

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 752 2011



Slutrapport

Teknik och metoder vid energiuttag i korridorer

Isabelle Bergkvist och Niklas Fogdestam

Ämnesord: Energigallring, energisortimentsuttag, hybridasp, korridorgallring, träddeklar, träddelegallring.

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
Syfte	4
Genomförande.....	5
Bestånd och maskin för studie 1 och 2.....	5
Bestånd och maskin i tredje studien	5
Studieled.....	7
Inmätning av bestånd.....	8
Tidsstudie.....	8
Resultat studie 1 och 2.....	9
Uttag	9
Tidsåtgång och prestation	9
Resultat från hybridaspstudien	10
Uttag	10
Tidsåtgång och prestation	10
Analys	11
Ekonomisk analys.....	13
Diskussion.....	17
Slutsatser	18
Referenser	19
 Bilaga 1 Tidsstudiemoment.....	21
Bilaga 2 Förslag till 6 olika skötselmodeller.....	23

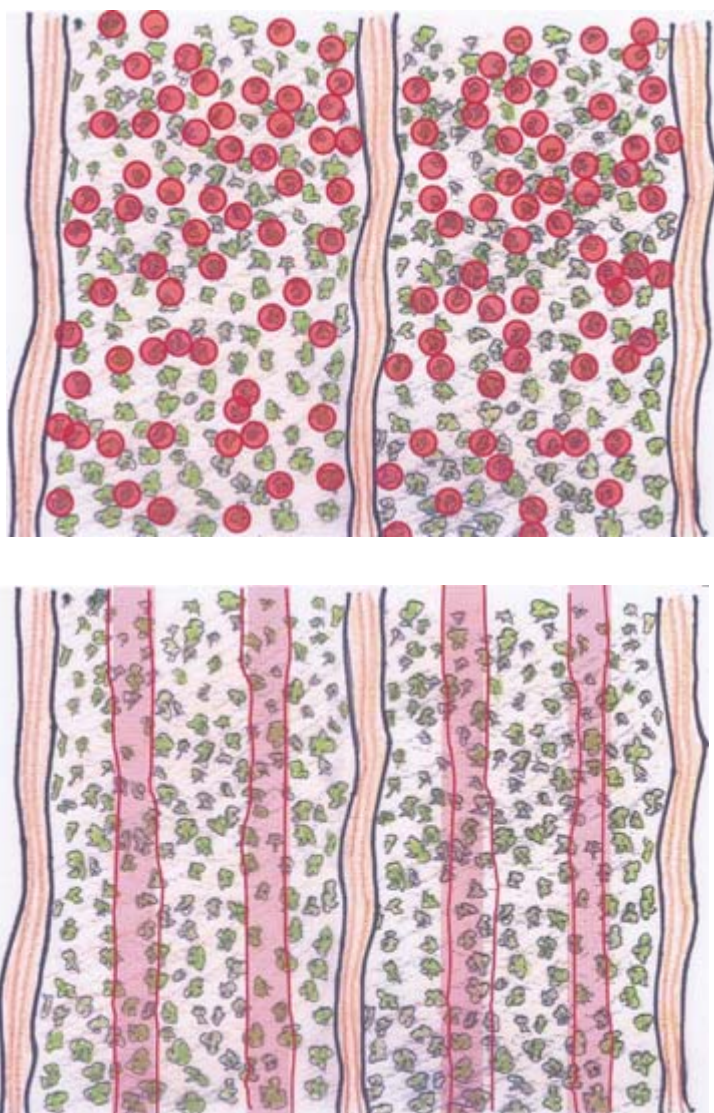
Sammanfattning

Uttag av energisortiment i röjning- och gallringsbestånd ökar allt mer i Svenskt skogsbruk. Merparten av energisortimentsuttagen i klen skog sker med traditionella selektiva metoder med flerträdshantering, där stickvägar tas upp med maximalt stickvägsavstånd, varefter maskinerna gallrar virkeszonerna selektivt. Uttaget i virkeszonerna ackumuleras och lämnas vid stickvägskanten i buntar. Avverkningskostnaden blir ofta hög, och risken finns att det blir en konflikt mellan att röja beståndet i tid och att maximera volymsuttaget i energigallringen. Med anledning av detta har tre studier genomförts under 2010 och 2011.

1. Under våren 2010 studerades uttag av träddelar i korridorer (enbart stickvägar) jämfört med traditionell träddeleggallring (uttag i stickvägar kombinerat med selektiv gallring i mellanzonerna). Studien genomfördes i något grov skog (medelstamvolym 0,07 m³fub/st), men resultatet visade ändå på ca 15 % prestationsökning om uttaget gjordes enbart i korridorer.
2. Under hösten 2010 genomfördes en uppföljande studie med samma studieled. Anledningen till att genomföra ytterligare en studie, med i stort sett samma studieled var att få säkrare resultat och ett tydligare samband i analyserna. Två liknande studier ger fler upprepningar av studieleden och en större datamängd. Även den andra studien visade att prestationen ökade vid korridorgallring. Sammantaget var korridorgallringen 19 % effektivare än korridorgallringen. Studierna genomfördes i ett samarbetsprojekt mellan Skogforsk och Sveaskog. Målsättningen var att testa metoden i klenare skog eftersom man kan anta att vinsterna med korridorgallring är större i klenare och tätare bestånd. Detta misslyckades dock då man inte hittade tillräckligt klena försöksytor i trakten där maskinerna befann sig.
3. I stället genomfördes en studie under våren 2011 där hybridasp avverkades i korridorer. Studien genomfördes på en del av ett större försök med hybridasp där olika skötselstrategier utvärderades. Försöksmarken ligger på Snogeholms gods i Skåne och studieledet som ingick i denna studie avverkades och rotskottföryngrades 2007. Försöksytorna var mycket stamtäta och avverkades i 4 m breda korridorer med ca 1 m mellanzon. I mellanzonerna kommer huvudstammar att röjas fram i tätare förband ca 2 år efter korridorgallringen.

Bakgrund

Uttag av energisortiment i röjning/gallringsbestånd blir en allt vanligare skötselåtgärd i skogsbruket. Anledningen är att dagens teknik tillsammans med en god betalningsförmåga för energisortiment, erbjuder en möjlighet att få ett tidigt netto under omloppstiden. Energiuttag i klena bestånd förväntas kunna ge ett tillskott på 5–10 TWh årligen till det allt större behovet av primärt skogsbränsle i Sverige. Merparten av energisortimentsuttagen i klen skog sker med traditionella selektiva metoder där maskinerna förflyttas i stickvägar varefter virkeszonerna mellan stickvägarna gallras selektivt. Avståndet mellan stickvägarna är vanligen ca 18–25 m, och uttaget i stickvägarna utgör ca 50 % av den totala uttaget (Brunberg, 2009). Tidsåtgången per avverkat träd är dock betydligt högre i mellanzonen än i stickvägen (Bergkvist, 2009), vilket indikerar att avverkningen borde kunna effektiviseras, om man koncentrerar uttaget enbart till stråk och stickvägar, Figur 1.



Figur 1.
Schematisk bild av traditionell selektiv gallring jämfört med korridor-gallring/stråkgallring.

Metoden är noga studerad och testad i ungskogsröjning (dock utan att ta ut biomassa ur skogen), där man kunnat konstatera en effektivare och billigare röjning, utan att förlora kvalitet eller tillväxt i beståndet (Bergkvist, 2007).

Fördelarna för metoden skulle öka ytterligare om bestånden anlades i rektangulära förband i stället för i kvadratiska förband. Detta skulle innebära att det förädlade plantmaterialet kan planteras mellan de framtida stråken, där i stället självföryngring av löv gynnas och optimeras. Det finns utredningar av alternativa skötselmodeller som visar på högre lönsamhet, om man utnyttjar rektangulära förband på rätt typ av mark, där man kan förvänta sig kraftigt lövuppslag, d.v.s. på friska/fuktiga marker (Bergkvist & Pettersson, 2009).

Vidare skulle metoden kunna vara lämplig även i täta självföryngringar av tall, där möjligheten att påverka kvaliteten i beståndet är låg p.g.a. att högkvalitativa stammar inte är jämt fördelade i beståndet (Pettersson, 2001). Ytterligare fördelar med rektangulärförbandet är, att de planterade raderna/mellanzonerna mellan stråken kan röjas för att gynna kvalitet och diametertillväxt, medan energidelen/stråken lämnas oröjda till en energivedsgallring vid 20–25 års beståndsålder. Metoden stöds även av tidigare forskning av kvalitets- och tillväxtutveckling hos bestånd anlagda eller skötta i rektangulära förband (Davidsson, 2002; Salminen, 1993; Lindman, m.fl., 1985).

Teoretiska beräkningar och praktiska studier av uttag av energisortiment i lövungskogar, har även genomförts i mindre skala med goda resultat (Rytter m.fl., 2006). Enligt Rytter kan ett lövdominerat bestånd på fuktig mark producera upp emot 190 ton torr vikt per ha, vid ca 10 m medelhöjd och ca 50 ton torr vikt vid 5 m medelhöjd. Korridorerna skulle utgöra ca 40 % av beståndet, vilket innebär att ca 85 ton torr vikt kan skördas i korridorerna om uttaget sker vid 10 m medelhöjd, och ca 20 ton torr vikt om skörden sker vid 5 m medelhöjd. Studierna syftar till att utvärdera potential vad avser prestationsökning och kostnadsbesparing om i första hand ett skogsbränslesortiment, och i andra hand massaved skulle tas ut enbart i korridorer i stället för den traditionella selektiva gallringen från stickvägar.

