mer förädlade applikationer, som resonansbottnar i högklassiga stränginstrument (Dahlgren T. m. fl., 2004).

Trädslaget är mjukt och kvistfri ved är lätt att bearbeta vilket även kan läggas till dess negativa egenskaper. I och med dessa egenskaper är det svårt att göra något som är beständigt, i avseende yta, och exakthet. Det kan även vara svårt att hyvla då det lätt "slår ur" / "fläker" kring kvistarna. Det finns även risk för att eventuella maskiner blir kladdiga av kåda efter bearbetning av granvirke

Lärk - *Larix decidua*, *L. kaempferi* m. fl.

Lärken förekommer endast i odlat tillstånd i Sverige. I motsats till de flesta andra barrträd faller den barren om hösten och under goda växtbetingelser är kvistigheten relativt låg. (Boutelje, J. & Rydell, R., 1986) Traditionellt har virket ansetts rättåligt och fördes in i landet på 1700-talet för olika industriella tillämpningar så som gruvstöttor, pumpar och skeppsbyggen (Hörnfeldt, R. 1998).

Vid första anblicken påminner lärkens ved om furans men den har tydligare årsringar. Lärken växer fortare än tallen men trots detta är lärkvirket aningen hårdare (ibid.). Lärken har även högre hållfasthet än både gran och fur (Dahlgren T. m. fl., 2004).

Boutelje & Rydell (1986) menar att lärken är beständigare än gran och furu medan Burström (2007) hävdar att furans kärna och lärken har ungefär samma beständighet med den skillnaden att andelen kärna är större i lärk. Hörnfeldt pekade redan 1998 (s. 39) på oenigheterna forskarna emellan och konstaterar att det "troligen inte är färdigforskad!"

Studier utförda på SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 2006 visar dock att lärkkärna är det träslag som oimpregnerat bäst står emot röta av ek, fur (kärna och splint), asp, och gran (Westin, M & Wålinder, M. m. fl., 2006).

Lärkvirket är i regel rakfibrigt och lätt att klyva och bearbeta. Virket är det hårdaste bland de europeiska barrträden. Vid hantering av färskt virke finns det risk för att harts fäster på verktygen. (Dahlgren T. m. fl., 2004)

Teak – *Tectona grandis*

Teaken växer naturligt i Sydostasien och odlas i Afrika och Västindien. Den råa kärnveden är gröngul och splinten är ljusgrå. När virket torkat är det ljusbrunt till brunt. (Boutelje, J. & Rydell, R., 1986) Obehandlat blir det dock, som de flesta träslag, grått med tiden.

Teak är utomordentligt beständigt mot röta och lämpar sig därför väl till applikationer utomhus eller där kraven är höga, till exempel: ytterdörrar, fönster, möbler och båtdäck (ibid.).

Teak är hårt men relativt lättarbetat. Nämnas bör dock att verktygslöas i och med att virket innehåller kristaller av kiselsyra. Det har rapporterats att teakens slipdamm kan medföra hudirritationer och eksem (ibid.) varför det kan vara extra viktigt att använda andningskydd när man slipar.

Det finns andra träslag som liknar teak och ibland även använder sig av namnet för att höja värdet på produkten (ibid.). Hade dessa träslag haft motsvarande egenskaper så torde även deras namn vara kända.

träskydd

Med träskydd menas vanligen olika åtgärder som syftar till att skydda trä mot angrepp av träförstörande organismer såsom: röt- eller missfärgande svampar, insekter och skeppsmask (Fröbel, J. m. fl., 2004). Carling (1984) skriver att begreppet träskydd i sin vidaste mening innebär åtgärder avsedda att skydda träet mot olika former av påverkan, som leder till försämringar av träets kvalitet.

Carling (1984) menar att biologiska angrepp i de flesta fall förebyggs om risken för biologisk nedbrytning värderas och bedöms korrekt, och om träet därefter används, skyddas och underhålls på ett effektivt sätt.

Genom tiderna har man haft problem med att trä ruttnar och bryts ned och många olika sätt att bromsa dessa processer har prövats. Ett uråldrigt sätt att öka beständigheten har varit att förkola de ytor som skulle vara i markkontakt. (Sundqvist, B., 2003)

Dagens träskydd brukar delas in i konstruktivt respektive kemiskt träskydd. Det primära i konstruktivt skydd är att utföra en konstruktion på ett sådant sätt att fuktupptagningen begränsas. Kemiskt skydd används i de fall det är svårt eller omöjligt att konstruktionstekniskt erhålla ett effektivt träskydd. (Carling, O m.fl., 1984)

Även ytbehandling räknas som träskydd och beroende på vilken metod eller produkt som väljs faller det in under antingen kemiskt eller konstruktivt skydd (ibid.). Ytbehandling tas dock inte upp i detta arbete.



träskydd forts.

I takt med att den traditionella tryckimpregneringen ifrågasätts och begränsas alltmer har det kontinuerligt forskats kring och tagits fram alternativa metoder, material och produkter med lägre miljöbelastning. Man har bland annat arbetat med, att på fysisk och / eller kemisk väg, förändra vedstrukturen genom till exempel värmebehandling samt behandling med fuktavvisande medel så som linolja. De mest undersökta modifieringarna är *furfurylering*, *acetylering* och *värmebehandling*. (Westin, M & Wålinder, M. m. fl., 2006) Det har dock visat sig att det, än så länge, är svårt att med andra metoder ta fram produkter som motsvarar egenskaper och pris hos det tryckimpregnerade virket (Råberg, U. & Terziev, N., 2006).

EcoBuild, som är ett kompetenscenter för ekoeffektiva och innovativa träbaserade material och produkter, skriver i sitt nyhetsbrev (2007) att fördelarna med modifierat trä jämfört med obehandlat är många men att det även kan finnas nackdelar som ej ännu är kända, speciellt med avseende på bärformåga och långtidsegenskaper. Detta beror på att materialen är relativt nya varför inga långtidsstudier hunnit slutföras.

I ett särtryck från *Provning och forskning* säger Magnus Wålinder, projektkoordinator på SP Träteknik, att det brådskar att få fram riktigt bra metoder för att skydda träprodukter mot olika typer mot nedbrytning och den stora utmaningen i framtiden ligger i att metoderna måste resultera i både miljövänliga och beständiga trämaterial. (Dahl, J. 2006)

Byggbranschen i Sverige har än så länge varit mer försiktig vad det gäller att börja använda nya produkter som inte är tillräckligt beprövade. Branschen är antagligen rädd för att göra misstag liknande de som gjordes i till exempel Frankrike. I syfte att förbättra beständighet och sänka underhållskostnader startades där produktion av fönsterkarmar av värmebehandlat trä. Man var medveten om att värmebehandlingen medförde sämre hållfasthet men hade inte räknat med att även de konventionella skruvförbanden påverkades negativt. Detta ledde till att flera fönster som stått öppna under en storm lossnade. (Epmeier, H. m. fl., 2004)

Epmeier, H. m. fl. (2004) skriver att modifierade trä-produkter kan öka kvaliteten i byggandet i allmänhet men att produkterna framförallt erbjuder möjlighet till ökad beständighet och livslängd samt minskade underhållskostnader i hus, broar och andra konstruktioner som innehåller eller består av trä.

konstruktivt träskydd

Burström (2007) skriver att det viktigaste är att använda trä i en sådan miljö eller på ett sådant sätt att de villkor som ger upphov till biologiskt angrepp inte uppstår. Detta kallas *konstruktivt träskydd*. Detta uppnås genom att, i möjligaste mån:

- hålla träet torrt - för att förhindra biologiska angrepp
- håll en konstant fuktkvot - för att minimera sprickbildning
- skydda ytan mot slagregn och direkt solstrålning - för att förhindra sprickbildning och yterosion
- hindra träförstörande insekter att nå träet. (Johansson, D. 2007)

Materialets fukttinhåll generellt påverkar ofta dess form- och hållfasthetsegenskaper och vad gäller trä även i hög grad risken för angrepp av biologiska skadegörare. Genom att skydda konstruktionen mot nederbörd och markfukt, direktkontakt med fuktsugande material så som betong och tegel samt se till att den fukt som trots allt tillförs kan torka ut snabbt förebyggs biologiska angrepp. Extra viktigt är det att skydda ändträet då det är där fuktupptaget är som störst. Det är även bra att ge konstruktionens horisontella ytor en svag lutning för att leda av vatten. I vertikala och lutande konstruktioner bör även virket vara vertikalt. Detta för att fiberriktningen (och riktningen på eventuella sprickor, med risk för vattenansamling) även den ska vara vertikal. (Carling, O m.fl., 1984)

När man bygger till exempel ett trädäck bör man i möjligaste mån ha kärnsidan av virket uppåt. På så vis får man, i och med att årsringarna strävar efter att räta ut sig, en konvex yta som leder av vatten. Hade man istället gjort tvärtom hade en vattenhållande konkav yta skapats.

