

# Datainsamling till underlag för livscykelanalyser (LCA) av det svenska skogsbruket

Beräkningar, erfarenheter och antaganden

Ågren, K., Högbom, L., Johansson, M., och Wilhelmsson, L.



Bild från en avverkning nära Strömsberg, Uppland. Foto: Lars Wilhelmsson.

# Innehåll

<b>Förord</b> .....	<b>4</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>Summary</b> .....	<b>6</b>
<b>Bakgrund</b> .....	<b>7</b>
<b>Syfte</b> .....	<b>7</b>
<b>Metod</b> .....	<b>7</b>
<b>Resultat</b> .....	<b>8</b>
Grundantaganden .....	8
Funktionell enhet.....	8
Bark.....	8
Systemgränser .....	8
Skogens naturliga kolcykel.....	11
Klimatpåverkan i brukad skog .....	12
Fossila kolflöden .....	12
Markberedning .....	12
Plantering .....	13
Gödning .....	13
Röjning.....	14
Gallring .....	14
Slutavverkning .....	15
Skotning av rundvirke respektive grot.....	15
Flisning av grot vid väggkant .....	16
Vidaretransport .....	16
Transport av plantor, gödsel och kringmaterial till skogen .....	18
Konstruktion och underhåll av skogsbilvägar .....	18
Underhåll av maskiner .....	18
Plantproduktion.....	20
Exkluderade processer .....	22
Biogena kolflöden .....	23
Allokering.....	26
<b>Diskussion</b> .....	<b>28</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>30</b>

<b>Appendix A</b> .....	<b>33</b>
Carbon content per kg product .....	34
<b>Appendix B</b> .....	<b>36</b>



**skogforsk**

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala  
skogforsk@skogforsk.se  
skogforsk.se

---

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 13 april 2021 av Maria Nordström, Bitr. programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering den 2 juni 2021.

Redaktör: Hanna Andtbacka, hanna.andtbacka@skogforsk.se  
©Skogforsk 2021 ISSN 1404-305X

# Förord

Den här rapporten är skriven inom ramarna för projektet ”Hållbar utveckling genom varudeklaration av skogens produkter – ett steg mot gemensam LCA-metodik”, vilket är finansierat av Stiftelsen Skogssällskapet. Arbetet har genomförts vid Skogforsk och RISE, i nära samarbete med våra partners inom det Vinnovafinansierade projektet ”Hållbarhetskriterier och livscykelanalys för skogsbruk”.

Författarna vill tacka Skogssällskapet för finansiering, och alla inblandade för goda diskussioner och stöd för att diskutera och ta frågorna framåt.

Uppsala i april 2021

Författarna, genom Karin Ågren

# Sammanfattning

För att kunna motverka den ökande halten av koldioxid i atmosfären behöver världens länder minska emissionerna från fossila kolkällor. Främjande av hållbar produktion och användning av biobaserade produkter i stället för fossila kan minska vår miljöpåverkan. För att genomföra denna omställning på bästa sätt är det därför grundläggande för oss att veta vilka effekter ett byte från ändliga resurser till förnyelsebar bioråvara skulle innebära. I denna fråga är livscykelanalyser (LCA) ett användbart verktyg.

Den här rapporten utgör slutrapportering för projektet ”Hållbar utveckling genom varudeklaration av skogens produkter – ett steg mot gemensam LCA-metodik”, vilket är finansierat av Skogssällskapet. Här redovisas bakgrundsdata som är insamlat enligt den branschgemensamma PCR; *PCR Basic products from forestry (2020)*, som togs fram inom det strategiska innovationsprogrammet BioInnovation. Den data som redovisas i den här rapporten bygger vidare på Högbom m.fl. (2020) och har inhämtats och sammanställts av Skogforsk och RISE, i nära samarbete med det projektkonsortium som gemensamt drev projektet ”Hållbarhetskriter och livscykelanalys för skogsbruk” inom BioInnovation.

Syftet med den här rapporten är att med *PCR Basic products from forestry (2020)* som bas stegvis presentera de data som insamlats, samt att beskriva hur datainsamlingen har genomförts. Vidare syftar rapporten till att beskriva och motivera de antaganden som ligger bakom avgränsningar och användning av data. Fokus har legat på den svenska skogen och brukandet av den, vilket innebär att processer och antaganden är anpassade för att stödja analysen av de aktuella förhållandena. Det betyder därmed att data från rapporten inte bör användas i beräkningar för andra länders skogsbruk, om det inte först klargjorts att förutsättningarna tillåter det.

Bakgrundsdata har insamlats för tre trädslag; tall, gran och löv, för fyra produkter; timmer, massaved, grot (grenar och toppar) och bränsleved, samt för fyra regioner; norra Norrland, södra Norrland, Götaland och Svealand. Insamlat data inkluderar såväl allt maskinarbete (inklusive vidaretransporter), som biologisk tillväxt och nedbrytning i de olika delarna av skogslandskapet, från plantering till slutavverkning. Fokus för rapporten ligger på kolflöden, vilket innebär att flöden av näringssämnen, metaller, vatten, samt andra gaser än koldioxid inte behandlas.

Den data som presenteras i rapporten är insamlat enligt beräkningsgrunden *annual fullscan approach*. Det innebär att samtliga skogliga åtgärder, skogens tillväxt och samtliga signifikanta utsläpp, såväl fossila som biogena, som sker under ett specifikt år används som dataunderlag för det året. Att vi använder oss av detta tillvägagångssätt betyder att den totala påverkan för skogslandskapet kommer att variera mellan år. För att erhålla en jämförbar bild över de aktuella kolflödena har data för år 2016 redovisats, i de fall det varit möjligt.

# Summary

If we are to mitigate the increasing concentration of carbon dioxide in the atmosphere, the world's countries need to reduce emissions from fossil carbon sources. Promotion of sustainable production and use of biobased products instead of fossil products can reduce our environmental impact. A basic requirement for achieving this transition in the best way is an understanding of the effects of switching from finite resources to renewable bio-based raw materials. Life cycle analyses (LCA) are an important tool in this work.

This report is the final report of the project *Hållbar utveckling genom varudeklaration av skogens produkter – ett steg mot gemensam LCA-metodik* (“Sustainable development through product declaration of forest products – a step towards a common LCA method”), funded by Skogssällskapet. Background data is presented that has been collected according to the Product Category Rules applied across the sector – *PCR Basic products from forestry* (2020) – developed in the strategic innovation programme, BioInnovation. The data presented in this report builds on the work of Högbom et al. (2020), and has been retrieved and compiled by Skogforsk and RISE, in close collaboration with the consortium that ran the project “Sustainability criteria and life cycle assessment for forestry” in the BioInnovation programme.

The aim of this report is to use *PCR Basic products from forestry* (2020) as a basis for gradually presenting the collected data and for describing how the data was collected. Another aim is to describe and justify the assumptions that lie behind delimitations and use of data. The focus has been on the Swedish forest and its use for production, so processes and assumptions are adapted to support the analysis of the prevailing conditions. Consequently, the data in this report should not be used for calculations regarding forestry in other countries, unless the circumstances clearly permit this.

Background data has been collected on three species (pine, spruce, and broadleaf), four products (sawn wood, pulpwood, logging residues, and energy wood), and four regions in Sweden (northern Norrland, southern Norrland, Götaland, and Svealand). Collected data includes all machine work (including onward transports) and biological increment and decomposition in the various parts of the forest landscape, from planting to final felling. The focus here is on carbon flows, so flows of nutrients, metals, water, and gases other than carbon dioxide are not considered.

Data has been collected according to the assessment basis *annual full-scan approach*, which means that all forest-related activities, forest increment and all significant emissions, both fossil and biogenic, taking place during a specific year are used as data for that year. Consequently, the total impact for the forest landscape will vary from year to year. As far as possible, data for 2016 is shown in this report to obtain a comparable description of current carbon flows.

# Bakgrund

Inom det strategiska innovationsprogrammet BioInnovation, vilket är finansierat av Vinnova, Energimyndigheten och Formas tillsammans med deltagande intressenter, har det bedrivits ett projekt benämnt ”Hållbarhetskriterier och livscykelanalys för skogsbruk”. I projektkonsortiet ingick Bergvik Skog (första året), BillerudKorsnäs, Domsjö Aditya Birla, Energiföretagen Sverige, Essity, Holmen, LRF Skogsägarna, Mondi, Riksbyggen, SCA, Sekab, Setra, Skogsindustrierna, Sveaskog, Södra skogsägarna och Upphandlingsmyndigheten. Inom projektet tog man bland annat fram de första internationella produktkategorireglerna för sågtimmer, massaved, grot (grenar och toppar) och bränsleved och publicerades i det internationella EPD-systemet enligt ISO14025:2006. Detta arbete leddes av IVL, med Skogforsk som partner och rådgivare inom de skogliga frågorna.

I ett annat delprojekt insamlades och sammanställdes data för svenskt skogsbruk enligt de framtagna produktkategorireglerna. Dessa data dokumenterades enligt ISO-standard 14048:2002 (Högbom m. fl., 2020). Detta delprojekt leddes av RISE och genomfördes av RISE i samarbete med Skogforsk.

Den här rapporten, som utgör slutrapportering för projektet ”Hållbar utveckling genom varudeklaration av skogens produkter – ett steg mot gemensam LCA-metodik”, finansierat av Stiftelsen Skogssällskapet, redovisar bakgrundsdata till beräkningarna som gjorts i ovan nämnda projekt, samt diskuterar begränsningar och antaganden som gjorts angående det data som insamlats och dess användningsområden. Redovisandet av bakgrundsdata är ett tydligt och konkret projektresultat, men under framtagandet av dataseten har också en utökad kunskapsuppbyggnad vid Skogforsk skett parallellt inom de två ovan nämnda projekten.

## Syfte

Syftet med den här rapporten är att med PCR *Basic products from forestry* (2020) som bas stegvis presentera de data som insamlats, hur datainsamlingen har genomförts och motivera de antaganden som ligger bakom avgränsningar och användning av data. Fokus har legat på den svenska skogen och brukandet av den, vilket innebär att processer och antaganden är anpassade till det. Därför bör inte data från rapporten användas för beräkningar för andra länders skogsbruk, om det inte först klargjorts att förutsättningarna tillåter det.

## Metod

Arbetet har utförts vid Skogforsk för att stärka den kompetens och kunskapsbas som institutet har inom LCA-livscykelanalys. Detta har bland annat gjorts genom en litteraturstudie, samt genom intervjuer med skogsbolag och diskussioner med involverade parter.

