



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2023 30 stp**

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning

## **Riggetidsmodell for T-winch drifter**

A Simple rig time model for T-winch harvesting

**Audun With Aasgård**

Master i Skogfag

## Forord

Denne master oppgaven markerer slutten av min master utdanning i skogfag på fakultetet for miljøvitenskap og naturforvaltning på Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Det har vært veldig interessant å jobbe med et tema som det ikke finnes så mye kunnskap på fra før av. Samtidig som jeg har vært del av et større prosjekt der hogst i bratt terreng er i fokus. Dette har gitt meg ny kunnskap om hogstteknikk med T-winch som jeg ikke har fra før og latt meg knytte kjennskap til fagrelaterte folk innenfor temaet. Jeg vil rette en takk til min veileder Jan Bjerketvedt for veiledning og retting. Jeg vil også takke mine to med veiledere på NIBIO, Stephan Hoffmann og Helmer Belbo for god veiledning og hjelp med statistiske analyser, samt for å få lov til å være en del av deres større prosjekt innenfor T-winch drifter. Til slutt vil jeg rette en stor takk til mine klassekamerater i skogklassene, romkamerater og foreldre for sosial støtte og motiverende ord under skriveprosessen.

Ås 8 August 2023

---

Audun With Aasgård



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

## Sammendrag

Gjenreisningen av norske skoger har ført til en tilvekst som har doblet seg de siste 100 årene, mens avvirkningen i forhold har vært stagnerende. En økende etterspørsel etter tømmer har ført til at det har blitt et ønske om å avvirke mer. Å utføre hogster i brattere terreng har derfor kommet som et alternativ for å øke den stagnerte avvirkningen. Fra før har disse områdene stått urørte da volumet har vært lavt og kostnadene for store. Nå er de derimot hogstmodne og områdene som er enkle å nå begynner å bli mindre. Et alternativ til hogst i bratt terreng som har blitt populært det siste året er vinsjassistert drift med T-winch. Denne hogstmetoden viser til gode resultater både økonomisk og økologisk i forhold til de tradisjonelle bratte hogstmetodene. Det er derimot en usikkerhet om hvor stort tidsforbruket i en sån drift blir brukt til opprigging av vinsjen.

I dette studiet skal det etableres en modell som kan kunne si hvor stort tidsforbruket blir for å rigge en hel drift med T-winch. Studiet skulle også se om helning hadde noen påvirkning på hastigheten til vinsjen. Data ble registrert med hjelp av en GPS som ble montert på vinsjen. Disse dataene brukt til å finne ut hastigheten vinsjen hadde på veikjøring og terrengkjøring i hogstområdet. Tiden det tar å rigge opp vil avhenge av hvor langt vinsjen må forflytte seg og hvilken hastighet den har når den forflytter seg over disse distansene. For å beregne tidsforbruket trenger vi hastigheten til vinsjen når den forflytter seg ved varierende forhold.

Modellen skal gi et anslag over tidsforbruket til de forskjellige fasene av rigging av en T-winch under en hogst. Dette vil kunne hjelpe skogledere og maskinførere til å ta kunnskapsbaserte valg på hvordan driften burde utføres, og om hogstmetoden er aktuell for de enkelte hogstområdene. Modellen har også tilpasningsdyktighet da alle fasene i modellen kanskje ikke må brukes for ulike drifter. Den har også noen svakheter da den mangler et ledd for planlegging. Dårlig planlegging kan føre til et økt tidsforbruk da det ikke er bestemt hvor vinsjen burde rigges opp på forskudd. Et annet ledd som mangler er tidsforbruket for barduneringen av vinsjen. Bardunering av vinsjen gjøres for sikkerhet for både maskin og maskinfører, samtidig gir det mer stabilitet under jobbing. Planlegging og bardunering er faser som derimot ikke er tatt hensyn til i denne modellen. Det ble også funnet ut at helning ikke hadde noen signifikant påvirkning på hastigheten i dette studiet.

## Abstract

The focus on increasing timber in Norwegian forests has led to a doubling in volume the last 100 years, the harvesting on the other hand has been stagnating. An increase in demand of timber has on the other hand led to an increased harvesting focus. Harvesting in steep terrain is an easy way to increase the harvesting in Norway, especially since these areas have been left untouched until now. Since the volume in these areas have increased and the demand for timber is high, the operational costs have gone down, making the economical gain of harvesting these areas higher. An alternative that has grown in popularity the last years is winch assisted harvesting with T-winch. This harvesting method has shown good results both for economy and ecology compared to the traditional ways of harvesting in steep terrain. However, there is an uncertainty for how long a the time usage is for rigging in this harvesting method.

In this study the main goal is to establish a model that can tell the time usage of rigging a T-winch for whole harvesting area. The study is also going to figure out if slope has an impact of the movement speed of the winch. The data was collected with the help of a GPS that was mounted on the T-winch. The data registered by the GPS was used to analysing the movement speed of the winch on the roads and in terrain of the harvesting area. The time usage of the winch will depend on the distance the winch will have to travel and which speed it has while moving over these distances. To calculate time usage, we need the movement speed of the winch while it moves over a variety of distances with different factors.

The model should give an estimate of the time usage over the different phases of the rigging of a T-winch during a harvest. This will help the forestry leaders and machine entrepreneurs to make decisions based on knowledge of both how the harvest should be performed, but also if the harvesting method even is relevant for different sites. The model is adaptive since all the different phases operate separately from each other and some might not have to be used in certain harvest areas. The model also has weaknesses, especially as phases for both planning and securing the winch is missing. The planning phase may make a significant difference in time usage of rigging as bad planning will lead to an increase in time used. The securing of the winch is done to secure both machines and operators of the harvest and should also have been included in the study. These factors were not taken into consideration in this study. Slope did not have a significant effect on speed in the study.

## Innhold

Forord .....	1
Sammendrag.....	2
Abstract.....	3
1.Introduksjon.....	5
2.Materiale og metode .....	12
2.1. Tilnærming.....	12
2.2. Studieområde .....	13
2.3 Datainnsamling .....	14
2.4. Dataanalyse.....	14
2.5 T-winch.....	15
3. Resultat .....	18
3.1 Beskrivelse av riggemodellen.....	18
3.2 Hastighet for kjøring med T-winch i terreng i forhold til helning.....	20
3.3 Hastighet for kjøring med T-winch på vei i forhold til helning.....	21
3.4 Tidsforbruk i minutt for kjøring i terreng.....	22
3.5 Tidsforbruk i minutt for kjøring på vei.....	23
Diskusjon.....	24
4.1 Riggetid modellens bruksverdi for planlegging av drifter .....	24
4.2 Planlegging fasen av driften .....	25
4.3 Bardunering av vinsjen.....	26
4.4 Sammenligning med tidsforbruk for rigging i taubanedrifter. ....	26
4.5 Sammenligning med tidsforbruk for rigging i gravedrifter .....	27
4.6 Gjennomsnittlig hastighet til T-winch på vei og i terreng .....	28
4.7 Hvem skal rigge vinsjen.....	28
4.8 Svakheter hos dataene.....	29
4.9 Fremtidige studier.....	30
5. Konklusjon.....	31
6. Referanser .....	32

## 1.Introduksjon

Norske skoger har alltid vært ansett som en av landets viktigste ressurser og trebasert industri er en av de største i landet (Jakobsen, Vikesland, & Holst, 2001). I 1919 fikk Norge som første land i verden landsskogstaksering på plass for å overvåke norske skoger på landsbasis (Svensson, Eriksen, Hysten, & Granhus, 2021). Grunnen til etableringen var bekymringer over hvilken tilstand norske skoger var i. Etter at det i mange år ble avvirket mer tømmer enn det var tilvekst i skogen ble dette grepet tatt som forsikring mot avskoging (Steinset, 2010). Økende satsing og behovet for å gjenreise norske skoger førte til at det i 1932 ble laget en ny skoglov (Vennesland et al., 2006).

I dag ser vi at resultatet at gjenreisningen har ført til at norske skoger dekker rundt 40% av alt landarealet i Norge, av disse 40% er 28% produktiv skog til kommersielt bruk (Bergseng et al., 2016). Fra 2017 ble det rapportert at skogen nå hadde doblet tilveksten til cirka 25 millioner m<sup>3</sup> mens avvirkningen bare ligger på cirka 10 millioner m<sup>3</sup> (Dalen, 2017). Avvirkningen har i lengre tid ligget vesentlig lavere enn tilveksten, samtidig har etterspørselen etter tømmerprodukter økt. En økning av denne stagnerte avvirkningen har derfor blitt satt som et mål for industrien (Vennesland et al., 2006).



*Figur 1: Hogst i bratt terreng har blitt mere populært, og nå ser vi at mye av skogen fra skogeisinga er på tur opp. Dette har skapt et ønske om å utvikle og prøve nye hogstmetoder i det bratte terrenget.*

Norge er et land som har varierende og kupert terreng der de fleste ideelle hogstområdene nå har blitt hogd ut. En økning i hogsten virker å være mest aktuelt i det mere bratte og vanskelige terrenget (Hoffart, 2014). I 2012 sto disse områdene kun for en fjerdedel av all hogsten som ble utført i Norge (Granhus, Hylén, & Ørnelund Nilsen, 2012). Det er derimot spådd at avvirkning i disse områdene vil øke frem mot 2043 (Granhus et al., 2014). Selv om disse områdene har vist seg å være en suksess produksjonsmessig har avvirkningen i de brattere terrengene vært relativt liten. Siden områdene er bratte er det vanskelig å kunne avvirke disse områdene med tradisjonelle hjulgående maskiner, dermed har det vært vanskelig å få presset driftsprisen ned på et nivå der økonomien går i pluss (Husby, 2015).

I Norge har hogstområder som ligger i brattere terreng tradisjonelt sett blitt avvirket ved gravedrift eller taubane. Nitteberg & Lileng (Nitteberg & Lileng, 2004) rapporterte derimot i 2004 at antallet taubane drifter hadde gått kraftig ned. En forklaring på dette kan være at over en lengre periode har taubanedrifter vært avhengig av tilskuddsordninger for å få ut en form for økonomisk gevinst. Selv med disse ordningene vil driften ikke være gunstig økonomisk og nesten ikke gi verdi for skogeier (Holmli, 2014). Og med den lave økonomiske gevinsten går den teknologiske utviklingen i slike drifter også relativt sent (Aaland, 2015).

