

Råvaruströmmar från skogen - tillgång och samband



Louise Staffas, Karin Hansen, Anders Sidvall, John Munthe

Författare: Louise Staffas, Karin Hansen, Anders Sidvall, John Munthe

Medel från: Interna medel från IVL

Rapportnummer: C 116

Upplaga: Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2015

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel: 08-598 563 00 Fax: 08-598 563 90

www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Summary	5
1 Räcker skogsbiomassan?	6
2 Överblick för ökad kunskap	7
3 Skogsflöden i Sverige	7
3.1 Dagens biomassaströmmar från skogen	7
3.1.1 Sågverksindustrin	8
3.1.2 Massa- och pappersindustrin	9
3.1.3 Värme- och kraftvärmeverk	10
3.2 Tillgång ur ett geografiskt perspektiv	10
4 Framtida skogliga strömmar	11
4.1 Lignin	11
4.2 Hemicellulosa	12
4.3 Stubbar	12
5 Ekonomin bakom dagens skogsråvaror	12
5.1 Vad väljer skogsägaren?	12
5.2 Skogsindustrins produkter och biprodukter	13
6 Skogen och miljön	13
7 Visualiseringsapplikationen	14
8 Slutsats och framåtblick	15
9 Referenslista	16
Bilaga 1. Exempel från visualiseringsapplikationen	17

Sammanfattning

I Sverige täcker skogen idag nära hälften av landarealen och är av stor betydelse som källa till biomassa. Idag används skogens biomassa primärt till pappersprodukter, sågade trävaror och energi. 2013 stod skogsindustrin för drygt 10 % av svensk industris sysselsättning, export, omsättning och förädlingsvärde.

Sverige har en vision att vara en biobaserad ekonomi 2050. Det innebär att material, energi och kemikalier ska vara biobaserade i större utsträckning än idag. Skogen kommer därmed att spela en viktigare roll i framtiden och frågan är om skogen kommer att räcka till för att möta framtida behov. Svaret är inte entydigt.

För att kunna analysera möjligheter och potential för en framtida biobaserad ekonomi med ökad användning av svensk skogsråvara till både energi och produkter krävs kunskap om skogsindustrin, dess drivkrafter och tillhörande industriella processer och flöden och kopplingar mellan dem – både inbördes och till angränsande marknader. Målet med föreliggande rapport är att bidra till kunskap om detta. Vi kartlägger skogsbaserade råvaror som idag finns på marknaden. Vi förklarar och visualiserar hur råvaruströmmarna från skogen hänger ihop och hur framtida ändringar i skogsbruk och -industri kan komma att påverka dessa. Därtill beskrivs de grundläggande drivkrafter som förklarar dagens skogsbruk och skogsindustri och hur de påverkar vilka energi- och materialströmmar som finns tillgängliga på marknaden. När tillgängliga mängder och marknader ska analyseras kan inte dagens skogsbaserade produkter, som till stor del är beroende av varandra, betraktas enskilt. Ett exempel är tallolja, ett biflöde från produktionen av sulfatmassa, som utgör råvara för diesel och ett flertal tillsatskemikalier. Potentialen för produktion av tallolja är beroende av storleken på sulfatmassaproduktionen. Med de marknadspriser som råder idag är det inte ekonomiskt försvarbart att öka produktionen av sulfatmassa efter hur efterfrågan på tallolja ser ut.

IVL har utvecklat en semidynamisk visualiseringsapplikation som visar flödet av material mellan olika industriella processer som använder skogsråvaror och förhållandena mellan olika flöden. Applikationen utgår från dagens situation men visar även hur olika flödena ändras vid förändringar av till exempel avverkningsvolym och/eller nya mängder till massa- respektive sågverks-industri. Flödena anges, så långt det är möjligt, i både volym, vikt och energi. Applikationen beskrivs kortfattat i rapporten och kommer att finnas tillgänglig genom IVL.

Mångsidigheten i användning av skogen innebär att en heltäckande systemanalys av för- och nackdelar av olika utvecklingsscenarier blir komplex och svåröverblickbar. Diskussioner och beslut om hur Sveriges skogsresurser ska nyttjas för både industriell produktion, ekosystemtjänster och uppfyllande av miljö kvalitetsmål kommer därför även fortsättningsvis att vara utmanande. En förutsättning för en konstruktiv diskussion är kunskap hos alla intressenter och diskussionsparter om hur allt hänger ihop. Vår förhoppning är att denna rapport bidrar till sådan kunskapsspridning.

Målgruppen för rapporten är aktörer och intressenter som arbetar för en framtid där råvaror från den svenska skogen utgör en bas för ett klimatneutralt samhälle där omställningen till en biobaserad ekonomi är en viktig del.

Summary

In Sweden more than half of the land area is forest, which constitutes an important source of biomass. Today, forest biomass is used for pulp, paper and board, sawn wood products and energy. The forest industry has a large economic importance for Sweden: In 2013, more than 10% of the Swedish industry's employment, export, turn-over and value adding stem from the forest sector.

Sweden aims for a bio-based economy in 2050. This will involve a greatly increased use of bio-based material, energy and chemicals. Forest resources will thus play an even more important role in the future and the question is whether or not there will be enough forest biomass to meet future demands. The answer is not unambiguous.

In order to analyze the possibilities and potentials for a future bio-based economy involving an increased use of biomass from the Swedish forests for both energy and products (including chemicals and new materials), a better understanding of the current forest industry along with the incentives behind different uses and flows is crucial.

The aim of this work is to contribute to clarity and understanding of the forest industry system. We review and quantify the forest based feedstock on the present market. We visualize the flows of different feedstock from the forest. Future changes in the biomass flow are also discussed. Essential incentives for the forest owners are depicted and the possible influence on energy and material flows. Current forest based feedstock on the market today is to a large extent interlinked and will have to be analyzed together to provide a complete picture. As an example, tall oil is a byproduct from the production of Kraft (sulphate) pulp which makes the potential for production of tall oil dependent on the size of the pulp production. Today, the market prizes do not allow an increase in production of Kraft pulp to meet an increasing demand for tall oil.

