



Institutionen för skogens produkter och marknader

**Bioenergi från röjningsgallringar
– en jämförande studie av fyra flödeskedjor
från avlägg till förbrukare**

Christoffer Andersson



Institutionen för skogens produkter och marknader

**Bioenergi från röjningsgallringar
– en jämförande studie av fyra flödeskedjor
från avlägg till förbrukare**

Christoffer Andersson

*Examensarbete 20 poäng, C-nivå i ämnet skogshushållning
Christoffer Andersson, skogsvetarprogrammet 97/01*

Handledare: Anders Roos

SAMMANFATTNING

När den nya skogsvårdslagen trädde i kraft 1994 släpptes kravet på röjningsplikt. Sedan dess har det akuta röjningsbehovet ökat med runt 100 000 hektar varje år. Under senare år har prisbilden på energisortiment stigit så kraftigt att den kan mäta sig med massavedens. Den högre prisbilden på bränsle och det ackumulerade röjningsbehovet ger en ny marknadsnisch med sina egna ekonomiska, tekniska och miljömässiga ramar. Det pågår också samtidigt en utveckling av tekniker för att åtgärda de stora arealerna eftersatta röjningar. Denna studie bygger på biobränsle från helträdsuttag från mekaniserade röjningsgällringar. Studien behandlar olika strategier för hantering av biobränslet från avlägg vid väg till portarna hos bränsleförbrukaren, vanligen en värmeanläggning.

Syftet med arbetet var att genom jämförelse av olika flödeskedjor för vägtransport, lagring och flisning, tydliggöra deras ekonomiska och operativa för- och nackdelar. Fyra olika typer av flödeskedjor har ingått i studien.

Konsumtionen av bränsleflis är kraftigt snedfördelad över året varför en uppskattning av minsta lagernivå för att försörjningsarbetet skall hållas på en konstant nivå ingår i studien.

Resultaten visar att en flödeskedja med flisning vid avlägg och direkttransport till kraftverk ger de lägsta direkta produktionskostnaderna, denna kedja saknar terminalhantering. Flödeskedjor med terminalhantering ger emellertid möjlighet att ta hänsyn till säsongsvariationer i bränslebehov, leveranssäkerhet vid besvärlig väderlek samt möjlighet att undvika indirekta kostnader som vägslitage under källossning. En kombination med 75 % av årsbehovet från direkttransportkedjan och 25 % av årsbehovet från kedjor med terminalhantering ger låg kostnad och hög produktionsstabilitet. Kombinationen ger en kostnadsökning av 3 % eller 5 % beroende på val av flisningsteknik, jämfört med uteslutande direkttransport. Detta system kombinerar således kostnadseffektivitet med robusthet i kedjan.

SUMMARY

When the Swedish Forestry Act was changed in 1994, brushing of young stands became non mandatory. Since then the annual need for brushing in the country has increased by about 100 000 hectares per year. In later years the price for biomass energy has increased to the same level as pulp wood. The high price on biomass energy and the large areas of stands in the need of brushing has created a new market with its own technical, economical and environmental conditions. There is a development of various techniques to manage the forestry stands with late brushing.

The purpose of the study is to assess the strategical and operative consequences of four different supply chains, which handle biomass energy from mechanised brushing to the landing at the gates of the heating plant.

The demand on biomass energy is strongly correlated to the cold season of the year. In order to keep a steady supply flow a minimal level of storage was assessed.

The results show that a supply chain with chipping at the landing and transport straight to the heating plant has the lowest cost. This supply chain has no easily accessible storage. Supply chains with terminal chipping has the ability to meet fluxes due to seasonal changes, bad weather and it to minimise road damage during thawing of frozen gravel roads. A supply system based on a combination of 75 % of the yearly demand from the cheapest supply chain and 25 % of the yearly demand from a system with storage capacity, gives a low cost and high stability in production. Compared with the cheapest supply chain, the combined system gives an increase in the total cost of only 3 % or 5 % depending on the technique used for chipping.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	2
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
1 INLEDNING	5
1.1 Omvärldsanalys	5
1.2 Beskrivning av markägare och flisförbrukare	6
Markägaren	6
Flisförbrukaren	6
1.3 Tidigare forskning	7
Terminalhantering, flisning och lagringsproblematik	7
Kostnader och systemutveckling för röjningsgallringar	8
Tillgången på biomassa i röjningsgallringar	8
Röjningsgallringens effekt på skogsvård och miljö	9
2 SYFTE	10
3 MATERIAL OCH METODER	10
3.1 Teoretisk bakgrund	10
3.2 Metod, De fyra scenarierna	11
3.2.1 Beskrivning av flödet i de olika scenarierna	13
Scenario 1	14
Scenario 2	15
Scenario 3	16
Scenario 4	16
3.2.2 Beskrivning av delmomenten och deras kostnader	17
Flerträdsavverkning och terrängtransport	17
Flisning vid avlägg	17
Transport av flis från avlägg till förbrukare	17
Transport av oflisat material från avlägg till terminal	17
Transport av flis från terminal till förbrukare	17
Hantering lagring och flisning vid terminal	18
Terminallagring av flisat material	18
3.3 Relativ kostnadsandel för scenariegemensamma kostnader	18
3.4 Lagerandelen av en normalårsförbrukning som krävs för att hålla en jämn tillförselnivå	18
3.5 Relativa kostnader för ett bränslesystem baserat på ett enda scenario eller en kombination av två scenarier	19
3.6 Beräkningsunderlag och dataursprung	19
4 RESULTAT	20
4.1 Resultat för de fyra alternativen	20
4.1.1 Scenario 1	21
4.1.2 Scenario 2	21
4.1.3 Scenario 3	21
4.1.4 Scenario 4	21
4.2 Relativ kostnadsandel för scenariegemensamma kostnader	21
4.3 Lagerandelen av en normalårsförbrukning som krävs för att hålla en jämn tillförselnivå	22

4.4	Relativa kostnader för ett försörjningssystem baserat på ett enda scenario eller en kombination av två scenarier.....	24
5	DISKUSSION	25
5.1	Jämförelser av de fyra scenarierna	25
5.2	Bränsleförsörjningssystemet ur en storskalig bränsleproducents perspektiv.....	26
5.3	Bränsle från maskinell röjningsgallring, alternativ och framtid.	26
5.4	Slutsats	27
	REFERENSER.....	27
	Tryckt Material.....	27
	Otryckt Material	28
	Internet	28
	BILAGOR	29

1 INLEDNING

1.1 Omvärldsanalys

År 1980 svarade trädbränslen för en obetydlig andel av all insatt energi i fjärrvärme, medan andelen trädbränslen år 2001 var högst signifikant, cirka 25 %. Från de prognoser och scenarier som finns tillgängliga kan man dra slutsatsen att den positiva trenden för användningen av biobränslen, framförallt skogsbränslen, kan väntas fortsätta även i ett framtida perspektiv. Dels förväntas en fortsatt utbyggnad av fjärrvärme, till stor del baserad på trädbränslen, dels kan man förvänta sig en kraftig ökning av användningen inom andra samhällssektorer. (Hällgren 2004)

Fjärrvärmeverkens betalningsförmåga för bränsle har även ökat eftersom många anläggningar byggts om till kraftvärmeverk där ca 25 % av energin kan säljas som el, vilket har ett betydligt högre värde än varmvatten för uppvärmning av byggnader (Anon. 2003).

Prisbilden på energisortiment från skogen har stigit så högt att det kan löna sig att sälja virke som skogsbränsle istället för massaved. Bränslemarknaden är delvis politiskt styrd. Tidigare fanns ett förbud mot att sälja massaved som energi. Idag finns i stället en skattelättnad på biobränsle jämfört med industriråvara. (Alriksson 2003, Alriksson 2002)

Redan under det tidiga 90-talets lågkonjunktur minskade röjningsaktiviteten kraftigt inom såväl bolags- som privatskogsbruket. När den nya skogsvårdslagen trädde i kraft 1994 släpptes kravet på röjningsplikt. Sedan dess har det akuta röjningsbehovet ökat med ca 100 000 hektar varje år. Hittills har röjningsbehovet uppskattats till 275 000 hektar årligen, medan den utförda röjningen de senaste åren bara legat på 150 000 – 200 000 hektar. (Alriksson 2004)

Det finns flera tänkbara anledningar till varför röjningen uteblir. En anledning är att investeringen i röjning anses för kostsam för att kunna bära sig under den tidsrymd det tar för beståndet att växa upp och ge avkastning. Ytterligare en anledning kan vara brist på arbetskraft till det fysiskt krävande, måttligt betalda och säsongsbetonade röjningsarbetet.

Den högre prisbilden på bränsle och det nya röjningsberget ger dock en ny marknadsnisch med sina egna ekonomiska tekniska och miljömässiga ramar. Det pågår en utveckling av tekniker för att åtgärda de stora arealerna eftersatta röjningar. Ett sätt kan vara att skörda biomassa för energiändamål och få en intäkt som gör röjningsinvesteringen mer attraktiv. Flödet av bioenergi från skog till panna kan lösas på flera olika sätt. Denna studie behandlar olika strategier för hanteringen av biobränslet från avlägg vid väg till portarna hos bränsleförbrukaren.

1.2 Beskrivning av markägare och flisförbrukare

Markägaren

Med markägaren avses i denna undersökning en markägare med stort innehav och med relativt hög täckningsgrad av skog inom ett område som är tillräckligt stort för att försörja minst ett värmeverk med bibränsle. Detta skulle till exempel kunna vara en regional förvaltning på ett skogsbolag. Uppgifter och förhållanden bakom studien baseras till stor del på information från Bengt Karlsson på Sveaskog i Södra Bergslagen.

En storskalig markägare har möjlighet till övergripande strategisk planering. Detta gör att affärer med liten ekonomisk marginal kan vara intressanta eftersom det egna markinnehavet gör att det går att garantera en relativt stor omsättning.

