



Campus Evenstad  
Skog og utmarksfag

Vegard Kjøsnes

# En sammenligning av effektiviteten til ulike sager under ungskogpleie

A comparison of the effectivity between saws during young forest tending

Bacheloroppgave  
Skogbruk 2017

Samtykker til utlån i biblioteket Ja

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Ja

## Sammendrag

Ungskogpleie utføres i hogstklasse 2, oftest når bestandet er mellom 1-4 meter høyt. Det er et nødvendig tiltak for å sikre at skogens verdi opprettholdes. Dette arbeidet utføres i all hovedsak manuelt med motorryddesag. Motorsag blir også benyttet, og i de senere årene er det utviklet kjederyddesager som egner seg til ungskogpleie og skjøtsel av skog. I arbeidet med denne bacheloroppgaven ble effektiviteten til sagene motorsag, batteridrevet kjederyddesag, bensindrevet kjederyddesag og motorryddesag testet under ungskogpleie. Det ble testet om effektiviteten varierte med de fire sagene. Det ble også testet om effektiviteten varierte mellom sagene ved ulikt treantall per daa, og ved ulik dimensjon på ryddestammene. Datainnsamlingen ble gjort i Selbu kommune, sommeren 2016.

Det ble ikke funnet forskjell i effektivitet på sagene, men effektiviteten avtar som forventet med økende treantall, og økende diameter på ryddestammene. Begge kjederyddesagene er mer fleksible under kupert terreng, fordi de ikke er fastmontert på hoften, som motorryddesagen. Arbeider mener motorryddesagen er best egnet ved små dimensjoner der en kapper med et skjær, mens kjederyddesagene har et bredere bruksområde, og kapper trær med større dimensjoner raskere. Kjederyddesagen som går på batteri har selen som er mest behagelig, og fordeler vekta av saken best på begge skuldrene. Arbeider mener kjederyddesagen med batteri ikke er like effektiv som resten av sagene, tross resultatet av testen. Motorsagen er fysisk tyngst å jobbe med, fordi en må gå bøyd for å felle trær ved bakken. Motorsagen er uansett saken en får utført flest oppgaver i et skogomløp med.

## Abstract

Young forest tending is usually needed in age class 2, when the trees are about 1-4 meters. It's important to do the young forest tending to keep the value of the stand as high as possible. The most common saw used in young forest tending is called brushsaw. Chainsaw is also used quite often, and in the last years the manufacturers have produced saws which are constructed like the brushsaw, but have chains instead of blades. In this assignment I present my research where I have tested which of the following saws is the most effective saw in young forest tending: Brushsaw, chainsaw and two saws which are constructed like the brushsaw, but have chains instead of blades, one with fuel and one with battery. Differences in the effectivity between the four saws with an increasing number of trees per acres, was tested. It was also tested if some of the saws were affected more than the others with an increasing diameter of the trees which were cut down. The fieldwork for this report was done in Selbu, the summer of 2016.

The results of this report show that there is no difference between the saws. Regardless of which saw being is used, the time spent per acres is equal. As predicted the effectivity decreased, when the number of trees increased per acres. The effectivity also decreased when the diameter of the trees increased. Both of the saws with chains that are constructed like the brushsaw were a bit more flexible, especially when the terrain is hilly. In the worker's opinion the brushsaw is the most appropriate saw to use on trees with small diameters, and the saws with chains are more appropriate when the diameter is bigger.

## Forord

Denne bacheloroppgaven avslutter min bachelorgrad i skogbruk ved Høgskolen i Hedmark, avdeling Evenstad. Jeg valgte å skrive min bacheloroppgave om ungskogpleie, fordi jeg har jobbet med ungskogpleie de siste sju somrene. Dette studiet har vært krevende, og jeg er takknemlig for hjelpen jeg har fått av veilederne mine, Stig Ole Stener og Bengt Gunnar Hillring. Jeg vil takke Karen Marie Mathisen for gode tilbakemeldinger på statistikken, og god hjelp med forsøksdesignet. Takk til medstudent Henrik Selboe for samarbeid i feltperioden og med forsøksdesignet. Til slutt vil jeg takke Husqvarna og Oddmund Ihle, som bidro med lån av sager i løpet av feltperioden.

Evenstad, 2017.

Vegard Kjøsnes

## Innhold

1.0 Innledning.....	6
2.0 Materiale og Metode .....	9
2.1 Utstyr .....	9
2.2 Forsøksmetodikk .....	12
2.3 Statistikk .....	13
3.0 Resultat.....	15
4.0 Diskusjon .....	18
5.0 Konklusjon .....	21
Referanser .....	22

## 1.0 Innledning

Ungskogpleie er et tiltak for å beholde og øke verdien av et bestand. Verdiøkningen skapes ved at trærne øker dimensjonsutvikling og volumvekst slik at omløpstiden blir redusert. Bestandet vil også være mindre utsatt for vindfall ved stormer (Skog og landskap, 2007). Der ungsogpleie er et nødvendig tiltak, er det lønnsomt, fordi potensialet til bestandet blir ivaretatt. Ved ungsogpleie kan vi selektere ut trær, slik at bestandet beholder trærne med de beste forutsetningene til å gi størst avkastning ved hogst. Ungskogpleie skal gjøres før fremtidstrærne blir skadet eller hemmet for at den skal ha mest mulig effekt. Det bør skje når bestandets høyde er mellom 1 - 4 meter. Antall inngrep i form av ungsogpleie varierer fra bestand til bestand. Det er vanligvis 1-3 inngrep av ungsogpleie, og det bør ofte gjøres flere inngrep om skogeier må utføre en tidlig ungsogpleie (ved høyde på rundt 1 meter) (Rindal, Myklestad og Pettersen, 2014).