# Resultat

Data som presenteras nedan har tagits fram enligt PCR *Basic products from forestry* (2020). Vi har samlat in bakgrundsdata för tre trädslag, fyra produkter och fyra regioner - vilka beskrivs i detalj nedan. För många av de skogliga åtgärderna görs ingen distinktion mellan trädslag och produkter, utan samma värde är generellt för samtliga fall. I de fall data för trädslag och respektive område skiljer sig åt tillräckligt för att motivera differentierade värden diskuteras det i texten nedan.

## Grundantaganden

I detta kapitel diskuteras de grundantaganden som gjorts för att data ska kunna samlas in och tolkas på ett adekvat sätt. För en mer ingående beskrivning till vad en funktionell enhet är och vad som menas med systemgränser, se till exempel Klein m.fl., (2015).

### Funktionell enhet

Den funktionella enheten som används är 1000 kg torrs substans (=1 tTS), levererad till industrigrind eller terminal till mottagande industri. Från ett skogsbruks-/leverantörsperspektiv är torrs substans en lämplig enhet för att redovisa och allokera kolbindning och emissioner från skogens bruttotillväxt, samt gemensamma såväl biogena som fossila emissioner. Allokering efter ursprunglig volym är ett alternativ, men det är sämre kopplat till olikheter i innehåll och miljöpåverkan (biogent kol och emissioner), liksom av materialens sammansättning. Ekonomisk allokering kräver att olika användare är överens om värderingen (och om den ändras) av hela skogsbrukets insatser eftersom allokeringen bara utförs för de integrerade delarna av skogsbrukets åtgärder, all särhantering allokeras till aktuell produkt.

För den funktionella enheten ska vedmaterialens torr-rådensitet (som i detta fall kan räknas om till rå volym per tTS vedmaterial), fukthalt och kolinnehåll deklarerar per ton torrs substans. Även medföljande barkandel och egenskaper ska, i de fall det är tillämpligt (sågtimmer och massaved), läggas till. Med den funktionella enheten 1 tTS torrs substans vedmaterial tillkommer för sågtimmer och massaved därmed levererat barkmaterial utöver 1 tTS ved. Hanteringen av detta beskrivs ytterligare i texten nedan. Skogforsk har tillhandahållit beräkningar av densitet och kolinnehåll i tall- och grantimmer, samt referenser till material av björk och biomassa bestående av bark och grenar. Bakgrund till dessa beräkningar finns i Appendix A.

### Bark

Handelsmått för sågtimmer och massaved är normalt kubikmeter fast mått under bark ( $m^3_{fub}$ ) som sedan räknats om via torr-rådensitet till ton torrs substans där barken är exkluderad. Vid beräkningar av kolbalanser har därför ett tillägg för bark gjorts för dessa produkter. Grot-kvantiteter utgår från volymmått inklusive bark och barr omräknat till eller inmätt som kg torrs substans. Kolinnehållet i barken är därför medräknat för alla produkter (sågtimmer, massaved, bränsleved och grot).

### Systemgränser

För att kunna samla in data på ett adekvat sätt behövs tydliga systemgränser i såväl tid som rum. Data representativt för det svenska skogsbruket har insamlats för fyra svenska



regioner, uppdelat på tre trädslag och fyra produkter. Regionerna är norra Norrland, södra Norrland, Götaland och Svealand. Regionerna är utvalda som en följd av datatillgänglighet (Riksskogstaxeringen har valt denna uppdelning) samt en bedömning om hur stor påverkan som bör ligga i denna parameter. Det är framför allt transportavstånd som skiljer regionerna från varandra, där transportavstånden generellt blir längre ju längre norrut i landet vi kommer. Något som i dagsläget inte är inkluderat i dataunderlaget är det faktum att medelstammar varierar över landet, vilket också får till följd att skogsproduktionspotentialen (exempelvis skördarnas effektivitet) och kolbindningen påverkas. I de fall där det finns mer exakta data är det därför alltid gynnsamt att använda dessa, för att få högsta möjliga upplösning i resultat.

Produkterna och trädslagen är definierade enligt Tabell 1 och 2 nedan.

Produkt	Huvudsakligt användningsområde
Sågtimmer	Anpassat råmaterial till sågade trävaror / solida träprodukter och träkomponenter, samt konsekvensprodukter för massa, fiberprodukter och energi
Massaved	Anpassat råmaterial till pappersmassa och andra fiberbaserade produkter, samt konsekvensprodukter för energi
Bränsleved	Anpassat råmaterial till energi
Grenar och toppar (grot)	Anpassat råmaterial till energi

Tabell 1. Produkter från skogen.

Trädslag	Latinska namn	Kommentar
Tall	<i>Pinus sylvestris</i> <i>Pinus contorta</i>	Data avser <i>P. sylvestris</i> , men innehåller för norra Sverige även ett inslag av <i>P. contorta</i> .
Gran	<i>Picea abies</i>	
Löv (vårtbjörk, glasbjörk,	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula</i>	Data för skilda kategorier av löv fanns inte lätt tillgängligt, vilket fick som följd att denna kategori innehåller data från flera olika lövträd.

asp, al, ask, lönn)	<i>pubescens</i> , <i>Populus</i> <i>tremula</i> , <i>Alnus incana</i> , <i>Alnus</i> <i>glutinosa</i> , <i>Acer</i> <i>platanoides</i>	Tyngdpunkten ligger dock i data för björk ( <i>Betula spp.</i> ).  Förvaltning av lövträdsbestånd som täcks av den svenska ädellövskogslagen (bestånd dominerade av bok ( <i>Fagus sylvatica</i> ), ek ( <i>Quercus robur</i> ), ask ( <i>Fraxinus excelsior</i> ), fågelbär ( <i>Prunus avium</i> ), alm ( <i>Ulmus glabra</i> ) och lind ( <i>Tilia cordata</i> )) är ej inkluderade i dataseten.
------------------------	--	---

Tabell 2. Ingående trädslag.

Kategorin Löv är i många fall uppbyggd av björkdata. Eftersom det fanns luckor i täckningen av björkdata breddades dock kategorin till att även inkludera övriga lövträd, dock ej ädellöv.

Vad gäller systemgränser i tid uppstår ett problem eftersom omloppstiden (från planta till skörd) för ett skogsbestånd kan variera från 30 till 150 år (vanligtvis 60–120 år), vilket är ett alltför långt tidsspänn för att kunna samla kontinuerliga data. Därför introducerades beräkningsgrunden *annual fullscan approach*. Den innebär att samtliga skogliga åtgärder, skogens tillväxt och samtliga utsläpp (fossila och biogena) som sker under ett specifikt år används som dataunderlag till det året. Det betyder att allt maskinarbete (inkl råvarutransporter) och all biologisk tillväxt och nedbrytning som sker i de olika delarna av skogslandskapet under året, från plantering till slutavverkning, inkluderas i balansräkningen. Den grot, de naturliga avgångar och övrig ”död ved” som lämnas i skogen under ett specifikt år betraktas som helt förmultnat under det året. Detta även om det i realiteten sker en långsammare biologisk nedbrytning under många år. I konsekvens av beräkningsmodellen kommer grot och död ved som finns kvar från tidigare år redan vara helt avräknad även om de ligger kvar. Givet ett ganska jämnt flöde mellan år underlättar den här beräkningsmodellen beräkningen av de biogena emissionerna. Det är betydligt svårare att uppskatta hur snabbt och hur stor andel av tidigare kvarlämnad biomassa som bryts ner under ett visst år. Antagandet kan dock ge upphov till överdrivna svängningar när andelen grot som lämnas i skogen varierar mellan år, beroende exempelvis på aktuell efterfrågan och energipriser på marknaden, samt rådande energipolitik. I den här rapporten ligger fokus på kolflöden, vilket innebär att flöden av näringsämnen, metaller, vatten, samt andra gaser än koldioxid inte behandlas.

En viktig detalj i datainsamlingen och genomförda beräkningar är att varken emissioner eller kollinlagring i stubbar och rötter räknats in i kolbalanserna. Här behövs ytterligare analys och kunskap om förlopp och flöden. Tillsammans med frågan om olika förändringar av kolförråden i marken är detta ett område som kan behöva utvecklas framöver. Den totala arealen produktiv skog som inte formellt är avsatt som nationalparker eller reservat är inkluderad i data, och den totala påverkan av såväl fossila som biogena flöden allokeras mellan de produkter som faller ut därifrån under det aktuella året. För att ett sådant synsätt ska kunna appliceras krävs att beräkningar bör fördelas över ett helt innehav snarare än enskilda objekt. Det är dock svårt att specificera hur stort detta skogsinnehav måste vara, då det finns flera faktorer som spelar in i bedömningen av detta.

Enligt PCR *Basic products from forestry* (2020) ska data samlas in enligt ett *cradle to gate*-perspektiv. Eftersom alla skogliga åtgärder, från plantskolor till slutavverkning och

vidaretransport, är inkluderade i beräkningarna innebär det att *cradle* (eller vaggan) inte är någon specifik punkt i tid eller rum. *Gate* (grind) är punkten där leverans av produkten sker till industrigrind, eller i förekommande fall till industrikundens terminal. I tidigare genomförda livscykelanalyser har skogsbrukets del ofta räknats fram till bilväg varefter den köpande industrin inkluderat väg- och/eller järnvägstransporten. Men skogsbruket och skogsbrukets logistikföretag har normalt ansvaret även för vidaretransporten från bilväg till industrikunderna, liksom underhåll och nybyggnad av skogsbilvägar, virkesbyten och transportplanering fram till industri eller terminal. Därför har vi föreslagit att dessa delar inkluderas i *PCR Basic products from forestry (2020)*. Det viktiga är dock att systemgränserna är klara och att transportererna som utgör en betydande del av emissionerna från skogsbruk till industri räknas med så hög kvalitet på indata som möjligt, liksom att de inte dubbelräknas eller glöms bort som en följd av otydliga systemgränser.

Att vi använder oss av *annual fullscan approach* innebär att den totala påverkan för skogslandskapet kommer att variera mellan år. För att erhålla en jämförbar bild över de aktuella kolflödena har, i de fall det varit möjligt, data för år 2016 inhämtats. Noteras bör dock att data från Riksskogstaxeringen, över exempelvis avverkad volym och tillväxt, oftast presenteras i löpande 3- eller 5-årsmedelvärden, vilket innebär att eventuella större fluktuationer under det givna året jämnas ut.

I stora drag förändras markanvändningen i ett skogslandskap endast marginellt mellan år. Normalt fortsätter den mark som varit produktiv skogsmark ett år att vara det under nästa år.

