

CHALMERS



Lärk eller Impregnerat

– en kvalitativt jämförande livscykelanalys
av sibirisk lärk och svensk tryckimpregnerad furu

ANDREAS JILDESTEDT

Institutionen för byggt teknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg
Rapport nr. 2007:35

Sammandrag

Användandet av tryckimpregnerat virke har i Sverige ökat under de senaste åren, men samtidigt har Kemikalieinspektionens (KemI) restriktioner för hanteringen av virket blivit hårdare. Ett flertal företag lanserar därför på den svenska marknaden alternativa träslag med bibehållen beständighet men utan impregnering. Virkessorter ska användas i träkonstruktioner som annars skulle bestå av impregnerat virke. Ett av dessa träslag är den sibiriska lärken.

Syftet med arbetet är att undersöka möjligheterna till att göra en förenklad bedömnings vid materialval av trä med hjälp av miljöbelastningskriterier. Examensarbetet jämför miljöbelastningen av Svensk tryckimpregnerad furu med sibirisk lärk genom att undersöka virkessorternas miljöeffekter under timrets hela livslängd.

Studien genomfördes som en kvalitativ livscykelanalys använts för att kartlägga virkessorternas miljöbelastning, som har jämförts steg för steg i ett vaggan till graven perspektiv. Informationen kommer hand från olika källor har t.ex. oberoende organisationer som universitet, myndigheter och internationella statistikorgan men också från tillverkare och importörer.

Slutsatsen i arbetet är att det krävs mycket kunskap och information för att göra materialvalsbedömningen. Viktiga kriterier för valet av virke är livslängd och transportavstånd. I valet av virkeslag är det viktigt att bestämma vilket miljöproblem som är i fokus. Studien visar att den lokala miljöbelastningen blev störst för tryckimpregnerat furu pga. kemikalieläckage från överskott av kemikalier i trä från impregneringsprocessen. I det globala perspektivet bidrar importen av sibirisk lärk till en större miljöbelastning eftersom transporterna och produktionen av elektricitet i Ryssland bidrar till klimatförändringarna.

Engelska

The use of preserved pine timber has increased in Sweden during the last five years by over 50%. At the same time, The Swedish organisation for inspection of chemicals, Kemikalieinspektionen (KemI), implement stricter management restrictions on then use of persevered timber. In response to the stricter regulation a number of companies introduce alternative timber with maintained durability without preservation to the Swedish market. The unpreserved timber should replace the preserved timber in wood constructions. One of these timber qualities is the Siberian larch

The purpose with this thesis is to investigate the possibilities to make a simplified material choice in the wood building construction industry by using environmental criteria in the assessment process. The thesis compares the

environmental effects of Swedish preserved pine tree with Siberian larch by investigating the timber qualities' in a life time perspective.

The study is performed as qualitative life cycle analysis to chart the environmental impact of the timber qualities. The life cycle of the timber qualities are compared step by step in a cradle to grave perspective. The information in the thesis comes from independent sources such as libraries, international statistical bodies and authorities but also from timber importing companies and timber producers

The conclusion from the study is that knowledge and information is required in the material choice assessment. Important criteria in the choice of timber material are life cycle lifetime and distance of timber transportation. Further results from the study were that on the local scale Siberian larch cause lower environmental effects on the environment than Swedish preserved pine due to chemical leaching effects from the preserved timber. On the global scale the import of Siberian larch contributes to climate change through long distance transportation and the production of electricity in Russia.

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
2	Fakta.....	4
2.1	Träslag	4
2.1.1	Lärk	5
2.1.2	Furu	5
2.2	Tryckimpregnering och förädlingsprocesser	6
2.2.1	Impregneringen.....	7
2.2.2	Hälsa- och miljöaspekter	9
2.3	Lagstiftning och frivilliga initiativ.....	11
2.3.1	Mål	11
2.3.2	Virke	12
2.4	Skogsbruksplan och FSC	13
2.4.1	Forset Stewardship Council (FSC)	14
3	Elproduktion	15
3.1.1	Sveriges elproduktion	15
3.1.2	Rysslands elproduktion.....	15
4	Livscykel för lärk och furu	17
4.1	Livscykelanalysmetoden.....	17
4.1.1	Definition av studiens mål	17
4.1.2	Definition av studiens omfattning.....	18
4.1.3	Inventering	19
4.1.4	Miljöpåverkansbedömning	20
4.1.5	Tolkning.....	20
4.2	Definitioner och avgränsningar för lärk och fur	21
4.2.1	Funktionella enheter	21
4.2.2	Avgränsningar.....	21
4.3	Konceptuella modeller för lärk och furu.....	23
4.4	Skogsavverkning.....	27
4.4.1	Furu	27
4.4.2	Lärk	27
4.5	Sågning och förädling	28
4.5.1	Furu	28
4.5.2	Lärk	29
4.6	Ytbehandling.....	31
4.6.1	Furu	31
4.6.2	Lärk	31
4.7	Brukarfas.....	31
4.7.1	Furu	32
4.7.2	Lärk	33
4.8	Återanvändning.....	33
4.8.1	Furu	34
4.8.2	Lärk	34
4.9	Avfallshantering.....	34
4.9.1	Furu	34
4.9.2	Lärk	35
5	Jämförelse av lärk och impregnerat virke.....	36

5.1	Råvara	36
5.2	Tillverkning och förädling	36
5.2.1	Sågning	36
5.2.2	Transport	37
5.2.3	Ytbehandling	38
5.3	Användning	38
5.4	Avfall	38
5.5	Sammanfattning	38
5.6	Sammanfattande analys	40
6	Diskussion	41
7	Slutsatser	43
8	Källförteckning	44

1 Inledning

Tillverkningen av tryckimpregnerat virke har mellan åren 1995 och 2001 ökat med över 50 % i Sverige (tabell 2). Samtidigt rekommenderar kemikalieinspektionen (KemI), med stöd av miljöbalken, att tryckimpregnerat virke skall användas med stor försiktighet med anledning av impregneringsmedlens miljöpåverkan (Brandhorst, M 2001). Även den allmänna miljödebatten har under de senaste decennierna varit stark, följden har blivit att företag sett en efterfrågan på alternativa material, med god motståndskraft mot röta men med en mindre miljöbelastning. Sibirisk lärk är ett av träslagen som marknadsförs som alternativ till tryckimpregnerat virke (Slottsbro AB och Eds trä AB).

Syftet med rapporten är därför att kvalitativt jämföra virkesslagens miljöpåverkan ur ett vaggan-till-graven-perspektiv. Vidare syftar rapporten till att utveckla en metodik för vägledning vid val av material som skall placeras på platser där fukt och rötskador är dimensionerande för beständigheten.

För uppgifter om materialen lärk och impregnerat virke har databaser använts. För information om lärk har importörer för lärk kontaktats (se källförteckning) Detta för att kartlägga hur virket hanteras från Sibirien till Sverige. Svenska impregneringsföretag har kontaktats för information om impregneringsmetoder och berörda organisationer. Tillsynsmyndigheter har gett information inom respektive område.

Rapporten är avgränsad till att behandla de delar av förädling och transport som skiljer impregnerat svenskt furuvirke från sibiriskt lärkvirke. Att furu valdes beror på dess dominans bland de impregnerade virkessorterna (tabell 2). En kvalitativ jämförelse har gjorts mellan alternativen där en begränsad livscykelanalys utgör rapportunderlaget. Rapporten är avgränsad till maskinell slutavverkning.

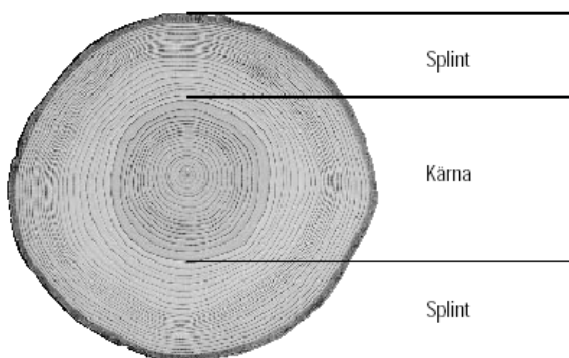
Avverkning med motorsåg behandlas inte beroende på bristande lönsamhet i jämförelse med maskinell avverkning. För att avgränsa ligger byggnation och underhåll av vägnätet utanför rapporten, det kommer inte att behandlas. I de fall transporter behandlas i rapporten, avses endast miljöpåverkan för den effektiva transportsträckan, transporten från A till B. Sträckan B till A, antas uteslutande utgöras av annan vara, ej knuten till rapporten. Rapporten behandlar inte förflyttning av arbetskraft då denna anses vara av samma belastning för miljön för båda virkessorterna.

2 Fakta

För att göra en livscykelanalys (LCA) krävs bakgrundsinformation om produkterna. Det krävs även information om hur en LCA görs och vilka ämnen den skall behandla. Kapitel två förklarar de grundläggande delarna i en LCA och de ger bakgrundsinformation för såväl lärkvirke som impregnerat virke.

2.1 Träslag

Trä är ett i grunden biologiskt nedbrytbart material, vilket är en nackdel i de sammanhang när man önskar ett material med lång livslängd. Nedbrytningsgraden är beroende av tre kriterier, varav alla måste vara uppfyllda för att nedbrytning skall ske. Kriterierna är: god tillgång på syre, värme och en hög fukthalt. Orsaken till nedbrytning är att just ovan nämnda kriterier är den bästa tänkbara miljön för nedbrytande organismer. I de fall något av kriterierna saknas sker ingen nedbrytning eller om tillgången är begränsad sker en mycket långsam nedbrytning. Som exempel kan nämnas virke som har legat på sjöbotten under en längre tid. Virket har tack vare den låga syrehalten i vattnet utsatts för en långsammare nedbrytning, jämfört med det virke som har legat på land och utsatts för större syretillgång. Som synes i Figur 1 är trädstammen i genomskärning indelad i två områden, kärna och splint. Uppdelningen av virket beror på skiftande egenskaper för de olika delarna. Kärnveden är hos alla träslag bättre beständig mot röta än splintveden, så även för tall och lärk. (Nilsson T och Edlund M-L 1996) Skillnaden mellan kärn- och splintved beror på att kärnveden har en högre halt av t.ex. hartssyror som verkar bromsande på nedbrytningen. Generellt kan man också säga att ju högre densitet ett träslag har desto bättre motståndskraft har det mot nedbrytning. En hög densitet beror på en tät struktur hos träslaget eller med andra ord tätt mellan årsringarna. Detta i sin tur leder till virke med bättre motståndskraft mot nedbrytning.



Figur 1 Furustock i genomskärning (Att välja trä 1999)

2.1.1 Lärk

Sibirisk Lärk (*Larix sibirica*) växer på Sibiriska höglandet i Krasnojarskområdet. Ellipsen i Figur 2 markerar avverkningsområde för den lärk som avses i rapporten. Som synes ligger städerna Krasnojarsk och Irkutsk i ellipsen. Båda städerna är viktiga handels- och omlastningsplatser för lärkvirke (importörer av lärkvirke 2004). Lärken är en av norra Asiens viktigaste träslag med stor utbredning. Den växer p.g.a. sin geografiska placering långsamt och har en densitet på $1,0 \text{ ton/m}^3$ för nysågat virke och $0,7 \text{ ton/m}^3$ för torkat virke (Att välja trä, 1999). Lärken har använts till träkonstruktioner under flera hundra år. Som exempel kan nämnas att den ryska flottan under 1700-talet använde sig av lärk vid fartygsbyggen. Som jämförelse kan sägas att den svenska flottan använde sig av ek vid fartygsbyggen under samma tidsperiod.



Figur 2, Karta över norra Asien och norra Skandinavien, *Microsoft Encarta 97*. Ellipsen markerar avverkningsområde för lärk.

2.1.2 Furu

Tall (*Pineus Sylvestres*) eller furu som träslaget heter, är ett vanligt förekommande träslag i hela norra Europa. I Sverige har furu varit ett vanligt träslag vid möbelsnickerier, men det har även använts i utomhuskonstruktioner så som stommaterial till byggnader under flera hundra år. Densiteten för torkat furuvirke ($<12\%$ fukt i virket) är $0,5 \text{ ton/m}^3$, vilket kan jämföras med det torkade lärkvirkets densitet på $0,7 \text{ ton/m}^3$. Tallen har en mjuk splintved och en hård kärnved, se Figur 1. Kärnveden är måttligt beständig mot röta medan splintveden måste impregneras för att bli lika beständig. Det finns en rad metoder för att bromsa nedbrytningen, en är att impregnera virket med hjälp av kemikalier. I Sverige impregnerades 2001 ca 5% av de totalt 16 milj. m^3 barrvirke som sågades (Tabell 1) (Tabell 2) (Bilaga 4).

Tabell 1 Sågat virke i Sverig 1990-2001

År	Gran		Tall		Löv		Totalt 1 000 m ³
	1 000 m ³	Andel	1 000 m ³	Andel	1 000 m ³	Andel	
1990	6 404	0,53	5 417	0,45	169	0,02	11 990
1995	8 784	0,58	6 327	0,41	194	0,01	15 305
2000	9 068	0,55	7 234	0,44	168	0,01	16 470
2001	8 809	0,55	7 021	0,44	157	0,01	15 988

Källa: skoglig statistisk årsbok

2.2 Tryckimpregnering och förädlingsprocesser

Tryckimpregneringsprocessen har varit kontrollerad i varierande skala i Sverige sedan 1969. Fram till 1981 var kontrollen främst i form av anmälningsplikt, vilket innebar att impregneringsanläggningen var tvungen att registreras hos länsstyrelsen, innan verksamheten påbörjades. I samband med ny miljölagstiftning 1981, ändrades anmälningsplikten till individuell tillståndsprövning. De nya reglerna innebar att länsstyrelserna kunde bifoga produkt- eller tidsbegränsningar till impregneringstillståndet. De nya reglerna gällde endast nystartade anläggningar. De som sedan tidigare hade tillstånd berördes inte av ändringen. Förändringen bidrog till mindre läckage av impregneringsvätska i samband med tryckimpregneringen och alltså en minskad miljöpåverkan.

Antalet tryckimpregneringsanläggningar som saknade individuell tillståndsprövning och därmed inte uppfyllde miljöskyddslagen var 1999, 37st, d.v.s. 1/3 av samtliga anläggningar i Sverige, se bilaga 1. De skillnader i miljökrav som gällde äldre, jämfört med nya impregneringsanläggningar, drabbade inte endast miljön, utan innebar också ekonomiska nackdelar för dem som uppfyllde kraven gentemot de som inte uppfyllde dem. Detta p.g.a. att nya anläggningar var tvungna att investera i dyrare impregneringsutrustning för att uppfylla miljökraven. Äldre anläggningar kunde däremot använda sig av billigare impregneringsmetoder eftersom de inte behövde uppfylla miljökraven. För att utjämna skillnaderna genomfördes en lagändring 2002 då generella föreskrifter som gällde alla anläggningar trädde i kraft. Tryckimpregneringsföretagen hade då fram till utgången av 2003 på sig att uppfylla kraven för att få fortsatt verksamhetstillstånd. (Gustavsson 2000).