Syfte

Syftet med projektet var att studera korridorgallring vid olika beståndsförhållanden. Genom att dela studiebeståndet i delstudier kunde jämförelsen göras med ytterligare variation av förutsättningar. Jämförelsen mellan metoderna gjordes med avseende på:

- Prestation vid avverkning samt framryckningshastighet i korridorer vid olika stamantal och medelstamvolym.
- Kostnad och intäkt per måttenhet och per arealenhet.
- Biomassauttag per ha.

Genomförande

BESTÅND OCH MASKIN FÖR STUDIE 1 OCH 2

Vid de första två studierna var Sveaskog mark och maskinvärd. Studierna genomfördes i Bergslagen söder om Fagersta respektive Skinnskatteberg. Studiemaskin var vid båda tillfällena en Valmet 901/Bracke C16 och maskinförare var Mikael Larsson. Bestånden som studerades var talldominerade med medelstamvolym $0,06 - 0,1 \text{ m}^3\text{f/stam}$ (totalvolym inklusive bark, topp, grenar och barr), Tabell 1. Omräkningstalet mellan m^3fub och m^3f sattes till 1,3 utifrån analys av volymsfunktioner dels av stamvolym, dels av helträdsvolym (Ulvcröna m.fl., 2011). I båda bestånden var trädstorleken på gränsen för vad som är lämpligt för trädelsuttag. Medeldiametern 11–13 cm innebar en begränsning av andelen flerträdschanterade stammar, likaså medelhöjden 12–14 m medförde att samtliga stammar måste kapas på mitten för att möjliggöra en effektiv skotning.

Tabell 1.
Beståndsförutsättningar i studie 1 och 2.

Beståndsförutsättningar	Selektiv 1	Selektiv 2	Korridor 1	Korridor 2
Stamantal innan gallring	2 500	2 500	3 000	2 500
Trädslag	9–1–0	9–1–0	9–1–0	9–1–0
Medelstamvolym $\text{m}^3\text{fub/st}$	0,056	0,073	0,078	0,07
Medeldiameter cm	13	13	11	12
Medelhöjd m	13	14	12	13
Omräkningstal $\text{m}^3\text{f}/\text{m}^3\text{fub}$	1,3	1,3	1,3	1,3
Medelstamvolym $\text{m}^3\text{f/st}$	0,073	0,094	0,101	0,091

BESTÅND OCH MASKIN I TREDJE STUDIEN

Den tredje studien genomfördes i ett hybridaspförsök på Snogeholms gods. Försöket på Snogeholm består av 14 parceller uppdelade på fyra block (och två reservtytor). Inom varje block kommer tre skötselalternativ att testas:

1. Skörd vart fjärde år.
2. Skörd vart åttonde år med en utglesande stråkröjning efter fyra år.
3. Skörd vart 16:e år. Stråkröjning efter två år.

Efter stråkröjningarna röjs huvudstammar fram i mellanzonerna mellan stråken i 1×4 meters förband. Varje parcell är ca $40 \times 60 \text{ m}$.

I denna studie avverkades stråken i skötselalternativ 2. Nio stråk med medellängden 55 m tidsstuderades. Vid studien användes en Eco log 560B med ett Log max 5000-aggregat med tilläggsutrustning för ackumulering/flerträds-hantering. Maskinförare var Ingvar Håkansson. Maskinen var kraftigt överdimensionerad för avverkningen, och användes för att den fanns på plats med att gallra ett bestånd intill hybridaspförsöket.



Figur 2.
Eco Log 560B i 4-årigt hybridaspbestånd.

Samtliga stråk var mycket stamtäta – mellan 95 000–110 000 stammar per hektar. Medelstamtätheten var 105 000 stammar per hektar, Tabell 2. Den totala mängden biomassa per hektar var vid studietillfället mellan 22,6 och 29,1 ton tv/ha med medeldiametern 1,4 cm och medelhöjden 3,5 m (Övre höjd i beståndet var ca 5 m), Tabell 2.

Tabell 2.
Beståndsförutsättningar i studie 3.

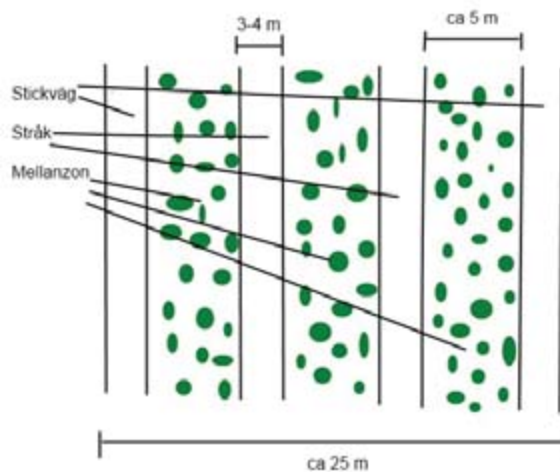
Stråk	Tid	Sträcka	Accumu- leringar	Buntar	Stammar	Dgv	Hgv	DW
	Min	m	st	st	st/ha	cm	cm	Ton tv/ha
1	28	56	250	30	110 845	1,5	330	29,09
2	24	59	240	32	110 845	1,5	330	29,09
3	26	59	338	34	110 845	1,5	330	29,09
4	28	64	325	34	110 845	1,5	320	24,71
5	32	70	320	40	110 845	1,3	310	23,5
6	40	74	500	50	110 845	1,3	310	22,6
7	21	42	240	50	94 771	1,4	373	23,43
8	23	42	250	50	94 771	1,4	373	23,43
9	24	42	260	51	94 771	1,4	373	23,43

STUDIELED

I de två första studierna jämfördes två olika metoder:

- Traditionell selektiv gallring från stickvägar med maximalt stickvägsavstånd.
- Korridorgallring där uttaget endast görs i stickvägen, samt i två stråk mellan stickvägarna (Figur 3).

Anledningen till att korridorerna benämns som stickvägar respektive stråk i Figur 3 är att virket läggs längs stickvägarna. Skotningen genomförs därför endast efter stickvägarna. Avståndet mellan stickvägarna var ca 25 m och avståndet mellan stråk och stråk/stickväg var ca 5 m. Målsättningen är att man ska kunna utnyttja stickvägarna vid kommande gallringar. Föraren fick träna på respektive metod under ca 1,5 dagars körning.



Figur 3.
Skiss över stråk/stickväg metoden.

I den tredje studien kördes endast korridormetoden. Målsättningen med den studien var i stället att få prestationssiffror från ett klen men mycket stamtätt bestånd. Dessutom gav avverkningen med en överdimensionerad gallringsskördare en möjlighet, att utvärdera om det är realistiskt att använda den typen av konventionella maskiner i skötsel av hybridaspbestånd. Metoden som studerades innebar 4 m breda stråk med 1 m mellanzon. Avsikten är sedan att huvudstammar ska röjas fram i mellanzonen 1 år efter stråkröjningen, och ge ett slutförband på 4×1 m, Figur 4.



Figur 4.

Bild på det stråkröjda hybridaspförsöket. Korridorerna var 4 m breda och mellan korridorerna lämnades 1 m breda zoner. Snitslarna markerar kanten mellan stråk och mellanzon.

INMÄTNING AV BESTÅND

I de första två studierna snitslades mellan 100 och 200 m stickväg för respektive studieled. Vissa sträckor togs i efterhand bort från studien p.g.a. svår terräng (brant lutning respektive insprängda myrområden). Studieleden lades ut i två block, vilket innebar en upprepning av respektive studieled. Stickvägarna och stråken snitslades och mättes in. För studieledet med selektiv gallring mäts även mellanzonen in. Inmätningarna genomfördes enligt Tabell 3.

Tabell 3.

Inmätning innan avverkning och tidsstudie.

Inmätningfaktorer	Stickväg selektiv	Mellanzon selektiv	Stickväg korridor
Diameter	Totalinventerades	5,64 m provytor	Totalinventerades
Volym	Beräknades	Beräknades	Beräknades
Stamantal	Totalinventerades	5,64 provytor	Totalinventeras
Trädslagsblandning	Noteras	Noteras	Noteras
Gren/toppvolum	Beräknades	Beräknades	Beräknades
Höjd	Några höjder i varje diameterklass mättes därefter tillverkades höjdkurvor för respektive studieled.		

Hybridaspförsöket var sedan tidigare inmätt (Rytter & Stener, 2010). I de parceller som användes för tidsstudien snitslades stråk och mellanzoner.

TIDSSTUDIE

I stråk/stickvägsstudierna tidsstuderades olika moment i avverkningen, Bilaga 1. Dessutom noterades antalet stammar i varje krancykel samt diameter per stam. Även om gallringen utfördes i stickväg eller mellanzon noterades. I hybridaspförsöket noterades endast totaltid per stråk samt antalet krancykler respektive antalet accumuleringar per krancykel.

