



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

TRÄ-ISH

- Vad kan ersätta trä i konstruktioner i offentlig utemiljö?

Malin Mässing & Filippa Logrim Wikander

Självständigt arbete • 15 hp

Landskapsingenjörsprogrammet

Alnarp 2019

Trä-ish: Vad kan ersätta trä i konstruktioner i offentlig utemiljö?

Wood-ish: What can replace wood in constructions in public outdoor environment?

Malin Mässing & Filippa Logrim Wikander

Handledare: Åsa Bensch, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Frida Andreasson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i Landskapsarkitektur, G2E - Landskapsingenjörsprogrammet

Kurskod: EX0841

Program: Landskapsingenjörsprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Filippa Logrim Wikander

Alla bilder är tagna av författarna om inget annat anges

Övriga fotografier, tabeller & figurer är publicerade med upphovsmannens tillstånd

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

Nyckelord: furu, träplastkomposit, högtryckskompektlaminat, återvunnen plast, CO₂, beständighet, ersättningsmaterial

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Förord

Detta kandidatarbete omfattar 15 hp och är skrivet under våren 2019 inom ramen för landskapsingenjörsprogrammet på Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU, Alnarp.

Vi vill tacka vår handledare Åsa Bensch för bra feedback, idéer och stöttning under arbetets gång och Thor Dahl (Area sales manager på G9 Landskap, park & stadsrum) samt Björn Florman (Creative project manager Materialbiblioteket Stockholmsmässan) som tog sig tid att träffa oss för informativa möten. Utöver det vill vi även tacka de företag som svarat på vår enkät gällande deras produkter. Slutligen vill vi tacka varandra för att ha kunnat skratta även när det gått lite sådär vissa dagar.



Filippa Logrim Wikander



Malin Mässing

Sammanfattning

Trä som material har traditionellt använts och används fortfarande i många konstruktioner i utemiljö i Sverige. Trots fördelar med inhemskt material som inte kommer från ändliga resurser och har en speciell karaktär kan man inte bortse från det faktum att trä kräver underhåll. Förutom slitage från brukare kan fukt och UV-strålning leda till att materialet drabbas av röta, vilket försämrar beständigheten så pass att delar eller hela konstruktionen måste bytas ut. Syftet med detta arbete är att lägga fokus på vilka material som kan ersätta trä i konstruktioner i offentlig miljö och bedöma dessa utifrån parametrar som behandlar alltifrån materialets ursprung till respektive materials beständighet.

Under arbetes gång har vi utgått från ett antal parametrar för att avgränsa vilken typ av information som varit väsentlig gällande både trä och respektive ersättningsmaterial. Förutom informationssökande genom litteraturstudier skickades en enkät ut till tillverkare och återförsäljare av alternativa material där frågorna är kopplade till de uppställda i parametrarna skulle besvaras, med syftet att få en tydligare inblick i bland annat produktionen, beständighet och miljöpåverkan. Svaren på enkäten var ibland svåra att tolka och jämföra sinsemellan. Utöver det har möten hållits med Materialbiblioteket i Stockholm samt företaget G9 Landskap som förutom mer ingående information om ersättningsmaterial gett oss chansen att både se och känna på materialen i verkligheten.

Under arbetet har vi kommit fram till att oavsett vilket materialval som görs har både trä eller ersättningsmaterialen sina för- och nackdelar om man utgår för de givna parametrarna. Beroende på vilken typ av konstruktion det är, förväntat slitage och exponering för väder och vind kan trä vara lämpligt i vissa miljöer, medan ersättningsmaterialen har fördelar i andra. De främsta fördelarna med de alternativa materialen till trä är den långa livslängden, att de inte drabbas av rötangrepp och att de är nästintill underhållsfria. Arbetet visar samtidigt att trä är ett material som är lättillgängligt i Sverige, har en större hållfasthet än ersättningsmaterialen samt ger ett varmt intryck. Dessa fördelar kan bidra till att man framöver använder och utvecklar fler modifieringsmetoder för att öka beständigheten hos trä.

Abstract


Wood as a material has traditionally been used and is still used in many constructions in outdoor environments in Sweden. Despite the benefits of domestic materials that do not come from finite resources and have a special character, one cannot ignore the fact that wood requires maintenance. In addition to wear and tear, moisture and UV radiation can lead to the material being affected by decay, which deteriorates the durability so that parts or the entire design must be replaced. The purpose of this paper is to focus on which materials can replace wood in constructions in the public environment and assess these materials based on parameters that take into account everything from the origin of the material to the material's resistance.

During our study we have assumed a number of parameters for delimiting the type of information that has been important for both wood and the respective alternative material. In addition to searching for information through literature studies, a questionnaire was sent out to manufacturers and retailers of alternative materials, where the questions are linked to the ones set out in the aforementioned parameters, with the aim of getting a clearer insight into, among other things, production, durability and environmental impact. The answers to the questionnaire were sometimes difficult to interpret and compare. Meetings have been held with the Material Library in Stockholm and the company G9 Landskap, which, in addition to more detailed information on alternative material, has given us the opportunity to both see and feel the materials in person.

During the work we have come to the conclusion that irrespective of which material choice is made, both wood or alternative materials have their advantages and disadvantages, within the given parameters. Depending on the type of construction, expected wear and tear and exposure to weather and wind, wood may be suitable in some environments, while the alternative materials have advantages in others. The main advantages of the alternative materials for wood are the long life span, that they do not suffer from decay and that they are almost maintenance-free. At the same time, the work shows that wood is a material that is easily accessible in Sweden, has a greater strength than the alternative materials and gives a warm impression. These benefits can contribute to the use and development of more modification/treatment methods in the future to increase the durability of the wood.

INNEHÅLL

Inledning	1
Bakgrund	1
Syfte/mål	4
Metod och material	5
Avgränsning	5
Träanvändning i våra utemiljöer	7
 Trä	7
Historik	7
Allmänt om furuprodukter i utomhusmiljöer	11
Träskyddsmetoder	12
Exempel på träkonstruktioner i utomhusmiljöer	15
Beskrivning av materialet utifrån 7 miljöparametrar	16
Material som kan ersätta trä i utomhuskonstruktioner	22
 Plast	22
Historik	22
Allmänt om plastprodukter i utomhusmiljöer	22
Exempel på plastkonstruktioner i utomhusmiljöer	26
Beskrivning av materialet utifrån 7 miljöparametrar	27
 Kompositmaterial	31
Historik	31

Allmänt om kompositmaterialprodukter i utomhusmiljöer	32
Exempel på kompositmaterialkonstruktioner i utomhusmiljöer	34
Beskrivning av materialet utifrån 7 miljöparametrar	35
Enkätundersökning	42
Sammanfattande tabell	43
Diskussion	44
Metoddiskussion	50
 Nyheter- material på väg in på marknaden och ut i våra utomhusmiljöer	52
Källförteckning	54

INLEDNING

BAKGRUND

Trä har länge varit ett material som används i utemiljöer såsom i hus se bild 1 på nästa sida, till trall, möbler, lekutrustning och andra konstruktioner. Det är ett material som det finns gott om i Sverige och som ger ett varmt och levande intryck. Dock kräver trä underhåll eftersom materialet utsätts för höga påfrestningar både mekaniskt genom hårt slitage och biotiskt på grund av exempelvis svampangrepp i utemiljö. Förutom mekaniska och biotiska faktorer påverkar klimatet beständigheten hos trä, då UV-ljus och fukt bidrar till att bryta ner trä. Idag diskuteras det mycket hur klimatförändringarna påverkar både miljö och samhället i stort, men naturligtvis kommer dessa även att påverka många material utomhus.

Klimatförändringarna innebär att vi får ett mer extremt klimat. 2018 sammanfattade SMHI (2019) som ett år präglad av mycket sol, temperaturer över det normala och en sommar vi kommer minnas som väldigt torr då medelnederbörden var mindre än vanligt i stora delar av landet. Samtidigt som det blir allt varmare visar mätningar att medelnederbörden i Sverige ökat till över 600 mm per år sen 1980-talet och förmodligen kommer fortsätta göra det (SMHI, 2018). Större mängder regn och solsken påverkar trä i utemiljö negativt, då UV-ljus leder till att ligninet bryts ner så att sprickor med stående vatten bildas¹ medan regn och långvarig fukt riskerar att göra virket fuktmättat att röta uppstår (Johansson, 2007).

¹ Åsa Bensch; Landskapsingenjör Universitetsadjunkt på inst. för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning SLU. Föreläsningen *Trä: Åldrande och träskydd* i kursen Material- konstruktion och projektering TN0322, 2018-09-04.

Bild 1



Bild 1. Fiskebastu på Labbsundögern, Ångesön/Holmön. Foto: Erik Nordblad, 2018

Impregnerat virke är mer hållbart än obehandlat trä men har många nackdelar då det inte går att återanvända och enligt Kemikalieinspektionen (2018a) måste sorteras ut samt förbrännas separat i speciella anläggningar för farligt avfall. Dessutom bör upprepade hudkontakt samt slipdamm från impregnerat virke undvikas, särskilt om virket är gammalt eftersom det då inte finns regleringar kring användandet av cancerframkallande ämnen som kreosot (Kemikalieinspektionen, 2018a). Dessutom skriver Kemikalieinspektionen att impregnerat virke är mindre lämpligt att använda i utemiljöer med kolonilotter eller stadsodlingar. Detta beror framförallt på att de träskyddsmedel som används för att impregnera virket innehåller bland annat koppar som både kan förorena marken samt vara skadligt för djur och växter (Kemikalieinspektionen, 2018a).

Det finns importerade träarter som kallas för hårdträ på marknaden (Johansson, 2007). I jämförelse med ett vanligt svenskt träslag som furu, där materialet förväntas hålla mellan 5-10 år utomhus, anses hårdträ som bland annat teak ha längre beständighet (Johansson, 2007). Dock har beständigheten hos olika hårdträ endast testats under några år i det skandinaviska klimatet, så även om de visat sig klara av det svenska klimatet hittills så behöver det inte betyda att de är en långsiktig lösning. I ett test av olika trallvirke på bryggor i Sibbarp i Malmö observerades efter 3 års tid att azobé från Afrika påvisade tydliga fläckskador (Jerner et al., 2016). Även på träslag som cumaru från Sydamerika och ipé från Brasilien hade sprickor uppkommit. En annan nackdel är att importen kräver långa transporter. Om det utländska virket dessutom inte är certifierat kan virke skövlas på grund av det illegala skogsbruket vilket drabbar både miljön, befolkningen samt djur-och växtlivet på plats (WWF, 2014).

Trallvirke används på altaner, spångar, broar och bryggor. Problemet är att ytan kan bli hal under vissa väderförhållanden vilket kan påverka framkomligheten negativt. Därför kan vissa åtgärder behöva göras för att skapa friktion men som samtidigt förfular ytan, som att fästa hönsnät eller tjärpapper som halkskydd. Att använda sig av ohyvlat virke är ett annat alternativ som passar i offentlig utemiljö (Svenskt trä, 2019), då den grövre ytan bidrar med mer friktion. Dock är användandet av ohyvlat virke inte en garanti för att undvika halka då algpåväxt eller nedfallna löv fortfarande kan öka halkrisken (Svenskt trä, 2019). Kan alternativa material till trä vara en bättre lösning och i så fall, vilka?

Inom byggbranschen har det blivit mer uppmärksammat att det är viktigt att bygga på ett mer hållbart och miljömedvetet sätt och att vi måste tänka på hur vi utnyttjar naturresurserna samt bygga med ett mer långsiktigt tänk. Det finns en rad olika certifieringar idag som ställer krav att man bygger med ett

socialt, ekonomiskt och miljömedvetet perspektiv (Svensk byggtjänst, 2016). Dessa certifieringar fungerar som en garanti på att byggen uppnår satta krav och därmed kontrollerar att de efterföljs i verkligheten. De ställer även krav på att miljöcertifierade företag kontrolleras och säkerställer att leverantörer samt underentreprenörer lever upp till samma miljömässiga krav (Ammenberg, 2016). Därför har det blivit ännu viktigare att titta på materialens ursprung, miljöpåverkan samt innehåll.

Detta arbete kommer att fokusera på vilka material som idag ersätter hela eller delar av konstruktioner i vår offentliga utemiljö som tidigare var av trä, såsom bänkar, lekutrustning, bryggor och liknande konstruktioner.

Arbetet väljer att studera ett antal alternativa material utifrån 7 parametrar från matrisen i Movium Fakta *Material i utemiljö och miljöpåverkan* (Movium, 2015) och besvara vilka som är de respektive materialens för- och nackdelar i förhållande till trä. Faktabladet handlar om vilken miljöpåverkan olika anläggningsmaterial har under hela produktionsprocessen (Movium, 2015). Parametrarna som studeras är följande:

materialets ursprung, återvunnet innehåll, miljöbelastning vid utvinning och produktion, arbetsmiljö, beständighet, återvinning/nedbrytning samt underhåll & skötsel, se tabell 1 sid. 6.

SYFTE/MÅL

Syftet med detta arbete är att ställa olika ersättningsmaterial till trä mot varandra för att kunna avgöra för- och nackdelar med materialen utifrån de givna parametrarna. Målet är att få fram en dokumentation som ska kunna användas för att få en snabb överblick om de olika materialen utifrån aspekter som exempelvis miljöbelastning, livslängd och andelen återvunnet innehåll. Arbetet vill besvara följande frågor:

- Vad kan ersätta trä i konstruktioner i offentlig utemiljö?
- Hur hållbara över tid, med tanke på miljöaspekterna, är de alternativa materialen till trä?
- Kan dessa material mäta sig med trä gällande främst miljöaspekterna och när är trä att föredra?

METOD OCH MATERIAL

Arbetet är en litteraturstudie där informationen kommit från biblioteket på såväl SLU i Alnarp, stadsbiblioteket i Malmö samt biblioteket på avdelningen för byggnadsmaterial på institutionen för Bygg- och miljöteknologi i Lund. Dessutom har SLU-biblioteket söktjänst Primo, databaser som Google, Google Scholar, Scopus, Web of Science samt föreläsningar och material från tidigare kurser använts. Ett studiebesök på Materialbiblioteket i Stockholm genomfördes, med syfte att få en inblick i alternativa material till trä. Utöver det har en enklare enkät skickats till ett antal skandinaviska tillverkare/återförsäljare av material som idag ersätter trä i olika konstruktioner utomhus. En rapport för arbetet kommer från projektet *Försök med olika material i bryggor vid Öresund* i Sibbarp i Malmö. I denna har SP, Sveriges Provtagnings- och forskningsinstitut (nuvarande RISE) tillsammans med Malmö stad testat uthålligheten hos olika typer av trallmaterial. Vi har använt denna rapport av två anledningar, dels för att få en bild av hur alternativa material till trä klarat sig i den utsatta miljön på bryggorna, dels för att hitta skandinaviska tillverkare/återförsäljare av olika ersättningsmaterial till vårt svenska virke som vi valt att skicka enkäten till. Vi har även hittat återförsäljare/tillverkare bland utställarna på landskapsingenjörsdagen samt kontaktat företag vi känt till sedan innan.

AVGRÄNSNING

Arbetet fokuserar på material som allt oftare ersätter trämaterial i olika funktioner. Materialen ska vara funktionella i skandinaviska väderförhållanden och finnas på marknaden i Skandinavien och Europa. Avsnittet som behandlar trä kommer bara att behandla furu som är det mest använda träslaget i utemiljö i Sverige. I detta arbete kommer materialen endast att studeras utifrån de sju parametrarna som valts ut från matrisen i Movium Fakta *Material i utemiljö och miljöpåverkan* (Movium, 2015), se tabell 1 sid. 6. I detta arbete är främst miljöaspekten av hållbarhetsbegreppet som kommer att behandlas, därmed har inte ekonomi och de sociala aspekterna getts tid att behandlas.