Produktionen av impregnerat virke har under de senaste åren ökat med 50 % och var 2001 ca 840 000 m³, se Tabell 2. Ökningen har främst skett för sågat virke och stängselstolpar. Tabellen tar upp en rad olika användningsområden för impregnerat virke. Sliprar syftar på järnvägssliprar, stolpar på stolpar för el eller tele ledningar, sågat virke innebär virke för byggkonstruktioner, stängselstolpar används i stor utsträckning för djurhållning och snickerier är färdiga snickerier för placering utomhus. Av totalmängd impregnerat virke utgjorde furuvirke ca 80 %

eller 656 000m³. Det skall inte råda några tvivel om vad som är impregnerat på de ställen där virket säljs. Därför skall allt impregnerat virke märkas med bl.a. användningsområde, vilka föreskrifter som gäller för bearbetning av virket och hur uttjäntvirke skall omhändertas eller destrueras, se bilaga 2.

Tabell 2, Mängd impregnerat virke 1995-2001 i Sverige

År	Sliprar	Stolpar	Sågat Virke	Stängsel-stolpar	Snickerier	Övrigt	Totalt	Furu	Gran
	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
1995	29 600	47 700	429 800	23 400	17 700	100	548 300	430 500	117 800
2000	10 600	53 400	671 000	41 900	21 900	800	799 600	646 800	152 800
2001	9 755	61 790	709 812	42 361	15 451	549	839 718	656 374	183 344

Källa: Svenska träskyddsföreningen

2.2.1 Impregneringen

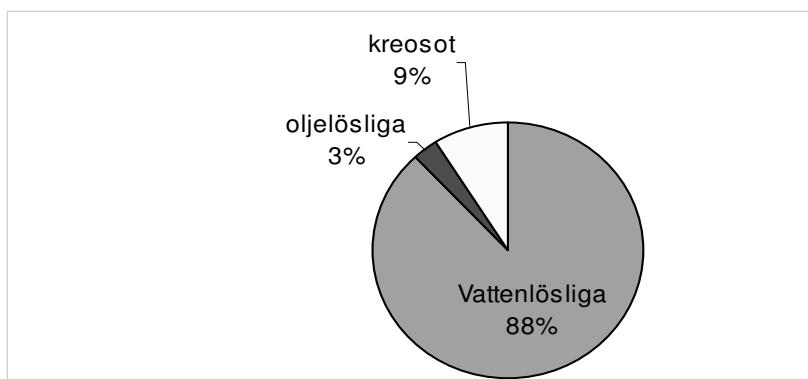
Tryckimpregnerat virke är av Nordiska träskyddsrådet (NTR) indelat i fyra NTR-märkningsklasser (Brandhorst 2001). Dessa är NTR-M för marin miljö, NTR-A för kontakt med mark och vatten, NTR-AB ovan mark och NTR-B för färdiga snickerier. Klassindelningen är gjord för att minimera användandet av impregneringsmedel. Lägre klass innebär mindre impregneringsmedel och därmed mindre miljöpåverkan, se. Sveriges Provning- och Forskningsinstitut (SP) är kontrollerande organ för impregnerat virke. SP testar impregnerat virke så att de håller kraven för respektive NTR-klass.

Tabell 3, NTR-klasserna, dess användningsområden och impregneringsmedel

Klassindelning	Användningsområde	Virkestyp	Vanligt förekommande impregneringsmedel
M	Marin miljö	Sågat virke	CCA* och kreosot
A	Kontakt med mark och vatten	Sågat virke och stolpar. >45 mm	CCA*, kreosot, CCP*, CCB*, tebukonazol
AB	Ovan mark, altaner och fasader.	Sågat virke. T <45 mm	Propikonazol,tebukonazol samt olika bor-, jod-, kopparföreningar
B	Snickerier	Sågat virke, fönster-dörrar	Propikonazol Tebukonazol

Källa: Skåne län, Lagtext i klartext, regler för försäljning och hantering av träskyddsbehandlat virke.*CCA=koppar ,krom och arsenik, CCP=koppar, krom och fosfor, CCB=koppar, krom och bor. En utförligare förklaring till impregneringsmedlen finns i bilaga 5.

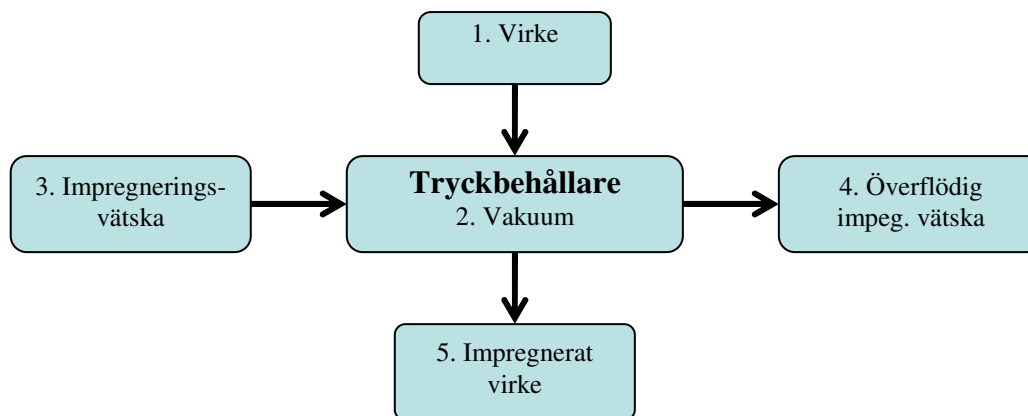
Som Tabell 3 visar, finns det ett antal olika impregneringsmedel. De klassas i tre huvud grupper: vattenlösliga medel, oljelösliga medel och kreosot, se Figur 3. 1998 var fördelningen av användandet följande: vattenlösliga 88 %, oljelösliga 3 % och kreosot 9 %, av total produktion i Sverige.



Figur 3. Fördelning av impregneringsmedel. Total produktion 1998 (Gustavsson 2000)

Tryckimpregneringsprocessen är indelad i fem steg och sker i huvudsak enligt nedan uppräknade punkter. (Bitus Timber Preservation AB) och (Chemwood AB).

1. Virket placeras i en tryckbehållare, s.k. tub
2. Luften sugas ut och vakuum bildas.
3. Impregneringsvätska tillförs och ett övertryck tillförs tuben.
Behandlingens längd, typ av impregneringsmedel och mängden impregneringsmedel varierar beroende på vilken NTR-klass som önskas. (En längre behandlingstid och mer impregneringsmedel ger ett virke med större motståndskraft mot nedbrytning)
4. Impregneringsvätskan sugas först ut och därefter luften, för att åter igen får ett undertryck i tuben. Denna gång för att avlägsna överflödiga impregneringsvätska.
5. Virket tas ur tuben. Impregneringsvätskan fixeras i och med att virket torkas.



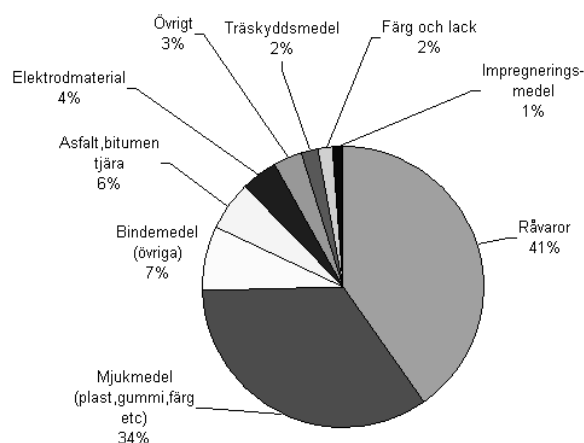
Figur 4. Schematisk bild av impregneringsprocessen

2.2.2 Hälsa- och miljöaspekter

Kemikalieinspektionen (KemI) ger allmänna råd och förklaringar till lagtexterna angående hantering av träskyddsbehandlat virke. De allmänna råden rekommenderar noga övervägande av träskyddsmedel. Tryckimpregnerat virke är en sistahandslösning och användas först när alternativa lösningar är uteslutna. Detta medför att användning av material med mindre negativ miljöpåverkan används och regleras av substitutionsprincipen Utbytesregeln 5 § (1990:239).

I de flesta fall får CCA- och kreosotimpregnerat virke endast användas i yrkesmässig hantering där det är svårt att byta ut virket, t.ex. brokonstruktioner. Anledningen till restriktionerna är att de anses ge orimligt hög miljö- och hälsopåverkan. I Tabell 4 framgår det att fyra av de fem uppställda miljö- och hälsoskadliga effekter ges av CCA-impregnering (koppars, krom och arsenik) och kreosot. Kreosot får dock användas av privatpersoner 30 år efter impregnering. Riskerna för svettning som annars är orsaken till restriktionerna, anses efter 30 år vara på så låga nivåer att de kan hanteras även av gemene man. Kemikalieinspektionen avråder dock till att använda virket till sarger runt sandlådor och rabatter. Uttjänt impregnerat virke skall tas omhand av godkänd organisation eller företag enligt lagen om farligt avfall. Omhändertagandet är avgiftsbelagt för att täcka kostnader för transport och destruktion av virket.

Den största faran med tryckimpregnerat virke är de cancerogena, mutagena och reproduktionsstörande ämnen (CMR-ämnena) som ingår i impregneringsmedlen. Bland dessa kan nämnas kreosot, krom och arsenik. 2001 utgjorde impregneringsmedlen 1 % eller 1 600 ton av totala användningen av CMR-ämnena i varor gällande Sverige 2001.



Figur 5 Användningen av cancerogena, mutagena och reproduktionsstörande ämnen (CRM-ämnen) för produktion av varor i Sverige 2001. (Kemikalieinspektionen, 2004)

Impregneringsmedlens påverkan på miljön eller hälsan är beroende av dess beståndsdelar. Gemensamt för dem är dock att destruktionen skall ske under kontrollerade former. I Tabell 4 listas en rad vanligt förekommande impregneringskemikalier och deras miljöpåverkan, se även bilaga 3. Impregnerat virke är därför olämpligt för okontrollerad förbränning t.ex. majbrador eller villapannor, beroende på att de ämnen som ingår i impregneringsmedlen frigörs vid förbränning (Brandhorst 2001). Vid förbränning av impregnerat virke krävs rökgasrening där reningskraven är lägre för förbränningsanläggningar av kreosotimpregnerat virke än för motsvarande anläggningar för CCP-impregnerat virke. (Eriksson, K 2004). Kreosot är lättare att avskilja från rökgaserna än koppar, krom och arsenik (CCA). Detta medför att kreosotimpregnerat virke i större utsträckning kan användas som bränsle i förbränningsanläggningar. Förbränningen innebär förutom emissioner även värme som kan värma bostäder och lokaler om förbränningen sker i anslutning till fjärrvärmeverk. Det kan även innebära produktion av elkraft. Den mängd elkraft som utvinns vid förbränning kan trots allt inte uppväga förbrukningen vid förädling.

Tabell 4, Några impregneringsmedel och deras hälsopåverkan.

Namn	Bio-acumulerande	Giftig för vattenlevande djur och växter	Cancerframkallande	Allergi- framkallande	Fortplantningsnedsättande
Arsneik		X	X		
Borsyra/Borax					X
Diklofluorid	X	X		X	
Jod-propynyl-butylkarbammat		X			
Koppar	X	X			
Kreosot	X	X	X	X	
Krom	X	X	X	X	
Tebukonazol		X			X

Kemikalieinspektionen: *Tänk på miljön – välj rätt virke och träskydd*

2.3 Lagstiftning och frivilliga initiativ

Som tidigare sagts är trä ett i grunden biologiskt nedbrytbart material. Men det finns en rad faktorer förutom nedbrytningen som skall beaktas innan ett material kan sägas vara miljövänligt. En faktor är hur man förädlar materialet. För trä eller virke innebär det även skogsskötsel. Den regleras dels med lagar men även med hjälp av frivilliga organisationer. Förutom skogsskötsel finns det en rad miljöområden som skyddas av lagar och som kommer att behandlas i kapitlet.

2.3.1 Mål

Sveriges riksdag antog 1999 femton miljö kvalitetsmål, Tabell 5.

Målen beskriver vad Sveriges natur-, miljö- och kulturresurser skall ha för egenskaper för att nå ett ekologisk hållbart samhälle (De facto 2002). Syftet med målen är att:

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

Målen är generationsmål och skall vara uppfyllda inom en 30 års period. Målen har konkretiserats genom delmål och ansvaret för att genomföra målen ligger på olika myndigheter, se

Tabell 5. Miljömålsrådet är inrättat av regeringen och har som uppgift att följa upp miljömålen. I rådet ingår representanter från Boverket, Energimyndigheten, Fiskeriverket, Jordbruksverket, Kemikalieinspektionen, kommunerna, länsstyrelserna, Naturvårdsverket, Riksantikvarembetet, Skogsstyrelsen, Socialstyrelsen, Statens folkhälsoinstitut, Statens strålningsinstitut, Svenskt näringsliv, Sveriges geologiska undersökning och Vägverket.

Vidare antogs även tre åtgärdsstrategier för att nå ovan beskrivna mål, dessa är effektiviserings-, kretslopps- och hushållningsstrategin. Med effektiviseringsstrategin menas att energi och transporter skall användas på ett så effektivt sätt som möjligt. Kretsloppstrategin avser att material skall återanvändas och att kretsloppen skall vara så giftfri som möjligt. Hushållningsstrategin syftar till att minska belastningen på mark, vatten och bygdemiljön genom att bl.a. använda återvunnet material istället för nyutvunnet.

2.3.2 Virke

Tabell 5. Sveriges miljömål och de målsättningar som är relevanta för jämförelsen mellan Svensk NTR-AB impregnerad fur och Sibirisk lärk.

Nr	Miljömål	Ansvarig myndighet	Relevans till rapporten
1	Frisk luft	<i>Naturvårdsverket</i>	Elproduktion för förädling och transporter av virke bidrar med utsläpp till luften
2	Grundvatten av god kvalitet	<i>Sveriges geologiska institut</i>	Urlakning kan skada grundvattnet
3	Levande sjöar	<i>Naturvårdsverket</i>	Urlakningen kan skada vattnet i insjöar
4	Myllrande våtmarker	<i>Naturvårdsverket</i>	Avvattning av skogsmark har tidigare använts som produktionshöjande åtgärd, därav påverkan av bakgrundssystem
5	Hav i balans samt levande kuster	<i>Naturvårdsverket</i>	Urlakningen kan skada vattnet och de djur och växter som lever vid kusten.
6	Ingen övergödning	<i>Naturvårdsverket</i>	Transporter ger påverkan i och med utsläpp av Kväveoxider. Fosfor används som impregneringsmedel för trä
7	Bara naturlig försurning	<i>Naturvårdsverket</i>	Vissa impregneringsmedel har en t.ex. försurande effekt
8	Levande skogar	<i>Skogsstyrelsen</i>	Skogsägarna har ansvaret för att skogarna sköts på ett sätt som främjar levande skogar
9	Ett rikt odlingslandskap	<i>Jordbruksverket</i>	
10	Storslagen fjällmiljö	<i>Naturvårdsverket</i>	
11	God beyggd miljö	<i>Boverket</i>	Användningen av impregnerat virke
12	Giftfri miljö	<i>Kemikalieinspektionen</i>	Vissa impregneringsmedel är giftiga.
13	Säker strålmiljö	<i>Statens strålskyddsinstitut</i>	Stegat ingår här i bakgrundssystemet för elproduktion
14	Skyddande ozonskikt	<i>Naturvårdsverket</i>	Flertalet emissioner som behandlas i rapporten klassas som växthusgaser
15	Begränsad klimatpåverkan	<i>Naturvårdsverket</i>	I rapporten härleds påverkan till transporter

2.4 Skogsbruksplan och FSC

I Sverige, liksom i övriga världen, finns skogar med unika biotoper, där sällsynta växt- och djurarter lever tack vare biotopens unika miljö. Produktionsmålen d.v.s. de ekonomiska intressena har fram till för ca 20 år sedan getts en allt större betydelse på miljöns bekostnad, vilket har medfört att naturvärdena i biotoperna åsidosatts. För att bevara och återskapa skogarna har Skogsvårdsstyrelsen (SV) delat in Sveriges skogar i fyra klasser: PG, PF, NS och NO. Målet för SV är att all skog i Sverige skall ha en skogsbruksplan, som beskriver hur skogen skall brukas på ett sätt som tar hänsyn till både ekonomiska och biologiska intressen. Bedömningen vid klassificeringen beror på skogens naturvärden.