Resultat studie 1 och 2

UTTAG

Totalt studerades 260 m stickväg plus virkeszon/mellanzon i den selektiva gallringen och 330 m stickväg/stråk i korridorgallringen, Tabell 4. Antalet avverkade stammar var 520 i den selektiva gallringen och 352 stammar i korridorgallringen. Eftersom hela uttaget görs i stickväg/stråk vid korridorgallring blir gallringskvoten 1,0. Vid traditionell selektiv gallring, speciellt i klena bestånd, tillämpas oftast låggallring, vilket medförde klenare medelstamvolym i uttaget i de selektiva studieleden. Den totala avverkningsvolymen blev p.g.a. grövre stammar i uttaget större efter korridorgallring än efter den selektiva gallringen, Tabell 4.

Tabell 4.
Gallringsresultat.

	Selektiv 1	Selektiv 2	Korridor 1	Korridor 2
Studerad stickvägslängd, m	80	180	190	140
Gallrad areal, ha	0,11	0,25	0,17	0,13
Antal gallrade stammar	172	348	213	139
Uttag i studien m ³ f	10,8	24,6	24	12,6
Medelstamvolym i uttaget m ³ f/st	0,063	0,071	0,101	0,091
Uttag per ha	96,3	97,6	139,1	99,1

TIDSÅTGÅNG OCH PRESTATION

Prestationen var ca 19 % högre vid korridorgallring jämfört med selektiv gallring, Tabell 6. Tidsåtgången per stam var något lägre i den selektiva gallringen. Anledningen till den lägre tidsåtgången per stam i den selektiva gallringen trots högre prestation i korridorgallringen var dels klenare stammar i uttaget, dels en högre andel flerträdshanterade stammar, Tabell 5.

Tabell 5.
Sammanvägda momenttider för de olika studieleden.

	Selektiv		Korridor	
	Per stam	Per m ³ f	Per stam	Per m ³ f
Körning	2,8	43,3	5,2	56,6
Kranförflytt	6,3	96,4	7,2	76,2
Total kaptid	6,4	99,7	5,8	62,5
Nedläggning	6,3	98,3	8,2	87,2
Mitt kap	3,5	54,9	4,7	49,8
Ihopsamling	2,9	44,5	3,4	34,8
Röjning	0,3	5,0	0,6	5,8
Strul	0,9	12,3	1,0	10,6
Total tid	28,5	442,2	35,0	372,9

Tabell 6.
Resultat i studierna.

	Selektiv	Korridor
Prestation m ³ f/h	13,6	16,1
Prestationsvinst		19 %
Andel flerträdshantering	74 %	65 %
Total antal stammar	520	352
Total volym/medelstamvolym	35,38 m ³ f 0,067 m ³ f/st	36,63 m ³ f 0,094 m ³ f/st

Resultat från hybridaspstudien

UTTAG

Hela skötsel försöket med hybridasp var fördelat på 14 parceller varav 4 skulle stråkröjas vid tillfället för denna studie. Stråkförbandet var 4 m med 1 m mellanzon, vilket innebar ca 8 stråk per parcell. Totalt studerades 9 stråk fördelade på två av parcellerna. Stråkens längd varierade mellan 42 m och 74 m. Den totala mängden biomassa per hektar beräknades till 25,4 ton tv i medel för samtliga stråk, Tabell 7. Stråkandelen utgjordes av 79 % av ytan (4 m breda stråk med 1 m mellanzon) uttaget var dock bara 60 % av volymen i stråket eftersom en stor del av stammarna kapades flera gånger som en konsekvens av ackumuleringen och stambitar föll då ur buntarna och lämnades kvar på marken. Detta innebar att uttaget begränsades till 12,3 tons tv eller 27,7 Mwh/ha, Tabell 7.

Tabell 7.
Förutsättningar och uttag.

Beståndsförutsättningar	
Stammantal (st/ha)	105 000
Dgv (cm)	1,4
Hgv (cm)	339
Ton Tv/ha	25,4
Stråkandel	79 %
Uttagsandel i stråken	60 %
Uttag ton TV/ha	12,3
Uttag Mwh/ha	27,7

TIDSÅTGÅNG OCH PRESTATION

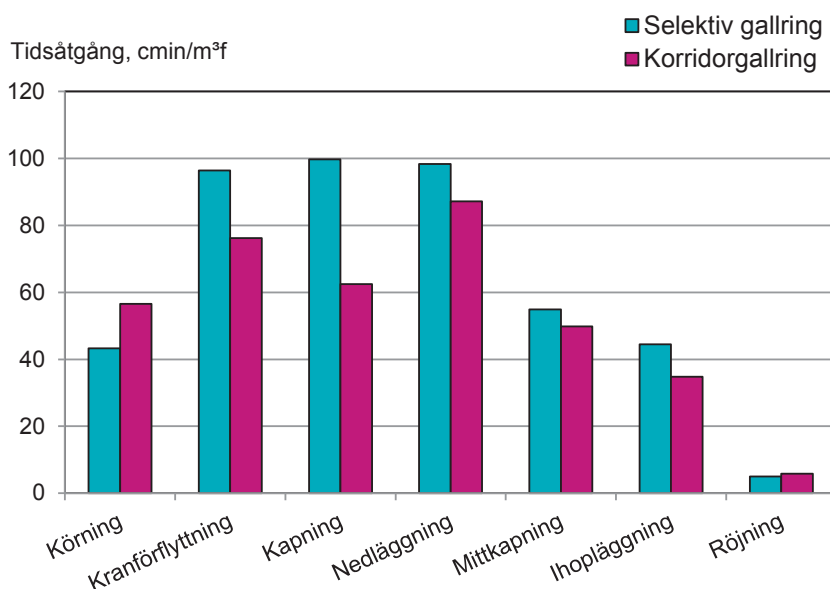
Resultatet i tidsstudien visade på en mycket låg prestation, Tabell 8. Delvis berodde detta på de klena och mångtaliga stammarna, vilket i sig givetvis hämmar avverkningshastigheten men framför allt av att aggregatet inte var lämpat att använda i denna typ av bestånd. Ett aggregat som kan avverka under kontinuerlig framryckning, hade varit betydligt bättre lämpat för stamtäta och klena bestånd. Framryckningshastigheten var endast drygt 2 m per minut, Tabell 8. Detta kan jämföras med tidigare studier av stråkröjning (utan tillvaratagande av biomassa) där framryckningshastigheten var 8–10 m/min med ett kranupphängt aggregat och 30–60 m/min med ett breddavverkande aggregat (Bergkvist, 2007). Räknar man om framryckningen till en prestation, var den endast 2 m³/h eller 1,61 Mwh/h, Tabell 8. Antalet stammar som avverkades per timme var 81 stycken, vilket borde bli betydligt mer om flerträdshanteringen är anpassad efter tätheten i beståndet.

Tabell 8.
Tidsåtgång och prestation i studien.

Stråk	Framryckning m/min	Avverkning stammar/min	Prestation m ³ s/h	Prestation Mwh/h
1	2,00	82,03	2,17	1,74
2	2,46	100,82	2,53	2,03
3	2,27	93,07	2,34	1,87
4	2,29	93,74	1,84	1,47
5	2,19	89,72	1,53	1,23
6	1,85	75,87	1,18	0,94
7	2,00	70,13	2,33	1,86
8	1,83	64,03	2,13	1,70
9	1,75	61,36	2,04	1,63
Medel	2,07	81,20	2,01	1,61

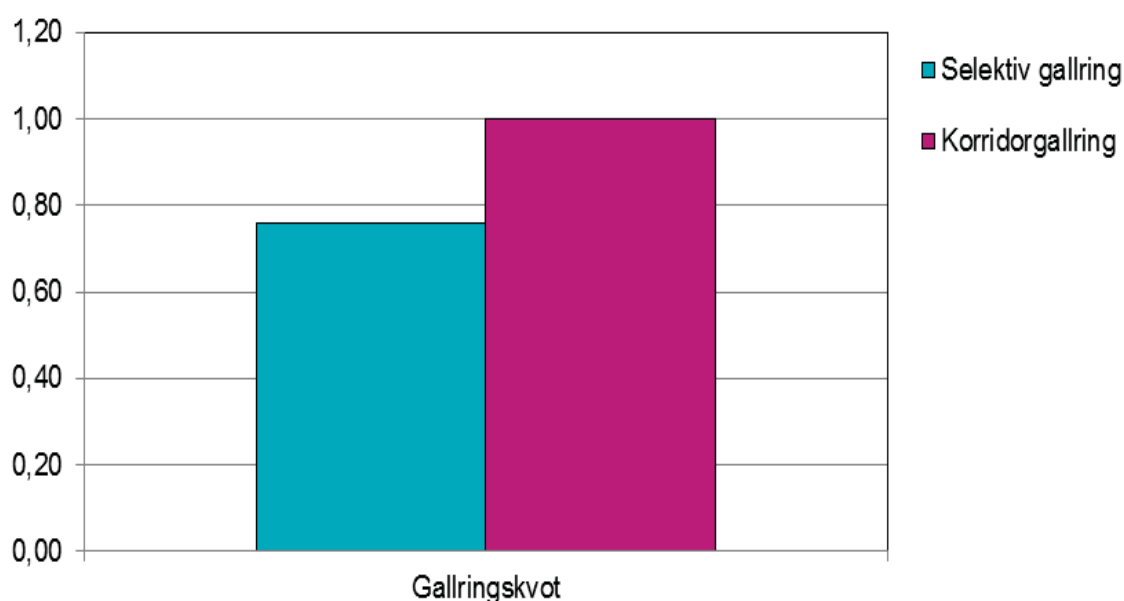
Analys

I de jämförande studierna var korridorgallringen effektivare än traditionell selektiv gallring, trots att bestånden hade en relativt hög medelstamvolym, Tabell 6. Vid studierna var det framför allt kranarbetet som effektiviserades i korridorgallringen (kranförflyttning, kapning och nedläggning), Figur 5. Detta kan förklaras med att avstånden till träden minskas vid korridorgallring, då avverkningen sker framför maskinen och på relativt kort kranlängd. Momentet körning tog däremot längre tid i korridorgallringen, vilket är ett resultat av att färre stammar nås från samma uppställningsplats. De kortare momenttiderna för mittkap och ihopläggning för korridorgallringen kan förklaras med att metoden innebär avverkning av grövre träd, vilket också innebär högre volym i virkeshögarna och därför färre kap.



