

# INNHold

<b>1</b>	<b>SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUNN.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>RÅSTOFFTILGANG.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>VIRKESFLYT/LOGISTIKK.....</b>	<b>8</b>
4.1	SYSTEMLØSNING - VIRKESFORSYNINGSSYSTEM.....	8
4.2	ORGANISERING - VERDIKJEDE.....	11
4.3	FORSYNINGSSOMRÅDER.....	12
4.4	POTENSIELL VIRKESTILGANG ANVENDBAR TIL PYROLYSERÅSTOFF I FORSYNINGSSOMRÅDENE....	14
4.5	ANSLAG FOR TEKNISK OG ØKONOMISK DRIVVERDIG RÅSTOFFTILGANG.....	16
4.6	BEREGNINGER.....	22
<b>5</b>	<b>RESULTATER OG VURDERINGER.....</b>	<b>23</b>

# 1 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Prosjektet har vurdert mulige leveranser fra skogbruket i Møre og Romsdal til pyrolyse for leveranse av biologisk kull i form av trekull til smelteverksindustrien. Det skal danne basis for å vurdere mobilt pyrolyseanlegg med hensyn til kvantum og logistikk.

Et teknisk-økonomisk drivbart kvantum er fastlagt ved å legge opp et hovedsystem for virkesforsyning til pyrolyse, og logistikk-kostnadene for hovedsystemet er satt inn i en kostnadsmodell. I denne sammenheng er også skogeiernes leveringsvillighet vurdert. Fylket er inndelt i 7 virkesforsyningsområder, og for hvert av disse er virkeskostnadene levert pyrolyseverk beregnet.

Fastlegging av virkestilgang til pyrolyse er konsentrert om lauvvirke og massevirke av furu. Avgrensingen bygger på en gjennomgang av dagens markedssituasjon og priser for massevirke og logistikk-kostnadene knyttet til råstoff av forskjellige treslag. Treslagenes basisdensitet er tatt med i vurderingen.

På denne basis er det teknisk-økonomisk drivbare kvantum av lauvvirke og massevirke furu for fylket samlet fastlagt til avrundet 75.000 kubikkmeter fast mål av et potensielt kvantum på avrundet 220.000 kubikkmeter fast mål medregnet mer-kvantum av greiner og topp.

Logistikk-kostnadene og virkesprisen utgjør ca 90 % av produksjonskostnadene for trekull. Den valgte hovedmodellens sentrale elementer er heltredrift i skogen, flishugging ved bilveg, transport i container til omlastingsplass ved sjø, transport med leker til pyrolyseanlegget og solding. Det er forutsatt entreprenørdrift basert på rotkjøp som hovedløsning for avvirkningen. Beregningene viste at logistikk-kostnadene blir lite distanseavhengige, men sterkere volumavhengige.

Heltredrift og flishugging ved veg legger til rette for å levere en mer-masse av greiner og topp i forhold til tradisjonelle massevirkeleveranser. Det er anvendt 35 % tillegg for mer-volumet regnet på hele tømmervolumet for lauv og på massevirkeandelen for furu.

Effekten av mervolum og høy basisdensitet kan helt eller delvis oppveie en høyere salgspris for virket levert til tradisjonell bruk. Til pyrolyse kan en fra samme skogbestand levere et større volum, og virket blir verdsatt etter vekt.

Det er tre viktige premisser for den valgte logistikk-modellen. For det første må flisen være tjenelig som råstoff for pyrolyse. Det vil bli prøvd ut i hovedprosjektet. For det andre må kvantum som selges være tilstrekkelig til å gi en høy kapasitetsutnyttelse og god driftsøkonomi på avvirknings- og transportutstyr. For det tredje må lekertransportens fleksibilitet bli utnyttet.

En gjennomføring av virkesforsyning etter den valgte modellen bør få konsekvenser for organiseringen i verdikjeden. Spesiell oppmerksomhet bør vies

- Skogeierens beslutninger om avvirkning
- ”Grønt lager” av avvirkningsretter / rotkontrakter
- Skogsentreprenørens rolle
- Behovet for koordinering av logistikksystemet
- Retningslinjer for driftsopplegg i lauvskogen nær sjøen. (Klima, miljø, landskap)

Leveringsalternativet og logistikkopplegget inneholder mye nytt og vil kreve en innarbeidingsperiode på 3 – 5 år

På bakgrunn av utredningens forutsetninger er hovedkonklusjonen når det gjelder virkestilgang fra skogbruket at leveranse av råstoff til pyrolyse kan være et lønnsomt og konkurransedyktig alternativ til tradisjonell leveranse av massevirke av furu og lauv og til import av rundvirke til pyrolyse. En videre bearbeiding av alternativet beror på at industrien finner pyrolyse basert på norsk råstoff konkurransedyktig i forhold til andre råstoffer eller andre leveranser av karbon. Likeså må alternativet være interessant nok til at skogeieren velger å selge, både isolert sett og i forhold til andre leveringsalternativer for virket.

## 2 BAKGRUNN

Ferrolegeringsindustrien er storforbruker av fast karbon som et helt nødvendig reduksjonsmiddel i smelteprosessen. Det gir betydelige utslipp av CO<sub>2</sub>. Idag benyttes helt overveiende fossilt karbon med steinkull og koks som dominerende kilder. Forbruket ved norske ferrosilisiumsverk pr år er ca 0,5 mill tonn kull. Ferrolegeringsindustriens Forskningsforening (FFF) er i gang med et større program for å klarlegge mulighetene for økt bruk av biologisk karbon i den hensikt å redusere industriens utslipp av fossilt CO<sub>2</sub>.

Dersom trekull skal benyttes som biokarbon, vil det gi et betydelig forbruk. Et storskala pyrolyseanlegg vil kunne representere en betydelig avsetningsmulighet for norsk skogbruk. En produksjon på 10 000 tonn fix C (bundet karbon) vil kreve i størrelsesorden 80 - 100 000 m<sup>3</sup> virke, avhengig av virkesdensiteten og effektiv utnyttelsesprosent i pyrolyseverket. *Dersom en skulle erstatte 10 % av alle verkens behov med norskprodusert trekull, ville trekullbehovet bli 50 000 tonn og virkesforbruket dermed i størrelsesorden 400 - 500 000 m<sup>3</sup> pr år.*

Dette prosjektet har som mål å vurdere potensiell råstofftilgang av virke fra Møre og Romsdal til storskala pyrolyse for levering av trekull til anvendelse i smelteverksindustrien.

Kvalitetskriteriene for virke som skal anvendes til dette formålet er på flere viktige punkter forskjellig fra virke som leveres til sagbruk eller treforedling. De viktigste sett fra et skoglig synspunkt er:

- Høy basisdensitet er viktig. Det gir grunnlag for høyt innhold av bundet kullstoff (Fix C) i produktet trekull.
- Kravene til dimensjoner, stammeform, retthet, etc. er mindre rigorøse, og det gir grunnlag for en høyere utnyttelse av det virket som avvirkes.
- Kravene til virket gir også store muligheter for rasjonalisering av skogsdrift og transport, bl. a. ved heltredrift og flishugging
- Lav fuktighet i råstoffet er en fordel ved pyrolyse. Det gir andre frihetsgrader for rasjonell planlegging og gjennomføring av virkesforsyning til et pyrolyseanlegg, idet kravet om ferskhet er borte.

Gjennom de siste årene har de tradisjonelle avsetningsmulighetene for skurtømmer og massevirke fra Møre og Romsdal blitt dårligere. Årsåkene er flere, men spesielt kan trekkes fram strukturendringer i treforedlings- og trelastbransjen og hardere internasjonal konkurranse. Utviklingen har ført til relativt sett dårligere betalingsevne for massevirke av furu og lauvvirke fra norsk industri. Utviklingen har også medført økt vekt på strammere leveringsprogrammer (fra skogbruket) med levering av ferskt virke og streng lagerstyring som viktige kriterier. Virkningen er negativ for skogbrukets driftsøkonomi. Interessen fra skogeierne for å avvirke er redusert, og aktivitetsnivået i skogbruket synker.

*Det er biologisk grunnlag for å øke avvirkingen fra fylkets skogbruk, spesielt når det gjelder lauvvirke og furu.* Betydelige arealer av skogressurser som er lite utnyttet, har imidlertid en beliggenhet og eksponering som enten formelt eller reelt gir skogen karakter av verneskog og stiller spesielle krav til skogskjøtsel, hogstføring og driftsopplegg. Markedsmessige endringer og utsikter har medført varig dårligere avsetningsmuligheter til tradisjonell treforedling og treindustri, og betydningen av å søke etter nye markedsmuligheter er derfor stor.

Møre og Romsdal har engasjert seg sterkt for å utvikle avsetningsmulighetene gjennom flere prosjekter rettet både mot tradisjonell anvendelse og tradisjonelle markedsmuligheter, og mot anvendelse som flis til smelteverk og råstoff til biobrensel og pyrolyse. Her nevnes to eksempler av nyere dato. Det ene prosjektet har utredet mulighetene for småskala-produksjon av grillkull, hvor resultatene er dokumentert i en rapport publisert i 1998. Det andre eksemplet er FTP-prosjektet («Forbrenning - tørking - pelletproduksjon») som har undersøkt mulighetene for å se innsamling og forbrenning av tørr-organisk avfall i kombinasjon med foredling av skogsvirke til biobrensel ved å utnytte frigjort energi fra avfallsforbrenning til å tørke skogsvirke og foredle det til pellets. Resultatene er dokumentert i en rapport publisert i 1999. Men også langt tidligere er det utført driftstekniske forsøk i skogen med forskjellige opplegg for levering av flis til smelteverk som er høyst relevante i denne sammenheng. Resultatene fra dette arbeidet vil være til nytte ved en eventuell videre planlegging og iverksetting av virkesforsyning til pyrolyseanlegg.

Råstoffkostnadene og logistikksiden har en helt dominerende betydning for prisen på trekull levert til et smelteverk. Dersom mulighetene for leveranse av råstoff til pyrolyseverk skal kunne realiseres, må flere krav oppfylles. Her trekkes spesielt fram følgende:

- Alternativet må konkurrere med alternative råstoffer for pyrolyse og/eller alternative leveranser av kull (importert trekull, steinkull) Det innebærer at virkespris og logistikk-kostnader fra skog til pyrolyseanlegg ikke kan være høyere for norsk virke enn for alternativene. Disse kostnadene står for ca 90 % av de totale kostnadene for produksjon av trekull.
- Alternativet må være tilstrekkelig interessant økonomisk for skogeierne til at de bestemmer seg for å selge skogsvirke til pyrolyse. Uten tilstrekkelig pris til å gi et rimelig dekningsbidrag til skogeieren vil aktiviteten utebli. Det kvantumsmessige grunnlag for å investere i senere ledd i verdikjeden (skogssdrift, transport, flising, pyrolyse) vil dermed heller ikke bli tilstrekkelig.
- Alternativet må i tillegg være konkurransedyktig for skogeieren i forhold til tradisjonelle avsetningsmuligheter og eventuelle andre nye muligheter for salg og levering av skogsvirke.

Orienterende undersøkelser i forhold til marked og råstoffets egenskaper for pyrolyse viser at de potensielle råstoffene med størst muligheter er:

- Lauvvirke, primært lauvskog med relativt kort transportdistanse til mulige omlastingsplasser ved sjøen.
- Massevirke av furu
- Bakhon, m.m. fra sagbruk og eventuelt treindustri.

Denne analysen omfatter bare skogsvirke, men bakhon etc. er trukket inn i vurderingen når det gjelder logistikk.

### 3 RÅSTOFFTILGANG

Virkets basisdensitet og tekniske egnethet sammen med pris levert til pyrolyseanlegget vil være de viktigste egenskapene for trevirke som råstoff til pyrolyse og vil i det vesentligste bestemme betalingsevnen og konkurranseevnen i et marked for råstoff til pyrolyse. *Alternativet pyrolyse-råstoff vil derfor gi grunnleggende forskjellige verdirelasjoner mellom treslag enn alternativet tradisjonell treforedling og trelast.* Furu og bjørk vil relativt sett øke sin verdi i forhold til gran og osp, og tørt virke vil være mer verdt enn ferskt (rått). Bark er fullt anvendbart i naturlige mengder, likeså topp og greiner. Dermed er det også grunnlag for å ta med en mer-masse til foredling, og for rasjonalisering av skogsdrift og transport.

Disse mer tekniske egenskapene knyttet til råstoff behandles nærmere nedenfor.

#### Mer-masse ved heltredrift

Et driftsopplegg basert på heltredrift og flishugging gir en mer-masse sammenlignet med mer tradisjonelle stamme- eller sortimentsdrifter ved at greiner og topp tas med og utnyttes. Denne mermassen kalles ofte GROT (GReiner Og Topp) Med tanke på grov flis beregnet til pyrolyse vil nettoeffekten avhenge av tilskuddet av mermasse som topp og greiner bidrar med, og fradraget som finfraksjonene utgjør. Med finfraksjoner menes flis som ikke holder dimensjonskrav for å være egnet til pyrolyse, og som senere vil bli soldet fra. Dersom finfraksjonene kan utnyttes økonomisk til andre formål, f.eks. bioenergi i form av pellets eller briketter, påvirker det selvsagt økonomien. *Derfor bør heltredrift i skogen, flishugging for pyrolyse og anvendelse av frasoldet materiale som bioenergi ses i sammenheng.*

Forskere har undersøkt hvor stort mervolumet er for forskjellige treslag under varierende forhold som voksested og klima, bestandsforhold, trærnes avsmalning og kronelengde. For å gi en pekepinn om størrelsesorden henvises til undersøkelser av Danielsen og Hakkila.

Oversikten nedenfor viser et utdrag av resultater etter Danielsen. (Basert på veing)

Furu i diameterklassene 15 - 18 cm	20 -22 % mermasse
Bjørk i diameterklassene 15 - 21 cm	40 - 32 % mermasse
Or i diameterklassene 15 - 21 cm	ca 16 % mermasse

Tallene må oppfattes som maksimumsverdier, både fordi noe vil ligge igjen i skogen og fordi noe ikke vil gi grov nok flis til pyrolyse.

Hakkila har oppgitt tall for mermasse av ved og bark for furu i Nord-Finland, Tallene synker prosentvis med økende dimensjon på trærne, fra ca 24 % for diameterklasse 16 - 20 cm til ca 21 % for diameterklasse 26 - 30 cm. For dette formål kan en ut fra Hakkilas undersøkelse regne med et mervolum i størrelsesorden 25 - 20 % for furu, og 35 - 25 % for bjørk. (Høyest andel for mindre dimensjoner) Det er ikke kjent hvorvidt denne type undersøkelser er gjennomført spesielt for lauvskog i Møre og Romsdal,

som ofte vil være sterkt klimautsatt og ikke gjenstand for regelmessig skogskjøtsel. Trolig gir det glisnere bestand med noe større diameter på trærne og mer kvist og kronemasse. Dette gjelder antagelig ikke gråor-bestand. *Det er behov for å kartlegge disse egenskapene ved lauvskogen bedre.*

Effekten av et mer-volum ved heltredrift kan helt eller delvis oppveie en høyere salgspris på virke fra tradisjonell stamme- eller sortimentsdrift som selges og leveres som massevirke eller andre sortimenter.

Følgende tall for mervolum er lagt til grunn i de videre analyser:

- For heltredrift i lauvbestand + 35 % på hele stammevolumet vurdert etter massevirkets dimensjonskrav
- For massevirke av furu + 35 % på massevirkedelen av stammevolumet

#### Treslagenes verdi som råstoff for pyrolyse.

Som nevnt tidligere vil forskjellige treslags relative verdi som råstoff være vesentlig forskjellig fra treslagenes relative priser levert til treforedling. Virke levert til treforedling blir prissatt etter volum og med bestemte dimensjons- og kvalitetskrav, mens verdien av virke til pyrolyse bestemmes av basisdensitet og prosesskrav til råstoffet (dimensjoner på flis, homogenitet, tørrhet). Oversikten nedenfor viser eksempler på dette uttrykt ved treslagenes basisdensitet i  $\text{kg/m}^3$ . I samme oversikt er tatt med priseksempler for virke levert som massevirke oppgitt i  $\text{kr/m}^3$ .

Treslag	Basisdensitet, $\text{kg/m}^3$	Rel.verdi gran = 100	Pris $\text{kr/m}^3$ til skogeier	Rel. verdi gran = 100
Gran	380	100	240	100
Furu	440	116	195	81
Bjørk	503	132		
Osp	402	106	160	67
Or	440	116		

#### Samlet effekt av mer-masse og basisdensitet

Effekten av høy basisdensitet sammen med effekten av mer-masse og forskjellig prissettingsgrunnlag gjør at eksempelvis furu levert til pyrolyse som flis fra heltredrift har en verdi som er 1,566 (  $1,16 \times 1,35$ ) høyere enn om massevirke av gran ble anvendt på en tilsvarende måte. Da er det sett bort fra at gran også kan gi noe mer-masse, men det vil i praksis bli vesentlig mindre enn for furu. Furu levert som massevirke er priset 19 % lavere enn gran.. Forskjellen blir ennå større, bl.a. fordi biltransport betales pr  $\text{m}^3$ , men skal kostnadsbelastes pr tonn for pyrolyseråstoff, pr  $\text{m}^3$  for massevirke.

*Det understrekes at disse tallene er anvendt for å belyse forskjeller som følger med de forskjellige anvendelsene, men de kan ikke anvendes direkte for å finne verdiforskjellene for de to formålene. Da må selvsagt også prisene tas i betraktning.*



## **4 VIRKESFLYT/LOGISTIKK.**

### **4.1 SYSTEMLØSNING - VIRKESFORSYNINGSSYSTEM.**

Dette prosjektets mål er å undersøke en ny markedsmulighet som også åpner for en mer rasjonell logistikk-kjede hvor pyrolyseanlegget er mobilt. Oppmerksomheten rettes primært mot lauvskogen på korte avstander til omlastingsmulighet ved sjø, og mot massevirke av furu. Den foreslåtte systemløsningen for driftsopplegg og logistikk krever at verdikjeden også organiseres på en annen måte dersom mulighetene skal kunne realiseres best mulig.

Basert på mulighetene for mer omfattende leveranser til pyrolyse konsentreres arbeidet i denne analysen om følgende forslag til systemløsning for driftsopplegg og logistikk, kfr Figur 1.

1. Driftsopplegg i skogen hovedsakelig som mekanisert heltredrift.
2. Lagring som ukvistet ved bilveg med overdekking for tørking («Svensk» GROT-opplegg)
3. Mobil flishugger hogger grov flis egnet for pyrolyse og levering i container for videretransport til leveringsplass ved sjø og mellomlagring i haug.
4. Opplasting og transport med lekter til pyrolyseanlegg. Lossing og mellomlagring.
5. Solding av flis ved pyrolyseanlegget. Finfraksjon uegnet for pyrolyse selges fra og disponeres til andre formål, som f.eks. briketter, pellets, tilsatt i avfallsforbrenning, e.l.
6. Pyrolyse av egnet grovfraksjon.

Flytdiagram <sup>1</sup>	Hovedfase	Logistikelementer	Kommentarer
	Skogen	Felling, bearbeiding av trær. Transport av heltre til vegkant. Mellomlager ved vegkant. Evt. Tørring	Utstyr Lassbærer med felleaggregat og bred lasteklo. Evt utkapping og sortering av skurtømmer
	Mellomtrsp på veg	Flishugging av heltre+ direkte opplasting i containere	Mobil flishugger Bruks 1004 CT montert på bilchassis. Blåser usortert flis opp i container. Container for transport på lastebil til omlastingsplass ved sjøkant/ direkte trsp til tomt ved pyrolyseanlegg. 6 - 8 containere pr bil med henger. 40 lm <sup>3</sup> pr container.
		Transport til avlastingsplass /tomt	
		Tømming av container	
		Mellomlagring av flis (Evt mobilt pyrolyseanlegg til flislager)	
	Båt-/lektertrsp	Opplasting av flis til båt/lekter. Langtransport til mottak ved pyrolyseanlegg. ( Evt mobilt pyrolyseanlegg.) Lossing.	Opplasting med hjullaster som følger båt / lager til båt/lekter
		Lager ved pyrolyseanlegg	
	Pyrolyseanlegg <sup>2</sup>	(Flishugging av direkte innkjørt virke/importert massevirke)	Anvender den mobile huggeren. Direktetransportert og annet rundvirke. (Importert rundvirke, bakhun)
		Solding	
		Intern trsp	Pyrolyseråstoff innmates til anlegg. Finfraksjoner til brikett-/ pelletsproduksjon? Pyrolysefraksjon til pyrolyseanlegg. Evt. tilføring av overskuddsvarme fra smelteverk til videre prosessering av frasortert materiale
	(Pyrolyse)		

1. For forklaring av symboler, se vedlegg 1.
2. Mobilt pyrolyseanlegg kan vurderes i et helhetlig perspektiv når data for pyrolyseanlegg foreligger fra hovedprosjektet. Her behandles virkestilgang og logistikk-data.

**Figur 1** Flytdiagram for hovedopplegg for virkesforsyning fra skog til pyrolyseverk.

Forslaget bygger på noen viktige forutsetninger. De viktigste er

- at grov flis hogd av en mobil flishugger er tjenelig råstoff for pyrolyse, og at en kjenner hvor stor andel av volumet som vil bli soldet fra som finfraksjon. Det er ikke tilstrekkelig utprøvd.
- at lekertransport i praksis viser seg å være så fleksibel som forventet når den anvendes til flistransport i Møre og Romsdal. Erfaringer fra tilsvarende transportopplegg med leker og flis er positive, og befraktere har sagt seg interessert i å inngå langsiktige operatørkontrakter dersom det kan sikres et avtalemessig volum på oppdraget.
- at en lykkes i å få opp tilbudet av virke kvantumsmessig til et nivå som gir en rimelig kapasitetsutnyttelse og dermed driftsøkonomi på avvirknings- og transportutstyr.

Systemløsningen er satt sammen av elementer som stort sett bygger på kjent teknologi og er prøvet. Teknologisk risiko bør derfor være liten. Det finnes driftserfaringer under noe andre forhold for de fleste deloperasjonene og det utstyret som skal benyttes. Dimensjonskrav til flis som er egnet som pyrolyseråstoff foreligger ikke, men er under utprøving/skal utprøves i hovedprosjektet «Bruk av biokarbon i norsk ferrolegeringsindustri».

Aktuelle modifikasjoner til hovedløsningen kan være:

- Skogeier ønsker å felle og drive fram til vegkant selv. Det mest aktuelle vil da være et driftsopplegg med *stranger*. Dette innebærer at trærne felles og kvistes i skogen og trekkes fram til vegkant som kvistede stammer. En vil da ikke få med mer-massen, men virket kan ligge med kvist og bar/laug på i skogen før det kvistes og kjøres fram. Dermed tørker virket (syrefelling). Flishugging som i hovedløsningen.
- Drift av furu. Det skisserte opplegget krever en god griplaster med bred klo, som kan klemme sammen furutoppen. Et alternativ kan være stammedrift av stammer med kapping i tredeler som i sin helhet transporteres til sagbruk. På sagbruket hogges flis av alt massevirke og bakhon for transport til pyrolyseverk. Dette opplegget vil også gi sterkt redusert kvantum av mer-masse.

Forslaget til systemløsning gir svært små utslag i kostnadene for de transportdistanser som er aktuelle for størstedelen av Møre og Romsdal. Transport med bil til omlastingsplass ved sjø er sterkt distanseavhengig, men styres både ved valg av oppdrag og ved å utnytte lekerens fleksibilitet og små krav til omlastingsplasser. Langtransport med leker gir liten økning i transportkostnad med de distanser det her er tale om. Det er derfor lite hensiktsmessig å legge til grunn en tradisjonell virkesfangstanalyse, hvor transportkostnadens variasjon med distanse er en av de viktigste faktorene. Det er mer formålstjenlig å legge vekt på en totalvurdering av avvirkningssituasjonen basert på kjennskap til skogressursene i området, og til skogeiernes holdninger og forutsetninger. En må også vurdere om alle skogområder i fylket skal dekkes av tilbud om leveranse av pyrolyseråstoff.

Målet er å komme fram til realistiske anslag over hvilken andel av skogarealet innenfor et forsyningsområde som ut fra driftsøkonomiske, transportmessige og/eller

andre årsaker kan påregnes å levere virke innenfor de krav til distanse etc som legges til grunn.

*En har derfor valgt som metode å ansettes en andel av potensiell råstofftilgang som antas å være praktisk teknisk og økonomisk drivverdig. Det er gjort i samarbeid med personell med kjennskap til og kunnskap om lokale forhold som påvirker skogsdriftens sannsynlige omfang. På basis av tilgjengelige faktiske opplysninger er det på denne måten foretatt skjønsmessige vurderinger av hva som kan bli avvirket og drevet. Det er satt et krav til driftsnetto. Med dette som grunnlag lages en kvantumsmessig totaloversikt for fylket, som indikerer om det er kvantumsmessig og økonomisk grunnlag for at de tre økonomikravene som er nevnt tidligere, kan oppfylles. Først da er det grunnlag for å gå videre og søke å implementere systemforslaget.*

*Leveringsalternativet og logistikkopplegget inneholder mye nytt og vil kreve en innarbeidingsperiode. Det er forutsatt at en lavere andel av potensiell råstofftilgang vil bli drevet i en etableringsperiode, og at det vil ta 3-5 år å innarbeide leveringsalternativet fra oppstartingsåret.*

## **4.2 ORGANISERING - VERDIKJEDE**

Skal mulighetene i systemforslaget kunne realiseres, vil også organiseringen i verdikjeden påvirkes. Forslag som bør vurderes er:

1. Avvirkningsbeslutning. Skogeier får tilbud om rotpris, evt utvidet til å omfatte skogkultur og andre tiltak. Tilbudet må få en klar og ukomplisert form med minst mulig usikkerhet for skogeier. En utvikling av tidsavgrenset «leieavtale» for et skogareal bør undersøkes. Forslag av denne karakter er foreslått i det pågående skogavvirkningsprosjektet i Møre og Romsdal.
2. Et opplegg for grønt lager er nødvendig for å sikre tilstrekkelig oppdragsreserve og kapasitetsutnyttelse på skogsutstyr og flishugger/transportutstyr. Rotkontrakter må gis en utforming som tar hensyn til det.
3. Skogsentreprenør bør ha underleverandør-status til pyrolyseverket.
4. Det er nødvendig med en streng koordinering av logistikkopplegget for virkesflyt videre til pyrolyseverket.
5. Det må utvikles retningslinjer/standard for driftsopplegg i lauvskogen nær sjøen. En stor andel av denne skogen er eksponert for klimatiske påkjenninger (verneskog), og hogst i denne skogen vil også kunne endre det landskapsmessige bildet.

### 4.3 FORSYNINGSOMRÅDER.

Systemforslagets effektivitet og konkurransekraft er avhengig av en effektiv organisering og gjennomføring av omlasting fra land til lekter. Et svært oppdelt landskap med fjorder og øyer resulterer i et vegnett med svært høy «slingrefaktor» og høye tilleggskostnader for bruk av ferjer og tunneller ved transport på veg. Det er viktig å utnytte lekternes egenskaper i fjordlandskapet. Moderne lektere er selvlastende, stiller små krav til lasteplass ved land og små krav til dybdeforhold. Lekteren kan holdes mot land med taubåt under opplasting slik at fortøyningsarbeidet kan forenkles vesentlig og kostnadene reduseres.

«Vestlandsutvalet» vurderte i samarbeid med Ugland Rederi i Grimstad et konsept med bruk av lekter til transport av massevirke på Vestlandet og befarte da også Møre og Romsdal for å vurdere egnede plasser for lasting til lekter fra land. Konklusjonen ble at det i praksis finnes rikelig med plasser som uten eller med noe tilrettelegging oppfyller de krav en lekter stiller til opplastingsplass. Som beregningsforutsetning er det lagt til grunn et minstekvantum pr lasteplass ved sjø på 500 m<sup>3</sup> flis, som tilsvarer 12 -13 fliscontainere. Dersom det forutsettes at rotkontraktene dekker gjennomsnittlig 10 da med et gjennomsnittlig hogstkvantum pr da på 6 m<sup>3</sup> fast mål, tilsvarer det 8 eller færre kontrakter innen en middeldistanse på 10 km. Mulighetene til å ta med mindre kvanta i praktisk drift uten at kostnadene blir høyere bedømmes som gode når forutsetningene for tillegging av lekteren er gode og beliggenheten ikke krever nevneverdig omveg eller tilleggstransport («derivasjon»).

På bakgrunn av «Vestlandsutvalets» arbeid og senere konferanser med rederiets eksperter med tanke på flistransport er fylket inndelt i 7 forsyningsområder ut fra hvordan skogarealene sokner til fjord-armene. Normgivende tiltransport fra skog til lasteplass ved sjø er satt til gjennomsnittlig 18 km basert på kartstudier og befaringer. Det er lagt vekt på at lauvskogen nær sjø skal vies stor oppmerksomhet i virkesforsyningen. Gjennomsnittlig tiltransport-distanse varierer mellom forsyningsområdene.

De valgte forsyningsområdene er tegnet inn i Figur 2.

**Figur 2** De valgte forsyningsområdene

#### 4.4 POTENSIELL VIRKESTILGANG ANVENDBAR TIL PYROLYSERÅSTOFF I FORSYNINGSOMRÅDENE

Virkespotensialet i de forskjellige forsyningsområdene er satt opp i Tabell 1. Tabellen bygger på en bearbeiding av tall som FTP-prosjektet kom fram til og omfatter lauv og massevirkeandelen av furu.

For furu er det gitt et tillegg for mervolum av topp og greiner på 35 % tillegg til massevirkeandelen i furuavvirkningen. Det bygger på vurderte forskningsresultater samt de vanskelige avsetningsforholdene for massevirke og prisforholdene for massevirke av furu. Tallene er også omregnet til tørr-tonn (440 kg/fm<sup>3</sup>)

For lauvvirke er det gitt et tillegg for mervolum av topp og greiner ved heltredrift på 35 % tillegg til hele volumet. Dette tallet bygger også på vurderinger av forskningsresultater og data for lauvskogens sammensetning. Tallene er også her omregnet til tørrtonn (450 kg/fm<sup>3</sup>). Treslagssammensetningen blir svært avgjørende for resultatet. Mens bjørk har et omregningstall på 500 kg pr fm<sup>3</sup> er omregningstallet for osp 400 og gråor ca 425 kg pr fm<sup>3</sup>. Andelen bjørk er derfor av stor betydning for verdien av virket som pyrolyseråstoff. Det er i praksis bare bjørk levert til vedmarkedet som idag er et konkurrerende avsetningsalternativ.

Landskogtakseringen gir opplysninger om treslagsblanding i fylket. Arealmessig dekker

lauvskogdominert skog 42,5 % av skogarealet	
herav bjørkedominert (Bjørk 70 - 100 % av stående masse)	ca 30 %
lauvdominert (lauvtrær 70 - 100 % av stående masse)	ca 12,5 %
Lauvtredominert blandingskog (lauvtrær 35 - 70 %)	ca 6,1 %

Lauv-volumets fordeling på treslag på alle markslag er etter Landskogtakseringen

bjørk	68 %
osp	4 %
gråor	14 %
andre lauvtrær	14 %

Tallene viser at bjørk er det dominerende lauvtreslaget. Selv om det finner anvendelse til salgsved eller hjemmeforbruk av ved må en forvente at det også vil veie tyngst i en økt avvirkning av lauvskog. Et gjennomsnittlig omregningstall på 450 kg pr fastkubikkmeter i lauvskogavvirkning til pyrolyseflis bør være et forsiktig anslag og er lagt til grunn i det videre arbeidet.

Tabell 1 viser potensiell tilgang på massevirke av furu og lauvvirke uten og med mer-masse av topp og greiner (GROT). Tallene er oppgitt i kubikkmeter fast mål for tradisjonell drift og heltredrift. Det er også beregnet tall for tørrvekt.

Råstofftilgangens fordeling innenfor fylket bygger på rapporten fra prosjektet «Forbrenning - tørking - pelletsproduksjon» (FTP-prosjektet) I prosjektet er råstoffpotensialet for pelletsproduksjon vurdert etter følgende framgangsmåte:

Tallene bygger på materiale innsamlet og vurdert kommunevis i FTP-prosjektet. Kommunevis tilveksttall er lagt til grunn som potensielt tilgjengelig hogstkvantum. For lauvskog er hele tilveksten lagt til grunn. For furu er lagt til grunn en vurdert slipandel som er anslått etter erfaringstall for slipandelen for furuavvirkning i området.

**Tabell 1** Oversikt over forsyningsområdenes potensielle tilgang på råstoff til pyrolyse med og uten GROT (= mermasse av topp og greiner). Avrundede tall.

Omr.	Kommuner	Tilgang tradisj. drift		Tilgang inkl. GROT		Tilgang tørrtonn med GROT		
		Furu	Lauv	Furu	Lauv	Furu	Lauv	Sum
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ørsta, Volda, Vanylven	3340	16060	4550	21680	2000	9760	11760
2	Norrdal, Skodje, Stordal, Stranda, Sykkylven, Ørskog	11240	25760	15170	34780	6670	15650	22320
3	Averøy, Eide, Fræna, Molde, Rauma, Vestnes	15540	17490	20970	23600	9230	10620	19850
4	Frei, Gjemnes, Sunndal, Tingvold – vest	6410	16860	8660	22760	3810	10240	14050
5	Aure, Halså, Tustna	9080	6700	12250	9050	5390	4070	9460
6	Rindal, Surnadal, Tingvold – øst	7390	15470	9970	20900	4390	9410	13800
7	Neset	3990	7990	5390	10790	2370	4860	7230
<b>SUM</b>	<b>Fylket</b>	<b>56990</b>	<b>106330</b>	<b>76960</b>	<b>143510</b>	<b>33860</b>	<b>64610</b>	<b>98470</b>



## 4.5 ANSLAG FOR TEKNISK OG ØKONOMISK DRIVVERDIG RÅSTOFFTILGANG.

*Med teknisk - økonomisk drivbart menes i denne sammenheng det kvantum som bør kunne påregnes solgt/levert til pyrolyseråstoff utfra de valgte premisser for virkespriser, kostnader, avsetningsmuligheter og markedsforhold.*

NIJOS har nylig foretatt vurderinger for å klargjøre avvirkningsmulighetene i Møre og Romsdal, såvel biologisk som økonomisk og teknisk. Vurderingene følger en metode som anvendes for en landsomfattende analyse supplert med fylkesvise rapporter. Analysen for Møre og Romsdal er under trykking. Det henvises til publikasjonen fra NIJOS når det gjelder metodikk, premisser og resultater generelt. Arbeidet inkluderer en kvantifisering av avvirkningsmulighetene, hensyn tatt til de markedsøkonomiske og driftsøkonomiske forholdene. Lokalkjennskap, erfaring og kompetanse er gitt en sentral plass i dette arbeidet. Avvirkningsmulighetene framover er også undersøkt for regionen Vestlandet som del av en landsomfattende vurdering av avvirkningsmulighetene på lengre sikt.

Konklusjonen i NIJOS' utredning er at store deler av skogarealet i Møre og Romsdal er marginale for lønnsom skogsdrift med dagens rammebetingelser. Beregningene viser at store deler av lauvskogarealene ikke gir grunnlag for lønnsom drift med dagens priser og kostnadsforhold med tradisjonelle sortimentsdrifter og leveranse av massevirke av lauv. Det er forutsatt motormanuell drift og høymekanisert drift på områder hvor de driftstekniske forutsetninger er gode. Prisforutsetningene for lauvvirke er gjeldende massevirkepriser.

Analysens hovedkonklusjon illustreres av den store endring som følger av å endre størrelsen på den nedre grensen for driftsnetto dersom skogsdrift skal settes igang. Fra utredningen tas med en tabell som viser hvor store skogarealer og volumer stående skog i hogstklasse IV og V (eldre og hogstmoden skog) som oppfyller varierende krav til driftsnetto.

**Tabell 2** Produktivt skogareal og volum i hogstklasse IV + V ved forskjellige arealavgrensinger mhp. driftsnetto

Driftsnetto, kr/m <sup>3</sup>	Produktivt skogareal		Volum hogstkl IV + V	
	1000 ha	%	1000 m <sup>3</sup>	%
Alt areal	281	100	13 360	100
>= - 50 kr	229	81	10 425	78
>= 0 kr	196	70	8 724	65
>= + 50 kr	112	40	5 480	41
>= + 100 kr	39	14	2 683	20

*Kilde: NIJOS*

Spesielt hardt rammes skogområder hvor lauvtrær dominerer. En vesentlig del av forklaringen på det er de lave lauvvirkeprisene. Resultatene sammenstilt i Tabell 3 demonstrerer hvor hardt de lauvtreddominerte skogområdene rammes.

**Tabell 3** Produktivt skogareal fordelt på bestandstreslag

Dominerende treslag	Produktivt skogareal	Produktivt skogareal med driftsnetto $\geq 0$ kr	Andel %
Granskog og gran-dominert skog	65 641	60 566	92
Furuskog og furu-dominert skog	92 709	71 393	77
Lauvskog og lauv-dominert skog	122 823	67 220	55
Totalt	281 173	199 178	71

Kilde: NIJOS

Tabellen viser at pris- og markedsforholdene i Møre og Romsdal treffer spesielt hardt skogområder med lauvskog og skogområder med lauvtrær som dominerende treslag når en legger til grunn de tradisjonelle driftsoppleggene og avsetningsmulighetene. Også skogområder hvor furu er dominerende treslag er utsatt. Årsakene finnes både i dårlige avsetningsmuligheter og kostbar transport til foredlingssted for såvel lauv som massevirke av furu. Det er satt igang prosjekter for å finne muligheter til å øke verdiskapingen for furubasert foredling.

De refererte arbeidene inneholder også en sammenligning av avvirkningsmulighetene og den realiserte avvirkningen og viser generelt at avvirkningen kan økes betydelig uten negative konsekvenser for den framtidige skogproduksjonen. Selv når en tar hensyn til at det er store skogarealer hvor de driftsøkonomiske forutsetninger ikke er tilstede for lønnsom drift, er det betydelig margin for å øke avvirkningen. Det er dokumentert både i analysene fra NIJOS og i *Strategiplan for utvikling av skogbruket i Møre og Romsdal*. NIJOS viser i rapporten *Klargjøring av avvirkningsmulighetene i Møre og Romsdal* variasjonen i brutto balansekvantum ved ulike krav til driftsnetto. (Balansekvantum er definert som det kvantum en kan hogge på lang sikt uten at kvantumet må reduseres i framtiden. Det kan derfor litt populært kalles hogst som er mulig ved en bærekraftig forvaltning av skogen.)

**Tabell 4** Brutto balansekvantum i 1000 m<sup>3</sup>/år fra arealer som oppfyller ulike krav til driftsnetto i kr/m<sup>3</sup>

Areal	Brutto balansekvantum	Tynning	Sum	Tidsperiode
Alt prod. skogareal	475	58	533	30 år
Driftsnetto $\geq - 50$ kr	396	55	451	30 år
« $\geq 0$ kr	348	65	413	30 år
« $\geq + 50$ kr	238	54	292	30 år
« $\geq + 100$ kr	116	26	142	40 år

Kilde: NIJOS

Både bjørk, som er det dominerende lauvtreslag, og furu har høy verdi som råstoff til pyrolyse. Det foreslåtte systemet med et rasjonelt høymekanisert opplegg for skogsdrift og transport fram til foredlingssted byr imidlertid på muligheter som gir andre økonomiske forutsetninger enn beregningene til NIJOS bygger på.

Ut fra den beskrevne situasjonen har flere utredninger satt fokus på skogeiernes beslutningssituasjon når det gjelder å sette igang avvirkning i sin skog. Avvirkningssituasjonen på Vestlandet er analysert, blant annet i prosjektet *Aktivitetsnivået i Vestlandsskogbruket*. Møre og Romsdal er spesielt behandlet i rapporter fra Høgskulen i Volda/Møreforskning Volda. (Bl.a. Amdam, Barstad, Frøseth, Mattland Olsen: *Årsaker til manglande skogavvirkning i Møre og Romsdal*. Høgskulen i Volda/Møreforskning Volda 1996) Bakgrunn, mål, metoder og resultater for Møre og Romsdal er beskrevet der.

Bakgrunnen for prosjektet var at avvirkningen ikke utvikler seg i takt med veksten i det kvantum som biologisk sett kan avvirknes på et bærekraftig grunnlag. Det belyses av at mens årlig tilvekst var på ca 720 000 m<sup>3</sup> og er raskt økende, var avvirkninga bare ca 200 000 m<sup>3</sup>. Det er også funnet store variasjoner mellom kommuner og områder innenfor fylket, se Figur 3.

**Figur 3** Gjennomsnittlige avvirkningsprosjenter for årene 1989-1993.  
(Kilde: Årsaker til manglande skogavvirkning i Møre og Romsdal)

Fra samme arbeidsrapport tas med en illustrasjon av skogeiernes tilpasningsformer (Figur 4). Det er en klar tendens i tiden til at skogeierna flytter mot høyre i figuren. Selv om skogen ikke er fullt utnyttet, krever utnyttelse investeringer i utstyr og anlegg

som skogens hogstkvantum ikke kan forsvare. Et godt lokalt arbeidsmarked som byr på alternativ sysselsetting kan forsterke denne utviklingen.

**Figur 4** Tilpasningsformer for skogeier

(Kilde: Årsaker til manglende skogavvirkning i Møre og Romsdal)

Resultater av spørreundersøkelser blant skogeiere og entreprenører tyder på at det er viktig å etablere klarere, enklere og mer langsiktige forutsetninger for avvirkningsbeslutninger. Det er nødvendig for å oppnå en avvirkning som kan sikre tilstrekkelig driftsgrunnlag og kapasitetsutnyttelse i driftsapparat og transportsystem. Dette behandles nærmere nedenfor. Situasjonen slik den er beskrevet ovenfor viser betydningen av at driftsnettoen kommer på et nivå som gjør avvirkning økonomisk interessant.

Rapporten påpeker også de forskjellige faser som skogeieren og hans/hennes husholdning gjennomgår i deres tid som eiere, og som må forventes å få konsekvenser for eierens forutsetninger for å drive skogen og eierens behov for å utnytte skogen. Fasene over en generasjon er overtakingsfase, etableringsfase, etablert fase, nedtrappingsfase og overdragsfase (til ny generasjon)

Undersøkelsen refererer resultatet av dyperegående intervjuer med skogeiere i fire kommuner i Møre og Romsdal. Skogeierne er inndelt i fire grupper på grunnlag av deres forhold til skogen og skogens utnyttelse. Selv om utvalget ikke er representativt, gir det indikasjoner på viktige underliggende strukturelle forhold.

Kategoriene er:

*Kommersielt aktive*, med en aktiv holdning til skogens forvaltning og utnyttning. Skoginntekten veier tungt i husholdningens samlede inntekt, som ofte også omfatter inntekt utenfor eiendommen. De har en skogtradisjon.

*Skogaktive*, som er bevisste i forhold til sin skog og utnytter den til en viss grad, men i størst grad til eget bruk og behov for skogprodukter. (ved, husbehovsvirke, foredling på småsager til trelast, etc) Skogen er ofte liten og betyr lite i husholdningens samlede inntekt. Mangler ofte skogtradisjon.

*Passive skogeiere med potensiale for større skogaktivitet*, som ofte er aktive i andre produksjoner i jordbruket på eiendommen. De prioriterer sin bruk av arbeidskraft og

tid på det, selv om skogen er middels stor eller stor. Kan også hente betydelig tilskudd til husholdningens samlede inntekt utenfor eiendommen. Gruppen har en lite aktiv holdning til skogen og dens utnyttelse.

*Passive skogeiere med lite potensiale for større skogaktivitet*, som er en lite homogen gruppe. Gruppen kan omfatte eldre eiere med små behov, pensjonister, eiere som henter en overveiende del av inntekten utenfor bruket. Skogen er ikke stor nok til å gi noe vesentlig tilskudd til husholdningens samlede inntekt. Skogeiere som bor utenfor bygda hører ofte til denne gruppen. I sum representerer denne gruppen ofte en betydelig del av skogressursene i mange kommuner.