PG, Produktion med generell naturvårdshänsyn

Majoriteten av Sveriges skogar klassas som PG. T.ex. ordinär barrskog, anlagda lövskogar och igenplanterade hagmarker. Skogarna anses inte innefatta några unika biotoper som är svåra att återskapa vilket leder till att skogarna brukas för att ge största möjlig ekonomisk avkastning. Vid avverkning sparas torrträd och träd av särskild art samt hänsyn tas till kantzoner kring våtmarker och vattendrag då de generellt är känsliga för förändring. PG innebär att högst 10 % av skogsmarken består av särskilda naturvärden.

PF, Produktion med förstärkt naturhänsyn

Exempel på PF-klassade skogstyper är, granskog med inslag av gamla grova aspar med bohål, eller tallskog på känslig mark. Skogen har ett stort produktionsvärde men även ett relativt stort naturvärde. PF kan innebära att mindre områden av den produktiva skogsmarken ges förstärkt naturhänsyn. Naturvärdena utgör mer än 10 % och i vissa fall över 50 % av arealen.

NS, Naturvård skötselkrävande

NS exemplifieras av skogsmark med lövträd i hagmark, lövbestånd med inslag av ädellöv och tallbestånd.

Åtgärder sker endast då det ur naturvårdssynpunkt är av intresse. I många fall är det beroende på ett överbestånd av gran, vilket hämmar mångfalden. Målet kan både vara att bibehålla befintlig miljö och att återskapa tidigare miljöer.

Skogsbruksplanen anger ett detaljerat mål för området och 100% av arealen innefattas av NS.

NO, Naturvård orört

NO-klassade skogsmarker är t.ex. sumpskogar som tidigare p.g.a.

grundvattennivån i marken inte kunnat nås för avverkning eller utkörning. Till NO-klassade skogar hör ädellövskogar dominerande av bok, lind, alm eller lönn. Områdena ges skogsskötsel endast vid enstaka tillfällen och då för att påskynda

skogens eget återskapande av ursprungliga biotoper. Även här har 100% av skogsarealen unika naturvärden.

2.4.1 Forset Stewardship Council (FSC)

Förutom Sveriges miljölagstiftning gällande skogsproduktion finns FSC, en oberoende organisation med säte i Mexiko. Den har till uppgift att ”uppmuntra till miljöanpassat, samhällsnyttigt och ekonomiskt livskraftigt bruk av världens skogar” (Svensk FSC, 2004). FSC ställer krav på bl.a. arbetsförhållanden, att särskild hänsyn tas till urbefolkning, känsliga skogsområden med bevarande av biotoper och ett miljöanpassat skogsbruk. Standarderna för miljö och biologisk mångfald är uppdelade i åtta delar:

1. Bevarande och restaurering av biotoper
2. Biotoper med särskild skötsel
3. Vattenvård
4. Markvård
5. Föryngring, beståndsvård och avverkning
6. Skogsbruk i kulturlandskapet och på tidigare öppen kulturmark
7. Övergripande planering
8. Kretsloppsanpassning

Sverige uppfyller FSC:s mål nr ett, två, fem, sex och sju i och med miljökvalitetsmål nr åtta, levande skogar och tillhörande skogsbruksplan. Nr tre, fyra och åtta uppfylls av miljökvalitetsmålen ställda av Sverige, se och jämför med

Tabell 5. Sveriges FSC-mål är undertecknade av en rad skogsbruksföretag, miljöorganisationer, förädlingsföretag och etniska grupper.

3 Elproduktion

Elproduktionen är ett av bakgrundssystemen som behandlas i rapporten. Elenergi används till förädling och transport samt utgör i rapporten en betydande del av energianvändningen. Elproduktionens miljöbelastning beror på typ och val av elkälla. Därav ges nedan ett medelvärde för emissioner vid produktion av en kWh i respektive land.

3.1.1 Sveriges elproduktion

Sverige elkraft är i huvudsak producerad med hjälp av vatten- och kärnkraft (tabell 8). Information om mängden utsläpp av SO₂ och NO_x, kopplade till olika energikällor kommer från Vattenfall och dessa är resultatet av livscykelanalyser gjorda av vattenfall för samtliga nedan nämnda energikällor. Genom att vikta utsläppen från var och en av elkällorna, efter den del av den totala produktionen som de utgjorde 2002 och sedan lägga samman dessa, fås ett medelvärde per kWh för utsläppen i Sverige under 2002.

Tabell 6 Genomsnittligt utsläpp av SO₂ och NO_x för produktion av en kWh elenergi i Sverige.

Energi källa	Produktion	Andel av total produktion	SO ₂	NO _x	Totalt SO ₂	Totalt NO _x
	[TWh]		[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]
Vattenkraft	66	0,44	0,002	0,0065	89*10 ⁻⁵	29*10 ⁻⁴
Kärnkraft	65,6	0,44	0,014	0,0165	62*10 ⁻⁴	73*10 ⁻⁴
Kraftvärme	10,7	0,072	0,024	0,02	17*10 ⁻⁴	14*10 ⁻⁴
Kondenskraft	0,5	0,0034	0,55	0,75	18*10 ⁻⁴	25*10 ⁻⁴
Vindkraft	0,6	0,0040	0,008	0,009	32*10 ⁻⁶	36*10 ⁻⁶
Elimport minus export	5,4	0,036				
Totalt i Sverige	148,8	1			11*10⁻³	14*10⁻³

Källa: www.stem.se, sök: energiläget i siffror 2003, 2004-04-23 och www.vattenfall.se 2004-04-26. Kolumn fyra och fem redovisar emissioner per kWh för varje enskild kraftkälla. Kolumn sex och sju redovisar emissioner för en kWh där varje kraftkälla är viktad efter andel av Sveriges elproduktion.

3.1.2 Rysslands elproduktion

Rysslands elproduktion var 2001, 888 TWh (Handbook "Russia 2002"). Elenergin producerades till största delen av värmekraftverk, 64 %, (se Tabell 7 gas, kol och olja). Uppgifter om utsläpp av SO₂ och NO_x vid produktion av elenergi är hämtade från motsvarande anläggningar i Sverige. Eftersom de svenska miljökraven för emissioner till luft är internationellt sett höga ligger troligen de verkliga emissionerna till luft i de ryska värmekraftverken högre än de svenska. De slutgiltiga värdena för utsläpp av SO₂ och NO_x är ett medelvärde för elproduktion av en kWh i Ryssland 2001.

Tabell 7 Genomsnittligt utsläpp av SO₂, NO_x och CO₂ för produktion av en kWh elenergi i Ryssland.

Energikälla	Produktion	Andel av total produktion	SO₂	NO_x	Totalt SO₂	Totalt NO_x
	[TWh]		[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]
Gas	377	0,42	0,024	0,1	0,010	0,042
Vattenkraft	176	0,20	0,002	0,0065	0,00040	0,0013
kol	169	0,19	0,45	0,35	0,086	0,067
Kärnkraft	137	0,15	0,014	0,017	0,0022	0,0025
olja	30	0,034	0,25	0,3	0,0084	0,010
Totalt	889	1			0,11	0,12

Källa: International energy agency, IEA 2001

Kolumn fyra och fem redovisar emissioner per kWh för varje enskild kraftkälla. Kolumn sex och sju redovisar emissioner för en kWh där varje kraftkälla är viktad efter andel av Rysslands elproduktion.

4 Livscykel för lärk och furu

Kapitlet tar upp de grundläggande delarna i en Livscykelanalys (LCA) och går sedan in på LCA för respektive träslag.

4.1 Livscykelanalysmetoden

Livscykelanalysen (LCA) är ett verktyg för att kartlägga en produkts eller tjänsts miljöpåverkan. LCA ger en helhetsbild av produktens miljöpåverkan och resursanvändning. Den sträcker sig från förädling av råvara till tillverkning och vidare till avfall och återvinning eller kort och gott från vaggan-till-graven. Resultatet från en LCA kan användas för att minska miljöpåverkan hos en produkt eller för att jämföra två produkters miljöpåverkan. Den delas in i två delar. Ett: livscykelinventering, där produktens olika bearbetnings- och användarsteg kartläggs, från vaggan till grav och två: miljöpåverkansbedömningen, där det beslutas vilka av de inventerade stegen som är av intresse för aktuell LCA. I miljöpåverkansbedömningen ingår även den slutgiltiga bedömningen av miljöpåverkan för respektive steg. Punkterna nedan beskriver kortfattat de viktigaste delarna i en LCA. (Baumann H. och Tillman A-M.).

- Definition av studiens mål
- Definition av studiens omfattning
- Inventeringsanalys
- Miljöpåverkansbedömning
- Tolkning

4.1.1 Definition av studiens mål

Att definiera studiens mål innebär att syftet med studien skall klargöras. D.v.s. frågor som, varför görs LCA, vem är uppdragsgivare, vart vill man komma med resultatet o.s.v. skall framgå i rapporten. Ett exempel på syfte är att jämföra två produkter med hänsyn på utsläpp av emissioner. Ett annat exempel, med ett vidare begrepp, är att undersöka en produkts totala miljöpåverkan. Syftet är en av grundstenarna till en trovärdig LCA. Läsaren kan med hjälp av syftet och den information som följer med den skapa sig en bild av LCA-rapportens trovärdighet. Många LCA bekostas av vinstdrivande företag och kan av den anledningen ge ett subjektivt resultat. Men med hjälp av syftet kan LCA läsas med rätt mått av kritik.

4.1.2 Definition av studiens omfattning

Definition av omfattningen skall behandla följande nio delar:

Funktionell enhet, för att en rättvis bedömning. För att man på ett så enkelt sätt som möjligt skall kunna jämföra LCA-studien med andra, bör de funktionella enheterna väljas bland SI-enheterna. I vissa fall kan man inte använda SI-enheter eller inte definiera ett miljöproblem eller vinst överhuvudtaget med en enhet. Lösningen blir då istället att på ett så rättvist sätt som möjligt hitta gemensamma nämnare hos produkterna. D.v.s. att kompensera för de brister en produkt har så att den blir jämförbar med övriga produkter i LCA. Antalet olika enheter är också viktigt att ta hänsyn till, en allt för stor mängd enheter kan verka förvillande, även om samtliga är SI-enheter.

Den konceptuella modellen har till uppgift att ge en överskådlig bild av produktens livscykel och dess för- och bakgrundssystemen. Den är en sammanfattande figur som beskriver produktens förädling och bearbetningssteg.

En LCA täcker inte alltid alla miljöproblem eller alla emissioner en produkt ger. Den är alltså inte heltäckande, vilket i sig inte behöver utgöra ett problem, däremot är det av stor vikt att systemgränserna definieras. Systemgränserna redogör för vilka områden som behandlas av LCA. De skall vara uppdelade i fyra delar, vilka är: systemgränser gentemot natursystem, d.v.s. vilka djur växter eller miljöproblem behandlas; gentemot tid, d.v.s. vilken skillnad i livslängd är det mellan två produkter som jämförs, som exempel kan nämnas om två produkter visar sig ha jämförbar miljöpåverkan men det skiljer mycket i hållbarhet eller livslängd är det naturligtvis fördelaktigare att välja den med längst hållbarhet; geografiska systemgränser, val av geografiskt område ger t.ex. information om transporternas storleksordning. Slutligen kommer övriga systemgränser där bakgrundssystem bl.a. ingår. Ett bakgrundssystem är ett system som inte direkt ingår i produktens livscykel, men som är en förutsättning för tillverkning av produkten. Exempel på bakgrundssystem är elproduktionen som används vid tillverkningen av många olika produkter. Tillverkning av transportfordon är ett annat exempel på bakgrundssystem. En lastbil eller ett lok tillverkas inte enbart för en specifik produkt, men är en förutsättning för transport. Det skall också tilläggas att det kan visa sig att en systemgräns som gällde i början av LCA inte behöver gälla under hela LCA-studien. Om det under rapportens skrivande framkommer att ett steg är av obetydande slag. Exempelvis att en typ av emission är så obetydlig att den inte vidare anses relevant för studiens resultat. Det är då viktigt att tala om vilken eller vilka delar som inte längre behandlas.

Allokeringsmetoderna skall redovisa t.ex. vilken energimängd varje produkt har getts vid studier av gemensamma produktionsflöden. Vid studier av företag som

tillverkar flera produkter är det av stor vikt att allokering av resurser och emissioner görs. Resultatet kan i annat fall bli missvisande.

Beskrivning av datakategorier som ingår i inventeringen medför redovisning av resursanvändning viktade med avseende på förnyelsebara respektive icke förnyelsebara källor. Utsläpp till luft, mark och vatten skall också redovisas. Att enbart se till energianvändningen kan ge en skev bild jämfört med verkligheten. Vind och kärnkraft ger olika belastningar på miljön, därav är energins ursprung av stort intresse för en LCA.

Generella antaganden som är betydande för rapporten skall redovisas. Att redovisa antaganden som inte har säkra källor är av stor vikt då rapportens trovärdighet bygger till stor del på graden av antaganden gentemot graden av fakta. Sker en liknande analys vid ett annat tillfälle, där resultaten går isär, är graden av antaganden i de respektive rapporterna av betydelse för vilken som anses trovärdigast.

Krav på bedömning av datakvalitet innebär att relevansen i tid, geografiskt läge och teknisk täckning skall anges. Inom vilka tidsperspektiv hamnar LCA:n och för vilken region eller vilket land är den gällande? Här skall också anges om data kommer från en specifik produktion eller om den är ett generellt värde för en bransch. Ett generellt resultat användas vid jämförelse av olika produkter med samma egenskaper, t.ex. transport på järnväg eller med lastbil. En företagsinriktad LCA användas vid jämförelse av producenter av liknande produkter, t.ex. två lastbilstillverkare. Som tidigare nämnts kan den företagsinriktade LCA:n också användas till att eliminera negativ miljöpåverkan för en produkt. Dessutom skall precision, fullständighet, samstämmighet och reproducerbarhet redovisas.