Tydligt formulerade systemgränser anses vara den viktigaste delen i att skapa jämförbara livscykelanalyser, eftersom skilda systemgränser omöjliggör jämförande mellan studier. Det är således av högsta vikt att vid presentation av LCA-resultat tydligt klargöra vilka systemgränser som har använts.

### **Skogens naturliga kolcykel**

Växande skog lagrar kol genom fotosyntesen. Den drivs av solljus, koldioxid och vatten och bildar kolhydrater, som till största delen bygger upp och lagras i de växande trädens biomassa. I växtlig skog avgår endast en mindre del genom trädens respiration. Barr och löv, liksom avfallande grenar och bark, når marken och bryts ner biologiskt i olika takt. Vilket leder till respiration och oxidation av kol, men också frigörande av olika näringsämnen, som till exempel kväve. En normalt mindre del (större del på torvmark) av det nedfallande kolet oxideras inte utan läggs i stället fast i markprofilen. I en fritt utvecklade äldre skog, utan biomassauttag, kommer så småningom tillväxt och nedbrytning balansera i takt med att många träd skadas och bryts ner. I den brukade skogen skördas det mesta av den producerade biomassan i form av sågtimmer, massaved och bränsleved. Beroende på marktyp, var i landet avverkningen skett och intresse hos det avverkande företaget kan också grot tas ut för att exempelvis användas till bioenergi. Det är dock vanligt att groten lämnas kvar i skogen, vilket leder till att den och stubbarna så småningom bryts ned och kolinnehållet i samband med detta antingen oxideras till koldioxid, eller läggs fast som kol i marken. Beroende på hur uttagen biomassa används möjliggörs i nästa steg dels olika substitutionseffekter när trädens biomassa tas ut och används i stället för produkter med fossilt ursprung, dels möjligheter för ökad inlagring av kol i långlivade produkter och cirkulerade eller förnybara biomaterial.

I dagens svenska skogsbruk är skogens tillväxt högre än den årligt uttagna volymen. Det innebär att det sker en nettotillväxt, och skogsbeståndet i Sverige ökar för varje år. Sverige har i dagsläget ett betydligt större skogslager än vad som var fallet vid 1900-talets början, detta främst tack vare att skogarna sköts på ett mer effektivt sätt med kontinuerliga röjningar och gallringar. Den svenska skogen upptar således en stor mängd koldioxid årligen och fungerar på så vis som en kolsänka, samtidigt som det också finns en betydande kolreservoar i den stående skogen.

### Klimatpåverkan i brukad skog

Vid sidan av skogens naturliga kolcykel, som diskuterats i stycket ovan, finns ytterligare en aspekt på kolbalanser i skogen som uppkommer vid brukandet av skog. Alla skogliga åtgärder, från plantering via röjning och gallring till slutavverkning och vidaretransporter, leder till fossila koldioxidutsläpp om fossila bränslen eller fossilberoende material används i processen. Vissa åtgärder ger större påverkan än andra, men för att få en helhetsbild av den koldioxid som släpps ut under skogens livscykel är det viktigt att se över samtliga åtgärder; från plantskola till sluttransport och inkludera alla som har väsentlig inverkan på systemet.

### Fossila kolflöden

Nedan följer en genomgång av samtliga skogliga åtgärder, inklusive plantskolor och vidaretransporter. Rapporten innefattar redogörelser för vilka data som används samt associerade arealer och volymer.

### Markberedning

Markberedning utförs efter en avverkning och innan nyplantering sker. Den kan göras på en rad olika sätt; harvning, högläggning, med mera. Vi specificerar inte vilken typ av markberedning som görs, utan utgår från en genomsnittssiffra på 25 l åtgången bränsle per hektar (Brunberg, 2017). Noteras bör dock att eftersom inga uppgifter finns om hur många hektar som är markberedda ett visst år, så har vi valt att utgå ifrån ett antagande om att antal markberedda hektar är lika som antalet slutavverkade hektar, se tabell 3 nedan. I det fall det finns uppgifter om det faktiska antalet markberedda hektar bör dessa användas i stället.

Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
ha	33 200	41 200	42 000	49 000	165 400

Tabell 3. Slutavverkad areal, 2016. Källa: Skogsstyrelsen, 2020.

Enligt Riksskogstaxeringen slutavverkades och gallrades år 2016 totalt drygt 62 miljoner kubikmeter virke, fördelade enligt tabell 4 nedan.

Trädslag	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
Tall	m <sup>3</sup> fub	3 984 000	4 648 000	6 889 000	5 229 000	20 750 000
Gran	m <sup>3</sup> fub	2 490 000	5 893 000	8 715 000	16 849 000	33 947 000
Löv	m <sup>3</sup> fub	1 079 000	1 577 000	1 826 000	2 988 000	7 470 000
Totalt	m <sup>3</sup> fub	7 553 000	12 118 000	17 430 000	25 066 000	62 167 000

Tabell 4. Avverkad volym, 2016. Uppgifterna inkluderar såväl slutavverkning som gallring. Källa: Skogsstyrelsen, 2020.

Den procentuella fördelningen av tall, gran och löv inom respektive landsdel presenteras i tabell 5.

Trädslag	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland
Tall	%	53	38	40	21
Gran	%	33	49	50	67
Löv	%	14	13	10	12

Tabell 5. Andel avverkad volym, 2016. Uppgifterna inkluderar såväl slutavverkning som gallring. Källa: Skogsstyrelsen, 2020.

## Plantering

Plantering sker i huvudsak manuellt och bidrar därför inte till någon beräknad miljöpåverkan. Transport av personal till och från skogen är enligt gängse LCA-metodik inte inkluderat i dataseten. Tabell 6 nedan visar planterad areal för 2016.

Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
ha	35 900	48 900	38 400	42 000	165 400

Tabell 6. Planterad areal, 2016. Källa: Skogsstyrelsen, 2020.

## Gödsling

Gödsling görs för att öka skogens tillväxt och sker idag enbart i norra och mellersta Sverige. Vid gödsling förbrukas i genomsnitt 11 l bränsle per hektar (Brunberg, 2017). Detta inkluderar såväl traktorgödsling som gödsling med hjälp av helikopter. Enligt Riksskogstaxeringen gödslades år 2016 totalt 29 300 hektar skogsmark, fördelat enligt tabell 7 nedan.

Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
ha	5 300	13 100	9 900	1 000	29 300

Tabell 7. Gödslad areal, 2016. Källa: Skogsstyrelsen, 2020.

Om inga andra uppgifter finns antas att gödslingen fördelas lika mellan tall och gran, men att löv inte gödslas och därför inte behöver bära någon börda för detta (Anon, 2007).

## Röjning

Röjning är en beståndsvårdande åtgärd som syftar till att ta bort skadade eller oönskat konkurrerande träd (som på sikt förväntas ge lägre ekonomiskt värde eller saknar motiverat hänsynsvärde). Därigenom ökar diameter- och värdetillväxten, eller andra hänsyn i ung skog, som ännu inte ger möjligheter till ekonomiskt virkesuttag genom gallring med maskin. Vid röjning fälls mindre träd, vanligtvis med röjsåg, som normalt inte skördas utan lämnas kvar i skogen för att förmultna. Under röjning åtgår 9,9 l bränsle per röjd hektar enligt Brunberg (2017). Enligt Riksskogstaxeringen röjdes år 2016 totalt 420 600 ha. Genom att utgå ifrån andelen skördat rundvirke i respektive region, tabell 5, har dessa kunnat fördelas på trädslag enligt tabell 8 nedan.

Trädslag	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
Tall	ha	34 549	35 326	37 113	35 276	142 264
Gran	ha	21 593	44 788	46 950	113 667	226 998
Löv	ha	9 357	11 986	9 837	20 158	51 338
Totalt	ha	65 500	92 100	93 900	169 100	420 600

Tabell 8. Röjd areal, 2016. Källa: Skogsstyrelsen, 2020.

## Gallring

Gallring utförs vanligtvis en till tre gånger under skogens omloppstid. Gallring görs för att möjliggöra ett ekonomiskt virkesuttag i den yngre skogen, men motiveras främst med att åtgärden ska flytta över tillväxt till de träd som bedöms kunna producera värdefullare virke än genomsnittet i det ogallrade beståndet. Gallringen kan även gynna naturvård (naturvårdsträd) och möjligheter till rekreation. Gallring innebär alltid en temporär produktionsförlust genom minskad slutenhet i det nygallrade beståndet. Den effekten och risken för främst stormskador ökar vid sena och alltför hårda gallringar. Vid gallring åtgår i genomsnitt 1,6 l bränsle / m<sup>3</sup>fub för fällning och tillredning av sortimenten (terrängtransport till avlägg tillkommer) enligt Brunberg (2013).

Statistik från Riksskogstaxeringen visar att andelen gallrat virke år 2016 fördelades enligt tabell 9 nedan. Dessa siffror är beräknade genom att virkesuttaget från gallringar har dividerats med det totala uttaget. Då det inte finns statistik över gallringar uppdelade på trädslag har samma andel antagits för samtliga trädslag i respektive region.

Trädslag	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland
Tall	%	25	25	39	35
Gran	%	25	25	39	35
Löv	%	25	25	39	35

Tabell 9. Andel gallrad volym, 2016. Källa: Skogsstyrelsen, 2020.

En kombination av tabell 4 och 9 ger möjlighet att beräkna hur mycket gallrat virke som kommer av respektive region. Resultat ses i tabell 10.

Trädslag	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
Tall	m <sup>3</sup> fub	996 000	1 162 000	2 686 710	1 830 150	6 674 860
Gran	m <sup>3</sup> fub	622 500	1 473 250	3 398 850	5 897 150	11 391 750
Löv	m <sup>3</sup> fub	269 750	394 250	712 140	1 045 800	2 421 940
Totalt	m <sup>3</sup> fub	1 888 250	3 029 500	6 797 700	8 773 100	20 488 550

Tabell 10. Gallrad volym, 2016. Källa: Skogsstyrelsen, 2020.

### Slutavverkning

Slutavverkning innebär att ett avgränsat skogsbestånd skördas i sin helhet, hänsynsytter och evighetsträd undantagna. Vid slutavverkning åtgår i genomsnitt 0,83 l bränsle/m<sup>3</sup>fub för fällning och tillredning av sortimenten (terrängtransport till avlägg tillkommer) enligt Brunberg (2013). Med hjälp av tabell 4 och 10 ovan kan volymen slutavverkat virke beräknas. År 2016 fördelades det enligt nedan.