Utomhuskonstruktioner är naturligtvis svåra att skydda mot direkt solbelysning och slagregn. Det man kan göra är att ytbehandla med en produkt som ger ett tidsbegränsat men ändå skydd mot UV-strålning och mekaniskt slitage. (Carling, O m.fl., 1984)

tryckimpregnering

Det kemiska träskyddets stora genombrott kom i och med industrialiseringen då man med hjälp av övertryck tryckte in impregnerande vätska i materialet och därigenom fick ett djupgående skydd. Träanvändningen utomhus ökade i takt med utbyggnaden av järnvägs- och telefontät då järnvägssliparna och telefonstolparna impregnerades för att få en längre livslängd. Med tillgång till behandlat virke ökade även efterfrågan till andra konstruktioner där det inte var möjligt att skapa ett fullgott byggnadstekniskt, konstruktivt, skydd. (Edlund, M.-L., 2007)

Från 1950-talet och fram till 1990 var det dominerande impregneringsmedlet så kallade CCA-medel, innehållande koppar, krom och arsenik. På 1990-talet, då man upptäckte att dessa medel inte bara var giftiga för oönskade mikroorganismer utan även för människa och miljö, införde dock kemikalieinspektionen restriktioner i konstruktioner ovan mark. Arsenik som impregneringsmedel är nu helt förbjudet. (ibid.)

Kemikalieinspektionen (2005) skriver att krom och arsenik, bland annat, har cancerframkallande egenskaper och att arsenik är mycket giftigt för vattenlevande organismer. 1 m³ CCA-impregnerat virke kan innehålla så mycket som 3,5 kg arsenik.

Impregneringsindustrin har nu anpassat sig till de nya direktiven och dagens medel är mestadels kopparbaserade. Det finns även en mindre andel medel innehållande krom för användning i trä med markkontakt. (Råberg, U. & Terziev, N., 2006)

För att få säljas idag ska impregneringsmedlet godkännas av Kemikalieinspektionen, KEMI (Edlund, M.-L., 2007). Värt att notera är att ett godkännande av KEMI inte automatiskt innebär att det har avsedd effekt mot röta (Nilsson, T. & Björdal, C., 2006). För att öka säkerheten i även detta avseende bör det även testas och godkännas av Nordiska Träskyddsrådet, NTR (Råberg, U. & Terziev, N., 2006).

De nordiska länderna har i och med NTR, enats om en standard, inom ramen för de europeiska reglerna, för klassificering av impregnerat trä (SS 05 61 10). Standarden är tänkt att underlätta för projektörer, konstruktörer, arkitekter, och "gör-det-självare" att välja rätt produkt till rätt tillämpning. Produkterna är indelade i fyra träskyddsklasser: *A*, *AB*, *B* och *M*. Standarden avser i första hand furu (*Pinus sylvestris*), som är det träslag som huvudsakligen impregneras i Norden. (Nordiska Träskyddsrådet, 2008)

Beroende på strukturen i veden är furusplinten utmärkt att impregnera (Råberg, U. & Terziev, N., 2006). Kärnan kan däremot inte impregneras och granen får endast ett ytligt skydd då dess ved har begränsade förutsättningar att ta upp impregneringsvätska (Nilsson, T. & Björdal, C., 2006).

Trä impregnerat enligt klass *A* är avsett att användas för virke i markkontakt och i sötvatten, samt i särskilda fall ovan mark, där man har en betydande risk för rötangrepp. Exempel på användningsområden är ledningsstolpar, järnvägssliprar, stängselstolpar samt trall i direkt markkontakt.

Trä impregnerat enligt klass *AB* är avsett för användning i utsatta konstruktioner ovan mark, som till exempel vindskivor och staket.

Trä impregnerat enligt klass *B* är endast avsett för utvändiga snickerier som fönster och dörrar.

Trä impregnerat enligt klass *M* är avsett att användas i träkonstruktioner i varaktig kontakt med vatten som riskerar att angripas av marina träskadegörare, till exempel skeppsmask, samt i konstruktioner som utsätts för extrema påkänningar eller där man ställer särskilda säkerhetskrav. Exempel på användningsområden är kajanläggningar och grundpålar. (ibid.)

Vid användning av tryckimpregnerat virke bör man undvika all form av efterarbetning. När man kapar eller på annat sätt bearbetar materialet blottas ytor som då inte har lika gott skydd. (Burström, P-G., 2007)

På Svenska Träskyddsföreningens hemsida står följande att läsa angående hantering av virke i impregneringsklass *AB*- ovan mark, den klass som är mest frekvent använd:

skyddsåtgärder:

Bearbetning av det impregnerade virket bör undvikas. Är detta inte möjligt ska den bearbetade ytan behandlas med lämpligt träskyddsmedel, (behörighetsklass 3). Om bearbetningen görs inomhus, behövs normalt andningsskydd (halvmask med partikelfilter P2), eftersom trädamm kan vara farligt vid inandning. (Svenska Träskyddsföreningen, 2008)

Även om jag sett allt fler professionella användare använda andningsskydd, även utomhus, i samband med hantering av tryckimpregnerat är jag tveksam till att fack- och lekmän generellt är medvetna om ovanstående rekommendationer och att de därmed utsätter sig för onödiga risker.

Uttjänt impregnerat virke och även träspill från nybyggnation ska hanteras som farligt avfall och får därför inte eldas, i och med att arsenik och krom då kan frigöras, utan ska lämnas till kommunens avfallsstation (Malmö stad, 2006). Många kommuner, som till exempel Malmö och Göteborg, rekommenderar kommuninvånarna att i möjligaste mån välja bort traditionellt impregnerat virke (Göteborgs stad, 2005).

furfurylering

Furfurylering är en sorts tryckimpregnering i kombination med värmebehandling. Vid processen tryckimpregneras virket med kemikalier som under upphettningssfasen reagerar med träet vilket gör att virket inte innehåller några urlakningsbara, farliga ämnen. (Nilsson, T. & Björdal, C., 2006)

Man har arbetat med att utveckla metoden sedan 50-talet och i (Kotsalainen, S., 2005) grannlandet Norge ligger man långt fram i utvecklingen att kemiskt modifiera trä, där tillverkas och marknadsförs, sedan ett par år in på 2000-talet, även så kallat furfurylerat trä (Edlund, M.-L., 2007, Kebony, 2008).

Impregneringsvätskan är en furfurylalkohol baserad på bioavfall av sockerrör och majs bestående av 90 % alkohol, 5 % zinkklorid och 5 % vatten. I processen tränger vätskan in i materialets cellväggar och reagerar med dessa varpå de sväller upp, mer än vad de skulle ha gjort vid inträngning av vatten, och orsakar en permanent volymförändring. (Kotsalainen, S., 2005)

Furfurylerat virke är väldigt dimensionsstabil i och med att eventuell fukt högst marginellt kan åstadkomma ytterliggare svällning. I likhet med värmebehandling, utan tillsatser av kemikalier, gör förändringen av virkesstrukturen det även mycket hårt. Men till skillnad från och tvärt emot endast värmebehandlat trä ökar böjhållfastheten och elasticitetsmodulen. Till exempel fördubblas hårdheten för furu och björk blir 2-3 gånger hårdare. Även resistensen mot biologisk nedbrytning och mot insekter ökar. (ibid.)

En följd av furfurylering är att materialet ändrar färg och blir mörkare och kan påminna om tropiska träslag. I och med att materialet är helt genomfärgat och att förändringen av virkesstrukturen även den är helt genomgående går det utmärkt att kapa, hyvla och slipa materialet utan avkall på estetik eller funktion. (ibid.)

När materialet är uttjänt sorteras virket som obehandlat trävirke (Kebony, 2008).



vegetabiliska oljor

Impregnering med olika vegetabiliska oljor marknadsförs som miljövänliga alternativ till konventionell tryckimpregnering (Epmeier, H. m. fl., 2004). Det är känt att olja ger en fuktavvisning som bidrar till att hålla träets fuktkvot på en låg nivå men det har även en tendens att "läcka" ut från virket och därmed göra det kladdigt. Sedan 2003 har man inom EU-projektet ECOTAN arbetat med att utveckla impregnering av trä med lin-, eller talloljederivat, det vill säga raffinerade oljor. Genom att tillsätta reaktiva komponenter till oljan och därmed binda den hårdare till virket ska förhoppningsvis ett mer långsiktigt skydd avseende rötresistens och dimensionsstabilitet erhållas. Det pågår även försök på kontinenten med att impregnera med solrosolja.- (Westin, M. & Wålinder, M. m. fl. 2006)

I den svenska metoden kokas linolja in i gran eller furu och om man tillsätter färgpigment följer det med oljan in i virket. Därefter fyller man återigen anläggningen med varm olja som värms successivt till 75-80° C varpå det vatten som är kvar i virket kokas bort från träet. Under processen kokas 70-95 % av vattnet ut. (Epmeier, H. m. fl., 2004)

Enligt tillverkarna har virke som behandlats med ovanstående metod följande fördelar: minimal sprickbildning, virket är dimensions- och formstabil, minskat mögelproblem, förbättrat rötskydd, träet blir fukt- och vattenavvisande, om pigment tillsätts är virket färdigmålat, lång underhållsfrihet och billigare än traditionell målning eller lasering. Utan tillsats av pigment kan materialet anses grundmålat. (ibid.)