Metod för miljöpåverkansbedömning anger vilka tillvägagångssätt som använts för att bestämma miljöpåverkan. För att kunna jämföra rapporten med andra krävs en redogörelse för hur miljöpåverkan har bedömts, vilka miljöproblem och miljöfarliga ämnen har behandlats.

4.1.3 Inventering

Ett processträd eller en konceptuell modell tydliggör produktens livscykel och ingår i inventeringen tillsammans med metoden för datainsamlingen. Den konceptuella modellen beskriver produktens alla steg, från förädling av råmaterial till återvinnings- eller avfallssteg. Den skall på ett överskådligt sätt beskriva vägen från vaggan till graven. Syftet med den konceptuella modellen är att på ett snabbt sätt redovisa hela livscykeln för att man sedan lätt skall kunna avgöra vilka delar av rapporten som är av intresse. Under denna punkt skall också en viktning av

trovärdigheten för insamlad data göras. Slutligen skall data redovisas i tabeller på ett sätt som gör det enkelt att jämföra rapporten med andra.

4.1.4 Miljöpåverkansbedömning

Vid miljöpåverkansbedömningen är det viktigt att redovisa vilka områden som bedömningen utgår ifrån och vilka enheter dessa har. Saknas det underlag för ett område och informationen som redovisas bygger på antaganden, skall detta tydligt framgå. I rapporten jämförs utsläpp av emissioner enligt Tabell 8. Växthusgaser bidrar till en global temperaturhöjning med översvämningar och andra naturkatastrofer som följd. Försurning ger lågt pH i sjöar och skogar, ett stabilt pH-värde är en förutsättning för att djur och växter skall överleva. Vissa arter kan gynnas av ett lågt pH, men mångfalden drabbas av pH-sänkningen. Utsläpp av kväveföreningar i stora mängder ger övergödning, sjöar och vattendrag växer igen och djurlivet i närmiljön drabbas negativt. Kolmonoxiden är farlig i höga koncentrationer för närmiljön då den hämmar blodets förmåga att transportera syre.

Tabell 8, Emissioner och deras miljöpåverkan

Kemisk beteckning	Namn	Växthusgas	Försurande	Övergödande	Hämmar blodets syre-transport
CO	Kolmonoxid				X
CO ₂	Koldioxid	X			
CH ₄	Metan	X			
NO _x	Kväveoxider	X	X		
SO ₂	Svaveldioxid		X		
NH ₃	Ammoniak			X	
N ₂ O	Dikväveoxid	X			
HC	Kolväte				
P	Fosfor			X	
	Partiklar	X			

Källa: (Naturvårdsverket 2004-05-23)

4.1.5 Tolkning

Den sista delen av en LCA är tolkningen, här skall resultat tillsammans med antaganden läggas samman till en slutsats. Rapportens trovärdighet skall diskuteras och osäkerheter läggas fram. Uppgifter som av någon anledning kan ge en skev bild av produktens livscykel skall redovisas och diskuteras. Tolkningen står för det avgörande steget i en LCA. En feltolkning kan innebära att produktens miljöpåverkan ges en orimlig proportion där vikten läggs på fel miljöbelastning.

4.2 Definitioner och avgränsningar för lärk och fur

4.2.1 Funktionella enheter

De sex enheter som i huvudsak kommer att användas i rapporten är m^3 , km, W, år, g och ton. Enheterna för volym, sträcka, energi, tid respektive vikt är valda med hänsyn till att antalet enheter skall bli så få som möjligt. En kompromiss vid valet av vikenhet var tyvärr oundviklig då det skiljer allt för mycket mellan g och ton. I de flesta fall kräver enheterna inte någon vidare förklaring men virke är ett undantag. Det kan mätas på flera sätt där de två vanligaste sätten är fast- och lösmeter. I rapporten har fastmeter valts som funktionell enhet. Det innebär att den faktiska virkesvolymen av en virkeshög räknas och inte som vid lösmeter, att även tomrummet mellan stockarna räknas. Vidare kommer livslängden för virkessorterna att mätas i år. Ytterligare enheter kommer att användas men dessa bygger då på de som är uppräknade här ovan, t.ex. densitet [ton/m^3].

4.2.2 Avgränsningar

Avgränsning vad gäller vilken tid rapporten behandlar är vald till de villkor som gäller i dag. Rapporten tar inte hänsyn till eventuella förändringar i framtiden. Emissioner, energiåtgång eller förädlingsprocesser kan mycket väl ha ett helt annat utseende när exempelvis det impregnerade virket skall destrueras. Vare sig det är till det impregnerade virkets för- eller nackdel är det omöjligt att sia om framtiden.

Geografiskt avgränsas rapporten till virkeshantering i Sverige och Ryssland samt transporter däremellan.

Rapportens systemgränser är uppdelade i fyra delar. Den första delen är gentemot natursystem. Emissionernas miljöpåverkan är svåra att avgränsa till ett land och gäller därför globalt. Allmänt för rapporten är det miljöpåverkan på miljön och inte exempelvis personers arbetsförhållanden som behandlas. Frågor som har med den globala eller lokala miljöpåverkan innefattas i rapporten. De emissioner som vid miljöpåverkansbedömningen har anses vara av vikt är CO , CO_2 , CH_4 , NO_x , SO_2 , NH_3 , N_2O , HC och P. De är valda med anledning av att de på en eller fler punkter bidrar till de globala miljöproblemen, se Tabell 8.

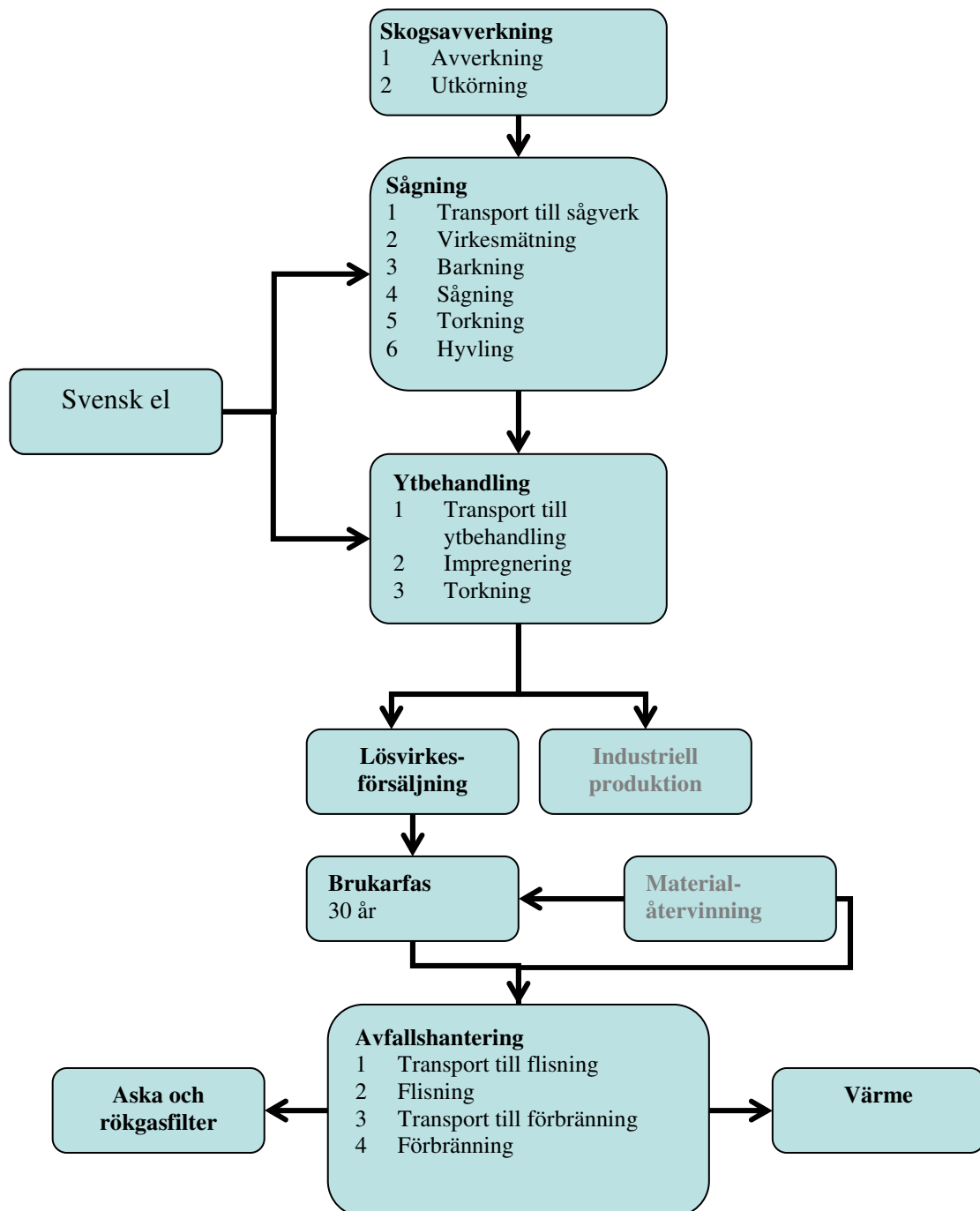
I vissa delar av rapporten har antaganden varit nödvändiga att göra för att få en helhetsbild av virkets livscykel. Detta gäller speciellt lärkvirket där informationen och tillgången på statistik varit begränsad. Antagandena har dock grundats på jämförbara situationer i Sverige och med syftet att inte ge lärkvirket en sämre ställning än de impregnerade virket. Generella antaganden som bör nämnas i detta stycke är att Ryssland antas använda dieselmotorer på basnivå och standarddiesel enligt EU. Antagandena är grundade på FN:s information om världens länder.

Informationen från FN innefattar förutom emissioner även befolkningsstatistik och ekonomi.

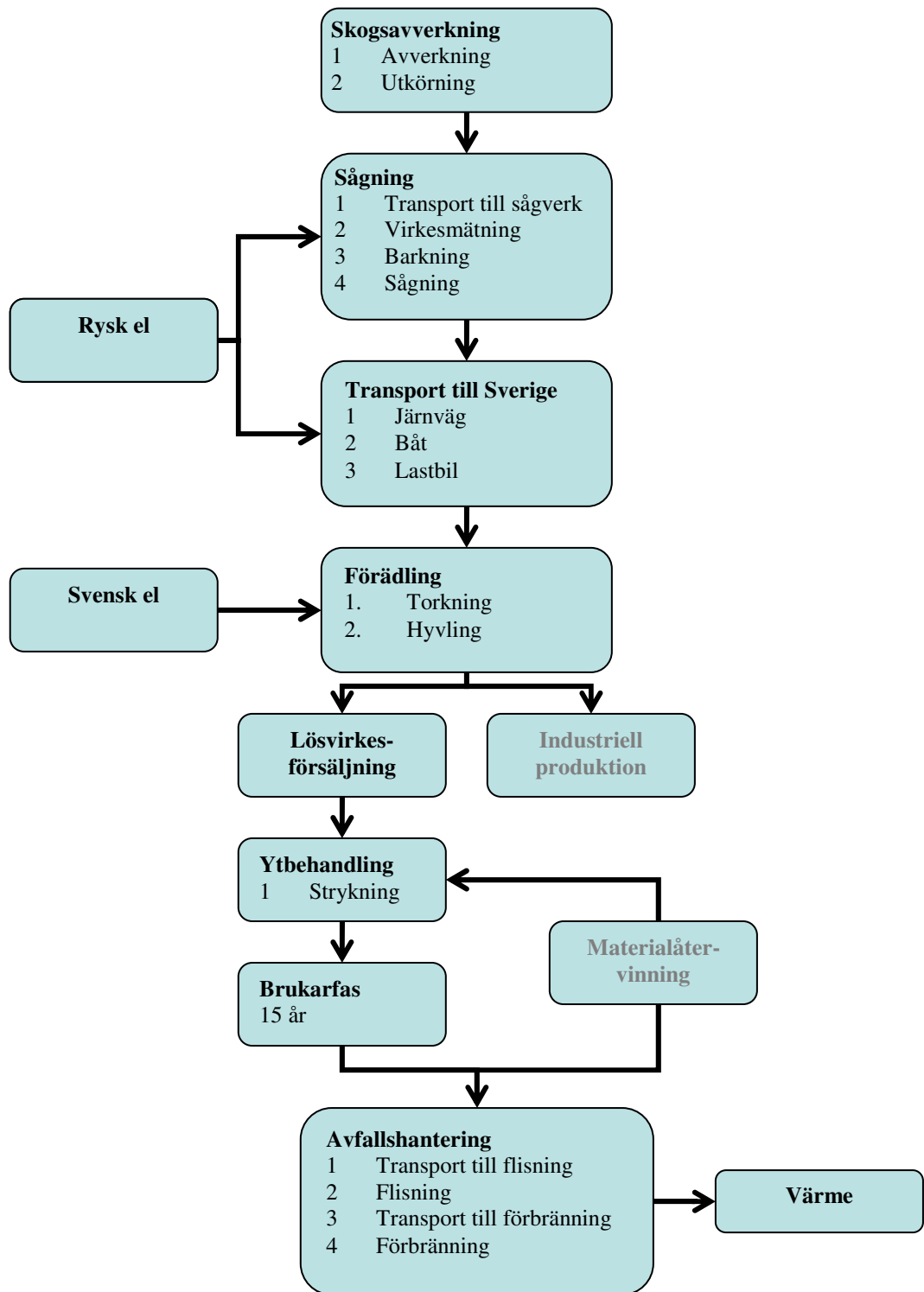
Transportvägen för lärk har antagits till sträckan mellan Krasnojarsk i Sibirien via St: Petersburg och vidare till Sverige och Göteborg. Transporterna har antagits ske med järnväg, fartyg och lastbil i nämnd ordning. Antagandena grundar sig på information från svenska importörer av lärk.

Frågeställningen för rapporten är: vilket virke av sibirisk lärk och svensk impregnerad furu som ger den minsta miljöpåverkan vid användning i Sverige. D.v.s. vilken livscykel ger minst emissioner, användning av renast energikällor eller längst livslängd.

4.3 Konceptuella modeller för lärk och furu



Figur 6, Konceptuellmodell för impregnerat svenskt furuvirke



Figur 7, Konceptuellmodell för sibiriskt lärkvirke

De konceptuella modellerna för lärk- och furuvirke har många gemensamma punkter. Vissa olikheter finns trots allt och dessa kommer att behandlas i de följande styckena.

Skogsavverkning sker för lärk- och furuvirke i Ryssland respektive i Sverige. Båda länderna använder sig till största delen av skördare vid slutavverkning. Manuell avverkning med motorsåg kommer inte på frågan när det gäller rationell slutavverkning, av vilket rapporten är avgränsad till. Slutavverkning innebär att hela skogsbeståndet avverkas d.v.s. även andra träslag, om sådana finns. Som parantes kan tilläggas att mindre lokala avverkningsentreprenörer i Ryssland använder sig av motorsåg. För svensk del är det i och med gallring som motorsåg kan komma på tal.