Ulike typer ungsogpleie som utføres er avstandsregulering, fristilling og rydding. Rydding er å regulere treantallet hvor det er tett. Det vil si å begrense antall fremtidsstammer i tillegg til å ta bort lauvtrær som er i veien for de tenkte gjenstående trærne. Under avstandsregulering reduseres antall fremtidsstammer for å gi større plass og bedre vekstvilkår til gjenstående trær. Både rydding og avstandsregulering utføres hvor det er tenkt senere inngrep av tynning.

For å få redusert antall fremtidsstammer per daa i ungsogpleie, utføres fristilling som vil si å regulere treantallet hvor det er tett rundt fremtidsstammene. Ved fristilling blir fremtidsstammene «fristilt», slik at de får bedre vekstvilkår. Trær som står tett, men som ikke hindrer fremtidsstammene i vekst, kan da bli stående igjen. Under fristilling er det ikke tenkt at det skal tynnes senere i omløpet (Rindal et al. 2014). Tiltaket kan utføres hele året, men er vanligst i sommerhalvåret. Pris på ungsogpleie varierer ut fra antall rydestammer og dimensjon på rydestammene (Skogeier, s.a.).

### **Effektivitet**

Effektiviteten på ungsogpleie påvirker økonomien. Det er derfor viktig å vurdere når en skal gjøre et inngrep i bestandet for å få best avkastning. Det er mer effektivt og billigere å utføre ungsogpleie tidlig enn seint. Likevel må man i enkelte områder tilpasse ungsogpleie på grunn av hjortevilt og beite til disse. Da må en gjøre seinere inngrep for å begrense skadene hjorteviltet kan gjøre på de ønskede fremtidstrærne (Kringlebotn, 2013). Ved å gjøre en seinere ungsogpleie i beiteutsatte bestand, kan hjorteviltet beite på lauvtrær. Dermed blir beiteskadene redusert.

Å finne sager(e) som er mest effektiv til de ulike skoglige forholdene, kan gi skogeierne og entreprenører bedre økonomi.

### **Sager som benyttes under ungsogpleie**

Ungskogpleie utføres motormanuelt oftest med motorryddesag (vanlig ryddesag), men også med motorsag og kjederyddesag. Motorsag ble før 1950 kun brukt til kapping og felling når det var hogst,

men etter 1950 kom det modeller som var mer håndterbare og som arbeiderne kunne bruke til kvisting av trærne (Store norske leksikon, 2012). Ryddesag har et blad som drives rundt, mens kjederyddesag og motorsag som har ei kjede som drives rundt. Ryddesagen og kjederyddesagene henger i seler som arbeideren har festet på seg, slik at arbeideren belastes mindre. Til ungskogpleie brukes oftest ryddesag med blad, men kjederyddesag begynner også å bli anbefalt av enkelte (Skogkurs, s. a). I de senere år har sagprodusentene utviklet sager som går på batteri.

## **Husqvarna**

Ihle (2016) (produktansvarlig i Husqvarna Norge AS) påpeker at motorsag, kjederyddesag og vanlig ryddesag er lagd til forskjellige bruksområder, og at kjederyddesagen som går på batteri, er ny. Det er bare motorryddesagen som er utviklet kun med tanke på ungskogpleie.

## **Tidligere studier**

Det er generelt få studier som ser på effektiviteten av ulike sagtyper under ungskogpleie. Spesielt, fordi kjederyddesagene er relativt nye på markedet. Bortsett fra de som er nevnt, finnes det ingen tilsvarende studier som tester motorsag, motorryddesag og kjederyddesager opp mot hverandre.

«Effektivare röjningssätt med kedjeröjsågen?» (Gunnarsson, 2010) er et tidsstudie der bensindrevet kjederyddesag og vanlig ryddesag med blad ble sammenlignet. Der konkluderer Gunnarsson med at han ikke finner noen forskjell på sagene, men at kjederyddesagen er mer anvendbar til andre bruksområder enn vanlig ryddesag.

Askheim skrev i sin masteroppgave «Effektivitet i ungskogpleie – en sammenligning av ryddesager» der han sammenlignet kjederyddesag og vanlig ryddesag med blad (Norsk landbruk, 2014). Askheim (2014) fant ingen forskjell i effektivitet mellom de to sagene under ungskogpleie. Likevel mener også han at kjederyddesagen har flere bruksområder. Kjederyddesagen kan også brukes til å kviste opp trær opp til 3 meter, skjære ned greiner langs veier og stier, i tillegg til at det sjeldent oppstår kast med denne saga (norsk landbruk, 2014). Skogkurs skriver også at kjederyddesagen har liten fare for kast, og at den er effektiv når dimensjonene øker. Der skogbestanden har et for sent inngrep med ungskogpleie, kan kjederyddesagen være bedre å bruke (Skogkurs, s.a).

## **Problemstilling**

Målet med dette studiet er å se om det er forskjell(er) i effektivitet mellom motorsag (bensindrevet), kjederyddesag (bensindrevet), kjederyddesag (batteridrevet) og motorryddesag (bensindrevet) under ungskogpleie. Det skal også testes om to skoglige forhold, treantall per daa og diameter på rydestammene, påvirker effektiviteten på sagene ulikt, under ungskogpleie.

