ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 727 2010

Inlandsbanans potential för Sveriges skogsbränsleförsörjning

Johanna Enström, Andreas Barth, Pär Winberg,
Niklas Fogdestam, Staffan Berg

SKOGFORSK

Uppsala Science Park, SE-751 83 UPPSALA, Sweden Ph. +46 18 18 85 00 • Fax. +46 18 18 86 00 skogforsk@skogforsk.se • http://www.skogforsk.se

Bildtext: Foto: Inlandsbanan AB.
Ämnesord: Ämnesord: Inlandsbanan, Järnväg, kNN Sverige, Riksskogstaxeringen, Skogsbränsletillgångar, SKA-VB-08, Skogstillgångar, Trendframskrivning.

SKOGFORSK
– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut
arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING
Två forskningsområden:
- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG
Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING
För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

ISSN 1404-305X

Innehåll

Sammanfattning....3
Inledning....4
Skogen viktig för ett hållbart energisystem....4
Mer skogsbränsle kan skördas, men tillgängligheten begränsar....4
Inlandsbanan – EN huvudtransportled för biobränslen?....5
Syftet med studien....5
Ingående delstudier....6
Bränslepotential – sortiments-, volyms-, och avståndsanalys....6
Material och metod....6
Riksskogstaxeringen....7
kNN Sverige....7
SKA-VB-08....8
Skogstillgångar....8
Areal....8
Tillgång biomassa....10
Skogstillgångar uppdelade länsvis....11
Torvtillgångar....13
Trendframskrivningar av biobränsletillgångar längs Inlandsbanan....14
Möjligt bränsleuttag....14
Genomsnittlig årlig potential för skogsbränsleuttag 2010–2049....15
Efterfrågan....16
Material och metoder....16
Marknaden internationellt....16
Efterfrågesituationen i Sverige i dag....16
Värmeverk och kraftvärmeverk i Sverige....17
Biokombinat och nya typer av förbrukare....20
Lägesbeskrivning av banan och möjliga lastningsplatser....21
Material och metod....21
Kriterier för lastplatser längs Inlandsbanan....21
Beskrivning av banan....23
Trafikledningssystem....24
Stationer och lastningsplatser....25
Nyckeltal för miljönytta....28
Material och metoder....28
Miljöpåverkan från skogsbränsle relativt andra energislag....29

Analys av miljöpåverkan från olika transportsätt....30
Möjligheter till alternativa bränslen....31
Slutsatser....32
Referenser....33
Opublicerat material....34
Webbsidor....34
Muntlig kommunikation....34

Sammanfattning

Studien har haft som syfte att belysa Inlandsbanans potentiella roll som transportled för biobränsle. Detta genom att analysera överskottet på skogsråvara längs banan samt banans kapacitet, flaskhalsar och möjliga terminalplatser. Även efterfrågesituationen och miljökonsekvenserna av skogsbränsletransporter längs banan behandlas i var sin del av studien. Transportavståndet till energianvändarna är en starkt begränsande faktor för möjligheten att nyttja skogsbränsle och goda transportmöjligheter är därför av stor betydelse.

Analyser av skogsbränsletillgångarna har gjorts med hjälp av data från Riksskogstaxeringen 2003-2007 samt med data från kNN Sverige 2000. Dessa har analyserats i ett program för Geografiska Informations System (GIS). Efterfrågesituationen på skogsbränsle har analyserats utifrån litteraturstudier och intervjuer med energiföretag. Uppgifter om banan har tagits fram i samarbete med Inlandsbanans personal och möjliga terminalplatser har sedan utvärderats utifrån Skogforsks tidigare studier av skogsbränsleterminaler. För miljöanalysen har kalkylverktyget Transport Tool använts.

Resultaten visar att längs den 140 mil långa banan, från Gällivare till Kristinehamn, finns en tredjedel av Sveriges produktiva skogsmark (6,9 milj. ha) och en fjärdedel av det växande virkesförrådet. Detta inom fem mils radie från banan. Omräknat till möjligt skogsbränsleuttag blir resultatet ca 6 TWh årligen, vilket ligger i storleksklass med halva det svenska skogsbränsleuttaget i dag.

Den lokala, årliga förbrukningen av biobränsle längs Inlandsbanan är i dag ca 1,8 TWh. I denna siffra ingår förutom skogsbränsle även anläggningar som eldar torv eller sågverksbiprodukter. Det årliga överskottet av skogsbränsle inom området motsvarar således ca 4 TWh. För järnvägstransport av denna volym skogsbränsle skulle ca 2 000 tågleveranser krävas.

Den framtida efterfrågan och prisutvecklingen för skogsbränsle är svår att förutse, men följande tre faktorer tyder ändå på en ökad efterfrågan:

- Trenden mot fortsatt utbyggnad av kraftvärme.
- Ökad internationalisering av marknaden sprungen ur långsiktiga politiska mål.
- Nya användningsområden för skogsbränslen.

Miljömässigt är den viktigaste aspekten att effektivare transportvägar ger ett ökat utnyttjande av bioenergi som kan ersätta fossila bränslen. I detta kan Inlandsbanan spela en viktig roll. En mindre miljövinst finns även i att flytta transporter från lastbil till järnväg. Denna miljövinst skulle kunna öka väsentligt om loken övergår till att drivas med förnyelsebart bränsle.

Tillgången på terminaler utefter Inlandsbanan visade sig inte vara någon flaskhals för att kunna utnyttja banans potential, däremot de stängda tvärbanorna som begränsar anslutningsmöjligheterna till de stora förbrukarna längs kusten och även den stängda banan söderut till bl.a. Mälardalsregionen. Huvudbanan är i dag öppen för godstrafik mellan Mora och Arvidsjaur. Även trafikledningssystemet skulle behöva moderniseras om trafiken skulle öka kraftigt på banan.

Inledning

SKOGEN VIKTIG FÖR ETT HÅLLBART ENERGISYSTEM

Omställning av energisystemet till mer hållbara och klimatneutrala alternativ är ett högprioriterat mål, såväl globalt som för EU. I Sverige, som i hög grad engagerar sig i detta arbete, är skoglig biomassa en konkret möjlighet. Förbränning av biomassa emitterar koldioxid, men vid uthålligt skogsbruk balanseras uttaget av tillväxt.

Skoglig biomassa står redan för nära ¼ av den årliga energikonsumtionen i Sverige. Viktigast är skogsindustrins biprodukter, som helt utnyttjas för energiproduktion. Vi skördar också bränsle direkt från skogen, s.k. primära skogsbränslen. Uttag av grot (grenar och toppar) efter avverkning är en viktig energikälla och det förekommer att små träd från unga bestånd tas tillvara för energiändamål. Även stubbar efter avverkning har i mindre skala börjat utnyttjas som bränsle. För primära skogsbränslen finns stora möjligheter att öka uttaget. I dagsläget skördas ca en femtedel av groten för energi, mindre än en tiondel av klenträden och ca 1,5 % av stubbarna.

Ett uttryck för de förhoppningar som ställs på skogen i dessa avseenden är FoU-programmet *Effektivare Skogsbränslesystem* som sedan 2007 drivs vid Skogforsk, skogsbrukets forskningsinstitut. Programmet samfinansieras av skogs- och energibranschen och Energimyndigheten, men har också medel direkt från Jordbruksdepartementet. Målsättningen är att möjliggöra ett väsentligt högre utnyttjande av den svenska skogens bränslepotential. Medlet är att bidra till utvecklingen av effektivare system för skörd, hantering, transport och bränsleberedning av grot, klenträd och stubbar. Härigenom kan grot tillvaratas på tekniskt svårare objekt än i dag, och på längre avstånd. Nya system för klenträd och stubbar kan möjliggöra att dessa får en viktig roll i bränsleförsörjningen.

MER SKOGSBRÄNSLE KAN SKÖRDAS, MEN TILLGÄNGLIGHETEN BEGRÄNSAR

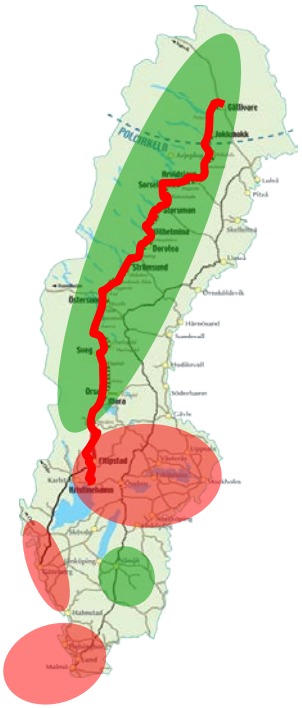
En viktig begränsande faktor för vårt utnyttjande av skogsbränslen är att mycket stora skogstillgångar finns i glest befolkade områden av landet, där behovet av energi är begränsat. Vi behöver därför utveckla system för effektiv fjärrtransport av biomassa från dessa skogliga överskottsområden till de områden där biobränsle behövs och efterfrågas. På Skogforsk pågår för närvarande flera projekt med sådan inriktning, bl. a. rörande effektivare transporter till terminal, om- och avlastning vid järnvägstransport samt effektivitet i själva järnvägstransporten.

Ett problem som framträder då man arbetar med att utveckla järnvägstransporter av biobränsle är bristen på spårutrymme. Det är trångt på det svenska järnvägsnätet. Ett annat problem är att det ofta är relativt långt från de betydelsefulla överskottsområdena i Norrlands inland till lämplig omlastningsplats för järnväg.

INLANDSBANAN – EN HUVUDTRANSPORTLED FÖR BIOBRÄNSLEN?

Som framgår av figur 1 nedan ligger Inlandsbanan i stort sett i sin helhet inom det område där ett överskott finns på skogsbiomassa lämpligt för energiändamål. Inlandsbanan är glest trafikerad. Den sammanbinder de norrländska skogsområdena med Mellansverige och har kontakt med norrlandskustens hamnanläggningar genom ett antal tvärförbindelser. Längs Inlandsbanan finns ett stort antal terminalplatser av olika kvalitet och lämplighet som biomassaterminaler.

Om Inlandsbanan fullt ut skall kunna nyttiggöras för omfattande biomassatransporter krävs sannolikt insatser i form av förbättringar av vissa sådana terminalplatser, liksom spårförstärkningar på vissa avsnitt, trafikledningssystem etc.



Figur 1.
Inlandsbanans sträckning samt över- (grönt) och underskottsområden (rött) för skogsbränsle.

SYFTET MED STUDIEN

Att belysa banans potentiella roll som transportled för skogsbränsle; överskottet på lämplig skogsbränsleråvara längs banans, Inlandsbanans nuvarande kapacitet och flaskhalsar samt en utvärdering av den infrastruktur som finns längs banan i form av terminal- och lastplaster och dessas lämplighet ur ett skogsbränsleperspektiv. Enkla miljöanalyser syftar också till att belysa miljöeffekterna med att utnyttja banan för transporter av biobränsle.

INGÅENDE DELSTUDIER

Utredningen delas upp i fyra huvudspår enligt följande:

1. **Bränslepotential – sortiments-, volyms- och avståndsanalys**

   Mängden skogsråvara tillgänglig längs Inlandsbanan beskrivs. Särskild tyngd har lagts vid att undersöka potentiella mängder bränsleråvara vid nuvarande intensitet i skogsbruket inom området. Också potentialen för uttag av torv belyses.

2. **Transportpotential – nuläge och begränsningar**

   En beskrivning av Inlandsbanans nuvarande kapacitet för transporter av skogsbränsle longitudinellt (nord-sydligt) och latitudinellt (från inland till kust). Viktigare flaskhalsar som begränsar Inlandsbanans kapacitet identifieras och beaktas sedan i relation till tillgångar och framtida efterfrågan. Tillgängliga terminalpunkter identifieras och lämpligheten hos dessa bedöms.

3. **Efterfrågesituationen – nuläge och potential**

   I detta steg sammanställs tillgänglig statistik kring dagens förbrukare. Ett resonemang kring framtida efterfrågan förs utifrån den utveckling som kan ses på energimarknaden. Intervjuer med några större energiföretag har också gjorts för att ge underlag till framtidsanalysen.

4. **Nyckeltal för miljönytta**

   Ett antal nyckeltal rörande miljönyttan och samhällsnytta av ett ökat utnyttjande av Inlandsbanan för tranport av skogsbränsle belyses här.

   - Varje ”nytt” ton skogsbiomassa som kan mobiliseras ger en effekt i form av lägre fossil koldioxidbelastning. Ett medeltal bör beräknas för en framtida situation där skogsbränslen i ökande grad kan utnyttjas med hjälp av Inlandsbanan.
   - Inlandsbanan är inte elektrifierad, men transport med diesellok har lägre utsläpp per tonkm jämfört med lastbilstransport. Även möjligheten och miljönyttan i att använda olika typer av biodiesel belyses.

Bränslepotential – sortiments-, volyms-, och avståndsanalys

MATERIAL OCH METOD

Data om tillgångarna längs inlandsbanan har hämtats från tre olika källor för att ge en så god beskrivning som möjligt av läget i dag och i framtiden. Vilken metod som använts för vad framgår i tabell 1 nedan. Det område som behandlats i samtliga analyser är en zon på 5 mil kring hela Inlandsbanan från Gällivare i norr till Kristinehamn i Söder. Områden skyddade mot skogsbruk har i samtliga fall räknats bort.

Tabell 1.
Metodernas tillämpningsområden.

	Riksskogstaxeringen	kNN Sverige	SKA-VB-08 (Rikskogstaxeringen)
Tillstånd i dag, skog	X	X	
Tillstånd i dag, torv	X		
Framskrivning, skog			X

Riksskogstaxeringen

Riksskogstaxeringen innehåller data för perioden 2003–2007, som mätts in från drygt 8 000 provytor i bältet kring Inlandsbanan. Metoden att beräkna utifrån provytor ger god noggrannhet så länge beräkningsområdena hålls någorlunda stora, exempelvis hela län. Materialet anger tillgångarna enligt Riksskogstaxeringens länsindelning (Riksskogstaxeringen, 2009).

kNN Sverige

Även data från kNN Sverige har använts som underlag för att beskriva dagens tillstånd. Metoden ger en större noggrannhet på mindre områden och har använts för de länsvisa beskrivningarna eftersom de delar av respektive län som ligger inom Inlandsbanans upptagningsområde i vissa fall är små. Metoden att använda kNN data i kombination med GIS-analys har bl.a. tillämpats av Sauter, 2009.

*k*NN Sverige är en sambearbetning av satellitbilder och Riksskogstaxeringens provytor och ger geografiskt heltäckande data om skogen (Granqvist-Pahlén m.fl., 2004). Informationen är användbar för områden större än hundra hektar och är lämplig för analyser på lokal, regional och nationell nivå. Den senaste versionen av kNN Sverige är från år 2000 och beskriver skogens virkesförråd, trädslag, ålder och höjd. I en GIS-analys har skogsmarken delats in i 10-åriga åldersklasser där medelvolym för respektive åldersklass och analysområde (län) beräknats. För att få en bättre bild av dagens skogstillstånd har därefter åldrarna skrivits fram till år 2010. Områden som enligt Skogsstyrelsens satellitbildsanalyser (REF Skogsstyrelsen) ansetts som avverkade mellan åren 2001–2009 har tilldelats en ålder mellan 1–10 år. Antaganden har sedan gjorts att skogarna i respektive åldersklass och analysområde har samma virkesförråd i dag som för tio år sedan. Skogsmark som Länsstyrelserna har klassificerat som skyddsområde har undantagits från beräkningarna (ref LST). En ny version av kNN Sverige väntas under året.

Noggrannheten i materialet från kNN Sverige

Vid skattning av totala virkesförrådet på områden större än 100 ha ger *k*NN Sverige ett medelfel under 10 %, (Granqvist-Pahlén m.fl., 2004). Medelvärden för större områden blir bra, men typiskt för skattningar som baseras på satellitdata är en dragning mot mitten (Barth, 2007). Vi kan förvänta oss en viss underskattning av virkesförrådet för äldre skogar och på samma sätt en överskattning av virkesförrådet i yngre skog. Detta påverkar noggrannheten i de GIS-analyser som gjorts för att skriva fram materialet.

SKA-VB-08

Framskrivningar av skogstillgångarna under en 40-årsperiod har gjorts enligt prognosmodellen från SKA-VB 08, referensscenariot. Modellen bygger ursprungligen på Riksskogstaxeringens provytor.

Denna modell delar in Sverige i 27 län/länsdelar som använts som beräkningsområden. Av dessa är det 12 som berörs av inlandsbanan. Fördelningen av provytor i zonen kring Inlandsbanan visade sig vara för gles för att duga som material för länsvisa framskrivningar och uppskattning av tillgångarna. En indelning som delar av Norra norrland från den övriga bansträckningen gjordes dock. Denna metod ligger till grund för resultaten under kapitlet skogstillgångar totalt.

Noggrannheten i materialet från SKA-VB-08

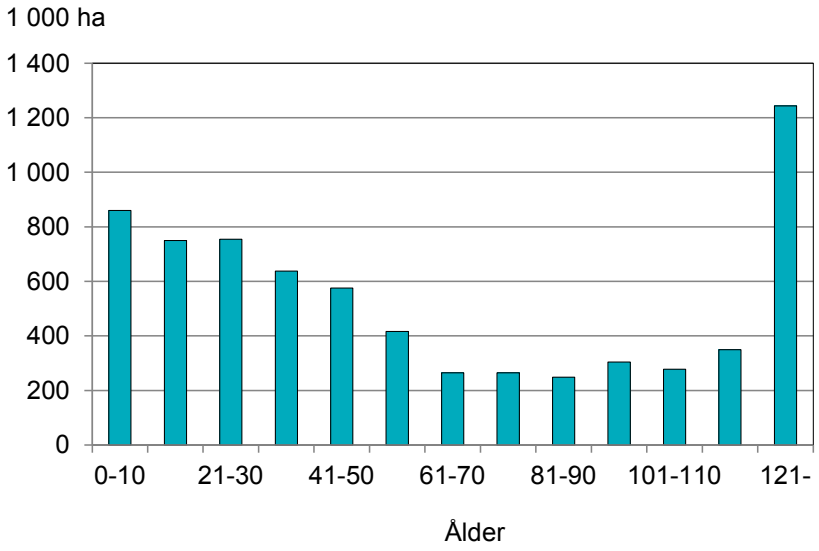
Skattningen av utgångsläge (t.ex. virkesförråd) på länsnivå ger ett relativt lågt medelfel, några få procent. Men många olika modellkomponenter ingår i de skattningar som ger de resultat som redovisas. Alla dessa komponenter är förknippade med någon form av osäkerhet. Att uttala sig om storleken av den summerade effekten av denna osäkerhet är svårt. Jämförelser av utfallet från tidigare beräkningar med faktisk utveckling har dock visat sig stämma relativt väl (SKA-VB 08, kap 2.3 och 3.10).

En annan osäkerhetsfaktor som gäller generellt för prognoserna i SKA-VB 08 är den klimateffekt som lagts in systemet. Den räknar bara med den positiva effekten till följd av ett bättre klimat. Risken för ökade skador ingår alltså inte. Effekten är relativt liten under de första perioderna, men blir på lång sikt betydande. Den påverkar dock den potentiella avverkningen till viss del redan efter 20–30 år.

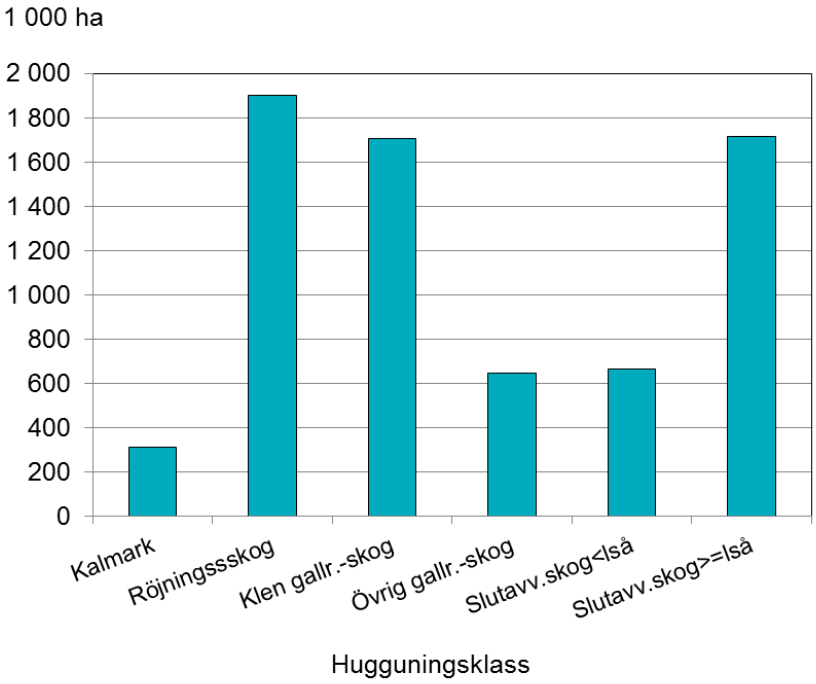
SKOGSTILLGÅNGAR

Areal

Den totala arealen produktiv skogsmark inom 5 mil från Inlandsbanan uppgår till 6,9 miljoner ha (Riksskogstaxeringen, 2009). Nationalparker och naturreservat skyddade mot skogsbruk är inte inräknande. Denna Areal utgör ca en tredjedel av Sveriges totala produktiva skogsareal, 22,7 miljoner ha (Riksskogstaxeringen, 2009). Skogen på denna areal fördelar sig åldersmässigt enligt figur 2. Fördelningen kan också göras på avverkningsklasser som i figur 3 nedan.



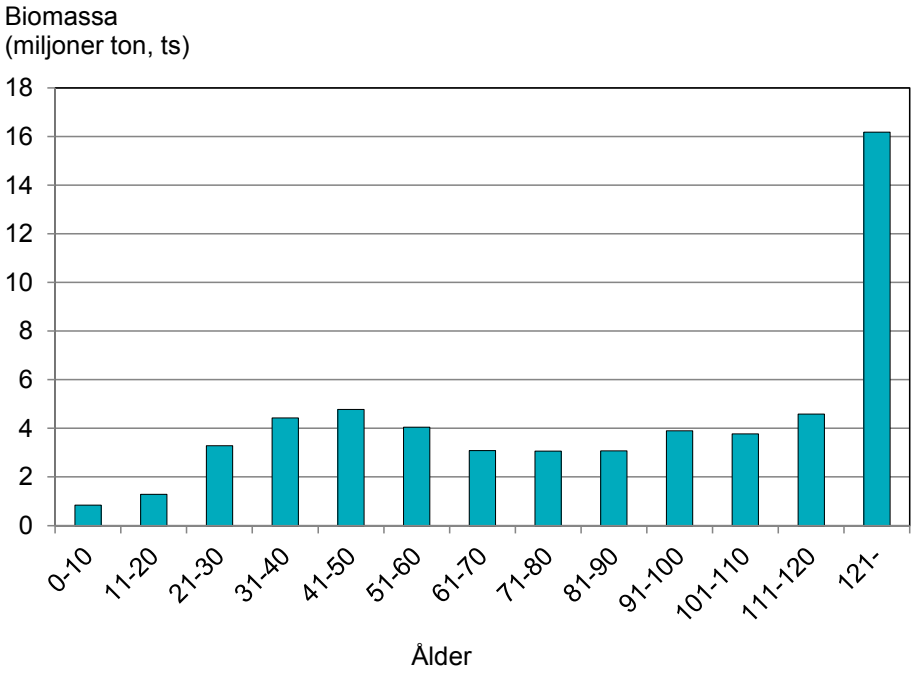
Figur 2.
Åldersfördelning per areal produktiv skogsmark längs Inlandsbanan.



Figur 3.
Huggningsklasser per areal produktiv skogsmark längs Inlandsbanan.

Tillgång biomassa

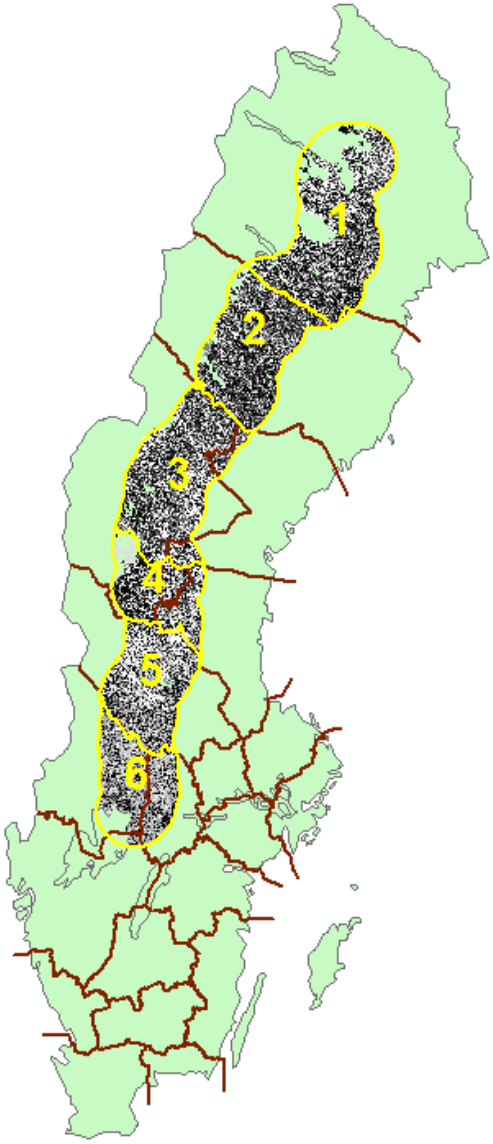
Den totala biomassan längs inlandsbanan uppgår till 563 miljoner ton torrsubstans (Ts) (Riksskogstaxeringen, 2009). Då är alla åldersklasser och alla delar av träden medräknade, inkl. stubbar och rötter. Totalt i Sverige är tillgången 2 200 miljoner ton Ts och andelen längs Inlandsbanan motsvarar alltså en fjärdedel av den totala biomassan i Sverige. Åldersfördelningen visas i figur 4 nedan.



Figur 4.
Åldersfördelning av den totala skogliga biomassan längs inlandsbanan.

Skogstillgångar uppdelade länsvis

1. Norrbotten.
2. Västerbotten.
3. Norra Jämtland (Härjedalen) och Västernorrlands län.
4. Södra Jämtland och Gävleborgs län.
5. Dalarna.
6. Värmland, Örebro län och Västra Götaland.



Figur 5.
Beräkningsområden länsvis.

Kartan i figur 5 visar översiktligt volymerna längs Inlandsbanan indelat efter län. Bilden gäller tillgången år 2010 och naturvårdsområden är här borttagna. Länsvisa data är framtagna ifrån kNN Sverige. Vissa län med små områden intill Inlandsbanan har slagits samman med ett större (tabell 2). KNN ger data i enheten 1 000-tal skogskubikmeter (m^3sk). Resultatet visas i tabell 2 nedan.

Tabell 2.
Stående volym 2010 längs Inlandsbanan i respektive län. Angivet i 1 000-tal m^3sk. Totalt visar analysen att det finns 681 miljoner m^3sk i Inlandsbanans område.

	1	2	3	4	5	6
Ålder	**Norrbotten**	**Västerbotten**	**Härjedalen**	**Jämtland**	**Dalarna**	**Värmland**
1–10	539	418	321	1 042	807	1 716
11–20	1 342	1 424	1 820	4 238	2 127	5 013
21–30	3 920	4 368	2 755	9 132	4 996	5 068
31–40	3 240	3 356	2 951	9 367	7 499	9 490
41–50	2 773	3 745	3 172	9 152	8 888	16 423
51–60	4 733	6 180	3 772	9 203	10 330	16 114
61–70	7 221	7 982	3 964	8 283	10 908	14 399
71–80	7 951	7 564	4 308	8 230	11 837	14 129
81–90	10 041	9 278	4 588	9 916	11 791	13 557
91 100	13 678	11 417	5 767	13 235	11 759	10 332
101–	47 987	38 765	37 381	93 927	42 420	7 236
Totalt	**103 426**	**94 498**	**70 798**	**175 726**	**123 361**	**113 477**

Arealmässigt ser fördelningen aningen annorlunda ut på grund av gynnsammare växtförhållanden generellt i de sydligare länen. Detta visas i tabell 3 nedan.

Tabell 3.
Skogsareal per län längs Inlandsbanan angivet i 1000-tal ha. Total areal längs banan uppgår till 7,0 miljoner ha.

	1	2	3	4	5	6
Ålder	**Norrbotten**	**Västerbotten**	**Härjedalen**	**Jämtland**	**Dalarna**	**Värmland**
1–10	75	86	40	105	77	74
11–20	169	151	121	202	138	101
21–30	227	209	79	202	111	55
31–40	110	82	46	131	85	67
41–50	66	63	37	101	78	101
51–60	84	84	39	86	80	95
61–70	97	88	36	66	75	80
71–80	92	71	37	59	76	73
81–90	102	78	36	67	71	66
91–100	123	87	40	81	69	50
101–	408	241	229	474	245	34
Totalt	**1 553**	**1 240**	**740**	**1 575**	**1 104**	**797**

För att möjliggöra en jämförelse med resultatet från Riksskogstaxeringen har en omräkning till ton torr biomassa gjorts i tabell 4 nedan. Densiteten 400 kg Ts/m^3sk har antagits. Detta är en grov uppskattning då densiteten skiljer sig åt i olika områden beroende på bl.a. fördelningen mellan trädslag och växtförhållanden. Måttet skogskubikmeter (m^3sk) anger endast stam med bark och topp från rotskäret och uppåt. Samma procentsats som i Riksskogstaxeringens data, 83 % har därför lagts på volymen. Jämförelsen ger en skillnad i volym på

11 % jämfört med Riksskogstaxeringens data. Då flera omräkningssteg ingår i jämförelsen bör denna skillnad inte indikera på fel i data utan uppgifterna från Riksskogstaxeringen bör ligga till grund för fortsatta analyser där den totala mängden torr biomassa har betydelse, medan resultaten från kNN Sverige bör användas då man studerar fördelningen länsvis.

Tabell 4.
Biomassa längs inlandsbanan i respektive län uttryckt i miljoner ton Ts. Omräknat från kNN data. Totalt visar analysen att det finns 499 miljoner ton Ts i området längs banan.

	1	2	3	4	5	6
	Norrbotten	**Västerbotten**	**Härjedalen**	**Jämtland**	**Dalarna**	**Värmland**
Biomassa omräknat från m^3sk	41,4	37,8	28,3	70,3	49,3	45,4
Biomassa från m^3sk + 83 %	75,7	69,2	51,8	128,6	90,3	83,1

TORVTILLGÅNGAR

Inom geologin kallas marker med ett torvtäcke som är djupare än 40 cm för torvmarker. I Sverige finns ca 6,4 miljoner ha sådana marker, dessutom finns uppemot 4 miljoner ha våta marker med tunnare torvtäcke (Hånell, B., 1998). Det innebär att ca 25 % av Sveriges yta är täckt av torv. I dagsläget skördas drygt 3,5 miljoner kubikmeter energitorv och drygt 1 miljon kubikmeter odlingstorv per år. Torv klassas sedan 2006 som ett långsamt förnyelsebart bränsle. Tillväxten är ca 0,5 mm per år, eller ca 20 miljoner m^3 totalt per år i Sverige. Tillväxten är alltså i nuläget betydligt högre än förbrukningen i Sverige.

Torvmarker kan ha höga naturvärden som måste beaktas vid projektering av nya täkter. Dessa varierar dock stort mellan olika marker. Det finns även områden som tidigare dikats och som skulle kunna tas i bruk igen utan nya ingrepp.

Tabell 5 nedan visar torvtillgången i en 5 mils zon längs Inlandsbanan uppdelad på 2 torvdjupsklasser.

Tabell 5.
Torvtillgången längs Inlandsbanan. * Klassen 5 m och djupare är antagen till 7m genomsnittligt torvdjup.

Ägoslag	Region	5 m	5- m*	Totalt
Skogsmark	Norra Norrland	388	0	388
	Södra Norrland	1 034	0	1 034
	Svealand	1 595	350	1 945
	Hela området	**3 017**	**350**	**3 367**
Myrmark	Norra Norrland	10 530	1 260	11 790
	Södra Norrland	7 659	980	8 639
	Svealand	4 794	910	5 704
	Hela området	**22 983**	**3 150**	**26 133**
Alla	Norra Norrland	10 919	1 260	12 179
	Södra Norrland	8 692	980	9 672
	Svealand	6 389	1 260	7 649
	Hela området	**26 000**	**3 570**	**29 570**

* Klassen 5 m och djupare är antagen till 7m genomsnittligt torvdjup.

TRENDFRAMSKRIVNINGAR AV BIOBRÄNSLETILLGÅNGAR LÄNGS INLANDSBANAN

För att beskriva tillgången av skogsråvara och specifikt tillgången av biobränsle längs Inlandsbanan har trendframskrivningar gjorts. Trendframskrivningarna bygger på samma modell och grunddata som för Skogsstyrelsens projekt SKA – VB 08 (Skogliga konsekvensanalyser och virkesbalanser, 2008) och har utförts av SLU.

Framskrivningarna har gjorts i fyra tioårsintervaller med start 2010. Det område som behandlats är, liksom för nulägesanalysen, en zon på 5 mil kring hela Inlandsbanan från Gällivare till Kristinehamn.

Den totala mängden biomassa, mätt i ton torrsubstans (tTS), som kan avverkas under respektive period visas i tabell 6 nedan. Den potentiella avverkningen ligger relativt stadigt runt 14 500 tTS per 10-årsperiod. Norra Norrland inkluderar sträckan från Dorotea upp till Gällivare, vilket är något kortare en den sydliga delen från Mariestad upp till Dorotea. Skillnaden i potentiellt skogsuttag beror dock främst på att skogstillväxten minskar allt eftersom breddgraderna ökar i norra Sverige.

Tabell 6.
Total biomassa från potentiell avverkning längs Inlandsbanan fram till år 2049, mätt i 1 000 ton Ts.

År	Norra Norrland	Övriga regioner	Hela området
2010–2019	3 245	10 685	13 931
2020–2029	3 429	11 057	14 486
2030–2039	3 869	11 330	15 198
2040–2049	3 636	11 026	14 662

Möjligt bränsleuttag

Skogsbränsle tas ut främst i samband med föryngringsavverkning men också i viss mån i samband med gallringar. Sortimenten kan delas in i grenar och toppar (grot), stubbar samt klena träd från uttag vid gallring. I dagsläget, 2009, så är det främst grot som tas ut som bränsle. Hur mycket skogsbränsle som kan tas ut påverkas både av tekniska, ekonomiska samt miljömässiga faktorer.

I dag görs grotuttag på ca 40 % av arealen som föryngringsavverkas i Sverige (Skogsstatistisk årsbok). Andelen är i dag lägre i Norrland p.g.a. lägre efterfrågan. Uttaget har ökat stadigt de senaste åren och väntas fortsätta att öka något. På de ytor där grotuttag görs tas ca 80 % av alla grenar och toppar, resten lämnas kvar av praktiska och miljömässiga skäl. I nuläget används alltså ca 20 % av all möjlig grot från slutavverkning för energi.

Vid ett stort uttag av skogsbränsle både vid gallring och vid slutavverkning är det viktigt att beakta att näring tas ifrån marken. Ett stort uttag i flera faser (uttag vid gallring, slutavverkning och uttag av stubbar) kräver därför att näring återförs genom askåterföring eller gödsling, annars påverkas tillväxten negativt.

Stubbar tas i dagsläget ut på ca 1,5 % av arealen för slutavverkning i Sverige. Skogsstyrelsen har sagt ja till uttag av stubbar utöver den tidigare försöksverksamheten. Man anger dock i sina rekommendationer att man kan komma att ändra sin hållning om ny forskning skulle visa på problem för miljön, eller om omfattningen av uttaget blir större än väntat. Den förväntade omfattningen på stubbskörd är att max 10 % av avverkningsarealen kan bli aktuell. Det är framför allt granstubbar som är aktuella för bränsleuttag.

Vid följande beräkning av potentialen för skogsbränsleuttag längs Inlandsbanan har antagits att näring kan tillföras där så är befogat (metoder för detta finns i dag). Gällande regler och rekommendationer för naturhänsyn följs och en viss hänsyn har tagits till tekniska/ekonomiska begränsningar.

Då transportkostnaden bedömts som den enskilt viktigaste kostnadskomponenten i skogsbränslets logistikkedja (Athanassiadis et al., 2009), är det rimligt att anta att goda transportmöjligheter skulle kunna ge ett betydande ökat uttag av grot. Känsliga marker och marker där bärigheten är nedsatt måste dock även i fortsättningen undantas. Uttag av grot på 70 % av avverkningsarealen längs Inlandsbanan har därför antagits som maxnivå. Sammanställningen bygger på samma beräkningar ur SKA – VB 08 som sammanställningen av den totala biomassatillgången.

Genomsnittlig årlig potential för skogsbränsleuttag 2010–2049

Beräkningarna visar att det finns en potential att årligen ta ut knappt 6 TWh skogsbränsle eller 7 miljoner kubikmeter flisat material från området runt Inlandsbanan (se tabell 7). Det är nästan hälften av vad som i dag tas ut i hela Sverige. Som jämförelse kan nämnas att om all denna volym skulle transporteras bort med tåg skulle det utgöra ca 2 500 fulla fliståg per år. Hur mycket som faktiskt kommer att tas ut är dock alltid en fråga om prisnivåer och förhållandet mellan tillgång och efterfrågan, vilket berörs närmare i kapitel 2.

Tabell 7.
Maximalt uttag av bränsle längs Inlandsbanan förutsatt att: 80 % av groten tas ut på 70 % av avverkningsarealen. 70 % av stubbarna tas ut på 10 % av avverkningsarealen. Energiuttag i tidig gallring görs på 30 % av gallringsarealen. Alla stammar och toppar tas då ut samt 25 % av grenarna.

Genomstnittlig årlig potential för skogsbränsleuttag 2010–2049

		Färsk flis, 1 000 m³	Färsk flis, 1 000 ton	GWh
Norra Norland	GROT	1 460	480	1 230
	Stubbar	2 41	80	204
	Klenträd	43	14	36
	Totalt	**1 740**	**580**	**1 470**
Övriga	GROT	4 150	1 380	3 510
Inlandsbanan	Stubbar	6 99	231	591
	Klenträd	166	52	140
	Totalt	**5 015**	**1 660**	**4 250**

Mängden klenträd som kan tas ut för bränsle blir mycket låg enligt dessa beräkningar. Det beror på hur klassningen av skog för första gallring gjorts i modellen för SKA-VB-08. Endast en mycket liten andel av arealen antas lämplig för tidig gallring. Dit räknas ytor där trädens relativa ålder är under 0,4 gånger lägsta slutavverkningsålder. Enligt Iwarsson Wide, klenträdsansvarig på Skogforsk, är detta lågt räknat. Finns efterfrågan och transportmöjligheter är potentialen för uttag i förstagallring hög, närmare 10 TWh årligen i Sverige totalt.

Efterfrågan

MATERIAL OCH METODER

Kapitlet behandlar efterfrågesituationen för skogsbränslen ur ett internationellt, ett nationellt och ett lokalt perspektiv. Resultaten bygger i första hand på litteraturstudier men också på intervjuer med råvaruansvariga på olika typer av förbrukande anläggningar. Vid den lokala kartläggningen av dagens biobränsleförbrukning längs Inlandsbanan har personlig kontakt tagits med bränsleinköparen eller motsvarande på samtliga uppräknade värmeverk.

MARKNADEN INTERNATIONELLT

Ökad europeisk efterfrågan spås ge en ökad internationell marknad för biobränsle de närmaste åren. Export av skogsråvara kan tänkas gå ut från våra hamnar. Bränslet kan också förädlas till pellets för att sedan exporteras ut till den europeiska marknaden. Enligt det klimatmål som EU antog 2008 ska användningen av biobränslen för transporter öka till 10 procent av energianvändningen år 2020. Samtidigt ska andelen förnyelsebar energi öka till 20 % av all energikonsumtion (regeringen.se 10-05-04). Redan har en utbyggnad av kraftvärmeanläggningar som eldar skogsbränsle startat i bl.a. Storbritannien. Enligt en brittisk rapport från hösten 2009 (skogsland.se 10-05-04) kommer två av deras största bioeldade anläggningar att använda i storleksordningen 1,5 till 2 miljoner ton fastbränsle per år framöver, vilket förmodligen kommer att leda till ökad import.

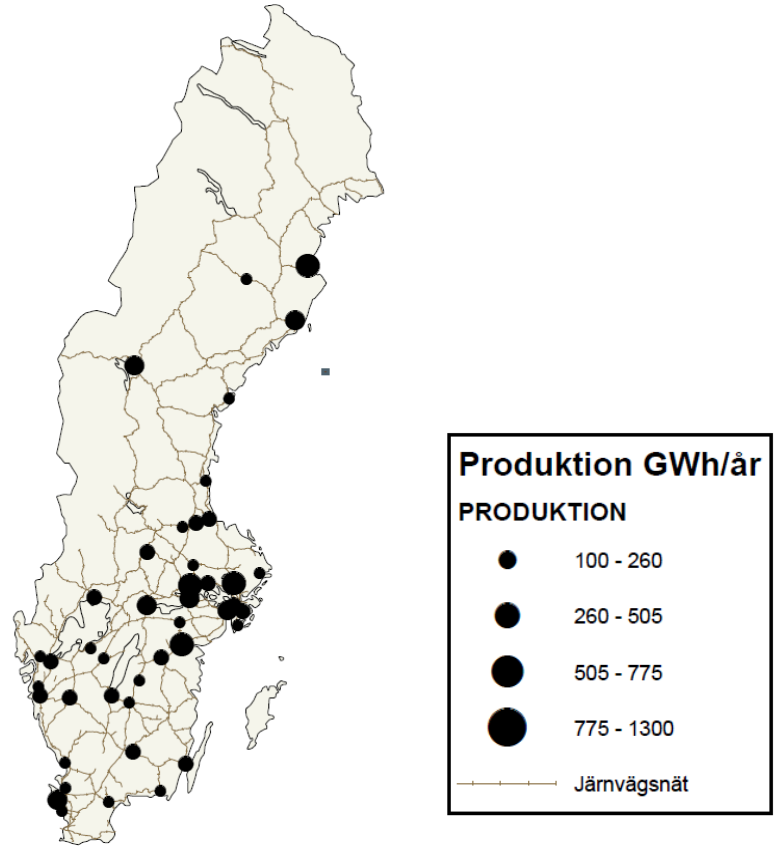
EFTERFRÅGESITUATIONEN I SVERIGE I DAG

Redan i dag finns det stora förbrukare som upplever svårigheter att försörja sina pannor med lokal råvara. Några har därför valt att ta emot skogsbränslet längre ifrån via tåg och båt. Det nybyggda Igelstaverket i Södertälje och Hedensbyverken i Skellefteå är två exempel. Flera riktigt stora anläggningar har byggts de senaste åren, vilket ökar behovet av långa råvarutransporter.

Det kan röra sig om transportavstånd på uppemot 50 mil för en flistransport på järnväg, men kostnaden är inte helt okänslig för transportavståndet även om helt andra avstånd än för lastbil blir aktuella. Järnvägen kan på allvar konkurera med lastbilen när transportavståndet ligger runt ca 15 mil och därutöver vid flistransporter. Ett ökat intresse hos förbrukarna för att använda järnvägen som en del av försörjningssystemet har varit tydligt under de år som Skogforsk arbetat med frågan och vid nybyggnationer ser man nu ofta över möjligheterna till inleverans via järnväg (J. Enström).

Svebios rapport från 2008 om potentialen för bioenergi, gav en prognos om ökad efterfrågan på 2-3 TWh/år. Detta har visat sig stämma med utvecklingen sedan dess och kan förväntas fortgå även de närmast kommande åren.

Värmeverk och kraftvärmeverk i Sverige



Figur 6.
Kartan visar de värme- och kraftvärmeverk i Sverige som 2008 förbrukade minst 100 GWh skogsbränsle (Examensarbete av Martin Frosch, SLU).

Figur 6 ovan visar de större värme- och kraftvärmeverken i Sverige som använder sig av skogsbränsle. Det finns också många mindre förbrukare. Koncentrationen av stora anläggningar i Mälardalen är tydlig men det finns också några större förbrukare längs Norrlandskusten. Utöver värmeverken och kraftvärmeverken finns också industriella förbrukare, främst inom massa och pappersindustrin. Sådana industriella biokraftanläggningar förbrukade 2008 58,8 TWh biobränsle, varav skogsprodukter utgör en övervägande del. Av förbrukningen användes 6,6 TWh till elproduktion (Energiläget i siffror, 2009).

Produktionen av el med biobränslen, torv och avfall (biokraft) har ökat stadigt under de senaste åren, främst tack vare elcertifikatsystemet. Det finns i dag omkring 150 produktionsanläggningar för biokraft och ytterligare omkring 25 planerade anläggningar (se figur 7). Produktionen var 2008 omkring 11,8 TWh el. Biokraften svarade för omkring 8 % av elproduktionen i Sverige. Fem gånger så mycket som fossilkraften och 6 gånger så mycket som vindkraften. Bilden är en del av kartan Biokraft 2009 och visar alla biokraftanläggningar i Sverige.

Figur 7.
Källa: Tidskriften Bioenergi nr 5–2009.

Förbrukningen lokalt längs Inlandsbanan

För att bedöma vilken mängd bränsle som kan räknas till överskott längs Inlandsbanan har en mer noggrann kartläggning gjorts över förbrukarna längs banan. Här har även relativt små anläggningar tagits med. Denna kartläggning har sammanställts i tabell 8 nedan.

Tabell 8.
Förbrukningen av bränsleråvara lokalt längs Inlandsbanan.

Län	Ort	Förbrukning (MWh)	Bränsle	Bolag
Norrbotten	Gällivare	200 000	Torv	Gällivare VV
Norrbotten	Jokkmokk	42 500	Massaved	Jokkmokk VV AB
Norrbotten	Arvidsjaur	32 000	Bio	Arvidsjaure energi
Västerbotten	Storuman	325 000	Bio	Skellefteå kraft
Västerbotten	Vilhelmina	71 700	Bark, spån flis	E-On
Västerbotten	Dorotea	20 500	GROT, flis	E-On
Jämtland	Hoting	5 000	Bio	Jämtkraft
Jämtland	Strömsund	40 000	GROT, bark	Jämtkraft
Jämtland	Hammerdal	5 000	Spån	Jämtkraft
Jämtland	Östersund	840 000	Bio	Lugnviksverket
Jämtland	Sveg	33 000	Pellets, flis	E-On
Dalarna	Orsa	25 700	Flis, GROT	E-On
Dalarna	Mora	75 000	Bark, flis	E-On
Summa		**1 715 400**	**= 1 720 GWh**	**= 1,7 TWh**

Tabellen visar förbrukningen av biobränsle är längs med Inlandsbanans sträckning. Till denna förbrukning kommer också alla ved-, flis- och pelletseldade pannor i privata hem och lantgårdar. Listan tar endast upp de värmeverk som ligger i princip på Inlandsbanan. Skulle man utöka listan till att omfatta alla småorter och samhällen inom ett avstånd om 5 mil från banan så skulle den bli längre, men då Inlandsbanan går just mellan de större orterna i Norrlands inland är vår bedömning är att listan i stort visar den förbrukning som finns i dag. Över hela landet sker dock en kraftig utbyggnad av antalet biobränsleeldade värmeverk. Den lokala förbrukningen i området som använts för vidare beräkningar har rundats upp till 1,8 TWh.

Vilket bränsle som används styrs till viss del av pannans konstruktion men också efter tillgång och pris på bränslet. Där man eldar torv, bark, sågverksflis eller massaved skulle man i de flesta fall kunna ersätta bränslet med GROT om detta var ekonomiskt fördelaktigt. Så är t.ex. fallet vid anläggningen i Gällivare där man nu uteslutande eldar torv (pers. komm. L. Bergman). Arvidsjaurs energi eldar i dag ca 32 GWh oförädlat biobränsle (bark, GROT, stamvedsflis) samt 7 GWh torv. Enligt deras VD, (Anders Åman, (pers. komm.), kommer torven eventuellt fasas ut och ersättas med oförädlat biobränsle.

I Jokkmokk har man valt att köpa in rundved som man flisar själv med egen flistugg. Ett gott antagande är att man även där skulle elda med GROT om man bara fick tag i det vid rätt tid och till rätt pris.

Det finns också pannor i området som i dag drivs på fossila bränslen som kan tänkas bytas ut de närmaste åren, vilket också ger en ökad potential för biobränslen. En ökad efterfrågan och hantering av skogsbränsle i närområdet ger ökade volymer, vilket kan vara positivt också för möjligheterna att förse andra områden via fjärtransporter.

Biokombinat och nya typer av förbrukare

Skelleftekrafts Bioenergikombinat Biostor i Storuman togs i drift 2008 och körs i dag på 50 % av sin kapacitet. Innan 2011 kommer man dock ha växlat upp till 100 %, enligt råvaruchefen Seved Lycksell (pers. komm., 2010). När Biostor går på full kapacitet räknar han med att man kommer att förbruka 650 GWh råvara per år. Råvarans form kommer att variera utifrån priser och tillgång men i dag handlar det om bränsleved, torv, spån och GROT-flis. I dag använder sig Skelleftekraft inte av Inlandsbanan men däremot använder man sig av stambanan för transporter av biobränsle till bioenergikombinatet i Hedensbyn. Detta sker i samarbete med SCA.

Sedan Skelleftkraft driftsatte sina bioenergikombinat har dessa projekt rönt stor uppmärksamhet inom bioenergibranschen. Såväl inom landet som internationellt. Seved Lycksell är därför övertygad om att vi kommer få se många fler liknande anläggningar världen över inom en inte alltför avlägsen framtid.

I Sveg ligger sedan 1989 HMABs anläggning som tillverkar pellets och briketter. Råvaran är sågspån från sågverk i södra Norrland samt torv och produktionskapaciteten ligger på 300 000 ton biobränsle årligen. Den enskilt största kunden är Vattenfalls anläggning i Uppsala som sedan starten har tagit emot leveranserna via järnväg. Pelletering av skogsråvara innebär en stor fördel transportmässigt då materialet innehåller ca 5 MWh/ton, jämfört med flisat skogsbränsle där energiinnehållet kan ligga runt 3 MWh/ton. Dock är pelletering eller brikettering ett resurskrävande hanteringssteg.

I Vilhelmina genomfördes en förstudie för en etanolfabrik men studien visade att planerna inte var genomförbara i dagsläget. Studien var ett samarbete mellan SCA, Vilhelmina kommun, E.ON och Umeå Universitet. Tanken var att man skulle producera 60 000 m³ etanol av GROT men det visade sig att det ännu inte finns någon fungerande teknik för detta. Däremot kan man framställa etanol ur färsk granmassaved men då konkurrerar man med massaindustrin. E.ONs nuvarande värmeverk i Vilhelmina förbrukar i dag ca 72 GWh i form av bark, spån och flis.

Ett annat exempel som tyder på ökad förbrukning av skogsbränsle kommer från Pelletsindustrins Riksförbund (PiR). I deras leveransstatistik från 2008 visar man att den svenska marknaden då förbrukade drygt 1,8 miljoner ton pellets, vilket motsvarar c:a 8 TWh. PiRs prognos för år 2012 är att den svenska marknaden då kommer att förbruka 2,7 miljoner ton pellets.

Ytterligare ett aktuellt projekt är att Energimyndigheten under hösten 2009 beviljade 500 miljoner kronor i investeringsstöd till biodrivmedelsprojekt vid Domsjö Fabriker. Projektet syftar till att framställa biodrivmedlet bioDME ur svartlut (restprodukt från massaindustrin). Om projektet lyckas och fler svenska massabruk anammar tekniken så kommer den svartlut som i dag används till sodapannornas förbränning behöva ersättas. Teoretiska beräkningar som tillverkaren Chemrec har gjort visar att om all svartlut som i dag eldas i Sverige i stället skulle gå till drivmedelsframställning skulle det behövas ca 30 TWh av annat bränsle, t.ex. skogsbränsle, för att ersätta behovet inom massaindustrin (pers. komm. Patrik Löwnertz).

Resultaten visar sammantaget att de framtida förbrukarna av inlandets skogsbränsle kan delas in i fyra huvudgrupper:

- Värmeverk och kraftvärmeverk i Inlandsbanans närområde.
- Värmeverk och kraftvärmeverk i övriga Sverige som nu eller i framtiden eldar grot. Tillgången på råvara är här en faktor som påverkar utvecklingen.
- Export av flis eller förädlat material (t.ex. pellets) via hamnarna. Järnvägen blir då en transportled till kusterna.
- Nya förbrukargrupper då skogsbränsle i framtiden eventuellt ersätter svartlut i pappersmassaindustrin eller genom ytterligare teknikutveckling används direkt i drivmedelstillverkning.

Lägesbeskrivning av banan och möjliga lastningsplatser

MATERIAL OCH METOD

Fakta om banans olika delar samt möjliga terminalplatser har sammanställts i samarbete med Inlandsbanans personal. Kriterierna för att utvärdera lämpligheten hos de möjliga lastplatserna bygger på fakta framtaget i Skogforsks projekt Järnvägsterminaler. Ett projekt inom programmet Effektivare Skogsbränslesystem, som finansierats av branschen och Energimyndigheten.

KRITERIER FÖR LASTPLATSER LÄNGS INLANDSBANAN

Då Inlandsbanan i dag är lågt trafikerad kan det ibland finnas möjlighet att tillfälligt stanna och lasta var som helst utmed spåret där det går att ansluta från en väg. Men normalt krävs det separata lastingsspår som kan stängas av från huvudspåret vid lastning. I grundkraven för en lastningsplats ingår därför följande kriterier:

- Lastningsspår separerat från huvudspåret.
- Hårdgjord plan yta intill järnvägsspåret.
- Möjlig tillfartsväg till lastningsområdet.

Utifrån dessa grundkrav har 25 möjliga lastplatser identifierats. Men detta är lågt ställda krav som kan utökas då man vill jämföra lämpligheten hos olika platser. En utökad kravbild har därför tagits fram och utifrån denna har 10 lastplatser valts ut som särskilt intressanta terminalplatser.

Den utökade kravbilden berör följande områden:

- Platsens geografiska läge. Om stora volymer finns i området och man har planer på att långsiktigt köra från en viss plats kan alltid en ny terminal anläggas eller en befintlig rustas upp. Det strategiska läget spelar därför en viktig roll i värderingen av terminalplatsernas lämplighet.

- Längden på lastningsspåret. En spårlängd på 600 m skulle vara önskvärd för att kunna köra in ett fullt tåg, men få platser har tillgång till detta och i många fall räcker det med kortare spår så att ett mindre antal vagnar kan lastas.

- Asfalterad yta utmed lastspåret. En sådan yta möjliggör lastning av flisat skogsbränsle via omlastning på marken, den metod som i dag används för flistransporter på järnväg. Utan asfalt ökar risken för föroreningar i bränslet, vilket inte uppskattas av mottagarna. Tekniker finns för att flytta över containrar direkt mellan lastbil och tåg, och därmed slippa asfaltering, men dessa system brukas ännu inte för flistransporter i Sverige. Hinder för detta är bl.a. den ökade kapitalbindningen i containrar som då krävs och problem med att flis fryser fast då det lagras eller transporteras längre tid i samma container. Möjligheten att flytta över containrar utan omlastning bör ändå inte uteslutas, men en asfalterad yta på terminalen ger fler möjligheter.

- Närhet mellan verksamheter. Lastning av rundved kräver ingen asfaltering men terminaler för rundvedshantering och lagring måste ha möjlighet att mäta in virket. Detta kräver utrustning och normalt också personal på plats (undantag med fjärrmätning via kamera finns). Dessa terminaler är därför ofta stora till sin omsättning och en viss yta och maskinpark är ofta knutna till terminalerna. Att en verksamhet för rundvedshantering finns på samma terminal eller i närområdet ger goda möjligheter till samutnyttjande av maskiner också vid flishantering. Utnyttjandegraden på den utrustning som används är en viktig faktor för att hålla nere kostnaderna.

- Lagrings- och upparbetningsmöjligheter. Mottagarna av skogsbränsle har ofta begränsade möjligheter till upparbetning och lagring. Därför kan sändande terminaler spela en viktig värdeskapande roll i att tillhandahålla sådan service. För detta krävs ytor och tillgång till utrustning. Omsättningen på terminalen har då stor betydelse för att kunna hålla så väl lastmaskiner som flisare med arbete och för att en eventuell investering i asfalt ska kunna räknas hem. Att kunna mellanlagra material i direkt anslutning till spåret så att köravstånden vid lastningen minskar har också visat sig vara en viktig faktor för att hålla nere lastningstiden och därmed öka effektiviteten i logistikkedjan (Enström & Winberg, 2009).

BESKRIVNING AV BANAN

Inlandsbanan sträcker sig från Gällivare i norr till Kristinehamn i söder, vilket innebär ett avstånd på cirka 140 mil. Längs järnvägen ansluter eller korsar ett antal tvärbanor. Somliga med reguljär trafik, andra med trafik till och från och för ytterligare några där trafiken upphört.

Huvudbanan är i dag öppen för godstrafik mellan Mora och Arvidsjaur. Standardförbättringar har gjorts på större delen av sträckan så att största axeltrycket (STAX) generellt är uppe i 22,5 ton. Sträckan Sveg – Brunflo, med STAX 20 ton återstår men redan i dag lämnas dock dispens för transporter med 22,5 ton axeltryck på sträckan. Här följer en beskrivning av de olika delarna i nord sydlig riktning med anslutande tvärbanor.

Gällivare-Arvidsjaur samt tvärbanan till Jörn

Längd: 270 kilometer. Bärighet: 20 tons axellast mellan Gällivare och Jokkmokk och 16 ton mellan Jokkmokk och Arvidsjaur. Här återstår 36 km att åtgärda för att lyfta hela sträckan till 20 ton.

I Arvidsjaur finns en tvärbana mot Jörn, den är 75 km lång. Jörn ligger strategiskt på Norra stambanan mellan knutpunkten Bastuträsk (banan mot Skellefteå) och Nyfors (banan mot Piteå). Det förs diskussioner med Trafikverket om att återuppta trafiken på bandelen Arvidsjaur-Jörn helt eller delvis och intresset från skogsföretagen i regionen är stort. Beräkningar har gjorts om att en upprustning av hela bandelen skulle kosta ca 100 miljoner. Det har även gjorts beräkningar på vilka godsvolymer som skulle kunna bli aktuella. En liten del av tvärbanan, ca 3 kilometer utgående ifrån Jörn, har redan åtgärdats, vilket resulterat i att ett torvtåg i veckan nu rullar där. Kostnaden för denna upprustning blev endast ca 2,5 miljoner av de budgeterade 5 miljonerna.

Arvidsjaur-Storuman

Längd: 180 kilometer. Bärighet: 22,5 tons axellast.

I Storuman finns anslutning till tvärbanan mot Lycksele/Hällnäs. Tvärbanan är 167 km lång och trafikeras i dag. Hällnäs ligger mellan knutpunkten Vännäs (banan mot Umeå/Holmsund) och Bastuträsk. Viss trafik går även på Inlandsbanans huvudstråk till och från Storuman.

Storuman-Hoting

Längd: 180 kilometer. Bärighet: 22,5 tons axellast.

I Hoting finns anslutning till tvärbanan mot Forsmo den är 121 km lång. Forsmo ligger mellan knutpunkterna Långsele (banan mot Bräcke söderut och Ådalsbanan) och Mellansel (banan mot Örnsköldsvik). Längs banan finns ett antal stationer som har virkesterminaler som använts i modern tid, Backe och Tågsjöberg är två exempel på sådana.

Hoting-Östersund

Längd: 170 kilometer. Bärigheten 22,5 tons axellast.

Vid Östersund till Brunflo går Inlandsbanan parallellt med banan till Åre på bandelen Bräcke till Storlien.

Östersund-Orsa

Längd: 350 kilometer. Bärighet: 20 tons axellast mellan Brunflo och Sveg samt 22,5 ton mellan Sveg och Orsa.

I Orsa finns anslutning till tvärbanan mot Bollnäs, banan är 118 kilometer lång och passerar på vägen Furudal, Voxna och Edsbyn innan den är framme. Till och med 90-talet bedrevs reguljär tågtrafik längs banan. På bandelen Edsbyn-Bollnäs gick det godståg fram till 2004.

Orsa-Mora

Längd: 15 km. Bärighet: 22,5 tons axellast. I Mora ansluter spåren till Siljansbanan (kallas även Dalabanan) som löper de 100 kilometrarna ner mot Borlänge samt till banan mellan Mora och Älvdalen.

Mora-Kristinehamn

Längd 220 km. Ej trafikerbar för genomfart.

Den sydligaste delen av Inlandsbanan är endast delvis öppen för tågtrafik. Från Mora och söderut går det spår till ett industriområde i utkanten av staden. Sedan är trafiken stängd ner till Vansbro. I Vansbro passerar Västerdalsbanan från Malugn till Repbäcken som med sina 123 kilometer landar i utkanten på Borlänge där Siljansbanan går ihop med Västerdalsbanan.

Söder om Vansbro är trafiken åter stängd och det är först i Persberg som banan åter är öppen för trafik. Från Persberg går banan via Filipstad vidare till Daglösen. Mellan Daglösen och Nykroppa följs Bergslagsbanan som sträcker sig från Ställdalen till Kil. Från Nykroppa går banan via Storfors och Nässundet till Kristinehamn. Delen Nykroppa- Kristinehamn kommer att elektrifieras med start 2010.

TRAFIKLEDNINGSSYSTEM

Det finns olika system för att leda och styra järnvägstrafiken på de olika banorna runt om i Sverige. På Inlandsbanan sköts trafikledningen genom s.k. Tåganmälan. Detta innebär en manuell hantering där de olika stationerna som tåget går emellan bemannas med tågklarerare. Dessa personer säkerställer att det är säkert att framföra tåget på sträckan mellan dessa bemannade stationer. Tågklareraren sköter det lokala ställverket på sin station, och styr på detta sätt signaler och växlar på stationen. Skall tåget fortsätta ytterligare en stationssträcka krävs ytterligare en tågklarerare. Många tåg över stora avstånd kräver tät bemanning med detta system, vilket gör att denna lösning är mycket resurskrävande. Många stationer saknar även installation för ETAM (Elektronisk Tåganmälan) som i dag är ett krav och detta har därigenom sänkt tillgängligheten ytterligare.

Vid tät trafik skulle det därför vara rimligt att investera i nytt signalsystem. Merparten av alla stationer i Sverige styrs via en trafikledningscentral, så kallad fjärrstyrning med ATC och nya järnvägar, så som Bottninabanan, byggs i dag med det moderna signalsystemet ERTMS som är en europeisk standard. Tidigare var tåganmälan den förhärskande tekniken för all tågtrafik, numera finns den utöver Inlandsbanan på en del av det kapillära bannätet vid sidan av stambanorna. På Västerdalsbanan installeras ERTMS Regional, vilket är en enklare version som skulle passa på Inlandsbanan.

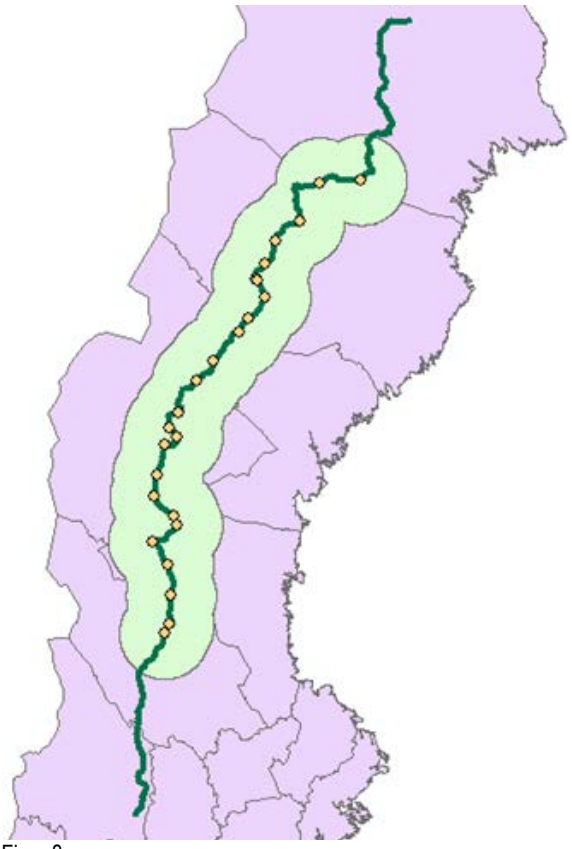
Trafikverket ansvarar för drift och planering av tågtrafiken på en övervägande del av järnvägsnätet medan Inlandsbanan AB själva ansvarar för detta på Inlandsbanan. Dock sker den dagliga trafikplaneringen på Inlandsbanan av Trafikverkets ledningscentraler genom avtal med Inlandsbanan AB.

STATIONER OCH LASTNINGSPLATSER

Identifierade lastningsplatser

Utifrån de tre grundläggande kriterierna har totalt 25 stationer och lastplatser med varierande grad av lämplighet funnits längs Inlandsbanans huvudstråk. Dessa visas i figur 8 nedan. Hänsyn till eventuella privata ägare av stationerna har inte tagits i det första urvalet. Ett upptagningsområde på 5 mil från varje tänkbar lastningsplats har också ritats ut i figuren. Analysen visar att lastplatserna väl täcker in hela den delen av banan som i dag är i produktion och kan därför inte ses som någon flaskhals när det gäller tillgängligheten på materialet längs banan (bandelarna längst i norr och söder har utelämnats).

Arvidsjaur
Slagsnäs
Lomselenäs
Vinlidsberg
Vojmån
Lövliden
Vilhemina
Meselefors
Doroteta
Hoting
Ulriksfors
Jämtlands Sikås
Lit
Östersund
Brunflo
Fåker
Brånan
Röjan
Överhogdal grusgrop
Ytterhogdal
Sveg
Fågelsjö
Älvho
Tallhed
Orsa



Figur 8.
Möjliga lastningsplatser längs inlandsbanan med en upptagningszon på 5 mil.

De tio lastplatser som valts ut efter kriterierna i den utökade kravbilden visas i figur 9 nedan. Några av de utvalda stationerna har visst behov av upprustning men man bedömer att förutsättningarna är mycket goda vid dessa platser. Varje lastplats har bedömts individuellt efter sina förutsättningar.

Arvidsjaur
Meselefors
Dorotea
Hoting
Jämtlands Sikås
Lit
Brunflo
Brånan
Överhogdal
grusgrop
Tallhed

Figur 9.
Tio utvalda stationer med större lämplighet som lastplatser för skogsråvara.

Som framgår av kartan ger inte lokaliseringen av utvalda platser optimal täckning för att samla upp maximal tillgänglig volym längs banan. Flera av platserna ligger så nära att upptagningsområdena i stort överlappar och det finns ett stort geografiskt glapp mellan Arvidsjaur och Meselfors samt mellan Överhogdal och Tallhed. Här finns dock ett antal av de mindre lämpliga platserna att tillgå emellan. En kort beskrivning av utvalda stationer följer här.

Arvidsjaur: Lastspår 800 m. Ytan intill spåret ägs av Sveaskog. Det finns behov av att installera ytterligare en växel.

Meselfors: Lastspår 400 m + ett parallellt spår på 110 m. Inlandsbanan AB förvaltar spåret som är i brukbart skick och fritt att disponera. Lagringsytorna är i dag dåliga men möjlighet finns att bygga ut dessa vid behov.

Dorotea: Lastspår 470 m med asfaltsyta intill. Ingår som ett av spåren på stationen i Dorotea.

Hoting: Här har SCA en virkesterminal med 600 m lastspår och anslutande lagringsyta. Terminalen utnyttjas fullt ut av SCA men det finns också ett fristående kajspår som Inlandsbanan AB förfogar över på ca 250 m med anslutande lagringsyta.

Jämtlands Sikås: Inlandsbanan förfogar över ett lastspår som i nuläget är uppdelat på två 150 meters sträckor av en lastkaj, men som skulle kunna modifieras till ett sammanhängande spår på 400 m. Även här har SCA en terminal och mätmöjligheter finns.

Figur 10.
Jämtlands Sikås

Lit: Lastspåret, som förvaltas av Inlandsbanan AB, är 300 m men delas på mitten av en lastkaj. En asfaltsyta finns i anslutning till spåret.

Brunflo: Lastspår om 500m på SCAs terminal, Haxäng, i utkanten av Brunflo. Ett allmänt spår finns även på Brunflo bangård.

Brånan: Ett lastspår om 450 m med en 15 m sträng närmast spåret ägs av Inlandsbanan. Reaxer äger ytan utanför dessa 15 m. Goda möjligheter till lagring finns och ytorna är delvis asfalterade.

Överhogdal grusgrop: Ett rundspår om ca 2 000 m finns som Inlandsbanan förfogar över. Intilliggande ytor måste iordningställas, men stora möjligheter finns för att skapa en effektiv terminal.

Tallhed: Lastspår 400 m. Spåret och en intilliggande sträng på 30 m som förvaltas av Inlandsbanan AB. En större lagringsyta utanför dessa 30 m ägs av Trätåg.

För skogsbrukets del kan det ändå vara fel att låsa upp sig på ett begränsat antal lastningsplatser. Behoven med tanke på att minimera tilltransporten varierar från år till år. Av denna anledning har begreppet ”mikroterminaler” allt mera blivit aktuellt, vilket skulle tala för att samtliga befintliga lastplatser skulle kunna vara aktuella.

Nyckeltal för miljönytta

MATERIAL OCH METODER

Ett ökat uttag av skogsbränsle längs Inlandsbanan, genom att järnvägen utnyttjas som transportled, kan antas ge miljöfördelar på olika sätt. Främst genom att varje nytt ton skogsbiomassa som kan mobiliseras ger en effekt i form av lägre fossil koldioxidbelastning om det antas att denna energi mängd ersätter fossila källor, men också genom att transportarbete lyfts över från väg till järnväg.

För att bedöma miljönyttan av dessa aspekter görs en jämförelse av miljöbelastningen från olika energikällor samt miljöbelastningen av väg respektive järnvägstransport utifrån Inlandsbanans förutsättningar.

Jämförande data för koldioxidutsläpp från olika energikällor har hämtats från Vattenfalls rapport Livscykelanalys – Vattenfalls el i Sverige, 2005. För skogsbränsle specifikt har data hämtats från Erikssons 2008. Även energibalansen för skogsbränsle som transporteras en längre sträcka med tåg tas upp i Eriksson, 2008.

Specifika miljödata för godstrafiktransporter med diesellok ingår inte i ovan nämnda material. För att ta fram sådana siffror och möjliggöra jämförelser av transportslag har en analys gjorts med hjälp av kalkylverktyget Transport Tool som är framtaget inom projektet Eforwood av franska FCBA. (Chesneau et al., 2009). Grunddata i verktyget är hämtade från nationell statistik i respektive länder, Eurostat (Eurostat, 2009) samt den finländska databasen LIPASTO (Lipasto, 2010) under det att vikter och godsvolymer på tågen anpassats efter svenska erfarenheter av flistransporter på järnväg, dessa har hämtats från (Enström & Winberg, 2009).

Jämförda transportalternativ har valts enligt nedan. Samtliga gäller skogsbränsle som flisats före lastning på bil. Omlastning från lastbil till järnväg via terminal ingår i kalkylen för alternativen a-d. Vid transport på väg beräknas 62 % av hela rutten kunna köras med full last, för järnväg är, som brukligt, belastningen beräknad per enkel resa, d.v.s. all transport sker med last.

a. Biltransport 45 km, Järnväg 300 km med diesellok.
b. Biltransport 45 km, Järnväg 500 km med diesellok.
c. Biltransport 45 km, järnvägstransport 300 km med ellok.
d. Biltransport 45 km, järnvägstransport 500 km med ellok.
e. Direkttransport med bil 150 km.
f. Direkttransport med bil 300 km.

Alternativ e. har valts som ett jämförande fall till tågtransport eftersom 150 kilometers lastbilstransport i många fall ligger strax utanför vad som är lönsamt i en kontinuerlig verksamhet. 150 km är också ungefär det avstånd där järnvägstransport kan börja konkurrera med lastbil (Enström, J. Resultat 13, 2009). Var lönsamhetsgränsen går är dock en fråga om hur kostnadseffektivt försörjningssystemet är som helhet och vad kunden betalar.

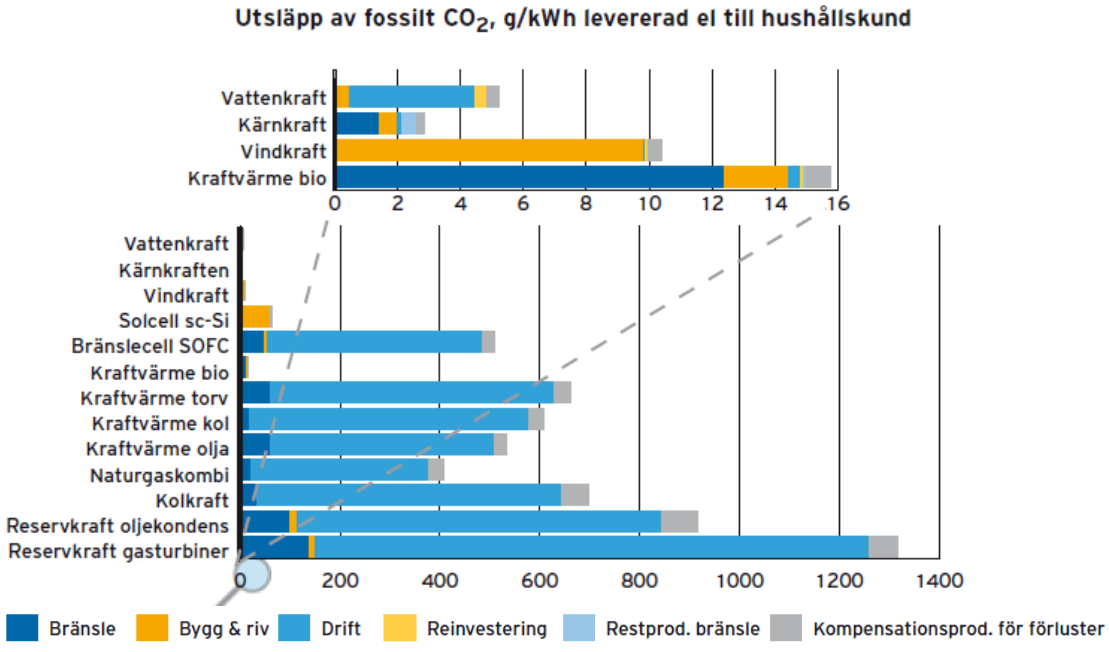
Även alternativ f. finns med som en direkt jämförelse mellan bil och tågtransport vid samma transportavstånd. Det är dock i dagsläget mindre troligt att skogsbränsle kontinuerligt skulle transporteras sådana avstånd med bil.

Eftersom Inlandsbanan inte är elektrifierad utan körs med diesellok är det också av intresse att belysa vilka miljövänliga alternativa bränslen som skulle kunna vara aktuella för drift av loken och hur detta skulle ändra transporternas miljöpåverkan. De alternativa bränslen som tas upp är Biodiesel, Syntetisk diesel och som specialfall DME tillverkat från svartlut.

MILJÖPÅVERKAN FRÅN SKOGSBRÄNSLE RELATIVT ANDRA ENERGISLAG

Vattenfall har gjort en omfattande livscykelanalys för samtliga av sina energikällor 2005. Denna anger utsläppen av fossilt CO_2 i g per levererad kWh el till hushållskund (figur 11). Kraftvärme producerad utifrån bioenergi avger enligt denna studie ett netto på 16g CO_2/kWh, att jämföra med kraftvärme från kol som avger drygt 600g CO_2/kWh genom sin livscykel. Torv ger enligt denna analys fossila utsläpp som är högre än kol och olja, ca 650g fossilt CO_2/kWh, vilket beror på att torven i sig har räknats som fossilt bränsle och alla utsläpp som sker vid förbränning hamnar därför under fossila utsläpp. Detta är en omtvistad definition då torven totalt sett växer till i snabbare takt än vad som bryts i Sverige i dag. Om torven i stället betraktats som en förnyelsebar energikälla skull de fossila utsläppen ha närmat sig utsläppen från bioenergi i storleksklass. Dock med högre utsläpp från framställningen av bränslet bl.a. på grund av att torven i Vattenfalls produktion har briketterats före användning, vilket ger en ökad energiåtgång.

Generella data från vattenfalls livscykelanalys ger följaktligen att varje kWh bioenergi som kan ersätta en kWh kol minskar de fossila utsläppen av CO_2 med ca 580 g. Förenklat blir det ca 580 miljoner kg CO_2 per ny TWh biobränsle som kan mobiliseras för att ersätta kol i våra kraftvärmeverk.



Figur 11.
Källa: Rapporten Livscykelanalys - Vattenfalls el i Sverige.

Dessa siffror bygger på ett genomsnitt av Vattenfalls biobränslen där de skogsbränslen som ingår är lokalt producerade.

En analys för skogsbränsle specifikt har sammanställts av Eriksson, 2008, där även transportavståndet vägs in. Systemgränserna i studien innefattar produktionskedjan från avverkningsrester på hygget till flisat bränsle färdigt för förbränning vid en energianläggning. För ett system med flisning vid skogsbilväg och direkttransport på 45km hamnar utsläppen av CO_2 på 0,8 g/kWh. Ökas transportavståndet till 80km ökar utsläppen till 1,0g CO_2/kWh. Även internationella fjärrtransporter med bil, båt och tåg undersöks. De direkta utsläppen från fjärrtransporterna ligger i samtliga fall på under 5 g CO_2/kWh (Eriksson, 2008).

Insatsenergin i ett lokalt försörjningssystem för grot ligger mellan 1,0 – 1,5 % av den energi som bränslet ger. En fjärrtransport ger en ökning av denna insatsenergi till mellan 6 och 9 %. Analysen visar sammantaget att transportavståndet inte har mer än marginell påverkan på miljönyttan när skogsbränsle ersätter fossila bränslen för produktion av kraftvärme (Eriksson, 2008).

ANALYS AV MILJÖPÅVERKAN FRÅN OLIKA TRANSPORTSÄTT

Resultat av beräknade emissionsvärden för de 6 transportalternativen framtaget med FCBA Transport Tool visas i tabellerna 12a och 12 b nedan.

Tabell 12 a.
Resultatet av de 6 transportfallen sammanfattat. *= Växthusgaser omräknat till CO_2 ekvivalenter.

Transport	**Summa**				
Case	**GWP***	**Nox**	**MJ Diesel**	**KWh $_{el}$**	**Antal**
	kg/ton	**kg/ton**	**MJ/ton**	**KWh/ton**	**omlastningar**
a. Bil 45 km, Järnväg 300 km med diesellok.	11,23	0,22	152,78		2
b. Bil 45 km, Järnväg 500 km med diesellok.	16,47	0,35	224,78		2
c. Bil 45 km, järnväg 300 km med ellok.	4,01	0,03	44,78	9,00	2
d. Bil 45 km, järnväg 500 km med ellok.	4,44	0,03	44,78	15,00	2
e. Direkttransport med bil 150 km.	8,22	0,09	109,24		1
f. Direkttransport med bil 300 km.	15,90	0,17	211,43		1

Tabell 12 b.
Resultatet av de 6 transportfallen uppdelat på transport och hantering.

Transport	**Transport**				**Omlastning**			
Case	**GWP***	**Nox**	**MJ Diesel**	**KWh $_{el}$**	**GWP***	**Nox**	**MJ Diesel**	**Antal**
	kg/ ton	**kg/ton**	**MJ/ton**	**KWh/ton**	**kg/ton**	**kg/ton**	**kg/ton**	**Omlastningar**
a	10,17	0,22	138,65	0,00	1,06	0,00	14,12	2
b	15,41	0,35	210,65	0,00	1,06	0,00	14,12	2
c	2,95	0,03	30,65	9,00	1,06	0,00	14,12	2
d	3,38	0,03	30,65	15,00	1,06	0,00	14,12	2
e	7,69	0,09	102,18	0,00	0,53	0,00	7,06	1
f	15,37	0,17	204,36	0,00	0,53	0,00	7,06	1

Resultatet visar att närtransporter med bil alternativt närtransport i kombination med järnvägstransport med ellok ger de lägsta emissionerna. På längre avstånd ger dock den kombinerade transporten med diesellok en miljövinst jämfört med lastbilstransport. Förhållandena skulle också kunna ändras drastiskt till diesellokens fördel om ett mer klimatneutralt bränsle kunde driva loken.

MÖJLIGHETER TILL ALTERNATIVA BRÄNSLEN

Ett antal miljöanpassade alternativ till diesel finns tillgängliga i dag och ytterligare alternativ ligger nära lansering på marknaden. Här presenteras ett litet urval av dessa bränslen, som skulle kunna stärka Innlandsbanans miljöprofil om de introducerades. En Studie av Skogforsk (Lindholm & Berg, 2005) visar att biogena bränslen (Etanol, Metanol och FTD) jämfört med att köra lastbil på fossila beräknas leda till att bidraget till växthuseffekten sänks till ca en sjättedel då biogena drivmedel används. Emellertid ökar energianvändningen. För fossila bränslen är relationen mellan processenergi (drivmedel för att köra bilen c) och primär energi ca 90 %. För biogena bränslen ca 50 %.

Biodiesel är biologiskt nedbrytbara drivmedel liknande diesel, men i stället för petroleumprodukter kan det framställas genom transferering av i stort sett vilken typ av biologiskt fett som helst. Ursprungsprodukter till biodiesel kan exempelvis vara raps, soya, majs eller ister. Produktion av biodiesel från tallolja är nu under uppstart i Sverige. Bränslet kan antingen användas rent eller finnas med som inblandning i vanlig diesel. Biodiesel har nackdelen att vara mer aggressivt mot gummi i packningar och slangar och kan därför vara ett problem för äldre motorer. Bränslet fryser också vid högre temperatur än normal diesel men i övrigt ställer det inga särskilda krav på motorerna. Så länge biodiesel tillverkas från förnybara råvaror minskar de fossila utsläppen med mellan 75–90 % vid full inblandning (EUCAR/CONCAWE/JRC, 2008).

I en amerikansk studie från år 2000 har man testkört ett diesellok (EMD GP38-2 från 1979) med olika typer av bränslen, däribland med 20 % inblandning av biodiesel. Resultatet visade att bränslet fungerade bra, åtminstone på kort sikt, med en sänkning av verkningsgraden i motorn på endast 0,9 % (S.G. Fritz, 2004).

Syntetisk diesel kan även benämnas Fischer-Tropschdiesel, FT-diesel eller GTL-bränsle (Gas To Liquid). Bränslet framställs i dag i mindre skala från naturgas men kan också framställas från förnybara råvaror som ett GTL-bränsle. Syntetisk diesel kan i många fall användas i konventionella dieselmotorer som finns på marknaden och ger då också lägre utsläpp av partiklar. Genom Fischer-Tropschmetoden kan även fast biomassa omvandlas till syntetisk diesel, vilket går under beteckningen BTL, Biomas To Liquid. Genom denna metod kan även skoglig biomassa användas som bränsle i vanliga dieselmotorer. Någon sådan produkt finns ännu inte på marknaden, men tekniken har testats i mindre skala.

DME (Dimetyleter) är en variant av syntetisk diesel som kan användas som bränsle i modifierade dieselmotorer där tank och insprutningssystem byggts om (kan därför inte köras som flexifuel med konventionell diesel). DME kan tillverkas från både fossila och förnybara bränslen. En försöksverksamhet med tillverkning från svartlut pågår i dag i Piteå och under 2010 kommer tillverkaren Chemrec börja leverera ut de första batcherna till en testflotta av last-

bilar. DME tillverkad från svartlut minskar utsläppen av växthusgaser med ca 95 % jämfört med vanlig diesel (EUCAR/CONCAWE/JRC, 2008). Det är också det mest resurssnåla bränslet sett till hur långt det är möjligt att köra per produktiv hektar mark och år (*volvogroup.com*).

Slutsatser

Mycket stora tillgångar av skog finns längs Inlandsbanan, det är 1/3 av Sveriges produktiva skogsareal och ¼ av det växande virkesförrådet. Beräkningarna visar på ett möjligt skogsbränsleuttag längs banan på 6 TWh årligen, d.v.s. ungefär hälften av vad som totalt tas ut i Sverige i dag. Förbrukningen av biobränslen i området är endast ca 1,8 TWh årligen (varav endast en del primära skogsbränslen). Om hela skillnaden mellan potentiellt uttag och dagens efterfrågan skulle fraktas på tåg i flisad form skulle det innebära ca 2 000 fulla godståg årligen.

Hur mycket som verkligen kommer att tas ut via järnvägen är en fråga om efterfrågan och prisnivåer. Det påverkas av en global marknad, politiska beslut liksom även av den teknikutveckling som sker inom hela energibranschen. Utifrån analysen av efterfrågesituationen kan vi se ett antal nya möjligheter som kan leda till en ökad framtida efterfrågan:

- Trenden mot fortsatt utbyggnad av kraftvärme.
- Ökad internationalisering av marknaden sprungen ur långsiktiga politiska mål.
- Nya användningsområden för skogsbränslen.

Miljömässigt finns en stor potential i att skogsbränslen ersätter fossila bränslen också då relativt långa transporter krävs. Miljöpotentialen i att transportera ut skogsbränsle via Inlandsbanan skulle kunna bli ännu större om förnybara bränslen eller el ersatte diesel för drivning av loken, men dagens system med dieseldrift tar inte ut den positiva substitutionseffekten då biobränslet ersätter fossila bränslen och transporter med diesellok är, ur miljösynpunkt, ändå bättre än motsvarande transport med lastbil.

När transporter lyfts över från väg till järnväg uppstår också en samhällsnytta i form av minskat vägslitage och minskade trafikolyckor. Storleksklassen på detta har inte tagits fram i studien, men bör ändå vägas in som en positiv bieffekt.

Transporter av virke med Inlandsbanan möjliggör:

- Att biobränsle som annars inte nått marknaden kan nå den och ersätta fossila bränslen.
- Att långa transporter sker med mindre bidrag till den globala uppvärmningen än transporter med lastbil drivna med fossila bränslen.

Möjliga terminalplatser utgör inte någon flaskhals för banans potential. Däremot är de stängda bandelarna och sträckor med nedsatt bärighet ett hinder som begränsar anslutningsmöjligheterna både till kusten och söder ut. Framtida möjligheter till export kräver framför allt goda förbindelser till hamnarna, och de stängda tvärbanorna är redan i dag en het fråga för flera skogsföretag som skulle vilja utnyttja möjligheten till effektiva transporter från inland till kust. Även trafikledningssystemet skulle behöva moderniseras vid en betydande trafikökning på banan.

Referenser

Athanassiadis, D., Melin, Y., Lundström, A. & Nordfjell, T. 2009. Marginalkostnader för skörd av grot och stubbar från föryngringsavverkningar i Sverige.

Barth, A. 2007. Spatially comprehensive data for forestry scenario analysis: consequences of errors and methods to enhance usability. Doctor's dissertation. Acta Universitatis Agriculturae Sue.

Chesneau, J-P. LeNet, E. & Berg, S. 2009 A transport tool to evaluate sustainability impacts of transport processes within the Forest Wood Chain. Submitted to European Journal of Forest Research.ciae 101: 1–74.

EUCAR/CONCAWE/JRC. Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context. TANK-to-WHEELS Report; Version 3, October 2008.

EUCAR/CONCAWE/JRC. Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context WELL-TO-TANK Report Version 3.0 November 2008.

Eurostat 2010. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/

Granqvist-Pahlén, T., Nilsson, M., Egberth, M., Hagner, O. & Olsson, H. 2004. *K*nn-Sverige: Aktuella kartdata över skogsmarken. Fakta skog, nr 12-2004. SLU

Hånell, B. 1989. Skogliga våtmarker i Sverige, SLU.

Eriksson, L. 2008. Forest-Fuel Systems – Comparative Analyses in a Life Cycle Perspective. Mittuniversitetet Doctoral Thesis 56.

Fritz, S.G. 2004. Evaluation of Biodiesel Fuel in an EMD GP38-2 Locomotive. NREL/SR-510-33436. Southwest Research Institute San Antonio, Texas.

Lindholm, E-L. & Berg, S. 2005 Energy requirement and environmental impact in timber transport. Scandinavian Journal of Forest Research 2005; 20;180–91.

Sauter, P. 2009. Rohholztransport mit der Bahn – ein Vergleich von Schweden und Deutschland. Bachelorarbeit an der Fakultät für Forst-und Umweltwissenschaften. AlbertLudwigs-Universität Freiburg ,Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitsa wissenschaften 20.Juli 2009l

Lipasto. 2010. http://www.lipasto.vtt.fi/

Svebio 2008. Rapport om potentialen för bioenergi.

Skogsdata 2004. Sveriges officiella statistik, Skogsstatistisk årsbok Skogsstyrelsen.

Opublicerat material

Riksskogstaxeringen 2009. Ej publicerade data. Institutet för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå. http://www-riksskogstaxeringen.slu.se/

Webbsidor

Länsstyrelsernas GIS-tjänster. http://www.gis.lst.se/lstgis/wms.asp

NTM (Nätverket för Transport och Miljöforskning). www.ntmcalc.se 10-04-26

Regeringen. www.regeringen.se/sb/d/5776/a/117988 10-05-04.

SKA-VB 08. www.skogsstyrelsen.se/episerver4/dokument/sks/aktuellt/press/2008/rapport%20SKA.pdf 09-07-13.

Torvforsk – Stiftelsen Svensk Torvforskning.

http://www.torvforsk.se/kretslopp.htm 09-07-13

Svenska Torvproducentföreningen.

www.torvproducenterna.se/SE-anvandning.shtml 09-07-13

Skogsland. www.skogsland.com/comment/reply/592 10-05-04

www.skogsstyrelsen.se/episerver4/templates/SNormalPage.aspx?id=41949 09-07-13

Skogsstyrelsen. Sida för geografiska data.

http://www.skogseko.se/episerver4/templates/SNormalPage.aspx?id=10440

Pelletsindustrins Riksförbund.

http://www.pelletsindustrin.org/web/Svensk_Standard_for_pellets.aspx

Volvo. www.volvogroup.com Förnyelsebara bränslen

http://www.volvogroup.com/GROUP/SWEDEN/SV-SE/SUSTAINABILITY/ENVDEV/RENEWABLE_FUELS/FUEL_COMPARISON/LAND_EFFICIENCY/Pages/land_efficiency.aspx 10-04-20.

Muntlig kommunikation

Maria Iwarsson-Wide, Forskare, Skogforsk.

Lars Eliasson, Forskare, Skogforsk.

Henrik Von Hofsten, Forskare, Skogforsk.

Patrik Löwnertz, Chemrec.

Seved Lycksell, Skelleftekraft.

Jan-Eric Bergmark, VD HMAB.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2009

År 2009	
Nr 669	Almqvist, C., Eriksson, M. & Gregorsson, B. 2009. Cost functions for variable costs of different Scots pine breeding strategies in Sweden. 12 s.
Nr 670	Andersson, M. & Eriksson, B. 2009. HANDDATORER MED GPS. För användning vid röjningsplanläggning och röjning. 25 s.
Nr 671	Stener, L.G. 2009. Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Rånna, Sweden. 12 s.
Nr 672	Lindgren, D. 2009. Number of pollen in polycross mixtures and mating partners for full sibs for breeding value estimation. 15 s.
Nr 673	Bergkvist, I. 2009. Integrerad avverkning av grotbuntar. 21 s.
Nr 674	Rosvall, O. 2009. Kompletterande strategier för det svenska förädlingsprogrammet. 26 s.
Nr 675	Arlinger, J., Barth, A. & Sonesson, J. 2009. Förstudie om informationsstandard för stående skog. 21 s.
Nr 676	Nordström, M. & Möller J. J. 2009. Den skogliga digitala kedjan – Fas 1. 38 s.
Nr 677	Möller J.J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. 36 s.
Nr 678	Enström, J. & Winberg, P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. 27 s.
Nr 679	Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009. Jämförande studie av olika tekniker för skogs-bränsleuttag. – Skogsbränseluttag med Naarva-Gripen 1500-40E, Bracke C16.A och LogMax 4000, Mellanskog, Färila. 43 s.
Nr 680	Iwarsson Wide, M. 2009. Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Metodstudie – uttag av massaved, helträd, kombinerat uttag samt knäckkvistning i talldominerat bestånd, Sveaskog, Askersund. 25 s.
Nr 681	Iwarsson Wide, M. 2009. Teknik och metod Ponsse EH25. – Trädbränsleuttag med Ponsse EH25 i kraftledningsgata. 14.
Nr 682	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag med Bracke C16. – Bränsleuttag med Bracke C16 i tall respektive barrblandskog. 14 s.
Nr 683	Thorsén, Å. & Tosterud, A. 2009. Mer effektiv implementering av FoU-resultat. – En intervjuundersökning bland Skogforsks intresenter. 58 s.
Nr 684	Rytter, L., Hannerz, M., Ring, E., Högbom, L. & Weslien, J.-O. 2009 Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar – Med hänsyn till miljö och sociala värden. 94 s.
Nr 685	Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran – studier av prestation och kvalitet i förstagallring. 29 s.
Nr 686	Englund, M. 2009. Röststyrning av aggregatet på en engreppsskördare – En Wizard of Oz-studie. 32 s.
Nr 687	Lindgren, D. 2009. Polymix breedning with selection forwards. 14 s.
Nr 688	Eliasson, L., Nordén, B. 2009. Fyra olika studier med A-gripen. 31 s.
Nr 689	Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. Under bearbetning. 44 s.
Nr 690	Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. 12 s.
Nr 691	Brunberg, T., Lundström, H. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA vintern och sommaren 2009. 26 s.
Nr 692	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2009. Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverkning – Studie från avverkning hos Sca Skog AB. 11 s.
Nr 693	Nordén, B. & Eliasson, L. 2009. En jämförelse av ett Hugglinksystem med en traktormonterad flishugg vid flisning på avlägg. 9 s.
Nr 694	Hannrup, B. et al., 2009. Utvärdering av ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle. 42 s.
Nr 695	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med BRACKE C16. 14 s.
Nr 696	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med ponsse dual med EH 25. 15 s.

Nr 697	Almqvist, C. & Wennström, U. 2009. Granfröplantageskötselresa 2009-08-31–200-09-03. Noter från besök i respektive plantage. 22 s.
Nr 698	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.1 Initial analysis of drivers and barriers. 41 s.
Nr 699	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.2 Existing models and model gap analyses for wood properties. 54 s.
År 2010	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlat skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mäthöjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
Nr 702	Rosvall, O. & Lundström, A. 2010. Förädlingseffekter i Sveriges skogar - kompletterande scenarier till SKA-VB 08. 31 s.
Nr 703	von Hofsten, H. 2010. Skörd av stubbar – nuläge och utvecklingsbehov. 18 s.
Nr 704	Karlsson, O. & Nisserud, F. 2010. Utveckling av en dynamisk helfordonsmodell för skotare. 73 s.
Nr 705	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2010. Förröjningens påverkan på grotskotning – En studie av produktivitet, ekonomi, grotkvalitet hos SCA skog. 9 s.
Nr 706	Rytter, L. & Stener L.G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2010 för Energimyndighetens projekt 30346. 23 s.
Nr 707	Bergkvist, I. 2010. Utvärdering av radförbandsförsök anlagda mellan 1982-1984. 16 s.
Nr 708	Hannrup, B. & Jönsson, P. 2010. Utvärdering av sågmotorn F11-iP med avseende på uppkomsten av kapsprickor – en jämförande studie. 28 s.
Nr 709	Iwarsson Wide, M., Belbo, H. 2010. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag i mycket klen skog Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E och Log Max 4000, Mellanskog, Simeå 28 s.
Nr 710	Englund, M., Löfroth, C. & Jönsson, P. 2010. Inblandning av rött ljus i LED-lampor – Laboratoriestudier av hur människor uppfattar tre olika ljusblandningar. 7 s.
Nr 711	Mullin, T.J., Hallander, J., Rosvall, O. & Andersson, B. 2010. Using simulation to optimise tree breeding programmes in Europe: an introduction to POPSIM™. 28 s.
Nr 712	Jönsson, P. 2010. Hydrauliskt dämpad hytt – ett lyft för arbetsmiljön? 14 s.
Nr 713	Eriksson, B. & Sonesson, J. 2010. Tredje generationen skogsbruksplaner – Slutrapport Delproj 4 – Arbetsgång vid planläggning. 23 s.
Nr 714	Sonesson, J. 2010. Nya arbetssätt i skogsbruksplanläggning. 20 s.
Nr 715	Eliasson, L. 2010. Huggbilar med lastväxlarsystem. 13 s.
Nr 716	Eliasson, L. & Granlund P. 2010. Krossning av skogsbränsle med en stor kross – En studie av CBI 8400 hos Skellefteå Kraft. 6 s.
Nr 717	Stener, L.G. 2010. Tillväxt, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska försök. 46 s.
Nr 718	Palmquist, C. & Sandberg, J. & Vibrationskomfort och ergonomi på förarstolar i skotare. 98 s.
Nr 719	Thor, M. 2010. Avverkning och hantering av virke och avverkningsrester vid angrepp av tallvedsnematoder i svensk skog. 42 s.
Nr 720	Fogdestam, N. 2010. Studier av Biotassu Griptilt S35 i gallring. 11 s.
Nr 721	Brunberg, T. 2010. Bränsleförbrukningen i skogsbruket. 12 s.
Nr 722	Brunberg, T. 2010. Rätt begrepp. 25 s.
Nr 723	Löfroth, C. & Svenson, G. 2010. ETT – modulsystem för skogstransporter – Delrapport för de två första åren. 130 s.
Nr 724	Rytter, L. & Lundmark, T. 2010. Slutrapport för Energimyndighetens projekt 30658. Trädslagsförsök med inriktning på massaproduktion. – Tree species trial with emphasis on biomass production. 24 s.
Nr 725	Rytter, R.M. & Högbom, L. 2010. Slutrapport för Energimyndighetens Projekt 30659. Markkemi och fastläggning av C och N i produktionsinriktade bestånd med snabbväxande trädslag – Soil chemistry and C and N sequestration in plantations with fast-growing tree species. 64 s.

Nr 726	Brunberg, T., Eliasson, L. & Lundström, H. 2010. Skotning av färsk och hyggestorkad grot. 15 s.
Nr 727	Enström, J. 2010. Inlandsbanans potential i Sveriges skogsbränsleförsörjning. 34 s.
Nr 728	Häggström, C. & Thor, M. 2010. Human factors in forest harvester operation. 26 s.
Nr 729	Westlund, K. 2010. WP-5100 Alternative logistics concepts fitting different wood supply situations and markets.
Nr 730	von Hofsten, H. Jämförelse mellan CeDe stubbrytare och Pallari 140. 9 s.
Nr 731	Berg, R., Bergkvist, I., Lindén, M., Lomander, A., Ring, E. & Simonsson, P. Förslag till en gemensam policy angående körskador på skogsmark för svenskt skogsbruk 18 s.
Nr 732	Jönsson, P. 2010. Stolar och armstöd – Ergonomisk granskning enligt European ergonomic and safety guidelines for forest machines. 37 s.