Lärkvirke sågas och barkas i Ryssland men på grund av de begränsade möjligheterna att torka virke i Ryssland exporteras det otorkat till Sverige. Även vidareförädling så som hyvling, sker i Sverige. Förädlingsprocessen från furustock till impregnerat virke sker i Sverige och oftast på samma plats. Det kräver alltså inga transporter mellan förädlingsstegen.

Ytbehandlingen sker för båda virkessorterna i Sverige, men tillvägagångssätten är olika. Det finns två skäl att ytbehandla lärkvirke. Det första är för att minska risken för sprickbildning och det andra är rent estetiskt och det sker efter monteringen av virket. Furu tryckimpregneras för att få ökat motstånd mot nedbrytning.

Två möjliga vägar finns nu för virket att gå, industriell produktion eller lösvirkesförsäljning. Industriell produktion innefattar all produktion av varor där virket används i konstruktioner t.ex. gung- och klätterställningar på lekplatser. Lösvirkesförsäljning syftar på virke som säljs som lösa brädor, plankor eller snickeridetaljer. För att ge en generell bild av virkessorterna, utan att ta hänsyn till vissa produkter kommer rapporten att behandla lösvirkesförsäljning.

Brukarfasen innefattar den del av livscykeln då virket används i konstruktioner av olika typer. I brukarfasen ses till virkets livslängd och miljöbelastning i form av urlakning av ytbehandlingsmedel. T.ex. impregneringsmedel för furu.

Återanvändning innebär olika sätt som virket på ett rationellt sätt kan återanvändas genom. Som exempel kan nämnas att ett virke som en privatperson av materialkostnadsskäl väljer att återanvända kan för ett företag innebära en förlust då arbetskostnaden för ner- och återmontering överstiger materialkostnaden för nytt material. Endast i det fall återanvändning anses vara rationell i näringssammanhang behandlas det i rapporten.

Destruktionen av de båda virkessorterna sker på samma sätt. Skillnaden ligger i att impregnerat virke klassas som farligt avfall av miljölagsstiftningen. Det omgärdas därför av fler föreskrifter vilket medför att färre förbränningsanläggningar kan använda virket som bränsle.

4.4 Skogsavverkning

I och med att rapporten endast behandlar maskinell avverkning bör detta också definieras. Med maskinell avverkning menas avverkning med skördare och skotare. Skördare är en skogsmaskin som faller, kvistar och kapar timret. Skotare är en skogsmaskin för transport av timmer i terräng utan körbara vägar vilka är oframkomliga för lastbilar, vanligen mellan avverkningsplats och skogsväg.

Skogsavverkning

1. Avverkning
2. Utkörning

4.4.1 Furu

Slutavverkning av barrträd i Sverige sker till största delen maskinellt. För att sedan transportera virket från avverkningsplatsen fram till, för lastbil, körbar väg används skotare. Emissioner vid avverkning och utkörning framgår i tabell 11. Här kan man också se produktiviteten för respektive maskin. Tabell 9 redovisar energiförbrukning och emissioner per m³ virke. I Sverige finns högt ställda krav på utsläpp av emissioner. Dieselmotorerna är därför på steg ett enligt EU:s standard för dieselmotorer. Till motorerna används i Sverige också en miljövänligare diesel än vad som är krävt i övriga EU, den betecknas kort och gott miljödiesel. Användandet av miljödiesel bidrar till lägre utsläpp av NO_x men högre utsläpp av CO. Detta framgår om man jämför med rysk avverkning.

Tabell 9 Emissioner per m³ virke i Sverige NO_x

Ty av maskin	Energi	CO	NO _x	Partiklar	N ₂ O	CH ₄	NH ₃	CO ₂	SO ₂
	[KWh/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]
Skördare, 125 kW	5	25	46	3,5	1,75	0,25	0,01	32,6	0,002
Skotare, 115 kW	5	25	46	3,5	1,75	0,25	0,01	25,1	0,002
Totalt	10	50	92	7	3,5	0,5	0,02	57,7	0,004

Källa: Tabell 1 Bilaga 6

4.4.2 Lärk

Lärken växer som sagts tidigare i stora delar av Asien. Det lärkvirke som kommer till Sverige har däremot sitt ursprung i en begränsad del på sibiriska högländet, närmare bestämt i Krasnojarsk-området, se Figur 2. Slutavverkning av lärk sker med hjälp av skördare. Efter avverkning körs virket ut, till för lastbilar, körbara vägar med hjälp av skotare. I Tabell 10 räknas energi och emissionerna om till att gälla en m³ virke. Siffrorna är hämtade från svensk skogsproduktion och svenska rapporter om arbetsmaskinernas utsläpp av emissioner. De dieselmotorer som används i Ryssland antas uteslutande vara på basnivå enligt EU:s standarder. Vidare antas även att bränslet som används till motorerna är standarddiesel.

I och med att skogsmaskiner är utrustade med dieselmotorer gäller antagandet dessa. Produktiviteten vid avverkning i Ryssland antas ligga i linje med svensk avverkning beroende på att samma typ av maskiner användas. (Importörer av ryskt lärkvirke, 2004)

Tabell 10 Emissioner per m³ virke i Ryssland

Ty av maskin	Energi	CO	NO _x	Partiklar	N ₂ O	CH ₄	NH ₃	CO ₂	SO ₂
	[KWh/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]
Skördare, 125 kW	5	19	72	3,5	1,75	0,25	0,01	32,6	1,04
Skotare, 115 kW	5	19	72	3,5	1,75	0,25	0,01	25,1	0,8
Totalt	10	38	144	7	3,5	0,5	0,02	57,7	1,84

Källa: Tabell 2, Bilaga 6

4.5 Sågning och förädling

Virket sågas på samma sätt i Ryssland som i Sverige. Det mäts vid ankomsten till sågverket och sorteras efter kvalitet där bl.a. dimension och kvisttäthet ligger till grund för vad virket skall användas till. Därefter barkas och sågas virket i önskade dimensioner. De sista stegen är torkning och hyvling vilket för furuvirket oftast sker på samma plats som övrig förädling. Lärkvirket däremot torkas och hyvlas i Sverige och exporten av lärkvirket sker under förädlingsfasen.

4.5.1 Furu

För att transportera virke mellan skogsväg och sågverk i Sverige används lastbil. Den genomsnittliga transporten av rundvirke i Sverige var 2002, 91 km per ton virke (Skogsvårdsstyrelsen, 2004-04-22). Med en densitet på 510 kg/m³ innebär det att furu får en transportsträcka på 46 km/m³. (Att välja trä 2004). Lastbilarna som används vid transport av virket har en effekt av 400 kW. I Tabell 11 redovisas

energianvändning och emissioner vid sågning och transport till sågverk av en m³ furuvirke. Förutom sågning ingår torkning och interna transporter i studien.

Värmeenergin används till att värma produktionslokaler kontor och torkanläggningar. Interntransporterna, alla transporter av virke mellan förädlingsstegen inom sågverkets område, antas uteslutande utgöras av truckar med en medeffekt på 107 kW. Anledningen till att maskinparken på sågverken har generaliserats till att endast truckar är beroende på att dessa utgör 79 % av den totala maskinparken inom skogsindustrin d.v.s. all näringsverksamhet som har med trävaror att göra. De står även för 36 % av totala drifttimmar inom

Sågning

1. Transport till sågverk
2. Virkesmätning
3. Barkning
4. Sågning
5. Torkning
6. Hyvling

skogsindustrin där bl.a. skotare och skördare står för övriga 64 %. (Persson och Kindbom 1999)

Tabell 11, Energiåtgång och emissioner vid sågning av en m³ virke i Sverige

2003	Energi	CO	CO ₂	NO _x	Partiklar	N ₂ O	CH ₄	NH ₃	HC	SO ₂
Ämne	[kWh/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]
Värmeenergi bibränsle	260			77						11
Elenergi	70			1						1
Interna transp.	18	90		166	13	6	1	0,04		
Transport till såg	(590)	68	46000	720	17				83	35
Totalt		158	46000	964	30	6	1	0,04	83	13,5

Källa: Woxneryd, Lars

4.5.2 Lärk

Sågverkens placering varierar och det går inte att entydigt sägas att sågverken ligger i direkt anslutning till vattendrag där flottning är möjlig. Transporten mellan avverkningsplatsen och sågverket sker därför dels med flottning och dels med lastbil. Flottningen kräver ingen energi och miljöpåverkan är i första hand på biotoperna som finns i anslutning till vattendragen. Växters och djurs normala beteende kan störas vid flottningen. Lastbilarna som används antas vara utrustade med dieselmotorer på basnivå enligt EU:s standard. Dieseloljan antas vidare vara standarddiesel.

Sågning

1. Transport till sågverk
2. Virkesmätning
3. Barkning
4. Sågning
5. Transport till Sverige
6. Torkning

Det vanligaste är att virket barkas och sågas på ett sågverk i krasnojarskområdet och därefter exporteras till bl.a. Sverige. Barkningen är en förutsättning för export i och med att internationella handelsregler inte godkänner obarkat virke då det medför en risk för spridning av skadeinsekter.

Sågverken i Ryssland är elförsörjda och miljöpåverkan är till stor del kopplad till Rysslands elproduktion. Energiförbrukningen för ryska sågverk har antagits var av samma storleksordning som för svenska sågverk. Miljöpåverkan för ryska sågverk redovisas i Tabell 12. Energimängd och emissioner innefattar mätning, barkning, sågning, interna transporter och uppvärmning och ljussättning av lokaler. Mer information om interna transporter kommer i motsvarande stycke för furuvirke i och med att energiåtgången har ansetts vara av samma storlek för sågverk i de båda länderna.

På grund av bristande möjligheter att torka virket i Ryssland är det oftast nysågat virke som transporteras från Sibirien till Sverige (Importörer av sibirisk lärk). Den första etappen till Sverige är mellan Krasnojarskområdet och S:t Petersburg. Den utgörs av elförsörd järnväg och sträckan är ca 4000 km. Miljöbelastningen vid järnvägstransporten härleds helt och hållet, då det gäller utsläpp av emissioner, till Rysslands elproduktion (Tabell 7). Rysslands rälsstandard skiljer sig mot övriga Europa och för en transport till slutdestination utanför Ryssland krävs omlastning. Virke som skall till Sverige lastas om till trailers som sedan skickas med RoRo-färja, (Role on Role off) till Sverige och mottagarhamnen Stockholm, en transport på ca 700 kilometer. I Stockholm rullas trailersläpen av färjan och dras sedan med hjälp av dieseldrivna lastbilar ner till slutdestinationen Göteborg. Denna sista transportsträcka är 490 km. Den totala transportsträckan för lärken blir alltså ca 5200 km. När virket anlant till Sverige torkas och hyvlas det. Viss sågning sker också då mindre dimensioner önskas. Miljöpåverkan och energiåtgång för de två sista förädlingsstegen ses i Tabell 12 vid rubriken *torkning, Sverige* och härleds till Svensk elproduktion. I Tabell 13 finns hela transportsträckan med angivande av sträckor, energiåtgång och emissioner.

Tabell 12 Energiförbrukning vid förädling av en m³ lärkvirke

2003	Energi	CO	NO _x	Partiklar	N ₂ O	CH ₄	NH ₃	SO ₂
Ämne	[kWh/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]
Elenergi, rysk	68		8					7,5
Interna transport	18	68	258	13	6	1	0,04	
Torkning, Sverige	260		77					
Totalt	346	68	343	13	6	1	0,04	7,5

Tabell 13, Energiförbrukning och emissioner vid virkestransport mellan Irkutsk och Göteborg

	Sträcka	Energi	CO	NO _x	Parti-klar	SO ₂	HC	CO ₂
Transport	[km]	[kWh/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]
Järnväg (el)	4000	291	6000	30000	1500	19000	4900	13000
Fartyg	700	(150)	6	300	14	180	14	11000
Lastbil (diesel) MJ	490	(590)	370	3900	90	19000	450	250000
Totalt	5190		6380	34200	1600	38000	5400	274000

Källa: NTM Calc www.ntm.se

4.6 Ytbehandling

4.6.1 Furu

Ytbehandlingen sker så som beskrivs i 2.2.1

Impregneringen. Energiförbrukningen kommer främst från pumpar och interna transporter på impregneringsanläggningens område.

Energiförbrukning och emissioner redovisas i Tabell 14 och visar genomsnittlig förbrukning vid impregnering av en m³ furuvirke. Vid impregneringen blir det ett överskott av impregneringsmedel, detta kan återanvändas vid kommande impregneringar. Det blir alltså ingen restprodukt i form av oanvänt impregneringsmedel.

Ytbehandling

- 1 Transport till ytbehandling
- 2 Impregnering
- 3 Torkning

Tabell 14 Energiförbrukning och emissioner vid impregnering av en m₃ furuvirke

2002	Energi	CO	NO _x	Partiklar	N ₂ O	CH ₄	NH ₃	SO ₂
Ämne	[kWh/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]
Elenergi	15		0,21					0,15
Interna transp.	61	305	561	43	21	3,1	0,12	
Totalt	76	305	261	43	21	3,1	0,12	0,15

Källa: Bitus Timber preservation AB, 2004.

4.6.2 Lärk

Lärkvirke ytbehandlas främst av två orsaker. Den första är för att ge lärkverket en annan färg och den andra för att minska risken för sprickbildning. Luftens relativa fukthalt varierar över året vilket medför att verkets volym ändras vilket i sin tur kan ge upphov till sprickor efter ett antal år. Lös virke, som rapporten behandlar ytbehandlas efter montering och då genom strykning. Såpa eller träolja är möjliga ytbehandlingsmedel. (Importörer av sibirisk lärk, 2004)

Ytbehandling

- 1 Strykning

4.7 Brukarfas

Brukarfasen är den del i livcykeln då produkten används till vad den är tänkt att användas till. Som exempel kan nämnas altangolv och fasadbrädor. Transporten till byggarbetsplatsen sker uteslutande med lastbil. Transportsträckan varierar beroende på lokalisering av brukarfas relaterat till leverantör. Den antas i

rapporten vara av samma typ för impregnerat virke som för lärkvirke och behandlas därför inte utförligare. Angiven beständighet nedan för virkessorterna är då virket placeras i kontakt med mark. Jämförelsen mellan virkessorterna antas dock inte ge en felaktig bild av beständigheten för virke placerat ovan mark beroende av att förhållandena är lika för båda virkessorterna.

4.7.1 Furu

Beständigheten för impregnerat virke med klassifikationen NTR-AB är ca 30 år. Tabell 15.

Brukarfas

30 år

(NTR-klasserna förklaras utförligare i Tabell 3.) Urlakningen är beroende av impregneringsklass men ett snitt ligger på ca 10 % av den ursprungliga impregneringsmängden. Miljöpåverkan i samband med urlakning beror på impregneringsvätskans sammansättning. Enligt Tabell 3, **NTR-klasserna, dess användningsområden och impregneringsmedel** och Tabell 4, Några impregneringsmedel och deras hälsopåverkan. kan miljöpåverkan inte på entydigt sätt sammanfattas. Vad som trots allt kan sägas är att urlakningen är en nackdel för det impregnerade virket. I vissa fall kan fästänordningarna vara dimensionerande för livslängden om dessa inte är korrosionsskyddade. I rapporten förutsätts att konstruktionerna är gjorda på ett sådant sätt att det är virket som är dimensionerande för konstruktionens livslängd.

