



Høgskolen i **Hedmark**

Campus Evenstad

Håkon Skjetne Holmli

Produksjonsanalyse av Mounthy-kabelkran



Bachelor i skogbruk 2011 - 2014

Skogbruk

2014

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket

Ja

Nei

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

Ja

Nei

Sammendrag

En stor andel av dagens hogstmodne skog i Norge står i bratt terreng (Norsk institutt for skog og landskap, 2014). Denne skogen blir i dag avvirket i hovedsak gjennom gravedrifter eller med taubane. Taubanen er et miljøvennlig alternativ og stiller ikke krav til løsmassenes tykkelse og egenskaper (Lileng, 2009). Men dagens taubaner produserer mindre enn hjulgående utstyr. Jeg har derfor gjennom denne oppgaven analysert hvilke tiltak som kan gjøres for å heve produksjonen med Mounity kabelkran. Analysene er basert på to ulike kabelkraner, Mounity 3000 og 4000, med to ulike løpekatter, Liftliner og Woodliner. For å se hvordan produksjonen blir påvirket av skoglige og metodiske forhold brukte jeg tidsstudie og driftsstatistikk. Tidsstudiet er i fra 4 ulike drifter, med totalt 126 lass, mens driftsstatistikken er i fra 23 ulike drifter med 329 arbeidsskift og totalt 13.267 lass. Dette datamaterialet er brukt til å analysere hvordan skoglige forhold og bruk av ulike metoder påvirker produksjonen. Analysene viser at man kan spare mye tid og driftskostnader ved å ta i bruk ny teknologi som selvutløsbare stropper, droner og lettere riggeutstyr. Dette kan senke den uproduktiv tiden brukt på rigging og unødvendig ståtid av løpekatten. Produksjonen kan også økes med bedre planlegging av veianlegg, gjennom optimal veiavstand og bedre plassering av standplasser. Dette kan optimalisere vinsjehastigheten med god pilhøyde og minimalisere behov for bukker. Analysene viser at optimal veiavstand, ut i fra skogeiers ståsted, for Mounityene varierer i fra 300 m med et uttak på 60 kbm/dekar og lass på 1,1 kbm, til 500 m ved 15 kbm/dekar. Lasstørrelsen korrelerer også med optimal veiavstand, fra 300 m ved lass på 0,7 kbm og 30 kbm/dekar til 500 m ved 1,9 kbm/lass. Det vil si at ved grov skog med lavt antall tre per kbm kan man vinsje lengre enn ved mindre trær. Fordi det er lettere å vinsje større hiv med grøvre trær. Stroppetiden korrelerer også med antall trær/ lass. Optimal bredde på vinsjegata basert på stropptiden varierer også med kbm/dekar og lasstørrelse. I fra 30 m bred vinsjegate ved 60 kbm/dekar og lass på 1,1 kbm til 60 meter bred vinsjegate ved 15 kbm/dekar. Ved økende lasstørrelse øker også optimal bredde. Analysene viser derfor at man ved bygging av veianlegg der det skal avvirket med Mounity kabelkran, må man ta hensyn til de terrengmessige forholdene, de skoglige forholdene, gjennom kbm/dekar og antall tre per kbm, og veikostnaden etter statstilskudd og skogfondsfordel.

Nøkkelord: Mounity kabelkran, skogsdrift i bratt terreng, optimal veiavstand, veitetthet, produktivitet.

Abstract

Large volumes of timber are found in steep terrain in Norway. This forest is nowadays being harvested with an excavator, that makes simple roads for the harvester and the forwarder, or harvested with a cable yarder. The cable yarder is more environmental friendly and is not depending on the depth of the soil to make simple roads (Lileng, 2009). The yarders today produce less than that harvester and forwarder. The purpose of this paper is therefore to analysis which measures who can increase the production which the Mounity cable yarder. The Mounity is today being used in ca 40 % of the cable yarding operations in Norway (Vennesland, Hohle, Kjølseten, & Gobakken, 2013). The data analyses are based on 2 different Mounity cable yarders, the 3000 and the 4000, with Lifliner and Woodliner carriage. Both yarders use a Woody 60 harvester head. To see how forest conditions and different methods affects the production, I used time studies and operating statistics. The time study is from 4 different operations, with 126 loads/working cycles, and the operating statistics is from 329 working shifts and 13.267 loads. This data has then been used to analysis how different conditions in the forest, $m^3/dekar$ and load volume, and different methods affect the production. The analyses show that the production can be increased when using new technology as radio controlled chokers, drones to pull the strawline and lighter equipment for installation of the cable corridor. This can decrease the non-productive time used on installation and non-necessary stopping with the carriage. The production can also be increased with better planning of roads and with landings and with optimal road spacing. Optimal landings can decrease the cycle time per load and the use of supports, cutting down on non-productive time. The analyses show that optimal road spacing for the Mounitys, from the landowner points of view, for the Mounities varies from 300 m when the harvest volume is $600 m^3/ha$ and average load is $1,1 m^3$, up to 500 m when the harvest volume is $150 m^3/ha$. When the volume of loads are increasing, the optimal road spacing is also increased, giving rise to a correlation. When the load is $0.7 m^3/load$ and the harvest volume is $300 m^3/ha$, the optimal road spacing is 300 m. When load is increasing to $1.9 m^3/load$ the optimal road spacing is 500 m. Analyses of the operating statistics show that the load volume correlates with volume per tree. Time spent setting the chokers will increase when tree numbers per load increase. Optimal width of the corridor based on time setting the chokers at the landing in Tretten, also varies with m^3/ha and load volume. When the harvest volume is $600 m^3/ha$ and the average load is $1.1 m^3$, the optimal width is 30 m. When the harvest volume is $150 m^3/ha$ the optimal width of the corridor is 60 m. The load volume and optimal width also correlates. Analyses show that when building roads for cable yarding with Mounity cable yarder, there are different factors that determine the location. The conditions of the terrain and forest, and the road cost minus grants and "skogfond" are all factors that have an effect on optimal road spacing.

Forord

Denne bacheloroppgaven avslutter mitt 3-årige bachelorstudie i skogbruk ved Høgskolen i Hedmark ved avdeling Evenstad. Arbeidet med oppgaven har videreutviklet min innsikt og interesse for driftsteknikk i bratt terreng, gjennom studier og analyser av tidsbruk og kostnader.

Denne oppgaven har blitt til ved samarbeid og god hjelp fra flere ansatte ved Norsk institutt for skog og landskap ved avdelingen for driftsteknikk. Nils Olaf Kyllø har vært med i fra starten av og bidratt med innspill til problemstillingen, og senere gitt meg mye innsikt i alt som har med taubaner i skogbruket å gjøre. Mange spørsmålene er blitt besvart grundig, til alle døgnets tider, og det har vært til stor hjelp. Bruce Talbot og Leif Kjøstelsen har bidratt med utarbeidelse av metodikken. Mens Morten Nitteberg har bidratt med en stor del av datamaterialet i denne oppgaven, samt utlån av datalogger til tidsstudiet.

Viljo Finnøen har lært meg mye om det praktiske arbeidet på en kabelkran, som vinsjfører på Owren 350, der jeg jobbet som stropper på Vingrom sommeren 2013. Det har latt meg kjenne på kroppen hvilke oppgaver stropperen har under vinsjing og rigging av taubanen. Mye innsikt kommer gjennom fysisk arbeid.

Min veileder ved Evenstad, Stig-Ole Steener, har stilt kritiske spørsmål underveis i skrivingen av oppgaven. Samt gitt meg innsikt i bygging av skogsbilveier og hvordan veien skal avhjelpe ulike driftstekniske løsninger, gjennom fag på Evenstad.

Samarbeidet med dere har styrket oppgaven.

Evenstad, 25. april 2014

Håkon Skjetne Holmli

*Forsidebildet: Vinsjing med Mouny 4100 ved Voss november 2012, T. Frivik Taubanedrift AS.
Fotograf: Håkon Skjetne Holmli*

Innhold

Sammendrag	1
Abstract	2
1. Innledning.....	5
1.1 Problemstilling:.....	6
2. Materialet og metode	6
2.1 Tidsstudiet	8
2.1.1 Driftene.....	9
2.1.2 Tidsregistrering.....	10
2.2 Driftsstatistikk.....	12
2.3 Dataanalyser.....	12
3. Resultater	18
3.1 Tidsstudie	18
3.2 Driftsstatistikken	25
3.3 Optimalisering av veitetthet.....	27
4. Diskusjon	30
4.1 Valg av metode.....	30
4.2 Resultatene.....	31
4.2.1 Vinsjing	31
4.2.2 Rigging	36
4.2.3 Optimal veiavstand.....	39
5. Konklusjon	41
6. Referanser	43
7. Vedlegg.....	45

1. Innledning

En stor del av den hogstmodne skogen i Norge i dag står i bratt terreng. Det vil si i hovedsak terreng med større helning enn 40 %. Spesielt kystskogfylkene har stor andel gammelskog i bratt terreng, med hele 31 % av volumet (Johnsrud, 2010). For at dette volumet skal kunne drives må det spesielle driftstekniske løsninger til. I dag er det i hovedsak hogst der gravemaskiner og hjulgåendeutstyr samarbeider, såkalte gravedrifter, og ulike taubaner som i stor grad blitt brukt til å få fram virket. Taubaner krever mye mindre terrenginngrep og er derfor en mer miljøvennlig driftsmetode (Lileng, 2009). Norge utviklet mye nytt utstyr innen taubaneteknikk fram til 1990-tallet og hadde sitt toppår for avvirkning i bratt terreng i 1991 med 510.000 kbm, i hovedsak med taubaner. I dag avvirket det ca 75.000 kbm årlig med taubaner (pers. med. Nils Olaf Kyllø). Men når skogreisings-skogen som ble plantet etter krigen på Vestlandet blir hogstmoden, kommer hogstmodent volum i bratt terreng til å øke betydelig (Granhus, Høyen, & Nilsen, 2012). Utfordringen til hogst i bratt terreng med taubane er høye driftspriser, og tilskudd til skogeier fra staten, via Fylkesmannen, er ofte avgjørende for lønnsomheten. Der det er mulig med gravedrifter gir dette ofte en lavere driftspris enn taubanedrifter (Lileng, 2009). Det er flere grunner til høye timepriser med taubaner, men mye manuelt arbeid med felling, stropping og ikke produserende operasjoner, som rigging, tar mye tid. Med en stadig synkende reel tømmerpris (SSB, 2012) må det effektiviseres og spares kostnader, slik at driftsprisene ikke overstiger tømmerverdien, og store skogressurser blir nullområder. I tillegg til høye driftskostnader i et bratt terrenget må man ha en høyere veitetthet for å kunne drive effektivt i forhold til slakere terreng (Ghaffariyan, Stampfer, & Sessions, 2010). Dette gjør at det er store kostnader som pålegges skogeiere i det bratte terrenget. Det er derfor viktig at man optimaliserer veitettheten for å minimere driftskostnadene. Samt at staten spiller en viktig rolle som bidragsyter til skogsveier gjennom direkte tilskudd og indirekte gjennom skogfondsordningen (Skogkurs, 2014). For å kunne effektivisere hogsten må nytt utstyr og metoder utvikles og testes slik at produksjonen øker per driftstime. Mange av taubanene som i dag brukes i Norge er importert, blant annet Mouny-banene, utviklet hos Konrad Forsttechnik GmbH i Østeriket.

Mouny er en lastebilmontert kabelkran som har alle de funksjonene som kreves for å vinsje heltre fra stubbe til lunneplassen, kviste, aptere og kappe tømmeret. For så å stable det i tømmerlunner rundt basmaskinen, med hogstaggregatet som kan brukes som tømmerklo (Kyllø, 2012). Dette er et enkelt system som er mye brukt i Mellom-Europa. Kabelkranen er laget for å opereres av et arbeidslag på 3 mann, feller, stropper og kranførere. Dette er med å gjør at det er et forholdsvis rasjonelt system, i forhold til andre driftssystemer som krever 5 mann i arbeid og flere maskiner. Når alle funksjoner også er samlet på en basmaskin gir dette mindre vedlikehold, men man er også mindre fleksibel på standplassen. Kabelkranen er også avhengig av bilveier for å kunne operere, men

er ikke avhengig flyttebil. Det er derfor viktig med et godt planlagt veinett, spesielt med tanke på plassering av samleveiene som skal gi tilgang til skogen. Veianlegget skal gå igjennom hensiktsmessige punkter for å optimalisere taubanestrekene (Johnsrud, 2007). På grunn av at kabelkranen ikke kan flyttes under vinsjing er det rekkevidden på tømmerkranen, der hogstaggatet sitter, som avgrenser lunneområdet. Med en dagsproduksjon på omtrent 40 - 50 kbm/dag, må det ofte kjøres en tømmerbil per dag for at produksjonen på kabelkranen ikke skal stoppe opp på grunn av manglende plass for tømmeret. Dette setter krav til utforming av veianlegg og standplasser, samt at tømmerbiler må kjøres forholdsvis jevnt (Johnsrud, 2007). I dag brukes Mouny kabelkraner i ca 40 % av taubanedriftene i Norge (Vennesland, Hohle, Kjøstelsen, & Gobakken, 2013)

Men for at det også i framtiden skal være økonomi i å hogge og transportere fram tømmer i det bratte terrenget med taubane, må man analysere hvilke faktorer, driftstekniske og skoglige, som påvirker produksjonen og dermed driftsprisen. Jeg ønsker derfor i denne bacheloroppgaven å bruke tidsstudie og driftsstatistikk av Mouny-kabelkran å se hvordan tidsbruken blir påvirket av skoglige faktorer. Det er også viktig å se på hvordan den ikke produktive tiden, montering og sideforflytning påvirker produktiviteten. Disse faktorene må minimaliseres. Jeg vil også se hvordan man kan optimalisere avstanden mellom samleveiene for drift med Mounyene, ut i fra ulike skoglige faktorer.

1.1 Problemstilling:

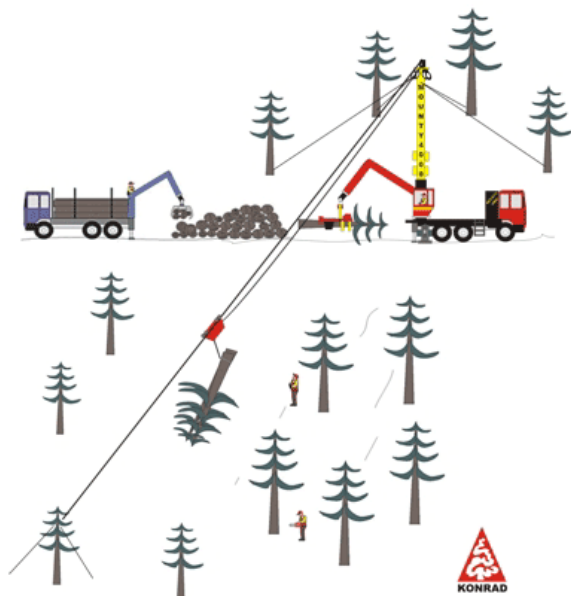
- Finne ut om de skoglige forholdene i form av kbm/dekar og volum/tre har innvirkning på produksjonen. Samt analysere om vinsjeretning, terreng og vær har innvirkning på produksjonen. For dermed å finne ut hvilke forbedringer som kan gjøres for å redusere tidsbruken og dermed kostnadene.
- Løse problemstillingen gjennom dataanalyser av tidsstudier og driftsstatistikk.
- Resultatet skal brukes videre til å finne optimal samleveiavstand for Mounyene, ut i fra ulike skoglige forhold og skogeiers økonomiske perspektiv.

2. Materialet og metode

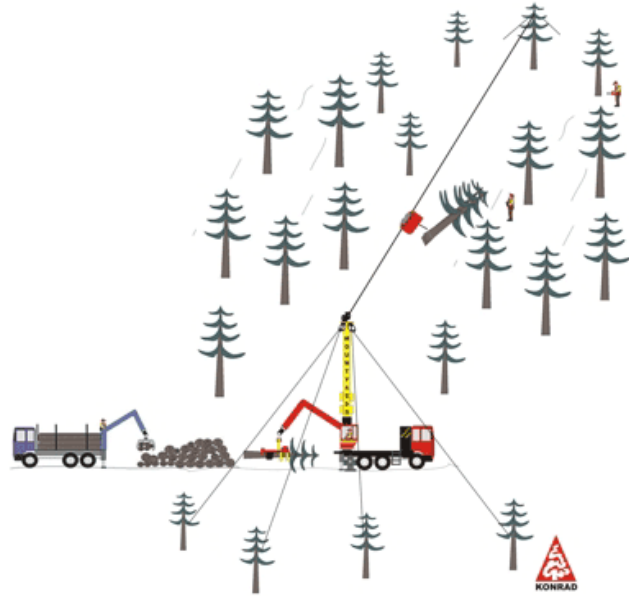
For å undersøke produktiviteten til Mounyene ble det brukt tidsstudie og driftsstatistikk som metode. Disse dataene kan splittes opp dataene og analysere hvordan tidsbruken mellom de ulike arbeidsoperasjonene/ deltidene fordeles. Ved å registrere ulike skoglige forhold kan man se hvordan dette påvirker produktiviteten. Tidsstudie har blitt utført på to ulike Mouny kabelkraner, 3000 og 4000. På Mouny 3000 ble det brukt en Liftliner løpekatt. Tidsstudie av Mouny 4000 ble gjort av

Skog og Landskap, der det ble brukt en Woodliner selvgående løpekatt og Liftliner løpekatt.

Riggingen av taubanen er ulik for løpekattene Woodliner og Liftliner. Figur 1 og 2 viser hvordan rigging av banen for de ulike løpekattene er forskjellige. Deretter vises de tekniske detaljene for Mounity 3000 og 4000 i figur 3.



