

SMÅVIRKE TIL BIOBRENSSELFØRMÅL - LOGISTIKK, TEKNIKK OG ØKONOMI

SMALL-DIAMETER WOOD FOR BIOENERGY PURPOSES
- LOGISTICS, TECHNIQUE AND ECONOMY

ANDERS MØYNER EID HOHLE

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2008



FORORD

Denne masteroppgaven har blitt utarbeidet ved Institutt for naturforvaltning ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB). Arbeidet omfatter tredivet studiepoeng (ECTS).

Motivasjonen for arbeidet er min store interesse for skogbruk og bioenergi – spesielt utfordringer knyttet til høsting og transport av skogbrensel. Relevant kunnskap om dette har jeg tilegnet meg under fem års studier i Norge, Sverige og Finland, samt praktisk arbeidserfaring.

Temaet for arbeidet ble vedtatt i samråd med veilederne. Hovedveileder for arbeidet har vært professor Birger Eikenes ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB), mens forsker Simen Gjølshjøl, Norsk institutt for skog og landskap, og professor Rolf Björheden, Skogforsk Sverige, har vært tilleggsveiledere. Jeg ønsker å rette en stor takk til alle tre for konstruktiv veiledning og relevante innspill til oppgaven. I tillegg vil jeg takke forsker Juha Laitila, Metla, for oppdatert informasjon om skogsbrenselssystemer og logistikk i Finland.

Selvfølgelig vil jeg også rette en stor takk til alle personene ved selskapene som har deltatt i undersøkelsen. Alle stilte velvillig opp og gav meg utfyllende og relevante svar innen emnet.

Takk til Norsk institutt for skog og landskap og Energigården AS for økonomisk bidrag til reiser i forbindelse med intervjuene, samt kontorplass under arbeidet.

Ås, 26. september 2008

Anders M.E. Hohle

INNHALDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	4
SUMMARY	6
1. INNLEDNING	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Formål / problemstillinger	11
1.3 Definisjoner	11
1.4 Avgrensninger	12
2. TEORI	13
2.1 Avvirkning og terrengtransport av småvirke	14
2.1.1 2-maskinsystemet (hogstmaskin + lassbærer)	14
2.1.2 Kombimaskin	18
2.2 Systemanalyser	18
2.3 Terminaler	20
2.4 Utfordringer	20
3. MATERIALE OG METODE	22
3.1 Innledning	22
3.2 Kvalitativ metode	22
3.3 Utvelgelse av intervjuobjekter	23
3.4 Utførelse av intervjuene	24
3.5 Analyse av intervjuene	25
4. RESULTATER	26
4.1 Kort informasjon om selskapene	26
4.2 Råvareleverandører	27
4.3 Brenselkunder	28
4.4 Underentreprenører / egne maskiner	29
4.5 Teknikk, systemer og logistikk	30
4.5.1 Avvirkning og terrengtransport	30
4.5.2 Flishogging	34
4.5.3 Veitransport	37
4.5.4 Terminaler	38
4.5.5 Tørking og lagring av virket	39
4.5.6 Oppsummering teknikk, systemer og logistikk	40
4.6 Organisering, planlegging og oppfølging	41
4.7 Økonomi	42
4.7.1 Lønnsomhetsforskjeller i ulike segmenter	42
4.7.2 Tilskuddordninger	42
4.7.3 Oppgjørsformer	43
4.8 Utfordringer	44
4.9 Fremtidsutsikter / trender	44

5.	DISKUSJON	46
5.1	Metode.....	46
5.2	Materiale.....	46
5.2.1	<i>Utvalg av selskaper</i>	46
5.2.2	<i>Råvareleverandører</i>	46
5.2.3	<i>Brenselkunder</i>	47
5.2.4	<i>Organisering / planlegging og underentreprenører vs. egne maskiner</i>	48
5.2.5	<i>Økonomi</i>	48
5.3	Teknikk, systemer og logistikk	50
5.3.1	<i>Generelt</i>	50
5.3.2	<i>Avvirkning og terrengtransport</i>	50
5.3.3	<i>Flishogging</i>	52
5.3.4	<i>Veitransport</i>	53
5.3.5	<i>Terminaler</i>	54
5.4	Oppsummering	55
6.	KONKLUSJON	56
	REFERANSER	57
	VEDLEGG	60

SAMMENDRAG

Bioenergi har fått økt betydning for energiforsyningen i Norge de senere årene. Skogsvirke er en av de viktigste og volummessig største biobrensel ressursene. Logistikken rundt høsting, transport og bearbeiding av skogsbrensel er imidlertid krevende.

Denne masteroppgaven fokuserer på småvirke sortimentet som en del av skogsbrenselforsyningen. Dette sortimentet kan karakteriseres som et forholdsvis dyrt brensel, siden trærne er små, og høstesystemene lite utviklet.

Hensikten med oppgaven var å identifisere og analysere ulike systemer, logistikkjeder og organiseringsformer for håndtering av småvirke til biobrenselformål. Materiale og metode var kvalitative dybdeintervjuer av et utvalg profesjonelle selskaper innen skogbrenselhåndtering i Norge, Sverige og Finland. I tillegg baserte oppgaven seg på forskningslitteratur fra tidligere utførte tidsstudier og systemanalyser.

Resultatene viste at flere av de samme systemene og forsyningskjedene for småvirke ble benyttet i de tre landene, selv om det forekom enkelte forskjeller. Det var imidlertid noen systemer som anses å være best egnet under norske forhold:

Avvirkning og terrengtransport:

- Hogstmaskin med flertreakkumulerende klippeaggregat (AFH) eller flertreakkumulerende kvisteaggregat (MTH) + lassbærer
- Drivare / kombimaskin med AFH / MTH

Flishogging og veitransport:

- Flishogging på velteplass + flistransport med container- eller flisbil
- Transport av heltre + flishogging / kverning på terminal eller hos sluttforbruker
- Huggbil for flishogging på velteplass og transport til sluttforbruker

Hvilke systemer og logistikkjeder som er de mest optimale må tilpasses de aktuelle forutsetningene. Alle forsyningskjeder har sine styrker og svakheter, og valget bør gjøres med

hensyn avvirkningsforholdene og ut fra brenselkundens krav. Fleksible maskiner gjør det mulig å tilpasse systemene etter ulike forhold og forutsetninger.

Blant de største utfordringene i biobrenselbransjen ble spesielt tilgang på råstoff og kompetent arbeidskraft, samt bedre rammebetingelser fra myndighetene, fremhevet. Selskapene hadde allikevel stor tro på fremtiden, og opplevde både stor økning i etterspørselen og stigende lønnsomhet.

SUMMARY

The share of bioenergy in Norway's total energy supply has increased lately. Wood is one of the most important biofuel resources. However, the logistics around harvesting, transportation and treatment of forest fuels is rather challenging.

This master thesis is focusing on small-diameter wood as a part of the forest fuel supply. The assortment is an expensive fuel, since the trees are small, and the cutting technique so far is limited developed.

The aim of the study was to identify and analyse different systems, logistics and organisation models for small-diameter wood fuel supply. Material and method was qualitative interviews of a number of professional companies within forest fuel business in Norway, Sweden and Finland. In addition, the thesis was based on research studies and system analysis.

The results showed that some of the same systems and supply chains were utilised in all three countries, though there were some differences. However, some of the systems pointed out to be well suited in Norwegian conditions:

Cutting and hauling:

- Harvesters equipped with accumulating felling head (AFH) or multi-tree handling (MTH) harvesterhead + forwarder for the hauling operation
- Harwarders (combimachines) equipped with AFH or MTH

Chipping and road transportation:

- Chipping at roadside + chip transportation with container- or chip-truck
- Transportation of undelimbbed wood + chipping / crushing at terminal or end-consumer
- Truck with chipper and loading space for both chipping and transportation

What systems and logistic chains that is most suitable has to be adapted to the suppositions. Every supply chains got strengths and weaknesses, and the choice should be taken based on

the harvesting circumstances and the demands from the customer of material. Flexible machines make it possible to adapt the systems to different conditions.

The access on forest fuels and competent labour, in addition to better terms from the authorities, was considered as the most important challenges among the companies. However, they were optimistic about the future, and experienced an increase in the demand of forest fuels, and increasing profitability.

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Klimaendringer har vært sterkt i fokus den siste tiden, både nasjonalt og internasjonalt. FNs Klimapanel (IPCC) regner det som meget sannsynlig - mer enn 90 prosent sannsynlig - at mesteparten av klimaendringene de siste 50 år er menneskeskapte. Dette skyldes hovedsakelig økt konsentrasjon av CO₂ i atmosfæren grunnet utstrakt bruk av energi basert på fossilt brensel. Det er derfor økende interesse for fornybare energikilder fra politisk og markedsmessig hold. Bioenergi basert på skogsbrensel representerer en av disse energiformene.

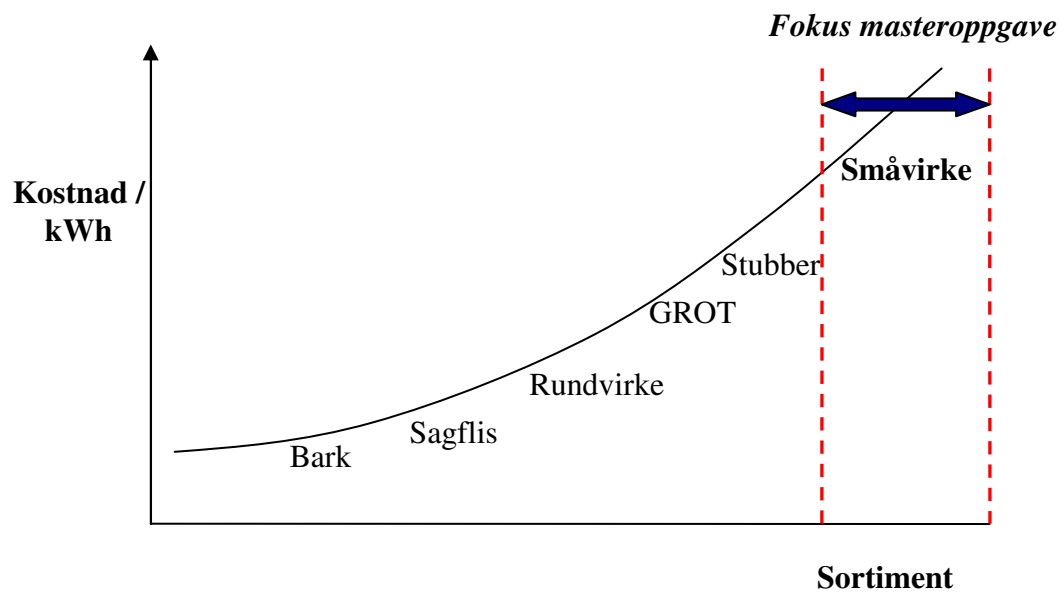
En av barrierene for økt bruk av skogsbrensel er, foruten rammebetingelser og prisen på konkurrerende energiformer, en mer effektiv håndtering og logistikk av brenselet. Det er derfor et stort behov for forskning på eksisterende metoder og systemer, samt utvikling av ny teknologi, for å redusere kostnadene.

Tilgangen på brensel fra norske skoger er imidlertid god – det er teknisk, biologisk og økonomisk forsvarlig å øke den årlige avvirkningen fra dagens 10 millioner til 17-18 millioner kubikkmeter. I tillegg kommer potensialet som hogstavfall (GROT) og stubber representerer, samt småvirke fra rydding/tynning, fjellbjørkeskog, kulturlandskapspleie etc.

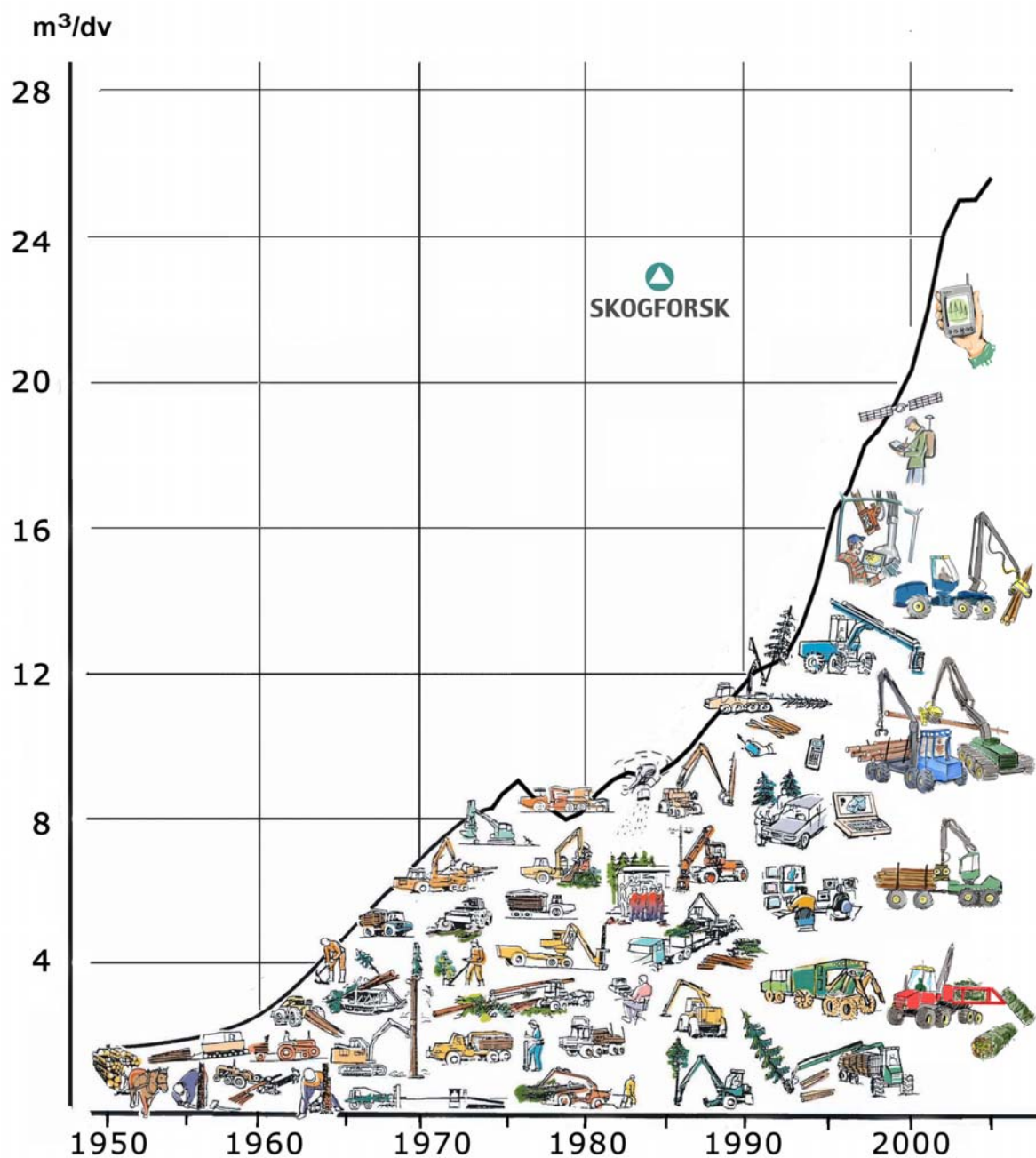
Av spesielt markedsmessig interesse i dag er uttak av småvirke til biobrenselformål. Denne interessen skyldes blant annet fokuset på gjengroing av kulturlandskapet i Norge, og samtidig energiressursen dette representerer. I tillegg er det et stort behov for rydding / tynning i yngre produksjonsskog som et skogskjøtselstiltak. Brenselflis basert på småvirke er dessuten av god kvalitet, noe som etterspørres av de mange småskala flisfyringsanleggene som planlegges eller allerede er i drift.