Tabell 15 Beständighet hos tryckimpregnerat virke

Källa \ år	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Nilsson, T		●●										

Källa: (Nilsson, T och Edlund M-L 1996)

4.7.2 Lärk

Träskyddsmedlets syfte är att bibehålla utseendet och inte att förlänga brukarfasen. Lärkverkets faktiska livslängd beror av i vilken miljö virket placeras och med vilka intervall underhåll som t.ex. ytbehandling sker. Förutsättningarna för virket i rapporten är placering ovan mark och utan underhåll. Lärkverket beräknas då ha en genomsnittlig livslängd på ca 15 år, (

Brukarfas

15 år

Tabell 16).

Tabell 16 Beständighet hos lärkvirke

Källa \ år	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
IFV	●	—	—	—	—	●									
Lomakin			●	—	—	—	—	—	—	—	●				
Gorshin					●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●
Nilsson, T						●	—	—	—	—	●				
Medel						●●									

Källa: (Ifv 2004), (Lomakin, A-D 1990), (Gorshin, S-N 1977) och (Nilsson, T och Edlund M-L 1996)

4.8 Återanvändning

Kriterierna för att ett virke skall anses som återanvändningsbart i rapporten bygger på att återanvändningen är rationell ur en näringsidkares synsätt.

4.8.1 Furu

Av allt impregnerat virke är det endast kreosotimpregnerade järnvägsslipers som återanvänds på ett organiserat sätt. Anledningen är att dessa tas ur bruk och ersätts av betongslipers innan de är uttjänta. För övrigt impregnerat virke sker ingen organiserad återanvändning. Anledningen kan vara att virkets livslängd understiger övrig byggkonstruktions livslängd. Återanvändning på en synlig plats innebär att befintliga hål för fästaneländningar som spik eller skruv används. Återanvändning kan dock ske i mindre skala men det är då utanför rapportens gränser.

Materialåtervinning

4.8.2 Lärk

Konstruktioner av lärk anses efter användning ha en så försämrade motståndskraft mot röta att återanvändning inte är aktuell. Ett av argumenten som talar emot återanvändningen är den estetiska försämring som ett begagnat virke får. Återanvänds virket på en synlig plats krävs att redan gjorda hål används för att fästa virket, vilket i vissa fall kan utgöra ett problem. Byggkonstruktioner anses

Materialåtervinning

vidare vara i bruk mer än 15 år vilket skulle innebära att lärkvirket är uttjänt långt före byggkonstruktionen ska tas ur bruk.

4.9 Avfallshantering

Demontering och flisning sker på liknande sätt för lärk och impregnerat virke, likaså transporter för genomförandet. Virkessorternas värmevärde är också av samma storleksordning. Skillnaden ligger i restriktionerna för rökgasrening.

Avfallshantering

- 1 Transport till flisning
- 2 Flisning
- 3 Transport till förbränning
- 4 Förbränning

4.9.1 Furu

Med utgångspunkt från Götaborg är Trollhättan närmaste ort där flisning kan ske. Efter flisning skickas det vidare till förbränningsanläggningar där flisen omvandlas till värme i fjärrvärmenät. Utöver den miljöpåverkan som är gemensam för lärk innebär förbränning av flis efter impregnerat virke att de 90 % som återstår av impregneringsmedlet skall separeras från rökgaserna. (10 % utlakas under brukarfasen). Separering sker genom att rökgaserna leds genom filter. (Eriksson, Kjell)

4.9.2 Lärk

Obehandlat lärkvirke förbränns eller destrueras utan restriktioner. Det kan direkt efter demontering och flisning användas som bränsle för uppvärmning av byggnader.

5 Jämförelse av lärk och impregnerat virke

Följande kapitel kommer att jämföra miljöpåverkan för lärk och impregnerat virke. Jämförelsen kommer att gå till på följande vis: För varje steg i livscykeln finns tio poäng att dela på. Beroende på hur stor skillnad det är mellan virkessorterna får de olika antal poäng. Anses virkessorterna vara helt ekvivalenta med tanke på miljöpåverkan får de fem poäng vardera. Är det däremot så att ett virke praktiskt taget inte ger någon miljöpåverkan medan det andra ger en betydande miljöpåverkan får den med lägst miljöpåverkan tio poäng medan den med högst miljöpåverkan får noll poäng. Resultatet blir att det virke som får mest poäng anses i rapporten vara det virke som orsakar minst miljöpåverkan.

5.1 Råvara

Avverkningsmetoderna är av samma typ för lärk och furu. Skillnaden mellan virkessorterna är respektive länders miljölagstiftningar. Sverige har högt ställda krav på utsläpp av emissioner, vilket har lett till att motorer och drivmedel (diesel) håller en generellt högre klass i Sverige än i Ryssland. Ryska avverkningsmaskiner har av den anledningen en större miljöpåverkan än svenska. Tabell 17 anger skillnaden. Rysk avverkning ger 60 % högre utsläpp av NO_x än svensk. Medan svensk avverkning ger 30 % högre utsläpp av CO. Den allmänt sämre standarden på arbetsmaskiner ger lärken 4p och furu 6p.

Tabell 17 Skillnad av emissioner vid avverkning i Ryssland och Sverige.

	N ₂ O	CH ₄	Partiklar	NO _x	NH ₃	CO
	g/m ³	g/m ³	g/m ³	g/m ³	g/m ³	g/m ³
Lärk	3,5	0,5	7	144	0,02	38
Furu	3,5	0,5	7	92	0,02	50
Differens	0	0	0	52	0	12

5.2 Tillverkning och förädling

5.2.1 Sågning

Skillnaden i sågning mellan lärk och furu är till stor del beroende av respektive lands elproduktion. På grund av att rysk el produceras till större del av fossila bränslen ger elproduktionen tio gånger större utsläpp av SO₂ och NO_x jämfört med svensk. Till Rysslands fördel kan nämnas lägre andel kärnkraftverk, vilket är

positivt för växthuseffekten men kärnkraften är en energikälla med oviss miljöpåverkan sett ur ett långt tidsperspektiv. Lärken får här 3p och furu 7p. Den stora skillnaden av utsläpp av emissioner borde resulterat i att furuvirket får fullpott men kärnkraftens miljöpåverkan kan vara förödande och dess framtid är svår att sja om.

Tabell 18 Andel av respektive energikälla i Ryssland och Sverige samt utsläppen. SO2

Energikälla, emissioner	Ryssland	Sverige
Gas	42,41 %	
kol	19,01 %	
olja	3,37 %	
Vattenkraft	19,80 %	44,35 %
Kärnkraft	15,41 %	44,09 %
Kraftvärme		7,19 %
Kondenskraft		0,34 %
Vindkraft		0,40 %
SO ₂ [g/m ³]	0,11	0,011
NO _x [g/m ³]	0,12	0,014

5.2.2 Transport

Skillnaden i transportsträcka är ca 5150 km. Järnväg står för 4000 km, Fartyg för 700 km och lastbil för 490 km av sträckan för transport av lärk. Furu transporteras 50 km med lastbil. Större delen av lärkens transport är med elförsörjt tåg, vilket generellt är bättre än transport med tåg eller lastbilar som drivs med fossila bränslen. Men på grund av Rysslands stora andel av fossila bränslen för framställning av el blir miljöpåverkan relativt stor trots allt.

Väljer man lärk framför furu innebär det större utsläpp av växthusgaser och försurande ämnen. Furu bidrar dock mer till övergödning och ger större utsläpp av CO vilket kan vara farligt i stora koncentrationer, se Tabell 8. Man kan också sammanfatta det som att lärk ger global miljöpåverkan och furu lokal i och med att växthuseffekten och försurning är globala miljöproblem medan övergödning och stora koncentrationer är lokala miljöproblem. Med anledning av resonemanget ovan ges lärken fyra poäng och furu sex poäng. Det är trots allt svårt att välja mellan lokala eller globala miljöproblem. Men storleken på emissionerna är till lärkens nackdel.

Tabell 19, Jämförelse av emissioner vid förädling av lärk och furu.

	Sträcka	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	Parti-klar	SO ₂	NO _x	NH ₃	CO	HC
	[km]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/m ³]
Lärk	5200	8700	6	1	23	213,5	740	0,04	70	34
Furu	50	1938	27	1	56,3	13,5	520	0,16	395	1027
Differens	5150	6762	21	0	33,3	200	220	0,12	315	993

5.2.3 Ytbehandling

Energimässigt har det tryckimpregnerade virket större miljöbelastning. Impregneringsprocessen är en energikrävande aktivitet i upp till fyra timmar. Detta skall jämföras med lärkvirke som ytbehandlas genom manuell strykning i samband med montering. Ser man sedan till beståndsdelarna i impregneringsmedlen är dessa av CMR-typ, cancerogena, mutagena och reproduktionsstörande ämnen. Dessa ämnen antas dock inte utgöra någon skada på miljön vid impregneringen. Miljöpåverkan härleds helt och hållet till urlakning och destruktion. Resultatet blir ändå att Lärken får tio poäng och furu noll poäng.

5.3 Användning

Impregneringen urlakas ur virket med ca 10 % under brukarfasen medan lärkens urlakning kan anses som obefintlig. Livslängden för impregnerat virke är 30 år och för lärk 15 år. Lärkens miljöpåverkan skulle därför multipliceras med två för att ge en rättvis bild. Detta kommer inte att ske utan istället anses den som så viktig att den får en egen poängbedömning utöver användarsteget. Lärken får då tre poäng och furu sju poäng för livslängden. Angående användarsteget i övrigt ges lärken nio poäng och furu en poäng beroende på urlakningen.

5.4 Avfall

Impregnerat virke kräver fram till förbränning samma resurser som lärk. Förbränningen skiljer dock de båda virkessorterna åt. Lärken kan förbrännas var som helst till och med i en vanlig villapanna efter lite bearbetning i form av kapning och klyvning. Impregnerat virke klassas däremot som farligt avfall vilket medför att ett mindre antal förbränningsanläggningar uppfyller kraven för att ta hand om virket. Lärken får nio poäng och furu en poäng.

5.5 Sammanfattning

Tabell 20 sammanfattar miljöpåverkan för virkessorterna. Resultatet blir att lärkvirke ger en lägre miljöpåverkan än impregnerat virke.

Kriterier	Impregnerad svensk furu						Sibirisk lärk					
		Poäng 31	Kommentar	Växthus-gas	Över-gödning	Försur-ning		Poäng 39	Kommentar	Växthus-gas	Över-gödning	Försur-ning
Avverkning, råvara Energi: Maskiner Kemikalier Skogsvårdsplan	Nej Ja	6	Diesel MK 1	X	X	X	Nej Nej	4	Diesel MK3	X	X	X
Tillverkning Energi: Transport Maskiner El-produktion Kemikalier	Ja Ja	9 6 1	Kärnkraft och vatten	X		X	Nej	1 4 9	El-tåg 4000 km Fartyg 700 km 60 % fossilt	X X		X X
Brukarfas Kemikalier Beständighet	Ja 30 år	7 1	Urlakning av CMR-ämnena				Nej 15år	9 3				
Återvinning Kemikalier	Nej		Sker endast för järnvägsslipers.				Nej		Ingen återvinning			
Destruktion Energi: Transporter Ger värmeenergi Farligt avfall Kemikalier	Ja Ja Ja	1	Omhänder tagande av giftiga ämnen.	X		X	Ja Nej Nej	9		X		

Tabell 20, Fördelar med lärk resp. impregnerat virke

Lärk eller impregnerat

5.6 Sammanfattande analys

Det finns flera alternativ då man önskar ett trämaterial eller behandling som är beständigt mot röta. Valet av virke eller träskyddsmedel beror på användningsområdet. Med avseende på rapportens resultat kan inte ett entydigt råd ges. Valet mellan lärk eller impregnerat virke beror av vilket miljöproblem man anser vara av störst vikt att eliminera. Att som Svensk välja Sibirisk lärk framför impregnerad furu är ur ett globalt miljösynsätt ett dåligt val men ur ett lokalt ett bra val. Då t.ex. lärkvirket inte ger urlakning av giftiga ämnen till den svenska miljön. Nackdelen blir istället de utsläpp av emissioner som sker i samband med transporter mellan Sibirien och Sverige. Ett alternativ är naturligtvis att plantera lärk i norra Sverige där man kan komma det Sibiriska klimatet närmast. Det råder ju dock delade meningar om lärkens beständighet varför alternativet inte utan vidare kan rekommenderas, större forskning på området krävs.

Resultatet då man läst rapporten kan vara att det inte finns fler alternativ då man önskar ett virke med god beständighet mot fukt och rötangrepp. Det helt fel. En rad olika material och behandlingssätt finns på marknaden. Ett av dessa är att värma virket med hjälp av 200 °C varm vattenånga (Redlund, M 2004). En annan metod har lantbrukare använt sig av sedan långt tillbaka när det gäller stängselstolpar, då i form av att förkolna ytskiktet på den delen av stolpen som kommer att vara i skärningen mellan mark och luft. Behandlingen resulterar i en längre livslängd för stängselstolpar. Det finns även andra träslag som kan komma på tal, det som generellt ger ett bra skydd mot röta är virkessorter med hög densitet. IPE är ett av dessa, ett sydamerikanskt träslag med en torrdensitet på över ett ton per m³. Alternativa impregneringsmedel så som linolja har också kommit att bli aktuella i och med de hårdare restriktioner konventionella impregneringsvätskor har getts (Dalquist, H). Att randbarka tallar uppges också ge en ökad motståndskraft mot röta. (Fetvedens vänner).

6 Diskussion

Genomförandet av en jämförande kvalitativ LCA kan innebära att viktiga steg i de undersökta varornas livscykel förbises. Det viktiga är att de antaganden som görs sker på goda grunder så som tillförlitliga källor.

Det står i inledningen att företag med vinstintressen för respektive virkessort har kontaktats för att få information. Källor av denna typ skall behandlas kritiskt då informationen kan vara subjektiv. Målet har naturligtvis varit att betrakta informationen kritiskt och sälla bort information som uppenbart har givit ett av träslagen en oförtjänt fördel. Trots det kan det finnas information som har betraktats som objektiv men i själva verket är subjektiv.

För lärkvirket har informationen uteslutande hämtats från importörer, beroende på Rysslands begränsade utgivning av statistik och författarens begränsade kunskap inom det ryska språket. Ett flertal antaganden har därför varit nödvändiga att göras för att få en fullständig bild av lärkens livscykel. Antagandena är grundade på ett flertal olika källor och bör av den anledningen ligga nära verkligheten.

I metoden anges att den avverkning som syftas på i denna rapport är slutavverkning. Slutavverkning ger högre effektivitet och minskar därmed utsläppen. Det finns dock andra argument som talar emot slutavverkning. Ett av dessa är att skogsmaskinerna som används vid slutavverkningen ger stora skador på marken. Vidare kan även slutavverkningen i sig ifrågasättas då den på en relativt kort tid förvandlar miljön för ett flertal växter och djur. I rapporten antas även att den betydande delen av avverkningen sker maskinellt. LCA gjord på avverkning med motorsåg och skördare visar att emissionerna generellt är lägre för avverkning med motorsåg än för skördare, vilket kan innebära att lärken har en mindre miljöpåverkan än vad som angetts i rapporten om större del av avverkningen sker med motorsåg än med skördare i Ryssland.