Det er en lang tradisjon for å bruke taubaner i Norske skoger og de første løypestrengene ble brukt rundt 1870-tallet på Vestlandet (Vennesland et al., 2006). I Norge er 33% av all skog klassifisert som taubanedrifts områder, men det er kun 1% av hogsten i Norge som i dag er avvirket ved hjelp av taubane (B. Talbot, 2016). Taubane blir oftest brukt ved hjelp av en basismaskin med påmontert tårn og vinsjesystem. Vinsjen blir koblet opp etter trær i terrenget, sånn at løpekatten kan bevege seg fritt over bakken, før trærne rundt avvirket manuell med motorsag. Disse trærne blir stroppet opp og fraktet ned til basismaskinen som

opparbeider (Hoffart, 2014).



*Figur 2: Bildet viser en basismaskin med kran og hogstapparat, denne maskinen frakter tømmeret med løpekatten fra terrenget og ned til lunneplass der den bruker hogstaggregat til å opparbeide tømmeret. Illustrasjonsbildet er tatt fra <https://anleggsmaskinen.no/2016/08/tommerdrift-med-taubane/>*

En fordel som taubane har opp mot gravedrifter er at den er ansett som en skånsom og miljøvennelig alternativ da den ikke gjør store terrenginngrep sånn som gravedrifter (Lileng, 2009). Utfordringen til taubanedrifter er derimot ofte liten produktivitet, høy driftpris og mange ikke produktive operasjoner som stropping og rigging som tar mye tid fra selve hogstdriften (Holmli, 2014). Dette gjør at taubanedrifter tar veldig lang tid og ofte trenger tilskuddsordninger fra statsforvalteren eller andre tilskudd for å få lønnsomhet (Aasmundtveit, 2011). Taubanedrifter har derfor ikke klart å holde følge med helmekaniserte drifter der produktiviteten er høyere og driftprisen vesentlig lavere (Aaland, 2015). Videre har ny teknologi og forskning sakte beveget seg mot nye hogstmetoder, noe som også har stagnert utviklingen hos taubanedrifter.

Gravedrifter har blitt den prefererte av de to tradisjonelle hogstmetodene i bratt terreng her i Norge (Belbo, Bråten, & Johannesson, 2022). Hogstmetoden gjør det mulig for hjulgående maskiner å kjøre i brattere terreng enn de normalt har kapasitet til. Det innebærer at det bygges små og enkle driftveier av en gravemaskin og at maskinene bytter etter behov, om det



er hogging eller graving (Lileng, 2009). Her er det kun aktuelt med manuell hogst om veiene legges til mer enn 20 meter unna hverandre da hogstmaskinaggregatets rekkevidde er 10m. Sammenligner man denne typen drift med taubanedrift så vil man kunne se at produktiviteten går opp 2-3 ganger og at kostnadene går ned (B. E. Talbot, 2013). I Lileng sin studie fra 2009 (Lileng, 2009) ble det også rapportert om en ganske høy ventetid da hogstmaskin ofte måtte vente på gravemaskinen.



*Figur 3. Bildet viser gravemaskin i bratt terreng som bygger en midlertidig driftvei horisontalt for hogstmaskin og lassbærer, maskinene bytter plass etter behov, bilde: Audun With Aasgård*

Gravedrifter er en metode der det blir gjort store inngrep i naturen ved veibyggingen. Planleggingen av disse må derfor være nøye da det kan forhindre både avrenning og optimalisere dieselforbruket til maskinene (Gallardo, 2014). Avrenningen fra anleggsveiene fører også til en større sjanse for erosjonsskader og jordras i området som det blir avirket i (Samset, 1983). Med et klima som er i konstant forandring er det spådd at nedbørsmengden vil øke betraktelig. Med de spesielle utfordringene dette vil gi i bratt terreng (Gjørva, 2016).



*Figur 4: Gravedrifter kan gjøre stor skade på skogbunnen og føre til erosjonsfare om man ikke fjerner veiene etter driften er ferdig, på bildet ser vi hogstmaskinen kjøre inn i et område der graver har gravd frem en vei, mens graver går opp og starter på en ny driftsvei. Foto: Audun With Aasgård*

I taubanedrifter viser tidligere studier at så mye som 20% av tiden som brukes i en taubanedrift går til riggingen (Lisland & Jacoben, 1998). Dette er mye tid som hogstlaget skulle ha brukt på å avvirke tømmer i stedet, om laget også er dårlige til å samarbeide vil tapstiden også variere (Samset, 1981). Dette er noe som må minimaliseres da under rigging så brukes det mye lengre tid på riggingen av driften i taubanedrifter enn i andre hogstmetoder (Holmli, 2014). Det er ingen teknologi endringer i sikte som vil forandre noe vesentlig på dette (Belbo et al., 2022). I gravedrifter blir tiden brukt til rigging vesentlig mindre enn i taubanedrifter. Disse driftene kjøres hjulgående maskiner rett inn i hogstområdet og man slipper å rigge opp utstyr før man begynner. Taptiden til gravedrifter begynner når graver og hogstmaskin må vente på hverandre før de kan fortsette å jobbe (Belbo et al., 2022). Her er det spesielt

hogstmaskinen som må vente på gravemaskin, og i noen drifter kan ventetiden nå opp mot 45% av arbeidstiden til gravemaskin (Lileng, 2009). Mens gravemaskinen selv bruker 60% til 70% av tiden til graven og resten på venting eller flytting.

Det er en konstant utvikling av nye metoder og nye maskiner som driver utviklingen av hogstmetoder i verden (Amishev & Hunt, 2018). Vinsjassisterte drifter er et alternativ til de tradisjonelle måtene å drive hogst i bratt terreng. I Norge har det over lengre tid blitt vanlig å definere all hogst over 30% som hogst i bratt terreng (Granhus et al., 2014). T-winch er et av de vinsj alternativene som kan hjelpe hjulgående maskiner å bevege seg i terreng som det normalt ikke går å kjøre i (Ellegard, 2015). Nyere studier viser at drifter som T-winch er en del av kan hjelpe hjulgående maskiner å gå opp mot 80% med normal kjøring (Holzfeind, Visser, Chung, Holzleitner, & Erber, 2020). Bruken av T-winch øker også sikkerheten for fører og maskin, noe som sammen med økonomi har fått et større fokus i skogbruket (Holzfeind et al., 2020). Bruken av vinsj er også en stor fordel for maskinslitasje og jordslitasje siden maskinene kan kjøre normalt uten å måtte flytte på seg hele tiden (R. Visser & Berkett, 2015).

Hovedformålet ved å bruke T-winch er å utvide områder som kan hogges av hjulgående maskiner, spesielt for lassbærer (Holzfeind, Stampfer, & Holzleitner, 2018). Den kan også brukes til redusering av kjørespor, både i bratt terreng og på flat og sensitiv mark (Schönauer et al., 2020). Studier fra Canada og New Zealand viser også at vinsjassisterte drifter kan gjøres etter flere konfigurasjoner og driftsforhold og blir derfor mer fleksible enn de tradisjonelle driftsmetodene (Leslie, 2019). Kostnadene går ned da produktiviteten øker og tidsforbruket for driften går ned. Samtidig blir behovet for driftsveier også reduser (Green et al., 2020).

I det siste har det også blitt klart at en T-winch assistert drift med lassbærer og hogstmaskin har flere fordeler i forhold til en vanlig taubanedrift eller gravedrift (Pedofsky & Visser, 2019). Videre argumenterer både Koszman (Koszman, 2018) og Strimbu og Boswell (Strimbu & Boswell, 2018) at en vinsjassistert drift med hjulgående maskiner vil være mer produktiv og mer pålitelig enn de tradisjonelle driftsmetodene. Driftene må derimot gjøres med forsiktighet, da maskinrestriksjoner gjør at det ikke kan drives optimalt på de aller bratteste hogstflatene (R. M. Visser & Spinelli, 2023).

Det har ikke blitt gjort mange studier som viser til tiden som brukes til rigging av slike drifter i forhold til de tradisjonelle driftene. Dette er et av mange kunnskapshull i bruken av T-winch og

vinsjassisterte drifter (Cavalli & Amishev, 2019). Og selv om det er mange positive aspekter ved å bruke T-winch med god planlegging og oppsett er det mye å lære akkurat i disse fasene av driften (Mologni et al., 2021). Blant annet fant Aasgård (Aasgård, 2021) ut i sitt studie fra 2021 at tiden det tok å rigge en T-winch drift ikke var signifikant forskjellig enn for riggingen av en vanlig gravedrift, men at det var en trend mot en litt mindre tid hos T-winch drifter. Aasgård spekulerte også i sin oppgave (Aasgård, 2021) at det var planleggingen av T-winch driften som var den avgjørende faktoren.

Formålet med dette studiet er å skape en enkel modell som skal kunne gi en indikasjon over tiden det tar for rigging av et hogstområde med T-winch. Modellen vil dermed kunne bli brukt til å gi et generelt inntrykk av tidsforbruket det tar å rigge til en eller flere hogstriper, og for et helt hogstområde. Dette er viktig for å forstå hvor mye nedetid det er på hogstmaskin og lassbærer, men også for å få et helhetsbilde over tapstiden i driften. Videre skal studiet også si om farten til T-winch blir påvirket av kjøring på vei eller terreng og om helning kan ha en påvirkning på farten.

## 2. Materiale og metode

### 2.1. Tilnærming

Hovedmålet med oppgaven er å lage en enkel riggemodell som kan predikere tiden det vil ta å rigge en drift ved bruk av T-winch. Før hver hogstdrift må det planlegges hvor vinsjen skal kjøres og hvor den skal stå for optimalt bruk. Tidsforbruket i denne planleggingsfasen vil variere med forskjellige utfordringer i de forskjellige hogstområdene. Riggetid vil avhenge av hvor langt vinsjen må forflytte seg og hvilken hastighet den har når den forflytter seg over disse distansene. For å beregne tidsforbruket trenger vi hastigheten til vinsjen når den forflytter seg ved varierende forhold.

