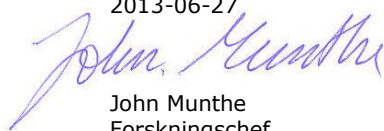


NTR klass A virke i
markkontakt och
alternativa material
— häststaket och
stängselstolpar

Martin Erlandsson
B2102
Juni 2013

Rapporten godkänd:
2013-06-27



John Munthe
Forskningschef



| | |
|---|---|
| Organisation IVL Svenska Miljöinstitutet AB | Rapportsammanfattning |
| Adress Box 21060 100 31 Stockholm | Projekttitel Alternativa metoder för toxicitetsbedömning i LCA – tillämpat på NTR klass A impregnerade träprodukter |
| Telefonnr 08-598 563 00 | Anslagsgivare för projektet Svenska Träskyddsinstitutet, Formas, Naturvårdsverket |
| Rapportförfattare Martin Erlandsson | |
| Rapporttitel och undertitel LCA för NTR klass A virke i markkontakt och alternativa material – häststaket och stängselstolpar | |
| Sammanfattning <p>Användning av kemikalier i byggvaror och riskminimering är ett område som ofta kopplas till en materialvalssituation. Träskyddsmedel används för att öka beständigheten på trä vilket gör att det kan användas i för tillämpningar som annars inte skulle varit möjliga. Användningen av träskyddsmedel är reglerat i biociddirektivet och kräver ett nationellt godkännande av Kemikalieinspektionen.</p> <p>I projektet har en livscykelanalys, LCA, genomförts för impregnerat virke enligt NTR klass A och ett kopparbaserat medel. Produktgruppen som analyserats som fallstudie är stängselstolpar. De materialval som ingår är impregnerat trä för och som alternativ stolpar av plast och oimpregnerade trästolpar av robinia (från Centraleuropa) och sibirisk lärk (från Sibirien). I analysen har den LCA-metodik och de miljöpåverkansindikatorer använts som ges av de generella produktspecifika reglerna för byggprodukter kopplat till byggproduktdirektivet (EN 15804). Syftet med denna studie är att utvärdera hur dessa regler kan användas och analysera alternativens miljöprestanda med avseende på de utvalda miljöpåverkansindikatorer som ingår obligatoriskt i miljövarudeklarationen.</p> <p>De genomförda beräkningarna visar att NTR klass A impregnerad furu har en bättre miljöprestanda i jämförelse med de alternativa material som jämförts. Osäkerheter kring val av livslängdsdata råder för plaststolpen, men även till viss del för robinia och lärk. Dessa skillnader avgör den relativa rangordningen för övriga alternativ.</p> <p>Alla miljöpåverkanskategorier som obligatoriskt ska ingå enligt EN 15804 har redovisats fränsett resursanvändning. De faktorer som finns enligt de bedömningsmetoder som anvisas saknar faktorer för förnybara material och har därför exkluderats då dessa därmed ger en orättvis jämförelse för plastalternativet. Bättre metoder för resursanvändning behöver därför utvecklas framöver. Eftersom human- och ekotoxicitet inte ingår bland de miljöpåverkanskategorier som skall vara med i LCA:n enligt EN 15804 så ingår dessa aspekter inte i analysen och även här finns ett framtida utvecklingsbehov.</p> | |
| Nyckelord samt eventuell anknytning till geografiskt område eller näringsgren Byggproduktförordning, beständighet, EN 15804, häststaket, impregnerat trä, livscykelanalys (LCA), lärk, miljöbedömning, NTR klass A, plast, robinia, sibirisk lärk, stängselstolpe. | |
| Bibliografiska uppgifter IVL Rapport B2102 | |
| Rapporten beställs via Hemsida: www.ivl.se , e-post: publicationservice@ivl.se , fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 210 60, 100 31 Stockholm | |

Innehållsförteckning

| | |
|--|----|
| Bakgrund..... | 3 |
| Gemensam bedömningsmetod av produkters miljöprestanda med LCA..... | 4 |
| Miljöprestanda enligt byggproduktdirektivet..... | 4 |
| Produktspecifika regler..... | 5 |
| Från inventering till miljöpåverkansbedömning..... | 6 |
| Fallstudiens LCA-metod..... | 7 |
| Deklarerad och funktionell enhet..... | 9 |
| Impregnerat trä..... | 9 |
| Fallstudie – stängsel..... | 11 |
| Stänga ute eller hålla inne djuren..... | 11 |
| Olika monteringsalternativ..... | 11 |
| Materialval och livslängd..... | 13 |
| Eltråd..... | 13 |
| Plast..... | 13 |
| Rötindex och livslängd för trä i markkontakt..... | 14 |
| Impregnerat NTR A..... | 15 |
| Sibirisk lärk..... | 16 |
| Robinia (Robinia pseudoacacia (falsk Acazia)..... | 20 |
| Övriga antagande för LCA-beräkningarna..... | 23 |
| Plast..... | 23 |
| Impregnerad furu NTR A..... | 23 |
| Sibirisk lärk..... | 24 |
| Robinia..... | 25 |
| Resultat..... | 26 |
| Slutsatser och utvecklingsfrågor..... | 31 |
| Erkännande av stöd..... | 32 |
| Referenslista..... | 33 |
| Appendix: LCA-resultat..... | 1 |
| Häststaket – basscenario..... | 1 |
| Stängsel – basscenario..... | 2 |
| Häststaket – känslighetsanalys med alternativa livslängder..... | 3 |
| Stängsel – känslighetsanalys med alternativa livslängder..... | 4 |

Bakgrund

En produkt konkurrerar idag inte bara med pris, estetik och teknisk prestanda såsom beständighet, utan även med dess miljöprestanda. Många konsumenter vill välja ett alternativ som är ett bra miljöval i förhållande till de alternativ som finns. Denna undersökning har utifrån denna utgångspunkt analyserat häststaket och stängsel av olika alternativa materialval.

Trä är ett förnybart material som gör att det förknippas med aspekter såsom låg klimatpåverkan och uthållig resursanvändning och är således ett ekologiskt bra val om det kommer från ett hållbart skogsbruk. Även om trä är ett förnybart material så används fossila bränslen i olika processteg och olika insatsvaror samt för transporter med mera. En vanligt förekommande fråga på (konsument)marknaden är; vad är miljöskillnaden mellan att använda ett inhemskt impregnerat virke i förhållande till ett träslag med högre naturlig beständighet som transporterats långväga?

För att kunna använda furu i markkontakt impregneras det för att på så sätt öka livslängden. Impregnerat trä som används i markkontakt skall uppfylla de kriterier som gäller för NTR klass A. Alternativ till impregnerat furuträ är att använda träslag med högre naturlig beständighet t.ex. siberisk lärk eller robinia (*Robinia pseudoacacia*) som ofta marknadsförts som akacia) eller andra material som plast eller plastkomposit. Målet med den här studien är att jämföra olika staketalternativ ur miljösynpunkt. I fallstudien har häststaket valts ut då det är en vanlig form av staket där det också används olika slags material. Studien omfattar häststaket med slador och med eltråd, där det sistnämnda även är representativt för permanenta staket för olika slags djurhållning.

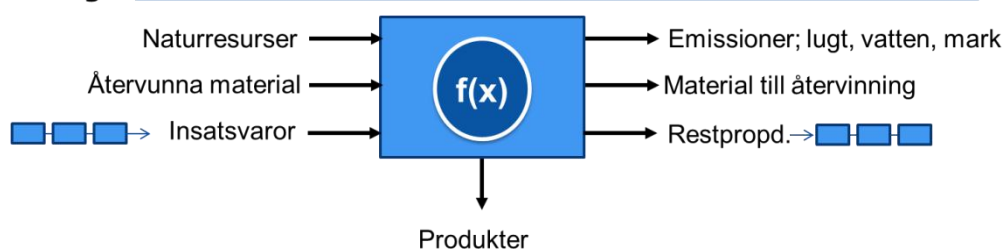
I studien används de metoder och metoder för LCA-beräkningar och miljöpåverkanskategorier som utarbetats av den europeiska standardiseringen (CEN TC350) och som skall användas för den gemensamma miljövarudeklaration på den Europeiska marknaden. CEN har inom ramen för detta mandat tagit fram så kallade produktspecifika regler (EN 15804) för att kunna ta fram miljövarudeklarationer för alla byggprodukter. På så sätt är ambitionen att dessa regler skall användas för att på ett konkurrensneutralt sätt redovisa och bedöma miljöpåverkan i ett livscykelperspektiv enligt Byggproduktförordningen. Att miljöpåverkan skall hanteras i ett livscykelperspektiv är nytt i förordningen. Syftet med denna studie är att utvärdera hur dessa regler kan användas och analysera alternativens miljöprestanda med avseende på de utvalda miljöpåverkansindikatorer som ingår obligatoriskt i miljövarudeklarationen.

Gemensam bedömningsmetod av produkters miljöprestanda med LCA

Miljöprestanda enligt byggproduktdirektivet

Den europeiska Byggproduktförordningen gäller för alla byggprodukter som används i alla slags byggnadsverk. Byggproduktförordningen anger att ett sätt att bedöma byggprodukters miljöprestanda i ett livscykelperspektiv genom att redovisa en miljövarudeklaration (eng. *Environmental Product Declaration*, EPD) och regleras i den europeiska standarden EN 15804. Denna EPD beskriver produktens miljöprestanda med ett antal miljöpåverkanskategorier såsom klimatpåverkan, ozonnedbrytning, försurning, övergödning, marknära ozon och resursanvändning. Dessa miljöpåverkanskategorier baseras på en livscykelanalys (eng. *Life Cycle Assessment*, LCA).

Processteg

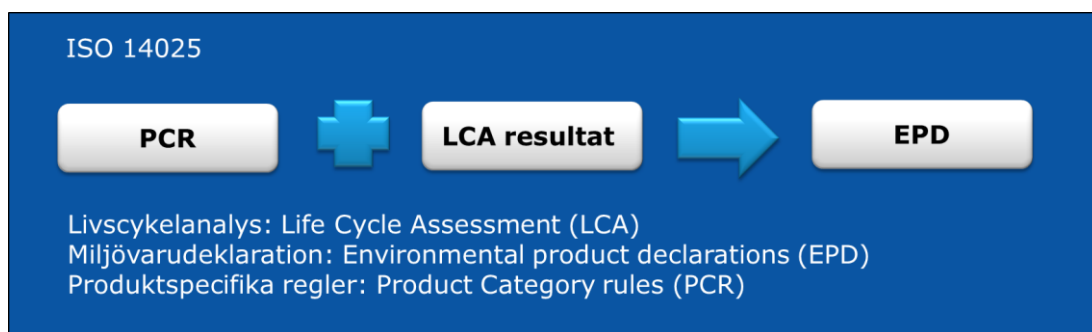


Figur 1 Grunden i en LCA är att inventera alla flöden in och ut från alla processer och fördela dem på de produkter som genereras

LCA är ett miljöverktyg som gör det möjligt att analysera och utvärdera miljöpåverkan från produkter och tjänster i ett livscykelperspektiv. I det första steget i en LCA görs en sammanställning av alla processer som behövs under produktens livscykel – från vaggan till graven – vilket således utgör en inventering av den miljöbelastning som uppstår (se Figur 1). Skall olika produkter jämföras så måste normalt sett hela produktens livscykel analyseras och produkterna måste också leverera samma eller liknande funktioner. Man talar därför om *funktionell enbet* i en LCA, det vil säga en grundläggande funktion som alla alternativ i jämförelsen måste uppfylla. Detta betyder att det kan finnas andra funktioner som inte beaktas i jämförelsen som till exempel estetiskt åldrande och deformationer. Dessa funktioner får hanteras utanför LCA:n som en del i det slutgiltiga beslutsunderlaget. LCA-metodiken har fått en stor allmän acceptans och finns beskriven i internationella standarder (ISO 14040, ISO 14044) och tillhör miljöledningfamiljen det vill säga ISO 14000-familjen.

