



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2016 30 stp
Institutt for naturforvaltning (INA)

Lønnsomhet i forhåndsrydding før slutthogst

Profitability of Pre-clearance before Final Cutting

Anders Berg Stensrud
Skogfag

I FORORD

Denne masteroppgaven ble skrevet etter forslag fra- og med hjelp av Viken Skog og markerer slutten på 5 fantastiske år ved UMB/NMBU. Etter 18 år på skolebenken er det nå på tide å komme seg ut i felten og gjøre nytte av teoretisk kunnskap til det beste for skogbruket.

Jeg vil først og fremst takke min veileder; førsteamanuensis Jan Bjerketvedt for god hjelp og nyttige tilbakemeldinger gjennom skriveprosessen.

En spesielt stor takk rettes også hogstmaskinfører Helge Hagenborg i Brødrene Hagenborg AS for å holde ut med meg i så mange timer, mens jeg satt på «plastikken» og spurte dumme spørsmål og for tålmodigheten under hogsten gjennom milevis med merkebånd og streng ruteplanlegging.

Takk til skogeierne som stilte sin eiendom til rådighet og til produksjonsleder Gjermund Liereng og Skogbruksleder i Viken Skog, Terje Roen for mye hjelp med å finne og planlegge driftene som er undersøkt.

En stor takk også til Aksel Granhus og Rune Eriksen i Landskogtakseringen ved NIBIO på Ås for hjelp med å innse hvor mye gammelskog og undervegetasjon vi har i dette landet.

Til slutt, takk til mine medstudenter. Uten dere hadde det ikke vært mulig å studere sammenhengende i fem år.

SAMMENDRAG

Mindre aktive skogeiere og mindre fokus på skoghygiene, kombinert med større og større maskiner som er mer følsomme overfor undervegetasjon og små trær, gjør forhåndsrydding til en potensielt viktig brikke i arbeidet med rasjonaliseringen og effektiviseringen av verdikjeden for tømmer som er satt i gang av skogeierorganisasjonene i Norge.

Denne oppgaven har sett på potensialet for-, lønnsomheten i- og potensielt omfang av forhåndsrydding. To sluttavvirkningsdrifter ble subjektivt valgt ut fordi de hadde det som ble oppfattet som tett undervegetasjon av gran før de ble oppdelt i parseller på 1 dekar. Parsellene ble kategorisert etter antallet undervegetasjonstrær per dekar og fikk tre ulike behandlinger innen samme kategori: Brønnrydding der rydding ble foretatt 1 meter rundt hvert utnyttbart tre, snaurydding der all undervegetasjon ble fjernet og en urørt kontroll.

Det ble så gjennomført en enkel tidsstudie på hogstmaskinen for å finne forskjellen i tidsbruk på enkeltre nivå og bestandsnivå med og uten undervegetasjon. For små utnyttbare trær økte ikke tidsbruken på trær som var påvirket av undervegetasjon, men forskjellen ble tydeligere med større diameter i brysthøyde. På de største trærne brukte maskinen mye mer tid hvis treet var påvirket av undervegetasjon.

Brønnrydding eliminerte nesten den indirekte tapstiden, men den direkte tiden, som utgjorde en stor andel av den totale tapstiden ble ikke påvirket. Snaurydding eliminerte begge tapstider. Snaurydding ble derfor ansett som det mest lønnsomme forhåndsryddetiltaket i sluttavvirkning.

Lønnsomheten av forhåndsrydding var usikker når skogfond ikke ble benyttet, men med bruk av skogfond var lønnsomheten svært god og stigende med økende tetthet av undervegetasjon. Hvorvidt det er mulig å bruke skogfond til forhåndsrydding før slutthogst er omdiskutert.

Timeprisen på hogstmaskinen hadde også stor betydning for lønnsomheten. Høyere timepris gav bedre lønnsomhet av forhåndsrydding.

Ryddetiden var klart avhengig av antallet undervegetasjonstrær per dekar.

ABSTRACT

With forest owners interest in forestry decreasing and less focus on tending their own forest, combined with harvester machines increasing in size and being more sensitive to undergrowth, the potential for pre-clearance an important piece of rationalizing and streamlining the timber value chain, which has been seen as important by the forest owner associations in Norway.

This paper has looked at the potential for-, profitability of- and the potential scale of pre-clearing in Norway. Two logging sites were subjectively chosen because they were perceived as having dense undergrowth. Later they were divided into parcels of 0.1 hectare. The parcels were categorized by the number of undergrowth trees per hectare and received three different treatments within the same category: In one the undergrowth was removed only within 1 meter around each merchantable tree, in other parcels all undergrowth was removed and finally there was an uncleared control parcel.

It was then carried out a simple time study on the harvester to find the difference in the time spent on single-trees and in the stand, with and without undergrowth. For small merchantable trees, the time consumed did not increase on trees that were influenced by the undergrowth, but the difference was more pronounced with larger diameter. On the largest trees, the machine spent much more time if the tree was influenced by the undergrowth.

Clearing only one meter around merchantable trees nearly eliminated the indirect time loss, but the direct time loss, which accounted for a large proportion of the total time loss, was not affected. Clearing all undergrowth eliminated both time losses. Clearing all undergrowth were considered the most profitable pre-clearing method in harvesting.

Profitability of pre-clearance was uncertain when the Norwegian forest investment credit was not applied, but when it was used the profitability was very good and increasing density of undergrowth was rising. Whether it is possible to use forest investment credit when pre-clearing before harvesting has been debated.

The hourly rate on the harvesting machine also had great impact on profitability. Higher hourly rate showed improved profitability of pre-clearing.

Time consuming during the manual clearing of undergrowth was clearly dependent on the number of undergrowth trees per hectare.

1 INNHOLD

1	Innledning	5
1.1	Teknisk utvikling	5
1.2	Hvorfor forhåndsrydding?	5
1.3	Tidligere studier	6
1.4	Formål og hypoteser	7
2	Metode	7
2.1	Forsøksopplegg	7
2.2	Hogstmaskinen	9
2.3	Terrengklassifisering og vegetasjonsbeskrivelse	10
2.4	Tidsstudie	11
2.5	Beregninger og statistiske analyser	12
2.6	Økonomi	13
2.7	Omfang av problemet med undervegetasjon	13
3	Resultater	14
3.1	Tidsbruk per tre	14
3.2	Samlede tapstider hogstmaskin	15
3.3	Direkte og indirekte tapstid	16
3.4	Ryddetid	17
3.5	Økonomi	18
3.5.1	Uten skogfond	18
3.5.2	Med skogfond	19
3.6	Omfang	21
4	Diskusjon	22
4.1	Tidsbruk per tre	22
4.2	Undervegetasjon	23
4.3	Økonomi	24
4.4	Visuelle effekter og miljø	26
4.5	Arbeidsmiljø	26
4.6	Tidligere studier	26
4.7	Anbefaling og konklusjon	27
4.8	Til skogsmaskinføreren	27
5	Referanser	28

1 INNLEDNING

Etter hvert som norske skogeiere har blitt mindre aktive i egen skog, tømmerprisen har gått ned og transportavstandene har økt, har skogeierorganisasjonene satset tungt på å effektivisere verdikjeden. Tiltak på alle nivåer, fra administrasjon av tømmerdrifter og mer effektivt utstyr, til transportplanlegging og logistikk. I alle ledd av verdikjeden finnes marginer som kan forbedres for å gi skogeier bedre avsetning og pris på tømmer.

1.1 TEKNISK UTVIKLING

Den tekniske utviklingen innen skogbruk har vært fenomenal de siste 50 årene. Fra tigersvans og barkespade til effektive hogstmaskiner. Fra 80-tallet har hogstmaskiner som både feller, kvister og transporterer tømmeret overtatt mer og mer av hogstarbeidet som utføres i Norge (Store Norske Leksikon, 2014). I 1978 ble 4 % av volumet avirket av hogstmaskiner. I 2007 var tallet oppe i 91 % og utviklingen har fortsatt (SSB, Landbruket i Norge 2009).

I samme tidsrom har en tilpasset skogbruksmetodene til det nye utstyret, eller det nye utstyret har kommet som en konsekvens av nye hogstmetoder. Før 1960 var det plukkhogst og dimensjonshogst som dominerte skogbildet, men bestandsskogbruket har tatt mer og mer over. De siste årene har den tekniske utviklingen avtatt. De store tekniske kvantesprangene er allerede tatt og det er mindre å hente i effektiviseringsprosessen. Nå må man se på alle små detaljer for å ta effektiviseringen videre. Forhåndsrydding før slutthogst er en liten, men potensielt viktig del av dette arbeidet. Forhåndsrydding kan være viktig for å øke produktiviteten til skogsmaskinentreprenørene og dermed bedre både deres og skogeierens økonomi.

1.2 HVORFOR FORHÅNDSRYDDING?

I følge Viken Skog og flere skogsmaskinoperatører er undervegetasjon i bestandene et økende problem, og et av de områdene med mest potensiale for å effektivisere og rasjonalisere avvirkningsprosessen. Undervegetasjon kan skyldes mange ting, men hovedmengden stammer fra trær som er etablert samtidig eller like etter fremtidstrærne på flata. Dette er trær som burde vært fjernet i ungskogpleie i bestandets tidligere fase. Hvis et grantre taper konkurransen kan det overleve, men ha en tilvekst omtrent lik null i mange år. Undervegetasjonstrær på 7 centimeter i brysthøydiameter (dbh) kan være nesten like gamle som nabotreet på 30 cm dbh. Slik undervegetasjon kan forebygges med ungskogpleie. Hard tynning kan også føre til undervegetasjon ved at trær etablerer seg i det åpnete bestandet, men blir utskygget når kronetaket lukker seg.

Hva er så grunnen til at problemet øker? En viktig årsak er at færre og færre kjenner sin egen skog og gjør tiltak i den selv. Vedhogst i egen, eller andres skog blir også sjeldnere og sjeldnere, noe som gjør at undervegetasjonen får vokse fritt i mange bestand. Begrepet skoghygiene er også på vei ut. Få skogeiere har den samme bevisstheten om at det skal se fint og ryddig ut i skogen, noe som var vanlig før.

I plukkhogstskogbruket benyttet man forhåndsgjenvekst i form av understandere for å sørge for foryngelsen. Ved moderne flatehogst vil de fleste av disse trærne dø på grunn av en for voldsom overgang fra skygge til sol og fra jevn temperatur til store svingninger mellom dag og natt. Bruk av planting eller markberedning er de klart dominerende foryngelsesmetodene i Norge i dag.