Men for å oppnå tilfredsstillende lønnsomhet i disse operasjonene må både organisering og planlegging, samt utførelse av de ulike operasjoner i forsyningskjeden effektiviseres.

Denne masteroppgaven fokuserer derfor på de ulike momentene i denne komplekse kjeden. Det er spesielt systemvalg og organisering av operasjonene som vektlegges. Produktivitets- og kostnadstall er av underordnet betydning, da dette vil variere ut fra de ulike forutsetninger i de respektive landene.



Figur 1 Relative kostnader for høsting av ulike biobrenselsortimenter fra skog.
(Bjørheden. 2007. Modifisert av Anders M.E. Hohle. 2008)



Figur 2 Teknikk- og produktivitetsutviklingen i skogbruket de siste årtiene. Avvirket volum per dagsverk har økt betydelig de siste 50-60 årene. (Skogforsk Sverige. 2008)

1.2 Formål / problemstillinger

Hovedmål:

Vurdere tiltak for å øke produktiviteten og redusere kostnadene for forsyningskjeden skog → brenselforbruker for småvirke.

Delmål:

- Identifisere og analysere (basert på intervjuer og forskningslitteratur) ulike systemer, logistikkjeder og organiseringsformer for håndtering av småvirke til biobrenselformål → vurdere styrker og svakheter ved de ulike forsyningskjedene
- Vurdere økonomien ved ulike operasjoner, samt eksterne forhold som påvirker lønnsomheten, for eksempel offentlige tilskudd
- Sammenligne norske aktører med svenske og finske
→ diskutere mulighetene for endring av systemvalg etc.

1.3 Definisjoner

- Småvirke: Kvistede eller ukvistede trær fra rydding/tynning av produksjonsskog eller infrastrukturobjekter. Trærne har et relativt lavt volum, og benyttes til biobrensel eller eventuelt til masse-/papirproduksjon
- Infrastrukturobjekter: Vei- og jordekanter, kraftlinjegater, tomtearealer, beiter, kulturlandskap etc.
- GROT: Greiner og topper (hogstavfall) fra sluttavvirkninger
- AFH: Accumulating felling head (flertreakkumulerende klippeaggregat)
- MTH: Multi-tree handling (flertreakkumulerende hogst- og kvisteaggregat)

1.4 Avgrensninger

Denne oppgaven konsentrerer seg til småvirke sortimentet. Årsaken til at øvrige skogsbrenselsortimenter (stammeved, GROT og stubber) ikke er inkludert, skyldes hovedsakelig begrensingen i oppgavens omfang. Dessuten er småvirkesortimentet veldig dagsaktuelt og interessant med tanke på de store brenselressursene som er tilgjengelig i infrastrukturobjekter og produksjonsskog. I tillegg gir sortimentet en relativt god fliskvalitet på grunn av en høy stammevedsandel, noe som er etterspurt i små- og mellomstore flisfyringsanlegg.

Siden oppgaven omhandler forsyningskjeden fra skog til brenselforbruker, inngår følgende operasjoner:

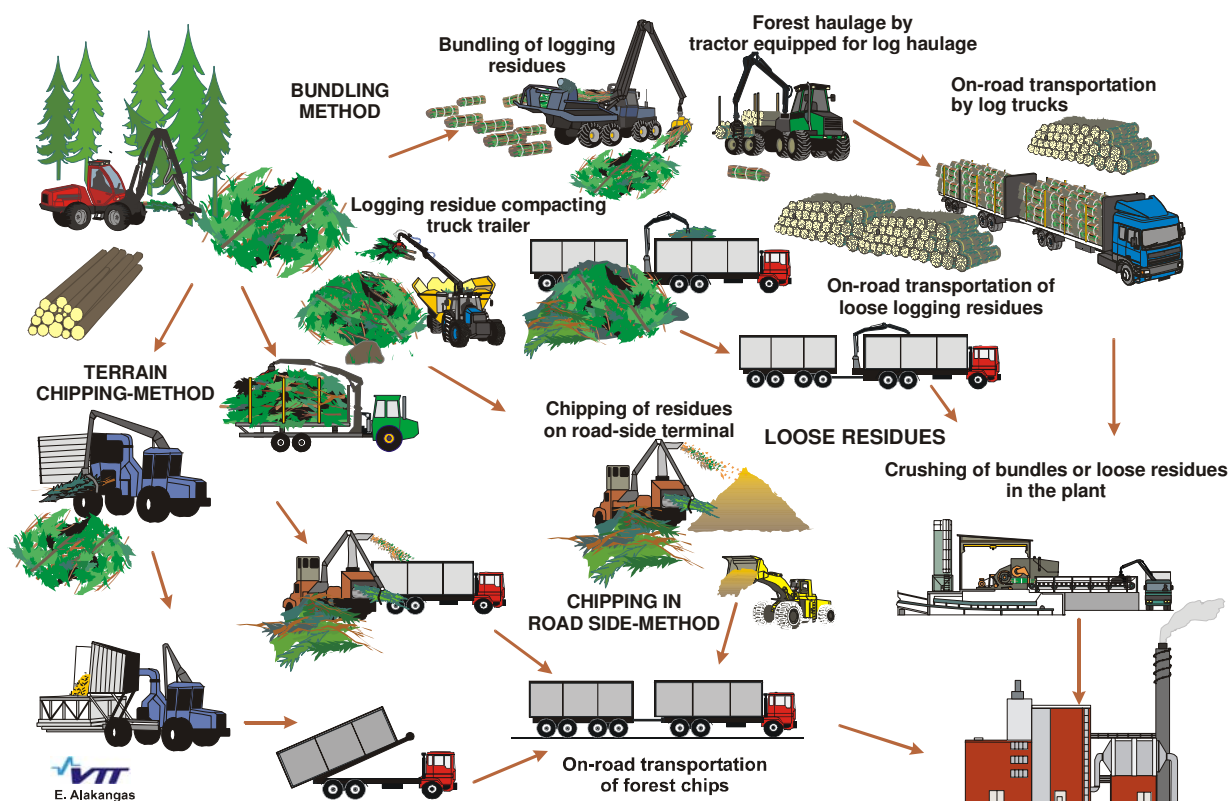
- Avvirkning og terrengtransport
- Veitransport
- Flishogging
- Terminalarbeid

Jernbanetransport er ikke inkludert i dette arbeidet.

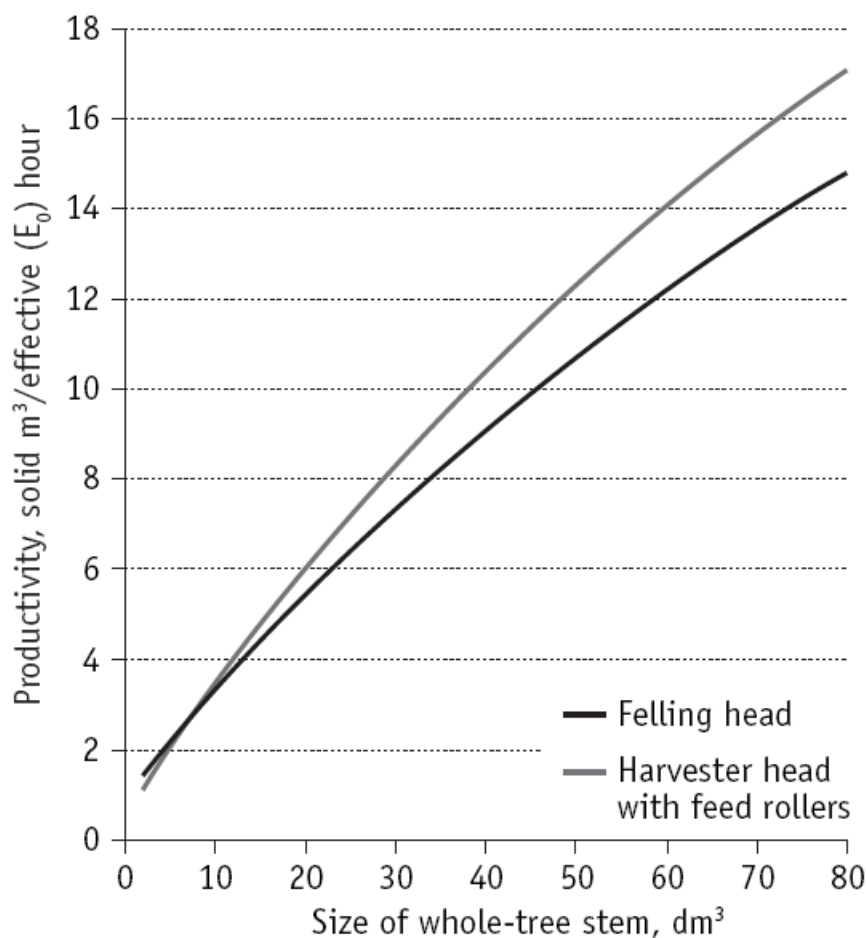
Det forutsettes at brenselet videreføres til flis, siden dette er det mest etterspurte biobrenselsortimentet i storskala anvendelse.

Kostnadene for de ulike operasjonene er ikke vektlagt i stor grad, da dette varierer mellom de ulike landene og dessuten er avhengig av en rekke forutsetninger. Det er allikevel mulig å indirekte analysere konkurransekraften til de ulike systemene ut fra hvilke som blir benyttet.

2. TEORI



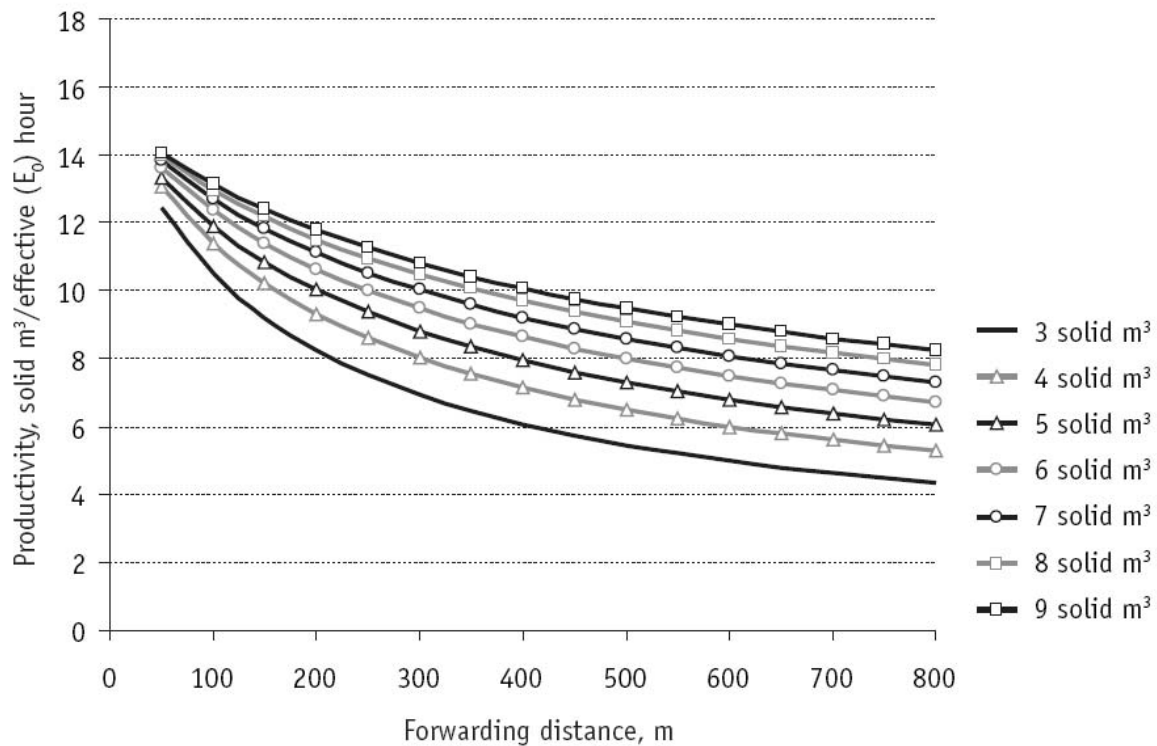
Figur 3. Ulike metoder og systemer for avvirkning, transport og bearbeiding av skogsbrensel. (Sikanen og Asikainen. 2006)



Figur 5. Produktivitet per time (E_0) ved avvirkning av småvirke i tynning, som en funksjon av ulike trestørrelser og type aggregat. AFH aggregatene var Abab Klippen 250, Moipu 400E og Ponsse EH25, mens MTH aggregatene var Logset 4M Hamster og Valmet 945 med klipp. (Kärhä. 2006)

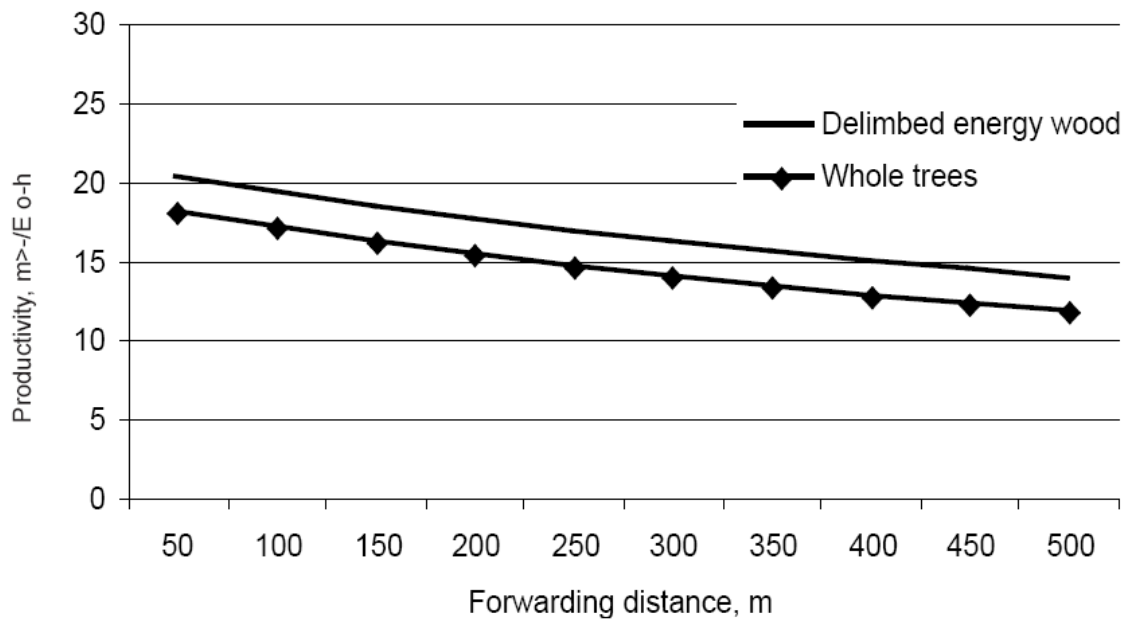
Norsk institutt for Skog og Landskap gjorde i 2005 en tilsvarende produktivitetsstudie av avvirkning av heltre på gjengrodd husdyrbeite. Tilnærmet alle trær ble fjernet, slik at avvirkningen kunne karakteriseres som en sluttavvirkning. Resultatene viste at produktiviteten med et Abab 250 AFH aggregat var $10,2 \text{ fm}^3/E_0\text{time}$ når gjennomsnittlig trestørrelse var 38 dm^3 (Gjølsjø og Kjølsten. 2005).