Produktspecifika regler

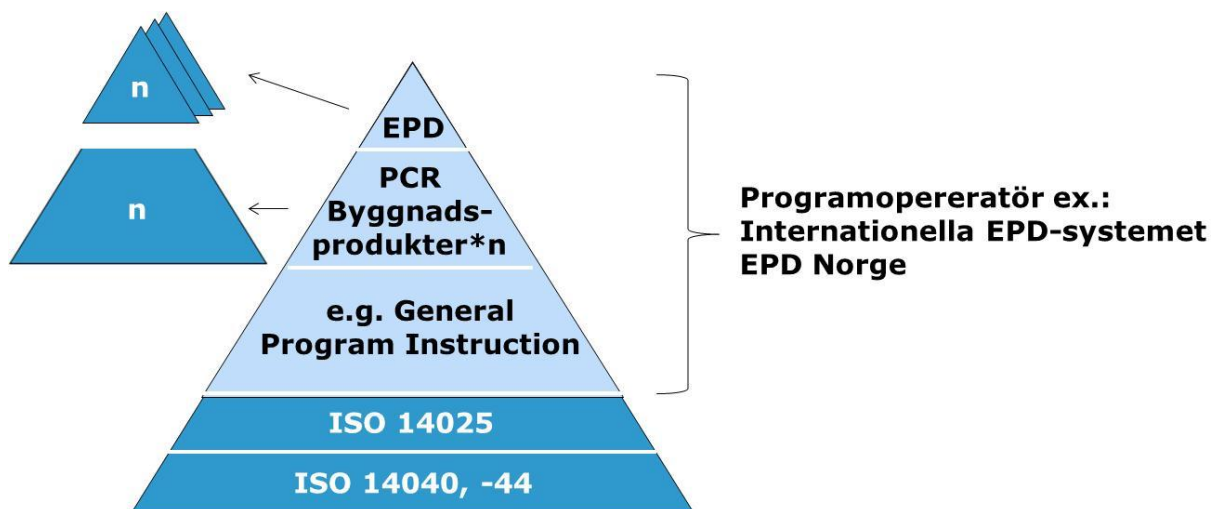
Ett robust sätt att göra en LCA är genom att tillämpa så kallad bokförings-LCA. Denna systemsyn är förutsättningen för att en LCA skall resultera i modulära data och där LCA-utövarens valfrihet minimeras. Ytterligare ett sätt att göra LCA:n mer robust är att ta fram ett regelverk där olika metodval regleras för alla produkter i så kallade produktspecifika regler (eng. *Product Category Rules*, PCR). PCR är ett av de mest grundläggande kraven i den internationella standarden för miljövarudeklarationer (ISO 14025). Enligt denna standard skall ett allmänt accepterat regelverk tas fram som beskriver hur LCA:n skall göras i ett dokument som kallas produktspecifika regler. Det finns flera anledningar att LCA:n görs enligt gemensamma regler där även jämförbarhet och kostnadseffektivitet är några av nyckelorden samt att LCA-utövarens val styrs upp så att liktydiga beräkningar erhålls.



Figur 2 ISO 14025 kräver att det finns en PCR som styr upp hur en LCA skall beräknas och redovisas i en EPD.

Nu finns sådana produktspecifika regler framtagna i en Europeisk standard (EN 15804) för alla byggprodukter. Detta regelverk är enligt byggproduktförordningen tänkt att användas för att se till att alla miljövarudeklarationer för alla slags byggprodukter görs på ett enhetligt sätt vilket ger jämförbara miljödata inom produktgruppen och när data används för LCA för olika byggnadsverk. Dessa miljödata för produkter är modulärt uppbyggda och kan sedan användas som informationsmoduler/legobitar för att beräkna miljöpåverkan för olika byggnadsverk.

För att ett produktspecifikt regelverk (exempelvis EN 15804) skall gälla enligt standarden, så måste den antas av en så kallad *programoperatör* (Figur 3). I Sverige är det internationella EPD-systemet den största programoperatören och i detta system finns även kompletterande produktspecifika regler för impregnerat trä (Erlandsson 2009). Genom att använda en harmoniserad deklARATION för alla byggprodukter är det också lagstiftarens ambition att undvika ett handelshinder, genom att undvika att det sätts upp ett eller flera olika system i alla länder och av olika aktörer. När programoperatören antagit de produktspecifika reglerna kan leverantörerna ta fram en deklARATION som innehåller miljöprestanda beräknat med LCA-metodik.



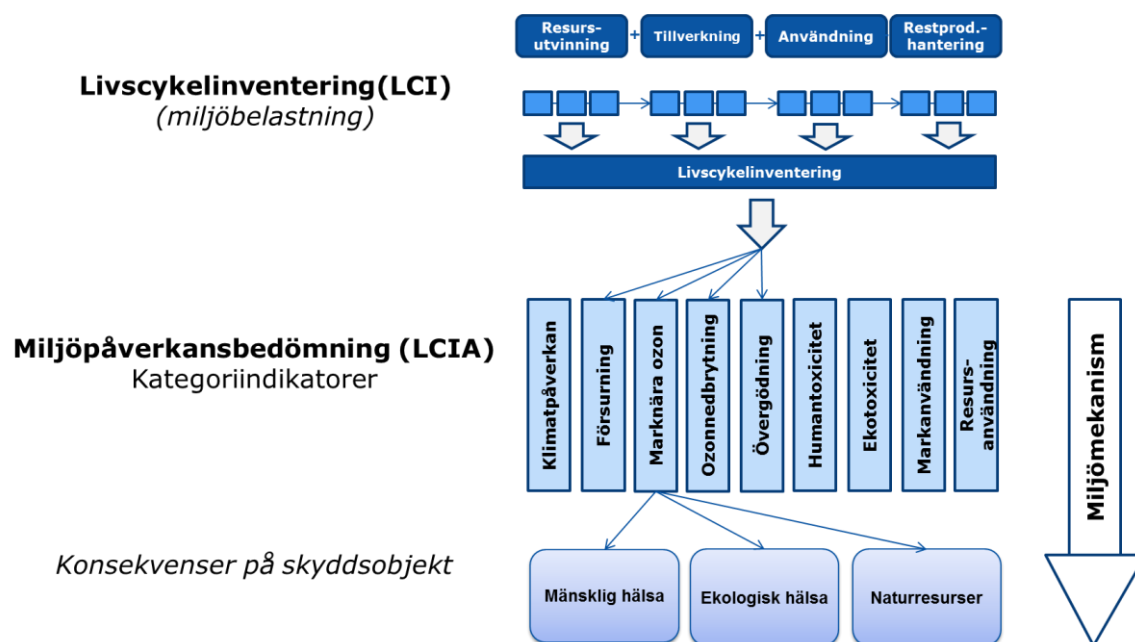
Figur 3 Hierarkisk ordning mellan alla standarder som skall följas för att göra en EPD där programoperatören ansvarar för PCR:er och att publicera de EPD:er som tas fram för olika produkter

Kravet på LCA:ns lägsta omfattning i en miljövarudeklaration (eng. *Environmental Product Declaration, EPD*) är ”vagga-grind”, det vill säga en inventering från utvinning av råvaror till och med att produkten lämnar tillverkningsfabriken. En sådan deklarerad enhet redovisas ofta som miljöpåverkan per kg eller m³ och benämns då *deklarerad enhet*. Denna typ av EPD kan inte användas för att jämföra olika produkter av olika material, utan är bara en informationsmodul som kan användas i en LCA som omfattar en hel livscykel. En miljövarudeklaration kan göras för en hel livscykel, vagga-grav, och om produktens grundläggande tekniska funktion samtidigt också beskrivs i en så kallad *funktionell enhet*, som nämnts ovan. En EPD som omfattar vagga-grav kan användas för produktjämförelse om det finns en gemensam funktionell enhet.

I en bokförings-LCA sammanställs miljöbelastningen som entydigt kan förknippas med en produkt där inga indirekta effekter beaktas (som i en konsekvens-LCA). Bokförings-LCA anses vara den mest robusta LCA-metodiken och används därför i alla kända använda system för miljövarudeklarationer eller LCA-baserade klimatdeklarationer.

Från inventering till miljöpåverkansbedömning

Inventering som görs i varje LCA resulterar i en sammanställning för den miljöbelastning som produkten ansvarar för i alla processsteg, se Figur 4.

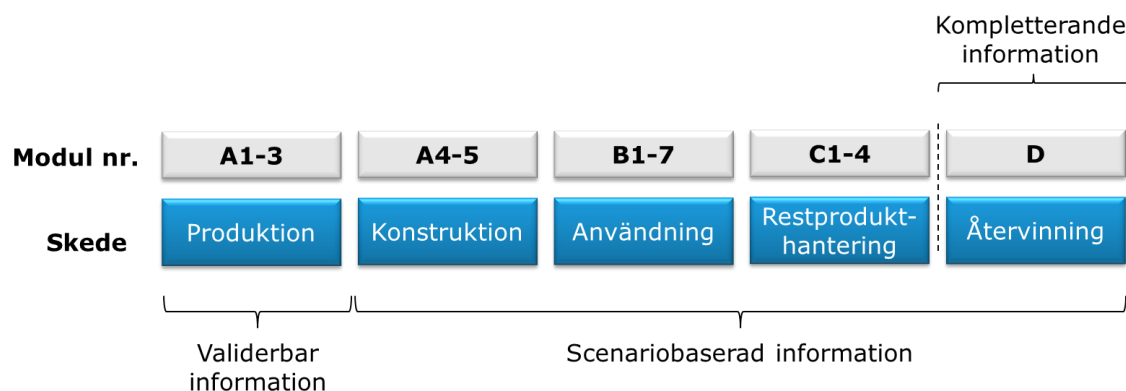


Figur 4 De två stegen i en LCA som beskriver hur man går från miljöbelastning till miljöpåverkan dvs. inventering (LCI) och miljöpåverkansbedömning (LCIA).

För att kunna tolka betydelsen av dess utsläpp och resursanvändning så räknas de om till olika bidrag till olika miljöpåverkanskategorier. Detta steg i en LCA kallas miljöpåverkansbedömning (eng. *Life Cycle Impact Assessment, LCIA*). Miljöpåverkan beskriver en potentiell effekt såsom; klimatpåverkan, försurning, övergödning, marknära ozon och ozonnedbrytning. De miljöpåverkansmetoder som används resulterar i en uppsättning så kallade karakteriseringsfaktorer (eng. *characterisation factors*). Dessa karakteriseringsfaktorer ges per emission till en viss recipient eller för en given resurs och resulterar i att alla flödesbidrag kan räknas samman till ett gemensamt bidrag till den aktuella miljöpåverkanskategorin.

Fallstudiens LCA-metod

De LCA-beräkningarna som redovisas här följer den LCA metodik som skall användas i miljövarudeklarationerna enligt byggproduktförordningen EN 15804. Viktiga delar i denna metodik är att resultatet delas upp i ett antal informationsmoduler som beskriver delar av produktens livscykel. Andra viktiga delar är val av systemgränser och allokeringsmetoder det vill säga hur miljöbelastning från olika processer skall fördelas på de produkter som tillverkas.



Figur 5 Uppdelning av en byggprodukts livscykel enligt EN 15804 i ett antal delsteg från A till C som utgör LCA-informationsmoduler. Steg A1-3 är den del som kallas vagg-grind och som går att validera. Modul D är tilläggsinformation som beskriver konsekvenser vid återvinning.

Även hur miljöpåverkan skall beräknas och redovisas är bestämt i EN 15804 där följande obligatoriska miljöpåverkanskategorier ingår (och refereras i sin tur till karakteriseringsfaktorer enligt CML 2001):

- Klimatpåverkan – eng. *Global Warming Potential (GWP)*, in kg CO₂ equiv.
- Övergödning – eng. *Eutrophication Potential (EP)*, in kg PO₄ equiv.
- Försurning – eng. *Acidification Potential (AP)*, in kg SO₂ equiv.
- Ozonedbrytning – eng. *Ozone Depletion Potential (ODP)*, in kg CFC-11 equiv.
- Marknära ozon – eng. *Photochemical Ozone Formation Potential (POFP)*, in kg ethylene equiv.
- Resursanvändning – eng. *Abiotic Depletion Potential (ADP)*, elements in kg Sb equiv. and fossil in MJ.

Enligt EN 15804 skall två miljöpåverkanskategorier för resursanvändning användas (abiotic resource depletion fossil and minerals). Notera att dessa miljöpåverkanskategorier inte ingår i den aktuella fallstudien, då dessa metoder inte har några faktorer för förnybara resurser och skulle på så sätt ge en ofullständig bild, vilket gynnar produkter som använder mycket förnybara resurser. I EN 15804 är man medveten om detta och skriver att det finns ett behov att utveckla de metoder som finns för resursanvändning. Notera att exempelvis inte primäre energi anses vara en miljöpåverkansbedömningsmetod då ingen hänsyn tas till olika resursers knapphet. De bedömningsmetoder som används idag tar hänsyn till olika lagerresursers och fossila bränslens knapphet i forma av tillgänglighet och konsumtion.

Vidare finns det inte några metoder för att hantera giftfri miljö i EN 15804 eller som man säger i en LCA; human- och ekotoxicitet. Sådana miljöpåverkansmetoder finns visserligen och är under utveckling. Det finns också en stor efterfrågan av en allmänt accepterade sådan metod. Eftersom det saknas en allmänt accepterad metod för toxicitet, så ingår de inte i de obligatoriska miljöpåverkanskategorierna enligt miljövarudeklarationen kopplat till byggproduktförordningen (dvs. enligt EN 15804). Därför ingår inte heller bedömning av human- och ekotoxicitet i denna studie. Enligt biociddirektivet krävs ett godkännande för användning av de aktiva substanserna i ett träskyddsmedel. Denna typ av beslut inkluderar aspekter kopplat till human- och ekotoxicitet, samt ett nationellt godkännande enligt

Kemikalieinspektionen. Samtliga träskyddsmedel som används på marknaden har genomgått en sådan bedömning och uppfyller dessa krav.