Tabell 1. Sju parametrar som de olika materialen studeras utifrån

Materialets ursprung

- Var kommer materialet från, en ändlig eller förnyelsebar resurs?
 - Vilket område/region kommer ursprungsmaterialet ifrån?
 - När råmaterialet utvinns, har man försökt minska påverkan på miljön?
-

Miljöbelastning vid utvinning/produktion

- Vid produktionen av materialet, hur stora är CO₂ utsläppen och energiförbrukningen?
 - Uppkommer det giftigt avfall vid produktion?
 - När materialet tillverkas, återanvänds delar av avfallet?
-

Beständighet

- Hur lång är den förväntade livslängden?
 - Hur förväntas materialet åldras med tiden (av UV-strålning, slitage osv.)?
-

Återvinning & nedbrytning

- Går materialet att återanvända, återvinna, är det nedbrytningbart eller måste det läggas på deponi?
-

Återvunnet innehåll

- Hur stor del av materialet är återvunnet material?
-

Arbetsmiljö

- Finns det risker i arbetsmiljön för de som arbetar med produktionen av materialet?
-

Underhåll & skötsel

- Hur regelbundet måste materialet ses över vad gäller skötsel och vilka behandlingar krävs för att underhålla materialet?
-



TRÄANVÄNDNING I VÅRA UTEMILJÖER

TRÄ

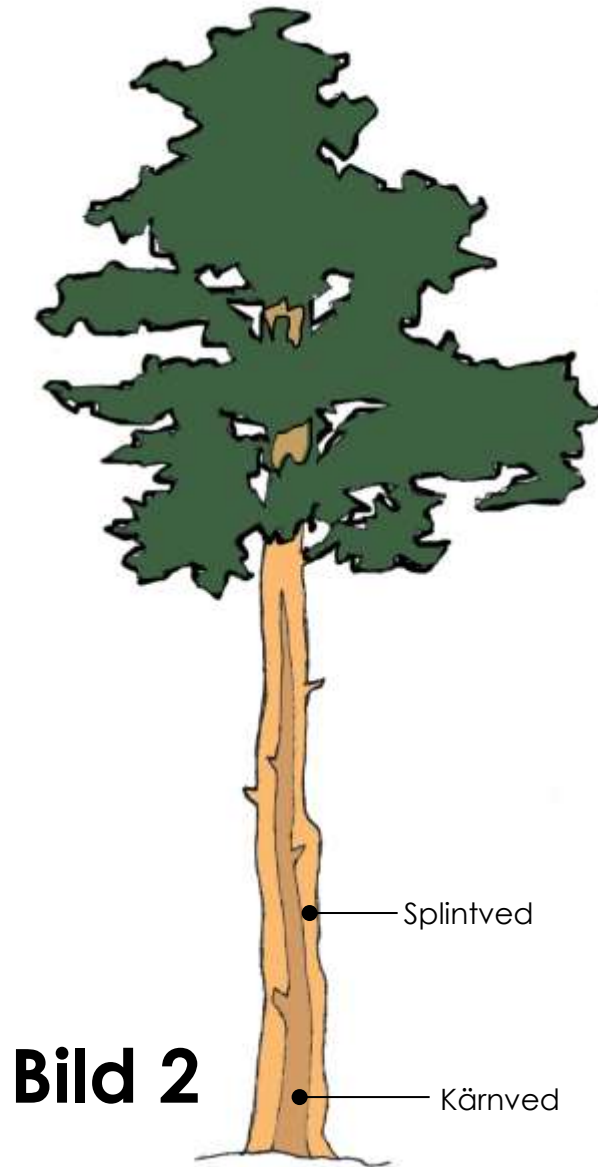
HISTORIK

I Sverige har trä varit det mest betydelsefulla byggnadsmaterialet genom alla tider, eftersom det alltid har varit en lättillgänglig råvara (Svenskt trä, u.å. a). Trä har använts i byggnader, inhägnader, broar, vagnar, verktyg och konstruktioner. Statens fastighetsverk (u.å.) skriver i *Trä som byggmaterial Krav och riktlinjer* om träslagens olika egenskaper och vad de olika sorterna har använts till förr i tiden. I denna beskrivs lövskogens träslag som kortare och krokigare i jämförelse med exempelvis furu och därför har träslag från lövskogen använts mer i konstruktioner som exempelvis korsvirkeshus. Träslag som al och lärk klarar fukt bra och fungerade därför bra till pålning under stenhusgrunder där terrängen varit fuktig. Al är tillsammans med poppel lätta träslag som därför nyttjas i allt från träskor till skyfflar. Eken är ett virke som står emot röta bra, men har korta fibrer och har därmed tendens att brista vid för höga belastningar (Statens fastighetsverk, u.å.). Dock har eken haft en stor betydelse för Sverige och Sveriges flotta, så pass viktig att Gustav Vasa år 1558 förklarade ekarna som kungens träd vilket innebar att bönderna förbjöds att hugga ner dem (Lind, 2010). Gärdsgårdar är också ett element som vi ofta ser i det Svenska landskapet än idag se bild 5 sid. 10 , men det har funnits sedan 1100-talet i Sverige med funktionen att se till att de betande djuren inte tog sig in till odlingsmarkerna (Fakta Jordbruk, 2004). Här använde man oftare barrträslag i konstruktionen, där virket huvudsakligen bestod av gran (Fakta Jordbruk, 2004). Furans raka långa virke passar bra till att bygga väggar av eftersom de enkelt går att stapla på varandra och kan fästas genom knuttimring se bild 6 sid. 10, vilket man kan se i gamla timmerhus (Statens fastighetsverk, u.å.). Många av dessa timmerhus från 1500-talet står fortfarande kvar på flera ställen runt om i Sverige (Svenskt trä, u.å. a). Enligt Fornvännen (2011) ligger Sveriges äldsta träbyggnad i Ingatorp i Småland och är en rödmålade kyrkbod, se bild 4 sid. 10. Den byggnaden har forskare gjort en dendrokronologisk analys på och kunnat konstatera att bodens furuvirke avverkades redan mellan 1219 och 1239. Bara det är ett bevis på att trä kan vara beständigt i flera hundratals år om förutsättningarna är dem rätta.



Enligt Länsstyrelsen i Jämtlands län (2016) har det sedan 1850-talet använts olika träskyddsbehandlingar i Sverige för att minska mögel- och svampangrepp på bland annat slipers och stolpar. Där doppades eller sprayades virket med en kopparlösning och var en av de första metoderna som användes. Sedan 1901 blev kreosot det mest använda medlet och under 1940-talet kom vattenlösliga saltmedel med blandningar av zink, krom, arsenik, koppar, fosfor, bor, fluorider och zink. Under den här tiden började även sågat virke att impregneras (Länsstyrelsen Jämtlands län, 2016).

I artikeln *Elak lukt från rötskydds-medel i våra hus* i tidskriften *Bygg & teknik* (Lorentzen & Åberg, 2017) framgår att en av pionjärerna inom träskyddsområdet i Sverige var Bror Häger som under 1950-talet introducerade två olika typer av träskydd. Den ena fick namnet K33 från Boliden som innehöll bland annat CCA-medel som står för krom, koppar och arsenik medan den andra typen av träskydd hade KP-salt, koppar och blandningar av klorfenoler. Dock beskriver Länsstyrelsen i Jämtlands län (2016) att det så kallade KP-saltet förbjöds då det infördes ett klorfenolförbud år 1977, eftersom klorfenol innehåller vissa dioxiner som är mycket giftiga och cancerframkallande. 1974 lanserades vakuumimpregnering med oljelösliga medel innehållande organiska tennföreningar, men även det fick inte användas efter år 1995 (Lorentzen & Åberg, 2017). Många av de medel som använts till impregnering av virke har visat sig vara giftiga och skadliga både för miljön, människors hälsa och vattenlevande organismer (Länsstyrelsen Jämtlands län, 2016).

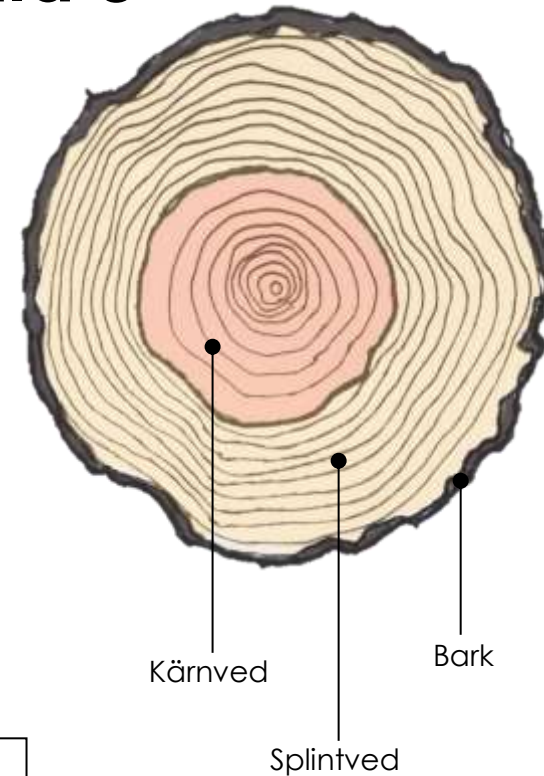




Den vanligaste impregneringen som används idag består av vattenlösliga kopparbaserade saltmedel, oftast i kombination med mögelmedel (Länsstyrelsen Jämtlands län, 2016). Giftiga ämnen som kreosot och arsenik används fortfarande i vissa typer av tryckimpregnering, men enligt Kemikalieinspektionen (2018a) finns det begränsningsregler när det gäller dessa typer av impregnering och sådant virke får inte köpas av vanliga konsumenter.

Ju mer vanligt förekommande impregnering av virke blivit, desto mer kunskap har nåtts vad gäller vilka träslag som är mest lämpliga att impregnera. För det första insåg man att vedens yngre ved, splintveden, var lättare att behandla än kärnveden som befinner sig innanför splintveden se bild 2 & 3 (Den moderna hantverkaren, 2013). Detta beror på att splintveden innehåller en del levande celler som fortfarande kan leda vatten, medan kärnveden är helt död och tilltäppt av hartser och därför inte kan ta åt sig impregneringen lika lätt (Svenskt trä, 2013). Ek och gran kom man fram till hade sämre mottaglighet för impregnering medan furu fungerade mycket bättre, eftersom splintveden tar upp impregneringen relativt enkelt (Svenskt trä, 2013).

Bild 3



Bilder på sid. 8-9

Bild 2. Skiss av tall inspirerad av Svenskt trä 2013 av Malin Mässing, 2019

Bild 3. Skiss av vedens uppbyggnad inspirerad av Svenskt trä 2013 av Malin Mässing, 2019



**Bilder sid. 10**

Bild 4. Kyrkoboden i Ingatorp. Foto: Dan Segerson/Sveriges radio, 2013 (beskuren)

Bild 5. Gärdesgård i Skålan. Foto: Gillis Wikander, 2019

Bild 6. Radmachersmedjorna i Eskilstuna. Foto: Malin Mässing, 2019

ALLMÄNT OM FURUPRODUKTER I UTOMHUSMILJÖER

I Sverige är de dominerande träslagen tall, se bild 7 sid. 14 och gran (Svenskt trä, 2013) där virket från tall är det mest använda materialet i utomhuskonstruktioner (Johansson, 2007). Exempel på sådana konstruktioner kan vara bänkar se bild 11 sid. 15, trall se bild 10 sid. 15 samt träkubb som fungerar som materialavskiljare se bild 12 sid. 15. Anledningen att gran inte används lika mycket beror främst på att virket tål röta sämre (Johansson, 2007).

Tallen började etablera sig på den tiden då delar av Sverige var täckt av inlandsisen och idag finns den spridd över hela landet (Skogsstyrelsen, 2019). Den svenska tallen kan både kallas för tall och fura, men när använder man vilket begrepp för att beskriva träslaget? Under 1600- och 1700-talet fanns en svensk uppfinnare och företagare verksam vid namn Christopher Polhem (Tekniska museet, 2016) som beskrev skillnaden mellan tall, fura och furu genom att definiera tall som fasen då trädet är juvenilt som sedan blir fura i adult fas medan furu är virket som blir när furan sågas (Svenskt trä, 2013).

Av de trävaror som producerades i Sverige 2010 både till inomhus samt utomhusbruk var 16 procent impregnerat virke som används främst till bland annat anläggningar i utemiljö (Svenskt trä, 2013). Eftersom furuvirkets splintved lätt tar till sig tryckimpregneringen är furu att föredra framför granvirke där impregnering inte tränger in lika väl (Svenskt trä, 2013).



TRÄSKYDDSMETODER

Impregnerat virke har olika träskyddsklass beroende på användningsområde, där NTR/AB används för staket och trall medan NTR/M är lämplig i marin miljö då materialet tål kontakt med havsvatten (Svenskt trä. 2013). Nordiska Träskyddsrådet (NTR) tog fram en klassificering av impregnerat virke i fyra olika klasser, se tabell 2, för att göra det enklare för konsumenter att välja produkter med rätt mängd samt rätt sorts träskyddsmedel utifrån vilken miljö konstruktionen ska stå i (Kemikalieinspektionen, 2018a). Förutom märkningarna M samt AB finns ytterligare två klasser, där A är virke som är lämpligt att använda om konstruktionen har kontakt med sötvatten och mark medan B har lägst mängd bekämpningsmedel och därför fungerar bäst till olika typer av snickerier i utemiljö (Kemikalieinspektionen, 2018a) som exempelvis fönster. Det som kännetecknar impregnerat virke är den gul-gröna tonen materialet får efter att det behandlats med träskyddsmedel, vilket gör virket enkelt att urskilja på brädgården se bild 8 sid. 14. Den kulören kommer försvinna när materialet exponeras i utemiljö.

Källa: Tabell om träskyddsklasser från faktskriften Svenskt trä 2013, beskuren

Tabell 2. Träskyddsklasser

Träskyddsklass	Användningsområde	Märkning och inträngning
NTR/M	Trä av furu i havsvatten (salthalt 0,5 – 3 %) <ul style="list-style-type: none">• Bryggor• Pälår• Andra träkonstruktioner i havsvatten	 Färgkod: blå 
NTR/A	Trä av furu i kontakt med mark eller sötvatten samt konstruktioner ovan mark där personsäkerheten kräver att det inte försvagas eller som kan vara svåra att inspektera eller byta ut <ul style="list-style-type: none">• Stolpar• Stängselstolpar• Broar• Trädgårdstimmer• Utvändiga trappor• Balkonger• Tralläkt direkt på mark• Sötvattensanläggningar (bryggor med mera)• Syllar• Regelkonstruktion under tralläkt• Lekplatsutrustning och motionsredskap	 Färgkod: vit 
NTR/AB	Trä av furu ovan mark <ul style="list-style-type: none">• Staket och plank• Spaljéer och pergolor• Utvändiga panelbräder• Vindskivor och vattbräder• Takläkt• Tralläkt ovan mark	 Färgkod: gul 
NTR/B	Trä av furu ovan mark, färdiga utvändiga snickerier <ul style="list-style-type: none">• Fönster och ytterdörrar	 Färgkod: röd 



Värmebehandlat trä är en termisk modifiering som innebär att man förbättrar materialets beständighet genom värmebehandling (Svenskt trä, 2013). Denna behandling är ett mindre miljö- och hälsofarligt alternativ utan inblandning av kemikalier där näringsämnen försvinner vid uppvärmning vilket gör att svampar får svårare att växa på virket (Norrskog, u.å.). Eftersom värmebehandlat trä dessutom tar upp mindre fukt minskar även möjligheterna för röta att utvecklas. Behandlingen fungerar på både löv- och barrträslag (Svenskt trä, 2013) och ju högre temperatur vid värmebehandlingen desto bättre beständighet (Norrskog, u.å.). Dock får virket minskad hållfasthet och blir mer sprött vilket gör värmebehandlat virke mindre lämpligt att använda i konstruktioner som är bärande enligt Svenskt trä (2013). En annan nackdel är enligt Bensch² att denna typ av behandlat virke är cirka 70 % dyrare än tryckimpregnerat virke, vilket gjort att det i nuläget inte finns en särskilt stor marknad för dessa typer av produkter i Sverige (Sveriges fastighetsverk, u.å.).

Alternativa typer av modifierat trä är acetylering och furfurylering, se bild 9 sid. 14, där virket behandlas med antingen furfurylalkohol (furfurylerat) eller ättikasyraanhydrid (acetylerat) (Svenskt trä, 2013). Anderberg (2016) beskriver att acetylerat trä är ett miljövänligt sätt att få ett virke som är tålig mot röta och fuktiga miljöer. Virket blir lite lättare vid behandlingen och något sprödare, men anses kunna bli ett material som i framtiden kommer att etablera sig på marknaden. Furfurylalkoholen är en restprodukt från exempelvis majs samt flis från björk och klassas som ett biomassaavfall eftersom råvaran är förnybar. Virke som genomgått termisk modifiering är den mest välkända på den svenska marknaden men alla tre behandlingar kan användas i konstruktioner i utemiljö (Svenskt trä, 2015).

Bilder på sid. 14

Bild 7. Fura på Femöre. Foto: Malin Mässing, 2018

Bild 8. Impregnerat virke på brädgården. Foto: Malin Mässing, 2019

Bild 9. Modifierat/impregnerat trä. Foto: Malin Mässing, 2019

² Åsa Bensch Landskapsingenjör/Universitetsadjunkt, föreläsningen i kursen Material- konstruktion och projektering, 2018-09-04.



Bild 7



Bild 8



Bild 9

Värmebehandlat

Acetylerat

Furfurylerat

Tryckimpregnerat



EXEMPEL PÅ TRÄKONSTRUKTIONER I UTOMHUSMILJÖER



**Bilder på sid. 15**

Bild 10. Trall i Folkets park i Malmö. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2019

Bild 11. Furubänk i Rosengård i Malmö. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2019

Bild 12. Kubb runt sandlåda i Östersund. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2019

BESKRIVNING AV MATERIALET UTIFRÅN 7 MILJÖPARAMETRAR

Materialets ursprung

Eftersom mängden skogstillväxt är större än volymen avverkad skog i Sverige innebär det att skog inte är en ändlig resurs enligt Svenskt trä (2013), speciellt eftersom det går att plantera och få nya träd. Majoriteten av Sveriges yta täcks av skog där barrträd dominerar, varav 39 % består av tall. Av all den skog som avverkas går cirka 45 % vidare in i virkesindustrin där 16 % blir impregnerat virke som används främst till anläggningar i utemiljö. Vidare beskrivs att skogsindustrin tar tillvara på de restprodukter som blir vid avverkning av råmaterialet. Detta genom att flisa ner grenar och toppar som sedan används som skogsbränsle vid senare produktions skeden som exempelvis vid torkning av virket (Svenskt trä, 2013).

I skogsbrukets regelverk anser Naturskyddsföreningen (u.å.a) att det inte finns klara regler för hur man ska ta hänsyn till miljön, utan endast allmänna råd som skogsägarna ska förhålla sig till, vilket gör att skogsägare inte drabbas av påföljder om man inte följer dessa råd. De monokulturella skogarna kan också drabbas av artspecifika skadegörare, vilket riskerar att slå ut stora delar av beståndet. Temperaturökningar kan innebära att skogen växer fortare men det kan även leda till att olika typer av skador kommer drabba träden mer frekvent jämfört med idag (Eriksson, 2007). En snabbare tillväxt i skogen kan resultera i att virkets kvalitet blir sämre (Thoni, 2017) eftersom densiteten i virket minskar när tillväxten är snabb (Dahlgren, Wistrand & Wiström, 1999) medan brist på tjäle i marken vintertid riskerar att öka förekomsten av stormfällning (Thoni, 2017). Höga temperaturer samt förekomsten av stormar är två orsaker bakom varför insektsangrepp blivit allt vanligare i landet sedan 60-talet (Thoni, 2017) då skadeinsekter som exempelvis granbarksborren förökar sig i stormfällda träd (Skogsstyrelsen, 2017).

Miljöbelastning vid utvinning och produktion

Vid tillverkningen av massivt trä kan man utifrån figur 1 sid. 18 från *Att välja trä – En faktskrift om trä* (Svenskt trä, 2013) se att i jämförelse med andra byggmaterial är koldioxidutsläppen låga. Dessutom



binder trä CO₂, inte bara när trädet växer utan även i de produkter som tillverkas av trä (Svenskt trä, 2013). Koldioxiden fortsätter vara inkapslad i träprodukterna under hela dess livslängd (Calkins, 2008) och frigörs inte förrän produkten förbränns eller förmultnar (Svenskt trä, u.å. b).

