

## **Kvalitetskrav, råvaruutnyttjande och kostnader vid kraftigt ökad användning av skogsbränsle**

– Slutrapport för ett Optiträ-projekt

---

*John Arlinger, Bengt Brunberg, Mats Eriksson & Magnus Thor*

---

---

### **SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut**

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna 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.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

---

Serien *Arbetsrapport* dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

**SkogForsk-Nytt:** Nyheter, sammanfattningar, översikter.

**Resultat:** Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

**Redogörelse:** Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

**Report:** Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

**Handledningar:** Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

# Innehåll

Inledning .....	3
Bakgrund.....	3
Genomförande .....	3
Sammanfattning.....	4
Skogsbränslekvalitet .....	4
Skogsbränsletillgångar .....	4
Ekonomi och råvaruutnyttjande.....	6
Bilaga 1	Skogsbränslekvalitet
	– en intervjuundersökning hos värme- och kraftvärmeverk samt pelletsproducenter
Bilaga 2	Beräknade bruttotillgångar av skogsbränsle inom Älvsby, Hedemora och Värnamo skogsförvaltningar, AssiDomän
	– systemanalyser för Värnamo, Hedemora och Älvsby skogsförvaltningar på AssiDomän AB
Bilaga 3	Skogsbränsle i gallring och slutavverkning
	– systemanalyser för Värnamo, Hedemora och Älvsby skogsförvaltningar på AssiDomän Skog & Trä AB



# Inledning

## **Bakgrund**

Denna rapport redovisar resultaten från projektet ”Kvalitetskrav, råvaruutnyttjande och kostnader vid kraftigt ökad användning av skogsbränsle”, vilket utgjort en del av Optiträprogrammet vid NUTEK.

Arbetet har bedrivits i tre steg, vilka i detalj redovisas separat i de tre bilagorna:

1. Kartläggning av dagens skogsbränslekvalitet hos värme- och kraftvärmeverk samt pelletsproducenter.
2. Beräkning av bruttotillgångar skogsbränsle på tre skogsförvaltningar hos AssiDomän Skog & Trä AB i södra, mellersta och norra Sverige.
3. Analyser av kostnader och råvaruutnyttjande på tre skogsförvaltningar hos AssiDomän Skog & Trä AB i södra, mellersta och norra Sverige.

Därutöver har ett grundläggande arbete bedrivits med att samla in data, samt att testa och bygga upp datorprogram som hjälpmedel. Programmen har använts för beräkningarna av bränsle- och rundvirkesvolymerna samt för analyserna av maskin- och leveranssystem.

## **Genomförande**

När det gäller skogsbränslekvalitet bedrevs arbetet i planeringsfasen med visst personellt stöd av SVEBIO och i kartläggningsfasen i samarbete med driftscheferna vid 25 förbrukningsanläggningar. Kartläggningen genomfördes i huvudsak som en intervjuundersökning, där vi tillsammans med driftscheferna analyserade befintliga data eller sökte bedöma relevanta kvalitetsuppgifter. Intervjuerna kompletterades med enkätfrågor.

Beräkningarna av skogsbränsletillgångar och de ekonomiska analyserna av leveranssystemen bedrevs i samarbete med tre skogsförvaltningar hos AssiDomän Skog & Trä AB. Arbetet genomfördes till stor del ute på förvaltningsstaberna, såväl vid sammanställning av grunddata som vid beräkningarna av råvarutillgångar, prestationer och ekonomi i de olika typbestånden och maskinsystemen. SkogForsk stod dock för det huvudsakliga beräkningsarbetet och för dokumentationen.

Det grundläggande arbetet med datainsamling för uppbyggnad av beräkningsprogram och konstruktion av prestationsfunktioner för maskinarbetena genomfördes som en sammanläggning från ett flertal studietillfällen.

# Sammanfattning

## **Skogsbränslekvalitet**

Undersökningen inriktades på tre kvalitetsparametrar, fukthalt, föroreningar och fraktionsstorlek. Den klart dominerande delen av förbrukarna anger att man i dag har den fukthalt som passar anläggningen. I genomsnitt ligger den önskade medelfukthalten på 40–45 %, men för enskilda förbrukare varierar den mellan 30 och 60 %. Undersökningen visar inga stora skillnader i önskemål för olika typer av pannor, även om man accepterar en högre maximal fukthalt vid värmeverk med rosterpannor. Som väntat så ligger fukthalten också högre vid de anläggningar som installerat teknik för rök-gaskondensering. Bark är det sortiment som har högst fukthalt, huvudsakligen i intervallet 50–60 %. Flisad stamved, med en fukthalt på drygt 40 %, är det sortiment som är mest eftertraktat av förbrukarna i undersökningen.