IVL has developed a semi dynamic application to visualize the flows of mass and energy between different industrial processes using forest biomass. The application is based on the current biomass use and flows. By changing for example felling volumes or the distribution of round-wood between pulp and saw mill processes, the flows between the industrial processes will change accordingly. The flows are given in volume, mass and energy. The application is described in the report and it is available by contacting IVL.

The many different potential uses of forest biomass makes an overarching systems analysis of advantages and disadvantages of different scenarios complex. This will make future discussions and decisions on use of Sweden's forest biomass for industrial production and ecosystem services difficult. A prerequisite for a constructive discussion is that all stakeholders have a common understanding of the system. Our hope and ambition is that this report will contribute to this common knowledge.

The target audience for our report and application are stakeholders working for a future where biomass from the Swedish forest is a base for a climate neutral society where the transition to a bio-based economy is considered important.

1 Räcker skogsbiomassan?

Till år 2050 ska Sverige ha övergått till en biobaserad ekonomi, enligt den strategi som publicerades 2012 av Formas, Vinnova och Mistra (Formas 2012). Den svenska skogen förväntas därmed utgöra en ännu viktigare råvarukälla för både energi, material och kemikalier än den gör idag. För att skogen ska kunna utgöra en central del i övergången till en biobaserad ekonomi i Sverige, måste den svenska skogens resurser produceras och användas på ett sätt som tillgodoser både produktion och miljö kvalitetsmål samtidigt som övriga ekosystemtjänster knutna till skogen upprätthålls eller förbättras.

En viktig fråga, både ur ett svenskt och europeiskt perspektiv, är om det kommer att finnas tillräckligt med skogsbiomassa för att klara omställningen till en biobaserad ekonomi. Sverige har en netto-tillväxt i skogen, vilket gör att ett ökat uttag är möjligt. Dock måste den biomassan kunna tas ut under ekonomiskt och miljömässigt hållbara förutsättningar. Eftersom skogsbiomassa är en global handelsvara, är det inte säkert att den svenska skogen kommer att processas och användas i Sverige. Än har inget entydigt svar angående vare sig tillräckliga mängder eller tillgänglighet på biomassa kunnat ges vare sig för Sveriges eller Europas behov. Exempel på olika slutsatser finns i följande rapporter:

- Naturvårdsverket bedömer i sitt underlag till Färdplan 2050 (Naturvårdsverket 2012) att Sveriges skog räcker till för våra egna behov, med ett hållbart uttag. I färdplanen bedöms behovet av bioenergi vara 170 TWh, varav 85-90 TWh används av industrin, ca 50 TWh för drivmedel och 30 TWh för el och värme. Idag genererar Sverige 127 TWh bioenergi, varav skogen ger den största merparten.
- Jonsson m.fl. (2011) menar att Sverige har tillräckligt med skog för sina egna framtida behov fram till 2030 men att efterfrågan av svensk skog från Europa kommer att vara högt vilket kommer att påverka biomassanvändningen i Sverige.
- Vad gäller Europas behov av skogsbiomassa, visar ett flertal bedömningar att den inom-europeiska skogsbiomassan inte kommer att räcka till för att möta efterfrågan 2030 utan att import blir nödvändig (Wintzell 2010) alternativt att man överger ett antal miljömål (United Nations 2011).
- European Climate Foundation, Sveaskog, Södra och Vattenfall (Hogan m.fl. 2011). bedömer å andra sidan att Europa kan öka sitt energiuttag från skogen till det dubbla (d.v.s. 2000 TWh, vilket stämmer överens med de mängder som United Nations (2011) anger som möjliga att producera) utan att det påverkar biodiversiteten mer än vad som kan accepteras.
- De Jong m.fl. (2012) konstaterar att det, givet vissa förutsättningar kopplade till miljöaspekter, finns potential för att uthålligt öka uttaget av biomassa ur svenska skogen för energiändamål i framtiden från dagens cirka 14 TWh till drygt 24 TWh.

Ännu finns alltså inget definitivt svar på frågan hur långt skogen kommer att räcka för att möta framtida efterfrågan och därmed heller ingen definitiv handlingsplan för skogsskötsel, politik och styrmedel. Ovanstående bedömningar är främst gjorda med fokus på framtida behov av förnyelsebar energi och tar alltså inte hänsyn till eventuella förändringar i efterfrågan av olika råvaruflöden som krävs för att nå en bioekonomi.

2 Överblick för ökad kunskap

För att studera frågan om hur vi på ett uthålligt sätt kan utnyttja skogens fulla potential i en biobaserad ekonomi behövs en detaljerad beskrivning av skogens råvaruströmmar och kopplingar.

Syftet med föreliggande rapport är att kartlägga och illustrera nuvarande och i viss utsträckning framtida råvaruströmmar från den svenska skogen (i mängd, volym och energitermer) och hur de beror av varandra samt att urskilja relevanta ekonomiska och geografiska faktorer. Tonvikten ligger på att ge en överblick av hur det ser ut idag. Vad gäller diskussionen om framtida möjligheter inkluderas endast de tekniker, som redan idag nått en bra bit på väg mot kommersialisering och fullskaletillämpning. För att illustrera resultatet introducerar vi en enkel visualiseringsapplikation.