Forhåndsgjenvekst er gjort unødvendig av planting, og hindrer dessuten foryngelsen.

Forhåndsgjenveksten kan også i verste fall skygge for de fremtidige trærne i neste omløp. Kährä (2006) skrev i en rapport om forhåndsrydding før tynning at «tett undervegetasjon begrenser sikten til hogstmaskinoperatøren, hindrer kapping og felling og reduserer produktiviteten ved avvirkning.» Alle disse momentene peker i retning av at det er mange fordeler med fjerning av undervegetasjon. Spørsmålet er om det har effekt på prestasjonen til hogstmaskinen i slutthogst også, og vil det eventuelt være lønnsomt å legge penger i å fjerne den? Et av hovedmålene med denne oppgaven er å undersøke om det er mulig å overføre resultatene fra tynning til slutthogst.

Ved første øyekast ser det ut som om det er meningsløst å plukke vekk undervegetasjonstrær med maskiner som koster 1000 – 1400 kroner i timen eller omtrent 20 kroner i minuttet. I tillegg til å øke tidsbruken per kubikkmeter kan også undervegetasjon føre til at sagkjedet hopper av og operatøren må ut å sette det på igjen eller bytte kjede. Samtidig vet man at forhåndsrydding kan koste 300 – 400 kroner i timen så kostnadsforskjellen er ikke så stor som man kanskje tenker.

1.3 TIDLIGERE STUDIER

Ingen studier som tar for seg forhåndsrydding før slutthogst er funnet, men det finnes noe forskning på forhåndsrydding før tynning. Kährä (2006) undersøkte om det fantes en grense for tettheten på undervegetasjon som var avgjørende for lønnsomheten. Han fant at grensen varierte fra 400 til 10 000 undervektstrær per hektar avhengig av tømmeruttaket per hektar i tynningen. Samme rapport ser også på ulike ryddemetoder. Det mest lønnsomme viste seg å være areal der det ble ryddet en «brønn» på en meter rundt alle utnyttbare trær, der alle undervegetasjonstrær ble fjernet. I tillegg, ble det ved denne behandlingen, ryddet trær som hindret operatørens sikt.

En annen studie fra Oikari et al. (2010) intervjuet folk som jobber i skogen om hva de ser som viktig for å øke produktiviteten i tynning. Blant skogsmaskinoperatørene ble forhåndsrydding trukket frem som det nest viktigste momentet etter ungsogopleie. Dette viser at de som jobber i skogen hver dag

ser dette som et betydelig problem. Også andre skogsfunksjonærer la vekt på forhåndstrydding som et godt tiltak. Spørsmålet er likevel: Kan disse resultatene overføres til slutthogst? Det vil denne oppgaven se nærmere på.

Den nyeste litteraturen på feltet kommer fra en svensk masteroppgave av Jonsson (2015). Her er det også forhåndstrydding før tynning som undersøkes, men her ble det ikke funnet lønnsomt med forhåndstrydding. Oppgaven viser tydelig at hogstmaskinen bruker mer tid når det er tett undervegetasjon, men ryddingen koster for mye.

1.4 FORMÅL OG HYPOTESER

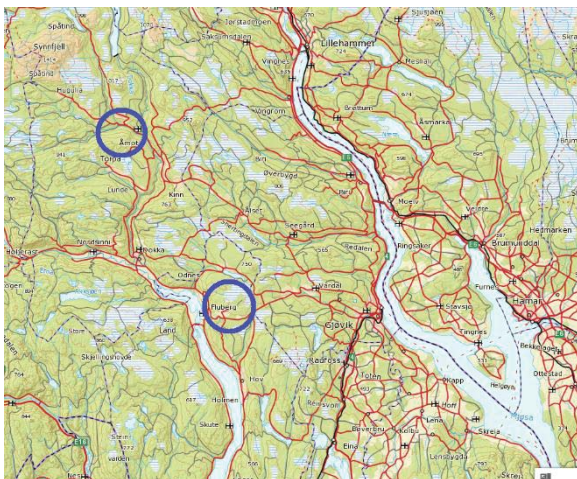
Formålet med denne studien er å undersøke lønnsomheten og mulighetene for innsparing ved forhåndstrydding før slutthogst, samt å finne ut hvor tett undervegetasjonen må være for at det skal lønne seg å rydde.

Hypoteser:

- 1) Undervegetasjon påvirker prestasjonen til hogstmaskiner ved sluttavvirkning.
- 2) Ryddetid og kostnader øker ved økende tetthet av undervegetasjon.
- 3) Høyde og diameter på undervegetasjon påvirker prestasjonen til hogstmaskiner ved sluttavvirkning.
- 4) Det lønner seg å snaurydde før slutthogst.
- 5) Det lønner seg å brønnrydde før slutthogst.

2 METODE

2.1 FORSØKSOPPLEGG



Figur 1 De to driftene ligger i Nordre- og Søndre land i Oppland

Studien omfattet to sluttavvirkninger i Nordre- og Søndre Land (Figur 1). Driftene ble valgt skjønnsmessig etter terrengbefaring fordi de hadde mye undervegetasjon. Det ble lagt ut henholdsvis 10 og 8 parseller (Figur 2) på 20 x 50 meter (1 daa) på de to driftene i det området som hadde mest undervegetasjon. For enkel avvirkning ble de lagt parallelt og inntil hverandre. Parsellene ble merket godt med merkebånd på alle trær som

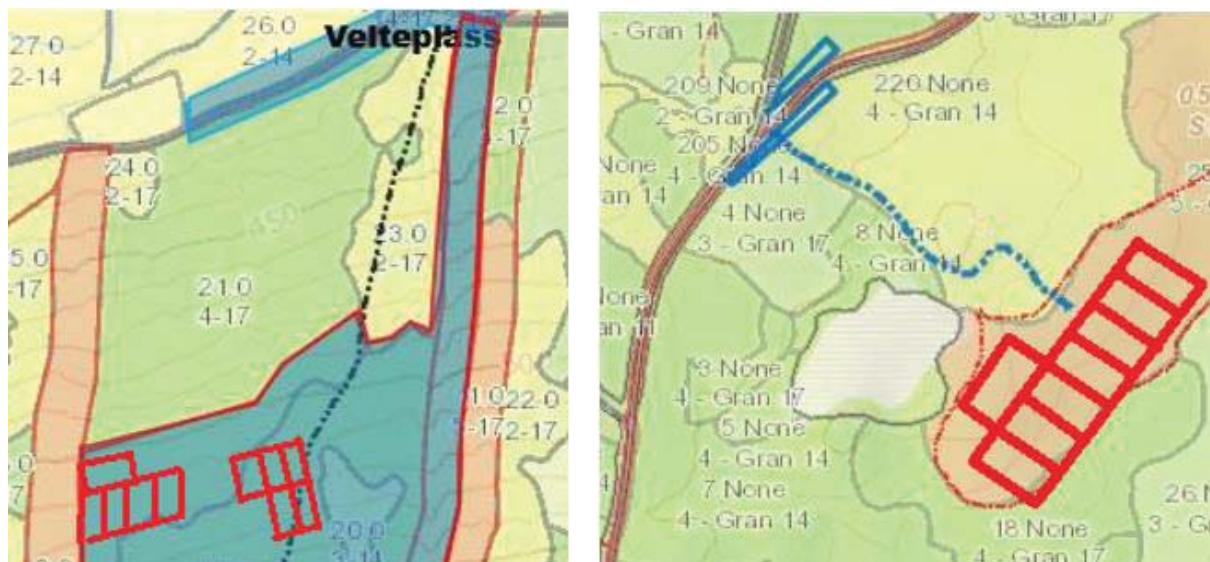
kunne være tvilstrær og det ble merket på begge sider av grensene mellom parsellene.

Videre ble undervegetasjonen registrert ved å legge ut 3 sirkulære prøveflater på 50 m² i hver parsell.

Det gjennomsnittlige antallet undervegetasjonstrær på de tre prøveflatene ble gjeldende for hele parsellen.

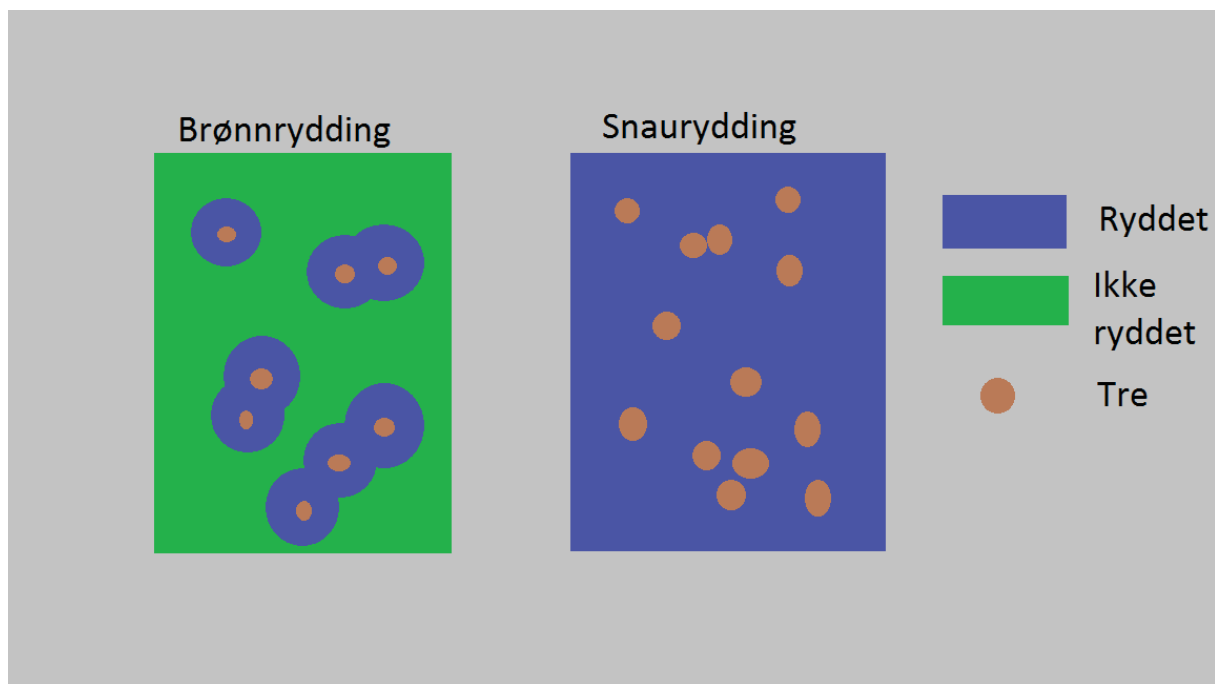
Undervegetasjon er alle trær i bestandet med høyde over 1 meter og mindre enn 8 cm dbh. I studieområdet var det utelukkende gran. Undertrykt gran ser ut til å være den vanligste formen for undervegetasjon, fordi gran er et skyggetålede treslag og derfor ikke vil dø like fort som lauv når den taper konkurransen mot de andre trærne.