Figur 1 Mounity-kabelkran som fallbane med trekklina til Liftliner løpekatt (<http://www.forsttechnik.at/in-operation/>)

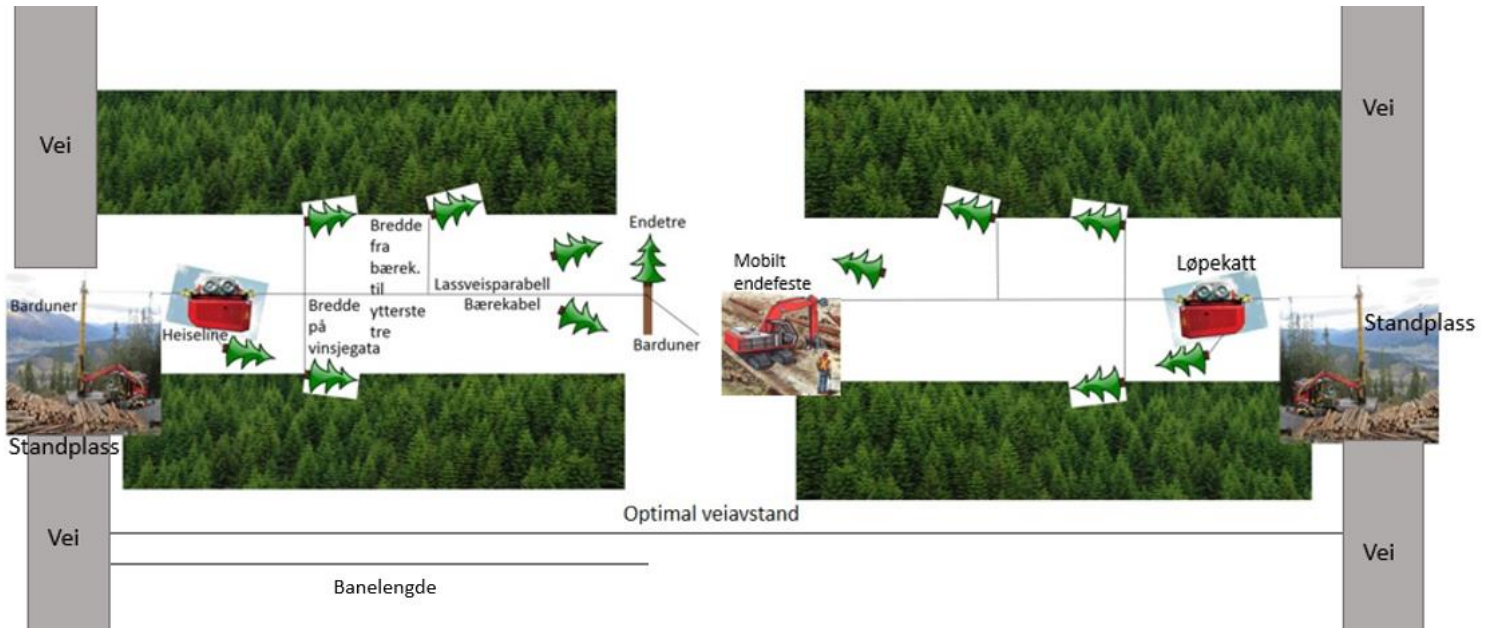


Figur 2 Mounity-kabelkran med Woodliner selvgående løpekatt. (<http://www.forsttechnik.at/in-operation/>)

	Mounity 3000	Mounity 4000
Motoreffekt basmaskin	320 hk	440 hk
Tårnhøyde	11,5 meter	13,1 meter
Kranrekkevidde	9,1 meter	9,1 meter
Bærekabel	550m / 18mm comp.	550 m/ 20mm comp
Hogstaggreat	Woody 60	Woody 60
Løpekatt, effekt	Liftliner 3000, 73 KW	Woodliner, 73 KW

Figur 1 Tekniske detaljer på Mounity 3000 og 4000.

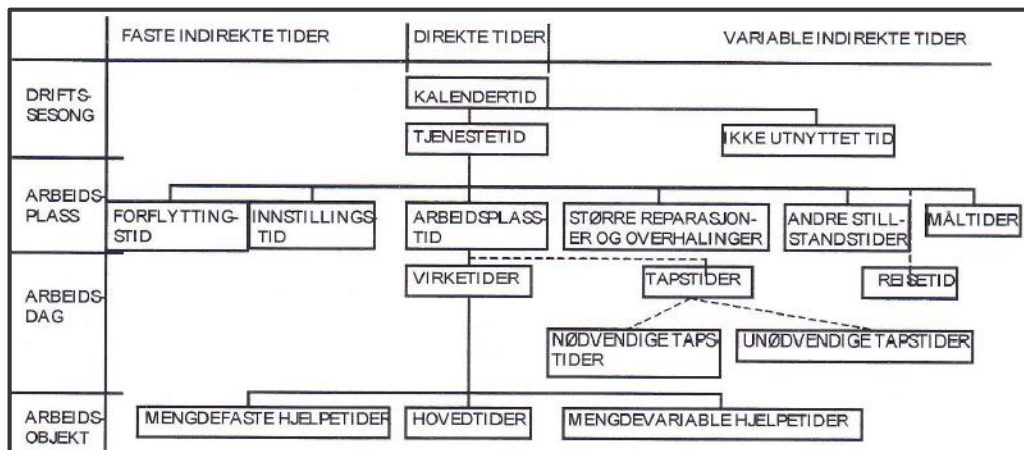
Figur 4 viser de ulike elementene rundt veianlegget og kabelkranene som brukes videre i dataanalysene. Figuren gjelder både Mouny 3000 og 4000.



Figur 2 Forklaring av ulike elementer ved Mounyene som brukes i dataanalysene.

2.1 Tidsstudiet

Tidsstudiet ble lagt opp som et sammenhengsstudie, da det er sammenhengen mellom de ulike deltidene under vinsjingen med kabelkranen jeg ville kartlegge. Samt hvordan antall tre per lass, bredde på vinsjegata og banelengde påvirker deltidene. Tidsstudie ble lagt opp som et nullpunktsstudie, der selve tidsregistreringen ble utført med en håndholdt PDA (Juniper Sytems inc., Allegro CX) utlånt av Skog og landskap. Under tidsstudie ble det registrert arbeidsplass tid slik figur 5 viser. Disse ble så delt inn i ulike deltid, som er beskrevet i figur 7. Under tidsstudie ble det registrert tapstider når taper var på mer enn 30 sekunder. For videre analyser ble det brukt virketider (E_0).



Figur 3 Tidsinndeling i tidsstudier i skogbruket etter Nordisk arbeidsstudie nomenklatur (Samset, 1990).

2.1.1 Driftene

	Strand – Torbjørn Frivik	Tretten – S&B skogsdrift	Myklebyst – Torbjørn Frivik	Førde – Torbjørn Frivik
Observatør:	Morten Nitteberg	Håkon Holmli	Morten Nitteberg	Morten Nitteberg
Kabelkran:	Mounty 4000	Mounty 3000	Mounty 4000	Mounty 4000
Løpekatt:	Woodliner, selvgående løpekatt	Liftliner, med trekkline	Woodliner, selvgående løpekatt	Woodliner, selvgående løpekatt
Driftsmetode:	Vinsjer nedover	Fallbane Strekket ble kjørt sideveis på lia.	Vinsjer oppover	Vinsjer nedover
Bukk	Ikke bukk	En bukk	Ikke bukk	En bukk
Tot. banelengde	140 m	165	160 m	192 m
Antall lass registrert	41	38	16	36
Gjennomsnittlig trær per lass	1,6	2,1	1,6	3
Antall lass per Eo-time	10,0	4,7	13,9	6,7

Figur 4 Informasjon om driftene i tidsstudiet.

2.1.2 Tidsregistrering

Det ble registrert deltid på de ulike driftene, som sammenlagt blir lasstid. Det er noe forskjellig oppsett på tidsregistreringen på Tretten imot Strand, Myklebyst og Førde slik tabellen viser.

Deltider – Strand, Myklebyst og Førde	Deltider – Tretten	Beskrivelse
Returkjøring	Returkjøring	Fra løpekatten begynner å kjøre etter avstopping til løpekatta stanser ved stropper.
Stropping	Heiseline ut	Fra løpekatten står i ro og heiselina kjøres ut, til stropperen har stoppet alle trærne.
	Gå i sikkerhet	Fra stropperen har stoppet det siste treet til stropperen har gått i sikkerhet og heiselina begynner å dras inn.
	Heiseline inn	Fra heiselina begynner å dras inn til løpekatten begynner å kjøre.
Lasskjøring	Lasskjøring	Fra løpekatta har startet å kjøre til løpekatten enten stopper ved kabelkrana for avstopping eller løpekatta stopper over 5 sekunder i det stropperen overlater lasskjøringen til kranføreren.
Ventetid inn	Ventetid inn	Fra løpekatta stanser i det stropperen overlater lasskjøringen til kranføreren, hvis dette tar over 5 sekunder, til kranføreren kjører løpekatten videre.
Avstopping	Avstopping	Fra løpekatta stopper ved kabelkrana og lasset stoppes av til løpekatta starter å kjøre igjen.
Tapstid	Tapstid	Alle stopp over 30 sekunder.

Figur 5 Deltidene i tidsstudiet med forklaring fordelt på driftene.

For hvert lass ble det registrert ulike parametere, slik tabellen under viser. For å måle lengden på Tretten ble det brukt Opti-logic laseravstandsmåler. Bredden ble anslått til nærmeste meter. Trærnes størrelse ble så godt som mulig anslått i 3 de tre-klassene som vises i tabellen under.

Driftene				Beskrivelse
Førde	Myklebyst	Strand	Tretten	
Lengde		Lengde	Lengde	Lengden fra kabelkrana til der løpekatten stopper for stropping.
			Bredde	Lengden fra bærekabel til det treet som stropes og som er lengst i fra bærekabelen.
			Tre1	Antall trær med volum 0 – 200 liter
			Tre2	Antall trær med volum 200 – 500 liter
			Tre3	Antall trær med volum < 500 liter
	Tre1	Tre1		Brysthøydiameter ble registrert
	Tre2	Tre2		Brysthøydiameter ble registrert
	Tre3	Tre3		Brysthøydiameter ble registrert
Antall trær				Antall trær i lasset

Figur 6 Informasjon som ble registrert ved hvert lass.

2.2 Driftsstatistikk

Driftsstatistikken er samlet inn av Skog og landskap ved Morten Nitteberg hos en entreprenør i Norge som bruker Mouny 4000. Materialet er samlet inn ved at arbeidslaget selv har fylt ut et skjema med flere ulike parametere ved enden av hvert skift, som tidsbruk, terrengforhold, vær, vinsjeretning, kbm vinsjet, antall lass, antall trær og ulike tapstider. Skjemaet som ble brukt til utfylling finnes under vedlegg, samt informasjon om utfylling av skjemaet. Det er statistikk i fra totalt 23 ulike drifter, fordelt på 216 arbeidsskift. Det ble totalt vinsjet 9242 kbm med et aritmetisk gjennomsnitt på 43 kbm per skift. Det er brukt ulike utvalg av driftsstatistikken til ulike dataanalyser. Dette beskrives under hver analyse.

2.3 Dataanalyser

Alle dataanalyser er gjort med Microsoft Excel eller R-commander (Fox, 2009). Alle kategoriske data er beregnet med ± 2 *standardfeil. Kvantitative data er beregnet med R^2 .

Fordeling av deltidene per lass

For å beregne gjennomsnittlig tidsbruksfordeling mellom de ulike deloperasjonen per lass, tok jeg utgangspunkt i tidsstudiet. Jeg gjorde her et utvalg blant de lassene som inneholdt deltidene: «returkjøring», «stopping», «lasskjøring», «avstopping», «vent inn» og «vent ut». Det ble beregnet et gjennomsnitt per drift alle med $\pm 2SE$.

Returkjøring

For å se om tidsforbruk på returkjøring og lengde på banen korrelerer, gjorde jeg et utvalg i blant de lassene det var registrert lengde på. Det var alle på Tretten og Førde, samt en del på Strand. Det ble deretter kjørt en regresjonsanalyse, både innad hver drift og totalt for alle lassene.

Stopping

Jeg brukte observasjonene fra Tretten for å beregne gjennomsnittet med $\pm 2SE$, for deltidene «heiseline ut» og «heiseline inn» og «gå i sikkerhet». Gjennomsnittlig tid brukt på stopping ble så gjort på et utvalg over alle lass der stopping var registrert, for videre bruk i analysene.

For å se om avstand fra bærekabelen og ut til det treet lengst vekk i hvert lass har noen betydning på heiseline ut og inn, ble alle lassene på Tretten brukt som utvalg. Da dette var den eneste driften det ble registrert bredde på.

For å finne ut om det er signifikant forskjell mellom tid brukt på stopping når antall trær i lasset øker, brukte jeg en enveis-ANOVA i Excel. Det ble gjort et utvalg i alle lass i fra tidsstudiet som hadde stoppetid og der antall trær i lasset var beskrevet.

Optimal bredde på vinsjegata

Tidligere studier (Samset, 1981) viser at den optimale bredden på vinsjegata er den som har lavest tidsforbruk per kbm. Denne blir funnet gjennom å sammenstille tidsbruken på stropping ved økende bredde, med riggetid delt på antall kubikkmeter per vinsjestrekk i forhold til lengden. Jeg valgte å bruke to varierende faktorer for å se om kbm/dekar og kbm/lass, har betydning for bredden, slik Samset (1981) fant. I denne analysen er det ikke tatt med standplasskostnad.

Variabler	Kode	Forutsetninger	Figur
Bredde på gata	a	(0 – 40)	
Lengde på banen	b	200 m	
kbm/dekar	c	15 – 30 – 60	
Kbm/lass	d	0.7 - 1.1 – 1.5 – 1.9 kbm/lass	
Funksjon for stropping	f	11.752	17
Skjæringspunkt stropping	s	185.02	17
Tid på å montere og demontere banen	r	293 min	29

Figur 7 Variabler og forutsetninger for å beregne optimal bredde, uten standplasskostnad.

$$\text{min/kbm} = \frac{\left(\left(\frac{a}{4} \right) * f \right) + s + \frac{(a*b)}{1000} * c}{d} + r$$

Formel 1 Beregning av optimal bredde på vinsjegata.

Lasskjøring

For å se om lengden på banen har innvirkning på lasskjøring brukte jeg regresjonsanalyse. Det ble gjort et utvalg i alle lass i tidsstudiet som det var registrert lengde på.

For å se om antall trær i lasset også har innvirkning på tid brukt på lasskjøring brukte jeg enveis-ANOVA i Excel. Jeg gjorde et utvalg der lasskjøring og antall trær per lass var registrert (n=125).

For så å se hvilken lengde som er optimal for banen, og om dette påvirkes av kbm/dekar brukte jeg både funksjonen og skjæringspunkt for returkjøring (figur 15) og lasskjøring (figur 22). Fordi disse deltidene blir påvirket av lengden på banen. Det ble så beregnet hvor mange kubikkmeter som blir med for hvert strekk ved 50 m, 100 m, 150 m, osv. Tidsbruken per kubikkmeter ble så sammenstilt

med tid det tar å rigge, så jeg fikk fordelt riggetiden per kubikkmeter. En kan så se hvor lang bane som er optimal ved ulike kbm/daa, ut ifra en entreprenørs synsvinkel som ikke trenger å ta hensyn til økende veikostnad ved synkende vinsjeavstand.

Hastighet på retur- og lasskjøring

For å se om hastigheten på løpekatten var forskjellig på retur- og lasskjøring, og om det var forskjell mellom driftene, brukte jeg R-commander (Fox, 2009). Resultatet ble framstilt grafisk i Excel.

Avstropping

For å se om antall trær i lasset påvirker avstroppingen ble det brukt enveis-ANOVA i Excel.

Gjennomsnittlig tid brukt på avstropping ble deretter beregnet med $\pm 2SE$.

Gjennomsnittlig lasstørrelse i driftsstatistikken

For å se hva gjennomsnittlig lasstørrelse $\pm 2SE$ er for Mountyene delte jeg antall lass på kbm vinsjet i fra driftsstatistikken. Dette for at jeg skal ha et «gjennomsnitt lass» å bruke videre i analysene. Jeg beregnet dette også for hver drift for å se på variasjonen i lasstørrelse.

Korrelasjon mellom lasstørrelse og produktiviteten i kbm/E₁₅-time i driftsstatistikken

For å se om lasstørrelsen har direkte innvirkning på produktiviteten som kbm/E₁₅-time i driftsstatistikken brukte jeg en regresjonsanalyse. Det er en observasjon per skift der det er beregnet gjennomsnittlig lasstørrelse (vinsjet kbm/antall lass) og kbm/E₁₅-time (vinsjet kbm/ brukt tid i E₁₅-t).

Korrelasjonen mellom volum/tre og lasstørrelse I i driftsstatistikken

For å se om antall trær per kbm har betydning for lasstørrelsen og da produksjonen (Kbm/E₁₅-time), ble det brukt regresjonsanalyse. Gjennomsnittlig volum per tre ble funnet gjennom å dele antall kbm vinsjet på antall vinsjede trær per skift. Lasstørrelse ble funnet gjennom å dele antall kbm vinsjet på antall lass.

Riggetid

For å beregne gjennomsnittlig riggetid for Mountyene gjorde jeg et utvalg i driftsstatistikken og brukte alle skift der demontering og montering ble gjort i samme operasjon (n=34). Jeg beregnet så $\pm 2SE$ til gjennomsnittet. For å se hvilken kostnad hver rigging har beregnet jeg kostnaden på hver rigging med $\pm 2SE$.

Tapstider

For å beregne hvor mye tapstid det var under tidsstudie gjorde jeg et utvalg i alle vinsjede lass. Jeg summerte tapstid for seg, vent inn og ut for seg og returkjøring, stropping, lasskjøring og avstropping. Dette for å vise hvor stor andel av tiden som er produktiv tid. Jeg delte deretter inn

tapstidene inn i diesel/ tankbil, felling og senking av bærekabelen ved vanskelig felling, hiv som sitter fast og persontapstid. Det ble så beregnet gjennomsnitt for hver tapstid, så en kan se hvilke tapstider som er størst.

Beregning av optimal lengde på banen

Tidligere studier (Samset, 1981) viser at den optimale lengden på vinsjegata er den som har lavest tidsbruk per kbm. Denne blir funnet gjennom å sammenstille tidsbruken ved økende lengde, både retur- og lasskjøring, og riggetid, som så deles på antall kubikkmeter per strekk som varierer med lengden.

For å beregne optimal lengde på banen, uten veikostnaden, lagde jeg denne formelen, som tar hensyn til ulik kbm/dekar og størrelse på lasset ved ulik lengde på taubanen.

	Kode	Forutsetninger	Figur
Bredde på gata	a	40 m	
Lengde på banen	b	50 – 400 m	
kbm/dekar	c	15 – 30 – 60	
Kbm/lass	d	1.1 kbm/lass	38
Funksjon for returkjøring	f1	0.523	15
Skjøringspunkt returkjøring	s1	12.039	15
Funksjon for lasskjøring	f2	0.869	22
Skjæringspunkt lasskjøring	s2	18.725	22
Tid på å montere og demontere banen	r	293 min	29

Figur 8 Variabler og forutsetninger for beregning av optimal banekengde.

$$\text{min/kbm} = \frac{\left(\left(\frac{b}{2} \right) * f^1 \right) + s^1 + \left(\left(\frac{b}{2} \right) * f^2 \right) + s^2}{\left(\frac{\left(\left(\frac{b}{2} \right) * f^1 \right) + s^1}{60} + \frac{\left(\left(\frac{b}{2} \right) * f^2 \right) + s^2}{60} \right) / d} * \frac{(a*b)}{1000} * c + r$$

Formel 2 Beregning av tidsbruk for retur-, lasskjøring og riggetid i min/kbm i forhold til lengden på taubanen.

Beregning av optimal veiavstand

For å finne optimal veiavstand ble formelen for optimal lengde, der resultatet er min/kbm, omregnet til kr/kbm. Veikostnaden i kr/kbm ble så tatt inn i beregningene, slik at man kan finne lavest mulig kostnad totalt.

Det legges her opp til at det fra veien kan vinsjes både opp og ned. Slik at veikostnaden blir fordelt på to vinsjestrekk. Der veien går ved lifoten eller på toppen av lia, har den også en kostnadsbesparende effekt på skog som avvirkes med hjulgående utstyr, og veikostnaden divideres også her på to.

Effekt av skogfond og tilskudd på veikostnaden

For å beregne optimal veiavstand ut i fra skogeiers ståsted må en ta hensyn til veikostnaden per kubikkmeter. For å beregne reell veikostnad trekker jeg i fra tilskudd og effekten av skogfond før skatt. Formel 3 viser hvordan man finner denne effekten i % (Skogkurs, 2014).

$$\text{tilskuddseffekt} = \text{tilskudd} + \frac{\text{skattefri andel} * \text{marginal skattesats} * (1 - \text{tilskudd})}{(1 - \text{marginal skattesats})}$$

Formel 3 Effekten av skogfond før skatt i prosent (Skogkurs, 2014).