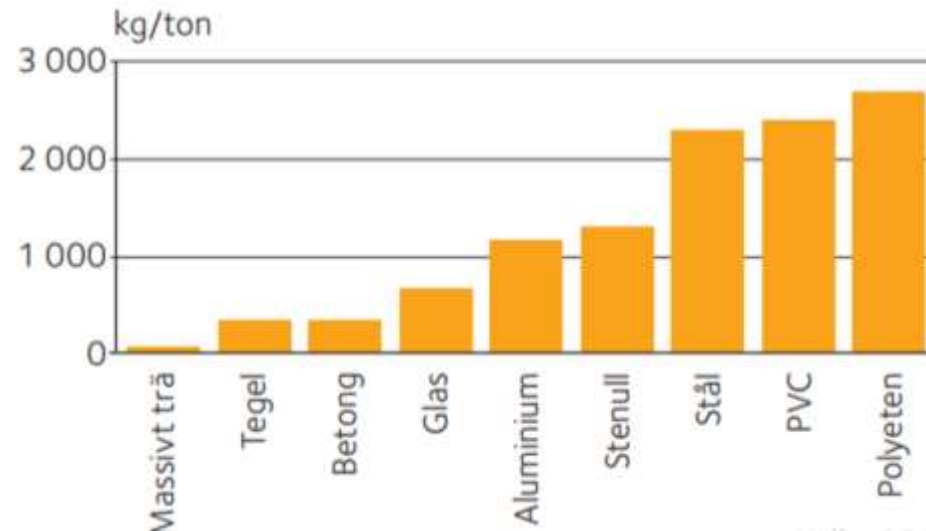
Även om träd och träprodukter binder CO₂ sker ett stort utsläpp av koldioxid vid slutavverkning (Svenskt trä, 2013) samt att det tar cirka 20 år innan de nyplanterade träden börjar ta upp mer CO₂ än vad som läcker ut i atmosfären där kalhyggen bildas (Naturskyddsföreningen, u.å.b). Beroende på hur stora utsläppen blir efter en avverkning kan det sammanlagda CO₂ utsläppen för produktion av virkesprodukter bli högre än vad som redovisas i diagrammet, se figur 1.

Trots att lastbilar används för att transportera råvaran från platsen där skogen avverkas till fabriker transporteras en stor del av virke samt papper på Sveriges järnvägar, vilket gör skogsindustrin till en av de största köparna av järnvägstransporter i landet (Skogsindustrierna, u.å.). Med tanke på att transport via järnväg ger lägre utsläpp av CO₂ (Skogsindustrierna, u.å.) kan det bidra till att minska det sammanlagda koldioxidutsläppen vid produktion av materialet.

Naturskyddsföreningen (u.å.a) hävdar att de svenska skogarna idag ofta är monokulturer vilket innebär att den biologiska mångfalden missgynnas och när dessa skogar slutavverkas skapas kalhyggen där ekosystemet måste återskapas på nytt igen. Vidare beskrivs att produktionsskogar inte blir så gamla och detta leder till att skogar blir artfattigare eftersom det inte finns förutsättningar för flera växter, svampar och djur att leva i dessa skogar (Naturskyddsföreningen, u.å.a). Detta pga. att de monokulturella skogarna saknar naturliga biotoper som t.ex. gamla och döda träd som olika arter är beroende av för att leva (SkogsSverige, 1998).

Det finns inte direkt något farligt avfall vid produktion av virket på sågverket utan det är snarare när virket behandlas med kemiskt träskydd som det kan vara aktuellt. De kemiska produkter som tillsätts vid tillverkandet av impregnerat virke innehåller bland annat koppar som kan förorena marken (Kemikalieinspektionen, 2018a) samt i vissa fall det cancerframkallande kreosot, som idag bara får användas för yrkesmässigt bruk i exempelvis järnvägsslipers eller kraftledningsstolpar (Statens fastighetsverk, u.å.).

Energi utvinns från de egna biprodukterna, där biobränsle tillverkas av spån samt bark och står för 80 % av energin som används i svenska sågverk (Svenskt trä, 2013). Dessutom kan man materialåtervinna trä i nya produkter som exempelvis olika typer av skivmaterial.



Källa: Diagram från faktskriften Att välja trä- En faktskrift om trä (Svenskt trä, 2013)

Figur 1. Utsläpp av CO₂ vid tillverkning av byggmaterial.

Arbetsmiljö

Inom skogsbruket sker olyckor som kan handla om alltifrån ett feltramp till olyckor orsakade av handverktyg eller utrustning som används vid transporter (Arbetsmiljöverket, 2017). Mellan 2012-2016 ledde 1,5 % av olyckorna till dödsfall där användandet av motorkedjesåg var en vanlig bakomliggande orsak (Arbetsmiljöverket, 2017). Både skogsarbetare och träindustriarbetare verkar inom branscher som är frekvent drabbade av arbetsplatsolyckor (SVT Nyheter, 2010). Även bland träindustriarbetare är olyckorna vanligt förekommande vid användandet av maskiner, där skadorna kan vara invalidiserande och det är vanligt att kroppsdelar skadas. Av landets 400 sågverk och hyvlerier som inspekterades mellan 2008-2009 fick alla krav på åtgärder (SVT Nyheter, 2010). Detta tyder på att det finns en hel del risker i arbetsmiljön för de anställda, ända från avverkningen till den färdiga produkten.



Återvunnet innehåll

Eftersom furu är ett råmaterial kan det i senare skeden återanvändas i andra produkter men materialet i sig innehåller inget återvunnet material.

Återvinning/nedbrytning

I *Att välja trä- En faktskrift om trä*, beskrivs trä som "...det enda förnybara byggmaterialet." (Svenskt trä 2013, s. 8). Detta innebär att materialet antingen kan återanvändas, materialåtervinnas i nya produkter, gå till energiutvinning eller förmultnar och hamnar därmed inte på deponi (Svenskt trä, 2013). När trä materialåtervinns kan det hamna i träbaserade produkter genom att flisas, blandas med bindemedel och pressas till olika typer av träfiberskivor, där skivor som är beständiga mot fukt är vanligt förekommande i lekutrustningar samt möbler i utemiljö (Johansson, 2007). Istället för att läggas på deponi förbränns trä för att utvinna energi om det inte längre kan återanvändas, repareras eller materialåtervinnas i nya produkter (Svenskt trä, 2013). Impregnerat virke är ett undantag eftersom det dels inte kan återanvändas, dels måste förbrännas i speciella anläggningar (Kemikalieinspektionen, 2018a).

Vid tester av askan som uppkommit i samband med förbränning av impregnerat virke visade resultaten att askan har en högre halt av metall än vad som är godkänt av skogsstyrelsen och därför kan behöva deponeras istället för att spridas ut i skogsbruken (Bergman et al., 2010). Därför kan man inte påstå att trämaterial aldrig hamnar på deponi, även om det mesta går till energiutvinning när det inte längre går att återanvända på olika sätt.

Beständighet

I markkontakt förväntas furu hålla mellan 5-10 år i utemiljö (Johansson, 2007). Impregnerat virke kan i gynnsamma förhållanden hålla i 20 år eller mer (Svenskt trä, 2017a), men överlag är det svårt att beräkna livslängd på virke eftersom olika miljöer påfrestar materialet på olika sätt. Har materialet markkontakt är det mer utsatt än om materialet är en del av en konstruktion ovan mark. Samtidigt kan även konstruktioner ovan mark vara utsatta beroende på om man sett till att bygga på ett sätt som ger ett konstruktivt träskydd genom att exempelvis skydda ytan från slagregn (Johansson, 2007). Tittar man istället på impregnerat virke kan livslängden bli betydligt längre, eftersom det beroende på vilka ämnen som ingår i impregneringen samt mängden impregnering gör att virket kan hålla i 20 år eller mer (Statens fastighetsverk, u.å.).



UV-strålning gör att ligninet i virket bryts ner vilket leder till att fibrerna i ytan inte hålls ihop, dessutom får materialet en gråaktig nyans efter cirka två år (Svenskt trä, 2017b). Beroende på hur hög densitet träslaget har avgör det hur materialet tål slag och stötar, där furu ligger mitt emellan teak och björk vad gäller nötningsmotstånd, där teak har störst hårdhet (Johansson, 2007).

Dock uppfattas åldringsprocessen hos trä som mer förlåtande än hos material med mer jämna ytor, eftersom skavanker samt smuts upplevs som mindre störande på en grånande träplanka enligt Johansson (2007).

Underhåll & skötsel

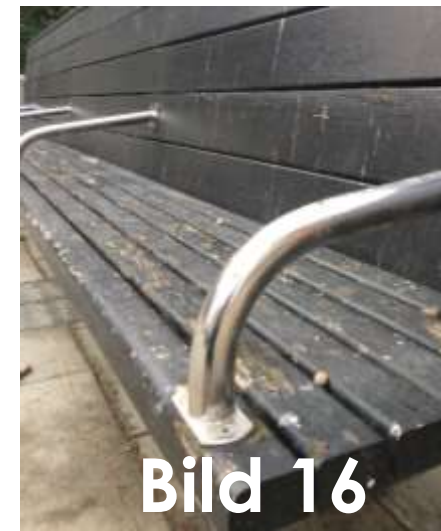
Enligt Gross och Hansson (1993) bok *Träbyggnadshandbok. 8, Drift & underhåll* ska beläggningar med trällvirke kontrolleras vad gäller sprickor, andra typer av brott se bild 13 & 14 sid. 21 samt ifall det finns uppstickande skruv och spik. Dessutom kan det bli nödvändigt att tvätta trällbeläggnigen med hjälp av högtryckstvätt eftersom det förekommer att ytan kan få alg och svampbeläggningar (Gross & Hansson, 1993). Förutom att ytan missfärgas kan algpåväxt göra att fukten i virket blir större vilket i sin tur kan vara en inkörsport för olika typer av svampar då de kräver en viss fuktkvot för att kunna utvecklas (Johansson, 2007). Dock ska man vid högtryckstvätt av träkonstruktioner tänka på att ha ett munstycke anpassat för tvätt av trä, då vissa högtryckstvättar på marknaden har ett för högt tryck som gör att vattnet tränger ner i virket och fläker upp fibrerna i träytan³.

³ Åsa Bensch, Landskapsingenjör/Universitetsadjunkt, föreläsning 2018-09-04





För att förlänga virkets livslängd är det lämpligt att utföra återkommande ytbehandling så som att olja ytan för att minska risken för missfärgning, uttorkning och fuktupptagning (Gross & Hansson, 1993). Detta leder till att man måste underhålla materialet kontinuerligt för att virket ska få en längre livslängd då ytbehandlingen nöts bort vid slitage se bild 14, 15 & 16. Dessutom kan trä målas med alltifrån slamfärg till akrylatfärg, men även om målningen kan förhindra röta till viss del har målningen främst en estetisk funktion (Johansson, 2007). UV-strålning, fukt samt slitage påverkar konstruktioner i utemiljö olika beroende på var dessa står och hur de används. Redskap på en lekplats får utstå mer slitage än en bänk i en park medan färgen bleks och flagnar mer på en solbelyst plats än i skuggan. Alla dessa faktorer spelar in och påverkar hur tätt underhållet bör ske.



Bilder på sid. 20-21

Bild 13. Röttdrabbat trästaket i Östersund. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2018

Bild 14. Detalj i lekställning i Östersund. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2018

Bild 15. Detalj i lekställning. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2018

Bild 16. Bänk i Malmö. Foto: Malin Mässing, 2019



MATERIAL SOM KAN ERSÄTTA TRÄ I UTOMHUSKONSTRUKTIONER

Problem som röta, kontinuerligt underhåll samt hur trämaterial åldras av väder och vind har lett till ett växande behov av alternativa material som är mer beständiga samt kräver mindre underhåll. Därför har material utvecklats som är enklare att rengöra, inte kräver ytbehandling samt är beständiga mot rötangrepp. Material som idag oftast ersätter trädelar i utomhuskonstruktioner är olika typer av plast- eller kompositprodukter, som på olika sätt kan eller ska efterlikna trä.

PLAST

HISTORIK

Plasten har gått från att innehålla bomull, ricinolja, svavel- och salpetersyra på 1860-talet i en blandning kallad parkesin, till att vidareutvecklas och bli det brandfarliga celluloid för att sedan bli den värmeståliga bakelitplasten i början av 1900-talet (Tekniska museet, 2018). Det var först på 40-talet som termoplasterna vinyl och akryl började tillverkas, med egenskapen att de kunde smältas ner och återanvändas. Dessutom bytte man ut råvaror för att tillverka plast som tidigare bestått av cellulosa och kol mot naturgas och olja, vilket sänkte kostnaden för produktion och bidrog till att plastindustrin utvecklades snabbt under andra världskriget och ytterligare under 60- och 70-talet tack vare nya metoder för plasttillverkning (Tekniska museet, 2018).

ALLMÄNT OM PLASTPRODUKTER I UTOMHUSMILJÖER

Plast finns i alltifrån plastburkar se bild 17 sid. 23 till byggmaterial. Plastprodukter för utemiljö har blivit ett mer vanligt inslag på marknaden där det kan finnas i alltifrån kubb runt planteringar se bild 24 sid. 26, sitsen på bänkar se bild 23 sid. 26 och trall på brokonstruktioner se bild 22 sid. 26. Förutom att innehållet består av helt eller delvis återvunnen plast har produkterna fler fördelar som att det är vattentätt, kräver mindre underhåll samt att det är ett relativt lätt material (Calkins & Valkenburgh, 2011). Eftersom materialet är beständigt mot röta, då det inte absorberar vatten, är det ett lämpligt material att använda i fuktiga miljöer eller där konstruktionen ligger i markkontakt (Calkins, 2008).



Plast kräver mindre underhåll då den inte behöver samma ytbehandling som trä i form av målning samt oljning och skadegörelse som graffiti fäster inte lika lätt på den nästintill porfria ytan och blir därför enklare att sanera (Calkins, 2008).

Dock har plast i virkesdimensioner inte samma strukturella styrka som trä (Calkins, 2008), vilket gör att materialet inte bör vara längre än 180 cm (6 ft) och kräver kortare distans mellan reglarna på en trallkonstruktion gjord av plast istället för trä eftersom materialet är mer böjligt (Calkins & Valkenburgh, 2011). Andra negativa aspekter är att materialet deformeras vid hög belastning (Calkins, 2008) men även att hållfastheten försämras vid höga temperaturer (Johansson, 2007).

UV-strålningen kan bleka färgen på ytan och försämma materialets estetiska utseende, men solstrålningen påverkar inte materialets egenskaper i övrigt (Calkins, 2008). Produktionen av termoplast, dess biprodukter samt eventuella förbränning kan leda till utsläpp av tungmetaller, dioxiner samt läckage av giftiga tillsatssämnen (Calkins, 2008).

Plaster indelas i två stora huvudgrupper, termo- och hårdplaster. Hårdplaster är en mer spröd typ av plast och behöver armering för att förbättra slaghållfastheten (Johansson, 2007). Eftersom hårdplaster dessutom sönderdelas vid höga temperaturer blir den svårare att återvinna till skillnad från de mer formbara termoplasterna som kan smältas och i teorin omformas om och om igen (Block & Bokalders, 2014). Detta på grund av att plasten



Bild 17



består av polymerer som har grenade eller linjära molekyllängdor (Burström, 2007). Vid förhöjd temperatur kan polymermolekylerna röra sig (Block & Bokalders, 2014) och bli plastiskt formbar då bindningarna brister för att sedan återbildas på nytt (Burström, 2007).

De mest använda termoplasterna i byggbranschen är Polyeten (PE) se bild 18, Polypropen (PP) se bild 19, Polyetentereftalat (PET) , Polyvinylklorid (PVC) se bild 20 sid. 25 och Polystyren (PS) (Calkins, 2008).

Termoplasterna PE och PP är två av de vanligaste plastsorterna på marknaden (Kemikalieinspektionen, 2018b). Fördelarna med PE är att den är motståndskraftig mot brott, tånjbar, väldigt formbar och kan återanvändas i nya produkter som exempelvis plast i virkesdimensioner (Calkins, 2008). PE plasten delas in i två typer, där LD är en mjuk plast medan HD är hård (Johansson, 2007). Till skillnad från PE är PP mer skör men har andra fördelar då materialet tål kemiska lösningsmedel samt syror vilket gör det svårare för plasten att vittra sönder (Calkins, 2008). Dessa plaster är polyolefiner, vilket innebär att de består av enkla kemiska föreningar med endast kol och väte (Block & Bokalders, 2014). Om man bortser från de eventuellt skadliga tillsatserna som plasterna kan innehålla, anses de vara några av de plaster som är mest skonsamma för miljön (Block & Bokalders, 2014).

Enligt Calkins (2008) är däremot PVC miljöfarligt eftersom materialet kan utsöndra tungmetaller samt andra skadliga gifter om det utsätts för UV-strålning. Även om förbränning av materialet bidrar med utsläpp av farliga dioxiner är deponering av materialet inte heller att föredra eftersom gifter samt dioxiner kan läcka ut i grundvatten och marken på platsen där den finns (Calkins, 2008). Detta beror på att





farliga tillsatssämnen som ftalater inte är hårt bundna i plasten och därför riskerar att läcka ut (Calkins, 2008). Dessutom utsätts arbetarna vid tillverkning av PVC för vinylklorid som är cancerframkallande och kan orsaka psykiska problem (Klar, Gunnarsson, Prevodnik, Hedfors & Dahl, 2014).

Trots de negativa aspekterna har PVC blivit alltmer använd i plastprodukter av virkesdimensioner då plasten är billigare i jämförelse med PE (Calkins, 2008). Det finns olika åsikter om PVC när det gäller dess gifter. Enligt Florman⁴ är hård PVC, som till exempel plaströr som används vid byggen, därför inte speciellt miljöfarlig utan det är tillsatserna som används för att få plasten mjuk, ftalater, som innehåller hormonstörande ämnen och har gett all PVC ett dåligt rykte. Att istället riva ner PVC plaster och smälta ner dem vid återvinning ger inte farliga utsläpp som det blir om man förbränner plasten⁵.