Terrengtransport av heltrevirke i tynning ble studert av Kärhä i 2006 (se figur 6). Det ble benyttet en mellomstor lassbærer (12-14 tonn), og gjennomsnittslasset var $6,1 \text{ fm}^3$. Med en kjørelengde på 250 meter og uttak på $6 \text{ fm}^3/\text{daa}$ var produktiviteten $11,3 \text{ fm}^3/E_0\text{time}$. (Kärhä. 2006)



Figur 6. Produktivitet per time (E_0) ved terrengtransport av heltrevirke i tynning, som en funksjon av ulike lasstørrelser og kjørelengder. Uttaket av heltre var $6 \text{ fm}^3/\text{daa}$, og tettheten av virke langs stikkveien var $21 \text{ fm}^3/100 \text{ meter}$. (Kärhä. 2006)

Norsk institutt for skog og landskap gjorde en tilsvarende studie av terrengtransport under studien av avvirkning av heltre på beiteområder i 2005. Resultatene der viste en produktiviteten var $8,7 \text{ fm}^3/E_0\text{time}$ når gjennomsnittlig lasstørrelse var $6,0 \text{ fm}^3$ og kjørelengden var 300 meter. (Gjølshj og Kjøstelsen. 2005).

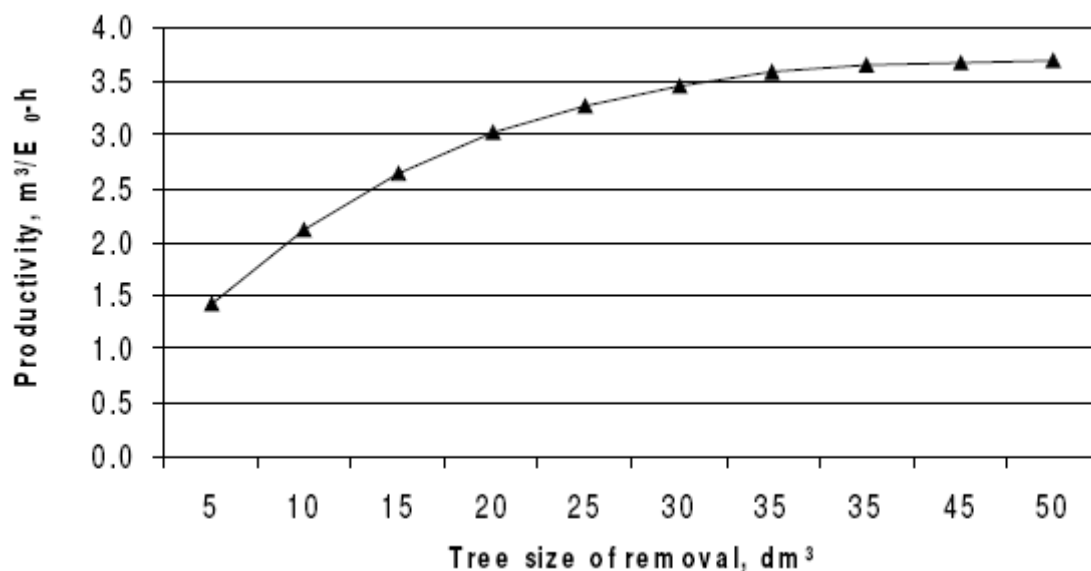


Figur 7. Produktivitet ved terrengtransport av heltrevirke og kvistet virke fra tynning av produksjonsskog. Oppgitt i $\text{fm}^3/\text{E}_0\text{time}$. (Laitila et al. 2006)

Som figur 7 indikerer er utkjøring av kvistet virke mer effektivt enn ukvistet. Dette skyldes større lassvolum (høyere fastmasseprosent) med det kvistede virket.

2.1.2 Kombimaskin

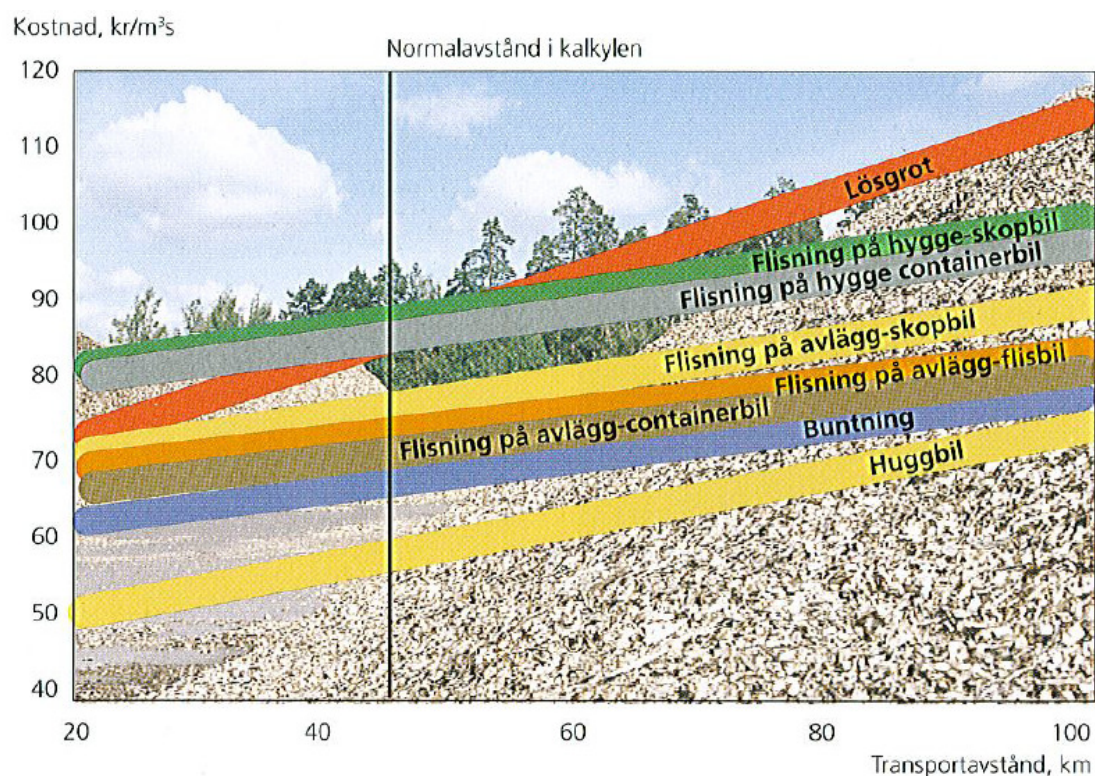
Metla i Finland gjorde i 2006 en studie av en Valmet 840 med Moipu 400E AFH aggregat, altså en kombimaskin. (Laitila et al. 2006)



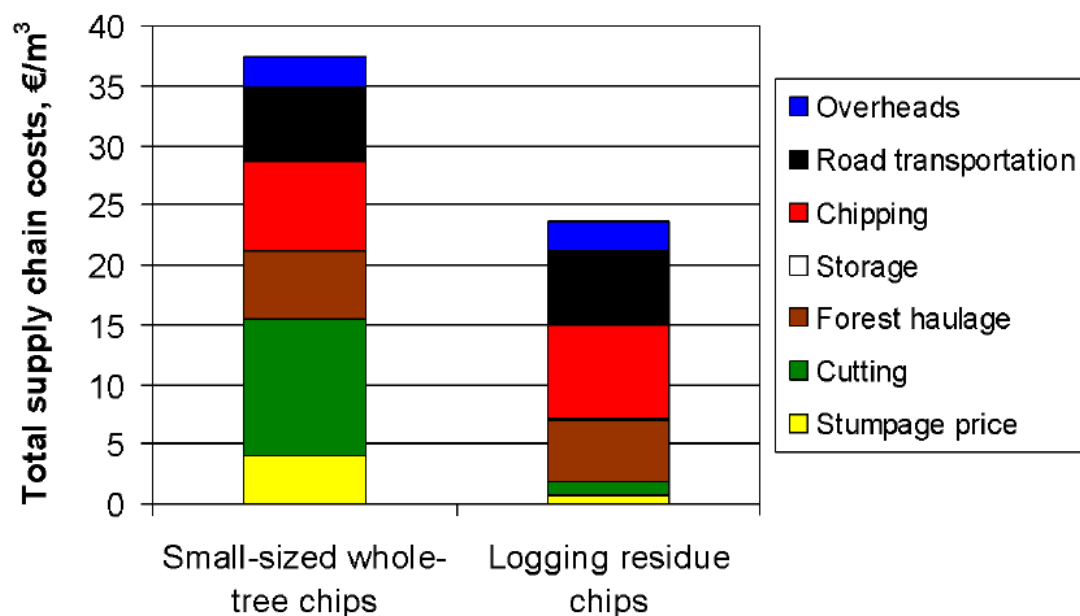
Figur 8. Produktiviteten ved avvirkning og utkjøring av heltrevirke i tynning med en kombimaskin med AFH. Uttaket var 5 fm³/daa og terrengtransportavstanden 250 meter. (Asikainen og Laitila. 2006)

2.2 Systemanalyser

Svenske Skogforsk utførte i 2006 en systemanalyse av ulike forsyningskjeder for GROT (figur 9). Kalkylene baserte seg på 300 meter terrengtransport, og det forutsattes at alt virket var innom en terminal. Avstanden fra terminal til sluttforbruker var 10 kilometer. Alle operasjoner i skogen, samt flishogging og veitransport var inkludert, men ikke administrasjonskostnader, fortjeneste til biobrenselsselskapet eller erstatning til skogeieren. Ved 45 kilometer transportavstand til terminal varierte systemkostnadene fra 58 til 88 SEK/lm³. Huggbil (lastebil utstyrt med flishogger og lasterom for flis) var det billigste alternativet, mens flishogging i terrenget og veitransport av løs GROT var de dyreste. Det ble ikke tatt hensyn til at enkelte kjeder var varmere enn andre, det forutsattes at neste ledd i kjeden var på plass til enhver tid.



Figur 9. Systemanalyse av ulike forsyningskjeder for GROT i Sverige (fra skog til sluttforbruker), illustrert med ulike transportavstander. Kostnader oppgitt i SEK/m³. (Thor et.al. 2006)



Figur 10. Totale kostnader for forsyningskjeder av småvirke og GROT i Finland. Oppgitt i euro/fm³. (Kärha. 2008)

2.3 Terminaler

Det svenske selskapet Energidalen i Sollefteå AB utførte i 2006 en analyse av kostnadene ved terminalhåndtering av løs GROT. Alle kostnadene ved flishogging/kverning, måling, administrasjon etc., samt årlige kapitalkostnader, ble inkludert.

Resultatene viste at det var mest lønnsomt å benytte et fåtall store terminaler (stasjonære) fremfor flere små (mobile). Dette skyldtes lavere kapitalkostnader per volum for de store terminalene, samt at det ble benyttet store flishoggere eller kverner. De totale investerings- og driftskostnadene varierte fra 96,3 SEK/råtonn for alternativet med få, store terminaler, og opptil 120,6 SEK/råtonn med mange, små terminaler.

Det ble kalkulert med 0,34 råtonn/lm³ (kvernet materiale). Det tilsier at det rimeligste terminalalternativet koster ca. 33 SEK/lm³. Flishogging av GROT på velteplass ble i forsøket oppgitt til 40-45 SEK/lm³. Altså var alternativet med flishogging på terminal rimeligst, selv om alle terminalkostnadene var inkludert. Transport av flis fra terminal til forbruker kom dog i tillegg. (Söderström. 2006)

2.4 Utfordringer

Det er en rekke utfordringer knyttet til utvikling av systemer og forsyningskjeder for småvirke. Kalle Kärhä ved finske Metsäteho gjorde i 2007 en undersøkelse blant biobrenselselskaper i Finland. Ett av spørsmålene var aktørenes syn på hvor i forsyningskjeden flishoggingsoperasjonen kom til å bli utført fremover. Dette kunne oppsummeres som følger, fordelt på ulike sortimenter:

- GROT: fra velteplass til terminal eller sluttforbruker.
- Stubber: økning på terminal eller hos sluttforbruker.
- Småvirke: fra velteplass til terminal eller hos sluttforbruker. (I dag flishogges 75 % av småvirket på velteplass).

Jo nærmere sluttforbrukeren flishogging skjer, jo lavere blir kostnadene for hele forsyningskjeden. (Kärhä. 2007).

I Kärhäs arbeid ble det også undersøkt hva biobrenselselskapenes anså som de viktigste forsknings- og utviklingsbehovene. De viktigste punktene var:

- Fliskvalitet (fuktighet, fraksjonsfordeling, forurensninger)
- Avvirkningssystemer
- Terminal håndtering
- Måling av brenselet
- Råstofftilgang
- Veitransport

En finsk studie utført av Metsäteho og University of Joensuu (Kärhä et al. 2008) undersøkte ulike tiltak for å redusere avvirkningskostnadene for småvirke i ungskog. Konklusjonene fra undersøkelsen var følgende:

- Det er utført en rekke studier av avvirkning av energi- og massevirke fra ungskog, men få av resultatene har blitt implementert i kommersiell drift. Dette må få økt fokus.
- Utdanning av maskinførere er et viktig satsingsområde.
- Det er mulig å øke kostnadseffektiviteten i småvirkeavvirkning ved å utsette operasjonene til skogen blir eldre (større middelstamme), utføre forhåndsryddinger, og ved å tilpasse skogskjøtselmetodene til energivirkeuttak.
- Avvirkningssystemene kan gjøres mer effektive ved å implementere MTH teknikk til både energi- og industrivirkesavvirkning, pluss å tilpasse systemene bedre til bestandenes forutsetninger.

Med disse tiltakene skulle det være mulig å oppnå kostnadsreduksjoner på minst 5-10 %, og i enkelte tilfeller hele 30-40 %, sammenlignet med dagens avvirkningskostnader.

3. MATERIALE OG METODE

3.1 Innledning

Metoden som ble brukt under arbeidet var hovedsakelig kvalitative dybdeintervjuer, der informantenes kunnskaper og erfaringer ble vektlagt. I tillegg ble det innhentet relevant forskningslitteratur fra tidligere utførte tidsstudier og systemanalyser.