Utnyttbart tre er et tre med dimensjon og kvalitet som gjør det egnet for salg og dermed er interessant å avvirke og ta med ut av skogen.



Figur 2 Oversikt over parseller i henholdsvis Nordre- og Søndre Land

Deretter ble parsellene sortert for å få en jevn fordeling av undervegetasjonstettheter i de forskjellige behandlingsalternativene: Urørt, brønnrydding og snaurydding. I snauryddingen ble all undervegetasjon ryddet med ryddesag og tiden ble tatt for hver parsell. I de brønnryddede parsellene ble all undervegetasjon som sto nærmere utnyttbare trær enn 1 meter fjernet med ryddesag og tiden ble notert per parsell. I den urørte kontrollen ble det ikke foretatt noe rydding (Figur 3).



Figur 3 Ved brønnrydding ryddes kun undervegetasjon som står innenfor 1 meter fra et utnyttbart tre. Ved snaurydding ryddes all undervegetasjon bort over hele parsellen.

En vanlig oppfatning er at forhåndsrydding bør gjøres en vinter før maskinene skal inn i bestandet. Dette er for at eventuelt hengende undervegetasjon vil falle til bakken under vekten av snøen. I dette forsøket var det ikke tid til å vente på vinter og vår, så etter at ryddingen var fullført og ryddetiden notert, ble hengende trær manuelt lagt i bakken for å eliminere denne feilkilden. Imidlertid har intervju med maskinoperatør og en skogbruksleder langt på vei avkreftet dette problemet. Begge mente at i slutthogst ville felling av trær innover i bestandet føre til at ingen eller svært få undervegetasjonstrær ville henge igjen.

2.2 HOGSTMASKINEN

Avvirkingen ble foretatt med en hogstmaskin av typen Komatsu 931 med ecooiler c144

hogstaggregat (Figur 4) kjørt av en svært dyktig maskinfører med 20 års erfaring fra maskinhogst.

Maskinen er den nest største hogstmaskinen fra

Komatsu (komatsuforest.no). Avvirkingen ble filmet med et Sony actionkamera montert i frontruten av maskinen som alltid hadde hogstaggregatet midt i bildet. Video fra dette kameraet danner grunnlaget for tidsstudien av hogsten samt høyde- og diometermålinger på alle trær. Der annet ikke er oppgitt ble timeprisen for hogstmaskinen satt til 1200 kroner per time.



Figur 4 Komatsu 931 (komatsuforest.no)

Forhåndsrydding ble foretatt av en middels erfaren rydder med en Husqvarna 545 FX skogsryddesag som er den nest kraftigste ryddesagen fra Husqvarna. Ryddekostnaden ble etter råd fra Viken Skog satt til 350 kroner per time.

2.3 TERRENGKLASSIFISERING OG VEGETASJONSBESKRIVELSE

Begge driftene var ca. 550 meter over havet og terrenget var jevnt uten store steiner, men med god bæreevne da det var mye småstein like under overflaten. Driften i Nordre Land var en del brattere enn driften i Søndre Land med henholdsvis 15- 25 % helling og 0 – 10 % helling. All avvirkning ble foretatt på sensommeren ved relativt tørre forhold. Boniteten var gran 14-17 ved begge driftene. På begge eiendommene var det kulturskog som var godt skjøttet, men det var ingen tegn til tynning. På begge eiendommene var det spor etter beitedyr, særlig i Nordre land. Dette kan på lang sikt ha redusert oppslaget av lauv, men ikke granundervegetasjonen. I gjennomsnitt var undervegetasjonen tettere i Søndre Land, selv om den tetteste parsellen lå i Nordre Land. Antallet undervegetasjonstrær varierte fra 100 til 373 trær over 1 meters høyde per dekar. Så godt som alle undervegetasjonstrær var gran, og en stor andel av undervegetasjonen (30 – 75 % av trærne) var døde. Snitthøyden på undervegetasjonen varierte fra 2,2 – 4,8 meter. I alle parsellene var minst 85 % av undervegetasjonstrærne var under 2 meter høye og 5 til 10 % var høyere enn 4 meter høye. Skogen var totalt dominert av gran med bare få enkeltrær av lauv. Volum per dekar varierte fra 20 til 39 m³. (Se Tabell 1)

Tabell 1 Oversikt over undervegetasjonens egenskaper i de ulike parsellene. F i kolonnen parsell er driften i Søndre Land og Ø er driften i Nordre Land. Fargekoden angir behandling av parsellen.

Parsell	Behandling	Antall undervegetasjons-trær per dekar	Snittdiameter undervegetasjon i cm	Snitthøyde undervegetasjon i meter	Prosentandel død undervegetasjon	Prosentandel over 2 meter høyde	Prosentandel over 4 meter høyde
F1	Brønn	346	3,8	2,6	30 %	10 %	5 %
F2	Urørt	120	3,8	3,0	33 %	11 %	5 %
F3	Brønn	246	4,1	2,9	43 %	12 %	5 %
F4	Urørt	366	3,1	2,3	27 %	8 %	4 %
F5	Snau	200	3,5	2,7	39 %	9 %	5 %
F6	Snau	280	3,3	2,5	48 %	9 %	5 %
F7	Urørt	273	4,8	3,7	41 %	13 %	8 %
F8	Snau	340	4,2	3,1	35 %	12 %	5 %
Ø1	Urørt	373	3,5	3,3	71 %	11 %	5 %
Ø2	Brønn	266	3,0	2,4	33 %	11 %	3 %
Ø3	Urørt	240	3,8	3,0	11 %	11 %	5 %
Ø4	Urørt	100	3,9	3,7	53 %	15 %	7 %
Ø5	Snau	193	2,9	2,2	45 %	7 %	3 %
Ø6	Urørt	146	3,0	2,6	73 %	8 %	5 %
Ø7	Snau	100	5,3	4,8	40 %	15 %	11 %
Ø8	Urørt	193	4,7	3,7	55 %	12 %	9 %
Ø9	Brønn	153	5,1	3,4	74 %	11 %	7 %
Ø10	Urørt	240	4,5	3,5	71 %	11 %	7 %

2.4 TIDSSTUDIE

Tidsforbruket ble ikke delt opp i deltid, men den delen av operasjonen som var relevant for forhåndsrydding ble registrert sammen. Dette var tiden fra avslutning av foregående tre til kapping av rotstokken på inneværende tre. Det vil si at de to klassiske deltidene «kran ut» og «opparbeiding» ble slått sammen. Tiden ble tatt med stoppeklokke og målt i sekunder og hundredeler.

Direkte tapstid er tid som går med ved at hogstmaskinen gjennomfører en egen operasjon for å rydde undervegetasjon. Maskinen griper om eller dytter ned undervegetasjon som en egen operasjon og slipper treet på bakken uten å oparbeide det på grunn av størrelsen. Høystubber eller trær som ikke er egnet for levering, men som er for store til å fjernes med ryddesag regnes ikke med i denne kategorien.

Indirekte tapstid er tid som går bort grunnet ekstra utfordringer i prosessen det er å gripe om et tre, felle det og oparbeide første stokk. Dette kan være ekstratid som brukes fordi det står undervegetasjon i veien når hogstmaskinen griper om treet, utfordring med felling og problemer ved opparbeidelse ved at et undervegetasjonstre blir med gjennom hogstaggregatet sammen med det utnyttbare treet.

Påvirket av undervegetasjon vil si at det avvirkede treet hadde undervegetasjon i umiddelbar nærhet eller tydelig i siktlinjen for maskinføreren. For at et tre skulle regnes som påvirket av undervegetasjon, var det ikke nødvendig at det faktisk var et merforbruk av tid, men at det var muligheter for det. Dette var for å finne gjennomsnittlig merforbruk av alle trær som vokser i et område med undervegetasjon. Hvis påvirket av undervegetasjon kun omfattet de trærne som faktisk fikk et merforbruk av tid ville resultatene ikke vært representative.

Indirekte tapstid skyldtes for eksempel at målehjulet slipper stokken slik at lengdemålingen blir feil og man må begynne opparbeidingen på nytt eller et lite tre kan ligge i mellom sagsverdet og aggregatet slik at sverdet ikke trekker seg inn igjen. Den indirekte tapstiden ble registrert ved en tidsstudie der tiden ble tatt fra avslutning av foregående tre til første stokk var kappet på neste tre. Problemer som oppstod med aptering av senere stokker eller som følge av kjøring ble ikke tatt med, men det er snakk om 4-5 små tilfeller over de 500 m³ som studien omfattet.

Trærne ble delt opp i to kategorier. Den ene kategorien var trær uten noen som helst påvirkning av undervegetasjon. Den andre var trær som enten var direkte påvirket av undervegetasjon, ved at maskinføreren måtte vri aggregatet i en uvant posisjon for å plassere aggregatet, eller indirekte ved undervegetasjon forstyrrer sikt eller opparbeiding.

Del to av tidsstudien besto i å ta tiden som direkte gikk med til å fjerne trær som var for små til å bearbeides. Tidtakingen ble gjort ved å se på videoen som var filmet under driften. Alle feltene ble analysert, også de som var ryddet. Dette resulterte i en mye større andel trær som ikke var påvirket av undervegetasjon fordi noen parseller var helt fri for undervegetasjon. Dette gav også et godt sammenligningsgrunnlag for å finne forskjellen i tid med og uten undervegetasjon.

2.5 BEREGNINGER OG STATISTISKE ANALYSER

For de statistiske analysene ble statistikkprogrammet «R» benyttet og sammenhenger ble testet gjennom regresjonsanalyser. Signifikansnivåer ned til 90 prosent ble akseptert i studien.

Gjennomsnittlig tidsbruk for trær som påvirkes av undervegetasjon sammenlignes med gjennomsnittlig tidsbruk på trær som ikke er påvirket av undervegetasjon. Da får vi et grunnlag for å regne ut differansen, og dermed også hvor mye lengre tid det tar per tre som er påvirket.

For å ha et større sammenligningsgrunnlag sammenlignes de parsellvise gjennomsnittene for trær påvirket av undervegetasjon, med gjennomsnittet for alle trær som ikke er påvirket av undervegetasjon i hele prosjektet. Dette gir et sikrere anslag enn om sammenligningen ble gjort innad for hver enkelt parsell fordi det gir et mye større datagrunnlag.