Riggetid modell:  $T = A + B + C + D + E$

Hvor:

T = Riggetid for hele driften, tiden som mannskap og T-winch er opptatt med rigging

A = Tidsbruk for planlegging av hvor T-winch skal kjøres og stå under hogstdriften

B = Tidsbruk for flytting av vinsjen på vei og til kjøring i terreng

C = Tidsbruk for å komme i posisjon fra vei til første hogststripe

D = Tidsbruk for å forflytte seg fra hogststripe til hogststripe i terreng

E = Tidsforbruk for å bardunere vinsjen i terrenget.

Modellen baserer seg på utregninger av tidsforbruket i de forskjellige leddene. Tidsforbruket blir i ledd T er basert på tiden det tar å rigge hele driftsområdet. Ledd A i modellen dreier seg om planlegging av driften. Planleggingen vil bli utført før hogsten starter for å optimalisere flyttingen av vinsjen. Dette vil redusere nedetid hos hogstmaskin og lassbærer i hogstområdet da vinsjen vil være mest i bruk. Tidsforbruket i leddet vil baserer seg på forskjellige utfordringer hvert hogstområde har. Ledd B av modellen er regnet ut ved hjelp av distansen kjørt i meter x hastigheten. I ledd C regnes tidsforbruket ved hjelp av distansen kjørt i terreng x hastighet x helningsgrad. Mens ledd D består av hastighet x bredden på hogstskåret x gjennomsnittlig helning der vinsjen er posisjonert. Etter alle variablene er beregnet så vil man kunne beregne tidsforbruket for riggingen av hele hogstdriften.

## 2.2. Studieområde

Studieområde ble Liabygda som ligger i Stranda kommune i Møre og Romsdal fylke. I studieområdet har det blitt utført hogst før, men store områder ble satt igjen da det ble ansatt som for bratt til normal hogst. I forbindelse med den gamle hogsten ble det laget en traktorvei og flere kjørespor for som kan brukes av for T-winch og hjulgående maskiner i denne driften. Traktorveien går langs bunnen av hogstområdet før den vender inn mot midten. Det er derimot ikke noen kjørespor eller vei i de bratteste områdene i feltet, her måtte det derfor først hogges en hogststripe før vinsjen kunne kjøre opp i terrenget. Områdene som var igjen etter først hogst er områder som er klassifisert som bratte og ligger opp mot fjellsiden. Hogstområdet har ingen kuperinger eller blokker i terrenget som ikke gjør det mulig å kjøre med T-winch, men er relativt bratte da helningen i terrenget varierer mellom 29% til 60%.

### Kart over studieområdet



Figur 5: Kart over Sunnmøre og studieområdet i Stranda kommune hvor driften har foregått laget i Qgis versjon 3.30.0 (kartdata fra Geonorge.no)

## 2.3 Datainnsamling

Datainnsamlingen ble gjort innenfor en tidsramme fra 16. januar til 16. februar 2023. Dataene ble samlet inn ved hjelp av en GPS av typen TK905.



*Figur 6: Bilde av GPS type TK905 der data kan innhentes på nett via <https://mytkstar.net> ved hjelp av 4g eller via simkortert i gpsen.*

Denne koster 1100kr + frakt per enhet på Amazon (per 09.06.23) og gir data for hvert 20-30 sekund via 4G og må lades etter 7 til 14 dagers aktiv bruk. Årsaken til at denne GPS ble brukt var at dataene blir registrert direkte fra GPS og rett inn i <https://mytkstar.net> sine nettsider. Dette gjør at man kan følge datainnsamlingen enkelt fra nett og slipper å forstyrre entreprenørene i arbeidsdagen deres. GPS ble montert på T-winch av entreprenør, som også hadde ansvaret for ladingen av GPS. GPS blir aktivert og data blir registrert så snart vinsjen er i bevegelse. Dataene som ble registrert ved hjelp av GPS var posisjon, breddegrad og lengdegrad, hastighet, retning kjørt og meter over havet.

## 2.4. Dataanalyse

Alle dataanalyser ble gjort ved hjelp av R-studio i R versjon 4.3.0 (R core team, 2023) og i Qgis (versjon 3.30.0, 'Hertogenbosch'). Dataene som ble samlet av GPS-ene ble først konvertert fra Qgis og eksportert til R studio. I R studio ble dobbelregistrerte og feilregistrerte data filtrert ut før analyseringen kunne starte. Feilregistrerte data kom ofte når entreprenør måtte lade GPS da GPSen ble plasert i en bil og kjørt til ladeplass da den enda registrerte data. Hovedmålet ved studiet er å lage en modell som enkelt kan predikere tidsforbruket for riggingen i en

hogstdrift utført ved hjelp av T-winch. Underveis ble det også lagt til et delmål i oppgaven der vi ønsket å se om helning hadde en påvirkning på hastigheten til vinsjen. Datasettet ble splittet i to da vi ønsket å se om vinsjen hadde en fordel da den kjørte på vei eller i terrenget. Analyse modellen som ble brukt for å utføre analysere dataene var en Linear-regresjonsmodell. Modellen baserer seg på tidsforbruket, hastigheten, distanse i meter og helning i prosent under transporten av vinsjen for hogstområdet. Verdien distanse kjørt i meter og helningsgrad ble regnet ut ved hjelp av registreringene som GPS hadde utført. Tidsforbruket var allerede funnet av GPS-en da det var tiden mellom hver observasjon. Hastigheten ble regnet ut ved å ta distansen kjørt / tidsforbruket for hver enkelt registrering. Hver observasjon var tildelt utregnede data og ble gruppert etter vinsjen sine forflytninger, både for vei og i terrenget.

## 2.5 T-winch

Vinsjen brukt i studiet er en T-winch versjon 10.2 fra Ecoforst. Hovedformålet med vinsjen er å utvide rekkevidden for hogstmaskinen og lassbærer i vanskelig terreng. Vinsjen er utstyrt med



*Figur7: Bildet viser en lassbærer koblet til T-winch under oppløsing av tømmer*

en fjernkontroll som gjør at operatør kan bruke vinsjen fra egen maskin på inntil 800m. Vinsjen går på belter for bedre tilgjengelighet til hogstområdet enn hjulgående maskiner ville hatt i vanskelig og krevende terreng. Selv med krevende terreng kan den også holde en makshastighet på 4 km/t og det vil ikke være problem med tidsforbruket ved forflyttelse. Om terrenget er vått kan det oppstå mindre problemer med spordannelser, dette kan forhindres ved hjelp av god planlegging og ved bruken av hogstavfall i kjøretrase. (Donald, Boswell, Amishev, & Hunt, 2018). Bruken av hogstavfall vil kombinert med hjelp av vinsjen drahjelp også redusere spordannelse av

hogstmaskin og lassbærer.



Vinsjen har en egenvekt på nesten 11 tonn og er veldig stabil både under flytting og bruk. Under bruk skal den alltid være ankret i bakenden, enten ved hjelp av trær eller andre maskiner. Ankerpunktet til vinsjen burde være jevnt med kjøreretningen til maskinen som vinsjen er festet til og burde være to til tre punkter. Dette vil hjelpe med stabilisering av vinsjen og forhindre en sidelengs bevegelse av både vinsj og tilknyttet maskin.



*Figur 8 og 9: viser T-winch 10-2. Figur 5 viser eksempel på at T-winch er forankret i kjøreretningen til lassbærer*

T-winch 10.2 skal også forankres i forkant da den er utstyrt med et tungt skjær. Dette tunge skjæret skal forankres ved å brøytes inn i jordmassene, dette vil stabilisere vinsjen og vaieren, samtidig som det vil forhindre vinsjen i å bevege seg fremover (Donald et al., 2018). Om Hogstområdet har en vei i toppen kan dette skjæret kjøres inn i grøftkantene på andre side i stedet.

Vaieren som kobles til maskinene under bruk er 20mm tykk og 600 meter lang og har en drakraft på opp mot 15 tonn under gode forhold. Lengden på vaieren er normalt ikke noe problem da de fleste lier der det drives hogst i Norge ikke er lengre enn 600m. Vaieren er tykk og vil gi en god sikkerhet til entreprenør under kjøring av tilkoblet maskin. Det kan derimot være en ekstra sikkerhets prosedyre å legge ut en rotstokk litt foran skjæret på vinsjen for å holde vaieren over bakken når den er spent. Det er samtidig anbefalt av Ecoforst at vaieren inspiseres for sår etter hver hogst drift er ferdig. Om hogstmaskin skal brukes sammen med vinsjen skal det kobles til en kjetting som kan være et punkt mellom vaier og hogstmaskinen.

Kjettingen vil være en ekstra sikkerhet mot at hogstmaskinen ikke kutter vaieren mens den kvister og kapper treet.

Tabell 1: Tabellen viser de tekniske detaljene til T-winch 10.2 fra Ecoforst, dataene er tatt fra: <https://www.ecoforst.at/t-winch-10-2/>

#### TEKNISKE DETALJER

VEKT	10.700 kg
MOTOR	FPT N45 StageV med 170 hk
DIESELTANK	300L
DRAKRAFT	Mellom 10 og 15 tonn
MAKSIMUM VINSJE HASTIGHET	4 km/t
VAIER DIAMETER	20mm
VAIER LENGDE	500-600m



Figur 10: T-winch 10.2 fra Ecoforst. Bildet fra: <https://www.ecoforst.at/t-winch-10-3/>

## 3. Resultat

### 3.1 Beskrivelse av riggemodellen.

Under studiet ble det gjort totalt 592 registreringer for kjøring med T-winch. Disse dataene ble videre separert mellom stillestående registreringer og registreringer der T-winch beveger seg. Etter dette endte vi med 185 registreringer som var forflytting av vinsjen, og ikke stillestående data, eller data som ble registrert der GPS ligger i bilen til entreprenør istedenfor å være montert på vinsjen. Dataene ble gruppert i totalt 28 observasjoner som viser om vinsjen beveget seg på vei (n=13), om den beveget seg i terreng (n=11) eller om den beveget seg sidelengs i terrenget (n=0). Modellen ble deretter fordelt inn i tre ledd som forklarer tidsforbruket for disse gruppene. Resultatet av dette ble en enkel riggemodell  $T = A + B + C + D + E$  hvor:

T = Riggetid for hele driften, tiden som mannskap og T-winch er opptatt med rigging

A = Tidsbruk for planlegging av hvor T-winch skal kjøres og stå under hogstdriften

B = Tidsbruk for flytting av vinsjen på vei og til kjøring i terreng

C = Tidsbruk for å komme i posisjon fra vei til første hogststripe

D = Tidsbruk for å forflytte seg fra hogststripe til hogststripe i terreng

E = Tidsforbruk for å bardunere vinsjen i terrenget.