Variabler	Kode	Forutsetninger
Bredde på gata	a	40 m
Lengde på banen	b	50 - 400
kbm/dekar	c	15 – 30 -60
Veikostnad per meter	g	900 kr/m
Marginal skattesats	h	38.4 %
Tilskudd til vei	i	50 %
Skattefordel av skogfond	k	85 %

Figur 9 Forutsetninger for å finne veikostnad per kbm.

$$\text{Veikostnad per m}^3 = \frac{\left(\frac{a * (g * (1 - \left(i + \frac{k * h * (1 - i)}{(1 - h)} \right)))}{2} \right)}{\left(\frac{a * b}{1000} \right) * c}$$

Formel 4 Formelen beregner veikostnad i kr/kbm etter statstilskudd og effekten av skogfond før skatt.

Optimal veiavstand

For å finne den optimale avstanden mellom samleveiene, sett i fra skogeiers synspunkt, sammenstiller jeg vinsjekostnaden og riggekostnaden med veikostnaden. Ved så å finne den laveste kostnaden per kbm har man den optimale lengden på strekket, som så nullmultipliseres med to for å finne veiavstanden. Formel 5 og figur 12 viser hvordan beregningen er blitt gjort. Dette er gjort i tidligere studier i Østerrike for å optimal veiavstand (Ghaffariyan, Stampfer, & Sessions, 2010). Ut i fra deres beregninger konstruerte jeg formel 5. Beregningene tar utgangspunkt i tidsstudiet, driftsstatistikken og veikostnad etter fratrukket tilskudd og skogfondsfordel før skatt.

	Kode	Forutsetninger	Figur
Bredde på gata	a	40 m	
Lengde på banen	b	50 – 400 m	
kbm/dekar	c	15 – 30 – 60	
Kbm/lass	d	1.1 kbm/lass	38
Veikostnad per meter	g	900 kr/m	
Marginal skattesats	h	38,4 %	
Tilskudd til vei	i	50 %	
Timekostnad Mounty m/arbeidslag (3 mann)	j	1600 kr/t	39
Funksjon for returkjøring	f1	0.523	15
Skjæringspunkt returkjøring	s1	12.039	15
Funksjon for lasskjøring	f2	0.869	22
Skjæringspunkt lasskjøring	s2	18.725	22
Tid på å montere og demontere banen	r	293 min	29
Skattefordel av skogfond	k	85 %	
Stroppetid	l	227 sekunder	16
Avstropping	m	75 sekunder	

Figur 10 Variabler og faktorer for beregning av optimal veiavstand.

$$kr/kbm = \left(\left(\frac{j}{60} \right) * \frac{\left(\left(\frac{b}{2} \right) * f^1 \right) + s^1 + \left(\frac{b}{2} \right) * f^2 + s^2 + \frac{l+m}{60} / d * \frac{(a*b)*c}{1000} + r}{\frac{(a*b)*c}{1000}} \right) + \left(\frac{a*(g*(1-(i+\frac{g*h*(1-i)}{(1-h)})))}{2}}{\left(\frac{a*b}{1000} \right) * c} \right)$$

Formel 5 Beregning av vinsje-, rigge- og veikostnad, i kr/kbm.

Vent inn og ut

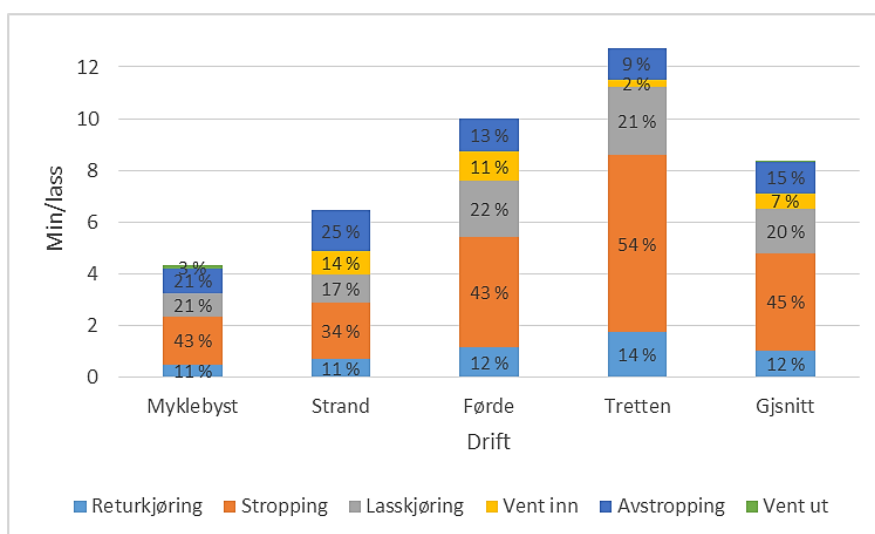
For å beregne tidsbruken og kostnaden på å vente inn og ut ble det gjort et utvalg i alle tidsstudielassene (n=128). Jeg beregnet så tidsbruken og kostnaden for vent inn og ut for hvert lass med ±2SE. Kostnaden per lass ble funnet ved å multiplisere antall sekund med prisen for Mounty kabelkran per time, på ca 1600 kr/t, som da blir ca 0,444 kr/sekund (Vennesland, Hohle, Kjøstelsen, & Gobakken, 2013), se tabell figur 39.

3. Resultater

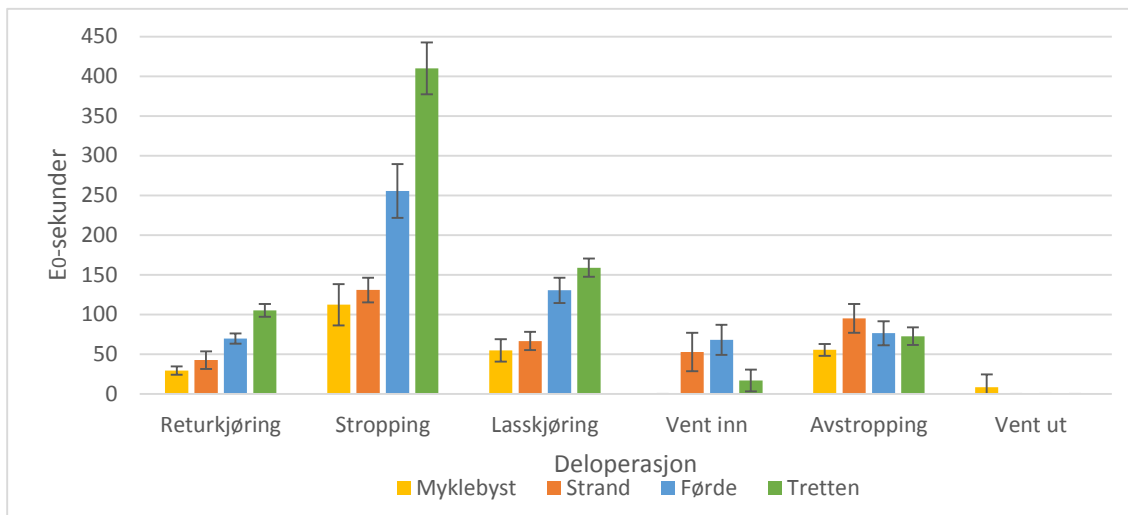
3.1 Tidsstudie

Tidsbruk fordelt på deloperasjonene

Tidsstudiet viser at det er stor forskjell i brukt tid til de ulike arbeidsoperasjonene ved de ulike driftene slike figuren viser. Figur 13 viser tidsbruken fordelt på de ulike operasjonene fordelt på de ulike driftene. Det er en signifikant forskjell mellom Tretten og de andre driftene. Figur 13 viser prosentvis fordeling mellom de ulike deloperasjonene basert på et aritmetisk gjennomsnitt av alle lass registrert. Gjennomsnittlig tid brukt per lass er 502 E₀-sekunder (±2SE=39,7, n=126)/ 8,37 E₀-min for alle registrerte lass i tidsstudiet.



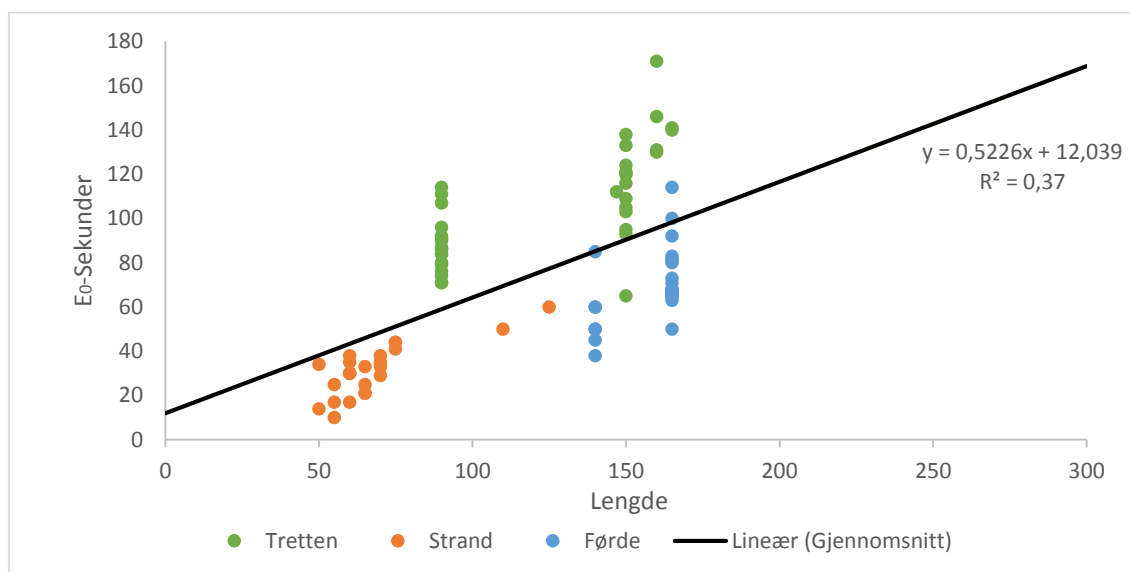
Figur 11 Gjennomsnittlig tidsbruk fordelt på deloperasjonene i prosent for alle tidsstudiedriftene i E₀-minutter. Retur- og lasskjøring er ikke justert for lengden på banen.



Figur 12 Gjennomsnittlig tid ($\pm 2SE$) brukt deloperasjonene fordelt på driftene, som E_0 -sekunder.

Returkjøring

Det er en signifikant sammenheng mellom tid brukt på returkjøring og lengden mellom vinsjen og lasset. På Tretten er det en sammenheng ($F_{1,36}=37.89$, $p<0.01$). Det er det også på Strand ($F_{1,23}=36.65$, $p<0.01$) og Førde ($F_{1,25}=8.52$, $p<0.01$). Det er også en signifikant sammenheng mellom alle observasjonene ($F_{1,88}=51.77$, $p<0.01$).

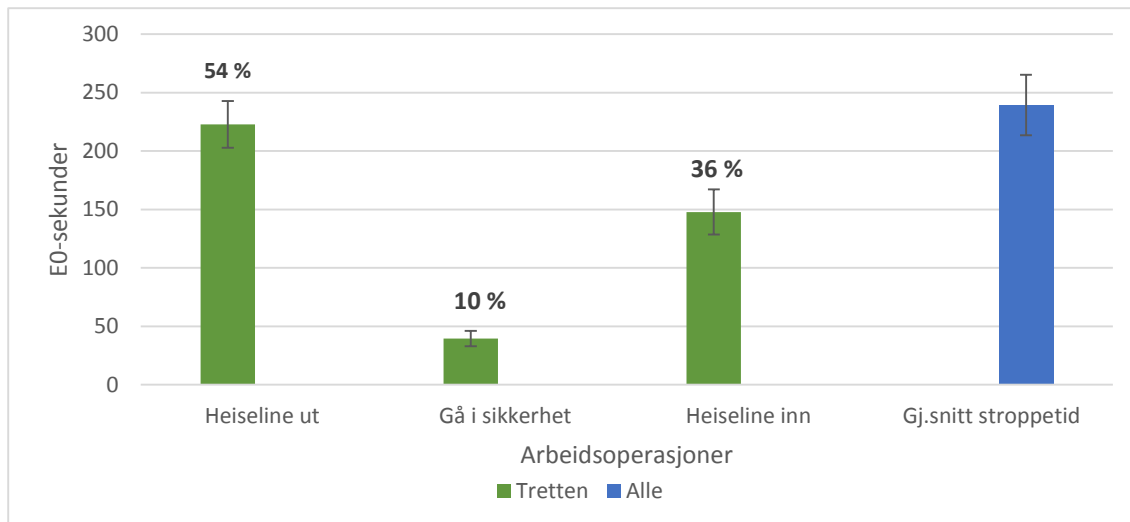


Figur 13 Banelengdens påvirkning på returkjøringstiden som E_0 -sekunder, med regresjonslinje for observasjonene fra Tretten, Strand og Førde.

Stopping

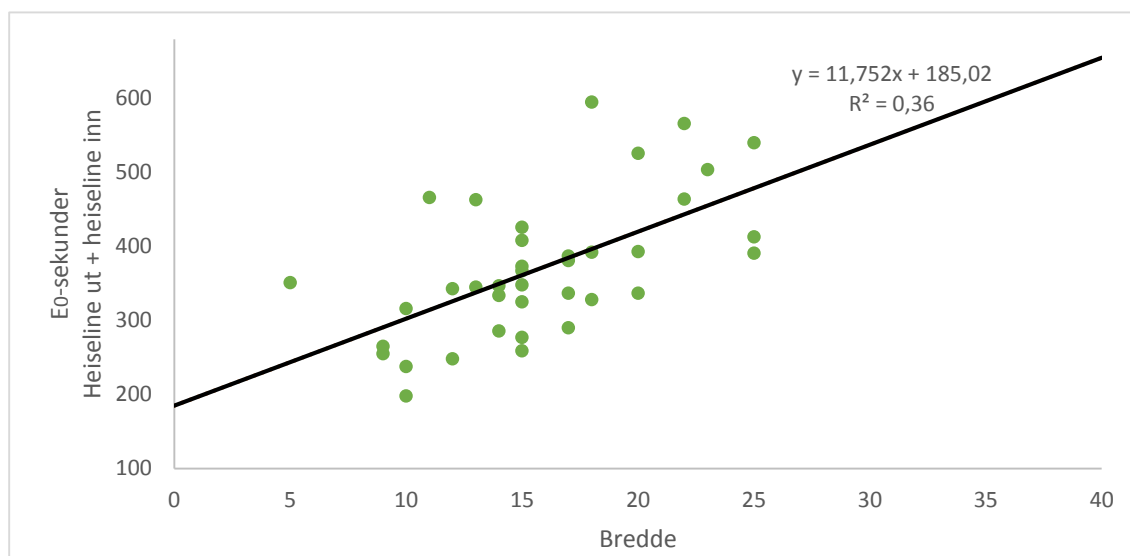
Gjennomsnittlig stoppetid for alle driftene er 227 sekunder per lass ($n=128$, $2SE=26$).

På Tretten ble stroppestekvensen delt inn i tre mellomtider (Heiseline ut – gå i sikkerhet – heiseline inn). Figur 16 viser gjennomsnittlig tidsbruk på Tretten med prosentvisfordeling. Det er en signifikant forskjell ($F_{2,111}=124.88$, $p<0.01$) mellom arbeidsoperasjonene.



Figur 14 Prosentvis fordeling av deltidene på Tretten under stroppestekvensen med prosentvisfordeling og 2SE (n=38). Gjennomsnittlig tid brukt på stropping (heiseline ut, gå i sikkerhet og heiseline inn) for alle driftene (n=126) med 2SE.

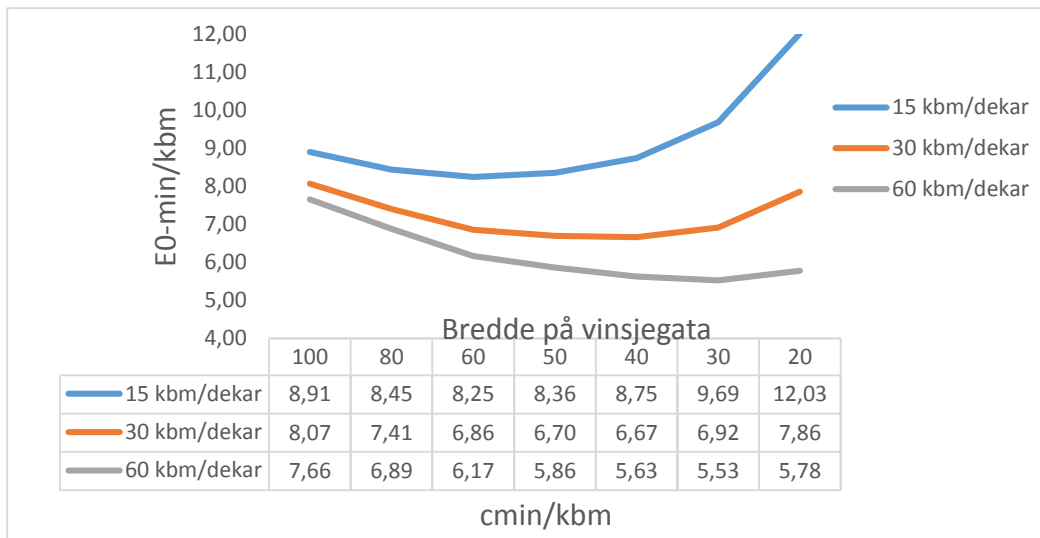
Det er en signifikant sammenheng mellom tid brukt på stropping (Heiseline ut + heiseline inn) og bredde ($F_{1,36}=19.93$, $p<0.01$, fig. 17). En ser at vinsjegata på Tretten er ikke bredere enn 50 m.



Figur 15 Summen av tid brukt på heiseline ut og heiseline inn i forhold til avstand fra bærekabelen og til ytterste treet i lasset. Dataene er i fra Tretten (n=37).

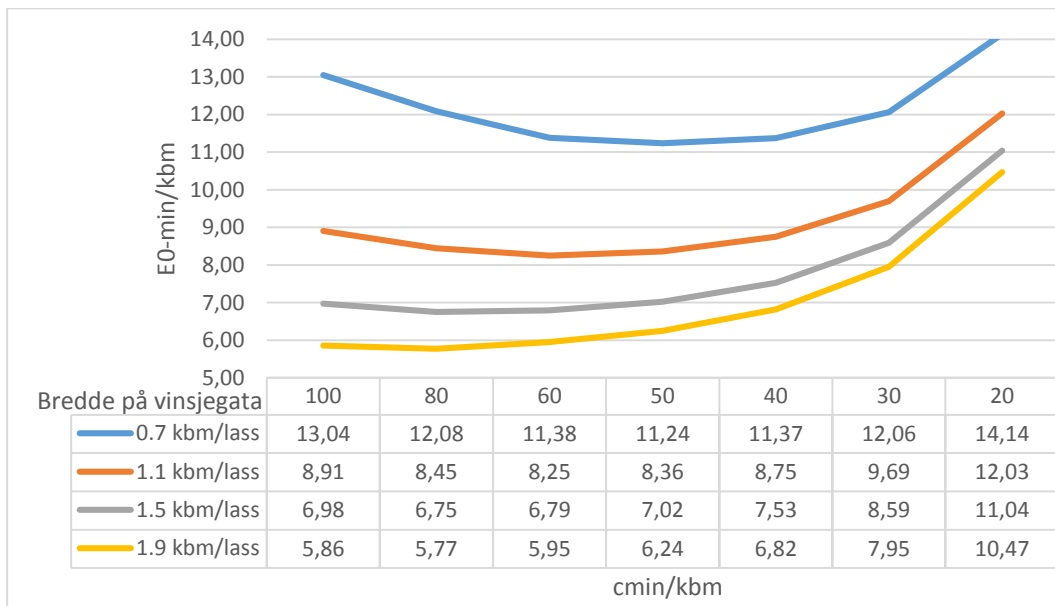
Med utgangspunkt i formel 1 har jeg beregnet optimal bredde på vinsjegata (figur 18, 19 og 20).

