

# ARBETSRAPPORT



FRÅN SKOGFORSK NR 740 2011

## Jämförande studie av olika uttagsmetoder av massaved och skogsbränsle i klen gallring

ENERGIVED- OCH MASSAVEDSUTTAG MED LOG MAX 4000B,  
STORA ENSO SKOG, DALARNA

Maria Iwarsson Wide och Niklas Fogdestam

Foto: Övre bild. Gallring med flerträdshanterade aggregat.

Foto: Nedre bild: Nygallrat barrblandbesetånd. Uttag av massaved och skogsbränsle.

Fotograf: Maria Iwarsson Wide och Peter Larsson.

Ämnesord: Klenträdsgallring, flerträdshantering, energivedsuttag.

---

## **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.

# Innehåll

Sammanfattning .....	2
Bakgrund .....	3
Målsättning och syfte .....	4
Material och metoder .....	4
Maskiner och förare .....	4
Studievärd, tid och väder .....	5
Ekonomiska förutsättningar .....	6
Bestånd och studieupplägg .....	6
Barrblandbestånd .....	6
Grandominerat bestånd .....	8
Förröjning .....	10
Tidstudie .....	10
Normering .....	10
Resultat .....	10
Uttag och prestation .....	10
Barrblandskog .....	10
Grandominerat bestånd .....	15
Diskussion och slutsatser .....	19
Avverkning .....	20
Skotning .....	21
Energivedsuttag – extra tillskottsvolym och kostnader för uttag .....	21
Sortimentsvandring .....	23
Prisrelation och utveckling – massaved och energi .....	24
Riktlinjer – val av uttagsform i klena bestånd .....	26
Bilaga 1 .....	29
Bilaga 2 .....	31

## Sammanfattning

Målsättningen med studien var att studera och jämföra produktivitet vid uttag av massaved, energived (delkvistad energived, 4193) samt ett kombinerat uttag av massaved och delkvistad energived. Detta för att få en bild av kostnads- och intäktsnivåer vid olika uttag i tall- respektive grandominerade bestånd. Vård för studien var Stora Enso Skog AB. Studien genomfördes på Bergvik Skogs marker i Dalarna. Avverkningarna utfördes under hösten och vintern 2010.

Studierna delades in i tre olika studieled: Massavedsuttag, Energivedsuttag och Kombinerat uttag. Dessa tre studieled utfördes i två olika bestånd. En barrblandskog (Sågmyra) och ett grandominerat bestånd (Svartnäs). I varje bestånd snitslades ett antal stickvägar som var 300 till 400 meter långa. Varje stickväg delades sedan in i ett antal delområden om 100 till 150 meter. Därefter tidsstuderades skördarens respektive skotarens arbete och uttagsvolymerna mättes.

Tabell 1.  
Beståndsdata innan röjning och avverkning framgår av nedanstående tabell.

Bestånd	Stamantal/ha MAV/Energi/Kombi	Medelstamsvolym, m <sup>3</sup> fubMAV/Energi/Kombi	Trädslagsfördelning, TGL MAV/Energi/Kombi
Barrblandbestånd	5 140 / 4 730 / 5 080	0,033 / 0,036 / 0,039	3 3 4 / 3 3 4 / 4 3 3
Grandominerat bestånd	2 550 / 3 100 / 3 170	0,047 / 0,045 / 0,04	0 7 3 / 0 6 4 / 0 7 3

I barrblandbeståndet var prestationen i avverkningen (uttryckt i m<sup>3</sup>f/G<sub>0</sub>-h) 15 % högre i energivedsuttaget jämfört med massavedsuttaget. I det grandominerade beståndet var prestationen hela 52 % högre vid uttag av energived. Orsaken till detta är att det blir ett större volymsuttag per hektar vid uttag av energi. Särskilt vid liten medelstam som i granbeståndet i Svartnäs.

Skotningen efter kombiuttagen var överlag något dyrare, eftersom man då skotar två olika sortiment, vilka måste hållas isär. I barrblandbeståndet var prestationen i skotningen 36 % högre i energiuttaget jämfört med uttag av massaved. Motsvarande ökning var 65 % i det grandominerade beståndet.

Nedanstående tabell visar beräknat netto uttryckt i kronor per hektar för de olika uttagen i de två bestånden. Observera att dessa netton bygger på de virkespriser som användes i studien. Beräknade netton kommer alltså att ändras i takt med att priserna går upp och ner.

Tabell 2.  
Beräknat netto uttryckt i kronor per hektar vid olika uttag i de två bestånden.

Bestånd	Massaveduttag	Energivedsuttag	Kombi
Barrblandbestånd	8 470	9 440	7 410
Grandominerat bestånd	668	3940	135

Här och tidigare redovisade studier ger underlag för formulering av nedanstående preliminära tumregler vid uttag i klena bestånd.

Tabell 3.  
Riktlinjer vid val av uttag i klena bestånd.

Stamantal stammar/ha	Medelstam m <sup>3</sup> fub i uttag	Åtgärdsförslag	Kommentar
>5 500 4 500–5 500	<0,02 0,02 – 0,03	Röjning, alt uttag av skogsbränsle med geometrisk gallring. Energiuttag	Minst 10 m <sup>3</sup> fub alt. 15 m <sup>3</sup> f/ha av det minsta sortimentet Hög lövandel i uttaget = energi Låg kvalitet i uttaget = energi Heterogena bestånd = energi
3 500–5 000 3 000–4 500	0,03 – 0,04 0,04 – 0,05	Energiuttag alternativt kombinerat uttag Massavedsgallring eller energiuttag	
		Alternativt kombinerat uttag	
<3 500	>~ 0,05	Massavedsgallring	Minst 10 m <sup>3</sup> fub alt. 15 m <sup>3</sup> f/ha av det minsta sortimentet

Sortimentsvandring, d.v.s. volymen massaved som i praktiken tas ut som energived vid kombinerade uttag undersöktes. I barrblandbeståndet (tall) var sortimentsvandringen av barrmassaved ca 14 % om man förutsätter att stammar från 8 cm dbh kunde ha apterats som massaved. Om man sätter gränsen vid 9 cm dbh minskar sortimentsvandringen till 8 %. Sortimentsvandringen i Svartnäs (gran) var ca 16 % då massavedsgränsen sattes vid 8 cm dbh, och ca 8 % då gränsen sattes till 9 cm dbh.

Vid kombinerade energi- och massavedsuttag finns, enligt denna studie, en gräns för lönsamhet vid ett minsta uttag om 10 m<sup>3</sup>fub/ha, motsvarande ca 15 m<sup>3</sup>f/ha av det minsta sortimentet.

## Bakgrund

Utglesning av ungskog är en nödvändig åtgärd för att skapa skog med hög värdetillväxt. Det är en dyr åtgärd men många täta, ungskogar kan dock ge så stora volymer skogsbränsle att mycket av kostnaden betalas eller rentav genererar ett överskott. Nära en halv miljon hektar i Sverige bedöms vara lämpliga för uttag av skogsbränsle.

Det årliga röjningsbehovet i Sverige uppskattas till ca 270 000 ha, men endast 170 000 ha röjs. Ackumulerat finns ca 1 miljon ha ungskog i akut behov av röjning. Nästan hälften (ca 470 000 ha) är bestånd med medelhöjd mellan 5 och 9 m, dbh <10 cm och med en genomsnittlig mängd biomassa på ca 50 ton TV/ha (Nordfjell, 2008). I sådana bestånd blir uttaget av biomassa stort. De kan därför vara lämpliga för uttag av skogsbränsle.

Den potentiella årsmängden klena bestånd lämpliga för uttag av skogsbränsle är i storleksordningen 100 000 ha, vilket i bränsletermen motsvarar 11,4 TWh/år, d.v.s. lika mycket som i dag tas ut i form av grot (Energimyndigheten, 2011). Läger man på tekniska och ekonomiska restriktioner bedöms den realiserbara potentialen till ca 5–6 TWh årligen. Dessutom finns avsevärda mängder klenvirke längs våra skogsbilvägar, andra infrastrukturobjekt, i alla naturvårdsområden som skall skötas, samt

EU-beten som är i behov av utglesning och röjning för att kunna få fortsatta stöd.

### **Intressanta iakttagelser från hittills utförda studier är:**

- Trädstorlek och uttag per ha är avgörande för det ekonomiska resultatet. För positivt netto bör genomsnittlig stamvolym vara minst 0,018 ton torrsvikt (TV)/stam och det totala uttaget minst 30 ton TV/ha.
- Momenten fällning-sammanföring står för 60–70 % av tidsåtgången vid avverkningen. Genom ackumulering av flera träd per krancykel kan momenttiden minska. Vid en lämplig grad av ackumulering, 3–5 stammar/krancykel, sänks kravet på stamvolym, -täthet och uttag.
- Metod och förare har ofta större inverkan på prestation och resultat än det aktuella aggregatet. Fortsatta studier krävs för att systematiskt utveckla arbetsmetoder utifrån beståndstyp och önskad sortimentsfördelning.
- Att genom medveten planering välja metod och styra olika system till rätt trakter och metod är viktigt. I en studie skiljde det 30 % mellan prestationerna i de olika studieleden.

Uttag av barr- och klenkvistar i gallring leder till tillväxtförluster. Det beror på att de innehåller viktiga näringsämnen, framför allt lättillgängligt kväve. Tillväxtförlusten uppskattas till ca 10 procent under 10–20 år, vilket motsvarar en förlängd omloppstid på ett till två år. Det är tekniskt och biologiskt möjligt att kompensera för näringsförlusten med kvävegödsling. Om det är lönsamt är dock mera tveksamt. Det är positivt att man genom bränsleuttag tidigare kan åtgärda denna typ av klenta bestånd. Om man enbart avverkar massaved måste man vanligen vänta ytterligare 5–7 år innan medelstammen vuxit till sig så mycket att en avverkning av blir lönsam.

## **Målsättning och syfte**

Att jämföra kostnader och intäkter vid uttag av massaved, delkvistad energived (sortimentskod 4193) samt kombinerat uttag av dessa sortiment vid olika uttagsnivåer i tall- respektive grandominerade bestånd.

I massavedsuttaget ingår rundvirke ner till 5 cm på bark. I det delkvistade energivedssortimentet även ingår toppar och en viss andel grenved.

## **Material och metoder**

### **MASKINER OCH FÖRARE**

Avverkningsstudierna utfördes med samma förare och skördare, en Eco Log 560C med Log Max 4000B utrustat för flerträds hantering på en 11,3 meters kran. Skördaren kördes av Fredrik Ekelund, anställd förare hos Progalli AB, och med ca tre års erfarenhet av avverkningsarbete. Fredrik håller även utbildningar i arbetsmetodik vid gallring och skogsbränsleuttag i klenta bestånd.