PET används mest till förpackningar av olika slag, som flaskor och burkar se bild 21, vilket gör den till den mest använda typen av plast. Materialet återanvänds i nya förpackningar och textilier (Kemikalieinspektionen, 2018b) men även i plastprodukter med virkesdimensioner (Calkins, 2008). Polystyren är en hårdplast som används i alltifrån plastbestick till skumisolering samt som beläggningar på utemiljö produkter. Förutom att plasten har begränsad flexibilitet innehåller plasten ämnen som är eller misstänks vara cancerogena och bör undvikas (Calkins, 2008).



⁴ Björn Florman Creative Project Manager Materialbiblioteket, möte 2019-02-14

⁵ Björn Florman, Materialbiblioteket, möte 2019-02-14



EXEMPEL PÅ PLASTKONSTRUKTIONER I UTOMHUSMILJÖER



**Bilder på sid. 23-25**

Bild 17. Plastprodukter. Foto: Malin Mässing, 2019
Bild 18. Slang gjord av PE. Foto: Malin Mässing, 2019
Bild 19. Koppling av PP plast. Foto: Malin Mässing, 2019
Bild 20. PVC rör. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2019
Bild 21. PET-flaskor. Foto: Malin Mässing, 2019

Bilder på sid. 26

Bild 22. Trall Baggers Bro i Malmö. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2019
Bild 23. Bänk i närheten av Börshuset i Malmö. Foto: Malin Mässing, 2019
Bild 24. Kubb runt plantering i Västra hamnen. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2019

BESKRIVNING AV MATERIALET UTIFRÅN 7 MILJÖPARAMETRAR

Materiallets ursprung

Plast är ett syntetiskt material som framställs från fossila råvaror som naturgas eller råolja (Block & Bokalders, 2014).

Råolja och naturgas består av organiskt material som omvandlats i berggrunden genom bland annat tryck och ökad temperatur (Energimyndigheten, 2014). Denna omvandlingsprocess tar flera miljoner år, vilket gör att råvaran klassas som en ändlig resurs eftersom vi idag förbrukar mer än det hinner omvandlas (Calkins, 2008). Cirka 5 % av all producerad råolja och naturgas går till plastindustrin (Block & Bokalders, 2014). Det är dock svårt att avgöra varifrån råvarorna kommer då olja utvinns på många platser i världen, även i Skandinavien.

Miljöbelastning vid utvinning/produktion

Förekomsten av giftigt avfall skiljer sig mellan olika plastsorter. Som diagrammet i figur 1 sid. 18 visar är koldioxidutsläppet högre vid tillverkningen av polyeten i jämförelse med PVC. På så sätt kan PVC vara att föredra om man bara utgår från mängden CO₂ utsläpp. Dock bidrar PVC med annan problematik som utsläpp av dioxiner, läckage av farliga tillsatser samt innehåll av cancerframkallande ämnen (Calkins, 2008). Detta kan leda till miljö- och hälsorisker vid tillverkandet samt vid användandet av materialet som också kan vara viktigt att ha i beaktande vid val av material.

Att utvinna råmaterialet innebär en del risker för miljön i stort. Oljebolagen har blivit hårt kritiserade av regeringar och media för att utvinnandet av råvaran påverkar miljön negativt (Du & Vieira, 2012). Den stora efterfrågan på olja gör att oljeföretagen inte har miljön som största fokus när utvinningen sker (De Roeck & Delobbe, se Amin, Berg & Soyal, 2016). Detta har lett till att försämringar skett gällande luft- och vattenkvaliteten i de områden där olja utvinns (Du & Vieira, 2012). Vad gäller utvinningen av naturgas finns både för- och nackdelar vad gäller koldioxidutsläppen. Enligt en artikel i *The New York*



times av Schwartz & Plumer från 2018 har naturgas ett lägre CO₂ utsläpp när det används som energikälla vid skapande av elkraft än när kol används. Dock innehåller naturgas metan som ifall den läcker ut i atmosfären bidrar till att förvärra klimatförändringarna i större grad än CO₂. Detta gäller framförallt om utrustningen man använder för att producera gas är föråldrad som till exempel läckande rör och otäta förvaringstankar där metan sipprar ut (Schwartz & Plumer, 2018).

I EU har man enligt Calkins (2008) uppmärksammat svinnet kring plast, vilket gjort att man ställt krav på producenterna vad gäller ansvarstagandet när det gäller återvinning, uppsamling och återanvändning av plastprodukter. Vidare beskriver Calkins (2008) att FN:s Stockholmskonvention har som mål att minska förekomsten av långlivade organiska föroreningar såsom PVC dioxiner. Dessa dioxiner frigörs vid utsläpp under produktionen samt vid förbränning av materialet. Dioxinerna är svårnedbrytbara och ansamlas i fettvävnader i både djur och människor (Calkins, 2008) och kan påverka både immunförsvaret, vara hormonstörande samt cancerframkallande (Livsmedelsverket, 2018).

Arbetsmiljö

Oljeindustrin har länge blivit kritiserad av både myndigheter och media vad gäller bland annat mänskliga rättigheter och arbetsmiljön (Du & Vieira, 2012). Olycksfall har inträffat främst vid utvinnandet av råolja. 2011 dog över 50 personer på en rysk oljeplattform när den bogserades, vilket förutom den dåliga väderleken kan ha berott på felaktiga säkerhetsrutiner (SVT Nyheter, 2011). Alla olyckor är inte lika allvarliga, men det förekommer risker vad gäller arbetsförhållanden för de som utvinner råvaran.

Som nämnts tidigare är de två vanligt förekommande termoplasterna PE och PP mer skonsamma ur miljösynpunkt (Block & Bokalders, 2014). Detta kan bero på det faktum att HDPE kräver en upphettning till cirka 1000 °C för att utsöndra tillsatsämnet acrolin som kan förorsaka cancer, men eftersom tillverkningen av plast endast kräver mellan 400-500 °C riskerar inte ämnet att läcka ut (Klar et. al., 2014). Vid PVC tillverkning kan dock läckage av farliga ämnen bidra till en försämrad arbetsmiljö, eftersom det mjukgörande tillsatsämnet ftalater kan leda till att de som arbetar med att tillverka materialet riskerar att drabbas av astma (Klar et. al., 2014). Vinylklorid i PVC kan som tidigare beskrivits vara en bidragande faktor bakom psykisk ohälsa bland arbetarna samt vara cancerframkallande (Klar et. al., 2014). Arbetsmiljön i stort kan därmed försämrats på olika sätt beroende på vilka tillsatsmedel som finns i plasterna som tillverkas.



Återvunnet innehåll

Andelen återvunnet innehåll i plastprodukter som används till byggmaterial skiljer sig beroende på produkt. Vissa produkter kan innehålla en liten del återvunnen plast medan andra kan bestå helt av återvunnen plast (Calkins, 2008). Ju högre återvunnet innehåll desto bättre eftersom det minskar plastavfall samt användandet av ändliga naturresurser (Calkins, 2008). Eftersom materialet är återvunnet kommer det alltid finnas en liten procent av andra restprodukter i materialet såsom glas, papper och metall⁶. Det kan vara ett resultat av att det slarvas vid plaståtervinningen med att sortera rätt vid återvinningsstationerna, vilket gör det svårt att hålla plasten ren från inblandning av andra material.

Återvinning & nedbrytning

Till skillnad från hårdplaster som går direkt till förbränning kan termoplaster återanvändas åtminstone fem gånger innan materialet anses vara förbrukat och förbränns (Block & Bokalders, 2014). Det är dock svårt att sortera plaster (Block & Bokalders, 2014), vilket kan försvåra återvinningen. Endast 16 % av det cirka 600 ton stora plastavfall som slängs av industrier samt kommuner i Sverige under ett år återanvänds till nya plastprodukter medan resten går till energiåtervinning (Alpman, 2018). Anledningen till detta är att metoderna för att sortera och skilja plastsorterna åt inte är helt pålitlig. Trots att infrarött ljus kan identifiera olika plasttyper missar den att identifiera plast med svart kulör eller produkter med mer än en plastsort i sin konstruktion, vilket gör att all den plasten går till förbränning istället för att sorteras ut (Alpman, 2018). Med tanke på att det finns över 30 varianter av plast (Alpman, 2018) kan även den stora variationen försvåra sorteringen av den plast som kommer in på återvinningsstationer.

I Sverige är det runt 60 % av all plast från hushållen som slängs istället för att återvinnas och går därmed direkt till förbränning (Alpman, 2018). Det är endast 8% av den plast som insamlas som går till nya produkter (Stiernstedt, 2018). Därför finns det potential att återvinna betydligt mer plast än vad som görs idag. Mycket av den plasten som inte kommer till våra återvinningsstationer hamnar i våra hav där över en miljon fåglar och 100 000 däggdjur dör årligen på grund av att de fastnat eller ätit plast som hamnat i haven (Regeringskansliet 2017). Plasten som finns i våra hav, sjöar och vattendrag slits ner till mindre så kallade mikroplaster som är små plastfragment på 1 nm till 5 mm (Naturvårdsverket, 2018). Dessa mikroplaster kan påverka vattenorganismer negativt för att de binds i organismerna vilket sedan kommer att drabba oss människor eftersom vi får i oss plasterna via fisken vi äter (Regeringskansliet, 2017).

⁶ Thor Dahl, Area Sales manager G9 Landskap, möte 2019-01-30



Beständighet

Det är svårt att säga en exakt ålder på hur länge material av plast förväntas hålla. Garantitiden kan vara alltifrån 10 år till betydligt längre (Calkins, 2008). Så småningom försämras plastens hållfasthet, då materialet utmattas och klarar av allt mindre tyngd ju äldre det blir samt kan ha inbyggda spänningar som kan leda till att materialet riskerar att spricka (Johansson, 2007). Dessutom bidrar UV-strålningen till att färgen på plasten bleks (Calkins, 2008).

Underhåll & skötsel

Tack vare sin nästintill porfria yta har plastvirke en bättre beständighet mot bland annat fläckar (Calkins, 2008) och torkar upp snabbare i jämförelse med trä⁷. Detta innebär att materialet inte drar åt sig fukt, vilket gör materialet resistent mot röta samt att klotter och algpåväxt blir lättare att tvätta bort⁸ se bild 25. Detta leder i sin tur till att det årliga underhållet minskar i jämförelse med träytor då dessa kräver olika typer av återkommande ytbehandling. Så även om plastprodukter som används till byggmaterial har ett högre inköpspris än trä så blir de årliga kostnaderna för skötsel mindre över tid (Calkins, 2008).

Bild sid. 30

Bild 25. Bänk med plastplankor Östra kyrkogården i Malmö.
Foto: Malin Mässing, 2019



⁷ Thor Dahl, Area Sales manager G9 Landskap, möte 2019-01-30

⁸ Thor Dahl, G9 landskap, möte 2019-01-30

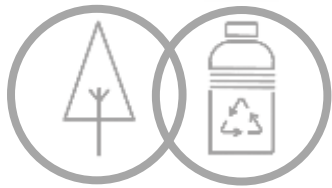


KOMPOSITMATERIAL

HISTORIK

I Nationalencyklopedin (2018) står att ordet komposit kommer från det latinska ordet *compositus* som betyder sammansatt. Kompositer består av minst två olika material som var för sig inte fungerar i konstruktionssammanhang men när de kombineras blir ett starkt material (Fiberline Composites, u.å.).

Redan under det forna Egyptens och Mesopotamiens tid för omkring 5000 år sedan (SO-rummet, 2019) användes en typ av kompositmaterial som bestod av lera och gräs för att bygga hållbara byggnader (Johnson, 2018). Mongolerna uppfann under Genghis Khan's era en typ av pilbåge bestående av en sammanpressad blandning av ben, trä och animaliskt lim som sedan lindades in i näver och bildade en båge som beskrevs som kraftfull (Johnson, 2018). I sin beskrivning av kompositens historia skriver Johnson (2018) att moderna kompositer kom ut på marknaden först när plasten började utvecklas i början av 1900-talet. 1935 lanserades glasfiber för första gången, som när det sedan blandades med plast blev en komposit som både var lätt och hade en stark struktur. Vidare beskriver Johnson (2018) att den här typen av material blev välanvänt under andra världskriget, där materialet var optimalt att använda i stridsflygplan. Efter andra världskrigets slut blev den här typen av komposit använd i alltifrån båtar till surfbrädor (Johnson, 2018). Så kallad Wood plastic composite (träplastkomposit) har utvecklats under de senaste tjugo åren med en rad olika produkter som kommit ut på marknaden (Ansell, 2015). Kompositprodukter kom ut på marknaden 1972 då en typ av komposit kallad "Woodstock" användes i Fiats bilar och året efter togs golvplattor fram som bestod av PVC- träfibrer av det svenska företaget Sonneson AB (Ansell, 2015). Träplastkomposit har setts som en produkt vars innehåll kan bestå av återvunnen plast samt papper för att minska avfallet som i vissa fall hade hamnat på deponi (Ansell, 2015).



ALLMÄNT OM KOMPOSITMATERIALPRODUKTER I UTOMHUSMILJÖER

Calkins (2008) skriver i sin bok *Materials for sustainable sites* att komposit kan ha en blandning av många olika material med alltifrån träflis och fiberglas till plast, bambu samt lin. De olika kompositerna har olika egenskaper vad gäller funktion, utseende och materialkostnad. Lin är exempelvis inte lika beständigt som träflis i komposit⁹. Vad gäller materialkostnad, som kan vara en viktig faktor vid materialval, finns prisskillnader beroende på vad kompositen har för typ av innehåll. En glasfiberkomposit är dyrare än träkomposit, eftersom fyllnadsmaterialet som består av träflis i träkomposit är billigare (Bismarck et. al, se Stenlund, 2014). Mängden av de olika materialen i kompositerna kan variera, men om kompositen innehåller mer än 50 % av biologiskt material klassas de som biokompositer (Calkins, 2008). Detta är en produktkategori som växer på marknaden samt är billigare än HDPE produkter (Calkins, 2008), som är en polyetenplast som har hög densitet. Förutom biologiskt material består biokompositer av återvunnen plast som ofta brukar vara antingen Polyeten (PE) eller Polypropen (PP) (La Mantia & Morreale, 2011).

En av de enklaste kompositprodukterna är laminat som är en typ av skivmaterial som innehåller fibrer av trämaterial som hålls samman av en så kallad matris som utgörs av plast, där fibrerna fungerar som armering medan matrisen är bindemedlet (Epotex, u.å.). Exempel på laminat som används i utemiljöer är högtryckskompektlaminat se bild 28 & 30 sid. 34, där det finns en svensk tillverkare som använder en blandning som till stor del består av oblekt kraftpapper samt mindre mängder av fenolharts, vitt dekorpapper samt melaminharts (Lamiroc components, u.å.). Harts, eller konstharts och syntetharts som det också kallas, är en typ av syntetiska polymerer/plaster (Wikipedia, 2018) som fungerar som ett värmeaktiverande lim enligt svaren från Lamiroc components som finns i enkätundersökningen.

Träplastkomposit, som även är känt som Wood plastic composite (WPC), har ett innehåll av det biologiska materialet träflis som i mängd varierar mellan 30-60 % samt plast som är återvunnen eller ny (Xanthos, se Stenlund, 2014). Dessa plaster brukar ofta vara någon form av termoplast som exempelvis polypropen (PP), polyvinylklorid (PVC) eller polyeten (PE) men även hårdplaster som fenolharts förekommer i blandningar hos vissa träkompositprodukter (Stenlund, 2014). Träplastkomposit har positiva egenskaper i jämförelse med trä eftersom det är hårdare, lättare eftersom materialet kan tillverkas med hålrum se bild 26 & 27 sid. 33 samt mer slitåligt (Pritchard; Xanthos, se Stenlund, 2014). Av den träplastkomposit som används inom byggindustrin utgörs mer än 50% som ersättare till trätrall,

⁹ Björn Florman, Materialbiblioteket, möte 2019-02-14



men det används även till produkter som staket och räcken (Anonymous; Xanthos, se Stenlund, 2014). Eftersom att de kompositerna som är mest förekommande i utomhuskonstruktioner är träplastkomposit samt högtryckskompaktlaminat, kommer parametrarna endast att förhålla sig till dessa.



Bild 26



Bild 27

Bilder på sid. 33

Bild 26. Träplastkomposit. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2019
Bild 27. Materialprov träplastkomposit från G9.
Foto: Malin Mässing, 2019

Bilder på sid. 34

Bild 28. Staket av HPL. Foto: Hasse Johansson, u.å., försäljare Lek & Fritid
Bild 29. Sittmöbel i träplastkomposit. Foto: Malin Mässing, 2019
Bild 30. Utemöbel med HPL i Folkets Park.
Foto: Malin Mässing, 2019



EXEMPEL PÅ KOMPOSITMATERIALKONSTRUKTIONER I UTOMHUSMILJÖER



Bild 28



Bild 29



Bild 30



BESKRIVNING AV MATERIALET UTIFRÅN 7 MILJÖPARAMETRAR

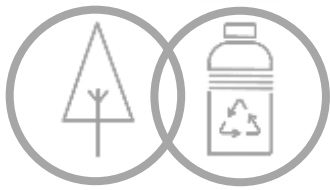
Utomhus används främst två olika typer av kompositmaterial. Dessa material skiljer sig både vad gäller innehåll, funktion och utseende. Den ena är träplastkomposit som oftast används som alternativ till trämaterial och har dimensioner som trävirke. Dessutom brukar dessa produkter eftersträva att likna trä till utseende och används ofta till olika typer av trall samt utemöbler som exempelvis bänkar, se bild 29. Det andra materialet kallas högtryckskompaktlaminat (HPL) och är ett skivmaterial som har en slät yta och kan produceras i olika kulörer. Då HPL är väldigt hårt sågas och beskärs laminatet i fabriken, eftersom det är för slitsamt att göra det på plats med manuella maskiner. Materialet används ofta till möbler, se bild 30 sid. 34, och lekutrustning i offentliga miljöer. Då träplastkomposit och HPL är olika vad gäller bland annat materialets ursprung, återvunnet innehåll och beständighet måste kompositmaterialen särskiljas när de beskrivs utifrån de olika parametrarna.