Deklarerad och funktionell enhet

Den så kallade **funktionella enhet** som används i en LCA för att jämföra alternativen där miljöpåverkan redovisas per:



- **Sektion** – en stolpe och eventuella slänor och motsvarar centrumavståndet mellan två stolpar (c/c-avstånd). I analysen används ett c/c-avstånd på 2 meter för häststaket eller 4 meter för häststängslet.
- **Genomsnittligt år** – miljöpåverkan för varje delkomponent dividerat med den ansatta livslängden för delkomponenten, där tråden samt stolpe och eventuella slänors livslängd hanteras separat (bytena av dessa system antas ske oberoende av avarandra)

Ett alternativ till den funktionella enheten är en så kallad **deklarerad enhet** (enligt EN15804). Den deklarerade enheten sammanfaller med den funktionella enheten fränsett att hänsyn inte tas till beständigheten. Detta betyder att den deklarerade enheten visar miljöpåverkan för att tillverka staketen av de olika alternativen materialen, och stolparna står för den praktiska livslängden – som varierar mellan alternativen – och därefter rivs och tas om hand. Detta alternativ är ett vanligt sätt att redovisa miljöprestanda i en miljövarudeklaration. Detta slags LCA-resultat skall inte användas för jämförelse utan som underlag för en sådan där läsaren av miljövarudeklarationen på egen hand måste beakta de olika livslängderna för att kunna göra en mer rättvisande jämförelse.

Samma tråd används vid jämförelserna och elförbrukningen för elstängslet är således lika och ingår inte i LCA:n.

Impregnerat trä

Impregnerat trä delas in i olika klasser efter användningsområde och hanteras i Norden av NTR (www.ntr-nwpc.com). Trä impregnerat enligt NTR klass M används främst då det finns risk för marina träskadegörare, till exempel skeppsmask. Trä impregnerat enligt NTR klass A är avsett att användas för virke i markkontakt och i sötvatten, eller i särskilda fall ovan mark där det finns en betydande risk för rötangrepp i kombination med personssäkerhet. NTR-klass AB är avsett för användning av virke i utsatta konstruktioner ovan mark såsom trädäck, staket och vindskivor. Snickerivaror för användning ovan mark såsom fönster, dörrar och trädgårdsmöbler impregneras i klass B.

| (mm) | 45/50 | 70/75 | 95/100 | 120/125 | 145/150 | 170/175 | 195/200 | 220/225 |
|---|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|  | 22/25 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | |
| | 28/32 | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | |
| | 34/38 | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | |
| | 45/50 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|  | 70/75 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 95/100 | | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | |
| | 120/125 | | | <input type="checkbox"/> | | | | |
| | 145/150 | | | | <input type="checkbox"/> | | | |
| | 200 | | | | | | <input type="checkbox"/> | |

Figur 6 Dimensionsfördelning på lagersortiment av impregnerat trä i Sverige i NTR A respektive NTR AB.

Furu (*Pinus sylvestris*) är det träslag som huvudsakligen impregneras i Norden. Trä för användning i markkontakt impregneras enligt NTR A och sortimentet består idag av reglar, dvs sågat och hyvlat virke grövre än 45x145 mm (se Figur 6), småstolpar (50 till 140 mm i diameter och i längder upp till 3 meter), stor-stolpar (telefon- och kraftledningsstolpar) och slipers. Sågade varor i klenare dimensioner än 45x145 mm kan beställas i NTR klass A men finns normalt sett inte i sådana dimensioner som används i markkontakt och tillhör därför inte lagersortimentet. Sågade varor och småstolpar impregneras vanligtvis med ett kopparbaserat träskyddsmedel.

90 % av produktionen av impregnerat trä i Norden sker enligt NTR standard. Enligt byggproduktförordning skall konstruktionsklassat impregnerat virke numera även CE-märkas.

I Sverige har tillverkarna infört en 20-årsgaranti på NTR impregnerat furuvirke. Denna garanti innebär att stolpar eller andra produkter inte får vara så pass angripna av röta att virket förlorar sin funktion som den är tänkt till. Garantireglerna gäller allt virke för konsumentanvändning.

Fallstudie – stängsel

Stänga ute eller hålla inne djuren

Vi kan skilja på stängsel för att hålla djuren inne och för att hålla dem ute (exempelvis viltstängsel), där den första gruppen är vanligast. Sedan kan vi skilja på permanenta eller tillfälliga stängsel. När det gäller tillfälliga stängsel finns exempelvis slanka stolpar av plastmaterial, kompositmaterial eller av fjäderstål. Dessa staket sätts relativt glest (5-10 meter). Dessa provisoriska stängselstolpar, som finns i plast, tål kyla dåligt och skall helst inte stå ute året runt. När det gäller permanenta stolpar för djurhållning finns egentligen bara några få alternativ såsom; naturligt beständigt trä, impregnerade trästolpar med salt klass NTR A, kreosotimpregnerade klass NTR A och plaststolpar. På senare tid har det i vissa objekt efterfrågats oimpregnerat virke och de alternativa träslag som ingår i fallstudien är lärk och robinia. Det är dessa alternativa stolpmaterial som används som underlag till miljöjämförelsen.

Olika monteringsalternativ

Trästolpens totala längd är 1,75-1,8 meter och för häststängsel 2,1-2,2 meter där nedslagen i backen varierar mellan 0,5 till 1 meter, med en rekommendation på 0,7 meter. Trästolpens diameter varierar mellan 8 till 10 centimeter där den grövre diametern används vid hörn, grindar eller andra typer där förstärkning behövs. Permanenta plaststaket¹ är kraftigare än de provisoriska alternativen och därför jämförbara med trästolpen. För häststaket finns även en mer exklusivare variant med två slänor. Avståndet mellan stolparna för häst med elrep är typiskt 4 meter medan avståndet vid slänor är 2 meter. För stängselstolpar till får och nöt varierar avståndet från 3 till 4 meter.

¹ Plaststaket levereras exempelvis av A-staket/SE (<http://equisafe.se/bilder/monteringsanv.pdf>) eller Poda (<http://www.poda.se/>).

Tabell 1 Exempel för ett typiskt montage av permanent djurstängsel (dvs andra alternativ finns)

| | Typ av stängsel | Trä | Plast |
|----------------------------------|-------------------|------------------------|------------------------|
| Får | | | |
| Tråd (exempel*) | 15+50+80 | — | — |
| c/c stolpe | | 3,5 | 3,5 |
| Diameter, mm | | 80 | 76 |
| Stolplängd, total (ovan mark) | | 1,8 (1,3) | 1,8 (1,3) |
| Nöt | | | |
| Tråd (exempel) | 40+40 | — | — |
| c/c stolp | | 3,5 | 3,5 |
| Diameter, mm | | 80 | 76 |
| Stolplängd, total (ovan mark) | | 1,8 (1,3) | 1,8 (1,3) |
| Häst (elrep) | | | |
| Tråd (exempel) | 60+90+120 | — | — |
| c/c stolp | | 4 | 4 |
| Diameter, mm | | 80 | 76 |
| Stolplängd, total (ovan mark) | | 1,8 (1,3) | 1,8 (1,3) |
| Häststaket | | | |
| Llanor | 2 st till 3 st | lös eltråd | ingjuten eltråd |
| c/c stolp | | 2 | 2 |
| Diameter, mm | | 100 | 90 |
| Stolplängd, total (ovan mark) | | 2,1 (1,4) 2,5 (1,8) | 2,0 (1,4) 2,4 (1,7) |

*Uppgifterna för stängseltråd är hämtade från www.lantbutiken.se

För den jämförelse som skall göras här kan antas att eltråden med tillbehör i princip är den samma oavsett material till stolpen. Undantaget är för häststaketet där plastalternativet har en inbyggd eltråd. Denna tråd antas ha samma diameter som den för träalternativen och när tråden byts måste den sättas upp på samma sätt som för trästolpen. Därför antas i studien att eltråd som infästningsdon över tid är den samma oavsett val av stolpar och slanor. Träslanor impregnerade med kopparmedel måste förses med en eltråd för att förhindra att hästarna gnager på den. Så dessa alternativ innehåller i princip alltid motsvarande mängd tråd, vilket även gäller oimpregnerat virke.

Plaststolpen sätts i ett borrarat hål som återfylls med singel. Då trästolparna slås ner så ”kilar” de fast i den befintliga jorden, vilket gör att de sitter stadigare. Oavsett val av material är det viktigt att inte snåla med nedslagsdjupet. Följs leverantörens anvisningar antas att alla alternativen fyller sin funktion på ett likvärdigt sätt.

I fallstudien används följande data (för ytterligare detaljer se Tabell 1):

Häststaket: 2,5 meters trästolpe alternativt 2,4 meters stolpe satt med ett c/c avstånd 2 meter och två slanor inklusive två eltrådar.

Häststängsel: 1,8 meters plast- eller trästolpe satt med ett c/c avstånd på 4 meter och tre eltrådar.

Materialval och livslängd

Eltråd

Så kallad järntråd (mjuktråd) eller HT-tråd (high tensile/hårdtråd) av stål har en betydligt längre livslängd än konventionella band. Klimatet har stor inverkan på trådens livslängd. Zinken oxiderar vid normala förhållanden med ca 2 my om året och mer i närheten av havet. På marknaden säljs i huvudsak normalförzinkad tråd med drygt 8 µm zink vilket ger en normal livslängd på 4 till 5 år. Eftersträvas ett beständigt alternativ, vilket ger driftsekonomiska fördelar, för permanenta staket eller elstängsel som håller under överskådlig tid med ett minimum av underhåll rekommenderas 2,5 mm HT-tråd med kraftiga isolatorer och sträckfjädrar.

Normal järntråd har en livslängd på 4-8 år, HT-tråd har en livslängd på 15-20 år enligt en leverantör². Utöver dessa varianter finns så kallad starkförzinkad tråd med en beläggning på minst 36 µm, som utförs med dubbel- eller trippelgalvning och ger en bedömd livslängd på 8-16 år respektive 15-30 år³. Galven består i detta fall av en aluminium- och zinkblandning bestående av 95% zink och 5% aluminium.

I fallstudien antas att en tråd på 2,5 mm används och att en bättre galvanisering än en normalförzinkning görs, vilket i beräkningarna antas ge en livslängd på 15 år för eltråden. Eltråden antas bytas ut löpande och påverkar således inte staketets och stängslets funktion. Detta antagande gäller för alla alternativ inklusive plaststolparna.

Plast

Plaststolpar tillverkas av olika polymerer och i den här fallstudien har polypropen (PP) valts, vilket bedöms som representativt för ett modernt plaststaket. Exempel på alternativa plaster är PE, PVC eller ABS. Vidare utgår analysen ifrån att plasten är 100 % återvunnet produktionsspill. Produktionsspill verkar vara den absolut vanligast råvaran till plaststolpar (och även som råvara för träkomposit). Användningen av produktionsspill motiveras med att detta råmaterials kvalitet enkelt går att garantera till skillnad från plast från gamla

² <http://www.bmsab.se/subdet37.htm>

³

http://www.arcelormittal.com/distributionsolutions/wiresolutions/industrialwire/products/crapal_wire

uttjänta produkter. Ur miljösynpunkt när man använder LCA har detta spill i princip samma miljöpåverkan som jungfrulig plast ”då den aldrig används i en produkt”.

Ingen dokumenterad livslängdsinformation om plaststolpar har funnits, men en tillverkare ger ett exempel på ett staket som monterades årsskiftet 89/90 och står fortfarande kvar idag (Karlsson 2012), vilket ger en livslängd på mer än 20 år. Ägarna till detta staket vänder slanorna varje år då de krokmar. Denna slags deformation är ett känt problem med plastslanor och kan i undantagsfall resultera i att slanor hoppar ur (men kan hanteras genom att årligen vändas enligt ovan). Även påväxt på vita plaststaket är ett estetiskt problem, men nu finns det svarta/mörkgråa plastalternativ som inte har dessa problem. En utländsk tillverkare anger att plasten (som utgörs av kvalitetssäkrat produktionsspill) som sådant håller i 50 år⁴, men uttalar sig inte om hur staketets mekaniska egenskaper förändras och när staketet som sådant inte längre är funktionsdugligt.

För att kunna genomföra beräkningarna ansätts en teknisk medelivslängd på 20 år för plaststolpen. En känslighetsanalys görs, dvs alternativa resultat analyseras där vissa osäkra antaganden varierar. I känslighetsanalysen analyseras vad konsekvenserna blir om plaststolpen håller i 30 år. Detta säger i sig inte att den faktiskt kommer att hålla så länge, utan bara vad som händer med miljöpåverkan om den skulle hålla i 30 år? Då dokumentationen för detta produktalternativ är bristfällig bör i framtiden en utförlig inventering göras för att få mer säkra uppgifter.