3.2 Kvalitativ metode

Det er vanlig å skille mellom kvalitative og kvantitative metoder ved informasjonsinnhenting. Kvalitativ metode skal gi forståelse av et fenomen og eventuelt si om forståelsen kan brukes som forklaringsmodell på en lignende situasjon. Den har til hensikt å fange opp mening og opplevelse som ikke lar seg tallfeste eller måle. Den kvalitative tilnærming går i dybden og har som formål å få frem sammenheng og helhet. (Helseth. 2008.)

I følge Gerd Lilledahl og Atle W. Hegnes ved Universitetet i Oslo er sentrale kjennetegn ved kvalitativ metode:

- Fortolkninger
- Problemstilling kan endres og utvikles i løpet av datainnsamlingen
- Går i dybden med få informanter
- Direkte kontakt med informantene

Metoden gir data av typen:

- Hva
- Hvorfor
- Hvordan

Metoden for kvalitative tilnærminger er hovedsakelig intervju eller observasjon/feltarbeid. Intervjuene baseres ofte på en intervjuguide, det vil si en oversikt over de problemområder

som skal avdekkes. Samtalene klassifiseres som ustrukturerte intervjuer, og utføres som en dialog mellom intervjuer og respondent. (Helseth. 2008)

3.3 Utvelgelse av intervjuobjekter

Det ble vedtatt å intervju selskaper fra Norge, Sverige og Finland. De to sistnevnte ble inkludert siden disse landene har en langt større og lengre erfaring med høsting av skogsbrensel enn Norge. Dessuten kunne det være interessant å observere eventuelle ulikheter mellom de tre nasjonene.

De aktuelle intervjuobjektene skulle være blant de største og mest profesjonelle aktørene innen skogsbrenselomsetning i sine respektive land. Aktuelle selskaper ble kartlagt gjennom bedrifters websider og ut fra undertegneds kjennskap til bransjen. I tillegg ble en oversikt over de største svenske aktørene, presentert i tidsskriftet "Bioenergi" nr. 1/2008, benyttet. Antall potensielle intervjuobjekter ble anslått å være totalt cirka tjue i de tre landene. Av disse ble sju selskaper plukket ut. Valget ble hovedsakelig gjort ut fra aktørenes erfaring med småvirke. Ytterligere to norske aktører ble forespurt, men de hadde så liten erfaring med småvirkehåndtering at de mente svarene ville være utilstrekkelige. I tillegg ble et tredje selskap i Finland kontaktet, men det ønsket ikke å delta.

De aktuelle selskapenes identitet skulle holdes anonymt i oppgaven, for at svarene skulle gis med størst mulig åpenhet. I tillegg skulle ikke selskapene kunne identifiseres ut fra svarene de hadde gitt. Med anonyme intervjuer ville det dessuten være enklere å få de aktuelle selskapene til å delta i undersøkelsen.

Tabell 1. Antall intervjuede selskaper i de respektive landene.

<i>Land</i>	<i>Antall selskaper</i>
Norge	2
Sverige	3
Finland	2
Sum	7

3.4 Utførelse av intervjuene

De utvalgte selskapene ble først kontaktet per telefon for å undersøke om de var potensielle intervjuobjekter og om de var villige til å delta. Videre fikk de per e-post tilsendt et infoskriv om bakgrunnen og formålet med oppgaven.

Intervjuene ble utført ved at undertegnede reiste rundt til de aktuelle selskapene.

Hovedsakelig ble én representant fra hver bedrift intervjuet, mens det hos noen var to eller tre personer som deltok. Intervjuene ble utført i februar og mars 2008. Det var på forhånd utformet en intervjuguide, bestående av følgende ni kategorier:

1. Kort info om det aktuelle selskapet
2. Brenselkunder
3. Råvareleverandører
4. Underentreprenører / egne maskiner
5. Teknikk, systemer og logistikk
6. Organisering / planlegging
7. Økonomi
8. Utfordringer
9. Fremtidsutsikter / trender

Se vedlegg for hele intervjuskjemaet.

Innenfor hvert tema var det flere underkategorier, slik at det totale antall spørsmål var 48. Siden undersøkelsen var utformet som et kvalitativt intervju var det ikke typiske ja/nei spørsmål – det var derimot rom for respondenten å svare fritt innen emnet. For å skaffe mer bakgrunnsinformasjon om de intervjuede selskapene ble det dessuten innhentet informasjon gjennom internett og selskapsbrosjyrer.

Svarene ble notert skriftlig i stikkordsform. Det ble ikke benyttet elektronisk opptaksutstyr, da dette ikke ansås som nødvendig for å registrere svarene.

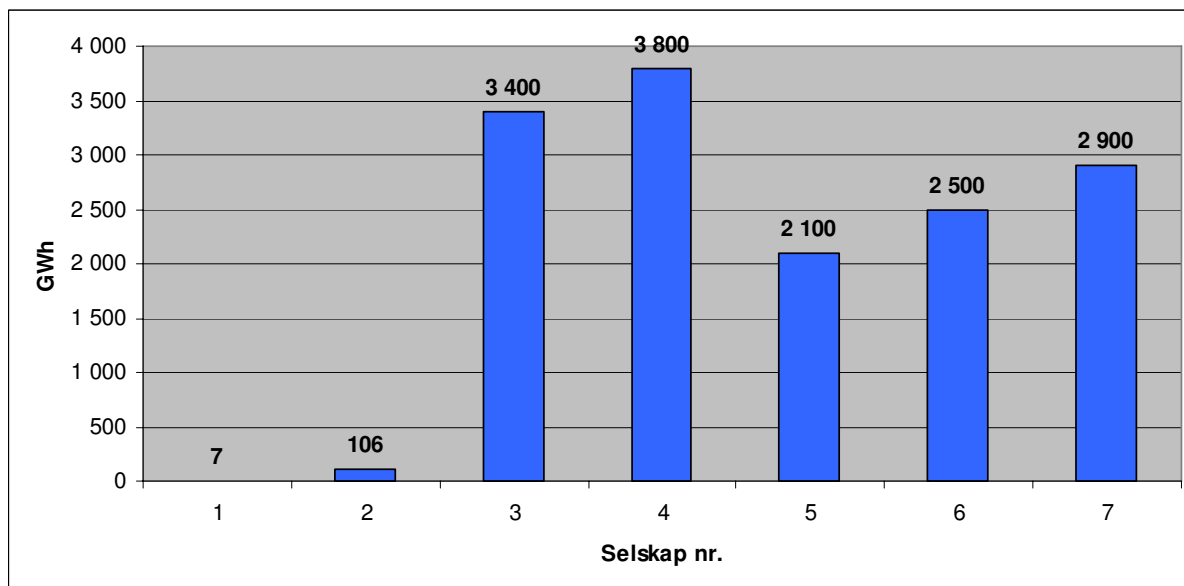
3.5 Analyse av intervjuene

Resultatene fra intervjuene ble illustrert i tabeller og figurer, eller sammenstilt i tekstform.

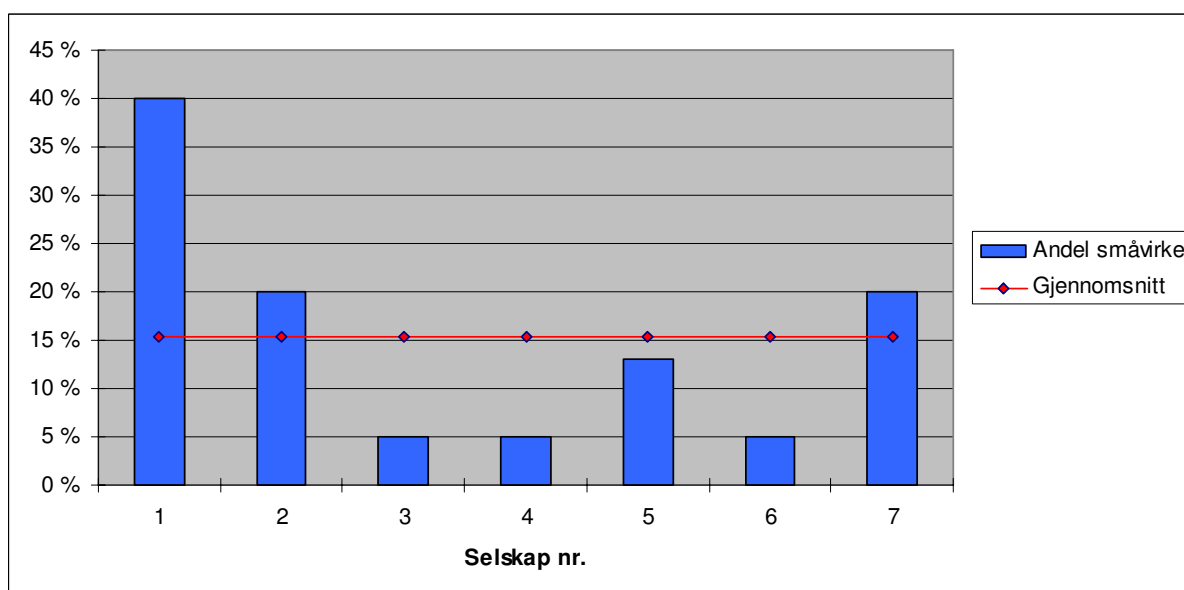
I tabellene og grafene ble respondentene nummerert fra 1 til 7, og nummereringen ble gjort i lik rekkefølge gjennom hele oppgaven. Selskapenes svar var anonyme, men de ble kategorisert i grupper med de respektive landene. Selskap nummer 1-2 var norske, 3-5 var svenske, mens 6-7 var finske. Hvis det var hensiktsmessig ble eventuelle ulikheter mellom de ulike nasjonene analysert og kommentert. Dette ble også eventuelle forskjeller i teknikk- og systemvalg mellom små og store aktører, samt små- eller storskala brenselforbrukere.

4. RESULTATER

4.1 Kort informasjon om selskapene



Figur 11. Biobrensel omsetningen til de ulike selskapene i år 2007, målt i GWh. Alle typer biobrensel var inkludert, men hovedvekten var skogsbrensel og biprodukter fra skogindustrien. Merk: for selskap nr. 7 skjedde biobrenselleveransene gjennom et deleid datterselskap.



Figur 12. Prosentvis andel småvirke i forhold til den totale biobrenselomsetningen til de respektive selskapene.

Den prosentvise andelen småvirke i forhold til den totale biobrenselomsetningen varierte mye mellom de ulike selskapene. Målt i volum var allikevel de svenske og finske aktørene betydelig større enn de norske.

Hvordan selskapene var organisert, varierte også. Enkelte av aktørene var skogeierforeninger, eller datterselskaper av skogeierforeninger. Andre var aksjeselskaper med egen skog og industri, eller datterselskaper av disse. Ett av selskapene var organisert som et rent biobrensel- og biovarmeselskap, uten tilknytning til skogindustribedrifter eller skogeierforeninger.

4.2 Råvareleverandører

Tabell 2. Leverandører av småvirke til selskapet.

	<i>Selskapets råvareleverandører</i>
1 (Norge)	Skogeierforeninger + direkte fra grunneiere
2 (Norge)	Eierne (skogeiere) + direkte fra grunneiere
3 (Sverige)	Eierne (skogeierforeninger)
4 (Sverige)	Direkte fra skogeiere
5 (Sverige)	60 % fra egen skog + 40 % fra andre grunneiere
6 (Finland)	10 % fra egen skog + 90 % fra andre grunneiere
7 (Finland)	Eierne (skogeiere)

Tabell 3. Selskapenes motiver for høsting av småvirke.

	<i>Skog-/landskapsskjøtsel</i>	<i>Brenseltilgang</i>
1 (Norge)	●	●
2 (Norge)		●
3 (Sverige)	●	●
4 (Sverige)		●
5 (Sverige)	●	
6 (Finland)	●	●
7 (Finland)	●	●

Som tabell 3 illustrerer var de ulike aktørenes motivasjon for satsing på småvirke høsting relativt jevnt fordelt mellom å tilby skog-/landskapsskjøtsel, som tilgangen på skogsbrensel.

Det var spesielt selskapene som eide skog selv, eller var eid av skogeiere, som vektla skogskjøtsel som viktigste motivasjonsfaktor.

Tabell 4. Hvilke arealer høstingen av småvirke hovedsakelig foregikk.

	<i>Produksjonsskog</i>	<i>Infrastrukturobjekter</i>
1 (Norge)		•
2 (Norge)		•
3 (Sverige)	•	•
4 (Sverige)	•	
5 (Sverige)	•	•
6 (Finland)	•	
7 (Finland)	•	

Tabell 4 viser at det også var forholdsvis jevn fordeling mellom hva slags arealer småvirket ble høstet på. Ett av selskapene (5), som eide mye skog, utførte høsting av småvirke kun av skogskjøtsel hensyn. Ofte gjordes det i ettersatte bestand hvor konvensjonell ungskogpleie var et dyrere tiltak, og tradisjonell førstegangs tynning var for tidlig. Totalt kom 80 prosent av småvirket selskapet høstet fra produksjonsskog, mens 20 prosent kom fra infrastrukturobjekter.

4.3 Brenselkunder

Spennvidden i leveransestørrelsen til de ulike kundene varierte stort – fra et hengerlass og opptil 400 000 lm³ årlig.

Tabell 5. Formen på brenselet når det ankommer kunden (forbrukeren). Prosentvis fordeling ferdig flis eller ubearbeidet materiale (heltre).

	<i>Ferdig flis</i>	<i>Ubearbeidet materiale</i>
1 (Norge)	100 %	0 %
2 (Norge)	100 %	0 %
3 (Sverige)	90 %	10 %
4 (Sverige)	100 %	0 %
5 (Sverige)	70 %	30 %
6 (Finland)	30 %	70 %
7 (Finland)		

Selskap nummer 7 kunne ikke oppgi fordelingen mellom ferdig flis og ubearbeidet materiale, men oppgav at brenselet ble levert i begge formene. Selskap 3 og 6 har oppgitt prosentfordelingen som et gjennomsnitt av heltre og GROT.

Flere av selskapene opplevde meget stor etterspørsel etter flis fra småvirke, blant annet siden brenselet hadde en mer stabil fuktighet enn for eksempel GROT. I tillegg var etterspørselen av alternative skogsbrensel i enkelte områder langt større enn tilbudet, noe som forklarte interessen for småvirket. Flere av aktørene mente det var viktig med brenselkunder i ulike segmenter for å sikre avsetning på ulike brenselkvaliteter. Imidlertid ble det ansett som kostbart å betjene små kunder, da administrasjonskostnadene per volum var høye.

4.4 Underentreprenører / egne maskiner

Tabell 6. Utførelse av praktiske operasjoner (avvirkning, flishogging, veitransport etc.)

	<i>Selskapets egne maskiner</i>	<i>Underentreprenører</i>
1 (Norge)	●	●
2 (Norge)		●
3 (Sverige)		●
4 (Sverige)		●
5 (Sverige)		●
6 (Finland)		●
7 (Finland)		●

Tabellen indikerer at avvirkning, flishogging, veitransport etc. hovedsakelig utførtes av underentreprenører. Kun ett av selskapene hadde egne maskiner for enkelte av operasjonene.

Alle selskapene stod selv for planleggingen og organiseringen av operasjonene, mens underentreprenørene utførte tjenestene etter gitte instruksjoner. Flere av selskapene ønsket imidlertid at entreprenørene skulle ta ansvar for en større del av forsyningskjeden, inkludert organisering og planlegging. Et av selskapene hadde avtaler med noe de kalte ”nøkkelentreprenører”. Dette var et fåtall store entreprenører som ansvarer for hele forsyningskjeden, og som leide inn mindre underentreprenører etter behov.

Kriterier ved valg av underentreprenører var hovedsakelig:

- Pris
- Kvalitet
- Punktlighet
- Samarbeidsevne

I tillegg var det vanlig at selskapene satt opp spesifikke krav for hvordan operasjonene skulle utføres. Maskin- og systemvalg ønsket de derimot ikke å påvirke, så lenge kriteriene nevnt ovenfor var oppfylt. Ett av selskapene hadde imidlertid krav om at hogstmaskinene som utførte tynning med klippaggregater skulle være stikkveisgående med kranlengde på cirka 12 meter.

4.5 Teknikk, systemer og logistikk

4.5.1 Avvirkning og terrengtransport

Selskapene oppgav at følgende systemer ble benyttet:

1. Kombimaskiner eller drivare med flertreakkumulerende klippeaggregat (AFH)
2. Hogstmaskin med AFH + lassbærer
3. Gravemaskin med AFH + lassbærer
4. Hogstmaskin med flertreakkumulerende kvisteaggregat (MTH)
5. Drivare med AFH og buntemaskin (type Fixteri)

Ved småvirkesavvirkning i produksjonsskog (tynning) ble hovedsakelig tomaskin systemet (hogstmaskin + lassbærer) benyttet. Hogstmaskinen var som oftest stikkveisgående med relativt lang kran (10-12 meter). Dette systemet ble brukt fordi det ble ansett å ha den høyeste produktiviteten og de laveste driftskostnadene per volum. Produktiviteten i rydding / tynning med en mellomstor tynningsmaskin med flertreakkumulerende klippeaggregat var vanligvis 6-8 fm³/time, i følge flere av selskapene. Ved gjennomsnittlig heltrevolum over 35 liter, ble ofte produktiviteten redusert, i følge én aktør. Dette fordi trærne ble vanskeligere å håndtere i

tynningshogst når de ble for store (høye). Lassbærerens produktivitet var stort sett 8-10 fm³/time, avhengig av transportlengde.



Bilde 1. Tynning av furuskog med Valmet 911 med Bräcke C16.a AFH. (Anders M.E. Hohle. 2007)

Ved avvirkning av småvirke på infrastrukturarealer var derimot kombimaskiner eller drivare med flertreakkumulerende klippeaggregat et vanligere system. Dette fordi arbeidsteknikken til disse maskinene egnet seg bedre på arealer som skulle ”sluttavvirkes” enn i tynning av produksjonsskog. I tillegg var flyttekostnadene naturligvis lavere med en maskin enn to, noe som var fordelaktig på små objekter. Dessuten ble ofte direktelasting av virket på lastedelen benyttet, noe som medførte mindre risiko for forurensinger (stein, jord etc.) i virket enn om det ble lagt på bakken. Det ble hevdet at dette var et større problem for heltrevirke enn GROT, da lassbærergripen måtte helt ned på bakken for å gripe rundt heltrehiv. GROT hivene kunne man derimot gripe sammen uten å være i kontakt med bakken.

Én av aktørene benyttet gravemaskin med flertreakkumulerende klippeaggregat til avvirkning av infrastrukturobjekter. Dette ble ansett å være en rimelig og sterk basmaskin, som i tillegg kunne benyttes til andre formål (graving). Av positive egenskaper ble spesielt stor

hydraulikkapasitet, sterk kran, god bæreevne og mulighet til å snurre 360 grader rundt, fremhevet. Negative egenskaper i forhold til en konvensjonell, hjulgående hogstmaskin var noe lavere førerkomfort og dårligere terrengegenskaper. Produktiviteten ved avvirkning av infrastrukturobjekter varierte fra 10 til 30 fm³/time. Det høyeste tallet var kun unntaksvis når det var svært gunstige forhold og grove dimensjoner.

Fire av selskapene hadde erfaringer med flertreakkumulerende kvisteaggregater (MTH). Med denne teknikken ble én stokk eller to per tre kvistet og benyttet til massevirke, mens én ukvistet, lang topp ble benyttet til skogbrensel. Metoden ble ansett å være spesielt interessant ved tynning av litt grovere produksjonsskog. Dessuten kunne det ofte stå noen grove trær der stikkveiene skulle avvirket, og da var det mer fordelaktig med et MTH aggregat med sagkjede enn et klippeaggregat. Dessuten var MTH aggregatene mer fleksible, siden de kunne benyttes til alt fra tidlig tynning til sluttavvirkning. Ulempen var imidlertid at aggregatene var dyre i forhold til klippeaggregatene, siden de hadde en mer avansert måleutrustning. Denne var dog unøyaktig når flere trær ble kvistet samtidig. Noen konkrete produktivitetstall for denne teknikken kunne imidlertid ikke presenteres.



Bilde 2. Kvistet virke og lange topper avvirket med MTH aggregat. (Anders M.E. Hohle. 2008)

Ett av selskapene hadde innledet forsøk med en drivare med flertreakkumulerende klippeaggregat og Fixteri buntemaskin. Med dette systemet ble heltrevirket matet direkte inn i buntemaskinen etter felling. Buntene hadde en diameter på 50-70 centimeter og lengde på 2,6 meter. Dette var dog helt i startfasen, de kunne derfor ikke oppgi noen driftserfaringer så langt.



Bilde 3. Valmet 801 Combi med Naarva-Grip AFH og Fixteri buntemaskin. (Laitila. 2008).

Én av aktørene hadde begynt å levere ukvistet småvirke til masseindustrien. Der ble heltrevirket kjørt i gjennom den ordinære barketrommelen, hvor all kvist og bark falt av. Stammedelen ble benyttet til masse- og papirproduksjon, mens kvist og bark ble brukt i biobrenselanlegget på fabrikken. Fordelen med denne metoden var at kvisteoperasjonen ble flyttet fra skogen til industrien. Ulempen var lavere lastevolum på lassbæreren og virkesbilen enn med kvistet virke.

Én av aktørene hadde som policy at minimum tretti prosent av kvisten skulle ligge igjen i bestandet etter tynning. Ved tynning av heltre med klippeaggregat ble dette løst ved at for

eksempel én meter av toppen av treet ble klippet av for å ligge igjen, eller at noen hele småtrær ble lagt igjen.

4.5.2 Flishogging

Selskapene oppgav at ulike typer flishoggere ble benyttet til flishogging av småvirke.

Hovedsakelig var det følgende systemer:

1. Flishogging i terreng med lassbærerbasert flishogger med container.
2. Flishogging på velteplass med lassbærer- traktor- eller lastebilmontert flishogger.
3. Flishogging på terminal eller hos sluttforbruker med traktor- lastebil- eller trailermontert flishogger / kvern, eventuelt stasjonært utstyr.
4. Huggbil (lastebil med flishogger og lasterom for flis) som flishogde og transporterte flisa direkte til sluttforbrukeren.

Valg av hvilket system som ble benyttet, ble i stor grad påvirket av om sluttforbrukeren tok i mot ferdig flis eller uarbeidet materiale (heltre). Dessuten hadde valg av veitransportsystem innvirkning.

Selskapene oppgav at valg av flishoggersystem måtte tilpasses forholdene, og at det var en fordel å ha tilgang på ulike systemer. Én av de svenske aktørene hevdet at det ofte ble brukt overdimensjonerte flishoggere (unødvendig dyre maskiner) på mange oppdrag.

Norge

De norske aktørene benyttet hovedsakelig traktor- eller lassbærermonterte flishoggere for flishogging av småvirke på velteplass. I tillegg hadde nettopp en terrenggående flishogger av type Silvaro blitt tatt i bruk.



Bilde 4. Silvaro CS440 terrenggående flishogger. (Anders M.E. Hohle. 2008)

Sverige

De svenske selskapene benyttet først og fremst lassbærermonterte flishoggere med container. Dette var et gjennomprøvd og driftssikkert system. Svakheterne var blant annet risikoen for ubalanse mellom flishoggingen og containertransporten (varmt system), noe som medførte ventetider. Kostnaden ble oppgitt til 40-45 SEK/lm³ for flishogging av GROT. Ved flishogging av heltre var produktiviteten vesentlig høyere, noe som kunne tilsi lavere enhetskostnad. Imidlertid var ikke hele forsyningskjeden med flistransporten (i containerbiler) dimensjonert for produktivitetsøkningen, noe som medførte at kostnaden ikke kunne reduseres nevneverdig.

I tillegg var såkalte ”huggbiler” et system som ble mer og mer aktuelt i Sverige. Det var spesielt fleksibelt og konkurransedyktig på små objekter med relativt kort transportavstand til sluttforbrukerne. Svakheten med systemet var lange transportavstander, pluss at det kunne ta lang tid før store objekter ble avsluttet. I tillegg krevde systemet god planlegging, samt velter beliggende inntil bilvei.

Én av aktørene benyttet dessuten store lastebilmonterte flishoggere som flishogde i ventende flisbiler. Systemet krevde imidlertid store objekter, og karakterisertes dessuten som et varmt system. Hos en annen aktør ble noe av heltrevirket transportert ubearbeidet til sluttforbruker, som selv stod for flishoggingen med kraftig trailermontert eller stasjonært utstyr.

Flishoggingskostnaden med dette med dette utstyret ble oppgitt til cirka 15 SEK/lm³.

Terrenggående flishoggere (type Silvaro) ble også benyttet, om enn i lite omfang. Det ble oppgitt at denne maskinen hadde en produktivitet på cirka 200 lm³ flishogging og utkjøring på et åtte timer skift. Timekostnaden var 1 200 SEK/time. Systemet ble hovedsakelig benyttet ved tynning av løvskog, og var konkurransedyktig ved transportavstander opptil 400-500 meter. Svakheterne til disse maskinene var blant annet at de var relativt tunge, noe som var ugunstig ved de milde vintrene det har vært de siste årene.

Finland

I Finland var systemet med flishogging / kverning av heltrevirke eller heltrebunter på tomten til sluttforbrukeren svært vanlig. Fordelen var at dette var et kaldt system, hvor de ulike operasjonene i forsyningskjeden ikke var avhengig av hverandre. I tillegg var opparbeidingskostnaden lav: 0,8-1,2 euro/MWh.

Hvis brenselkunden ikke kunne ta i mot ubearbeidet materiale, men krevde ferdig flis, ble andre systemer benyttet. Dette var da hovedsakelig store, lastebilmonterte flishoggere som flishogde i ventende flisbiler. Disse flishoggerne hadde en relativt høy produktivitet på heltrevirke: 100-150 lm³/time. Kostnaden var 2,5-3,0 euro/MWh.

Lassbærermonterte flishoggere fantes nesten ikke i det hele tatt i Finland, i følge informantene. Flishogging i terrenget ble ansett som dyrt, dessuten produserte de rå flis som følge av at operasjonen ble utført rett etter avvirkningen. Huggbil ble heller ikke ansett som et godt system, blant annet på grunn av de relativt små flishoggerne som var vanskelige å mate.

4.5.3 Veitransport

Ved veitransport ble i all hovedsak følgende systemer benyttet:

1. Tredelsbiler for heltrevirke eller heltrebunter
2. Containerbiler eller flisbiler
3. Huggbil

Hvilket av de tre ovennevnte systemene som ble benyttet, hadde sammenheng med hvilke systemer som ble benyttet tidligere i forsyningskjeden, samt hvilke hvilken form sluttforbrukeren ønsket på brenselet.

Norge

Lassbærer- eller traktormonterte flishoggere ble hovedsakelig benyttet til heltre, derfor var containerbiler mest utbredt i Norge. Lastevolumet var vanligvis 70-80 lm^3 fordelt på to containere. Kostnadene for flistransporten var i følge de to norske aktørene cirka 20 NOK/ lm^3 ved en transportlengde på rundt fire mil. Fordelen med dette systemet var at det var ganske fleksibelt, og at det var god tilgang på containerbiler. Svakheterne var at det kunne være vanskelig å finne egnede oppstillingsplasser for containerne, og at det var et varmt system. Den ene norske informanten hadde derfor tro på selvlastende flisbiler, som var et kaldt system. Disse bilene ville også kunne brukes til å kjøre flis fra terminal og fra trelastindustri.

Sverige

Lassbærermonterte flishoggere var veldig utbredt i landet, noe som medførte at containerbiler var nærmest enerådende. Lastevolumet var cirka 120 lm^3 , fordelt på tre containere. Systemet hadde vært i bruk en årrekke, og var således godt implementert. Svakheten var særlig at det var et varmt system. Kostnadene var, i følge én av informantene, cirka 30-35 SEK/ lm^3 ved en transportlengde på cirka sju mil.

Flisbiler ble i en viss utstrekning også benyttet, spesielt ved transport fra terminal. Disse hadde sidetipp, og et lastevolum på 140 lm^3 . Selvlastende flisbiler eksisterte også, men ble sjelden benyttet. Ulempen med disse var spesielt at duk måtte benyttes som underlag for flisa, noe som var arbeidskrevende. I tillegg var det selvfølgelig risiko forbundet med forurensinger

(stein, jord etc.) i materialet. Huggbil var derimot et mer og mer aktuelt system, som egnet seg spesielt godt til heltre på små objekter.

Hvis brenselkunden hadde egen eller innleid flishogger / kvern, kunne heltre leveres. Derfor ble det i noen tilfeller benyttet tredelsbiler (lastebiler med sidevegger eller tømmerbiler med pressenningsvegger) som transportmiddel. Disse kunne, i følge én av informantene, laste 25-28 tonn. Tilsvarende lassveker med GROT var kun 19-21 tonn. Derfor var systemet betydelig mer aktuelt på heltre enn GROT. Ved en transportlengde på cirka fem mil var kostnaden for heltretransport omtrent 25 SEK/lm³.

Finland

I Finland var transport av heltrevirke eller heltrebunter med tredelsbil dominerende. Fordelen var særlig at det var et kaldt system, og at storskala flishoggere / kverner på industritomt kunne benyttes. Hvis brenselkunden derimot bare kunne motta ferdig flis, ble flisbiler hovedsakelig benyttet. Kraftige traktor- eller lastebilmonterte flishoggere ble da benyttet til å flishogge direkte i de ventende flisbilene. Selvlastende flisbiler og containerbiler ble av finnene ansett som dyre systemer.

4.5.4 Terminaler

Seks av de sju selskapene benyttet terminaler som mellomlager for deler av biobrenselvolumene sine. Hovedårsakene til dette kan oppsummeres i følgende punkter:

- Forsyningssikkerhet
- Enklere logistikk (blant annet på grunn av bæresvake skogsbilveier ved milde vintre)
- Fliskvalitet (blanding av sortimenter)
- Jevne ut volumer over året (medførte at entreprenørene hadde sysselsetting hele året)

Heltrevirke var imidlertid i liten grad innom terminal; stammevirke og industriflis var mer vanlig.

Årsaken til at det ene selskapet ikke benyttet terminaler i det hele tatt, skyldtes at nesten alle brenselforbrukerne i porteføljen kunne ta i mot ubearbeidet materiale. Terminaler kom allikevel til å bli implementert på sikt, på grunn av økt biobrenselomsetning med nye kundesegmenter. Det ble dessuten antydning av flere aktører at jernbaneterminaler kom til å få en større betydning fremover.

Kapital- og driftskostnadene ved terminalene varierte mellom 10-30 NOK/lm³ i alle landene. Alle var enige om at det var et fordyrende, men allikevel et helt nødvendig ledd i forsyningskjeden for deler av volumene.

Fem av selskapene oppgav at underentreprenører ble benyttet til drift av terminalene (flishogging og hjullasterarbeid), mens den sjette aktøren stod for alt terminal arbeidet selv.

4.5.5 Tørking og lagring av virket

Samtlige aktører oppgav at de lagret heltrevirke under dekkpapp ved bilvei (på velteplassen). Dette ble gjort for å holde virket så tørt som mulig utover høsten og vinteren, for å oppnå høyest mulig effektiv brennverdi. Ett av selskapene oppgav at de pleide å legge over pappen i juli-august, før høstregnet startet. Hvis virket ble dekket rett etter avvirkning på vinteren, var den naturlige tørkeeffekten dårligere enn om virket var udekket, mente informanten. Bunter ble vanligvis ikke dekket, siden de var så kompakte at de øverste buntene fungerte som et tak.

En annen aktør pleide ikke å dekke over heltrevelter hvor mer enn 70 prosent av volumet var lauvvirke. Dette ble begrunnet med at heltre og hogstavfall av lauv ikke trakk til seg like mye fuktighet som tilsvarende sortimenter av bartrær. Ett av selskapene, som høstet mye av småvirket i jordekanter, pleide å la virket ligge i udekket i smålunner på jordene frem til flishogging på vinteren. De mente at virket ikke ble fuktet opp nevneverdig av regn og snø utover høsten og vinteren, når det først hadde tørket gjennom våren og sommeren.

Én av informantene poengterte at forsyningskjedene alltid bør avbrytes et sted for å gi virket mulighet til å tørke. Dette avbruddet kunne enten være i terrenget eller på velteplassen, eventuelt på terminalen.

To av aktørene nevnte utfordringer knyttet til risiko for insektangrep på heltrevirket. Dette kunne være et problem i sommersesongen, og det var i enkelte områder restriksjoner på hvor lenge virket kunne lagres på velteplasser i skogen.

4.5.6 Oppsummering teknikk, systemer og logistikk

Tabell 7. Kostnadene for tre ulike forsyningskjeder for småvirke fra rydding / tynning av produksjonsskog, oppgitt av én av de svenske aktørene. Kostnadene er oppgitt i SEK/MWh.

	<i>Alt. 1</i>	<i>Alt. 2</i>	<i>Alt. 3</i>
Operasjon			
Avvirkning med hogstmaskin med AFH	45	45	45
Terrengtransport med lassbærer	45		45
Flishogging og utkjøring med terrenggående flishogger		75	
Flishogging på velteplass med lassbærermontert flishogger			40
Veitransport av heltre i tredelsbiler	40		
Veitransport av flis i containerbiler		30	30
Sum	130	150	160

Tabell 7 indikerer at alternativ 1, med transport av heltre frem til sluttforbruker, var det rimeligste alternativet. Kostnadene ved flishogging / kverning var imidlertid ikke inkludert. Om dette hadde blitt tatt med i regnestykket, hadde allikevel alternativ 1 vært det billigste. Uansett var alternativ 3, med flishogging på velteplass, det dyreste alternativet.

Selskapet hadde naturlig nok størst tro systemet benyttet i alternativ 1, på spørsmål om hva de anså som den beste forsyningskjeden for småvirke per i dag. Ett av de andre svenske selskapene hadde mest tro på systemet med huggbil, noe som ikke er inkludert i tabell 7. Den tredje svenske aktørens svar på samme spørsmål, var: ”den beste teknikken og systemet for småvirke finnes ikke ennå”.

4.6 Organisering, planlegging og oppfølging

Tabell 8. Spørsmål om logistikk-/optimeringsprogrammer.

	<i>Benyttes det logistikk-/optimeringsprogrammer til planlegging og organisering av operasjonene?</i>
1 (Norge)	Er under utvikling. Det er uansett viktig med gode rutiner og systemer, samt en god kontaktflate lokalt blant de ansatte.
2 (Norge)	Ikke foreløpig.
3 (Sverige)	Er under utvikling.
4 (Sverige)	Interne GIS verktøy benyttes. Web applikasjoner overfor entreprenørene.
5 (Sverige)	Programmet FlowOpt skal implementeres etter hvert.
6 (Finland)	Benytter egenutviklet GIS-/optimeringsprogram.
7 (Finland)	Benytter egenutviklet GIS-/optimeringsprogram.

Enkelte av selskapene hadde dessuten følgende kriterier for småvirke virksomheten:

- Klippeoppdragene skal gi minimum 200 lm³ flis. Terrengtransporten skal ikke være for lang.

Selskapet hadde blitt mer kravstort på disse punktene i den senere tiden.

Hos ett av selskapene leverte morselskapet uforedlet skogsbrensel ved bilvei, mens det aktuelle selskapet tok hånd om flishogging og veitransport. Ved et annet tilfelle utførte det aktuelle selskapet avvirkning og terrengtransport, mens et deleid datterselskap tok hånd om den videre logistikkjeden.

4.7 Økonomi

4.7.1 Lønnsomhetsforskjeller i ulike segmenter

Tabell 9. Spørsmål om fortjeneste.

	<i>Er fortjenesten størst (per volum) ved leveranser til små- eller storskala forbrukere?</i>
1 (Norge)	Småskala. Satser på det markedet.
2 (Norge)	Småskala forbrukere kjøper ikke heltreflis. Heltreflis sortimentet som selskapet tilbyr i dag er ofte en blanding av GROT- og stammevedsflis.
3 (Sverige)	Småskala.
4 (Sverige)	Alle kundesegmentene er viktige for selskapet.
5 (Sverige)	Størst fortjeneste på storskala, siden overhead kostnadene per volum er høye på små leveranser. Små kunder betaler derfor for lite i forhold til de virkelige administrasjonskostnadene.
6 (Finland)	Har bare store kunder (egne anlegg). Små kunder krever mye administrasjon.
7 (Finland)	Antakeligvis småskala.

Tabell 10. Spørsmål om fortjeneste.

	<i>Hvordan er fortjenesten (per volum) ved brenselleveranser fra småvirke sammenlignet med andre skogsbrensel sortimenter (flis fra GROT, stammeved eller stubber)?</i>
1 (Norge)	Størst fortjeneste på småvirke.
2 (Norge)	Selskapet omsetter så lite småvirke at det ikke er sammenlignbart foreløpig.
3 (Sverige)	Lavere på småvirke enn GROT.
4 (Sverige)	Alle sortimentene er viktige for selskapet, har derfor ikke gjort noen sammenligning.
5 (Sverige)	Størst på GROT (pga. høyere energiinnhold) Småvirkehøsting utføres hovedsakelig som et skogskjøtseltiltak i egen skog.
6 (Finland)	Siden brenselet kun brukes i egne fyringsanlegg ser selskapet primært på kostnaden ved å høste skogsbrenselet. Først begynte de å høste GROT, deretter stubber, nå småvirke. Sistnevnte er derfor det dyreste sortimentet.
7 (Finland)	Datterselskapet tar hånd om salg av brenselet, derfor uvisst.

4.7.2 Tilskuddordninger

I Norge og Sverige eksisterte på daværende tidspunkt ingen tilskuddordninger for uttak av småvirke fra produksjonsskog. Det fantes imidlertid enkelte tilskudd til pleie av kulturlandskap (SMIL-midler) i Norge.

I Finland eksisterte det derimot en rekke ulike tilskudd til høsting av småvirke, samt til flishogging. Dette påvirket derfor i stor grad skogeiernes og skogsbrensel selskapenes interesse for småvirkehøsting – uten tilskudd ville aktiviteten vært betydelig lavere.

4.7.3 Oppgjørsformer

Selskapenes oppgjør til brenselleverandørene skjedde i alle tilfeller basert på volum (lm^3). Dette fordi det var den enkleste måleformen på daværende tidspunkt. Dessuten varierte energiinnholdet i brenselet mellom ulike årstider. Derfor var det mest rettferdig å basere oppgjøret på levert volum, siden leverandørene i liten grad kunne påvirke når brenselet ble hentet (og målt).

Opgjør til entreprenørene ble gjort på forskjellig vis:

Avvirkningsentreprenører: oppgjør basert på volum (lm^3) avvirket eller timepris.

Flishoggingsentreprenører: oppgjør basert på volum (lm^3) flishogd eller timepris.

Transportører: oppgjør basert på distanse og vekt.

Et av selskapene hadde ambisjoner om å basere oppgjøret avvirkningsentreprenørene basert på vekt og energiinnhold i virket. Dette ville også gjelde ved uttak av sortimenter som GROT og stubber.

Brenselkundernes oppgjør til selskapene skjedde nesten utelukkende basert på energiinnhold i brenselet (energimengde levert). Kun ved noen enkelte tilfeller ble brenselets oppgjør basert på volum (lm^3).

4.8 Utfordringer

Hva selskapene anså som de største utfordringene på daværende tidspunkt, varierte mellom de ulike aktørene og landene. Nedenfor følger selskapenes uttalelser nevnt i stikkordsform, gruppert i de respektive landene:

Norge

- Arbeidskraft.
- Rask ekspansjon på flisetterspørselen.
- Rammebetingelser for fornybar energi og transport (herunder økonomi).
- Manglende helhetstenkning i energispørsmål.
- Mange flisfyringsanlegg bygges for tørr stammevedsflis. Dette tyder på dårlig planlegging og gir liten fleksibilitet i forhold til valg av ulike brensel.
- Viktig at varmeselskaper og brenselleverandører har en god kommunikasjon.

Sverige

- Tilgang på råstoff.
- Tilgang på maskinentreprenører og transportører.
- Konkurranse fra billig returvirke fra Norge.

Finland

- Tilgang på arbeidskraft (spesielt maskinførere).
- Tilgang på råstoff – konkurranse med treforedlingsindustrien.
- Lønnsomheten i skogbrenselbransjen må forbedres, og skogeierne må få bedre betalt for råstoffet.

4.9 Fremtidsutsikter / trender

I tillegg til dagens utfordringer, ble selskapene spurt om hva de ser av fremtidsutsikter og kommende trender i skogbrenselbransjen. Nedenfor følger selskapenes uttalelser nevnt i stikkordsform, gruppert i de respektive landene:

Norge

- Stigende lønnsomhet.
- GROT og stammevedsflis vil ha størst betydning volummessig og økonomisk, mens heltreflis vil være marginalvolumet.
- Stor grad av flishogging i terrenget.
- Mer bruk av selvlastende flisbiler på velteplass (lasting med kran med flisskuffe).
- Små driftsoppdrag vil bli avvist.

Sverige

- Per i dag er det ikke spesielt stor konkurranse mellom biobrenselsselskapene, siden etterspørselen er større enn tilbudet.
- Utviklingen vil gå fra dagens dominerende flisesystem (løs GROT på lassbærer → lassbærermontert flishogger → containerbiler) til flere ulike systemer som er tilpasset etter forholdene.
- Huggbil vil bli et viktig system fremover.
- Bunting (av GROT spesielt) vil øke i omfang, blant annet fordi forsøk viser at man får ut et større volum fra hogstflatene enn ved løs GROT. I tillegg reduseres forbruket av dekkpapp (fra 4-5 SEK/MWh ved dekking av løs GROT til 1-2 SEK/MWh ved dekking av bunter).
- Flishoggingsoperasjonen vil flyttes nærmere forbruker (fra velteplass til terminal/forbruker).
- Biobrensel må høstes og transporteres fra områder lenger unna forbrukerne – blant annet fra Nord-Sverige. Derfor vil flistransport på båt og jernbane øke i omfang.
- Økt bruk av jernbaneterminaler.

Finland

- Mer bunting (av GROT) ved bilvei enn på hogstflatene, siden en lastebil er en billigere basmaskin enn en lassbærer og dessuten gir lavere flyttekostnader. I tillegg kan hogstavfallet tørke ved bilvei fremfor at det skal bantes grønt (med barnåler) på hogstflata vinterstid.
- Terminalsystemet vil bli utviklet på grunn av forsyningssikkerhet etc.
- Mer håndtering (flishogging/kverning) av biobrenselet på terminal eller hos sluttforbruker.

5. DISKUSJON

5.1 Metode

Kvalitative dybdeintervjuer ble valgt som metode siden det formålet med oppgaven var å innhente informasjon om logistikk, teknikk og økonomi rundt småvirkehøsting. Det skulle ikke fokuseres på eksakte produktivitets- og kostnadstall, da dette uansett ville variere mellom landene. Dessuten var antall intervjuede selskaper kun sju, noe som ikke kvalifiserte til kvantitative intervjuer.

5.2 Materiale

5.2.1 *Utvalg av selskaper*

Det var stor spredning i selskapenes omsetning målt i energimengde (7-3800 GWh). Utvalget var allikevel representativt, da de utvalgte selskapene var blant mest erfarne og profesjonelle aktørene innen småvirke i sine respektive land.

Andelen småvirke var i gjennomsnitt cirka femten prosent. Selv om dette i utgangspunktet høres ut som en lav andel, utgjorde dette store volumer for de store aktørene. Andelen var dessuten i vekst hos flere av selskapene.

5.2.2 *Råvareleverandører*

Råvareleverandører var i hovedsak private skog-/grunneiere, selskapenes egen skog eller eiernes skog. Motivene for småvirke høsting var enten for å utføre skogskjøtseltiltak i produksjonsskog, eller for å høste skogsbrensel, eventuelt begge deler. Det var spesielt selskaper som eide skog selv som gjorde det av skjøtselhensyn.

De to norske aktørene høstet småvirke utelukkende fra infrastrukturobjekter. Dette skyldes sannsynligvis at driftskostnadene per volum var lavere på slike objekter enn i produksjonsskog. I tillegg ble heltreflis verdsatt høyt blant kunder med små- og mellomskala flisfyringsanlegg, på grunn av god fliskvalitet takket være høy stammevedsandel. Dessuten er det i mange områder i Norge stort behov for rydding av for eksempel veikanter og kulturlandskap, og virke fra slike områder har ofte ingen annen anvendelse enn til energi.

I Sverige og Finland begynte det derimot å bli underskudd på biobrensel i enkelte områder, og småvirke var derfor et interessant sortiment. Stammevedsvirke (tørrgran, råtebefengt gran etc.) og GROT ble først benyttet, siden driftskostnadene var lavest for disse sortimentene. Ekstra volum måtte nå derfor komme fra småvirke og stubber. Uttaket av disse to er derfor i stor vekst.

5.2.3 Brenselkunder

Kundens krav til brenselet påvirker i stor grad valg av system og forsyningskjede. Hvis kunden har egen flishogger / kvern, eller har mulighet til å lagre uforedlet skogsbrensel, er leveranser av heltre ofte å foretrekke.

I Norge var det kun leveranser av ferdig flis til kundene av selskapene i undersøkelsen. Småvirket ble derfor alltid flishogget i terrenget eller på velteplassen. I Sverige foregikk det noen leveranser av ubearbeidet brensel til kunden, dog i relativt begrenset omfang. Én av de finske aktørene leverte imidlertid hele 70 prosent av skogsbrenselet uforedlet.

Årsaken til disse variasjonene skyldes i stor grad størrelsen på kundenes anlegg. Små anlegg har naturlig nok begrenset plass til å lagre ubearbeidet materiale. Dessuten er de ofte beliggende i nærheten av tettbebygde strøk, noe som gjør bruk av en støyende flishogger uaktuelt. Dette er tilfelle for mange av de norske og svenske anleggene.

I Finland har flere nye, store anlegg blitt bygget de siste årene. Brenselmottaket hos disse er da tilpasset nye logistikksystemer, for eksempel bunter. Heltre og stubber er det da heller

ingen problemer å ta hånd om. Dette forklarer noe av årsaken til at ulike systemer benyttes i de tre landene.

5.2.4 Organisering / planlegging og underentreprenører vs. egne maskiner

Å benytte underentreprenører til utføring av de praktiske operasjonene er fornuftig. Biobrenselsselskapene kan dermed konsentrere tiden sin til kjøp og salg av brensel, samt planlegging og organisering av operasjonene. Dette er en svært vanlig organiseringsform for ordinær rundvirkesomsetning i skogeierforeninger og skogindustriselskaper i de nordiske landene. Alle ledd i kjeden gjør dermed det de har best kompetanse på. Blant store skogindustriselskaper som kjøper virke direkte fra skogeiere, er det allikevel ikke uvanlig å eie noen avvirkningsmaskiner selv. Dette er ofte for å få en viss innsikt og kontroll med de faktiske driftskostnadene under ulike forhold.

5.2.5 Økonomi

Økonomien ved de ulike operasjonene ble ikke vektlagt i stor grad, siden undersøkelsen var kvalitative intervjuer. Hadde målet vært å innhente mer nøyaktige kostnadstall med lite standardavvik, burde kvantitativ metode med flere respondenter vært benyttet.

Generelt sett ble økonomien i småvirkehåndtering foreløpig ansett som relativt svak. Dette skyldtes først og fremst høye avvirkningskostnader. Forskning og utvikling på dette området er derfor helt sentralt for å redusere kostnadene.

Siden det per i dag ikke eksisterer noen offentlige tilskuddordninger for uttak av småvirke i Norge og Sverige, er interessen for høsting av dette sortimentet i produksjonsskog ganske laber. I Finland fører derimot ulike tilskudd for småvirkehåndtering til bra interesse for denne type avvirkninger. I tillegg ble det fra sommeren 2008 innført skatteletter for virkesalg (www.atl.nu). Hensikten var å øke den innenlandske avvirkningen for å kompensere for den reduserte importen fra Russland, etter at rekordhøye russiske eksporttoller hadde tredd i kraft. Dette gjorde det følgelig enda gunstigere å avvirke småvirke i produksjonsskog.

Om tilsvarende incitament er hadde vært innført i Norge, ville sannsynligvis interessen for småvirke avvirkning økt her òg. Dette vil ha en rekke positive effekter:

- Økt lønnsomhet i skjøtsel av ettersatte ungskogbestand → bedre kvalitet på fremtidsskogen.
- Skjøtsel av kulturlandskapet → positive ringvirkninger for turistnæringen i landet.
- Rydding av veikanter → økt trafikksikkerhet.
- Økt tilbud av biobrensel.

Ved avvirkning av småvirke med dagens systemer vil i beste fall salgsinntektene av flisa tilsvare kostnadene til avvirkning, flishogging og transport. Men alternativet vil kanskje være en kostbar rydding med motor- eller ryddesag, eller en tidlig førstegangstynning. Førstnevnte alternativ vil i hvert fall gi et negativt driftsresultat. På sikt bør imidlertid småvirke systemene utvikles så skogeieren får et positivt driftsresultat ved avvirkningen.

5.3 Teknikk, systemer og logistikk

5.3.1 *Generelt*

Det er mange momenter som påvirker valget av system og logistikkjede:

- Brenselsortiment
- Brenselkundens kvalitetskrav til brenselet (fuktighet, fraksjon etc.)
- Brenselkundens årsbehov og variasjoner gjennom året
- Terreng og avstand til bilvei
- Objektstørrelse
- Størrelse og utforming av velteplass
- Skogsbilveienes bæreevne og tilgjengelighet gjennom året
- Transportavstand til forbruker
- Eventuell mulighet til å lagre og flishogge virke på brenselkundens tomt (areal, støyømfintlighet etc.)
- Tilgjengelige systemer blant lokale entreprenører

Ofte må planleggingen og oppbyggingen av et system og en logistikkjede sees i sammenheng med andre brenselkunder i det aktuelle området. Hvis en mottaker har et behov som sysselsetter for eksempel en huggbil gjennom hele året, vil med andre ord et slikt systemvalg kunne forsvares. Dersom den aktuelle kunden derimot ikke fullt ut kan sysselsette en huggbil, og de andre mottakerne i området krever andre systemvalg, må følgelig et annet, mer fleksibelt system velges.

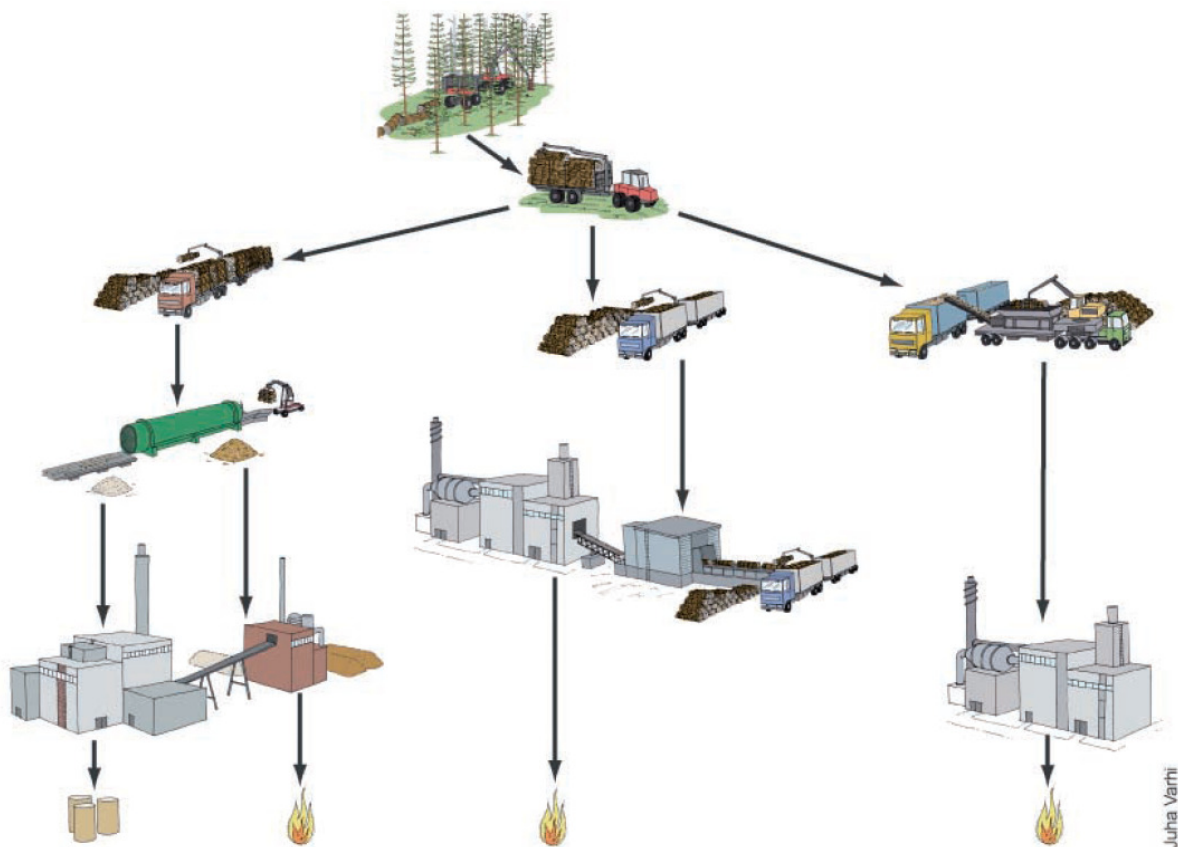
5.3.2 *Avvirkning og terrengtransport*

Konvensjonelle hogstmaskiner utrustet med AFH eller MTH aggregat er en teknikk som bør være godt egnet til avvirkning av småvirke under norske forhold. Basmaskinene er velkjente fra ordinær rundvirkesavvirkning, derfor vet en mye om produktivitet, driftssikkerhet etc. Det samme er lassbærerne som benyttes til terrengtransporten. Dette systemet bør derfor enkelt kunne implementeres til småvirkesavvirkning i stor skala i Norge.

Flertreakkumulerende kvisteaggregater (MTH) er interessant teknikk som i større grad har blitt implementert i kommersiell drift de senere årene, spesielt i Sverige og Finland. Dette gjelder både for industrivirke og energivirke. Produktiviteten ved avvirkning av småvirke til energiformål med MTH er 10-40 % lavere enn ved avvirkning med flertreakkumulerende klippeaggregat (Laitila et al. 2006). Tidsforbruket per tre var imidlertid identisk, den reduserte produktiviteten skyldtes lavere trevolum med MTH teknikken siden trærne ble kvistet. At kvist og topp ble liggende igjen i skogen hadde imidlertid flere fordeler: næringsstoffene i barnålene forble i skogen, og maskinen fikk et kjøreunderlag som beskyttet rotsystemene på gjenstående trær. Dessuten økte produktiviteten på lassbæreren med 10-20 % takket være høyere lassvolum. De totale kostnadene for avvirkning og utkjøring var imidlertid 23 % høyere enn ved heltrealalternativet. Uansett gav det kvistede virket god fliskvalitet, som kunne brukes i småskala flisfyringsanlegg. Virket kunne også benyttes til vedproduksjon. Et MTH aggregat gjør dessuten entreprenøren mer fleksibel enn med et AFH aggregat, siden MTH teknikken også kan benyttes til avvirkning av massevirke. Selve aggregatet er dessuten et vanlig hogstaggregat, som følgelig kan benyttes til ordinær tynning og sluttavvirkning. Skal man derimot kun avvirke heltre, er AFH aggregatene mer lønnsomme, på grunn av lavere investeringskostnader. (Laitila. 2008)

Kombimaskiner og drivare med AFH eller MTH aggregater er også interessante systemer for småvirke. Spesielt ved små objekter er det fordelaktig å kun ha én maskin å flytte. Dessuten kan man utføre direktelasting av virket på lasterommet. Dette er spesielt aktuelt på arealer med fint terreng og lav tretetthet, og spesielt ved veikantrydding. Virket er dessuten ikke i bakkekontakt, noe som eliminerer risikoen for å få med forurensinger (stein, jord etc.). Tidsstudier indikerer imidlertid at kombimaskiner / drivare ikke er like konkurransedyktige som tomaskinsystemet (hogstmaskin + lassbærer) ved tynning av produksjonsskog (Laitila. 2008).

Bunting av småvirke ved tynning er et forholdsvis nytt system som kun har blitt testet i begrenset omfang i Finland. Foreløpige resultater indikerer imidlertid at produktiviteten foreløpig ikke tilstrekkelig høy nok. Dessuten var basmaskinen (en Valmet 801 Combi) forholdsvis tung. (Laitila. 2008) Men teknikken er interessant, blant annet på grunn av mer effektiv terreng- og veitransport av bunter enn løst materiale.



Figur 13. Forsyningskjeder for buntet småvirke. Buntene benyttes til biobrensel eller til kombinert brensel- og masseproduksjon. (Biotukki. 2008)

5.3.3 Flishogging

Flishogging i terrenget er et system som kan være konkurransedyktig i enkelte tilfeller. Erfaringer fra Sverige og Finland tilsier imidlertid at det i hovedsak er et dyrt system. Maskinene har en lav produktivitet i forhold til kostnadene. Dessuten er de tunge og krever gode terrengforhold, samt er ømfintlige for lang terrengtransport. I tillegg er flisa de produserer som regel helt rå siden virket ofte flishogges rett etter avvirkning.

Flishogging på velteplasser med lassbærer- traktor- eller lastebilmonterte flishoggere er et svært vanlig system på heltre og GROT. Disse maskinene har ofte en høy produktivitet. De er imidlertid relativt kostbare, og spesielt lassbærermonterte flishoggere er dyre alternativer. I tillegg må de bruke tid på å tippe containeren over i de ventende lastebilcontainerne, noe som

er tidkrevende. Dessuten har slike maskiner relativt høye flyttekostnader. Traktor- og lastebilmonterte flishoggere kan flishogge direkte i containerne eller i ventende flisbiler. Dette er imidlertid varme systemer, hvor det kan oppstå ventetider om det blir ubalanse mellom leddene.

Huggbil er derimot et kaldt system som ikke er avhengig av andre maskiner. Dette er en stor fordel, i tillegg til at systemet er fleksibelt på små oppdrag. Svakheten er ved lange transportavstander. Dessuten er det ikke sikkert systemet er like godt egnet i Norge, siden tillatt totalvekt for vogntog er kun 50 tonn. Dette gir en nyttelast på cirka 20-22 tonn, siden egenvekten på huggbilen med henger er 28-30 tonn.

Store flishoggere eller kverner som benyttes på terminaler eller hos sluttforbrukere har stor kapasitet. De er som oftest mer kostnadseffektive enn lettere og mer mobilt utstyr, og de håndterer grovere dimensjoner. I tillegg tåler kverner forurensinger i virket (jord, stein etc.) bedre enn flishoggere. De store maskinene har imidlertid høye flytte- og riggekostnader, og krever således store oppdrag. De er eller ikke egnet på skogsbilveier med dårlig bæreevne eller på små velteplasser.

5.3.4 Veitransport

En stor utfordring i Norge sammenlignet med de andre to landene er maks tillatt vogntogvekt på veiene. I Norge er denne grensen 50 tonn, mens maks lengde er 19,5 meter. For tømmerbiler tillates imidlertid 22 meter lengde, og på enkelte strekninger er tillatt totalvekt 56 tonn (www.statensvegvesen.no). I Sverige og Finland er tilsvarende tall 25 meter lengde og 60 tonn totalvekt for alle typer vogntog. Dette vil følgelig medføre at transportsystemer som er konkurransedyktige i de to sistnevnte landene kan være mindre interessante i Norge.

Containerbiler er et veldig vanlig system ved flishogging på velteplass. Det er et ganske fleksibelt system, siden containerne i tillegg kan benyttes til mange andre oppdrag enn fliskjøring. Det er imidlertid et ganske varmt system, og det krever egnede oppstillingsplasser for containerne. I tillegg er lastevolumet i Norge bare 70-80 lm^3 fordelt på to containere. I

Sverige og Finland er derimot vanlig å få med seg tre containere, noe som gir et lastevolum på cirka 120 lm^3 .

Flisbiler har derimot større lastevolum (95-120 lm^3 under norske forhold og 120-160 lm^3 i Sverige og Finland). Systemet er imidlertid veldig varmt, siden flishoggeren og flisbilen er helt avhengige av hverandre. Det krever også mye flis per objekt.

Selvlastende flisbiler er et alternativ. Dette er et relativt kaldt system, som dessuten er fleksibelt på små oppdrag. I tillegg kan slike biler benyttes til kjøring fra terminal til forbruker og flis innenfor trelastindustrien. Det er imidlertid risiko forbundet med forurensinger i virket, og duk må uansett benyttes som underlag. Dette er tidkrevende, og underlaget bør allikevel være ganske jevnt. Dessuten har systemet dårligere fremkommelighet enn containerbiler, siden sistnevnte enklere kan "kippe" containere uten å ha med hengeren.

Det siste alternativet er selvlastende tredelsbiler for heltre, løs GROT, stubber eller bunter. Disse bilene kan med andre ord benyttes til mange ulike sortimenter, og er således ganske fleksible. En av de svenske informantene i undersøkelsen oppgav at lassvektene var 25-28 tonn med heltre. Dette tilsvarer 30-35 fm^3 (75,0-87,5 lm^3), noe som er relativt høyt.

5.3.5 Terminaler

I følge professor Rolf Björheden (2007) er terminaler / mellomlagre et resultat av usikkerhet (ikke optimal logistikk). En terminal kan defineres som en form for forsikring, og forsikring koster penger!

Intervjuene indikerte at de totale kapital- og driftskostnadene for terminalene utgjorde mellom 10 og 30 NOK/ lm^3 . Dette er høye kostnader, men av praktiske hensyn er det ofte ikke til å unngå at deler av brenselet må innom en terminal på grunn av forsyningssikkerhet. De kan allikevel få større betydning fremover ettersom flishoggingsoperasjonene flyttes fra skogen eller velteplassen og til terminalene. Også som omlastingssted fra bil til jernbane eller båt kan de få større betydning. Ved lagring av ubearbeidet trevirke på terminaler unngår man dessuten

like høye substans tap som man gjør ved lagring av flis over lengre tid. Dette har også en økonomisk gevinst.

5.4 Oppsummering

En av hovedutfordringene ved avvirkning av småvirke er de lave volumene per tre. Øker eksempelvis et tres diameter i brysthøyde fra 5 til 10 centimeter, femdobles biomassevolumet (Marklund. 1988). Dette illustrer utfordringene ved avvirkning av småvirke. Teknikk som håndterer flere trær samtidig er derfor helt essensielt. Selskapene hadde allikevel stor tro på heltre systemet, spesielt siden det representerer en betydelig biomasse ressurs, samt at det gir brensel av høy kvalitet.

Oppbyggingen av skogsbrensel systemer kan karakteriseres å være i startfasen i Norge. Når det bygges opp forsyningskjeder for skogsbrensel bør det derfor vektlegges at samme system kan brukes til ulike sortimenter og til forskjellige kundesegmenter av brenselet.

Skal man etablere store, spesialiserte systemer, for eksempel buntemaskin eller huggbil, kreves det store avtakere av brenselet året rundt. En traktor- eller lastebilmontert flishogger kan derfor være en mer fleksibel løsning i oppstartsfasen. En slik maskin kan brukes til å flishogge både på velteplass, terminal og hos sluttforbruker. Store, trailermonterte flishoggere kan også være gode alternativer. Disse kan reise rundt til større terminaler og sluttforbrukere. Videre er dagens konvensjonelle skogsmaskiner er godt egnet til å benytte til avvirkning av småvirke, ved å benytte AFH eller MTH aggregater. De tradisjonelle transportsystemene – tømmerbiler, containerbiler og flisbiler – er også godt egnet til å basere skogsbrenselsystemer på.

6. KONKLUSJON

- Alle forsyningskjeder har sine styrker og svakheter. Hvilke system og logistikkjeder som er de mest optimale må tilpasses de aktuelle forutsetningene. Det er, og kommer aldri til å bli, én enkelt universal forsyningskjede.
- Planleggingen av hvilket avvirkningssystem og hvilken logistikkjede som skal benyttes for småvirke må gjøres med hensyn til brenselkundens krav og forutsetninger. Det er viktig å ikke starte i feil ende – i skogen – da feil valg der vil påvirke resten av kjeden.
- Følgende systemer for småvirke peker seg ut som mest aktuelle under norske forhold:

Avvirkning og terrengtransport:

- Hogstmaskin med AFH / MTH + lassbærer
- Drivare / kombimaskin med AFH / MTH

Flishogging og veitransport:

- Flishogging på velteplass + flistransport med container- eller flisbil
- Transport av heltre + flishogging / kverning på terminal eller hos sluttforbruker
- Huggbil for flishogging på velteplass og transport til sluttforbruker
- For å oppnå effektive og konkurransedyktige forsyningskjeder for småvirke i praksis, må forskningsresultater og erfaringer implementeres i de operative virksomhetene i bransjen. Det er derfor nødvendig å sette i verk informasjons- og kompetansetiltak overfor entreprenører, tjenestemenn, flisforbrukere etc.
- Incitamenter fra myndighetene vil kunne øke interessen for småvirke blant grunneiere, entreprenører og biobrenselselskaper.
- Systemanalyser og integrert avvirkning av energi- og industrivirke vil være viktige forskningsområder innen småvirke i Norge fremover.

REFERANSER

Asikainen, Antti og Laitila, Juha. 2006. Energy wood logging from early loggings by harwarder method. The Finnish Forest Research Institute (Metla).

Belbo, Helmer. 2007. Presentasjon i emnet BIOE200. Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Björheden, Rolf. 2007. Illustrasjon av kostnadene for høsting og transport av ulike biobrenselsortimenter fra skog. Skogforsk Sverige.

Gjølvsjø, Simen. Kjøstelsen, Leif. 2005. Heltre til bioenergi. Norsk institutt for skog og landskap.

Kärhä, Kalle. 2006. Whole-tree harvesting in young stands in Finland. Metsäteho.

Kärhä, Kalle. 2007. Undersøkelse om finske skogbrenselaktørers utfordringer og fremtidsutsikter. Metsäteho. Presentert på konferansen "Bioenergy 2007" i Jyväskylä, Finland.

Kärhä, Kalle, et al. 2008. Promoting approaches for increasing the cost-efficiency of energy wood and pulpwood harvesting in young stands. Metsäteho.

Laitila, Juha, et al. 2006. Harvesting alternatives and cost factors of delimbed energy wood. The Finnish Forest Research Institute (Metla).

Laitila, Juha. 2008. Harvesting technology and the cost of the fuel chips from early thinnings. The Finnish Forest Research Institute (Metla).

Lilledahl, Gerd. Hegnes, Atle W. 2000. Forelesningsnotat om kvalitativ metode. Universitetet i Oslo.

Marklund, P.G. 1988. Biomassefunksjoner for furu, gran og bjørk i Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet.

Nurmi, Juha. Takalo, Tero. 2006. Täckningens inverkan på kvalité i energiveden hos energikooperativen i Mellarste Österbotten. The Finnish Forest Research Institute (Metla).

Sikanen, Lauri. Asikainen, Antti. 2006. Presentasjon i emnet "Production and use of energy biomass". University of Joensuu, Finland.

Söderström, Jerry. 2006. Upparbetning av GROT i semimobila terminaler. Energidalen i Sollefteå AB.

Tidningen Bioenergi nr.1/2008. Statistikk over store biobrenselaktører i Sverige for år 2007.

Thor, Magnus. Et al. 2006. Systemanalys för uttag av skogsbränsle. Skogforsk Resultat 6/2006.

Internett

ATL. Artikkel om skatteletter på virkessalg i Finland.
<http://www.atl.nu/Article.jsp?article=48303>. 25.09.2008.

Biotukki Oy. Illustrasjon av forsyningskjeder for småvirkebunter.
http://www.biotukki.fi/kuvat/kaavio_.pdf. 25.09.2008.

Helseth, Sølvi. Høgskolen i Oslo. Presentasjon om kvalitativ/kvantitativ metode.
www.su.hio.no/sufag/forelesninger/kval_kvant.ppt. 23.09.2008.

Skogforsk Sverige. Illustrasjon av teknikk- og produktivitetsutviklingen i skogbruket.
www.skogforsk.se. 19.05.2008.

Statens Vegvesen. Tillate vogntogveker på norske veier.
www.statensvegvesen.no. 24.09.2008.

Muntlige kilder

Laitila, Juha. The Finnish Forest Research Institute (Metla), Joensuu, Finland. 14.03.2008.

Vennesland, Birger. Samtale angående kvalitative metoder. Norsk institutt for skog og landskap. 16.01.2008.

Skriftlige kilder (per e-mail)

Kärhä, Kalle. Forskningslitteratur om småvirke høsting og transport. Metsäteho Oy, Finland. 14.05.2008.

Laitila, Juha. Forskningslitteratur og bilder av småvirke høsting og transport. The Finnish Forest Research Institute (Metla), Finland. 14.03.2008.

Liss, Jan Erik. Forskningslitteratur om småvirke høsting og transport. Höskolan Dalarna, Sverige. 30.01.2008.

VEDLEGG

INTERVJUGUIDE

Intervjuet selskap:

Ved person:

Sted:

Dato:

1. Selskapet

- a) Hva er selskapets forretningsidé?
- b) Hvem er selskapets eiere?
- c) Hva er selskapets geografiske virksomhetsområde?
- d) Antall ansatte i selskapet? Ansattes bakgrunn?
- e) Hvilke brenselstortimenter omsetter selskapet? Hva er andelen småvirke?
- f) Årlig omsetning? (kroner, fm³/lm³/tonn, GWh/TWh)

2. Brenselkunder

- a) Antall kunder?
- b) Hva er spennvidden i leveransestørrelsen til de ulike kundene?
- c) Kan flishogging skje hos kunden eller må det leveres ferdig opparbeidet flis?

- d) Kundenes kvalitetskrav til flisa? (fuktighet, fraksjonsstørrelse, homogenitet)?
- e) Er det økt interesse for brensel fra småvirke/heltrevirke blant kundene?

3. Råvareleverandører

- a) Hvem er råvareleverandører av småvirke? (selskapets egen skog / selskapets eiere / private skogeiere / skogselskaper / industribedrifter / andre aktører)
- b) Kjøper selskapet småvirke på grunn av tilgangen til brensel eller for å tilby et skogskjøtseltiltak overfor grunneieren?
- c) Kommer småvirke fra tynning / rydding av produksjonsskog og/eller infrastrukturobjekter (vei- og jordekanter, tomteområder, kraftledningsgater etc.)?

4. Underentreprenører / egne maskiner

- a) Leies det inn underentreprenører eller har selskapet stor andel egne maskiner? Antall underentreprenører?
- b) Hva er underentreprenørenes ansvarsområder?
- c) Hvilke kriterier ligger til grunn ved valg av underentreprenører? (pris, ressurser, teknologi, driftssikkerhet)

5. Teknikk, systemer og logistikk

- a) *Avvirkning og terrengtransport*
 - 1) Hva slags teknikk / systemer benyttes til avvirkning og terrengtransport av småvirke?
 - 2) Erfaringer med integrert uttak av masse- og energivirke? (flertreakkumulerende hogstaggregat)
 - 3) Erfaringer med bunting av småvirke/heltrevirke?
 - 4) Erfaringer og styrker/svakheter med ulike maskiner / systemer?
 - 5) Fortørker virket i bestandet / under papp ved bilveg?

- 6) Har trestørrelse, terrengtransportlengde, oppdragsstørrelse etc. innvirkning på valg av maskintype / system? Ferskt vs. naturlig tørket brensel til kunden?
- 7) Produktivitet?
- 8) Kostnad per fm³/lm³/tonn/MWh?

b) *Flishogging*

- 1) Hva slags flishoggere benyttes? (skive-/trommelhogger, lassbærer-/traktor-/lastebilmontert, ev. trailer eller stasjonær)
- 2) Erfaringer og styrker/svakheter med ulike prinsipper?
- 3) Har oppdragsstørrelse etc. innvirkning på valg av flishoggertype og flisested?
- 4) Produktivitet?
- 5) Kostnad per fm³/lm³/tonn/MWh?

c) *Vegtransport*

- 1) Hva slags transportutstyr benyttes for vegtransport av heltrevirke / bunter / flis?
- 2) Erfaringer og styrker/svakheter med ulike systemer?
- 3) Produktivitet?
- 4) Kostnad per fm³/lm³/tonn/MWh?

d) *Terminaler / lagerplasser*

- 1) Benyttes terminaler som flisested / mellomlager for småvirke? Hvor stor andel av småvirkevolumet er innom en terminal?
- 2) Hvorfor benyttes terminal / mellomlager (forsyningsikkerhet, unngå brøyting, benytte store flishoggere etc.)?
- 3) Hvor mye ekstra koster det (per volum) å ha virket innom en terminal?
- 4) Hvem har driftsansvaret for terminalene? (selskapet eller underentreprenører)

- e) Oppsummert; hva er den beste teknologien / systemet / logistikken for småvirkeuttak fra produksjonsskog og infrastrukturobjekter?
ILLUSTRASJONER!?

6. Organisering / planlegging

- a) Hvem ansvarer for planleggingen og oppfølgingen av de ulike operasjonene?
- b) Hvordan fungerer samarbeidet med råstoffleverandører / virkeskjøpere?
- c) Hva slags GIS-/planleggings-/logistikkverktøy benyttes?
- d) Hvor og hvordan måles brenselet med tanke på oppgjør til råstoffleverandøren, entreprenører og oppgjør fra brenselkjøperen?

7. Økonomi

- a) Er fortjenesten størst (per volum) ved leveranser til små- eller storskala forbrukere?
- b) Hvordan er fortjenesten i brenselleveranser fra småvirke sammenlignet med andre sortimenter (GROT, stammeved, industriflis)?
- c) Påvirker eventuelle statlige tilskudd selskapets interesse for småvirkehåndtering?

8. Utfordringer

Hva er de største utfordringene?
(tilgang på råstoff / brenselkjøpere / entreprenører / arbeidskraft (med kompetanse på småvirke), konkurranse, lønnsomhet etc.)

9. Fremtidsutsikter / trender

Hva er fremtidsutsiktene i bransjen?
(økt etterspørsel av brensel, lønnsomhet, nye systemer / maskiner, flisested, nye sortimenter etc.)