Modellen baserer seg på planlegging av hogsten og hastigheten til vinsjen i terrenget og på vei. Hastigheten påvirker direkte hvert ledd i modellen, og har en direkte effekt fra start til slutt i riggeprosessen. For å beregne tidsforbruket trenger vi derfor hastigheten til vinsjen når den forflytter seg under varierende forhold i hogstområdet.

Første ledd i modellen (A) vil variere etter utfordringene de forskjellige hogstområder har å by på. En typisk utfordring som kan oppstå er problemer i logistikken. Forskjellig topografi i hogstområdet kan gjøre det vanskeligere en først antatt å kjøre vinsjen til ønsket posisjon. Derfor kan det være en god ide og planlegge et kjøremønster før man starter hogsten, dette for å forhindre uønskede problemer og nedetid hos maskinene. Dårlig planlegging kan derfor ha en negativ effekt på neste leddene i modellen. Det er også i planleggingsfasen man vil kunne hente mest på tidsforbruket i hogstmetoden.

I ledd B vil det være entreprenør som enten kjører lassbærer eller hogstmaskin som flytter vinsjen. Det vil derfor være viktig at et kjøremønster er forhåndsbestemt så nedetiden hos både vinsjen og annen maskin ikke blir for høy. Ledd B vil videre med en høyere hastighet til ny posisjon redusere transporttiden og klargjøre for en raskere oppsettphase. Leddet baserer seg kun for kjøring på traktorvei eller skogsvei.

Ledd C i modellen er basert på tidsforbruket til vinsjens vertikale kjøring i terrenget. Dette vil være når vinsjen kommer fra vei og skal kjøre opp til posisjonen der den skal stå under jobbing. Her vil tidsforbruket variere med hastigheten til vinsjen og med helningsgrad til området. I drifter der veien er øverst vil det ikke være nødvendig for vinsjen å kjøre opp i terrenget, i slike drifter tar man leddet bort.

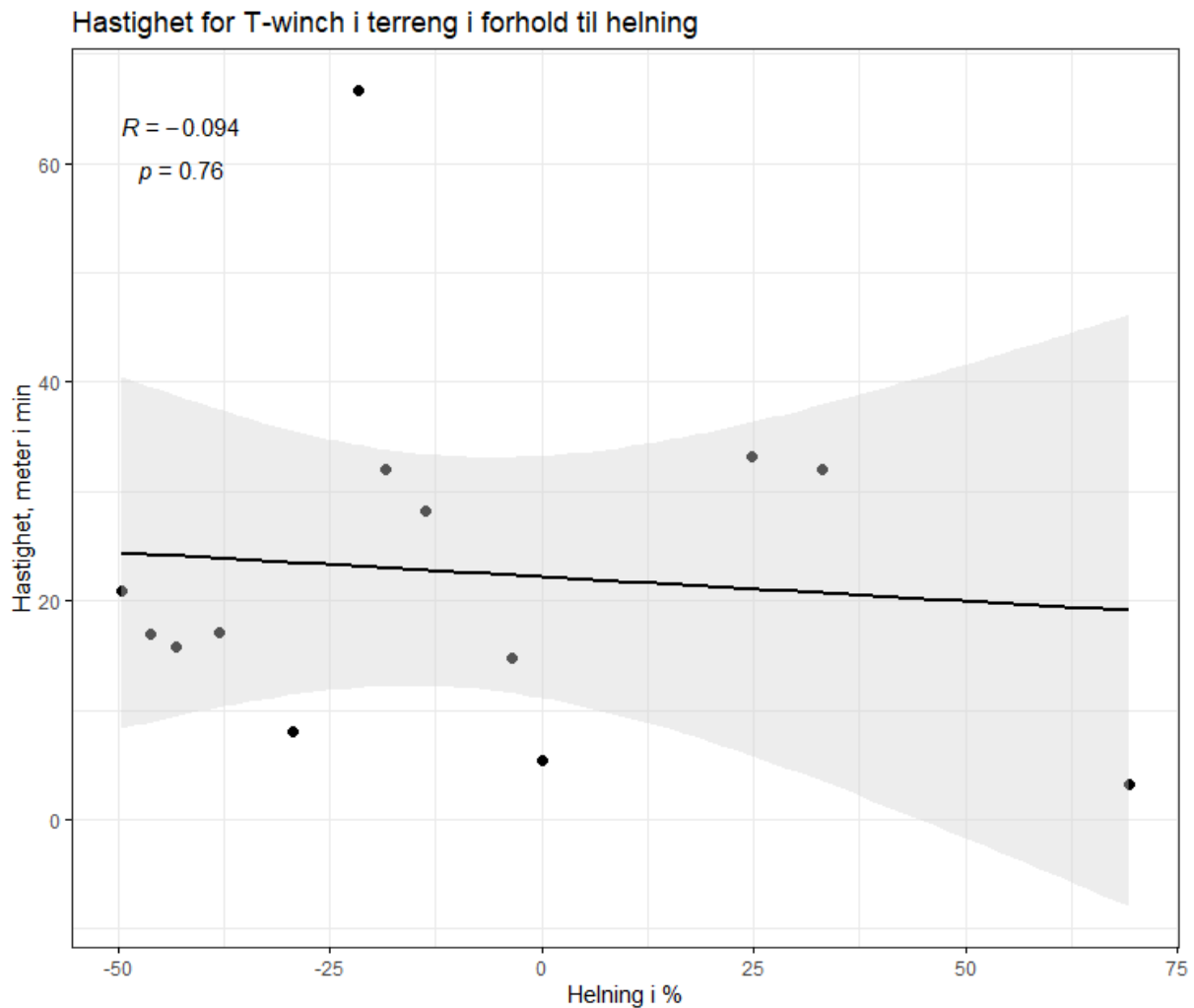
Ledd D er basert på tidsforbruket til vinsjen under horisontal kjøring i terrenget. Dette er flytting av vinsjen fra hogststripe til hogststripe. Tidsforbruket vil variere etter hastigheten på vinsjen, bredden på hogstområdet, og gjennomsnittlig helning der vinsjen er posisjonert. Vinsjen vil optimalt flytte seg 20m om gangen, da dette er best for bruken av hogstmaskinen og lassbærers kran sin rekkevidde. Av og til kan det derimot være andre faktorer som gjør at vinsjen må flytte seg lengre eller kortere.

Ledd E er ikke basert på flytting av vinsjen, men på om lag hvor lang tid det vil ta å bardunere vinsjen så den står trygt. Tidsforbruket i dette leddet baserer seg på mannskapets kunnskap til barduneringen.

En bedre planleggingsfase og høyere hastighet til vinsjens flytting vil kulminere i et redusert tidsforbruk i tiden brukt til rigging. Dette understreker viktigheten for både planlegging og hastighet for å øke produktiviteten i driften, samt redusere tidsforbruket og sikre lavere nedetid for maskinene. Planleggingen og hastigheten for T-winch blir derfor de faktorene som er viktigst for å beregne tidsforbruket det vil ta å rigge opp et hogstområde med T-winch

### 3.2 Hastighet for kjøring med T-winch i terreng i forhold til helning

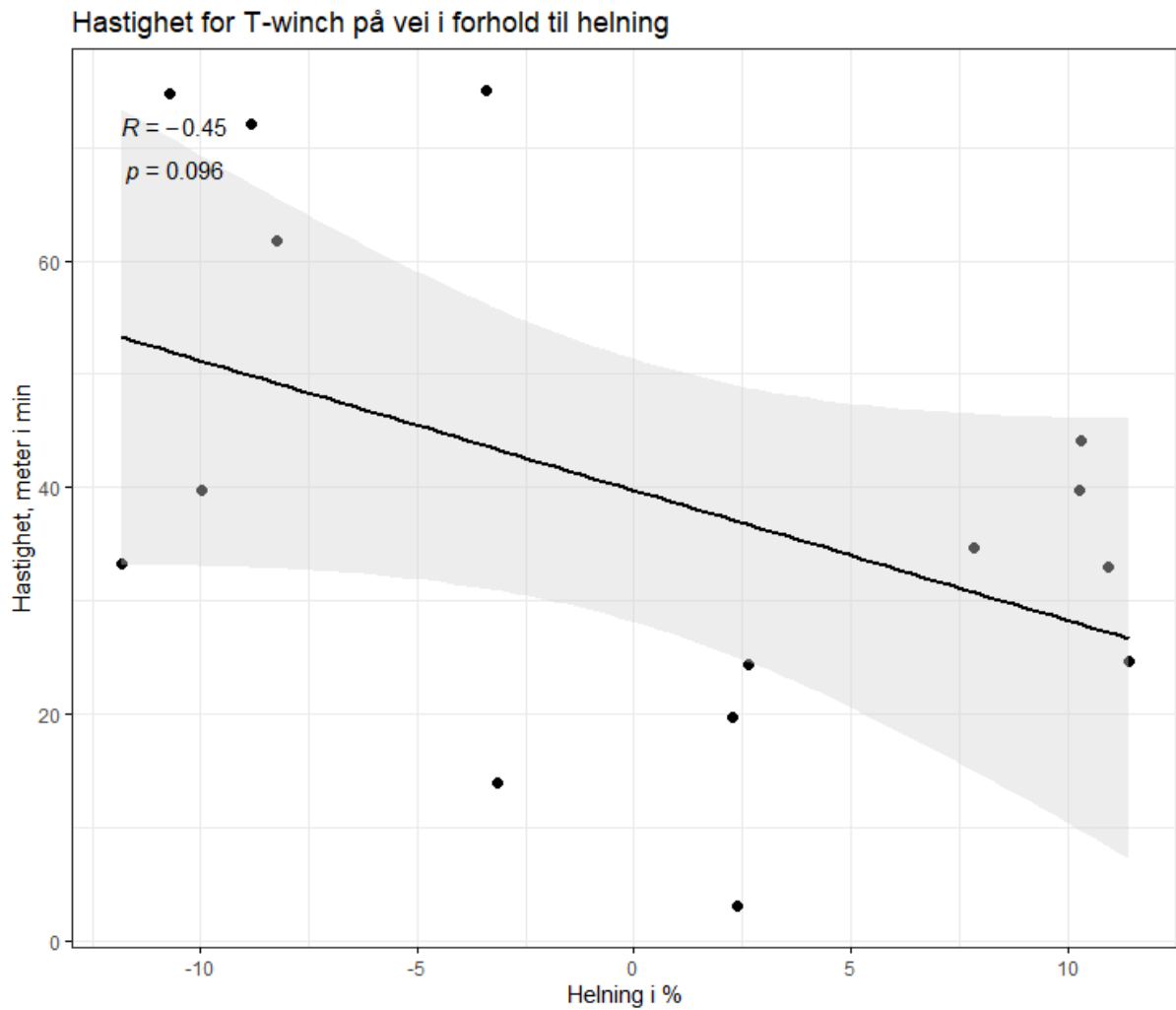
Helning ga ingen signifikant påvirkning på hastigheten til T-winch i terrengkjøring ( $R^2 = -0.009$ ,  $F_{1,11} = 0.099$ ,  $p = 0,759$ ). T-winch hadde en gjennomsnittlig fart for terrengkjøring på 22,2 meter i minuttet for studiet. Men man kan se en liten trend mot at hastigheten går ned om helningsgraden stiger.