3 Skogsflöden i Sverige

I befintliga sammanställningar av biomassaströmmar från skogen anges strömmarna oftast som mängd eller energi (sällan både och). För att möjliggöra en jämförelse av tillgängligheten av olika sortiment och hur de kan eller inte kan ersättas av andra biomassasorter anger vi råvaruströmmarna från skogen i både fastkubikmeter under bark ($m^3\text{fub}$), ton torrhalt (tonTS) och energitermer (TWh). Data om volymer och mängder av de olika biomassaströmmarna från skogen är hämtade ur Skogsstatistisk årsbok (2014), Energimyndighetens statistik och Skogsindustriernas faktsamling (2014).

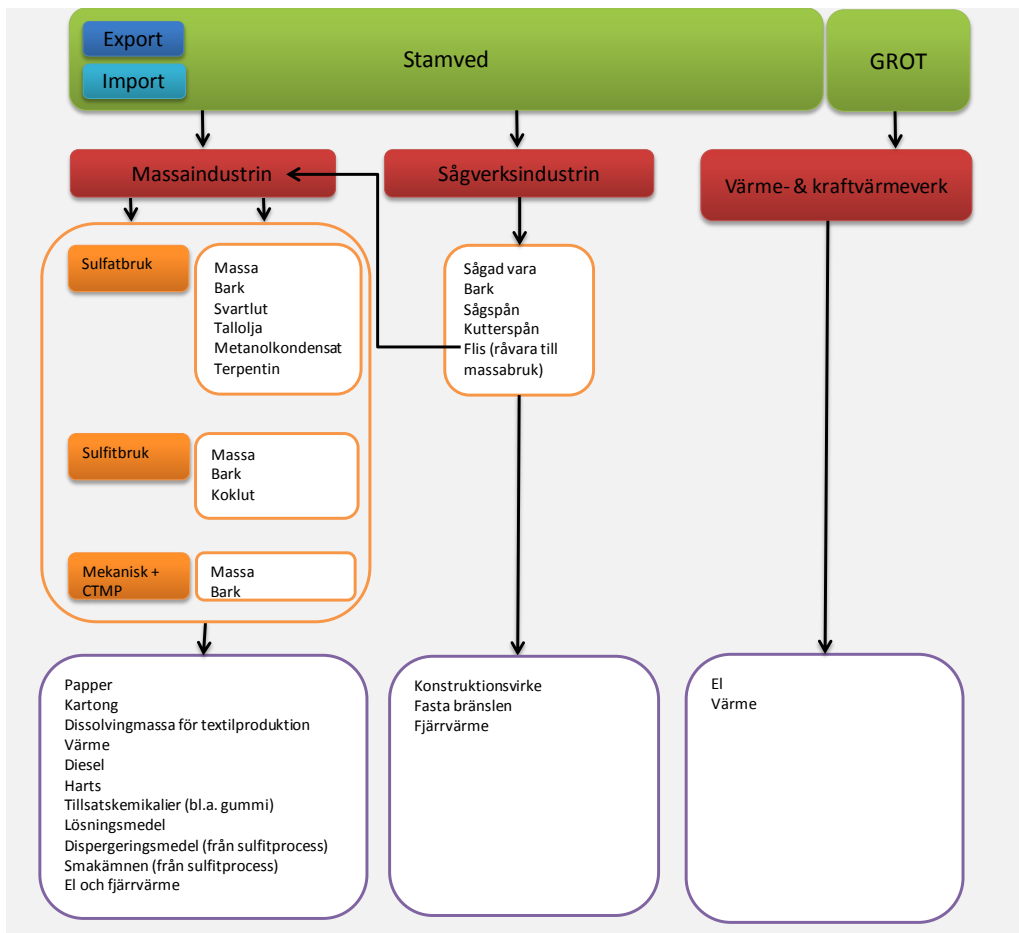
Sammanställningen har kompletterats med en enkel visualiseringsapplikation, i vilken beroendet mellan de olika strömmarna illustreras. Så långt det är möjligt, visas alla flödena i både mängd, volym och energi. Snapshots av applikationen visas i bilaga 1.

3.1 Dagens biomassaströmmar från skogen

Den svenska skogen ger idag upphov till flera produktströmmar – både olika fraktioner av skogsråvara och strömmar som uppstår i upparbetningen av dessa i bl.a. massa- och pappersbruk och sågverk (Figur 1). Nedan beskrivs dessa strömmar kortfattat med avseende på kvalitet, mängd, tillgänglighet och relation till andra sortiment samt hur dessa kan påverkas vid förändrad skogsskötsel och skogsindustri.

Biomassafraktionerna från den avvertrade skogen är i dag främst stamved samt grenar och toppar, ofta benämnt GROT, men i framtiden kan även stubbar bli av större intresse. 2012 var netto-avverkningen 68,9 miljoner $m^3\text{fub}$ vilket motsvarar ungefär 29 miljoner ton och 172 TWh (inkl. bark) (Skogsstatistisk årsbok, 2014). I dag går fraktionerna till tre huvudflöden: massaindustrin, sågverksindustrin samt värme- och kraftvärmeverk (Figur 1). De olika sortimenten av biomassa lämpar sig olika väl för olika användningar och det pågår diskussioner om hur prioriteringen mellan användning av skogen för energi respektive material ska göras.

De tre dominerande processerna för framställning av pappersmassa i Sverige idag är dels de kemiska processerna sulfat- och sulfit-processerna, där veden kokas med tillsats av kemikalier och dels de mekaniska och kemitermomekaniska processerna (CTMP), i vilka veden bearbetas mekaniskt till massa (I statistiken redovisas oftast de mekaniska processerna tillsammans). Kemiska och mekaniska massor lämpar sig för olika typer av pappersprodukter.



Figur 1. Illustration över nuvarande flöden av råvaror och exempel på produkter från den svenska skogen

3.1.1 Sågverksindustrin

För att ett träd ska bli sågtimmer krävs att det är rakt och utan skador i form av röta, brott eller stamklyvning. Huvuddelen av sågvirket går till svenska sågverk, men en del exporteras. Sverige importerar också sågvirke. 2012 sågades cirka 46,5 % av den avverkade virkesvolymen, vilket innebär 32,7 miljoner m³, det vill säga 13,7 miljoner ton virke i sågverken. Detta motsvarar ungefär 74 TWh (Skogsindustrierna, 2014; Skogsstatistisk årsbok, 2014).