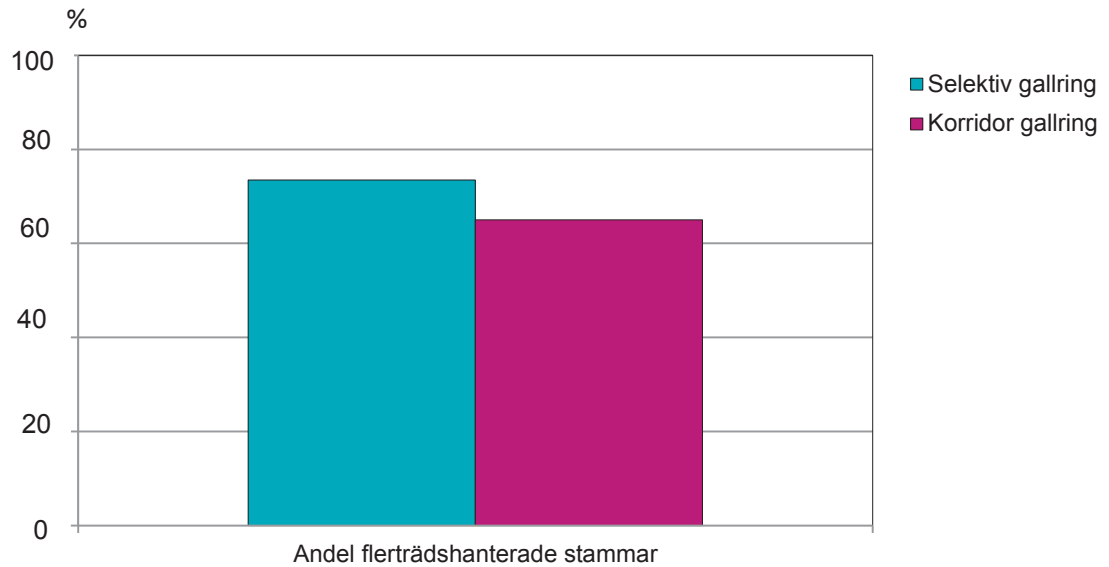
Figur 5.
Momenttider för avverkningen i de olika studieleden i studie 1 och 2.

Vid studier år 2006 (Rytter m.fl., 2007) identifierades bestånd med mellan 4–8 cm i medeldiameter samt mellan 5–15 000 stammar per ha, som lämpliga objekt för en liten gallringsskördare med ett kranupphängt flerträdsaggregat. De två första studierna genomfördes i bestånd där medelstamvolymen var grövre än 4–8 cm, och stamantalet färre än 5 000 stammar/ha. Detta resulterade i att prestationsökningen (19 %), till viss del var korrelerad till en grövre uttagsvolym och högre gallringskvot i studieleden med korridorgallring, Figur 6. Gallringskvoten 1,0 i korridorgallringen är ett resultat av att samtliga stammar framför maskinen avverkas, vilket ger ett likformigt uttag i samtliga diameterklasser (förutsatt att diameterspridningen är jämt fördelad i beståndet). Vid den selektiva metoden strävar man ofta mot en låggallring, speciellt i täta bestånd där grövre stammar klarar en friställning bättre med avseende på skaderisk på grund av snö och vind.



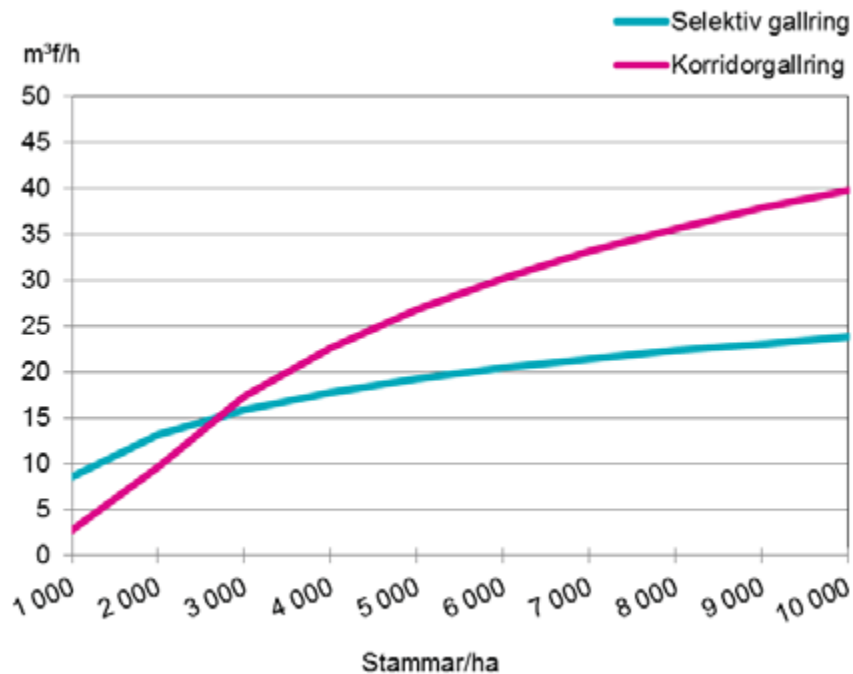
Figur 6.
Gallringskvot (förhållande mellan uttagna stammar och kvarvarande bestånd) i de olika studieleden i studie 1 och 2.

Det klenare uttaget i den selektiva metoden medger en större ande flerträdshanterade stammar, Figur 7. Den lägre andelen flerträdshantering i korridorgallringen beror i stort sett enbart på att stammarna var för grova för att hanteras tillsammans (föraren såg ingen tidsvinst i att flerträds-hantera i större utsträckning). Detta indikerar att avverkning i klenare och stamtätare bestånd skulle öka konkurrenskraften ytterligare för korridor-gallringsmetoden, eftersom andelen flerträdshantering kan öka och skillna-den mellan metoderna skulle minska vad avser andelen flerträdshantering.



Figur 7.
Andel flerträdshanterade stammar i studie 1 och 2.

En analys av tidsåtgång kontra stamtäthet för delytor i studie 1 och 2 visar att brytpunkten där korridor gallring lönar sig, går vid ca 3 000 stammar per ha, Figur 8. I figuren har resultatet i enskilda stickvägar plottats och en trendlinje dragits för de olika metoderna. Detta ger ytterligare fog för att korridor gallringen skulle ge en ännu tydligare prestationsökning i betydligt stamtätare bestånd.



Figur 8.
Analys av prestationen vid olika beståndsdensitet.

EKONOMISK ANALYS

I studie 1 och 2 var prestationsökningen 19 % vid korridorgallring jämfört med traditionell selektiv gallring. Vid förhållandena i studien skulle det inneburit drygt 10 kr/m³ fub i minskad avverkningskostnad förutsatt maskinkostnaden 900 kr/h. Skotningskostnaden respektive intäkterna förväntas inte skilja sig mellan metoderna eftersom avståndet mellan stickvägarna och uttaget per ha ska vara detsamma oavsett metod. I tätare bestånd kommer dock både uttag och skotning skilja sig men detta kan beräknas teoretiskt i väntan på att metoden kan studeras i praktisk drift.