En institutionell markägare har en helhetssyn på skogsvård och långsiktiga investeringar i skogsbruket. Av olika anledning finns stora arealer med eftersatta röjningar. En mekaniserad hantering av de eftersatta bestånden och en intäkt från bränsleförsäljning, kan vara ett ekonomiskt attraktivt sätt att minska antalet stammar i de eftersatta bestånden.

Flisförbrukaren

Med flisförbrukare avses i den här undersökningen ett värmeverk eller kraftvärmeverk med en produktionskapacitet i storleksordningen 150 GW/år och därutöver. Sådana anläggningar levererar ofta fjärrvärme till samhällen och är vanligtvis placerade tätortsnära. Ursprungligen är de i de flesta fall byggda av den lokala kommunen och planerade för att hantera fossila bränslen som t.ex. olja. Idag har de flesta värmeverk och kraftvärmeverk som mål att endast använda bibränslen eftersom kommunerna kräver kretsloppsanpassning. Kraftvärmeverken kan sälja el märkt "Bra Miljöval" enligt Sveriges Naturskyddsförening till ett högre pris än el som är producerad med fossila bränslen (Fortum 2005). Produktionen av energi märkt "Bra Miljöval" utesluter fossila bränslen som komplement till bibränsle (SNF 2005).

För ett fjärrvärmeverk som ligger tätortsnära krävs flisat och lätthanterligt bränsle eftersom egen flisning orsakar buller, som inte tillåts i tätbebyggda områden. De flesta värmeverk har även liten lagringskapacitet, eftersom de är omgivna av annan bebyggelse. Efterfrågan på energi är klart högre på vintern medan produktionen av bibränsle sker kontinuerligt. Detta leder till en flödes- och lagringsproblematik där terminalhantering kan vara en lösning.

1.3 Tidigare forskning

Terminalhantering, flisning och lagringsproblematik

Terminalhantering gör att en flödeskedja för en produkt får fler kostnadsmoment. Flera olika delmoment för en terminal med flisning av skogsbränsle kan skapa ett system som är känsligt för störningar. Ett mer komplext system har större benägenhet att råka ut för ställtider som exempelvis väntetider för lastbilar. Flera system för flisning, krossning, lastning och vidaretransport har studerats av Asikainen. Han kom fram till att ett system med flisare, hjullastare och flisbil med möjlighet att dra släp är en bra och robust kombination av maskiner. (Asikainen 1998)

På Skogforsk har det utförts studier av sönderdelning av olika material med stor flistugg i terminalsystem. Studien har utförts med Bruks 1004 CT som är en stor flisare för terminalflisning. En storskalig flisning ger en betydligt lägre flisningskostnad än mindre och mer mobila aggregat. Jämfört med krossning ger flisning en bättre bränsle kvalitet och en jämförbart låg kostnad. Många bränsleförbrukare accepterar dessutom endast flis p.g.a. kvalitetskrav och eftersom mataranläggningar ofta inte är anpassade för de stickor som kan finnas i det krossade bränslet. (Brunberg 1998)

Biobränslet produceras i skogen under hela året. Efterfrågan på energi har en klar snedfördelning till det kyliga halvåret. Detta medför att en lagring är oundviklig. Lehtikangas beskriver lagringsplatser och vanliga problem för terminaler vid lagring av träbränsle. Hon beskriver även olika försök att mäta substansförluster hos bränslet olika bränsletyper, sönderdelningsformer och lagringssätt. Ej sönderdelat material har en låg biologisk nedbrytning för ett års lagring, medan flis har en hög biologisk nedbrytning. Om det är möjligt bör man undvika att förvara stora mängder sönderdelat material. (Lehtikangas 1998)

På Skogforsk genomfördes en intervjustudie med företrädare för 25 värmeverk i syfte att få en bild av hur kunderna bedömer råvarans kvalitet. Tre viktiga egenskaper för bränslet är fukthalt, föroreningar och fraktionsfördelning. Bränslet bedöms i de flesta fall vara lagom torrt men kan i vissa fall vara alltför torrt, vilket kan ge miljöproblem vid förbränningen och dessutom sämre energiutbyte vid rökgaskondensering. Ett alltför torrt bränsle bör blandas med våtare material. Många värmeverk har problem med föroreningar som medför slaggbildning i förbränningsanläggningarna och större mängder aska. Flisat bränsle är nästan garanterat fritt från föroreningar eftersom grus etc. ger problem redan vid flisningen. En ojämn fraktionsfördelning kan ge problem i hantering och förbränning. Sammantaget kan sägas att ett bränsle fritt från föroreningar och med en kundanpassad jämn kvalitet har ett mervärde för värmeverken. (Erikson 1998)

Kostnader och systemutveckling för röjningsgallringar

I ungskogar är kostnaden för fällning och sammanförning med befintlig teknik relativt hög. I en studie från Högskolan i Dalarna har det ekonomiska utfallet från 11 olika system med skörd och drivning simulerats och analyserats. Studien visade att vid klena dimensioner är motormanuell fällning och manuell sammanförning billigast, men metoden har begränsad tillämpbarhet p.g.a. arbetstyngd och känslighet för snö mm. Maskinella system som är med i den studien är t.ex. ackumulerande flerträdsaggregat, konventionell skördare, skördare/buntare och motormanuell fällning. Terrängtransporten skedde med risanpassad skotare, gripsågskotare och tre typer av beståndsgående flisare. Systemen visade positivt drivningsnetto utan flyttkostnader från ca 4,5 cm Dbh i björkbestånd och ca 5,5 cm Dbh i tallbestånd. (Gullberg 2000)

Tekniken med att klippa och ackumulera stammar är ny och fortsatt utveckling behöver ske med avseende på teknik, metod och traktval. Metoden är lämpligast i bestånd av tall och löv (Karlsson 2002). Ett konventionellt skördaraggregat som knäcker kvistarna istället för att skära av dem ger en rationell drivning och vidaretransport men kostnaden blir för hög om medelstammens diameter är liten (Karlsson 2002). Kostnaderna för avverkning och terrängtransport härrör från försök med flerträdsackumulerandefällaggregat av typ Timberjack720 i tallbestånd (Karlsson 2002). Terrängtransporten i studien har gjorts med en anpassad skotare. Et alternativ kunde ha varit att utnyttja en beståndsgående flisare, men dessa ekipage är för tunga och kan ge markskador i ungskogen (Karlsson 2002).

Björn Vikinge har studerat trädbränsleuttag i gallring där energiuttag varit ett komplement till massavedsuttag. Studien inbegriper ett flertal olika avverknings och transportsystem, ett system med maskinell avverkning, skotning och vägtransport av helträd till en sönderdelningsplats finns representerat. Studien visar att energived kan vara ett lämpligt komplement till massavedsuttag, eftersom hanteringen förenklas och virkesutbytet blir högre. (Vikinge 1999) Studien bygger på bestånd med en grövre medelstam än de bestånd som utgör grunden för kostnadsberäkningarna nedan.

Ett annat sätt att sänka kostnaden för röjning kan vara att röja smala gator genom beståndet med en maskin som inte tar tillvara bränslet. En sådan teknik ingår inte i studien.

Tillgången på biomassa i röjningsgallringar.

Från skogsorganisationen kommer alarmerande uppgifter om det s.k. röjningsberget (Alriksson 2004). Hur stora tillgångarna på biomassa är i ungskog har studerats vid Högskolan i Dalarna. Studien bygger på data från riksskogstaxeringen från Dalarnas och Gävleborgs län från åren 1993 till 1997. Bestånd som kan vara aktuella har en höjd av 6-12 m och ett stamantal på 3100 stammar med mer än 4 cm i brösthöjdsdiameter. Detta representerar bestånd som bör åtgärdas innan det är dags för en konventionell förstagallring. Den totala biomassan för dessa bestånd var 12,01 milj. m³sk. Dessa bestånd skulle vid 35 % uttag ge ca 12.48 ton TS per hektar för en total areal av 0,148 milj. hektar. Av ungskogarna i området var 63 % oröjda. (Liss m.fl.2000) Detta utgör en stor biobränsleresurs för kostnadseffektiv teknik.

Röjningsgallringens effekt på skogsvård och miljö

Produktionsmässiga fördelar

Skoglig produktionsforskning har visat att röjning normalt är en kostnadspost som skall förräntas i ca 60-70 år innan investeringen kan realiseras vid senare gallringar och slutavverkning. Om det går att få en intäkt på en tidig åtgärd kan det avsevärt hjälpa upp kalkylen för beståndets ekonomiska nuvärde. Detta gäller vare sig det blir ett överskott eller bara ett mindre negativt netto.

Ofta är en mekaniserad form av röjning det enda realistiska alternativet eftersom det kan vara svårt att få arbetskraft till skogsvårdsarbete. Den arbetskraft som finns går oftast till nyplantering som är högre prioriterat. (Karlsson 2002)

Produktionsmässiga nackdelar

Uttag av bränsleflis kan ge tillväxtförluster i bestånden. Uttag av ris och toppar tar bort kväve från beståndet vilket ger tillväxtförluster (Mattsson 1999). Dessa volymförluster kan påverka omloppstiden och volymavkastningen för beståndet. För bestånd som ej röjts och är ca 5-9 m och har många tusen stammar per hektar, är det ekonomiskt bättre att reducera antalet stammar vid en dyr röjning än vid en senare gagnvirkesgallring med tillhörande toppbrottsproblematik. (Karlsson 2002)

Kvaliteten på röjningen kan bli sämre vid mekaniserad röjning än vid motormanuell röjning eftersom maskinföraren har sämre precision vid urvalet än den manuella röjaren har. En maskin med ett kranstyrt aggregat ger mer skador på kvarvarande bestånd än en motormanuell arbetare gör. (Gullberg 1998)

När väl de eftersatta röjningsbestånden finns, kan mekaniserad röjning vara det bästa och ibland det enda realistiska alternativet. Det är därmed inte sagt att det är den bästa skogsskötselstrategin. (Karlsson 2002)

Miljömässiga överväganden

Ur biodiversitetssynpunkt ger röjningsflis inga ytterligare miljömässiga nackdelar än övrigt skogsbruk. De bestånd som kan vara aktuella kan omöjligen innehålla några skyddsvärda gamla biotoper. Sediment och näringsutlakning till vattendrag lär inte heller vara aktuellt eftersom det finns en växande grönmassa som binder det som frigörs vid bränsleuttagen

2 SYFTE

I arbetet behandlas flödeskedjan från avlägg till förbrukare för biobränsle från mekaniserade röjningsgallringar.

Syfte 1

Syftet med arbetet var att genom jämförelse av olika handlingsalternativ (scenarier) för vägtransport, lagring och flisning tydliggöra deras ekonomiska och operativa för- och nackdelar.

Syfte 2

Jämförelse av de relativa kostnadsposterna för de två effektivaste scenarierna

Syfte 3

En uppskattning av minsta lagernivå för att försörjningen skall hållas på en konstant nivå. Bakgrunden är att konsumtionen av bränsleflis är kraftigt snedfördelad över året.

3 MATERIAL OCH METODER

3.1 Teoretisk bakgrund

Grunden för transportekonomi är en uppdelning av rörliga och fasta kostnader (Lumsden 1998). Att kostnader som är bundna till sträckor och volymer är rörliga är enkelt att fastställa. Investeringar i fasta anläggningar som en terminal ses oftast som en fast kostnad. Denna kostnad kan emellertid räknas som rörlig beroende på vilket tidsperspektiv eller omsättningsperspektiv som kalkylen sträcker sig över. För en livslängd för en maskin eller en anläggning är alla kostnader rörliga när de slås ut på produktionsmängden för hela livslängden (Lumsden 1998). Avskrivningstiden för en investering bör motsvara en garanterad livslängd. Fem år är en vanlig avskrivningstid för investeringar. I studien är avskrivningstiden fem år, vilket innebär att exempelvis terminalinvesteringar slås ut på fem årsvolymen för att kunna räknas som en rörlig kostnad. När det gäller det uppdämda röjningsbehovet är en planerad åtgärd inom fem år rimlig eftersom bestånden riskerar att utvecklas till problembestand med stor risk för snöbrott vid en ännu senare åtgärd. För bränslemarknaden idag är det rimligt att göra strategiska planer för maximalt fem år. Biobränslemarkanden har snäva ekonomiska marginaler och påverkas kraftigt av politiska beslut om t.ex. grön skatteväxling för el från biobränslen eller förbud att bränna flis och virke som är möjligt att göra pappersmassa av.

För att kunna föra över alla kostnader för en terminalinvestering till rörliga kostnader behöver man veta terminalens omsättningsstorlek. Luleå Tekniska Universitet har gjort studier över optimala upptagningsområden för sågverksindustri (Fohlin och Silver 1997). Ett sågverk är nära analogt med en terminal som tar emot hela röjningsstammar och omvandlar dem till flis. Teoribildningen med hexagonala optimala upptagningsområden har använts för att fastställa ett näroptimalt upptagningsområde för en flisningsterminal. Ingångsvariabler till ekvationerna är exempelvis anläggningskostnader för terminalen, flisningskostnad, transportkostnader för hela röjningsstammar och tätheten på resursen i landskapet. Tillgången på biomassa från ungsogor i bergslagen finns beskriven i studier vid Högskolan i Dalarna (Liss 2000).

Upptagningsområdet för ett värmeverk skiljer sig från upptagningsområdet för en terminal. Ett värmeverk har ett mycket större och mer individuellt upptagningsområde och påverkas mer av verkets närhet till ickeproduktiva stora områden som t.ex. Mälaren och Vänern. Strukturen av möjliga storskaliga bränslekonsumenter är heller inte speciellt dynamisk, en fjärrvärme- producent måste ligga nära de befintliga samhällena. Aktörer kan försvinna och nya kan tillkomma men helheten kan knappast omdistribueras på ett optimalt sätt. Ett vanligt förekommande medeltransportavstånd för direkttransport av biobränsle till förbrukare i södra bergslagen är ca 70 km (Granberg 2003). Med tanke på att strukturen inte är speciellt dynamisk och att den rena kilometerkostnaden för en flisbil är låg är det relevant att använda ett erfarenhetsmässigt medeltransportavstånd.

3.2 Metod, De fyra scenarierna

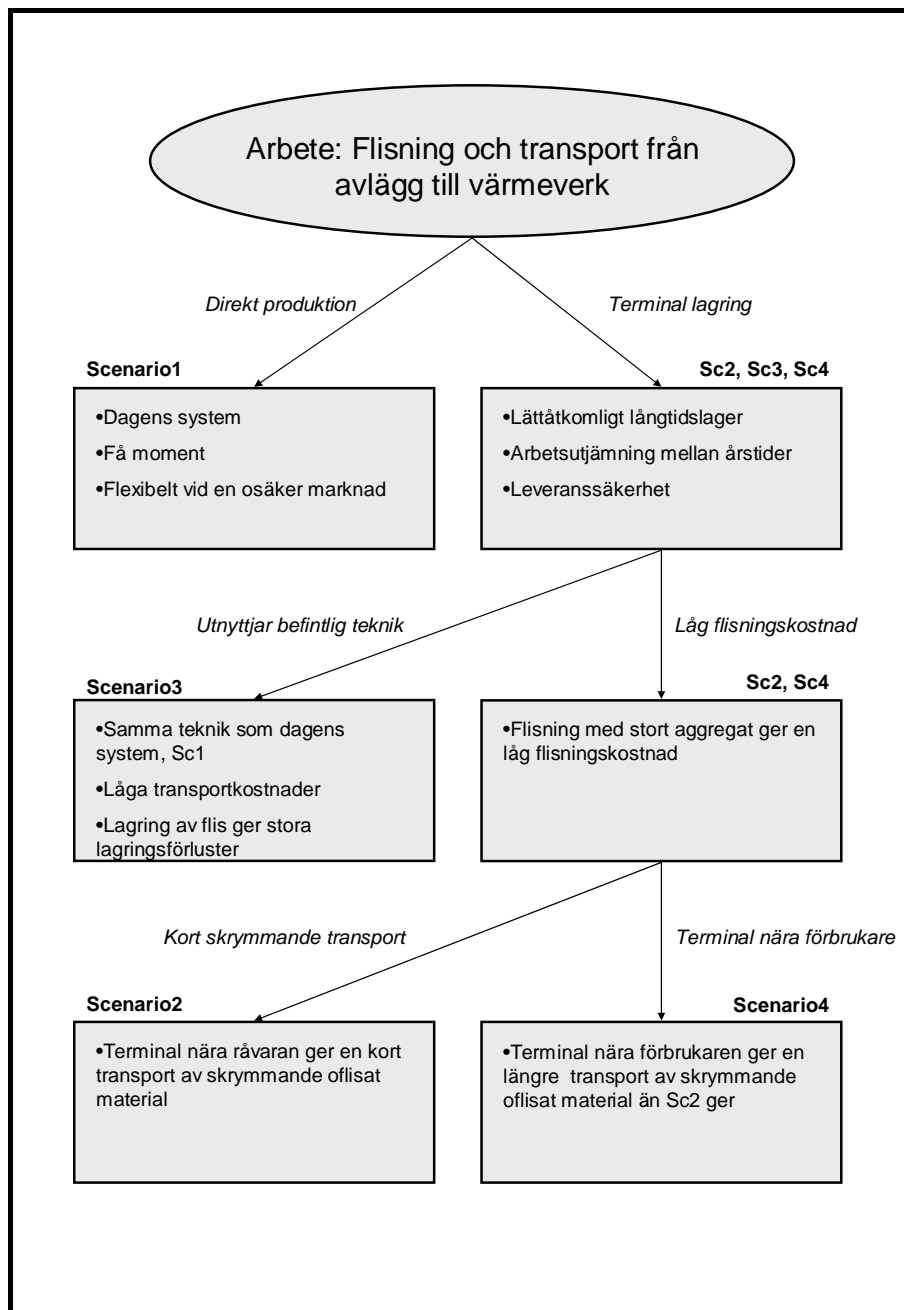
För att kunna jämföra olika handlingsalternativ har fyra typscenarier utarbetats.

De fyra scenarierna representerar olika logistiska och produktionsmässiga principer för att genomlys systemet för vägtransport, flisning och lagring. Att studien sträcker sig fram till portarna på kraftverket beror på att arbetet utgår från ett skogsbolags perspektiv. Att scenarierna endast skiljer sig åt från avlägg vid väggkant beror av att tekniken och kostnadsläget för klippning och terrängtransport är under utveckling och behöver förbättras något innan det kan tas i storskalig drift (Karlsson 2002).

De fyra scenarierna möjliggör:

- jämförelse mellan lätt tillgängliga stora lager eller en råvaruresurs som är utspridd över hela upptagningsområdet.
- kostnadsjämförelse mellan lagring av oflisat och flisat material, där det sker en naturlig nedbrytning.
- jämförelse av kostnader för långa transporter av skrymmande oflisat material med mer kompakt flis.
- jämförelse av kostnader för system med storskalig flisning eller system med mer flexibel men dyrare flisningsutrustning.

Scenarierna uttrycks i kr/MWh vid kraftverk.



Figur 1 Schema över egenskaper som skiljer scenarierna

Scenario 1 representerar den flödeskedja som är vanligast i praktisk drift idag. Scenariet är enkelt med få moment. Det innehåller få fasta investeringar vilket gör det flexibelt för svängningar i marknaden och för kortsiktiga avtal mellan utförande maskinentreprenör, markägare och fliskonsument. De tre övriga scenarierna har terminalhantering vilket ger en lättillgänglig lagerkapacitet. Det ger möjlighet att möta krav på säsongvis arbetsutjämning, leveranssäkerhet vid svår väderlek och möjlighet att avlasta vägnätet vid källossning. Scenario 3 har terminalhantering men bygger i övrigt på samma teknik som Scenario 1 gör. Detta representerar principen att i möjligaste mån använda befintliga produktionssystem för att lösa nya problem. Scenarierna 2 och 4 innebär flisning med ett stort aggregat, vilket representerar principen om låg bearbetningskostnad av produkten. Scenario 2 och 4 skiljer sig åt genom det geografiska läget för terminalen Scenario 2 har en terminal nära råvaran i skogen vilket ger en kortare transport av det skrymmande, oflisade materialet än vad Scenario

4 har. Skillnaden mellan Scenario 2 och 4 belyser principen om effektiva transporter. Scenario 4 har en terminal nära förbrukaren vilket gör att en sådan terminal kan vara lämplig att använda för lagring av andra bränslesortiment än bränsle från skogen.

3.2.1 Beskrivning av flödet i de olika scenarierna

Tabell 1 Beskrivning av delmoment för scenarierna

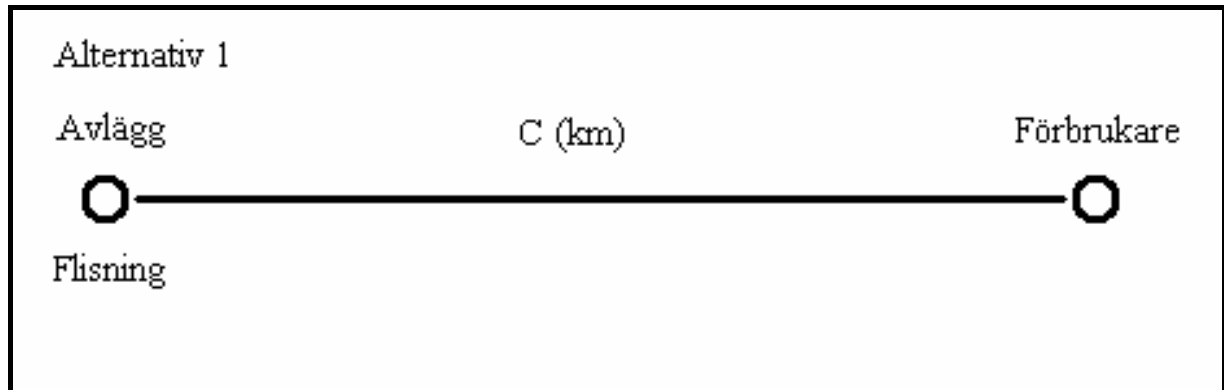
Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
klippning +skotning	klippning +skotning	Klippning +skotning	klippning+ skotning
mobil flisning	oflisad lastning	mobil flisning	oflisad lastning
		lastning till flisbil	
	oflisad transport 14 km	flistransport 70 km	oflisad transport 70 km
	storflisning	terminalhantering	storflisning
	terminalhantering	terminalinvestering	terminalhantering
	terminalinvestering	substansförluster vid flislagring	terminalinvestering
lastning till flisbil	lastning till flisbil	lastning till flisbil	lastning till flisbil
flistransport 70 km	flistransport 70 km	flistransport 10 km	flistransport 10 km
administration	administration	administration	administration

Scenarierna är sammansatta av delmoment med olika enheter i ingångsvariablerna. Alla kostnader räknas om och i jämförelserna används enheten kr/MWh vid kraftverket. Exempel på olika delmoment kan vara lastningsarbete, olika typer av flisning, eventuell terminalhantering, lagringsförluster, olika typer av transporter och transportavstånd. Sammansättningen av delmoment för de olika scenarierna finns beskrivna i Tabell 1 och i principfiguren för varje scenario (se nedan).

Gemensamt för alla scenarierna är att kostnaden för flerträdsavverkning, terrängtransport och administration är lika, skillnaderna sträcker sig från avlägg vid väggkant till portarna vid kraftverket.

Scenario 1

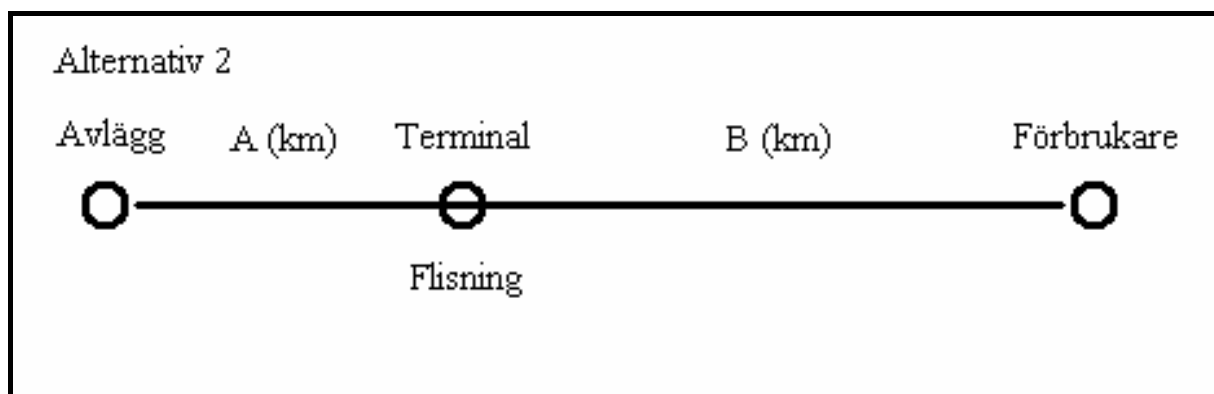
Vid avlägget lagras högar av flerträdsavverkat bibränsle som inför konsumtion flisas vid avlägget och körs med flisbil sträcka $C = 70$ km (i medeltal) direkt till förbrukaren (Figur 2). Volymen material vid varje avlägg är litet vilket gör att ett mobilt flisningsaggregat är nödvändigt. Scenario 1 är det sätt som är vanligast i produktion idag.



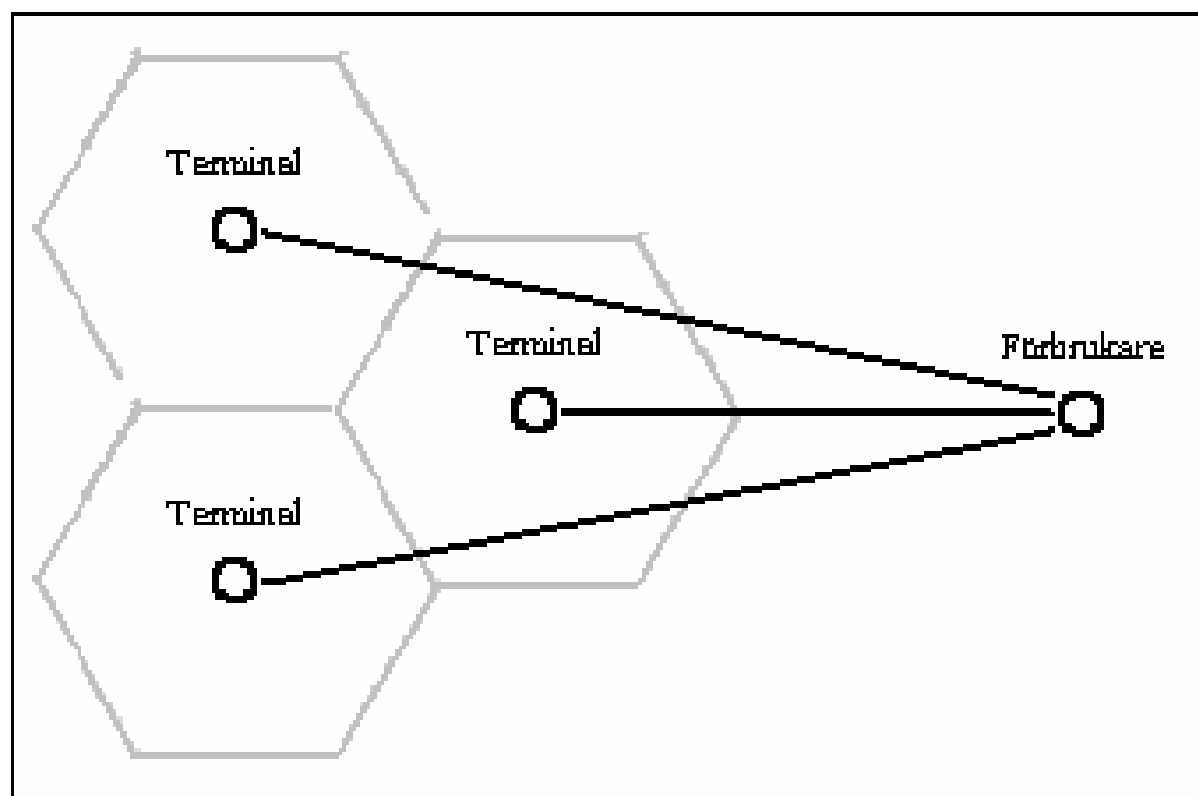
Figur2 Principbild för Scenario 1

Scenario 2

Vid avlägget samlas högar av flerträdsavverkat biobränsle som transporteras med en grotbil 14 km (i medeltal) till en terminal och lagras där oflisat, se Figur 3. Terminalen har ett optimerat upptagningsområde och flera terminaler krävs för att täcka behovet för ett värmeverk. Inför konsumtion flisas materialet av en flyttbar storflis och transporteras med flisbil 70 km (i medeltal) till förbrukaren.



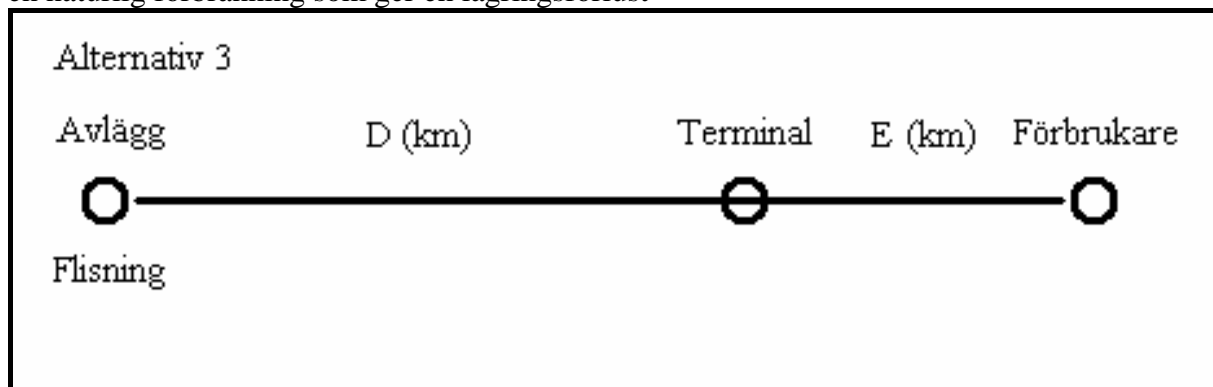
Figur 3 Principbild för Scenario 2



Figur 4 Principbild för terminalers upptagningsområde för Scenario 2

Scenario 3

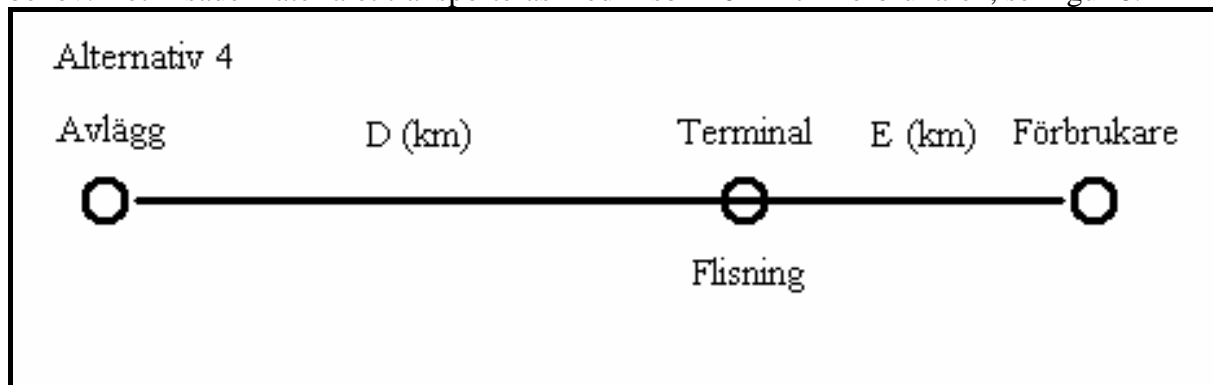
Vid avlägget flisar en mobil flisare biobränslet. Bränslet transporteras med en flisbil 70 km (i medeltal) till en terminal nära förbrukaren. På terminalen lagras flisen och transporteras med flisbil 10 km till förbrukaren när behov uppstår (Figur 5). Vid lagring av flisat material sker en naturlig förbränning som ger en lagringsförlust



Figur 6 Principbild för Scenario 3

Scenario 4

Vid avlägget lastar en grotbil oflisat material som transporteras 70 km (i medeltal) till en stor terminal nära kraftverket. På terminalen lagras bränslet oflisat och flisas av en storflis efter behov. Det flisade materialet transporteras med flisbil 10 km till förbrukaren, se Figur 6.



Figur 7 Principbild för Scenario 4

3.2.2 Beskrivning av delmomenten och deras kostnader

Nedan beskrivs flödeskedjans händelser och de kostnader som ingår i varje händelse. Alla kostnader som ingår i scenarierna anges i kr/MWh vid förbrukaren. Hur kostnaderna beräknades visas i bilaga 1.

Flerträdsavverkning och terrängtransport

Vid röjningsgallringen avverkas träden med ett klippande Timberjack 720 aggregat, som kan samla upp flera träd åt gången. Aggregatet är monterat på liten gallringsskördare. Terrängtransporten från beståndet till avlägget sker med en liten skotare som är anpassad för skrymmande last. För jämförelsen av de fyra scenarierna representeras klippning och skotning av en kostnad på 96 kr/MWh (Karlsson 2002).

Flisning vid avlägg

Flisningen vid avlägg sker med ett mobilt aggregat, monterat på en lastbil. Aggregatet har en låg flyttkostnad, men en förhållandevis hög kostnad för flisningen. Vid varje avlägg finns en mindre mängd material vilket motiverar ett mobilt aggregat. För jämförelsen av de fyra scenarierna representeras flisningen vid avlägg av en kostnad på 37 kr/MWh (Karlsson 2002, Brunberg 1998).

Transport av flis från avlägg till förbrukare

Transporten av flis från avlägg till förbrukare sker med lastbil som är utrustad för flistransport. Lastningen sker med hjullastare. Avlastningen sörjer förbrukaren för. Transportsträckan i kalkylen är 70 km vilket motsvarar medeltransportsträckan för ett optimerat upptagningsområde för Sveaskog i södra Bergslagen. Beräkningen gjordes efter en modell från Luleå tekniska högskola som tar hänsyn till bl.a. resurstätheten i landskapet, fasta kostnader för terminalen och vägnätets slingrighet (se bilaga 1) (Fohlin och Silver 1997, Gullberg 2000).

Transport av oflisat material från avlägg till terminal

Transporten av oflisat material sker med en lastbil som även är vanlig för transporter av hyggesrester. Lastbilen är utrustad med en kran som sköter pålastningen vid avlägget. Avståndet från avlägg till terminal som används i kostnadsberäkningen är 14 km vilket motsvarar det optimala medeltransportavståndet för en terminal i bergslagsregionen. Beräkningen av det optimala medelavståndet gjordes efter en modell från Luleå tekniska högskola (Fohlin och Silver 1997), se bilaga 1. Transport- och lastningskostnaden, som används, är även baserad på Sveaskogs kostnadsfunktion för oflisade transporter. Den uppgår i scenario 2 till 8,90 kr/MWh, se bilaga 1 (Granberg 2003).

Transport av flis från terminal till förbrukare

Transport av flis från terminal till förbrukare sker med en lastbil som är utrustad för flistransport. Lastningen sker med hjullastare, som kostnadsmässigt räknas till terminalen. Tiden för lastningen ger även åkeriet en ställtidskostnad, som räknas som en kostnad för transporten. Transportsträckan i scenario 2 är 70 km. Beräkningen gjordes efter en modell från Luleå tekniska högskola (Fohlin och Silver 1997), se bilaga 1. Transportkostnaden som används i scenario 2 uppgår till 14,80 kr/MWh (Granberg 2003). Transportsträckan i scenario 3 och 4 är 10 km vilket representerar en plats nära förbrukaren i en tätort, men tillräckligt lång

bort för att möjliggöra koncession för det buller som flisningen innebär. Transportkostnaden som används i scenario 3 och 4 uppgår till 2,10 kr/MWh (Granberg 2003).

Hantering lagring och flisning vid terminal

Flisning vid terminal sker med en s.k. storflis vilket är ett flisningsaggregat med stor kapacitet men som har en hög flyttkostnad. Under säsongen anländer materialet successivt till terminalen och lagras här offlisat i stora högar. Inför konsumtionen flyttas en halvmobil storflis till platsen som sedan flisar hela mängden biobränsle på terminalen. Terminalkostnaderna består av rent rörliga kostnader i form av avlastning av offlisat material, terminalomflyttningar, flisning och lastning till flisbil inför transporten till kraftverket. De rent rörliga terminalkostnaderna har beräknats till 20 Kr/MWh för storflisning och 7,5 Kr/MWh för terminalhantering och av- och pålastning av lastbilar. De fasta kostnaderna för flyttning av flisaren och beräkning av terminalinvestering är mer komplexa att omföra till Kr/MWh. Kostnadens storlek beror av terminalinvesteringen och mängden energi på terminalen vilket i sin tur är beroende av storlek på upptagningsområde och resurstätheten i landskapet. Mängden energi på ett optimerat upptagningsområde gjordes efter en modell från Luleå tekniska högskola (Fohlin och Silver 1997). Energimängden som använts i scenarierna uppgår till ca 15 000 MWh. Terminalinvesteringen baseras på en enkel lösning där redan befintliga ytor används t.ex. en f.d. grustäckt eller en tidigare använd industritomt. Ytan asfalteras för att inte bränslet skall skapa problem vid flisning och förbränning. En yta av 1 ha är tillräcklig för energimängden i scenarierna (Thalèn 2003) De fasta terminalkostnadernas storlek uppgår till 3kr/MWh inför jämförelsen av scenarierna, se bilaga 1.

Terminallagring av flisat material

I scenario 3 används en upplagsplats för lagring av flis som flisats med mobilt aggregat vid avlägg. Upplagsplatsen antas ligga nära förbrukaren men inte i direkt anslutning eftersom många kommunala värmeverk numera är inbäddade i annan bebyggelse (Karlsson 2002). Eftersom lagret inte kan ligga hos förbrukaren krävs omlastningsarbete som inför jämförelsen av scenarierna uppgår till 7,5 Kr/MWh. En fast kostnad för terminalinvesteringen baseras på en enkel lösning där redan befintliga ytor används t.ex. en före detta grustäckt eller en tidigare använd industritomt. Ytan asfalteras på samma sätt som i föregående scenario. De fasta terminalkostnadernas storlek uppgår till 3kr/MWh inför jämförelsen av scenarierna, se bilaga 1.

3.3 Relativ kostnadsandel för scenariegemensamma kostnader

Flödeskedjans kostnader fram till avlägg är lika för alla scenarier. Den relativa storleken på de gemensamma kostnaderna påverkar totaleffekten av en rationalisering av arbetet mellan avlägg och förbrukare.

De gemensamma kostnaderna fram till avlägg är klippning och terrängtransport med skotare. Övriga kostnader som skiljer sig mellan scenarierna är olika typer av lastning, flisning, vägtransport och eventuella terminalinvesteringar. Den relativa fördelningen mellan gemensamma kostnader och övriga kostnader finns redovisat för varje scenario under avsnitt 4.2.

3.4 Lagerandelen av en normalårsförbrukning som krävs för att hålla en jämn tillförselnivå

Beräkningarna av lagerandelen som krävs för att hålla en jämn tillförselnivå kommer från Fjärrvärmeföreningen, som är en branschorganisation för fjärrvärmeverk i Sverige. Fjärrvärmeföreningen har uppgifter om procentuell månadsvis förbrukning under ett normalår

för värmeverk i Mellansverige (Linder 2003). Skillnaden mellan månadsvis förbrukningen och medelförbrukningen över ett helt år blir det lagerflöde som krävs för att hålla tillförseln på en jämn nivå under hela året. Under vintern kommer lagerflödet att vara negativt och under sommaren kommer lagerflödet att vara positivt. Lagerkapaciteten för ett helt år blir summan av de positiva lagerflödena

Formel för en månads lagerflöde:

Medelförbrukning – Månadens förbrukning = Lagerflöde

3.5 Relativa kostnader för ett bränslesystem baserat på ett enda scenario eller en kombination av två scenarier

De olika scenarierna har olika kalkylerade kostnader, men ger också olika fördelar beroende på om de medför en lagringsmöjlighet eller inte. Ett helhetssystem som baseras på enbart ett scenario kan vara billigast i kalkylen, men en kombination av ett scenario med en låg direkt kostnad och ett scenario som har möjlighet att uppfylla även de alternativa kraven kan vara en praktisk och även en totalekonomisk gynnsam lösning när även ej kalkylerade kostnader skall vägas in. Nedan antas att en lagermöjlighet av 25 % av en årskonsumtion är tillräckligt för att tillgodose alla de alternativa målen, för 75 % av årsvolymen gäller endast minsta kalkylerad kostnad som mål.

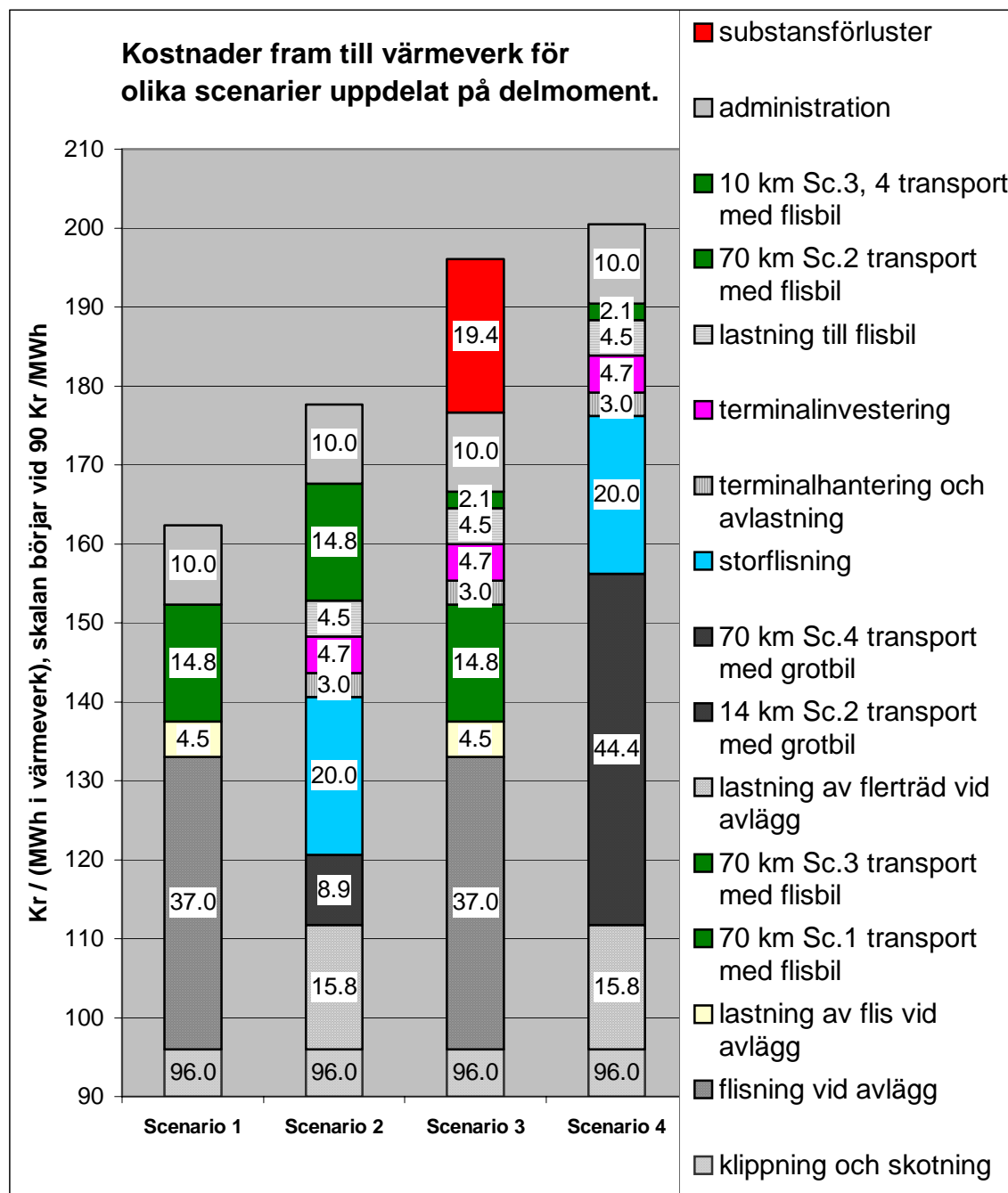
För att jämföra totala kostnader från lösningar baserade på endast ett scenario eller kombinationer av två scenarier gjordes 6 beräkningar. Fyra beräkningar gjordes där 100 % av årskonsumtionen kommer från vart och ett av de fyra scenarierna. Två kombinerade lösningar beräknades där 75 % av årskonsumtionen kommer från Scenario 1 och 25 % av årskonsumtionen kommer från Scenario 2 eller Scenario 3.

3.6 Beräkningsunderlag och dataursprung

Beräkningsunderlaget till denna studie grundar sig på fakturerade kostnader i verklig drift och från kostnader som härrör från produktionsstudier från t.ex. Skogforsk. Där det inte gått att finna dokumenterade kostnader har jag rådgjort med människor med mångårig branscherfarenhet av liknande verksamheter, för att komma fram till uppskattningar som är lämpliga för de förhållanden jag beskriver. Detta gäller t.ex. kostnader och utrymmeskrav för de mindre terminalerna nära skogen som finns i scenario 2. För att få en god kvalitet på indata har jag gjort korsreferenser med uppgifter från flera undersökningar. Som standardenhet för kostnader i studien har jag valt enheten Kr/KWh vid värmeverkets portar, eftersom värmeverken betalar efter denna enhet och att enheten är naturlig som sista del i den produktionskedja jag valt att studera. Fakturerade kostnader ute i verksamheten och uppgifter från tidigare studier har nästan uteslutande andra enheter vilket gör att det krävs ett antal omräkningstal för att få den slutliga enheten. Omräkningstalen kommer från tidigare forskning inom bioenergi. Kostnaderna och omräkningstalen som ingår i kostnadsfunktionerna finns i bilaga 1

4 RESULTAT

4.1 Resultat för de fyra alternativen



Figur 8 Kostnader för olika scenarier och delmoment.

Tabell 2 Tabellen visar kostnad för de olika scenarierna i kr/MWh vid förbrukaren och kostnad relativt Scenario 1.

Scenario	Kostnad	Relativ Kostnad	Transportavstånd
	kr/MWh	%	km
Scenario 1	162	100	70
Scenario 2	178	109	14+70
Scenario 3	194	120	14+70
Scenario 4	201	123	70+10

4.1.1 Scenario 1

Scenario 1 gav den lägsta totalkostnaden för arbetet fram till förbrukaren. Totalkostnaden var 162 kr/MWh vid förbrukaren, se Figur 7 och Tabell 2. Scenariot består av klippning, skotning, flisning vid avlägg och transport direkt till förbrukaren.

4.1.2 Scenario 2

Utav alternativen med terminalhantering gav scenario 2 den lägsta totalkostnaden. Totalkostnaden var 177 kr/MWh vid förbrukaren, se Figur 7 och Tabell 2.

4.1.3 Scenario 3

Utav alternativen med terminalhantering gav scenario 3 de lägsta transport- och hanteringskostnaderna. Scenariot innebär en substansförlust vid lagring av flisat material vilket gör att totalkostnaden 194 kr/MWh hamnar på tredje plats, se Figur 7 och Tabell 2.

4.1.4 Scenario 4

Scenario 4 gav den högsta kostnaden. Totalkostnaden fram till förbrukaren var 201 Kr/MWh, se Figur 7 och Tabell 2.

4.2 Relativ kostnadsandel för scenariegemensamma kostnader

Jämförelsen mellan kostnaderna visade att kostnader som är gemensamma för alla alternativ d.v.s. klippning, skotning och administration tillsammans utgör ca 65 % av totalkostnaden för scenario 1 som har lägst kostnad, se Tabell 3.

Tabell 3 Tabellen visar kostnad för de olika scenarierna i kr/MWh vid förbrukaren och kostnad relativt Scenario 1. Scenarier och transportavstånd enligt

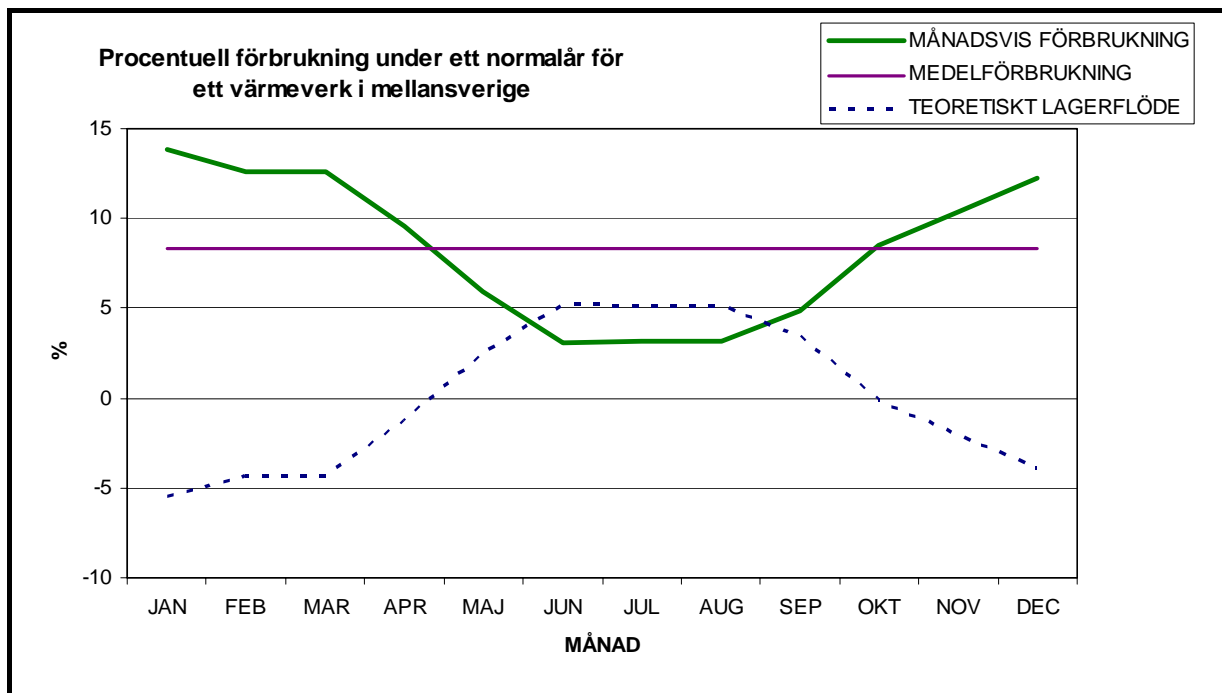
	Totalkostnad	Gemensamma kostnader		Ej gemensamma kostnader	
	kr/MWh	Klippning, skotning, admin.	% av total	Övriga kostnadsposter	% av total
		Kr/MWh		Kr/MWh	
Scenario 1	162	106	65	56	35
Scenario 2	178	106	60	72	40
Scenario 3	194	106	55	88	45
Scenario 4	200	106	53	94	47

4.3 Lagerandelen av en normalårsförbrukning som krävs för att hålla en jämn tillförselnivå

Under de intensivaste 6 månaderna förbrukas 71,2 % av årsförbrukningen för ett genomsnittligt värmeverk i Mellansverige. Under december är förbrukningen 12,8 % av årsförbrukningen och i juni förbrukas 4,5 gånger mindre (3,1 %). För att tillförseln skall hållas på en konstant nivå krävs en teoretisk lagerkapacitet på 21,4 % av en årskonsumtion.

Tabell 4 Tabellen visar att november t.o.m. april är de 6 mest förbrukande månaderna då 71,2 % av årsförbrukningen används. Under december är förbrukningen 12,8 % av årsförbrukningen och i juni förbrukas 4,5 gånger mindre (3,1 %). För att tillförseln skall hållas på en konstant nivå krävs en teoretisk lagerkapacitet på 21,4 % av en årskonsumtion.

Energiförbrukningen under ett normalår för ett värmeverk i Mellansverige.						
MÅNAD	FÖRBRUKNING				LAGERFLÖDE	
	MÅNAD %	MEDEL %	6 KALLA %	MAX SKILLNAD %	MÅNAD %	ACC LAGER %
JAN	13,8	8,3	13,8	13,8	-5,5	
FEB	12,6	8,3	12,6		-4,3	
MAR	12,6	8,3	12,6		-4,3	
APR	9,6	8,3	9,6		-1,3	
MAJ	5,9	8,3			2,4	2,4
JUN	3,1	8,3		3,1	5,2	5,2
JUL	3,2	8,3			5,1	5,1
AUG	3,2	8,3			5,1	5,1
SEP	4,9	8,3			3,4	3,4
OKT	8,5	8,3			-0,2	
NOV	10,4	8,3	10,4		-2,1	
DEC	12,2	8,3	12,2		-3,9	
	100,0		71,2	10,7		21,4
				4,5 gånger		



Figur 9 Figuren visar normalårsförbrukningen per månad i procent för ett genomsnittligt värmeverk i Mellansverige (grön linje) och medelförbrukningen på 8,3 % per månad (lila linje). Den streckade linjen visar det teoretiska lagerflödet för varje månad, flödet är positivt när lager byggs upp och negativt när lager konsumeras.

4.4 Relativa kostnader för ett försörjningssystem baserat på ett enda scenario eller en kombination av två scenarier

Ett helt system baserat enbart på Scenario 1 ger den lägsta direkta totalkostnaden för bränsleproduktionen, denna kostnad sätts till 100 %. Ett kombinationssystem med Scenario 1 och Scenario 2 eller 3 tar även hänsyn till andra mål än de direkta kostnaderna. I Tabell 5 kan man utläsa att kombinationen Scenario 1 och 2 ger en kostnadsökning på 3 % och att kombinationen Scenario 1 och 3 ger en kostnadsökning på 5 %.

Tabell 5 Tabellen visar de relativa kostnaderna för ett bränsleförsörjningssystem baserat på de olika scenarierna vart och ett och även två kombinationssystem bestående av två scenarier där scenario 1 står för 75 % av årsförbrukningen och Scenario 2 eller Scenario 3 står för 25% av årsförbrukningen.

Försörjningssystem	Relativkostnad %	Försörjningsandel %	Relativ totalkostnad %
Scenario 1	100	100	100
Scenario 2	109	100	109
Scenario 3	120	100	120
Scenario 4	123	100	123

Kombination 1 + 2

Scenario 1	100	75	75
Scenario 2	109	25	27
		Summa:	102

Kombination 1 + 3

Scenario 1	100	75	75
Scenario 3	120	25	30
		Summa:	105

5 DISKUSSION

5.1 Jämförelser av de fyra scenarierna

Antal arbetsmoment

En viktig faktor för ett scenarios ekonomi är antalet arbetsmoment som utförs. Ett moment kan vara t.ex. bearbetning eller en avlastning från en lastbil. Flera moment ger vanligen ett högre slutpris. Vid jämförelse mellan scenarierna kan man konstatera att Scenario 1 har ca hälften så många moment som scenarierna med mellanlagring. Detta är ett viktigt skäl till att Scenario 1 ger den lägsta slutkostnaden.

Rörliga kostnader, bearbetningskostnader och lasteffektivitet

Effektiviteten för de rörliga kostnaderna är en annan viktig faktor för slutkostnaden. Bearbetningen som flisningen utgör är en stor kostnadspost. Storflisningen kostar nästan hälften av flisning med ett litet mobilt aggregat. Scenario 2 och 4 har storflisning. Den låga flisningskostnaden är huvudanledningen till varför Scenario 2 endast är 9 % dyrare än Scenario 1 trots att det sistnämnda har hälften så många arbetsmoment.

Om transporter är en stor kostnadsandel är det viktigt att utnyttja lastbilarnas maximala lastförmåga. Oflisat material begränsas av sin volym och ger dyrare transport per km än flisat material. Den långa oflisade transporten i Scenario 4 gör det till det dyraste scenariot.

Lagringsförändringar

Vid lagring av flisat material sker en naturlig nedbrytning på ett helt annat sätt än om materialet har hela kvistar och grenar (Löwegren m.fl. 1987). Scenario 3 innebär flisad lagring vilket ger en lagerförlust som belastar ekonomin kraftigt. Detta är det främsta skälet till varför kostnaderna för Scenario 3 skjuter i höjden. Detta scenario bygger i övrigt på samma teknik som Scenario 1.

Total prisbild i studien jämfört med dagsaktuella kostnader för samma arbete

Den totala prisbilden för scenarierna överstiger det faktiska kostnadsläget för bränslehantering idag. Betalningsförmågan för flis har stigit mot 150 kr / MWh de senaste åren (Karlsson 2002) Målet har varit att scenarierna skall bli så jämförbara som möjligt, därför är de komponerade av flera olika kostnadsposter som i sin tur är grundade på fakturerade kostnader eller jämförelser med liknande moment i andra hanteringar. Kostnaderna i studien kommer inte från samma år men inflationen har varit låg vilket gör att jämförbarheten mellan scenarierna inte påverkats nämnvärt. Totalkostnaderna för scenarierna är inte trimmade utifrån dagsaktuella prisnivåer på biobränsleproduktion eftersom det inte skulle förbättra jämförelsen mellan de olika scenarierna.

Exakthet och kvalitet på indata

Indata till kostnaderna kommer ur fakturerade kostnader för liknande bränsletransporter, kostnader för prototypförsök av röjgallringssystem och av korsvisa uppskattningar gjorda av flera människor med stor praktisk erfarenhet. Varje scenario bygger på ett antal antaganden vilka tillsammans ger en viss osäkerhet i beräkningen av totalkostnaderna. För att undvika diskriminering av något scenario har jag så långt det varit möjligt använt samma uppskattningar och delkostnader i flera scenarier. Det går inte att fastställa någon statistisk

säkerhet i en undersökning av den här typen av modellbyggande, men rangordningen mellan scenarierna torde vara säkerställd.