Denne varierer med kbm/dekar og kbm/lass. Produksjonen korrelerer med kbm/dekar. En ser at med lass på 1,1 kbm og ved 15 kbm/dekar er optimal bredde på vinsjegata, fra skogkant til skogkant, 60 meter. Ved 30 kbm/dekar og 1,1 kbm/lass er optimal bredde 40 m, mens det for 60 kbm/dekar og 1,1 kbm/lasser optimalt med 30 m bred vinsjegate.

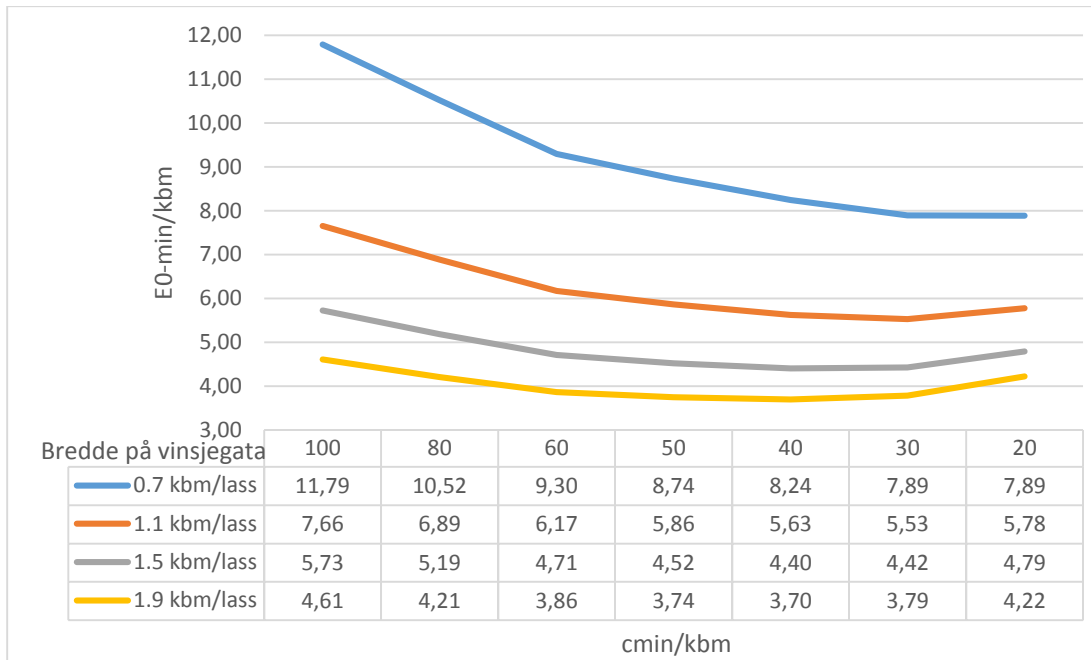


Figur 16 Optimal bredde på vinsjegata. Det er tatt utgangspunkt i bestand med et uttak på 15, 30 og 60 kbm/dekar.

Ved 15 kbm/dekar varierer optimal bredde fra 50 meter ved lass på 0,7 kbm til optimal bredde på 80 meter ved lass på 1,9 kbm. Mens ved 60 kbm/dekar varierer optimal bredde fra 20 – 30 m ved 0,7 kbm/dekar til 40 m ved lass på 1,9 kbm. Det vil si at det er større forskjell i optimal bredde dess mindre kbm/dekar det er.

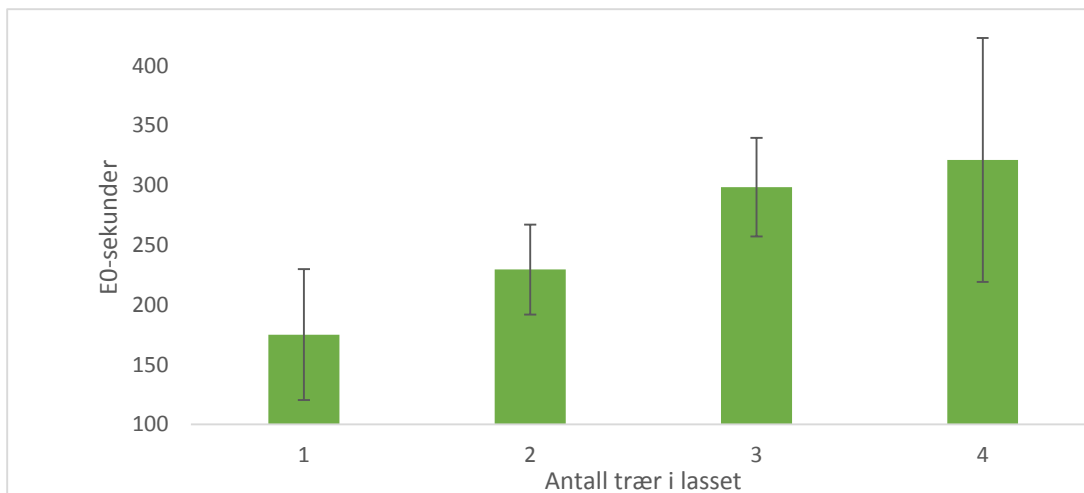


Figur 17 Optimal bredde ved 15 kbm/dekar og varierende lasstørrelse.



Figur 18 Optimal bredde ved 60 kbm/dekar og varierende lasstørrelse.

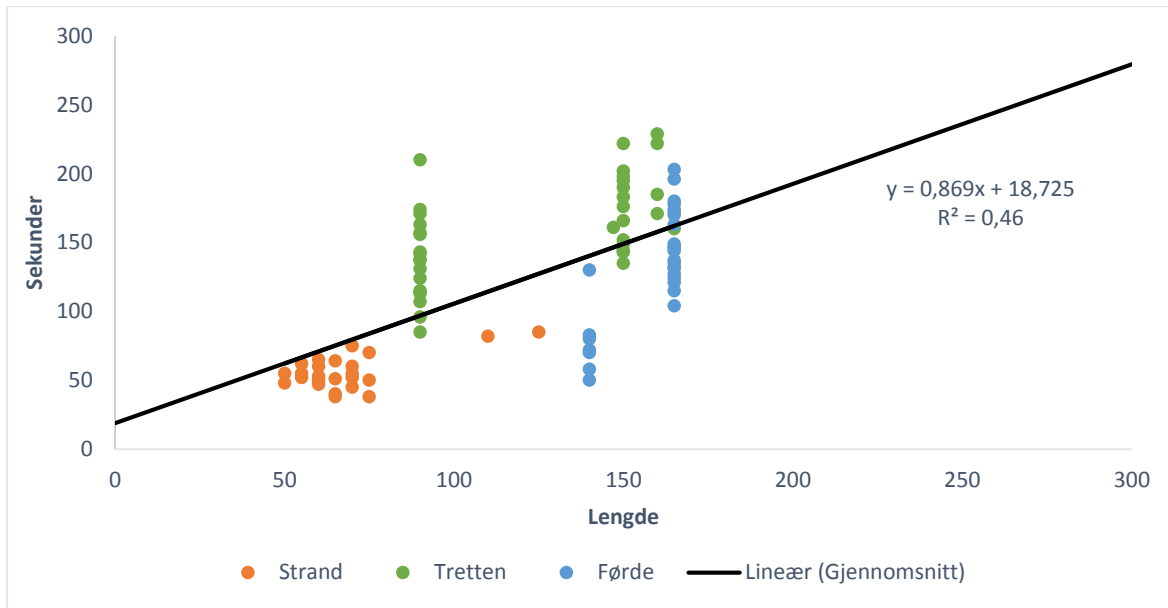
Det er en signifikant forskjell mellom antall trær i lasset og tid brukt på stroping. Figur 21 viser at det er signifikant forskjell mellom å stroppe 1 og 3 trær. Dataene er her ikke justert for uttrekslengden av heiselina ($F_{3,123}=4.65$, $p<0.01$).



Figur 19 Stropetiden øker med antall trær i lasset. Antall trær i lasset med 2SE.

Lasskjøring

Det er en signifikant sammenheng ($F_{1,36}=18.81$, $p<0.01$) mellom tid brukt på lasskjøring og lengden mellom vinsjen og lasset, på Tretten. Det er det også på Strand ($F_{1,23}=13.64$, $p<0.01$) og Førde ($F_{1,24}=31.12$, $p<0.01$). Det er også en signifikant sammenheng mellom alle observasjonene ($F_{1,88}=75.66$, $p<0.01$).

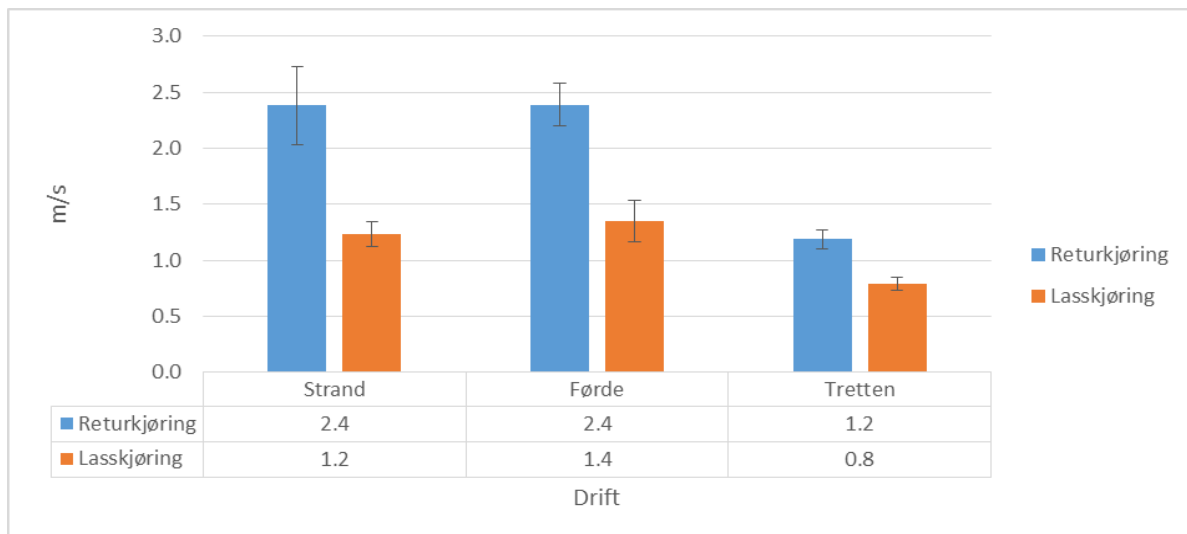


Figur 20 Viser forholdet mellom lengde på banen og tid brukt på lasskjøring fordelt på driftene. Det er tilført en trendlinje basert på alle lassene (n=89).

Det er ingen sammenheng mellom antall trær i lasset og hastigheten på lasskjøring i m/s ($F_{1,87}=2.16$, $p=0.15$, $R^2=0.01$).

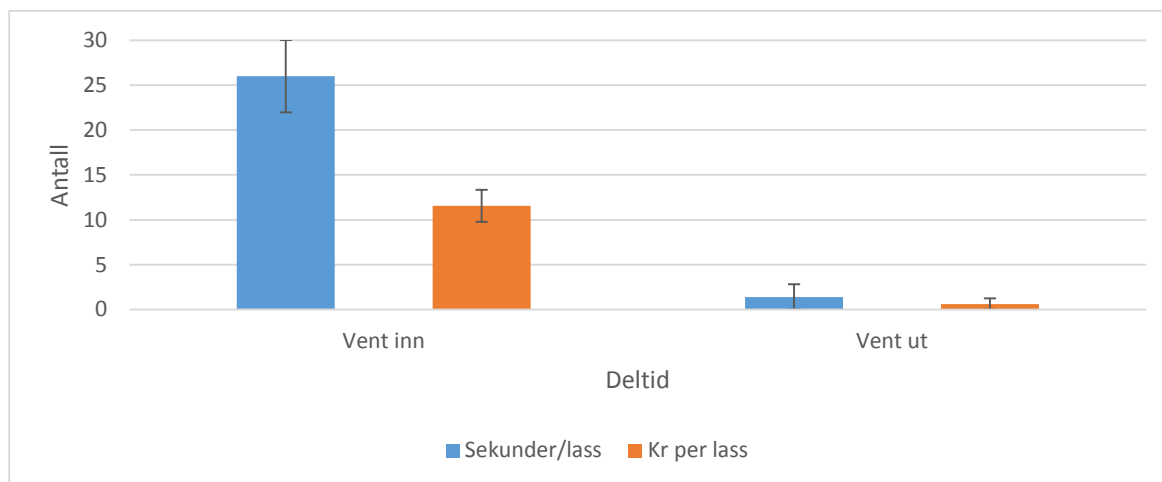
Hastighet på løpekatten

Hastigheten på løpekatten varierte med interaksjonen mellom drift og om det var retur- eller lasskjøring ($F_{5,174}=62.41$, $p<0.01$, $R^2=0.63$). Som vil si at det både var signifikant forskjell mellom lass og returkjøring, og i mellom driftene. Det var ingen signifikant forskjell mellom returkjøring på Strand og Førde, men begge var signifikant forskjellige fra Tretten. Det samme gjelder for lasskjøring. Det er også signifikant forskjell mellom returkjøring mellom Strand/Førde og Tretten.



Figur 21 Gjennomsnittlig hastighet på løpekatten med $\pm 2SE$ ved 3 ulike drifter fordelt på retur- og lasskjøring.

Tidsbruk og kostnad ved at løpkatten venter på kranføreren og stropperen



Figur 22 viser gjennomsnittlig tidsbruk og kostnad med $\pm 2SE$ ved at katta venter på å bli overtatt av kranfører fra stropper på lasskjøring, eller at katta venter på stropperen på returkjøring.

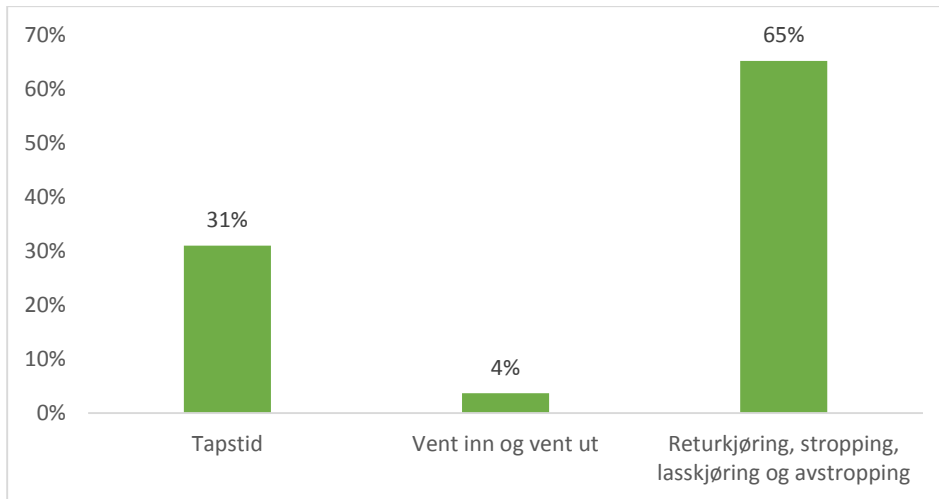
Ut i fra tidsstudiene fra Tretten, Strand, Myklebyst og Førde viser at det går med en del tid til venting på at kranføreren skal ta over løpekatta og kjøre lasset inn. Gjennomsnittlig for tidsstudiedriftene tar dette 27 sekunder per lass. Med en timepris på 1600 kr/time (Vennesland, Hohle, Kjøstelsen, & Gobakken, 2013), og et gjennomsnittlass på 1,1 kbm (figur 38). Blir dette en kostnad på 12 kr/lass i venting eller ca 11 kr/kbm.

Avstopping

Gjennomsnittlig tid brukt på avstopping ($n=126$) er 75.6 E₀-sekunder ($\pm 2SE=5.9$). Det ble det ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom tid brukt på avstopping og antall trær.

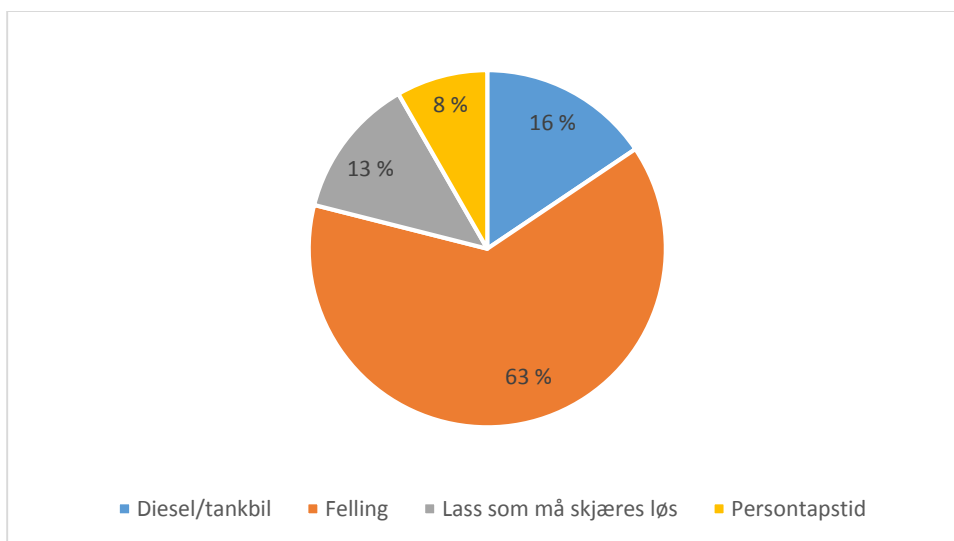
Tapstider – tidsstudiet

Fordelingen av tapstider i tidsstudiet vises grafisk i figur 25. Mens fordelingen av tapstider mellom kategoriene diesel/ tankbil, persontapstid, venter på felling/ senke banen og hiv som sitter fast.



Figur 23 Gjennomsnittlig tidsbruk for alle lass i tidsstudiet. Fordelt på tapstid, vent inn og ut og totaltid for de andre deltidene.

Figur 26 viser at det er svært ofte vanskelige fellinger, der en risikerer å treffe banen som utgjør tapstiden i tidsstudiet. Deretter kommer dieselfylling, lass som sitter fast og må kappes løs med motorsag, før til sist persontapstid. På grunn av en feil i tidsregistreringen ved Førde er en tapstid som kom av dieselfylling tatt ut.