Diameter ble beregnet fra en forholds måling mellom aggregatet og stokken i brysthøyde direkte fra videoen. Det faste punktet var et «komatsu» -merke på aggregatet som ble målt fra videoen og deretter relatert til en måling av treets diameter fra det samme bildet. «Komatsu» -merket var 24,5 cm langt (Figur 5). Trehøyden ble bestemt av antallet stokker som ble opparbeidet fra formelen:

$$Trehøyde = (Antall\ stokker * 4,9\ meter) + 3\ meter\ topp$$

Volumet ble så beregnet med Vestjordets (1967) formel for volum av enkeltrær i gran.

Sammenligning av beregnet volum med målt volum i hogstmaskinen stemte godt overens.



Figur 5 Beregning av diameter fra videoen. I dette tilfellet er "komatsu"-merket 12 mm langt og stammen er 22 mm bred. Forholdet mellom disse størrelsene gir en diameter på 44,9 cm dbh. Forøvrig det største treet i undersøkelsen.

2.6 ØKONOMI

Økonomien ble beregnet som et direkte resultat av merforbruket av tid per enkelttre i forhold til upåvirkede trær, slått sammen med direkte tapstid og fordelt på antall m³ som ble beregnet for flatene.

Økonomien ble regnet ut både med og uten skogfondsordningen.

For lønnsomhet med skogfond ble det forutsatt at skogfond kan benyttes til forhåndsrydding før slutthogst, og en marginal skattesats på 47,4 %.

Skogeiers egenandel etter skogfond med 100 kroner i investering og skattefri andel 0,85:

$$100 - (100 * 0,85 * 0,474) - (100 * 0,474) = 12 \% \text{ egenandel.}$$

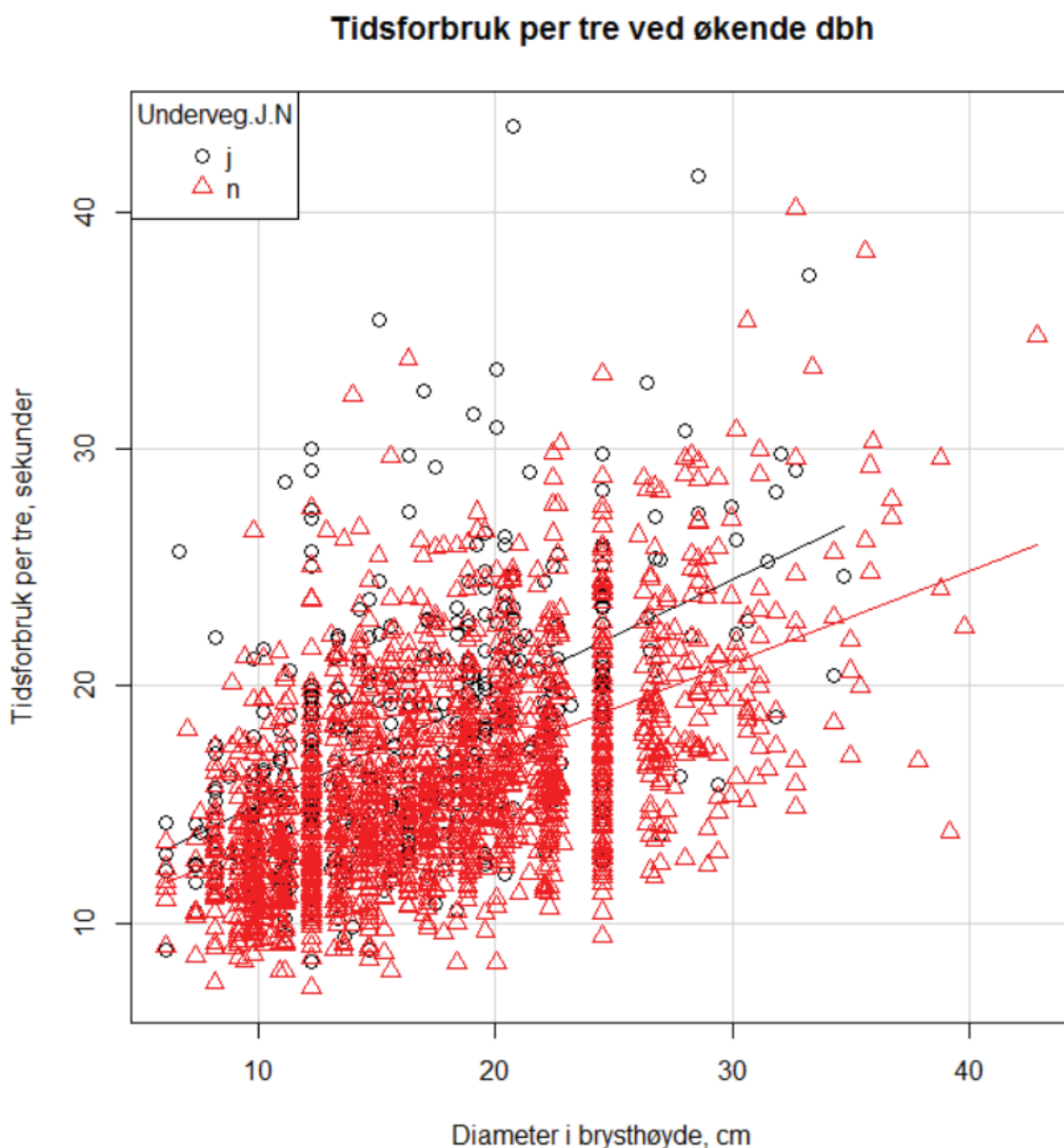
Skogfondsregnestykket gir da en egenandel for skogeier på bare 12 %.

2.7 OMFANG AV PROBLEMET MED UNDERVEGETASJON

Omfanget av problemet med undervegetasjon ble anslått med god hjelp fra Landskogtakseringen ved NIBIO. Fra deres målinger i felt ble det fremstilt en oversikt over hvor mye skog i hogstklasse V som står i bestand med ulike tettheter av undervegetasjon. Statistikk ble kun innhentet fra Østlandet utenom Telemark. Dette fordi det er de viktigste skogsområdene i Norge og man kan anta en relativt lik fordeling av undervegetasjon. Dette passet også sammen med to av regionene som Landskogtakseringen jobber ut fra. Andelen i hver tetthetsklasse utgjorde grunnlaget for hvor mye som hogges i hver klasse i det samme området.

3 RESULTATER

3.1 TIDSBROK PER TRE

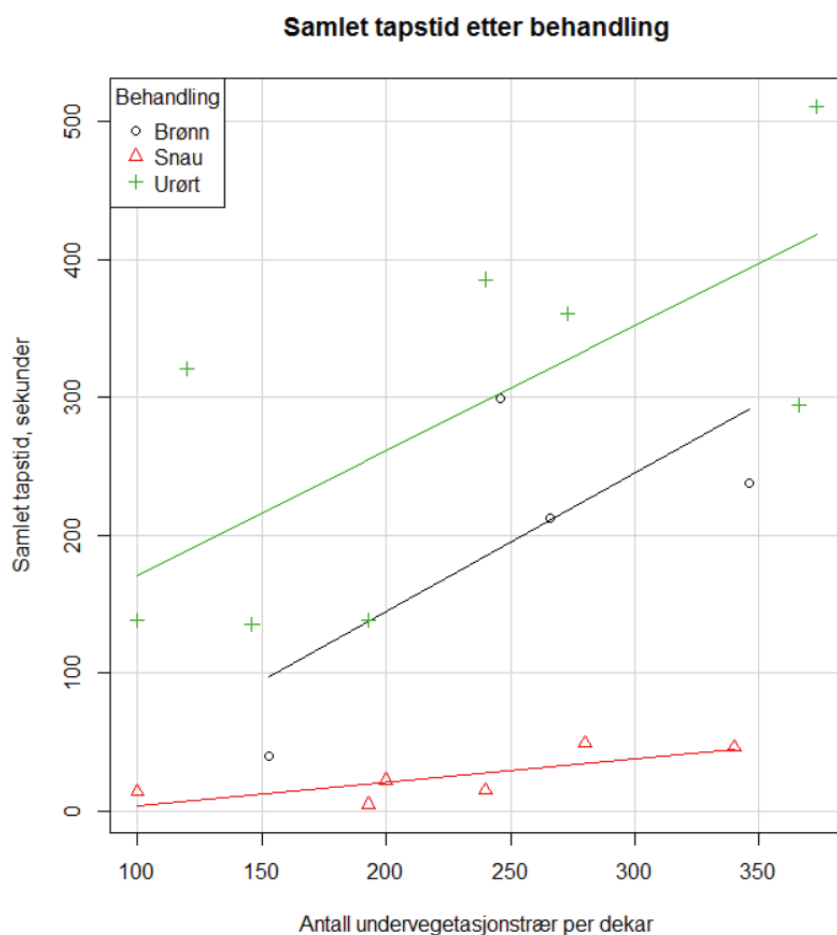


Figur 6 Tidsbruk per tre i sekunder ved økende brysthøydiameter. «j» er trær som er påvirket av undervegetasjon og «n» er trær som ikke er påvirket.

Figur 6 viser tidsbruk per tre i forhold til om treet er påvirket av undervegetasjon (j) eller ikke (n). Lineær regresjon viser at tidsbruk med 99,99 % sikkerhet er avhengig av undervegetasjon. Det betyr at trær som er frittstående er raskere å avvirke enn trær som er heftet av undervegetasjon.

Tidsbruk per tre økte signifikant med trestørrelse. Det tok lengre tid å felle og opparbeide en stokk ved økende volum per tre.

3.2 SAMLEDE TAPSTIDER HOGSTMASKIN



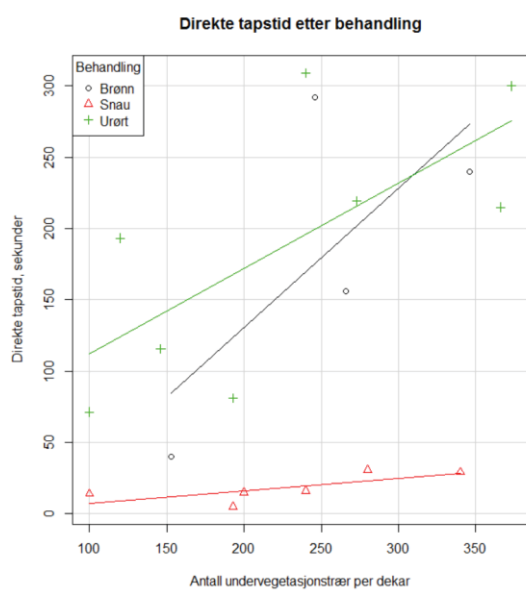
Figur 7 Samlede tapstider ved ulike tettheter av undervegetasjon og ved ulike behandlinger.