Rötindex och livslängd för trä i markkontakt

För att bestämma beständigheten av trä i markkontakt används både fältförsök och labbförsök. Fördelen med labbförsök är att de är enklare att reproducera och går snabbare att genomföra. Fältförsöken ger ett mer verklighetsrelaterat resultat och kan på så sätt upplevas som en mer pålitlig metod. För att kunna relatera olika mätserier med varandra brukar CCA-impregnerat virke användas som referens. Detta är ett medel med en god dokumentation och ger på sätt kända egenskaper och används därför fortfarande som referensmaterial.

⁴ <http://www.plasmar.com.au/fence-posts>



Figur 7 Visualisering av rötindex enligt den europeiska fältprovningsstandarden EN 252 som används för att analysera nedbrytning av trä i markkontakt (Referens: Råberg, Terziev 2006)

Nedbrytningen av trä i fältförsök bedöms enligt en fyrgradig skala⁵, enligt Figur 7, och där ett index på 100 innebär att stolpen ruttnat av och är inte längre funktionsduglig.

I många rapporter rapporteras livslängder där det jämförs mellan olika träslag och impregneringsmedel genom att utgå ifrån när ett rötindex på 100 uppnås, dvs då stolpen helt har ruttnat och gått av.

I denna rapport har istället ett förenklat antagande gjorts, att när rötindex 75 uppnåtts så motsvarar detta den tekniska livslängden för trästolpen i markkontakt.

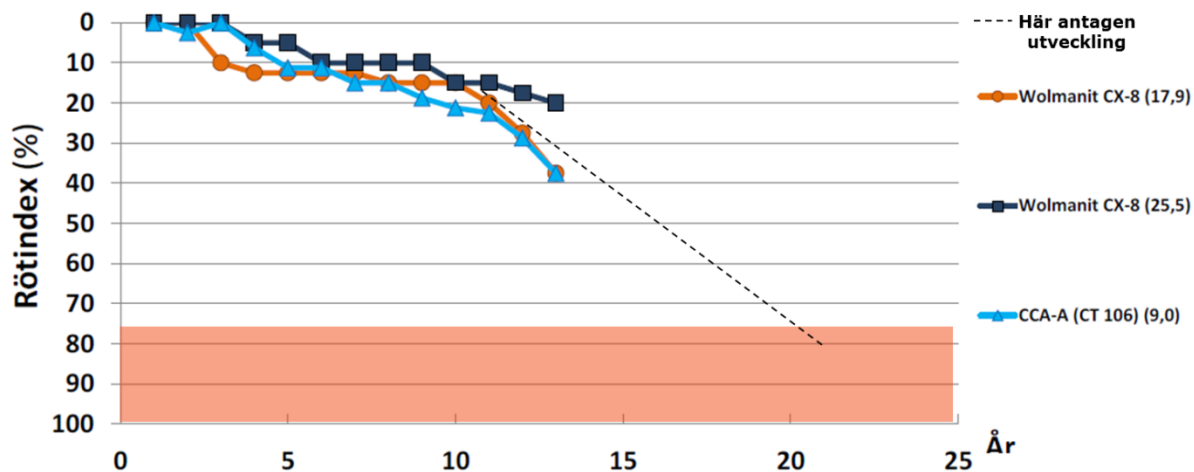
Enligt det vanligaste testet för att utvärdera beständighet av trä, EN 252, används standardiserade provbitar med ett givet mått på 500 x 50 x 25 mm. I fallet för småstolpar så är det rimligt att anta att beständigheten hos dessa är relativt sett bättre än de standardiserade provbitarna. För relevansen för att bedöma beständighet för småstolpar är fältdata med rätt dimension att föredra, men i brist på sådana data är även uppgifter från de standardiserade provbitarna användbara.

Impregnerat NTR A

Impregnerat furu enligt NTR A är ingen entydig produkt, utan ett antal NTR-godkända medel med olika upptag kan användas för att uppfylla kraven. Historiskt sett har ett väl beprövat impregneringsmedel med goda egenskaper mot röta använts bestående av koppar,

⁵ En beskrivning av den rötindexskalan är; Friskt - inget synligt angrepp 0, Svagt angrepp 25, Måttligt angrepp 50, Svårt angrepp 75 och Mycket svårt angrepp, provet döms ut 100.

krom och arsenik (CCA) används. CCA-medel används inte idag på grund av miljöskäl. Moderna träskyddsmedel är baserade på koppar och en organisk fungicid.



Figur 8 Utvärdering av fältförsök med stängselstolpar impregnerade med kopparmedel NTR klass A i markkontakt. Värdena inom parentes anger upptag koncentrat av impregnering per kubikmeter. Streckad linje är en skattad utveckling mot 20 år som gjorts i denna rapport. (referens: BASF 2012)

De uppgifter från fältförsök som vi fått tillgång till för ett typisk och representativ kopparbaserat medel enligt NTR klass A i mark redovisas i Figur 8. En uppskattad livslängd för en CCA stolpe (rötindex 100%) baserat på resultatet ovan är mer än 25 år. Av figuren framgår att kopparmedlet även med det lägre upptaget följer samma utveckling som CCA. En tänkt extrapolering av från de fältdata som redovisas i Figur 8 indikerar att ett rötindex på maximalt 75 efter 20 års exponering bör klaras med god säkerhetsmarginal, speciellt om man lägger till att det nominella upptaget på 22 kg/m³ är högre än de 17,9 kg/m³, som visar samma utveckling som CCA-referensen.

I beräkningarna antas att det inte är någon skillnad angående effektivitet mellan de olika NTR godkända kopparmedlen.

I de fortsatta beräkningarna ansätts en teknisk medellivslängd på 20 år för en NTR A impregnerat trästolpe i markkontakt. Med tanke på att det fältförsök som finns visar att det aktuella medlet och upptaget väl följer utvecklingen för CCA antas att 20 år är en rimlig medellivslängd. Någon alternativ livslängd bedöms därför inte nödvändig för känslighetsanalysen.

Sibirisk lärk

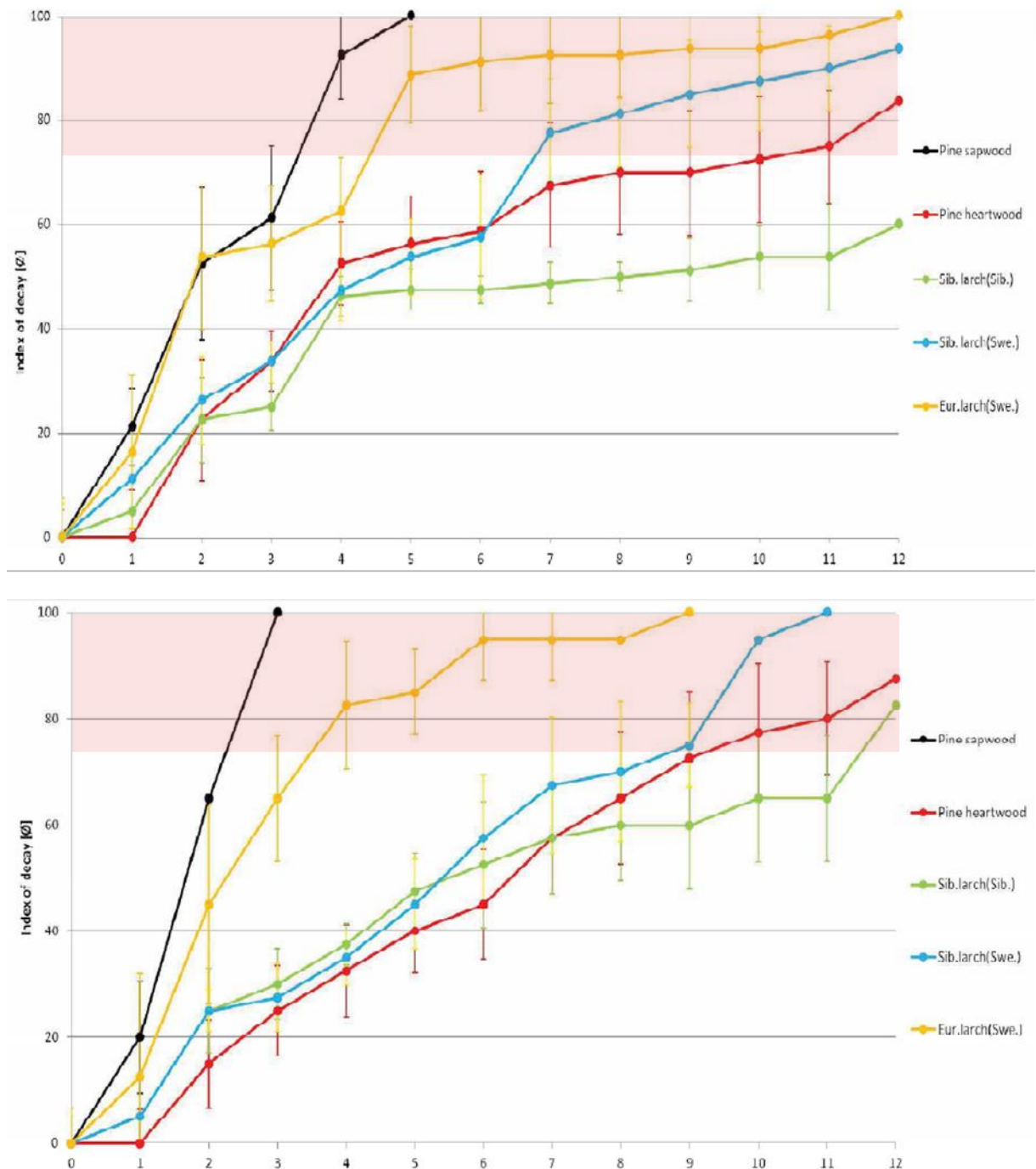
Det finns cirka 17 olika typer av lärk. Enligt EN 350-2 klassas europeisk lärk (*Larix decidua*) som 3-4 dvs ”moderate durable to slightly durable”. Praktisk erfarenhet har visat att Sibirisk lärk och speciellt om den växt i Sibirien har en bättre naturlig resistens i jämförelse med Europeisk lärk. En utvärdering av orsakerna till detta pågår för närvarande av Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala (Terziev 2013).

Sibirisk Lärk består egentligen av olika typer där *Larix Sibirica* och *Larix Sukaczewii* dominerar de primära områdena östra Sibirien från floden Yenisej, Bajkalsjön ut mot stillahavskusten och utgör 40 % av beståndet⁶. Den sibiriska lärken växer långsamt och behöver upp till 250 år på sig innan den är fullvuxen⁶.

I vår fallstudie utgår vi därför ifrån att stolparna görs av Sibirisk lärk från Sibirien.

Några studier där småstolpar med lärk utvärderats har inte identifierats. I litteraturen finns däremot resultat från EN 252 fältförsök som visar beständighet för olika slags lärk med information om dess ursprung. I en av de studierna ingår furu (kärnved och splintved) samt två slags arter av lärk (*Larix sibirica*, *Larix decidua*) från två växtplatser i Sverige och Sibirien. Testerna genomfördes i två olika försöksfält (Ultuna och Simlångsdalen). Pockrandt (2012) drar slutsatsen av dessa fältförsök att just sibirisk lärk från Sibirien är den mest beständiga lärken.

Att utgå från lärks naturliga beständighet utan exakt kännedom om art eller ursprung är därmed vanskligt. De försöksresultat som redovisas i Figur 9 visar att den europeiska lärken odlad i Sverige har den sämsta beständigheten bland de analyserade alternativen och uppvisar förenklat en likande beständighet som furusplint från Sverige. En annan slutsats är att sibirisk lärk från Sverige och kärnved från furu har en liknande beständighet.