Ett av antagandena är att man i Ryssland använder en sämre dieselmotorer vilket resulterar i högre utsläpp av emissioner. Antagandet bygger på fakta från FN rörande länders allmänna tillstånd kategoriserat efter befolkning, ekonomi, energi, klimat och myndigheter. Vid en jämförelse av Sverige och Ryssland visade det sig att Ryssland har nära 80 % högre utsläpp av CO₂ per capita. Vidare kan medellivslängden nämnas som i Sverige är 83 år för kvinnor och 78 år för män, motsvarande siffror för Ryssland ligger ca 9 år under. Tillsammans ger dessa jämförelser en bild av Ryssland med större miljö och hälsoproblem jämfört med Sverige. Källan till större utsläpp och lägre livslängd måste då vara en allmänt lägre standard vilket även medför att motorer och diesel är av sämre kvalitet än Sverige. (FN 1998)

Hur är det då med sågverken? De antas enligt rapporten vara likvärdiga i Sverige och Ryssland. En motsägelse kan man tycka med anledning av föregående stycke

där Ryssland förklaras ha sämre maskiner och en sämre miljösyn än Sverige. I verkligheten kan då furuvirket ges en fördel. De områden som skiljer dem är i så fall automatiseringen av sågverken och det allmänna miljösynsättet. När det gäller automatiseringen bidrar inte en lägre grad till större miljöpåverkan, det gör däremot miljösynsättet. Resultatet av resonemanget blir att den skillnad mellan svenska och ryska sågverk ligger i vilken miljöpåverkan maskinerna har. Rapporten tar hänsyn till både skillnaden i interna transporter och energikällor. Alltså kan övriga delar av sågningen sägas var ekvivalenta.

Det råder en brist i statistik rörande lärkens användningsområden och import respektive export. Både SCB och Rysslands motsvarighet saknar denna typ av statistik. Däremot finns en rad exempel på möjliga och faktiska användningsområden. Det hade varit till stor nytta om denna typ av statistik hade funnits att tillgå. Man hade på ett lättare och säkrare sätt kunnat jämföra lärken med en specifik NTR-märkningsklass. Resultatet bygger nu istället på de exempel som har nämnts av importörer för lärkvirket.

I resultatdelen ingår livslängden för virkessorterna som en av flera jämförelser. Antalet källor för både lärk och impregnerat virke hade kunnat vara fler vilket hade gett en säkrare bild av livslängden. Miljöpåverkan för lärkens ytehandlingsmedel så som träolja och såpa har inte behandlats i rapporten. Miljöpåverkan för dessa ämnen har antagits vara av obetydlig storlek sett ur ett helhetsperspektiv. Antagandet kan om det visar sig att ämnena har en betydande miljöpåverkan bidra negativt till lärkvirkets livscykel.

Nackdelen med brist på restriktioner vad det beträffar obehandlat lärkvirke, är att uttjänt lärkvirke hamnar på majbrasan istället för i en förbränningsanläggning, med följd att den värmeenergi som bildas vid förbränningen inte utnyttjas för uppvärmning av byggnader och resultatet blir en endast negativ miljöpåverkan. Detta kan också vara fallet för impregnerat virke vilket kan bero på höga destruktionsavgifter och dålig kunskap om följderna vid utsläpp av orenade rökgaser eller helt enkelt användarens bekvämlighet, det är enklare att lägga rivningsresterna i en hög och elda upp det än att ta tillvara det.

7 Slutsatser

Projektets syfte var att genomföra en kvalitativ miljöbedömning av lärkträ respektive furu. Kvalitativa LCA är fullt möjlig att genomföra för att få en första uppfattning om en produkts miljöpåverkan. Metoden kräver dock att utföraren måste lägga ner tid på att inventera fakta om transportsätt, tillverkning och användning och avfallshantering.

Projektet har visat att det går att genomföra en kvalitativ bedömning som visar på var de olika träslagen har sin största miljöpåverkan. För furu är den största miljöbelastningen i impregneringen i tillverkningsfasen och för lärk är det i första hand transporterna till Sverige som slår igenom i studien som mest miljöbelastande. I inventeringen visade sig också att energiproduktionens påverkan på träslagens hade betydelse för miljöbelastningen mellan träslagen.

Studien har vidare visat att det är svårt att säga att ett träslag är att föredra framför det andra. Livslängden för furuträt är dubbelt så långt som mot lärkträets men i valet av träslag måste även andra aspekter vägas in som estetik, kostnad, kvalitet, användningsområde etc.

De frågeställningar som ligger till grund för rapporten är även intressanta för ovan angivna metoder och framtida rapportskrivare uppmanas därför att göra miljöjämförelser med dessa produkter som utgångspunkt.

8 Källförteckning

Muntliga källor

Eriksson, Kjell. Industri quality recycling (IQR). Telefonintervju 2004-04-21.

Importörer av ryskt lärkvirke, 2004. Telefonintervju med följande företag: Anskarius Svensson, Wasa wood och Göteborgs trä och faner.

Olaison Stefan, Specialist skogsteknik och produktion Sydved, Jönköping, telefonintervju 2004-05-06.

Woxneryd Lars, Miljösamordnare på Södra Wood, telefonintervju, 2004-04-23.

Skriftliga källor

Att välja trä. [www] <http://www.trainformation.se/pub/valjattra/s6-10.pdf>. Publicerat 1999. Hämtat 2004-04-22.

Bitus Timber preservation AB. [www] www.bitus.se Hämtat 2004-05-20

Chemwood [www] www.chemwood.se Publicerat 2002. Hämtat 2004-05-20.

Baumann H. och Tillman A-M (2004) *The Hitch Hiker's Guide to LCA*. Studentlitteratur

Brandhorst, Margareta (2001) *Tänk på miljön –välj rätt virke och träskydd*, Kemikalieinspektionen, Stockholm.

Dahlquist, Hans. (2004) Linolja bräddar arsenik, Dyr virkesimpregnering får chansen när gammal förbjuds. *Ny Teknik* (24) s.6.

De facto 2002

Fetvedens vänner [www] www.fetvedensvänner.se Hämtat 2004-10-20 Publicerat

Gorshin, S.N. (1977) *Konservirovanie drevesiny. Lesnaya promyshlennost*, Moscow. I Martinsson, Owe. (2000) *Decay Resistance of Siberian Larch Wood*, Kungliga Vetenskapsakademin.

Gustavsson, Bengt (2000) *Individuell miljöprövning av anläggningar för tryckimpregnering*, Naturvårdsverket.

Handbook "Russia 2002". [www] <http://www.gks.ru/scripts/free/lc.exe?XXXX09F.6.1/010050R>, Hämtat 2004-04-27.

Industriellforskning och utveckling AB (IFV). www.ifv.se Hämtat 2004-05-22.

International energy agency, IEA. http://www.iea.org/dbtw-wpd/Textbase/stats/nmcbalancetable.asp?nonoecd=Russia&SubmitC=Submit&COUNTRY_LON G_NAME=Russia Publicerad 2001. Hämtat 2004-09-03

Kemikalieinspektionens allmänna råd till föreskrifterna (KIFS 1990:10) om träskyddsbehandlat virke. 1991:4 [www] http://www.kemi.se/Kemi/Kategorier/Lagar/Allmannarad/allmanna_rad.html Hämtat 2004-04-21.

Kemikalieinspektionen: *Tänk på miljön – välj rätt virke och träskydd*

Lomakin, A.D. (1990) *Zashchita drevesiny i drevesnykh materialov*, Lesnaya promyshlennost, Moscow. I Martinsson, Owe. (2000) *Decay Resistance of Siberian Larch Wood*, Kungliga Vetenskapsakademien.

Naturvårdsverket. [www] www.naturvardsverket.se Hämtat 2004-05-23.

Nilsson Thomas, Edlund Marie-Louise. (1996) Lärkvirkets beständighet mot rötangrepp- inte bättre än furu. *Fakta skog- sammanfattning av aktuell forskning vid Sveriges lantbruksuniversitet*. (24)

Persson Karin och Kindblom Karin, (1999) *Kartläggning av emissioner från arbetsfordon och arbetsredskap i Sverige*. (B 1342) IVL Svenska miljöinstitutet AB, Göteborg.

Redlund, Margareta. (2004) Värmebehandling ger rötskyddat virke. *Byggindustrin* (11) s.8.

Skoglig statistisk årsbok [pdf] <http://www.svo.se/fakta/stat/ska2/> Publicerat 2004-06-29. Hämtat 2004-09-02.

Skogsvårdsstyrelsen, [www] www.svo.se/fakta , Hämtat 2004-04-22.

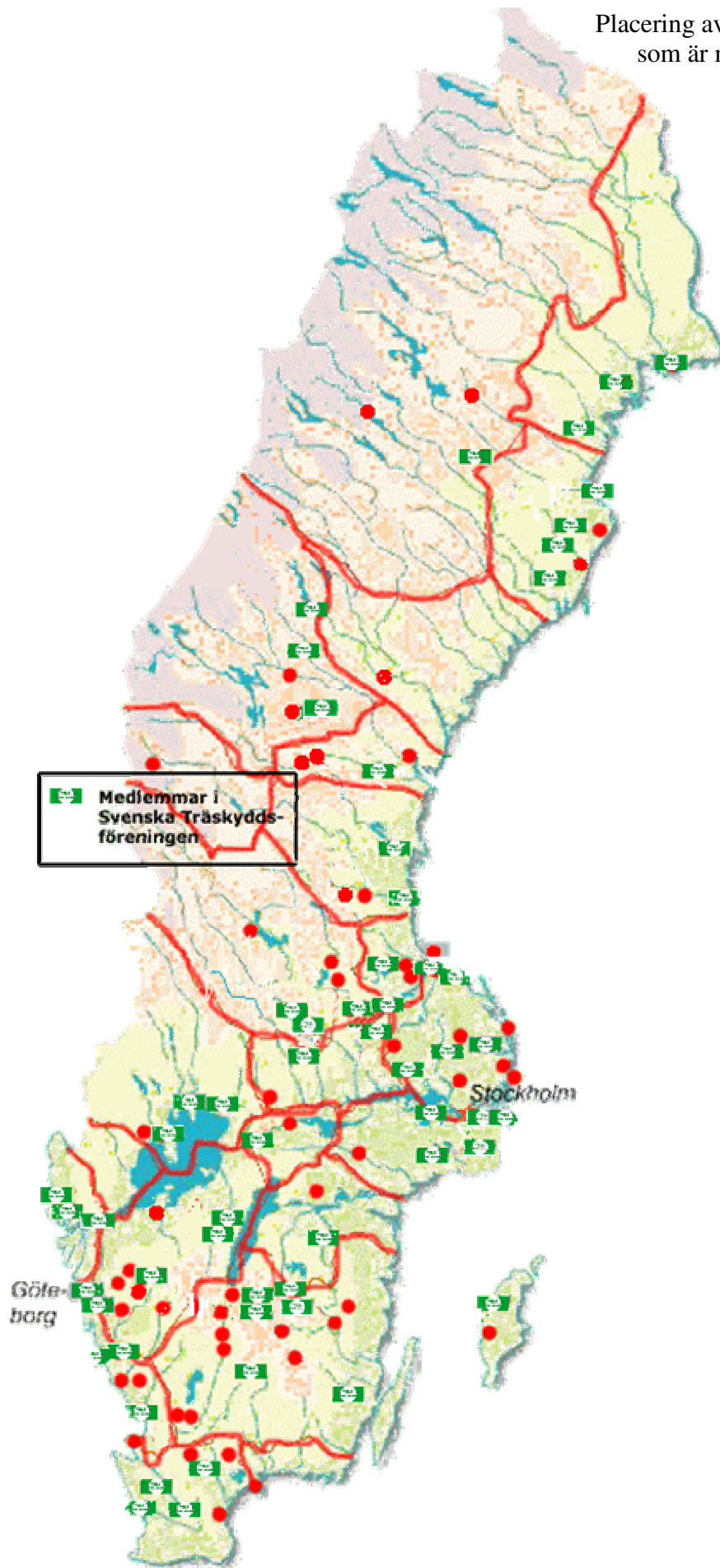
Skogsvårdsstyrelsen. *Mål klasser för skogsskötsel*. [www] www.svo.se/plan/bruksanv/forklar.htm Hämtat 2004-05-19

Svensk FSC-standard för certifiering av skogsbruk, [www] www.fsc-sverige.org. Publicerat 2000. Hämtat 2004-05-19.

Lärk eller impregnerat
Bilaga 1

Placering av de 58 impregneringsverk
som är medlemmar i den nordiska
träskyddsföreningen.

Källa: www.ntr-nwpc.com



Exempel på märkning

TRÄSKYDDSBEHANDLAT VIRKE	
VACUUMIMPREGNERAD FUR FÖR ANVÄNDNING	
OVAN MARK – UTOMHUS	
Detta virke innehåller: Koppar, bor och tebukonazol.	3
Överväg noga behovet av bekämpningsmedel (träskyddsbehandling) innan Du väljer.	1
Virket är <u>endast avsett för användning utomhus</u> . (Ej för långvarig markkontakt)	1
Bearbetning av det impregnerade träet bör undvikas!	4
Måste virket ändå bearbetas och speciellt om detta sker inomhus, behövs normalt andnings- skydd (halvmask med partikelfilter, P2), då trädamm kan vara farligt vid inandning.	6 5
AVFALL	
Träskyddsbehandlat träavfall ska omhändertas separat.	7
Större mängder levereras separat till godkänd behandling. Får endast brännas i godkänd avfallsförbrännings- eller energianläggning (dvs. anläggning med högeffektiv rökgasrening och säkert omhändertagande av askan).	
För närmare information kontakta miljökontoret i kommunen. Se vidare Kemikalieinspektionens föreskrifter KIFS 1998:8, kap 9.	
Träskyddsbehandlat av	2
(Företagets namn)	
Träskyddsbehandlingen motsvaras av NTR AB *	
Impregneringen står under kontroll av Statens Provningsanstalt. Kvalitetskontrollerat impregnerat virke enligt SS 056110	
Impregneringsdatum/körning nr	
Beräknad fixeringsdatum	

* NTR står för Nordiska TräskyddsRådet, NTR, som godkänner olika träskyddsmedel
(handelsnamn) för användning inom resp. träskyddsklass (se vidare nästa sida)

1-7 visar på punkterna under § 36 som ska finnas med i märkningen enligt kemikalie-
inspektionens föreskrifter.