Trädslag	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
Tall	m <sup>3</sup> fub	2 988 000	3 486 000	4 202 290	3 398 850	14 075 140
Gran	m <sup>3</sup> fub	1 867 500	4 419 750	5 316 150	10 951 850	22 555 250
Löv	m <sup>3</sup> fub	809 250	1 182 750	1 113 860	1 942 200	5 048 060
Totalt	m <sup>3</sup> fub	5 664 750	9 088 500	10 632 300	16 292 900	41 678 450

Tabell 11. Slutavverkad volym, 2016. Källa: Skogsstyrelsen, 2020.

### Skotning av rundvirke respektive grot

Skotning innebär att rundvirke (timmer, massaved och bränsleved) och grot transporteras från skogen ut till väggkant där de kan transporteras vidare till kund med timmer- eller flisbil. Skotning av rundvirke respektive grot görs separat. Studier visar att

det går åt mest bränsle vid skotning av grot, därefter rundvirke i gallring, och mest effektivt är det att skota grov slutavverkning. Längre skotningsavstånd till bilväg och fler sortiment ökar också tidsåtgången och därmed bränsleförbrukningen för skotning (Brunberg, 2004). Genomsnittlig bränsleåtgång är 1 l/m<sup>3</sup>f vid grotskotning (enbart slutavverkning), 0,98 l / m<sup>3</sup>fub vid gallring, och 0,72 l / m<sup>3</sup>fub vid slutavverkning (Brunberg, 2013). Tabell 12 nedan anger hur mycket grot som togs ut ur skogen år 2016, enligt Energimyndigheten (2016). Den angivna totalsumman för Norrland har delats lika mellan norra och södra.

Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
m <sup>3</sup> f	275 000	275 000	1 290 000	2 310 000	4 150 000

Tabell 12. Uttagen volym av grenar och toppar (grot), 2016. Källa: Energimyndigheten, 2016.

### Flisning av grot vid vägkant

Ungefär 90 procent av den grot som tas ut ur skogen flisas vid vägkant. Övriga 10 procent flisas inne vid industri. För den andel som flisas i skogen åtgår i genomsnitt 1 l bränsle per m<sup>3</sup>f (Brunberg, 2017).

### Vidaretransport

Efter att virke och grot skotats till vägkant transporteras de olika produkterna vidare till industri eller terminal. Bränsleåtgången vid transport varierar beroende på vilken lastbil som används, rådande vägförhållande och fordonets aktuella bruttovikt. Enligt Brunberg & von Hofsten (2018) är medelvärdet för en 64-tonsbil 0,025 l /tonkm. Då är även lastning och lossning med inbyggd kran inkluderat i bränsleförbrukningen.

Tabell 13 nedan visar medeltransportavstånd över de olika landsdelarna, från Asmoarp och Aronsson (2016). I Götaland är transportavstånden till värmeverk och sågverk kortast, medan Svealand uppvisar det kortaste medeltransportavståndet till massabruk. I Norrland är transportererna generellt längst, men det bör noteras att originalrapporten endast anger ett värde för transport i Norrland. För att följa samma struktur som i övriga delar av rapporten presenterar vi transportavstånden i Norrland med uppdelning i norra och södra. I originalrapporten finns inga uppgifter om transport av bränsleved, varför vi i detta fall har använt ett medelvärde mellan transportavstånden för grot och massaved. Det här motiveras med att bränsleveden har två naturliga transportmål; antingen till värmeverk eller till massabruk. Noteras bör också att dessa avstånd visar hur långt produkterna transporteras från skog till industrikund, men att de inte innefattar transporten ut till skog för att hämta produkter. En lastkörningsgrad på 53 procent har därför applicerats (Henrik von Hofsten, 2019) för att ge det totala transportavståndet. Det innebär att ett transportavstånd på 101 km motsvarar  $101/0,53 = 190,6$  km. Anledningen till att avstånden inte fördubblas är att returtransporter möjliggör reduktion av körsträckor utan last.

Notera att det vid beräkning av transporters påverkan måste tas i åtanke att det transporterade materialet avser råvikt. I Appendix B redogörs för såväl barktillägg som rådensitet för respektive produkt.



Produkt	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland
Sågtimmer	km	101	101	90	82
Massaved	km	92	92	90	95
Bränsleved	km	79	79	77	76
Grot	km	66	66	64	60

Tabell 13. Transportavstånd till industri 2016. Källa: Asmoarp och Aronsson, 2016.

I tabell 14 sammanställs bränsleåtgången vid de skogliga åtgärder som nämns ovan.

Åtgärd	Enhet	Värde	Källa
Markberedning	l/ha	25	Brunberg, 2017
Gödsling	l/ha	11	Brunberg, 2017
Röjning	l/ha	9,9	Brunberg, 2017
Gallring	l/m <sup>3</sup> fub	1,6	Brunberg, 2013
Slutavverkning	l/m <sup>3</sup> fub	0,83	Brunberg, 2013
Skotning av rundvirke (slutavverkning)	l/m <sup>3</sup> fub	0,72	Brunberg, 2013
Skotning av rundvirke (gallring)	l/m <sup>3</sup> fub	0,98	Brunberg, 2013
Grotskotning	l/m <sup>3</sup> f	1	Eliasson, 2020
Flisning av grot	l/m <sup>3</sup> f	1	Eliasson, 2020
Vidaretransport	l/tonkm	0,025	Brunberg och von Hofsten, 2018

Tabell 14. Bränsleåtgång vid skogliga åtgärder. Källa: Se respektive åtgärd.

### Transport av plantor, gödsel och kringmaterial till skogen

Inom BioInnovationsprojektet (Högbom m.fl., 2020) insamlades data från tre skogsbolag avseende det totala transportarbetet för att leverera plantor från växthus till skog, uttryckt i tonkm. Transportarbetet antas vara lika för alla regioner och redovisas i tabell 15.

Enhet	Medelvärde
tonkm/planta	0,015

Tabell 15. Planttransportarbete, beräknat medelvärde för Sverige år 2019. Källa: Högbom m.fl. 2020.

Det totala antalet transporterade plantor angavs ej, vilket medför att det inte gick att beräkna hur stor del av de totala planttransporterna som detta stickprov representerade.

### Konstruktion och underhåll av skogsbilvägar

Vad gäller konstruktion och underhåll av skogsbilvägar har beräkningar utförts hos tre skogsbolag, och den siffra vi presenterar är ett viktat medelvärde, baserat på avverkad m<sup>3</sup>fub. Totalt baserades data på motsvarande drygt 13 miljoner avverkad m<sup>3</sup>fub, vilket är ungefär 20 procent av den totala årsavverkningen i Sverige.

Beräkningarna baserades på hur stor andel av budget som lagts på vägar samt hur denna fördelats över inköp av bränsle och grus, personal och övrigt. Utifrån detta har sedan ett fast grus- respektive dieselpri applicerats för att räkna fram hur många kg grus och hur många liter diesel som åtgått per skördad m<sup>3</sup>fub. I tabellen nedan visas medelvärden över åtgången diesel respektive grus.

	Enhet	Medelvärde
Diesel	l/m <sup>3</sup> fub	0,24
Grus	kg/m <sup>3</sup> fub	113

Tabell 16. Åtgång av diesel och grus vid underhåll och konstruktion av skogsbilvägar i Sverige år 2019. Källa: Högbom m.fl., 2020.

### Underhåll av maskiner

Skördare och skotare behöver kontinuerligt underhåll och reparationer. Athanassiadis m.fl. (1996, 2000) har undersökt hur mycket olja som åtgår vid kontinuerlig drift, samt hur mycket övrigt material som i genomsnitt åtgår vid reparationer och underhåll. Tabell 17 och 18 visar hur mycket oljor respektive kringmaterial som åtgår per tusen kubik avverkat virke.

Skördare	Enhet	Medelvärde
Hydraulolja	l/1000 m <sup>3</sup> fub	27
Transmissionsolja	l/1000 m <sup>3</sup> fub	1,9
Motorolja	l/1000 m <sup>3</sup> fub	6,3
Smörjfett	l/1000 m <sup>3</sup> fub	1,4
Sågkedjeolja	l/1000 m <sup>3</sup> fub	23
<b>Skotare</b>		
Hydraulolja	l/1000 m <sup>3</sup> fub	15
Transmissionsolja	l/1000 m <sup>3</sup> fub	5,1
Motorolja	l/1000 m <sup>3</sup> fub	6,2
Smörjfett	l/1000 m <sup>3</sup> fub	1,1

Tabell 17. Oljeförbrukning i skördare och skotare, Sverige. Källa: Athanassiadis, 1996.

Skördare	Enhet	Medelvärde
Stål/järn	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	27,8
Aluminium	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	0,12
Plast	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	0,77
Gummi	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	0,61
Andra metaller	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	0,03
Glas	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	0,09

Batterier	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	0,52
<b>Skotare</b>		
Stål/järn	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	17,7
Aluminium	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	0,15
Plast	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	0,87
Gummi	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	7,07
Andra metaller	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	0,07
Glas	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	0,28
Batterier	kg/1000 m <sup>3</sup> fub	0,41

Tabell 18. Materialförbrukning vid underhåll/reparationer för skördare och skotare i Sverige. Källa: Athanasiadis, 2000.

### Plantproduktion

Data för odling av plantor samlades in under BioInnovationsprojektet (Högbom m. fl., 2020). Fyra skogsbolag inkom med data och i tabell 19 presenteras vägda medelvärden över hur mycket vatten, energi, bränsle och övrigt som åtgår per planta. Vikten grundade sig på hur många plantor som respektive företag producerade, dvs uppgifter från större plantskolor fick större vikt i totalen. Totalt insamlades data som täckte drygt 271 miljoner plantor, vilket uppskattningsvis är ungefär 70 procent av det totala plantanatalet i Sverige. Ett antagande som gjordes för att förenkla beräkningarna var att 1 liter = 1 kg i fallet för bekämpningsmedel.

	Enhet	Medelvärde	Region
Vatten	m <sup>3</sup> /planta	0,0026	Sverige
Elförbrukning	kWh/planta	0,26	Sverige
Fjärrvärme	kWh/planta	0,0034	Sverige
Eldningsolja	m <sup>3</sup> /planta	7,2 E-6	Sverige
Flis	m <sup>3</sup> /planta	2,4E-5	Sverige
Naturgas	kWh/planta	0,0041	Sverige

Träpellets	kWh/planta	0,0097	Sverige
Bioloja (RME för uppvärmning)	kWh/planta	0,00033	Sverige
Biodiesel (HVO till arbetsmaskiner)	kWh/planta	0,0017	Sverige
Diesel till maskiner	m <sup>3</sup> /planta	0,00028	Sverige
Gödselmedel	kg/planta	0,0010	Sverige
Hormoner	kg/planta	7,3E-6	Sverige
Bekämpningsmedel	kg/planta	1,45E-5	Sverige
Vax etc (mekaniskt plantskydd)	kg/planta	0,00066	Sverige
Sand	kg/planta	0,00194	Sverige

Tabell 19. Plantproduktion. Källa: Högbom m.fl. 2020.