Enligt Westin m. fl. (2006) har det dock i försök utförda av SP Bygg och Mekanik visat sig att impregnering med lin- respektive talloljederivat är ett kostsamt sätt att åstadkomma produkter med beständighet i nivå med furu- eller lärkkärna som båda har betydligt lägre beständighet än vad en traditionell tryckimpregnering eller kemisk modifiering såsom acetylering skulle ha gett.

Ulvcrona (2007) konstaterar dock i sina försök vid SLU i Umeå att linoljebehandling påverkade formbeständigheten positivt samt att den även tog bort mycket av de naturligt förekommande variationerna rörande krympning och svällning.



värmebehandling

Sedan urminnes tider har man värmebehandlat trä över öppen eld i avsikt att öka beständigheten. Mer sentida hade man i USA under det tidiga 1900-talet idéer om att industriellt värmebehandla trä. Även i Sverige fanns det under 1940-talet uppslag till värmebehandling. Men då, under 1900-talets första hälft, låg fokus på att förbättra dimensionsstabiliteten. Då nötningsbeständighet och slagseghet, det vill säga materialets förmåga att uppta stötblastning, ansågs för dålig ledde inga av ovanstående försök till några kommersiella produkter. (Sundqvist, B., 2003)

Under 1990-talet utvecklade man metoder att värmebehandla träet i avsikt att förändra träets kemi (Burström, P.-G., 2007) framförallt i Tyskland, Holland, Frankrike och Finland. I och med ökade krav på miljöhänsyn och minskad användning av träskyddsmedel började man nu inrikta sig på att förbättra träets rötbeständighet. Detta har lett till en kommersialisering (Sundqvist, B., 2003) och att det idag finns produkter på dessa marknader.

Själva processen att värmebehandla skiljer sig åt mellan olika producenter men har det gemensamt att uppvärmningen sker vid en reducerad närvaro av syre och i temperaturer mellan 180 och 240° C (Fröbel, J. m. fl., 2004). Förutom att rötbeständigheten och dimensionsstabiliteten ökar påverkar även processen träet genom att träets färg förändras och att virket förlorar väsentligt i styrka. Rötbeständigheten samt formstabiliteten ökar med temperatur och tid medan hållfastheten försämras (ibid.). Hållfastheten för gran och furu kan försämrats med så mycket som 50 % vid värmebehandling. (Bengtsson, C. & Jermer, J. m. fl., 2003).

Generellt är virke från barrträd lättare att behandla än virke från lövträd beroende på att det har lägre densitet och högre permeabilitet. Bland barrträden anses gran och radiatall (*Pinus radiata*) som särskilt bra att termobehandla då det ger en synnerligen god rötbeständighet. Bland lövträden anses asp och bok som de bästa då de även behåller en god mekanisk styrka. (Sundqvist, B., 2003)

Resultaten av SP²s, Sveriges provnings- och forskningsinstitut, fältförsök har visat att värmebehandlat trä klarar sig dåligt enligt de utvärderingskriterier som gäller för fältprovningar av rötangrepp. Men då utvärderingen i princip är en hållfasthetsprovning, anpassad för impregnerat virke, är det troligt att det dåliga resultatet snarare är en funktion av tillverkningsprocessen och den hållfasthetsnedsättning som erhålls där. Trots detta tyder resultatet på att värmebehandlat trä inte ska användas i markkontakt. (Edlund, M.-L., 2005)

För att virket ska processas med gott resultat bör det inte vara grövre än 50 mm för plank eller ha en diameter större än 100 mm för rundträ (Sundqvist, B., 2003). Som allt oskyddat virke grånar värmebehandlat trä med tiden (Nilsson, T. & Björdal, C., 2006).

I och med den nedsatta hållfastheten ska inte värmebehandlat trä användas i bärande konstruktioner utan lämpar sig bäst till staket, fasader, fönster och trädgårdsmöbler (Fröbel, J. m. fl., 2004).

acetylering

Vid acetylering torkas först virket till en fuktkvot på 4-8 procent. När det är torrt nog tryckimpregneras det med ättikssyraanhydrid och värms, under 1-4 timmar, upp till 120-130° C varpå impregneringsvätskan reagerar med trämaterial. I processen reagerar vedens hydroxylgrupper med ättikssyraanhydriden och acetylgrupper bildas. Dessa upptar i stor utsträckning de ytor i materialet där vatten annars skulle kunna bindas. (Larsson, E., 2001) Restkemikalierna, som till största delen består av ättika, drivs ut med hjälp av vakuumtorkning (Epmeier, H. m. fl., 2004).

Alla impregnerbara träslag kan behandlas utan problem. Till skillnad från traditionell tryckimpregnering är det med acetylering även möjligt att impregnera kärnvirke från gran och fur om dimensionerna inte är för stora (vilket innebär upptill en tjocklek på 50 mm för gran). (ibid.)

I Japan finns en mindre produktionsanläggning för acetylering. De kallar produkten för "Alfa-wood" och den används främst i högtalare och musikinstrument. Acetylerat trä har i Europa fram tills ganska nyligen varit en nischprodukt som endast tillverkats i pilotanläggningar. (ibid.) Numera finns det en större anläggning i Holland som tillverkar en produkt som saluförs under namnet Accoya®.

Acetyleringsprocessen skiljer sig från till exempel värmebehandling då den har en högst marginell eller inte några negativa effekter alls på virkets hållfasthetsegenskaper. Processen påverkar inte heller virkets färg. Dessutom blir det mer beständigt mot UV-bestrålning och har en

mindre tendens att gråna jämfört med obehandlade material. Erfarenheter från försök visar att acetylerat trä är mycket beständigt. I markkontakt räknar man med en livslängd på 25-30 år. Ovan mark är det svårt att se att livslängden skulle begränsas av den biologiska beständigheten. I fältförsök har virket klarat kriterierna för NTR-klass A, vilket är lika bra eller bättre beständighet som uppnås med CCA-impregnering. (ibid.)

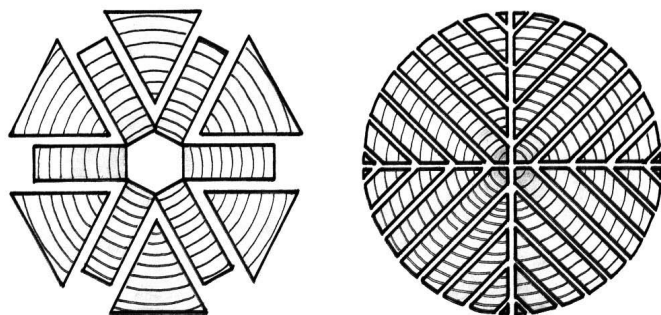
Trots att tekniken var känd och omskriven redan 1928 (Seegerholm, K., 2007) så finns det idag inga volymer av gammalt acetylerat virke men den uppskattade avfallsmängden bör bli liten med tanke på materialets livslängd. Eventuell återvinning torde dock inte vara något problem. Materialet kan brännas eller i naturen de-acetyleras och sedan brytas ned som obehandlat trä. Det är dock inte känt hur långt tid denna process kan tänkas ta. (Epmeier, H. m. fl., 2004)

stjärnsågning

För att få fram ett material med så bra egenskaper som möjligt har skickliga timmermän genom tiderna eftersträvat att framställa virke med stående årsringar. Detta var en av grundförutsättningarna för högkvalitativa träprodukter. I takt med en ökad mekanisering av träindustrin och med krav på allt större processade volymer har denna strävan fått ge vika för effektivitet. (Sandberg, D. 2000)

Anledningen till att man förr ansträngde sig för att ta ut virket på rätt sätt var att man visste att årsringsorienteringen spelade en avgörande roll för beständigheten. Virke med stående årsringar är mer formstabbilt, har mindre benägenhet att spricka samt högre hållfasthet och hårdhet. (ibid.)

Under 1990-talet väcktes återigen intresset för årsringorienteringens betydelse för egenskaper hos furu och gran. Detta ledde till att man började utveckla och utarbeta metoder för att industriellt ta fram ett material där årsringarna i virkets tvärsnitt är mer eller mindre vinkelräta mot flatsidorna, det vill säga inom ramen för dagens definition av stående årsringar som säger att vinkeln mellan årsringens flatsida och virkets flatsida ska vara mellan 60 och 90 grader (se figur 8). (ibid.)



kärnfuru

Kärnfuru - en nygamal produkt med gamla traditioner som under 2008 återigen saluförs. Som beskrivits tidigare i detta arbete har furans kärnved en naturligt god beständighet i sig själv. Enligt producenten ska materialet bestå av till över 90 procent ren kärnved. Virket är även certifierat av både FSC och PEFC. (Setra, 2008)

Materialet är endast avsett för användning ovan mark. Konsumenten kan välja om hon vill behandla virket med olja eller att göra ingenting och låta det få en gråaktig ton likt den man kan se på gamla norrländska lador. (ibid.)

figur 8

två olika metoder att ta fram ett stjärnsågat virke (Sandberg, D. 2000)

kompositmaterial

Ordet komposit kommer av latinets *compositus* som betyder "sammansatt". Kompositmaterial kan sägas vara en grupp av material som innehåller två eller flera komponenter och som har egenskaper som väsentligen skiljer sig från de ingående komponenternas egenskaper. Ett vanligt exempel på ett ofta använt kompositmaterial är armerad betong som är just betong med ingjuten armering av stål. Kompositen blir därmed mindre spröd än betongen och rostar inte som stålet.