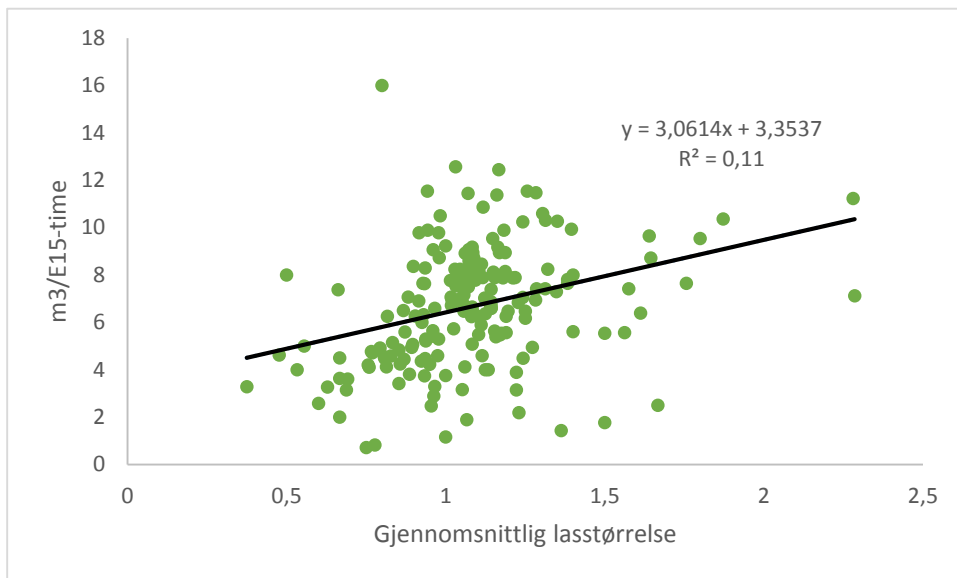


Figur 24 Tapstidene fordelt på dieselfylling, felling, hiv som sitter fast og persontapstid.

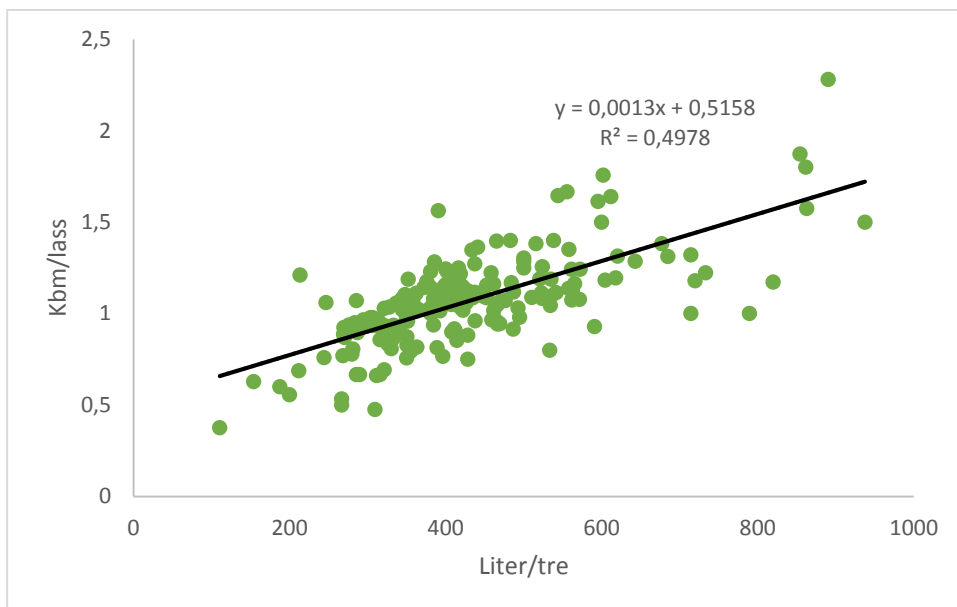
3.2 Driftsstatistikken

Ut i fra driftsstatistikken ble det funnet en signifikant sammenheng mellom produksjonen per E₁₅-time og gjennomsnittlig lasstørrelse ($F_{1,188}=22.60$, $p<0.01$, figur 27). Det ble ikke funnet en signifikant sammenheng mellom kbm/time og antall sortiment, antall bukker, spesifikt arbeidsskift,

vinsjeretning, stigning, vær, banelengde, terreng og temperatur. I driftsstatistikken er gjennomsnittlig lass 1,079 kbm ($\pm 2SE=0.002$). I tidligere undersøkelser av andre tunge kabelkraner er det også blitt brukt et gjennomsnitt lass på 1,1 kbm i beregningene (Samset, 1983) Jeg velger derfor å bruke 1,1 kbm/lass til videre beregninger. Gjennomsnittlig liter per tre har en signifikant sammenheng med kbm/lass ($F_{1,187}=185.35$, $p<0.01$, figur 28).



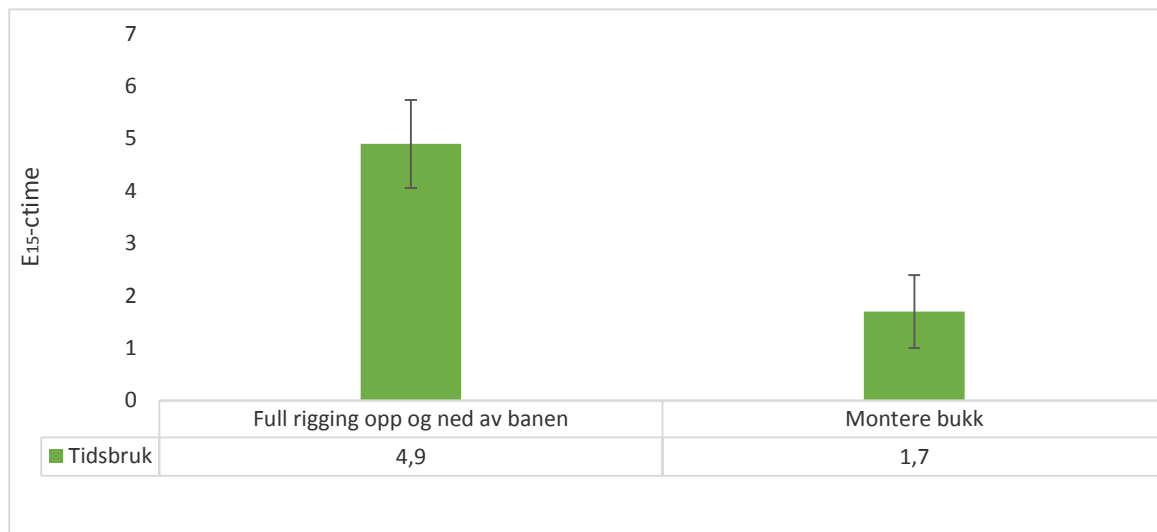
Figur 25 Viser at kbm/E₁₅-time korrelerer med lasstørrelsen.



Figur 26 Figuren viser at kbm/lass korrelerer med liter/tre.

Driftsstatistikken er brukt i figur 29 for å finne gjennomsnittlig tid brukt på rigging, med flytting av bil, endefeste, innkjøring av bærekabel, bardunering på ny standplass og full rigging av bærekabel med nytt endetre. En regresjonsanalyse ($F_{1,28}=0.00$, $p=0.96$) viste at tid brukt på montering og

demontering har ingen signifikant sammenheng med banelengden. Det ble ikke funnet en signifikant sammenheng mellom riggetid og lengde på banen, terreng eller vinsjeretning. Det ble heller ikke funnet noen faktor som påvirker tid brukt på montering av bukk ($F_{2,1}=0.77$, $p=0,77$, figur 29).

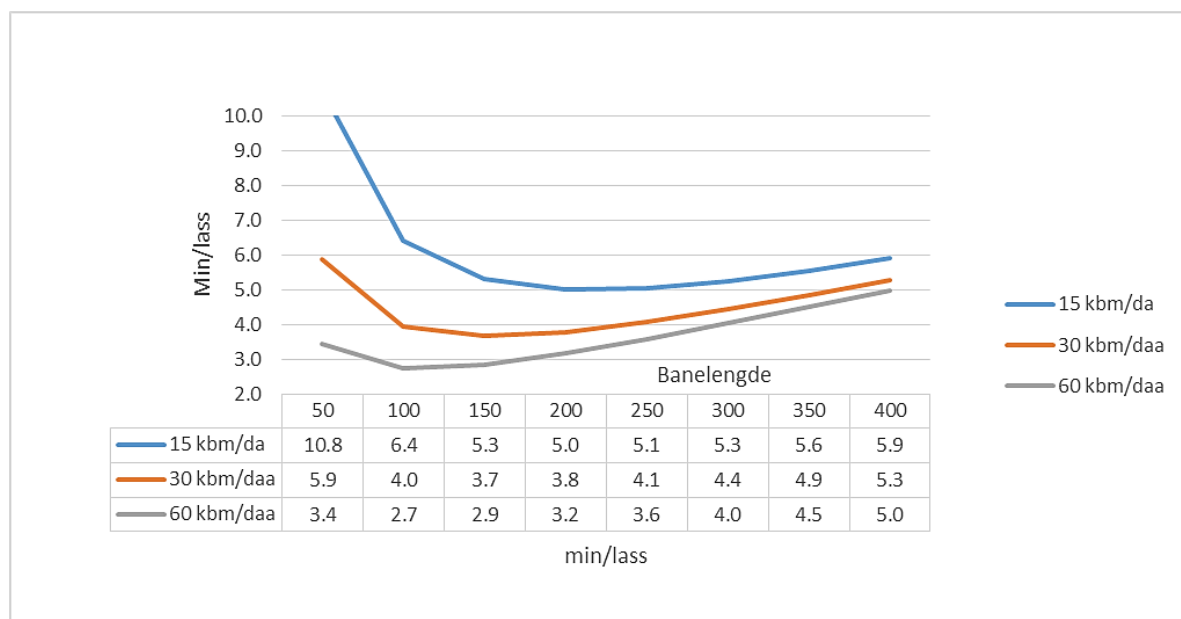


Figur 27 Tid (E15-time) brukt på flytting av vinsjestrekk med full ned og opp rigging, samt montering av bukk.

3.3 Optimalisering av veitetthet

Optimal lengde for vinsjing med Mouny uten veikostnad

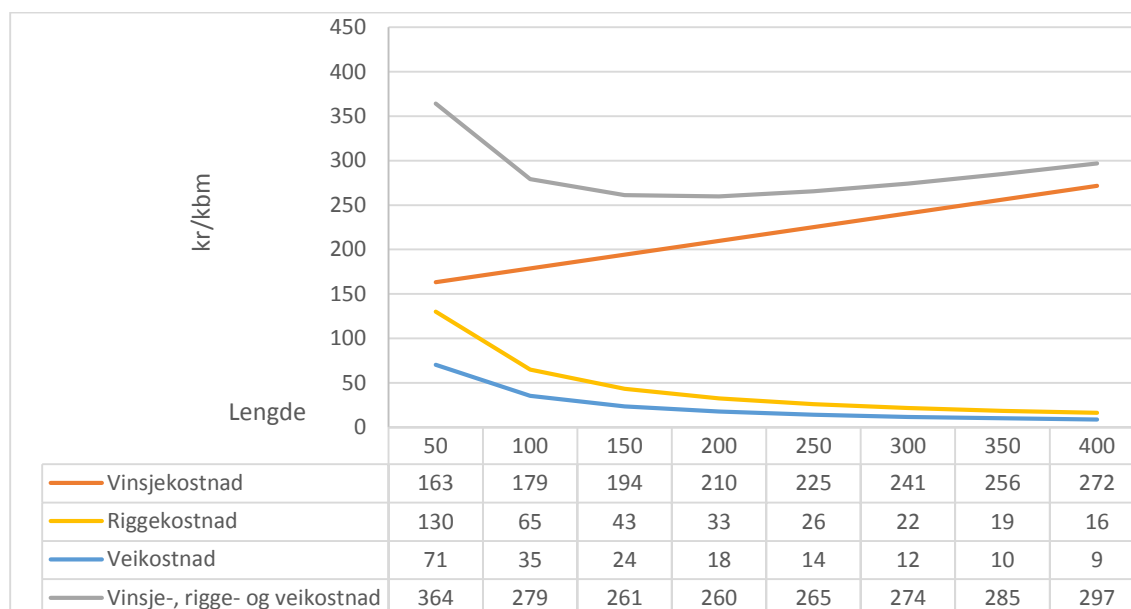
Optimal banelengde ved lass på 1,1 kbm og 3 forskjellige kbm/dekar. Tiden er summen av tidsbruken ved retur- og lasskjøring samt rigging. Dette vil være det optimale når man ikke tar med veikostnaden, slik en entreprenør gjør. Ved å multiplisere med 2 får man optimal veiavstand.



Figur 28 Optimal veiavstand uten veikostnad for 15, 30 og 60 kbm/dekar.

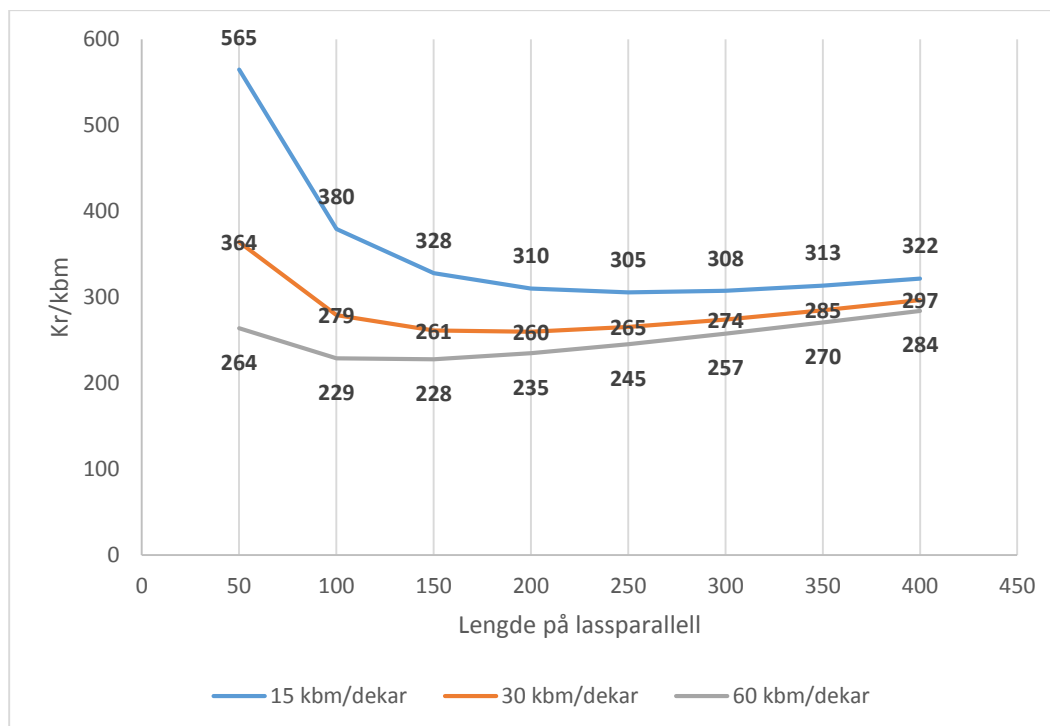
Optimal lengde mellom samleveiene for vinsjing med Mouny

Ved å se på kostnadene ved veibygging og avvirkning med taubane ut i fra en skogeiers ståsted, har jeg funnet optimal banelengde. Ved å multiplisere lengden med 2 får man optimal avstand mellom samleveiene, og optimal veitetthet. Jeg valgte å bruke 40 meters bredde på vinsjegata, marginalsattesats på 38,4 %, veikostnad på 900 kr/m, tilskudd til vei på 50 % og 1600 kr/t for Mounyten med 3 arbeidere. For å beregne veikostnaden per kbm brukte jeg formel 5. Veikostnaden er delt på to da veien brukes på begge sider, da det både kan vinsjes oppover (fallbane) og nedover. Kostnaden for stropping (figur 16) og avstropping (57 sekunder) er tatt med i beregningen, men det er ikke vent inn og vent ut. Figur 31 viser hvordan vinsjekostnaden, riggekostnaden, veikostnaden og summen av disse forandrer seg i kr/kbm ved ulike lengder på taubanen, med forutsetningene som beskrevet over. Det er tatt utgangspunkt i 30 kbm/dekar og lasstørrelse på 1,1 kbm.



Figur 29 Veikostnad, vinsjekostnad, riggekostnad og summen av alle kostnader ved 30 kbm/dekar og 1,1 kbm/luss. Alt i kr/kbm.

Figur 32 viser at optimal veiavstand ved 15 kbm/dekar er rundt 500 meter, mens den er sirka 400 meter for 30 kbm/dekar og sirka 300m ved 60 kbm/dekar. Hvis man kun kan utnytte veien på en side, som for eksempel ved fallbane på toppen av ei lisse blir det ingen endring i optimal lengde ved 30 og 60 kbm/dekar. Men ved 15 kbm/dekar endres optimal veiavstand i fra 500 til 600 meter, på grunn av at veikostnaden utgjør mer per kbm dess mindre kubikkmasse som sogner til veien.



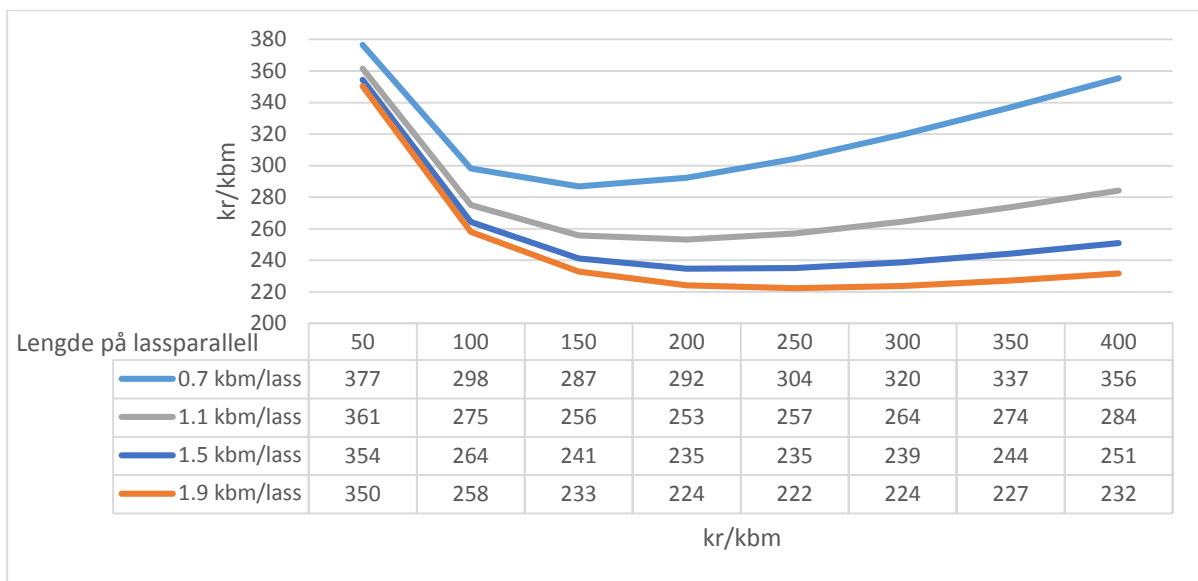
Figur 30 Kr/kbm ved ulike lengder på vinsjestrekket ut i fra kbm/dekar.

Ved å bygge samleveier etter optimal veiavstand ser en i figur 33 at veitettheten korrelerer med kbm/dekar. Adkomstveier som binner sammen samleveinettet kommer i tillegg.

Kbm/dekar	Optimal banelengde	Optimal veiavstand	Veitetthet (m/ha)
15	250	500	20
30	200	400	25
60	150	300	33

Figur 31 Optimal veitetthet ved de tre ulike kbm/dekar, med lass på 1,1 kbm.

Ved 30 kbm/dekar ser enn i figur 34 at ved å øke lasstørrelsen så kan man øke veiavstanden, så fremt ikke deltidene blir påvirket. Dette fordi vinsjekostnaden blir større dess flere lass det må kjøres for å transportere en mengde kbm.



Figur 32 Optimal lengde på taubanen ved ulike lasstørrelser ved 30 kbm/dekar.

Gjennomsnittlig volum/tre ved 3 trær/lass	Kbm/lass	Optimal banelengde	Optimal veiavstand	Veitetthet (m/ha)
233 l	0.7	150	300	33
367 l	1.1	200	400	25
500 l	1.5	200-250	400-500	25 - 20
633 l	1.9	250	500	20

Figur 33 Optimal veiavstand ved 30 kbm/dekar ved ulike størrelser på lasset.

4. Diskusjon

4.1 Valg av metode

For å kunne analysere hvilke forbedringer som kan gjøres for å øke produksjonen til Mountyene valgte jeg å ta utgangspunkt i tidsstudie og driftsstatistikken. Tidsstudiet fungerer bra til å analysere hvordan de ulike deloperasjonene påvirker produksjonen, mens driftsstatistikken viser den faktiske produksjonen og prestasjonen over et lengre tidsrom. Disse to utfyller derfor hverandre på en god måte. For så å finne ut hvordan de ulike skoglige- og tekniske faktorene påvirker de ulike deltidene i tidsstudiet og produksjonen i driftsstatistikken, brukte jeg i stor grad dataanalyser. Dataanalysene lineær regresjon, t-test og enveis-ANOVA ble først og fremst foretatt i Excel. Da Excel er det verktøyet jeg selv er mest fortrolig med. Men statistikkverktøyet R og R-commander (Fox, 2009) ble brukt til å gjøre større tester med tilbakeseleksjon som ANCOVA. Dette gjør at alle forskjeller og sammenhenger er testet statistisk.

For at resultatene skulle blitt bedre ville et mer likt oppsett av tidsstudiet vært gunstig. Det beste hadde vært og hatt med alle deltidene slik det ble gjort på Tretten, og med bredde og lengde på alle lass. I tillegg skulle det vært registrert brysthøydiameter i alle trær per lass og høydeklasse i bestandet, slik at volum/lass det kunne vært sammenlignet med deltidene. Men på grunn av at dette kommer fram av driftsstatistikken kan man trekke paralleller mellom resultatene. Gjennom full registrering av alle lass ville man fått et større og bedre datamaterialet, selv om de alle analyser ble gjort med nok observasjoner. Den testen der man burde hatt et større datamaterialet er hvordan bredden på vinsjegata påvirker tid brukt på heiseline ut og inn. Funksjonen for økende tidsforbruk ved økende bredde og optimaliseringen av bredden på vinsjegata (figur 17 og 18), baserer seg kun på tidsstudiet på Tretten. Det betyr at resultatet bygger på 1 stoppers prestasjon. Det er en svakhet at ikke flere lass i tidsstudie ble målt bredde på.

4.2 Resultatene

4.2.1 Vinsjing

Tidsstudiet viser at det er stor variasjon mellom de ulike deltidene og mellom de ulike driftene. Det er spesielt forholdet mellom vinsjing med Mouny 3000 og 4000 der produksjonen er svært forskjellig. Dette kan skyldes at det er to ulike maskiner med ulik effekt (figur 3), eller det kan være tømmerdriften på Tretten. Spesielt er hastigheten på retur- og lasskjøring med Liftliner-løpekatten lav (figur 23). I følge fabrikken skal trekkline og returlina som brukes til kjøring av Liftliner være 5 m/s (Konrad Forsttechnik, 2014). På Tretten ble det kjørt med trekkline men ikke returline siden det var fallbane. Dette er med å styrker teorien om at den lave farten skyldes denne driften og dette strekket som hadde 20 % fall. Ved fallbane må fallet på bærekabelen minst være 20 %, for at tyngdekraften skal være sterk nok til å dra løpekatten ut med god hastighet (Samset, 1983). Trekkline kan kjøres ut på fire ulike hastigheter og det ble på denne drifta kjørt med lav hastighet. Dette for å ikke skape for mye sleng i bærekabelen som forplanter seg til bukken og endetreet (Pers. med. Jan Ivar Svendstad). Det var også noe knekk over bukken så for ikke å velte bukketreet, be det kjørt forsiktig. Å rigge et nytt bukketre/ endetre, hvis det er tilgjengelig, er tidkrevende og arbeidsomt. Men med lav hastighet senkes også produksjonen betraktelig, da gjennomsnittlig 32 % av tiden i tidsstudiet ble brukt på lass- og returkjøring (figur 13). Optimalt skal man ved bukken ha full hastighet inn mot bukken, senke hastigheten over bukken og full hastighet etter bukken (pers. med. Nils Olaf Kyllø). Dette kan også automatiseres med datasstyring av løpekatten fra punkt a til b på banen, slik at hverken kranfører eller stropper trenger å kjøre katten manuelt på vinsjestrekket (pers med Jan Ivar Svendstad). Dette kan medføre lavere tid brukt på vent inn og vent ut. Tidligere er undersøkelser av Owren T3 viser en gjennomsnittlig gjennomsnittlghastighet på 4,3 m/s på returkjøring 2 m/s på lasskjøring i taubaneterreng (Winsents, 1994). Dette er dobbel hastighet i forhold til prestasjonene på Tretten, og

betydelig raskere enn Strand og Tretten. Tidligere studier viser at hastigheten på løpekatten blir lite påvirket av størrelsen på lasset (Lisland & Jacoben, 1998). Så det må være de aktuelle kattene og/eller driftssystemet som påvirker farten.

Det er også stor variasjon i brukt tid på stropping, som er den største deltidsposten med gjennomsnittlig 45 % (figur 13). I følge tidsstudiene på Tretten fordeles dette med 54 % brukt på heiseine ut, 10 % på stropping og 36 % på heiseline inn. Det vil si at det er selve stroppingen av trærne som tar mest tid, og innvinsjingen av trærne. I tillegg er min oppfatning at heiselinen ble vinsjet ut og inn med lav fart. Jeg har selv jobbet som stropper på Owren 350 med løpendebærekabler og heiselinen gikk mye raskere ut og inn på den tretromlete løpekatten, enn Liftliner 3000. Tiden brukt på heiseline inn og ut har sammenheng med avstand mellom bærekabelen og det ytterste treet i lasset (figur 17). Det vil si at man bør optimalisere bredden på vinsjegata, slik figur 18 viser. Det ble også funnet en signifikant forskjell brukt på total stropptid og på alle driftene og antall trær i lasset. Det var signifikant forskjell mellom 1 – 2 og 3 – 4 trær (figur 21). Det vil si at ved stigende trær/kbm øker stropptiden og tidsbruken per lass betraktelig. Dette underbygger konklusjonen om at tidsbruken blir større totalt med vinsjetid og riggetid, når skogen blir dårligere med flere trær/kbm (figur 19 og 20). Gå i sikkerhet varierer lite og er en mengdefast deltid.

Tidligere studier av Owren 400 viser at det største potensiale for å øke taubanens produktivitet ligger i å effektivisere stroppearbeidet (Lisland & Jacoben, 1998). Deres konklusjon i studiet var at *«en absolutt fordel er det å få en eller annen form for buntlegging. Dette vil ved noe erfaring gi jevnere og større hiv. Dessuten er dette en betingelse for å få ned stropptiden, og dermed prestasjonen opp.»* Dette kan påvirkes av optimal bredde på vinsjegata og hvordan felleren legger til rette trærne. I dag felles det kun motor-manuelt på Mouny-banene. Ved å felle maskinelt, kviste og legge til rette stammer i optimale lass kan man øke produksjonen i stor grad. Torstein Lisland og Halfdan Jacobsen (1998) kjørte en del forsøk med Owren 400 med vanlige heltrær felt manuelt og trær som var felt, kvistet og sammenført til lass. En fikk da en økning i produksjonen (kbm/t) på over 200 %, mest på grunn av optimale lass til taubanen. Det er derfor store muligheter til å øke produksjonen med å bruke hogstmaskin til å felle og sammenføre trærne. Nitteberg og Lileng (2004) fant også ut at heltre var mer effektivt enn stokker, hvor lassene ofte ble små. Ved å kviste trærne før vinsjing oppnår man antagelig raskere lasskjøring. Samt at GROTen blir igjen i bestandet, så man får gjødslingseffekten for neste omløp, som er viktig for næringsinnholdet i jorda (Skog og landskap, 2014).

Under avstopping av lasset var det ingen målte faktorer som det ble funnet signifikant sammenheng med. Avstoppingstiden er dermed lik uansett antall trær. Det er dermed kranførerens tidsbruk på å gå inn og ut av førerhuset som tar mest tid, da det ellers ville mest sannsynlig blitt funnet signifikant forskjell. Det er i Østeriket kjørt produksjonsstudier med Ludwig selvutløsbare stropper på en lignende bane, Wanderfalke (MM Forsttechnik, 2014), som også kjører med fastbærekabel og med tårn, vinsj, kran og hogstaggregat på samme lastebilchassis (Stampfer, Leitner, & Visser, 2009). Ved å bruke selvutløsbarestropper trenger ikke kranføreren å gå ut av hytta for å avstroppe. Det ble her funnet at avstoppingstiden sank med 36 % ($n=936$, $R^2=0,77$) mellom konvensjonelle stropper og selvutløsbare stropper. Totalt sank tiden brukt per lass med 6 %, men den vil trolig avta ved økende lengde på banen. Da avstoppingstiden er fast uansett lengde på banen, mens retur- og lasskjøring øker med lengden.

Selvutløsbare stropper vil dermed ha størst effekt når det vinsjeskort. Ludwigstroppene (bilde 1) er noe tyngre enn konvensjonelle stropper, med sine 1,6 kg per stropp imot 0,34 for konvensjonelle stropper, og det ble funnet ut at



Bilde 1 Ludwigstroppe (Bilde: Nils Olaf Kyllø).

hjerterytmen hos stropperen økte signifikant med Ludwigstroppene sammenlignet med vanlige stropper. Ludwigstroppe kan være en mulighet for å øke produktiviteten på Mountybanen. En forutsetning er at det ikke er mye ekstra vedlikehold og at de er driftssikre. Stroppene får ofte mye juling mot stein og fjell, som kan gi problemer. Det er i Norge fra før blitt brukt slike stropper på Owren T3 og 350, med gode resultater da hogstmaskinføreren/ kranfører ikke trenger å gå bort til lasset. Dette er spesielt effektivt på kabelbaner der det vinsjes i haug uten opparbeiding under vinsjingen. I følge en entreprenør i Norge som bruker disse stroppene har det vært noe vedlikehold på de og noe småplukk på ledningsnettet inne i stroppe. Men de er svært solide. De er svært holdbare når de takler slag mot blokk og fjell under spesielt returkjøring (Pers. med. Knut-jørgen Oseberg).

7 % av tiden per lass blir i gjennomsnitt brukt på at løpekatten stanser når stropperen overlater kjøringen av løpekatten til kranfører (figur 24). Størst var den på Strand med hele 14 %, som utgjør 23 kr/lass. Dette skyldes som regel at kranførere er opptatt med å aptere og kappe eller stable og flytte tømmer rundt Mountyen. Antall sortimenter kan påvirke dette, selv om det ikke ble funnet en sammenheng i tidsstudiet. Det ble ikke funnet en sammenheng mellom de andre deltidene og vent inn. Det ser derfor ikke ut til at vent inn øker når lassene kommer med kortere mellomrom, noe en skulle tro var sannsynlig. Vent inn og vent ut er uproduktiv tid og all stopp av løpekatten bør minimaliseres. Selvutløsbare stropper kan også være med å minimere denne tiden. Med selvutløsbare stropper kan kranfører med enkle tastetrykk utløse stroppene når de kommer til velteplassen, og vente med å aptere dem, hvis han er opptatt med andre ting. Det som antagelig har størst innvirkning på vent inn er hvordan standplassen er konstruert og tilrettelagt for taubanen. Det er ofte et problem at taubaner må ta til takke med å stå på skogsbilveien, noe som fører til liten plass rundt kabelkranen til lagring av opparbeidet tømmer. Dette fører til at tømmerbilen ikke kommer forbi og må rygge bort til banen uten henger, og kippe tømmeret, noe som gir økte kostnader. Kippetillegget er i dag på 20 – 25 kr/kbm (Kyllo, 2014).



Bilde 2 Stor standplass der man slipper å kippe tømmeret i Renå, Selbu. Foto: Nils Olaf Kyllo.



Bilde 3 Trang standplass på Tretten, tømmerbilen må kippe og kranfører får mye dobbelhåndtering av tømmeret, da tømmerbilen ikke når alt selv med tømmerkloa. Foto: Håkon Skjetne Holmli.

Kipping er en svært fordyrende løsning og det skal ikke mye tømmer til per strekk før det lønner seg å bygge en skikkelig standplass når det kan bygges med statstilskudd og skogfondsfordel. Gode standplasser fører til at tømmerbilen kan passere med henger, snu i enden på veien og lesse bil og henger samtidig. I tillegg kommer sannsynligvis vent inn til å synke når det ikke kippes, da det blir mindre dobbelhåndtering av tømmeret. Bedre standplasser kan også gjøre uttak av GROT etter taubanedrift mer sannsynlig, da det i dag ofte er lite plass til å lagre dette sortimentet (Nordhaug, Kjøstelsen, Gjølshjøl, & Belbo, 2013).

Gjennom analyse av driftstatistikken fant jeg at produksjonen målt i kbm/E₁₅-time korrelerer med lasstørrelsen (figur 27). Dette var den eneste variabelen som viste signifikant sammenheng med produksjonen. Analysen viste en lav R² (11 %) men en signifikant sammenheng mellom produksjonen og lasstørrelsen, som vil si at det er viktig å optimalisere lasset til banestrekking og dets pilhøyde. Jeg vil tro at ved å justere dataene for banelengde ville man funnet en bedre R². Den faktoren som i stor grad bestemmer lasstørrelsen er volum/tre, figur 28 viser at det er en klar sammenheng og med en R² på 50 %. Dette viser at produksjonen i stor grad blir bestemt av skogbildet, gjennom stående kubikkmasse og volum/tre. Dette underbygger resultatene i figur 18 og 30, der en ser at stående kubikkmasse i stor grad påvirker tidsbruken per lass.

Tidsstudiene og virkesstatistikken ble videre brukt i fellesskap for å finne optimal bredde og lengde på vinsjegata. Dette fører til noen problemer da tidsstudiene er virketid mens virkesstatistikken er E₁₅-tid, som vil si at tapstider under 15 minutter inngår. Dette gjør at riggetidene fra driftsstatistikken er antagelig noe høyere enn hva den ville vært ved tidsstudie. Dette er en svakhet som skaper noe større usikkerhet, men jeg har valgt å sammenligne tallene. Optimal bredde og lengde vil derfor være noe kortere hvis riggetiden er noe lavere som virkestid.

For å sammenligne lengde og bredde på banen med veikostnad ved de ulike lengdene så brukte jeg rapporten fra Vennesland, Hohle, Kjøstelsen & Gobakken (2013). I rapporten konkluderes det med at Mounthyens timekostnad varierer med antall kjøretimer i året. Ved 1500 timer/år er timeprisen 1580 kr og ved 1000 timer/år 1699 kr/time. Jeg valgte å bruke 1600 kr/time for videre beregninger. Denne timeprisen tar høyde for maskin og mannskap, se figur 39. Ved tidligere studier av taubaner i Norge har Harald Omnes i (Samset & Omnes, Skogsdrift i bratt terreng, 1983) valgt å bruke halv maskinkostnad under riggingen. Dette mener jeg ikke blir riktig. Det er i hovedsak de samme kostnadene ved rigging som ved vinsjing, motoren går og mannskapet er det samme. Forskjellen er at forbrenningsmotoren i løpekatten ikke blir brukt og det er noe mindre slitasje på utstyr. Derfor velger jeg å bruke samme timekostnad ved rigging som ved vinsjing.

Gjennomsnittlig lasstørrelse har mye å og si for produktiviteten. Gjennomsnittlig for driftsstatistikken er det 1,08 kbm/lass der det ligger 8394 lass til grunn. Morten Nitteberg fant i (Nitteberg & Lileng, 2004) ut at det ikke var en signifikant forskjell mellom tid brukt per lass ved 0,5 kbm/lass og 1 kbm/lass, med en Owren 400 kabelkran. Dette kan i stor grad overføres til Mounthyen da det er minst like store krefter i Mounthyen som i Owren 400 (Pers. med Nils Olaf Kyllø). Det vil si at det er optimalt å kjøre med så store lass som utstyret takler og pilhøyden tillater. Det er så en avveining hvor store lass man skal kjøre med når det er mange trær/kbm. Det er normalt å kjøre med maksimalt 3 trær per lass ifølge driftsstatistikken. Det er funnet at kbm/lass korrelerer med antall trær/kbm figur 28. For

å kunne ha høy produktivitet er det derfor viktig at skogen ikke er mindre enn 3 – 3,5 trær/kbm. Da dette vil føre til lasstørrelsen synker under 1 kbm og produktiviteten går ned.

Produktiviteten til taubaner er svært avhengig av mannskapet (Winsents, 1994). En erfaren hogger legger trærne inn til banen slik at det blir lett for stropperen å stroppe og få optimal størrelse på lassene. Et erfarent team optimaliserer strekkene, slik at pilhøyden blir best mulig og bukken(e) best mulig plassert. På Tretten var det var en stropper med relativ lite erfaring. Dette gjorde at stropping tok mye tid og kan være med å forårsake både den lave hastigheten på retur- og lasskjøring samt stroppingen.

I driftsstatistikken er det beskrevet om det ble kjørt fallbane med Liftliner eller vinsjing nedover med Woodliner løpekatten. Det ble kjørt en statistisk analyse for å se om var forskjell i produksjonen mellom fallbane og vinsjing nedover. Det ble ikke funnet noen forskjell. Men det er tidligere blitt påpekt at fallbanevinsjing er raskere enn nedover vinsjing. Ved et større tidsstudie hadde det vært interessant å sett på hastigheten på retur- og lasskjøring ved fallbane og vinsjing nedover. Nils Olaf Kyllø påpeker i sitt foredrag (Kyllø, 2012) at det er lettere å rigge taubanen når alt skal nedover i stedet for oppover. I tillegg blir det bedre plass på standplassen når trærne kvistes på utsiden av veien, og kvisten faller ned på nedsiden. Det er også sikrere å vinsje med fallbane da løse steiner og trær ikke kommer ruller mot kabelkranen og mannskapet.

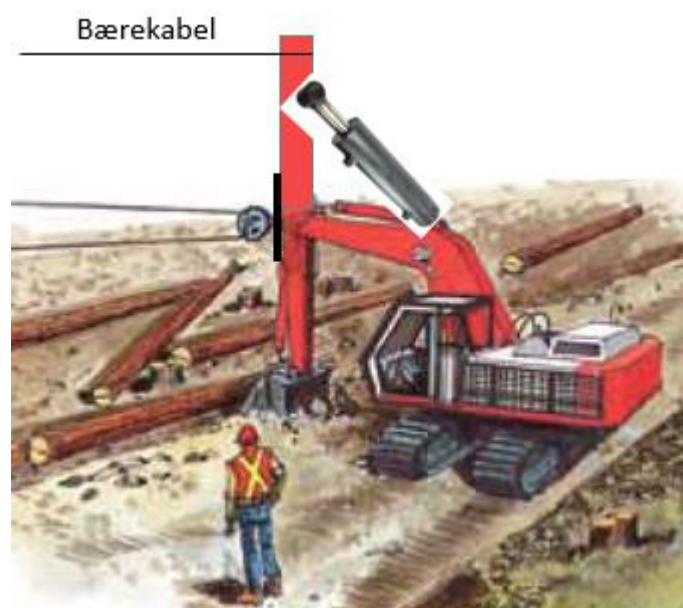
4.2.2 Rigging

Riggetiden er også sterkt påvirket av hvor godt laget samarbeider (Samset, 1981). Riggingen er en hjelpetid og produser ikke noe virke i seg selv. Tidligere studier viser at riggetiden ligger på omtrent 20 % av virketiden på kabelkraner med løpende bærekabler (Lisland & Jacoben, 1998). Riggetiden med fastbærekabel er som regel også høyere enn for løpende bærekabel, da fast bærekabel er tyngre og håndtere, så andelen uproduktiv tid er høy. Riggetiden på Mounthyen ble funnet til å være 4.9 E₁₅-timer. Dette er betydelig lavere enn tidligere forskning på baner med fastbærekabel i Østeriket, der man har funnet ut at riggetiden var 8,6 timer (Stampfer, Visser, & Kanzian, 2006).

Tiden brukt på rigging må derfor minimaliseres. Det er gjort en del utviklingsarbeid blant annet på Skog og landskap med tanke på å lette og effektivisere riggearbeidet. Blant annet brukes det nå svært lette riggelinere for å trekke bærekabelen fra kabelkranen og ut til endetreet. Vekten på utstyret som skal transporteres til endetreet har også betydning for hvor raskt riggingen går. Det er kjørt studier der det er brukt kunstfibertau i stedet for stålwire til barduner (Lisland & Jacoben, 1998). Fibertauet Spectron 12 veide 15 % av stålwiren, men det er tilsvarende dyrt. Slitasje på tauene og levetiden er derfor en avgjørende faktor på hvor kostnadsbesparende disse er. Det er også blitt

brukt Stratos Support fibertau til bardunering. Det er i dag vanlig å bruke jekkestropper til barudnering, som blant annet på Tretten. Det er utviklet riggeutstyr av Skog og landskap til fastbærekabel, som f.eks. riggeline på en ryggsekkmeis som fraktes til endetreteet på enkles måte. Så går man ut dobbel riggeline nedover til vinsjen i stedet for å dra riggelina oppover lia (Kyllo, 2012). Det brukes så en liten riggelinevinsj, eksempel en ryddesagmotor, som drar ut Mountyens egen monteringsline, som til slutt drar ut bærekabelen. Det gjøres i dag forsøk med å dra ut heiselinen med drone, som er et minihelikopter, for å lette arbeidsbelastningen hos arbeiderne (Woxholtt, 2013). Gjennom kameraet på dronen kan også arbeiderne få en bedre oversikt over skogen og terrenget, som kan gi mer optimale strekk med best mulig valg av ende- og bukketre, som gir bedre pilhøyde og høyere hastighet på løpekatten.

For å senke riggetiden kan man bruke mobilt endefeste, enten i form av bulldoser eller gravemaskin (WorkSafeBC, 2011). Dette systemet er i større grad brukt i USA enn i Norge. Bærekabelen festes da i fronten på bulldoseren eller i bommen på gravemaskinen, slik figur 36 viser. Under norske forhold i svært bratte ller vil antagelig gravemaskinen være det beste valget. Da den også kan grave enkle driftsveier for å stå på, i større grad enn en bulldoser. Det er en fordel at disse veiene bygges før vinsjingen starter, så



Figur 34 Mobilt endefeste (WorkSafeBC, 2011) med påtegnet forlenger som er hydraulisk nedfellbar under transport.

man slipper stopp under vinsjingen. Mobile endefester har den fordel at de svært raskt kan flytes fra strekk til strekk, da man ikke trenger å dra inn bærekabel til kabelkranen eller dra den med håndmakt til neste strekk. Dette medfører en lettere hverdag for arbeiderne. Bærekabelen kan være oppspent, men nedslakket, mens det skiftes vinsjestrekk. Dette kan også løse problematikken med å finne gode endetrær og forankring for bardunene (McCarthy, 2002). Dette kan for eksempel være et problem i øverste del av plantefelt på Vestlandet, der det kan være småvokst lauvskog rundt plantefeltene eller i vindfallhogst. Hvis man velger en gravemaskin med riktig vekt i forhold til kreftene i taubanen, trenger man heller ikke bardunere den. I følge (WorkSafeBC, 2011) er mobile endefester sikrere enn endetrær, hvis de brukes riktig, samt at endefeste kan settes på det optimale stedet så pilhøyden blir optimal på strekket, slik at bruk av bukk kan minimaliseres. Ved å forlenge bommen 2 – 3 meter, slik det er inntegnet på figur 36 kan man oppnå enda bedre pilhøyde. Ved å

hengse denne på bommen og så kunne heve å senke den med hydraulikk kan man felle den ned ved transport. Det kan med fordel sveises på en stålkonstruksjon i front av bommen, som står imot kreftene som blir i bærekabelen. Økt høyde på innfestingen av bærekabelen vil skape større dreiemoment, så det kan være behov for en tyngre gravemaskin.

En faktor som må være innfridd for å bruke gravemaskin til endefeste er at det er løsmasser til å bygge seg en enkel driftsvei av, eventuelt kjøre i flatt terreng som gir mindre terrenginngrep. Kjøring på bartfjell i sidehelling med gravemaskin er ingen god løsning (Pers. Med Stig Ole Steener). Totalt vil bruk av mobilt endefeste på de rette driftene være svært tids- og kostnadsbesparende. Til en slik jobb trenger man heller ikke det nyeste utstyret, at utstyret er driftsikkert er nok det viktigste. Men det vil binde opp noe kapital. Det negative med å ha med en gravemaskin på driftene er at taubanesystemet blir mindre mobilt. Det må antagelig en flyttebil til for å frakte den. Hvis man da ikke kan ha den på henger på Mountyen. Man må også tenke over at hvis man skal grave driftsveier, blir taubanedriftene mindre miljøvennlige og man nærmer seg en gravedrift. Selv om man snakker her om en helt annen veitetthet ved gravedrift, der man må ha driftsveier med så kort avstand at hogstmaskinen når det meste. Som da gjerne er ca dobbel kranlengde, for unngå manuell felling.

Taubaner med fastbærekabel har den fordelen at den takler ned til 5 % pilhøyde (Johnsrud, 2007). Dette er lavere enn slepebaner og kabelkraner med løpende bærekabel. Det betyr at det er noe mindre behov for bukker for å få god nok pilhøyde. Å montere bukk tar tid i gjennomsnitt 1,7 E₁₅-timer, med full timepris på 1600 kr/time koster det derfor ca 2720 kr å montere en bukk. Dette blir ved et strekk på 200 m og 40 m bredde, ved 30 kbm/dekar blir ca 11 kr/kbm. Datamaterialet er i fra driftstatistikken er på kun 4 observasjoner, så tidsbruken er usikker. Uansett lønner seg å finne strekk der en har god pilhøyde uten bukker. God planlegging er derfor svært lønnsomt. Eksempelvis med terrengmodeller under planlegging av skogsbilvei og finne de beste standplassene ved å analysere lassveisparablene. Dagens lasertakstering av skog bidrar til å gi svært mange høydepunkter fra terrengoverflaten som kan bearbeides til gode terrengmodeller (Sund, 2014). Disse kan videre brukes til å finne de beste lassveisparablene, med blant annet programvaren Softree (Baydakova, 2012).

Der det må bukk til er man avhengig av godt og lett utstyr. Det er derfor en fordel å bruke fibertau under montering av bæreskoen, som for rigging av endetre. På de strekkene der det er behov for bukk kan det være nødvendig å bruke kunstig bukk. En fordel er at man får plassert bukken akkurat der man har behov, for eksempel i et knekkpukt i terrenget, der det kanskje ikke står et tre i dag. Men Skog og landskap har i samarbeid med en entreprenør startet arbeidet med å lage en

«ferdigbukk» som kan vinsjes ut til knekkpunktet og rigges av en hjelpevinsj. Det gjenstår og se hvor raskt og effektivt dette kan gjøres.

4.2.3 Optimal veiavstand

Variablene

Det er mange faktorer som påvirker optimal veiavstand. Funksjonene for tidsbruk ved økende lengde baseres på 3 drifter og 90 lass. Men spennet i lasskjøringshastighet er forholdsvis stort i fra 0,8 m/s til 1,4 m/s på Førde, så jeg vil si at funksjonene i figur 15 og 22, fanger opp gode og dårlige drifter. Det gjør det også stropptiden som er basert på 126 lass og har stor variasjon. Avstoppingstiden hadde ikke spesielt stor variasjon og baseres også på 126 lass. Avstopping er forholdsvis likt på alle Mountyer og drifter, da trærne senkes ned på plattformen. Et større datamaterialet vill trolig kunne gitt sikrere tall og dermed bedre optimal veiavstand.

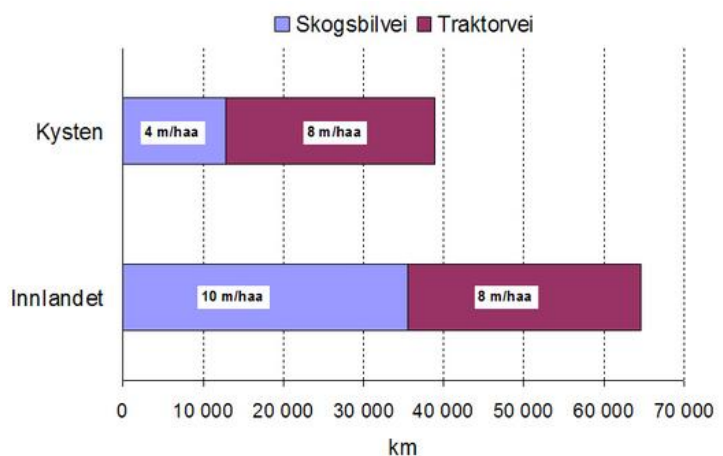
De økonomiske forutsetningene som gjør utslag er blant annet timekostnaden på Mounthyen. Denne baserer seg på nyere forskning og tallene er derfor oppdaterte (Vennesland, Hohle, Kjøstelsen, & Gobakken, 2013). Kostnaden for vei i bratt terreng spenner seg stort mellom ulike veianlegg. Jeg valgte her å bruke 900 kr/m i samråd med Nils Olaf Kyllø. En endring i veikostnaden vil påvirke optimal veiavstand, spesielt der det er lite kbm/dekar. Direkte tilskudd som Fylkesmannen bidrar med til skogsveibygging har da også stor betydning for veikostnaden. Det har også skogeierens skattesats da tilskuddseffekten av skogfondet påvirkes av denne. En skogeier med toppskatt vil optimalt ha et tettere vegnett enn eks. en bonde med landbruksfradrag og som betaler mindre skatt (Pers. Med Petter Økseter). Dagens marginale skattesats for skogbruksinntekt ligger på 38,4 %, hvis årsinntekten ligger mellom 195.698 kr – 527.400 kr. 38,4 % ble derfor lagt til grunn for beregningen av effekten av skogfondet før skatt.

Resultatene som ble funnet for optimal lengde på banen viser at ved ikke å medregne veikostnaden kan man vinsje svært kort. Ved å holde veikostnadene utenfor, vil veiavstanden være mest optimal i fra en entrepreneurs synspunkt. Lavest tidsforbruk ved 60 kbm/dekar er helt nede i 100 m lange strekk, da der blir mange flere kbm å fordele riggetiden på enn ved eksempel 15 kbm/dekar. Denne forskjellen er på 400 % høyere riggetid per kbm ved 15 kbm/dekar imot 60 kbm/dekar, siden det er 4 ganger mer kbm tømmer. Ved å senke riggetiden vil kostnadene senkes mest hos de lave kbm/dekar.

Ved å sammenstille vinsjekostnaden, riggekostnaden og veikostnaden kommer man nærmere den optimale lengden. Riggekostnaden i denne beregningen er den samme uansett lengde på taubanen. Dette skyldes at det ikke ble funnet noen signifikante faktorer som påvirket riggingen. Men tidligere forskning (Stampfer, Visser, & Kanzian, 2006) viser at riggetiden påvirkes av taubanens lengde,

terrenget og vinsjeretning. Et større tidsstudie av riggetidene på Mountyten vil antagelig finne lignende resultat. Veikostnaden kan sees på som en driftskostnad, da det er i all hovedsak sluttavvirkningskostnaden som senkes gjennom økt veitetthet. Selv om det også i bratt terreng blir noe billigere planting ved økt veitetthet. Det er i dag lite sannsynlig med tynning med taubaner så en får ikke sparte driftskostnader ved tynning, slik man får i terreng der man kan avvirke med hjulgående utstyr. Når man ser at driftskostnadene har så mye å si ved ulik veitetthet, er det viktig å optimalisere avstanden mellom disse i ei li. Men som formel 5 viser er det svært mange ulike faktorer som påvirker optimal veitetthet. En kan derfor ved ulike veianlegg gjøre et overslag med formelen, så man ser hvor lange vinsjestrekk som er optimalt ut i fra de skoglige og økonomiske faktorene. Veikostnadene kan variere sterkt lokalt på grunn av løsmasstyper, behov for spregning av fjell, plassering av bruer og mange andre faktorer. Så optimal veiavstand er kun veiledende, og hvert veianlegg må detaljplanlegges for å få det så funksjonelt og billig som mulig. Veikostnaden varierer også med direkte tilskudd fra Fylkesmannen og tilskuddseffekten av skogfond som varierer med den marginale skattesatsen hos skogeier. For å kunne utnytte skogfondet må skogeieren ha innestående skogfond, eller få hogd tømmer å etterbetalt innen 1. år (Pers. Med Petter Økseter). Uten innestående skogfondsmidler, eks skogeier som hogger for første gang på Vestlandet, er man derfor avhengig av å få avvirket tømmer innen rimelig kort tid etter at veianlegget er bygd og betalt for å få tilskuddseffekten av skogfondet. Uten denne effekten blir veianlegget dyrere og optimal veiavstand vil øke.

Figurene viser at det må høy veitetthet til for å drive god skog rasjonelt, spesielt i lange lier der det kan være spørsmål om å bygge flere samleveier. Med dagens veitetthet slik figur viser i kystskogfylkene er det klart at det må bygges mye ny vei med tanke på å gjøre taubanedriftene rasjonelle. Figur 37 viser at det er svært lite bilvei på kysten, som Mountyene er avhengig av. Andre driftssystem som Owrens



Figur 35 Totalt antall kilometer samt tettheten av skogsbilveier og traktorveier for innlandet og kysten per 1. januar 2006 (Nitteberg M., 2008).

kabelkraner er terrenggående og kan i større grad brukes på traktorvei, selv om driftsprisen blir lavere når man slipper ekstra håndtering med lassbærer.

I Østeriket er det blitt gjort et studie på optimal veiavstand, sett i fra en skogeiers ståsted, for kabelkran (Ghaffariyan, Stampfer, & Sessions, 2010). Studiet baserer seg på tidsstudie av

Wanderfalke kabelkran (MM Forstteknik, 2014) og veikostnader i Østeriket. Gjennomsnittlig driftskostnaden for vinsjingen var, var etter justering for dagens valutakurs og konsumprisindeks 257 kr/kbm, basert på E₀-tid. Det er sammenlignbart med våre driftspriser. Veikostnaden i Østeriket ville i dag vært 139 – 167 kr/m uten veivedlikeholdskostnad. Prisen per meter vei i dette studiet er på 212 kr/m etter tilskudd og skogfond før skatt, den er altså noe høyere enn i Østeriket. Optimal veiavstand i Østeriket var ved 15 kbm/dekar 216 m når man vinsjer en vei. Jeg har tatt utgangspunkt i at man både kan vinsje opp og ned fra den samme veien slik at veikostnaden fordeles på strekk. Hvis jeg beregner optimal veiavstand for kun vinsjing en vei, viser mine kalkyler at ved 15 kbm/dekar bør man vinsje ca 300 meter. Dette skyldes nok i hovedsak den høyere veikostnaden i Norge, som fører til at det er billigere å vinsje kortere Østeriket. Resultatene for Østeriket viser derfor noe kortere veiavstand enn mine, men resultatene er sammenlignbare.

5. Konklusjon

Tidsstudie og driftsstatistikk av Mountyene viser at det er ulike skoglige, tekniske og menneskelige faktorer som påvirker produksjonen. Returkjøring og lasskjøring blir i hovedsak påvirket av lengden på taubanen, pilhøyde, terreng og kjøring over bukk. Ved en økning fra 100 til 200 meters lengde får man en økning i tidsbruk på ca 80 %. Stroppetiden er avhengig av stropperens prestasjon, antall trær i lasset og bredden på vinsjegata. Analysen viser at stropptiden øker med 70 % ved en økning fra 1 – 3 trær per lass. Volum per tre har dermed mye og si for stropptiden, som i gjennomsnitt er 45 % av lasstiden, da det er viktig med store lass for å holde oppe produksjonen (figur 27). En beregning av optimal bredde på vinsjegata viser at den er sterkt påvirket av kbm/dekar, slik tidligere forskning også viser (Samset, 1990). Ved 15 kbm/dekar og lasstørrelse på 1,1 kbm, er optimal bredde på vinsjegata 60 meter. Derimot er optimal bredde ved 60 kbm/dekar 30 meter. Ved å endre lasstørrelsen til 1,9 kbm/lass er optimal bredde ved 15 kbm/dekar 80 meter, mens den ved 60 kbm/dekar er 40 meter. Altså gir større lass bredere vinsjegater. Vent inn er gjennomsnittlig 7 % av tiden brukt per lass, der løpekatten står i ro og ikke transporterer virke. Dette skyldes ofte konstruksjonen av standplassen som kan føre til at kranfører må hjelpe tømmerbilen under kipping av tømmer. Dette gjør at kranfører ikke rekker å aptere, kappe og lunne tømmer, og det blir stopp på løpekatten. Gjennomsnittlig utgjør vent inn 12 kr/kbm og kippetillegg på 20 – 25 kr/kbm (Kyllo, 2014). Ved en banelengde på 200 m og bredde på 40 m, med 30 kbm/dekar, utgjør dette 7 680 – 8 880 kr. Med egenandelen etter tilskudd og skogfond (før skatt) på 24 % som brukes i denne oppgaven, kan man bygge standplass for inntil 32 000 – 37 000 kr. Hvis man kan bruke standplassen både til oppover og nedover vinsjing kan man multiplisere dette beløpet med to. Det vil trolig lønne seg mange steder å bygge en gode standplasser, i motsetningen til å betale ekstra driftskostnader og

kippetillegg. Selvutløsbare stropper, som Ludwig-stroppen, kan også være med senke tidsbruken på vent inn og avstopping (Stampfer, Leitner, & Visser, 2009).