Vid ett genomsnittligt sågverk uppstår, proportionellt till den mängd ved (sågtimmer) som kommer in, följande strömmar:

- Sågad trävara, cirka 50 % av rundveden. Trävaran används som konstruktionsvirke i både bärande och synliga applikationer.
- Sågspån, cirka 20 % av rundveden. Sågspånet går huvudsakligen till pelletsproduktion.
- Kutterspån, cirka 1 ton/10m³ sågad vara. Kutterspån används till största delen för energiändamål.
- Bark, cirka 10 %. Barken används som bibränsle i sågverket och i kraftvärmeverk.
- Flis, cirka 20 %. Denna fraktion går till massaindustrin.

3.1.2 Massa- och pappersindustrin

Den avverkade ved som inte lämpar sig för sågning samt gallringsved går idag till massabruk. 2012 gick ungefär 44,2 % av nettoavverkningen till massa- och pappersindustrin. Sverige importerar och exporterar dessutom massaved. Denna volym, tillsammans med importerad flis från sågverksindustrin gav råvara till ungefär 7 600 kton sulfatmassa, 580 kton sulfitmassa och 3900 kton mekanisk massa (inkl. CTMP-massa).

Ved består till cirka 40-50 % av cellulosa, 20-35 % av hemicellulosa och 15-35 % av lignin. Vid framställning av kemisk massa sönderdelas veden i kokningen där lignin och hemicellulosa avskiljs från cellulosan. Vid produktion av mekanisk massa mals veden i vatten till massa, d.v.s. ligninet avskiljs inte utan finns med i massan.

De tre processerna sulfit- och sulfatkokning och mekanisk process skapar i sin tur olika biströmmar, som beskrivs nedan.

3.1.2.1 Sulfatprocessen

Sulfatprocessen är den dominerande massakokningsprocessen idag. Mängderna biströmmar från denna process står i relation till hur mycket massa som kokas. Omkring 36 miljoner m³ ved processas i svenska sulfatbruk, vilket motsvarar ungefär 81 TWh. I sulfatprocessen uppstår följande strömmar:

- Massa, cirka 40 % av veden. Massan består huvudsakligen av cellulosa.
- Bark, cirka 10 % av den inkommande veden. Används internt som bränsle och säljs till kraftvärmeverk.
- Svartlut, cirka 1,7 ton/ton massa. Här återfinns lignin (30-35 % av veden), hemicellulosa (20-25 % av veden) och kok-kemikalier. Svartluten bränns i den s.k. sodapannan och ger då ånga till torkningen av massa och värme till kokningen. Kok-kemikalierna separeras ut och går till återvinning för nästa kok-cykel. I vissa fall räcker energin i svartluten till att producera el till externa nätet och värme till fjärrvärme.
- Tallolja, cirka 35 kg/ton massa. Talloljan bränns för energi eller går till externa användare. Talloljan kan bli till diesel och användas för framställning av olika gummitillsatser.
- Metanolkondensat, cirka 10 kg/ton massa. Detta är en, p.g.a. de svavelföreningar som ingår, svårhanterlig fraktion som oftast används internt som bränsle. Det pågår utvecklingsarbete kring upparbetning av detta kondensat till metanol.
- Terpentin, cirka 3-5 kg/ton massa. Används som internt bränsle, lösningsmedelsbas eller som parfymbas.

3.1.2.2 Sulfitprocessen

Bruk som använder sulfitprocessen skiljer sig sinsemellan åt i större utsträckning än de med sulfatprocessen och det är därmed svårare att generalisera strömmarna på samma sätt som för sulfatbruken. Den koklut som uppstår i sulfitprocessen kallas brunlut eller rödlut och innehåller en stor mängd kemikalier som kan utvinna. De viktigaste strömmarna är:

- Massa, cirka 50 %.
- Bark, cirka 10 % av inkommande vedråvara. Barken används för energi både internt och externt.
- Koklut – så kallad rödlut eller brunlut – innehåller en stor mängd kemikalier som kan utvinna. En av de viktigaste komponenterna i luten är lignosulfonat, vilket är lignin i en annan form än det lignin som finns i svartluten från sulfatprocessen. Det är svårt att ge generella mängder substans i kokluten från sulfitbruk, men i denna återfinns det mesta av biomassan som inte blir massa. Kokluten används som internt bränsle samt utvinning av olika typer av kemikalier (se kapitel 4.1).

3.1.2.3 Mekanisk massaprocess, inklusive kemitermomekanisk massa (CTMP)

Mekanisk massa (inklusive kemitermomekanisk massa) framställs genom malning av veden i vatten med eller utan kemikalier. Den malda massan torkas och slutprodukten innehåller både lignin och hemicellulosa.

- Utbytet av massa är cirka 90 %.
- Bark, ca 10 % är den största biströmmen från mekaniska massabruk.
- Terpentin, ca 0,18 kg/ton massa.