Lärk eller impregnerat
Bilaga 3
Godkända impregneringsmedel 2004

Nr.	CCA	Kemikalier													
		Tetramminkoppar (divätekarbonat)	Koppar	Koppar II oxid	Koppar II Sulfat	Kromtrioxid	Natriumdikromat	Kromtrioxid	Diarsenikpentoxid	Fosforsyra	Borsyra	N-Didecyldimetylammoniumklorid N-Alkylbensyldimetylammoniumklorid (C8-C18) 4,5-Diklor-2-n-oktyl-4-isotiazolin-3-on	Borax	Guzzatinacetater	Kreosot
CCA															
4298	Celcure CCA Type C 50 %		9,5					24	17						
4020	Celcure CCA Type C 60 %		11					29	20						
3953	Kemwood K33 C conc Tanalith COL			11			30	27	20						
3609	Kemwood KC 73			7,7	2,5			20							
CCP															
3210	Celcure P 50			15		21				30					
4620	Celcure P 50 flytande			9,1		16				18					
4018	Kemwood KCP flytande			9,1		16				18					
CCB															
4406	Impralit KDS									8	10				
4506	Impralit KDS 4									4	10				
3843	Celcure CCB 90				32		36			22					
Kreosot															
4035	MT-Kreosotolie														100
4572	Träskyddsmedel Typ C														80
3386	VfT-Kreosotolja M														100
Övriga															
4537	SBI-1925										0,5				
4531	Basilit KD										51				
4120	ACQ 2000		10								2,4				
4038	Kemwood ACQ 2100		16								4,7				
3691	Kemwood ACQ 1900		23								4,8				
4534	Celcure AC 800		23								4,8				
3656	Mitrol C 800										40			8	
3697	Sinesto B										14		5,2		

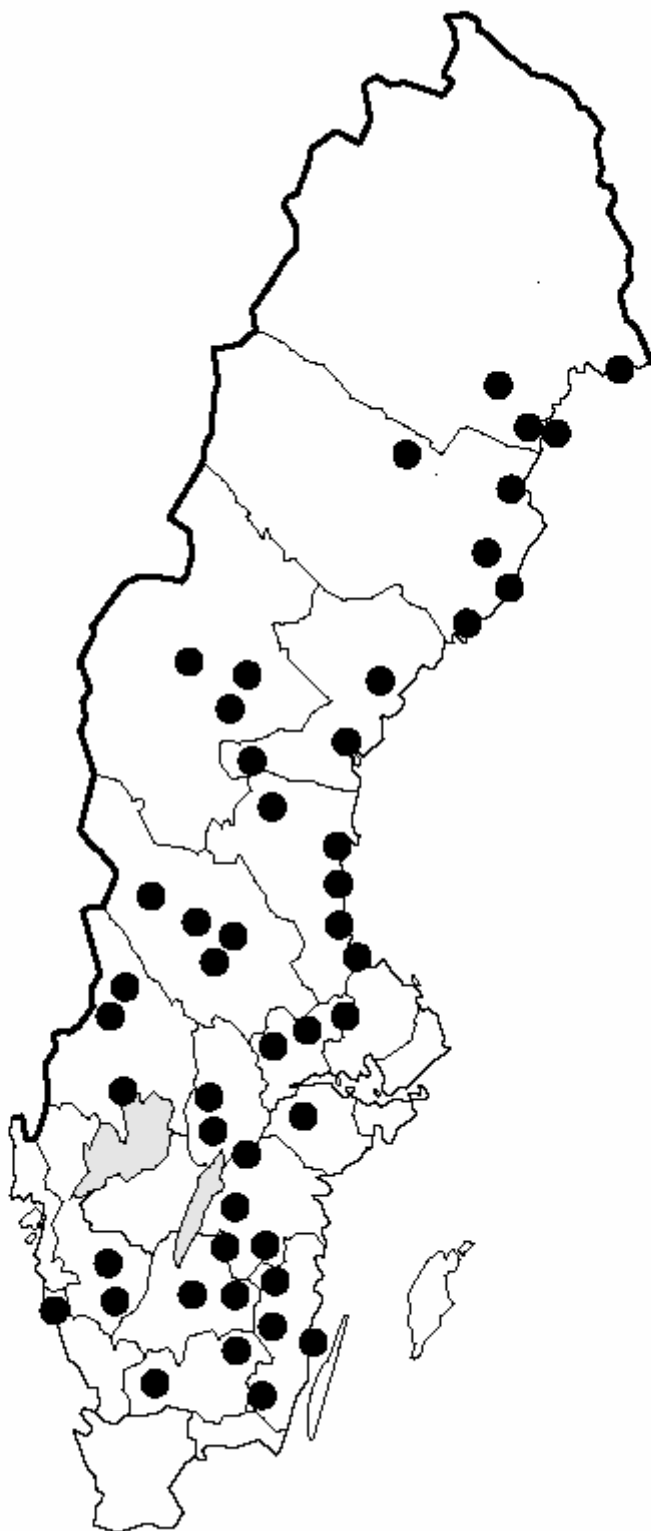
Lärk eller impregnerat
Bilaga 3
Godkända impregneringsmedel 2004

Nr.	Borföreningar										
		Borsyra	Tetramminkoppar (divätekarbonat)	Koppar II hydroxidkarbonat	bis(N-Cyklohexyldiazeniumdioxid) koppar	N-Alkylbensyldimetyl-ammoniumklorid (C8-C18)	Tebukonazol	Propikonazol	5-klor-2-metyl-4-isotiazolin-3-on	2-metyl-4-isotiazolin-3-on	3-jod-2-propynybutylkarbammat
4617	Impralit BKD	56,4									
4006	Celcure ACB	26	14								
3787	Kemwood KB 75	28	20								
4601	Celcure AC 500	5	5			4,8					
4532	Kemwood ACQ 2200	5	28,6			4,8					
4193	Celcure DB	13									
4510	Celcure DB 25	3,3									
4458	Tanalith E-7	4,5		20,5		0,24	0,25				
3969	Tanalith E	4,5		20,5		0,5					
4527	Wolmanit CP 067	5		17				1,8			
4528	Wolmanit CX 070	5		16	3			0,9			
4121	Wolmanit CX-10	5		16,3	3,5						
4122	Wolmanit CX-8	4		13	2,8						
4503	Wolmanit CX-E	5,7		18,6	4						
4502	Wolmanit CX-E 87 %	5		16,3	3,5						
4088	Wolmanit CX-S	4		8,1	6,1						
4401	Wolmanit CX-SC	4,3		11,2	4,1						
4089	Wolmanit CX-SD			8,1	6,1						
	Övriga										
4541	Celcure E41-600					0,8	0,8				
3976	Gori pres 10					1	3			1	
3975	Gori vac TH 92					0,2	0,6			0,2	
4046	Gori vac LT 93					0,2	0,6			0,2	
4059	Resitol					0,4	0,4			0,2	
4107	Protim P-vac						1,2				
4012	Tanamix							1,5	0,5		
3711	Celkil 90 konc							0,8	0,3		

Kolumn nr ett är KEMI:s betäckning på impregneringsmedlet.

Siffrorna under respektive beståndsdel beskriver viktprocent av ämnet i impregneringsmedlet.

Lärk eller impregnerat
Bilaga 4
Svenska sågverk med en årsproduktion över 100 000m³



Källa: Skogsstatistisk årsbok <http://www.svo.se/fakta/stat/ska2/> Publicerad 2004-06-29.
Hämtat 2004-09-02.



Förteckning över godkända träskyddsmedel

Listan upptar av Nordiska Träskyddsrådet godkända träskyddsmedel, som är tillåtna för användning i Sverige, dvs de är även godkända av Kemikalieinspektionen. Klassbeteckningar (klass M, A, AB och B) enligt NTR Dokument Nr 1:1998.

Träskyddsmedel	Huvudsakliga beståndsdelar	Krav på upptagning i furusplintved ¹⁾ , kg/m ³				Kemikalieinspektionens	
		Klass M	Klass A	Klass AB	Klass B	Reg nr	Behörighets- klass
Vattenlösliga medel - CCA-typ							
Celcure CCA Type C 50%*	koppar, krom, arsenik	24,0	12,0	5,0	-	4298	1 ASS
Celcure CCA Type C 60%*	koppar, krom, arsenik	24,0	12,0	5,0	-	4020	1 ASS
Kemwood K33 C conc*	koppar, krom, arsenik	24,0	12,0	5,0	5,0	3953	1 ASS
Tanalith COL*	koppar, krom, arsenik	30,0	15,0	7,0	7,0	4024	1 ASS
Vattenlösliga medel - CCB-typ							
Celcure CCB 90	koppar, krom, bor	44,0	24,0	18,0	18,0	3843	1 ASS
Vattenlösliga medel - CCP-typ							
Kemwood KCP Flytande	koppar, krom, fosfor	-	30,0	30,0	-	4018	1 ASS
Celcure P50 Flytande	koppar, krom, fosfor	-	30,0	30,0	-	4620	1 ASS
Vattenlösliga medel - CC-typ							
Kemwood KC73*	koppar, krom	-	10,0	10,0	-	3609	1 ASS
Vattenlösliga medel - Övriga							
ACQ 2200	koppar, bor, N-alkylbensyl-dimetylammoniumklorid	-	-	12,0	-	4532	2
Basilit KD	N-alkylbensyldimetyl-ammoniumklorid	-	-	12,0	-	4531	2
Celcure AC 500	koppar, bor, N-alkylbensyl-dimetylammoniumklorid	-	-	12,0	-	4601	2
Celcure AC 800	koppar, N-alkylbensyl-	-	36,0	19,0	19,0	4534	2

	dimetylammoniumklorid						
Celcure E41-600	tebukonazol, propikonazol	-	-	8,0	-	4541	2
Gori pres 10	propikonazol, tebukonazol, 3-jod-2-propynylbutylkar- bamat	-	-	3,0	-	3976	2
Impralit KDS 4	koppar, polymerisk betain, bor	-	-	12,0	-	4506	2
Kemwood ACQ 1900	koppar, N-alkylbensyl- dimetylammoniumklorid	-	36,0	19,0	19,0	3691	2
Mitrol C 800	guazatinacetat, N-alkyl- bensyldimetylammonium- klorid	-	-	8,0	8,0	3656	2
Sinesto B	N- alkyltrimetylammonium- klorid, borax	-	-	18,0	18,0	3697	2
Tanalith E	koppar, bor, tebukonazol	-	18,0	13,0	-	3969	2
Tanalith E-7	koppar, bor, tebukonazol, propikonazol	-	18,0	9,0	-	4458	2
Wolmanit CP-067	koppar, bor, propikonazol	-	-	7,5	7,5	4527	2
Wolmanit CX-070	koppar, koppar-HDO, bor, propikonazol	-	-	7,0	7,0	4528	2
Wolmanit CX-8	koppar, koppar-HDO, bor	-	22,0	12,0	12,0	4122	2
Wolmanit CX-10	koppar, koppar-HDO, bor	-	-	10,0	10,0	4121	2
Wolmanit CX-E	koppar, koppar-HDO, bor	-	21,0	-	-	4503	2
Wolmanit CX-E 87%	koppar, koppar-HDO, bor	-	24,0	-	-	4502	2
Wolmanit CX-S	koppar, koppar-HDO, bor	-	-	4,0	4,0	4088	2
Wolmanit CX-SC	koppar, koppar-HDO, bor	-	-	6,0	-	4461	2
Wolmanit CX-SD	koppar, koppar-HDO	-	-	6,0	6,0	4089	2
Oljor och oljelösliga medel							
Gori vac TH92	propikonazol, tebukonazol, IPBC	-	-	-	0,30 (30,0)	3975	2

Gori vac TL93	propikonazol, tebukonazol, IPBC	-	-	-	0,30 (30,0)	4046	2
Protim P-vac	propikonazol	-	-	-	0,41 (35,0)	4107	2
Resistol	propikonazol, tebukonazol, IPBC	-	-	-	0,24 (26,0)	4059	2

Kreosotoljor

Vft-Kreosotolja M	derivat av stenkoltjära ³	400	135	90	-	3386	1 ASS
MT kreosotolja	derivat av stenkoltjära ³	400	135	90	-	4035	1 ASS

¹⁾ Träslag godkända av Nordiska Träskyddsrådet (NTR) är furu (*Pinus spp*), alla arter. Andra träslag kan godkännas av NTR. Endast impregneringsföretag som är godkända enligt NTR Dokument Nr 1:1998 och har tecknat särskilt avtal med SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut avseende kvalitetskontroll av en eller flera träskyddsklasser har rätt att märka virket.

²⁾ Upptagningen beräknas för aktiva ämnen (propikonazol etc) eller impregneringsmedlet (aktiva ämnen + additiv+ lösningsmedel). Kravet på upptagning för det sistnämnda alternativet anges inom parentes. Upptagningsberäkningar på impregneringsmedlet utförs vid rutinmässig driftkontroll på impregneringsanläggningen, medan beräkningar på aktiva ämnen i regel görs endast vid kemisk analys av det impregnerade virket vid exempelvis SPs kvalitetskontroll.

³⁾ Kreosotoljan skall uppfylla WEI specifikation typ A, B eller C eller de skandinaviska kvalitetsbestämmelserna.

För kreosotolja enligt de skandinaviska kvalitetsbestämmelserna får halten, s k sura beståndsdelar, dock vara max 3 %.

* En impregnering till klass A med detta träskyddsmedel och en efterföljande impregnering med kreosotolja till klass A ger en produkt som uppfyller kravet för klass M.

Källa: Svenska träskyddsinstitutet <http://www.ntr-nwpc.com/sverige/> Publicerat Hämtat 2004-09-03

Emissionerna av SO₂ och CO₂ som redovisas i tabellerna nedan bygger på formlerna B1 och B2. Tabellerna ligger till grund för tabell 9 och 10 i rapporten.

Formel 1 $E_{SO_2} = 2 * k_{S,I} * b_{J,I} * \delta$

$k_{S,I}$ = svavelinnehållet, $b_{J,I}$ = bränsleförbrukning i liter, δ = densitet (0,8 för diesel)

Källa: Persson och Kindbom

Formel 2 $E_{CO_2} = 44,011 * (b * \delta / (12,011 + 1,008 * r_{H/C}))$

b = bränsleförbrukning i liter, δ = densitet (0,8 för diesel), $r_{H/C}$ = förhållandet mellan väte och kol (2 för diesel)

Källa: Persson och Kindbom 1999

Tabell B1 Utsläpp av emmissioner vid avverkning och skotning per timme i Sverige

		CO	NO _x	Partiklar	N ₂ O	CH ₄	NH ₃	CO ₂	SO ₂
Ty av maskin	[m ³ /h]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/m ³]	[g/m ³]
Skördare, 125 kW	25	5	9,2	0,7	0,35	0,05	0,002	32,6	0,002
Skotare, 115 kW	23	5	9,2	0,7	0,35	0,05	0,002	25,1	0,0016
Totalt		10	18,4	1,4	0,7	0,1	0,004	57,7	0,0036

Källa: (Produktivitet, Olaison, S); (Emissioner, Persson och Kindbom 1999)

Tabell 1 Utsläpp av emmissioner vid avverkning och skotning per timme i Ryssland

	Produktivitet	Bränsleförbrukning	CO	NO _x	Partiklar	N ₂ O	CH ₄	NH ₃	CO ₂	SO ₂
Ty av maskin	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/m ³]	[g/m ³]
Skördare, 125 kW	25	0,013	3,7	14,3	0,7	0,35	0,05	0,002	32,6	1,04
Skotare, 115 kW	23	0,01	3,8	14,4	0,7	0,35	0,05	0,002	25,1	0,8
Totalt			7,5	28,7	1,4	0,7	0,1	0,004	57,7	1,84

Källa: (Produktivitet, Olaison, S); (Emissioner, Persson och Kindbom 1999)