Log Max 4000B är ett vanligt skördaraggregat med sågsvärd och matarvalsar som kan tillvalsutrustats med ackumuleringsarmar. Ackumuleringsenheten öppnar sig mer än aggregatets maxöppning, vilket underlättar hantering av många eller krokiga träd. Avståndet mellan ackumuleringsarmar och kvistknivar är relativt långt, vilket gör att stammarna hålls stadigare i aggregatet. Man undviker därmed problem med att knippena faller isär.



Figur 1.  
EcoLog 560.C, skördaren som användes i båda avverkningsstudierna.

Skotningen utfördes med två olika skotare och förare. I det barrblandbeståndet i Sågmyra, användes en Ponsse Elk, som lastar ca 13 m<sup>3</sup>f, med en 9,5 meters kran och 0,28 m<sup>2</sup> standardgrip. Skotningen utfördes av en van skotarförare anställd hos Progalli Skog.

Det grandominerade beståndet i Svartnäs skotades med en Valmet 840, som lastar ca 13 m<sup>3</sup>f, utrustad med en 8,5 meters kran med en 0,28 m<sup>2</sup> grip. Skotningen utfördes av Niklas Hjalmarsson, erfaren skotarförare.

## STUDIEVÄRD, TID OCH VÄDER

Värd för studien var Stora Enso Skog AB. Studien genomfördes på Bergvik Skogs marker i Dalarna, strax utanför Svartnäs respektive Sågmyra. Avverkningarna utfördes under hösten och vintern 2010.

Vädret vid avverkningen i Svartnäs var regnigt, medan det var uppehåll i Sågmyra, temperaturen låg kring tio grader vid båda tillfällena. Skotning ägde rum någon månad efter avverkningen, och vid skotningen av det grandominerade beståndet utanför Svartnäs hade virket blivit översnöat, vilket försvårade skotning i de studieled där man tog ut flera sortiment, d.v.s. massaved och kombinerat uttag.

## EKONOMISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

I denna rapport har förutsatts ett barrmassavedspris på 330 kr per m<sup>3</sup>fub, granmassaved 345 kr, lövmassaved 325 kr och energived 255 kr per m<sup>3</sup>f, vilket var de rådande priserna för Stora Enso under december 2010.

Kostnaden för förröjningen i bestånden uppskattades till 2 500 kr per hektar i de dyraste förröjningarna inför massavedsuttag i Sågmyra, och till 1 000 kr per hektar inför energiuttag i Svartnäs. Kostnaden varierade beroende på antal röjstammar/ha. Timkostnaden för skördaren är satt till 1 050 kr/G<sub>0</sub>-timme och för skotaren 850 kr/G<sub>0</sub>-timme.

Vid beräkningar av prestationer och kostnader för de olika sortimenten i kombinerat uttag har tidsåtgången fördelats efter uttagen volym.

## BESTÅND OCH STUDIEUPPLÄGG

Studien jämför tre behandlingar:

- Massavedsuttag.
- Energivedsuttag.
- Kombination av massaveds- och energivedsuttag.

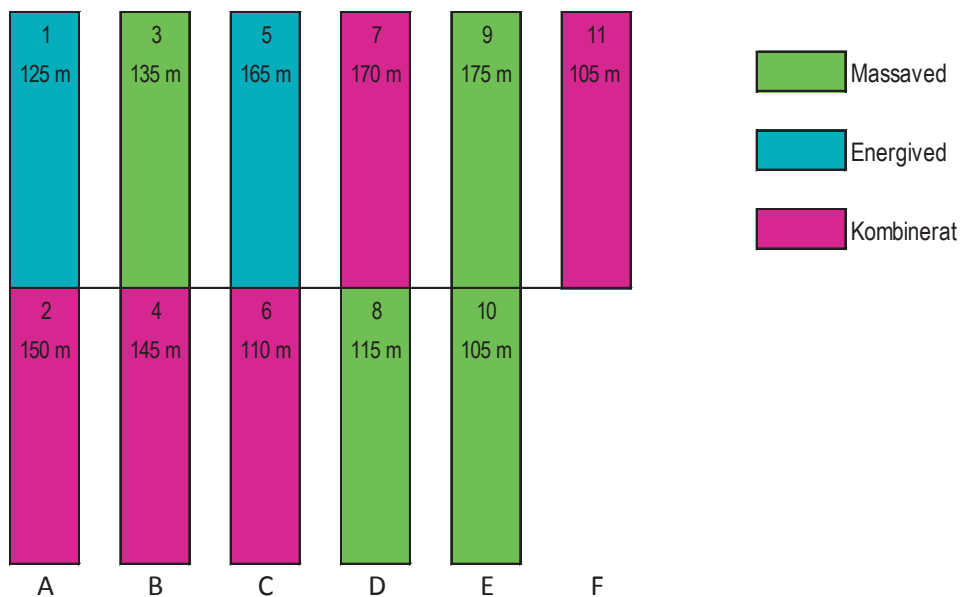
Dessutom ingår två olika beståndstyper, barrblandskog (Sågmyra) respektive grandominerat bestånd (Svartnäs). I varje bestånd snitslades ett antal stickvägar (6 i tallbeståndet och 4 i granbeståndet) om vardera 300 till 400 meter långa. Varje stickväg delades sedan in i delområden om 100 till 150 meter som lottades för behandling. Totalt ingår 11 delområden och 3–4 upprepningar per bestånd.

Tallbeståndet var ca 25 år och relativt stamtätt med stor- diameterspridning, på sina håll med stort behov av underväxtröjning. Det grandominerade beståndet var ca 27 år med lägre diameterspridning. Det var inte lika stamtätt och därför utan egentligt behov av förröjning i de fall man skulle ta ut energived.

### Barrblandbestånd

I beståndet snitslades 6 stickvägar (A-F, se Figur 2). Stickvägarna delades i två delar utom för (F) vilken lämnades odelad eftersom den delvis gick genom ett annat bestånd. I varje delområde mättes beståndsdata (träslag och dbh) genom mätning på 3–4 provytor med 5,64 meters radie. I beståndet samlades höjddata in för att kunna konstruera en höjdkurva för varje träslag i ett två-centimetersintervall från 4 till 26 cm dbh.





Figur 2.  
Stickvägarnas indelning i delområden. Barrblandbeståndet, Sägmyra.

När beståndsdata analyserats (Bilaga 2, Tabell 1.), fördelades behandlingarna på de 11 delområdena så att varje behandling representerades under så likartade förhållanden som möjligt med avseende på stamtäthet, trädslagsfördelning och medeldiameter. För indelning se ovanstående Figur 2.



Figur 3.  
Barrblandskog i Sägmyra före avverkning.

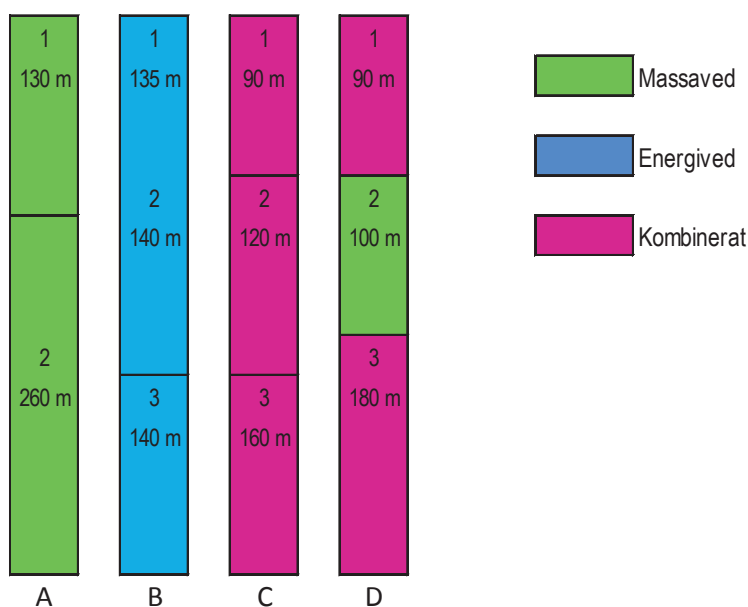
Stamantalet i tallbeståndet varierade från 5 140 till 4 730 stammar per hektar före åtgärd. Efter förröjning (stammar <4 cm dbh), varierande stamantalet från 2 720 till 2 830 stammar per hektar. Volymen varierade mellan 146 och 165 m<sup>3</sup>fub per hektar. (För detaljerade beståndsdata, se Bilaga 2, Tabell 1). Med m<sup>3</sup>f menas uttagen volym som energived, d.v.s. stamvolymen samt en viss andel av grenvolymen som kommer med då kvistningen inte blir hundra procentig eftersom stammarna hanteras i knippen.

Tabell 4.  
Beståndsdata för barrblandskog i Sågmyra före avverkning.

	Massavedsuttag	Energivedsuttag	Kombinerat uttag
Avverkad areal, ha	1,1	0,9	1,2
Stamantal (st / ha)	5 140	4 730	5 080
Stamantal efter förröjning (st / ha)	2 720	2 830	2 750
Volym (m <sup>3</sup> f/ha)	243	243	266
Volym (m <sup>3</sup> fub / ha)	146	146	165
Dbh genomsnitt (cm, aritmetisk)	6	6,6	6,9
GY-vägd dbh, cm	14,1	13,4	13,9
Medelhöjd, m	12,8	12,5	12,8
m <sup>3</sup> f per träd	0,055	0,059	0,063
m <sup>3</sup> fub per träd	0,033	0,036	0,039
kg TV per träd	22	24	25

### Grandominerat bestånd

I det grandominerade beståndet snitslades 4 stickvägar vinkelrätt från vägen in i beståndet, se Figur 4. Stickvägarna benämndes med A till D. Dessa stickvägar delades i tre delar förutom stickväg A som delades i två.



Figur 4.  
Försöksutläggning, grandominerat bestånd.

Inmätning av beståndsdata och utläggning av behandlingar skedde på samma sätt som beskrivits för tallbeståndet.



Figur 5.  
Grandominerat bestånd före gallring.

Stamantalet i granbeståndet varierade från 2 850 till 3 160 stammar per hektar före åtgärd. Efter förröjning (stammar <4 cm dbh), varierade stamantalet från 2 400 till 2 720 stammar/ha. Volymen varierade från 115 till 125 m<sup>3</sup>fub/ha.

Tabell 5.  
Beståndsdata för grandominerat bestånd i Svartnäs före avverkning.