3.1.3 Värme- och kraftvärmeverk

En hel del skogsbiomassa används i energisektorn. Ungefär 6 miljoner m³ avverkad skog går som brännved till värme- och kraftvärmeverk, vilket motsvarar ungefär 2,7 miljoner ton och 14,5 TWh. Likaså tas en del GROT tillvara och används på samma sätt. Från nettoavverkningen uppstår cirka 13,8 miljoner m³ GROT, vilket motsvarar 6 kton och ca 27,6 TWh. Allt detta kan inte tas tillvara. En del används som underlag för skogsmaskiner för att avvärja körskador och blir obrukbart. Vidare är det för dyrt att ta tillvara GROT från områden som kräver långa transporter eller där terrängen är svår. En del GROT behöver även lämnas kvar i skogen som näringsåterföring - alternativt bör förbränningsaskan återföras. GROT har inte en homogen kvalitet, vilket gör att det inte finns någon enhetlig prislista för detta sortiment på samma sätt som för de olika sortimenten av rundvirke. All GROT som omhändertas flisas i dag och går till förbränning och produktion av el och värme, vilket motsvarar ca 30 % av den mängd GROT som faller vid avverkning, det vill säga 5 miljoner m³ (i vikt 2190 kton och i energi 9,7 TWh).

3.2 Tillgång ur ett geografiskt perspektiv

Klimat, topografi, infrastruktur etc. är inte samma i hela Sverige, vilket gör att skogsbrukets möjligheter inte ser ut på samma sätt i hela landet och därmed sker på olika villkor. Några exempel är:

- Det växer mer lövträd i södra än i norra Sverige.
- På magrare mark växer mer tall än gran.

- I vissa typer av terräng är det svårt att komma fram med maskiner (t.ex. berg eller våtmarker).
- Vissa områden ligger avlägset och kräver långa transporter av virket.

Detta innebär att tillgängligheten för olika sortiment skiljer sig åt mellan olika delar av landet. T.ex. kan det vid eventuell råvarubrist vara billigare för ett massabruk i södra Sverige att importera råvara från Baltikum än att frakta det från norra Sverige.

GROT-priset är ännu känsligare för transportavstånd än övriga sortiment från skogen, vilket i dagsläget gör att om den behöver transporteras mer än ca 10 mil är den inte längre intressant för marknaden.

4 Framtida skogliga strömmar

I framtiden kan vissa strömmar förändras och det kan tillkomma strömmar som blir tillgängliga t.ex. tack vare nya separationstekniker. Denna process kan drivas antingen av utveckling av ny teknik som gör ny råvara tillgänglig och möjliggör nya användningsområden för sådana strömmar, eller av behovet av en ny råvara som i sin tur driver utveckling av metoder för att göra denna tillgänglig.

I detta projekt har vi valt att beskriva endast de framtida strömmar för vilka vi bedömt att det redan idag finns en viss marknad eller för vilka industrin har konkreta planer. Det finns många fler möjligheter och dessa finns väl beskrivna i många artiklar och rapporter om framtida bioraffinaderier.

4.1 Lignin

Ligninet hamnar, vid framställning av kemisk massa, i kokluten. Ligninet i sulfat- och sulfit-processerna skiljer sig åt och uppvisar olika kemiska egenskaper. Den största delen av ligninet bränns i sodapannan för att ge energi till massa- och pappersprocesserna och är därmed idag inte tillgängligt i ren form i någon större utsträckning. Lignin från sulfitprocessen kallas lignosulfonat och används idag som bl.a. dispergeringsmedel, råvara för framställning av ytaktiva ämnen och bindemedel i till exempel färg. Lignin från sulfatprocessen har idag en mycket begränsad användning och produktionen är därmed liten.

Allt eftersom energieffektiviteten i massaprocessen ökar, minskar brukens behov av lignin som intern energiråvara, vilket innebär att mer lignin kan göras tillgängligt för t.ex. utvinning eller ökad produktion av el till nätet. Det gör att intresset för utvinning av lignin ökat och det finns idag ett antal metoder för att ta tillvara lignin från svartlut. Den metod som kommit längst och idag finns på marknaden, är LignoBoost¹. Andra metoder befinner sig på olika stadier av processutveckling.

Lignin är en möjlig råvara för ett antal produkter inom både energi- och kemikaliebranscherna. Tekniker att använda sulfatlignin från barrträd som råvara för kolfiber är under

¹ www.valmet.com

utveckling och visar god potential. Det är därför högst troligt att lignin, inom en relativt snar framtid, blir en tillgänglig ström från skogsindustrin. Vilka mängder det kommer att handla om är svårt att beräkna eftersom dessa kommer att bero på varje enskilt bruks förutsättningar att klara sin energiförsörjning på annat sätt.

4.2 Hemicellulosa

Ett annat exempel på en trolig framtida ström med potential är hemicellulosa. Den består av korta, grenade sockerkedjor. I björk består hemicellulosa av i princip enbart xylos-enheter och denna biprodukt är redan idag kommersialiserad då xylitol ingår i många produkter, till exempel sötning i tuggummi, tabletter och i tandkräm. Xylitol har även viss bakteriehämmande verkan. Hemicellulosa från barrträd är mer heterogent och innehåller flera olika sockerarter och har idag inte någon större kommersiell användning – delvis beroende på att det inte finns några större mängder tillgängliga. Möjliga användningar för hemicellulosa från barrträd, galaktoglukomannan (GGM), är olika typer av barriärer i förpackningar, emulgeringsmedel och hydrogeler för bl.a. livsmedel och läkemedel.

Idag går en del av hemicellulosan ut i svartluten och förbränns tillsammans med ligninet i sodapannan. Resterande hemicellulosa följer med cellulosan och bleks delvis bort i blekeriprocessen och finns delvis kvar i den färdiga massan.

Med ökat intresse för produktion av högren cellulosa-massa (s.k. dissolvingmassa) för bl.a. textilproduktion, måste hemicellulosan renas bort från cellulosan i högre utsträckning. Detta möjliggör fraktionering av en hemicellulosa-rik ström som kan bli en potentiellt intressant förnyelsebar råvara för ovan nämnda användningar. Det bedrivs redan nu mycket forsknings- och utvecklingsarbete om hemicellulosa - både vad gäller framställning och förädling - men än har bara ett fåtal produkter nått marknaden.