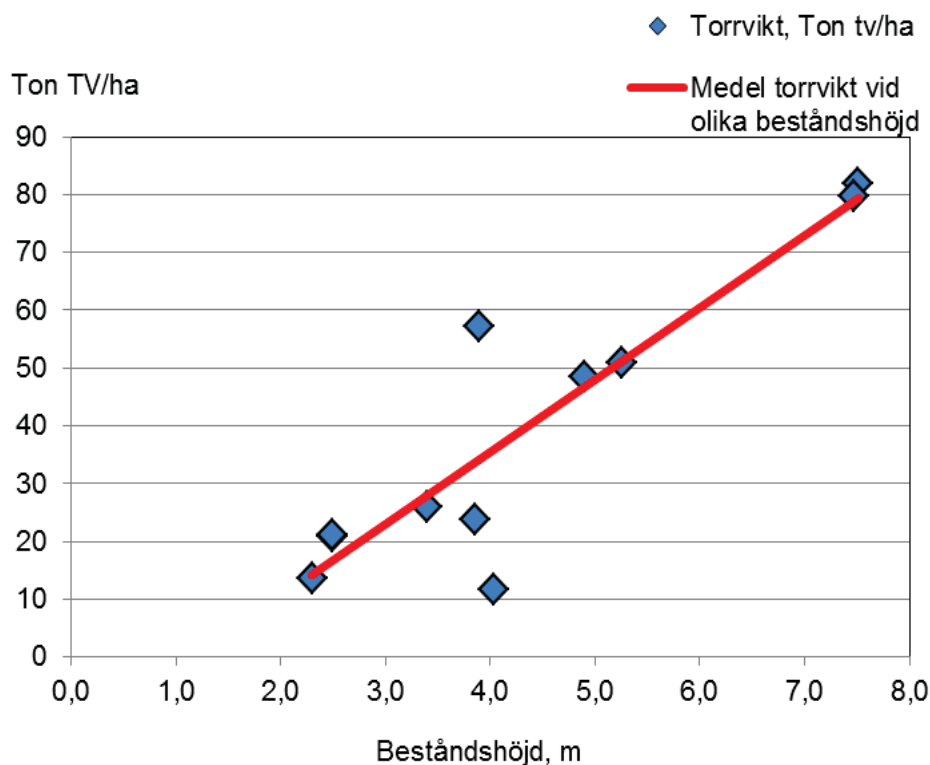
Utnyttjas korridorgallringen där den har som störst potential i klenare och tätare bestånd bör den ekonomiska potentialen öka betydligt. Detta antagande var grunden till att vi ville testa korridorgallring i en tredje studie i hybridasp. Maskinvalet kunde som sagt varit betydligt bättre i denna studie och eftersom framryckningshastigheten endast var drygt 2 m/min och maskinkostnaden 1 200 kr/h var avverkningskostnaden föga imponerande 730 kr/Mwh (ersättningen för sortimentet är ca 170 kr fritt industri) eller 20 000 kr/ha, Tabell 9.

Tabell 9.
Ekonomisk kalkyl för korridorgallring med gallringsskördare i
3 årigt hybridaspbestånd.

Ekonomisk kalkyl	
Torrsvikt Ton/ha	25
Uttag i stråk Mwh/m (60 %)	0,022
Uttag i stråk Mwh/m (90 %)	0,033
Produktion (Mwh/h)	1,65
Kostnad stråkskördare kr/h	1 200
Kostnad per Mwh (kr/Mwh)	727
Skotningskostnad kr/Mwh	35
Vidaretransportkostnad kr/Mwh	70
Intäkt fritt industri kr/Mwh	170
Sönderdelning kr/Mwh	10

Ska man använda metoden måste ny teknik utvecklas som anpassats för kontinuerlig framryckning i stråken.

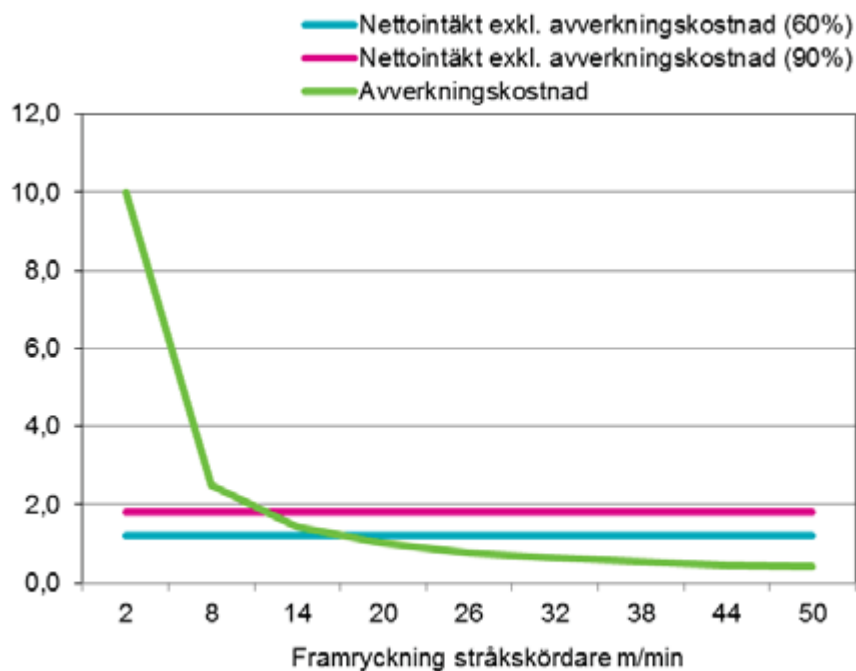
Uttag av biobränsle i korridorer har utvärderats tidigare (Rytter m.fl., 2006). Rytter visade bl.a. på potentialen vad avser möjlig uttagsvolym i täta lövdominerade lövungskogar. I utvärderingen mättes ett antal oröjda lövbestånd, vilket visade att det fanns en tydlig koppling mellan trädhöjd och biomassa per hektar, Figur 9. Givetvis påverkas biomassavolymen även av stamantalet men studierna visade att så länge det är oröjt kan man förvänta sig höga volymer biomassa.



Figur 9.
Förhållande mellan biomassavolym och beståndshöjd i öröjda lövbestånd (Rytter, 2006).

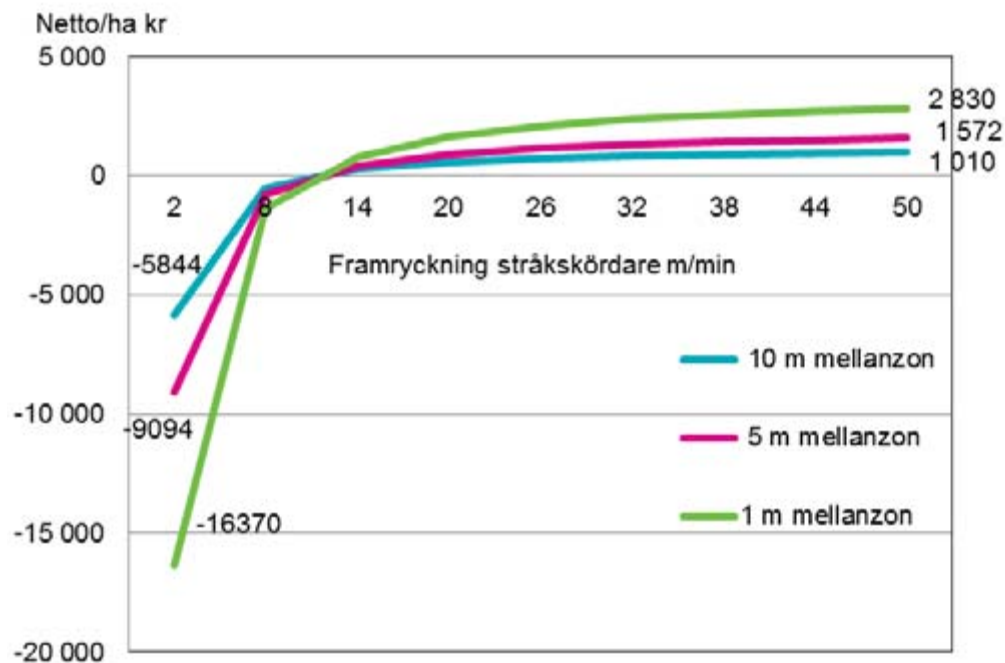
Att sträva efter maximal biomassaproduktion genom att inte röja skapar problem vid försörjningen av den övriga skogsindustrin med massa- och timmersortiment. Potentialen för produktion av biomassa för uttag av energisortiment i ungskog är ändå stor om man utnyttjar de arealer som lämpar sig för odling av t.ex. hybridasp eller utnyttjar rektangulära förband där bioenergiproduktionen sker i framtida korridorer, Bilaga 2. Dessa alternativa skötselsystem kräver en annan maskinpark med kontinuerlig framryckning i korridorerna och helst breddavverkande aggregat. Den ekonomiska potentialen för avverkning av biomassaproduktion för energiuttag i hela bestånd (hybridasp etc.) respektive rektangulära förband med bioenergiproduktion i de framtida korridorerna visas i Figur 10 och 11. Avverkningen antas att utföras vid 4,5 m medelhöjd, vilket enligt Figur 9 skulle ge 40 ton tv/ha (omräknat i stråkytorna för det skötselalternativet).

I analysen användes förutsättningarna i Tabell 9. I studien av avverkningen i hybridaspförsöket var stråkarealen 79 % men uttaget i stråken var endast 60 % beroende på att delar av stamvolymen kapades vid ackumuleringen och lämnades i korridorerna. I kalkylerna bakom Figur 9 finns därför resultatet av 60 % uttag jämfört med att 90 % av volymen skulle kunna tas ut. Figur 10 visar att framryckningshastigheten för en stråkavverkningsmaskin måste uppnå 15 m/min om uttaget endast är 60 % av volymen i korridorerna och 11 m/min om 90 % av volymen kan fångas.



Figur 10.
"Break even" vid olika uttagsvolym i stråken.