H0 = Tidsforbruket varierer ikke med treantall og valg av sag

H1 = Tidsforbruket varierer med treantall og valg av sag

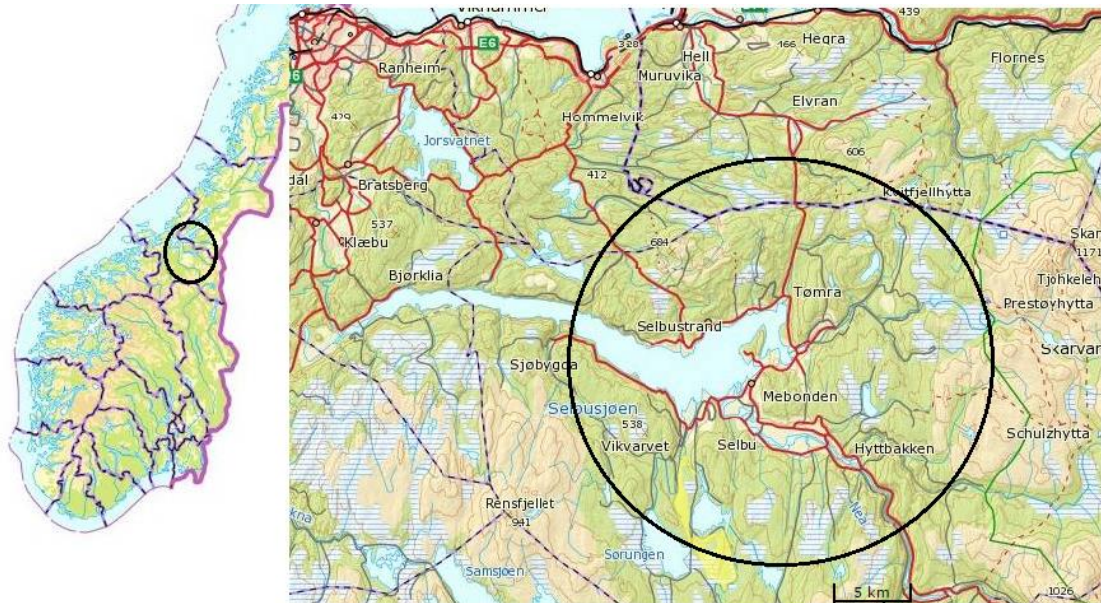
H2= Tidsforbruket varierer ikke med diameter på rydestammene og valg av sag

H3 = Tidsforbruket varierer med diameter på rydestammene og valg av sag



## 2.0 Materiale og Metode

### Studieområde



Bilde 1 Oversiktsbilde over studieområde (seeiendom, 2016)

Feltarbeidet i dette studie er utført i Selbu, Sør-Trøndelag, Norge. Det ble gjort sommeren 2016 i siste del av juni og første del av juli. Datainnsamlingen er gjort av en operatør og en tidtaker/observatør.

Det er viktig å påpeke at det er rydding og avstandsregulering som er utført i hvert bestand. Det er gjort i bestand der det ikke er gjort tidligere inngrep av ungsogpleie.

### 2.1 Utstyr

For å samle inn dataene er følgende utstyr brukt:

- Målebånd 50 meter
- Målestav 3,99 meter
- Merkebånd
- Stoppeklokke

### Sager som er benyttet

- Motorryddesag Husqvarna 545FX  
Effekt i kW: 2,2 kW  
Vekt (uten skjæreutstyr) 8,2 kg



*Bilde 2: Motorryddesag (Husqvarna)*

- Motorsag Husqvarna 550 xp  
Effekt i kW: 2,8 kW  
Vekt (uten skjæreutstyr) 4,9 kg



*Bilde 3: Motorsag (Husqvarna)*

- Kjedereyddesag- bensindrevet Husqvarna 535FBx  
Effekt i kW: 1,6 kW  
Vekt (uten skjæreutstyr) 12,4 kg



Bilde 4: kjedereyddesag, bensindrevet (Husqvarna)

- Kjedereyddesag 536LiPX Batterisag med ryggsekkbatteri  
Batterikapasitet 26,1 Ah  
Batterispenning 36 V  
Vekt (uten skjæreutstyr) 3.1 kg

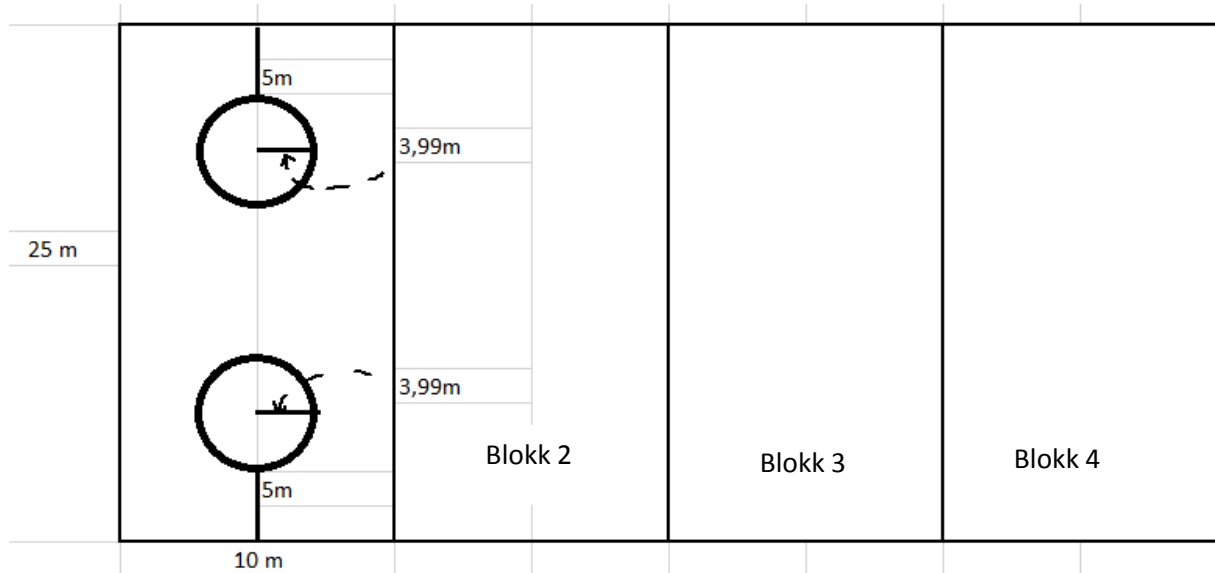


Bilde 5: kjedereyddesag, batteridrevet (Husqvarna)



Bilde 6: Ryggsekkbatteri og sele til den batteridrevne kjederyddesagen (Husqvarna)

## 2.2 Forsøksmetodikk



Figur 1 Viser hvordan prøveflatene ligger i hver blokk, og hvordan blokkene ble oppmålt i alle 10 bestand.