Med stöd av Almqvist m.fl. (2010) kunde en första uppskattning av plantornas fördelning på trädslag i respektive landsdel beräknas genom att utgå ifrån hur mycket förädlat frö som tas fram i respektive region. Resultaten ses i tabellen nedan.

Trädslag	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland
Tall	%	75	53	56	23
Gran	%	25	47	44	77
Löv	%	0	0	0	0
Totalt	%	100	100	100	100

Tabell 20. Andel trädslag som planteras i respektive landsdel. Källa: Almqvist m.fl., 2010.

Genom att kombinera tabell 6 med tabell 20 ovan erhålls data för hur många hektar i respektive landsdel som återplanteras med tall respektive gran, se resultat i tabell 21. Plantering av löv har i detta fall exkluderats, då det är en i sammanhanget väldigt liten andel löv som planteras jämfört med tall och gran.

Trädslag	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
Tall	ha	26 900	25 900	21 500	9 700	84 000
Gran	ha	9 000	23 000	16 900	32 300	81 200
Löv	ha	0	0	0	0	0
Totalt	ha	35 900	48 900	38 400	42 000	165 200

Tabell 21. Återplanterad areal per trädslag, 2016. Källa: Skogsstyrelsen, 2020 och Almqvist m.fl. 2010.

Tabell 22 visar slutligen antalet plantor som sätts per hektar. Denna siffra har uppskattats för att överensstämja med det antal plantor som producerades 2016, enligt statistik från Skogsstyrelsen (2020). Självförnyring står för en relativt stor andel (runt 15 procent) av tallens återbeskogning, vilket förklarar varför antalet plantor per hektar underskrider det normala planteringsantalet.

Trädslag	Enhet	Värde
Tall	plantor/ha	1900
Gran	plantor/ha	2100
Löv	plantor/ha	0

Tabell 22. Antal plantor per hektar. Källa: Beräkningar utifrån Skogsstyrelsen, 2020.

### Exkluderade processer

Ett antal processer som listas i PCR *Basic products from forestry* (2020), men som inte diskuterats inom ramen för denna rapport, är:

- Produktion av energi och material som används i plantskolorna
- Produktion av gödsel
- Produktion av bränsle som används inom de skogliga åtgärderna
- Produktion av material till underhåll av maskiner
- Produktion av grus för produktion och underhåll av skogsbilvägar

Det är i samtliga fall processer som handlar om produktion av energi, bränsle och övrigt material som enligt PCR *Basic products from forestry* (2020) är klassade som uppströms (upstream) processer. Detta innebär att sekundära databasvärden kan användas, från exempelvis EcoInvent ([ecoinvent.org](http://ecoinvent.org)).

Det finns också processer som medvetet inte har inkluderats i dataseten, då de inte är relevanta för det svenska sättet att bruka skogen. Dessa är:

- Brukande av bekämpningsmedel i skogen
- Applicering av mekaniska plantskydd i skogen

Två processer anses ha marginell påverkan på skogsbrukets samlade emissioner. Dessa är ej heller inkluderade i dataseten. Det rör sig om:

- Produktion av sticklingar
- Produktion av frö

Vad gäller transport av personal till och från skog är detta inte inkluderat i PCR *Basic products from forestry* (2020), då det, enligt gängse tillvägagångssätt, inte är brukligt att inkludera transporter till och från arbetsplatsen. Inom skogsbruket är dock avstånden av varierande längd, och jämfört med andra branscher relativt långa, vilket skulle kunna motivera ett inkluderande av dessa resor längre fram.

Observera att för att erhålla en korrekt beräkning enligt PCR *Basic products from forestry* (2020) behöver också terminalhantering inkluderas. Hanteringen av terminaler kommer att behandlas i den fortsatta PCR-utvecklingen.

## Biogena kolflöden

Ovan har de fossila flödena redovisats och beskrivits. I den svenska skogen sker samtidigt stora biogena flöden; under skogens livscykel sker såväl upptag som utsläpp av koldioxid. Det totala kolflödet blir således de biogena upptagen minus de biogena utsläppen samt de fossila flödena beskrivna ovan.

Som konsekvens av att vi arbetat med ett landskapsperspektiv och den så kallade *annual fullscan approach* får vi en situation där kolet i produkterna kan anses härstamma från flera olika källor. Först och främst har produkterna ett givet kolinnehåll, som består av de faktiska kolatomer som varje produkt innehåller per redovisad enhet vid det tillfälle de skördats ur skogen. Vid sidan av detta kan också produkterna tillgodoräknas det kol som bundits genom skogens nettotillväxt, dvs det faktum att det totala svenska antalet stående kubikmeter skog blir större för varje år. Dessa två faktorer tillsammans med det kol som binds i grenarna och barken, vilken oftast inte räknas in i skogsvolymsuttag, utgör gemensamt den kolinbindning som sker varje år.

Vad gäller utsläpp eller nedbrytning av kol som följd av skogsbruk sker detta genom nedbrytning av döda träd och kvarlämnad grot (stubbarna har vi räknat in i skogsbrukets effekter på markkolspoolen som vi tills vidare sammanfattat som i genomsnitt neutrala, det vill säga i genomsnitt = 0). Vad gäller grot har vi utgått ifrån Energimyndighetens (2016) sammanställning av statistik över skördad och uttagen grot, respektive grot som potentiellt skulle kunna tas ut ur skogen (Riksskogstaxeringen, 2020), där skillnaden mellan potentiellt och faktiskt uttag resulterar i nedbrytning och koldioxidavgångar.

För att få en bild över det totala kolflödet i skogen bör dessa biogena kolflöden läggas samman med de fossila flödena under ett specifikt år, vilket i datasetet ovan varit 2016.

De identifierade kolflödena kan delas upp i två delar:

1) Kolinnehållet i stockar, bark och grenar och toppar som tas ut ur skogen i form av produkter. Det uppskattade kolinnehållet är det kol som finns bundet i alla produkter som tas ut ur skogslandskapet det givna året. Kolinnehållet i ved, grot och bark anges nedan i tabell 23. Observera att det kol som tas ut i produkter kommer att återgå till biosfären direkt vid förbränning av bränsle, eller när produkten eller materialet det bundits i är uttjänt och förbränns eller bryts ned biologiskt. För massa-/pappers och fiberprodukter tar detta olika lång tid beroende på typen av produkt och hur den används. av. En mindre del, runt 20

procent, av råvaran kommer också bindas i mer långlivade produkter, som exempelvis byggkomponenter till hus och infrastruktur.

Ved	Trädslag	Enhet	Värde
	Tall	%	52
	Gran	%	50
	Övrigt löv	%	47
Grot	Trädslag	Enhet	Värde
	Tall	%	50
	Gran	%	50
	Övrigt löv	%	47
Bark	Trädslag	Enhet	Värde
	Tall	%	50
	Gran	%	50
	Övrigt löv	%	50

Tabell 23. Kolinnehåll. Källa: Appendix A.

2) Det biogena upptaget av koldioxid genom nettotillväxten av biomassa (total tillväxt minus naturliga avgångar i form av död ved minus skörden av skogsprodukter enligt ovan) minus grenar och toppar som skördats, men inte tagits tillvara (trots att de enligt klassning från Skogsstyrelsen är möjliga att använda). Detta extra upptag är positivt. Om den årliga tillväxten överskrider det årliga uttaget av produkter. Det är negativt i motsatt fall och allokeras till de olika produkterna.

Undantag från ovan givna principer finns i dessa fall:

- CO<sub>2</sub>-utsläpp från nedbrytning av skördad grot som Skogsstyrelsen rekommenderar att lämna kvar i skogen, samt alla stubbar och rötter som lämnas efter skörd tillsammans med det årliga nedfallet av barr och mindre grenar. Samtliga inkluderas i den totala kolbalansen, tillsammans med kolbindning i mark och emissioner i skogslandskapet. Kolbindning och emissioner från stubbar och rötter som lämnas efter skörd och det årliga nedfallet av barr och mindre grenar har inte särredovisats, utan ingår i det totala förrådet av markkol och eventuella förändringar av detta. Variationen i markkolets lagring och emissioner är mycket stor mellan olika marktyster och objekt, medan det så här långt saknas vetenskapliga belägg för att skörden och brukandet av skogen skulle ha stor genomsnittlig påverkan på förändringar i markens kolförråd (jämför Clarke m.fl. (2015)). Men det finns betydande kunskapsluckor, inte minst vad gäller effekter på lång sikt. Här behövs ytterligare forskning.
- Det kolupptag som sker på grund av nettotillväxten (total tillväxt minus emissioner från döda stammar) av de träd som lämnats som generell hänsyn samt frivilliga avsättningar (av produktiv skogsmark) inkluderas i



kolflödessiffrorna. Det beror på att dessa arealer är inkluderade i den produktiva skogsmarken. Formella avsättningar/formellt skydd inkluderas inte. Tabell 24 visar den produktiva skogsmarken inklusive frivilliga avsättningar och hänsynsytor.

Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
ha	6 467 000	5 663 000	5 233 000	4 913 000	22 276 000

Tabell 24. Produktiv skogsmarksareal, 2016. Källa: Skogsstyrelsen, 2015.

Kolflöden till och från skogsmark uppskattas i ett landskapsperspektiv vara i balans inom  $\pm 10$  procent. Detta antagande är endast giltigt för nordiska boreala skogar (Mayer m.fl., 2020). Observera att kvarlämnad grot, stubbar och årligt nedfall kan bidra till en uppbyggnad av markkolet. För att ge en fullständig bild av kolflödet i mark behövs ytterligare studier, men de uppskattningar och antaganden som görs här överensstämmer med Clarke m.fl. (2015). Observera också att flöden av näringsämnen, metaller, vatten, samt flöden av andra gaser än koldioxid inte diskuteras i den här rapporten, då fokus har varit på kolflöden.

Nedan redovisas hur beräkningarna har utförts för att uppskatta hur stor andel grot som potentiellt hade kunnat tas ut ur skogen, men som i stället lämnas kvar och därigenom bidrar till ett omedelbart CO<sub>2</sub>-utsläpp. Tabell 25 anger den nettotillväxt som skett i stammar för år 2016. Beräkningar har utförts genom att utgå från den stående virkeslagret i m<sup>3</sup>sk och sedan subtrahera de naturliga avgångarna och den skördade volymen stamved.