4.3 Stubbar

Stubbar utgör en potential för fast biobränsle. I Finland utnyttjas denna resurs i större utsträckning än i Sverige. Men frågan kring ökad stubbskörd är aktuell vilket exemplifieras av att SLU har drivit ett projekt med titeln Stubbskörd för ökad klimatnytta och begränsad miljöpåverkan, som avslutas under våren 2015. Stubbskörd medför ett minskat behov av markberedning men stubbar kräver å andra sidan 1-2 års lagring innan de är torra nog att brännas. Näringsbalansen i skogen påverkas mindre av stubbrytning än av uttag av GROT (de Jong, Akselsson et al 2012) men kan påverka utlakning av kväve och baskatjoner. Ämnet är komplext och i den här rapporten berör vi inte de olika konsekvenserna av stubbskörd.

5 Ekonomin bakom dagens skogsråvaror

5.1 Vad väljer skogsägaren?

Generellt sett vill en skogsägare ha så mycket sågtimmer som möjligt eftersom det är det sortiment som idag ger bäst ekonomisk avkastning. Därför sköter de flesta skogsägare sin skog

så att träden, med hjälp av t.ex. röjning och gallring, ska kunna få det ljus och utrymme de behöver för att utvecklas till sågtimmer. Om andra kvaliteter på skogsbiomassan ger mer värde i framtiden, kan skogsbruket förändras. Om t.ex. biobränslen ger bättre ekonomisk avkastning än sågad vara och massa, kommer skogsägaren att vilja maximera sitt uttag av biomassa och gallrar då sannolikt inte lika mycket och avverkar träden tidigare.

5.2 Skogsindustrins produkter och biprodukter

För sågverksindustrin är det den sågade varan som är huvudprodukten. Sågspån, kutterspån och flis är sortiment som uppstår som biprodukter och som förstärker sågverkens ekonomi. För massa- och pappersindustrin är det massa och papper som är huvudprodukter och övriga strömmar som är biprodukter som visserligen förstärker verksamhetens ekonomi men som inte ligger till grund för processen.

Biprodukternas förädling och dessa produkters möjlighet att bidra till att öka andelen energi och material från biomassa beror alltså på förutsättningarna hos sågverks- och massaindustrin. Det finns en potential att öka det bidraget med hjälp av teknikutveckling och energieffektiviseringar, men det finns idag t.ex. inte mer tallolja eller svartlut än de mängder som uppstår när massaindustrin producerar den massa den kan sälja. För att kunna producera mer pellets än vad befintlig mängd spån tillåter krävs andra råvaror. Idag är det generellt sett inte lönsamt att avverka skog för spåntillverkning.

En viktig poäng är att om en industriell värdekedja byggs med förutsättningen att råvaran utgörs av en biprodukt från en annan värdekedja, blir den nya värdekedjan beroende av "huvudvärdekedjan" och dess utveckling.

6 Skogen och miljön

Som beskrevs i inledningen ska skogen, i en framtida biobaserad ekonomi, räcka till mer än idag. Med en framtida ökad användning av skogsråvara för energi, drivmedel och andra produkter finns en rad potentiella konflikter och avvägningar både avseende användning av resursen och hur natur- och miljöpåverkan ska hållas på en acceptabel nivå. En hållbar biobaserad ekonomi är beroende av att skogen används för uthållig industriell produktion samtidigt som ekosystemtjänsterna kopplade till skogen bevarar sin kvalitet och miljökvalitetsmålen nås.

Mångsidigheten i användning av skogen gör att en övergripande och heltäckande systemanalys av för- och nackdelar av olika utvecklingsscenarier blir komplex och svåröverblickbar. Därmed är det svårt att ta fram underlag för politiska beslut och investeringar. Komplexiteten avspeglas också i forskningen på området som hittills främst har bedrivits på enskilda eller begränsade delar av systemet.

Tidigare har debatterna om skogen handlat om ifall vi ska skörda skogen eller låta den stå. Den har ersatts av en mer nyanserad diskussion om hur skogen ska användas eftersom båda delarna är nödvändiga för en hållbar biobaserad ekonomi och maximerad klimatnytta.

Komplexiteten gör att diskussioner och beslut om hur Sveriges skogsresurser ska utnyttjas för både industriell produktion, ekosystemtjänster och uppfyllande av miljö kvalitetsmål även fortsättningsvis kommer vara svår.

7 Visualiseringsapplikationen

En förutsättning för en konstruktiv utveckling är förståelse hos alla intressenter och aktörer för hur allt hänger ihop. IVL har utvecklat en applikation som visualiserar flödena av råvaror och biströmmar från den svenska skogen. Användaren kan välja att se mängderna av de olika flödena i antingen alla eller någon av enheterna ton torrhalt (ton TS), fastkubikmeter under bark ($m^3\text{fub}$) och energi (TWh). Siffrorna bygger på data från Skogsstatistisk årsbok, Energimyndighetens statistik och siffror från Skogsindustrierna. Vissa siffror har, av praktiska skäl, approximerats. För respektive industri har de värdekedjor som idag är huvudvärdekedjor markerats med orange kant.

Applikationen visar hur mycket av de olika biströmmarna från massa- och sågverksindustrin som uppstår då en viss mängd ved går till respektive industri. Detta betyder inte att alla dessa mängder är tillgängliga på marknaden. Till exempel används mycket av massa- och pappersbrukets biströmmar som interna bränslen på bruket, som t.ex. svartlut. Även sågverken behöver en del av sina biströmmar för egen energi. Tekniska och ekonomiska faktorer avgör hur mycket av biströmmarna som blir tillgängliga på marknaden och dessa varierar från bruk till bruk och verk till verk. I Bilaga 1 visas start-situationen, det vill säga dagens läge. När användaren ändrar volym avverkad skog, fördelningen mellan volymer till sågverks- respektive massa-industri och/eller volymerna till de olika massa-typerna sulfat, sulfat och mekanisk, illustreras hur tillgången på de olika biströmmarna ändras.