Materialets ursprung

Träplastkomposit

Eftersom träplastkomposit innehåller både träflis och plast kommer råvarorna från både förnyelsebara samt ändliga resurser. Som tidigare nämnts avverkas mindre skog än volymen skogstillväxt per år vilket gör att skog inte klassas som en ändlig resurs (Svenskt trä, 2013). Vid avverkning av skog i Sverige tas dessutom restprodukter som toppar och grenar tillvara på och blir till skogsbränsle i senare skeden (Svenskt trä, 2013), vilket man kan se som ett försök att minska miljöpåverkan när råmaterialet utvinns. Dock är skogarna i Sverige monokulturella där stora områden består av endast en trädart, vilket påverkar den biologiska mångfalden negativt, speciellt vid slutavverkning (Naturskyddsföreningen, u.å.a).

Plast är som tidigare beskrivet ett syntetiskt material som framställs från fossila råvaror (Block & Bokalders, 2014) som är ändliga resurser eftersom vi förbrukar råvaran i snabbare takt än den hinner bildas (Calkins, 2008). Dessutom kan utvinnandet av råolja ha en negativ miljöpåverkan då oljebolagen inte prioriterar miljön i stort (Amin, Berg & Soyal, 2016) vilket kan försämra till exempel vattenkvaliteten där råvaran utvinns (Du & Vieira, 2012). Ursprunget på dessa råvaror är svåra att härleda eftersom träflis är materialåtervunnet och kan innehålla en blandning av trä från olika regioner medan de fossila



råvarorna i plasten produceras i många delar av världen. Plastmaterialen i kompositerna kan både vara nya och återvunna, där den återvunna plasten är ännu svårare att veta ursprunget på.

Högtryckskompaktlaminat

Högtryckskompaktlaminat består till störst del av kraftpapper och fenolharts (Lamiroc, u.å.a) som är en typ av plast (Nohrstedt (2014). Kraftpapper är ett papper som är väldigt starkt och tillverkas av färsk vedfiber som kallas nyfiber (SkogsSverige, 2013) och där råvaran består av barrved (SkogsSverige, 1999) som är en förnyelsebar resurs.

Enligt Christiansson rapport (2012) används fenolhartser som bindmedel i olika produkter som utomhusplywood, spånplattor och glasfiber- och mineralmattor. Då fenol är en oljebaserad typ av plastlim (Sveagruppen Webb, 2018), består en av komponenterna i HPL av en ändlig råvara. Eftersom råvaran i kraftpapper behöver bestå av färsk vedfiber (SkogsSverige, 2013) kan regionen där ursprungsmaterialet kommer ifrån vara lättare att identifiera. Återigen är fenolen svårare att hitta ursprunget på, då den oljebaserade fenolen kan innehålla råolja från olika regioner/områden.

Miljöbelastning vid utvinning/produktion

Träplastkomposit

Då komponenterna i materialen skiljer sig varierar även mängden koldioxidutsläpp beroende på vilka material som utgör kompositen. I en träplastkomposit är CO₂-utsläppen olika för produktionen av massivt trä i jämförelse med produktionen av en termoplast som polyeten, vilket figur 1 på sid. 18 visar (Svenskt trä, 2013).

I en amerikansk studie där jämförelse gjordes mellan ett trädäck med impregnerat trä och en motsvarande yta med träplastkomposit (WPC) kom man fram till att det totala energianvändningsvärdet för WPC var 8,5 gånger högre än för impregnerat trä (Bolin & Smith, 2011). Energianvändningsvärdet inkluderar inte bara fossila bränslen utan även förnybara resurser (Bolin & Smith, 2011). I ett skandinaviskt samarbete mellan det danska teknologiska institutet och det svenska miljöinstitutet (2018) har man jämfört hur stora CO₂ utsläppen är för olika material som används vid byggandet av en altan. Studien visar att en altan med träplastkomposit från Kina ger en global uppvärmningspotential som är cirka 10 gånger större än samma altan med NTR/AB impregnerat furuvirke från Sverige medan tysk träplastkomposit hade en något lägre global uppvärmningspotential än den kinesiska (The Danish Technological Institute & the Swedish Environmental Institute, 2018).



Högtryckskompaktlaminat

Enligt den svenska högkompaktlaminat tillverkaren Lamiroc components Miljö- och byggvarudeklaration (u.å.a) är det fossila koldioxidutsläppet till luften 11000 g/m² per varje 1 m² produkt som tillverkas. Det är svårt att jämföra med andra byggmaterial om det är mycket eller lite, eftersom man mätt utsläppen utifrån olika måttangivelser. Dock skriver Livsmedelsverket (Wallman & Nilsson, 2011) att papper har lägst klimatpåverkan per kg material och eftersom högtryckskompaktlaminat till mer än hälften består av kraftpapper kan det innebära att materialets CO₂ utsläpp för den delen av produktinnehållet är relativt låg. Den näst största ingrediensen för att tillverka HPL är fenolharts, som är en typ av plast. Studerar man olika typer av plast kan man i figur 1 sid. 18 se att bland annat PVC och PE har ett högre koldioxidutsläpp än både tegel, betong och aluminium (Svenskt trä, 2013). Enligt Steni (u.å.) visar ett diagram att högtryckslaminat produkter har ett högt CO₂ utsläpp som är större än både tegel och fibercement.

Arbetsmiljö

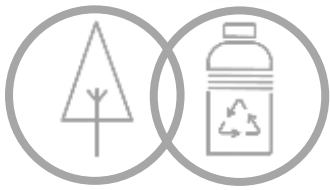
Träplastkomposit

Eftersom det är svårt att ha kontroll över vilket innehåll eller hur produktionen ser ut för importerat WPC från Kina¹⁰ finns risken att giftiga tillsatser finns vid produktionen vilket kan försämra arbetsförhållandena för personalen på plats.

Tillsatserna i plasten kan bidra till en försämrad arbetsmiljö för de som jobbar med produktionen. Ämnen som ftalater och vinylklorid kan bland annat leda till fysiska problem som astma samt bidra till försämrad psykisk hälsa bland de som arbetar (Klar et. al., 2014).

Tar man även hänsyn till det som nämnts tidigare vad gäller hur ofta arbetsplatsolyckor drabbar träindustriarbetare (SVT Nyheter, 2010) kan det ytterligare försämra arbetsmiljön, då träflis är en del av träplastkompositmaterialen.

¹⁰ Thor Dahl, G9 Landskap, möte 2019-01-30



Högtryckskompaktlaminat

I artikeln *Kräver förbud mot farliga plaster* beskriver Nohrstedt (2014) att Naturskyddsföreningen vill förbjuda plaster de anser vara farliga, där fenolhartser är en av de farliga plaster som nämns. Kontakt med fenolhartser kan ge olika hälsoproblem som allergier, irritationer i ögon och näsa och kan dessutom vara cancerframkallande (Christiansson, 2012). Dessutom kan en upprepad exponering av fenolhartser leda till olika typer av skador på organ eller till och med bidra till genetiska defekter (Klar et. al., 2014). Även en annan ingående komponent i högtryckskompaktlaminat som kallas melamin finns med på listan över plaster som Naturskyddsföreningen anser vara problematiska (Klar et. al., 2014). Detta beror på att exponering av melamin har lett till tumörbildning i olika djurförsök (Klar et. al., 2014). Därför är det viktigt att anläggningarna som tillverkar dessa typer av material har bra ventilation samt ser till att de som arbetar med tillverkningen har rätt skyddsutrustning för att inte riskera att på olika sätt komma i kontakt med fenol- eller melaminharts både var gäller hudkontakt samt via luftvägar.

Återvunnet innehåll

Träplastkomposit

Innehållet i träplastkomposit kan variera väldigt mycket eftersom både trämaterialiet och plasten i teorin kan komma från återvunnet material, medan andra typer av träplastkompositer kan ha en betydligt mindre andel återvunnet innehåll. Oftast kommer trämjölet från sågverksavfall och träfibrer framställs från vedavfall medan plasterna kan bestå av blandad PE och PP som är återvunnen (La Mantia & Morreale, 2011).

Högtryckskompaktlaminat

Då kraftpappret kräver färsk fiber från ved (SkogsSverige, 2013) kan det innebära att man inte kan använda sig av återvunnet träflis vid tillverkandet av kraftpapper, men enligt Lamiroc components är huvuddelen av det papper de använder i sina produkter återvunnen, vilket framgår av svaren från Lamiroc components som finns i enkätundersökningen.

Joffer (2018) beskriver att Stora Enso har tagit fram ett lim som baseras på lignin och är en restprodukt vid produktionen av pappersmassa. Detta lim skulle kunna användas för att ersätta fenollimet i olika typer av skivmaterial som exempelvis plywood, vilket är positivt eftersom ligninlimmet är biobaserat (Joffer, 2018). Detta skulle kunna vara en lämplig ersättare till fenol i HPL, vilket skulle öka det återvunna innehållet ytterligare. Detta eftersom det biobaserade limmet görs av rester från



pappersmassatillverkningen som är ett miljövänligare val än det oljebaserade fenolet som bidrar till användandet av ändliga resurser.

Återvinning & nedbrytning

Träplastkomposit

Den största begränsningen med olika typer plastkompositer är att den består av flera olika material som är svåra att separera och leder till att materialet förbränns istället för att återanvändas eller återvinnas (La Mantia & Morreale, 2011). Träplastkomposit går att återvinna, men problemet är att skavanker som rester från sågspån kommer synas på ytan i den nya produkten, vilket tidigare inte varit eftersträvansvärt hos producenter och konsumenter¹¹. Idag har dock trenden vänt och den återvunna plasten har blivit mer accepterad¹², så i framtiden kanske produkter av återvunna kompositer blir mer vanligt förekommande.

Högtryckskompektlaminat

Vad gäller högtryckskompektlaminatet förbränns laminatet och blir till energi istället för att återvinnas (Lamiroc components, u.å.a).

Beständighet

Träplastkomposit

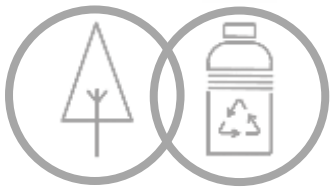
Den förväntade livslängden på träplastkomposit kan vara alltifrån 10 år (Calkins, 2008) till 30 år enligt vissa återförsäljare¹³. Eftersom materialet kan absorbera en viss mängd vatten kan det leda till färgförändringar i materialet¹⁴ vilket även UV-strålningen kan bidra till (Calkins, 2008). Trots det har kompositmaterial fördelar som att det inte drabbas av rötangrepp vilket gör materialet lämpligt i fuktiga miljöer samt att träinnehållet gör materialet starkare än rena plastprodukter med virkesdimensioner (Calkins, 2008). I jämförelse med trä har träplastkomposit en större benägenhet att på grund av

¹¹ Björn Florman, Materialbiblioteket, möte 2019-02-14

¹² Björn Florman, Materialbiblioteket, möte 2019-02-14

¹³ Thor Dahl, G9 Landskap, möte 2019-01-30

¹⁴ Thor Dahl, G9 Landskap, möte 2019-01-30



temperaturväxlingar expandera och krympa men denna är mindre i förhållande till plastprodukter med virkesdimensioner (Calkins, 2008). Komposit från Kina är vanligt förekommande på marknaden vilket gör det svårare att ha samma kontroll på vad produkten innehåller samt hur tillverkningsprocessen går till¹⁵. Detta medför att kvaliteten samt beständigheten hos de importerade kompositmaterialen kan variera.

Högtryckskompaktlaminat

Högtryckskompaktlaminat har en livslängd på runt 15 år eller mer (Lamiroc components ,u.å.a) och har en hög beständighet mot fukt, se bild 31 på sid. 41, rötangrepp, repor och vissa kemikalier (Lamiroc components, u.å.b). Överlag är beständigheten på materialet hög vilket gör det till ett bra val att använda i offentlig utemiljö (Lamiroc components, u.å.b). Dock har dess släta yta nackdelen att alla eventuella fläckar eller vandalisering blir iögonfallande, vilket gör att materialet med tiden får ett mer slitet utseende i jämförelse med trä.

Underhåll & skötsel

Träplastkomposit

Om man jämför med trä har träplastkomposit ett litet underhållsbehov, då det inte behöver målas och drabbas inte lika lätt av fläckar (Calkins, 2008). Materialet är ganska flamsäkert samt att klotter är relativt lätt att ta bort från ytan (Calkins, 2008). Enligt Calkins (2008) är den årliga underhållskostnaden för träplastkomposit lägre om man jämför med tryckimpregnerad gultall från Nordamerika som används mycket utomhus i USA. Algpåväxt kan förekomma men är lättare att tvätta bort än på trämaterial medan färgen förväntas bli ljusare med tiden på grund av UV-strålningen¹⁶.

Högtryckskompaktlaminat

Enligt den svenska tillverkaren Lamiroc components (u.å.a) är deras högtryckskompaktlaminat i stort sett fritt från underhåll, men eftersom ytan är helt slät kan eventuell rengöring krävas vid vandalisering och liknande. Vid rengöring är det viktigt att medlen man använder inte innehåller avkalkningsmedel då ytan kan bli missfärgad, utan det räcker med skonsamma rengöringsmedel samt vatten (Lamiroc components, u.å.b). Dessutom hävdar Lamiroc components (u.å.b) att materialet inte repas, är flamsäkert samt klarar av normalt slitage, men en glödande cigarett eller vassa föremål kan leda till defekter som misspyder ytan. I svaren på

¹⁵ Thor Dahl, G9 Landskap, möte 2019-01-30

¹⁶ Thor Dahl, G9 Landskap, möte 2019-01-30



enkäten från Lamiroc components, som går att läsa i enkätundersökningen, nämns också att skivorna långsamt bleks då de exponeras för UV-strålning i utemiljö. Om skivmaterialet har en stark färg kan den bleknande färgen uppfattas som störande med tiden. Går skivan sönder måste hela materialet bytas, då det inte går att byta ut delar av konstruktionen på samma sätt som i exempelvis ett staket gjort av trävirke.

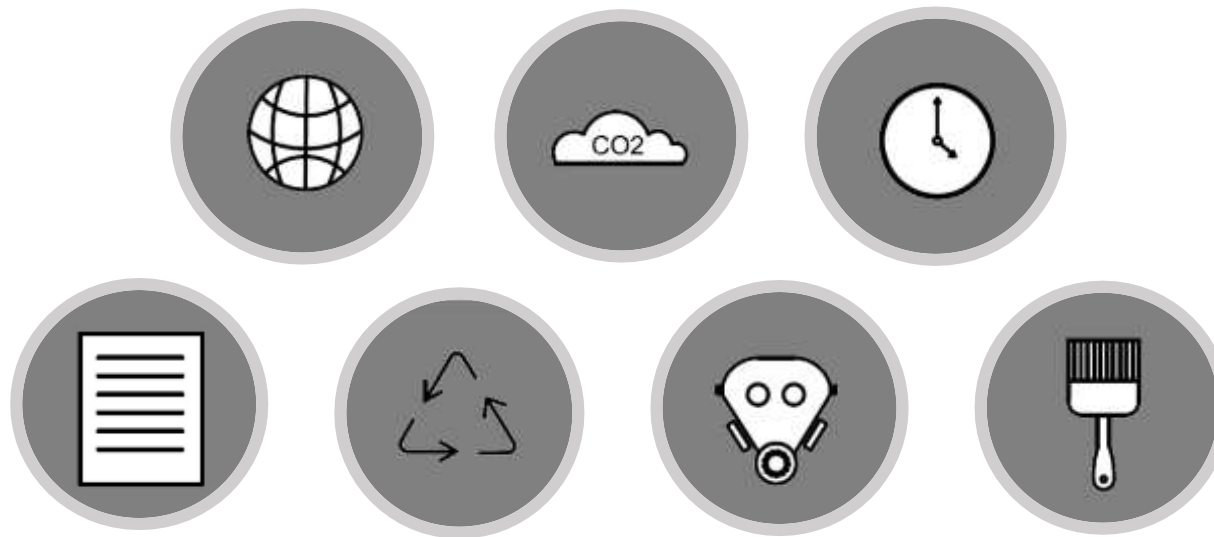


Bild sid. 41

Bild 31. HPL bord Annelund i Malmö. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2019

ENKÄTUNDERSÖKNING

En enkät med frågor kopplade till de studerade parametrarna, se nästa sida, skickades ut till 7 skandinaviska återförsäljare samt tillverkare av alternativa material till trä. Vissa av företagen valdes ut eftersom de deltog i projektet *Försök med olika material i bryggor vid Öresund* där Malmö stad tillsammans med SP, Sveriges Provtagnings- och forskningsinstitut (numera RISE) testar beständigheten hos trallmaterial, där plast- och kompositmaterial även förekommer. Förutom dessa företag har vi även hittat återförsäljare/tillverkare under branschdagen för landskapsingenjörer. Företagen hade, med på tanke på den begränsade tiden för arbetet, ungefär tre veckor på sig att besvara frågorna i enkäten. Av de svarade 5 av företagen, varav endast 3 gav utförliga svar på frågorna medan resterande företag hänvisade tillbaka till deras respektive hemsida. Därför kommer endast svaren från företagen G9 Landskap, Lamiroc components och Green plank att redovisas i detta resultat, varav G9 Landskap svarat angående två olika typer av material vilket resulterat i fyra stycken enkätsvar.



Frågor om material inför kandidatarbete

Filippa L. Wikander
Malin Mässing

Materiallets ursprung

- Var kommer materialet från, en ändlig eller förnyelsebar resurs?
- Vilket område/region kommer ursprungsmaterialet ifrån?
- När råmaterialet utvinns, har man försökt minska påverkan på miljön?

Miljöbelastning vid utvinning/produktion

- Vid produktionen av materialet, hur stora är CO₂-utsläppen och energiförbrukningen?
- Finns det giftigt avfall/avfall vid produktion?
- När materialet tillverkas, återanvänds delar av avfallet?

Beständighet

- Hur lång är den förväntade livslängden?
- Hur förväntas materialet åldras med tiden (av UV-strålning, slitage osv.)?

Återvinning & nedbrytning

- Går materialet att återvinna, är det nedbrytningsbart eller måste det läggas på deponi?