Oppmålingen av blokkene ble gjort som figur 1 viser. Det ble merket 25 meter i en retning inne i bestandet, og deretter 40 meter 90 grader ut fra denne. For hver 10. meter ble det satt et merke for å

tydelig se enden på hver blokk. Ved 40 meter ble det laget ei ny linje på 25 meter 90 grader ned igjen. Så 40 meter tilbake til startpunkt. Her ble det også merket av for hver 10. meter. Resultatet ble da fire blokker på 0,25 daa, som var tiltenkt hver av de fire sagene (Figur 1).

Blokkene ble tydelig oppmerket, slik at skogsarbeider ikke måtte lure på hvor han skulle rydde.

I det første forsøket ble sagene testet i ulik tetthet. Tiden ble målt innen hver blokk, som var 25 x 10 meter, 0,25 daa. I hvert bestand ble det utført ungskogpleie med hver av de fire sagene på 0,25 daa (1 daa til sammen per bestand). Dette ble gjort i 10 bestander. Her ble det målt hvor lang tid det tok å utføre ungskogpleie på 0,25 daa med hver av de fire sagene. I tillegg ble det lagt ut to prøveflater med radius på 3,99 m (50 m<sup>2</sup>). Disse prøveflatene ble lagt 5 meter inn i hver blokk, en fra starten og en fra enden (Figur1). I disse prøveflatene ble det telt hvor mange rydestammer som var i prøveflatene, slik at en kunne estimere hvor høyt treantallet var.

I det andre forsøket ble sagene testet i bestand med rydestammer som har ulik diameter. Blokkene var de ti samme som i første forsøk, 25 x 10 meter, 0,25 daa. Diameter på de felte trærne ble målt. To rydestammer i hver himmelretning, innen hver av de to prøveflatene på 3,99 m. Dette ble gjort i hver av de 40 blokkene (10 bestander og 1 blokk per sag).

Trærne ble kappet ved bakken, ved ca. 5 - 15 cm høyde, gjennom hele forsøket med alle sagene.

Tiden ble målt med stoppeklokke og er oppgitt i minutter. Det er virketiden som tas. Det vil si at for hvert unaturlig stopp i arbeidsutføringen, ble tiden stoppet. Sagene har vært nyslipt før hver blokk.

Datasettet er videre overført til excel, der gjennomsnitt fra prøveflatene er gjort om til gjennomsnitt per blokk, og deretter omgjort til gjennomsnitt per daa.

## 2.3 Statistikk

Treantall og tid per blokk er omgjort til treantall og tid per dekar. Altså multiplisert med 4 for å gjøre tid/treantall per blokk (0,25 daa) om til å bli tid/treantall per dekar.

Før analysene ble gjort, ble det sjekket at datasettet var normalfordelt, at variansen var lik og om det var noen ekstreme observasjoner som kunne påvirke resultatet.

Tid er y-variabel (kontinuerlig, kvantitativ), mens sag (nominal, kategorisk), tetthet (antall, kvantitativ) og diameter (kontinuerlig, kvantitativ) er x-variabler.

For å se på interaksjonen mellom sag – diameter og sag – tetthet, er det gjort en ancova-analyse. Der ble interaksjonen sag og diameter i forhold til tid, testet først. Denne analysen sier om diameter påvirker effektiviteten mer på noen av sagene eller om den ikke gjør det. Videre ble interaksjonen

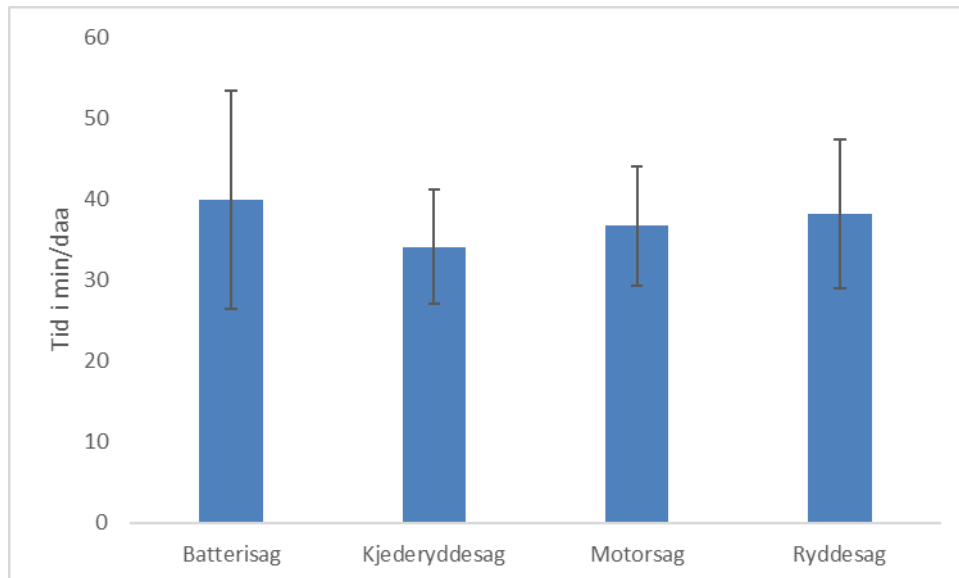
mellom sag og tetthet testet på samme måte. Forskjellen i tid mellom sagene ble testet ved analysen enveis Anova. For å se om tetthet har sammenheng med tid ble det gjort en regresjonsanalyse. Regresjonsanalysen ble også benyttet for å finne sammenheng mellom diameter og tid.