Figur 11: Figuren viser hastigheten til T-winch i terreng ( $n=11$ ) i forhold til helning i prosent formelen bak er en linear regresjonsmodell (lm) i Rstudio.

### 3.3 Hastighet for kjøring med T-winch på vei i forhold til helning

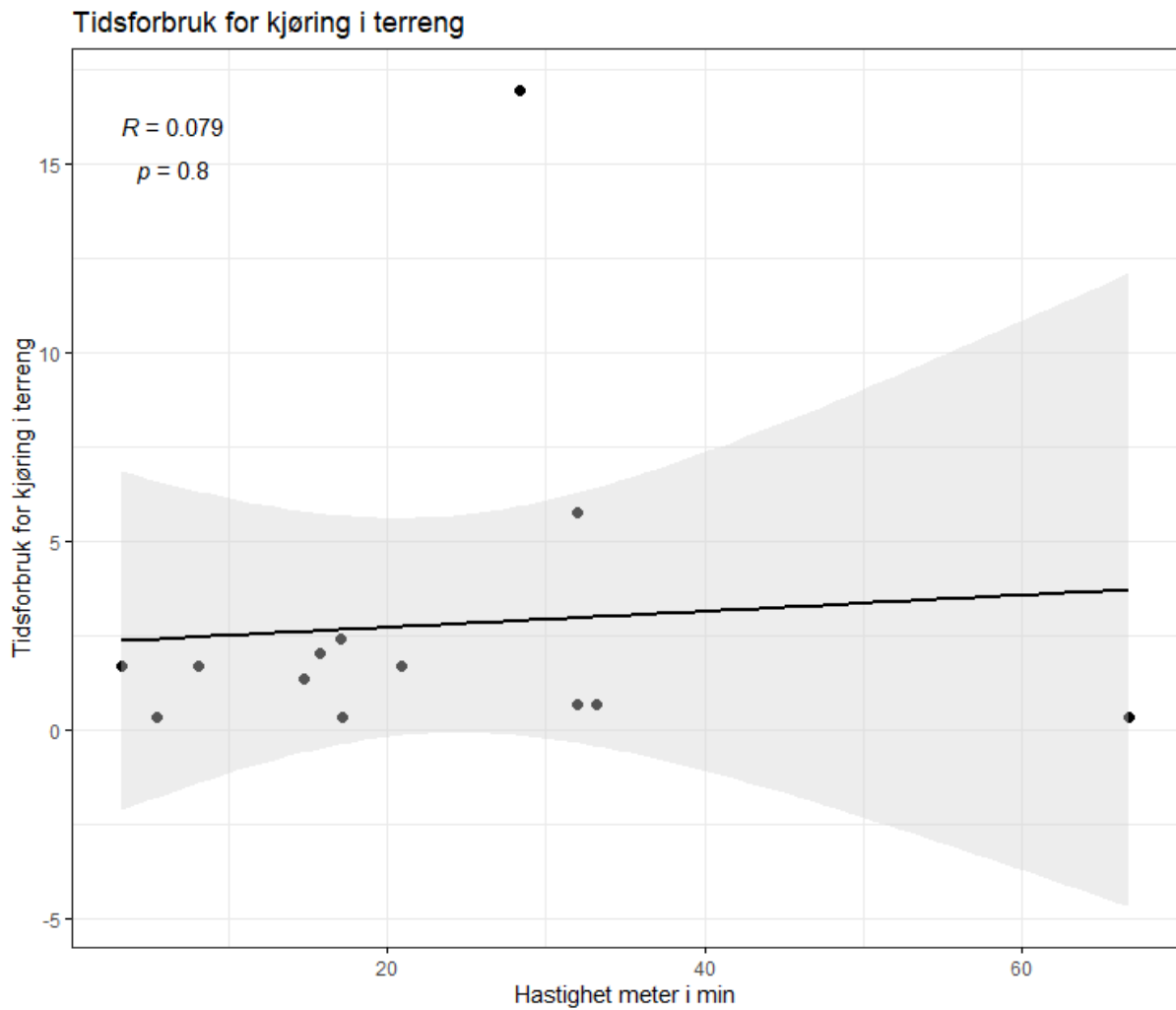
Helning ga ingen signifikant påvirkning på hastigheten til T-winch når den kjører på vei ( $R^2 = 0,20$ ,  $F_{1,13} = 3.23$ ,  $p = 0,096$ ). T-winch hadde en gjennomsnittlig fart for terrengkjøring på 39,8 meter i minuttet for studiet. Men man kan se en liten trend mot at farten går ned om helningsgraden stiger.



Figur 12: Figuren viser hastighet til T-winch på vei ( $n=13$ ) i forhold til helning i prosent formelen brukt er en linear linear regresjonsmodell ( $lm$ ) i Rstudio.

### 3.4 Tidsforbruk i minutt for kjøring i terreng

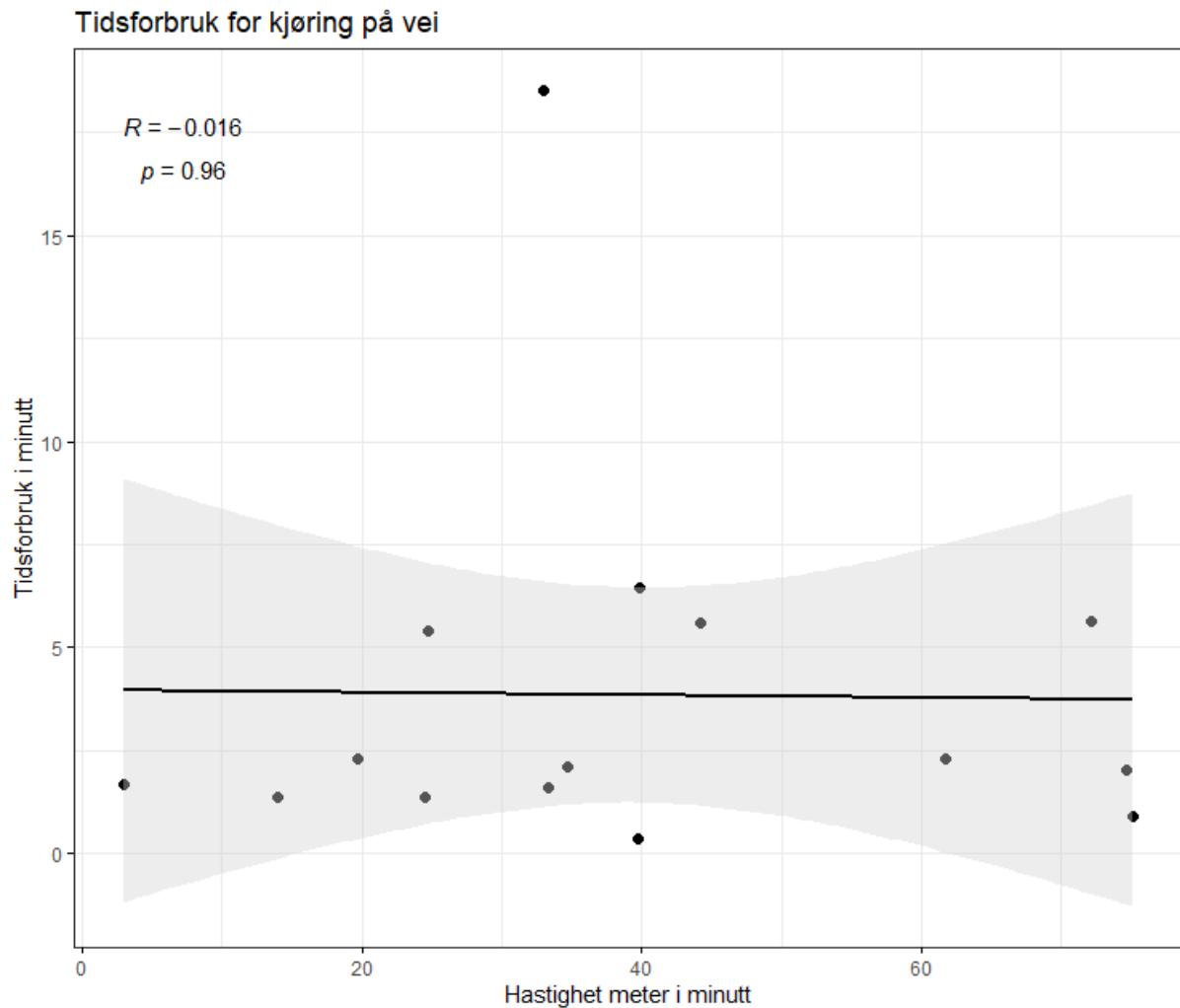
Hastigheten ga ingen signifikant påvirkning på tidsforbruket for flytting av vinsjen i terreng ( $R^2 = 0,08$ ,  $F_{1,11} = 0,06$ ,  $p = 0,8$ ) T-winch hadde et tidsforbruk på gjennomsnittlig tidsforbruk på 2,76 minutter mens den kjørte i terrenget. Man kunne også se en liten trend mot at høyere hastighet medførte høyere tidsforbruk.