5.2 Bränsleförsörjningssystemet ur en storskalig bränsleproducentens perspektiv.

Arbetsutjämnings, jämnt arbete - varierande flöde till kund

Scenarierna med mellanlagring ger tillgång till ett lättåtkomligt lager. Vid plötsliga köldknäppar och vid oväder där stora delar av skogsvägnätet belastas med snö och träd som fallit över vägen är det en trygghet att kunna garantera en säker leverans till kund.

Ett lager ger även möjlighet att jämna ut transportarbetet över året. Under den kallaste delen av året är förbrukningen 4,5 gånger högre än mitt på sommaren. I kostnadsberäkningarna för scenarierna är kostnaden för periodisk överkapacitet inte inräknad. Att dessa kostnader finns i det verkliga systemet är tydligt. För att jämna ut variationerna i förbrukning över året hos ett värmeverk i Mellansverige krävs en teoretisk lagerandel på 21,4 % av en årskonsumtion.

Ej prissatta kostnadsbesparingar för ett system med möjlighet till lättåtkomligt lager.

Kostnader för snöröjning och sönderkörda vägar vid källossning är oftast budgeterade på central nivå. Att endast hämta några lastbilar med flis och samtidigt köra sönder en väg på våren garanterar en stor kostnad. Att ploga upp en väg för att flisa några högar vid ett avlägg innebär likaledes en relativt stor kostnad. Ett system med lagerkapacitet kan enkelt undvika att belasta vägar som annars inte skulle ha använts under den känsligaste tiden.

En kombination av två scenarier är den bästa lösningen

För att ge kunden en garanterad leverans, jämna ut transportarbetet över året, avlasta vägnätet vid källossning och minska kostnaderna för snöröjning skulle en kombination av Scenario 1 och antingen Scenario 2 eller Scenario 3 vara den bästa lösningen. För att jämna ut transportarbetet över året krävs en lagerandel av 21,4 % enligt ovan. En lagerandel av 25 % ger en realistisk marginal för att även klara de andra alternativa målen. Ett kombinerat scenario med 75 % av årsförbrukningen enligt Scenario 1 och 25 % enligt Scenario 2 eller 3 ger en kostnadsökning av 2 % respektive 3 % jämfört om endast Scenario 1 använts, se 4.4. Detta är en till synes rimlig kostnadsökning jämfört med de fördelar en kombination ger.

Fördelning av rationaliseringsvinst.

För att en mer komplex flödeskedja skall vara attraktiv i verkligheten krävs att alla inblandade parterna har möjlighet att ta del av rationaliseringsvinsterna. En kedja med många små aktörer och många betalningstillfällen har svårt att implementera en storskaligt rationell lösning. Vinsten slås ut på olika aktörer där fördelarna för varje enskild aktör kan vara marginell. Om det finns en övergripande planering och styrning kan det gå att samordna flödeskedjan, men det kräver långsiktiga avtal, förtroende och stabilitet i marknaden.

5.3 Bränsle från maskinell röjningsgallring, alternativ och framtid.

Totalkostnad – kan kompenseras av inbesparad kostnad för motormanuell röjning

Vid klenta bestånd kan totalkostnaden för bränslehanteringen överstiga betalningsförmågan hos kraftbolagen. Det kan ändå vara rationellt att göra en förlust på bränsleförsäljningen eftersom röjningsgallring normalt är en stor kostnad. Normalt kostar en motormanuell röjning ca 2000-3000 kr/ha (Bogghed och Rutegård 2003) för eftersatta bestånd som utvecklats till röjningsgallringar kan kostnaden stiga till 5000 kr/ha (Karlsson 2002).

Mekaniserad röjgallring med bränsleuttag skall ses som ett sätt att få ned en kostnad från 5000 kr/ha till en kostnad motsvarande en röjning som gjorts i rätt tid. (Karlsson 2002) När och för vilka bestånd det ena är bättre än det andra undersöks inte här, men det finns ett klart ekonomiskt och skogskötselmässigt behov av att göra något åt de stora arealerna med eftersatta ungskogar.

Framtidsutsikter för maskinell röjning.

Det har tidigare varit svårt att finna arbetskraft till röjningsarbete och om den trenden håller i sig kommer det att bildas många lämpliga bränslebestånd även i framtiden (Karlsson 2002). Om den nya europeiska arbetsmarknaden innebär att människor från länder med hög arbetslöshet har lätt att komma till Sverige och utföra fysiskt krävande arbete skulle bristen på arbetskraft minska. Detta är dock en känslig facklig- och arbetsmarknadspolitisk fråga, där olika arbetsgivare i dagsläget har varierande officiell ståndpunkt (Alriksson 2004). Ur skogsskötselsynpunkt är det mer rationellt att röja bestånden vid traditionell tidpunkt till dagens kostnadsnivå än att låta bestånden utvecklas till röjningsgallringar för biobränsle (Karlsson 2002). Hur arbetsmarknaden i EU utvecklar sig är det dock mycket svårt att sja om.

5.4 Slutsats

Slutsatsen utgår från en total situation hos en beslutsfattare på hos storskalig markägare/bränsleproducent.

Enskilt ger scenario 1, med flisning vid avlägg och direkttransport till kraftverk, de lägsta direkta produktionskostnaderna.

Ett kombinationssystem där scenario 1 hanterar 75 % av årskonsumtionen och scenario 2 eller 3 hanterar 25 % av årskonsumtionen, kan ta hänsyn till säsongsvariationer i bränslebehov, ge garanterad leveranssäkerhet och möjlighet att undvika indirekta kostnader bl.a. för vägslitage under källossning. Jämfört med enbart scenario 1 ger en kombination av scenario 1 och 2 en kostnadsökning på 3 % och en kombination av scenario 1 och 3 en kostnadsökning av 5 %.

REFERENSER

Tryckt Material

Anon. (2003) Jämkraft ökar elproduktionen med nytt kraftvärmeverk. Bioenergi nr 2.

Alriksson, B. (2002) Spån ger mer flis. Skogseko nr 3.

Alriksson, B. (2003) Massaindustrin skräms av konkurrens. Skogseko nr 1.

Alriksson, B. (2004) 390 000 ha ska röjas annars hotar ny lag, men vem ska göra jobbet?. Skogseko nr 2.

Asikainen, A. (1998) Chipping terminal logistics. Scandinavian Journal of Forest Research 13(3).

Bogghed, A, Rutegård, G. (2003) Skogsbrukets kostnader våren 2003. Gävle: Lantmäteriet. Rapport 2003:2.

Brunberg, B. Andersson, G. Norden, B. Thor, M. (1998) Uppdragsprojekt Skogsbränsle - Slutrapport. Uppsala: Skogforsk. . Redogörelse 1998:6.

Erikson, M. Westerberg, D. (1998) Kundenpassa skogsbränslet – en fråga om kvalitet. Uppsala: Skogforsk. Resultat 1998:11.

Fohlin, P. Silver, M. (1997) Kvantitativa modeller för lokalisering av sågverk med tillämpning på Norrbottens län. Licentiatuppsats 1997:42. Luleå: Luleå Tekniska Universitet.

Gullberg, T. (2000b) Ekonomisk analys av metoder för uttag av skogsbränsle i unga bestånd. Garpenberg: Högskolan i Dalarna, Rapport 2000:6.

Gullberg, T. Johanson, J. Liss, J-E. (1998) Studie av system EnHar vid uttag av skogsenergi i unga bestånd – Hamrestudien. Garpenberg: Högskolan Dalarna. Arbetsdokument 1998:9.

Hällgren, J-E. (2004) Bioenergiutredningen Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet

Liss, J-E.; Nord, B.; Pettersson, N. (2000) Virkes - och biomassaförråd i ung skog och av småträdd i äldre skog inom Dalarnas och Gävleborgs län. Garpenberg: Högskolan Dalarna. Arbetsdokument 2000:1.

Lumsden, K. (1998). Logistikens Grunder: Teknisk logistik. 2. uppl. Lund: Studentlitteratur.

Löwegren, G. Jonsson, L. (1987) Lagring av flisade hyggesrester och flisad ekstamved i stora stackar. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för virkeslära Rapport 191.

Matsson, S. (1999) Ekonomiska kalkyler visar: Tillväxtförluster ger ”dolda kostnader” vid uttag av skogsbränsle – framförallt i gallring. Uppsala: Skogforsk. Resultat 1999:14.

Vikinge, B. (1999) Gallring och tillförselsystem för trädbränsle Positionsbestämning, konstruktion och utvärdering. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogshushållning Rapport nr 7

Otryckt Material

Raida Jirjis. Forskare Sveriges Lantbruks Universitet, Uppsala. samtal juni 2003.

Örjan Thalén. Thaléns Maskin, Hammarstrand. telefonsamtal februari 2003.

Bengt Karlsson. Skogsskötselspecialist Sveaskog, Askersund. telefonsamtal februari 2003.

Anna Granberg. Logistiker Sveaskog Örebro. telefonsamtal februari 2003.

Linder Lars-Olof. Statistikansvarig Svensk Fjärrvärme Stockholm. Telefonsamtal och fax februari 2003.

Internet

Fortum, 'Bra Miljöval-märkt el',

<<http://www.fortum.se/document.asp?path=19923;22344;22353;23972;23974;23999;24003;24119>>, 2005 (2005-03- 04)

SNF, Svenska Naturskyddsföreningen, 'Kriterier för Bra Miljöval-märkning Elleveranser 2002', <<http://www.snf.se/pdf/bmv/bmv-el-kriterier2002.pdf>>, 2005 (2005-03-04)

BILAGOR

Bilaga 1, Exceldokument med beräkningar.