I Bilaga 1 illustreras också hur det kan se ut om mindre vedvolym går till sågverks- och massa-industrier och mer direkt till kraftvärmeverk samt om mer ved går till massaindustrin i stället för till sågad vara.

I tabell 1 nedan visas mängden skogsråvaror (i TWh) för tre olika scenarier:

- Dagens situation det vill säga cirka 70 miljoner $m^3\text{fub}$ nettoavverkning.
- Ökad avverkning, där bruttoavverkningen ökar till 100 miljoner $m^3\text{fub}$ vilket i princip innebär att all tillväxt i skogen tas hand om med nuvarande fördelning av biomassan till de olika industrierna. Ökningen med 30 % ger också 30 % ökning i både sågad vara och sulfat- samt sulfatmassa.
- Ökad förbränning med dagens avverkningsvolym men dubbelt så mycket rundved går till el och värme ("Övrigt" i applikationen), det vill säga 30 TWh i stället för knappa 15 TWh. En proportionell minskning av massaprocesserna fås då med cirka 15 %.

Tabell 1. Illustration av effekter av några olika förändringar i skogsindustrin jämfört med dagens avverkning och industriella användning av skogsbiomassa och hur dessa påverkar skogsråvaruflödena. GROT ingår inte i dessa scenarier.

Ström	Dagens situation (TWh)	Ökad avverkning (TWh)	Ökad förbränning (TWh)
Bark	14,7	21,3	14,7
Sågad trävara	37,4	54,1	37,4
Sågspån	12,9	18,8	12,9
Kutterspån	7,8	11,3	7,8
Sulfatmassa	36,5	51,9	30,9
Svartlut	43	61,6	36,4
Tallolja	3	4,2	2,5
Terpentin	0,17	0,24	0,14
Metanolkondensat	0,4	0,6	0,36
Sulfitmassa	2,8	4,0	2,36
Mekanisk massa	20,3	27	17,2

För tillgång till applikationen, kontakta Louise Staffas, IVL, på [louise.staffas\(at\)ivl.se](mailto:louise.staffas(at)ivl.se).

8 Slutsats och framåtblick

Syftet med föreliggande rapport är att öka kunskapen om hur tillgången på skogsråvaror fungerar i Sverige idag och illustrera vilken effekt möjliga förändringar av skogsråvaruströmmar kan ha i framtiden.

En av huvudpoängerna är att flera av flödena styrs av huvudprodukterna massa/papper respektive sågade trävaror. Vårt arbete har hittills fokuserat på volym, vikt och energi men en målsättning med det fortsatta arbetet är att komplettera bilden med de ekonomiska värden de olika flödena representerar. Med en förändrad prisbild kan dagens biströmmar bli huvudprodukter som driver marknaden men i dagsläget är så inte fallet.

Det arbete som presenterats här ger endast de grundläggande sambanden och är att betrakta som en förstudie där flera viktiga aspekter saknas. Målet är att vidareutveckla applikationen och komplettera med andra perspektiv och samband som t.ex. ekonomiskt värde och styrmedel, samband mellan tillgång och pris på olika råvaruströmmar, transporternas betydelse, möjligheter för import och export av både råvaror och produkter från skogen samt betydelsen av att upprätthålla de skogliga ekosystemtjänsterna.

Vår förhoppning är att den applikation som presenterats här ska ligga till grund för vidare utveckling av beräknings- och visualiseringsverktyg för analyser av olika scenarier för användning av skogsråvara med helhetssyn och systemperspektiv.

9 Referenslista

Formas (2012). Swedish Research and Innovation Strategy for a Bio-based Economy. Sweden, Formas.

Hogan, M., Otterstedt, J., Morin, R., Wilde, J. (2011). Biomass for heat and power - opportunity and economics, European Climate Foundation, Sveaskog, Södra, Vattenfall.

Jonsson, R., Egnell, G., Baudin, A. (2011). Swedish forest sector outlook study. Geneva, Switzerland, Forestry and Timber Section, Geneva, Switzerland.

de Jong, J., C. Akselsson, H. Berglund, G. Egnell, K. Gerhardt, L. Lönnberg, B. Olsson and H. Von Stedingk et al. (2012). Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle - En syntes från Energimyndighetens bränsleprogram 2007-2001. ER2012:08 Eskilstuna, Sweden.

United Nations (2011). European Forest Sector Outlook Study II 2010-2030, UNECE, FAO.

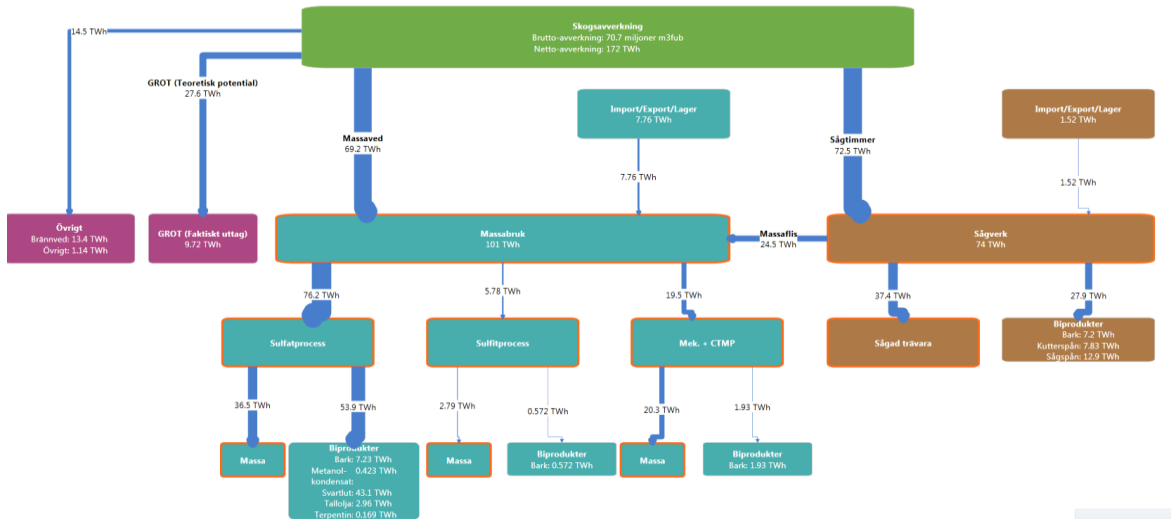
Naturvårdsverket (2012). Underlag till en färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050.