Figur 7 viser tapstid per parsell ved ulike tettheter gruppert etter behandling. Urørt behandling har signifikant sammenheng (p -verdi: 0,0557) det vil si at en økning i tetthet av undervegetasjon gir økt tapstid. Dette er som forventet. Grafen viser også tydelig at ikke alle tapstider blir eliminert ved rydding. Linjen for snauryddet stiger også ved økende utgangstetthet av undervegetasjon. Det vil si at noe undervegetasjon «glemmes igjen» ved rydding, og mer glemmes igjen ved økende tetthet av undervegetasjon. Dette er statistisk signifikant (p -verdi: 0,0778). Sammenligning av regresjonsmodeller viser at snaurydding reduserte tapstider ved avvirkningen med 91,1 %. Brønnrydding reduserte tapstidene med bare 39,1%.

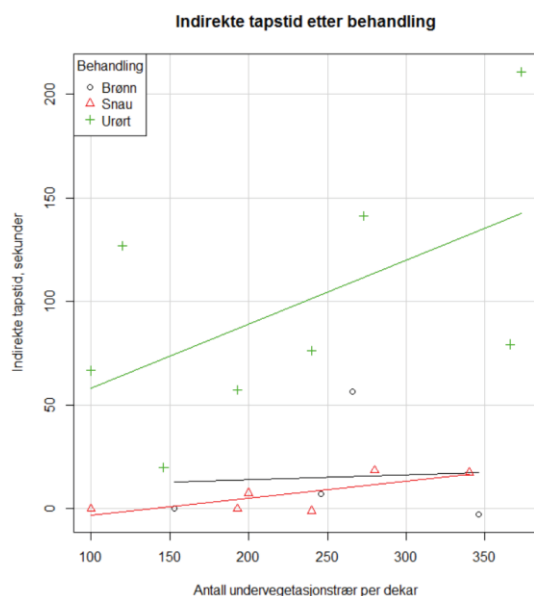
Parsellene som er brønnryddet har ikke signifikant sammenheng med tetthet av undervegetasjon (P-verdi 0,707). Det kan altså ikke påvises en sammenheng mellom tetthet av undervegetasjon før rydding og tapstid etter rydding.

3.3 DIREKTE OG INDIREKTE TAPSTID

Sammenhengen mellom samlet tapstid, beregnet fra alle trær (p-verdi: 0,0557), var sterkere enn for samlet tapstid per skogsdrift. Derfor ble det valgt å sammenligne indirekte tap per enkelttre med gjennomsnittet for alle trær i hele undersøkelsen.



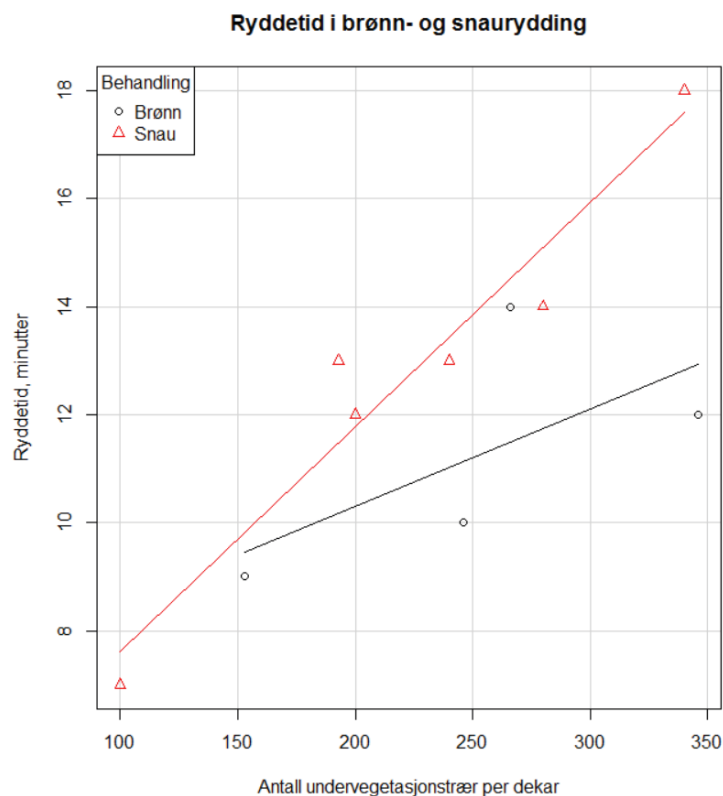
Figur 8 Direkte tapstid i sekunder etter behandling ved økende tetthet av undervegetasjon.



Figur 9 Indirekte tapstid i sekunder etter behandling ved økende tetthet av undervegetasjon.

Figur 8 og Figur 9 viser hvordan direkte og indirekte tid påvirkes av de ulike ryddemetodene. Man kan tydelig se at direkte tapstid er det samme ved urørt- og brønnbehandling, mens den indirekte tiden er like stor ved snau og brønnrydding. Den indirekte tiden reduseres altså like mye ved brønn og snaurydding, mens den direkte tiden ikke reduseres hvis man brønnrydder.

3.4 RYDDETID



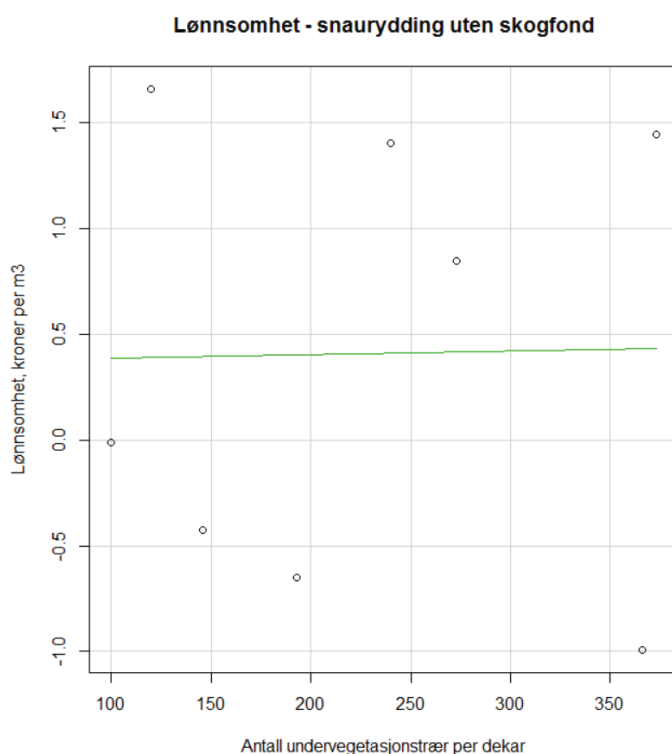
Figur 10 Ryddetid snau og brønn i minutter ved ulike tettheter av undervegetasjon

Figur 10 viser at det er sterk sammenheng mellom ryddetid per dekar og tetthet av undervegetasjon per dekar med et signifikansnivå på 99,9 %. R^2 er på solide 0,9646 som viser at sammenhengen er veldig sterk. Verre er det med brønnrydding. Her er R^2 bare 0,3973 som tilsier at sammenhengen er svakere. Det vil da være vanskeligere å predikere hvor lang tid ryddingen vil ta ut i fra tetthet av undervegetasjon. Sammenhengen er sterkere, men langt fra signifikant, når man ser på brønnryddetid per utnyttbart tre, det vil si per «brønn» (0.144) og faktisk signifikant på 95% nivå når man ser på brønnryddetid per m^3 og tetthet av undervegetasjon ($P=0,0655$ og R^2 -adjusted 0,81).

3.5 ØKONOMI

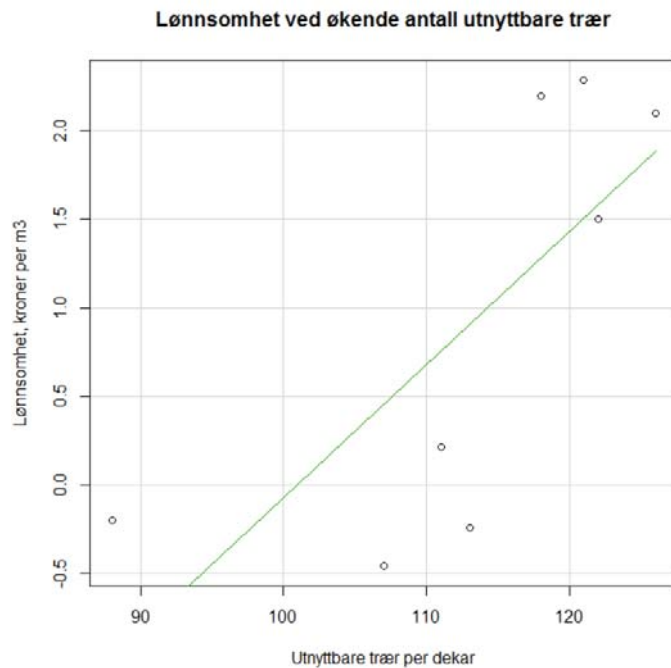
3.5.1 Uten skogfond

Lønnsomheten av tiltaket ble beregnet i kroner per m³. Skogfond ble ikke medregnet for ryddekostnaden i denne delen. Som **Feil! Fant ikke referansekilden.** viser, var det ingen sammenheng mellom tetthet av undervegetasjonstrær og lønnsomheten i tiltaket. Tiltaket gir i snitt en lønnsomhet på 0,4 kroner per m³ med variasjon mellom -1 og + 1,5 kroner per m³. Variasjonen i lønnsomhet mellom parseller er så stor ved samme tetthet, at det er vanskelig å forsvare tiltaket økonomisk med dette datamaterialet og uten skogfond.



Figur 11 Lønnsomhet ved snaurydding ved økende tetthet av undervegetasjon.