(Nationalencyklopedin, 2008)

Definitionsmässigt delas ofta de ingående materialen upp i matris-/ grundmaterial som kan vara av till exempel *plast*, *metall* eller *keram* och ett armerande material i form av partiklar, fibrer eller skivor. I och med att det finns en mängd olika material som är möjliga att kombinera och att förhållandena dem emellan kan varieras kan man säga att möjligheten att framställa olika kompositmaterial med vitt skilda egenskaper i det närmaste är oändlig. (ibid.)

Kanske är det Plastkompositen med armering av till exempel glas- eller kolfiber som är den mest kända typen av kompositmaterial. Om fiberarmeringen upptar en relativt liten del av materialet benämns det som armerad plast. Plastkompositen med en högre andel armerande fibrer kallas fiberkompositen. (ibid.)

figur 9

speldosa i kompositmaterialet MDF, patinerad eller vattenskadad?

skivmaterial

en tillbakablick

Enligt flera källor på nätet, bland annat Wikipedia, så är de tidigaste träskivmaterialen plywood-konstruktioner. I Egypten ska man ha hittat sarkofager, cirka 3500 år gamla, som är uppbyggda av tunna sammanlimmade träskikt till en stabil och hållbar skiva / form. (Wikipedia, 2008, Vänerply, 2008)

Den moderna utvecklingen av olika träbaserade skivmaterial avsedda för byggnadsändamål startade i början av 1900-talet i England där man producerade porösa fiberskivor (Back, E., 2004). Nästa produkt ut på marknaden var den hårda fiberskivan som kom till genom ett misstag vid hanteringen av en porös skiva (Fröberg, J., 2004).

Back (2004) skriver i boken *Våttillverkade fiberskivor i Norden 1929-2004* att man i Nordamerika, på mitten av 1920-talet, hade behov av att ta hand om de hartsrika restprodukterna från sågning av sydstatställen. Med anledning av detta anställdes William H. Mason som tidigare arbetat för Thomas Edison för att hitta en lösning på det växande problemet. Det sägs att, Mason var inspirerad av popcorn när han utvecklade metoden att värma upp träflisen med hjälp av ånga, i hopp om att frilägga fibrerna för att använda dessa i pappersindustrin.

Det visade sig dock att fibern blev alldeles för brun, skör och styv för att kunna användas till papper. I stället för pappersråvara började Mason tillverka en porös board av fibrerna men på grund

av ett misstag när man pressade en porös provskiva för länge och varmt upptäckte man den hårda fiberskivan senare, bland annat, kallad Masonite. (Fröberg, J. 2004)

Skivindustrin i Sverige var relativt tidigt ute i och med den svenske ingenjörstudenten vid universitetet i Wisconsin USA, Arne Asplund, som på grund av tillfälligheter började sin praktik, 1927, hos Mason. De båda kom bra överens och när Asplund skulle hem till Sverige fick han med sig en låda med prover och försäljningsmaterial i avsikt om hitta någon som ville starta en svensk Masonite-fabrik. Mr Mason, som hade patent på skivan i USA och insåg potentialen av sin upptäckt, hade idéer om att låta fabriker, med stora inbördes avstånd och som därför inte konkurrerade med varandra, licenstillverka produkten. (ibid.)

Svensken Carl Wikström blev den förste i världen, framför många andra intressenter, att få köpa en licens och med Asplund som ansvarig byggdes 1928-1929 den första fabriken för hårda fiberskivor utanför USA i Rundvik, Västerbotten (ibid.). 1930 började även andra industrier att pressa hårda skivor i Sverige och 1938 var det tio fabriker som producerade 120 000 ton hårda fiberskivor varav 37 % gick på export. Alla nya svenska skivfabrikanter var naturligtvis intresserade av att bestrida Mason´s patent och först 1936 avtog regeringsrätten Mason´s ansökan om ensamrätt i Sverige. (Back, E., 2004)

1932 blev Asplund på grund av konflikter uppsagd från Rundvik och fick då tillfälle att utveckla sina idéer angående kontinuerlig friläggning av fiber ur flis. 1934 hade han lyckats utveckla en *defibrator* som med relativt låg energiförbrukning på ett kommersiellt sätt kunde framställa fibermassa till hårda skivor. De svenska skivindustrierna tog till sig den nya tekniken och Asplunds defibrering blev ledande för tillverkning av fibermassa och snart exporterades tekniken världen över. (ibid.)

Under mitten av 1900-talet utvecklades och förädlades skivprodukterna allt mer och frågan var snarare *var man inte* istället för *var* man kunde använda de hårda skivorna. Under början av 70-talet nådde den hårda fiberskivan och därmed den svenska skivindustrin sin topp. Med cirka 740 000 årston fiberskivor stod man för cirka 10 % av världsmarknaden. Men nu ökade konkurrensen från andra skivprodukter och länder samtidigt som det blev allt svårare och dyrare att få tag i råvara. Som mest fanns det 19 skivindustrier i Sverige. (Fröberg, J., 2004) År 2004 finns endast två skivtillverkare kvar. Den ena är Masonite AB den andra är Karlit AB som numer ägs av IKEA. (Back, E., 2004)

På grund av behovet vid återuppbyggnaden av Europa i andra världskrigets kölvatten, startades även produktionen av limbundna skivor, typ spånskivor. De torrtilverkad så kallade MDF-skivorna började produceras på 70-talet i USA som ett alternativ till spånskivorna men det var först när möbelindustrin i Europa fick upp ögonen för produkten som efterfrågan tog fart. MDF´en fick ytterligare ett uppsving i samband med utvecklingen av laminatgolv. Som ett billigare

alternativ till plywood har man, relativt nyligen, i USA även utvecklat OSB-skivan, som med sina stora, orienterade, spån är ett mellanting mellan plywood och spånskiva. (Back, E., 2004, Fröbel, J. m. fl., 2004)

träbaserade skivmaterial

Plywood

Plywood består av ett antal korslagda fanérsnitt som limmas ihop vinkelrät mot varandra. Det vanligaste träslaget är furu, ibland med mellanfanér av gran men det förekommer även skivor med ytfanér av björk, bok, ek samt olika tropiska träslag. I Plywoodskivan strävar man efter att ha ytfanéren i samma fiberriktning för att på så vis förhindra att skivan böjer sig på grund av fuktrörelser. Detta medför att antalen fanér alltid är udda. (Fröbel, J. m. fl., 2004)

Beroende på vilket lim som används delas skivorna in i I- och U-plywood. I-plywooden är fukt- men ej vattenbeständig medan U-plywooden är avsedd för utomhusbruk. (Burstrom, P.-G., 2007) För att ytterligare öka beständigheten mot fukt och/eller mot mekaniskt slitage finns det även skivor som är belagda med olika typer av laminat eller film. Dessa skivor används till exempel till golv på lastbilar och, de mer färgglada, på lekutrustning.

Den vanligaste skivstorleken är 2500 x 1200 mm och tjockleken brukar ligga mellan 4 – 20 mm. (ibid.).

Träfiberskivor

Många kallar träfiberskivorna för masonit efter företaget Masonite AB men de kallas även för wallboard eller bara board (Helin, B. & Jeppsson, T., 1983).

Om man bortser från vattenångan som används i processen så är träfiberskivan till skillnad från de flesta andra skivmaterial inget kompositmaterial utan består bara av en ingående komponent nämligen träflis. Det är träets naturliga bindemedel lignin efter uppvärmning och pressning som håller ihop skivorna. (Fröberg, J., 2004)

Genom att variera presstrycket får man olika typer av fiberskivor. Skivorna delas in i hållfasthetsklasser på grundval av densiteten i *hårdade, hårda, medelhårda* och *porösa*. (Fröbel, J. m. fl., 2004) För att öka skivornas fuktresistens och hållfasthet kan de behandlas med asfalt (asfaboard) eller med tallolja (oljehårdad board) (Burström, P.-G., 2007).

Idag används skivorna i huvudsak inomhus men genom tiderna har de används till allt från båtar och bilar till "parkett"-golv (Fröberg, J. 2004).