Med de antaganden som gjorts i denna analys krävs att framryckningshastigheten för stråkröjaren överstiger 13 m/min för att metoderna ska ge ett positivt netto per hektar, Figur 10. I hybridaspförsöket var avståndet mellan stråken 1 meter medan ett skötselsystem med radförband skulle innebära 5–10 m mellanzoner. Nettot blir högre ju större uttaget per hektar är förutsatt att maskinen kan avverka snabbare än 13 m/min, Figur 10.



Figur 11.
Netto per hektar vid olika framryckningshastigheter för en framtida maskin, samt för olika skötselalternativ-/uttagsintensitet.

Diskussion

Korridorgallring innebär att 100 % av uttaget är tvingande i stickvägar och stråk. Chansen är liten att påverka kvaliteten vid åtgärden, vilket är ett viktigt syfte med en selektiv gallring. Tanken är dock att huvudstammar ska röjas fram selektivt i mellanzonerna, och att röjning även kan göras vid andra tillfällen. Studier har också visat att möjligheten för att påverka kvaliteten tidigt är begränsad (Pettersson, 2001). Avståndet mellan stråken kan till viss del anpassas efter hur stamtätt beståndet är men är tanken att stickvägarna ska kunna utnyttas i framtida gallringar så måste man ändå ta hänsyn till detta så att avståndet mellan inte stickvägarna inte blir större än att de går att använda vid en andra gallring.

I bestånd med 3 000–10 000 stammar per hektar är 1–2 stråk lämpligt mellan stickvägarna. Detta gäller också för radförbandsmetoden där korridorerna fastslås redan vid anläggningen av beståndet. I tätare bestånd t.ex. stubbskott av hybridasp etc. kan stråken läggas betydligt tätare, i studien var avståndet i mellanzonen 1 m. Utgångsläget var 100 000 stammar/ha, vilket innebär att det kvarstår 20 000 stammar/ha efter korridorgallringen. En friställning av huvudstammarna är nödvändig för att få en maximal diametertillväxt.

Korridorgallringen kan innebära ett lägre uttag per hektar, men det uppvägs av en högre gallringskvot i korridorerna än i den selektivt gallrade mellanzonen. Det största hindret för korridorgallring är förutom att ändra på traditionstyngda skötselmodeller är också tillgänglig teknik. Maskinerna som användes i studien var inte tillräckligt effektiva för att ge maximal prestationsökning vid korridorgallring. I de två första var det framför allt grov medelstamvolym som var begränsande för korridormetoden, men i tidigare studier har aggregat utan kvistningsfunktion gett sämre prestation än kvistande aggregat (Wide, 2009). I hybridaspförsöket var studiemaskinen ”helt fel”.

Framryckningshastigheten var för låg för den här typen av bestånd och i och med att förbandet mellan korridorerna var mycket tätt, så innebär detta ett stort minusresultat per hektar. Skotningen studerades inte vid studierna. I de två första studierna förväntades inte skotningen påverkas av metodval, eftersom stickvägsavståndet och uttagsvolymerna var relativt lika mellan studieleden. I tätare klenare bestånd måste problematiken med skotningen lösas om metoden ska kunna användas i större skala. Några frågeställningar är hur virket ska läggas längs korridorerna, och om skotningen kan integreras med avverkingen t.ex. med en bränsledrivare eller med en beståndsgående flisare. När det gäller skördaraggregatet är det nödvändigt med ett aggregat som arbetar snabbt nog för att medge kontinuerlig framryckning. Ett breddavverkande aggregat skulle vara att föredra. I dagsläget finns viss utveckling åt det hållet på marknaden men ännu ingen uppenbar slutlig lösning.

Slutsatser

- Korridorgallringen var i studie 1 och 2 effektivare än selektiv gallring delvis beroende av mindre kranarbete, delvis beroende av en högre gallringskvot.
- Allt tyder på att vinsterna med korridormetoden är större i klenare och stamtätare bestånd (där den selektiva metoden blir svårare/dyrare).
- Klenare bestånd innebär också en större andel flerträdsavverkade stammar, vilket ytterligare skulle gynna korridorgallringsmetoden.
- I ett framtida skötselsystem bör biomassaproduktion i unga skogar göras i radförband där energiuttaget görs i korridorer med självföryngring eller sådd av löv, snabbväxande löv och på vissa marker kan även självföryngrad tall vara lämplig, Bilaga 2.
- Målsättningen är att kunna maximera biomassaproduktionen i de framtida korridorerna samt att sträva efter att undvika avverkning av förädlad plantmaterial i förtid.
- Tekniken måste anpassas efter dessa modeller, maskinerna måste förflyttas under kontinuerlig framryckning och breddavverkande aggregat skulle vara att föredra.
- Skotningen av materialet måste utvecklas och förbättras.
- Odling av hybridasp på rätt marker och med rätt teknik kan vara ett effektivt och ekonomiskt konkurrenskraftigt alternativ för att få fram stora mängder biomassa med korta omloppstider.

Referenser

- Bergkvist, I. 2007. Stråkröjning i praktisk drift 2005–2006. Redogörelse 1. Skogforsk.
- Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av gran- och tallstudier av prestation och kvalitet i förstagallring. Skogforsk, Arbetsrapport 685.
- Bergkvist, I., Pettersson, F. & Jansson, G. 2010. Radförbandsförsök anlagda 1982–1984. Skogforsk, Uppsala.
- Brunberg, T., Lundström, L. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA skog vintern och sommaren 2009. Skogforsk, Arbetsrapport 691.
- Davidsson, A. 2002. Utvärdering av granplantering i rektangelförband jämfört med kvadratförband. Institutionen för skogsskötsel, SLU, Examensarbete 2002–2.
- Lindman, J., Näslund, B.-Å., Olsson, P. & Samuelsson, H. 1985. Radförband. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Redogörelse nr 8.
- Pettersson, F. 2001. Impact of different cleaning regimes on the development of Scots pine stands. Skogforsk. Redogörelse 4.
- Rytter, L., Bergkvist, I., Thor, M. & Lundmark, T. 2006. Uttag av biobränslen i Ungskog. Skogforsk. Arbetsrapport 611.
- Rytter, L., Stener, L.-G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd. Skogforsk, Arbetsrapport 706.
- Salminen, H. & Varmola, M. 1993. Influence of initial spacing and planting design on the development of young Scots Pine stands. *Silva Fennica*, vol. 27 nr 1.
- Ulvcrona, K., Kiljunen, N., Nilsson, U. & Ulvcrona, T. 2011. Tree mortality in *Pinus sylvestris* stands in Sweden after pre-commercial thinning at different densities and thinning heights, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26:4, 319–328
- Wide, I. 2009. Klenträdsaggregat för skogsbränsle- en marknadsöversikt. Skogforsk, Resultat nr 3.

Bilaga 1

Tidsstudiemoment

Tidsstudiemoment	Beskrivning
Körning	Tiden för förflyttning mellan uppställningsplatser.
Kranförflyttning	Tiden för att föra aggregatet till första stam och greppa den (sker förflyttning samtidigt räknas tiden ändå till kran ut).
Kapning	Tiden för rotkapning plus tiden för kranrörelse mellan stammarna vid flerträdshantering.
Notering stamdiametrar	Numeriskt värde noteras.
Notering antalet stammar i en bunt	Räknevärde noteras.
Intagning och nedläggning i stickväg	Tiden för att flytta aggregatet till stickvägskanten och lägga ner bunten.
Mittkapning	Tid för att kapa stammarna på mitten i syfte att underlätta skotningen.
Sammanföring/buntning	Tiden för förflyttning av kapade stammar och tillrättaläggning i bunten.
Röjning	Röjning av alltför klena stammar.
Övrig tid	Övrig tid och strul som inte kan kopplas till maskin eller metod och därför inte ska räknas i totaltiden.

Förslag till 6 olika skötselmodeller

Uppdragsprojekt för Sveaskog

Metod 2, 3 och 5 beräknas även för enbart uttag av stamved och därmed utan kompensationsgödsling. Metod 6: toppen kapas och därmed krävs ingen kompensationsgödsling.

TALL (T26)

1. Sådd av tall traditionell skötsel

År	Åtgärd	Stamantal per ha efter åtgärd
1	Harvning/sådd	9 000
8	Röjning	6 000
15	Röjning	2 500
35	Gallring	1 500
45	Gallring	900

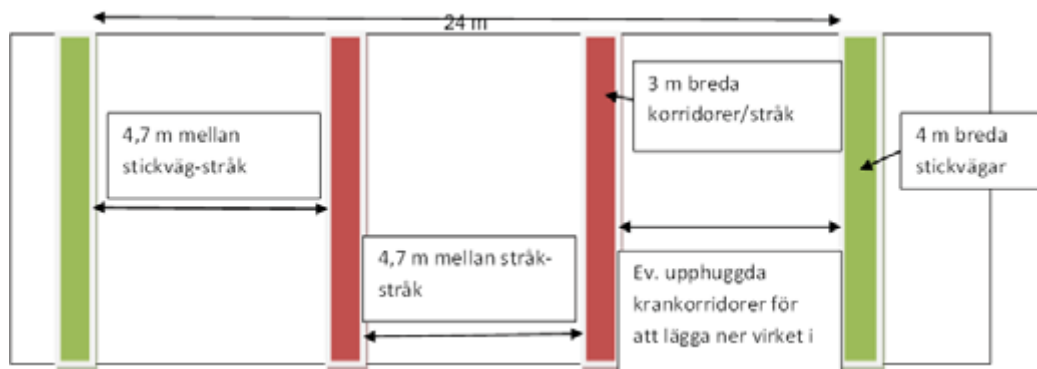
2. Sådd av tall selektivt uttag av biobränslesortiment

År	Åtgärd	Stamantal per ha efter åtgärd
1	Harvning/sådd	9 000
8	Röjning	4 500
25	Träddelsuttag	2 500
25	kompensationsgödsling	
35	Gallring	1 500
45	Gallring	900

3. Sådd av tall uttag av biobränslesortiment i korridorer

År	Åtgärd	Stamantal per ha efter åtgärd
1	Harvning/sådd	9 000
8	Röjning	5 000
25	Träddelsuttag	3 000
25	kompensationsgödsling	
35	Gallring	1 500
45	Gallring	900

- 20 m mellan stickvägarna.
- Uttag av biobränslesortiment i stickvägar/korridorer, skotningen genomförs från stickvägarna.