Analysene ble utført i programmet Rcmdr 2.2-3 (Fox, J. og Bouchet-Valat, M. 2015) pakken i R 3.2.3 (R Development Core Team 2014)

### 3.0 Resultat

Ved analysen ble det ikke funnet noen forskjell i effektiviteten til noen av sagene. Resultatet viser stor variasjon i tid, men ut fra disse dataene kan en ikke si at en av sagene er mer effektiv enn de andre.

Som forventet påvirket treantall og diameter på ryddestammene tiden, men en kan ikke si at treantall/diameter påvirket effektiviteten på en av sagene mer enn de andre.

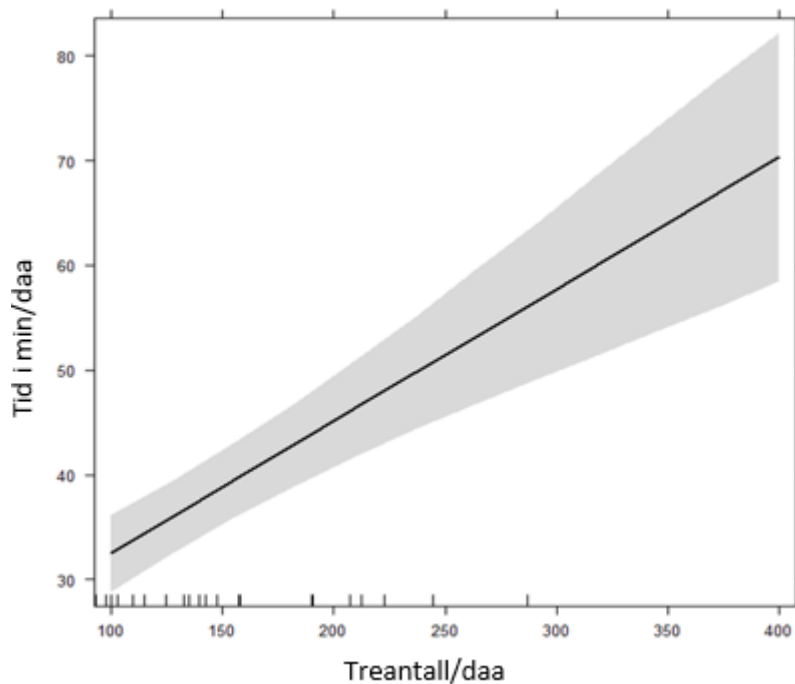


Figur 2 Gjennomsnittstid for hver sag/daa  $\pm 2SE$ .

Selv om kjedereydesag har lavest tid i gjennomsnitt, og batterisagene høyest gjennomsnittstid per daa (figur 2), ble det ikke funnet signifikant forskjell ( $F_{3,34}=0,72$ ,  $P=0,547$ ).

Ut fra variasjonen på datasettet kan en ikke si det er noen forskjell i effektivitet.

Det ble ikke funnet noen signifikant interaksjon mellom sag og tetthet i forhold til tid ( $F_{4,42}=2,07$ ,  $p=0,124$ ). Det vil si at treantall ikke påvirker tiden mer noen av de fire sagene.



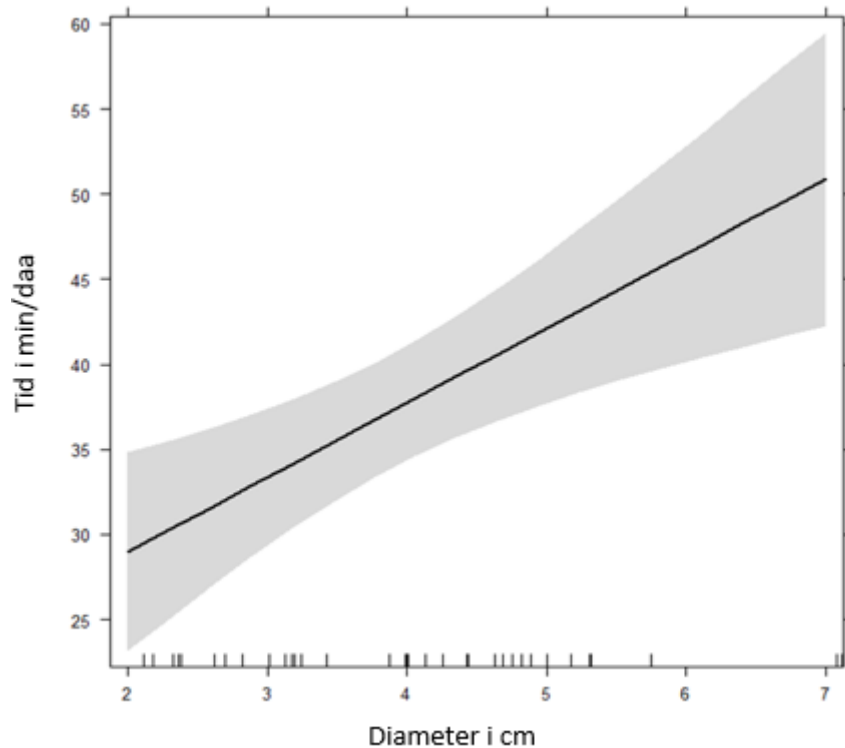
Figur 3 Viser hvordan treantall påvirker tid. Det grå feltet viser 95 % av variansen ( $\pm 2SE$ ).

Det ble funnet en signifikant sammenheng mellom tid og treantall per daa der tid øker med økende treantall ( $F_{1,34}=34,77$ ,  $P<0,001$ ) (Figur 3).