	Massavedsuttag	Energivedsuttag	Kombinerat uttag
Avverkad areal, ha	1	0,8	1,4
Stamantal (st / ha)	2 880	2 850	3 160
Stamantal efter förröjning (st / ha)	2 400	2 680	2 720
Volym (m <sup>3</sup> f / ha)	251	243	231
Volym (m <sup>3</sup> fub / ha)	125	123	115
Dbh genomsnitt (cm, aritmetisk)	10,2	10	9,5
GY-vägd dbh, cm	14	13,5	13,4
Medelhöjd, m	11,4	11,4	11
m <sup>3</sup> f per träd	0,10	0,09	0,08
m <sup>3</sup> fub per träd	0,047	0,045	0,04
kg TV per träd	41	39	33

## Förröjning

Instruktionen vid förröjning inför energiuttag var att endast röja stammar <2 cm dbh som bedömdes hindra skogsbränsleuttaget och lämna övriga. Stammar om 3–4 cm dbh röjs bort, men lämnas i de fall de kan avverkas i samma knippe som kringstående stammar. Stammar från och med 5 centimeter i brösthöjd lämnas till skogsbränsleuttaget.

Vid förröjning inför massavedsuttag var instruktionen att röja bort samtliga stammar under 8 cm dbh.

## TIDSTUDIE

Varje behandling omfattade tre till fem upprepningar på ytor om ca 100 till 150 meters längd, med stickväg i centrum av ytan. Tidsstudierna gjordes som kontinuitetsstudier med en Allegro datasamlare med tidsstudieprogrammet SITS. Momentindelning framgår av Bilaga 1. Under studien registrerades kranarbete överordnat maskinförflyttning, vilket gör att i de fall förarna avverkar eller positionerar kranen under samtidig maskinförflyttning registreras denna tid som kranarbetstid. Störningstid registrerades men ingår inte i analysen. Tidsstudien av avverkning utfördes av Mia Iwarsson Wide medan skotningen studerades av Niklas Fogdestam.

Under avverkningsstudien noterades förutom tidsåtgång för varje moment även trädens diameter och trädslag, samt om de växte i stickväg eller i mellanzon. Dessa uppgifter låg sedan till grund för volymsuppskattning, enligt Marklunds funktioner.

Skotningen tidsstuderades ca en månad efter avverkning. Skotningsavståndet registrerades. Det avverkade materialet lades i separata högar och vägdes senare med hjälp av kranvåg, Loadmaster 2000 monterad på timmerbil. Dessvärre hade knippena i beståndet i det Grandominerat bestånd snöat över, vilket försvårade skotningen, och ökade risken att en del av materialet lämnades i beståndet.

## NORMERING

En normering av beståndsförutsättningarna har utförts för att kunna jämföra de olika uttagen och prestationerna under samma förutsättningar avseende stamantal och medelstam i uttaget.

## Resultat

### UTTAG OCH PRESTATION

#### Barrblandskog

Den genomsnittliga trädbiomassan i uttaget var 37 kg TV/träd i massavedsuttagen, 22 kg TV/träd i energivedsuttagen och 27 kg TV/träd i de kombinerade uttagen, se Bilaga 2, Tabell 3. Detta motsvarar en medelstam på 0,05 m<sup>3</sup>fub i massaveden. Jämför man medelvolymer energived (m<sup>3</sup>f) motsvarade den 0,09 i massavedsledet, 0,05 i energiveden och 0,07 i det kombinerade uttaget.

Volymen biomassa hos de avverkade träden varierade från 33 ton TV, motsvarande 82 m<sup>3</sup>f, per hektar i energivedsuttaget till 41 ton, motsvarande 102 m<sup>3</sup>f, per hektar i det kombinerade uttaget. Avverkad volym massaved var 90 m<sup>3</sup>f per hektar, vilket får ses som relativt normala uttag i denna typ av åtgärd. Normaluttag ligger mellan 70 och 90 m<sup>3</sup>f per hektar.

Den uttagna massavedsvolymen var 51 m<sup>3</sup>fub i massavedsuttaget. Om hela gagnvirkesdelen i det kombinerade uttaget hade tagits ut som massaved hade den uttagna volymen motsvarat 43 m<sup>3</sup>fub. Det faktiska utfallet blev i stället bara 32 m<sup>3</sup>fub p.g.a. sortimentsvandring.

Tabell 6 beskriver uttaget i de olika studieleden. Observera att i det kombinerade uttaget har ”Uttag volym” angetts som om att hela uttaget gjorts som massaved respektive energived.

Tabell 6.  
Beskrivning av uttaget, barrblandskog.

	Massavedsuttag	Energivedsuttag	Kombinerat uttag
Uttag (st/ha)	975	1 535	1 600
Uttag Torrsvikt (Ton TV/ha)	36	33	41
Uttag volym (m <sup>3</sup> f/ha)	90	82	102
Uttag volym (m <sup>3</sup> fub/ha)	55	0	45
Dbh genomsnitt uttag	11,2	8,2	9
GY-vägd dbh uttag	12,9	11,5	12,8
Höjd genomsnitt i uttag	11,7	9,5	10
m <sup>3</sup> f per träd i uttaget	0,09	0,05	0,07
m <sup>3</sup> fub per träd i uttaget	0,05	0,03	0,03
kg TV per träd i uttaget	37	22	27
T, G, L, % TS	59 / 34 / 7	50 / 37 / 13	56 / 35 / 9

Efter gallringen stod det kvar ca 150 m<sup>3</sup>f efter massavedsuttagen, motsvarande volym i övriga studieled var ca 160 m<sup>3</sup>f. Detta ger ett gallringsuttag på 37 % i massavedsuttaget jämfört med 38 % energiveds- och kombinerat uttag.



Figur 6.  
Barrblandskog i Sågmyra efter gallring.

Cirka 60 % av de avverkade stammarna i massavedsuttaget avverkades i mellanzon, och detta uttag motsvarade ca 50 % av den totalt uttagna volymen. I energiuttagen och de kombinerade uttagen avverkades ca 65 % av stammarna, vilket motsvarade ca 50 % av volymen, i mellanzonerna. Detta indikerar att de stammar som avverkats i stickvägen var större än de som avverkades i mellanzonen.

#### **Normerade resultat**

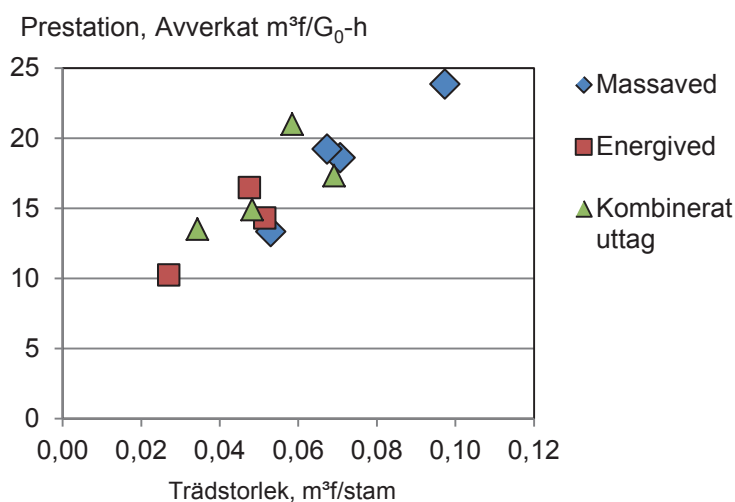
Efter normering, enligt Tabell 7 nedan, för skillnader i avseende stamantal och medelstam, framkom att produktiviteten,  $m^3f/G_0-h$ , är högst i energiavedsuttagen, främst på grund av en högre uttagen virkesmängd per hektar jämfört med vid massaveduttag. Efter normering beräknades en jämförbar avverkningskostnad på 78 kr/ $m^3fub$  vid massaveduttag och 67 kr/ $m^3f$  i energiaveduttag. Även för skotningen är prestationen högst och kostnaden lägst vid uttag av energi.

Vid beräkningar av prestationer för de olika sortimenten i kombinerat uttag har tidsåtgången fördelats efter uttagen volym.

Tabell 7.

Normerade uttag och prestationer i barrblandskog med mest tall, efter normering.

Barrblandbestånd	Massavedsuttag	Energivedsuttag	Kombinerat uttag
ton TV/stam	0,037	0,025	0,025
m <sup>3</sup> fub/stam	0,05		0,05
m <sup>3</sup> f/stam	0,07	0,05	0,02
Uttagna st/ha	1 000	1 500	1 500
Uttag m <sup>3</sup> fub/ha	50		41
Uttag m <sup>3</sup> f/ha		75	14
<b>Avverkning</b>			
m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h	13,5		9,8
m <sup>3</sup> f/G <sub>0</sub> -h		15,5	1,8
<b>Skotning</b>			
m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h	17,3		12,8
m <sup>3</sup> f/G <sub>0</sub> -h		23,5	1,4



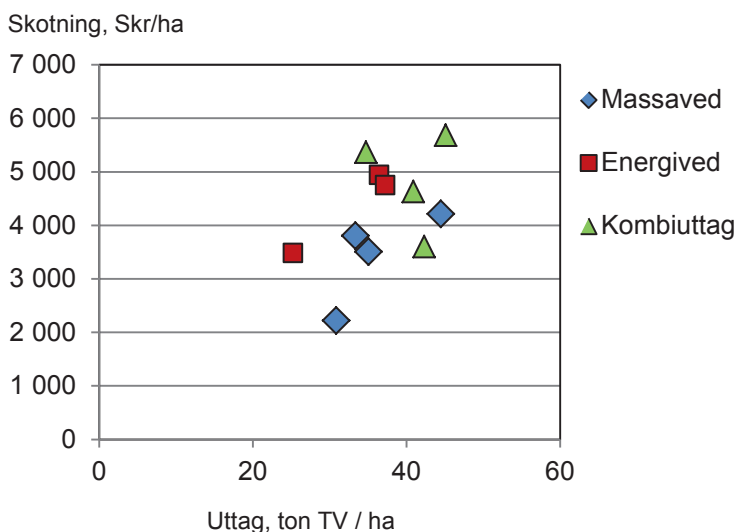
Figur 7.

Prestationen beror av trädstorleken och antal uttagna stammar per hektar.

I det kombinerade uttaget i barrblandskogen utgjordes ca 25 % av den utskotade vikten av energived, vilket ger ett relativt lågt uttag per hektar, ca 14 m<sup>3</sup>f. Detta medför en betydligt lägre prestation i energiuttaget jämfört ett rent uttag av energived, endast ca 7 m<sup>3</sup>f/G<sub>0</sub>-h, vilket i sin tur ger en dyr avverkning, 110 kr/m<sup>3</sup>f, och en mycket dyr skotning, 150 kr/m<sup>3</sup>f.

Avverkningskostnaden spände från ca 4 100 kr/ha i massavedsuttagen upp till ca 5 200 kr/ha i de kombinerade uttagen. Skotningskostnaden var 2 650 kr per hektar i massavedsuttaget och 2 600 kr per hektar i energivedsuttagen men hela, 4 400 kr per hektar vid kombinerat uttagen, främst en följd av den låga sortimentskoncentrationen längs stickvägen.