Återvunnet innehåll

- Hur stor del av materialet är återvunnet?


Arbetsmiljö

- Finns det risker i arbetsmiljön för de som arbetar under hela produktionen av materialet?

Underhåll & skötsel

- Hur ofta måste materialet ses över vad gäller skötsel och vilka behandlingar krävs för att underhålla materialet?
-





GEO, Återvunnen Plast, G9 Landskap

MATERIALETS URSPRUNG



Produkten är av fossilt material.

Plasten är återvunnen och hjälper till med att minska miljöbelastningen.

Produceras i Tyskland.

ÅTERVINNING NEDBRYTNING



GEO är ren återvunnen plast och kan återanvändas. Plasten nedbryts mycket sakta. Efter användning kan detta material återvinnas till samma eller annan produkt.

ÅTERVUNNET INNEHÅLL



Materialet består av återvunnen plast från plastavfall.

BESTÄNDIGHET



Alla material ändrar utseende pga. UV-strålningen. Materialet bleks och får en mer matt utseende. GEO ändrar mycket lite färg.

MILJÖBELASTNING VID UTVINNING/PRODUKTION



Kan vi inte svara på mängden CO2 utsläpp vid produktion. Det måste tillföras energi i processen. Men plast har ett relativt lågt smältpunkt.

Anser att det är mycket begränsat med avfall och där ska inte vara giftiga substanser.

Produktonsavfall återanvänds.

Teoretisk mycket låg livstid, ca. 80 år. Men realistiskt mellan 30 till 40 år.

SKÖTSEL & UNDERHÅLL

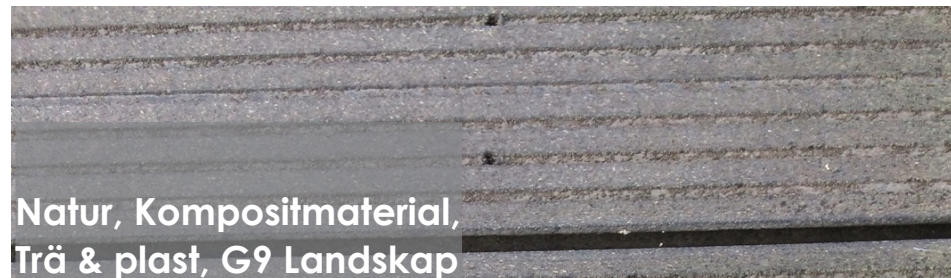


Tvättas vid behov men inga kemikalier krävs, högtryckstvätt räcker.

ARBETSMILJÖ



Nej, finns inga risker i arbetsmiljön för de som arbetar under hela produktionen.



Natur, Kompositmaterial, Trä & plast, G9 Landskap

MATERIALETS URSPRUNG



Produkten Natur består av både förnyelsebar och fossilt material.

Plasten är återvunnen och hjälper till med att minska miljöbelastningen.

Produceras i Tyskland.

ÅTERVUNNET INNEHÅLL



Materialet består av restprodukter från träindustrin och återvunnen plast från plastavfall.

MILJÖBELASTNING VID UTVINNING/PRODUKTION



Kan vi inte svara på mängden CO2 utsläpp vid produktion. Det måste tillföras energi i processen. Men plast har ett relativt lågt smältpunkt.

Anser att det är mycket begränsat med avfall och där ska inte vara giftiga substanser.

Produktonsavfall återanvänds.

ÅTERVINNING NEDBRYTNING



Natur är en komposit, ett blandat material av plast och trä. Ett av problemen med att blanda material är att det är svårt att återvinna. Plasten nedbryts mycket sakta. Efter användning går detta material vanligtvis till förbränning.

BESTÄNDIGHET



Alla material ändrar utseende av UV-strålningen. Materialet bleks och får ett mer matt utseende.

Förväntad livslängd är ca. 30 år

SKÖTSEL & UNDERHÅLL



Nej. Möjligen tvättas vid behov.

ARBETSMILJÖ



Nej, finns inga risker i arbetsmiljön för de som arbetar under hela produktionen.

LamiCompact, HPL, Lamiroc components

Foto: Hasse Johansson försäljare Lek & Fritid u.å.

MATERIALETS URSPRUNG



Kraftpapper och dekorpappret är en skogsråvara. Fenol- och Melaminharts är ett värmeaktiverande lim. Vi känner inte till tillverkningen.

Kraftpapper köper vi från Finland. Var de köper fenolhartsen vet jag inte men troligen från Finland. Skogsråvaran och återvunnet material är från Finland.

Vår Melaminharts impregnerade dekorpapper köper vi från Spanien. De köper pappret från Tyskland, och skall bestå av återvunnet papper blandat med skogsråvara från certifierad averkning. Ursprung på Melaminhart vet vi ej.

ÅTERVUNNET INNEHÅLL



Vet ej men huvuddelen av pappret är återvunnet.

MILJÖBELASTNING VID UTVINNING/PRODUKTION



Vi köper ca 850 000 kWh el från Vattenfalls produktionsmix.

Vid pressningen frigör en del formaldehyd. Den ventileras bort men koncentrationen är väldigt låg och ger inget avtryck till omgivningen.

Större spillbitar sparas och används till andra orders.

ARBETSMILJÖ



Nej. Formaldehyden som frigörs när vi pressar skivorna ventileras bort från lokalen.

ÅTERVINNING NEDBRYTNING



Emballage och övrigt brännbart återvinns till värme och el av Umeå Energi. Metaller i form av spännband mm återvinns.

BESTÄNDIGHET



Mycket lång livslängd. Vi har hittat nedgrävda laminatskivor som är 35 år gamla och ser ut som nyttillverkade.

Skivor utomhus påverkas av UV strålning och skivorna bleks. Detta sker dock långsamt, vi har aldrig fått en reklamation på grund av det.

SKÖTSEL & UNDERHÅLL



Materialet är i stort sätt underhållsfritt. Smuts rengörs normalt med vattenfuktad trasa.

GP7116, Kompositmaterial, Trä & plast, Green plank

MATERIALETS URSPRUNG



Förnybar resurs. Marine Jumbo (GP7116) är gjort på 63% risskal (eller träfiber ifrån möbeltillverkningen) samt 27% HDPE, vilket är plast ifrån matförpackningar.

Miljöpåverkan har minimerats vid utvinning av råmaterialet eftersom vi använder återvunnet material.

Plasten kommer ifrån Europa. Jag fick inget klart svar ifrån exakt var. Men lite här och var eftersom det är återvunnen plast. Riset ifrån olika risfält när de skalar dem och träfibret ifrån möbeltillverkningen.

ÅTERVUNNET INNEHÅLL



90% utav materialet är återvunnet. 27% plast utav HDPE som är återvunna matförpackningar samt 63% risskal eller träfiber ifrån möbeltillverkningen.

MILJÖBELASTNING VID UTVINNING/PRODUKTION



När vi producerar våra produkter använder vi enbart elektricitet, det vill säga inget utsläpp utav koldioxid.

Vi använder inga giftiga ämnen alls, varken vid tillverkning eller i våra produkter.

Det som blir över, blir nya plankor. Så ja, avall som uppstår vid tillverkningen återanvänds.

ARBETSMILJÖ



Nej, som nämnt giftfritt och inga risker på så sätt!

ÅTERVINNING NEDBRYTNING



Materialet kan återanvändas beroende på skick. Har du bara repor på ytan kan du sandpappra ner det. Det finns återvinningsstationer som bryter ner denna typen utav material. Dessa stationer är däremot inte många i Sverige. Men möjligheten finns.

BESTÄNDIGHET



Hela livet om inget oförutsägbart händer och du sköter det rätt. Garantin ligger dock på 15 år. Om du inte tvättar materialet så kommer det till att bli smutsigt och "gråna", men tvättas det och hålls rent så är det enbart en mindre blekning – upp till 8% den första säsongen. Slitage kan man ej undvika. Drar du med stolar blir det märken. Gäller att ta hand om sin trall för att ha det i så många år som möjligt.

SKÖTSEL & UNDERHÅLL










Materialet kräver att du tvättar rent den med jämna mellanrum. Använder möbeltassar för att undvika repor.

SAMMANFATTANDE TABELL

Utifrån den information som litteraturstudien lett fram till om de olika materialen har en grov sammanfattning skapats, se tabell 3, där materialen bedöms utifrån parametrarna med en simpel färgkodning, där grönt är positivt, rött mindre bra medan gult ligger på gränsen till båda. Vill poängtera att detta endast är en bedömning gjord av författarna som baserats på fakta som kommit fram under arbetets gång. Författarna är medvetna om att material är svåra att betygsätta på detta sätt eftersom många faktorer spelar in i varje parameter, där den information som presenteras i arbetet kan vara bristfällig trots försök att ge en nyanserad helhetsbild kring varje material. Av tabellen framgår att inget material är perfekt enligt de parametrar som undersökts, vilket ytterligare styrker påståendet kring hur svårt det är att se material ur ett helt svart-vitt perspektiv.



Tabell 3. Sammanfattande tabell av material

Parametrar	Materialets ursprung	Miljöbelastning vid utvinning/produktion	Beständighet	Återvinning & nedbrytning	Återvunnet innehåll	Arbetsmiljö	Underhåll & skötsel
Material							
Trä furu (sve)	■	■	■	■	■	■ ■	■
Impregnerad furu (SWE)	■	■	■	■	■	■	■
HPL- komposit	■ ■	■	■	■	■	■	■
Återvunnen plast	■	■	■	■	■	■	■
Plast	■	■	■	■	■	■ ■	■
WPC - komposit	■ ■	■	■	■	■	■	■

- = +
- = +/-
- = -

■ ■
Träfislet i HPL & WPC är en förnyelsebar resurs medan plastmaterialen är från ändliga råvaror.

■ ■
Både skogsbruket & träindustrin har frekvent drabbats av arbetsplatsolyckor medan oljeindustrin kritiserats vad gäller arbetsmiljön och tillsatserna i plaster kan riskera att leda till t.ex. astma hos de som arbetar med tillverkningen.

DISKUSSION

Arbetet utgick från följande frågeställningar:

- Vad kan ersätta trä i konstruktioner i offentlig utemiljö?
- Hur hållbara över tid, med tanke på miljöaspekterna, är de alternativa materialen i förhållande till trä?
- Kan dessa material mäta sig med trä gällande främst miljöaspekterna och när är trä att föredra?

För att försöka besvara dessa har vi dels sökt efter material som används i konstruktioner där trä traditionellt används, dels bedömt både trä och de olika ersättningsmaterialen utifrån de givna parametrarna i tabell 1, se sid. 6.

Då frågeställningarna delvis redan besvarats i de olika avsnitt som behandlat parametrarna kommer vi här därför göra en sammanfattning och jämföra vad vi kommit fram till under parametrarna om både trä och alla ersättningsmaterial. Detta görs istället för att svara och problematisera frågeställningarna var för sig.

Materialens beständighet, underhåll & skötsel

Det finns idag ett antal alternativa material som kan ersätta trä i offentliga miljöer och som har en bättre beständighet. Många av dessa material har ett innehåll av olika plaster som gör att materialet blir resistent mot rötangrepp, fukt och tål hårt slitage (Calkins, 2008). Detta gör att materialen kan ersätta trä i miljöer som är fuktiga och där slitaget är stort, exempelvis i skuggiga skogspartier eller på lekplatser som har ett högt slitage där trä riskerar att nötas ner snabbare. fördelarna med många av dessa ersättningsmaterial är bland annat att de ofta inte kräver någon typ av ytbehandling, att inga stickor uppkommer samt att materialen är lättare att hålla rena (Calkins, 2008). Nackdelarna är bland annat att vissa av materialen inte har samma strukturella styrka som trä (Calkins, 2008) och att materialet kan få en sämre hållfasthet vid höga temperaturer (Johansson, 2007).

Livslängden på många av ersättningsmaterialen är längre än den förväntade livslängden för furu och att materialet inte kräver ytbehandlingar och kan ha kontakt med marken utan att påverkas negativt gör att

dessa material kan vara ett bra val utifrån ett underhåll- och skötselperspektiv. Exempelvis är det lättare att ta bort algbildningar och klotter på dessa typer av material eftersom det inte fäster lika bra på dessa som på trä. Alla de material vi har tagit upp i arbetet har en längre livslängd än furu. Kompositmaterial har en förväntad livslängd på allt mellan 10-30 år, vilket är betydligt mer om man jämför med furu som i markkontakt klarar sig runt 5-10 år, med undantag för impregnerat virke som förväntas hålla uppemot 20 år och inte behöver underhållas för att undvika rötangrepp (Svenskt trä, 2013).

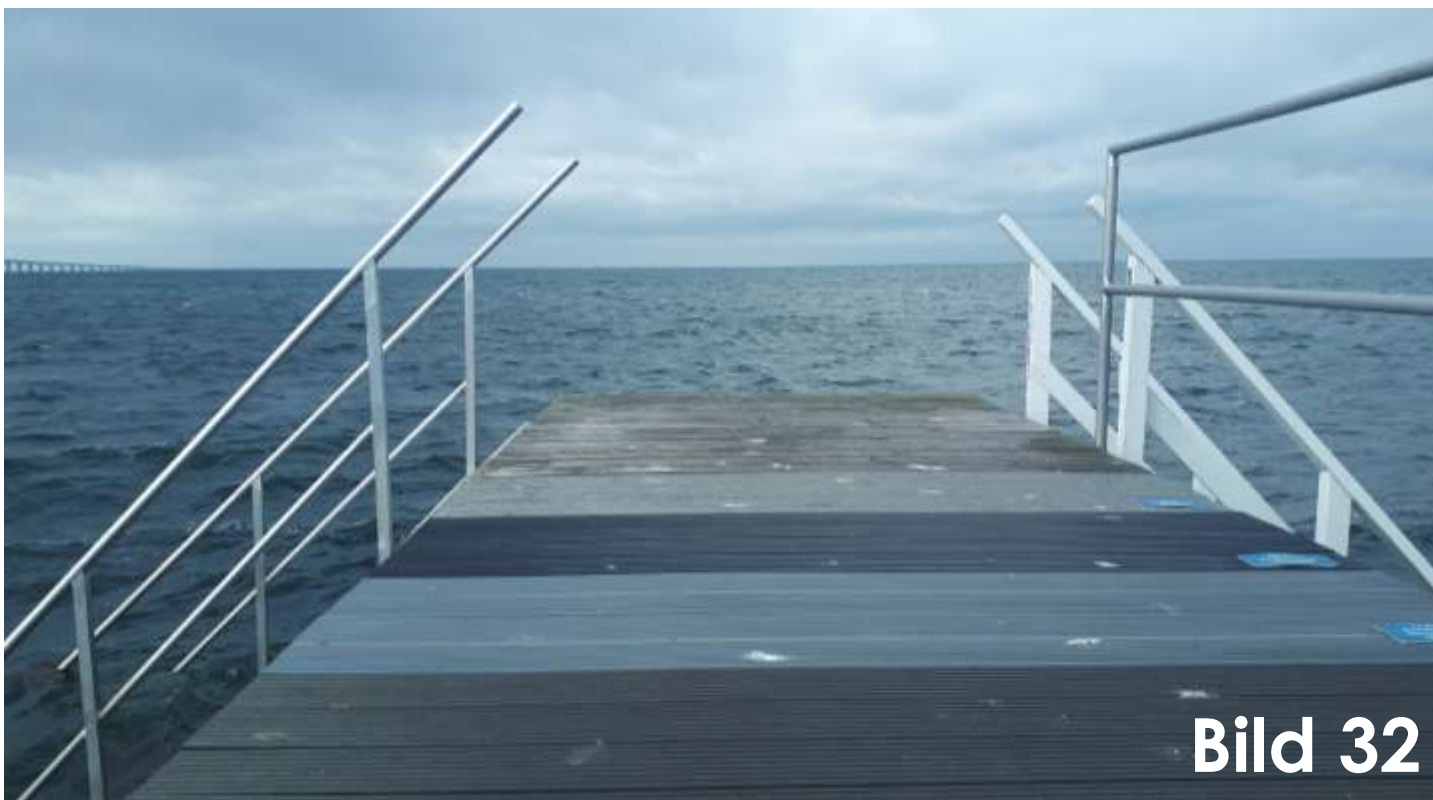


Bild sid. 45

Bild 32. Brygga i Sibbarp i Malmö. Foto: Filippa Logrim Wikander, 2018

Enligt rapporten *Försök med olika material i bryggor vid Öresund* studerar RISE tillsammans med Malmö stad olika material vad gäller åldrande samt beständighet i en utsatt utemiljö som vid bryggorna i Sibbarp i Malmö, se bild 32 sid. 45 (Jerner et al., 2016). Där har både svenska och utländska träslag testats tillsammans med impregnerade och modifierade virken samt andra materialtyper som kompositmaterial och olika plaster. Projektet startades 2013, där den senaste inventeringen som gjordes 2016 visade på att endast ett träslag, jättetuja, fått rötskador vid skruvhålen medan alla andra träslag inte uppvisar tecken på rötangrepp. Dock har alla träslagen fått svamp- och algpåväxt medan plast- och kompositmaterialen inte har några synliga påväxter. Utseendet på dessa material har i stort sett inte förändras, medan trämaterialen har grånat och vissa av dem fått sprickor (Jerner et al., 2016). Sammanfattningsvis kan det konstateras att plast- och kompositmaterialen har klarat sig bäst under dessa år och hur det kommer att utveckla sig i framtiden återstår att se.