Figur 13: Figuren viser tidsforbruket for kjøring i terreng basert på hastigheten til vinsjen, vi ser en liten trend om at høyere hastighet medfører høyere tidsforbruk, formelen brukt er en linear regresjonsmodell (lm) i Rstudio.

### 3.5 Tidsforbruk i minutt for kjøring på vei

Hastigheten ga ingen signifikant påvirkning på tidsforbruket for kjøring av vinsjen på vei ( $R^2 = 0,016$ ,  $F_{1,11} = 0,003$ ,  $p = 0,95$ ) T-winch hadde et tidsforbruk på gjennomsnittlig tidsforbruk på 3,8 minutter mens den kjørte på vei.



Figur 14: Figuren viser tidsforbruket i minutt for kjøring av vinsjen på vei basert på hastigheten i meter i minutt, formelen brukt er en linear regresjonsmodell (lm) i Rstudio.



## Diskusjon

T-winch drifter er et driftssystem som har hatt en økning i popularitet både nasjonalt og internasjonalt. Økningen i popularitet har ført til en økning i studier som kan gi tilgang til ny og bedre kunnskap om driftssystemet. Kunnskapen som disse nye studiene tilfører, kan være med på å løse utfordringer og få frem fordelene med denne typen drifter i et moderne skogbruk (Uleberg & Dalmannsdottir, 2018). De nye studiene tar i hovedsak for seg økonomiske, økologiske og operasjonelle problemer og muligheter. Det har derimot blitt utført få studier på hvor mye av tidsforbruket i et sånt driftssystem som går til rigging. Kunnskap om riggetid kan avdekke muligheten til å effektivisere, redusere nedetid og generelt øke produktiviteten i driftssystemet. Det å skaffe kunnskap om disse faktorene kan være med på forbedring og optimalisering av maskinbruken, samt bidra til en bærekraftig og kostnadseffektiv skogpraksis (Aspøy & Helseth, 2022).

### 4.1 Riggetid modellens bruksverdi for planlegging av drifter

Bruken av riggetid modellen skapt i dette studiet skal kunne presenterer et anslag til tidsforbruket som går til rigging i drifter der T-winch brukes. Modellen fokuserer på hele hogstperioden, fra planleggingsfasen før vinsjen har beveget seg (A) til tidsforbruket det tar å kjøre til oppsettpunkt (B) og tidsforbruket det tar å rigge til vinsjen i hvert hogstskår (C og D), og til slutt bardunering av vinsjen (E). Ved å fokusere på hastigheten som en hovedfaktor i leddene kan modellen gi et anslag om tidsforbruket som trengs mellom de forskjellige flyttingene og oppriggingen (Nurminen, Korpunen, & Uusitalo, 2006). Det hjelper også med optimaliseringen av bruken av vinsjen i perioder den skal flyttes. Dette er kunnskap som vil kunne gi skogledere og maskinførere selvtilit til å ta valg på hvordan driften burde utføres, og om hogstmetoden er aktuell for de enkelte hogstområdene (Rauscher, 1999).

Modellens fokus på planlegging og hastighet for tidsforbruk passer bra med moderne mål i skogbruket. Ved å utnytte og forbedre maskin hastigheten vil vi kunne minimere tidsforbruket der maskinene har nedetid, noe som igjen vil føre til en bedre økonomi i hver enkelt drift. Riggetid modellen gir dessuten en fordel når det kommer til tilpasning om situasjonen i hogsten skulle forandrer seg, samtidig som den gir muligheter for langsiktige strategier der kjøremønster og hogsten kan bli optimalisert. Denne kombinasjonen av muligheten til raske tilpasninger og evnen til å planlegge lengre frem i tid styrker modellen som et verktøy for hogstdrifter. En annen enkel og rask adapsjon med modellen er at leddene er uavhengige av

hverandre. I noen drifter vil man kanskje ikke trenge å kjøre vinsjen i terrenget da det er en driftsvei øverst i terrenget. Dermed vil ledd B ekskluderes fra modellen og ikke gå med i tidsforbruket for flytting av vinsjen i det hogstområdet.

## 4.2 Planlegging fasen av driften

Uavhengig av modellens styrker og bruksverdier så er det noen åpenbare svakheter med den. En av disse svakhetene er tidsforbruk som brukes til annet enn kjøring av vinsjen. I driften som studiet er basert på ble det dessverre ikke planlagt et kjøremønster for vinsjen. Dette gjorde at det ikke kunne teste denne delen av modellen. Planleggingsfasen utføres før driften starter for å unngå nedetid hos vinsjen og hos de andre maskinene i driften. Om man har dårlig planlegging kan dette ta mye verdifull tid som kunne gått til flytting av vinsjen og hogst og utkjøring av tømmer. En svak planlegging før driften starter, kan med andre ord undergrave produksjons effektiviteten i hele driften (McDill, 2014). Et eksempel på dette er om mannskapet begynner å flytte vinsjen mot ønsket lokalitet, men må stoppe da det må hogges en hogststripe for vinsjen før den kan bevege seg opp i terrenget, eller om terrenget ikke tillater at vinsjen kjøres der. Et annet eksempel er om mannskapet ikke vet hvor de skal flytte vinsjen før de er ferdig med en hogststripe. Dette vil da føre til nedetid hos vinsjen før flyttingen kan starte igjen. Som igjen fører til nedetid hos maskiner som jobber i samsvar med vinsjen. Noe som kan føre til en større økonomisk kostnad da tidsforbruket som skulle gått til avvikning og utkjøring blir brukt til rigging i stedet (Holmli, 2014).

I studiet ble det etter hvert klart at planleggingsfasen kanskje har en større påvirkning på tidsforbruket brukt til rigging enn først antatt. Vinsjen hadde ofte stopp på over 15 minutter og opp mot timen der den var stillestående, for så å kjøre enten lengre eller opp i terrenget. Dette tyder på dårlig planlegging da vinsjen optimalt kunne kjørt hele strekningen uten å måtte stoppe. I dette studiet var det lassbærer sjåfør som flyttet vinsjen. Dette betyr at den maskinen som har høyest kostnad også hadde nedetid samtidig som vinsjen. Dette burde unngås da kostnaden på hele driften går opp om lassbæreren står lenge stille. I studiet ble også flyttingen av vinsjen gjort ved at hogstmaskin hogger ut et område, før den drar helt til motsatt ende av feltet for å starte på et nytt område. Dette gjør at vinsjen må flyttes over lengre distanser. Et bedre alternativ ville vært om hogstmaskinen lå 3-4 striper foran lassbærer, og vinsjen kunne forflytte seg sidelengs etter i terrenget over striper som ligger 15-20 meter unna hverandre. Dette hadde ført til et mye bedre samarbeid mellom lassbærer

sjåfør og hogstmaskinsjåfør samtidig som det hadde blitt mindre nedetid brukt til flytting av vinsjen. Dårlig planlegging kan igjen gi følgefeil som ender opp med mindre lønnsomhet (Hoffart, 2014).

### 4.3 Bardunering av vinsjen

Tidsforbruket til bardunering av vinsjen er også ikke sjekket i studiet da det ble utført ved hjelp av GPS. For å sjekke dette måtte vi vært fysisk til stede og tatt tiden når mannskapet bardunerte vinsjen. Barduneringen skjer ved hjelp av to stropper som man kan feste til trær bak vinsjen. Vinsjen sitt skjær blir så kjørt i bakken sånn at det kommer dypt nokk til å holde igjen. Til slutt fester man påløpsbremsen sånn at maskineriet og vinsjen går i brems om denne strammes for hardt. Dette er viktig at blir gjort skikkelig siden det sikrer både maskin og maskinfører som er koblet til vinsjen. En god bardunering av vinsjen vil føre til stabilitet hos både lassbærer og hogstmaskin når de opererer med vinsjen og vil effektivisere driften. Samtidig vil det være mindre uforutsette avbrudd som kan føre til en nedetid hos maskinene. Da barduneringen antas å ikke ta alt for mye tid burde dette bli gjort under hver flytting da det er mye å vinne, samt mye å tape om det ikke blir gjort.

### 4.4 Sammenligning med tidsforbruk for rigging i taubanedrifter.

Rigging av T-winch drifter opp mot taubanedrifter kan sies å være ganske forskjellig. For T-winch vil dette innebære å kjøre vinsjen opp til planlagt posisjon, bardunere den her, for så å gjøre korte eller lengre flyttinger av vinsjen. Disse driftene er ikke bare mer produktive, de er også mer mobile og adaptive drifter enn en taubanedrifter. T-winch drifter leverer også samme gode økologiske resultater som en taubanedrift (Holzfeind et al., 2020). Taubane på den andre siden trenger en mer forsiktig rigging av kabel og løpekatt, samt hogging av korridorer som løpekatten kan bevege seg i. Det skal også bestemmes hvor basismaskin skal stå, samtidig som denne må rigges sånn at den ikke velter eller står ustøtt. Generelt er dette en mye mer tidkrevende prosedyre som ligger på rundt 20% av selve virketiden (Holmli, 2014) enn riggingen av en T-winch drift vil være på.

En ting som er ganske likt mellom taubanedrifter og drifter ved hjelp av T-winch er planlegging fasen. Begge driftssystemer krever god planlegging for å funke optimalt, og man vil kunne presse tidsforbruket ned med god planlegging før riggingen starter (Hoffart, 2014). T-winch er et relativt nytt driftssystemet, og kan dermed lære en del av den gode planleggingen som

gjøres i tradisjonelle taubanedrifter for å øke den økonomiske lønnsomheten og presse ned unødvendig tidsforbruk. En fordel som taubanedrifter har når det kommer til rigging er også at hjulgående maskiner er begrenset til terreng som gjør det mulig å kjøre i. Så selv om tidsforbruket i riggingen av en T-winch drift er lavere, vil det være områder som er umulig å jobbe i (Belbo et al., 2022).