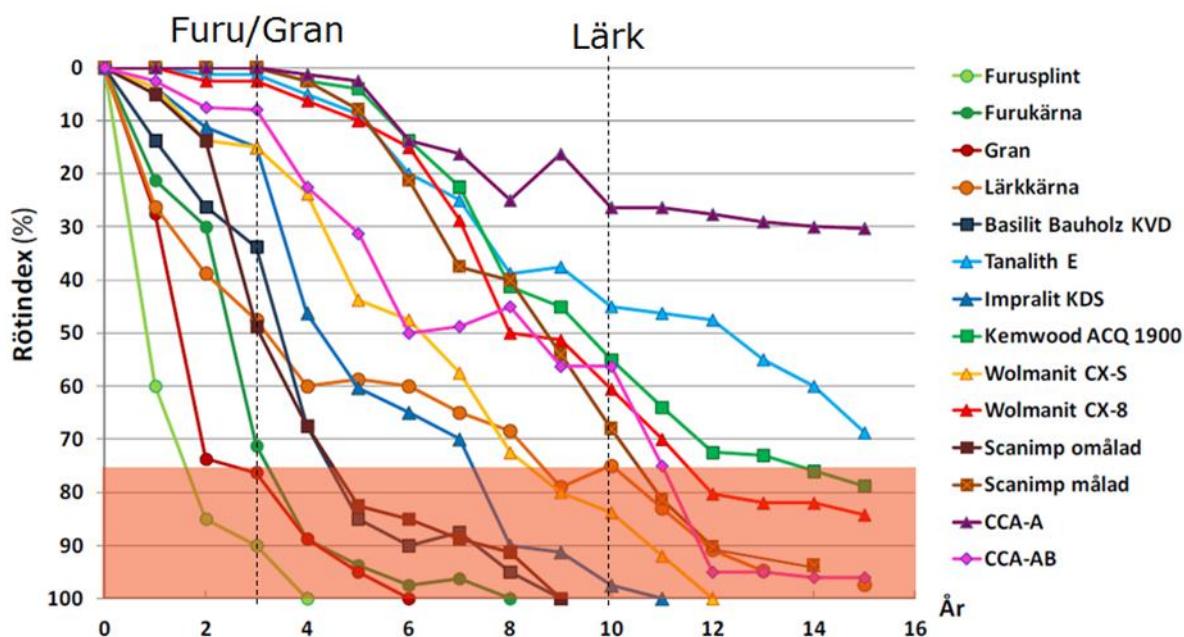


Figur 9 Rötindex för provstavar i mark enligt EN 252 från fältförsök i Simlångsdalen (överst) respektive Ultuna (nederst), där kärnved (röd) respektive splintved (svart) från furu jämförts två slags lärk (Larix sibirica, Larix decidua) från två växtplatser Larix sib. från Sibirien (grön) och Sverige (blå) samt Larix dec. från Sverige (gul). (Referens: Pockrandt 2012)

Resultaten från de olika fältförsöken i Figur 9 är från samma år (tidsserie) men från två olika plaster med olika väder och jordar osv. Man konstaterar att fältförsöken geografiska placeringar och beskaffenheter ger upphov till skillnader. Även den individuella

spridningen i trämaterialen gör att variationer förekommer. En utvärdering av denna enskilda studie påvisar en skillnad mellan Sibirisk lärk från Sibirien eller från Sverige, vilket förenklat motsvarar en skillnad i teknisk livslängd (så som det definieras här) på 2 respektive mer än 5 år! Oavsett ort så visar sibirisk lärk från Sibirien på den bästa beständighet efter 12 år.

Figur 10 visar ytterligare ett svenskt fältförsök (Larsson Brelid et al. 2011) med lärk från Danmark och provbitar med en storlek på 22 x 95 mm (vilken slags lärk framgår inte av rapporten).



Figur 10 Rötindex för provbrädor 22x95 mm för olika impregneringsmedel klass AB (dvs inte avsedd för markkontakt) och olika impregnerade träslag vid exponering i markkontakt från utvärdering av fältförsök i Sverige. Streckade linjer är exempel på skattade teknisk livslängd dvs då ett rötindex på 75 % uppnåtts.
(Referens: Larsson Bredlid mfl 2011)

Försöken som utvärderades efter 15 år exponering är inriktad på effektiviteten av NTR AB-medel i markkontakt. Vi använder denna undersökning som underlag för att sätta en teknisk livslängd på ett staket- eller en stängselstolpe av lärk. Streckade linjer i Figur 10 är visarskattade teknisk livslängd av furukärna och gran på cirka 3 år samt cirka 10 år för lärkkärna med danskt ursprung.

Provbitarna som används i de referenser som används är av 100 % kärna, vilket en stolpe inte kommer ha. Å andra sidan har en bräda en större exponerad yta mot mark i förhållande till en stolpe. I de fortsatta beräkningarna ansätts en teknisk medelivslängd på 12 år för en trästolpe i markkontakt av Sibirisk lärk från Sibirien. Detta värde representerar en stolpe med en hög andel kärnved och får anses som ett relativt positivt antagande för lärk varför 8 år används för känslighetsbedömningen. Lärk av annan art och ursprung kommer sannolikt ha en sämre beständighet.

Robinia (*Robinia pseudoacacia* (falsk Acazia))

Enligt EN 350-2 klassas *Robinia pseudoacacia* med en naturlig beständighet av 1-2 (very durable to durable). Klassificeringen gäller dock för virke som har vuxit långsamt (dvs inget plantageträ).

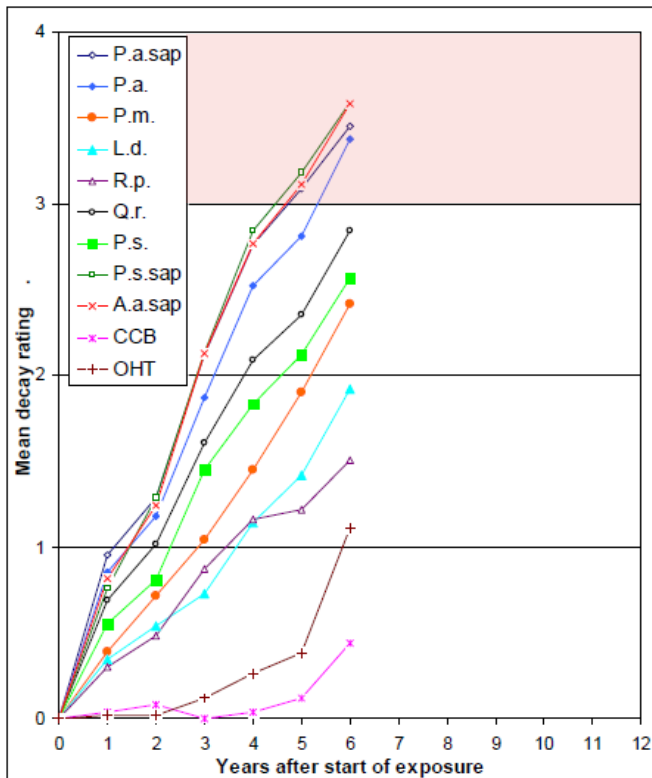
Vid odling av robinia för stolpar låter man trädet växa tills kärnveden vuxit till sig. Vid stolptillverkningen är en teknik att svarva ned klentimmer så att bara centrumutbytet med kärnved är kvar. Ett enklare sätt att erhålla en stolpe är att från en större stock och av kärnveden klyva fram ämnen lämpliga till stolpar (se Figur 11).



Figur 11 Stolpar av kluvet robinia virke travade för transport till kund.
(Referens: Hardy 2013)

En Europeisk leverantör av robinia anger att råvaran och stolparna främst kommer från olika östeuropeiska länder som; Bulgarien, Rumänien, Moldavien och Ungern men även från Frankrike (Hardy 2013). Samma leverantör anger att en vanlig livslängd i Frankrike är 8 till 10 år. I en Nya Zeeländsk utvärdering klassas robina i den högsta beständighetsklassen (klass 1) med en beständighet i konstruktionsändamål på över 25 år (avser 100 % kärnved ovan mark). I samma artikel anges att i markanvändning såsom staketstolpe är livslängden kortare (WNFR 1997).

I ett svensk/norskt fältförsök enligt EN 252 klassades robinia i beständighetsklass 2-3 (durable to moderate durable). Efter 3 år hade robinia uppnått ett rötindex på 28, 38 och 30 % i fältförsök i Borås, Simlångsdalen respektive Ås (Norge). Om dessa värden jämförs med resultaten från fältförsök i Simlångsdalen och Ultuna (Figur 9) så uppnår inte robina en lika hög beständighet som lärk utan får en något högre nedbrytning. Det är dock osäkert om denna studie använt robinia av uteslutande kärnved.



| Description of material | Latin name | Abbrev. |
|---|---|----------|
| Norway spruce sapwood | <i>Picea abies</i> Karst. | P.a. sap |
| Norway spruce heartwood | <i>Picea abies</i> Karst. | P.a. |
| Douglas fir heartwood | <i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco | P.m. |
| Larch heartwood | <i>Larix decidua</i> Mill / <i>Larix jap.</i> | L.d. |
| Black locust heartwood | <i>Robinia pseudoacacia</i> L. | R.p. |
| English oak heartwood | <i>Quercus robur</i> L. | Q.r. |
| Scots pine heartwood | <i>Pinus sylvestris</i> L. | P.s. |
| Scots pine sapwood | <i>Pinus sylvestris</i> L. | P.s. sap |
| White fir mostly sapwood | <i>Abies alba</i> Mill | A.a. sap |
| CCB 6 kg/m ³ Scots pine sapwood (steeping for 2,5 hours in 5% Impralit-CKB-solution) | <i>Pinus sylvestris</i> L. | CCB |
| Oil Heat Treatment of Norway spruce (>200°C temp., minimum oil retention) | <i>Picea abies</i> Karst.. | OHT |

Figur 12 Medelvärde av beständighet för robinia med flera mätt enligt EN 252 baserat på 150 provbitar (500 x 50 x 25 mm) per träslag och fem tyska försöksfält (en betygsättning på 1 motsvarar ett rötindex på 25%, 2 ett rötindex på 50% och 3 ett rötindex på 75% och 4 ett rötindex på 100%). (Referens: Rapp et al 2006)

I ett omfattande tyskt fältförsök enligt EN 252 där fem orter ingår redovisas beständighet för ett antal olika träslag (se Figur 12). Denna studie visar att Europeisk lärk och robinia har ett liknande nedbrytningsmönster där robinia visar på en bättre utveckling. Jämförs lärkdata med resultaten för furukärnved (*Pinus sylvestris*) så visar lärken en bättre

beständighet. En utvärdering av denna enskilda studie efter 6 år exposition visar att kärnved av furu är sämre i förhållande till robinia (benämnt R.p. i figuren) och lärk (benämnt L.d. i figuren).

För att kunna genomföra beräkningarna ansätts en teknisk medelivslängd på 12 år för robinia, vilken då, till övervägande andel antas bestå av kärnved. En alternativ livslängd på 8 år ges för att illustrera en stolpe av robinia med en lägre andel kärnved och detta värde används vid känslighetsberäkningarna.

Övriga antagande för LCA-beräkningarna

Nedan ges information som på ett betydande sätt påverkar LCA-beräkningarna.

Plast

Plaststolpar görs av återvunnen polypropen (PE)plast. I detta fall betyder det att plasten utgörs av produktionsspill (eller motsvarande). I en LCA skiljer man på återvunnet material i en produkt som därefter återvinns (material från uttjänta produkter), och plastspill som aldrig används av någon produkt (normalt sett produktionsspill). En produkt som använder spill får bära miljöbelastningen uppströms för att tillverka plastråvaran. Förtjänsten av att använda produktionsspill är därmed relativt begränsad i en LCA om man följer allokeringsreglerna i EN15804 eller huvudprincipen för allokering i en LCA (dvs ISO14044). Ingen miljöpåverkan från processen som producerar plastspillet har lagts till spilllets miljöpåverkan. I fallstudien kan man främst räkna med en kortare transport av den återvunna plastråvaran i förhållande till att köpa primär råvara. En framtida utveckling där återvunnen plast från kasserade produkter används skulle vara ett alternativ som är tilltalande ur miljösynpunkt förutsatt att de tekniska kraven klaras.

De LCA data som används för plaststolpen kommer från Plastic Europe och är bland annat tillgängliga i den EU-finansierade LCA-databasen ELCD. Dessa data är från 1999, det vill säga ganska gamla, men de bästa som har kunnat identifiera. Dessa data har jämförts med andra datakällor och de ligger i samma nivå som data från Plastic Europe. Då tillverkningsprocessen inte ändrats så kan man anta att de data som används är representativa även för dagens produktion. För plaststolpen är transportarbetets relativa bidrag till den totala miljöpåverkan generellt sett inte lika betydande (som för träalternativen), då tillverkningen av plastråvaran står för den dominerande delen av miljöpåverkan såsom klimatpåverkan, försurning, övergödning med mera. Tillverkningsdata för stolpar baseras på uppgifter från en tillverkare av plaströr med tillbehör och har en mindre betydelse i förhållande till totalen där tillverkningen av plastmaterialet dominerar, varför dessa data kan anses goda för den jämförelse som görs här.

Impregnerad furu NTR A

Generella data för furu baseras på medelvärde för Sverige. LCA-beräkningarna görs för furu impregnerat med ett kopparmedel. Uppgifter för tillverkning av impregneringsmedlet har erhållits av BASF (2013) och avser Wolmanit CX-8 som är i dagsläget ett av det mest använda kopparmedlet. Dessa LCA-beräkningar antar att 70% av ingående koppar består av återvunnet material och avspeglar rådande tillverkningsituation. En hög andel återvunnet koppar ger en bättre miljöprestanda i förhållande till att använda primära råvaror. Uppgifter på upptag av medel följer kraven enligt NTR för klass A. Uppgifterna för impregneringsmedlet kan antas vara representativa för alla på marknaden vanligaste förekommande NTR klass A produkter, det vill säga antas som ett generellt värde för ett kopparbaserat impregneringsmedel.