Trädslag	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
<b>Tall</b>	m <sup>3</sup> sk	4 552 000	3 817 000	1 895 000	418 000	9 102 000
<b>Gran</b>	m <sup>3</sup> sk	2 314 000	4 619 000	2 718 000	1 168 000	12 351 000
<b>Övrigt löv</b>	m <sup>3</sup> sk	1 400 000	1 603 000	904 000	332 000	4 287 000
<b>Totalt</b>	m <sup>3</sup> sk	8 267 000	10 039 000	5 516 000	1 918 000	25 740 000

Tabell 25. Nettotillväxt i stammar. (Total tillväxt – naturliga avgångar – skördad volym). Källa: Skogsstyrelsen, 2020.

I tabell 26 redovisas nettotillväxten i grenar, dvs den totala tillväxten minus den skördade andelen biomassa. Beräkningarna är utförda genom att utgå ifrån Skogsstyrelsens uppgifter om tillgänglig biomassa i grenar minus skördad biomassa i grenar.

Trädslag	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
Tall	m <sup>3</sup> sk	1 294 000	1 085 000	539 000	119 000	2 588 000
Gran	m <sup>3</sup> sk	658 000	1 313 000	773 000	332 000	3 512 000
Övrigt löv	m <sup>3</sup> sk	398 000	456 000	257 000	94 000	1 219 000
<b>Totalt</b>	m <sup>3</sup> sk	2 350 000	2 854 000	1 568 000	545 000	7 318 000

Tabell 26. Nettotillväxt i grenar. (Total tillväxt i grenar – skördad volym). Källa: Skogsstyrelsen, 2020.

Slutligen, i tabell 27, redovisas hur mycket grot som rekommenderas att tas ut med hänsyn till miljömässiga och ekologiska aspekter, vilket sedan jämförs med det faktiska uttaget (från tabell 12). Differensen blir den andel grot som potentiellt kunnat tagits ut, men som lämnats kvar i skogen, och därför bidrar till en direkt avgång av koldioxid, enligt definition ovan.

	Enhet	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
Rekommenderat uttag av grot	m <sup>3</sup> fub	4 265 000	4 265 000	5 300 000	6 150 000	19 980 000
Uttagen grot	m <sup>3</sup> fub	275 000	275 000	1 290 000	2 310 000	4 150 000
Skillnad mellan rekommenderat och faktiskt uttag av grot	m <sup>3</sup> fub	3 990 000	3 990 000	4 010 000	3 840 000	15 830 000

Tabell 27. Volymen av grenar och toppar (grot) som kan rekommenderas för uttag från ekologiska utgångspunkter, tas ut, samt lämnas kvar i skogen. Källa: Skogsstyrelsen, 2010, 2020 och Energimyndigheten, 2016.

## Allokering

Enligt PCR *Basic products from forestry* (2020) ska allokering av miljöpåverkan (emissioner och upptag) mellan de olika produkterna antingen ske utifrån ton torrsubstans eller ekonomiskt värde. Vid valet av allokeringmetod är det viktigt att beräkningar för processer senare i värdekedjan allokeras på samma sätt för att korrekta

slutsatser ska kunna dras. Detta gäller till exempel beräkningar av massa och pappers-tillverkning som använder massaved som råvara, eller att det i en LCA-studie används skogsråvara för byggnadselement i produktionsfasen av ett hus och bioenergi från skogsråvara i användningsfasen av detsamma. Det var detta faktum som låg till grund för en öppning i alternativet att också allokera på ekonomiskt värde, eftersom det finns en efterfrågan på att kunna göra det i senare delar av skogsråvarubaserade värdekedjor.

Under framtagandet av PCR *Basic products from forestry* (2020) diskuterades också huruvida grot skulle innefattas av allokeringen eller ej. Denna diskussion har sin grund i att det görs olika tolkningar angående huruvida grot är en ren restprodukt eller ska hanteras som en integrerad konsekvensprodukt. Det finns också politiska direktiv att ta i beräkning, såsom REDD-direktivet, där det fastslås att grot är just en sidoström. Då ingen konsensus kunde uppnås öppnades det upp för allokering enligt fyra olika principer:

1.1 Allokering mellan *samtliga produkter* med avseende på *relativ vikt* i torrmasa

1.2 Allokering mellan *samtliga produkter* med avseende på *ekonomiskt värde*

2.1 Allokering mellan *timmer och massaved* med avseende på *relativ vikt* i torrmasa

2.2 Allokering mellan *timmer och massaved* med avseende på *ekonomiskt värde*

Observera att det är miljöpåverkan för följande åtgärder som allokeras:

- Plantproduktion
- Gödsling
- Markberedning
- Røjning
- Gallring
- Slutavverkning
- Markanvändning (för påverkan på markkvalitet)
- Markanvändning (upptag av CO<sub>2</sub> genom nettotillväxt)
- Utsläpp från grot som lämnas i skogen
- Utsläpp genom nedbrytning av död ved, grenar och bark

Åtgärder såsom skotning och vidaretransport allokeras ej, utan där bär varje produkt sin egen börda.

I tabell 28 nedan ses en allokering baserad på volym, beräknad efter de avverkade volymer som rapporterats av Skogsstyrelsen (2020). Utifrån volym beräknas sedan ton torrsustans, varifrån allokering görs. Grot adderas som en fjärde produkt för varje trädslag. I Appendix B återfinns densiteter för respektive produkt.

Trädslag	Enhet	Sågtimmer	Massaved	Bränsleved	Grot
Tall	%	46	42	10	3
Gran	%	46	42	10	3
Löv	%	2,5	49,5	48	0

Tabell 28. Allokering efter volym med utgångspunkt i Skogsstyrelsens redovisning av avverkade volymer 2016. Källa: Tall och gran: Skogsstyrelsen, 2020. Löv: Ecoinvent, 2020.

Tabell 29 uppvisar en allokering baserad på ekonomiskt värde, beräknad efter de avverkade volymer och motsvarande penningvärde som rapporterats av Skogsstyrelsen (2020).

Trädslag	Enhet	Sågtimmer	Massaved	Bränsleved	Grot
Tall	%	61	33	5	1
Gran	%	61	33	5	1
Löv	%	6	70	19	5

Tabell 29. Ekonomisk allokering med utgångspunkt i Skogsstyrelsens avverkade volymer och penningvärde 2016. Källa: Skogsstyrelsen, 2020. För löv används en uppskattning utförd vid Skogforsk 2020.

## Diskussion

I rapporten har vi till stor del arbetat med medelvärden för det svenska skogsbruket. Vissa faktorer har delats upp i regioner, vilket exempelvis är fallet för transporter. I andra fall har en uppdelning gjorts mellan trädslag, men i de flesta fall användes samma medelvärde över hela landet och för samtliga trädslag.

I Skogforsks statistik för drivningskostnader finns en uppdelning på södra och norra Sverige, men eftersom vi har fyra regioner i detta material valde vi att tills vidare inte inkludera de skillnader som i så fall behöver beräknas ur detta material. Det finns styrkor i att kunna presentera dessa medelvärden, eftersom det hade varit svårt, för att inte säga omöjligt, att göra en genomgång och ta fram faktiska värden för alla tänkbara scenarier.

Faran i att lägga fram medelvärden på detta sätt är när de används i sammanhang där mer specifika data hade kunnat samlas in. Att basera uträkningar på medelvärden kan ge en första uppskattning, men det bör ligga i användarens intresse att ta fram egna specifika data för att kunna utvärdera hur den ligger till jämfört med andra.

Kategorin Löv innehåller, som diskuterats ovan, såväl björk- som annan lövträdsdata, dock ej ädellöv. Detta innebär att den kan ge en första uppskattning av lövträdens påverkan, men för att kunna dra säkra slutsatser för respektive trädslag bör kompletterande data för respektive lövträd inhämtas.

Utöver de processer som diskuteras i rapporten finns en mängd antaganden som behöver göras för att utföra en livscykelanalys enligt PCR *Basic products from forestry* (2020). Många av dessa har diskuterats och motiverats i denna rapport, men det finns också andra som vi inte har nämnt. Ett exempel på detta är val av lastbil/långtradare för transport. För att få en korrekt bild av miljöpåverkan bör rätt typ av fordon användas.

# Referenser

- Almqvist, C., Wennström, U. & Karlsson, B., *Förädlat skogsodlingsmaterial 2010 – 2050. Tillgång och behov av förädlat frö samt förslag på åtgärder för att minimera brist och maximera genetisk vinst.*, Skogforsk Redogörelse nr 3, 2010. 59 s. Uppsala, 2010.
- Anon, *Skogsstyrelsens allmänna råd till ledning för hänsyn enligt 30 skogsvårdslagen (1979:429) vid användning av kvävegödselmedel på skogsmark*, ISSN 0347–5212, 2007.
- Athanassiadis, D. Lidestav, G. & Wästerlund, I. *Fuel, Hydraulic Oil and Lubricant Consumption in Swedish Mechanized Harvesting Operations*, 1996, *Journal of Forest Engineering*, 10:1, 59-66, 1999.
- Athanassiadis, D. Lidestav, G. & Wästerlund, I. *Assessing Material Consumption Due to Spare Part Utilization by Harvesters and Forwarders*, *Journal of Forest Engineering*, 11:2, 51-57, 2000.
- Brunberg, T., *Underlag till produktionsnormer för skotare*. Redogörelse 3. Skogforsk Uppsala, 11s., 2004.
- Brunberg, T., *Bränsleförbrukning hos skogsmaskiner 2012 Fuel consumption in forest machines 2012*, Arbetsrapport Skogforsk nr 789, 2013.
- Brunberg, T., *Bränsleförbrukning och förslag till minskning*, Skogforsk manus, 2017.
- Brunberg, T. & von Hofsten, H., *Dieselförbrukning för skogslastbilar med bruttovikt på 74 och 90 tonnes, Diesel consumption in forest trucks with gross weights of 74 and 90 tonnes*, Arbetsrapport Skogforsk nr 978, 2018.
- Clarke N. Gundersen, P. Jönsson-Belyazid, U. Kjønaas, O.J. Persson, T. Sigurdsson, B.D. Stupak, I. Vesterdal, L. *Influence of different tree-harvesting intensities on forest soil carbon stocks in boreal and northern temperate forest ecosystems*. *Forest Ecology and Management* 351. pp 9–19., 2015.
- Davidsson, A. & Asmoarp, V., *Skogsbrukets vägtransporter 2016 - En nulägesbeskrivning av flöden av biomassa från skog till industri, Forestry road transports 2016 – Current situation regarding the flow of biomass from forest to industry*, Arbetsrapport Skogforsk nr 1007, 2019.
- Ecoinvent, *LCI-dataset for softwood forestry, pine, sustainable forest management, SE*, 2020.
- Energimyndigheten, *Tabell EN0122\_2*, 2016.
- Högbom, L., Johansson, M., Lorentzon, K., Wilhelmsson, L. and Ågren, K., *LCI data documentation of basic forest products from the Swedish forest*, RISE & Skogforsk, Bioinnovation, 2020.
- Klein, D. Wolf, C. Schulz, C. Weber-Blaschke, G. *20 years of life cycle assessment (LCA) in the forestry sector: state of the art and methodical proposal for the LCA of forest production*. *Wood and other renewable resources* 20, pp 556-575. DOI 10.1007/s11367-015-0847-1, 2015.
- Mayer, M. Prescott, C E. Abaker W E.A., Augusto, L. Cécillon, L. Ferreira, G W D. James, J. Jandl, R. Katzensteiner, K. Laclau, J-P. Laganière, J. Nouvellon, Y. Paré, D. John A. Stanturf, Elena I. Vanguelova, Lars Vesterdal. 2020. Tamm Review: Influence of forest

management activities on soil organic carbon stocks: A knowledge synthesis. *Forest Ecology and Management* 466:118127, 25 pp.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118127>, 2020.