#### 4.5 Sammenligning med tidsforbruk for rigging i gravedrifter

Det andre tradisjonelle driftssystemet vi har i Norge for hogst i bratt terreng er gravedrifter. Tiden det tar å rigge disse driften er litt annerledes enn hos taubanedrifter og T-winchdrifter da det ikke er noe maskin som skal barduneres før avvirkingen starter. Her vil en gravemaskin bli brukt til å grave enkle driftsveier under skogsdriften, etter hvert vil graver og hogstmaskin bytte plass etter behov for hogging eller graving (Belbo et al., 2022). Så riggingen blir gravemaskinens jobb da den bygger veier for å få tømmeret ut. Disse driftsveiene må planlegges godt før hogst for å forhindre at naturinngrepene blir for store (B. E. Talbot, 2013). Samtidig vil en god planlegging kunne være med å få ned ventetiden til hogstmaskin i driften. I studien sin fra 2009 rapporterte Lileng (Lileng, 2009) at hogstmaskinen måtte vente opp mot 43% av arbeidstiden på gravemaskinen. Gravemaskinen på sin side brukte 60% av arbeidstiden på graving, resten på flytting og venting.

Sammenlignet med gravedrifter er T-winchdriftene lettere å planlegge da det ikke skal bygges veinett, men en kjøreplan og posisjonsplan for vinsjen. Dessuten er driftssystemet mer skånsomt for naturinngrep under hogsten og det blir liten erosjonsfare og fare for avrenning (Holzfeind et al., 2020). Ettersom T-winch kun har en riggetid for hver gang den forandrer hogststripe vil også riggetiden forventes å bli lavere enn ved en gravedrift. Dette er fordi gravedrifter ofter har fleste tyngre inngrep over lengre tid for hver hogststripe og må variere mellom flere om gangen. Ventetiden vil å gå ned da Vinsjen vil brukes med en maskin om gangen, og mest med lassbærer da den har flere restriksjoner i det brattere terrenget. Hogstmaskinen kan som oftest klare å kjøre det samme terrenget uten vesentlig hjelp av vinsjen. I oppgaven sin fra 2021 fant Aasgård (Aasgård, 2021) ut at oppsettstiden for en hogststripe ikke var signifikant forskjellig fra gravedrifter, men at det var en trend mot en lavere oppsetts tid hos T-winch systemet.

#### 4.6 Gjennomsnittlig hastighet til T-winch på vei og i terreng

Gjennomsnittsfarten for veikjøring med vinsjen ble registrert til 39,8 meter i minuttet. Helning hadde ingen påvirkning på farten når vinsjen kjørte på vei. Veiene i området studiet ble gjort i hadde relativt få bakker og en gjennomsnittlig helning på bare 10%. T-winch er en vinsj som er beltegående, og har dermed ingen problemer med å kjøre i en høy hastighet på vei. Det var derimot en trend mot at farten økte når vinsjen kjørte i negativ helningsgrad mens den minket i positiv helningsgrad. Dette kan komme av at entreprenør er mer forsiktig når han kjører i oppoverbakke enn hva han er da han kjører nedover. Samtidig er det mindre motstand for vinsjen da den kjører nedover enn oppover. En annen faktor som kan føre til lavere hastighet er at vinsjen kan bli stoppet for et lite avbrekk hvor operatør planlegger ruten. Dette er fordi hastigheten er bygget på distanse delt på tidsforbruk, en liten økning i tidsforbruk vil derfor føre til en lavere hastighet.

Gjennomsnittsfarten for terrengkjøring med vinsjen ble registrert til 22,2 meter i minuttet. Heller ikke i terreng hadde helning noen påvirkning på farten til vinsjen. Terrengkjøringen hadde en gjennomsnittlig helning på 50%, noe som fremdeles ikke burde være et problem for vinsjen å bevege seg i. Det var også en svak trend om at hastigheten var høyere i nedoverbakke og lavere i oppoverbakke. Denne trenden var derimot mye mer nøytral enn hos kjøring på vei. Grunnen til dette kan være at motstanden av å kjøre i en økende helningsgrad. Samtidig kan det være at terrenget er mer ujevnt enn på vei, og at operatør derfor er mer forsiktig da han kjører her. En annen grunn til en lavere hastighet i terrenget kan være hindringer som dukker opp under kjøringen. Det kan være blokker eller stubber vinsjen ikke kan kjøre over og derfor må kjøre i rundt. Dette tar ekstra tid da vinsjen kanskje må rygge før den kjører videre.

Planlegging om ruten til vinsjen da den kjøres på vei og spesielt i terreng vil derfor være veldig viktig for hastigheten. En bedre planlegging vil føre til en høyere kjørehastighet hos vinsjen, som igjen vil føre til at den ankommer stedet den skal barduneres tidligere. Dette vil igjen ha en effekt på nedetiden til maskinene og føre til en bedre økonomisk gevinst.

#### 4.7 Hvem skal rigge vinsjen.

Lassbærer er ofte den maskinen som gir minst økonomisk gevinst for et entreprenørlag, det er derfor viktigst at den er aktiv under hogsten. Mens vinsjen rigges opp på en annen lokalitet kan det planlegges lassbærer opererer i områder der den ikke trenger å jobbe i sammen med

vinsjen. Dette vil føre til mindre nedetid hos den maskinen det er viktigst at er i aktivitet. Ofte må det hogges en hogstgate for vinsjen i terrenget før den kan flyttes til ønsket lokalitet. Hogstmaskinen selv kan hogge denne gaten da helning ikke er et like stort problem som hos lassbærer. Det vil spare nedetid hos både vinsjen og lassbærer om hogstmaskinens operatør gjør klart området vinsjen skal rigges i, og deretter rigger vinsjen mens lassbærer kjører ned tømmeret.

I studiet ble det under flytting av vinsjen ikke funnet GPS kjøredata på lassbæreren. Dette betyr enten at lassbærer ikke har områder den kan kjøre imens vinsjen flyttes, eller at vinsjen flyttes av lassbærer operatør. Det ble også registrert at vinsjen ofte beveget seg via veien i hogstområdet, men måtte vente før den kunne bevege seg i terrenget da det det kanskje ikke var preparert en kjøregate til den. Dette førte til nedetid på vinsjen på fra 20 minutt til 2 timer. Nedetiden på lassbærer var ofte den samme i disse periodene. Viktigheten med samarbeid mellom operatørene i hogstområdet er derfor svært viktig sånn at man får en minst mulig nedetid på vinsjen.

#### 4.8 Svakheter hos dataene

Studiet baserer seg på data som ble samlet inn av en GPS som ble installert av entreprenør som hadde hogstdriften. Disse dataene var først veldig varierende og unøyaktige i den form av at noen data var fra bilkjøring da GPS ikke var festet til vinsjen, men lå i entreprenørs bil. Samtidig hadde registreringen både blitt dobbelt og trippelt registrert, noe som tok lang tid å rydde opp. Når dataene ble filtrert og fjernet kom vi til slutt opp med 185 registrering som ble gruppert til 24 forskjellige forflytninger langs vei og terreng. Dette gjør data grunnlaget for studiet svakt da det ikke er en ideell mengde data som kan føre til uregelmessigheter. Blant annet kan vi se dette i helningsdataene i forhold til fart. Under disse analysene finner vi at helning ikke har noen signifikant påvirkning på farten, men at det kanskje er en trend til at den påvirkes av helningen.

De fleste registreringene før dataene blir gruppert er registreringer for flytting på vei og ikke i terreng. Dette fører til et sterkere datagrunnlag for veikjøring enn terrengkjøring i studiet. Med et større datagrunnlag kunne resultatet i både analysene og modellen vært sikrere. Samtidig er skal studiet skape en enkel modell for rigging og er en start i en del av et større prosjekt for dette. En annen svakhet i datagrunnlaget i studiet er at det ikke ble registrert tidsforbruk for planlegging av driften, og om dette i det hele tatt var gjort. Et annet

datagrunnlag som ikke kunne testes var tidsforbruket brukt til bardunering. Dette leddet var fraværende under studiet da vinsjen opererte langs en vei. Vinsjen beveger seg kun sidelengs i hogstområdet med å kjøre ned til veien før den eventuelt kjører opp i terrenget igjen. Dermed ble denne delen av modellen ikke testet i dette studiet.

En annen svakhet med dataen er registreringene som man går glipp av når GPS går tom for batteri og må lades. Dette kan føre til at man mister flere registreringer der vinsjen er i bevegelse. Og plutselig har hogsten blitt utført på flere forskjellige steder i hogstområdet der man ikke har registreringer. Dette kunne vært fikset med å ha to GPSer man roterte på, der en alltid kan stå klar med fullt batteri.

Siden vi ikke kan si noe om planleggingsfasen og tidsforbruket i studiet er dette også en svakhet knyttet opp mot hastigheten i studiet. Om vinsjen stopper mens den er i bevegelse vil tidsforbruket automatisk gå opp, dette vil derfor føre til at hastigheten vil gå ned da den er bygd opp på distanse delt på tidsforbruk. Dermed er det ikke bare helning som har en påvirkning på hastigheten, men stopp på grunn av dårlig planlegging eller venting vil automatisk føre til en lavere gjennomsnittlig hastighet og høyere tidsforbruk. Dette gjelder for både terrengkjøring og for veikjøring med vinsjen.

#### 4.9 Fremtidige studier

I fremtidige studier burde fokuset være på et større datagrunnlag enn i dette studiet. Samtidig burde beslutningene av når GPS-en burde lades være gjort på forhånd og gitt til entreprenøren sånn at man unngår tap av data. Samtidig burde viktige faktorer som planlegging, bardunering og andre ukjente tidsforbrukvariabler legges til modellen. Dette vil kunne gi en styrket modell som kan gi mer nøyaktige prognoser og analyser. Samtidig vil det være en fordel å gjøre fremtidige studier på områder som inkluderer alle de forskjellige leddene i modellen. Spesielt da dette studiet ikke hadde datagrunnlag for det siste leddet. Fremtidige studier bruke dette studiet som et grunnlag for å gjøre modellen enda sterkere. Noe som kan gi mer innsyn i et tema som kan utgjøre store økonomiske forskjeller for et driftssystem som vokser i popularitet.