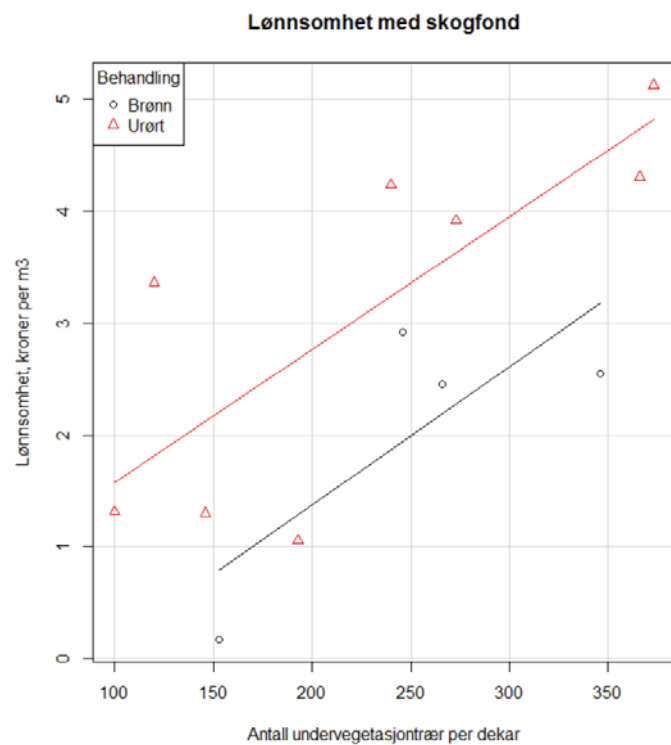
Forklaringer på hva som påvirket lønnsomheten, og dermed et svar på når forhåndsrydding er lønnsomt, viste seg vanskelig å finne ut i fra tetthet av undervegetasjon. Den eneste variabelen som ble funnet signifikant på lønnsomhet var antallet utnyttbare trær per dekar. Denne variabelen var signifikant på 10 % signifikansnivå. Siden dette ikke virker logisk ved første øyekast, ble det undersøkt om noen av de andre bestandsvariablene påvirket treantallet, og dermed lønnsomheten. Flere variabler viste sterk sammenheng uten at de var signifikante. For eksempel andel av undervegetasjonen som var død/levende og antall undervegetasjonstrær høyere enn 2 meter var nesten signifikante med p-verdier mellom 0,1 og 0,2. **Feil! Fant ikke referansekilden.** viser sammenhengen mellom utnyttbart treantall per dekar og lønnsomhet.



Figur 12 Lønnsomhet forklart med variasjon i treantall per dekar. Flere trær gir bedre lønnsomhet.

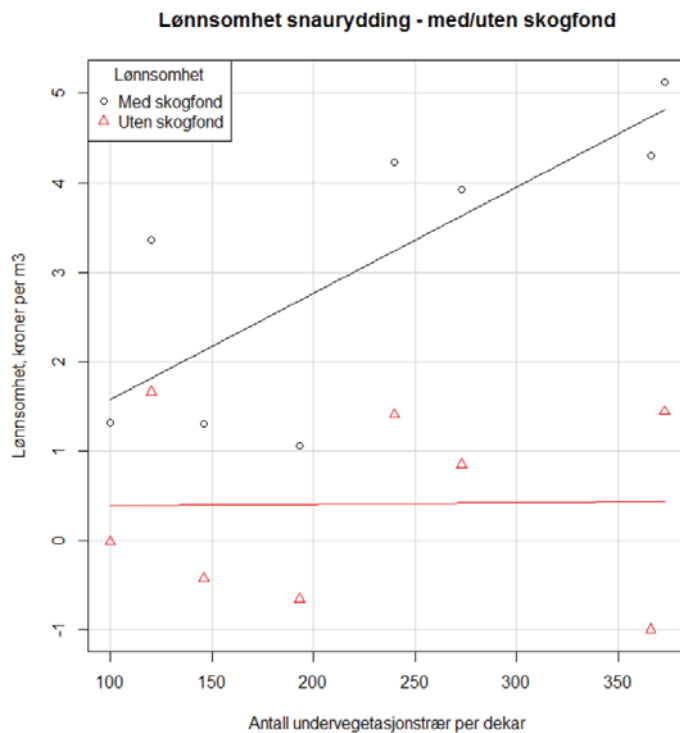
3.5.2 Med skogfond

Skogfond bedrer selvsagt økonomien i tiltaket. Lønnsomheten ved snaurydding blir da statistisk signifikant avhengig av tettheten av undervegetasjon. Altså økende tetthet av undervegetasjon gir økt lønnsomhet med forhåndsrydding.



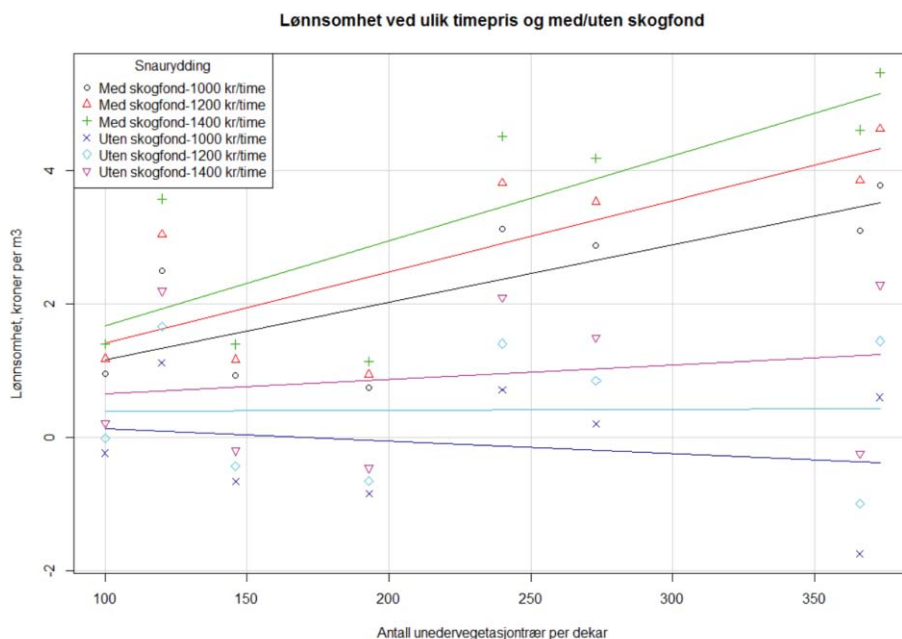
Figur 13 Lønnsomhet av behandlinger ved bruk av skogfond og ved økende tetthet av undervegetasjon.

Figur 13 viser at både brønnrydding og snaurydding er lønnsomt ved alle tettheter som er innbefattet i denne studien når man regner med skogfond. Lønnsomheten i snaurydding varierer fra 1 krone per m^3 i de minst tette parsellene, til 5 kroner per m^3 i de tetteste. For brønnrydding varierer lønnsomheten fra like over 0 til nesten 3 kroner per m^3 .



Figur 14 Figuren viser lønnsomheten i kroner per m^3 med og uten skogfond.

Figur 14 viser forskjellen i lønnsomhet med og uten bruk av skogfond. Det synes tydelig at ryddekostnaden har mye å si for lønnsomheten. Særlig ved høye tettheter av undervegetasjon der ryddekostnaden er høyere. Uten skogfond ligger lønnsomheten i gjennomsnitt på 0,4 kroner per m^3 med variasjon mellom -1 og + 1,5 kroner. Ved en tetthet av undervegetasjon på over 350 trær per dekar utgjør skogfond en lønnsomhet på rundt 4 kroner per m^3 .



Figur 15 Lønnsomhet av snauydding ved ulike timepriser for hogstmaskin (1000, 1200 og 1400 kroner/time) og forskjellen i lønnsomhet med og uten skogfond for de respektive timeprisene.

Timeprisens utslag på lønnsomheten (Figur 15) øker ved økende tetthet av undervegetasjon. Selv om timeprisen gir utslag på lønnsomheten viser grafen at skogfond er langt mer avgjørende.

3.6 OMFANG

Data fra Landsskogtakseringen gav følgende tabell for hogstklasse V på Østlandet uten Telemark. (Tabell 2)

Tabell 2 Omfang av problemet med undervegetasjon. 58,51 millioner m³ i hogstklasse V står på arealer med over 300 undervegetasjonstrær per dekar. Tall fra Landsskogtakseringen.

Antall undervegetasjons-trær per dekar	Areal, hektar	Volum, millioner m ³
0 - 100	347 607	62,85
100 - 200	170 965	35,31
200 - 300	138 250	26,58
> 300	305 880	58,51

Det antas at hogsten fordeler seg jevnt over arealet, at all avvirkning skjer i hogstklasse V og at 90 % av avvirket volum kommer fra sluttavvirkning. Tall for avvirkning er fra 2015.

Tabell 3 Besparelse med snau forhåndsrydding på Østlandet uten Telemark. Hogst fordelt etter areal i de ulike tetthetene av undervegetasjon, Tall fra 2015.

Antall undervegetasjons-trær per dekar	Awirket skog, mill m3	Andel awirket, prosent	Lønnsomhet		Besparelse, Østlandet uten Telemark	
			Med skogfond, kroner per m3	Uten skogfond, kroner per m3	Med skogfond, millioner kroner	Uten skogfond, millioner kroner
0 - 100	2,29	37	0	0	-	-
100 - 200	0,99	16	1	0	0,99	-
200 - 300	0,87	14	3	0,5	2,60	0,43
> 300	2,05	33	4	1	8,18	2,05
	6,20	100			11,78	2,48

Ved bruk av skogfond kan man, med et nøkternt anslag, spare 10 – 12 millioner kroner årlig på Østlandet utenom Telemark (Tabell 3). Dette tilsvarer 1 krone per kubikkmeter avvirket i hele Norge.

4 DISKUSJON

4.1 TIDSBRUK PER TRE

Tidsbruken per tre økte ikke overaskende med treets diameter. Mer interessant er det at forskjellen mellom påvirket og ikke påvirket av undervegetasjon økte signifikant med diameter. Et undervegetasjonstre i nærheten av et stort tre fører altså til mer tapstid enn om det sto inntil et mindre tre. På de minste trærne var det ingen forskjell mellom påvirket av undervegetasjon og ikke påvirket. En årsak til disse resultatene kan være at de små trærne i utgangspunktet er mindre verdt og dermed er ikke apteringen like avgjørende. På massevirke har man muligheten til å kappe så lange stokker man vil så lenge de holder seg innenfor korteste og lengste tillatte lengde.

Andelen direkte og indirekte tapstid varierte mye mellom parsellene Dette skyldes variasjoner i den romlige fordelingen av undervegetasjon. Indirekte tapstid skyldes som regel undervegetasjon som står under en meter fra det avvirkede treet. Trær som er lenger unna blir da direkte tid.

Problemer forårsaket av undervegetasjon er som nevnt plassering av aggregatet og problemer med målehjulet når undervegetasjonstrær kommer sammen med store under kvistingen. Sistnevnte er ikke like avgjørende på et lite tre når apteringen ikke betyr så mye. På et stort tre derimot må man være sikker på at apteringen er nøyaktig og korrekt for å utnytte ressursene til det beste for skogeier.

Plasseringen av aggregatet er heller ikke avgjørende på småtrær. For det første er man ikke avhengig av optimal aggregatplassering for å felle et lite tre riktig. På et stort tre er dette avgjørende for sikkerhet og effektivitet. Altså har man større fleksibilitet til å unngå undervegetasjonen i fasen med plassering av aggregatet.

Et annet problem er hvis man får med seg et undervegetasjonstre sammen med et utnyttbart tre i aggregatet, vil undervegetasjonstreet, hvis det ikke står helt inntil det nyttbare treet, bøyes mot det nyttbare treet. Når treet skal kappes oppstår det vridninger som kan klemme sagsverdet eller vri av sagkjedet. For å unngå dette kan man på små trær dra de opp med roten slik at de blir parallelle og lettere å kappe. På et stort tre derimot er ikke dette praktisk mulig. Følgelig må man legge mer tid i å unngå undervegetasjonen ved aggregatplassering ellers vil man risikere å miste sagkjedet.

4.2 UNDERVEGETASJON

Grensen for undervegetasjon ble i denne studien satt til 8 cm i dbh, men dette er ikke en absolutt størrelse. 8 cm ble valgt fordi det har vært brukt både av Kährä (2006) og av Jonsson (2015) og på bakgrunn av at det er den minste utnyttbare dimensjonen hvis man regner midtmålt massevirke, 1 cm avsmalning og minste toppdiameter på 4 cm under bark. Prisen på massevirke har vært fallende og det kan absolutt diskuteres om det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å avvirke trær med 9 og 10 cm i diameter. Ser man rent kostnadsmessig på det vil tidskostnaden til hogstmaskin sannsynligvis overstige verdien av stokken. Samtidig vet vi at det sitter langt inne hos skogeiere og entreprenører å legge igjen leverbart virke i skogen. Denne problemstillingen kunne vært en egen masteroppgave. Figur 7 viser at det er vanskelig å fjerne absolutt all undervegetasjon. Dette skyldes at det er vanskelig å se all undervegetasjon i ryddeprosessen. Noen trær vil alltid bli stående igjen etter forhåndstrydding.

Hvor langt unna de avvirkede trærne undervegetasjonen står er ikke blitt undersøkt og vil være vanskelig å undersøke. Likevel får dette betydning for de ulike behandlingene. I teorien vil en brønnrydding fjerne all indirekte tapstid siden det er vanskelig å komme i konflikt med et undervegetasjonstre som står over en meter unna treet som skal avvirkes. Dette har vist seg å stemme også i praksis (Figur 8 og Figur 9). Snaurydding reduserer alle tapstider til et minimum. Forskjellen i ryddetid og dermed ryddekostnad er ikke veldig stor mellom snaurydding og brønnrydding. Dette kommer av at det fysiske arealet like fullt skal undersøkes og ryddes. Når man først går gjennom bestandet kan man like gjerne rydde alle undervegetasjonstrær. Forskjellen i ryddekostnad er liten og forskjellen i tapstider er stor. Snaurydding vil derfor være best ved de tettheter som ble undersøkt i denne studien.

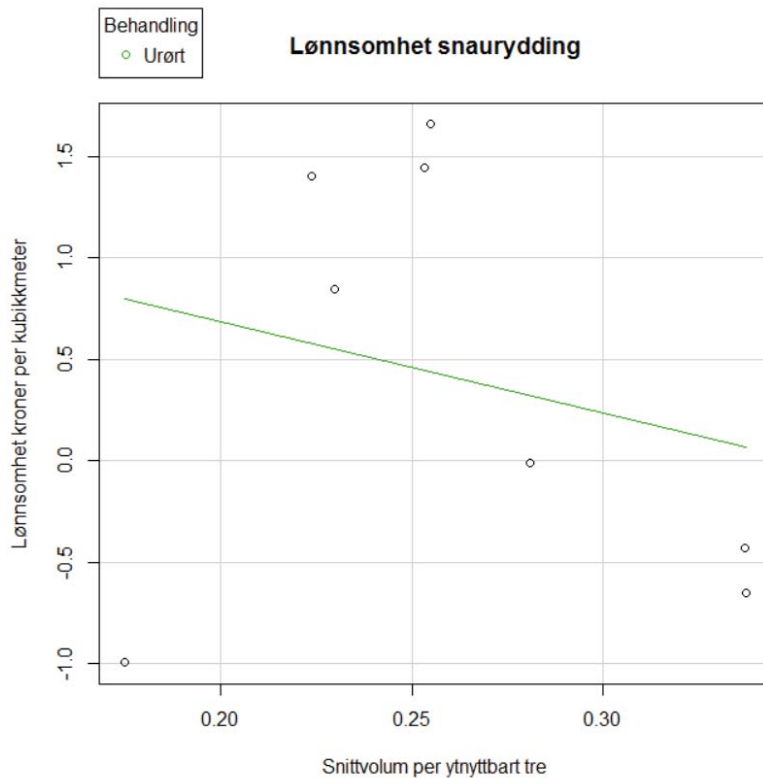
Brønnrydding lønner seg sannsynligvis bedre der undervegetasjonen er lav og/eller svært tett. Da kan man til en viss grad la annen undervegetasjon bli stående mens man avvirker. Høy undervegetasjon derimot må fjernes når man hogger fordi det hindrer sikt og bevegelighet med kranarmen.

4.3 ØKONOMI

Skogfond kan i utgangspunktet bare benyttes til forhåndsrydding før tynning og ikke før slutthogst. Imidlertid er det lov med såkalt flaterydding der man rydder vekk småtrær etter hogst for å bedre foryngelsesforholdene i neste generasjon skog. Dette er skogfondsberettiget. Man kan tolke regelverket slik at man kan flaterydde før hogsten, noe som tilsvarer forhåndsrydding. Da kan skogfond benyttes. Forskjellen er liten om man fjerner undervegetasjonen før eller etter hogst. Dette bør uansett avklares før tiltaket gjennomføres. Nytt av tiltaket er utvilsomt større når det ryddes før hogst og effekten på foryngelse er like god. Vinteren 2016 kom en ny revidert utgave av PEFC skogstandard der det foreløpig kan se ut som ikke-kommersielle trær i hogstområdet sees på som biologisk viktig og at man dermed bør la slike trær stå igjen. (Pefc.no) I standardens kravpunkt nummer 10 – hogst: «På hogstfelt vil det ofte være mindre trær som det ikke er økonomisk interessant å hogge. Det skal legges vekt på å spare slike trær» (Pefc.no) Hvis dette regelverket tolkes strengt vil det i alle fall være slutt på skogfondsdekning av flaterydding, selv om det også ligger et skogfondsreglement i bunnen. Dette er synd, da erfaringer hos skogsentreprenører, oppgaver som denne og andre forskningsartikler tydeliggjør ulempene med undervegetasjon i avvirkningen. Oppsummert vil det si at skogfond neppe blir en aktuell finansieringsmåte for forhåndsrydding før slutthogst i fremtiden. Desto viktigere blir skogskjøtsel tidlig i bestandet.

Selv om de totale tapstidene øker signifikant med tetthet av undervegetasjon, vises ikke dette i lønnsomheten uten skogfond fordi ryddekostnaden også øker omtrent tilsvarende. Antall utnyttbare trær var den eneste variabelen som påvirket lønnsomheten uten skogfond signifikant. Dette skyldes rett og slett at håndtering av flere trær gir mer tapstid. Samtidig viser Figur 16 at lønnsomheten går ned med økende volum per tre. Snittvolum er ikke signifikant, men det skyldes først og fremst en utligger som ikke «passer» med resten. Denne observasjonen er spesiell fordi den har mye undervegetasjon, middels treantall og det desidert laveste volumet per dekar i undersøkelsen. Som vist i Figur 6 øker forskjellen mellom påvirket av undervegetasjon og ikke påvirket med trestørrelse. Når vi da i tillegg ser at lønnsomheten synker med treantall, anes det en motsetning. For å maksimere lønnsomheten vil det da være ideelt med mange store trær. Dette tilsier igjen at kurven som beskriver lønnsomheten er en parabel som veier treantall og trestørrelse mot hverandre. Da kan man igjen trekke slutningen fra Figur 16 under at observasjonen nederst til venstre med det minste

gjennomsnittstreet har lav lønnsomhet fordi de fleste trærne er så små at det ikke utgjør noen forskjell om trærne er med eller uten undervegetasjon. Det meste av tapstid i denne parsellen skyldes direkte tapstid.



Figur 16 Lønnsomhet forklart med volum per tre. Økende snittvolum i parsellene gav dårligere lønnsomhet.

Lønnsomheten med skogfond er, i motsetning til uten skogfond, avhengig av tetthet av undervegetasjon per dekar. Dette skyldes at ryddekostnaden får mye mindre betydning når skogfond inkluderes. Lønnsomheten avhenger da nesten bare av tapstidene fra hogstmaskinen og de har som vist i Figur 7 sterk sammenheng med tetthet av undervegetasjon. Når skogfond ikke medregnes, veier den økende ryddekostnaden opp for de økende tapene fra hogstmaskinen når tettheten øker.

Timeprisen har som ventet en del å si for lønnsomheten. Hvis skogfond ikke kan brukes til forhåndsrydding vil timeprisen være helt avgjørende for lønnsomheten. Ved 1400 kroner per maskintime øker lønnsomheten ved økende tetthet av undervegetasjon og viser en lønnsomhet fra regresjonslinja på i overkant av 1 krone per m^3 på de tetteste parsellene. Ved en maskinkostnad på bare 1000 kroner per time går lønnsomheten svakt ned ved økende tetthet av undervegetasjon. Dette skyldes nok ryddekostnaden utgjør en større andel ved lavere maskinpris. Timeprisen avhenger mye av maskinstørrelsen og det er logisk at det lønner seg mer å forhåndsrydde før en stor maskin enn en liten siden de er designet for å håndtere ulike typer skog.

4.4 VISUELLE EFFEKTER OG MILJØ

Undervegetasjonstrær er ikke bare til ulempe. De kan legges i driftsveien for å unngå slitasje og kjøreskader, de kan brukes som «mellomlegg» mellom sortimenter under hogsten og de kan fungere som støtte ved avvirkning i bratt terreng der det er fare for at avvirkede stokker ruller nedover. Dette skjedde flere ganger i denne undersøkelsen. Ofte brukes stubber som erstatning, men man kan da være nødt til å sette igjen en høyere stubbe, med de ulemper det medfører.

Ikke all undervegetasjon som fjernes er i veien for hogstmaskiner. Likevel fjernes det aller meste av undervegetasjon. Dette skyldes skogsmaskinentreprenørenes stolthet i arbeidet.

Undervegetasjonstrær på halv snei på hogstflatene er noe folk flest misliker å se. (Silvennoinen et. al 2002) Derfor har det vært fokus blant entreprenørene på å sette igjen så lite som mulig av slike trær for å «pynte» opp etter seg. Undervegetasjon i klynger kan fungere som tilholdssted for storfugl.

Spørsmålet er om den spredte undervegetasjonen etter hogst gir samme effekt. Det er ingen tvil om at det er mulig å sette igjen mer undervegetasjon etter hogst, men hvor mye skal man legge i det når man vet at driftskostnadene går opp? Effekten av tiltaket for dyr og fugler er usikker og når befolkningen ellers synes undervegetasjon som settes igjen er skjemmende kan man stille spørsmål om dette er noe som bør tas hensyn til i hogstsituasjoner der undervegetasjon fører til store tap for skognæringen.

4.5 ARBEIDSMILJØ

Skogsmaskinoperatører forteller at undervegetasjonen gjør arbeidsdagen mer stressende og at man blir mer sliten i hodet av å håndtere undervegetasjon gjennom hele arbeidsdagen. Dette kan gjøre at produktiviteten går ned også på generell basis. Å føre en hogstmaskin er en så komplisert øvelse at man må være skjerpet hele dagen, og hvis man er sliten i hodet vil det sannsynligvis redusere produktiviteten.

4.6 TIDLIGERE STUDIER

I andre studier har undervegetasjonstettheten vært inntil 4 ganger tettere enn i denne studien med rundt 1200 undervegetasjonstrær per dekar. Så tette bestand ble ikke funnet i denne studien. Alle studiene som ble undersøkt handlet om forhåndstrydding før tynning og ikke slutthogst.

Undervegetasjonen under hogstmoden skog er sannsynligvis ikke like tett som i tynning fordi det er mer skygge og en lengre tidsperiode der undervegetasjonen dør og råtner. Ny undervegetasjon har vanskelig for å forynge seg i eldre skog.

Lønnsomheten har også vært varierende i de to konkrete tidsstudiene som er gjort på forhåndstrydding. Kähre (2006) fant god lønnsomhet, mens Jonsson (2015) ikke fant det.

Selv om det ikke er referert så mange studier i denne oppgaven som kan støtte resultatene har personlig kommunikasjon med flere skogbruksledere og entreprenører gitt et entydig svar om at undervegetasjon er et problem i avvirkingen og det har også i varierende grad blitt praktisert i skogbruket. Noen gjør det fast og andre gjør det ikke.

4.7 ANBEFALING OG KONKLUSJON

Selv om resultatene viser lønnsomhet ved de fleste tettheter bør man vurdere hvor tett det bør være før man forhåndsrydder. Ligger hogstområdet nær vei, slik at det ikke påløper for mye kostnader med å gå til og fra feltet, og det finnes ledig kapasitet, kan man forhåndsrydde når det er over 100 undervegetasjonstrær per dekar hvis skogfond kan benyttes. Hvis man ikke benytter skogfond vil det være et spørsmål om maskinstørrelse og dermed timepris samt tettere undervegetasjon før man skal vurdere forhåndsrydding. Ligger hogstområdet lengre fra vei er lønnsomheten uten skogfond tvilsom med mindre maskinen er stor, og dermed timeprisen høy, eller at det er svært tett undervegetasjon (300-400 trær per dekar og tettere). Så tette bestand ble ikke funnet i denne undersøkelsen, men tidligere studier fra tynning og personlig kommunikasjon med skogbruksledere og skogsmaskinentreprenører antyder at det ikke er uvanlig med tettere bestand.

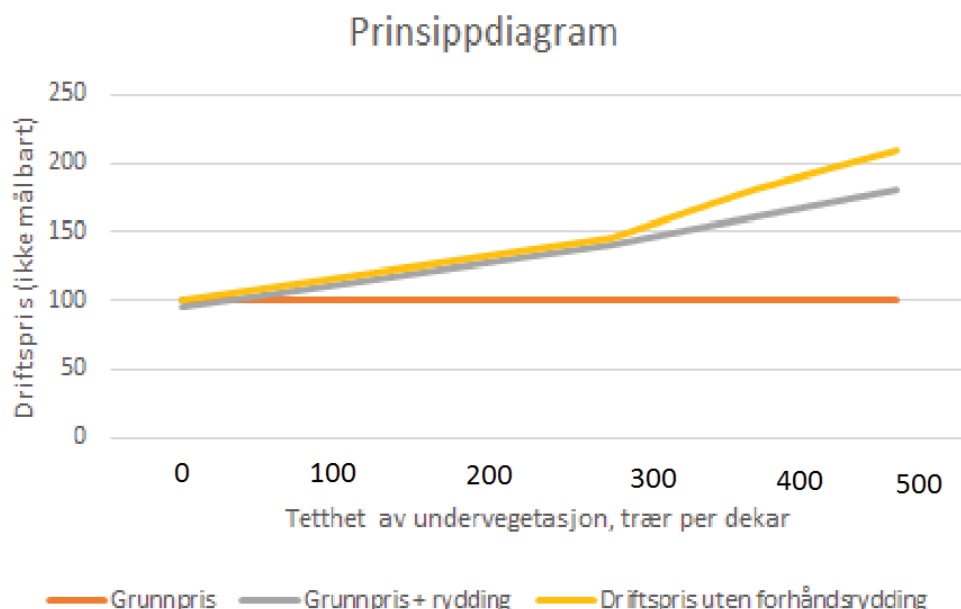
Med skogfond derimot later lønnsomheten til å være god, og tettheter fra 200 undervegetasjonstrær per dekar og oppover bør absolutt vurderes forhåndsryddet. Det bør, som anbefalt etter ny PEFC-standard, «legges vekt på å spare» undervegetasjonstrær i kantsoner og der undervegetasjonen står i åpninger eller andre steder hvor undervegetasjonen ikke er til vesentlig hinder for hogstoperasjonen.

Snaurydding ser ut til å være den beste måten å rydde på. Brønnrydding bør, ut i fra resultatene i denne studien, kun være en reserveløsning der undervegetasjonen er veldig tett og/eller svært lav. En lignende metode ble funnet mest lønnsom av Kähre (2006) i tynning og det illustrerer godt forskjellen. I den studien var undervegetasjonen opp mot 4 ganger så tett. I tynning er undervegetasjonen lavere og tettere, noe som kan gjøre brønnrydding mer aktuelt. I tynning er det heller ikke like synlig hvis noe undervegetasjon blir stående. I slutthogst derimot er man godt tjent med å rydde vekk all undervegetasjon. Resultatene viser også at lønnsomheten avhenger av treantall og gjennomsnittlig trestørrelse. Er treantallet lavt er ikke forhåndsrydding like lønnsomt. Er dimensjonene små er heller ikke forhåndsrydding like attraktivt.

4.8 TIL SKOGSMASKINFØREREN

For skogsmaskinoperatører viser denne studien at det, ved tettheter opp til 300 trær per dekar, er økonomisk likegyldig om det forhåndsrydder eller ikke hvis skogfond ikke benyttes. Hogstpris (grunnpris uten undervegetasjon) + ryddepris er den samme som hogstpris uten forhåndsrydding

(Figur 17). Dersom entreprenøren skal betale for forhåndsrydding selv må effekter utenom være avgjørende. For eksempel i tider med mye å gjøre kan man øke effektiviteten ved å forhåndsrydde, mens man i tider med mindre aktivitet kan la være, og heller spare kostnaden for forhåndsrydding. For tettheter over 300 – 400 trær per dekar kan total hogstpris inkludert forhåndsrydding settes ned med 1 – 2 kroner per kubikkmeter hvis det forhåndsryddes (Figur 17).



Figur 17 Sammenheng mellom driftspris, ryddekostnader og undervegetasjon. "grunnpris" er driftspris i bestand uten undervegetasjon. Driftspris uten forhåndsrydding er driftsprisen som settes dersom det ikke ryddes. Avstanden mellom «grunnpris» og «grunnpris + rydding» er ryddekostnaden og avstanden mellom «grunnpris» og «driftspris uten forhåndsrydding» er tapstidene til hogstmaskinen. Driftsprisen i denne figuren har ingenting med virkeligheten å gjøre, men er laget kun for å illustrere prinsippet bak anbefalingen til hogstmaskinoperatørene.

Det behøves fremdeles mer forskning og et større datamateriale for å påvis de eksakte økonomiske effektene av forhåndsrydding.

5 REFERANSER

Hoen, H. F. & Svendsrud, A. Skogbruk i Norge: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: https://snl.no/Skogbruk_i_Norge. (28.02.16)

Jonsson, F. 2015. How does leafless undergrowth affect quality and logging costs in thinning? Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogliga biomaterial och teknologi 2015

Kalle Kärhä 2006. Profitability of pre-clearance in first-thinning Scots pine stands. Scandinavian Forest Economics. No. 41, 2006

Kravpunkter, Norsk PEFC skogstandard. Publisert: 25.02.2015, med endringer 31.08.2015. Tilgjengelig fra følgende adresse på pefc.no: Hentet 13.03.16.

http://www.pefcnorge.org/vedl/PEFC%20N%20202_Norsk%20PEFC%20Skogstandard_godkjent%2014012016.pdf

Oikari, M., Kärhä, K., Palander, T., Pajuoja, H. & Ovaskainen, H. 2010. Analyzing the views of wood harvesting professionals related to the approaches for increasing the cost-efficiency of wood harvesting from young stands. Silva Fennica 44(3): 481–495.

Rognstad, O. Steinset, T.A., Statistisk sentralbyrå (2010), Landbruket i Norge 2009.

Silvennoinen, H. Pukkala, T. Tahvanainen, L 2002. Effect of cuttings and scenic beauty of a tree stand. Scan. J. For. Res. 17: 263 – 273, 2002.

Tidspunkt for ikrafttredelse av ny PEFC skogstandard: http://pefc.no/artikkel.cfm?ID_art=190 - Hentet 05.05.016

Vestjordet, E. 1967. Funksjoner og tabeller for kubering av stående gran. Meddr. Norske SkogforsVes. 22: 543-574.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no