Moberg, L. Wilhelmsson, L. 2003. Nya beräkningsmodeller för vedegenskaper – ett verktyg för bättre utnyttjande av massaveden. Resultat 3. Skogforsk, Uppsala, 4pp.

Product Category Rules (PCR), *Basic products from forestry*, PCR 2020:05, Version 1.0, 2020.

Riksskogstaxeringen, skogsstatistik.slu.se, *Genomsnittlig årlig avsatt tillväxt inklusive tillväxt för avverkade träd, produktiv skogsmark efter År (femårsmedelvärde), Län, Tabellinnehåll och Trädslag.*, 2020.

Skogsstyrelsen, *Skogliga konsekvensanalyser 2015 – SKA 15*, Rapport nr 10, 2010, däribland;

Skogsstyrelsen, *Skogliga konsekvensanalyser 2015 – SKA 15*, tabell 8, *Den produktiva skogsmarksarealens fördelning på markanvändningsklasser*, Rapport nr 10, 2010.

Skogsstyrelsen, *Regler och rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsåtgärder*, Rapport nr 14, 2019.

Skogsstyrelsen, Skogsstyrelsens statistikdatabas, [pxweb.skogsstyrelsen.se](http://pxweb.skogsstyrelsen.se), 2020, däribland;

Skogsstyrelsen, *Föryngringsavverkad areal (1000 ha) efter landsdel. År (3-årsmedeltal) 1983–2017*, 2020.

Skogsstyrelsen, *Avverkad volym (milj. m<sup>3</sup>sk) på alla ägoslag efter landsdel och trädslag. År (3-årsmedeltal) 1983–2017*, 2020.

Skogsstyrelsen, *Planterad areal, 3-årsmedeltal och enskilt år, 1000 hektar, 2004–2019*, 2020.

Skogsstyrelsen, *Skogsgödsling per län, 1000 hektar, 2006–2019.*, 2020.

Skogsstyrelsen, *Röjd areal, 3-årsmedeltal och enskilt år, 1000 hektar, 2004–2019.*, 2020.

Skogsstyrelsen, *Föryngringsavverkad och gallrad volym (milj, m<sup>3</sup>sk) efter landsdel. År (3-årsmedeltal) 1983–2017.*, 2020.

Skogsstyrelsen, *Avverkningens volym \_ (milj. m<sup>3</sup>fpb) och penningvärde (milj. kr) (löpande priser). År 2003–2016*, 2020.

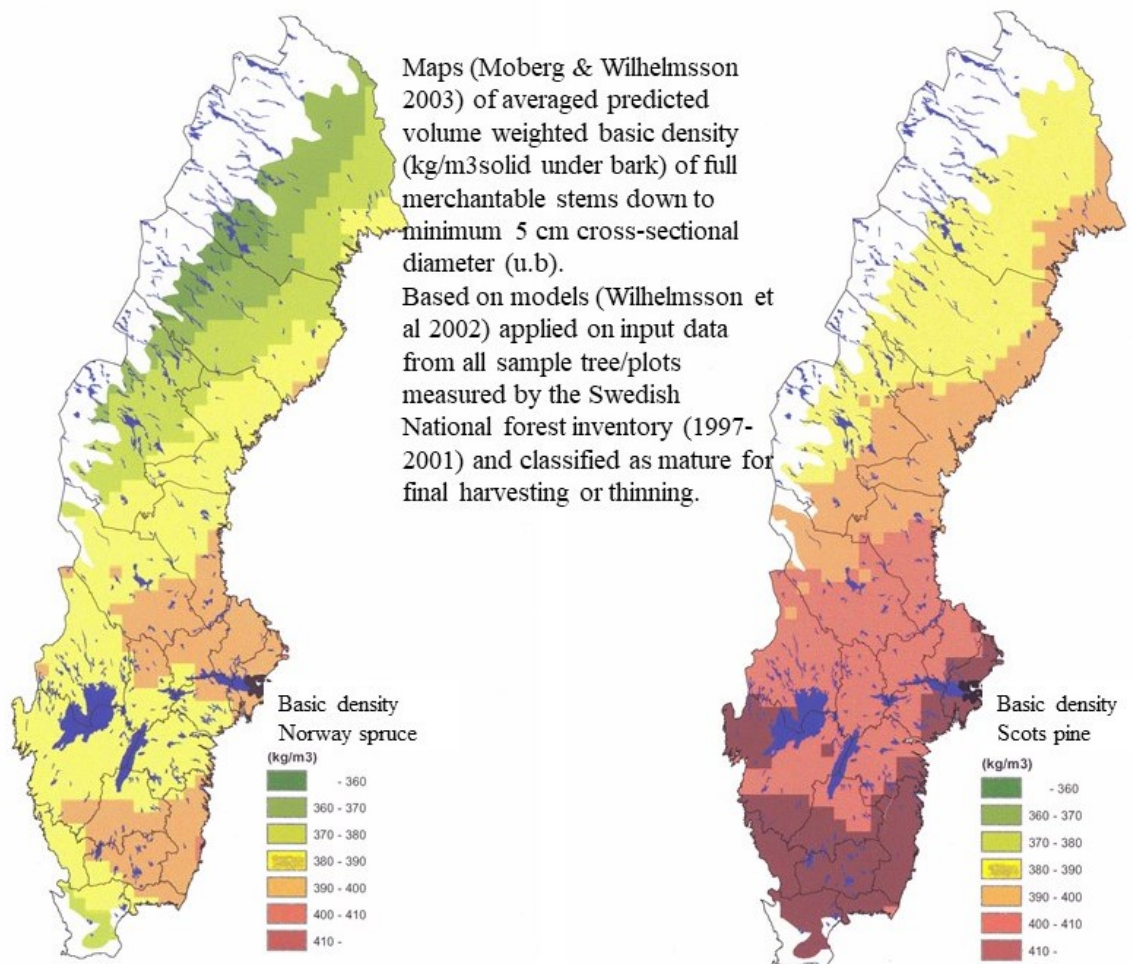
Wilhelmsson, L. Arlinger, J. Spångberg, K. Lundqvist, S-O. Grahn, T. Hedenberg, Ö. Olsson, L. 2002. Models for predicting wood properties in stems of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17:4, 330–350.

Wilhelmsson, L. 2006. Two Models for Predicting the Number of Annual Rings in Cross-sections of Tree Stems. *Scand. J. For. Res.* 21(Suppl 7.) pp 37–47.

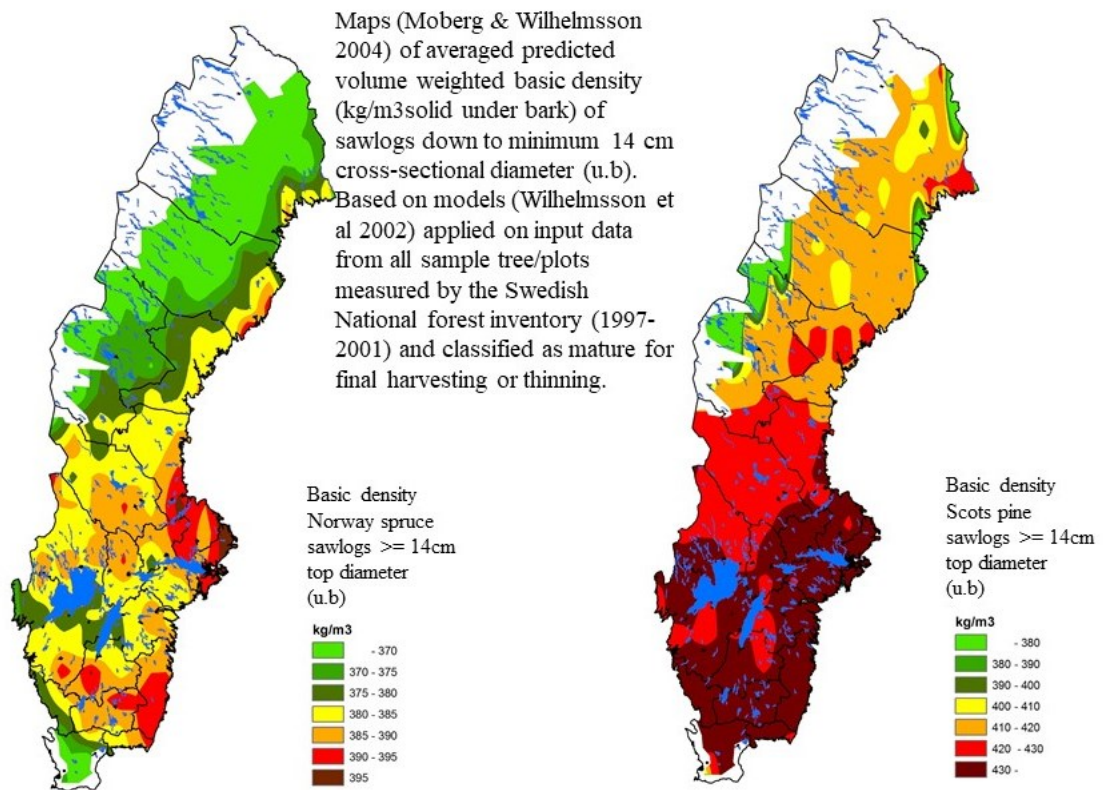




# Appendix A



Moberg & Wilhelmsson (Map). Volume weighted basic density of merchantable stems down to top diameter of 5 cm (u.b.)