## 5. Konklusjon

Studiet er en del av et større prosjekt som foregår på riggetiden av T-winch drifter.

Hovedmålet i studiet var å skape en enkel riggetid modell for T-winch drifter. Modellen baserer seg på tre hovedfaser for riggingen og legger mest vekt på hastigheten til vinsjen i disse fasene. Hastigheten er en viktig faktor for vinsjen sitt tidsforbruk hastigheten utgjør hvor lang tid det vil ta å flytte til neste opprigging. Modellen skal kunne gi et grunnlag for tiden som blir brukt på opprigging i hver enkel opprigging samt tidsforbruket samlet for en hel hogst. Kunnskapen om riggetid kan avdekke muligheten til å effektivisere, redusere nedetid og generelt øke produktiviteten i hogstmetoden.

Det ble derimot funnet en del svakheter i modellen da den er basert på en «perfekt» hogstdrift. Blant annet mangler det et ledd som tar tidsforbruket som går til planlegging av posisjoner og ruter for vinsjen. Om det er dårlig planlegging kan tidsforbruket øke betraktelig. Samtidig mangler det et ledd for barduneringen av vinsjen, dette er noe som må gjøres av sikkerhetsmessige grunner. Datagrunnlaget ga dessverre ingen mulighet til å legge til dette til modellen. Vi kunne ikke få teste tidsforbruket i planleggingsfasen (A) og tidsforbruket for bardunering (E) da dette ikke ble registrert i felt, og driften var i gang da vi startet datainnsamlingen. Videre ga ikke helning en signifikant påvirkning på farten til vinsjen, dette gjaldt både for vei og på terreng. I fremtidige studier på temaet vil det derfor være viktig å registrere tidsforbruket for planlegging og bardunering i modellen. Hastighet ga heller ikke noen signifikant forskjell på tidsforbruket. Men mye av registreringene ble kastet da de hadde stopp som var over 15 minutter lange. Hadde vi sett bort fra G15 hadde nokk resultatet for hvordan hastigheten påvirker tidsforbruket vært annerledes.

Tidsforbruket som brukes til å planleggingsfasen viste seg også å være en viktig del av hvorfor tidsforbruket går opp. Planleggingen av hvordan hogstmaskin og lassbærer skal jobbe sammen for best mulig bruk av vinsjen må planlegges før hogsten startes og ikke etter. Samtidig må det utføres en plan om hvor vinsjen skal barduneres, slik kan man unngå forvirring samtidig som man ikke går på hindringer som gjør at man må forandre planene. Om dette ikke blir gjort kan man få lange ventetider sånn som under dette studiet hvor nedetiden for lassbærer og T-winch var relativt høye i forhold til det som forventes.



## 6. Referanser

- Amishev, D., & Hunt, J. (2018). Winch-assist harvester: best practice manual. *Special Publication SP-533*.
- Aspøy, H., & Helseth, E. V. (2022). Oppsummering fra dialogforum om mulighetsrommet for ulike driftsformer i skogbruket. 30. mai 2022.
- Belbo, H., Bråten, M., & Johannesson, T. (2022). Skoglig tilpasning til et endret klima. *NIBIO Rapport*.
- Bergseng, E., Alfredsen, G., Dibdiakova, J., Gobakken, L. R., Gjerde, I., Granhus, A., & Sjøgaard, G. (2016). Skogen som ressurs. *Praktisk økonomi & finans*, 32(03), 253-263.
- Cavalli, R., & Amishev, D. (2019). Steep terrain forest operations—challenges, technology development, current implementation, and future opportunities. *International Journal of Forest Engineering*, 30(3), 175-181.
- Dalen, L. S. (2017). Nye rekordtall for skogen i Norge. Retrieved from <https://www.nibio.no/nyheter/nye-rekordtall-for-skogen-i-norge>
- Donald, K., Boswell, B., Amishev, D., & Hunt, J. (2018). Winch-assist forwarder: best practice manual. *FPIInnovations: Vancouver, BC, Canada*, 68.
- Ellegard, J. (2015). Finding the perfect steep slope harvesting system. *NZ Logger*, 6, 21-27.
- Gallardo, J.-Y. M. (2014). Norsk institutt for skog og landskap. Årsmelding 2013.
- Gjørva, M. B. (2016). *Samanhengen mellom skogsvegar, skogsdrift og skredfare-Ei studie av forhold i forbindelse med skogsvegutforming og flatehogst i hellende terreng som gir fare for jord-og flomskred ved Horg, Melhus kommune og Høvringslia, Sel kommune*. NTNU,
- Granhus, A., Høyen, G., & Ørnelund Nilsen, J.-E. (2012). Skogen i Norge. Statistikk over skogforhold og skogressurser i Norge registrert i perioden 2005-2009. *Ressursoversikt fra Skog og landskap*.
- Granhus, A., Von Lüpke, N., Eriksen, R., Sjøgaard, G., Tomter, S. M., Antón-Fernández, C., & Astrup, R. A. (2014). Tilgang på hogstmoden skog fram mot 2045. *Ressursoversikt fra Skog og landskap*.
- Green, P. Q., Chung, W., Leshchinsky, B., Belart, F., Sessions, J., Fitzgerald, S. A., . . . Garland, J. J. (2020). Insight into the productivity, cost and soil impacts of cable-assisted harvester-forwarder thinning in Western Oregon. *Forest Science*, 66(1), 82-96.
- Hoffart, E. (2014). *Bardunfri taubane i Norge-en tidsstudie av prestasjon*. Norwegian University of Life Sciences, Ås,
- Holmli, H. S. (2014). *Produksjonsanalyse av Mounty kabelkran*.
- Holzfeind, T., Stampfer, K., & Holzleitner, F. (2018). Productivity, setup time and costs of a winch-assisted forwarder. *Journal of Forest Research*, 23(4), 196-203.
- Holzfeind, T., Visser, R., Chung, W., Holzleitner, F., & Erber, G. (2020). Development and benefits of winch-assist harvesting. *Current Forestry Reports*, 1-9.
- Husby, S. (2015). *Evaluering av gravedrifter med fokus på driftsveitethet*. Norwegian University of Life Sciences, Ås,
- Jakobsen, E. W., Vikesland, M., & Holst, L. K. (2001). En verdiskapende skog-og trenæring.
- Kozzman, C. (2018). Timbermax Steep Slope Operation in British Columbia's Monashee Mountains. *Info Note*(15), 4.
- Leslie, C. (2019). Productivity and utilisation of winch-assist harvesting systems: case studies in New Zealand and Canada.
- Lileng, J. (2009). Avvirkning med hjulgående maskiner i bratt terreng. *Oppdragsrapport fra Skog og landskap*, 15, 2009.
- McDill, M. E. (2014). An overview of forest management planning and information management. *The Management of Industrial Forest Plantations: Theoretical Foundations and Applications*, 27-59.
- Mologni, O., Lyons, C. K., Marchi, L., Amishev, D., Grigolato, S., Cavalli, R., & Röser, D. (2021). Assessment of cable tensile forces in active winch-assist harvesting using an anchor machine configuration. *European Journal of Forest Research*, 140(4), 745-759.
- Nitteberg, M., & Lileng, J. K. (2004). *Mekanisert hogst i bratt terreng*: Skogforsk.
- Nurminen, T., Korpunen, H., & Uusitalo, J. (2006). Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system.

- Pedofsky, M., & Visser, R. (2019). Assessment of Winch-Assist Skidder in Gisborne, New Zealand. *Forest Growers Research Report H043 Forest Growers Research: Rotorua, New Zealand*.
- Rauscher, H. M. (1999). Ecosystem management decision support for federal forests in the United States: a review. *Forest ecology and management*, 114(2-3), 173-197.
- Samset, I. (1981). Vinsj-og taubanesystemer i norsk skogbruk: Winch-and cable systems in Norwegian forestry. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning*.
- Samset, I. (1983). Skogsdrift i bratt og vanskelig terreng.
- Schönauer, M., Holzfeind, T., Hoffmann, S., Holzleitner, F., Hinte, B., & Jaeger, D. (2020). Effect of a traction-assist winch on wheel slippage and machine induced soil disturbance in flat terrain. *International Journal of Forest Engineering*, 1-11.
- Steinset, T. A. (2010). Skogbruk. In *Landbruket i Norge 2009* (Vol. 116, pp. 123-167). Oslo-Kongsvinger: Statistisk sentralbyrå.
- Strimbu, V., & Boswell, B. (2018). Adverse skidding using a Tigercat 635E assisted by a T-Winch 10.1. *FPIInnovations: Pointe-Claire, QC, Canada*.
- Svensson, A., Eriksen, R., Hysten, G., & Granhus, A. (2021). Skogen i Norge. *NIBIO Rapport*.
- Talbot, B. (2016). FORDEL. En undersøkelse av driftsforholdene omkring terrenggående taubaner.
- Talbot, B. E. (2013). Forprosjekt-Evaluering av gravedrifter. *Rapport fra Skog og landskap*.
- Uleberg, E., & Dalmansdottir, S. (2018). Klimaendringenes påvirkning på landbruket i Norge innenfor ulike klimasoner. *NIBIO Rapport*.
- Vennesland, B., Hobbestad, K., Bolkesjø, T. F., Baardsen, S., Lileng, J., & Rolstad, J. (2006). Skogressuresene i Norge 2006. Muligheter og aktuelle strategier for økt avvirkning. *Viten fra Skog og landskap*.
- Visser, R., & Berkett, H. (2015). Effect of terrain steepness on machine slope when harvesting. *International Journal of Forest Engineering*, 26(1), 1-9.
- Visser, R. M., & Spinelli, R. (2023). Benefits and Limitations of Winch-Assist Technology for Skidding Operations. *Forests*, 14(2), 296.
- Aaland, K. (2015). *Taubanedrifter og areallønsemnd i taubanelier på vestlandet*. Norwegian University of Life Sciences, Ås,
- Aasgård, A. (2021). *T-Winch – et alternativ til gravedrift i bratt terreng?* (Bachelor). Høgskolen Innlandet,
- Aasmundtveit, A. (2011). *Kystskogbrukets gryande potensial: logistikk og driftsteknikk i bratt terreng i Ørsta*. Norwegian University of Life Sciences, Ås,



**Norges miljø- og biovitenskapelige universitet**  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway