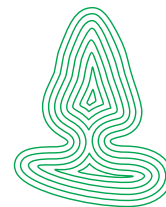


Rapport
fra Skog og landskap

14/2013



skog+
landskap

NORSK INSTITUTT FOR
SKOG OG LANDSKAP

PROSJEKTRAPPORT KLIMATRE

Energiforbruk og kostnader - Skog og bioenergi

Birger Vennesland, Anders Eid Hohle, Leif Kjøstelsen
og Lone Ross Gobakken



PROSJEKTRAPPORT KLIMATRE

Energiforbruk og kostnader – Skog og bioenergi

Birger Vennesland, Anders Eid Hohle, Leif Kjøstelsen
og Lone Ross Gobakken



-TREBRUK FOR BEDRE KLIMA OG ØKT VERDISKAPING

ISBN: 978-82-311-0194-9

ISSN: 1891-7933

Omslagsfoto: Leif Kjøstelsen, 2010, Skog og landskap.

Norsk institutt for skog og landskap, Pb 115, NO-1431 Ås

FORORD

De skogbaserte verdikjeder kan spille en viktig rolle i arbeidet med å begrense akkumulering av CO₂ i atmosfæren. Skogøkosystemene lagrer en stor andel karbon, og bruk av trebaserte produkter bidrar til reduksjon av klimagassutslipp gjennom direkte karbonlagring, substitusjon og som fornybar energi. For å utvikle klima- og verdiskapingsregnskap for de skogbaserte verdikjedene, er det et stort behov for å samle, systematisere og kvalitetssikre de nødvendige data fra alle ledd i kjeden.

Prosjektet KlimaTre har som hovedmål å dokumentere de skogbaserte verdikjedene i Norge sin betydning for klima og verdiskaping. Denne rapporten inngår som leveranse i delprosjekt KlimaVerdi og beskriver energiforbruk, CO₂-utslipp og verdiskaping i operasjoner som inngår i forsyningskjeden fra skog til industri.

Statistikk, prestasjonsdata, forbruksdata og analyser som er presentert i denne rapporten baserer seg i stor grad på mange års forskningsinnsats ved Skog og landskap. I tillegg er forskningsstudier fra andre skandinaviske land samt nasjonalt tilgjengelige databaser og statistikker gjennomgått og tilrettelagt.

En stor takk til alle samarbeidspartnere i KlimaTre-prosjektet og andre aktører som velvillig har bistått oss med data og nødvendig informasjon for å komplettere rapporten. Prosjektgruppen som har arbeidet med rapporten ved Skog og landskap er: Birger Vennesland, Anders Eid Hohle, Leif Kjøstelsen og Lone Ross Gobakken.

September 2013
Prosjektleder ved Skog og landskap
Lone Ross Gobakken

SAMMENDRAG

KlimaTre er et prosjekt i BioNær, hvor Norges Skogeierforbund er prosjekteier og kontraktspartner med Norges forskningsråd. KlimaTre består av tre delprosjekter: DP1 KlimaVerdi. Dokumentere de skogbaserte verdikjedene i Norge sin betydning for klima og verdiskaping.

DP2 KlimaModell. Modellering av samlet klimaeffekt for de skogbaserte verdikjedene.

DP3 FramTre. Framtidas trekonstruksjoner i et livsløpsperspektiv.

Denne rapporten inngår i DP1 KlimaVerdi som omhandler både primærskogbruket, tremekanisk industri og celluloseindustrien. Skog og landskap har i DP1 KlimaVerdi ansvaret for energiforbruk og kostnadstall i primærskogbruket, samt for transport av virke fram til industritomt.

I denne rapporten har vi strukturert og analysert de operasjonene som inngår som en del av primærskogbruket, samt transport av tømmer på vei, båt og jernbane. Forsyningskjeden fra skog til industri er hovedfokus i studien, og alle operasjoner i denne kjeden er inkludert, enten råvarene skal benyttes til industri- eller energiformål. Rapporten synliggjør de ulike operasjoner som skogbruket består av med tanke på forbruk av energi og hva det koster å utføre de ulike operasjonene. Operasjonene i skogbruket har vi delt i tre: *skogkultur, avvirkning og transport*.

Skogkultur

Energiforbruk ved ulike skogkulturoperasjoner er målt pr. dekar. Variasjonen er stor mellom de ulike operasjonene, hvor markberedning står for det største forbruket. De helt manuelle operasjonene som planting og stammekvisting har kun forbruk av drivstoff knyttet til transport av mannskaper og planter, og bidrar således lite til karbonregnskapet. Planting og stammekvisting representerer de største skogkulturkostnadene per dekar. Disse operasjonene utføres helt manuelt, og er derfor sterkt avhengig av nivået på lønnskostnadene. Stammekvisting utføres imidlertid på et svært begrenset areal på landsbasis. Ungskogpleie foregår motormanuelt (med ryddesag) og også her er lønnskostnader den største innsatsfaktoren. Ved helikoptergjødsling og – sprøyting er derimot driftskostnadene til helikopteret utvilsomt den største kostnaden, men med den høye produktiviteten blir allikevel ikke kostnaden per dekar så stor sammenlignet med de øvrige operasjonene. Skogkultur er en avgjørende del av skogbruket siden det er her vi legger grunnlaget for kvaliteten på virke som skal utnyttes som ressurs i framtiden. Selv om energiforbruk og kostnader er viktige å dokumentere innenfor skogkultur, utgjør allikevel denne delen av skogbruket en marginal faktor sammenliknet med avvirkning og transport.

Avvirkning

Det er store variasjoner i energiforbruket ved avvirkning av tømmer. Taubanedrifter har definitivt det største forbruket målt i liter diesel per kubikkmeter avvirket, men det er verdt å merke at tømmeret da kommer helt fram til bilvei (felling, vinsjing og kvisting/kapping er inkludert). For å sammenligne med tynning, foryngelseshogst eller heltrehogst, må da forbruket ved avvirkning- og terrengtransport summeres. Avvirkning med taubane har en høy kostnad sammenlignet med øvrige hogstsystemer. Dette skyldes den relativt lave produktiviteten (i forhold til kostnadene), noe som også gjelder for hogstmaskiner i tynningsdrift. Den konvensjonelle driftsmetoden med hogstmaskin og lassbærer koplet til foryngelseshogst står for 85 % av all avvirkning nasjonalt. Tynningsdrifter utgjør 13 %, mens 2 % er annet (inkludert taubane).

Transport

Transport med tømmerbil, tog eller jernbane representerer et forbruk som vil variere sterkt med transportavstanden. Kostnadene for de ulike transportsystemene er imidlertid relativt

like på gjennomsnittlige transportavstander i Norge. Det meste av transporten skjer med tømmerbil, enten som direkte transport helt fram til industritomt eller som deltransport fra velteplass til terminal for jernbane og båt. Både med hensyn til miljø og kostnader, ligger det en gevinst i å øke andelen transport på jernbane og båt.

Energi- og kostnadsdrivere

For produktiviteten til en hogstmaskin, er det trestørrelsen som betyr mest med tanke på drivstofforbruk og kostnader. Grunnlaget for produksjon av store trær legges i skogkulturarbeidet, selv om mye er geografisk bestemt. For en lassbærer er det kjøreavstand fram til velteplass som betyr mest for energiregnskap og kostnader. Det ligger en stor gevinst i å bygge nye skogsbilveier.

Regionale utfordringer

Vi deler gjerne Skog-Norge i innland og kyst. Dette er en grov forenkling, men fungerer for å vise regionale utfordringer med tanke på infrastruktur. Innlandsskogbruket med Hedmark, Buskerud, Oppland, Akershus, Telemark og Østfold står for brorparten av hogsten i Norge. Her er potensialet stort for ytterligere effektivisering av transport på jernbane. I kystskogbruket ligger det et stort potensiale i å øke transporten på båt. Generelt kan vi si at transport av tømmer i Norge har store utfordringer både i skogen og på det offentlige veinettet, samt på jernbane og båt.

Nøkkelord:

Energiforbruk, verdiskaping, skogkultur, infrastruktur, foryngelseshogst, tømmertransport

INNHold

Forord.....	ii
Sammendrag.....	iii
1. Innledning.....	1
1.1. Generelt.....	1
1.2. Verdiskaping og kostnadsfordeling.....	2
2. Materialer og metoder.....	3
2.1. Forutsetninger og energiforbruk	3
2.2. Miljø- og kostnadstall innenfor primærskogbruket	3
2.2.1. Forutsetninger for kostnader – hogstmaskin (pr.enhet pr. år)	5
2.2.2. Forutsetninger for kostnader – lassbærer (pr.enhet pr. år)	5
2.2.3. Forutsetninger for kostnader – kabelkran (pr.enhet pr. år).....	6
2.2.4. Forutsetninger for kostnader – tømmerbil (pr.enhet pr. år)	7
2.3. Skogkultur	7
2.3.1. Markberedning	7
2.3.2. Skogplanting	10
2.3.3. Ungskogpleie	11
2.3.4. Sprøyting og gjødsling.....	13
2.3.5. Stammekvisting.....	14
2.4. Avvirkning	16
2.4.1. Tynning	16
2.4.2. Terrengtransport ved tynning	18
2.4.3. Foryngelseshogst.....	19
2.4.4. Terrengtransport ved foryngelseshogst	22
2.4.5. Foryngelseshogst med taubane	25
2.4.6. Avvirkning av heltre	28
2.4.7. Terrengtransport ved heltreavvirkning	30
2.4.8. Utkjøring av GROT med lassbærer	31
2.4.9. Flishogging.....	33
2.5. Transport	35
2.5.1. Tømmertransport med tømmerbil med henger	35
2.5.2. Heltretransport med tømmerbil og henger	38
2.5.3. Flistransport med containerbil og henger.....	41
2.5.4. Tømmer- og flistransport på jernbane.....	43
2.5.5. Båtfrakt.....	45

3. Resultater.....	49
3.1. Energiforbruk	49
3.2. Kostnader	51
3.3. Verdiskaping	55
4. Diskusjon.....	61
5. Konklusjoner.....	63
6. Referanseliste.....	64
7. Appendix.....	67
7.1. Statistikk fra skogbruket i Norge.....	67
7.1.1. Skogkultur	67
7.1.2. Avvirkning	69
7.1.3. Transport.....	70

1. INNLEDNING

1.1 Generelt

Klimaendringer har vært sterkt i fokus den siste tiden, både nasjonalt og internasjonalt. FNs Klimapanel (IPCC) regner det som 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. Skogbasert bioenergi representerer en av disse energiformene.

Et av spørsmålene som er kommet opp i forbindelse med økt høsting av biomasse til industri- og energiformål er energiforbruket ved disse operasjonene – nærmere bestemt "input" i forhold til "output". Resultatene av disse livsløpsanalysene (Life Cycle Assessment - LCA) avhenger av hvilke biomasseressurser man høster, samt andre faktorer som høsteteknikk, transportavstand, foredlingsgrad etc.

I tillegg til fokuset på livsløpsanalysene, er også økonomien og verdiskapingen ved disse operasjonene av stor interesse. Det skjer en betydelig verdiskaping i norsk skogbruk, og det sysselsettes et betydelig antall personer i hele verdikjeden.

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

Tilgangen på biomasse fra norske skoger er imidlertid god – tilveksten er omtrent to og en halv gang avvirkningen. I tillegg kommer potensialet som hogstavfall (GROT) og stubber representerer, samt småvirke fra rydding/tynning, fjellbjørkeskog, kulturlandskapspleie etc.

Denne rapporten er en del av delprosjekt KlimaVerdi, og i rapporten fokuseres det på følgende:

- Klimaregnskap, herunder energiforbruk og CO₂-utslipp
- Kostnader

Det er forsyningskjeden fra skog til industri som er hovedfokus. Dette inkluderer alle operasjoner som utføres i denne kjeden, enten råvarene skal benyttes til industri- eller energiformål.

Følgende praktiske operasjoner har derfor blitt analysert:

- Markberedning
- Planting
- Ungskogpleie
- Sprøyting
- Gjødsling
- Stammekvisting
- Tynning
- Foryngelseshogst
- GROT utkjøring og heltre avvirkning
- Flishogging
- Vedproduksjon

- Langtransport virke (bil, båt og jernbane)
- Langtransport flis (bil, båt og jernbane)

I tillegg har denne delen av prosjektet til hensikt å fremskaffe statistikk over hva som utføres i norsk skogbruk, med hensyn til avvirket volum, skogkultur, transportavstander etc.

1.2 Verdiskaping og kostnadsfordeling

En bedriftsøkonomisk vurdering av verdiskaping vil baseres på en forenkling av nasjonalregnskapet. Mer presist kan vi si at verdiskaping er den verdiøkningen et produkt får i hvert ledd av produksjonsprosessen. Det er altså overskuddet før finansposter i regnskapet (tabell 1) — fortjeneste før finanskostnader, skatter, avskrivninger og amortisering (avskrivninger på goodwill) — som utgjør verdiskapningen, og som utgjør grunnlaget for beskatning.

Tabell 1. Forenklet oppstilling av et bedriftsregnskap.

	Bruttoinntekt	(salg av varer og tjenester)
-	Kostnader	(lønninger, materialer, avskrivninger osv)
=	Driftsresultat	
-	Renteutgifter	
=	Nettoinntekt	

I enkelte næringer representerer de selvstendige næringsdrivende en stor del av den innsatte arbeidskraft. Dette gjelder særlig i jordbruk og skogbruk. Godtgjørelsen til kapital og eget arbeid i en næring er lik driftsresultatet (faktorinntekten fratrukket lønnskostnadene). Dette må fordeles på kapitalinntekt og verdien av eget arbeid. Verdien av eget arbeid vil vi anslå ved hjelp av lønnsinntekten i næringen, dvs. prisen på leid arbeidskraft.

Slik som prosjektet KlimaTre er definert og beskrevet, vurderer vi at det er kostnadssiden i en produksjon som vi må fremskaffe data omkring. Dette gjør at vi i første omgang ser på kostnadsfordeling i de ulike produksjonsprosesser. I resultatkapitlet vil vi koble kostnader mot inntektstall/omsetningstall for å få et mål for verdiskapingen.

2. MATERIALE OG METODE

2.1 Forutsetninger energiforbruk

Følgende omregningstall ligger til grunn ved beregning av energiforbruk og CO₂-utslipp ved de ulike operasjonene og analysene som er gjennomarbeidet i denne rapporten:

- Energiinnhold i fossil diesel: 10,1 kWh/liter
- CO₂-utslipp ved forbrenning av fossil diesel: 2,69 kg CO₂/liter

2.2 Miljø- og kostnadstall innenfor primærskogbruket

Det er nødvendig å gjøre noen historiske betraktninger som bakteppe for å forstå hvordan det operative skogbruket fungerer i Norge i dag, og spesielt med hensyn til hvordan vi beregner og håndterer de ulike kostnader i en stadig mer krevende hverdag for det driftstekniske, operative skogbruket.

På slutten av 70-tallet ble hogstmaskinen en del av primærskogbruket i Norge. Antallet personer i et lønnet arbeidstakerforhold i det utførende skogbruket sank fra 8 500 i 1978 til 4 350 i 1988. Ti år senere (i 1998) var det kun 1 200 registrerte arbeidstakere i det utførende skogbruket i Norge (Østhassel, 2011). Mange av arbeiderne som tidligere jobbet med "motorsaga" startet egen virksomhet innenfor det fullmekaniserte skogbruket. De aller fleste som startet opp med hogstmaskin og lassbærer på 70- og 80- tallet organiserte sin virksomhet som personlige foretak.

Nedenfor skisseres de ulike forutsetninger som ligger til grunn for beregning av miljøbelastning fra primærskogbruket, samt kostnadstall som danner grunnlag for vurdering av verdiskaping i næringa. Prestasjonsstudier ligger til grunn for både miljø- og kostnads kalkyler. I tillegg måtte vi gjøre en del direkte økonomiske betraktninger (som for eksempel rentenivå) for å fremskaffe kostnadstall.

Det er dog ikke likefrem å hente tall som kan representere Norge som helhet. Det har vært en forrykende teknologisk utvikling i skogbruket de siste 10 år. Her kan nevnes utvikling av nye motorer som reduserer forbruk og utslipp, bedre hogstaggater som øker effektiviteten og senker vedlikeholdet, nye dataprogram som forbedrer aptering osv.

Ved Skog og landskap har vi i årtier samlet tall for å måle effektivitet ved hjelp av tidsstudier. Denne måten å samle data på kan i dag ofte gjøres direkte i maskinen sitt eget dataprogram. Gjennom utskriftsfiler direkte fra maskinene kan man lese nøyaktig tid og drivstofforbruk gitt ulike forutsetninger (som for eksempel trestørrelse).

I denne studien har vi benyttet tall fra egen forskning (publiserte og upubliserte data) og koplet dette opp mot dagens prestasjonstall fra maskiner hos enkeltentreprenører (Erøy, Klokkeengen, Raaheim, Sigurdsen, Varli – pers.kom.) ute i felten. Det er mange forutsetninger som må gjøres, men den forutsetningen som uten tvil betyr mest for prestasjonstall er trestørrelsen og i Norge er det store regionale forskjeller. Vi har valgt å sette det norske gjennomsnittstreet til å være 250 liter. Imidlertid vet vi at dette passer mindre bra med normalen for Vestlandet. Videre har vi satt 2010 som året i denne studien og da er Kystskogbruket å regne som marginalt. Vi vil derfor presisere at dette vil endre seg de neste 10 – 20 åra. Når det gjelder forutsetninger for de økonomiske betraktningene har vi benyttet bransjetall i tillegg til direkte kommunikasjon med enkeltentreprenører.

Det er en rekke kostnadstall å forholde seg til, men en hovedinndeling er som følger:

1. Arbeidskraft
 - a. Lønn administrasjon
 - b. Lønn maskinfører
2. Faste kostnader
 - a. Kapitalkostnader/avskrivning
 - b. Kontorlokaler
 - c. Forsikring
3. Variable kostnader
 - a. Vedlikehold og reparasjon
 - b. Drivstoff og olje
 - c. Dekk, felger og kjetting
 - d. Maskinflytting
 - e. Telefon

Merk at alt av variable kostnader blir direkte linket til effektivitetstall fra tidligere for å få et tall pr. timer eller pr. kubikk. Nedenfor er det satt opp forutsetningene vi har gjort i forhold til lønn, faste og variable kostnader.

Arbeidskraft

I utgangspunktet setter vi 195 kroner per time som lønn for både maskinfører og administrasjon. I tillegg påregnes offentlige og sosiale kostnader etter følgende oppsett:

Direkte lønn	195 kr/time
Feriepenger	12 %
Arbeidsgiveravgift (gjennomsnitt for landet)	6 %
Sykefravær (gjennomsnitt)	4 %
Kurs og opplæring	2 %

Dette gir en total lønn inklusive offentlige avgifter og sosiale kostnader på $195 * 1.24 = 242$ kr/time. For maskinene er det satt inn en korreksjonsfaktor for effektiv maskintid, siden maskintid vil være lavere enn maskinførertiden.

Faste kostnader

Kapitalkostnader er utfordrende å vurdere. Det er like mange måter å sette pris og levetid på maskiner som det finnes entreprenører i bransjen. Alle gjør det på sin måte og vi har måttet finne en fellesnevner for bransjen. Kapitalkostnadene er satt i tett dialog med næringen.

For å beregne kapitalkostnader benytter vi oppsett fra Lileng 2001:

$$K = I - (R / (1 + p)^n) * a \quad a = (p (1 + p)^n) / ((1 + p)^n - 1)$$

K = Årlig kapitalkostnad (kr)

I = Skogsmaskinens kjøpesum (kr)

R = Restverdi ved salg i nominelle priser om n- antall år

n = Antall år man har maskinen

p = Rentekrav (Kalkulasjonsrentekrav i % / 100)

a = Amortiseringsfaktor (Beregner årlig rente og avskrivning på et beløp som skal nedbetales i løpet av n år etter et rentekrav lik p)

2.2.1 FORUTSETNINGER FOR KOSTNADER – HOGSTMASKIN (PR. ENHET PR. ÅR)

Faste kostnader

Renter og avskrivninger: Investering i en hogstmaskin for foryngelseshogst settes til kr 3 800 000. Etter 6 000 timer blir aggregatet skiftet og kostnad er kr 600 000. Restverdien etter 15 000 timer settes til kr 400 000. Det forutsettes at maskinen blir brukt 2 000 eller 3 000 timer per år.

Forsikring: Forsikring settes til kr 40 000 per år. Det er noe ulik praksis i forhold til om forsikringspremien kobles mot måneder og år eller direkte mot prestasjonstall i forhold til antall timer maskinen benyttes.

Kontorlokaler og verksted: Noen entreprenører eier lokaler, mens andre leier og noen er helt uten. I våre forutsetninger setter vi en husleie på kr 2 500 per måned og kr 1 500 til strøm per måned. Dette gir en årlig kostnad på kr 30 000 kroner i husleie og kr 18 000 kroner i strømutfgifter.

Lønnskostnader: Lønnskostnaden til sjåføren er satt til 241,80 kroner per time inkludert arbeidsgiveravgift, ferie og sosiale kostnader. Produktiv tid for sjåføren settes til 80 prosent. Det vil si at 20 prosent av tiden benyttes til service, reparasjoner, planlegging etc.

Variable kostnader

Vedlikehold og reparasjonskostnader: Større intervallservicer blir gjort hver 1 000 timer. Dette har en kostnad på kr 15 000. Totale reparasjonskostnader settes til 150 kroner per time.

Drivstoff og olje: For en maskin som kjører 2 000 timer i året gjelder følgende:

• Girolje	200 liter	60 kr/liter	6,0 kr/time
• Hydraulikk	400 liter	25 kr/liter	5,0 kr/time
• Motorolje	200 liter	25 kr/liter	2,5 kr/time

Drivstofforbruket settes til 14,5 liter per maskintime og pris 6 kroner/liter. Dette gir 86,40 kr/time.

Dekk og kjetting: Dekkutgifter er kr 50 000 og er beregnet å holde i 15 000 timer. Kjettinger koster kr 95 000 og må skiftes ut ved 8 000 timer.

Sverd og kjeder: 1000m³ avvirkes per sverd med en pris på kr 450 per stykk. Årlig kostnad ved 2 000 timer er kr 15 300. Intervall for kjedebytte varierer stort, men det forutsettes skifte for hver 80 m³. Pris 100 kroner per kjede. Ved 2000 timer/år er årlig kostnad kr 42 500.

Maskinflytting: Det forutsettes flytting på trekkvogn for hver tredje drift. Trekkvogntid er 4 timer per flytt og prisen er 850 kroner per time.

2.2.2 FORUTSETNINGER FOR KOSTNADER – LASSBÆRER (PR. ENHET PR. ÅR)

Det forutsettes samme formel for beregning av kapitalkostnad som for hogstmaskin. Kostnader til lønn, maskinflytting og kontorlokaler og verksted er også identiske med hogstmaskinen. Administrasjonskostnader settes kun til det halve av hogstmaskinen, siden det krever mindre planlegging og oppfølging av lassbæreren. Produktiv tid for sjåføren settes til 90 prosent.

Faste kostnader

Renter og avskrivninger: Investering i en lassbærer for foryngelseshogst settes til kr 2 800 000. Restverdien etter 15 000 timer settes til kr 300 000. Det forutsettes at maskinen blir brukt 2 000 eller 3 000 timer per år.

Forsikring: Forsikring settes til kr 30 000 per år. Det er noe ulik praksis i forhold til om forsikringspremien kobles mot måneder og år eller direkte mot prestasjonstall i forhold til antall timer maskinen benyttes.

Variable kostnader

Vedlikehold og reparasjonskostnader: Større intervallservicer blir gjort hver 1 000 timer. Dette har en kostnad på kr 15 000. Totale reparasjonskostnader settes til 100 kroner per time.

Dekk og kjetting: Dekkutgifter er kr 112 000 og er beregnet å holde i 10 000 timer. Kjettinger koster kr 95 000 og må skiftes ut ved 6 000 timer.

Drivstoff og olje: For en maskin som kjører 2 000 timer i året gjelder følgende:

• Girolje	200 liter	60 kr/liter	6,0 kr/time
• Hydraulikk	400 liter	25 kr/liter	5,0 kr/time
• Motorolje	200 liter	25 kr/liter	2,5 kr/time

Drivstofforbruket settes til 11,0 liter i per maskintime og pris 6 kroner/liter. Dette gir 66,00 kr/time.

2.2.3 FORUTSETNINGER FOR KOSTNADER – KABELKRAN (PR. ENHET PR. ÅR)

Det forutsettes samme formel for beregning av kapitalkostnad som for hogstmaskin. Kostnader til kontorlokaler og verksted er også identiske med hogstmaskinen. Det er tre personer i arbeid på et taubanelag og derfor er lønnskostnadene tre ganger så høye som for en hogstmaskin. Produktiv tid for mannskapene settes til 90 prosent.

Faste kostnader

Renter og avskrivninger: Investering i en lastebilmontert kabelkran med kran og hogstaggregat settes til kr 4 000 000. Restverdien etter 15 000 timer settes til kr 500 000. Det forutsettes at maskinen blir brukt 1 500 eller 2 000 timer per år.

Forsikring: Forsikring settes til kr 40 000 per år.

Kontorlokaler og verksted: Noen entreprenører eier lokaler, mens andre leier og noen er helt uten. I våre forutsetninger setter vi en husleie på kr 2 500 per måned og kr 1 500 kr til strøm per måned. Dette gir en årlig kostnad på kr 30 000 kroner i husleie og kr 18 000 kroner i strømutgifter.

Variable kostnader

Vedlikehold og reparasjonskostnader: Tidsbruk til service er 2 timer per 650 maskintimer. Dette utføres av egen arbeidskraft. Reparasjonskostnader settes til 100 kroner per time.

Drivstoff og olje: Følgende forbruk er benyttet:

- Motorolje, skiftes for hver 650 time – 35 liter per gang
- Olje til fordelingspumpe, skiftes for hver 650 time – 10 liter per gang
- Gearolje, skiftes én gang per år – 15-20 liter per gang
- Hydraulikkolje, det brukes 500 til 750 liter per år

Drivstofforbruket settes til 1,7 liter per avvirket m³. Ved 8 m³/time og 6 kr/liter blir drivstoffkostnaden 81,60 kr/time.

Dekk: Dekk skiftes cirka hvert tiende år. Dette har en årskostnad på cirka kr 4 000.

Ståltau: Kostnader til ståltau (wire) settes til 55 kr/time.

Flyttekostnader: Flyttekostnadene settes til 14,50 kr/time.

2.2.4 FORUTSETNINGER FOR KOSTNADER – TØMMERBIL (PR. ENHET PR. ÅR)

Det forutsettes samme formel for beregning av kapitalkostnad som for hogstmaskin. Lønnskostnadene er også identisk som for hogstmaskin. Produktiv tid for sjåføren settes til 90 prosent.

Faste kostnader

Renter og avskrivninger: Investering i en tømmerbil med kran og henger settes til kr 3 000 000. Restverdien etter cirka 600 000 kilometer settes til kr 400 000. Det forutsettes at årlig transportlengde er 80 000 kilometer med levetid på 7,5 år eller 110 000 kilometer med levetid på 5 år.

Forsikring: Forsikring settes til kr 50 000 per år.

Kontorlokaler: Leie/bruk av kontorlokaler settes til 50 000 kroner per år.

Administrasjon: Administrasjonskostnader settes til 170 000 kroner per år.

Variable kostnader

Vedlikehold og reparasjonskostnader: Intervallservicer settes til 0,80 kroner per kilometer, mens reparasjonskostnader settes til 2,50 kroner per kilometer.

Drivstoff: Drivstofforbruket settes til 6 liter per mil. Med en pris på 9 kroner per liter blir kostnaden per mil 54 kroner.

Dekk: Alle ti dekkene på bilen skiftes hvert år. Kostnaden er 4 000 kroner per hjul. Dekkene på hengeren skiftes hvert andre år. Dette er totalt 16 dekk, med en pris på 2 300 kroner per stykk.

2.3 Skogkultur

2.3.1 MARKBEREDNING

Hovedformålet med markberedning er å bedre spire- og etableringsbetingelsene for frø og planter (bilde 1). Arbeidsbetingelsene ved planting blir også bedre, noe som igjen letter arbeidet og øker produktiviteten. I Sverige blir 85 % av hogstflatene markberedt, men i Norge blir dette kun gjennomført på 13 % av flatene.



Bilde 1. Et av formålene med markberedning er å bedre forholdene for naturlig foryngelse (foto: A. Hohle)

Prestasjonene ved markberedning varierer mye. Faktorer som påvirker produktiviteten og kostnaden er hovedsakelig overflate, arrondering, bratthet, kjøremuligheter og tilgjengelighet. Det benyttes hovedsakelig en lassbærer påmontert markberedningsaggregat (bilde 2) eller en gravemaskin.



Bilde 2. Lassbærer påmontert markberedningsaggregat (harv) (foto: A. Hohle)

Det er en fordel å få til lange kjørestrekk hvor det kan markberedes i begge retninger, siden rygging eller tomkjøring en vei vil øke kostnadene. Størrelsen på feltene er også avgjørende, og i en oversikt fra en entreprenør varierte prisene fra ca 270 kr til 125 kr per daa når flatestørrelsen økte fra 20 daa til 200 daa (tall fra 2008). Prestasjonsstudier for markberedning er ikke funnet.

Markberedningsberegningene er gjort med følgende forutsetninger:

- Lassbærer med påmontert markberedningsaggregat med 2 skåler – 2,5 meters avstand
- 1 meters kjørt lengde tilsvarer et behandlet areal på 5m²
- Hastighet 1 km / time
- Middelstørrelse på areal er 50 daa
- Dieselforbruk 24 liter per time

Prestasjonen: *kjørte meter per time * behandlet areal = daa.*

$$1000 \text{ m} * 0,005 \text{ m}^2 = \underline{5 \text{ daa per time}}$$

Dieselforbruk: *4,8 liter per daa.*

I tillegg til selve markberedningen, kommer flytting av maskin, samt transport til/fra arbeidsplass. Maskinflytting er gjort med følgende forutsetninger:

- Flytting av maskin på bil blir gjort for hvert andre felt (100 daa)
- Forflytningsavstand er 20 km
- Forbruk diesel per mil ved tomkjøring er 5,1 liter og ved lasskjøring 6,4 liter
- Totalt forbruk ved 20 km flytting blir: $(5,1 * 2) + (6,4 * 2) = 23$ liter per forflytning eller 0,23 liter per daa.
- Til/fra arbeid: bilkjøring 20 km – forbruk 0,8 liter per mil
- Forbruk 3,2 liter per dag eller 0,091 liter per daa (ved 35 daa markberedning pr dag).
- Totalt forbruk per daa blir 4,321 liter (tabell 2)

Tabell 2. Forbruk av diesel ved forskjellige hastigheter per time

Hastighet markberedning	0,5 km/time 2,5 daa/time	1 km/time 5 daa/time	1,5 km/time 7,5 daa/time	2 km/time 10 daa/time
Markberedning	9,60	4,80	3,20	2,40
Flytte maskin	0,29	0,29	0,29	0,29
Personkjøring	0,18	0,09	0,06	0,05
Sum liter / daa	10,07	5,18	3,55	2,74

Produktivitet og drivstofforbruk

Ved hastighet 1 km pr time:

Prestasjon: *5 daa pr. time som gir 1/5 eller 0,2 time pr. daa*

Dieselforbruk markberedning: *4,8 liter pr. daa*

Dieselforbruk forflytning: *0,288 liter pr. daa*

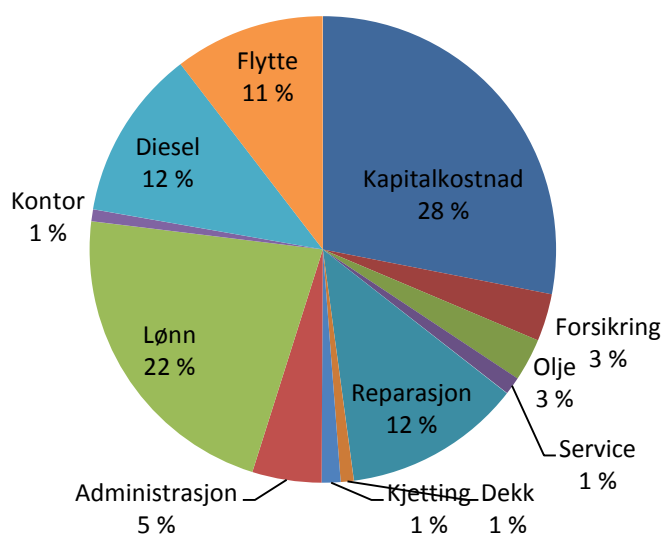
Dieselforbruk til og fra arbeid: *0,091 liter pr. daa*

Kostnad

Vi forutsetter at det benyttes en lassbærer med markberedningsaggregat, og at basmaskinen benyttes som ordinær lassbærer i vinterhalvåret (tabell 3 og figur 1). Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt.

Tabell 3. Fordeling av timekostnader ved ulik kjøretid per år

	Timer/år			
	750	1500	750	1500
Kapitalkostnad	kr 341,96	kr 301,29	28,08 %	26,83 %
Forsikring	kr 40,00	kr 20,00	3,28 %	1,78 %
Olje	kr 36,00	kr 36,00	2,96 %	3,21 %
Service	kr 15,00	kr 15,00	1,23 %	1,34 %
Reparasjon	kr 150,00	kr 150,00	12,32 %	13,36 %
Dekk	kr 11,20	kr 11,20	0,92 %	1,00 %
Kjetting	kr 15,83	kr 15,83	1,30 %	1,41 %
Administrasjon	kr 58,33	kr 29,17	4,79 %	2,60 %
Lønn	kr 268,67	kr 268,67	22,06 %	23,92 %
Kontor	kr 10,00	kr 5,00	0,82 %	0,45 %
Diesel	kr 144,00	kr 144,00	11,82 %	12,82 %
Flytte	kr 126,93	kr 126,93	10,42 %	11,30 %
Sum	kr 1 217,92	kr 1 123,09	100,00 %	100,00 %
Sum kr/daa	kr 243,58	kr 224,62		



Figur 1. Kostnadsfordeling for markbereder ved 750 timer/år

2.3.2 SKOGLANTING

Planting av gran er dominerende i norsk skogbruk (bilde 3). Arbeidet blir ofte utført året etter foryngelseshogsten. Gras og urterik mark er absolutt plantingsmark, men granplanting gjøres også på tørrere typer som blåbærmark. §17 i Lov om skogbruk og naturvern krever at skogeier innen rimelig tid utfører tiltak som sikrer at gjenveksten settes i produksjonsdyktig stand. Furu forynges som oftest naturlig ved å sette igjen frøtrær på hogstflata.



Bilde 3. Planting av gran med planterør (foto: A. Hohle)

Skogplantingen foregår manuelt, ofte i lag på 3 til 4 personer. Forutsetninger for beregningene er:

- 3 personer kjører sammen til og fra jobb
- Transportlengde inkludert personelltransport og planteheving settes til 40 km per dag
- Hver plantør setter ut 1 000 planter per dag, til sammen 3 000 planter
- Det plantes 170 planter per daa
- Drivstofforbruk til bil settes til 0,8 liter per mil

Drivstofforbruk per plante blir da 3,2 liter: $3000 = 0,00107$ liter per plante eller 0,181 liter per daa.

Produktivitet og drivstofforbruk

Prestasjon: 1 000 planter pr. dag (8 timer) medfører $1000/8 = 125$ planter pr. time.

Forutsetter 170 planter pr. daa.

Dette gir: $125 \text{ planter pr. time} / 170 \text{ planter pr. daa} = 0,74 \text{ daa/time}$ eller 1,36 time/daa

Dieselforbruk til/fra arbeid: 0,272 liter pr. daa

Kostnad

Vi setter følgende forutsetninger for kostnad:

Kjøp av planter: 2 kr/plante

Dette gir følgende kostnad:

Arbeid: $1,36 \text{ time/daa} * 200 \text{ kr/time} = 272 \text{ kr/daa}$

Dieselforbruk totalt: $0,272 \text{ liter/daa} * 10 \text{ kr/liter} = 2,72 \text{ kr/daa}$

Kjøp av planter: $2 \text{ kr/plante} * 170 \text{ planter/daa} = \underline{340 \text{ kr/daa}}$

Totale kostnader: 614,72 kr/daa

Eller: $614,72 \text{ kr pr. daa} / 170 \text{ planter pr. daa} = 3,62 \text{ kr/plante}$ (ferdig satt i bakken)

Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt.

2.3.3 UNGSKOGPLEIE

Ved ungskogpleie reguleres ungskogen ved å fjerne uønskede treslag eller trær (bilde 4). Riktig utført ungskogpleie vil resultere i at første tynning kan utsettes og økonomien i denne tynningen kan bli bedre. Riktig ungskogpleie gir produksjon av ønskede treslag og gode trær,

og vil også bedre sunnhetstilstanden til bestandet. I dag brukes hovedsakelig motorryddesag ved ungskogpleie. Utsettes inngrepet for mange år kan trærne bli for store og motorsag må benyttes, noe som fordyrer arbeidet.



Bilde 4. Område med stort behov for ungskogpleie (foto: A. Hohle)

Strømnes (1986) gjorde en undersøkelse på ryddearbeid i Hurdal, og metoden og utstyret er omtrent likt det som benyttes i dag. I det følgende er derfor funksjonene til Strømnes benyttet:

Sum virketid i minutter per daa = $0,77 + 7,523 \cdot H_{fg} + 0,00043 \cdot T_u + 0,01642 \cdot H_{fg} \cdot T_u$

H_{fg} = Gjennomsnittlig bestandshøyde før regulering

T_u = Antall fjernede trær pr daa

Vi forutsetter:

$H_{fg} = 2,5 \text{ m}$

$T_u = 1000$

Dette gir en virketid på 61,06 minutt per daa og et forbruk på 1,02 liter pr daa. I tillegg kommer kjøring til arbeidsplass. Det forutsettes at 2 personer jobber sammen. 4 mil kjøring per dag – bilbruk 0,8 liter per mil. Hver mann rydder 5 daa hver og forbruket blir da på kjøringen 0,32 liter per daa.

Produktivitet og drivstofforbruk

Prestasjon: 61 minutt pr. daa medfører 1 time/daa

Dieselforbruk ungskogpleie: 1,02 liter/daa

Dieselforbruk til og fra arbeid: 0,32 liter pr. daa

Kostnad

Arbeid:	1 time/daa * 200 kr/time	= 200 kr/daa
Dieselforbruk ungskogpleie:	1,02 liter/daa * 10 kr/liter	= 10,20 kr/daa
Dieselforbruk transport:	0,32 liter/daa * 10 kr/liter	= <u>3,20 kr/daa</u>
Totale kostnader:		213,50 kr/daa

Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt.

2.3.4 SPRØYTING OG GJØDSLING

Sprøyting av skog utføres hovedsakelig for å avlive konkurrerende vegetasjon før planting. Det er spesielt på høye boniteter med god vekst hvor det er aktuelt. Det sprøytes med Glyfosat (Roundup). Utstyret som benyttes er ryggståkesprøyte eller traktormontert sprøyte ved mindre areal, og helikopter ved store arealer. Alternativt kan det sprøytes når granplanter er i vekst, siden disse ikke reagerer på Glyfosat preparater.

Gjødsling gjøres for å øke trærnes tilvekst (bilde 5). Det er vanligst å gjødsle ca. 10 år før sluttavvirkning, men det er også mulig å gjennomføre en tidligere gjødsling i tillegg. Bonitet 11-17 blir som oftest prioritert da tiltaket har størst effekt her. Det forutsettes at bestandene er godt skjøttet (ryddet og tynnet) tidligere i omløpet. Gjødsling har som oftest en meget god internrente.



Bilde 5. Skoggjødsling med helikopter (foto: Energigården AS)

Til sprøyting og gjødsling blir det i Norge brukt bl.a. helikopter av typen Eurocopter AS 350. Dette er et enmotors lettere turbinkelikopter med en makslast på 1 400 kg. Drivstofforbruket er 185 liter Jet A1 per time. Pris for Jet A1 er 7,45 kr/liter (Statoil Aviation, 2012). AS350 er den mest benyttede typen i innlandsoppdrag i Norge og pr 1. juli 2010 var det 51 helikopter av denne typen i Norge. Det er ikke gjort studier av dette i Norge, og dataene er hentet inn fra Tore Stryn i Pegasus Helicopter AS (Stryn – pers.kom.).

Transport av sprøytevæske foregår med bil fra nærmeste salgssted og det kan regnes ca. 60 km kjøring per dag. Transport av gjødsel foregår med lastebil og henger, og det fraktes ca. 30 tonn per lass. Kjørelengden er satt til 60 km per dag. I tillegg til helikoptermannskapet er arealene på forhånd planlagt og merket av personell fra skogeierforeningene.

Drivstofforbruk til personbil settes til 0,8 liter per mil og lastebil 6,0 liter per mil.

Produktivitet og drivstofforbruk

Sprøyting med helikopter

Det sprøytes ca. 275 daa per flytime og 1 200 daa per dag.

<i>Produktivitet:</i>	<i>275 daa/time</i>
<i>Drivstofforbruk per time:</i>	<i>185 liter/time</i>
<i>Drivstofforbruk per dekar:</i>	<i>0,67 liter/daa</i>
<i>Drivstofforbruk utkjøring av væske:</i>	<i>0,03 liter/daa</i>

Drivstofforbruk personbil ved planlegging: 0,004 liter/daa
Sum drivstofforbruk sprøyting: 0,70 liter/daa

Gjødsling med helikopter

Det gjødsles ca. 1 300 daa per dag.

Produktivitet: 200 daa/time
Drivstofforbruk per time: 185 liter/time
Drivstofforbruk per dekar: 0,925 liter/daa
Drivstofforbruk utkjøring av gjødsel: 0,055 liter/daa
Drivstofforbruk personbil ved planlegging: 0,004 liter/daa
Sum drivstofforbruk gjødsling: 0,98 liter/daa

Kostnad

Timepris for helikopter er 13 000 kroner.

Sprøyting

Sprøyting: $13\,000 \text{ kr/time} / 275 \text{ daa/time} = 47,27 \text{ kr/daa}$
Drivstofforbruk utkjøring av væske: $0,03 \text{ liter/daa} * 10 \text{ kr/liter} = 0,30 \text{ kr/daa}$
Drivstofforbruk personbil ved planlegging: $0,004 \text{ liter/daa} * 10 \text{ kr/liter} = 0,04 \text{ kr/daa}$
Sprøytevæske: $0,35 \text{ l glyfosat/daa} * 50 \text{ kr/liter} = \underline{17,50 \text{ kr/daa}}$
Totale kostnader sprøyting: 65,11 kr/daa

Gjødsling

Gjødsling: $13\,000 \text{ kr/time} / 200 \text{ daa/time} = 65,00 \text{ kr/daa}$
Drivstofforbruk utkjøring av gjødsel: $0,055 \text{ liter/daa} * 10 \text{ kr/liter} = 0,55 \text{ kr/daa}$
Drivstofforbruk personbil ved planlegging: $0,004 \text{ liter/daa} * 10 \text{ kr/liter} = 0,04 \text{ kr/daa}$
Gjødsel: $55 \text{ kg/daa} * 2 \text{ kr/kg} = \underline{110 \text{ kr/daa}}$
Totale kostnader gjødsling: 175,59 kr/daa

2.3.5 STAMMEKVISTING

Stammekvisting er en velprøvd og akseptert metode for å forbedre virkeskvaliteten. Det er utført en rekke undersøkelser på flere treslag, men de fleste undersøkelser gjelder allikevel furu som også er det mest aktuelle treslag å stammekviste. I Norge har man stammekvistet siden 1920, uten at omfanget har vært særlig stort. Fra 1994 ble det gitt statsbidrag som resulterte i et kvistet areal på 20 000 daa dette året. Før 1994 ble det stammekvistet cirka 3 200 daa per år.



Bilde 6. Stammekvisting av furu (foto: Kjell Vadla)

Produktivitet og drivstofforbruk

Tidsforbruket varierer med flere faktorer (tabell 4); slik som terreng, treslag, kvistsetting, frisk- og tørrkvist, utstyr mm. Som ett eksempel er prestasjonen med greinsag på trær mindre enn 8 cm ca. 1 minutt per meter opp til 5 meter for furu. For gran er det 1,3 minutter per meter og 0,8 minutter per tre for bjørk (Vadla – pers.kom.).

Tabell 4. Tidsbruk ved stammekvisting.

Tre per daa	50			70			90		
Kvisthøyde m	2	3	5	2	3	5	2	3	5
Furu min/daa	100	150	250	140	210	350	180	270	450
Furu daa/time	0,6	0,4	0,24	0,43	0,29	0,17	0,33	0,22	0,13

I tillegg kommer kjøring til arbeidsplass. Det forutsettes at 2 personer jobber sammen. 4 mil kjøring per dag – bilbruk 0,8 liter per mil. Hver mann stammekvister 2 daa hver og forbruket blir da på kjøringen 1,6 liter per daa.

Kostnad

Forutsetter stammekvisting av 50 furutrær per daa 5 meter kvistehøyde. Produktiviteten er da 0,24 daa/time, som tilsvarer 4,17 timer/daa.

Arbeid:	4,17 time/daa * 200 kr/time = 834 kr/daa
Dieselforbruk transport:	1,6 liter/daa * 10 kr/liter = 16 kr/daa
Totale kostnader:	850 kr/daa

Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt.

2.4 Avvirkning

2.4.1 TYNNING

Tynning består av å ta ut en viss andel av trærne for å fristille og gi bedre lys- og vekstforhold for de gjenstående trærne (bilde 7). Inngrepet bør utføres når den grønne krona utgjør $\frac{2}{3}$ til $\frac{1}{2}$ trehøyden. Det er viktig at tynningen ikke utsettes for lenge av hensyn til risikoen for snøbrekk og vindskader. Tidlig tynning gir imidlertid høye driftskostnader siden middeldimensjonene blir små, noe som reduserer rotnettoen. Lyskrevende treslag som furu og bjørk er viktigere å tynne for å få kvalitetsvirke, enn skyggetålende treslag som gran.

Tynning utføres med enten stikkveisgående eller bestandsgående hogstmaskiner. Ved førstnevnte metode opparbeides alle trærne fra veier som hogges opp med 20-25 meter avstand. Bestandsgående maskiner bruker 30-40 meter stikkeveisavstand, og kjører en eller to smale "slingerveier" i mellom stikkveiene. Stikkveiarealet reduseres derfor med sistnevnte metode.



Bilde 7. Tynning av furuskog (foto: A. Hohle).

Forutsetninger:

- En tynningsstudie i Stokmarknes 2010 viste et tidsforbruk på 12,7 minutter per m³.
- Dieselforbruk per time settes til 8,8 liter (Brunberg, 2006).
- Dieselforbruket per m³ blir da. $8,8/60 * 12,7 = 1,9$ liter per m³ (tabell 5).

Tabell 5. Dieselforbruk ved avvirkning av ulike trestørrelser, liter/m³fub

Volum per tre	50 dm ³	80 dm ³	100 dm ³	150 dm ³
Hogst	3,00	1,87	1,49	0,98
Maskinflytt	0,05	0,05	0,05	0,05
Persontransport	0,16	0,10	0,08	0,05
Sum	3,21	2,02	1,62	1,08

- Uttaket er 5m³ per daa og arealet på tynningen er 50 daa
- Flytting av maskin på bil blir gjort for hvert andre felt (100 daa)
- Forflytningsavstand er 20 km
- Forbruk diesel per mil ved tomkjøring er 5,1 liter og ved lasskjøring 6,4 liter (Skogforsk 2002)

Totalt forbruk ved 20 km flytting blir da $= (5,1 \cdot 2) + (6,4 \cdot 2) = 23$ liter per forflytning eller 0,23 liter per daa. Forbruket per m^3 blir 0,046 liter diesel. (uttak $5 m^3$ per daa)

- Bilkjøring 20 km, forbruk 0,8 liter per mil

Forbruk 3,2 liter per dag eller 0,57 liter per daa ved tynning av $28 m^3$ eller 5,6 daa per dag.

Forbruk diesel per m^3 blir $3,2/28 = 0,114$ liter

Produktivitet og drivstofforbruk

Forutsetter trevolum 80 liter.

Prestasjon: $12,7 \text{ minutter}/m^3$ eller $0,21 \text{ time}/m^3 = 4,8 m^3/\text{time}$

Dieselforbruk hogst: $1,87 \text{ liter}/m^3$

Dieselforbruk maskinforflytning: $0,05 \text{ liter}/m^3$

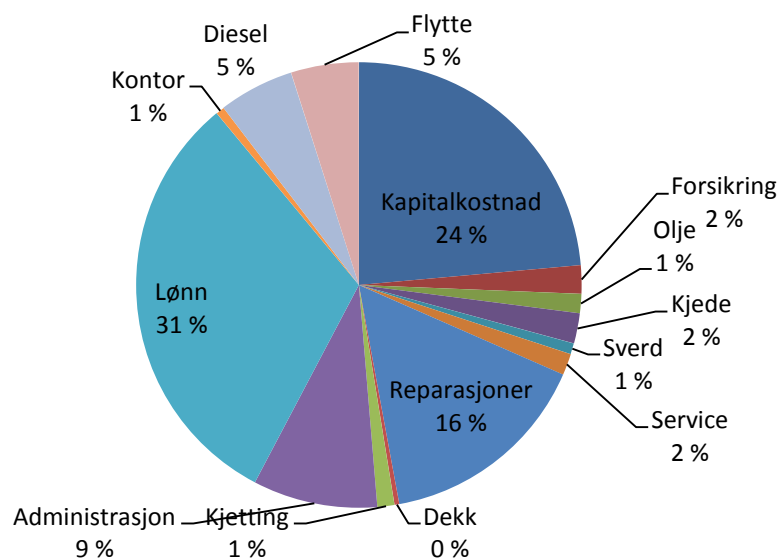
Dieselforbruk persontransport: $0,10 \text{ liter}/m^3$

Kostnad

Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt. Timekostnadene er anført i tabell 6 og den prosentvise fordelingen er vist i figur 2.

Tabell 6. Fordeling av timekostnader ved ulike kjøretid per år

	2000	3000	2000	3000
Kapitalkostnad	kr 227,77	kr 212,88	23,6 %	23,4 %
Forsikring	kr 20,00	kr 13,33	2,1 %	1,5 %
Olje	kr 13,50	kr 9,00	1,4 %	1,0 %
Kjede	kr 21,25	kr 21,25	2,2 %	2,3 %
Sverd	kr 7,65	kr 7,65	0,8 %	0,8 %
Service	kr 15,00	kr 15,00	1,6 %	1,6 %
Reparasjoner	kr 150,00	kr 150,00	15,5 %	16,5 %
Dekk	kr 3,33	kr 3,33	0,3 %	0,4 %
Kjetting	kr 11,88	kr 11,88	1,2 %	1,3 %
Administrasjon	kr 87,50	kr 58,33	9,1 %	6,4 %
Lønn	kr 302,25	kr 302,25	31,3 %	33,2 %
Kontor	kr 6,00	kr 4,00	0,6 %	0,4 %
Diesel	kr 52,80	kr 52,80	5,5 %	5,8 %
Flytte	kr 47,60	kr 47,60	4,9 %	5,2 %
Sum kr/time	kr 966,53	kr 909,30	100,0 %	100,0 %
Sum kr/m³	kr 201,36	kr 189,44		



Figur 2. Kostnadsfordeling for hogstmaskin i tynning, ved 2 000 timer/år

2.4.2 TERRENGTRANSPORT VED TYNNING

Til terrengtransport ved tynning benyttes små eller mellomstore lassbærere. De minste maskinene vil kreve en mindre stikkveisbredde, men lasstørrelse er lavere enn for de mellomstore maskinene. Dette kan øke driftskostnadene noe, spesielt på lengre kjøreavstander.

Detaljer og forutsetninger ved terrengtransport ved tynning:

- Midlere kjøreavstand 300 m
- Tidsforbruk 5,53 min/m³ (Hohle og Kjøstelsen, 2012)
- Dieselforbruk er 11 liter per time (Brunberg et al., 2005)

Dieselforbruk per m³ blir da: $(11/60) \cdot 5,53 = 1,01$ liter

- Forutsetter at uttaket er 5m³ per daa og arealet på tynningen er 50 daa
- Flytting av maskin på bil blir gjort for hvert andre felt (100 daa)
- Forflytningsavstand er 20 km
- Forbruk diesel per mil ved tomkjøring er 5,1 liter og ved lasskjøring 6,4 liter (Forsberg og Löfroth, 2002)

Totalt forbruk ved 20 km flytting blir da $= (5,1 \cdot 2) + (6,4 \cdot 2) = 23$ liter per forflytning eller 0,23 liter per daa. Forbruket per m³ blir 0,046 liter diesel (uttak 5 m³ per daa). Personkjøring kommer i tillegg.

Tabell 7. Dieselforbruk ved terrengtransport med lassbærer, ulike kjørelengder angitt i liter/m³fub

Avstand i meter	300	500	750	1000
Utkjøring	1,01	1,25	1,54	1,84
Maskinflytt	0,05	0,05	0,05	0,05
Personkjør	0,04	0,05	0,06	0,08
Sum	1,10	1,35	1,65	1,97

Produktivitet og drivstofforbruk

Vi setter midlere kjøreavstand til 300 meter.

Prestasjon: $5,53 \text{ minutter/m}^3$ eller $0,09 \text{ time/m}^3 = 11,1 \text{ m}^3/\text{time}$

Dieselforbruk hogst: 1,01 liter/m³

Dieselforbruk maskinforflytning: 0,046 liter/m³

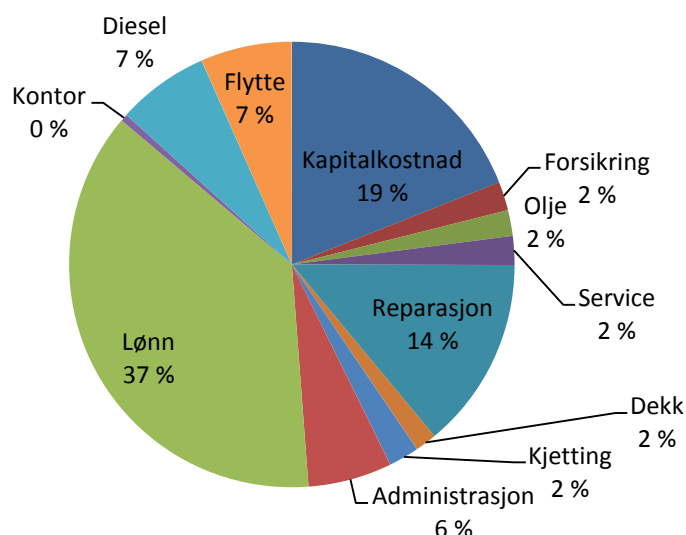
Dieselforbruk persontransport: 0,04 liter/m³

Kostnad

Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt. Timekostnadene er anført i tabell 8 og den prosentvise fordelingen er vist i figur 4.

Tabell 8. Fordeling av timekostnader ved ulik kjøretid per år

	2000	3000	2000	3000
Kapitalkostnad	kr 136,49	kr 125,55	18,99 %	18,27 %
Forsikring	kr 15,00	kr 10,00	2,09 %	1,46 %
Olje	kr 13,50	kr 13,50	1,88 %	1,97 %
Service	kr 15,00	kr 15,00	2,09 %	2,18 %
Reparasjon	kr 100,00	kr 100,00	13,91 %	14,56 %
Dekk	kr 11,20	kr 11,20	1,56 %	1,63 %
Kjetting	kr 15,83	kr 15,83	2,20 %	2,30 %
Administrasjon	kr 43,75	kr 29,17	6,09 %	4,25 %
Lønn	kr 268,67	kr 268,67	37,38 %	39,11 %
Kontor	kr 3,75	kr 2,50	0,52 %	0,36 %
Diesel	kr 48,00	kr 48,00	6,68 %	6,99 %
Flytte	kr 47,60	kr 47,60	6,62 %	6,93 %
Sum kr/time	kr 718,79	kr 687,02	100,00 %	100,00 %
Sum kr/m3	kr 64,76	kr 61,89		



Figur 3. Kostnadsfordeling for lassbærer i tynning, ved 2 000 timer/år

2.4.3 FORYNGELSESHOGST

Foryngelseshogsten, eller sluttavvirkningen som den også kalles, danner avslutningen på bestandets produksjonsfase, og forbereder starten på neste omløp (bilde 8). Den finnes ulike former for foryngelseshogst, blant annet flatehogst, småflatehogst, frøtrestillingshogst og

skjermstillingshogst. Nesten all foryngelseshogst i Norge i dag utføres med hogstmaskin og lassbærer. Kun et mindre kvantum avvirkes med taubane eller traktor med vinsj.

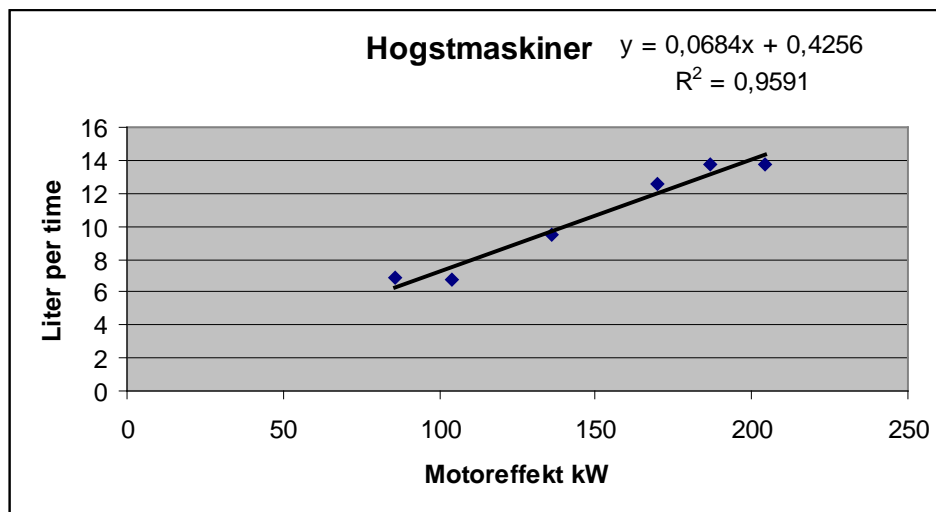


Bilde 8. Foryngelseshogst med hogstmaskin (foto: A. Hohle)

Detaljer og forutsetninger ved sluttavvirkning med hogstmaskin og lassbærer:

- Utgangspunktet er 250 dm³ per tre (upubliserte data fra Skog og landskap)
- Driftsstatistikken er basert på spørreundersøkelsen Ergowood (upubliserte data fra Skog og landskap) hvor 12 maskiner leverte statistikk for 5 dager hver
- Til sammen ble det hogd 7193 m³ u.b. som tilsvarer 17 m³ per time
- 14,5 liter diesel per time (Skogforsk. 2005)

Dieselforbruk per m³ u.b. blir da: $(14,5/60) \cdot 3,5 = 0,85$ liter. Figur 4 viser forbruk av diesel for hogstmaskiner med forskjellig motorstyrke.



Figur 4. Hogst og forbruk av diesel med hogstmaskiner med forskjellig motorstyrke.

- Flytting av maskin på bil blir gjort for hvert andre felt (100 daa)
- Forflytningsavstand er 20 km
- Forbruk diesel per mil ved tomkjøring er 5,1 liter og ved lasskjøring 6,4 liter (Forsberg og Löfroth, 2002)

Totalt forbruk ved 20 km flytting blir da $= (5,1 \cdot 2) + (6,4 \cdot 2) = 23$ liter per forflytning eller 0,23 liter per daa. Forbruket per m^3 blir 0,01 liter diesel (ved uttak på 23 m^3 per daa) (tabell 9). Personkjøring kommer i tillegg.

Tabell 9. Foryngelseshogst. Forbruk av diesel per m^3 med varierende med trestørrelse

Volum per tre	Forbruk i liter per m^3	Personbilforbruk Liter/ m^3	Flytte maskin Liter/ m^3	Sum Liter/ m^3
150	1,25	0,04	0,01	1,30
200	1,01	0,03	0,01	1,05
250	0,87	0,03	0,01	0,91
300	0,78	0,02	0,01	0,81
350	0,71	0,02	0,01	0,74
400	0,66	0,02	0,01	0,69
450	0,62	0,02	0,01	0,65
500	0,59	0,02	0,01	0,62

Produktivitet og drivstofforbruk

Det forutsettes ett trevolum på 250 liter.

Prestasjon: 17 m^3 /time eller 0,06 time/ m^3

Dieselforbruk hogst: 0,85 liter/ m^3

Dieselforbruk maskinforflytning: 0,01 liter/ m^3

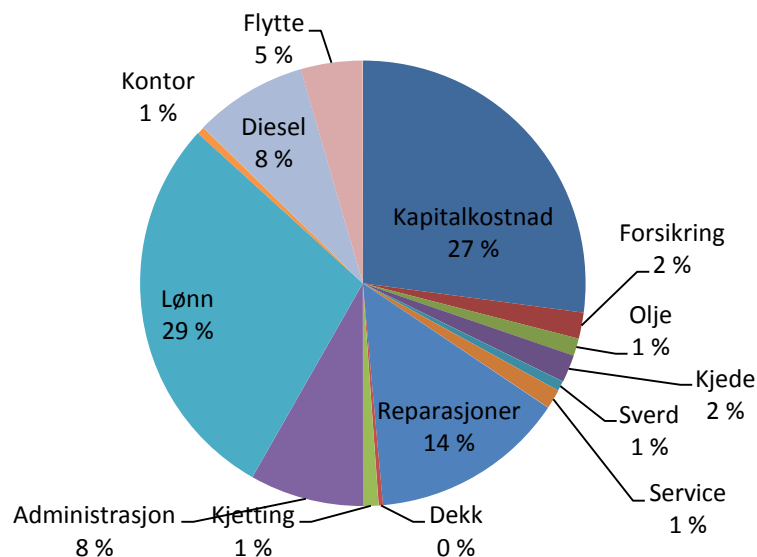
Dieselforbruk persontransport: 0,03 liter/ m^3

Kostnad

Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt. Timekostnadene er anført i tabell 10 og den prosentvise fordelingen er vist i figur 5.

Tabell 10. Fordeling av timekostnader ved ulik kjøretid per år

	Timer/år			
	2000	3000	2000	3000
Kapitalkostnad	kr 287,37	kr 268,44	27,1 %	26,7 %
Forsikring	kr 20,00	kr 13,33	1,9 %	1,3 %
Olje	kr 13,50	kr 13,50	1,3 %	1,3 %
Kjede	kr 21,25	kr 21,25	2,0 %	2,1 %
Sverd	kr 7,65	kr 7,65	0,7 %	0,8 %
Service	kr 15,00	kr 15,00	1,4 %	1,5 %
Reparasjoner	kr 150,00	kr 150,00	14,1 %	14,9 %
Dekk	kr 3,33	kr 3,33	0,3 %	0,3 %
Kjetting	kr 11,88	kr 11,88	1,1 %	1,2 %
Administrasjon	kr 87,50	kr 58,33	8,3 %	5,8 %
Lønn	kr 302,25	kr 302,25	28,5 %	30,1 %
Kontor	kr 6,00	kr 4,00	0,6 %	0,4 %
Diesel	kr 87,00	kr 87,00	8,2 %	8,7 %
Flytte	kr 47,60	kr 47,60	4,5 %	4,7 %
Sum kr/time	kr 1 060,33	kr 1 003,56	100,0 %	100,0 %
Sum kr/m3	kr 62,37	kr 59,03		



Figur 5. Kostnadsfordeling for hogstmaskin i foryngelseshogst, ved 2 000 timer/år

2.4.4 TERRENGTRANSPORT VED FORYNGELSESHOGST

Til terrengtransport ved foryngelseshogst benyttes mellomstore eller store lassbærere (bilde 9). Enkelte maskiner har breddbart lasterom, noe som sikrer full utnyttelse av lastekapasiteten selv ved transport av lette sortimenter med lave fastmasseprosjenter. De største maskinene benyttes som oftest ved lange transportavstander (> 1 km) og i krevende terreng.



Bilde 9. Terrengtransport ved foryngelseshogst (foto: A. Hohle)

I tabell 11 er gjennomsnittstall fra prestasjonsstudier utført ved Skog og landskap (upubliserte data) oppført. Drivstofforbruk ved ulike transportlengder er anført i tabell 12.

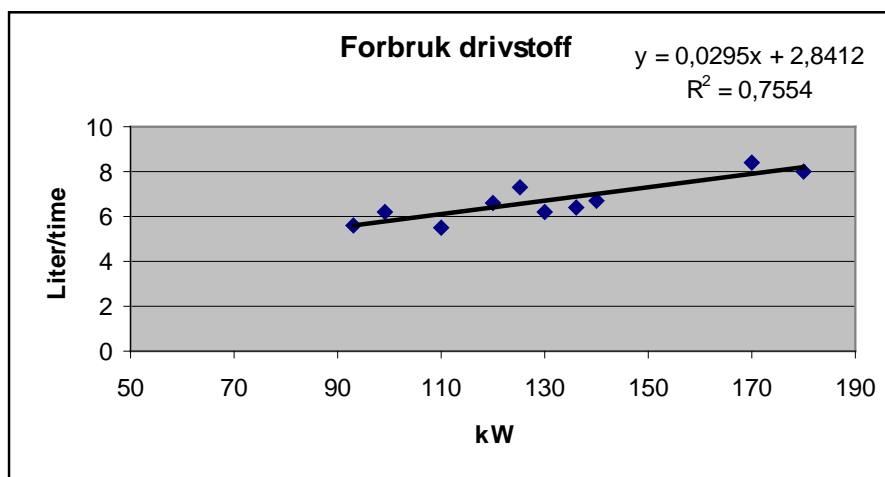
Tabell 11. Totalt tidsforbruk i minutter per m³ ved varierende kjørelengder, forutsetter utkjøring ved 2 km/time.

Transportavstand				
100 m	300 m	500 m	750 m	1000 m
2,54	3,34	4,14	5,14	6,14

Tabell 12. Totalt drivstofforbruk per m³ ved forskjellige transportlengder, forutsetter at lasstørrelsen er 15 m³ ved sluttavvirkning.

Hastighet	Transportavstand				
	100 m	300 m	500 m	750 m	1000 m
Utkjør 2km/time	0,48	0,65	0,82	1,04	1,25
Personbil 20km/dag	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Maskinflytt	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sum utkjøring	0,52	0,69	0,86	1,08	1,29

Data for forbruk av drivstoff til lassbærere med ulik motorstyrke er hentet fra Skogforsk (Brunberg 2006) (figur 6). Flytting av maskin på bil ble forutsatt utført for hvert andre felt (100 daa), og forflytningsavstand ble satt til 20 km.



Figur 6. Drivstofforbruket til lassbærer varierer med motorstyrke

Forbruk av diesel per mil ved maskinflytting: tomkjøring er 5,1 liter og ved lasskjøring 6,4 liter (Forsberg og Löfroth, 2002). Driftsstørrelse 500 m³. Totalt forbruk ved 20 km flytting blir da = (5,1*2) + (6,4*2) = 23 liter per forflytning eller 0,23 liter per daa. Forbruket per m³ blir 0,01 liter diesel. (uttak 23 m³ per daa). I tillegg kommer persontrafikk til og fra felter.

Produktivitet og drivstofforbruk

Vi setter midlere kjøreavstand til 500 meter.

Prestasjon: 4,14 minutter/m³ eller 0,07 time/m³ = 14,3 m³/time

Dieselforbruk hogst: 0,82 liter/m³

Dieselforbruk maskinforflytning: 0,01 liter/m³

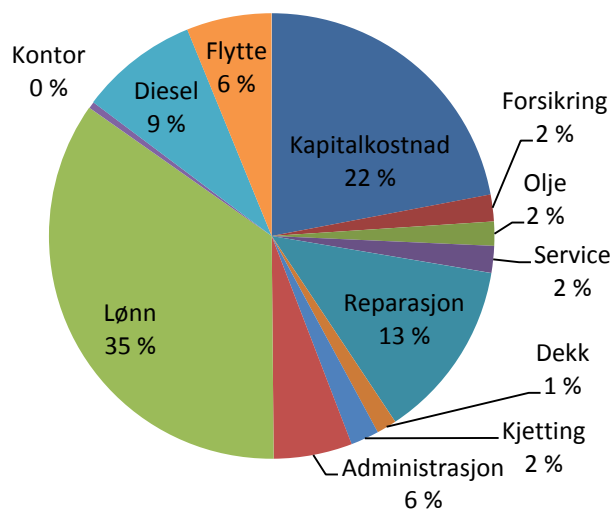
Dieselforbruk persontransport: 0,03 liter/m³

Kostnad

Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt. Timekostnadene er anført i tabell 13 og den prosentvise fordelingen er vist i figur 7.

Tabell 13. Fordeling av timekostnader ved ulik kjøretid per år

	Timer/år			
	2000	3000	2000	3000
Kapitalkostnad	kr 169,38	kr 155,06	22,01 %	21,11 %
Forsikring	kr 15,00	kr 10,00	1,95 %	1,36 %
Olje	kr 13,50	kr 13,50	1,75 %	1,84 %
Service	kr 15,00	kr 15,00	1,95 %	2,04 %
Reparasjon	kr 100,00	kr 100,00	12,99 %	13,61 %
Dekk	kr 11,20	kr 11,20	1,46 %	1,52 %
Kjetting	kr 15,83	kr 15,83	2,06 %	2,16 %
Administrasjon	kr 43,75	kr 29,17	5,68 %	3,97 %
Lønn	kr 268,67	kr 268,67	34,91 %	36,58 %
Kontor	kr 3,75	kr 2,50	0,49 %	0,34 %
Diesel	kr 66,00	kr 66,00	8,57 %	8,99 %
Flytte	kr 47,60	kr 47,60	6,18 %	6,48 %
Sum kr/time	kr 769,68	kr 734,53	100,00 %	100,00 %
Sum kr/m3	kr 53,82	kr 51,37		



Figur 7. Kostnadsfordeling for lassbærer i foryngelseshogst, ved 2 000 timer/år

2.4.5 FORYNGELSESHOGST MED TAUBANE

Taubanesystemet benyttes i bratt terreng, og eventuelt på bæresvak mark. Systemet har blitt brukt i Norge i mer enn 50 år, men andelen er per i dag liten i forhold til avvirkning med hogstmaskin og lassbærer. Svakheten til systemet er høye driftskostnader grunnet lavere produktivitet, samt riggkostnader og flere mann i manuelt arbeid. Det skjer imidlertid stadig utvikling, og systemet benyttes i stor utstrekning i Mellomeuropeisk skogbruk.

Det benyttes to ulike taubanesystemer:

1. Lastebilmontert taubane med kran og hogstaggregat (bilde 10). Trærne opparbeides og legges i direkte i velter. Tømmerbilen henter tømmeret under drifta eller etter avsluttet drift. Systemet er avhengig av standplasser ved bilvei. Ca. 40 % av taubanedriftene i Norge utføres med dette systemet.
2. Lassbærer-/traktormontert taubane. Benyttes ofte utenfor bilvei (på traktorveier). En hogstmaskin er med og opparbeider trærne på standplass, og en lassbærer kjører tømmeret fram til bilvei.



Bilde 10. Mouty lastebilmontert taubane med kran og hogstaggregat (foto: M. Nitteberg)

Motormanuell felling:

Det ble det utført noen studier av Skog og landskap på Lothe i Hardanger i 2008 (Lileng 2009). Motormanuell felling av heltre (ingen kvisting):

Middel diameter i brysthøyde 22 cm

Middel nyttbart trevolum 0,43 m³ u.b

Total virketid per tre 2,55 minutt

24 trær ble felt per time. Bensinforbruk motorsag var ca. 0,75 liter/time.

Antall m³ per time = 10,3 m³

Forbruk per m³ = 0,073 liter

Trærne blir kvistet på velteplass med hogstmaskin. Kabelkrana forbruker 12 liter diesel pr time (tabell 14).

Tabell 14. Kabelkran. Forbruk av diesel ved forskjellig prestasjon

Prestasjoner per time	7m ³	10m ³	12m ³	15m ³
Liter per fm ³	1,7	1,2	1,0	0,8

Kvisting på velteplass

Ved kabelkrandrift blir hele trær vinsjet fram til velteplass. Her blir trærne kvistet, kappet og stablet med hogstaggregatet på lastebilene eller med en egen hogstmaskin. Velteplassen kan ofte være liten og trang, og derfor kan det også være vanlig å ha tilgang på en lassbærer som kan frakte tømmeret vekk, alternativt at dette blir gjort med en tømmerbil for direkte transport til industri / terminal. Forbruk på hogstmaskin settes til 14,5 liter per time.

Tabell 15. Hogstmaskin på standplass. Forbruk av diesel ved forskjellig prestasjon

Prestasjoner per time	7m ³	10m ³	12m ³	15m ³
Liter per fm ³	2,07	1,45	1,21	0,97

Prestasjonene er litt forenklet siden en viktig prestasjonspåvirkende faktor naturligvis også er trevolum.

Flytting av maskiner

Taubandrifter er mer spredd enn vanlige sluttavvirkninger og man må anta at uttaket er større enn på vanlige sluttavvirkninger. I denne rapporten er to driftstyper inkludert (tabell 16 og 17), siden ca. 40 % avvirkes med Mouny i Norge pr i dag. Tabell 18 gir en oversikt over forbruk av diesel ved ulike prestasjoner.

Tabell 16. Dieselforbruk ved flytting av kabelkran, hogstmaskin og lassbærer ved forskjellig driftsstørrelse og avstand (til sammen 3 maskiner)

	Avstand mil	200m ³ /drift	400m ³ /drift	600m ³ /drift	800m ³ /drift	1000m ³ /drift
3 maskiner	3	0,52	0,26	0,17	0,13	0,10
3 maskiner	6	1,035	0,52	0,35	0,26	0,21
3 maskiner	10	1,73	0,86	0,58	0,43	0,35
3 maskiner	15	2,59	1,29	0,86	0,65	0,52

Tabell 17. Dieselforbruk per m³. Flytting av kabelkran med hogstaggregat ved forskjellige driftsstørrelser og avstand. Kun 1 maskin som flyttes på egne hjul.

	Avstand mil	200m ³ /drift	400m ³ /drift	600m ³ /drift	800m ³ /drift	1000m ³ /drift
Mouny	3	0,10	0,05	0,03	0,02	0,02
Mouny	6	0,19	0,10	0,06	0,05	0,04
Mouny	10	0,32	0,16	0,11	0,08	0,06
Mouny	15	0,48	0,24	0,16	0,12	0,10

Tabell 18. Kabelkran. Forbruk av diesel ved forskjellig prestasjon.

Prestasjoner per time	7m³	10m ³	12m ³	15m ³
Motormanuell felling liter per m ³	0,07	0,07	0,07	0,07
Vinsjing liter per m ³	1,7	1,2	1,0	0,8
Kvisting liter per fm ³	2,07	1,45	1,21	0,97
Sum forbruk per m ³	3,84	2,72	2,28	1,84

Produktivitet og drivstofforbruk

Midlere prestasjon settes til 7 m³/time = 0,14 time/m³

Prestasjon motormanuell felling, stropping, kabelkran og hogstmaskin i bunnen: 7 m³/time

Bensinforbruk hogst (motorsag): 0,073 liter/m³

Dieselforbruk maskinforflytning (kabelkran, hogstmaskin og lassbærer): 0,8 liter/m³

Dieselforbruk hogstmaskin (kvisting, kapping og stabling): 2,07 liter/m³

Dieselforbruk kabelkran: 1,7 liter/m³

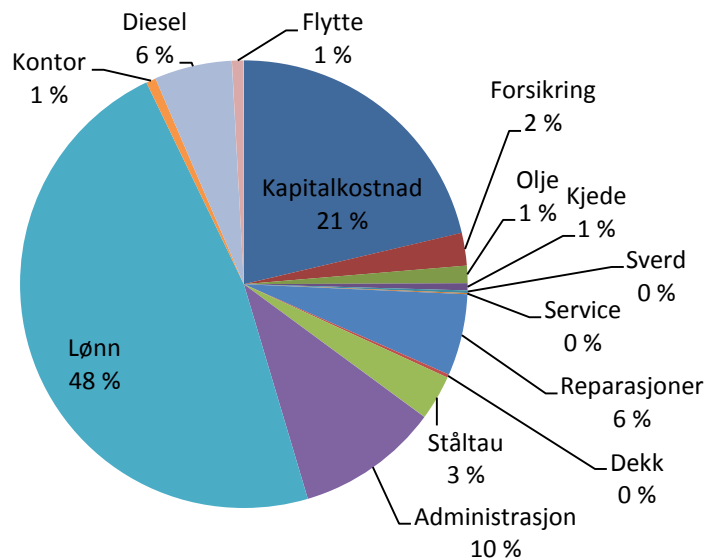
Dieselforbruk flytting av 3 maskiner: 0,86 liter/m³

Kostnad

Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt. Timekostnadene er anført i tabell 19 og den prosentvise fordelingen er vist i figur 8.

Tabell 19. Fordeling av timekostnader ved ulik kjøretid per år.

	Timer/år			
	1000	1500	1000	1500
Kapitalkostnad	kr 362,20	kr 318,84	21,3 %	20,2 %
Forsikring	kr 40,00	kr 26,67	2,4 %	1,7 %
Olje	kr 21,30	kr 21,30	1,3 %	1,3 %
Kjede	kr 8,75	kr 8,75	0,5 %	0,6 %
Sverd	kr 3,15	kr 3,15	0,2 %	0,2 %
Service	kr 1,49	kr 1,49	0,1 %	0,1 %
Reparasjoner	kr 100,00	kr 100,00	5,9 %	6,3 %
Dekk	kr 4,10	kr 4,10	0,2 %	0,3 %
Ståltau	kr 55,00	kr 55,00	3,2 %	3,5 %
Administrasjon	kr 175,00	kr 116,67	10,3 %	7,4 %
Lønn	kr 806,00	kr 806,00	47,4 %	51,0 %
Kontor	kr 12,00	kr 8,00	0,7 %	0,5 %
Diesel	kr 95,20	kr 95,20	5,6 %	6,0 %
Flytte	kr 14,52	kr 14,52	0,9 %	0,9 %
Sum kr/time	kr 1 698,70	kr 1 579,68	100,0 %	100,0 %
Sum kr/m³	kr 242,67	kr 225,67		



Figur 8. Kostnadsfordeling for lastebilmontert taubane, ved 1 000 timer/år.

2.4.6 AVVIRKNING AV HELTRE

Avvirkning av heltre til biobrenselformål har økt i omfang de senere årene, spesielt etter at Statens Landbruksforvaltning (SLF) innførte energiflistilskudd ordningen i 2009. Denne innebærer at skogeieren får tilskudd for uttak av skogsbrensel (heltre og GROT). Uttak av heltre skjer som oftest ved rydding av gjengrodd beiter, tomteområder og vei-/jordekanter.

Det benyttes enten en hogstmaskin til avvirkningen og en lassbærer til terrengtransporten (2-maskinsystemet), eller en kombimaskin som utfører begge operasjonene. I denne rapporten tar vi utgangspunkt i at 2-maskinsystemet benyttes, siden det ser ut til å være det vanligste i operativ drift. Aggregatene som benyttes er enten et akkumulerende felleaggregat eller et akkumulerende hogstaggregat som også har mulighet til å kviste virket.



Bilde 11. Tynning av furuskog med akkumulerende felleaggregat (foto: A. Hohle)

Produktiviteten ved heltreavvirkning baseres på tidligere studier og rapporter om energiforbruk ved skogsbrenseluttak (Hohle, 2008). Det ble beregnet en gjennomsnittsproduktivitet av tynning og sluttavvirkning av ungskog, siden det er vanlig med begge avvirkningsformene for heltre til biobrensel. Gjennomsnittlig produktivitet ble derfor $7,9 \text{ fm}^3/\text{E}_0\text{time}$. Med et drivstofforbruk på $9,1 \text{ liter}/\text{E}_{15}\text{-time}$ for en liten hogstmaskin (tynningsmaskin), gav dette et forbruk på $1,15 \text{ l}/\text{m}^3\text{fub}$.

Samme forutsetninger for maskinflytting som for ordinær tynning benyttes (driftsstørrelse 500 m^3). Totalt forbruk ved flytting av maskinen 20 km blir $= (5,1 \cdot 2) + (6,4 \cdot 2) = 23 \text{ liter}$ per forflytning. Forbruket per m^3 blir $0,046 \text{ liter diesel}$.

Personbilkjøring 20 km , forbruk $0,8 \text{ liter}$ per mil, gir totalt forbruk på $3,2 \text{ liter}$ per dag. Forbruk diesel per m^3 blir $3,2/60$ (60 fm^3 avvirket på 8 timer) $= 0,053 \text{ liter}$.

Produktivitet og drivstofforbruk

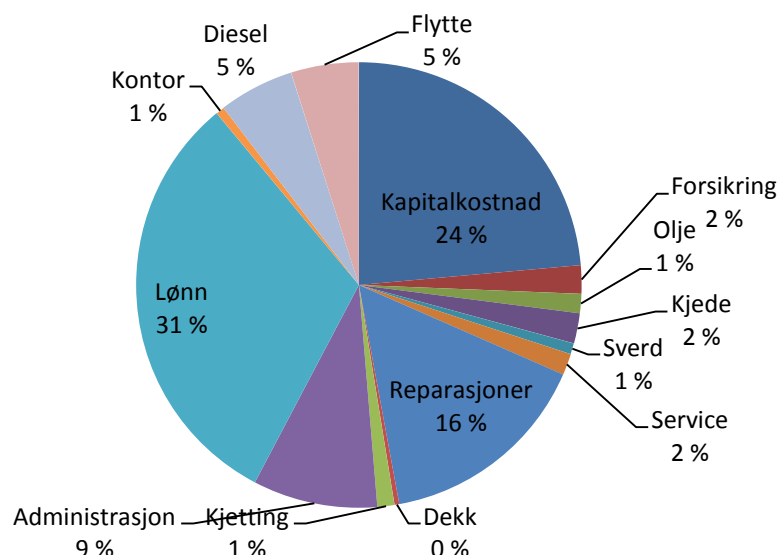
Prestasjon:	$7,9 \text{ m}^3/\text{time}$
Dieselforbruk hogst:	$1,15 \text{ liter}/\text{m}^3$
Dieselforbruk maskinforflytning:	$0,05 \text{ liter}/\text{m}^3$
Dieselforbruk persontransport:	$0,05 \text{ liter}/\text{m}^3$

Kostnad

Maskinkostnaden er hovedsakelig basert på en hogstmaskin i tynning. Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt. Timekostnadene er anført i tabell 20 og den prosentvise fordelingen er vist i figur 9.

Tabell 20. Fordeling av timekostnader ved ulik kjøretid per år

	Timer/år			
	2000	3000	2000	3000
Kapitalkostnad	kr 227,77	kr 212,88	23,5 %	23,4 %
Forsikring	kr 20,00	kr 13,33	2,1 %	1,5 %
Olje	kr 13,50	kr 9,00	1,4 %	1,0 %
Kjede	kr 21,25	kr 21,25	2,2 %	2,3 %
Sverd	kr 7,65	kr 7,65	0,8 %	0,8 %
Service	kr 15,00	kr 15,00	1,5 %	1,6 %
Reparasjoner	kr 150,00	kr 150,00	15,5 %	16,5 %
Dekk	kr 3,33	kr 3,33	0,3 %	0,4 %
Kjetting	kr 11,88	kr 11,88	1,2 %	1,3 %
Administrasjon	kr 87,50	kr 58,33	9,0 %	6,4 %
Lønn	kr 302,25	kr 302,25	31,2 %	33,2 %
Kontor	kr 6,00	kr 4,00	0,6 %	0,4 %
Diesel	kr 54,60	kr 54,60	5,6 %	6,0 %
Flytte	kr 47,60	kr 47,60	4,9 %	5,2 %
Sum kr/time	kr 968,33	kr 911,10	100,0 %	100,0 %
Sum kr/m3	kr 122,57	kr 115,33		



Figur 9. Kostnadsfordeling for hogstmaskin ved avvirkning av heltre, ved 2 000 timer/år

2.4.7 TERRENGTRANSPORT VED HELTREAVVIRKNING

Til terrengtransport av heltre benyttes som oftest de samme maskinene som til tynning; små eller mellomstore lassbærere.

Produktiviteten ved terrengtransport av heltre baseres på tidligere studier og rapporter om energiforbruk ved skogsbrenseluttak (Hohle, 2008). 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). Skogforsks drivstofforbruksundersøkelse viste at en middels stor lassbærer forbrukte 10,6 liter per time ved utkjøring av rundvirke. Ved utkjøring av $11,3 \text{ fm}^3$ heltre/ $E_0\text{time}$ tilsvarer dette et forbruk på $0,94 \text{ l/fm}^3$ heltre.

Samme forutsetninger for maskinflytting som for ordinær tynning benyttes (driftsstørrelse 500 m^3). Totalt forbruk ved flytting av maskinen 20 km blir $= (5,1 \cdot 2) + (6,4 \cdot 2) = 23$ liter per forflytning. Forbruket per m^3 blir $0,046$ liter diesel.

Personbilkjøring 20 km, forbruk $0,8$ liter per mil, gir totalt forbruk på $3,2$ liter per dag. Forbruk diesel per m^3 blir $3,2/90$ (90 fm^3 framkjørt på 8 timer) $= 0,035$ liter.

Produktivitet og drivstofforbruk

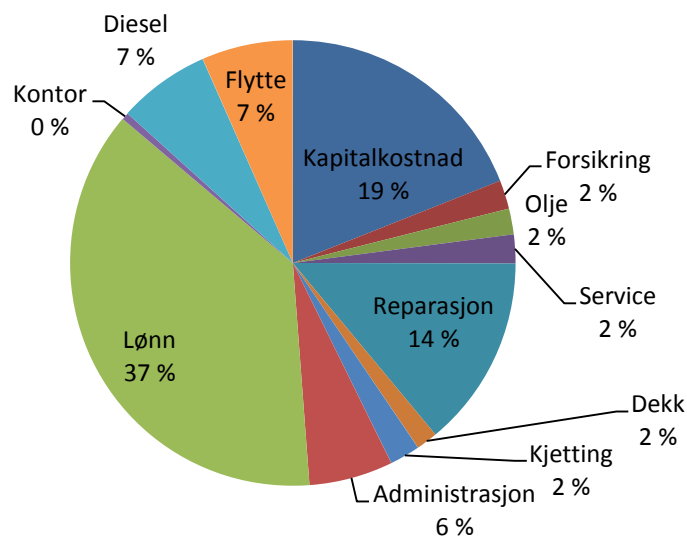
Prestasjon:	$11,3 \text{ m}^3/\text{time}$
Dieselforbruk terrengtransport:	$0,94 \text{ liter/m}^3$
Dieselforbruk maskinforflytning:	$0,05 \text{ liter/m}^3$
Dieselforbruk persontransport:	$0,03 \text{ liter/m}^3$

Kostnad

Maskinkostnaden er hovedsakelig basert på en lassbærer i tynning. Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt. Timekostnadene er anført i tabell 21 og den prosentvise fordelingen er vist i figur 10.

Tabell 21. Fordeling av timekostnader ved ulik kjøretid per år
Timer/år

	2000	3000	2000	3000
Kapitalkostnad	kr 136,49	kr 125,55	18,59 %	17,87 %
Forsikring	kr 15,00	kr 10,00	2,04 %	1,42 %
Olje	kr 13,50	kr 13,50	1,84 %	1,92 %
Service	kr 15,00	kr 15,00	2,04 %	2,13 %
Reparasjon	kr 100,00	kr 100,00	13,62 %	14,23 %
Dekk	kr 11,20	kr 11,20	1,53 %	1,59 %
Kjetting	kr 15,83	kr 15,83	2,16 %	2,25 %
Administrasjon	kr 43,75	kr 29,17	5,96 %	4,15 %
Lønn	kr 268,67	kr 268,67	36,58 %	38,24 %
Kontor	kr 3,75	kr 2,50	0,51 %	0,36 %
Diesel	kr 63,60	kr 63,60	8,66 %	9,05 %
Flytte	kr 47,60	kr 47,60	6,48 %	6,77 %
Sum kr/time	kr 734,39	kr 702,62	100,00 %	100,00 %
Sum kr/m3	kr 64,99	kr 62,18		



Figur 10. Kostnadsfordeling for lassbærer ved terrengtransport av heltre, ved 2 000 timer/år

2.4.8 UTKJØRING AV GROT MED LASSBÆRER

Utkjøring av GROT utføres med lassbærer utrustet med standard lasterom eller med utvidet lasterom som kan komprimere lasset. Siden GROT er et voluminøst sortiment (lav fastmasse), vil større lasterom være fordelaktig for å oppnå bedre utnyttelse av maskinens lastekapasitet. Utkjøringen av GROT skjer som oftest etter at GROT haugene har ligget et par sommer måneder på hogstflata og tørket. Dette gir et tørrere brensel, samt at mesteparten av barnålene faller av, noe som er viktig som næringsstoff for det neste omløpet i bestandet.



Bilde 12. Terrengtransport av GROT med lassbærer (foto: A. Hohle)

Produktiviteten ved utkjøring av GROT baseres på tidligere studier og rapporter om energiforbruk ved skogsbrenseluttak (Hohle, 2008). Ofte er det middels store lassbærere (12-16 tonn lastekapasitet) som benyttes til utkjøring av GROT. Produktiviteten settes til cirka $10 \text{ fm}^3/\text{E}_0\text{time}$ (Pettersen, 2006) Drivstofforbruket er beregnet til 10,6 liter per time ved utkjøring av rundvirke (Brunberg, 2006). Ved utkjøring av 10 fm^3 GROT/time tilsvarer dette et forbruk på $1,06 \text{ l/fm}^3\text{GROT}$.

Samme forutsetninger for maskinflytting som for lassbærere i foryngelseshogst benyttes (driftsstørrelse 500 m^3). Totalt forbruk ved flytting av maskinen 20 km blir $= (5,1 \cdot 2) + (6,4 \cdot 2) = 23$ liter per forflytning. Forbruket per m^3 blir 0,046 liter diesel.

Personbilkjøring 20 km, forbruk 0,8 liter per mil, gir totalt forbruk på 3,2 liter per dag. Forbruk diesel per m^3 blir $3,2/80$ (80 fm^3 framkjørt på 8 timer) $= 0,04$ liter.

Produktivitet og drivstofforbruk

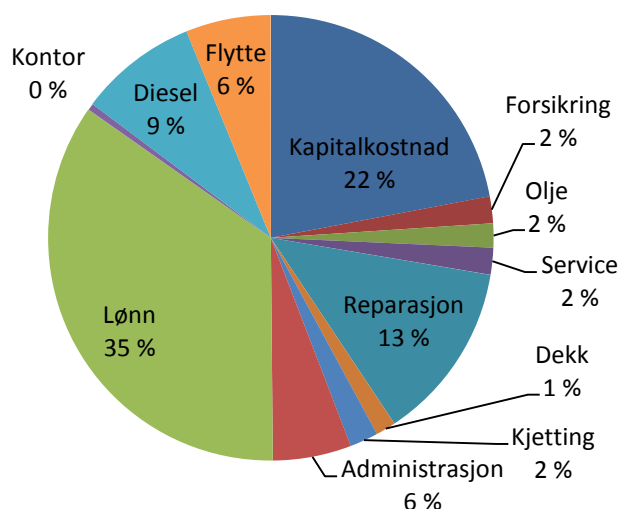
<i>Prestasjon:</i>	<i>10,0 m^3/time</i>
<i>Dieselforbruk terrengtransport:</i>	<i>1,06 liter/m^3</i>
<i>Dieselforbruk maskinforflytning:</i>	<i>0,05 liter/m^3</i>
<i>Dieselforbruk persontransport:</i>	<i>0,04 liter/m^3</i>

Kostnad

Maskinkostnaden er hovedsakelig basert på en lassbærer i foryngelseshogst. Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt. Timekostnadene er anført i tabell 22 og den prosentvise fordelingen er vist i figur 11.

Tabell 22. Fordeling av timekostnader ved ulik kjøretid per år.

	Timer/år			
	2000	3000	2000	3000
Kapitalkostnad	kr 169,38	kr 155,06	22,08 %	21,18 %
Forsikring	kr 15,00	kr 10,00	1,95 %	1,37 %
Olje	kr 13,50	kr 13,50	1,76 %	1,84 %
Service	kr 15,00	kr 15,00	1,95 %	2,05 %
Reparasjon	kr 100,00	kr 100,00	13,03 %	13,66 %
Dekk	kr 11,20	kr 11,20	1,46 %	1,53 %
Kjetting	kr 15,83	kr 15,83	2,06 %	2,16 %
Administrasjon	kr 43,75	kr 29,17	5,70 %	3,98 %
Lønn	kr 268,67	kr 268,67	35,02 %	36,70 %
Kontor	kr 3,75	kr 2,50	0,49 %	0,34 %
Diesel	kr 63,60	kr 63,60	8,29 %	8,69 %
Flytte	kr 47,60	kr 47,60	6,20 %	6,50 %
Sum kr/time	kr 767,28	kr 732,13	100,00 %	100,00 %
Sum kr/m3	kr 76,73	kr 73,21		



Figur 11. Kostnadsfordeling for lassbærer ved utkjøring av GROT, ved 2 000 timer/år

2.4.9 FLISHOGGING

Flishogging utføres i terrenget (bilde 12), ved bilvei eller på terminal/biobrenselanlegg. Førstnevnte system er lite benyttet da det er kostbart. Flishogging av heltre og GROT skjer som oftest ved bilvei, mens flishogging av stammeved skjer på terminal eller ved biobrenselanlegget. Flishoggerne er montert på lassbærer, lastebil eller traktor. I denne rapporten, tas det utgangspunkt i en lassbærer montert flishogger med container.



Bilde 13. Flishogging av GROT med lassbærermontert flishogger (foto: A. Hohle)

Produktiviteten ved flishogging av GROT og heltre er satt til 30 fm^3 (75 lm^3) per time. GROT vil vanligvis ha lavere produktivitet mens heltre vil være høyere. En del tid vil alltid gå med til tipping av containeren og eventuell venting på lastebilcontainerne.

Drivstofforbruket er ca. 50 liter/time (Holmgren – pers.kom.). Med en produktivitet på $30 \text{ fm}^3/\text{time}$ gir dette et forbruk på $1,67 \text{ liter}/\text{fm}^3$.

Samme forutsetninger for maskinflytting som for lassbærer i foryngelseshogst benyttes (driftsstørrelse 500 m^3). Totalt forbruk ved flytting av maskinen 20 km blir $= (5,1 \cdot 2) + (6,4 \cdot 2) = 23$ liter per forflytning. Forbruket per m^3 blir $0,046$ liter diesel.

Personbilkjøring 20 km, forbruk $0,8$ liter per mil, gir totalt forbruk på $3,2$ liter per dag. Forbruk diesel per m^3 blir $3,2/240$ (240 fm^3 framkjørt på 8 timer) $= 0,013$ liter.

Produktivitet og drivstofforbruk

<i>Prestasjon:</i>	$30,0 \text{ m}^3/\text{time}$
<i>Dieselforbruk flishogging:</i>	$1,67 \text{ liter}/\text{m}^3$
<i>Dieselforbruk maskinforflytning:</i>	$0,05 \text{ liter}/\text{m}^3$
<i>Dieselforbruk persontransport:</i>	$0,01 \text{ liter}/\text{m}^3$

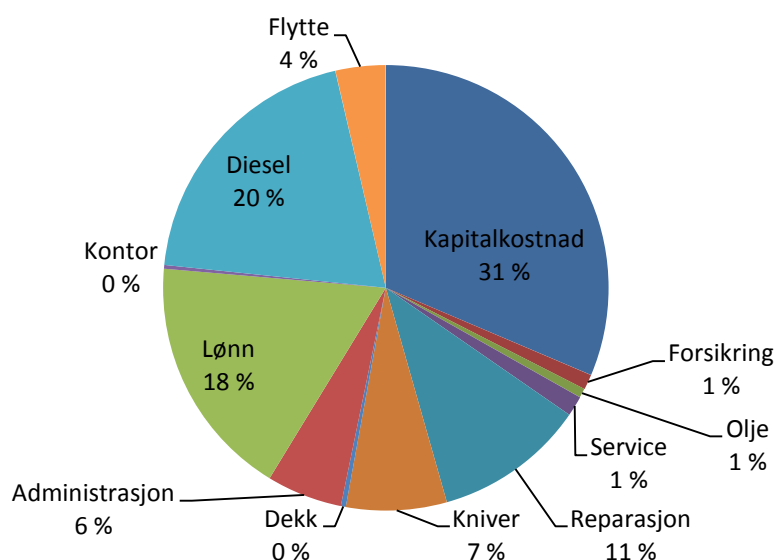
Kostnad

Den produktive tiden til sjåføren til sjåføren settes til 75 % - altså lavere enn for hogstmaskin og lassbærer. Dette forklares med større tidsforbruk til service, knivbytte etc. Vi forutsetter at vi ikke regner timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt.

Timekostnadene er anført i tabell 23 og den prosentvise fordelingen er vist i figur 12.

Tabell 23. Fordeling av timekostnader ved ulik kjøretid per år

	Timer/år			
	1500	2500	1500	2500
Kapitalkostnad	kr 573,55	kr 527,62	31,4 %	30,8 %
Forsikring	kr 20,00	kr 12,00	1,1 %	0,7 %
Olje	kr 12,33	kr 12,33	0,7 %	0,7 %
Service	kr 26,67	kr 24,00	1,5 %	1,4 %
Reparasjon	kr 200,00	kr 200,00	10,9 %	11,7 %
Kniver	kr 133,33	kr 120,00	7,3 %	7,0 %
Dekk	kr 6,67	kr 4,00	0,4 %	0,2 %
Administrasjon	kr 100,00	kr 60,00	5,5 %	3,5 %
Lønn	kr 322,40	kr 322,40	17,7 %	18,8 %
Kontor	kr 5,00	kr 3,00	0,3 %	0,2 %
Diesel	kr 360,00	kr 360,00	19,7 %	21,0 %
Flytte	kr 66,67	kr 66,67	3,6 %	3,9 %
Sum kr/time	kr 1 826,62	kr 1 712,02	100,00 %	100,0 %
Sum kr/fm3	kr 60,89	kr 57,07		
Sum kr/lm3	kr 24,35	kr 22,83		



Figur 12. Kostnadsfordeling for flishogging av heltre/GROT, ved 2 000 timer/år

2.5 Transport

2.5.1 TØMMERTRANSPORT MED TØMMERBIL MED HENGER

I Norge er maks tillatt vogntogvekt 50 tonn, og lengde 22 m for tømmerbiler (bilde 15). På enkelte prøvestrekninger testes i dag 56 tonn totalvekt. I 2010 ble det transportert 3 594 377 m³ massevirke og bioenergi. Transportavstanden varierte fra 29 km i Rogaland til 158 km i Troms. Midlere veid avstand var 69 km. Sagtømmer som ble transportert var 3 527 225 m³. Her var korteste transportlengde 25 km i Hordaland og lengste 98 km i Nordland. Midlere

transportavstand var 58 km. Tabell 24 viser tidsforbruk per m³ ved forskjellig transportdistanse og tabell 25 viser dieselforbruk per m³ ved forskjellig transportdistanse.



Bilde 14. Transport med tømmerbil med henger (foto: L. Kjøstelsen)

Produktivitet og drivstofforbruk

Forutsetninger:

Lasstørrelse	37 m ³
Forbruk tomkjøring	5,1 liter per mil
Forbruk lasskjøring	6,4 liter per mil
Forbruk ved lessing/lossing	10 liter per time
Hastighet ved transport	55 km/time

Tabell 24. Tidsforbruk per m³ ved forskjellig transportdistanse (tur-returkjøring).

Transportdistanse, km(en vei)	30	40	50	60	70	80
Terminaltid (min./m3)	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78
Kjøring (min./m3)	1,77	2,36	2,95	3,54	4,13	4,72
Sum (min./m3)	3,55	4,14	4,73	5,32	5,91	6,50

Tabell 25. Dieselforbruk per m³ ved forskjellig transportdistanse (tur-returkjøring).

Transportdistanse, km(en vei)	30	40	50	60	70	80
Terminaltid (l/m3)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Kjøring (l/m3)	0,93	1,24	1,55	1,86	2,18	2,49
Sum forbruk (l/m3)	1,23	1,54	1,85	2,16	2,47	2,78

Videre kalkulasjoner i rapporten baserer seg på 60 km transportstrekning (én vei).

Kostnad

Tabell 26 viser tidsforbruk per lass, kroner per lass og kroner per kubikkmeter.

Timekostnadene er anført i tabell 27 og kilometerkostnadene i tabell 28. Figur 13 viser den prosentvise fordelingen av kostnadene.

Tabell 26. Tidsforbruk og kostnader per lass ved ulike kjørelengder. Basert på 910,65 kr/time

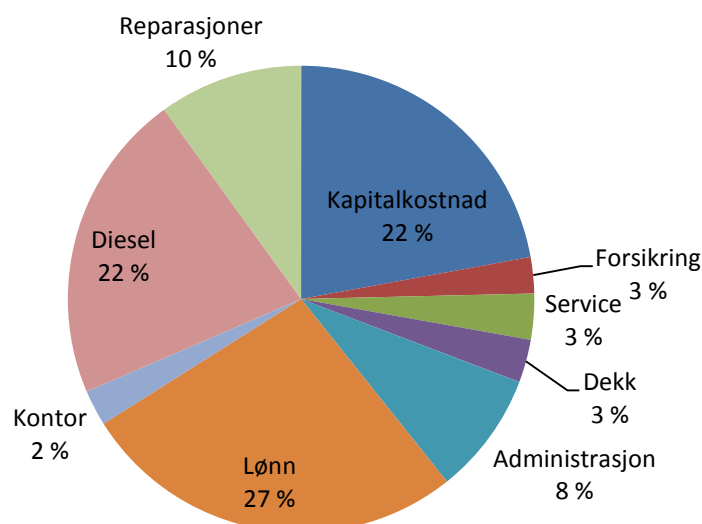
Transportdistanse, km(en vei)	30	40	50	60	70	80
Sum tid per lass (min.)	131,3	153,1	175,0	196,8	218,6	240,4
Sum kroner per lass	1994	2325	2656	2988	3319	3650
Sum kr/m3	53,9	62,8	71,8	80,7	89,7	98,7

Tabell 27. Tømmertransport med tømmerbil og henger ved ulike kjørelengder. Kr/time.

	Km/år			
	80 000	110 000	80 000	110 000
Kapitalkostnad	kr 222,11	kr 206,84	24,39 %	24,62 %
Forsikring	kr 25,00	kr 16,67	2,75 %	1,98 %
Service	kr 32,00	kr 29,33	3,51 %	3,49 %
Dekk	kr 30,00	kr 20,00	3,29 %	2,38 %
Administrasjon	kr 10,63	kr 4,72	1,17 %	0,56 %
Lønn	kr 268,67	kr 268,67	29,50 %	31,98 %
Kontor	kr 6,25	kr 4,17	0,69 %	0,50 %
Diesel	kr 216,00	kr 198,00	23,72 %	23,57 %
Reparasjoner	kr 100,00	kr 91,67	10,98 %	10,91 %
Sum kr/time	kr 910,65	kr 840,07	100,00 %	100,00 %

Tabell 28. Tømmertransport med tømmerbil og henger ved ulike kjørelengder. Kr/km.

	Km/år			
	80 000	110 000	80 000	110 000
Kapitalkostnad	5,55	5,64	22,13 %	23,25 %
Forsikring	0,63	0,45	2,49 %	1,87 %
Service	0,80	0,80	3,19 %	3,30 %
Dekk	0,75	0,75	2,99 %	3,09 %
Administrasjon	2,13	1,55	8,47 %	6,37 %
Lønn	6,72	6,72	26,77 %	27,68 %
Kontor	0,63	0,45	2,49 %	1,87 %
Diesel	5,40	5,40	21,52 %	22,26 %
Reparasjoner	2,50	2,50	9,96 %	10,30 %
Sum kr/km	25,09	24,26	100,00 %	100,00 %



Figur 13. Kostnadsfordeling for tømmerbil, 80 000 km/år

2.5.2 HELTRETRANSPORT MED TØMMERBIL OG HENGER

Tømmerbiler utrustet med sidelemmer kan benyttes til å transportere heltre og GROT (bilde 15). En unngår da at kvister faller av i veien. Fastmasseprosenten er imidlertid lav, noe som medfører kostbar transport ved lange transportavstander.



Bilde 15. Transport av heltre med tømmerbil med sidelemmer (foto: L. Kjøstelsen)

Belbo og Kjøstelsen gjorde en studie av utkjøring av heltre med tømmerbil i Møre og Romsdal i 2009 (Belbo og Kjøstelsen, 2009). Summen av lesse- og lossetid var på 2,3 minutter per m^3 . Lasstørrelsen på bil og henger var 14,7 tonn eller $18,61 m^3$. Rådensiteten var 790 kg rått virke per m^3 . Forbruk diesel per mil ved tomkjøring er 5,1 liter og ved lasskjøring 6,4 liter. Middelhastighet på 55 km/time ble benyttet. Tabell 29 viser tid og tabell 30 viser diesel forbruk per m^3 ved transport av heltre.

Produktivitet og drivstofforbruk
Forutsetninger:

Lasstørrelse	18,6 m ³
Forbruk tomkjøring	5,1 liter per mil
Forbruk lasskjøring	6,4 liter per mil
Forbruk ved lessing/lossing	10 liter per time
Hastighet ved transport	55 km/time

Tabell 29. Tidsforbruk per m³ ved forskjellig transportdistanse (tur-returkjøring)

<i>Transportdistanse, km(en vei)</i>	30	40	50	60	70	80
Terminaltid (min./m3)	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Kjøring (min./m3)	3,52	4,69	5,87	7,04	8,21	9,38
Sum (min./m3)	5,82	6,99	8,17	9,34	10,51	11,68

Tabell 30. Dieselforbruk per m³ ved forskjellig transportdistanse (tur-returkjøring)

<i>Transportdistanse, km(en vei)</i>	30	40	50	60	70	80
Terminaltid (l/m3)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Kjøring (l/m3)	1,85	2,47	3,09	3,71	4,33	4,95
Sum forbruk (l/m3)	2,24	2,86	3,47	4,09	4,71	5,33

Videre kalkulasjoner i rapporten baserer seg på 60 km transportstrekning (én vei).

Kostnad

Tabell 31 viser tidsforbruk per lass, kroner per lass og kroner per kubikkmeter.

Timekostnadene er anført i tabell 32 og kilometerkostnadene i tabell 33. Figur 14 viser den prosentvise fordelingen av kostnadene.

Tabell 31. Tidsforbruk og kostnader per lass ved ulike kjørelengder. Basert på 910,65 kr/time.

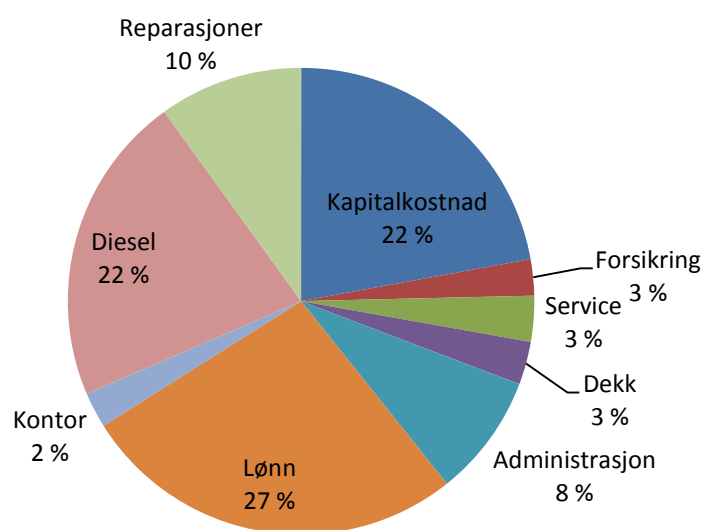
<i>Transportdistanse, km(en vei)</i>	30	40	50	60	70	80
Sum tid per lass (min.)	108,2	130,1	151,9	173,7	195,5	217,3
Sum kroner per lass	1643	1975	2306	2637	2968	3300
Sum kr/m3	88,4	106,2	124,0	141,8	159,6	177,4

Tabell 32. Heltretransport med tømmerbil og henger ved ulike kjørelengder. Kr/time.

	Km/år			
	80 000	110 000	80 000	110 000
Kapitalkostnad	kr 222,11	kr 206,84	24,39 %	24,62 %
Forsikring	kr 25,00	kr 16,67	2,75 %	1,98 %
Service	kr 32,00	kr 29,33	3,51 %	3,49 %
Dekk	kr 30,00	kr 20,00	3,29 %	2,38 %
Administrasjon	kr 10,63	kr 4,72	1,17 %	0,56 %
Lønn	kr 268,67	kr 268,67	29,50 %	31,98 %
Kontor	kr 6,25	kr 4,17	0,69 %	0,50 %
Diesel	kr 216,00	kr 198,00	23,72 %	23,57 %
Reparasjoner	kr 100,00	kr 91,67	10,98 %	10,91 %
Sum kr/time	kr 910,65	kr 840,07	100,00 %	100,00 %

Tabell 33. Heltretransport med tømmerbil og henger ved ulike kjørelengder. Kr/km.

	Km/år			
	80 000	110 000	80 000	110 000
Kapitalkostnad	5,55	5,64	22,13 %	23,25 %
Forsikring	0,63	0,45	2,49 %	1,87 %
Service	0,80	0,80	3,19 %	3,30 %
Dekk	0,75	0,75	2,99 %	3,09 %
Administrasjon	2,13	1,55	8,47 %	6,37 %
Lønn	6,72	6,72	26,77 %	27,68 %
Kontor	0,63	0,45	2,49 %	1,87 %
Diesel	5,40	5,40	21,52 %	22,26 %
Reparasjoner	2,50	2,50	9,96 %	10,30 %
Sum kr/km	25,09	24,26	100,00 %	100,00 %



Figur 14. Kostnadsfordeling for heltretransport med tømmerbil, 80 000 km/år.

2.5.3 FLISTRANSPORT MED CONTAINERBIL OG HENGER

I Norge er maks tillatt vogntogvekt 50 tonn, og lengde 18,75 m for containerbiler (bilde 16). Dette innebærer at det kun er mulig å transportere én container på bilen og én på hengeren. Totalt lassvolum med flis er da cirka 80 lm^3 . I tillegg benyttes flisbiler med sidetipp eller «walking floor» i en viss utstrekning, men da som regel fra terminal til biobrenselanlegg. Disse har en lastekapasitet på 100-110 lm^3 .



Bilde 16. Veksling av fliscontainer fra bil til henger (foto: A. Hohle).

Produktivitets- og kostnadstall baserer seg hovedsakelig på de samme som for tømmerbiler, med unntak av noe lavere innkjøpspris (2,5 mill. kroner i stedet for 3,0 mill. kroner). Siden det er mindre terminaltid (estimert) enn for en tømmerbil økes dessuten den årlige kjørelengden til 100 000 og 130 000 kilometer. Tabell 34 viser tidsforbruk per m^3 ved forskjellig transportdistanse og tabell 35 viser dieselforbruk per m^3 ved forskjellig transportdistanse.

Produktivitet og drivstofforbruk

Forutsetninger:

Lasstørrelse	32 m^3 (80 lm^3)
Forbruk tomkjøring	5,1 liter per mil
Forbruk lasskjøring	6,4 liter per mil
Forbruk ved tipping/containerbytte	10 liter per time
Hastighet ved transport	55 km/time

Tabell 34. Tidsforbruk per m^3 ved forskjellig transportdistanse (tur-returkjøring).

Transportdistanse, km (en vei)	30	40	50	60	70	80
Terminaltid (min./ m^3)	1	1	1	1	1	1
Kjøring (min./ m^3)	2,05	2,73	3,41	4,09	4,77	5,45
Sum (min./ m^3)	3,05	3,73	4,41	5,09	5,77	6,45

Tabell 35. Dieselforbruk per m³ ved forskjellig transportdistanse (tur-returkjøring).

Transportdistanse, km (en vei)	30	40	50	60	70	80
Terminaltid (l/m ³)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Kjøring (l/m ³)	1,08	1,44	1,80	2,16	2,52	2,88
Sum forbruk (l/m ³)	1,24	1,60	1,96	2,32	2,68	3,04

Videre kalkulasjoner i rapporten baserer seg på 60 km transportstrekning (én vei).

Kostnad

Tabell 36 viser tidsforbruk per lass, kroner per lass og kroner per kubikkmeter.

Timekostnadene er anført i tabell 37 og kilometerkostnadene i tabell 38. Figur 15 viser den prosentvise fordelingen av kostnadene.

Tabell 36. Tidsforbruk og kostnader per lass ved ulike kjørelengder. Basert på 937,52 kr/time.

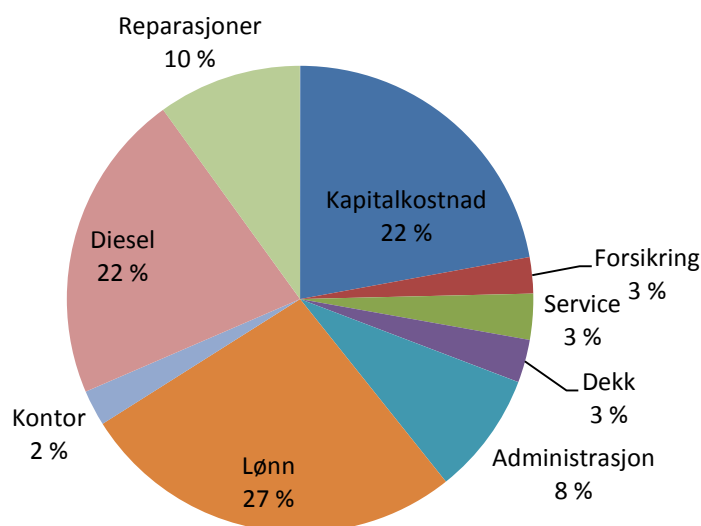
Transportdistanse, km (en vei)	30	40	50	60	70	80
Sum tid per lass (min.)	97,5	119,3	141,1	162,9	184,7	206,5
Sum kroner per lass	1524	1865	2206	2547	2888	3229
Sum kr/m ³	47,6	58,3	68,9	79,6	90,2	100,9

Tabell 37. Flistransport med containerbil og henger ved ulike kjørelengder. Kr/time.

	Km/år			
	100 000	130 000	100 000	130 000
Kapitalkostnad	kr 186,98	kr 174,38	19,94 %	20,66 %
Forsikring	kr 25,00	kr 16,67	2,67 %	1,97 %
Service	kr 40,00	kr 34,67	4,27 %	4,11 %
Dekk	kr 30,00	kr 20,00	3,20 %	2,37 %
Administrasjon	kr 10,63	kr 4,72	1,13 %	0,56 %
Lønn	kr 268,67	kr 268,67	28,66 %	31,83 %
Kontor	kr 6,25	kr 4,17	0,67 %	0,49 %
Diesel	kr 270,00	kr 234,00	28,80 %	27,73 %
Reparasjoner	kr 100,00	kr 86,67	10,67 %	10,27 %
Sum kr/time	kr 937,52	kr 843,94	100,00 %	100,00 %

Tabell 38. Flistransport med containerbil og henger ved ulike kjørelengder. Kr/km.

	Km/år			
	100 000	130 000	100 000	130 000
Kapitalkostnad	3,74	4,02	18,14 %	19,85 %
Forsikring	0,50	0,38	2,43 %	1,90 %
Service	0,80	0,80	3,88 %	3,95 %
Dekk	0,60	0,60	2,91 %	2,96 %
Administrasjon	1,70	1,31	8,25 %	6,45 %
Lønn	5,37	5,37	26,07 %	26,50 %
Kontor	0,50	0,38	2,43 %	1,90 %
Diesel	5,40	5,40	26,20 %	26,63 %
Reparasjoner	2,00	2,00	9,70 %	9,86 %
Sum kr/km	20,61	20,27	100,00 %	100,00 %



Figur 15. Kostnadsfordeling for containerbil, 100 000 km/år

2.5.4 TØMMER- OG FLISTRANSPORT PÅ JERNBANE

Jernbanen benyttes i stor utstrekning til transport av tømmer (bilde 17). Spesielt over lengre transportavstander er det kostnadseffektivt. Mangel på egnede terminaler kan imidlertid være en flaskehals. Jernbanen brukes i dag til transport av skogsvirke på avstander over 200-300 km, men noen volum transporteres opp mot 550 km. Konkurransegrensen mellom jernbane og tømmerbil ligger rundt 130 km (Statens landbruksforvaltning og Jernbaneverket, 2010). Tømmertogene i Norge er normalt rundt 400 m lange og har et volum på 800-1000 m³. Dette volumet tilsvarer omtrent 30 tømmerbiler. Enkelte tog til og fra Sverige er 750 m lange med tømmervolum på mer enn 2000 m³. Bruk av jernbane gir store miljø- og trafikkmessige gevinster. Ved Borregaard fabrikker erstatter eksempelvis togtransportene av massevirke daglig 50 – 60 tømmerbiler gjennom Sarpsborg (Statens landbruksforvaltning og Jernbaneverket, 2010). Tømmertransport med tog har hatt en prisreduksjon på 10 % siden 2005, mens transportprisen med bil har økt med 16 % i tilsvarende periode. Av den totale transportmengden av tømmer på tog kommer 90 % fra skogbruket i Hedmark (Gulli, 2010).

I rapporten «Utvikling av Røros- og Solørbanen» utarbeidet av Civitas (Gillebo, 2012), påpekes følgende:

For tømmer – massevirke har jernbanen i dag en nær 100 % markedsandel nord for Kongsvinger. Dette betyr at transportbehovet vil svinge i takt med tømmeravvirkningen. Avvirkningen vil i stor grad være avhengig av den pris som kan oppnås hos kjøperne (papirfabrikker og andre) minus transportkostnadene. Det er derfor meget interessant å holde transportkostnadene lave ved hjelp av en effektiv infrastruktur. Lave transportkostnader for tømmer er en viktig nøkkel for videre utvikling i innlandet fordi vesentlige deler av næringsvirksomheten er avhengig av tømmerets konkurransedyktighet. Dette poenget har fått økt betydning i de siste årene på grunn av nedleggelsene i den norske papirindustrien, dårlig lønnsomhet i den gjenværende industrien og økt avhengighet av eksport av tømmer. Vi ser i dag tendenser til at tømmertransporter overføres til bil fordi dieseldriften på Solør- og Rørosbanen blir for dyr. Jernbane har en noe mindre andel av markedet for flis fra sagbrukene. Dette skyldes at bilene her, i motsetning til for tømmer, kan utnytte mulighetene for returtransporter. Dette gjelder særlig gods til landbruket. Det er likevel også her slik at transportkostnadene spiller en rolle.



Bilde 17. Lessing av massevirke på jernbanevogn (foto: A. Hohle)

Tømmerlessing av tog

Opplysninger om toglessing er innhentet fra ulike terminaler i Hedmark (Floor – pers.kom.). Til lessing av tømmer brukes en 25 tonns gravemaskin med en klo på 1,3 m². Den har et forbruk på 15 liter per time. Prestasjonen er på 250 m³ per time. Dette gir et forbruk på 0,06 liter per m³. Togene innenlands er på rundt 800 – 1000 m³, mens togene til Sverige er på 1000 – 1500 m³. Hver vogn tar 60 eller 30 m³.

De totale kostnadene for tømmertransport med tog fordeler seg som følger:

- Fraktkostnad jernbane: 45-50 %
- Terminal / omlastingskostnader: 15-20 %
- Transport inn til terminal med tømmerbil: 35 %

Nypris på elektrisk lokomotiv settes til 34,7 mill. kr og avskrives over 30 år. For diesellokomotiv er prisen 25 mill. kr og avskrives over 20 år. Hver vogn koster 900 000 kr og avskrives over 10 år (Grønland, 2011).

Flislessing av tog

Det brukes hjullaster på 21 tonn med en skuffe som tar 11 lm³ med flis. På 5 timer lesses det 3000 lm³. Hver vogn tar 90 lm³. Hjullasteren bruker 21 liter per time. Forbruket per lm³ flis blir da 21 liter/600 lm³ = 0,035 liter/lm³.

De totale kostnadene for flistransport med tog fordeler seg som følger:

- Fraktkostnad jernbane: 45-50 %
- Terminal / omlastingskostnader: 15-20 %
- Transport inn til terminal med tømmerbil: 35 %

Kostnaden for tømmertransport fra Elverum til Karlstad er ca. 65-70 kr/m³ (Grindstad – pers.kom.). Dette er en strekning på ca. 250 km enkel veg. 70 kr/m³ og 250 km benyttes derfor for videre kalkulasjoner i denne rapporten.

Mer inngående data over energiforbruk og kostnader ved togtransport har dessverre ikke vært mulig å fremskaffe til denne rapporten, da aktørene har begrensninger på utdeling av forretningsmessig informasjon.

2.5.5 BÅTFRAKT

Skip benyttes til tømmer- og flistransport langs norskekysten (bilde 18), samt ved eksport og import. Når råvarene først er lastet opp på skipet kan det kostnadseffektivt transporteres over lengre avstander. Mangel på tilfredsstillende kaianlegg kan imidlertid være en begrensende faktor enkelte steder langs kysten. Drivstofforbruk for fire ulike typer skip er anført i tabell 39 og Utslippsfaktorer for sjøfartsberegninger er vist i tabell 40.



Bilde 18. Lossing av tømmer på båt. (Foto: L. Kjøstelsen)

Tabell 39. Drivstofforbruk for fire ulike typer skip (Nørstebø et al., 2011)

Skipstype	Kapasitet	Drivstofforbruk sjø l/time	Snittfart km/time	Drivstofforbruk sjø l/km	Forbruk land l/time	Lasting m ³ /t	Forbruk land l/ m ³
Lite	1000 m ³	150	18,5	8,1	60	150	0,4
Mellomlite	3000 m ³	300	20,4	14,7	60	200	0,3
Mellomstort	5000 m ³	450	20,4	22,1	60	250	0,24
Stort	7000 m ³	600	22,2	27	60	300	0,2

Tabell 40. Utslippsfaktorer for sjøfartsberegninger (Nørstebø et al., 2011).

	Utslipp, gram / liter						
	CO ₂	CO	CH ₄	NO _x	N ₂ O	SO ₂	NMVOC
Skip	2663	5,13	0,035	38,8	0,056	6,92	1,66

Kostnader

Gjengitt fra SINTEF rapporten "Transport av skogsvirke i kyststrøk" (Nørstebø et al., 2011):
Tallene er avrundet og tilpasset modellen, slik at alle skipstypene har en lik kostnadsstruktur. Oppsummert er det delt inn i fire skipstyper med følgende egenskaper:

I modellen er det antatt at det finnes fire skipstyper med en kapasitet på 1000 – 7000 m³. e. Videre antas det at i snitt kjører skipet i retur med 25 % last, noe som gir en litt lavere transportkostnad knyttet til tømmerfrakten, enn om skipet hadde kjørt helt tom tilbake. For å illustrere dette benyttes en returfaktor på 1.75. Det vil si at kostnader knyttet til distanse mellom utskipingskai og mottaksanlegg multipliseres med 1.75 (med antagelse om alltid null i returlast ville faktoren vært 2, med antagelse om alltid full returlast og annen betalende aktør ville faktoren vært 1)

Skipenes hastighet varierer mellom 10 og 12 knop, dvs. 18.5 – 22.2 km/t. I basis-scenariet er denne fyllingsgraden satt til 10 %. Hvor mye tømmer skipene får lastet ombord per time varierer mellom 150 og 300 m³, og er først og fremst avhengig av antall kraner ombord på skipene.

Oppsummert har vi samlet inn følgende kostnadstall for drift av skipstransporten, som danner grunnlag for tallene i tabellen nedenfor (tabell 41-46):

- Kostnadene knyttet til drivstoff-forbruk. Under seiling varierer disse mellom 150 og 600 liter/time, og det antas en kostnad på 4 kr/l i basis-scenariet. Ved kai antas det at skipene bruker 60 l/time.
- Kostnader knyttet til tidsforbruk, inklusiv avgifter, lønn, kapitalkostnader, reparasjoner varierer mellom 1250 og 2900 kr/time.
- I tillegg kommer anløpskostnader, som varierer fra kai til kai. Disse er tatt med under anleggskostnader i denne modellen. For en sjøreise, hvor tømmerskipet er innom flere kaier, kan beløpet typisk ligge på totalt 15 000 kr, men variere mellom 5000 og 30 000.

Tabell 41. Spesifikasjoner og kostnader for ulike skipstyper

Skipstype	Kapasitet m ³	Timekostnad Kr/time	Snittfart km/time	Drivstofforbruk sjø l/time	Forbruk land l/time	Lasting m ³ /time	Returfaktor
Lite	1000	1250	18,5	150	60	150	1,75
Mellomlite	3000	1800	20,4	300	60	200	1,75
Mellomstort	5000	2350	20,4	450	60	250	1,75
Stort	7000	2900	22,2	600	60	300	1,75

Tabell 42. Drivstofforbruk for ulike skipstyper

Skipstype	Kapasitet m ³	Forbruk sjø l/time	Snittfart km/time	Forbruk sjø l/km	Forbruk land l/time	Forbruk laster l/time	lasting m ³ / time	Forbruk land l/ m ³	Forbruk laster l/m ³
Lite	1000	150	18,5	8,1	60	22	150	0,4	0,15
Mellomlite	3000	300	20,4	14,7	60	25	200	0,3	0,13
Mellomstort	5000	450	20,4	22,1	60	30	250	0,24	0,12
Stort	7000	600	22,2	27,0	60	35	300	0,2	0,12

Tabell 43. Drivstofforbruk for ulike skipstyper. Liter / m³.

Skipstype	km transport				
	200	400	600	800	1000
Lite	1,62	3,24	4,87	6,49	8,11
Mellomlite	0,98	1,96	2,94	3,92	4,90
Mellomstort	0,88	1,76	2,65	3,53	4,41
Stort	0,77	1,54	2,32	3,09	3,86

Tabell 44. Kostnader per lass

Skipstype	Km transport			
	200	400	600	800
Lite	30 180	43 694	57 207	70 721
Mellomlite	71 647	89 294	106 941	124 588
Mellomstort	117 039	140 078	163 118	186 157
Stort	161 459	187 586	213 712	239 838

Tabell 45. Kostnader per m³ uten retur-faktor

Skipstype	Km transport			
	200	400	600	800
Lite	30,18	43,69	57,21	70,72
Mellomlite	23,88	29,76	35,65	41,53
Mellomstort	23,41	28,02	32,62	37,23
Stort	23,07	26,80	30,53	34,26

Tabell 46. Kostnader per m³ med retur-faktor 1,75

Skipstype	Km transport			
	200	400	600	800
Lite	54	91	128	165
Mellomlite	34	50	67	83
Mellomstort	31	44	57	69
Stort	30	40	50	60

Returfaktor 1 er når skipet har fullt lass tilbake

Returfaktor 2 er når skipet ikke har last tilbake

Returfaktor 1,75 er når skipet har 25 % last tilbake

Eksempel

Mellomstort skip (5 000 m³ tømmer), 400 km transport, returfaktor 1,75. Drivstofforbruk:

- Skip 8 824 l (en vei) + 75 % av returforbruket 6 618 l
- 20 t laste-/lossetid 1 200 + 1 200 l
- Gravemaskin (25 l/h) 500 + 500 l

Drivstofforbruk per volum: 3,77 l/m³

Kostnaden som benyttes i videre utregninger baserer seg på de samme forutsetningene; mellomstort skip, 400 km transport, returfaktor 1,75.

Kostnaden er da 44 kr/m³.

3. RESULTATER

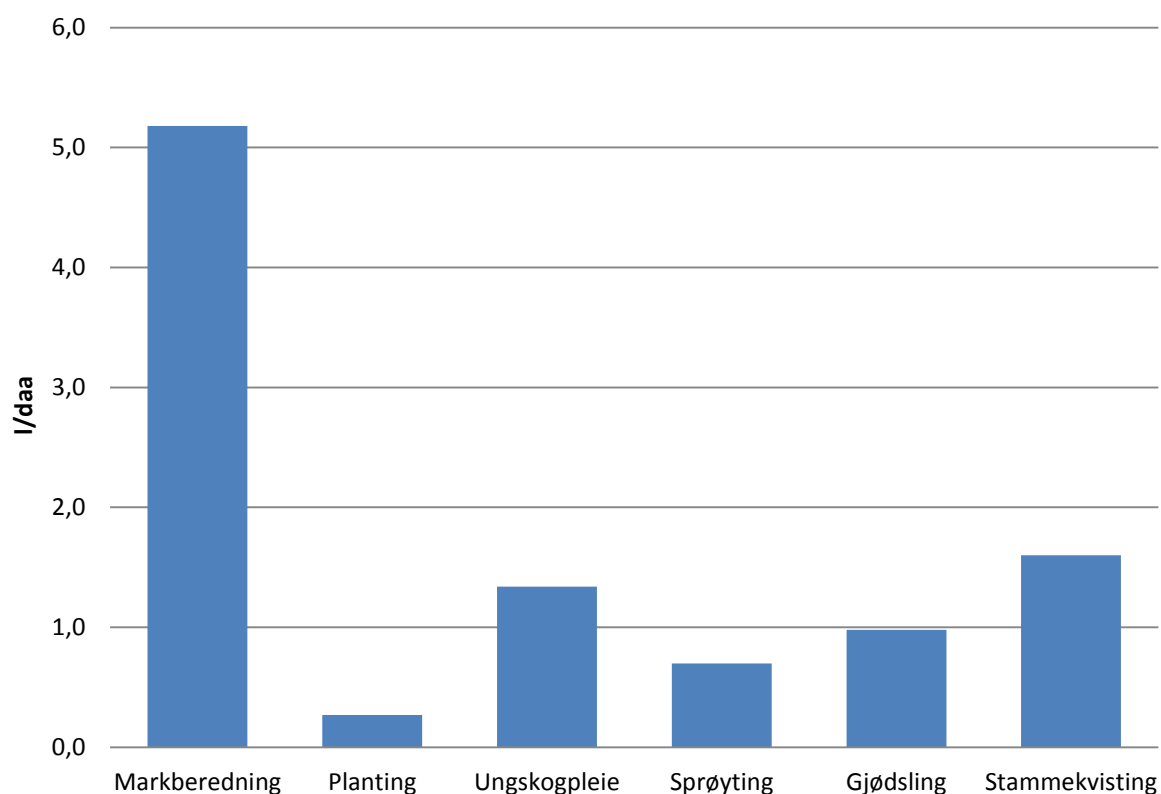
3.1 ENERGIFORBRUK

Energiforbruket for de ulike operasjonene presenteres som liter drivstofforbruk (liter diesel) og energiforbruk (kilowattimer) – se tabell 47. Forbruket presenteres per dekar for skogkulturoperasjonene og per fastkubikkmeter for avvirkning- og transportoperasjonene. Tabell 47 viser drivstoff- og energiforbruket for alle operasjonene som er omtalt i rapporten (bortsett fra tømmertransport tog). Energiforbruket er kalkulert med omregningsfaktor 10,1 (1 l diesel = 10,1 kWh). Transportavstanden for tømmer- og flisbiler er satt til 60 km (én vei), mens båttransporten er satt til 400 km (én vei).

Tabell 47. Drivstofforbruk og energiforbruk for utvalgte operasjoner

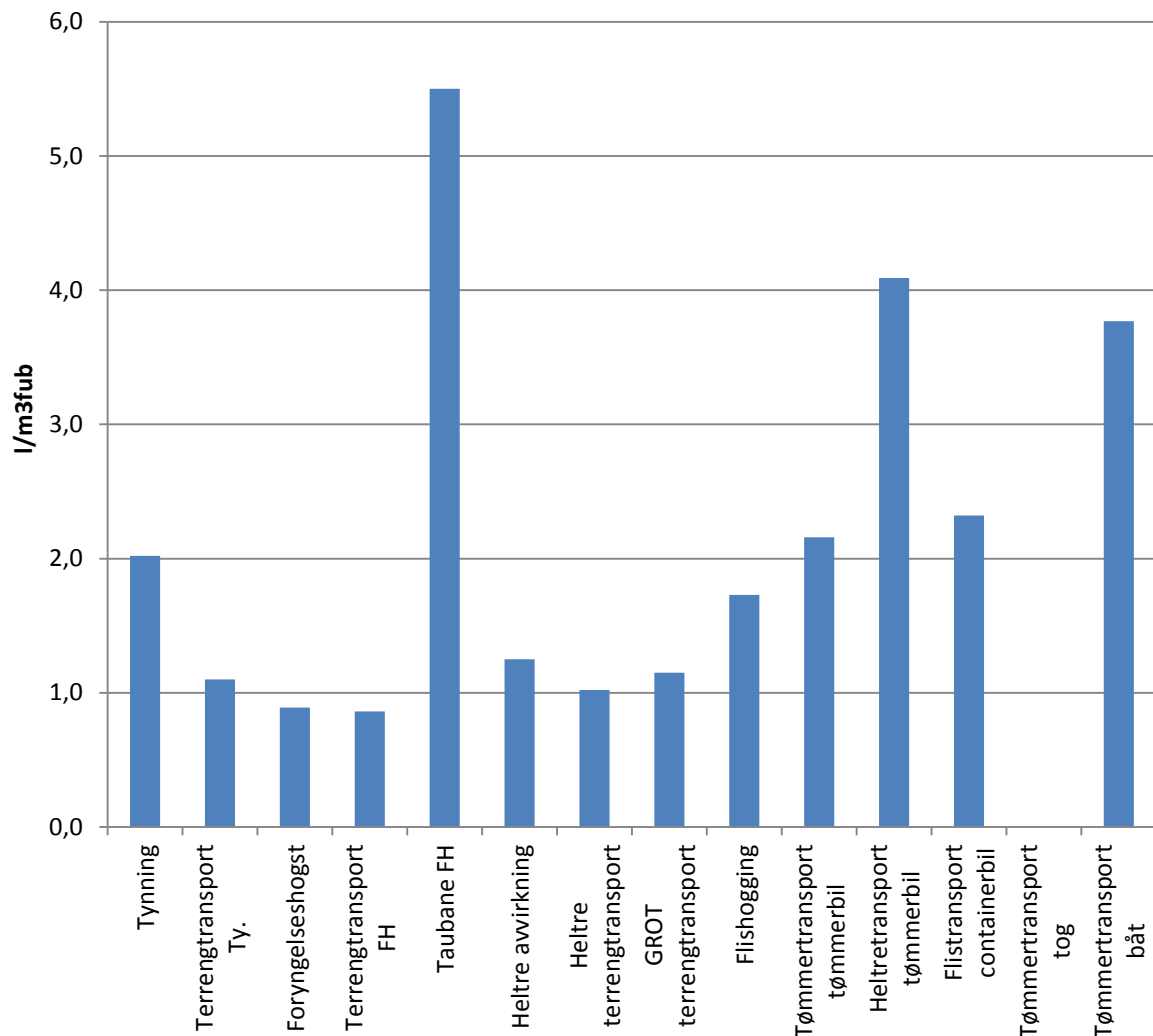
Operasjon	Drivstoff- forbruk	Energi- forbruk
Markberedning	5,18 liter/daa	52,32 kWh/daa
Planting	0,27 liter/daa	2,73 kWh/daa
Ungskogpleie	1,34 liter/daa	13,53 kWh/daa
Sprøyting	0,70 liter/daa	7,07 kWh/daa
Gjødsling	0,98 liter/daa	9,90 kWh/daa
Stammekvisting	1,60 liter/daa	16,16 kWh/daa
Tynning	2,02 liter/m ³ fub	20,40 kWh/m ³ fub
Terrengtransport Ty.	1,10 liter/m ³ fub	11,11 kWh/m ³ fub
Foryngelseshogst	0,89 liter/m ³ fub	8,99 kWh/m ³ fub
Terrengtransport FH	0,86 liter/m ³ fub	8,69 kWh/m ³ fub
Taubane FH	5,50 liter/m ³ fub	55,55 kWh/m ³ fub
Heltre avvirkning	1,25 liter/m ³ fub	12,63 kWh/m ³ fub
Heltre terrengtransport	1,02 liter/m ³ fub	10,30 kWh/m ³ fub
GROT terrengtransport	1,15 liter/m ³ fub	11,62 kWh/m ³ fub
Flishogging	1,73 liter/m ³ fub	17,47 kWh/m ³ fub
Tømmertransport tømmerbil	2,16 liter/m ³ fub	21,82 kWh/m ³ fub
Heltretransport tømmerbil	4,09 liter/m ³ fub	41,31 kWh/m ³ fub
Flistransport containerbil	2,32 liter/m ³ fub	23,43 kWh/m ³ fub
Tømmertransport tog	liter/m ³ fub	kWh/m ³ fub
Tømmertransport båt	3,77 liter/m ³ fub	38,08 kWh/m ³ fub

Energiforbruket ved de ulike skogkulturoperasjonene målt per dekar, varierer stort – jfr. figur 16. Markberedning står utvilsomt for det største forbruket, men det er samtidig sterkt avhengig av produktiviteten på maskinen. De helt manuelle operasjonene (planting og stammekvisting) har kun forbruk av drivstoff knyttet til transport av mannskaper og planter.



Figur 16. Energiforbruk for ulike skogkulturoperasjoner, l/daa.

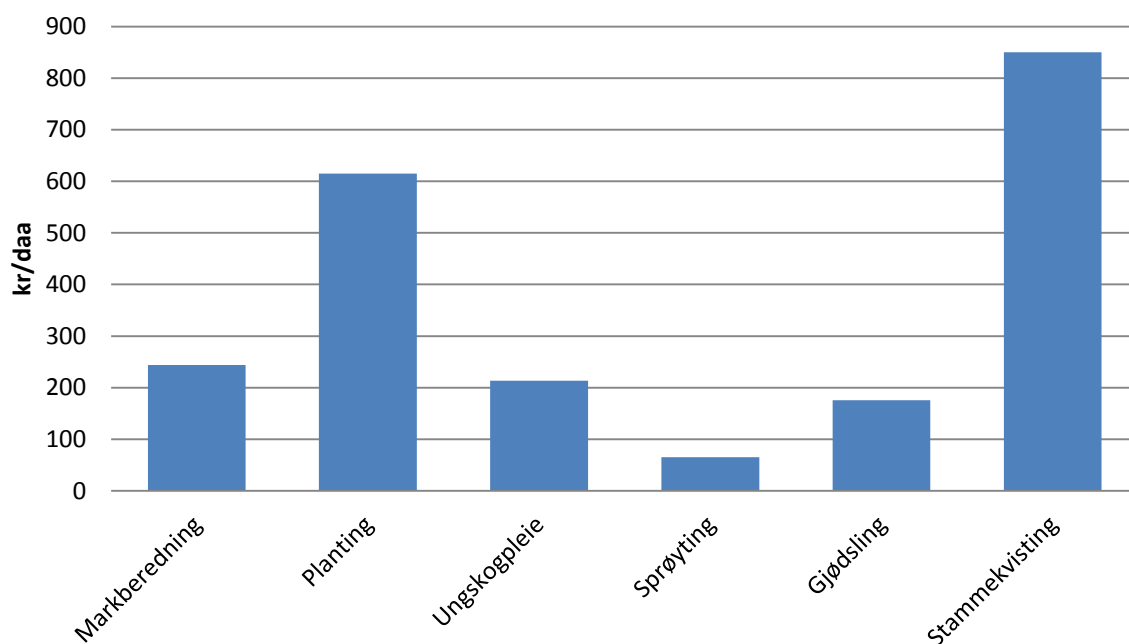
Det er store variasjoner i energiforbruket ved avvirkning og transport av tømmer og flis – jfr. figur 17. Taubanedrifter har definintivt det største forbruket målt i liter per kubikkmeter avvirket, men det er verdt å merke at tømmeret da kommer helt fram til bilvei (felling, vinsjing og kvisting/kappipng er inkludert). For å sammenligne med tynning, foryngelseshogst eller heltrehogst må da forbruket ved avvirkning- og terrengtransportoperasjonene summeres. Videretransporten med tømmerbil, tog eller jernbane representerer også et forbruk, som dessuten vil variere sterkt med transportavstanden.



Figur 17. Energiforbruk for avvirkning, flishogging og transport, I/m³fub.

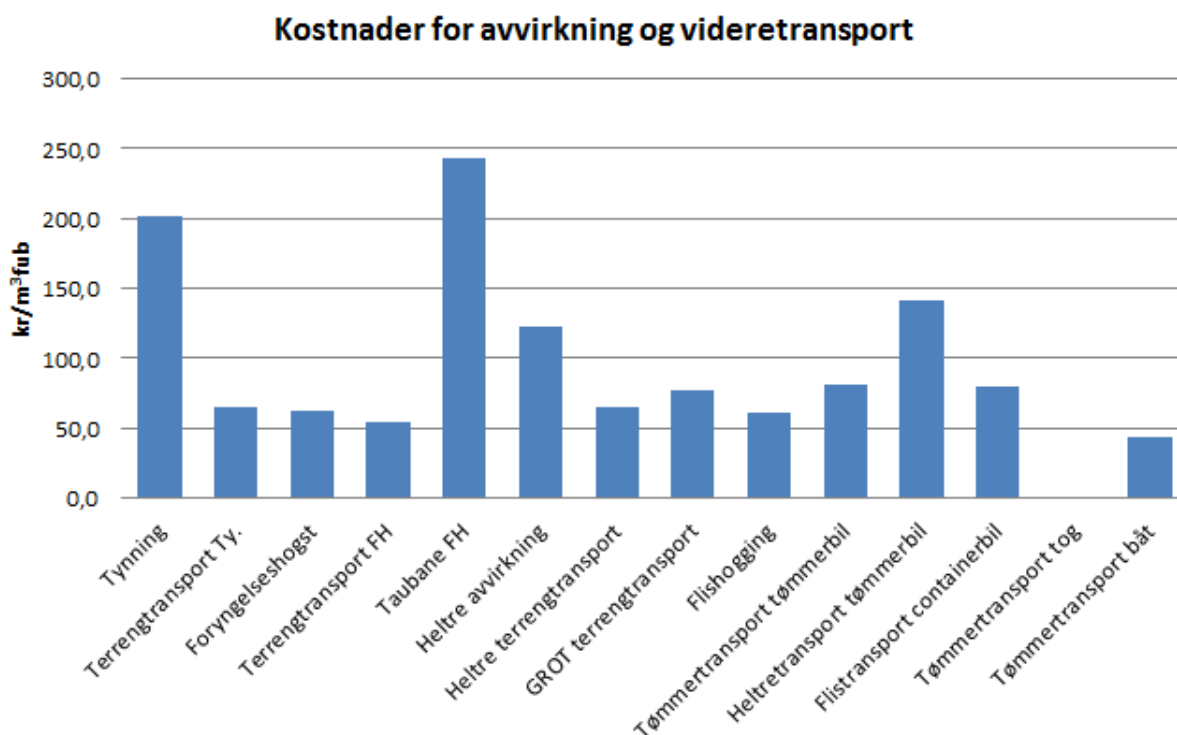
3.2 Kostnader

Planting og stammekvisting representerer de største skogkulturkostnadene per dekar, jfr. figur 18. Disse operasjonene utføres helt manuelt, og er derfor sterkt avhengig av nivået på lønnskostnader. Stammekvisting utføres imidlertid på et svært begrenset areal på landsbasis. Ungskogpleie foregår motormanuelt (med ryddesag), så også her er lønnskostnader den største innsatsfaktoren. For helikoptergjødsling og – sprøyting er derimot driftskostnadene til helikopteret utvilsomt den største kostnaden. Med den høye produktiviteten blir imidlertid ikke kostnaden per dekar så stor sammenlignet med de øvrige operasjonene.



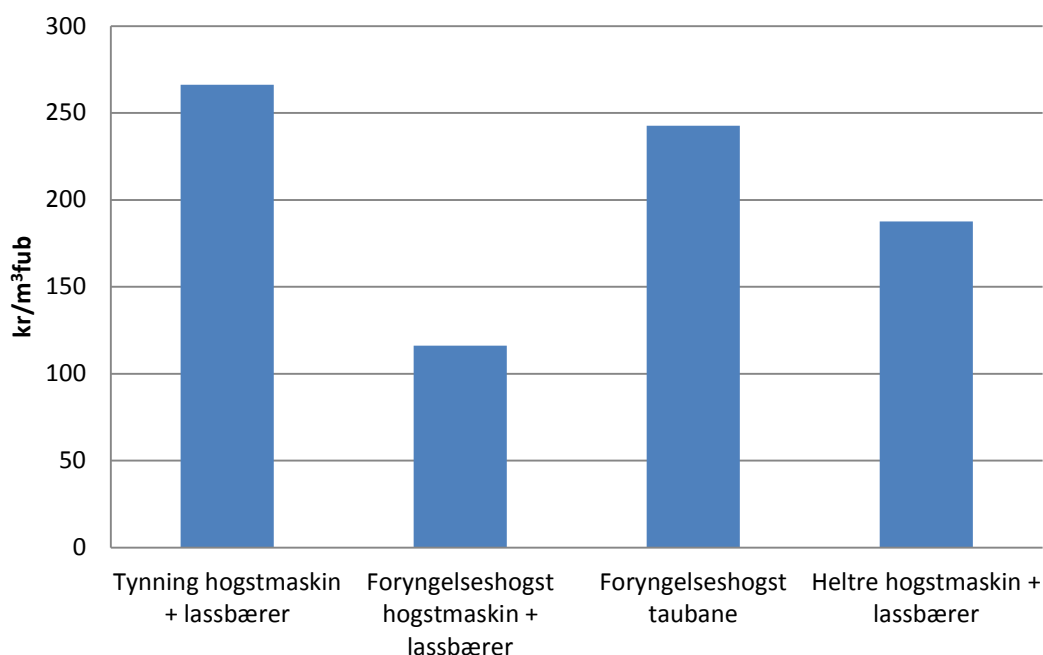
Figur 18. Kostnader for skogkulturoperasjoner, kr/daa.

Figur 19 illustrerer at avvirkning med taubane har en høy kostnad sammenlignet med øvrige systemer. Dette skyldes den relativt lave produktiviteten i forhold til kostnadene. Dette forholdet gjelder også for hogstmaskiner i tynning. Kostnaden for de ulike transportsystemene er relativt like, med unntak av heltretransport med tømmerbil som er noe høyere. Transportavstanden for tømmer-/heltre-/flisbil er 60 kilometer (én vei), tog 250 kilometer og båt 400 kilometer.



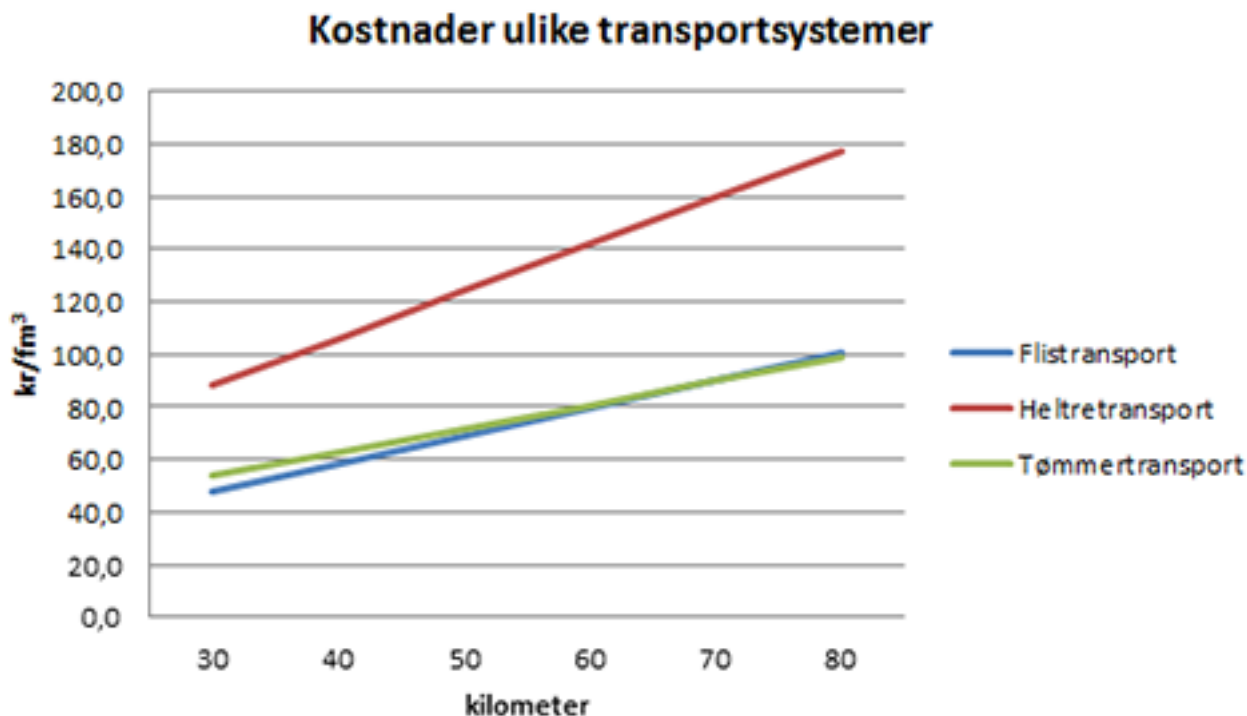
Figur 19. Kostnader for avvirkning og videretransport, kr/m³fub.

Figur 20 illustrerer de totale driftskostnadene fra stubbe til bilvei med ulike avvirkningssystemer i foryngelseshogst, samt tynning og heltreavvirkning. Foryngelseshogst med hogstmaskin og lassbærer gir de laveste driftskostnadene.



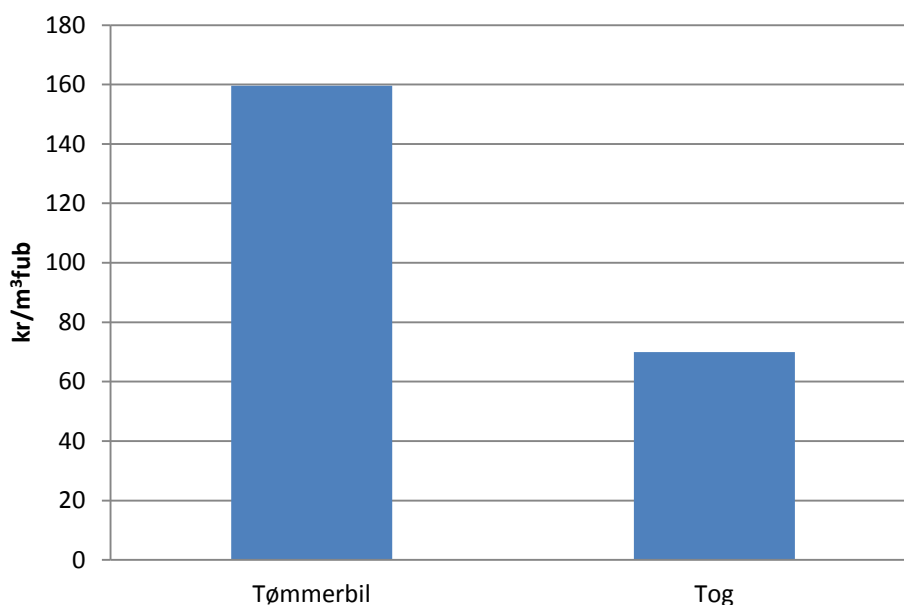
Figur 20. Sammenlikning av kostnader for ulike avvirkningssystemer, kr/m³fub.

Kostnadene for transport av tømmer og flis på bilvei er sterkt avhengig av transportavstanden. Figur 21 viser at kostnaden per volum er relativt lik for tømmer og flis, mens heltretransport har en vesentlig høyere kostnad. Dette skyldes den lave fastmasseprosenten i lassene.



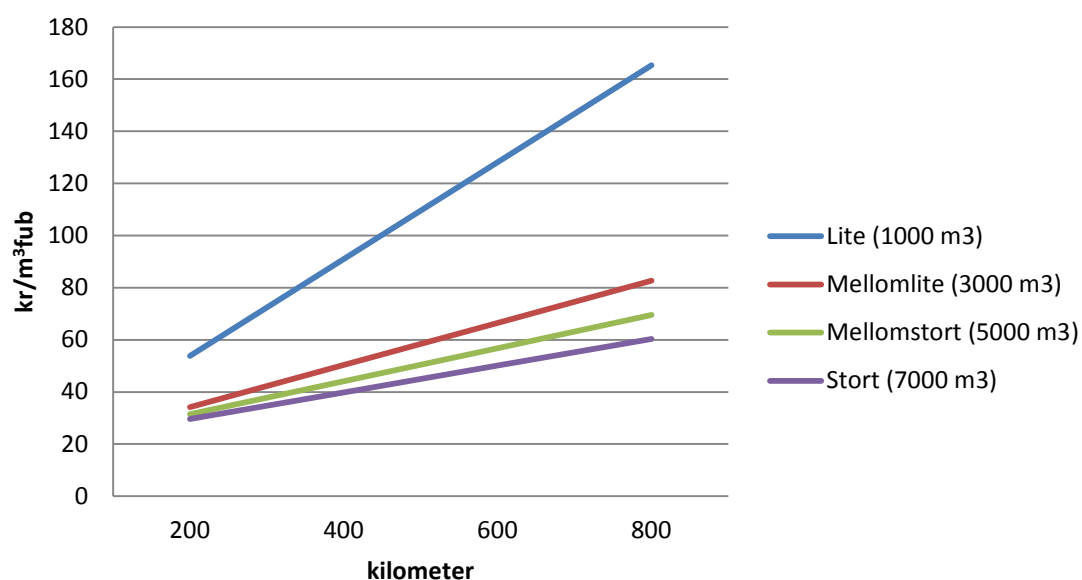
Figur 21. Sammenlikning av kostnader for ulike transportsystemer, kr/m³fub.

Kostnaden for tømmertransport på tømmerbil versus jernbane ved 250 kilometer transportavstand er vist i tabell 22.



Figur 22. Kostnaden for tømmertransport på tømmerbil versus jernbane ved 250 kilometer transportavstand (én vei). Kr/m³fub.

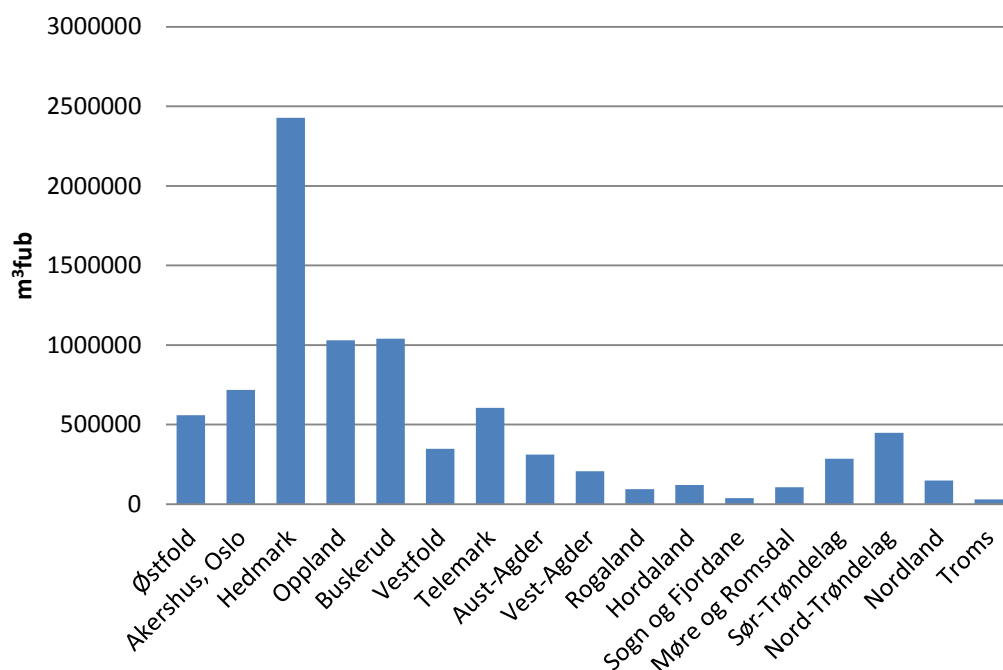
De fire ulike skipsstørrelsene som er omtalt i denne rapporten har en relativt like kostnad per kubikkmeter tømmer ved transport under 200 kilometer. Når avstanden øker blir imidlertid volumkostnadene for det minste skipet (1 000 m³) betydelig høyere enn de tre større alternativene, jfr. figur 23.



Figur 23. Sammenlikning av kostnader for tømmertransport med ulike størrelser og transportavstander for skip, kr/m³fub. Forutsatt returfaktor 1,75.

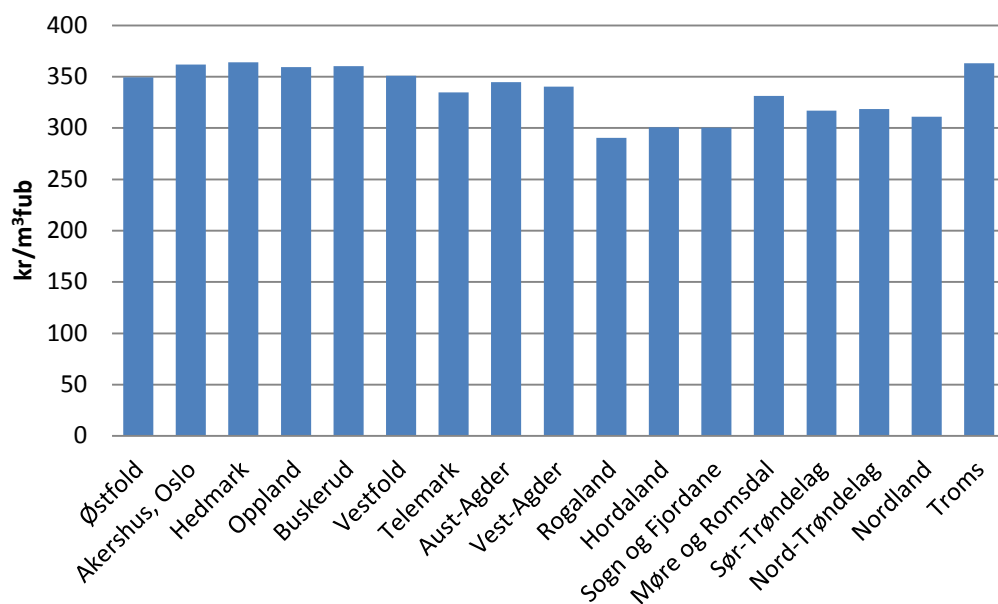
3.3 Verdiskaping

Det årlige avvirkningsnivået har stor fylkesvis variasjon. Hedmark har den desidert største avvirkningen, men Vestlandsfylkene og de nordligste landsdelene har den laveste aktiviteten, jfr. figur 24.



Figur 24. Avvirkning av industrivirke for salg i 2010, fordelt på fylker (Skogdata 2011).

Figur 25 illustrerer gjennomsnittlig tømmerpris for de ulike fylkene. Østlandsområdet og Troms ligger noe over de øvrige landsdelene.



Figur 25. Gjennomsnittlig tømmerpris i 2010, fordelt på fylker (Skogdata 2011).

Tabell 48 viser tømmerprisene som illustreres i figur 24, samt gjennomsnittlig trehøyde, brysthøydiameter og trevolum fordelt på alle fylker (unntatt Finnmark hvor Landskogtakseringen ikke har startet før i år 2011). Basert på produktivitetstall i denne rapporten er også produktiviteten for avvirkning og terrengtransport kalkulert fylkesvis. Statistikk på skogforhold- og ressurser fra de ulike fylkene er hentet fra Landskogtakseringen (Tomter et al. 2001 abcdef, Eriksen et al. 2006 abcdefg, Andreassen et al. 2012ab)

Tabell 48. Avvirkning, tømmerpris, trestørrelser og avvirkningsproduktivitet fordelt på fylker, år 2010.

	Årlig avvirkning	Tømmerpris (veid)	Terrengtransport-avstand	Trehøyde	Diameter i brysthøyde	Trevolum	Produktivitet avvirkning	Produktivitet terrengtransport
	m ³	kr/m ³	meter	meter	cm	m ³	min/m ³	min/m ³
Fylke								
Østfold	559 564	349	369	17,9	22,9	0,312	2,35	3,62
Akershus, Oslo	718 223	362	428	18	22,6	0,336	2,18	3,85
Hedmark	2 426 890	364	443	16,8	21,6	0,268	2,74	3,91
Oppland	1 029 265	359	470	16,5	21,4	0,268	2,74	4,02
Buskerud	1 040 449	360	495	17	21,8	0,289	2,54	4,12
Vestfold	348 739	351	543	19,3	23,2	0,387	1,89	4,31
Telemark	605 827	335	636	16,2	22,2	0,289	2,54	4,68
Aust-Agder	311 608	345	420	16,2	23,4	0,311	2,36	3,82
Vest-Agder	207 395	340	541	15,3	22,3	0,267	2,75	4,30
Rogaland	94 084	290	793	14,7	20,8	0,21	3,49	5,31
Hordaland	121 215	301	848	15,5	22,8	0,29	2,53	5,53
Sogn og Fjordane	38 514	300	590	15,4	22,4	0,267	2,75	4,50
Møre og Romsdal	107 205	331	546	13,7	20,9	0,193	3,80	4,32
Sør-Trøndelag	285 281	317	541	15,1	21,2	0,248	2,96	4,30
Nord-Trøndelag	447 884	319	550	13,5	17,8	0,148	4,95	4,34
Nordland	148 987	311	848	12,7	17,1	0,135	5,43	5,53
Troms	29 532	363	918	11,2	15,2	0,101	7,26	5,81
Sum / gj.snitt	8 520 662	332	587	15,6	21,2	0,254	3,25	4,49

Tabell 49 og 50 viser driftskostnader (foryngelseshogst med hogstmaskin og lassbærer) per volum og totalt for hvert respektive fylke, samt verdiskapingen som skjer ved hogst og utkjøring, henholdsvis med og uten lønnskostnader. Når lønnskostnadene trekkes ut av driftskostnadene (tabell 50), blir verdiskapingen på tømmeret høyere.

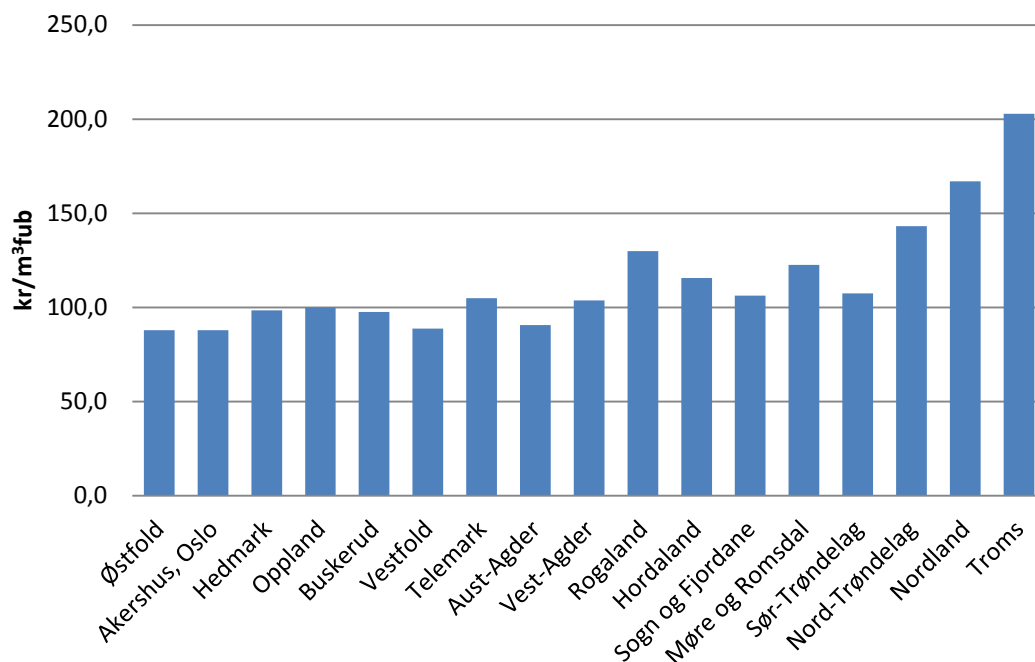
Tabell 49. Driftskostnader og verdiskaping (inkl. lønnskostnader) fordelt på fylker, år 2010.

	Inkl. lønnskostnader					
	Driftskostnader avirkning	Driftskostnader terrengtransport	Sum driftskostnader	Aggregerte driftskostnader per fylke	Verdiskaping	Total verdiskaping per fylke
	kr/m ³	kr/m ³	kr/m ³	kr	kr/m ³	kr
Fylke						
Østfold	41,5	46,4	87,9	49 196 678	261,4	146 286 227
Akershus, Oslo	38,5	49,4	88,0	63 191 429	273,8	196 617 271
Hedmark	48,3	50,2	98,5	239 131 457	265,4	644 189 969
Oppland	48,3	51,6	99,9	102 844 277	259,3	266 879 874
Buskerud	44,8	52,9	97,7	101 643 097	262,6	273 196 785
Vestfold	33,5	55,3	88,8	30 970 203	262,0	91 364 891
Telemark	44,8	60,1	104,9	63 569 167	229,9	139 273 646
Aust-Agder	41,6	49,0	90,7	28 253 855	254,0	79 145 578
Vest-Agder	48,5	55,2	103,7	21 516 359	236,5	49 053 291
Rogaland	61,7	68,2	129,8	12 216 723	160,5	15 098 019
Hordaland	44,7	71,0	115,7	14 019 447	185,1	22 432 205
Sogn og Fjordane	48,5	57,8	106,3	4 092 541	194,0	7 471 227
Møre og Romsdal	67,1	55,5	122,6	13 143 610	208,6	22 366 455
Sør-Trøndelag	52,2	55,2	107,5	30 656 973	209,5	59 754 788
Nord-Trøndelag	87,5	55,7	143,2	64 142 973	175,3	78 522 052
Nordland	95,9	71,0	166,9	24 871 626	144,0	21 447 555
Troms	128,2	74,6	202,8	5 989 964	160,2	4 730 254
Sum / gj.snitt	57,4	57,6	118,6	869 450 379	213,8	2 117 830 087

Tabell 50. Driftskostnader og verdiskaping (eks. lønnskostnader) fordelt på fylker, år 2010.

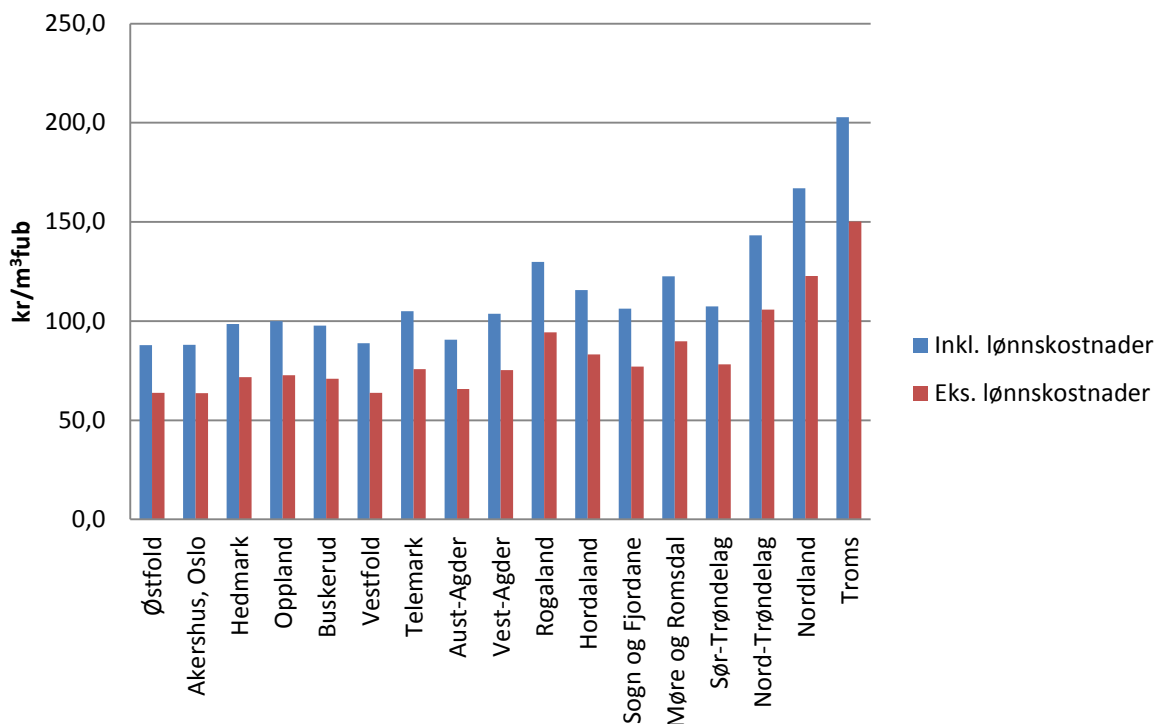
	Eks. lønnskostnader					
	Driftskostnader avirkning	Driftskostnader terrengtransport	Sum driftskostnader	Aggregerte driftskostnader per fylke	Verdiskaping	Total verdiskaping per fylke
	pr m ³	pr m ³	kr/m ³	kr	pr m ³	kr
Fylke						
Østfold	32,0	31,82	63,9	35 732 263	285,5	159 750 642
Akershus, Oslo	29,7	33,90	63,6	45 711 882	298,1	214 096 818
Hedmark	37,3	34,43	71,7	174 061 061	292,3	709 260 365
Oppland	37,3	35,38	72,7	74 799 012	286,5	294 925 139
Buskerud	34,6	36,26	70,8	73 707 644	289,4	301 132 238
Vestfold	25,8	37,95	63,8	22 240 307	287,0	100 094 787
Telemark	34,6	41,22	75,8	45 924 927	259,0	156 917 886
Aust-Agder	32,1	33,62	65,8	20 489 953	278,9	86 909 480
Vest-Agder	37,4	37,88	75,3	15 619 155	265,0	54 950 495
Rogaland	47,6	46,75	94,3	8 876 141	196,0	18 438 601
Hordaland	34,5	48,68	83,1	10 078 844	217,6	26 372 808
Sogn og Fjordane	37,4	39,60	77,0	2 966 962	223,2	8 596 806
Møre og Romsdal	51,8	38,05	89,8	9 631 385	241,4	25 878 680
Sør-Trøndelag	40,3	37,88	78,2	22 303 046	238,7	68 108 715
Nord-Trøndelag	67,5	38,19	105,7	47 354 089	212,8	95 310 936
Nordland	74,0	48,68	122,7	18 283 920	188,2	28 035 261
Troms	99,0	51,15	150,1	4 433 046	212,9	6 287 172
Sum / gj.snitt	46,1	40,4	83,8	632 213 637	251,3	2 355 066 828

Figur 26 viser gjennomsnittlige driftskostnader for foryngelseshogst (hogstmaskin og lassbærer) fordelt på fylker. Vestlandsfylkene og den nordlige landsdelen har noe høyere kostnader enn områdene på Østlandet.



Figur 26. Driftskostnader ved foryngelseshogst (avvirkning + terrengtransport), fordelt på fylker.

Figur 27 illustrerer driftskostnadene ved foryngelseshogst (hogstmaskin og lassbærer) med og uten lønnskostnader. Lønn utgjør en vesentlig del av de totale driftskostnadene.



Figur 27. Driftskostnader ved foryngelseshogst (avvirkning + terrengtransport), med og uten lønnskostnader til maskinfører. Fordelt på fylker.

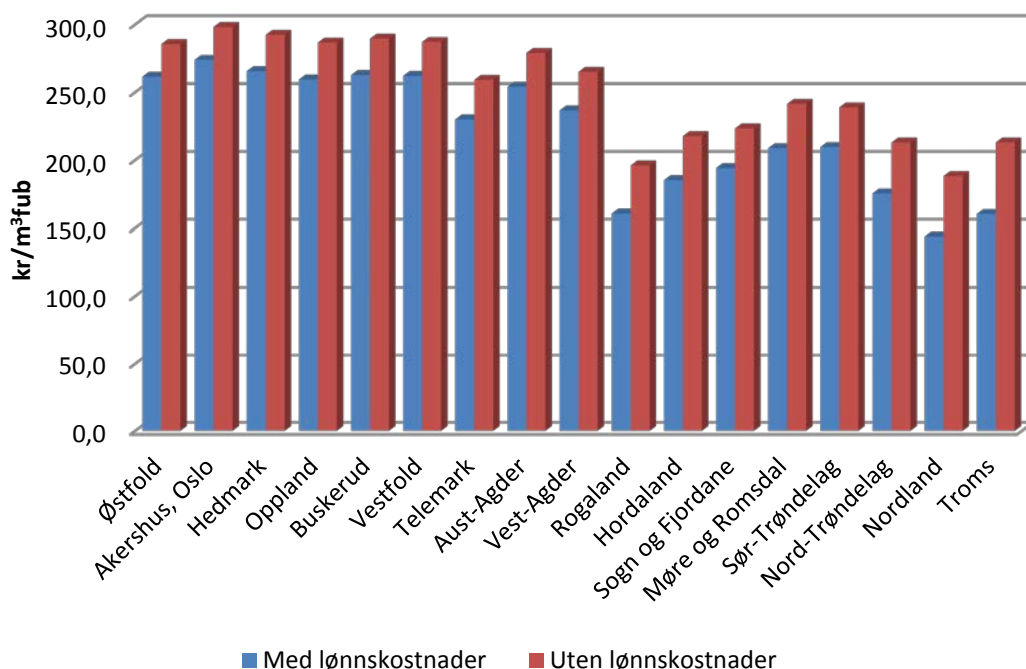
Verdiskaping i skognæringen

I denne rapporten har vi beskrevet og regnet oss fram til en kostnadsfordeling ved de ulike produksjoner/operasjoner i skogkultur og avvirkning. I tillegg har vi innhentet kostnadstall for transport av tømmer fra velteplass til industritomt.

Verdiskaping er et økonomisk begrep som rett fram er definert som bidrag til netto nasjonalproduktet. Det skjer en verdiskaping i primærproduksjonen fram til hogstmoden skog. I vårt estimat på verdiskapingen i skogbruket har vi ikke tatt hensyn til leveransene fra andre sektorer til denne primærproduksjonen. Vårt estimat gir således en noe for høy verdi fra frø til velteplass. Dette skyldes også at vi ikke har trukket fra verdien av de tjenester som ytes av omsetningsleddet. På den andre sida mangler entreprenørenes profitt i vårt estimat på verdiskaping i hogst og framkjøring.

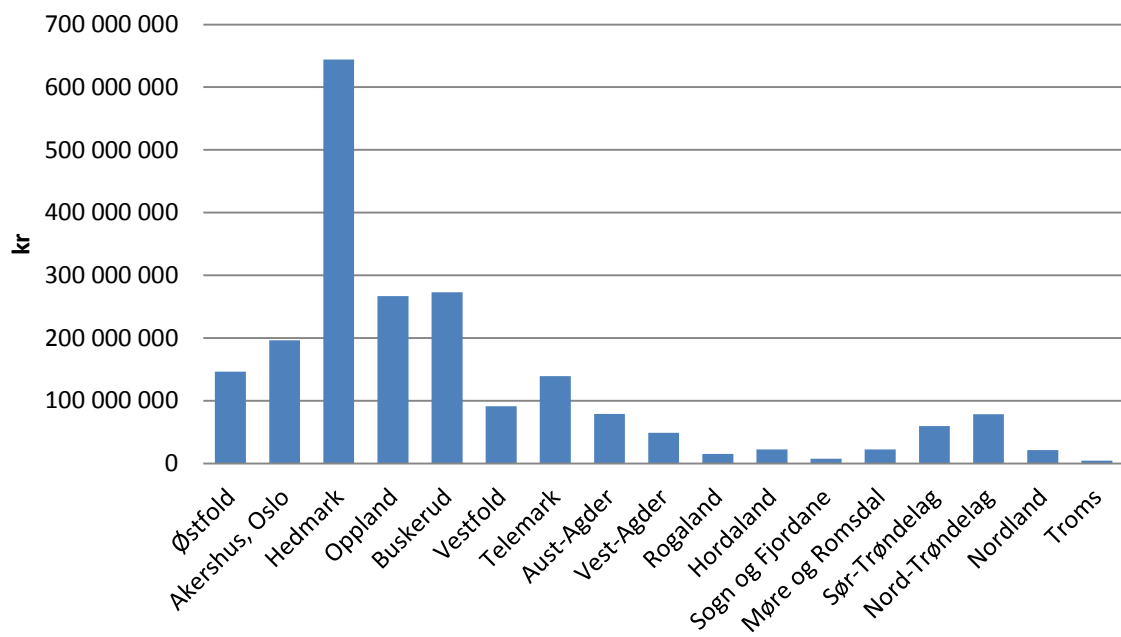
Vi benytter det omsatte volum av tømmer og kopler dette til pris på tømmer. Dette gjør at vi får en midlere verdi på omsatt tømmer både nasjonalt og fylkesvis. Kostnadssiden ved produksjon av tømmer har vi vist i tidligere figurer. Tømmerpris levert vei minus driftskostnader pr m³ kan tjene som et enkelt estimat på verdiskapingen i primærproduksjonen. Lønnskostnadene ved hogst og framkjøring gir et estimat på verdiskapingen i sekundærproduksjonen. Entreprenørenes profitt er imidlertid ikke tatt med i dette estimatet slik det egentlig skulle, men leveransene fra andre sektorer til skogsveibygging er på den andre sida ikke trukket fra.

Figur 28 illustrerer tømmerprisen minus driftskostnadene ved avvirkning (foryngelseshogst). Blå søyler illustrerer tilnærmet verdiskaping i skogbrukets primærproduksjon, mens de røde søylene illustrerer verdiskaping inklusive sekundærproduksjonen.



Figur 28. Tømmerpris fratrasket driftskostnader med og uten lønn til maskinførere. Fordelt på fylker.

Netto verdiskaping fra tømmer salg er størst i de tradisjonelle skogfylkene på Østlandet, med Hedmark i spissen, jfr. figur 29.



Figur 29. Netto verdiskaping fra tømmersalg (tømmerpris minus driftskostnader inkl. lønn). Fordelt på fylker.

4. DISKUSJON

Det er ett krevende arbeid å innhente gode tall på drivstofforbruk og kostnader. Kostnadstallene som er innhentet skal uansett være representative i bransjen, da flere entreprenører er intervjuet. Det vil alltid være forskjeller mellom ulike bedrifter – det kan for eksempel være ulike strategier for maskinbytter som påvirker timekostnaden. De fleste velger å kjøre med nytt utstyr for å redusere service- og reparasjonskostnadene, mens andre velger eldre maskiner med større risiko for kostbare havarier.

Rentenivå og dieselpriis er muligens de to kostnadspostene som kan svinge mest, og som har stor effekt på bunnlinjen. Rentenivået påvirker de totale kapitalkostnadene i stor grad, enten utstyret er leaset eller lånefinansiert. Høyt rentenivå gjør det mer aktuelt å kjøre maskinene i flere timer per år, siden kapitalkostnadene da vil utgjøre en prosentvis større andel enn ved lavere rentenivå. Ved lavt rentenivå vil dette i mange tilfeller ikke lønne seg, da lønnskostnadene per time uansett utgjør en stor andel. I tillegg øker risikoen for havarier betydelig når det jobbes i mørket, hvor sikten reduseres og kvaliteten på arbeidet kan bli lavere.

Drivstofforbruket i skogbruket kan betraktes som relativt lavt i forhold til energimengden som tømmeret som håndteres representerer. Det er imidlertid alltid mulig å bli bedre, og nye generasjoner motorer utvikles stadig. Skjerpede krav fra blant annet EU påvirker dette i stor grad. I tillegg utvikles ny teknologi, blant annet hybridteknikk. Det vil også ligge store potensialer for reduksjon av energiforbruket ved god planlegging og logistikk, samt å jobbe smartere.

Det er kalkulert med uproduktiv tid for sjåfører, med noe ulik prosent avhengig av maskintype. For eksempel er den produktive tiden for maskinførere satt lavest på flishogger og hogstmaskin, da disse som oftest krever mer service og vedlikehold enn for eksempel lassbærere. Tidsbruk til planlegging, møter etc. defineres også som uproduktiv tid.

Ved flytting av maskiner er det kalkulert 20 kilometer flytting hver vei, altså totalt 40 kilometer kjøring på flyttebilen. I den virkelige verden vil imidlertid avstanden flyttebilen må kjøre være betydelig lenger, siden den først må kjøre til området hvor maskinen befinner seg, og deretter flytte maskinen til neste objekt. Total kjøreavstand for å flytte maskinen to mil kan derfor fort bli det mangedobbelte. Økt kjørelengde på flyttebilen slår imidlertid kun marginalt ut på det totale energiforbruket og den totale kostnaden per dekar eller volum for den enkelte maskintype.

Trestørrelser (høyde og brysthøydiameter) som er grunnlag for beregningen av gjennomsnittlig trestørrelse i de forskjellige fylkene, baserer seg på stående skog i hogstklasse 5 (Eriksen et al. 2006 abcdefg). Ved avvirkning vil dette kunne avvike, siden den dårligste skogen ofte blir stående urørt eller overholdt lenger. Produktiviteten til maskinene kan således avvike noe fra resultatene i rapporten. Spesielt på Vestlandet, hvor mye av skogen som avvirkes er plantede områder med store dimensjoner, vil gjennomsnittstreet være større enn hva som er beregnet i rapporten.

Verdiskaping er i et samfunnsøkonomisk perspektiv definert som bidrag til netto nasjonalprodukt. Vi har i denne studien ikke hensyntatt kostnadene som påløper i primærskogbruket, dvs. alt som skjer i skogen fram til hogsten tar til. Vi forutsetter at ingenting er gjort fra frø til hogst – som betyr et noe for høyt estimat i vår analyse. Vi har også utelatt profitten til eierne i entreprenørbransjen da denne anses å være svært lav. Kostnader i omsetningsleddet i form av lønn til skogbruksleder osv. er også utelatt.

Det skjer en verdiskaping ved transport av tømmer fra velteplass til industritomt. I denne studien har vi ikke beregnet verdiøkningen som finner sted ved transport på vei, båt og bane.

Verdiskapingen for avvirkning er utelukkende basert på foryngelseshogst med hogstmaskin og lassbærer. I realiteten utgjør denne hogstformen og dette driftssystemet 85 % av den årlige avvirkningen i landet. 13 % er tynning og 2 % er annen hogst (blant annet taubane) (SSB, 2008). Tynningshogst og drift med taubane medfører høyere kostnader, og ville således medført en noe lavere netto verdiskaping for tømmeret.

Ved kalkulering av produktivitet for hogstmaskin i tynning er det tatt utgangspunkt i forsøk som ble gjort ved tynning av Lutzi gran på Stokmarknes i 2010 (Kjøstelsen og Hohle, 2011). Dette viste en relativt lav produktivitet, og således høye driftskostnader. I de sentrale skogstrøkene vil som oftest driftskostnaden i tynning være noe lavere enn dette.

Avvirkningsvolum og gjennomsnittlige tømmerpriser fordelt på sortimenter og fylker er hentet fra Skogdatas avvirkningsstatistikk. Videre er prisene veid mot mengder, og en veid middelpriis per kubikkmeter er kalkulert.

Ved- og pelletsproduksjon er utelatt i denne rapporten, da disse operasjonene er videreforedling av råvarer på lik linje med sagbruk og treforedlingsindustri. Heller ikke flishogging på terminal er inkludert av samme årsak. Kun operasjonene i skogen og fram til videreforedlingssted er inkludert.

5. KONKLUSJONER

- Energiforbruket ved skogbrukets operasjoner er relativt lavt i forhold til energimengden i råvarene som håndteres.
- Videretransport av virket med tømmerbil, tog eller båt utgjør en stor andel av det totale energiforbruket i skogbruket, men er sterkt avhengig av transportavstanden. Nedleggelse av skogindustri medfører lengre avstander.
- Operasjoner som innebærer en stor andel manuell arbeidskraft medfører relativt høye kostnader. Dette gjelder spesielt planting, stammekvisting og avvirkning med taubane.
- Å øke den årlige kjøretiden med maskiner eller lastebiler med 50 % reduserer timekostnadene kun marginalt.
- Høyere rentenivå vil øke kapitalkostnadens andel, noe som vil gjøre høyere årlig timeantall mer fordelaktig.
- Den samlede verdiskapingen fra avvirkning er utvilsomt høyest i de sentrale skogfylkene på Østlandet.

6. REFERANSELISTE

Muntlige kilder:

Erøy, Knut. Transportør. 2012. *Samtaler og e-post korrespondanse.*

Floor, Helge. Entreprenør. 2012. *Samtale angående toglessing.*

Grindstad, Jo Petter. Glommen Skog. Mai 2013. *Samtale angående togtransport.*

Gulli, Even. Norske Skog. 2012. *Samtaler angående togtransport.*

Holmgren, Rolf. Holmgren AS. Oktober 2012. *Samtale angående kostnader og produktivitet flishogging.*

Klokkerengen, Ole Randin. Maskinentreprenør. 2012. *Samtale angående kostnader og dieselforbruk på skogsmaskiner.*

Messenlien, Kjell. 2012. Akershus og Østfold virkestransport A/S. *Samtale angående tømmertransport.*

Raaheim, Andreas. Maskinentreprenør. 2012. *Samtale angående kostnader og dieselforbruk på skogsmaskiner.*

Sigurdson, Svein Erik. Maskinentreprenør. 2011 *Samtaler og elektronisk post angående kostnader og dieselforbruk ved markberedning.*

Statoil Aviation. Juni 2012. *Samtale angående drivstoffpriser til helikopter.*

Stryn, Tore. Pegasus Helicopter AS. 2012. *Samtale angående kostnader og produktivitet helikoptergjødsling og –sprøyting.*

Vadla, Kjell. Norsk institutt for skog og landskap. 2011. *Produktivitet ved stammekvisting.*

Varli, Terje. Maskinentreprenør. *Samtale angående kostnader og dieselforbruk på skogsmaskiner.*

Litteratur:

Andreassen, K., Eriksen, R., Tomter, S. og Granhus, A. 2012a. Statistikk over skogforhold og skogressurser i Troms. Landsskogtakseringen 2005-2009. Ressursoversikt fra Skog og landskap 02/12.

Andreassen K., Eriksen R., Granhus A., Tomter, S., Viken K.O. og Astrup R. 2012b. Statistikk over skogforhold og skogressurser i Nordland. Landsskogtakseringen 2005-2009. Ressursoversikt fra Skog og Landskap. 01/12

Belbo, H. og Kjøstelsen, L. 2009. Utkjøring av ukomprimert heltrebiomasse fra vegkantrydding. Oppdragsrapporter fra Skog og landskap 19/09.

- Brunberg, T. 2006. Bränsleförbrukning hos skördare og skotare. Resultat från Skogforsk 22/2006.
- Brunberg, T., Granlund, P. og Nordén, B. 2005. Standardiserende bränslömätning för skotare og skördare. Resultat från Skogforsk 10/2005.
- Eriksen, R., Tomter, S.M. og Ludahl, A. 2006a. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Telemark. Landsskogtakseringen 2000-2004. NIJOS-ressursoversikt 5/06: 58 s.
- Eriksen, R., Tomter, S.M. og Ludahl, A. 2006b. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Sør-Trøndelag. Landsskogtakseringen 2000-2004. NIJOS-ressursoversikt 02/2006: 56 s.
- Eriksen, R., Tomter, S.M. og Ludahl, A. 2006c. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Møre og Romsdal. Landsskogtakseringen 2000-2004. NIJOS-ressursoversikt 01/2006: 58 s.
- Eriksen, R., Tomter, S.M. og Ludahl, A. 2006d. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Oppland. Landsskogtakseringen 2000-2004. NIJOS-ressursoversikt 04/06: 52 s.
- Eriksen, R., Tomter, S.M. og Ludahl, A. 2006e. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Buskerud. Landsskogtakseringen 2000-2004. NIJOS-ressursoversikt 06/06: 52 s.
- Eriksen, R., Tomter, S.M. og Ludahl, A. 2006f. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Vestfold. Landsskogtakseringen 2000-2004. NIJOS-ressursoversikt 03/06: 57 s.
- Eriksen, R., Tomter, S.M. og Ludahl, A. 2006g. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Hedmark. Landsskogtakseringen 2000-2004. NIJOS-ressursoversikt 07/06: 52 s.
- Forsberg, M. og Löfroth, C. 2002. Lägre bränsselförbrukning med utbildning och bättre vägar. Resultat från Skogforsk 18/2002.
- Gillebo, R. 2012. Utvikling av Røros- og Solørbanen. Civitas.
- Grønland, S.E. 2011. Kostnadsmodeller for transport og logistikk. TØI rapport 1127/2011.
- Hohle, A. og Kjøstelsen, L. 2012. Multi tree harvesting of energy wood on difficult stands. Delrapport i ForestPower prosjektet. Norsk institutt for skog og landskap.
- Hohle, A. Energiforbruk ved høsting av skogsbrensel. Semesteroppgave ved Universitetet for miljø- og biovitenskap.
- Kärhä, K. 2006. Whole-tree harvesting in young stands in Finland. Forest studies Vol.45. pp 118-134.
- Kjøstelsen L. og Hohle, A. 2010. Tynning av Lutz gran til energiformål. Rapport fra driftsteknisk forsøk i «Forest Power» prosjektet. Norsk institutt for skog og landskap.
- Lileng, J. 2009. Avvirkning med hjulgående maskiner i bratt terreng. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 15/2009.
- Petterson, M. 2006. Grotskotning – Driftsuppföljning og tidsstudie. Delrapport inom projektet «Samverkan för utveckling och förädling av regionens outnyttjade skogsresurser». SLU/Energidalen i Sollefteå AB.
- Skogdata. 2011. Statistikk skogkultur, avvirkning og tømmertransport. 2011.

SSB. 2008. Landbruksundersøkelsen – statistikk om avvirkning.

SSB. 2011. Statistikk skogkultur og avvirkning. 2011.

SSB. 2012. Kostnadsindeks for lastebiltransport 6/2012.

Statens landbruksforvaltning og Jernbaneverket. 2010. Økt virkestransport på jernbane. Utredning til Landbruks- og matdepartementet og Samferdselsdepartementet. Rapport 2010.

Strømnes, R. 1986. Tidsstudier av avstandsregulering med motorrydningssag i ung granskog. Rapport 8/86 - driftsteknisk rapport nr. 31. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning.

Tomter, S., Eriksen, R. & Aalde, H. 2001a. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Nord-Trøndelag - Landsskogtakseringen 1995-1999. NIJOS ressursoversikt 06/01: 61 s.

Tomter, S., Eriksen, R. & Aalde, H. 2001b. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Akershus og Oslo - Landsskogtakseringen 1995-99. NIJOS ressursoversikt 04/01: 61 s.

Tomter, S., Eriksen, R. & Aalde H. 2001c. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Aust-Agder - Landsskogtakseringen 1995-1999. NIJOS ressursoversikt 03/01: 61 s.

Tomter, S. & Eriksen, R. 2001d. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Vest-Agder - Landsskogtakseringen 1995-1999. NIJOS ressursoversikt 02/01: 60 s.

Tomter, S. & Eriksen, R. 2001e. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Østfold - Landsskogtakseringen 1995 - 1999. NIJOS ressursoversikt 01/01: 59 s.

Nørstebø, V.S., Johansen, U., Gabriel, H.M. Sintef, Talbot, B. og Nilsen, J.E. 2011. Transport av skogsvirke i kyststrøk fra Finnmark til Rogaland. Rapport . SINTEF A20874-Åpen. 2011.

Østhassel, E. 2011. Fra skoleverk til næring – med vekt på maskinskogbruket i entreprenørbransjen. Forelesning Ås 14.april 2011.

7. APPENDIX

7.1 Statistikk fra skogbruket i Norge

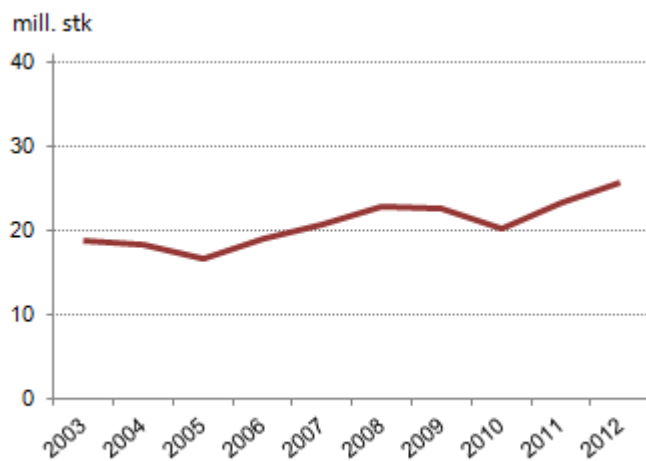
7.1.1 SKOGKULTUR

Tabell 51. Årlig skogplanting i Norge i perioden 2002-2011. Antall planter.

Skogplanting ¹ , antall, 2002-2011. I 1000 stk										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sum	28 632	18 731	18 401	16 788	19 108	20 675	22 935	22 675	20 252	23 310
1 Østfold	610	680	657	748	752	951	882	893	808	965
2 Oslo/Akershus	216	1 396	1 073	1 282	1 120	1 143	1 064	1 227	908	1 219
4 Hedmark	5 509	4 421	3 979	3 882	4 573	5 085	5 211	4 609	4 535	4 920
5 Oppland	4 579	3 716	3 900	3 648	3 716	3 563	3 784	4 541	4 059	4 265
6 Buskerud	2 256	1 413	1 686	1 491	1 365	1 568	1 880	1 824	1 764	2 330
7 Vestfold	665	546	659	698	580	721	854	1 049	1 007	868
8 Telemark	1 751	1 041	937	792	935	971	1 276	992	944	967
9 Aust-Agder	879	357	374	370	457	475	397	458	339	521
10 Vest-Agder	715	281	297	309	336	290	387	325	350	490
11 Rogaland	420	133	168	135	227	229	208	270	353	303
12 Hordaland	475	167	120	103	124	129	202	179	298	299
14 Sogn og Fjordane	879	320	212	163	186	213	233	206	171	213
15 Møre og Romsdal	939	467	371	270	283	387	456	344	363	424
16 Sør-Trøndelag	2 039	1 007	1 080	836	1 306	1 469	1 776	1 640	1 280	1 475
17 Nord-Trøndelag	3 887	2 310	2 401	1 631	2 379	2 587	3 221	3 040	2 251	2 863
18 Nordland	1 664	478	486	424	649	723	740	648	536	702
19 Troms	1 149	0	0	6	119	171	366	429	285	463
20 Finnmark	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23

Kilde: Statens landbruksforvaltning

¹ Nyplanting og suppleringsplanting. Uten juletrær og pyntegrønt. Finnmark er kun med i 2011



Kilde: Statens landbruksforvaltning

Figur 13. Årlig skogplanting i Norge, år 2001-2010.

Tabell 52. Årlig skogplanting i Norge i perioden 2002-2011. Antall dekar.

Skogplanting ¹ , areal, 2002-2011. Dekar										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sum	159 800	111 620	116 310	105 980	123 270	132 400	142 140	158 180	119 380	135 271
1 Østfold	3 300	3 030	3 220	4 170	3 940	5 080	4 560	6 510	3 850	4 802
2 Oslo/Akershus	8 060	9 730	7 890	6 980	6 290	6 190	5 630	6 620	5 120	8 262
4 Hedmark	29 930	26 360	26 200	26 400	33 540	30 630	28 900	26 760	25 990	25 127
5 Oppland	26 340	21 630	23 140	22 880	23 370	23 220	25 360	38 780	24 900	24 515
6 Buskerud	11 470	8 150	10 130	9 080	9 020	9 880	11 270	13 520	10 780	14 493
7 Vestfold	3 740	3 440	4 290	4 850	3 520	4 890	5 890	8 360	6 280	5 443
8 Telemark	11 730	6 780	6 950	5 300	7 180	8 300	9 180	6 670	5 710	6 559
9 Aust-Agder	4 880	2 190	2 330	2 300	2 770	2 900	6 130	2 880	2 330	2 903
10 Vest-Agder	3 280	1 260	1 410	1 520	2 120	1 640	2 230	2 470	1 700	2 316
11 Rogaland	1 740	570	790	590	980	980	870	1 120	1 480	1 215
12 Hordaland	1 970	710	560	490	520	580	970	740	1 340	2 311
14 Sogn og Fjordane	3 290	940	790	630	690	800	1 910	760	690	859
15 Møre og Romsdal	3 500	2 040	1 870	1 240	1 310	1 780	2 090	1 480	1 450	1 666
16 Sør-Trøndelag	11 530	6 410	7 250	5 400	8 480	9 450	11 830	10 380	8 310	9 029
17 Nord-Trøndelag	22 070	15 160	15 890	11 280	14 770	20 150	18 930	24 380	14 730	19 782
18 Nordland	8 410	3 220	3 600	2 850	4 270	5 240	4 920	4 970	3 540	4 034
19 Troms	4 560	0	0	20	500	690	1 470	1 780	1 180	1 912
20 Finnmark	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43

Kilde: Statens landbruksforvaltning

¹ Nyplanting, uten juletrær og pyntegrønt. Finnmark er kun med i 2011

Tabell 53. Årlig ungskogpleieareal i Norge i perioden 2002-2011. Antall dekar.

Ungskogpleie ¹ , areal, 2002-2011. Dekar										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sum	305 020	111 060	260 480	282 170	217 010	299 990	297 600	311 300	272 330	271 064
1 Østfold	20 580	6 910	17 830	21 820	14 930	18 940	23 620	19 680	17 160	17 938
2 Oslo/Akershus	19 970	14 300	18 600	21 450	19 470	23 980	21 450	24 890	17 480	27 187
4 Hedmark	53 620	33 540	51 170	70 200	49 280	84 920	79 310	84 410	74 380	67 789
5 Oppland	20 420	11 180	21 900	20 640	17 610	23 200	28 560	29 930	27 260	31 391
6 Buskerud	31 810	12 040	28 600	27 970	23 010	33 190	34 300	31 180	33 330	28 115
7 Vestfold	19 170	8 220	15 040	17 490	12 040	17 030	16 330	17 390	14 630	15 333
8 Telemark	26 450	10 290	23 210	25 990	16 290	22 410	21 230	24 270	19 620	17 048
9 Aust-Agder	18 800	3 360	18 450	16 880	13 670	19 510	17 030	16 780	17 810	17 880
10 Vest-Agder	10 420	2 570	11 170	10 120	6 720	10 310	10 460	7 910	6 720	6 496
11 Rogaland	3 410	320	2 890	2 270	1 720	1 630	2 160	2 490	1 850	721
12 Hordaland	4 240	250	1 890	1 630	1 150	1 100	910	710	450	635
14 Sogn og Fjordane	2 660	90	1 160	900	680	320	500	820	600	459
15 Møre og Romsdal	8 750	560	7 290	6 450	3 900	5 740	6 880	7 520	5 100	4 415
16 Sør-Trøndelag	14 740	1 940	7 430	7 510	7 420	7 660	7 190	12 510	9 950	10 254
17 Nord-Trøndelag	31 600	4 120	22 420	20 170	21 130	23 070	20 810	22 070	18 990	19 428
18 Nordland	14 140	1 380	8 770	7 970	6 400	5 120	5 470	7 260	5 400	4 269
19 Troms	4 240	0	2 650	2 710	1 590	1 840	1 390	1 490	1 610	1 661
20 Finnmark	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45

Kilde: Statens landbruksforvaltning

¹ Kjemisk etterbehandling (sprøyting) er ikke med. Finnmark er kun med i 2011

Tabell 54. Areal sprøyting og gjødsling i 2010. Kilde: Statens Landbruksforvaltning.

Aktivitet	Sum av ANVIST	Sum av BELØP	Sum av AREAL
Gjødsling av myr	23970	13657	63
Gjødsling av fastmark	1464439,5	852580	5723
Kjem.beh. forarbeid	365819,5	348312,5	1228
Kjem.beh. etterarbeid .	1338145,45	1171463,97	5356
Totalt	3192374,45	2386013,47	12370

7.1.2 AVVIRKNING

Avvirkningen i Norge var i 2010 på 8,3 mill m³. Av dette var 85 % sluttavvirkning, 13 % tynning og 1 % sluttavvirkning med kabelkran. (SSB 2008 landbruksundersøkelsen).

Sluttavvirkning	7 055 000 m ³ +94 000 m ³ =7 149 000 m ³
Tynning	1 079 000 m ³
Sum	8 228 000 m ³

¹Kabelkran 94 000 m³

¹ Kalkulert ved å ta totale tilskuddsutbetalinger til taubanedrifter dividert på 100 kr/m³.

Tabell 55. Årlig avvirkning av industrivirke i Norge i perioden 2002-2011. Antall m³ oppgitt i tusen.
Kilde: Statens Landbruksforvaltning.

Avvirkning, alt tømmer. 2002-2011. 1000 m ³										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sum	7 403	6 967	7 466	8 451	7 382	8 351	8 207	6 779	8 396	8 687
1 Østfold	429	447	521	555	541	551	506	430	558	577
2 Oslo/Akershus	636	604	691	611	583	598	590	549	715	667
4 Hedmark	2 095	1 942	2 186	2 621	2 017	2 527	2 273	1 998	2 416	2 511
5 Oppland	987	964	990	1 206	960	1 109	1 088	883	1 022	1 102
6 Buskerud	928	859	875	1 037	870	1 001	961	786	1 040	1 067
7 Vestfold	222	214	250	268	268	383	371	276	333	320
8 Telemark	661	552	557	613	601	617	637	433	599	616
9 Aust-Agder	314	301	296	360	289	286	329	236	306	326
10 Vest-Agder	125	132	139	139	136	130	166	158	210	255
11 Rogaland	25	32	43	45	59	46	107	80	93	92
12 Hordaland	36	37	53	53	51	76	95	89	121	146
14 Sogn og Fjordane	58	55	64	55	51	47	47	30	39	44
15 Møre og Romsdal	68	65	58	60	63	80	87	80	106	132
16 Sør-Trøndelag	213	221	225	267	265	291	286	215	283	260
17 Nord-Trøndelag	465	421	394	445	494	472	515	409	448	414
18 Nordland	125	113	118	111	127	135	141	123	105	155
19 Troms	16	8	5	8	7	4	6	5	3	3

Tabell 56. Årlig avvirkning av industrivirke i Norge i perioden 2002-2011 fordelt på sortiment. Antall m³ oppgitt i tusen. Kilde: Statens Landbruksforvaltning.

Avvirkning 2002-2011. 1000 m ³										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sagtømmer	3 978	3 760	3 973	4 447	3 712	4 354	3 965	3 075	4 354	4 341
Massevirke	3 426	3 207	3 492	4 004	3 670	3 991	4 243	3 704	4 042	4 345
Sum	7 403	6 967	7 466	8 451	7 382	8 346	8 208	6 779	8 396	8 687

Andel avvirkning 2002-2011 %										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sagtømmer	54	54	53	53	50	52	48	45	52	50
Massevirke	46	46	47	47	50	48	52	55	48	50

Tabell 57. Utbetalte tilskudd av avvirket energvirke i 2010. Antall Im^3 . Kilde: Statens Landbruksforvaltning.

	Im³ skogsflis
FØRSTEG.TYNN-HELTRE	24 300
GROT (hogstavfall)	32 000
UNGSKOGPLEIE	1 400
LAUVSKOGHOGST	102 700
KULTURLANDSK.PLEIE	201 800
VEGKANTRYDDING	58 800
FØRSTEG.TYNN-RUNDEV.	800

7.1.3 TRANSPORT

Tabell 58. Transportstatistikk sagtømmer 2010. Skogdata 2011.

År	Fylke	Fylkesnavn	Kr	Volum Transport	Transportarbeid	Avstand
2010	01	Østfold	16 037 504	235 274	15 838 870	67
2010	02	Akershus	17 325 035	295 442	14 813 818	50
2010	03	Oslo	752 690	16 684	467 513	28
2010	04	Hedmark	55 470 655	1 072 264	56 378 508	53
2010	05	Oppland	24 690 439	414 283	22 312 126	54
2010	06	Buskerud	28 160 297	404 518	28 692 146	71
2010	07	Vestfold	6 243 753	138 138	4 475 495	32
2010	08	Telemark	20 754 224	255 094	20 340 850	80
2010	09	Aust-Agder	8 101 047	138 858	7 012 488	51
2010	10	Vest-Agder	5 806 252	86 358	5 509 448	64
2010	11	Rogaland	1 359 231	21 162	699 573	33
2010	12	Hordaland	4 233 401	44 528	1 121 415	25
2010	14	Sogn og Fjordane	1 183 535	14 020	541 284	39
2010	15	Møre og Romsdal	4 137 461	42 748	3 522 518	82
2010	16	Sør-Trøndelag	8 041 479	120 712	8 133 054	67
2010	17	Nord-Trøndelag	9 968 617	178 239	9 561 880	54
2010	18	Nordland	4 519 931	48 798	4 804 850	98
2010	19	Troms	7 161	105	4 731	45
			Sum:	3 527 225		
					Average:	55

Tabell 59. Transportstatistikk massevirke og bioenergi 2010. Skogdata 2011.

År	Fylke	Fylkesnavn	Kr	Volum Transport	Transportarbeid	Avstand
2010	01	Østfold	14 436 844	237 551	12 354 455	52
2010	02	Akershus	27 114 987	327 655	27 068 011	83
2010	03	Oslo	1 627 902	40 228	1 750 833	44
2010	04	Hedmark	55 425 933	962 989	50 158 556	52
2010	05	Oppland	36 440 346	437 537	38 632 471	88
2010	06	Buskerud	35 774 264	485 399	34 413 759	71
2010	07	Vestfold	12 899 356	148 968	11 973 664	80
2010	08	Telemark	21 988 855	230 211	22 168 878	96
2010	09	Aust-Agder	8 760 049	103 587	8 086 244	78
2010	10	Vest-Agder	4 939 003	67 015	3 639 206	54
2010	11	Rogaland	2 362 105	39 296	1 126 880	29
2010	12	Hordaland	3 459 840	42 177	1 407 067	33
2010	14	Sogn og Fjordane	1 020 991	13 315	400 324	30
2010	15	Møre og Romsdal	2 663 967	36 841	1 637 773	44
2010	16	Sør-Trøndelag	10 607 514	133 315	11 629 970	87
2010	17	Nord-Trøndelag	14 927 527	206 185	16 544 468	80
2010	18	Nordland	2 615 615	69 756	3 510 168	50
2010	19	Troms	2 105 982	12 351	1 952 361	158
			Sum:	3 594 377		
					Average:	67

Transportmengder tog

Det ble transportert 1,1 millioner m³ tømmer fra Hedmark og Oppland i 2011. 45 000 m³ av dette startet på dieselstrekning og kjøreavstanden var 130 km på diesel. I Trøndelag ble 130 000 m³ kjørt med diesellok med en middelavstand på 200 km. Fra Drammen ble det fraktet 50 000 m³ ut av landet med elektrisk tog.