MDF-board

MDF - *Medium Density Fibreboard* är relativt ny produkt som har kommit att till stor del konkurrera ut träfiberskivan – åtminstone i möbeltillämpningar inomhus (Back, E., 2004). MDF- är uppbyggt av samma råmaterial som träfiberskivan med den skillnaden att fibern torkas varpå ett bindemedel tillsätts. Massan pressas mot polerade plåtar vilket gör att skivan får släta fram- och baksidor (se figur 11). (Burström, P.-G., 2007)

Då skivmaterialet lämpar sig för bearbetning med hjälp av till exempel fräsar görs idag till viss del ytterdörrar av MDF. Det har dock visat sig att det nödvändiga färgskiktet spricker på grund av materialets fuktrörelser varför formstabiliteten och beständigheten blir mycket dålig. (ibid)

De finns även HDF – *High Density Fibreboard* och LDF – *Low Density Fibreboard*. HDF används till exempel som beståndsdel i parkett- / laminatgolv. LDF används främst i listverk och dylikt. Standardstorlek för MDF-skivor är 1220 x 2440 mm. De kan fås i tjocklek från 3 – 50 mm.

OSB

Oriented Strand Boards har utvecklats i USA och ersätter där plywood i många husbyggnationer på grund av att den är billigare (Back, E., 2004). Materialet är en relativt ny produkt och kan sägas vara ett mellanting mellan plywood och spånskiva. Skivorna framställs genom sammanlimning av långa spån under tryck och värme. Spånen nära ytorna ligger i skivans längdriktning medan mittenlagren ligger orienterade på tvären. Spånen kan komma både från löv- och barrträd. (Fröbel, J. m. fl., 2004)

figur 10
extruderade profiler av
trä-plast-komposit

foto: SP Sveriges Provnings-
och Forskningsinstitut

trä-plast-kompositer

Utan att hårdra resonemanget kan man säga att de flesta material runt omkring oss är kompositer och att många av dem redan finns i vår utemiljö. De kompositer jag i fortsättningen av detta arbete kommer att behandla är de relativt nya så kallade: trä-plast-kompositerna (Wood Plastic Composites, WPC). Som namnet antyder handlar det om träarmerade plastmatriser där träet står för minst 50 viktprocent.

I början av 2000-talet började man i Sverige att forska kring och utveckla träkompositmaterial men det var först 2006 i och med satsningen på EcoBuild som utvecklingen tog fart. EcoBuild är *ett kompetenscentrum för ekoeffektiva och innovativa träbaserade material och produkter* i samarbete mellan Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, KTH och ett 30-tal industrier. Målsättningen är att vara ett ledande internationellt kompetenscentrum för trämaterialutveckling inom sex år samt samtidigt verka som en uthållig mötesplats för högskolor, universitet och industri. (EcoBuild, 2008)

Segerholm (2007) skriver i sin licentiatuppsats att det är i Nordamerika utvecklingen än så länge kommit längst och att man räknar med att de ligger 5 till 10 år före oss i Europa. Under det senaste decenniet har marknaden för WPC ökat generellt men mest i Nordamerika där man räknar med att WPC-material i slutet av detta decennium ska stå för mer än 20 procent av den totala byggnadsmaterialsektorn.





trä-plast-kompositer forts.

I skriften *Tackla klimatförändringen: Använd trä* (Beyer, G. m. fl., 2007) kan man läsa att med ett träinnehåll på 70 procent beter kompositerna sig som trä och kan formas med vanliga träbearbetningsverktyg. Den extrema fuktbeständigheten gör att materialet väl lämpar sig till terrasser, fasadbeklädnad, parkbänkar och så vidare. Det finns även en växande marknad för inomhusprodukter. Vidare menar författarna att WPC-sektorn är en av de mest dynamiska av alla nya kompositsektorer.

Det var i samband med att man på 1990-talet började återvinna plastförpackningar i Nordamerika som utvecklingen tog fart. Samtidigt som bergen av kasserade mjölk- och juiceförpackningar blev allt större hade även skogsindustrin problem med ta hand om sina restprodukter i form av till exempel: spån och flis (se figur 13). Som alternativ till att elda upp plast och spån eller landfylla med spån utvecklades idéer om att av blanda materialen till nya produkter.¹ Det var framförallt som terrassgolv WPC-material fick sitt stora genombrott, trots att de var väsentligt dyrare än motsvarande konventionella lösningar. (Segerholm, K., 2007)

Materialet har från början marknadsförts som beständigt, sprick- och underhållsfritt och flera leverantörer erbjuder 10 års garanti. Det har dock visat sig att beständigheten på lång sikt inte uppfyllt krav och förväntningar på grund av man inte helt lyckats att stoppa träfibrens fuktupptagning. Försök har visat att även om WPC-materialet är helt nedsänkt i vatten tar det

upp fukt väldigt långsamt och att fukten inte kan tränga speciellt djupt in materialet men ändå fullt tillräckligt för att skapa spänningar och sprickor mellan de ingående materialerna och "mikrosprickor" i ytan. Sprickorna exponerar ytterligare träfiber varpå nedbrytningsprocessen fortgår. (ibid.)

Detta har föranlett att forskarna börjat snegla på de trämodifieringsmetoder som på senare tid utvecklats för massivt trä som till exempel acetylering, värmebehandling och furfurylering. Segerholm (2007) testade med mycket goda resultat att framställa kompositer med fiber från modifierat trä. Både furfurylerad och acetylerad träkomposit visade på väsentligt ökad beständighet relativt den ej modifierade. Acetylerad trä-plast-komposit visade i detta test vara 20 gånger beständigare än omodifierad och bedöms därför vara väldigt motståndskraftig mot röta.

I och med de lyckade resultaten i ovanstående försök så kan man numer höja andelen trä i kompositen till så mycket som 70 %. Detta är positivt eftersom andelen plastmatris, som är flera gånger dyrare än träkomponenten, naturligtvis blir mindre. (Segerholm, K., 2007) Höjd träandel borde även innebära att materialet blir mer trälikt vilket kan vara positivt för hantering, bearbetning, känsla och estetik.

Ett vanligt sätt att forma plast och därmed även WPC-material är så kallad extrudering, även kallat strängsprutning. Bearbetningen går till så att man med högt tryck pressar den degliknade plastmassan genom ett munstycke och det är munstyckets form som avgör profilen på produkten. (Nationalencyklopedin, 2008)

1. Magnus Wålinder, centrumledare EcoBuild, telefonsamtal 2008-05-19

figur 11

Flis - energiråvara eller material till en ny terrass?

att välja material

När man står inför uppgiften att välja material till en konstruktion kan man ha olika ingångar till processen. Ingenjören kanske i första hand tänker på funktion och beständighet medan arkitekten fokuserar på färg, form och uttryck. Oavsett i vilken ände man börjar bör naturligtvis alla ovanstående aspekter vägas mot varandra och det är inte osannolikt att arkitekten och ingenjören enas om samma material.

Carling (1984) skriver att om att välja trä som material att *andra material eller lösningar bör väljas om man inte kan bedöma risken för biologisk nedbrytning korrekt och inte använder, underhåller samt skyddar träet effektivt.*

Har man bestämt sig för att använda trä eller en träbaserad produkt kan det vara bra att börja med att fundera på hur det ska se ut. Ska materialet vara ljust eller mörkt, trärent eller målat? Ska det under hela livslängden se likadant ut eller kan man tillåta förändringar från det ursprungliga utseendet? Vad det gäller utseende är det naturligtvis en fråga om smak. Det som en del upplever som en vacker patinering beskriver andra som något bortglömt och fult. (Nilsson, T. & Björdal, C., 2006)

Genom att i stället utgå från vad materialet ska användas till kan man relativt snabbt begränsa antalet möjliga material. Är materialet i kontakt med mark eller i jord? Ska man i så fall välja ett beständigt virke eller kan man tänka sig att byta ut materialet oftare? Om det finns det risk för

personskador på grund av ruttnat virke bör man naturligtvis bygga så beständigt som möjligt (ibid.) utan för den skull göra alltför stora avkall på den idé och uttryck man initialt hade.

Beroende på träslag och exponering grånar alla obehandlade träslag. Därför bör man ta ställning till om och i så fall hur materialet ska behandlas. Grånaden kan till exempel motverkas genom att regelbundet stryka med en olja innehållande UV-skyddande pigment. Målat trä är lättast att vidmakthålla i ursprungligt skick (ibid.) men det kräver däremot relativt stora insatser, per tillfälle, i form av skrapning / tvättning och målning.

En annan väldigt viktig aspekt är givetvis priset (ibid.) och då bör inte bara inköps- och anläggningskostnaden beaktas utan även kostnader för framtida underhåll.

Marie-Lousie Edlund, SP Träteknik, säger i tidningen Träinformation (2006) att man måste vara ärlig mot sig själv och ställa sig frågan om vilken beständighet som är nödvändig. Ska man till exempel bygga en sandlåda till sitt barn kanske det räcker med en hållbarhet på fem år. Planerar man för fler barn måste beständigheten vara större och det kan vara aktuellt att fundera lite extra över materialvalet.

diskussion

I de inledande kapitlen i detta arbete skrivs det om guld och gröna skogar men då källorna till dessa kapitel i mångt och mycket kommer från skogsindustrin kan det vara klokt att väga fakta mot industrins eventuella intresse mot ökad träanvändning och i förlängningen omsättning.

Under de senaste månaderna har den svenska skogshanteringen debatterats. Skogstyrelsen och skogsindustrin är inte överens om de svenska skogarnas status.