Uppgifterna för impregneringen kommer från tre olika tillverkare (Derome, OctoWood/Bräcke stolpar, Fyrås Trä & Impregnering) med olika produktionskapacitet. Uppgifter från impregneringssteget har även jämförts med uppgifter från ytterligare tre tillverkare (Martinson, SCA och Ingårps träimpregnering). Skillnaden mellan olika producenter har därmed kunnat bedömmas. Så länge samma typ av bränsle och industriell torkning används är skillnaden mellan olika tillverkare av mindre betydelse.

Transporten från skog till impregneringsverk antas vara 120 km i medeltal till skillnad från ett vanligt sågverk där ett medelavstånd på 80 km är rimligt. Det längre transportavståndet beaktar att legotillverkning förekommer, vilket kräver mer transporter samt att råvaran antas ha ett större upptagningsområde än vanligt sågat virke när stolpar ingår i produktionen. Transporten från impregneringsverk till anläggningsplatsen/hagen antas ligga på 300 km med lastbil, oavsett om den går direkt eller via en brädgård etc. När stolpen tjänat ut så antas en lastbilstransport ske på 80 km till ett fjärrvärmeverk (med tillstånd att elda impregnerat trä). Samtliga lastbilstransporter är konservativt räknade med en tom retur.

Sibirisk lärk

Specifika uppgifter för ryskt skogsbruk, sågning och bearbetning saknas och bygger därför på följande antagande:

- Samma data som för svenskt skogsbruk används för ryskt skogsbruk av lärk
- Samma uppgifter per m³ som för tillverkning av impregnerat trä av furu används för ett sibiriskt sågverk. Torkprocessen antas inte vara lika effektiv som i Sverige men en högre andel kärnved antas balansera ut skillnaden så att behovet av termisk energi ligger på samma nivå per m³ räknat. Elanvändningen per m³ räknat har dragits ner till 2/3 i förhållande till svenska förhållanden.

Uppgifterna ovan baseras på miljöpåverkan per m³. Man skall då vara medveten om att densitet för lärk är högre (550-770 kg/m³)⁶ än för furu. Vidare tillkommer en betydande skillnad enligt följande; 80 km från skog till sågverk med lastbil, 100 km lastbil i medeltal från olika sågverksleverantörer i Sibirien till en central omlastningsort (antag Irkutsk), 5500 km järnväg från Irkutsk till St Petersburg (ansatt 50% elektrifierad, 50% diesellok), 750 km båt från St Petersburg till Stockholm, 150 km transport till anläggningsplatsen/hagen med lastbil och slutligen på 80 km till ett fjärrvärmeverk. Transportarbetet utgör en betydande del av den totala miljöprestandan för sibirisk lärk, varför antagande gjorda för skogsbruk och sågverksdelen är av mindre betydelse och anses därför acceptabla för den jämförelse som görs.

⁶ <http://www.moelven.com/se/Produkter-och-tjanster/Produktsidor-Wood-AB/Produktsidor-Fasad--Utemiljo/Sibirisk-lark/>

Robinia

Specifika uppgifter för skogsbruk och vidareförädling saknas. I brist på uppgifter från leverantören så har följande antaganden gjorts:

- Samma data som för svenskt skogsbruk används för robinia
- Samma uppgifter per m³ som för tillverkning av impregnerat trä av furu används för bearbetning av robinia. I förhållande till svenska förhållande har elanvändningen dragits ner till 38%, termisk biobaserad energi till 10%, samt 23 % ökning av energianvändningen till olika arbetsmaskiner vid tillverkningen. Tillverkningen antas till stora delar ske manuellt och soltorkas samt att transportarbetet är viktbaserat, vilket sammantaget gör att bedömningen är att det interna transportarbetet per m³ räknat ökar. Om siffrorna ges per kg istället för per m³ så ger detta en minskning av samtlig energianvändning (inklusive det interna transportarbetet) för tillverkningen av robinia-stolpar (som har en högre densitet än furu). Den låga användningen av termisk energi förutsätter att allt virke självtorkar.

Uppgifter på transporter har erhållits av en leverantör (Hardy 2013). Densiteten för grönt virke är satt till 1100 kg/m³ och 800 kg/m³ för leveransdensitet. Denne leverantör anger att forna länder i Centraleuropa står för 70% av produktionen och 30% produceras i Frankrike. Det faktiska transportalternativet för import till Sverige sker genom lastbil från Centraleuropa till Rotterdam där det sedan skeppas till olika hamnar i Europa såsom Stockholm. Detta transportarbete kan minskas om man istället kör elektrifierat tåg direkt till Sverige. I analysen har därför detta (förbättrade) alternativ använts enligt följande; lastbil från stolpleverantören ansatt till Bulgarien/Bukarest till Stockholm motsvarande 2800 km med tåg och 200 km båttransport, 150 km transport till anläggningsplatsen/hagen med lastbil och slutligen på 80 km till ett fjärrvärmeverk. Trots detta utgör transportarbetet en betydande del av den totala miljöprestandan för Robinia, varför antagande gjorda för skogsbruk och sågverksdelen är av mindre betydelse och anses därför acceptabla för den jämförelse som görs.

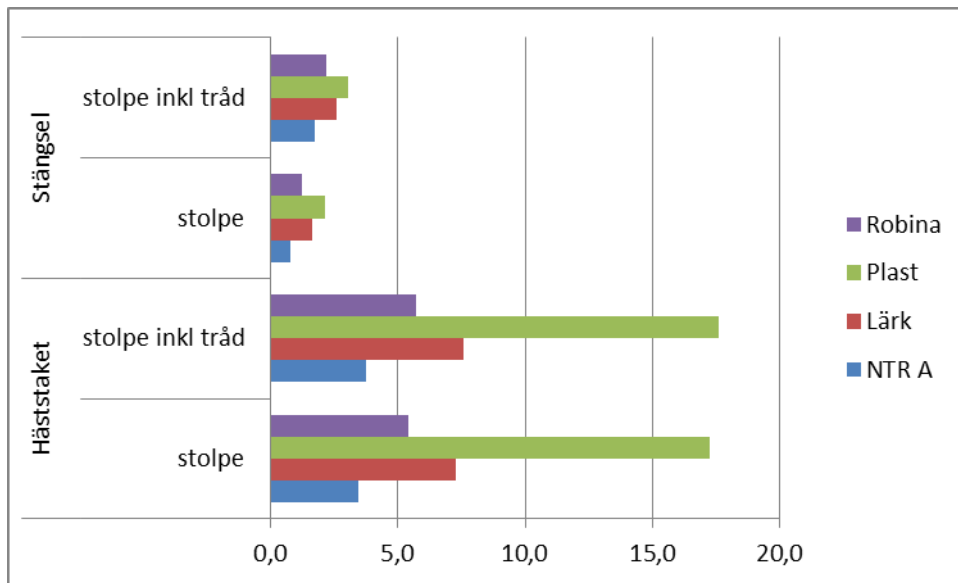
Resultat

Resultatet från LCA-beräkningarna baseras på ett antal förutsättningar och antaganden där använda beständighetsdata redovisas i Tabell 2 enligt ett basscenario (mest troliga utfall) och en känslighetsanalys. Känslighetsanalys visar alternativa resultat om vissa osäkra antaganden varierar. Bristande inventeringsdata för att beskriva miljöpåverkan med LCA har använts för tillverkning av stolpar av sibirisk lärk och robinia, men där transportarbetet är det som signifikant bidrar till miljöprestanda varför dessa data trots allt bedöms ge en indikativt rimlig jämförelse.

Tabell 2 Översiktliga data för livslängd av de analyserade stolpmaterialen samt alternativa livslängder som används för känslighetsanalys.

| Materialval | Basscenario för praktisk livslängd, år | Känslighetsanalys, år | Anmärkning |
|----------------------------|--|-----------------------|---|
| Furu impregnerad med NTR A | 20 | 20 | Inhemsk träråvara. Fältdata finns för stolpe och i övrigt enligt EN 252 |
| Sibirisk lärk | 12 | 8 | Från Sibirien. Fältdata finns för provbitar enligt EN 252 |
| Robinia (falsk Akacia) | 12 | 8 | Från Centraleuropa. Fältdata finns för provbitar enligt EN 252 |
| Återvunnen polyeten (PE) | 20 | 30 | Inga publicerade data för fältdata identifierats |

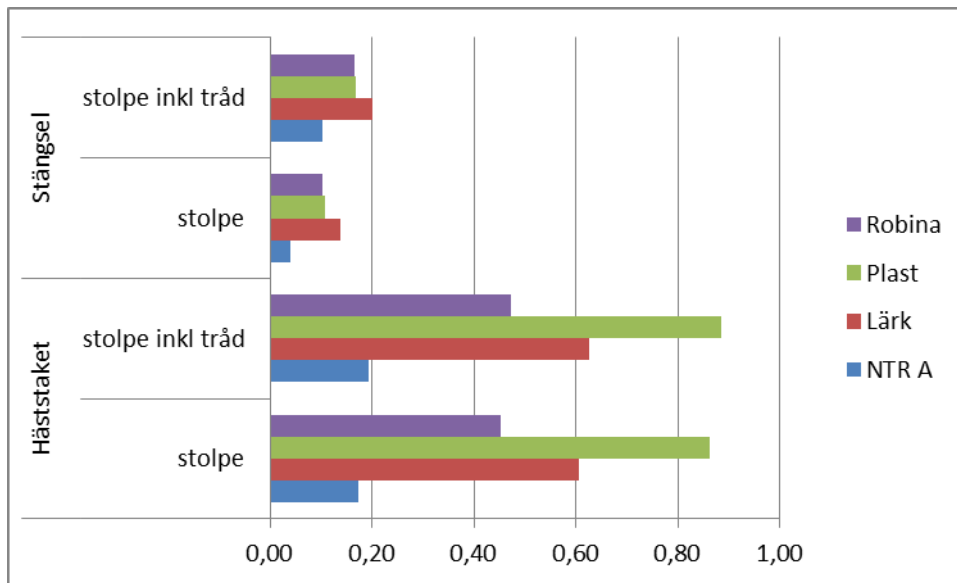
Till att börja med analyseras bara klimatpåverkan för de olika alternativen. Den första jämförelsen som är intressant att se på, är miljöpåverkan för att tillverka de olika stolparna (utan och med eltråd), utan hänsyn till varierande livslängd men med resterande miljöpåverkan under dess livscykel, se Figur 13. Denna jämförelse görs baserat på den så kallade *deklarerade enheten* och skall inte användas för produktjämförelse, utan bara för att här analysera bidraget från eltråden i förhållande till totalen.



Figur 13 Bidrag till klimatpåverkan, kg CO₂e, enligt den deklarerade enheten dvs under en livscykel per sektion för några olika alternativa material för häststaket eller –stängsel där centrumavståndet mellan stolparna i varje sektion är 2 respektive 4 meter. Uppgifter ges med respektive exklusive bidraget från eltråden så att detta bidrags andel framgår. Samma mängd eltråd används oavsett materialval i övrigt med två trådar för häststaketet och 3 för stängslet.

I figuren ovan som utgår ifrån den deklarerade enheten tas ingen hänsyn till olika livslängder för alternativen. Vi kan konstatera att för häststängslet är bidraget från eltråden mer betydande än för häststaketet. Det betyder också att det för häststängsel med bara stolpar och tråd är mer intressant att se hur denna del av stängslets funktion eventuellt kan lösas på alternativa sätt eller med alternativa material. Enligt den deklarerade enheten är bidraget till klimatpåverkan från impregnerat NTR A lägst i båda alternativen och plast har det största bidraget.