Hälften av de tillfrågade uppfattar föroreningar som ett stort problem i bränslehanteringen. Ungefär en procent av leveranserna vrakas p.g.a. föroreningar. Framför allt är det i trädrester som föroreningar följer med till värmeverken. Föroreningarna ställer till problem på flera sätt, såväl vid inmatning som förbränning samt genom att man tappar i verkningsgrad. Vid de större verken sker en systematisk provtagning av föroreningsgraden. Uppfattningen hos förbrukarna är att problemen med föroreningar måste åtgärdas så tidigt som möjligt i leveranskedjan.

I avtalen mellan leverantör och förbrukare finns oftast ett diagram som visar vilken fraktionsfördelning som ska gälla. Vid t.ex. verk med rosterpannor faller normalt huvuddelen av bränslestyckena inom intervallet 5–50 mm. Toleranserna varierar mellan olika förbrukare, men huvuddelen av de tillfrågade anger att man i dag får önskad fraktionsstorlek. Den största variationen förekommer för sortimentet trädrester.

Några slutsatser från kartläggningen är att leverantörerna får räkna med ökad konkurrens från andra biobränslen i framtiden, vilka i vissa fall kan ha lägre kvalitet. Troligtvis bör dock strategin för leverantörerna vara att försöka hålla en hög kvalitet på råvaran från skogen, kanske som en del av motivet för en högre prisnivå på det inhemska materialet. Även om de framtida utbyggnadsplanerna är svåra att förutsäga torde en ökning ske av förädlade bränslen och av förbränningsprocesser som kräver specificerade kvaliteter, varför också en efterfrågan på hög och jämn kvalitet kommer att kvarstå. Framför allt bör man sträva efter att minska föroreningsgraden, men också försöka att anpassa bränslet ännu bättre till de enskilda kunderna. Det borde t.ex. vara möjligt att i vissa fall ha prisöverenskommelser som gynnar den optimala fukthalten snarare än den lägsta möjliga.

## **Skogsbränsletillgångar**

Denna del av arbetet redovisar beräkningar av det teoretiskt möjliga utbytet (bruttotillgångarna) av skogsbränsle och rundvirke på Älvsby, Hedemora och

Värnamo skogsförvaltningar hos AssiDomän Skog & Trä AB, både totalt och uppdelat på distriktsnivå. Skogsbränslesortimentet redovisas uppdelat på stamved, grenar och barr. I detta sortiment ingick grenar och barr från hela trädet, d.v.s. även från den del av trädet där stamveden apterats till timmer och massaved.

Utifrån data för respektive skogsförvaltning konstruerades typbestånd enligt nedanstående tabell. Typbestånden, vilka skulle vara representativa för hela skogsförvaltningarna, utnyttjades sedan i projektet som underlag för alla ytterligare beräkningar. Som tabellen visar finns de största bruttotillgångarna av biomassa (både rundvirke och skogsbränsle) på Värnamo skogsförvaltning i slutavverkningsbestånd av gran, ca 360 000 m<sup>3</sup>f biomassa. Även på Hedemora skogsförvaltning finns de största volymerna i slutavverkningsbestånden av gran, ca 450 000 m<sup>3</sup>f biomassa, men här står även tall för en betydande del. På Älvsby skogsförvaltning utgör slutavverkningsbestånden av tall den klart största andelen med ca 620 000 m<sup>3</sup>f biomassa.