Moberg & Wilhelmsson (Map). Volume weighted basic density of logs with small end diameter equal to or larger than 14 cm (u.b) reflecting sawlogs.

## Carbon content per kg product

Lamlom, S. H. & Savidge, R. A., 2003. A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy* 25 (2003) 381 – 388.

Lamlom & Savage provide key information for the understanding and modelling of carbon content in wood and why there are differences related to softwood versus hardwood as a function of higher lignin content (higher carbon content than cellulose). Furthermore, earlywood has a higher lignin content than latewood which results in slightly higher carbon content (%) in low density wood when compared with high density wood within species. Losses of volatile carbon-rich substances as well as remaining water in the wood samples (should be absolutely dry, not air-dry) may cause biased results and should be carefully considered when comparing different investigations.

Rainer Joosten, Andreas Schulte 2002. Possible Effects of Altered Growth Behaviour of Norway Spruce (*Picea abies*) on Carbon Accounting. *Climatic Change*, Volume 55, Issue 1–2, pp 115–129.

Doganay Tolunay 2009. Carbon concentrations of tree components, forest floor and understorey in young *Pinus sylvestris* stands in north-western Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24, pp 394-402.

Ariane Albers, Pierre Collet, Daphné Lorne, Anthony Benoist, Arnaud Hélias. 2019. Coupling partial-equilibrium and dynamic biogenic carbon models to assess future transport scenarios in France. *Applied Energy*, Volume 239, 1 April 2019, pp 316-330.

Table Data and non-linear models for the estimation of biomass growth and carbon fixation in managed forests

## Appendix B

Table 1B. Bark on round wood - calculations (m3f)

<b>Avdragsprocent</b>	Species	Unit	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
	Pine	%	15,32%	15,32%	15,32%	15,32%	
	Spruce	%	14,75%	14,75%	14,75%	14,75%	
	Broad leaves	%	17,22%	17,22%	17,22%	17,22%	
<b>Korrigerad avdragsprocent (källa Anon 1978)</b>			Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
11,7/15,10 = 77 % correction	Pine	%	11,87%	11,87%	11,87%	11,87%	
	Spruce	%	11,43%	11,43%	11,43%	11,43%	
	Broad leaves	%	13,34%	13,34%	13,34%	13,34%	
<b>Påläggsprocent</b>			Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige
	Pine	%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	
	Spruce	%	12,9%	12,9%	12,9%	12,9%	
	Broad leaves	%	15,4%	15,4%	15,4%	15,4%	
<b>Calculated bark amounts</b>			Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Sverige

Table 2B.2 Basic density (Oven dry weight/water saturated volume under bark, kg/m<sup>3</sup>sub)

<b>Saw logs</b>	Species	Unit	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Source
	Pine	kg /m <sup>3</sup> sub	410	419	431	433	Extracted from basic density maps by Moberg & Wilhelmsson, 2003; 2004. These maps are based on models for predicting basic density of Scots pine and Norway spruce (Wilhelmsson et al 2002). Input data from harvestable sample trees measured by the Swedish National forest Inventory (1997-2001) and within tree (but to top) annual ring pattern by (Wilhelmsson 2006)
	Spruce	kg /m <sup>3</sup> sub	380	382	387	388	

	Birch/broad leaves	kg /m <sub>3sub</sub>	480	480	480	480	Average figure for birch based on Tamminen (1970)
<b>Pulpwood</b>			Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	
	Pine	kg /m <sub>3sub</sub>	376	384	391	409	Extracted from basic density maps by Moberg & Wilhelmsson, 2003; 2004. These maps are based on models for predicting basic density of Scots pine and Norway spruce (Wilhelmsson et al 2002), Input data from harvestable sample trees measured by the Swedish National forest Inventory (1997-2001) and within tree (but to top) annual ring pattern by (Wilhelmsson 2006)
	Spruce	kg /m <sub>3sub</sub>	366	381	388	389	
	Birch/broad leaves	kg /m <sub>3sub</sub>	480	480	480	480	Average figure for birch based on Tamminen (1970)
<b>Fuelwood</b>			Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	
	Pine	kg /m <sub>3sub</sub>	376	384	391	409	Wilhelmsson 2001, Moberg / & Wilhelmsson 2003;2004. Fuel roundwood holds the same basic density as pulpwood
	Spruce	kg /m <sub>3sub</sub>	366	381	388	389	Wilhelmsson 2001, Moberg / & Wilhelmsson 2003;2004 Fuel roundwood holds the same basic density
	Birch/broad leaves	kg /m <sub>3sub</sub>	480	480	480	480	Tamminen (1970)
<b>"Branches and tops"</b>			Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	
	Pine	kg /m <sub>3solid</sub>	400	400	400	400	Hakkila 1989, branches with bark, Supported by WeCalc (Density including bark fraction)
	Spruce	kg /m <sub>3solid</sub>	500	500	500	500	Hakkila 1989, branches with bark, Supported by WeCalc (Density including bark fraction)
	Birch/broad leaves	kg /m <sub>3solid</sub>	480	480	480	480	Hakkila 1989, branches with bark, Supported by WeCalc (Density including bark fraction)
<b>Bark</b>			Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	
	Pine	kg /m <sub>3solid</sub>	290	290	290	290	Tamminen 1962 referred to by Hakkila 1989 (Bark should be added to all stemwood declared in m <sub>3sub</sub> to get m <sub>3spb</sub> for C calculations)
	Spruce	kg /m <sub>3solid</sub>	350	350	350	350	Tamminen 1964 and referred to by Hakkila 1989
	Birch/broad leaves	kg /m <sub>3solid</sub>	480	480	480	480	Tamminen 1970 and referred to by Hakkila 1989
<p>The table lists basic wood density of sawlogs, pulpwood and energy assortments (fuel wood and "branches and tops") of Picea abies, Pinus sylvestris and Betula pendula from managed forests in four different regions (Norra Norrland, Södra Norrland, Svealand and Götaland)</p> <p>Used for calculating mass of wood products and for carbon content per volume unit in products. Bark should be added to all stemwood declared in m<sub>3sub</sub> to get m<sub>3spb</sub> (already included in "branches and tops" above) for the carbon content calculations</p> <p>m<sub>3sub</sub> = Cubic metre solid wood under bark (i.e. excluding bark volume)  m<sub>3solid</sub> = Cubic meter solid of the described material</p>							

Table 3. Fresh (Green) density (weight of wood and bark) volume under bark kg/m<sub>3sub</sub>+ bark

Saw logs	Species	Unit	Norra Norrland	Södra Norrland	Svealand	Götaland	Source
	Pine	kg /m <sub>3sub</sub> +bark	883	902	928	932	Skogforsk, Wilhelmsson & Moberg 2004.

	Spruce	kg /m <sub>3</sub> sub+bark	861	866	877	879	Note: Fresh density of Norra and Södra Norrland and Götaland calculated by the same moisture content in percent (dry mass/fresh mass) as was used for Svealand according to Wilhelmsson & Moberg 2004
	Birch/broad leaves	kg /m <sub>3</sub> sub+bark	1010	1010	1010	1010	
<b>Pulpwood</b>	<b>Species</b>	<b>Unit</b>	<b>Norra Norrland</b>	<b>Södra Norrland</b>	<b>Svealand</b>	<b>Götaland</b>	
	Pine	kg /m <sub>3</sub> sub+bark	944	964	982	1027	Skogforsk, Wilhelmsson & Moberg 2004.
	Spruce	kg /m <sub>3</sub> sub+bark	907	944	961	963	Note: Fresh density of Norra and Södra Norrland and Götaland calculated by the same moisture content in percent (dry mass/fresh mass) as was used for Svealand according to Wilhelmsson & Moberg 2004
	Birch/broad leaves	kg /m <sub>3</sub> sub+bark	1010	1010	1010	1010	
<b>Fuelwood</b>	<b>Species</b>	<b>Unit</b>	<b>Norra Norrland</b>	<b>Södra Norrland</b>	<b>Svealand</b>	<b>Götaland</b>	
	Pine	kg /m <sub>3</sub> sub+bark	913	828	842	877	Basic density as pulpwood + bark 12% (350kg/m <sub>3</sub> solid) + Moisture content 55% (Hakkila 1989)
	Spruce	kg /m <sub>3</sub> sub+bark	809	838	852	854	Basic density as pulpwood + bark 12% (350kg/m <sub>3</sub> solid) + Moisture content 55% (Hakkila 1989)
	Birch/broad leaves	kg /m <sub>3</sub> sub+bark	960	960	960	960	Basic density as pulpwood + bark 12% (350kg/m <sub>3</sub> solid) + Moisture content 50% (Hakkila 1989)
<b>"Branches and tops"</b>	<b>Species</b>	<b>Unit</b>	<b>Norra Norrland</b>	<b>Södra Norrland</b>	<b>Svealand</b>	<b>Götaland</b>	
	Pine	kg /m <sub>3</sub> solid	730	730	730	730	Basic density + Moisture content 45%
	Spruce	kg /m <sub>3</sub> solid	500	500	500	500	Basic density + Moisture content 40%
	Birch/broad leaves	kg /m <sub>3</sub> solid	480	480	480	480	Basic density + Moisture content 39%
<b>Bark</b>	<b>Species</b>	<b>Unit</b>	<b>Norra Norrland</b>	<b>Södra Norrland</b>	<b>Svealand</b>	<b>Götaland</b>	
	Pine	kg /m <sub>3</sub> solid	544	644	644	644	Tamminen 1962, Hakkila, 1989 + 55% moisture content
	Spruce	kg /m <sub>3</sub> solid	778	778	778	778	Tamminen 1964, Hakkila, 1989 + 55% moisture content
	Birch/broad leaves	kg /m <sub>3</sub> solid	960	960	960	960	Tamminen 1970, Hakkila, 1989 + 50% moisture content
<p>The table lists fresh wood density of sawlogs, pulpwood and energy assortments (fuel wood and "branches and tops") of <i>Picea abies</i>, <i>Pinus sylvestris</i> and <i>Betula pendula</i> from managed forests in four different regions (Norra Norrland, Södra Norrland, Svealand and Götaland)</p> <p>Used for calculating transport work per kg dry substance (truckloads from forest to industry/terminal)</p> <p>m<sub>3</sub>sub = Cubic metre solid wood volume under bark (excluding bark volume)</p> <p>m<sub>3</sub>solid = Cubic meter solid volume of the described material</p>							