Materialens ursprung, koldioxidutsläpp, återvinning samt återvunnet innehåll

När man tittar på materialens livscykel och miljöpåverkan kan det konstateras att alla ersättningsmaterial har ett högre koldioxidutsläpp än trä, vilket till stor del beror på att materialen innehåller olika typer av plast som tillverkas av antingen råolja eller naturgas som klassas som ändliga resurser och därmed är ett sämre val ur miljösynpunkt. Dock är vissa av materialen producerade av återvunnen plast som kan smältas ner flera gånger, vilket minskar behovet av att tillverka ny plast. Detta gäller främst för så kallade termoplast, men även om dessa plaster går att återvinna finns det i teorin en gräns kring hur många gånger detta kan ske (Blockanders & Bokalders, 2014). I Sverige är vi väldigt dåliga på att återanvända plast vilket lett till att majoriteten av plasten går till förbränning, där endast 8% går till tillverkning av nya produkter (Stiernstedt, 2018). Om man jämför med andra länder i Europa är Tyskland bättre på att återvinna plast¹⁷, vilket bland annat framkommer då företaget G9 Landskap använder återvunnen plast från just Tyskland i många av sina produkter¹⁸. För att skona miljön borde vi i framtiden bli betydligt bättre på att återanvända plastprodukter. När det gäller kompositmaterial som WPC och HPL går allt material till förbränning idag eftersom det blandade innehållet är svårt att separera. Dock går träplastkomposit att återanvända, med den enda nackdelen att plasten får defekter av träflisen som skapar klumpar i plasten¹⁹.

¹⁷ Björn Florman, Materialbiblioteket, möte 2019-02-14

¹⁸ Thor Dahl, G9 Landskap, möte 2019-01-30

¹⁹ Björn Florman, Materialbiblioteket, möte 2019-02-14

Vad gäller materialåtervinning för trä kan det flisas och bli till nya träbaserade produkter genom att tillsätta bindemedel och sedan pressas till träfiberskivor (Johansson, 2007). När materialåtervinning inte längre är möjligt går trä till förbränning och bildar energi istället för att hamna på deponi (Svenskt trä, 2013). Mer problematiskt är det med impregnerat virke dels för att det inte går att återanvända (Kemikalieinspektionen, 2018a) och dels för att askan efter förbränning av impregnerat virke visat sig ha höga metallhalter och på grund av det kan hamna på deponi (Bergman et al., 2010). Med tanke på att impregnerat virke används mycket i anläggningar utomhus (Svenskt trä, 2013) på grund av dess beständighet, så blir majoriteten av trämaterialiet i utemiljö alltså inte materialåtervunnet.

Koldioxidutsläpp är i grunden värre för tillverkandet av plast i jämförelse med trä, vilket framgår av figur 1 sid.18. Vad gäller träplastkomposit visade en skandinavisk studie att koldioxidutsläppen för en altan med träplastkomposit från Kina gav en global uppvärmningspotential som var ungefär 10 gånger större än för samma typ av altan fast byggd med svenskt impregnerat virke i klass NTR/AB (The Danish Technological Institute & the Swedish Environmental Institute, 2018). När det kommer till HPL är koldioxidutsläppet större än exempelvis tegel (Steni, u.å.) vilket kan bero på förekomsten av fenolharts som är en oljebaserad plast som binder ihop resterande delar i högtryckskompektlaminatet. Men det stora innehållet av kraftpapper kan bidra till att förbättra produktens miljöpåverkan, eftersom papper per kg material har en väldigt låg klimatpåverkan (Wallman & Nilsson, 2011).

Trä anses inte vara en ändlig resurs eftersom mängden avverkad skog aldrig överstiger skogstillväxten (Svenskt trä, 2013), vilket är det motsatta vad gäller råoljan och naturgasen där vi förbrukar mer än det hinner återbildas (Calkins, 2008). Att trä dessutom har förmågan att binda koldioxid och håller kvar den tills materialet förmultnar eller bränns (Svenskt trä, 2013) är en egenskap som varken plast- eller kompositmaterial har. Dock frigörs mycket CO₂ vid uttag av råvaran från skogen (Svenskt trä, 2013), speciellt i kalhyggen där det tar upp till 20 år för de nyplanterade träderna på plats att binda mer koldioxid än vad som frigörs till atmosfären (Naturskyddsföreningen, u.å.b). Att det inte finns något regelverk kring hur hänsyn ska tas till miljön inom skogsbruket innebär att konsekvenser uteblir om skogsägarna bortser från de allmänna råd som finns (Naturskyddsföreningen, u.å.a), vilket kan ställa till med ytterligare problem ur miljösynpunkt. Sammantaget kan alla dessa faktorer leda till ett större CO₂ totalt, även om koldioxidutsläppet för produktionen av massivt trä är lågt. Det är svårt att få tydlig information på hur

mycket koldioxid varje material släpper ut vid produktion. Därför hade det krävts mer tid och information för att få en tydligare och mer rättvis bild kring vad varje material har för miljöpåverkan i det avseendet.

Arbetsmiljön för de som tillverkar materialen

Det finns risker i all typ av tillverkning av produkter och arbetsmiljön ser olika ut beroende på vad det är som produceras. I skogsindustrin förekommer arbetsplatsolyckor bland både skogsarbetare och träindustriarbetare (SVT Nyheter, 2010) där skadorna vanligtvis förorsakas av maskiner kan slutsatsen dras att arbetsmiljön ibland är något mer riskabel både vid avverkning av råvaran samt vid tillverkandet av trävaror/virkesprodukter. Användandet av impregnerat trä kan innebära en del risker för de som arbetar med materialet, då slipdamm från kapningar och återkommande hudkontakt inte är att rekommendera (Kemikalieinspektionen, 2018a).

Vad gäller plastindustrin är det främst tillsatsämnen som kan bidra till en försämrad arbetsmiljö. Ftalater är ett mjukgörande tillsatsämne som kan finnas i PVC och kan leda till att de som tillverkar plasten får astma medan kontakt med fenolharts i kompositmaterialet HPL kan resultera i irritationer i ögon eller skapa allergier (Klar et al., 2014). Då plast produceras av råolja finns även problem vid utvinningen av råvaran, där det i oljebranschen sker både allvarliga och mindre allvarligare olyckor. Även om avgränsningen bara gäller material på den skandinaviska och europeiska marknaden kan man inte bortse från det faktum att träplastkomposit från Kina kan förekomma. WPC som produceras i Kina är ett material där det är svårare att veta hur arbetsförhållanden och arbetsmiljön ser ut på fabrikena, där exponering för farliga tillsatsämnen eventuellt kan ske i större utsträckning än hos europeiska tillverkare.

Slutsats

Att det finns material som kan ersätta trä i konstruktioner i utemiljöer har vi kommit fram till och att de faktiskt kan vara ett bättre val i vissa miljöer. Det finns många material ute på marknaden med olika kvalitéer där vissa produkter inte varit använda tillräckligt länge för att kunna utvärdera hur beständigt materialet är i det svenska klimatet. Idag importeras också tropiska träslag samtidigt som nya och mer miljövänliga impregnerings- och modifieringsmetoder börjar komma ut på marknaden. Trenden tyder på att dessa träskyddsmetoder kommer vidareutvecklas och kan kanske i framtiden vara de absolut bästa

valen ur miljösynpunkt. Vi skulle då kunna använda material som innebär att vi kan utnyttja våra svenska råvaruresurser, minska transporterna och få en produkt som inte innehåller några gifter. För trots att ersättningsmaterialen kan vara ett lämpligt val i konstruktioner som exempelvis en sandlådesarg går det inte att bortse från det faktum att plast- och kompositmaterial inte passar in i alla miljöer. Då trä har en speciell karaktär som är varm och levande passar materialet bättre i kulturhistoriska miljöer och på kyrkogårdar men även på många offentliga platser som torg och liknande utomhusmiljöer. Att använda trä kommer innebära kontinuerligt underhåll och en eventuellt begränsad livslängd, men materialets karaktär väger i dessa miljöer upp de nackdelarna. Det betyder inte att plast- och kompositmaterial saknar karaktär, tvärtom kan strukturen från träflis i träplastkomposit eller i återvunna plastmaterial bidra till en mer levande känsla, vilket framgår av bilderna 23 och 24 på sid. 26. I urbana miljöer som utsätts för ett hårdare slitage i form vandalisering kan de alternativa materialen vara att föredra då sanering exempelvis är enklare eftersom materialet inte suger åt sig färgen från klotter som träytor gör. Konstruktioner i dessa miljöer kan då, trots stor miljöpåverkan vid produktion, vara ett bättre val ur miljösynpunkt. Detta på grund av att materialen överlever längre, både tack vare att underhållet är simpelt och att beständigheten är längre i jämförelse med trä i samma typ av stadsmiljö. Beroende på vilken aspekt man väljer att utgå ifrån vad gäller miljö kan hållbarheten hos de alternativa materialen till trä bedömas olika. Väljer man att bara titta på koldioxidutsläppen, arbetsmiljön och råvarornas ursprung när det kommer till plast kanske hållbarheten över tid inte anses vara särskilt bra. Att exempelvis använda ändliga resurser som råolja och naturgas för att tillverka produkterna kan inte anses vara ett hållbarhetsmässigt tänk. Men väljer man istället att överväga det faktum att plastmaterial kan bestå helt eller delvis av återvunnen plast och att livslängden i konstruktioner kan förlängas tack vare dess goda egenskaper underhållsmässigt blir hållbarheten över tid bra ur ett miljömässigt perspektiv.

Trä är lämpligt att välja om man kan skydda och underhålla materialet och om inte de möjligheterna finns eller miljöerna är för påfrestande för trämaterial kan det vara lämpligare att använda andra typer av material. På frågeställningen ifall de alternativa materialen kan mäta sig med trä blir svaret ja i de fall där man inte kan garantera att träkonstruktionerna får tillräckligt med underhåll.

Vilken typ av material man väljer beror på vad man värderar högst hos materialet, eftersom varken trä eller några av de alternativa materialen är helt perfekta enligt de angivna parametrarna. Om man utseendemässigt vill ha trä kan det vara bra att ha den äkta varan istället för ett kompositmaterial som ska likna trä, trots att det kommer innebära mer underhåll för att konstruktionen ska hålla i offentlig miljö.

Är man snarare inne på att ha ett material som har en bättre beständighet över tid kanske komposit- eller plastmaterial är att föredra, då livslängden är längre och underhållet inte kräver lika stora insatser varje gång som vid målning av en träyta. Värderas materialets sammanlagda miljöpåverkan högst kanske inte nyproducerad plast är ett lämpligt val, då den bidrar till att ändliga råvaruresurser utnyttjas och kan innehålla tillsatsmedel som är dåliga för både oss människor och miljön. Detsamma gäller för kompositmaterialen, som på grund av sitt blandade innehåll går direkt till förbränning istället för att materialåtervinnas när materialen är uttjänta, vilket är mindre bra ur miljösynpunkt.

Därför kan varken trä eller ersättningsmaterial värderas som helt perfekt utifrån alla parametrar, vilket tydliggörs av den sammanfattande tabell 3. Ibland är trä att föredra, ibland inte då materialet likt alla alternativa ersättningsmaterial både har för- och nackdelar vad gäller alltifrån miljöbelastning till beständighet och återvinning.

METODDISKUSSION

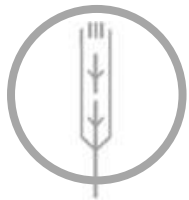
Arbetet genomfördes under en begränsad tidsperiod vilket innebär att djupare efterforskningar hade kunnat göras om vi haft längre tid för sökandet efter information, skrivandet och färdigställandet av arbetet. Främst fanns det inte möjlighet att göra livscykelanalyser på de olika materialens totala miljöpåverkan, vilket hade varit viktigt för att på ett bättre sätt kunna jämföra materialen mot varandra.

Vi kan inte heller garantera att de personer, återförsäljare och tillverkare vi har varit i kontakt med samt haft möten med är helt opartiska. Enkätsvaren kan vara vinklade genom att utesluta viss information. När företagens hemsidor använts som källor kan även den informationen vara ofullständig, eftersom vi inte vet om fakta som kan vara negativ för produkterna sållats bort då företagens primära mål är att sälja en produkt.

Information från Svenskt trä kan vara partisk då den gärna lyfter fram träets positiva egenskaper som byggnadsmaterial eftersom bland annat Föreningen Sveriges skogsindustrier, Svensk skogsindustri och Limträ industrin står bakom publikationerna från Svenskt trä. Detsamma gäller källor kopplade till skogsindustrin, som också kan ge en vinklad bild av verkligheten. Dock har försök gjorts att hitta motstridiga källor som lyfter fram negativa aspekter för att få en mer nyanserad bild.

Källhänvisning har ofta skett till Meg Calkins bok *Materials for sustainable sites: a complete guide to the evaluation, selection and use of sustainable construction materials* (2008) av den anledningen att det är en av de få källor vi hittat som på ett så pass övergripande sätt granskat material utifrån aspekter som miljö och beständighet samt att den lyft fram både bra och mindre bra egenskaper på alla typer av just utomhusmaterial.

Enkäten som skickades ut till återförsäljare/tillverkare med frågor om de 7 parametrarna vi valt att utgå ifrån i detta arbete, gav inte så tydliga svar som vi hade hoppats på. Orsaken till det kan antingen bero på att frågeformuleringarna kan ha varit otydliga, att företagen inte vet precis allt om produkterna de säljer eller att de personer vi kontaktade på företagen hade begränsat med tid att svara på frågorna och skulle behövt mer tid för att hinna göra mer grundliga efterforskningar om det vi ville ha svar på. Detta har medfört att svaren endast presenteras och att vi kan konstatera att företag borde bli bättre på att göra tydliga och mer omfattande miljö- och varudeklarationer över sina produkter. Det bästa scenariot vore om alla företag utgick från samma mall, där exempelvis koldioxidutsläpp mättes på samma vis med samma enheter, vilket skulle underlätta uppgiften att jämföra och ställa materialen mot varandra vad gäller dess respektive för- och nackdelar. När vi jämfört svaren från de olika företagen blir det tydligt hur olika mycket företagen är insatta i de typer av frågor som vår enkät utgick ifrån. Vissa företag har i stort sett hela produktens livscykel på sin hemsida, medan andra företag svarat med betydligt diffusare svar. I framtiden kanske ännu högre krav kommer ställas på företag vad gäller information om materialets hela livscykel, men vi är medvetna om att de återvunna plasterna är ett undantag då det är svårt att veta var varje återanvänd plastprodukt ursprungligen kommer ifrån.



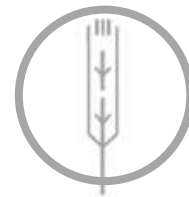
NYHETER- MATERIAL PÅ VÄG IN PÅ MARKNADEN OCH UT I VÅRA UTOMHUSMILJÖER

Här beskrivs material som inte kan sorteras under varken plast eller kompositmaterial, där vissa material inte har testats i utomhusmiljöer eller fungerar i samma typer av konstruktioner där trä vanligtvis används. Trots detta kan dessa material i framtiden bli intressanta i våra utemiljöer om de utvecklas så att de kan bli mer beständiga och få en ökad hållfasthet. Även några produkter som idag fungerar i utemiljöer kommer att tas upp, men som inte kunnat beskrivas utifrån parametrarna.

Under de senaste tio åren har det börjat forskas på nya typer av material där man vill komma ifrån produkter som är baserade på plast eftersom plasten tillverkas av råolja som är en ändlig resurs (La Mantia & Morreale, 2011). Därför letar man efter alternativa material som påverkar miljön mindre. Biobaserade material är en väg att gå. USDA (The United States Department of Agriculture) definierar biobaserade material som produkter där delar eller hela innehållet består av material med biologiskt ursprung, där produkter med över 90 % biologiskt material kallas biobaserade medan produkter med en lägre mängd snarare har ett biobaserat innehåll (Calkins & Van Valkenburgh, 2011). Råmaterialen i biobaserade material inkluderar det som går att skörda inom en 10-års period, vilket kan vara alltifrån bambu till restprodukter från jordbruk (Calkins & Van Valkenburgh, 2011). Eftersom de biobaserade materialen kan ha en sämre beständighet mot fukt, UV-strålning samt andra väderförhållanden (Calkins & Van Valkenburgh, 2011) kanske inte alla nya material på marknaden lämpar sig i utemiljö och framförallt inte fungerar i det svenska klimatet.

Trots att man försöker komma från plastinnehållet i produkter så finns det nya material som innehåller plast men där man experimenterar med alternativa fyllnadsmaterial som har ett mer biologiskt ursprung. Vid besöket hos Materialbiblioteket i Stockholm presenterades nya material som förutom plast även bestod av mer oväntade fyllnadsmaterial. Ett sådant material innehöll 70 % polypropen medan resten bestod av kaffeskal se bild 33 sid. 53, men lämpar sig inte för utemiljö²⁰.

²⁰ Björn Florman, Materialbiblioteket, möte 2019-02-14



Olika typer av biokompositer finns också på marknaden. Kompositer klassas som biokompositer när det biologiska innehållet överstiger 50 % (Calkins, 2008) där ett exempel på en sådan består av hampa samt PP se bild 34 och fungerar att användas i produkter som exempelvis dammsugare²¹. Bambu är en råvara som också används i kompositmaterial, där mängden bambu oftast är högre (Bamboodeck, u.å.) och där produkterna vanligtvis används som trall. Utöver det finns kompositer som kan bestå av både risskal eller lin och som ofta hålls ihop av någon form av plast (Calkins, 2008). Ett exempel på det är ett material vid namn *Resysta* som påminner om trä till utseendet och finns tillgänglig på den svenska marknaden. Denna komposit består av 60% risskal, 22% salt och 18% mineralolja som är en typ av plast (Smekab Citylife, 2018) och används i produkter som bänkar och papperskorgar, vilket gör det till ett material som lämpar sig för utomhusmiljö eftersom det är väderbeständigt (Smekab Citylife, 2018).

Idag forskar man även kring helt biobaserade plastmaterial, så kallad bioplast, där man tillverkar materialet från råvaror som majsstärkelse och soja (Calkins, 2008) eller en blandning av bland annat veteproteiner och potatisstärkelse (Sveriges lantbruksuniversitet, 2018). Dock är dess benägenhet att brytas ned biologiskt ett problem som gör materialet mindre lämpligt att använda på platser där materialet utsätts för väderomständigheter eller olika typer av biotiska angrepp som kan bryta ner bioplasten på olika sätt (Calkins, 2008). Framtiden får avgöra vilka material som kommer att utvecklas vidare och bilda nya material som klarar av utomhusmiljöer.