Ettersom treantall per daa ikke påvirker noen av sagene mer eller mindre, kan en si at tetthet påvirker sagene likt. Figur 3 viser at med høyere tetthet øker tidsforbruket på alle sagene som er testet. Det vil si at ved neste måling, uavhengig av sag, vil tiden med 95 % sikkerhet havne innen det grå feltet, forutsatt at det er like forhold som i dette forsøket.

Ut fra analysene som ble gjort i «Rcmdr» ble det ikke funnet en signifikant interaksjon mellom sag og diameter på trærne i forhold til tid ( $F_{3,32}=1,27$ ,  $p=0,3$ ). Ulike diameterstørrelser har ikke betydning for hvilken sag som er mest effektiv.





Figur 4 Viser hvordan tid påvirkes av diameterstørrelse. Det grå feltet viser 95 % av variansen ( $\pm 2SE$ ).

Det ble funnet en signifikant sammenheng mellom diameter og tid der tid øker med økende diameter ( $F_{1,34}=12,24$ ,  $p<0,001$ ) (figur 4).

Ettersom diameterstørrelsen heller ikke påvirker effektiviteten på noen av sagene, kan en si at diameterstørrelsen påvirker sagene likt. Figur 4 viser at med økende diameterstørrelse øker tiden. Det vil si at ved neste måling, uavhengig av sag, vil tiden med 95 % sikkerhet havne innen det grå feltet, forutsatt at det er like forhold som i dette forsøket.

## 4.0 Diskusjon

### **Datasett**

Dette forsøket er basert på 40 observasjoner med 10 per sag. Dette er relativt lite, men på grunn av tid og kapasitet var det ikke mulig å opparbeide et større datasett. Variasjoner innenfor bestandene og mellom bestandene har gjort forsøket vanskelig, men det er likevel funnet noe nyttig i forsøket. Askheim (2014) fant ingen forskjell i effektivitet mellom kjederyddesagen (535FBx) og ryddesagen (545 FX). I dette forsøket ble det heller ingen forskjell i effektivitet mellom disse sagerne. Batterisagen (536 LipX) er ikke sammenlignet med andre sager under ungskogpleie i lignende forsøk tidligere. Resultatet viser størst variasjon til denne sagerne. Motorsagen (550 XP) er heller ikke sammenlignet i lignende forsøk tidligere, men variasjonen i tidene til motorsagen er lik ryddesagen (545 FX) og kjederyddesagen (535 FBx).

Forsøket er utført i bestand som var tilgjengelig for ungskogpleie i Selbu, sommeren 2016. De var ikke håndplukket for forsøket, men for å utelukke en variabel (bratthet), var det et krav at alle bestandene i forsøket ikke skulle ha stigning på mer enn 25 %. Alle prøveflater innen hvert bestand lå inntil hverandre for at forholdene skulle være så like som mulig. All ungskogpleie i forbindelse med forsøket, ble gjort i juni/juli, og det ble utført kun på dager uten nedbør. De 10 bestandene dette tidsstudiet ble utført i, var alle granbestand. Arbeider ser likevel ingen grunn til at det skulle blitt forandring i resultatet om furubestand hadde vært med. Det er de felte trærne som er registrert. Ingen av bestandene har lik tetthet eller diameterfordeling, og det er derfor variasjoner fra prøveflate til prøveflate. Små variasjoner i terrenget kan ha forekommet, men store variasjoner er det ikke da det ble lagt vekt på dette under oppmerking av prøveflatene. Rekkefølgen sagerne ble testet i har vært trukket og var derfor tilfeldig.

Det er viktig at arbeider er godt kjent med sagerne før forsøket. Ettersom arbeider var lite kjent med kjederyddesagene, ble de brukt under ungskogpleie i to uker før forsøket. Det gjorde at arbeider behersket kjederyddesagene godt. Ut fra tidene og sammenligninger med andre tilsvarende forsøk som Askheim (2014) og Gunnarsson (2010) har gjort, ser det ikke ut til at arbeider har hatt noen innvirkning på datasettet.

### **Effekt på sagerne KW**

Effekten på sagerne er høyest for motorsagen og ryddesagen. Den er vesentlig mindre for både batterisagen og kjederyddesagen. Dette gjenspeiler erfaringen arbeider fikk under forsøket. Ingen stammer eller trær gjorde at motorsagen fikk problemer. Den er utviklet for å felle større trær enn hva som er normalt i ungskogpleie. Motorsagen skjærer uhindret gjennom alle trær med ett skjær uansett

størrelse under ungskogpleie. Denne saken har også høyest effekt, 2,8 kW. Ryddesagen får også til å felle alle trær en ønsker å felle i ungskogpleie, men det tar lengre tid å felle et stort tre med ryddesagen. Bladet har ikke stor nok diameter til å nå gjennom treet med et skjær. Effekten på ryddesagen er 2,2 kW. Kjedereyddesagen som går på bensin har en effekt på 1,6 kW og batterisagen er ikke målt i kW. Batterikapasiteten er oppgitt til 26,1 Ah, og spenningen er 36 V. Ifølge Husqvarna er det ikke regnet på den reelle effekten i kW på denne saken (Ihle, 2016). En kan skjære gjennom større trær med kjedereyddesagene, men det går merkbart ikke like raskt som det gjør med motorsagen. Å skjære gjennom mange større trær vil ta lengre tid med begge kjedereyddesagene enn motorsaga. Den reelle effekten er lavere på bensinmotorer enn hva som står på saken. Det er fordi virkningsgraden er omtrent 30 %. Elektriske motorer har derimot en virkningsgrad på nærmere 90 %. Likevel merkes det at kjedereyddesagen med batteri har lavere effekt på trær med stor diameter.

Under ungskogpleie kan det være større lauvtrær som er satt igjen under hogst, som kaster skygge og hindrer vekst for fremtidstrærne. Når en skal felle slike trær, vil en styre retningen ved felling for å unngå at de felles over fremtidstrærne og ødelegger dem. Fellskår er enklest å lage med motorsag, men det er også mulig med batterisagen og kjedereyddesagen. Det er også mulig å styre fallretning med ei ryddesag, men det ikke like enkelt å være like presis med den. Det er derfor større sjans for at det blir ødeleggelser på enkelttrær ved felling av store trær med ei ryddesag.

Under analysen «ancova», der det ble sett på interaksjonen mellom sag og tetthet, ble det funnet en tendens. Tendensen var at ryddesagen brukte mindre tid enn de andre sagerne med økende tetthet (treantall), men dette var på grunn av en ekstrem observasjon. Det vil si at det var én observasjon som gjorde at det ble en tendens. Når en slik observasjon påvirker datasettet, plukkes den ut og blir derfor ikke med i resultatet. Ettersom det kun var en observasjon som skilte seg ut, kan den ha blitt påvirket av andre faktorer enn effektivitet. Det kan for eksempel ha vært stedvis færre ryddestammer i blokken, enn det som ble observert i prøveflaten.

Det ble ikke funnet forskjell i tidsforbruk på noen av sagerne. Askheim (2014) og Gunnarsson (2010) fant heller ingen forskjell mellom kjedereyddesag og ryddesag i tidsstudiene de gjorde. Det støtter opp det som ble funnet i dette forsøket. Den bensindrevne kjedereyddesagen har lavest tidsforbruk i gjennomsnitt, men intervallene (variasjonen i tidene) overlapper (figur 2). Gunnarsson (2010) fant at kjedereyddesagen kunne være mer effektiv under enkelte forhold, mens i andre forhold hadde den lik eller lengre tidsforbruk enn vanlig ryddesag. Kjedereyddesagen som går på batteri, har spesielt stor variasjon på tidene. Ut fra erfaringer som ble gjort under prøveperioden og feltperioden, var det noe overraskende at batterisagen ikke var mindre effektiv enn de andre sagerne. Det store intervallet i tid (figur 2) kan skyldes ujevnheter mellom prøveflatene, og derfor kunne flere observasjoner gjort at batterisagen hadde skilt seg ut som mindre effektiv enn de andre.

Begge kjederyddesagene og motorsagen har kjede som kan hoppe av, noe som skjedde da sagene ble brukt i prøveperioden og under forsøket. Tapstid som kom av dette ble fjernet og påvirker ikke resultatet. For en arbeider er det viktig å ha nye kjeder i nærheten, for ikke å være mindre effektiv under arbeidet. Dette problemet har ikke en vanlig ryddesag (motorryddesag). Likevel kan det skje at bladet sprekker ved å for eksempel ha skjært i stein. Derfor er ekstra blad også anbefalt å ha med under arbeid. Arbeiders erfaring tilsier at kjedeavhopp likevel skjer mye oftere enn at et blad sprekker.

Forsøket viser som forventet at tiden øker med økende tetthet og økende diameter. Spennet i diameter er fra 1,5 cm til 7,2 cm, mens treantallet fra 45 til 475 trær/daa. Økende spenn kan forekomme under ungskogpleie, både for treantall og diameter. Det kunne derfor vært interessant å sett et datasett med større spenn i diameter og treantall enn det som er med i dette forsøket. En teori er at sagene med kjede vil dra fordel av lengde på sverd og dermed skjære ned trær med større diameter raskere enn ryddesagen. Dette mente også Askheim (2014) om den bensindrevne kjederyddesagen (535 FBx).

Dette resultatet vil være nyttig for en skogsarbeider eller skogeier som trenger ei sag med flere bruksområder. Kjederyddesagene er relativt nye på markedet, og folk flest har derfor mer kjennskap til motorsag og ryddesag enn kjederyddesagene. Askheim (2014) skrev at kjederyddesagen (535 FBx) har et bredere bruksområde, i tillegg til at den ofte blir bedre med store dimensjoner enn vanlig ryddesag. Dette støtter også erfaringen arbeideren fikk med den bensindrevne kjederyddesagen under dette forsøket.

### **Arbeiders erfaringer**

Effektivitet i ungskogpleie er lite utforsket, og det er derfor få rapporter som kan støtte opp om funnene som er gjort i denne rapporten. Av de to mest nærliggende rapportene som finnes i Skandinavia, er det ikke funnet forskjell i effektivitet mellom kjederyddesagen 535FBx og vanlig ryddesag. Motorsag er ikke sammenlignet i lignende forsøk, og det gjelder også kjederyddesagen som går på batteri, da den er ny. Det som vil være avgjørende for hvilken sag en bør kjøpe, er bruksområde og hva en selv foretrekker å bruke.

Den batteridrevne kjederyddesagen var sagen som hadde den mest behagelige selen. Selve sagen er veldig lett, og med selen ble vekten til batteriet fordelt på begge skuldrene. Bensindrevet kjederyddesag fikk også vekten av sagen fordelt på begge skuldrene. Kjederyddesagene er mer fleksible enn vanlig ryddesag. En kan strekke seg etter trær og kvister for å felle dem i større grad enn med vanlig ryddesag. Dette er fordi kjederyddesagene til Husqvarna er festet i strikk, og vanlige ryddesager sitter fastmontert på hofta. Uten disse fordelene til kjederyddesagene, kunne de ha vært mindre effektive. Å være fleksibel er spesielt en fordel i kupert terreng. En får heller ikke justert selen

til vanlig ryddesag til å sitte like godt på ryggen som kjederyddesagene. Motorsaga bæres, og en får større belastning på kropp og spesielt rygg.

Ettersom resultatet til Gunnarson (2010), Askheim (2014) og denne rapporten viser at den bensindrevne kjederyddesagen er like effektiv som vanlig ryddesag, ville arbeider valgt kjederyddesagen av komfort. Arbeiders erfaring tilsier likevel at en i enkelte tilfeller er tvunget til å bruke motorsag. I bestander hvor det er bratt terreng, er det enklere å gå med ei motorsag i hendene enn å ha påmontert ei sag.

Kapasiteten til batteriet er nok til å jobbe 6 timer effektivt. Påfyll av kjedeolje må likevel skje like ofte som ved bensindrevet kjederyddesag eller motorsag. Alle sagene som har kjede trenger påfyll av kjedeolje for at kjeden ikke skal gå tørr og ødelegges. På batterisagen må en huske å fylle på kjedeolje ca. hver halvtime, fordi batterisagen ikke stopper før batteriet er tomt. De bensindrevne sagene fylles opp med kjedeolje samtidig som en fyller bensin. Vanlig ryddesag trenger ikke påfyll av annet en bensin, og en full tank holder ca. 1,5 time. En har dermed færre stopp i løpet av en dag som følge av bensinfylling med ei vanlig ryddesag.

Effekten på sagene er merkbart forskjellig. Motorsaga har høyest effekt, 2,8 kW. Størst er forskjellen på kjederyddesagene og vanlig ryddesag. Den batteridrevne kjederyddesagen burde hatt litt høyere effekt. Selv om den utnytter effekten bedre, er den merkbart den saken med minst effekt.

Kjederyddesagen, som er bensindrevet, har 1,6 kW effekt mot vanlig ryddesags 2,2 kW. Dette er også merkbart, men ikke i like stor grad.

## 5.0 Konklusjon

Det er ingen forskjell i effektivitet mellom sagene motorsag, kjederyddesag som er bensindrevet, kjederyddesag som er batteridrevet og vanlig ryddesag, under ungsogpleie. Alle disse sagene påvirkes i like stor grad av treantall per daa og trediameter. Ved økende treantall, øker tidsforbruket. Også ved økende trediameter øker tidsforbruket.

Motorsag har størst bruksområde, og det kan utføres alt fra skjøtsel til hogst med den. Den er fysisk tung å benytte til ungsogpleie, hvis en skal kutte trærne ved bakken.

Begge kjederyddesagene har flere bruksområder enn vanlig ryddesag, er enklere å bruke i kupert terreng og har i tillegg bedre seler.

Arbeiders erfaring tilsier at vanlig ryddesag kan være mer effektiv, så lenge det er små trær med lav diameter (dvs. at det holder med et skjær) som skal kuttes ned.

## Referanser

- Askheim, C. (2014). *Effektivitet i ungskogpleie – en sammenligning av ryddesager* (Masteroppgave, Norges miljø- og biovitenskaplige universitet (NMBU)). Hentet fra <http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/221168/Askheim2014.pdf?sequence=1>
- Gunnarsson, M. (2010) Effektivare röjningssett med kedjeröjsågen? SLU, Skogmästarskolan. Hentet fra [http://stud.epsilon.slu.se/2149/1/Gunnarsson\\_M\\_110114.pdf](http://stud.epsilon.slu.se/2149/1/Gunnarsson_M_110114.pdf)
- Husqvarna, produktkatalog (2016) Motorryddesag og kjederyddesag, bensindrevet. Hentet fra <http://www.husqvarna.com/no/products/forestry-clearing-saws/>
- Husqvarna, produktkatalog (2016) Motorsag. Hentet fra <http://www.husqvarna.com/no/produkter/motorsager/550-xp/966648133/>
- Husqvarna, produktkatalog (2016) Batteriryggsekk. Hentet fra <http://www.husqvarna.com/no/deler-tilbehor/batteri/batteriryggsekk/966776001/>
- Husqvarna, produktkatalog (2016) Kjederyddesag, batteridrevet. Hentet fra <http://www.husqvarna.com/no/produkter/stangsager/536lipx/967341012/>
- Kringlebotn, T (2013). Ungskogpleie – eget arbeid og bruk av skogfondsmidlene. Hentet fra <https://www.fylkesmannen.no/Hedmark/Landbruk-og-mat/Skogbruk/Skogkultur1/Ungskogpleie--eget-arbeid-og-bruk-av-skogfondsmidlene-/>
- Mellemstrand, C. (2014, 25. 09.) Kjederyddesag velegnet til ungskogpleie, norsk landbruk. Hentet fra <http://www.norsklandbruk.no/ny-teknikk/kjederyddesag-velegnet-til-ungskogpleie/>
- Motorsag. (2012, 18. september). I Store norske leksikon. Hentet fra <https://snl.no/motorsag>
- NIBIO. (2007, 05.11.) Ungskogpleie øker skogens verdi. Hentet fra <http://www.skogoglandskap.no/fagartikler/2007/ungskogpleie>
- R Development Core Team. (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org>.
- Rindal, T. K., Myklestad G. og Pettersen, J. (2014) Skogkurs utgave 6: *Ungskogpleie* s. 1-4. Hentet fra [http://www.skogkurs.no/Resyme/Ny\\_ungskogpleie\\_2\\_nettpdf](http://www.skogkurs.no/Resyme/Ny_ungskogpleie_2_nettpdf)

Seeiendom (karttjeneste). (2016). Selbu (kartbilde). Hentet fra

<http://www.seeiendom.no/?q=1664-143/1>

Skogeier. (s.a). Hentet 10.02.2016 fra

<http://www.skogeier.no/skogsfakta.cfm?tema=skogbehandling&tiltak=ungskogpleie>

Skogkurs (s.a). Stangmontert kjederyddesag. Hentet fra

[http://www.skogkurs.no/skogartikkel.asp?Data\\_ID\\_Article=3619&tema=](http://www.skogkurs.no/skogartikkel.asp?Data_ID_Article=3619&tema=)