**Tabell 1.**  
**Uttag i typbestånden som omfattas av systemanalysen**

Skogsförvaltning	Trädslag	Avverkn.-form	Dia. d <sub>g</sub>	Vol. m <sup>3</sup> sk /ha <sup>1</sup>	Vol. m <sup>3</sup> fub /st	St/ha	Höjd utv H25	Areal ha /år <sup>1</sup>	Areal m. ekol. restr/år	1000 m <sup>3</sup> fbio brutto
Värnamo	bland	1:a gallr.	13,1	42	0,040	802	13,5	150	0	8,6
	gran	1:a gallr.	12,6	41	0,038	801	13,3	850	0	45,9
	tall	1:a gallr.	12,9	37	0,037	730	12,3	250	0	12,0
	bland	sen gallr.	18,6	62	0,123	402	18,0	200	0	13,8
	gran	sen gallr.	18,6	61	0,123	399	17,5	1250	0	91,7
	tall	sen gallr.	18,0	61	0,121	403	18,5	400	0	28,6
	bland	slutavv.	26,8	175	0,362	402	21,5	30	0	6,1
	tall	slutavv.	29,1	149	0,491	251	24,0	350	0	58,8
	gran	slutavv. (frö)	27,3	181	0,386	399	21,0	20	0	4,4
gran	slutavv. (pl)	27,3	274	0,388	593	21,5	1100	0	363,9	
Hedemora <sup>2</sup>	bland	1:a gallr.	14,3	51	0,053	677	14,8	204	23	13,0
	gran	1:a gallr.	16,0	54	0,077	565	15,0	425	47	32,2
	tall	1:a gallr.	15,7	45	0,069	495	13,4	509	235	39,9
	bland	sen gallr.	19,6	60	0,138	323	18,0	464	52	32,9
	gran	sen gallr.	20,5	71	0,173	341	18,9	528	59	47,9
	tall	sen gallr.	20,0	57	0,151	303	17,0	90	31	7,7
	tall	slutavv.	27,2	191	0,337	474	18,0	781	246	236,4
	gran	slutavv. (pl)	28,1	253	0,377	569	18,7	1248	212	452,0
Älvsbyn	gran	1:a gallr.	16,5	52	0,079	538	15,7	153	27	11,2
	tall	1:a gallr.	17,0	34	0,086	330	12,5	2035	805	122,1
	gran	sen gallr.	22,0	45	0,197	208	18,1	612	123	42,9
	tall	sen gallr.	23,2	42	0,223	167	16,0	2429	972	167,3
	tall	slutavv (frö)	22,6	154	0,205	670	15,0	1008	362	252,6
	tall	slutavv (pl)	22,2	159	0,185	754	15,1	1523	422	370,9
	gran	slutavv.	20,2	165	0,168	845	20,8	420	65	101,0

<sup>1</sup> Efter avdrag p.g.a. ekologiska restriktioner enligt bedömningar av resp. förvaltning.

Motsvarar i huvudsak Skogsstyrelsens rekommendationer i nuläget.

<sup>2</sup> Särna, Älvdalen och Ljusdal distrikt ingår ej i medelvärdesberäkningarna

Den volym som det är praktiskt möjligt att ta ut är naturligtvis mindre än de redovisade teoretiska volymerna, framför allt beroende på tekniska och eko-

nomiska faktorer, vilket poängteras i rapporten. Mer om råvaru-utnyttjandet för respektive skogsförvaltning presenteras under nästa rubrik.

## **Ekonomi och råvaruutnyttjande**

System och maskinkostnader för avverkningsanalyserna bestämdes i samråd med respektive skogsförvaltning, och innebar i huvudsak att standardsystem för rundvirkesuttag användes också för skogsbränsleuttag. Engreppsskördare användes för att fälla träden och i förekommande fall för att upparbeta rundvirket. Rundvirket transporterades ut med konventionella skotare. Skogsbränslet transporterades främst ut med gripsågskotare (gallring) eller trädrestskotare (slutavverkning). Flisning skedde vid avlägg. I både gallring och slutavverkning ingick bränsleanpassade metoder, där massaveden kapades vid en grövre diameter (10 cm) så att andelen skogsbränsle på det viset kunde ökas.

Generellt erhöles den största volymen skogsbränsle från slutavverkningarna av framför allt gran. I slutavverkning av gran erhöles 0,7 – 1,1 m<sup>3</sup>s bränsle i tillskott per m<sup>3</sup> fub rundvirke beroende på metod och förvaltning, d.v.s. en ökning av biomassauttaget med ungefär 30 %. I tidiga gallringar ökade råvaruutnyttjandet än mer vid uttag av skogsbränsle, då biomassauttaget ofta blev 40–90 % större än vid uttag av bara rundvirke.