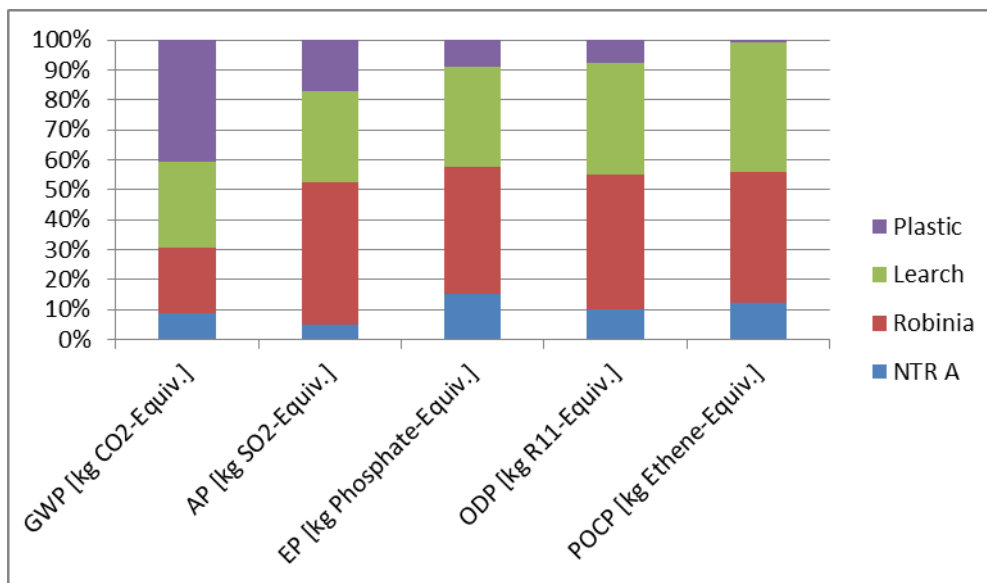
I nästa steg, för att få en mer korrekt jämförelse, tar vi hänsyn till livslängden (se Tabell 2) och beräkningarna baseras nu på den *funktionella enheten*. Livslängden på eltråden är satt till 15 år och antas bytas oavsett när man byter stolpar (dvs stängseltråden byts oberoende av när stolparna byts). Ett mer avancerat beräkningssätt vore att kombinera fasta utbytesintervall för stängslet och eltråden, men detta alternativ bedöms här ge upphov till större fel på grund av de osäkerheter som finns i antagna livslängder, varför detta alternativ inte använts.



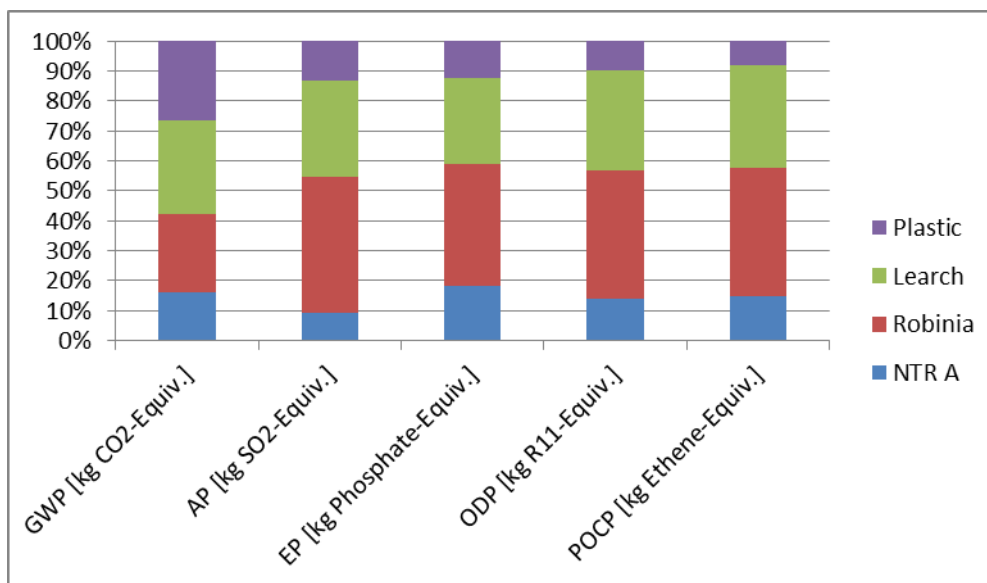
Figur 14 Bidrag till klimatpåverkan, kg CO₂e, under en genomsnittlig livscykel per sektion och per år för några olika alternativa material för häststaket eller –stängsel, där centrumavståndet mellan stolparna i varje sektion är 2 respektive 4 meter. Uppgifter ges med respektive exklusive bidraget från eltråden så att detta bidrags andel framgår. Samma mängd eltråd används oavsett materialval i övrigt med två trådar för häststaketet och 3 för stängslet. Följande livslängder används NTR A 20 år, plast 20 år, lärk 12 år och Robinia 12 år.

I Figur 14 levererar de olika alternativen samma funktion, det vill säga en ekvivalent livslängd och teknisk prestanda. Vid analys av klimatpåverkan faller NTR A alternativen bäst ut för såväl häststängsel som bland staketalternativen. För stängselstolpar är lärk det alternativ som har det högsta bidraget till klimatpåverkan, plast och robinia uppvisar en mycket likartad prestanda. För häststaket är robinia det alternativ som efter NTR A har det lägsta bidraget till klimatpåverkan följt av lärk och plast som det alternativ med högst miljöpåverkan.

Hittills har bara klimatpåverkan analyserats. I Figur 15 och Figur 16 visas det relativa bidraget för olika alla analyserade miljöpåverkanskategorier. Samma uppgifter ges i appendix som absoluta värden. Vi kan konstatera att den relativa skillnaden i bidraget till olika miljöpåverkanskategorier inte skiljer sig så mycket åt och har på så sätt samma ”mönster” som klimatpåverkan för de alternativ som ingår i denna studie. Med andra ord ger resultatet från klimatpåverkan i detta fall en bra bild i detta fall för alla miljöpåverkanskategorier.



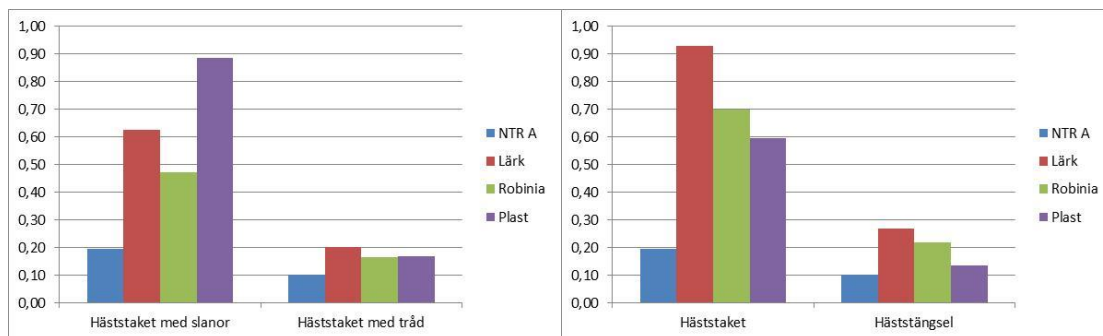
Figur 15 Relativa bidraget till olika miljöpåverkanskategorier från olika materialval för häststaket under en genomsnittlig livscykel per sektion och per år enligt basscenariot⁷.
Förkortningar: GWP – klimatpåverkan, AP – försurning, EP övergödning; POCP klimatpåverkan.



Figur 16 Relativa bidraget till olika miljöpåverkanskategorier från olika materialval för häststängsel under en genomsnittlig livscykel per sektion och per år enligt basscenariot⁷.
Förkortningar: GWP – klimatpåverkan, AP – försurning, EP övergödning; POCP klimatpåverkan.

Osäkerhet finns för plaststolpars livslängd, samt även vissa osäkerheter kring val av livslängdsdata för lärk och robinia. Huvudscenariot för bidraget till klimatpåverkan och resultatet vid en känslighetsanalys visas i Figur 17. På så sätt ges en indikation av vad alternativa livslängder har för betydelse för jämförelsen.

⁷ Följande livslängder används i basscenariot NTR A 20 år, plast 20 år, lärk 12 år och robinia 12 år.



Figur 17 Bidrag till klimatpåverkan, kg CO₂e, under en genomsnittlig livscykel per sektion och per år för några olika alternativa material för häststaket eller -stängsel, där centrumavståndet mellan stolparna i varje sektion är 2 respektive 4 meter. Uppgifter ges med, respektive exklusive bidraget från eltråden så att detta bidrags andel framgår. Samma mängd eltråd används oavsett materialval i övrigt, med två trådar för häststaketet och 3 för stängslet. Den vänstra figuren visar basscenariots livslängder dvs NTR A 20 år, plast 20 år, lärk 12 år och robinia 12 år. I den högra figuren redovisas resultatet av känslighetsanalysen där följande livslängder används; NTR A 20 år, plast 30 år, lärk 8 år och robinia 8 år.

Även om osäkerhet avseende livslängd beaktas, så är NTR A klass A det alternativ som faller bäst ut i jämförelsen. För övriga alternativ är det mer osäkert, eller rättare sagt beror på antaganden om livslängd. I det fall plaststaketet skulle hålla i 30 år är det ett jämförbart alternativ med robinia och lärk som håller i 12 år, men om dessa alternativ bara håller i 8 år så är plastalternativet bättre med avseende på bidraget till klimatpåverkan. Även för häststängsel skulle en förlängd livslängd göra plast bättre än robinia och lärk, men inte bättre än NTR A.

Med tanke på olika slags stängsel och staket kan man generalisera resultatet från denna utredning; ju mer stängselnät eller tråd som används så kommer detta ha en större andel av stakets miljöpåverkan och val stolpe har en mindre betydelse. Dock är valet av stolpe inte ointressant. I staketfallet där andelen tråd (stål) bara utgör en mindre andel kommer också valet av stolpmaterial avgöra den samlade miljöpåverkan. Oavsett val av staket eller stolpe till stängsel är det rimligt att anta att stolpar av NTR klass A har den lägsta miljöpåverkan. Ordningen mellan övriga alternativ beror på antagen livslängd.

Slutsatser och utvecklingsfrågor

Val av bästa träslag för stängselstolpar och staket är starkt beroende av närheten till skogsråvaran och beständighet. De naturligt beständigare träslagen som analyserats som alternativ är robinia och sibirisk lärk. Båda dessa träslag importeras till Sverige vilket belastar dessa alternativ negativt i en miljöjämförelse på grund av relativt stort transportarbete. I andra länder, som har naturligt beständiga träslag med en inhemsk produktion eller kan importera från mer närliggande länder, skulle dessa två alternativ bli mer konkurrenskraftiga.

En annan viktig faktor är beständigheten och att det saknas erfarenhetsdata för stolpar i fält för alla alternativen utom för NTR A. Speciellt känsligt blir detta för plastalternativet. Om livslängden för plastalternativet sätts till 30 år och de naturligt beständiga materialen till 8 år skulle plaststolpar vara ett intressant alternativ till ovanstående två alternativ.

När det gäller beständighet för trä i markkontakt (exempelvis baserat på EN 252) kan det konstateras att det idag saknas metoder som gör att beständighetsdata från olika fältförsök kan normaliseras. Detta med anseende på skiftande jordmån, väder och fuktexponering under de tidsserier som proven utförts, samt en fysisk skalfaktor mellan den standardiserade provbiten och den produkt som faktiskt avses. Den fysiska skalfaktorn hos stolpen/konstruktionen påverkar beständigheten i praktiken och förutsättningen att uppnå en hög andel kärnved. För att på ett rationellt sätt bedöma en teknisk livslängd för en stolpe som skall användas för ett stängsel eller staket har en förenkling gjorts i rapporten där ett rötindex på 75% enligt EN 252 anses motsvara den tekniska livslängden. Sådana allmänt accepterade metoder har inte identifierats i litteraturen.

Den NTR klass A impregnerade furustolpen och häststaketet har den bästa miljöprestandan oavsett vilka livslängder som antagits med hänsyn till de miljöpåverkanskategorier som analyserats. Störst skillnad mellan konkurrerande material erhålls för häststaketet. Denna jämförelse gäller för de miljöpåverkanskategorier som analyserats enligt EN 15804. I dagsläget saknas en metodik för human- och ekotoxicitet som är allmänt accepterad och därför ingår inte dessa aspekter i jämförelsen. En fullständig miljöjämförelse är därmed inte möjlig. Även bättre metoder som tar hänsyn till förnybara resursers bidrag till resursanvändning saknas idag och ingår inte för att göra jämförelsen med plast rättvis. Å andra sidan borde bidraget för användningen av förnybara resurser vara lågt och om det beaktades så borde detta således gynna användningen av icke fossila resurser.

De miljöpåverkanskategorier som analyserats är de som är obligatoriska enligt EN 15804 fränsett resursanvändning, det vill säga den standard som reglerar hur en miljövarudeklaration skall göras för alla byggprodukter på den Europeiska marknaden enligt byggproduktdirektivet. I dagsläget vet vi inte vilka länder som kommer att implementera krav på redovisning av LCA-prestanda för produkter. Även om detta inte kommer ske i en närtid, så kommer olika miljöklassningssystem för olika byggnadsverk följa EN 15804, varför denna standard kommer få ett genomslag för hur en LCA skall beräknas och redovisas.

Erkännande av stöd

Tack till alla materialtillverkare för uppgifter för respektive tillverkningsprocess. Ett speciellt tack riktas till Stephan Breyne, BASF; för faktauppgifter och sakgranskning.