Miljömålsrådet skriver angående skogen att resursen används intensivt och att användningen bedöms öka i takt med efterfrågan på biobränsle. Deskriver även att miljö kvalitetsmål *nr. 12 Levande skogar* är mycket svårt eller inte möjligt att nå när det var tänkt, till år 2020 och att, delmålen behöver skärpas, samt att det är bråttom att vidta nödvändiga åtgärder om miljö kvalitetsmålet överhuvudtaget ska kunna nås. Vidare menar man att skogens biologiska mångfald till viss del fortsätter att utarmas, att skogar med mycket höga naturvärden fortsätter att avverkas och att flera vanliga skogslevande arter minskar. Samtidigt förbättras vissa grundförutsättningar för den biologiska mångfalden, exempelvis ökar mängden död ved, grova träd och äldre lövrik skog. (Skogstyrelsen, 2008)

När jag började samla information till detta arbete hade jag en bild av att det skulle finnas fler nya material som lämpar sig för utemiljö än vad som faktiskt verkar finnas. Jag var även mycket negativ till att importera tropiska träslag, inte bara på grund av de långa transporter som det

medför, utan även på grund av min bild av den lokala skogsindustrin.

De visade sig dock att många av de material, produkter och metoder som jag hört talas och läst om antingen bara är i försöksstadium eller på grund olika anledningar är avvecklade. Samtidigt blir den tropiska skogsindustrin i och med certifiering allt mer kontrollerad och ekonomiskt, ekologiskt samt socialt hållbar. Detta gör att min syn på materialval blir aningen mer nyanserad. Kanske kan det vara bättre att ha ett i sig beständigt tropiskt material istället för ett lokalt processat, behandlat eller obehandlat med tanke på de miljöeffekter (och / eller energisamt ekonomiska förluster) det medför att byta ut materialet oftare.

För att bringa klarhet i detta skulle man behöva att med hjälp av livscykelanalyser väga materialens totala miljöpåverkan mot varandra, från träd till förbrukad och eventuellt återanvänd, alternativt deponerad, produkt. Livscykelanalyser är minst sagt komplexa men min magkänsla säger mig att det på lång sikt borde vara allra bäst att minimera både antalet transporter och den sammanlagda transportsträckan. Med andra ord att använda så lokala och beständiga material som möjligt.

Sverige har under många år exporterat enorma mängder virke och detta är en av orsakerna till vårt lands relativt höga välfärd och goda ekonomi. Är det då rätt att säga att länder med tillgång till tropisk skog inte ska få möjlighet att göra samma sak eller borde vi kanske uppmuntra till just detta?

Genom att ge de tropiska skogarna ett ekonomiskt och långsiktigt värde samt att uppmuntra till ett hållbart skogsbruk skulle många fattigare länder kunna få igång en inkomstbringande industri samt få ett incitament till att bruka skogen på ett sätt som skulle gynna miljön lokalt och globalt. Detta behöver inte innebära export över eller runt hela jorden med ökad transport som följd utan förhoppningsvis kan träet ersätta andra material även i den egna regionen.

I och med att den konventionella tryckimpregneringen blir alltmer reglerad och allmänheten blir mer miljömedveten ökar efterfrågan på nya beständiga material med minsta möjliga negativa miljöpåverkan. När efterfrågan ökar får industrin incitament att producera och tillsammans med satsningen på kompetenscentrumet EcoBuild borde det finnas goda chanser att vi inom en snar framtid har fler material som uppfyller kraven på estetik, funktion och eko-effektivitet på den svenska marknaden.

Nya material i all ära men det slår mig när jag läser om träbyggnader från 1200-talet att dåtidens hantverkare angrep problematiken från ett annat håll. De använde det bästa materialet som fanns i deras närhet, de visste att utnyttja det på det mest effektiva sättet och med en stor yrkesstolthet byggde de för generationer. Dagens byggindustri och samhälle har ett mer kortsiktigt tänkande. Idag är de inte materialet som är det dyraste utan lönerna för de som tar fram det och för de som gör något av det. Detta ger ett samhälle där fokus ligger på produktion, konsumtion och omsättning istället för på kvalitet.

Ovanstående resonemang hyser, från min sida, inga drömmar eller förhoppningar om att ta samhällsutvecklingen hundratals år tillbaka men jag vill återigen belysa att med dagens kunskap om samt tillgång till material och maskiner borde det vara möjligt att bygga mer hållbart och långsiktigt i de fall detta är önskvärt.

Ett spännande framtidsscenario är att vi i större utsträckning använder restprodukter till att framställa modifierade trämaterial och de är en självklar del av vårt byggande. Förhoppningsvis kan icke oljebaserade plaster konkurrera ut de konventionella och att vi därmed kan blanda restprodukter från trä- och plastindustrin till beständiga och relativt billiga helt biologiska kompositer.

Sammanfattningsvis kan man säga att det än så länge behövs mer kunskap innan man kan föreslå den tekniskt, ekonomiskt och mest effektiva materiallösningen för utemiljö. Jag vill även återigen understrycka att oavsett vilket material som används får man inte glömma att grunden för en beständig produkt är en riktig konstruktion samt att man valt ett lämpligt material.

Till sist vill jag även ännu en gång uttrycka min känsla för att de mest långsiktiga lösningarna avseende effektivitet av ekologiska, sociala och ekonomiska aspekter torde ligga i att ta till vara på de lokala resurserna samt att bruka dem så effektivt som möjligt.

inspiration och produktguide

På nästkommande sidor har jag tagit fram exempel på några av de material och produkter som behandlats tidigare i detta arbete.

Informationen är en sammanställning av produktblad och leverantörers hemsidor samt vissa antaganden gjorda av mig. I de fall informationen ej funnits och jag inte arbetat med materialet ifråga har jag utifrån mina erfarenheter som byggnads- och möbelsnickare tillåtit mig antaganden om egenskaper bland annat angående formbarhet och hanterbarhet.



figur 12
pooldäck & brygga av Decodeck®

foto: Decodeck

Decodeck®

användningsområde:	altandäck, bryggor, osv
består av:	65% träfiber och 35 % polyeten
karaktäristika:	hårt, beständigt och formstabil
formbarhet:	går antagligen att böja om det värms försiktigt, annars ej formbart
hanterbarhet:	bearbetas med vanliga träverktyg
format:	trall: 24x139x4000 mm
miljöprofil:	"ekologiskt, miljövänligt material"
färg:	i Sverige: brunt eller mörkbrunt (Tobacco brown, Dark brown) 5 års garanti på kulörbeständighet
övermålningsbar:	ja efter cirka 12 veckor utomhus
underhåll:	"tvättas emellanåt"
återvinningsbar:	Kan återvinnas till 100%. Uttjänt material hanteras som vanligt obehandlat trä – deponeras eller eldas.
övrigt:	leverantören lämnar 10 års garanti
producent:	Neofibra NV, Belgien
för mer information:	www.decodeck.com alt. www.gop.se
KÄLLA:	GOP Glasfiber och Plastprodukter AB, Neofibra NV



figur 13
terrass och brygga

foto: Kebony ASA

Kebony™

användningsområde:	husbeklädnad, altandäck, bryggor, möbler, plank osv
består av:	furfurylerad furu, ask, bok eller SYP (Southern Yellow Pine)
karakteristika:	mycket hårt, beständigt och formstabil
formbarhet:	Materialet är väldigt hårt men går det utmärkt att kapa, hyvla och slipa materialet utan avkall på estetik eller funktion.
hanterbarhet:	bearbetas med vanliga träverktyg, slöar antagligen verktyg
format:	trall: 21x95 mm – 34x145 mm panel: 16x98 mm – 29x173 mm div. profilerad panel: 19x98 mm – 19x148 mm tak: 22x148 mm bjälke: 48x148 mm
miljöprofil:	allt virke är certifierat, trallen är svanenmärkt
färg:	brunt till mörkbrunt, grånar med tiden
övermålningsbar:	ja
underhåll:	kräver inget underhåll
behandlat med:	furfurylalkohol, baserad på bioavfall av sockerrör och majs
återvinningsbar:	Uttjänt material hanteras som vanligt obehandlat trä – deponeras eller eldas.
producent:	Kebony ASA, Norge
för mer information:	www.kebony.com
KÄLLA:	Kebony ASA