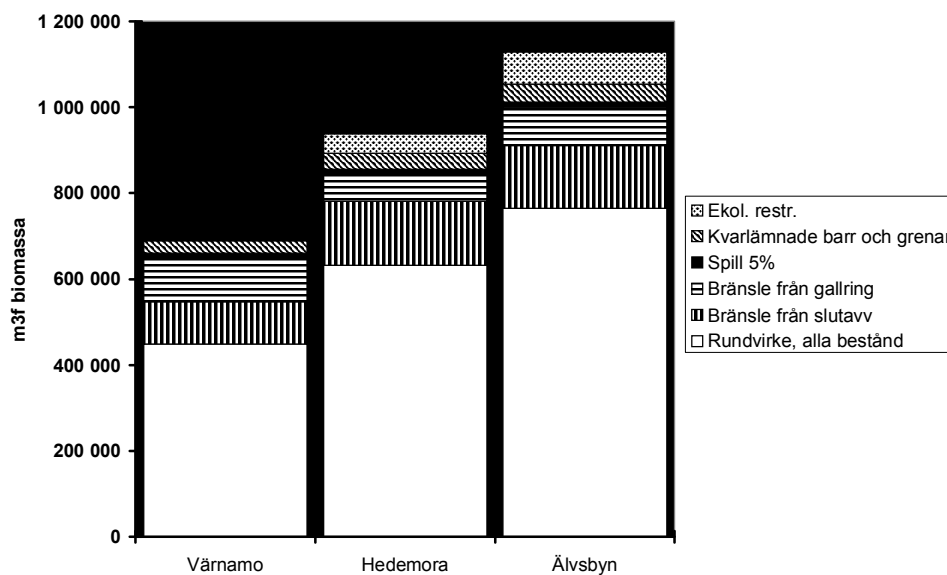
Det direkta drivningsnettot per hektar var högst med rundvirkessystemet i samtliga gallringar. I slutavverkning, däremot, innebar uttag av skogsbränsle ett tillskott till drivningsnettot. Oftast visade det sig fördelaktigast att använda metoden med 10 cm topdiameter för massaveden.

Utifrån drivningsnettot per hektar rangordnades typbestånden så att nettot från skogsbränslet (kr/m<sup>3</sup>s) kunde analyseras med avseende på hur det gradvis försämras när man går in i bestånd med sämre och sämre lönsamhet. Om endast slutavverkningarna utnyttjades blev det ackumulerade nettot 14 till drygt 20 kr/m<sup>3</sup>s (lägst i norr och högst i söder). Det ackumulerade nettot sjönk sedan snabbt i takt med att alltmer av gallringarna nyttjades för skogsbränsleuttag.

Den dominerande delen av biomassan utgörs av rundvirke i form av massaveds- och timmersortiment, vilket beskrivs i nedanstående figur om råvaruutnyttjande. På de tre skogsförvaltningarna utgör bruttotillgångarna skogsbränsle 32–35 % av den totala volymen biomassa. Om vi antar att skogsbränsle konsekvent tas ut bara vid slutavverkningarna, d.v.s. där lönsamhet finns, skulle endast 40–49 % av bruttotillgången skogsbränsle utnyttjas. Mellan 21 och 43 % av skogsbränslet skulle teoretiskt kunna tas ut vid gallring, men det är knappast aktuellt i nuläget eftersom det inte kan bli någon lönsamhet enligt kalkylförutsättningarna för AssiDomän Skog & Trä AB. Resterande del av bruttotillgången utgörs av volymer som inte kan betraktas som tillgängliga p.g.a. ekologiska restriktioner eller att de kan bedömas bli kvar på hyggen eller lagringsplatser.



Det bör tilläggas att transportkostnaderna inte beaktats i ovanstående beräkningar. Möjligtvis kan någon del av gallringarna ligga tillräckligt nära förbrukaren för att möjliggöra ekonomiskt skogsbränsleuttag, men i gengäld torde en viss andel av slutavverkningarna ligga på alltför långa avstånd. Med hänsyn till transportkostnaderna minskar alltså den ekonomiskt tillgängliga volymen med de leveranssystem som här analyserats. En viktig aspekt är dock att systemen bättre kan anpassas för skogsbränsleuttag, med lägre kostnader än de som uppstått i de här valda standardsystemen. Detta gäller kanske framför allt för gallring. Skogsbränslet från gallring utgör en väsentlig del av den potentiella tillgången, varför en kraftig ökning av efterfrågan på skogsbränsle rimligtvis leder till en rationalisering av gallringsarbetet med ökade möjligheter till lönsamma skogsbränsleuttag. Effektivare teknik för gallring är i vissa delar redan på väg att introduceras i skogsbruket. För fortsatta diskussioner kring potentialer kan det vara intressant att notera att den teoretiskt tillgängliga volymandelen skogsbränsle från både slutavverkning och gallring är högst på Värnamo skogsförvaltning, där inga ekologiska restriktioner angavs, ca 84 % av bruttotillgången. På Hedemora och Älvsby skogsförvaltning är motsvarande andel i nuläget 70 respektive 65 %.



**Figur 1.**  
Råvaruutnyttjande på Värnamo, Hedemora och Älvsby skogsförvaltningar (från Värnamo har man inte angivit några ekologiska restriktioner).

Konsekvenserna av en ökad efterfrågan på skogsbränsle berörs också i rapportens avslutande diskussionsavsnitt. Sannolikt ser konsekvenserna olika ut för de tre skogsförvaltningarna. Faktorer som efterfrågan och närheten till förbrukare är avgörande och dessutom väldigt olika för de tre delarna av landet som skogsförvaltningarna representerar.