GRAN (G32)

4. Traditionell plantering av gran i kvadratförband och traditionell skötsel

År	Åtgärd	Stamantal per ha efter åtgärd
1	plantering	2 200
12	Röjning	2 200
25	Gallring	1 500
40	Gallring	900

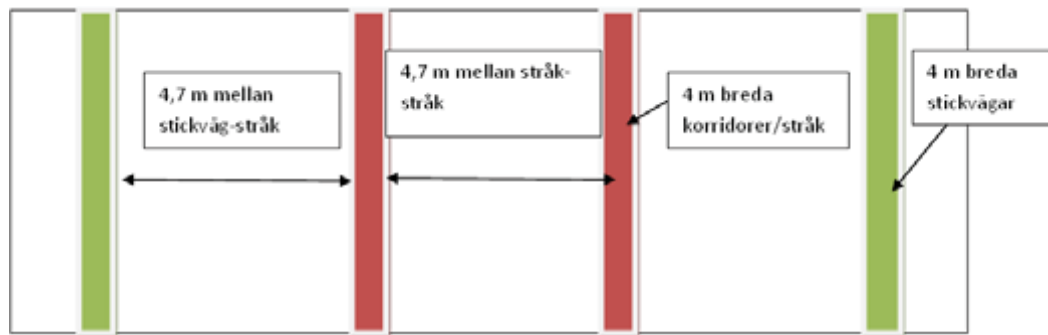
5. Plantering av gran selektivt uttag av biobränslesortiment.

År	Åtgärd	Stamantal per ha efter åtgärd
1	Plantering	2 200
10	Röjning	3 000
25	Träddelsuttag	1 500
25	kompensationsgödsling	
40	Gallring	900

6. Plantering av gran i radförband $1,5 \times 2$ m i tre rader och däremellan 4 m långfläckmark beredning (alt. harvning på hela) för NF löv.

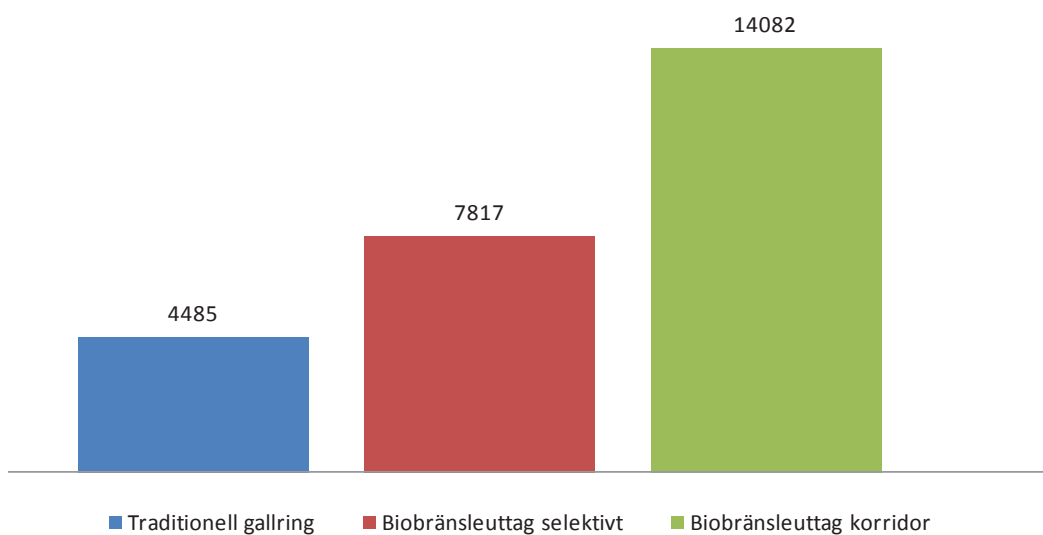
År	Åtgärd	Stamantal per ha efter åtgärd
1	Plantering	1950 plus NF löv
10	Röjning, enkelställning gran	1950 plus NF löv
20	Träddelsuttag lövstråk	1 950
25	Gallring	1 400
45	Gallring	900

- 20 m mellan stickvägarna.
- I mellanzonerna planteras 3 rader gran med förbandet $1,5 \times 2$ m ger 1 950 stammar/ha.
- I stickvägar och korridorer/stråk markbereder man för NF löv.
- Förväntat lövuppslag på fuktiga marker ca 25 000 stammar/ha, vilket ger 11 000 stammar i stickvägar/korridorer.
- Breddavverkande teknik måste tas fram samt även någon form integrerad buntning/flisningsteknik i beståndet.



Resultat

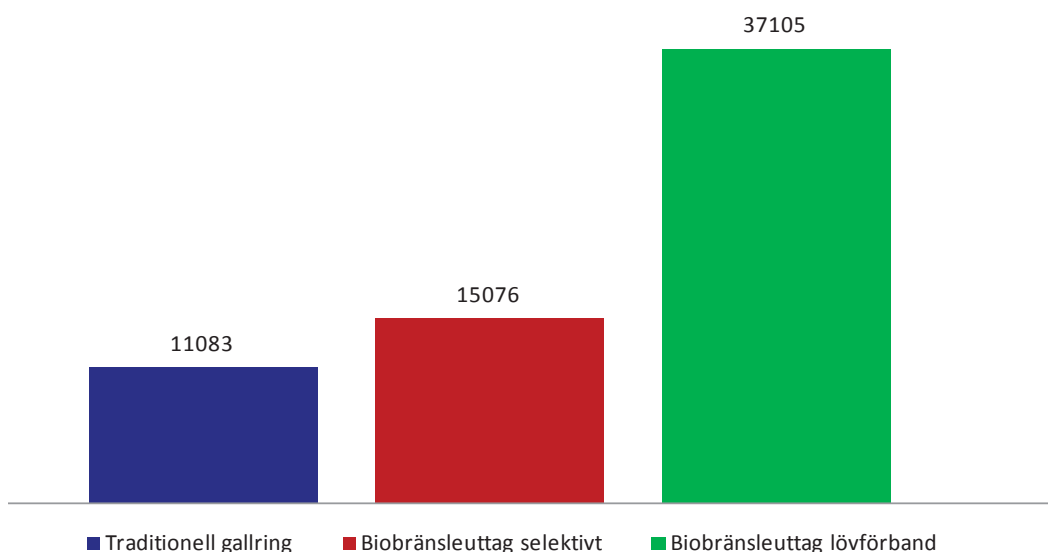
Tall, Diskonterat värde (3%), kr/ha



Figur 1.

Nuvärde för de olika skötselmodellerna i självföryngrad tall Metod 1 Traditionell gallring, Metod 2 Biobränsleutttag selektivt, Metod 3 Biobränsleutttag korridor (räknat med dagens teknik, hög potential att öka produktiviteten ytterligare med breddavverkande teknik).