I det talldominerade beståndet varierade uttaget av energi i de kombinerade uttagen mellan 20 och 37 %. Vid samma uttagsnivå per hektar var skotning efter kombinerade uttag som regel ca 10–15 % dyrare än övrig skotning.



Figur 8.  
Skotning efter kombinerade uttag var dyrare än efter energiuttag.

Beståndintäkten påverkades endast måttligt av uttagsformen och varierade från 17 700 kr/ha vid massavedsuttag till 18 600 i kombinerade uttag. Drivningsnettot varierar från ca 7 400 kr per hektar i kombinerade uttag upp till ca 9 400 kr per hektar vid uttag av energived, Tabell 8. Drivningskostnaden är alltså 25 % högre vid ett kombinerat uttag jämfört med ett rent energiuttag, medan intäkterna är ungefär de samma.

Tabell 8.  
Kostnads- och intäktsanalyser efter olika typer av uttag, barrblandskog.

Barrblandbestånd	Massavedsuttag	Energivedsuttag	Kombinerat uttag
Avverkning kr/m <sup>3</sup> fub kr/m <sup>3</sup> f	78	67	81 150
Skotning kr/m <sup>3</sup> fub kr/m <sup>3</sup> f	50	36	62 191
Avverkning kr/ha Skotning kr/ha Förrojning kr/ha Drivningskostnad kr/ha	4 130 2 650 2 500 9 280	4 820 2 590 1 500 8 910	5 680 5 380 1 500 12 560
Intäkt kr/ha Netto kr/ha	17 750 8 470	18 360 9 450	18 580 6 020

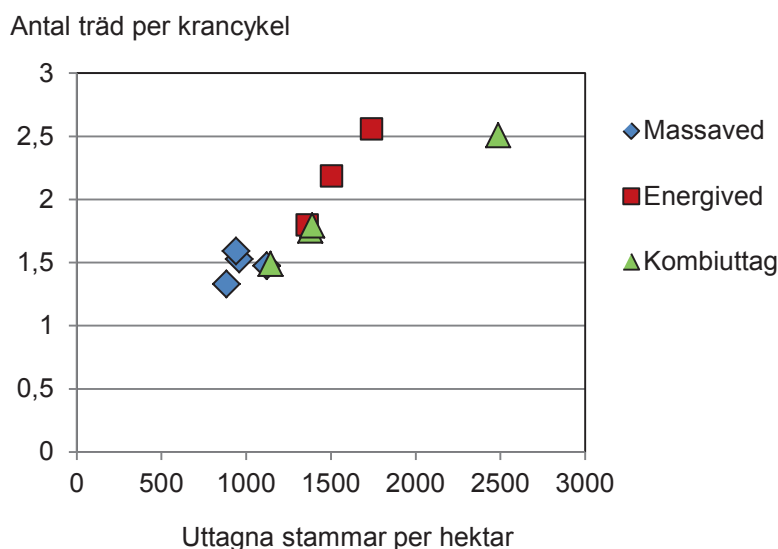
### Ackumulering

Antal avverkade träd per krancykel varierade från 1,4 stammar i massavedsuttaget upp till 2,2 träd per krancykel i det rena energiuttaget. I det kombinerade uttaget var ackumuleringsgraden 1,9 träd per krancykel. Den lägre ackumuleringsgraden i massavedsuttaget beror främst på ett lägre stamuttag per hektar, 975 stammar per hektar jämfört med ca 1 500 stammar per hektar vid uttag av energived.

I Figur 9 framgår att antal ackumulerade träd per krancykel bl. a beror på antal uttagna stammar per hektar. Då man tar ut färre stammar per hektar i



ett massavedsuttag än i ett uttag av energived, p.g.a. olika förröjningsintensitet, är det svårt att göra direkta jämförelser. Möjligheterna att nå en hög ackumuleringsgrad är högre ju fler stammar som avverkas per hektar (Iwarsson-Wide, M. & Belbo, H., 2009). Detta påverkar prestationen positivt. Samtidigt innebär fler uttagna stammar per hektar även en sänkt medelstamvolym i uttaget, vilket i sin tur sänker prestationen även om denna prestationssänkning i viss mån motverkas av den högre ackumuleringsgraden.



Figur 9. Antal träd per krancykel beror i hög grad av antal uttagna stammar med trädstorleken i uttaget per hektar, men samvarierar även starkt.

### Grandominerat bestånd

Genomsnittlig trädstorlek i uttaget var 29 kg TV/träd i massaveduttag, 23 kg TV/träd i energiveduttag och 25 kg TV/träd i kombinerade uttag, (jfr Bilaga 2, Tabell 4). Den avverkade mängden biomassa varierade från 24 ton V/ha, motsvarande 56 m<sup>3</sup>f, per hektar i massaveduttaget till 31 ton, motsvarande 72 m<sup>3</sup>f per hektar i energivedsuttaget och de kombinerade uttagen, Tabell 9, vilket får ses som relativt normala, möjligen aningen låga uttag.

Den uttagna massavedsvolymen var 24 m<sup>3</sup>fub i massavedsuttaget. Stamvedsvolymen i det kombinerade uttaget motsvarade 24 m<sup>3</sup>fub. Massavedsuttaget blev bara 7 m<sup>3</sup>fub dels p.g.a. att medelstammen här var betydligt klenare, vilket gav att endast en liten del av uttaget klarade dimensionskraven på massaved, dels p.g.a. en viss sortimentsvandring.

Tabell 9.  
Beskrivning av uttaget, grandominerat bestånd.

	Massaveduttag	Energiveduttag	Kombinerat uttag
Uttag (st / ha)	840	1 370	1 280
Uttag Torrsvikt (Ton TV / ha)	24	31	31
Uttag volym (m <sup>3</sup> f / ha)	56	72	72
Volym (m <sup>3</sup> fub / ha)	25,9	0	23,6
Dbh genomsnitt uttag	9,5	8,3	9,4
GY-vägd dbh uttag	11,5	10,9	10,9
Höjd genomsnitt i uttag	9,8	8,9	8,9
m <sup>3</sup> f per träd i uttaget	0,066	0,055	0,057
m <sup>3</sup> fub per träd i uttaget	0,031	0,017	0,019
kg TV per träd i uttaget	29	23	25
T, G, L, % TV	0 / 49 / 51	0 / 50 / 50	0 / 55 / 45

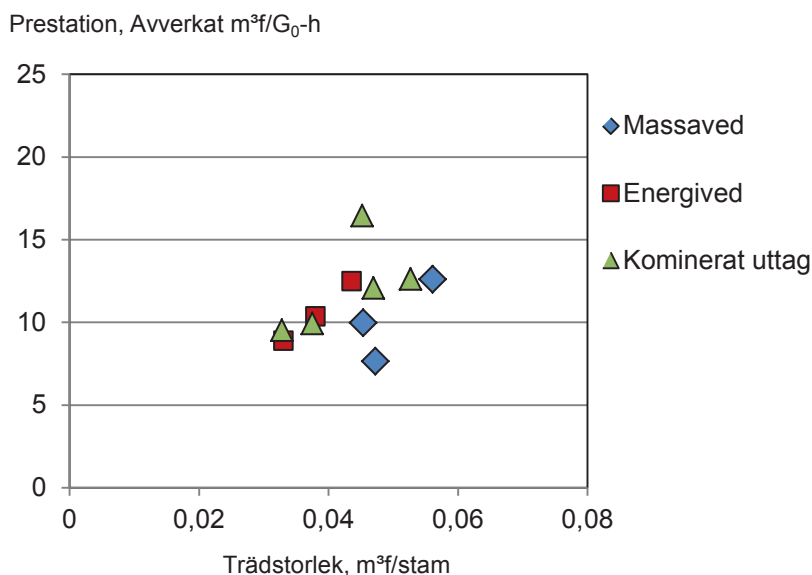
Efter gallringen stod det kvar ca 195 m<sup>3</sup>f efter massavedsuttaget, motsvarande volym var ca 170 m<sup>3</sup>f efter energiuttag och 160 m<sup>3</sup>f efter kombinerade uttag. Detta ger ett gallringsuttag på 21 % i massavedsuttaget respektive 31 % i de kombinerade och energiuttagen. Cirka 60 % av de avverkade stammarna i massavedsuttaget avverkades i mellanzonen, och detta uttag motsvarade ca 50 % av den totalt uttagna volymen. I energiuttagen och de kombinerade uttagen avverkades ca 65 % av stammarna, vilket motsvarade drygt 50 % av volymen, i mellanzonerna. Detta indikerar att de stammar som avverkats i stickvägen var större än de som avverkades i mellanzonen.

#### Normerade resultat

En sammanställning av observerade värden finns i Bilaga 2, Tabell 5. Efter normering, enligt värden i tabellen nedan, för olikheter avseende stamantal och medelstam, framgick att prestationen, räknat som  $m^3 f / G_0 \cdot h$ , är högst vid energiveduttag, i detta fall ca 50 % högre eftersom uttaget var så klen. Avverkningens kostnaden var 100 kr/m<sup>3</sup>fub vid massavedsuttag och 60 kr/m<sup>3</sup>f i energiuttag. Även för skotning är prestationen högst och kostnaden lägst vid uttag av energi. Vid beräkningar av prestationer för de olika sortimenten i kombinerat uttag har tidsåtgången fördelats efter uttagen volym.

Tabell 10.  
Uttag och prestationer i granbeståndet efter normering.

Granbestånd	Massaveduttag	Energiveduttag	Kombinerat uttag
ton TV/stam	0,029	0,023	0,023
m <sup>3</sup> fub/stam	0,03	0,023	0,035
m <sup>3</sup> f/stam	0,05	0,04	0,03
Uttagna st/ha	850	1 300	1 300
Uttag m <sup>3</sup> fub/ha	26		14
Uttag m <sup>3</sup> f/ha		52	27
<b>Avverkning</b>			
m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h	7		1,8
m <sup>3</sup> f/G <sub>0</sub> -h		10,7	6,8
<b>Skotning</b>			
m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h	8,6		2,2
m <sup>3</sup> f/G <sub>0</sub> -h		14,2	6,5

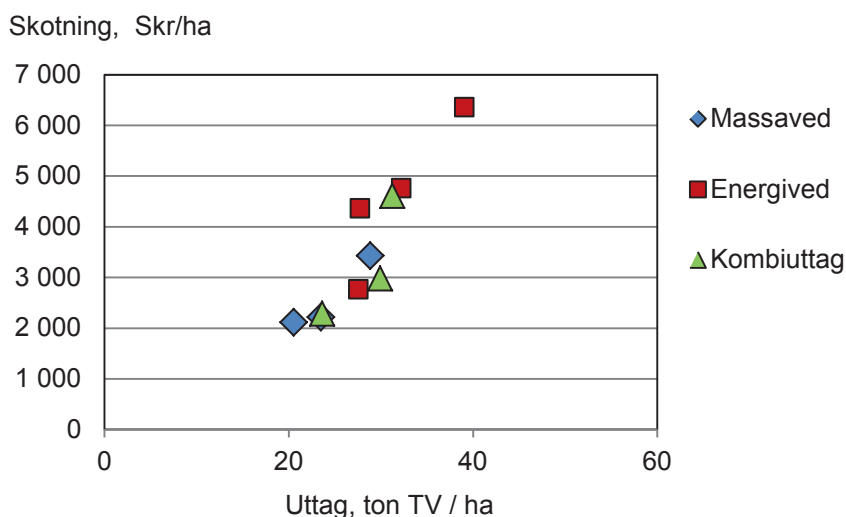


Figur 10.  
Prestationen beror av trädstorleken och antal uttagna stammar per hektar.

I de kombinerade uttagen i det grandominerade beståndet var endast ca 30–35 % av den utskotade vikten massaved, vilket ger ett relativt litet uttag per hektar, ca 14 m<sup>3</sup>fub. Detta ger en betydligt lägre prestation i massavedsuttaget jämfört ett rent uttag av massaved, endast ca 5 m<sup>3</sup>fub/G<sub>0</sub>-h, vilket i sin tur ger en dyr avverkning, 210 kr/m<sup>3</sup>fub, och en dyr skotning, 150 kr/m<sup>3</sup>f.

Avverkningskostnaden varierade från ca 3 900 kr/ha i massavedsuttagen, upp till ca 5 900 kr/ha i kombinerade uttagen.

I det grandominerade beståndet varierade uttaget av energi i de kombinerade uttagen mellan 65 och 82 %. Massavedsuttaget alltså endast för 18 till 35 % av det totala volymsuttaget. I detta fall finns ingen skillnad mellan skotningskostnaden vid olika uttag.



Figur 11. Det grandominerade beståndet följde skotningskostnaden uttaget storlek men ingen skillnad mellan de olika uttagsmetoderna kunde påvisas.

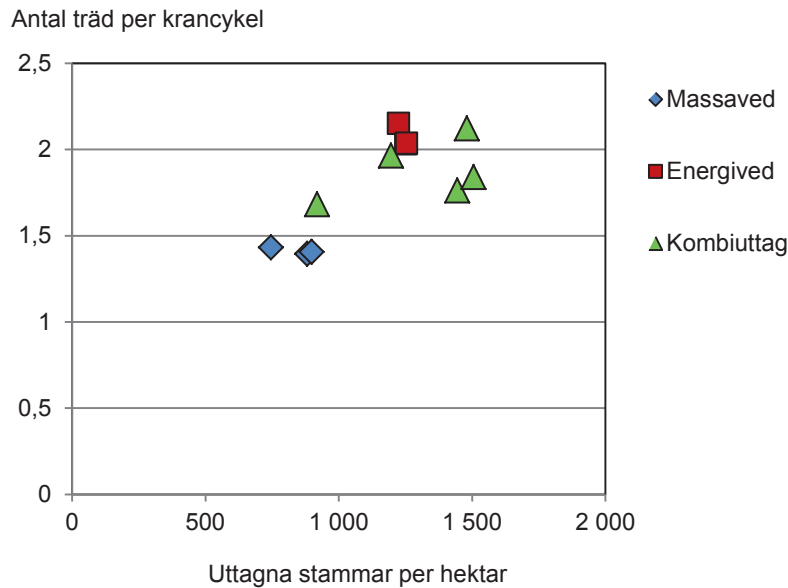
Intäkten var i ca 13 200 kr/ha vid energivedsuttag, ca 8 500 kr/ha vid uttag av massaved och 11 600 kr/ha i kombinerat uttag. Drivningsnettot varierade från ca 100 kr per hektar vid kombinerade uttag upp till ca 3 900 kr per hektar i energivedsuttag, Tabell 11.

Tabell 11. Kostnads- och intäktsanalyser efter olika typer av uttag, grandominerat bestånd.

Granbestånd	Massavedsuttag	Energivedsuttag	Kombinerat uttag
<b>Avverkning</b>			
kr/m <sup>3</sup> fub	150		200
kr/m <sup>3</sup> f		100	105
<b>Skotning</b>			
kr/m <sup>3</sup> fub	100		170
kr/m <sup>3</sup> f		60	105
Avverkning kr/ha	3 825	5 200	5 640
Skotning kr/ha	2 550	3 120	11 850
Förröjning kr/ha	1 500	9 320	11 570
Drivningskostnad kr/ha	7 875	13 260	-280
Intäkt kr/ha	8 540	3 940	
<b>Netto kr/ha</b>	<b>665</b>		

### Ackumulering

Antal avverkade träd per krancykel varierade från 1,4 stammar vid massavedsuttag till 2,1 träd per krancykel i energivedsuttag.



Figur 12.  
Antal uttagna stammar per hektar beror i hög grad av trädstorleken och har stor inverkan på ackumuleringsgraden.

Av Figur 12 framgår att graden av ackumulering var störst vid energivedsuttag. Detta är helt logiskt eftersom föraren då kan optimera krancyklerna utifrån de stammar som ska avverkas och inte behöver göra någon sortering i olika sortiment.

## Diskussion och slutsatser

Om man ställer nettoresultaten i relation till antal uttagna stammar per hektar, enligt sambandet mellan medelstam och uttagstäthet i de båda studieleden, framgår sambandet mellan uttagsnivån och nettoresultat per hektar vid olika uttagna sortiment. Även här måste man anpassa jämförelsen efter uttaget, och ställa 1 000 uttagna massavedstammar mot en uttagsnivå på 1 450 stammar per hektar i ett uttag som inkluderar energived. Det bästa nettot vid vägkant, vid rådande prisnivåer, erhålls alltså vid uttag av enbart energived.

Tabell 12.  
Netto per ha, vid olika medelstam i uttaget.

Gran				Tall			
	Netto, kr/ha	Netto, kr/ha	Netto, kr/ha		Netto, kr/ha	Netto, kr/ha	Netto, kr/ha
kg TV/stam	Energi	Kombi	Massa	kg TV/stam	Energi	Kombi	Massa
15	433	-2 553	-2 752	15	5 502	2 516	2 317
17,5	1011	-1 975	-2 174	17,5	6 079	3 093	2 894
20	1 588	-1 398	-1 597	20	6 657	3 671	3 472
22,5	2 166	-820	-1 019	22,5	7 234	4 248	4 049
25	2 743	-243	-442	25	7 812	4 826	4 627
27,5	3 321	335	136	27,5	8 389	5 404	5 204
30	3 898	913	713	30	8 967	5 981	5 782
32,5	4 476	1 490	1 291	32,5	9 545	6 559	6 360
35	5 054	2 068	1 869	35	10 122	7 136	6 937
37,5	5 631	2 645	2 446	37,5	10 700	7 714	7 515
				40	11 277	8 291	8 092
				42,5	11 855	8 869	8 670
				45	12 432	9 447	9 247

I det talldominerade beståndet motsvarar ett massavedsuttag på 1 000 stammar per hektar ett netto vid väggkant på ca 7 500 kr per hektar, medan ett kombinerat uttag av 1 450 stammar per hektar ger motsvarande netto på ca 4 800 kr. Nettot vid väggkant vid ett rent energiuttag skulle bli ca 7 800 kr per hektar.

I det grandominerade beståndet bör man ställa ett massavedsuttag om 850 stammar per hektar i relation till ett uttag som inkluderar energived om 1 300 stammar per hektar. Detta skulle ge ett netto vid väggkant om ca 700 kr per hektar vid uttag av massaved, ca 800 kr per hektar vid kombinerade uttag och ca 2 200 kr vid energiuttag.

## AVVERKNING

Vid uttag av delkvistad energived inkluderas alla träd i uttaget, även stammar med diametern 4 till 8 centimeter, trädtoppar, och dessutom en del grenved. Detta gör att uttagen volym, m<sup>3</sup>f per träd, blir större i ett energiavedsuttag, även då man bara ser till träd i gagnvirkesdimension, än ett motsvarande uttag av enbart massavedsdimensioner. Eftersom hanteringen av stammarna är likartad medför detta att vid energiavedsuttag produceras en större volym per tidsenhet.

I barrblandbeståndet var prestationen i avverkningen, m<sup>3</sup>f/G<sub>0</sub>-h, var 15 % högre i energiavedsuttaget jämfört med massavedsuttaget. I det grandominerade beståndet var prestationen hela 52 % högre vid uttag av energi, eftersom uttaget av massaved var lågt p.g.a. en medelstam. Dessutom tas en större andel av grenveden med vid uttag av delkvistade sortiment i grandominerade bestånd, vilket ger en än större volym per avverkad stam jämfört med massaved.

## SKOTNING

Skotningen efter kombiuttagen var överlag något dyrare, eftersom man då skotar två olika sortiment, vilka måste hållas isär. De sortimentsvisa uttagen per 100 meter stickväg blir därmed betydligt lägre, vilket påverkar prestationen och därmed kostnaden negativt (Laitila, 2007). I massavedsuttagen samlades sortimenten i högre utsträckning eftersom uttaget av björk-massa var litet, och de båda sortimenten lätt kunde hållas isär vid lossning. Generellt bör man ha ett uttag om minst 10 m<sup>3</sup>fub, motsvarande ca 15 m<sup>3</sup>f per sortiment för att få en acceptabel skotningskostnad (Kärhä, 2010).

I barrblandbeståndet var prestationen i skotningen 36 % högre i energiuttaget jämfört med uttag av massaved. Motsvarande ökning var 65 % i det grandominerade beståndet.

## ENERGIVEDSUTTAG – EXTRA TILLSKOTTSVOLYM OCH KOSTNADER FÖR UTTAG

Under de beståndsförhållanden, pris- och kostnadsrelationer som rådde under denna studie, visade det sig det inte ekonomiskt intressant att göra ett kombinerat uttag av massaved och skogsbränsle. Tidigare studier i Finland har visat att det kan vara ett intressant alternativ och ett sätt att fördela avverkningskostnaderna på en större volym jämfört med rena massavedsuttag, (Heikkilä, 2009, Kärhä, 2010, Laitila, 2010). Vi har därför försökt fastställa under vilka förhållanden detta kan vara fallet. De faktorer som har störst påverkan i detta fall är medelstam i uttaget, antal uttagna stammar per hektar, diameterfördelning och trädslagsblandning i beståndet, tillskottsvolymer i grenar och toppar och prisrelationen mellan olika potentiella uttags Sortiment.