Referenslista

- Alfredsen G, Westin M 2009: Durability of Modified Wood – Laboratory vs Field Performance In the proceedings from: European Conference on Wood Modification 2009.
- Andreas O. Rapp; Ulrike Augusta and Karin Brandt 2006: The natural durability of wood in different use classes. Part II. The International Research Group on Wood Protection (IRG), IRG/WP 06-10598. Paper prepared for the 37th Annual Meeting, Tromsø, Norway, 18-22 June 2006.
- BASF 2012: Personlig kommunikation, november 2012.
- BASF 2013: Personlig kommunikation, mars 2013.
- EN 252:212: Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative in ground contact
- EN 350-2:1994: Durability of Wood and Wood-based Products – Natural Durability of Solid Wood: Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe.
- EN 15804: 2012: Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products
- Erlandsson M 2009: Product Category Rules (PCR) for preparing an environmental product declaration (EPD) Building products quality controlled treated timber PSR 2006:02 – 1. The Swedish Environmental Management Council, version 1.0, 2007-02-15, Revised 2009-04-07
- Hardy FX 2013: Personlig kommunikation Hardy FX, OCTOWOOD France SAS, januari 2013.
- Karlsson D 2012: Personlig kommunikation, Karlsson D, Delka, maj-juni 2012.
- Larsson Brelid P, Jermer J, Johansson I 2011: Fältförsök med träskyddsmedel för klass AB. Resultat efter 15 års exponering. SP 2011:70, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.
- Pockrandt M 2012: Durability of selected larch species and Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.) Heartwood. Eberswalde University for Sustainable Development. Published in: Proceedings of the 8th meeting of the Northern European Network for Wood Science and Engineering (WSE), September 13-14, 2012, Kaunas, Lithuania.
- Råberg U, Terziev N 2006: Träskydd – status, testmetoder och framtida utmaningar. Fakta Skog, nr 14, 2006, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Terziev N 2013: Personlig kommunikation Terziev N, SLU, januari 2013.
- TräskyddsAktuellt 2011: Aktuellt från Träskyddsföreningen och Träskyddsinstitutet, ISSN 0284-8457, Nr 2/11 dec 2011.
- WNFR 1997: Naturally durable wood – is it a practical alternative to preservative-treated pine. What's new in Forest Research, No 245, 1997.

Appendix: LCA-resultat

Sammanställning av LCA-resultat uppdelat på skeden, olika miljöpåverkanskategorier och livslängder.

Häststaket – basscenario

| | NTR A 20 year | | | | | Robinia 12 year | | | | |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------|---------|-------------|-----------------|---------------|--------------|---------|-------------|
| | Total | Product stage | Construction | Use | End of life | Total | Product stage | Construction | Use | End of life |
| GWP [kg CO2-Equiv.] | 0,19 | 0,15 | 0,04 | 0,0E+00 | 0,01 | 0,47 | 0,35 | 0,08 | 0,0E+00 | 0,04 |
| AP [kg SO2-Equiv.] | 0,00090 | 0,00068 | 0,00017 | 0,0E+00 | 0,00005 | 0,00230 | 0,00190 | 0,00040 | 0,0E+00 | 0,00022 |
| EP [kg Phosphate-Equiv.] | 0,00056 | 0,00049 | 0,00005 | 0,0E+00 | 0,00001 | 0,00101 | 0,00089 | 0,00012 | 0,0E+00 | 0,00007 |
| ODP [kg R11-Equiv.] | 1,6E-08 | 9,0E-09 | 5,8E-09 | 0,0E+00 | 1,5E-09 | 4,2E-08 | 2,8E-08 | 1,4E-08 | 0,0E+00 | 7,2E-09 |
| POCP [kg Ethene-Equiv.] | 1,8E-04 | 1,4E-04 | 2,8E-05 | 0,0E+00 | 7,5E-06 | 3,3E-04 | 2,6E-04 | 6,6E-05 | 0,0E+00 | 3,5E-05 |

| | Learch 12 year | | | | | Plastic 20 year | | | | |
|--------------------------|----------------|---------------|--------------|---------|-------------|-----------------|---------------|--------------|---------|-------------|
| | Total | Product stage | Construction | Use | End of life | Total | Product stage | Construction | Use | End of life |
| GWP [kg CO2-Equiv.] | 0,63 | 0,57 | 0,04 | 0,00 | 0,02 | 0,88 | 0,87 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| AP [kg SO2-Equiv.] | 0,00545 | 0,00516 | 0,00019 | 0,00000 | 0,00010 | 0,00301 | 0,00294 | 0,00007 | 0,00000 | 0,00002 |
| EP [kg Phosphate-Equiv.] | 0,00123 | 0,00114 | 0,00006 | 0,00000 | 0,00003 | 0,00033 | 0,00031 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00001 |
| ODP [kg R11-Equiv.] | 6,0E-08 | 5,0E-08 | 6,4E-09 | 0,0E+00 | 3,4E-09 | 1,2E-08 | 9,9E-09 | 2,3E-09 | 0,0E+00 | 6,2E-10 |
| POCP [kg Ethene-Equiv.] | 6,4E-04 | 5,9E-04 | 3,1E-05 | 0,0E+00 | 1,7E-05 | 1,4E-05 | 1,4E-05 | 2,3E-09 | 0,0E+00 | 6,2E-10 |

Stängsel – basscenario

| | NTR A 20 year | | | | | Robinia 12 year | | | | |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------|---------|-------------|-----------------|---------------|--------------|---------|-------------|
| | Total | Product stage | Construction | Use | End of life | Total | Product stage | Construction | Use | End of life |
| GWP [kg CO2-Equiv.] | 0,10 | 0,09 | 0,01 | 0,0E+00 | 0,00 | 0,17 | 0,14 | 0,02 | 0,0E+00 | 0,01 |
| AP [kg SO2-Equiv.] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0E+00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0E+00 | 0,00 |
| EP [kg Phosphate-Equiv.] | 0,000255 | 0,000240 | 0,000012 | 0,0E+00 | 0,000003 | 0,000358 | 0,000330 | 0,000028 | 0,0E+00 | 0,000015 |
| ODP [kg R11-Equiv.] | 7,1E-09 | 5,4E-09 | 1,3E-09 | 0,0E+00 | 3,5E-10 | 1,3E-08 | 9,7E-09 | 3,1E-09 | 0,0E+00 | 1,6E-09 |
| POCP [kg Ethene-Equiv.] | 8,0E-05 | 7,2E-05 | 6,4E-06 | 0,0E+00 | 1,7E-06 | 1,1E-04 | 9,8E-05 | 1,5E-05 | 0,0E+00 | 8,0E-06 |

| | Learch 12 year | | | | | Plastic 20 year | | | | |
|--------------------------|----------------|---------------|--------------|----------|-------------|-----------------|---------------|--------------|----------|-------------|
| | Total | Product stage | Construction | Use | End of life | Total | Product stage | Construction | Use | End of life |
| GWP [kg CO2-Equiv.] | 0,20 | 0,19 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| AP [kg SO2-Equiv.] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| EP [kg Phosphate-Equiv.] | 0,000407 | 0,000386 | 0,000013 | 0,000000 | 0,000007 | 0,000172 | 0,000170 | 0,000003 | 0,000000 | 0,000000 |
| ODP [kg R11-Equiv.] | 1,7E-08 | 1,5E-08 | 1,5E-09 | 0,0E+00 | 7,8E-10 | 5,0E-09 | 4,7E-09 | 2,8E-10 | 0,0E+00 | 7,1E-13 |
| POCP [kg Ethene-Equiv.] | 1,8E-04 | 1,7E-04 | 7,1E-06 | 0,0E+00 | 3,8E-06 | 4,2E-05 | 4,2E-05 | 2,8E-10 | 0,0E+00 | 7,1E-13 |

Häststaket – känslighetsanalys med alternativa livslängder

| | NTR A 20 year | | | | | Robinia 8 year | | | | |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------|---------|-------------|----------------|---------------|--------------|---------|-------------|
| | Total | Product stage | Construction | Use | End of life | Total | Product stage | Construction | Use | End of life |
| GWP [kg CO2-Equiv.] | 0,19 | 0,15 | 0,04 | 0,0E+00 | 0,01 | 0,70 | 0,51 | 0,12 | 0,0E+00 | 0,07 |
| AP [kg SO2-Equiv.] | 0,00090 | 0,00068 | 0,00017 | 0,0E+00 | 0,00005 | 0,00341 | 0,00281 | 0,00061 | 0,0E+00 | 0,00032 |
| EP [kg Phosphate-Equiv.] | 0,00056 | 0,00049 | 0,00005 | 0,0E+00 | 0,00001 | 0,00150 | 0,00131 | 0,00019 | 0,0E+00 | 0,00010 |
| ODP [kg R11-Equiv.] | 1,6E-08 | 9,0E-09 | 5,8E-09 | 0,0E+00 | 1,5E-09 | 6,2E-08 | 4,1E-08 | 2,0E-08 | 0,0E+00 | 1,1E-08 |
| POCP [kg Ethene-Equiv.] | 1,8E-04 | 1,4E-04 | 2,8E-05 | 0,0E+00 | 7,5E-06 | 4,8E-04 | 3,8E-04 | 9,9E-05 | 0,0E+00 | 5,3E-05 |

| | Learch 8 year | | | | | Plastic 30 year | | | | |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------|---------|-------------|-----------------|---------------|--------------|---------|-------------|
| | Total | Product stage | Construction | Use | End of life | Total | Product stage | Construction | Use | End of life |
| GWP [kg CO2-Equiv.] | 0,93 | 0,84 | 0,06 | 0,00 | 0,03 | 0,60 | 0,58 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| AP [kg SO2-Equiv.] | 0,00814 | 0,00770 | 0,00029 | 0,00000 | 0,00015 | 0,00203 | 0,00199 | 0,00005 | 0,00000 | 0,00001 |
| EP [kg Phosphate-Equiv.] | 0,00182 | 0,00168 | 0,00009 | 0,00000 | 0,00005 | 0,00023 | 0,00022 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 |
| ODP [kg R11-Equiv.] | 8,9E-08 | 7,5E-08 | 9,6E-09 | 0,0E+00 | 5,1E-09 | 8,5E-09 | 7,0E-09 | 1,5E-09 | 0,0E+00 | 4,1E-10 |
| POCP [kg Ethene-Equiv.] | 9,5E-04 | 8,8E-04 | 4,7E-05 | 0,0E+00 | 2,5E-05 | 1,4E-05 | 1,4E-05 | 1,5E-09 | 0,0E+00 | 4,1E-10 |

Stängsel – känslighetsanalys med alternativa livslängder

| | NTR A 20 year | | | | | Robinia 8 year | | | | |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------|---------|-------------|----------------|---------------|--------------|---------|-------------|
| | Total | Product stage | Construction | Use | End of life | Total | Product stage | Construction | Use | End of life |
| GWP [kg CO2-Equiv.] | 0,10 | 0,09 | 0,01 | 0,0E+00 | 0,00 | 0,22 | 0,17 | 0,03 | 0,0E+00 | 0,02 |
| AP [kg SO2-Equiv.] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0E+00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0E+00 | 0,00 |
| EP [kg Phosphate-Equiv.] | 0,000255 | 0,000240 | 0,000012 | 0,0E+00 | 0,000003 | 0,000468 | 0,000426 | 0,000043 | 0,0E+00 | 0,000023 |
| ODP [kg R11-Equiv.] | 7,1E-09 | 5,4E-09 | 1,3E-09 | 0,0E+00 | 3,5E-10 | 1,7E-08 | 1,3E-08 | 4,6E-09 | 0,0E+00 | 2,5E-09 |
| POCP [kg Ethene-Equiv.] | 8,0E-05 | 7,2E-05 | 6,4E-06 | 0,0E+00 | 1,7E-06 | 1,5E-04 | 1,3E-04 | 2,3E-05 | 0,0E+00 | 1,2E-05 |

| | Learch 8 year | | | | | Plastic 30 year | | | | |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------|----------|-------------|-----------------|---------------|--------------|----------|-------------|
| | Total | Product stage | Construction | Use | End of life | Total | Product stage | Construction | Use | End of life |
| GWP [kg CO2-Equiv.] | 0,27 | 0,25 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,13 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| AP [kg SO2-Equiv.] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| EP [kg Phosphate-Equiv.] | 0,000541 | 0,000510 | 0,000020 | 0,000000 | 0,000011 | 0,000161 | 0,000159 | 0,000002 | 0,000000 | 0,000000 |
| ODP [kg R11-Equiv.] | 2,4E-08 | 2,0E-08 | 2,2E-09 | 0,0E+00 | 1,2E-09 | 4,5E-09 | 4,3E-09 | 1,9E-10 | 0,0E+00 | 4,7E-13 |
| POCP [kg Ethene-Equiv.] | 2,6E-04 | 2,4E-04 | 1,1E-05 | 0,0E+00 | 5,7E-06 | 4,2E-05 | 4,2E-05 | 1,9E-10 | 0,0E+00 | 4,7E-13 |