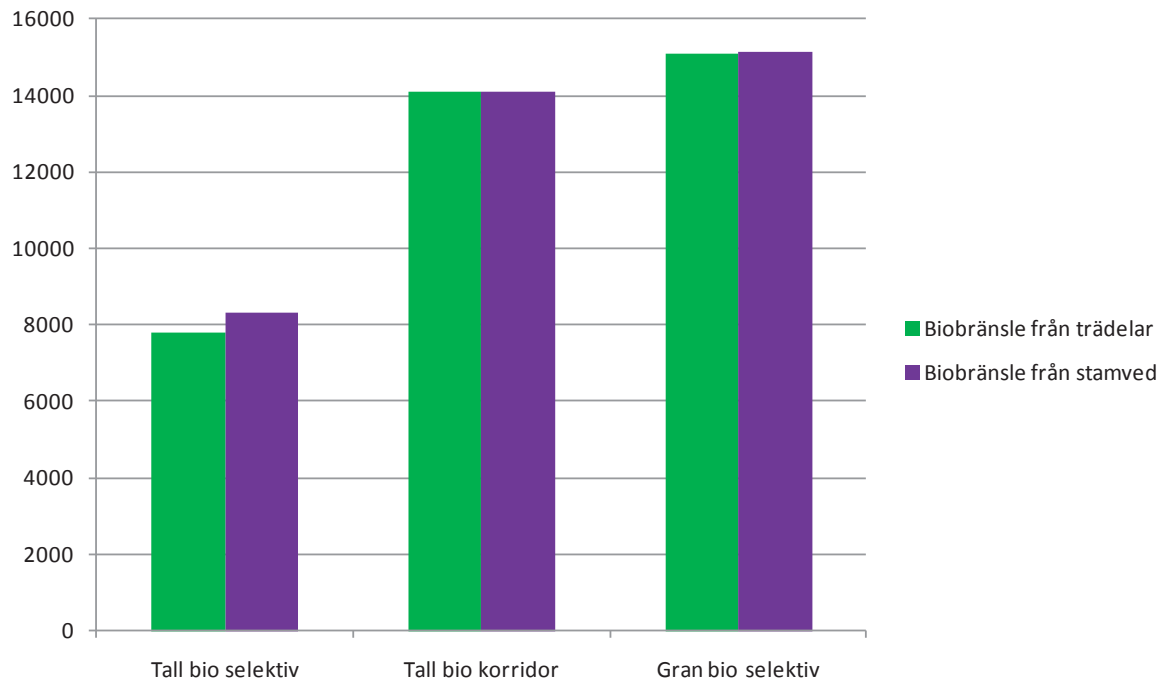
Gran, Diskonterat värde (3%), kr/ha



Figur 2.

Nuvärde för de olika skötselmodellerna i gran Metod 1 Traditionell gallring, Metod 2 Biobränsleuttag selektivt, Metod 3 Radförband gran/löv och biobränsleuttag i lövförbandet(räknat med dagens teknik, hög potential att öka produktiviteten ytterligare med breddavverkande teknik).

En frågeställning från Sveaskog var om det verkligen lönar sig att ta ut grot i klen skog. Metoderna med biobränsleuttag av gran/tall beräknades därför dels för trädelsuttag (stamved plus grot), dels för endast stamved (ca 3 cm toppdiameter). Lövalternativet (metod 6) beräknades endast med bara stamvolymen (minimal grotvolum och toppen kan lika gärna kapas för en enklare hantering i terräng- och vidaretransport). Trädelsalternativet ger en högre uttagsvolym men belastas av dyrare avverkning, dyrare transport samt behov av kompensationsgödsling. Dessutom kan stamvedsalternativet antas vara något mer energitätt pga hög stamvedsandel. Resultatet kan ses i Figur 3 nedan och nuvärdet är i stort sett detsamma mellan metoderna. Stamvedsalternativet har då fördelar ur ett miljöperspektiv både vad avser markpåverkan då groten kan användas att köra på och en energikrävande gödslingsåtgärd kan undvikas.

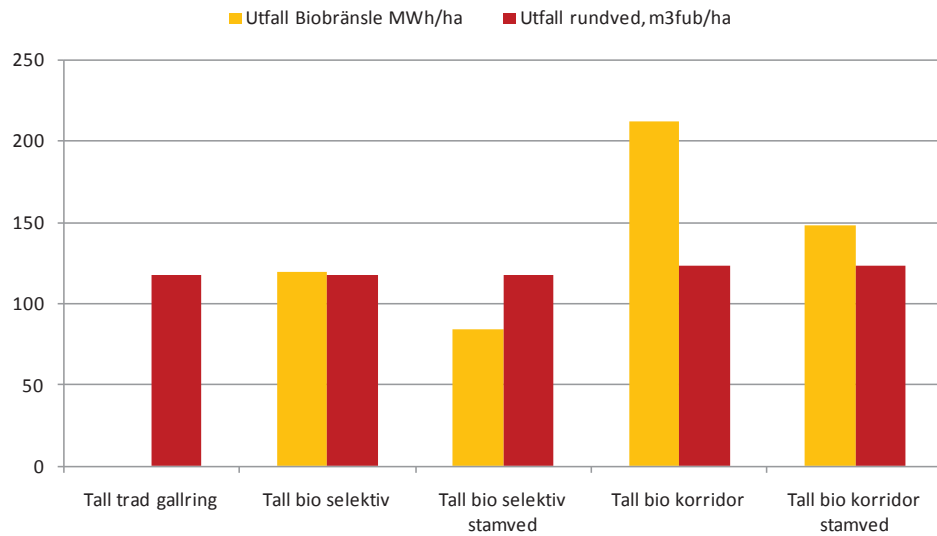


Figur 3.
Skillnader i nuvärde mellan att ta ut trädelar eller enbart stam vid biobränsleuttaget.

Tidigare studier av stråkröjning och radförband har visat att kvalitet och tillväxt påverkas mycket lite eller inte alls av icke kvadratiske förband. Ett flertal studier har påvisat att placeringen av stammarna i beståndet inte har någon betydelse utan att det främst är antalet stammar som påverkar, och då framför allt genom att det måste finnas tillräckligt med stammar för att utnyttja markens produktionsförmåga. Flera studier visar dessutom på att det finns fördelar med att hålla tallbestånden täta (ca 4 500 stammar/ha) upp till någorlunda älgfri höjd.

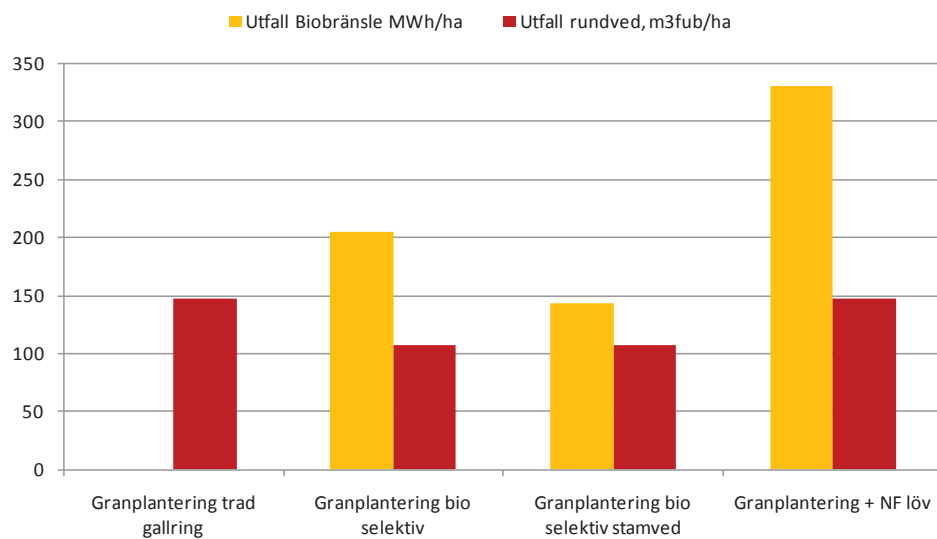
Sammanfattningsvis borde tätare ungskogar (dock inte oröjda!) kunna utnyttjas för att öka utnyttjandet av markens produktionsförmåga genom tidiga uttag av biobränsle utan att minska utfallet i den senare rundvedsgallringen nämnvärt, Figur 4 och 5. Bränslesortimentet är redovisat i MWh. Utfallet av biobränsle i m³f är ungefär hälften av detta, vilket medför att ett tidigt uttag av ett biosortiment skulle innebära ca 50 % högre volymsutfall fram till andragallringen i de simulerade bestånden. Det återstår självfallet att verifiera denna teori i praktiken men täta ungskogar (tall) och tidiga uttag av biobränsle på Sveaskogs marker tyder på att markerna tål ett betydligt högre volymsuttag än vad man tidigare trott, och det finns ju alltid möjlighet att produktionsgödsla dessa bestånd.

Sortimentsutfall Tall



Figur 4.
Sortiments och volymutfall i de olika metoderna i tallsådd.

Sortimentsutfall Gran



Figur 5.
Sortiments och volymutfall i de olika metoderna i gran plantering samt gran/NF löv.

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 mätthöjd, 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.
2011	
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. Spårdjup 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. 8 s.
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 Forwarder. 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.
Nr 751	Mohtashami, S. 2011. Planning forest routes for silvicultural activities using GIS based techniques – A case study of Selesjö in Östergötland, Sweden. 39 p.
Nr 752	Bergkvist, I. & Fogdestam, N. 2011. Slutrapport – Teknik och metoder vid energiuttag i korridorer. 28 s.
Nr 753	Westlund, K., Jönsson, P., Flisberg, P. & Rönnqvist, M. 2011. Skotningsplanering – SPORRE- och GROTsporreprojektet. 22 s.

Nr 754	Sjöström, L. 2011. Fukthaltsmätning av skogsbränsle – Genomgång av tekniska principer och översikt av marknadsförda utrustningar.
Nr 755	Eliasson, L. & Lundström, H. 2011. Skotning av färsk och hyggestorkad grot variabelt lastutrymme. 10 s.
Nr 756	Möller, J.J., Arlinger, J., Barth, A., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2011. Ett system för beräkning och återföring av skördarbaserad information till skogliga register och planeringssystem. 56 s.
Nr 757	Hannrup, B., Bhuiyan, N. & Möller, J.J. 2011. Utvärdering av ett system för beräkning och återföring av skördarbaserad information till skogliga register och planeringssystem. 72 s.