Tidsåtgången skiljer sig inte mellan sortimentshuggning av massaved eller huggning av delkvistad energived, för stammar över 8–9 cm i diameter bröst-höjd. Däremot tillvaratas en något större volym per stam i energivedsuttaget. Det intressanta är då att jämföra kostnader och intäkter vid uttag av klena stammar mellan 4 och 8 cm dbh. Är det billigare att förröja dessa stammar eller är intäkten för dessa stammar större än kostnaden för avverkning och skotning? Ett tredje alternativ skulle kunna vara att inte utföra någon förröjning, men heller inte inkludera dessa stammar i uttaget.

För att undersöka ekonomin i kombinerade uttag beräknades kostnader och intäkter vid olika uttagsnivåer och medelstammar i uttaget, Tabell 13, nedan. I de utförda studierna var den grundtyvägda medelstammen för stammar i dimensionen 4–8 cm ca 7 cm dbh, vilket motsvarar 8 kg torrsubstans per stam d.v.s. ca 0,02 m<sup>3</sup>f.

Intäkten för energiveden har satts till 550 kr/tTV, motsvarande 230 kr/m<sup>3</sup>f. Vid beräkningen av avverkningskostnaden antogs ackumuleringsgraden öka med ökande stamantal och lägre medelstam i uttaget, i enlighet med sambandet i Figur 9 och Figur 12. Tidsåtgången per avverkad stam beräknades, utifrån studiematerialet, öka från 25 cmin per avverkad stam vid ett uttag av 400 energivedsstammar per hektar ner till 16 cmin per stam vid ett uttag om 2 200 energivedsstammar per hektar.

Beräkningarna visade att kombinerade uttag kan vara intressanta först om tillskottsvolymen motsvarande överstiger c:a 15 m<sup>3</sup>f/ha. Detta villkor uppfylldes inte i studien, där tillskottsvolymen endast uppgick till 7,5 – 8,5 m<sup>3</sup>f/ha.

I studierna var den extra tillskottsvolymen ca 12 % i tallbeståndet, och ca 19 % i granbeståndet. I från små träd tillkommer en extra volym från topparna på de stammar som tas ut som massaved. Toppbiten står för ca 10–12 % i en stam med 8 centimeter i diameter brösthöjd, ca 8 % vid en diameter om 9 centimeter och ca 5 % vid en diameter om 10 centimeter.

Tabell 13.

Kostnader och intäkter vid kombinerade uttag av energived, och massaved i klens bestånd, vid medelstam i extrauttaget 8 kg TV, vilket motsvarar en ungefärlig dbh på 7 centimeter.

Uttag st/ha	Uttag tTV/ha	Uttag m <sup>3</sup> fb/ha	Intäkt kr/ha	Kostnad avv. kr/ha	Kostnad skotn. kr/ha	Netto kr/ha	Kostnad förröjning, kr/ha
400	3,2	7,7	1 760	1 750	1 146	-1 136	-500
600	4,8	11,5	2 640	2 494	1 335	-1 188	-600
800	6,4	15,4	3 520	3 159	1 454	-1 093	-700
1 000	8	19,2	4 400	3 791	1 537	-928	-800
1 200	9,6	23,0	5 280	4 367	1 598	-684	-900
1 400	11,2	26,9	6 160	4 891	1 644	-375	-1 000
1 600	12,8	30,7	7 040	5 366	1 681	-6	-1 100
1 800	14,4	34,6	7 920	5 795	1 710	415	-1 200
2 000	16	38,4	8 800	6 181	1 735	884	-1 300
2 200	17,6	42,2	9 680	6 527	1 755	1 397	-1 400

Vid så små uttag blir kostnaden för skotningen för dyr för att uttaget ska bära sig. Vid ett extra uttag av 400 energistammar per hektar, d.v.s. ca 7,5 m<sup>3</sup>f, kostar skotningen för energisortimentet ca 150 kr per m<sup>3</sup>f. Skotningen är alltså här 45 % dyrare jämfört med ett uttag av 15 m<sup>3</sup>f per hektar och hela 130 % dyrare än ett uttag av 25 m<sup>3</sup>f per hektar.

Nettot per hektar påverkas mycket av medelstammen och stamantalet i uttagen. I Tabell 14 framgår beräknade netton vid varierande medelstam för de uttagna extrastammarna samt kostnaden för att istället röja bort dessa stammar.

I Svartnäs och Sågmyra hade man behövt ta ut mer än 1 600 energivedsstammar i ett kombinerat uttag för att nå ett positivt netto för det extra uttaget. Men ställer man hanteringskostnaden för uttaget mot merkostnaden för att i stället röja bort motsvarande stammar manuellt når man break-even redan vid uttag av ca 1 100 stammar per hektar. Har man en medeldiameter på 8 centimeter och därmed en medelstam på ca 10 kg TV krävs ett uttag av 1 000 energivedsstammar för att nå ett positivt netto. Ställer man sedan uttagskostnaden mot kostnaden för röjning krävs ca 600 energivedsstammar per hektar.



Tabell 14.

Uttagkostnader för tillskottsvolym (energived) vid olika medelstam och stamantal i kombinerade uttag jämfört med beräknade kostnader för förröjning av samma stammar.

Ungefärlig dbh (cm)	6	7	8	
Uttag st/ha	6 kg TV/stam Netto, kr/ha	8 kg TV/stam Netto, kr/ha	10 kg TV/stam Netto, kr/ha	Kostnad förröjning, kr/ha
400	-1 434	-1 136	-802	-500
600	-1 716	-1 188	-623	-600
800	-1 853	-1 093	-296	-700
1 000	-1 919	-928	99	-800
1 200	-1 906	-684	570	-900
1 400	-1 825	-375	1 106	-1 000
1 600	-1 684	-6	1 700	-1 100
1 800	-1 489	415	2 345	-1 200
2 000	-1 245	884	3 038	-1 300
2 200	-956	1 397	3 775	-1 400

Man bör dock ha i åtanke att de bestånden inte var fullt så stamtäta som normalt är fallet i s.k. konfliktbestånd. Dessa bestånd hade endast ca 2 750 stammar per hektar efter förröjning av stammar under 4 cm i diameter brösthöjd. I ”normala” konfliktbestånd är det inte ovanligt med 4 000–5 000 stammar per hektar efter förröjning, vilket ger en annan diameterfördelning i bestånden.

## SORTIMENTSVANDRING

Sortimentsvandring innebär att volymer massaved kommer att tas ut som energived vid kombinerade uttag. Sortimentsvandring uppstår dels vid avverkning, genom att massavedsträd avverkas i samma cykel som energived i de fall det inte finns annan lämplig massavedsstam att ackumulera med, dels vid skotning- då man lägger ihop massaved med energived i de fall då det annars skulle innebära att man skulle få lasta dessa stammar separat.

Omfattningen av sortimentsvandring undersöktes i denna studie genom att i studieledet kombinerat uttag jämföra det teoretiskt maximala utfallet av massaved med det faktiska utfallet.

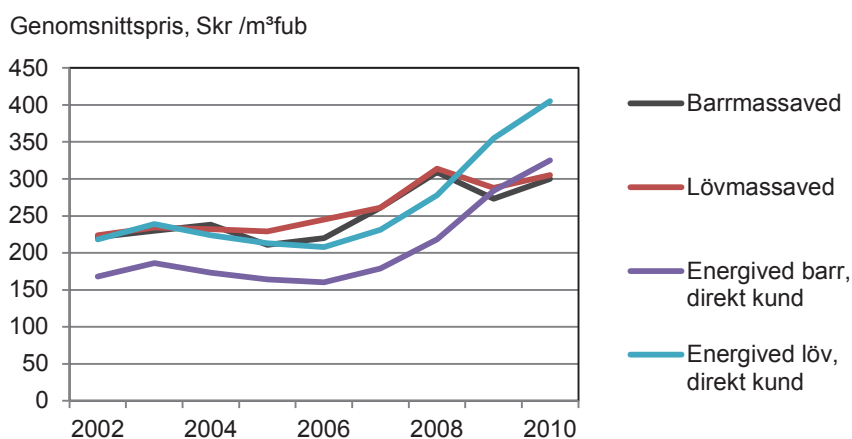
I det talldominerade beståndet var sortimentsvandringen av barmmassaved ca 14 % om man räknar att alla stammar från 8 dbh skulle ha avverkats som massaved. Om man i stället sätter gränsen vid 9 centimeter var den beräknade sortimentsvandringen 8 %. Man ska då ha i åtanke att ett antal stammar lades i energi p.g.a. att de var rötskadade.

Sortimentsvandringen i det grandominerade beståndet var ca 16 % om man sätter massavedsgränsen vid 8 centimeter, och ca 8 % då gränsen sätts till 9 centimeter i diameter brösthöjd.

Det förekommer även en viss sortimentsvandring åt motsatt håll, d.v.s. att energived följer med massaved. Detta innebär dock inte samma volymmässiga vandring då det rör sig om klenare stammar.

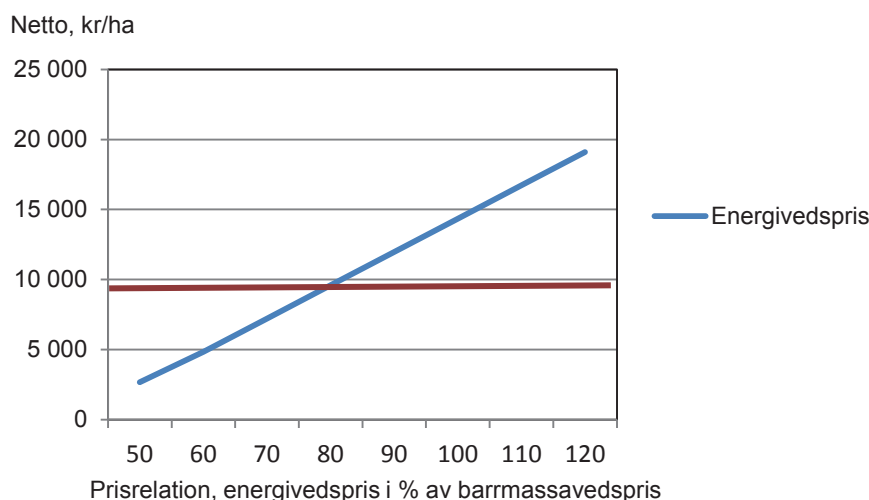
## PRISRELATION OCH UTVECKLING – MASSAVED OCH ENERGI

Tittar man på prisutvecklingen för massaved, kr/m<sup>3</sup>fub, respektive energi kr/MWh under perioden ser man att utvecklingen följts åt relativt väl, men att energipriset har gått upp starkt under de två senaste åren. Massaveds- priset har fluktuerat en del under tiden, medan energipriset har haft en stadig utveckling, se Figur 13.



Figur 13.  
Prisutveckling 2002-2010, barrmassaved jämfört med energived.

Prisrelationen mellan massaved och energi är i många fall helt avgörande för vilket sortimentsuttag som genererar det högsta nettot i avverkningen (Bergström m.fl. 2010). Vid barrdominerade uttag med medelstam över 0,035 m<sup>3</sup>fub är det ofta lönsammare att göra uttaget som massaved, eftersom barrmassaveden betingar ett högre pris. År däremot lövandelen i uttaget stort, större än 50 %, eller medelstammen under 0,035 m<sup>3</sup>fub, bör man i stället överväga ett energiuttag. Detta beroende av det höga energivärdet i björkveden, och de något lägre priserna på lövmassaveden.



Figur 14.  
Med dagens kostnader i klenträdsavverkning lönar det sig att göra uttaget som energived om energivedspriset (kr/m<sup>3</sup>f) är högre än 75 % av massavedspriset (kr/m<sup>3</sup>fub).

För att analysera hur prisrelationen mellan massaved och energived, uttryckt som energivedspris i procent av barrmassavedspriset påverkar nettot per hektar. I Figur 14 redovisas ett exempel baserat på det studerade barrblandbeståndet, med en medelstam på 0,05 m<sup>3</sup>fub och en potentiell extra volym om ca 12 % vid uttag av energivedsuttag. Här framgår att med dagens kostnader ligger brytpunkten vid ett energivedspris (kr/m<sup>3</sup>f) som är högre än 75 % av barrmassavedspriset (kr/m<sup>3</sup>fub).

Massaveden påförs i många delar av landet, t ex i Dalarna, ett transportavdrag, varierande från 3 till 27 kr/ m<sup>3</sup>fub, beroende av transportavstånd in till massabruket. I Stora Ensos fall görs detta avdrag även för energiveden, och påverkar därför inte kalkylerna. Andra företag hanterar dock dessa avdrag annorlunda varför man som skogsägare bör vara observant på hur stort transportavdraget blir i det aktuella fallet.

För massaved får man räkna med ett visst mått av vrak vid industrin, normalt 3–5 %, vilket man inte har vid uttag av energived. Klenta stammar, där ibland inte hela stammen håller massavedsdimension, leder ofta till avdrag. För de vrakade volymerna har man haft kostnader för drivning och vidaretransport, men man får inte någon intäkt för dem.

För att konkurrera med energived som körs via terminal krävs med nuvarande prisnivåer på energi, ca 210 kr/MWh, ett barrmassavedspris på 320 kr/m<sup>3</sup>fub om man antar ett vrakavdrag på 3 %. Vid transportavdrag på det maximala 27 kr/m<sup>3</sup>fub krävs ett barrmassavedspris på 347 kr/m<sup>3</sup>fub. Är uttaget i huvudsak björk är prisskillnaden ca 120 kr/m<sup>3</sup>fub om man kör energin direkt till kund och ca 75 kr/m<sup>3</sup>fub om man tar det via terminal. I dessa jämförelser har energivedspriset omräknat till fritt bilväg för att ge en korrekt jämförelse med massavedspriset.

## RIKTLINJER – VAL AV UTTAGSFORM I KLENA BESTÅND

Utifrån resultaten från dessa studier samt vid jämförelse med andra studier i klena bestånd (Äijälä, 2010) kan man formulera några riktlinjer för uttag i klena bestånd. I första hand bör man beakta medelstam i uttaget, stamantal, trädslagsfördelning, och prisrelationen mellan olika potentiella uttagssortiment.

Dessa riktlinjer är inte färdigformulerade och kommer att vidarebearbetas allteftersom nya studieresultat och driftsuppföljning tas fram.

Tabell 15.  
Riktlinjer vid val av uttag i klena bestånd.

Stamantal stammar/ha	Medelstam m <sup>3</sup> fub i uttag	Åtgärdsförslag	Kommentar
>5 500	<0,02	Geometriska uttag av skogsbränsle alt. manuell röjning	
4 500–5 500	0,02 – 0,03	Energiuttag	
3 500–5 000	0,03 – 0,04	<u>Energiuttag</u> alternativt kombinerat uttag	Minst 15 m <sup>3</sup> fpb/ha och sortiment
3 000–4 500	0,04 – 0,05	Massavedsgallring eller energiuttag	Hög lövandel i uttaget = energi Låg kvalitet i uttaget = energi
		<i>Alternativt kombinerat uttag</i>	<i>Minst 15 m<sup>3</sup>fpb/ha och sortiment</i>
<3 500	> ~ 0,05	Massavedsgallring	

## Referenser

- Bergström, D., m.fl. 2010. Skörd av skogsbränsle i första gallring. Arbetsrapport 281, Inst för skoglig resurshållning, SLU, Umeå, 2010.
- Heikkilä, J., m.fl. 2009. Energy wood thinning as part of the stand management of Scots Pine and Norway Spruce. *Silva Fennica* 43 p. 129–146, 2009, Metla.
- Iwarsson-Wide, M. & Belbo, H. 2009. Flerträdshantering och matarhjul ger effektiv avverkning i klen skog, Resultat nr 14, 2009. Skogforsk.
- Kärhä, K. 2010. Integrated harvesting of energy wood and pulpwood in first thinnings using two-pile cutting method. *Biomass and Bioenergy* 2010 1–7.
- Laitila, J., Asikainen, A. & Nuutinen, Y. 2007. Forwarding of whole trees after manual and mechanized felling bunching in pre-commercial thinning. *International Journal of Forest Engineering*, Vol. 18, No.2 p. 29–39, 2007.
- Laitila, J., Heikkilä, J. & Antilla, P., 2010. Harvesting alternatives, accumulation och procurement cost of small-diameter thinning wood for fuel in central Finland. *Silva Fennica* 44 (3), p. 465–480, 2010. Metla.
- Nordfjell, T. 2008. Unutilized biomass resources in Swedish young dense forests. *Proceedings: World Bioenergy 2008, 27-29 May, Jönköping, Sweden*, p. 323–325. Department of Forest Resource Management, SLU, Sweden.
- Äijälä, O. m.fl. 2010. Råd i god skogsvård för produktion och uttag av energived. Skogsbrukets utvecklingscentral Tapio.
- Energimyndigheten, 2011. Energiläget, 2010. Statistik biobränslen.



## Bilaga 1

### Momentindelning, avverkning

Moment	Momentbeskrivning
Fällning:	Börjar när kranen börjar röra sig ut mot lämplig stam. Avslutas när sista trädet i krancykeln är avskilt från stubben.
Sammanföring:	Börjar när aggregatet avverkat sista trädet i krancykeln och avslutas när kranen placerat stammarna på marken släppt dem helt.
Tillredning: (utan matarhjul)	Momentet påbörjas när senast avverkade trädknippet släppts och kranen går ut för att påbörja tillredningen av högen.
Tillredning: (med matarhjul)	Momentet påbörjas när sista trädet i krancykeln avverkats och stammarna börjar matas ut för att tillredas och läggas i hög. Avslutas då aggregatet släpper den färdiga högen.
Maskinförflyttning:	Körning mellan uppställningsplatser. Momentet startar när hjulen börjar snurra och avslutas när hjulen stannat.
Röjning:	Tid som går åt för rensning av stammar som inte kan nyttjas som gagnvirke.
Tillrättaläggning:	Tid som går åt för att plocka i ordning högen.
Fastfällning:	Tid som går åt till att få loss eventuellt fastfällda stammar alternativt aggregatet vid fastfällningar.
Övrig verktid:	Tid som ingår i arbetet, men som inte kan hänföras till något av ovanstående moment.
Störning:	Tid som inte ingår i avverkningsarbetet.

## Momentindelning, skotning

Moment	Momentbeskrivning
Kran ut:	Börjar när kranen börjar röra sig ut mot lämplig virkeshög. Avslutas när gripen sätts an mot (första) högen.
Gripa:	Börjar när gripen sätts an mot virkeshögen och avslutas när gripen har de stockar som den ska och börjar röra sig mot vagnen.
Kran in:	Momentet påbörjas när gripen är laddad och börjar sin rörelse mot vagnen. Momentet avslutas när gripen är innanför stöttorna.
Släpp:	Börjar när gripen är innanför stöttorna och avslutas när alla stockar har lämnat kontakten med gripen.
Packa: lasset på vagnen.	Den tid som föraren eventuellt lägger på att packa om lasset på vagnen.
Framflyttning:	Körning mellan uppställningsplatser. Momentet startar när hjulen börjar snurra och avslutas när hjulen stannat. Kranarbetet är överordnat, så om kranen utför t ex kran in eller kran ut samtidigt som skotaren förflyttas noteras tiden som krantid.
Skotning:	Förflyttning från beståndet med fullt lass till avlämningsplatsen vid väg.
Lossning:	Tid som går åt till att få vagnens lass till en välta vid väg. När skotaren står vid avlägget. Antalet krancykler registreras.
Övrig verktid:	Tid som ingår i arbetet, men som inte kan hänföras till något av ovanstående moment.
Störning:	Tid som inte ingår i avverkningsarbetet.



## Bilaga 2

Tabell 1.

Beskrivning av beståndet före avverkning, variation i stamantal och medeldiameter mellan olika studieled och delfält. Barrblandbestånd, Sägmyra.

	Stammar/ha	Röjstam <4 cm/ha	Uttagbara stammar/ha	Stammar 4–8 cm st/ha	Gallringsta m >8 cm/ha	T G L	GVm- diam Tall	GVm- diam Gran	GVm- diam Löv
<b>Massaved</b>	6 325	3 175	3 150	1 825	1 325	3 4 3	12,6	9,1	8,9
	5 150	2 225	2 925	1 100	1 825	3 3 4	14,7	9,7	6
	3 300	1 133	2 167	633	1 533	3 4 3	16	15,3	8
	5 800	3 167	2 633	1 000	1 633	3 3 4	13,3	9,1	11,5
<b>Energived</b>	5 725	2 825	2 900	1 700	1 200	3 3 4	11,7	8,7	10,7
	3 800	1 133	2 667	1 033	1 633	3 3 4	15,4	12,9	12,4
	4 667	1 733	2 934	1 067	1 867	4 3 3	13,9	13	5,5
<b>Kombiuttag</b>	8 000	5 050	2 950	950	2 000	3 3 4	12,5	7,8	10,7
	3 233	700	2 533	667	1 867	5 4 1	15,9	14	10,9
	3 533	1 167	2 366	767	1 600	5 3 2	14,4	13,4	10,1
	5 533	2 367	3 166	1 267	1 900	3 3 4	13,8	8,5	5,9

Tabell 2.

Beskrivning av beståndet före avverkning, variation i stamantal och medeldiameter mellan olika studieled och delfält. Grandominerat bestånd, Svartnäs.

	Stammar/ha	Röjstam <4 cm/ha	Uttagbara stammar/ha	Stammar 4–8 cm st/ha	Gallringstam >8 cm/ha	T G L	GVm-diam Gran	GVm-diam Löv
<b>Massaved</b>	2 550	150	2 400	850	1 550	0 7 3	13,8	13,7
<b>Energived</b>	3 100	420	2 680	1 030	1 650	0 6 4	12	13,9
<b>Kombiuttag</b>	3 170	450	2 720	1 020	1 700	0 7 3	13,3	11,9

Tabell 3.  
Onormerade grundtider och prestationer, tidsstudier barrblandskog, Sågmyra.

	Massavedsuttag	Energivedsuttag	Kombinerat uttag
Kran ut (positionering)	5 623	4 583	7 160
Avverka	4 264	9 002	8 970
Kran in (sväng, lägg)	5 822	4 225	6 486
Mata-Kapa	8 251	6 664	10 342
Flytt mellan uppställningar	2 135	1 378	2 509
Plock-och-fix	252	95	311
Fastfällning	0	0	0
Övrig verktid	113	0	0
Störning	1 216	1 633	1 719
Total studietid	26 460	25 947	35 778
Antal krancykler	746	632	945
Totalt antal avverkade träd	1 106	1 355	1 784
Uttag per hektar	976	1 534	1 600
Antal träd/krancykel	1,5	2,2	1,9
cmin/träd	24	19	21
Tot. avverkad volym ton TV	40	30	47
Tot. avverkad m <sup>3</sup> fub	58	41	51
Tot. avverkad m <sup>3</sup> f	81	59	93
kg TV/stam	37	22	27
m <sup>3</sup> fub/stam	0,053	0,030	0,030
m <sup>3</sup> f/stam	0,072	0,042	0,053
Lövandel i uttaget %	7	14	9
<b>Prestation</b>			
Träd/G <sub>0</sub> -h	251	318	298
Avverkning ton TV/G <sub>0</sub> -h	9,4	6,8	7,8
Avverkning m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h	13,3	9,2	8,5
Avverkning m <sup>3</sup> f/G <sub>0</sub> -h	18,8	13,5	15,6
Skotning ton TV/G <sub>0</sub> -h	6,5	6,2	8,1
ton TV/G <sub>0</sub> -h energi i kombi			4,1
Skotning m <sup>3</sup> f/G <sub>0</sub> -h	15,5	14,8	9,8
Skotning m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h	13,2	12,6	16,6
Uppskattad areal (ha)	1,1	0,9	1,2
Avverkat ton TV/ha	36	33	41
Avverkat ton stambark TV/ha	27	24	30
Avverkat m <sup>3</sup> fub/ha	51	45	43
Avverkat m <sup>3</sup> f/ha	72	65	81

Tabell 4.  
Grundtider och prestationer, tidsstudier grandominerat bestånd, Svartnäs.

<b>Avverkning</b>	<b>Massavedsuttag</b>	<b>Energivedsuttag</b>	<b>Kombinerat uttag</b>
Kran ut (positionering)	6 292	3 733	8 373
Avverka	2 652	4 701	8 788
Kran in (sväng, lägg)	4 616	2 207	6 590
Mata-Kapa	8 232	7 466	12 218
Flytt mellan uppställningar	1 505	1 103	1 964
Röjning	297	128	172
Plock-och-fix	365	253	427
Fastfällning	0	0	0
Övrig verktid	40	0	0
Störning	1 141	677	3 217
Total studietid	23 999	19 591	38 532
Antal krancykler	649	470	976
cmin/krancykel	38	42	39
Totalt antal avverkade träd	912	968	1 851
Uttag per hektar	842	1 243	1 309
Antal träd/krancykel	1,4	2,1	1,9
cmin/träd	27	20	21
Tot. avverkad volym ton TV	26	23	43
Tot. avverkad m <sup>3</sup> fub	27		31
Tot. avverkad m <sup>3</sup> f	40	35	70
kg TV/stam	29	23	25
m <sup>3</sup> fub/stam	0,031		0,019
m <sup>3</sup> f/stam	0,050	0,038	0,043
Lövandel i uttaget %	51	50	45
<b>Prestation</b>			
Träd/G <sub>0</sub> -h	226	295	285
Avverkning ton TV/G <sub>0</sub> -h	6,6	6,7	7,0
Avverkning m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h	7,0		5,2
Avverkning m <sup>3</sup> f/G <sub>0</sub> -h	10,1	10,6	11,4
Uppskattad areal (ha)	1,07	0,78	1,39
Avverkat ton TV/ha	24	28	32
Avverkat ton stambark TV/ha	17	19	21
Avverkat m <sup>3</sup> fub/ha	26		24
Avverkat m <sup>3</sup> f/ha	37	44	36

Tabell 5.  
Grundtider och prestationer i skotning, barrblandskog, Sågmyra.

	Massavedsuttag	Kombinerat uttag	Energivedsuttag	
			Massa	Energi
Kran ut	3 525	2 437	2 531	2 222
Grip	2 035	1 572	1 769	1 311
Kran in	2 182	1 489	1 580	1 177
Lasta	460	870	893	433
Framflyttning	5 933	2 454	2 904	2 403
Plock och fix	727	348	208	60
Lasskörning	2 724	3 030	1 657	1 297
Lossning	2 657	1 673	1 892	897
Tomkörning	4 651	6 093	3 267	3 910
Effektiv cykeltid	24 894	19 966	16 701	13 710
antal lass	5,4	5,2	5,9	2,4
ton/lass	11,2	9,1	8,94	8,35
Antal cykler	358	296	272	204
ton/cykel	0,17	0,16	0,19	0,10
<b>Totalt skotat</b>				
ton råvikt	59	48	53	20
ton TV	26	21	23	9
<b>Prestation</b>				
ton TV/G <sub>0</sub> -h massaved	6,5		8,1	
ton TV/G <sub>0</sub> -h energived		6,2		4,1
Skotning m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h	13,2	12,6	16,6	
Skotning m <sup>3</sup> f/G <sub>0</sub> -h	15,5	14,8		9,8

Tabell 6.  
Grundtider och prestationer i skotning, grandominerat bestånd.

	Massavedsuttag	Energivedsuttag	Kombinerat uttag	
			Massa	Energi
Kran ut	6 776	4 491	4 795	6 812
Grip	1 718	1 351	1 026	2 418
Kran in	2 382	1 781	897	3 024
Lasta	2 845	2 438	1 038	3 817
Framflyttning	83	34	351	464
Plock och fix	13			15
Lasskörning	1 229	944	2 671	4 908
Lossning	1 964	2 511	786	2 749
Tomkörning	3 270	2 007	1 862	1 808
Effektiv cykeltid	22 860	17 361	13 501	16 879
<b>Totalt skotat</b>				
ton råvikt	39	38	17	43
ton TV	17	16	7	19
<b>Prestation</b>				
ton TV/G <sub>0</sub> h massaved	4,2		3,0	
ton TV/G <sub>0</sub> h energived		5,9		4,1
Skotning m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h	8,7		6,2	
Skotning m <sup>3</sup> f/G <sub>0</sub> -h		14,2		9,8



## Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2010

2010	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mät höjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
NR 702	Rosvall, O. & Lundström, A. 2010. Förädlings effekter 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 lastväxlarssystem. 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.
N 718	Palmquist, C. & Sandberg, J. & Vibrationskomfort och ergonomi på förarstolar i skotare. 100 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. 25 s.
Nr 729	Westlund, K. 2010. WP-5100 Alternative logistics concepts fitting different wood supply situations and markets. 50 s.
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.
<b>2011</b>	
Nr 733	Rytter, L., Johansson, T., Karačić, A., Weih, M. m.fl. 2011. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel. 210 s.
Nr 734	Hannerz, M. & Fries, C. 2011. Användningen av webbtjänsterna Kunskap Direkt och Skogsskötselserien. – En enkätundersökning bland skogsbrukets fältpersonal. 48 s.
Nr 735	Andersson, M. & Berglund, A. 2011. Test av pekskärmsmobiler. 22 s.
Nr 736	Löfgren, B., Englund, M., Fogdestam, N., Jönsson, P., Lundström, L. & Wästerlund, I. 2011. Spårddjup och vibrationer för banddrivna skotare Lightlogg C och ProSilva. 32 s.
Nr 737	Brunberg, T. 2011. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 1470D hos SCA Skog hösten 2010.
Nr 738	Fogdestam, N. & Lundström, H. 2011. Studier av Offset Crane Concept, OCC hos Kjellbergs Logistik & Teknik i Hällefors. 15. S.
Nr 739	Enström, J. & Röhfors, G. 2011. Effektivare järnvägstransporter med större fordon – En förstudie. 28 s.
Nr 740	Iwarsson Wide, M. & Fogdestam, N. 2011. Jämförande studie av olika uttagsmetoder av massaved och skogsbränsle i klen gallring. – Energived- och massavedsuttag med LOG MAX 4000B, Stora Enso Skog, Dalarna. 36 s.
Nr 741	Brunberg, T. 2011. Uppföljning av utbildningseffekten hos maskinlag hos SCA Skog AB 2010. 8 s.
Nr 742	Hannrup, B., Andersson, M., Bhuiyan, N., Wikgren, E., Simu, J., Skog, J. 2011. Vinnova_Slutrapport_P34138-1_101221. – Slutrapport för projekt ”Beröringsfri diametermätning i skördare – utveckling av mätsystem och tester i produktionsmiljö”. 84 s.
Nr 743	Åström, H. 2011. Förbättring av arbetsförhållande i skördare. Improvement of working conditions in harvester. 126 s.
Nr 744	Cheng, C. 2011. Forwarder. Modellering av åkkomforten i en skotare. Modeling the Ride Comfort of a 93 s.
Nr 745	Jonsson, J. 2011. Dynamisk däckmodellering och markinteraktion för skogsmaskiner. Dynamic tire modeling and soil interaction regarding forestry machines. 52 s.
Nr 746	Grönqvist, D. 2011. Konzeptutveckling av hybriddrivlina för skogsmaskiner. Concept development of a hybrid powertrain for forest machines. 180 s.
Nr 747	Bhuiyan, N., Arlinger, J. & Möller J.J. 2011. Utveckling och utvärdering av en standardiserad metod för volymbestämning och stamräkning vid avverkning med flerträdshanterande skördaraggregat. 34 s.
Nr 748	Brunberg, T. & Hagos Lundström. 2011. Studier av TimBear Lightlogg C i gallring hos Stora Enso Skog våren 2011. 9 s.
Nr 749	Eliasson, L., Granlund, P., Johannesson, T. & Nati, 2011. Prestation och bränsleförbrukning för tre flishuggar. 15 s.
Nr 750	Wilhelmsson, L., Arlinger, J., Hannrup, B. & Nordström, M. m.fl. 2011. D3.5-Methods and models for relating wood properties and storage conditions to process efficiency and product quality. 67 s.