Skogsindustrierna (2014). Skogsindustrin, en faktasamling. Branschstatistik 2013,

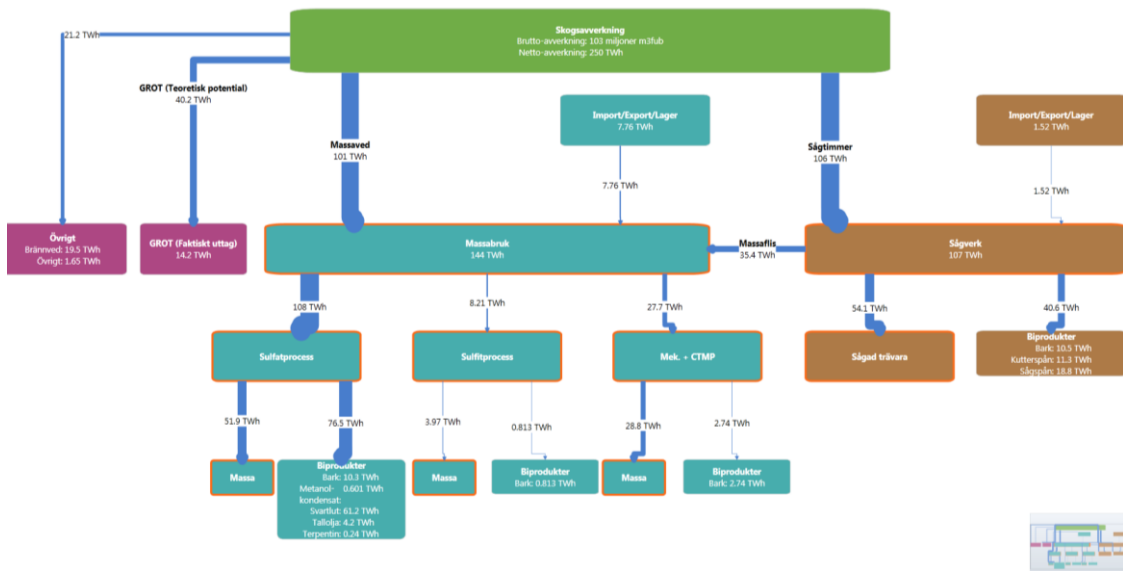
Skogsstatistisk årsbok 2013, Swedish Statistical Yearbook of Forestry, Swedish Forest Agency.

Wintzell, J. (2010). Räcker skogen till förgasning? Pöyry Management Consulting.

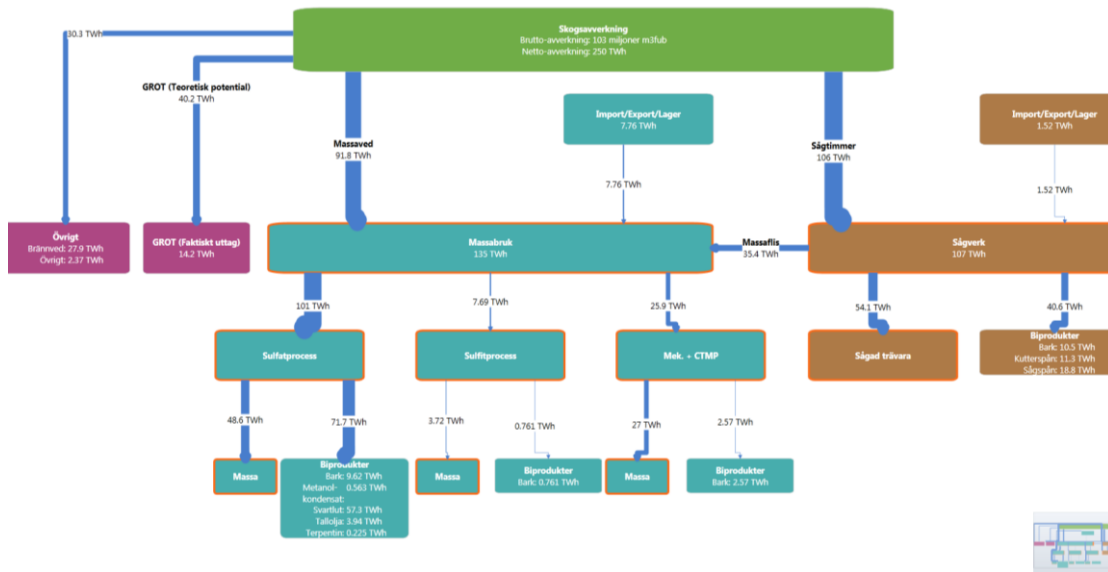
Bilaga 1. Exempel från visualiseringsapplikationen



Figur B1. Illustration av dagens skogsråvaruflöden i svensk skogsindustri.



Figur B2. Illustration av skogsråvaruflöden vid ökad avverkning och bibehållen fördelning till de olika processerna.



Figur B3. Illustration av skogråvaruflöden vid fördubblat flöde av ved till energisektorn och motsvarande minskning till massaprocesserna.



IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel: 08-598 563 00 Fax: 08-598 563 90
www.ivl.se