Kärnfuru

användningsområde:	husbeklädnad, altandäck, bryggor, inne- och utemöbler, trappor mm.
består av:	minst 90 % kärnfuru
karakteristika:	hårdare, beständigare och mer formstabil än splintved från furu
formbarhet:	relativt mjukt, går utmärkt att kapa, hyvla och slipa.
hanterbarhet:	bearbetas med vanliga träverktyg
format:	trall: 28x12 mm – 34x145 mm regel: 45x45 mm – 45x195 mm panel: 22x120 mm, finsågad/hylvad
miljöprofil:	uppfyller kraven för FSC och PEFC
färg:	vit / ljusgult – ljusbrunt, grånar med tiden
övermålningsbar:	ja
underhåll:	kräver inget underhåll, om man vill motverka grånad kan man t ex stryka med olja innehållande UV-skydd
behandlat med:	ej behandlat
återvinningsbar:	Uttjänt material hanteras som vanligt obehandlat trä – deponeras eller eldas.
producent:	Setra Group AB, Sverige
för mer information:	www.setragroup.se
KÄLLA:	Setra Group AB

figur 14

bro och bänk av kärnfuru

foto: Setra Group



figur 15
spalje, Linax™ brun
staket, Linax™ röd

foto: Bergs Timber AB

LINAX™

användningsområde:	husbeklädnad, bullerplank, vindskydd, staket, trall osv
består av:	tryckimpregnerad furu eller gran som tryckbehandlats med linolja
karaktäristika:	underhållsfritt i 10 år, dimensionsstabil, beständigt mot röta och mögel samt fukt- och vattenavvisande
formbarhet:	hanteras som traditionellt impregnerat virke, eventuella sågade snittytor bör bättringslaseras
hanterbarhet:	bearbetas med vanliga träverktyg
format:	trall: 28x120 mm – endast natur div. panel: 21x145 mm hyvlad, 3 sidor: 22x45 mm – 22x145 mm hyvlad, 4 sidor: 34x 120 mm – 45x195 –95x95mm ohyvlad: 22x150 mm sågad: 25x150 mm – 100x100 mm
miljöprofil:	PEFC-certifikat, "strävar efter att vara Europas miljövänligaste träskyddsanläggning"
färg:	natur, gulockra, brun och röd
övermålningsbar:	ja
underhåll:	underhållsfritt i 10 år, underhåll görs med Bitus Carex Linoljelasyr
behandlat med:	kopparbaserad tryckimpregnering samt linolja
återvinningsbar:	uttjänt material hanteras som tryckimpregnerat virke och lämnas på miljöstation, ska ej eldas
producent:	Bitus AB – ingår i Bergs Timber-koncernen
för mer information:	www.bitus.se
KÄLLA:	Bitus AB

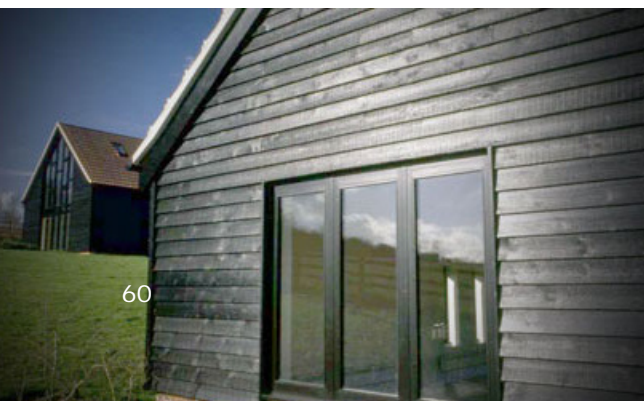


Stjärnsågad furu

användningsområde:	husbeklädnad, altandäck, bryggor, inne- och utemöbler, trappor mm.
består av:	furu
karaktäristika:	hårdare, beständigare och mer formstabil än traditionell furu, relativt kvistfritt, harmonisk ytstruktur
formbarhet:	marginalt hårdare än konventionell furu men på grund av årsringsorienteringen förutsägbart
hanterbarhet:	går utmärkt att kapa, hyvla och slipa.
format:	tas fram efter förfrågan, t ex: 50 x 50mm – 50 x 150 mm x 2700 – 5500 mm de längre längderna är svårare att få fram och därför dyrare
miljöprofil:	<i>"Produkten ska vara miljövänlig att tillverka och värna om vårt klimat."</i>
färg:	vit / ljusgult – ljusbrunt, grånar med tiden
övermålningsbar:	ja
underhåll:	kräver inget underhåll, om man vill motverka grånad kan man t ex stryka med olja innehållande UV-skydd
behandlat med:	ej behandlat (på bilden oljat med färglös <i>Beckers Elite</i>)
återvinningsbar:	uttjänt material hanteras som vanligt obehandlat trä – deponeras eller eldas.
producent:	PrimWood AB, Sverige
för mer information:	www.primwood.se
KÄLLA:	Primwood AB

figur 16

utemöbel med sits och bord av stjärnsågad furu
design & tillverkning: författaren



figur 17
träkoja, terrass och
fasadbeklädnad av Accoya™

foto: Titan Wood Limited

TitanWood - Accoya™

användningsområde:	altandäck, bryggor, fönster, dörrar, plank, utemöbler, vägbroar osv
består av:	genommodifierat trä (acetylerat)
karaktäristika:	dimensionsstabil, hårt, beständigt - kan i princip inte ruttna
formbarhet:	hårdare och styvare än det ingående materialet
hanterbarhet:	är enkelt att använda i maskiner och hantera manuellt och orsakar inga extrautmaningar för produkttillverkare och slutanvändare
format:	begränsas av impregneringskammaren och hur långt in i materialet den förmår att trycka impregneringsvätskan
miljöprofil:	produceras av välhanterade och förnyelsebara källor, inklusive FSC, PEFC och andra regionellt certifierade trätyper
färg:	påverkar ej det ingåendematerialets färg
övermålningsbar:	behövs inte målas, om det målas är färgåtgången 4-5 gånger mindre än vid obehandlat trä
återvinningsbar:	kan återvinnas till 100%, uttjänt material hanteras som vanligt obehandlat trä – deponeras eller eldas
övrigt:	beständigt i 50 år ovan mark och 25 år i marken
producent:	Titan Wood Limited, Nederländerna
för mer information:	www.titanwood.com
KÄLLA:	Titan Wood Limited



THERMEX™

användningsområde:	husbeklädning, altandäck och möbler
består av:	värmebehandlad furu eller gran
karaktäristika:	hårt och formstabil, högsta naturliga beständighet enligt EN 350-1
formbarhet:	materialet är hårt men går att kapa, hyvla och slipa utan avkall på estetik eller funktion i och med att det är genomfärgat
hanterbarhet:	bearbetas med vanliga träverktyg
format:	trall: 19x90 mm – 19x140 mm div. profilerad panel: 18x90 mm – 20x168 mm slät, spontad panel: 21x195 mm – 21x220 mm
miljöprofil:	allt virke är PEFC-certifierat, produkten är "100% ekologisk"
färg:	brunt till grått
övermålningsbar:	ja, om det sker i samband med installation, efter 1 år är en ej övermålningsbar, trall ska impregneras direkt efter installation.
underhåll:	rekommenderat underhåll görs med <i>Bitus Carex Träolja Naturell</i> eller med pigmenterad olja om man önskar att bibehålla den ursprungliga kulören
behandlat med:	ekologisk vegetabilisk olja
återvinningsbar:	uttjänt material hanteras som vanligt obehandlat trä – deponeras eller eldas.
producent:	Bitus AB – ingår i Bergs Timber-koncernen
för mer information:	www.bitus.se
KÄLLA:	Bitus AB
att tänka på:	vid dimensionering av värmebehandlat virke bör man tänka på det har sämre hållfasthet relativt obehandlat

figur 18
brygga av Thermex™ trall

figurlista

Alla bilder där ej annat anges är fotograferade av och tillhör författaren. För övriga bilder är tillstånd inhämtade enligt nedan.

figur 1,	FSC - Sverige, 2008-05-16
figur 2,	PEFC - Sverige, 2008-04-30
figur 4,	CEI-Bois, 2008-05-03
figur 5,	SIS Miljömärkning AB, 2008-05-05
figur 8,	Sandberg, Dick, 2008-08-14
figur 10,	SP Sveriges Tekniska Forskningsinstiut, 2008-05-19
figur 12,	Glasfiber & Plastprodukter AB, 2008-05-19
figur 13,	Kebony ASA, 2008-05-08
figur 14,	Setra Group, 2008-05-08
figur 15 & 18,	Bergs Timber AB, 2008-05-20
figur 17	Titan Wood Limited, 2008-06-02

refererade källor

Andersson, E. (2003).

Trädets långa väg – En historia om hur man kan använda olika träslag, Varberg: BCB

Aronsson, K.-Å., Bristow, A. & Bristow, P. (2002).

Tradition i trä – En resa genom Sverige, Emmaboda: Åkessons

Back, E. (2004).

Våttillverkade fiberskivor i Norden 1929-2004, Lund: Wallin & Dalholm Boktryckeri AB

Bengtsson, C., Jermer, J., Ek-Olausson, B., Brem, F., Clang, A. & Edlund, M.-L. (2003).

Heat-treated wood – durability and technical properties, - Rapport 2003:25, Borås: SP Sveriges provnings- och Forskningsinstitut

Beyer, G., Defays, M., Fischer, M., Fletcher, J., de Munk, E., de Jaeger, F., Van Riet, C., Vandeweghe, K. & Wijnendaele, K., (2007).

Tackla klimatförändringen: Använd trä, Bryssel: CEI-Bois

Boutelje, J. & Rydell, R. (1986).

Träfakta – 44 träslag i ord och bild, Stockholm: TräteknikCentrum

Burström, P.-G. (2007).