Bilder sid. 53

Bild 33. Kaffeskal & PP komposit. Foto: Malin Mässing, 2019

Bild 34. Hampa & PP komposit Foto: Malin Mässing, 2019



Bild 33



Bild 34

²¹ Björn Florman, Materialbiblioteket, möte 2019-02-14

KÄLLFÖRTECKNING

A

Alpman, M. (2018). "Behandla plasten som guld". *Forskning & Framsteg* (6/2018). Tillgänglig: <https://fof.se/tidning/2018/6/artikel/behandla-plasten-som-guld> [2019-02-04]

Ammenberg, J. (2006). *Miljöledning i Byggsektorn*. Linköping: Minasa AB.

Amin, S., Berg, P & Soyal, O. (2016). *Symbolisk legitimitet- En jämförande studie kring oljeföretagens hållbarhetsredovisningar*. Örebro universitet. Handelshögskolan vid Örebro universitet. Företagsekonomi C

Anderberg, S. (2016). *Mekaniska egenskaper för kemiskt modifierat trä i lastbärande konstruktioner*. Lunds Tekniska Högskola.

Ansell, M.P. (2015). *Wood composites*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/wood-plastic-composites> [2019-02-27]

Arbetsmiljöverket (2017). *Statistik om skogsbruket*. Tillgänglig: <https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/jordbruk-och-skogsbruk/skogsbruk/statistik-om-skogsbruket/> [2019-01-27]

B

Bamboodeck (u.å.). *Naturligt vackert*. Tillgänglig: <http://www.bamboodeck.se/> [2019-02-25]

Bergman, G., Erlandsson, M., Hemström, K., Högberg, B. & Österberg, H. (2010). *Förbränning av impregnerat virke- Testförbränning i en biobränslepanna, Orrefors*. Stockholm: IVL Svenska miljöinstitutet (IVL Svenska miljöinstitutet rapport, B1949) Tillgänglig: <https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b75d7/1445517463844/B1949.pdf> [2019-02-12]

Block, M. & Bokalders, V. (2014). *Byggekologi- Kunskaper för ett hållbart byggande*. 3. uppl. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Bolin, C.A. & Smith, S. (2011). Life cycle assessment of ACQ-treated lumber with comparison to wood plastic composite decking. *Journal of cleaner production*, vol. 19, ss. 620-629.

Burström, P-G. (2007). *Byggnadsmaterial – Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*. 2:15 uppl. Lund: Studentlitteratur AB.

Bruder, U. (2018). *Värt att veta om plast*. 8. Uppl. Karlskrona: Bruder Consulting.

C

Calkins, M. (2008). *Materials for sustainable sites : a complete guide to the evaluation, selection and use of sustainable construction materials*. Hoboken, N.J: John Wiley & Sons.

Calkins, M. & Van Valkenburgh, M. (2011). *Sustainable Sites Handbook : A Complete Guide to the Principles, Strategies, and Best Practices for Sustainable Landscapes*. John Wiley & Sons.

Christiansson, A. (2012). *Kemikalier i plaster*. Miljöstyrningsrådet (Miljöstyrningsrådet, Rapport 2012:3)

D

Dahlgren, T., Wistrand, S. & Wiström, M. (1999). *Nordiska träd och trädslag*. 3. Uppl. Stockholm: Stiftelsen Arkus

Den moderna hantverkaren (2013). *Pallar du trycket! Allt du velat veta om tryckimpregnerat virke!* (Tidskrift Nr. 5) Tillgänglig: <http://www.dmh.nu/wp-content/uploads/Tryckt-virke-eller-hardwood.pdf> [2019-02-17]

Du, S. & Vieira, E., (2012). Striving for Legitimacy Through Corporate Social Responsibility: Insights from Oil Companies. *Journal of Business Ethics*, 110(4), ss.1-2.

E

Energimyndigheten (2014). *Fossila energikällor*. Tillgänglig: <http://www.energikunskap.se/sv/FAKTABASEN/Vad-ar-energi/Energibarare/Fossil-energi/> [2019-01-28]

Epotex (u.å.). *Komposit*. Tillgänglig: <http://www.epotex.se/page/141/159/31> [2019-02-13]

Eriksson, H. (2007). *Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar*. Jönköping: Skogsstyrelsen. (Skogsstyrelsen Rapport, 2007:8). Tillgänglig: <https://shop.textalk.se/shop/9098/art39/4646139-c7eee1-1785.pdf> [2019-02-21]

F

Fakta Jordbruk (2004). *Gärdsgrändar- i människans tjänst under 800 år*. (Faktablad Nr. 4) Uppsala: Fakta Jordbruk. Tillgänglig: <https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forsk/popvet-dok/faktajordbruk/pdf04/jo04-04.pdf> [2019-02-20]

Fiberline Composites (u.å.). *About us*. Tillgänglig: <https://fiberline.com/company/about-us> [2019-02-14]

G

G9 Landskap, park & stadsrum (u.å.). *G9 landskap, park & stadsrum a/s* Tillgänglig: <http://www.g9.se/om-g9.html> [2019-01-28]

Gross, H. & Hansson, T. (1993). *Träbyggnadshandbok. 8, Drift & underhåll*. Stockholm: Träinformation : Träteck : Byggförl.

Gullbrandsson, R. (2011). Kyrkboden i Ingatorp : Sveriges äldsta profana byggnad. *Fornvännen: Journal of Swedish antiquarian research*, (106):4, ss. 342-344.

J

Jerner, J., Bardage, S., Anderson, T. & Nilsson, N. (2016). *Försök med olika material i bryggor vid Öresund Lägesrapport nr 3*. Borås: SP Sveriges Tekniska forskningsinstitut (SP Rapport 2016:83)

Joffer, B. (2018). Fakta: Lignin blir lim och ersätter fenol. *Dalabygden*, 5 december. Tillgänglig: <http://dalabygden.se/2018/12/fakta-lignin-blir-lim-och-ersatter-fenol/> [2019-02-24]

Johansson, D., (2007). *Material i landskapet : om att åldras med skönhet*. Stockholm: Arkitekternas forum för forskning och utveckling (Arkus).

Johnson, T. (2018) *History of Composites-The evolution of lightweight composite materials*. Tillgänglig: <https://www.thoughtco.com/history-of-composites-820404> [2019-02-13]

K

Kemikalieinspektionen (2018a). *Information om impregnerat virke*. Sundbyberg: Kemikalieinspektionen Tillgänglig: <https://www.kemi.se/global/faktablad/faktablad-om-impregnerat-virke.pdf> [2019-01-23]

Kemikalieinspektionen (2018b). *Våra vanligaste plastsorter*. Tillgänglig: <https://www.kemi.se/privatpersoner/material/plast/vara-vanligaste-plastsorter> [2019-01-28]

Klar, M., Gunnarsson, D., Prevodnik, A., Hedfors, C., Dahl, U. (2014). *Allt du (inte) vill veta om plast*. Stockholm: Naturskyddsföreningen (Rapport) Tillgänglig: <https://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/rapporter/Plastrapporten.pdf> [2019-01-28]

L

La Mantia, F.P. & Morreale, M. (2011). Green composites: A brief review. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, vol. 42(6), pp. 579-588. Tillgänglig: https://ac.els-cdn.com/S1359835X11000406/1-s2.0-S1359835X11000406-main.pdf?_tid=18a57075-2707-489f-9863-e259824f98d9&acdnat=1550478448_370d3c50e0b8eb376729c258892c027a [2019-02-21]

Lamiroc components (u.å.a) *Miljö- och byggvarudeklaration LamiCompact och LamiFacade högtryckslaminat typ CGS, EGS* Tillgänglig: <https://lamiroc.se/wp-content/uploads/Miljo-byggvarudeklaration-LamiCompact-LamiFacade.pdf> [2019-02-13]

Lamiroc components (u.å. b) *Skötsel, material & kemikalier*. Tillgänglig: <https://www.lamiroc.se/wp-content/uploads/2018/04/Skotselanvisningar.pdf> [2019-02-19]

Lind, J (2010). *Quercus. Ekens mångfald*. Stockholm: Atlantis.

Livsmedelsverket (2018). *Dioxiner och PCB*. Tillgänglig: https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/dioxiner-och-pcb?_t_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d&_t_q=dioxin&_t_tags=language%3asv%2csiteid%3a67f9c486-281d-4765-ba72-ba3914739e3b&_t_ip=81.236.146.79&_t_hit.id=Livs+Common+Model+PageTypes+ArticlePage/_ccfcb9fe-4d1c-4880-8c07-16e93881ca99_sv&_t_hit.pos=1 [2019-02-01]

Lorentzen, J.C. & Åberg, O. (2017). Elak lukt från rötskydds- medel i våra hus. *Bygg & teknik*, 5/17, ss. 30-34.

Länsstyrelsen Jämtlands län (2016). *Föroreningar vid olika branscher*. (Löpnnummer: 2016:11) Östersund: Länsstyrelsen Jämtlands län.
Tillgänglig: <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.10adba9e1616f8edbc9760/1526068738647/Fororeningar-vid-olika-branscher-traimpregnering.pdf> [2019-02-13]

M

Movium (2015). *Material i utemiljö och miljöpåverkan*. (Faktablad Nr. 6) Alnarp: Movium Fakta

N

Nationalencyklopedin. (2019). Kompositier. I: *Nationalencyklopedin*. Tillgänglig: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/kompositier> [2019-02-13]

Naturskyddsföreningen (u.å. a). *FAQ - Vad tycker vi om skogsbruk?* Tillgänglig: <https://www.naturskyddsforeningen.se/faq-om-skogsbruk> [2019-02-21]

Naturskyddsföreningen (u.å. b). *Koll på skogens roll i klimatpolitiken.* Tillgänglig: <https://www.naturskyddsforeningen.se/nyheter/koll-pa-skogens-roll-i-klimatpolitiken> [2019-02-05]

Naturvårdsverket (2017). *Utsläpp i siffror.* Tillgänglig: [https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Sok/Lista-over-utslapp-per-anlaggning/?underbransch=6.\(a\)&sid=128&limit=0-m](https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Sok/Lista-over-utslapp-per-anlaggning/?underbransch=6.(a)&sid=128&limit=0-m) [2019-02-23]

Naturvårdsverket (2018) *Mikroplaster – källor och förslag på åtgärder.* Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Regeringsuppdrag/Redovisade-2017/Mikroplaster--kallor-och-forslag-pa-atgarder/> [2019-02-06]

Nohrstedt, L. (2014). Kräver förbud mot farliga plaster. *NyTeknik*, 6 september.

Norrskog (u.å.). *Varför välja värmebehandlat trä?* Tillgänglig: <http://www.norrskog.se/Wood-Products/Hyvlad/Thermowood/Varfor-valja-varmebehandlat-tra/> [2019-02-05]

R

Regeringskansliet (2017). *Plast i haven – ett omfattande miljöproblem.* Tillgänglig: <https://www.regeringen.se/artiklar/2017/02/plast-i-haven--ett-omfattande-miljoproblem/> [2019-02-06]

S

Schwartz, J. & Plumer, B. (2018) The natural gas industry has a leak problem. *The New York times*, 21 juni.

SkogsSverige (1998). *Hur påverkar skogsbruket den biologiska mångfalden?* Tillgänglig: <https://www.skogssverige.se/hur-paverkar-skogsbruket-den-biologiska-mangfalden> [2019-03-11]

SkogsSverige (1999). *Vad menas med kraftpapper?* Tillgänglig: <https://www.skogssverige.se/vad-menas-med-kraftpapper> [2019-02-18]

SkogsSverige (2013). *Pappersordlista.* Tillgänglig: <https://www.skogssverige.se/papper/pappersordlista> [2019-02-18]

Skogsindustrierna (u.å.). *Transporter.* Tillgänglig: <https://www.skogsindustrierna.se/skogsindustrin/global-konkurrenskraft/transporter/> [2019-02-12]

Skogsstyrelsen (2017). *Granbarkborrens roll i skogens ekosystem*. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/skogsskador/insekter/granbarkborre/granbarkborrens-roll-i-skogens-ekosystem/> [2019-03-01]

Skogsstyrelsen (2019). *Skogsträd*. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/mer-om-skog/skogstrad/> [2019-02-21]

Smekab Citylife (2018). *Resysta produktblad*. Tillgänglig: https://www.smekabcitylife.se/wp-content/uploads/resysta_produkblad_v20180905-1_web.pdf [2019-02-25]

SMHI (2018). *Klimatindikator- nederbörd*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-nederbord-1.2887> [2019-01-23]

SMHI (2019). *Året 2018- Varmt, soligt och torrt år*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat/2.1199/aret-2018-varmt-soligt-och-torrt-ar-1.142756> [2019-01-23]

SO-rummet (2019). *De mesopotamiska kulturerna*. Tillgänglig: <https://www.sorummet.se/kategorier/historia/forntiden-och-antiken/de-mesopotamiska-kulturerna#> [2019-02-21]

Statens fastighetsverk (u.å.). *Trä som byggnadsmaterial: Krav och riktlinjer*. Stockholm: Statens fastighetsverk. Tillgänglig: https://www.sfv.se/globalassets/bygg-pa-kunskap/byggnadsvard/tra_som_byggnadsmaterial_080221-2.pdf [2019-02-21]

Steni (u.å.) *Minimal påverkan- Självklart!* Tillgänglig: <https://www.steni.se/varfoer-steni/miljoe/> [2019-02-24]

Stenlund, A. (2014). *Träplastkompositer – ett material för framtiden? En kvalitativ studie om marknadens önskemål för att göra träplastkompositer till ett mer attraktivt material för framtiden*. Sveriges lantbruksuniversitet. Jägmästarprogrammet.

Stiernstedt, J. (2018). *Svenskarna källsorterar – men plasten bränns upp*. Svenska Dagbladet, 17 januari.

Sveagruppen Webb (2018). *Fakta: Lignin blir lim och ersätter fenol*. Svea Jord & Skog, 5 december. Tillgänglig: <http://sveajordskog.se/2018/12/fakta-lignin-blir-lim-och-ersatter-fenol/> [2019-02-22]

Svensk byggtjänst (2016). *En introduktion till miljöcertifiering*. Tillgänglig: <https://byggtjanst.se/acdmy/en-introduktion-till-miljocertifiering/> [2019-02-04]

Svenskt trä (2013). *Att välja trä – En faktaskrift om trä*. Stockholm: Svenskt trä. [Broschyr] Tillgänglig: <https://www.svenskttra.se/siteassets/6-om-oss/publikationer/pdf/att-valja-tra.pdf> [2019-01-26]

Svenskt trä (2015). *Modifiering*. Tillgänglig: <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/kemisk-behandling/kemisk-behandling/modifiering/> [2019-02-05]

Svenskt trä (2017a). *Bra att veta om impregnerat trä*. Tillgänglig: <https://www.byggbeskrivningar.se/allmant/bra-att-veta-om-impregnerat-tra/> [2019-02-05]

Svenskt trä (2017b). *Ljusets nedbrytning av trä*. Tillgänglig: <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/traets-egenskaper-och-kvalitet/bestandighet1/ljusets-nedbrytning-av-tra/> [2019-02-05]

Svenskt trä (2019). *Altaner, balkonger och yttertrappor*. Tillgänglig: <https://www.traguiden.se/underhall/drift-och-underhall/altaner-balkonger-och-yttertrappor/altaner-balkonger-och-yttertrappor/altaner-balkonger/?previousState=1> [2019-01-25]

Svenskt trä (u.å. a). *Om trä*. Tillgänglig: <https://www.traguiden.se/om-tra/> [2019-02-11]

Svenskt trä (u.å. b). *Skogen gör nytta*. Tillgänglig: (<https://www.svenskttra.se/om-tra/hallbarhet/den-grona-fabriken/>) [2019-02-05]

Sveriges lantbruksuniversitet (2018). *Framtidens plaster är biobaserade*. Tillgänglig: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/trees-and-crops-for-the-future/forskarportratt-tc4f/ramune-kuktaitte-portratt/> [2019-02-25]

SVT Nyheter (2010). *Farlig arbetsmiljö i sågverk*. Tillgänglig: <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/farlig-arbetsmiljo-i-sagverk> [2019-01-27]

SVT Nyheter (2011). *Oljeplattform sjönk i hård storm*. Tillgänglig: <https://www.svt.se/nyheter/utrikes/oljeplattform-sjonk-i-hard-storm> [2019-01-28]

T

Tekniska museet (2016). *Christopher Polhem- Mekaniskt alfabet*. Tillgänglig: <https://www.tekniskamuseet.se/lar-dig-mer/svenska-uppfinnare-och-innovatorer/christopher-polhem-mekaniskt-alfabet/> [2019-02-21]

Tekniska museet (2018). *Plasthistoria*. Tillgänglig: <https://www.tekniskamuseet.se/lar-dig-mer/industrihistoria/plasthistoria/> [2019-02-10]

Thoni, T (red) 2017. *Ekosystembaserad klimatanpassning: En kunskapsöversyn*. CEC Rapport Nr 4. Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet. ISBN 978-91-984349-0-3

The Danish Technological Institute & the Swedish Environmental Institute (2018). *The carbon footprint of your garden decking* Tillgänglig: https://www.octowood.se/wp-content/uploads/sites/4/2018/06/The_carbon_footprint.pdf [2019-02-22]

W

Wallman, M. & Nilsson, K. (2011). *Klimatpåverkan och energianvändning från livsmedelsförpackningar*. Livsmedelsverket (Livsmedelsverket Rapport, 18-2011) Tillgänglig: https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2011/2011_livsmedelsverket_18_klimatpaverkan_energianvandning_livsmedelsforpackningar.pdf [2019-02-24]

Wikipedia (2018). *Harts*. Tillgänglig: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Harts> [2019-03-07]

WWF(2014). *Illegal avverkning och virkeshandel*. Tillgänglig: <https://www.wwf.se/wwfs-arbete/skog/problem/illegal-avverkning/1130631-illegal-avverkning-och-virkeshandel> [2019-01-23]

Icke publicerat material

B

Bensch, Åsa; Landskapsingenjör Universitetsadjunkt på inst. för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning, SLU. Kursen Material- konstruktion och projektering TN0322. *Trä: Åldrande och träskydd*, föreläsning 4 september 2018.

D

Dahl, Thor; Area Sales Manager från G9 Landskap, park & stadsrum, möte 30 januari 2019

F

Florman, Björn; Creative Project Manager Materialbiblioteket på Stockholmsmässan, möte 14 februari 2019