Driftstatistikken viser at prestasjonen øker med 44 % ved en endring i lasstørrelsen fra 0,7 til 1,4 kbm. Det er derfor viktig å optimaliserer lassene til pilhøyde og kreftene i vinsjen. Retur- og lasskjøring ser ikke ut til å bli påvirket i særlig grad av lasstørrelsen, slik en også ser i andre studier (Nitteberg & Lileng, 2004). Driftsstatistikken viser at volum/tre korrelerer med lasstørrelsen, ved 300 liter/tre ligger gjennomsnittlig lasstørrelse på 0,9 kbm, mens det ved 600 liter/tre ligger ved 1,3 kbm/lass. Det vil si en økning på 43 %.

Det ble ikke funnet noen faktor som påvirker riggetiden signifikant. Riggetiden er gjennomsnittlig 4,9 E₁₅-timer. Det er tungt arbeid å rigge taubaner med fastbærekabel, så det gjøres stadig utviklingsarbeid for å senke arbeidsbelastningen (Woxholtt, 2013).

For å utnytte banens potensiale og dermed få lavest mulig kstnader ble det beregnet optimal veiavstand. Det er to skoglige faktorer som er funnet til å ha stor påvirkning på optimal lengde på taubanen, kbm/dekar og kbm/lass. Dette samsvarer med tidligere forskning (Ghaffariyan, Stampfer, & Sessions, 2010). Men også skogsbilveikostnaden har betydning for optimal veiavstand. Denne blir påvirket av og direkte statstilskudd, som varierer mellom veianleggene, og effekten av skogfondet, som varierer med marginal skattesats hos skogeier. Skogeiere som ikke får skogfondsfordelen, som Opplysningsvesenets fond, vil få en lengre optimal veiavstand. Men veikostnaden variere også sterkt lokalt, da blant annet sprenging av fjell og bruer er svært kostbart (Pers. med. Stig-Ole Steener). Det må derfor lokale tilpasninger til av veiplasseringen. Man må også optimalisere standplassene så man får god pilhøyde og man må selvfølgelig bygge vei innenfor veinormalen. Vinsjekostnaden korrelerer med lengden på taubanen, mens rigge- og veikostnaden i kr/kbm synker med økende lengde.

Vinsjekostnaden er totalt høyere enn de andre to variablene ved banelengde over 50 m.

Følsomhetsanalysene av optimal veiavstand viser synkende banelengde med økende kbm/dekar.

Med lass på 1,1 kbm og ved 15 kbm/dekar er optimal avstand mellom veiene 500 m, mens den ved 60 kbm/dekar er 300 m. Kostnaden for vei, rigging og vinsjing er 34 % høyere ved optimal veiavstand ved 15 kbm/dekar, enn ved 60 kbm/dekar. Ved å øke lasstørrelsen fra 1,1 til 1,9 kbm/lass, øker optimal veiavstand fra 400 m til 500 m ved 30 kbm/dekar.

Denne oppgaven viser at kostnadene ved vinsjing varierer mye med kbm/dekar og gjennomsnittlig volum per tre. Optimal veiavstand og bredde på vinsjegata varierer også med disse faktorene.

Veitettheten bør derfor differensieres mye ut i fra de skoglige og økonomiske forholdene. En ser også at det er mye større kostnader med å avvirke skog med taubane med liten kubikkmasse, i forhold til skog med høy kubikkmasse.

6. Referanser

- Aasmundtveit, A. (2011). *Kystskogbrukets gryende potensiale - Logistikk og driftsteknikk i bratt terreng i Ørsta*. Ås: Universitet for miljø- og biovitenskap.
- Baydakova, N. A. (2012, Oktober 1). *Prosjekt Terrenganalyse planlegging*. Hentet fra Skogkurs - Vegsamling 2012: <http://www.skogkurs.no/pdf/fagsamling/Natalia%20A%20Baydakova.pdf>
- Fox, J. (2009). *The R-Commander. A basic-static graphical interface to R*. Hentet fra <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr>
- Frivik, T. (2014, April 7). *T. Frvik Taubanedrift - Hva skal være på plass for at vi skal ta ei drift*. Hentet fra Skogkurs: <http://www.skogkurs.no/kunnskapsskogen/pdf/Frivik.pdf>
- Ghaffariyan, R. M., Stampfer, K., & Sessions, J. (2010). *Optimal road spacing of cable yarding using a tower yarder in Southern Austria*. European journal of forest research, 2010, Vol.129(3).
- Gjedtjernet, A. M., & Bjerketvedt, J. (2003). *Driftsteknikk*. Oslo: Gan - Forlag.
- Granhus, A., Hysten, G., & Nilsen, J.-E. Ø. (2012). *Skogen i Norge - Statistikk over skogforhold og skogressurser i Norge registrert i perioden 2005-2009*. Ås: Norsk institutt for skog og landskap.
- Johnsrud, T.-E. (2007). *Skogsdrift i bratt terreng - en veileder i planlegging*. Biri: Skogbrukets kursinstitutt.
- Johnsrud, T.-E. (2007). *Skogsdrift og veger i bratt terreng - en veileder i planlegging*. Biri: Skogbrukets Kursinstitutt. Hentet fra Skogkurs.
- Johnsrud, T.-E. (2010). *Skogsdrift med taubane*. Biri: Skogbrukets Kursinstitutt.
- Konrad Forsttechnik. (2014, April 11). *MOUNTY 3000*. Hentet fra Konrad Forsttechnik: <http://www.forsttechnik.at/mounty-6/>
- Kyllo, N. O. (2012). *Rapport fra studietur til Østeriket - Maskinutstillingen Austrofoma*. Upublisert.
- Kyllo, N. O. (2012, Oktober). *Taubane på lekter som en del av infrastrukturen langs kysten?* Ås.
- Kyllo, N. O. (2012, Oktober). *Vinsjing oppover eller nedover*. Ås.
- Kyllo, N. O. (2014). *Infrastrukturen langs kysten*. Hentet fra https://www.dropbox.com/sh/4h3rq5229hagwyn/1eFaChBmK2/9.%20Infrastruktur%20langs%20kysten_Nils%20Olaf%20Kyllo.pdf
- Lileng, J. (2009). *Avvirkning med hjulgående maskiner i bratt terreng*. Ås: Norsk institutt for skog og landskap.
- Lisland, T., & Jacoben, H. (1998). *Sluttrapport for prosjekt: Bruk av kabelkran på bæresvak mark*. Ås: Norsk institutt for skogforskning.
- McCarthy, M. J. (2002). *An Evaluation of a Steyr KSK 20 Cable Yarder in Western Newfoundland*. Newfoundland: Newfoundland Department of Forest Resources and Agrifoods.
- MM Forsttechnik. (2014, April 7). *Wanderfalke yarder*. Hentet fra http://www.mm-forsttechnik.at/forsttechnik/download/Wanderfalke_englisch.pdf
- Nitteberg, M. (2008, Mai 13). *Skogsveier i Norge - historisk utvikling og dagens situasjon*. Hentet fra Skog og landskap:

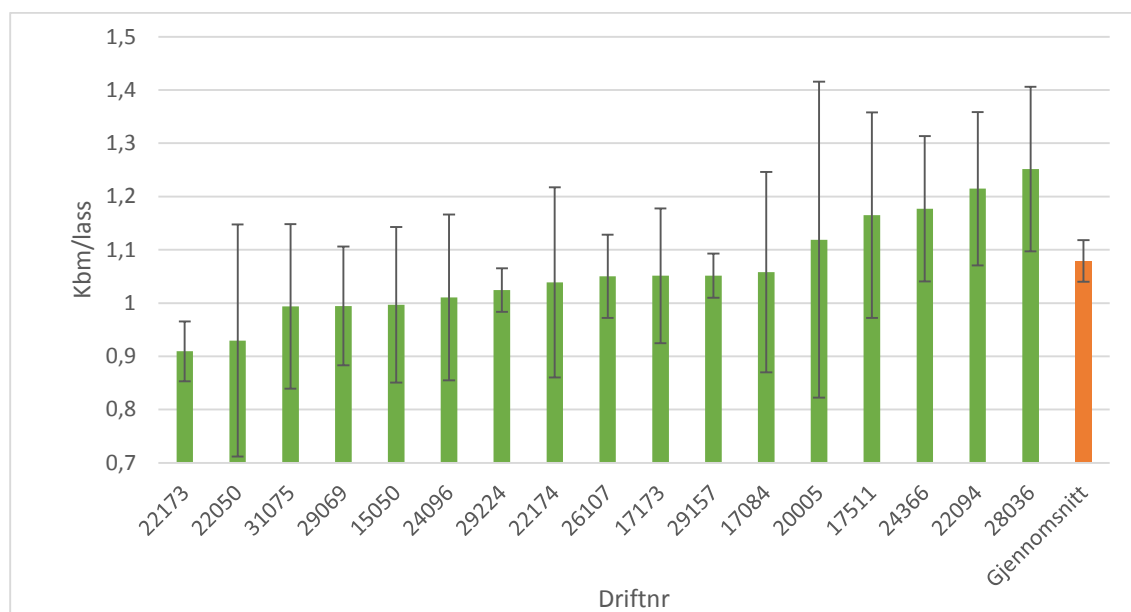
http://www.skogoglandskap.no/fagartikler/2008/skogsveier_i_norge_historisk_og_na/newsitem

- Nitteberg, M. A., & Lileng, J. (2004). *Mekanisert hogst i bratt terreng*. Ås: Norsk institutt for skog og landskap.
- Nordhaug, E., Kjøstelsen, L., Gjølsjø, S., & Belbo, H. (2013). *GROT fra taubane - mengder, håndtering og transport*. Ås: Norsk institutt for skog og landskap.
- Norsk institutt for skog og landskap. (2014, April 20). *Skog og landskap*. Hentet fra Krysstabell med landsskogstakseringens data :
http://www.skogoglandskap.no/artikler/2007/Landsskogdata_krysstabell
- Samset, I. (1981). *Vinsj- og taubanesystemer i norsk skogbruk*. Ås: Norsk institutt for skogforskning.
- Samset, I. (1983). *Driftsteknisk rapport nr. 24 - Skogsdrift i bratt og vanskelig terreng*. Ås: Norsk institutt for skogforskning.
- Samset, I. (1990). *Some observations on time and performanse studies in forestry*. Ås: Norsk institutt for skogforskning.
- Samset, I., & Omnes, H. (1983). *Skogsdrift i bratt terreng*. Ås: Norsk institutt for skogforskning.
- Skog og landskap. (2014, Mars 17). *Uttak av biomasse fra skog - råd etter 5 års forskning*. Hentet fra http://www.skogoglandskap.no/nyheter/2014/uttak_av_biomasse_fra_skog_rad_etter_5_ars_forskning
- Skogkurs. (2014, April 19). *Informasjon om skogfond*. Hentet mai 15, 2013 fra http://www.skogkurs.no/Resyme/Screen_ResSkogfond.pdf
- SSB. (2012). *Tømmerpris statistikk*. Hentet Desember 18, 2012 fra <http://www.ssb.no/skog/fig-03-tommerpris.gif>
- Stampfer, K., Leitner, T., & Visser, R. (2009). *Efficiency and ergonomic benefits of using radio controlled chokers in cable yarding*. Canterbury: University of Canterbury. School of Forestry.
- Stampfer, K., Visser, R., & Kanzian, C. (2006). *Cable Corridor Installation Times For European Yards*. International Journal of Forest Engineering.
- Sund, T. (2014, April 1). *Terrengmodeller del 4 - LiDAR*. Hentet fra Fronter - HiNT:
[https://fronter.com/hint/links/files.phtml/1505883452\\$469806515\\$/Undervisning/Leksjon+38+Terrengmodell_prcnt_2C+LiDAR/Leksjon+38-1+LiDAR](https://fronter.com/hint/links/files.phtml/1505883452$469806515$/Undervisning/Leksjon+38+Terrengmodell_prcnt_2C+LiDAR/Leksjon+38-1+LiDAR)
- Vennesland, B., Hohle, A. E., Kjøstelsen, L., & Gobakken, L. R. (2013). *Prosjektrapport Klimatre - Energiforbruk og kostnader - skog og bioenergi*. Ås: Skog og landskap.
- Winsents, A. (1994). *Drift med kabelkran på bæresvakmark*. Ås: Norsk institutt for skog og landskap.
- WorkSafeBC. (2011). *Grapple yarder and Supersnorkel Handbook*. British Columbia: Workers Compensation Board of British Columbia.
- Woxholtt, S. (2013, Februar 4). *Milliarder i bratt terreng*. Ås.

7. Vedlegg

Lasstørrelse

I driftsstatistikken er det totalt 6448 lass, fordelt på 193 arbeidsskift. Gjennomsnittlig lasstørrelse er 1,08 kbm (figur 38).

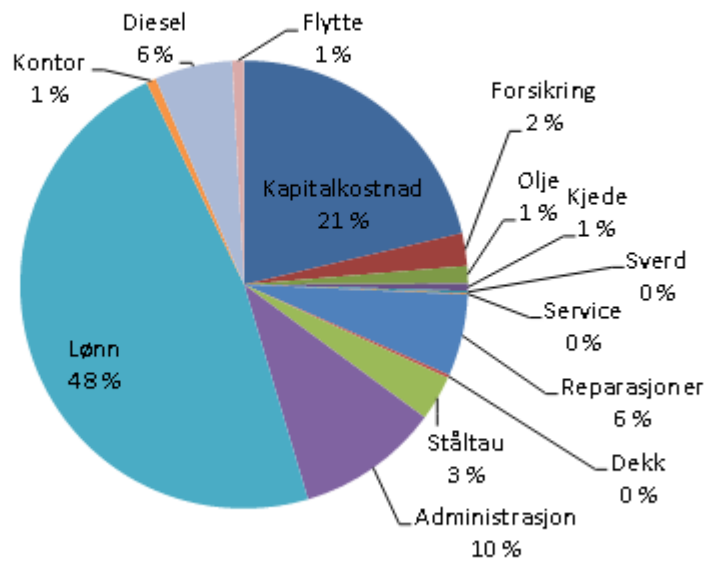


Figur 36 Viser gjennomsnittlig lasstørrelse per drift med 2SE. Gjennomsnittlig lass for alle driftene med 2SE (n=6448)

Timepris Mouny-kabelkran

	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 37 Fordeling av timekostnader ved ulike kjøretid per år. Det er forutsatt at det ikke er beregnet timekostnad til arbeideren som kjører fram og tilbake til jobb/felt (Vennesland, Hohle, Kjøstelsen, & Gobakken, 2013).



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

Figur 38 Fordeling av kostnadene ved Mouty taubene ved 1 000 timer/år (Vennesland, Hohle, Kjøstelsen, & Gobakken, 2013)

Driftsstatistikk – dagrapportskjema for utfylling

Skogforsk day report					
Field / Forest owner / Kontraktor num.				Kontrakt num.	Date
	Name (initials)	Work start hour		Work finish hour	Meals (min)
Operator					
Choker					
Feller					
Extra 1					
Extra 2					
Terrain conditions easy			Terrain conditions – if 3 to 5 block cliff surface rock		
difficult			other.....		
1 2 3 4 5					
Weather influence none			Weather influence – if 3 to 5 min snow vind sun temp		
much			other.....		
1 2 3 4 5					
Slope (%) 0-40 40-60 over 60			Yarding up down		
Temperature (°C)		Snow depth (cm)	Strip lenght (m)	Support yes no	
Number of					
load		m ³	trees	assortment	
Move between fields (without rigging up and down) Time (hour) Km..... Num. of pers.....					
Time/pers (min)	Other by-time / delay time / remark / rigging up and down / movement inwards field / (E ₁₁ -time)				Num pers.
Basemachine	Bas	Winch	Win	Truck	Tru
Kran/aggr.	Kra	Repair	Rep	Research delay	Res
Carriage	Car	Maintenance	Mai		

Forklaring til føring av driftsstatistikk (dagrapportskjema)

Alle felt i dagrapporten skal føres hver dag. Dette er viktig for at Skogforsk skal få det datagrunnlaget som skal til for å gjennomføre prosjektet.

Nedenfor forklares noen av feltene i dagrapporten:

Leverandørnr. og kontraktnr.

Er viktig når vi skal hente data om driftene fra Skogeigerlaget (areal, bestokning, takst etc.).

Arbeid start og slutt

Her er det meget viktig at det skrives riktige tidspunkter for når man ankommer og forlater arbeidsplassen. Hvis dette ikke gjøres riktig vil det få konsekvenser for produktivetsanalysene, som eksempelvis kan medføre for høy produktivitet i undersøkelsen i forhold til virkeligheten. Dette kan få alvorlige konsekvenser dersom noen bruker resultatene som grunnlag til maskininvesteringer i fremtiden.

Måltider

Totaltid i minutter som er brukt til spisepauser per mann.

Terrengforhold

Dette er en ren subjektiv vurdering. Det er skjemaførers erfaring og vurderinger som skal legges til grunn for fastsetting av denne verdien. Hvordan vurderer han terrengforholdene den dagen på en skala fra 1 til 5.

Terrengforhold – hvis 3 til 5

Ring rundt årsaken som ligger til grunn for terrengvurderingen. Hvis årsaken er annet enn forslagene i dagrapporten noteres dette under rubrikken annet.

Værhinder

Dette er også en ren subjektiv vurdering. Det er skjemaførers erfaring og hans vurdering som skal legges til grunn for fastsetting av verdi. Hvordan vurderer han værforholdene den dagen påvirker arbeidet på en skala fra 1 til 5.

Værhinder – hvis 3 til5

Ring rundt årsaken som ligger til grunn for vurderingen. Hvis årsaken er annet enn forslagene i dagrapporten noteres dette under rubrikken annet.

Snødybde

Gjennomsnittlig snødybde i arbeidsområdet den dagen.

Banelengde

Avstanden mellom basmaskinen og endetreet i luftlinje den dagen.

Antall lass

Antall lass (hiv) som er vinsjet den dagen.

Antall kbm, trær og sortiment

Antall kbm, trær og sortiment som er opparbeidet med hogstaggaget den dagen.

Flytting mellom felt

Her noteres *tidsforbruket* (timer) og *avstanden* (km) fra maskinen forlater driften til maskinen er klar for rigging på nytt felt. Ned- og opprigging inngår dermed ikke i flyttetiden.

Andre hjelpetider / tapstider / anmerkninger / opp-og nedrigging / flytting innad i felt

I denne driftstatistikken benyttes E₁₅-tid som vil si at stopp i produksjonen under 15 minutter ikke registreres. Det vil si alle stopp i 15 minutter eller mer skal noteres. Årsakene til avbruddene skal også noteres. Vi må vite om avbruddene skyldes *reparasjon* eller *vedlikehold* og i hvilken del av driftssystemet (*basmaskinen, kranen/aggaget, løpekatten* eller *vinsjen*). Se notatene nederst på dagrapportskjema. Avbrudd i produksjonen som skyldes henting med tømmerbil skal også noteres (*tømmerbil*). Eksempelvis tilrettelegging av virket for tømmerbilen. Avbrudd som skyldes forstyrrelser fra Skogforsk noteres som *forsøkstapstid*. Alle andre årsaker til avbrudd skal også noteres, og dersom det er mulig, koble avbruddene mot listen nederst på dagrapporten. Eksempler på andre avbrudd kan være forberedelse til flytting, dieselfylling, hente deler, planlegging, besøk og telefonsamtaler.

Under venstre kolonne føres avbruddstiden i minutter per person. I kolonnen til høyre føres antall personer. Hvis eksempelvis to personer har hatt vedlikehold i 30 minutter føres 30 i kolonne til venstre og 2 i kolonnen til høyre.

Skogforsk, 10 mars 2005.

Morten Nitteberg

Jørn Lileng