Resultatene indikerer at det er en stor spennvidde i og mellom gruppene når det gjelder skogeierens situasjon og premisser for å utløse større utnyttelse av skogen. Generelt sett indikerer undersøkelsen behov for å finne fram til former for

- tilbud som er klare, enkle å forstå, viser at det er økonomisk interessant og inneholder lite risiko for skogeieren. Tilbudet må ha lavere terskelhøyde for faglig innsikt i skogsdrift, investeringer og virkesutnyttelse. Rotsalg bør kunne utvikles i den retning.
- tilbud om bistand og assistanse som gir tillit til at jobben blir gjort rasjonelt, med faglig kvalitet og med hensiktsmessig driftsutstyr og teknologi. Skogsentreprenøren bør kunne representere dette tilbudet.
- omsetningsform som gir klare premisser for kontrakt, driftsoppdrag og raskt økonomisk oppgjør til skogeieren. Omsetningsformen må også gi større sikkerhet for oppdrag og kvantum som sikrer en forsvarlig kapasitetsutnyttelse på utstyr for entreprenøren. Det er en helt nødvendig forutsetning for å kunne oppnå økonomisk sett gode nok resultater til at det skal være lønnsomt og interessant for skogeieren å selge og for entreprenøren å ta oppdraget.

Det ligger kompliserte og sammensatte forhold bak den gruppering som er foretatt, og her er bare referert noen av de vesentligste forholdene. Forskningsmaterialet og analysene indikerer at kan det valgte systemforslaget imøtekomme mange av de krav og hensyn som bør oppfylles og fjerner flere av de forhold som virker hemmende på avvirkningsnivået.

*Det refererte materialet illustrerer grunnlaget for at andelen teknisk-økonomisk drivbart virke er vurdert til 25 % av det potensielle kvantumet lauv, og ca 30 % av den totale potensielle virkestilgangen oppført i tabell 1. Andelen som er teknisk-økonomisk drivbart i de 7 forsyningsområdene varierer avhengig av skogforhold, eiendomsforhold og skogeierkategorier.*

Av flyt-skjemaet i Figur 1 framgår det at fin-fraksjoner skal sorteres fra og kan anvendes til andre formål enn pyrolyse. Overskuddsvarme åpner også for muligheter til utnyttelse som kan være lønnsom. Inntekter og kostnader forbundet med disse «tilleggsaktivitetene» er ikke trukket inn i de økonomiske vurderingene av virkesforsyningen til pyrolyseanlegget, selv om de kan vise seg å være av vesentlig betydning.

## 4.6 BEREGNINGER

Den anvendte beregningsmodellen velger ut det kvantum virke av lauvvirke og massevirke av furu samt honved m.v. fra sagbruk som gir billigst råstoff til å anvende henholdsvis 20 og 40 % biokarbon av egenprodusert trekull til produksjonen ved de to smelteverkene. Det tilsvarer grovt regnet henholdsvis 100.000 og 200.000 kubikkmeter virke.

Modellen er anvendt i en feasibility study hvor trekullet skal anvendes på to destinasjoner og hvor pyrolyseverkene er lokalisert delvis ved smelteverkene og delvis i kombinasjon smelteverk og ved en større varmebruker.

Kostnadene i hovedmodellen når det gjelder lauv og massevirke av furu fra de forskjellige leveringsområdene er spesifisert i følgende delkostnader:

- «Pris til skogeier» Kravet til driftsnetto for skogeier er satt til kr 100 i introduksjonsperioden og kr 85 når systemet er etablert og innkjørt.
- Driftskostnad i skog for heltredrift og framkjøring til bilveg ved entreprenørdrift.
- Lagring ved bilveg og flising direkte i container. Mobil flishugger.
- Transport i container til omlastingsplass ved sjø.
- Mellomlagring ved sjø.
- Lasting til lekter.
- Transport med lekter til pyrolyseverk.
- Lossing.
- Intern transport, solding.

Den kostnaden som framkommer for råstoffet levert til pyrolyseanlegget er satt opp mot prisen på norsk og importert massevirke av lauvvirke og norsk og importert virke av furu.

Beregningene er gjennomført med standard regneark. Utskriftene er ordnet slik at en enkelt også kan foreta følsomhetsanalyser for endringer i kostnader og priser. Utskriften viser blant annet treslagsblanding i virkesforsyningen, andel norsk virke, gjennomsnittskostnader og bruttotall.

En må vite mer om investeringer og driftsøkonomi for pyrolyseanlegg før en helhetlig vurdering av et mobilt pyrolyseanlegg kan foretas. Det vil foreligge i hovedprosjektet.

## 5 RESULTATER OG VURDERINGER

På bakgrunn av de fastlagte premisser og forutsetninger er hovedkonklusjonen at leveranse til råstoff for pyrolyse kan være et lønnsomt og konkurransedyktig alternativ til tradisjonell leveranse av massevirke furu og lauv i dagens markedssituasjon. Alternativet er også konkurransedyktig i forhold til import av massevirke av lauv og flishugging ved pyrolyseanlegget.

Det forutsettes da omlegging til et entreprenørsystem basert på heltredrift for lauv og utnyttelse av topp og greiner fra furuavvirkning, flishogging med mobil flishugger og transport med lekter til pyrolyseanlegg. Pyrolyseanlegget må ha et opplegg for solding, og utsortert materiale bør finne avsetning til bioenergi-formål, som er under utredning i fylket.

Videre bearbeiding av dette leveringsalternativet bør omfatte

- etterprøving i praksis av det driftstekniske opplegget og utstyret i skog, spesielt felleaggregat, flishugger og opplegg for handtering av furutopp og -kvist.
- nærmere analyse av lekteropplegg.
- nærmere analyse av kombinasjonsopplegg pyrolyse - bioenergi.
- utrede muligheter og opplegg for rotkjøp, langsiktige avtaler og nye oppgjørsformer.
- fastlegge standarder for drift og skjøtsel av lauvskogarealer av verneskogkarakter.
- utrede de miljømessige sider for skogbrukets del av bruk av trevirke til pyrolyse

En videre bearbeiding bør legges opp etappevis og i nær kontakt med smelteverksindustrien og det prosjekt som industrien gjennomfører. Videre bør skogeierorganisasjonen og Fylkesmannen delta aktivt, hvor kontakt med prosjekter om økt verdiskaping for massevirke av furu og bioenergi-prosjektene som oppfølging av FTP-prosjektet kan sikre ivaretagelse av de synergi-effektene som prosjektene samlet indikerer. Forskningen bør kunne bidra på en god måte i deler av en videre bearbeiding.

En videre bearbeiding er avhengig av at industrien finner pyrolyse basert på norsk råstoff konkurransedyktig og interessant. Dersom det er tilfelle, vil leveringsalternativet være meget interessant og viktig for skogbruket, både i kraft av det potensielle volumet og bedret avsetningsmulighet for treslag som har og ser ut til å få vanskelige avsetningsforhold i framtiden. Det kan by på muligheter for å sortere ut de verdifulle tredelene for annen foredling og skaffe avsetning for de mindre verdifulle delene og sortimenter.