Byggnadsmaterial – Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper, Denmark: Narayana Press

Carling, O. (1984).

Träskyddshandbok, Helsingborg: Schmidts Boktryckeri AB

Cornell, E. (1997).

Byggnadstekniken – Metoder och idéer genom tiderna, Byggförlaget, Trydells Tryckeri

Dahl, J. (2006).

100 miljoner till träteknik, *Särtryck från Provnings och Forskning*, (2006), nr. 2, (Elektronisk) Tillgänglig: http://ecobuild.se/pdf/Provningsochforskning2_2006.pdf (2008-05-07)

Dahlgren T., Wistrand S. & Wiström, M. (2004).

Nordiska träd och träslag, Lund: Wallin & Dalholm Boktryckeri AB

EcoBuild (2007).

-ett kompetenscentrum för ekoeffektiva och innovativa träbaserade material, *Nyhetsbrev – EcoBuild*, (2007) nr. 1, (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www-v2.sp.se/publ/user/default.aspx?RapportId=8263#8263> (2008-05-07)

EcoBuild (2008).

EcoBuild kompetenscentrum, (Elektronisk) Tillgänglig: <http://ecobuild.se/omcentret.htm> (2008-05-15)

Edlund, M.-L. (2005).

Beständighet hos miljöanpassat träskydd, *Träinformation*, (2005) nr. 1, s. 12-13

Edlund, M.-L. (2007).

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

Epmeier, H., Kliger, R. & Westin, M. (2004)
Egenskaper hos modifierat virke,
Göteborg: SG Tryck AB

FCS (2008).
FSCs 10 principer – Kortversionen,
(Elektronisk) Tillgänglig:
[http://www.fsc-sverige.org/
OmFSC/FSCs10principer/tabid/56/
Default.aspx](http://www.fsc-sverige.org/OmFSC/FSCs10principer/tabid/56/Default.aspx) (2008-04-29)

Fröbel, J. & Beyer, G. (2004).
Att välja trä, Katrineholm: Sörmlands
Grafiska Quebecor AB

Fröberg, J. (2004).
Masonit – De oanade möjligheternas material,
Värnamo och Farsta: Fälth & Hässler

Göteborgs stad (2005).
Välj bort impregnerat virke om du kan,
Fakta från miljöförvaltningen, (juli.
2005) (Elektronisk) Tillgänglig: [http://
www.miljo.goteborg.se/top/tryck/fakta/
Faktablad_27_V%E4lj_bort_impregnerat_
virke_om_du_kan.pdf](http://www.miljo.goteborg.se/top/tryck/fakta/Faktablad_27_V%E4lj_bort_impregnerat_virke_om_du_kan.pdf) (2008-05-04)

Helin, B. & Jeppsson, T. (1983).
Träteknik, Grundläggande materialkunskap,
Stockholm: Liber Tryck

Hörnfeldt, R. (1998).
Känn igen trä – Lärobok om träslag i Norden,
Falun: AiT Scandbook

Johansson, D. (2007).
*Material i landskapet – om att åldras med
skönhet*, Klippan: Ljungbergs tryckeri

Kebony (2008).
Hemsida: *Kebony ASA*, (Elektronisk)
Tillgänglig: www.kebony.com (2008-05-07)

Kemikalieinspektionen. (2005).
*Råd och tips – för tillsyn av
kemikaliehanteringen: Träskyddsbehandlat
virke*, (Elektronisk) Tillgänglig: [http://
www.kemi.se/upload/Trycksaker/Pdf/RoT/
RoT_traskydd2005.pdf](http://www.kemi.se/upload/Trycksaker/Pdf/RoT/RoT_traskydd2005.pdf) (2008-05-04)

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](http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-4432) (2008-05-07)

Larsson, E. (2001).
Ättika ger bättre trä, *Ny Teknik*,
(Elektronisk) Tillgänglig:
[http://www.nyteknik.se/nyheter/verkstad/
verkstadsartiklar/article15506.ece](http://www.nyteknik.se/nyheter/verkstad/verkstadsartiklar/article15506.ece) (2008-05-15)

Lincoln, W. A. (1998).
World woods in colour, Singapore

Malmö stad. (2004).
På egen hand i Västra hamnen – din självguide,
(Elektronisk) Tillgänglig: [http://www.malmo.
se/download/18.1dacb2b108051cc70d80
009731/sjalvguide.pdf](http://www.malmo.se/download/18.1dacb2b108051cc70d80009731/sjalvguide.pdf) (2008-05-05)

refererade källor forts.

Malmö stad. (2006).

Träskyddsbehandlat virke,
Miljöförvaltningen informerar, (feb. 2006)
Miljöförvaltningen i Malmö stad

Nationalencyklopedin. (2008).

certifiering, (Elektronisk) Tillgänglig:
http://www.ne.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=143022&i (2008-04-29)

Nationalencyklopedin. (2008).

extrudering, (Elektronisk) Tillgänglig:
http://www.ne.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=166329 (2008-05-19)

Nationalencyklopedin. (2008).

Gudrun, (Elektronisk) Tillgänglig:
http://www.ne.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=926109 (2008-04-30)

Nationalencyklopedin. (2008).

kompositer, (Elektronisk) Tillgänglig:
http://www.ne.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=228479 (2008-05-15)

Naturvårdsverket. (2008).

Allemansrätten – en unik möjlighet,
(Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Att-vara-ute-i-naturen/Allemansratten-en-unik-mojlighet/> (2008-04-28)

Nilsson, T. & Björdal, C (2006).

Trä i trädgården – att välja virke, *Fakta Trädgård – Fritid*, (2006) nr. 120

Nordiska Träskyddsrådet. (2008).

Nordiska Träskyddsrådet – Nordisk standard, (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.ntr-nwpc.com/> (2008-05-04)

PEFC. (2008).

PEFC fakta i korthet, (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.pefc.se/> (2008-04-30)

Råberg, U. & Terziev, N. (2006).

Träskydd – status, testmetoder och framtida utmaningar, *Fakta skog – om forskning vid Sveriges lantbruksuniversitet*, (2006) nr. 14

Sandberg, D. (2000).

Stjärnsågning, Tomelilla: Åbergs Tryckeri AB

Sedin, R. (2007).

Nedfall av kväve påverkar hav och skog,
(Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Tillstandet-i-miljon/Overgodning/Kvavenedfall/> (2008-04-28)

Segerholm, K. (2007)

Wood Plastic Composites made from Modified Wood – Aspects on Moisture Sorption, Micromorphology and Durability, Licentiate Thesis in Building Materials Technology, KTH - Stockholm: Universitetsservice US AB

Setra. (2008).

Kärnfuru – ett helt naturligt val,
(Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.setragroup.se/templates/Page.aspx?id=3612&epslanguage=SV> (2008-05-08)

Skogsindustrin. (2007).

En faktasamling 2006,
Bromma: Brommatryck & Brolins

Skogstyrelsen. (2005).

Stormens omfattning, (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.svo.se/episerver4/templates/SNormalPage.aspx?id=17055> (2008-04-29)

Skogsstyrelsen. (2008).

12. Levande skogar, (Elektronisk) Tillgänglig:
http://www.miljomal.nu/nar_vi_malen/miljomalen/mal12.php (2008-05-22)

Skogsvårdslag, (1979:429).

Svensk författningssamling (SFS),
(Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.riksdagen.se/webbnav/index.aspx?nid=3911&bet=1979:429> (2008-04-29)

Sundqvist, B. (2003).

Värmebehandling av trä : från ett historiskt perspektiv till kommersiell produktion av idag,
Teknisk rapport, Luleå: Luleå tekniska universitet

Svanen, (2008).

Miljömärket Svanen, (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.svanen.nu>, (2008-05-12)

Svenska Träskyddsföreningen, (2008).

Exempel på informationslappar till konsument,
(Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.ntr-nwpc.com/sverige/trf/sales.htm>, (2008-05-12)

Thörnqvist, T. (2007).

Nytt om skog och trä - Nyhetsbrev från Växjö universitets skogsindustriella forskningsprogram, Nr 1, Tema: Virkets beständighet, (Elektronisk) Tillgänglig:
http://vxu.se/td/sot/forskning/nyhetsbrev/nyhetsbrev_nr1_webb.pdf (2008-05-02)

Träinformation (2006).

Tiden går, men vad är det egentligen som består?, *Träinformation*, (2006) Stockholm: Skogsindustrierna, nr. 4, s. 20-23

Ulvcrona, T. (2007).

Miljövänligt träskydd med linolja,
Tema skog 2007– om forskning vid Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala: SLU Informationsavdelningen

Vänerply, (2008)

Historia, (Elektronisk) Tillgänglig:
<http://www.vanerply.se/index.phtml?page=historia> (2008-05-19)

Westin, M & Wälinder, M. (2006)

Nya modifierade träprodukter för utomhusanvändning - Rapport 2006:10, Borås: SP Sveriges provnings- och Forskningsinstitut

Wikipedia, (2008).

Plywood, (Elektronisk) Tillgänglig: <http://en.wikipedia.org/wiki/Plywood> (2008-05-19)