



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Skogsmästarskolan



Produktivitet vid skotning av olika grundyteuttag i volymblädning

Forwarder productivity during different basal area extraction rates in selection harvesting

MAX HEDLUND
ANTON JERNBERG



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2022:30

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Produktivitet vid skotning av olika grundyteuttag i volymblädning

Forwarder productivity during different basal area extraction rates in selection harvesting

Max Hedlund

Anton Jernberg

Handledare: Back Tomas Ersson, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Johan Törnblom, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurs kod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2022

Omslagsbild: Skotaren vid avverkning. Foto: Max Hedlund

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2022:30

Nyckelord: hyggesfritt skogsbruk, tidsstudie, blädning



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

Intresset för hyggesfria skogsskötselmetoder har ökat i Sverige och Skogsstyrelsen ska verka för ökad kunskap och ökade arealer skog som bedrivs med hyggesfritt skogsbruk. För att kunna öka arealerna som bedrivs med hyggesfritt skogsbruk behövs kunskap och underlag om prestationer och kostnader för maskiner vid hyggesfria skogsbruksmetoder. Denna studie ämnar till att studera prestation för skotare i volymblädning vid olika uttagsstyrkor. Att studera olika uttagsstyrkor och dess effekt är av intresse för exempelvis tätortsnära skogar som ska brukas men inte ge upphov till större kalytor. Om lägre uttagsstyrkor har liknande prestation, eller högre, jämfört med större uttagsstyrkor skulle det möjliggöra för en förändring i skogsbruksfilosofin där det går att göra lättare uttag till samma eller lägre kostnad. Ett lättare uttag skulle även medföra större volymtillväxt och bevarandet av skogskänslan till större grad.

Syftet med detta examensarbete var att studera prestationen för skotare i volymblädning vid tre olika grundyteuttag på 15 procent, 30 procent och 45 procent. Tidigare studier har jämfört prestationsnormer för skotare i gallring för att undersöka om prestationsnormer i trakthyggesbruk fungerar som underlag i blädningsbruk. I denna studie jämfördes våra resultat med två befintliga prestationsnormer för skotare i gallring respektive slutavverkning.

Till studien skapades tre parceller för de olika uttagsstyrkorna. Beståndet var ett gallrat homogent 85-årigt tallbestånd. Till arbetet användes en John Deere 1110 G som kördes av en erfaren förare med 39 års erfarenhet av maskinarbete. Vid skotning gjordes en frekvensstudie i syfte att kartlägga skotarens olika arbetsmoment. För varje lass bedömdes lastutrymmets fyllnadsgrad i syfte att beräkna en prestation för varje lass.

Resultatet av studien blev i medeltal $36,9 \text{ m}^3\text{fub/h}(G_0)$ vid lätt (11 procents) uttag, $34,7 \text{ m}^3\text{fub/h}(G_0)$ vid (17 procents) medeluttag och $44,9 \text{ m}^3\text{fub/h}(G_0)$ vid hårt (27 procents) uttag. Sammanfattningsvis blev produktiviteten högst vid störst grundyteuttag, men skillnaden mellan behandlingarna var inte statistiskt signifikant. Vid traktstorlek på 4 ha blev skotningskostnaden inklusive flyttkostnad på 4000 kr per skotare $77 \text{ kr/m}^3\text{fub}$ för lättbehandlingen, $60 \text{ kr/m}^3\text{fub}$ för medelbehandlingen $49 \text{ kr/m}^3\text{fub}$ och för hårdbehandlingen.

Denna studie implicerar att vid volymblädning i homogena bestånd som inte konverteringsavverkats förut, bör ett hårt uttag göras om man prioriterar låga skotningskostnader. För fortsatt forskning inom blädningsbruk borde en mer genomgående studie göras med fler upprepningar och i riktiga blädningsbestånd. Bestånden skulle då vara grandominerade till skillnad från homogena tallbestånd som var till underlag till denna studie. Sammanfattningsvis fanns det flera parametrar som beståndets karaktär, behandlingarna och parcellerna som inte blev optimala för en studie om blädningsavverkning. Dock visade våra resultatet en samstämmighet med tidigare skotarstudier i att högre grundyteuttag resulterar i en högre produktivitet jämfört med lättare uttag. Men befintliga prestationsnormer verkar grovt underskatta skotarens prestation vid prognostisering av skotningsproduktivitet vid volymblädning i homogena slutavverkningsmogna bestånd.

Nyckelord: hyggesfritt skogsbruk, tidsstudie, blädning

Abstract

Interest in continuous cover forestry (CCF) methods has increased in Sweden and the Swedish Forest Agency is working to increase knowledge about CCF. To be able to increase the area managed using CCF, knowledge is needed on the performance and costs of harvesting systems used in CCF. This study aims to examine the productivity of forwarders during selection harvesting at different extraction intensities. Studying different volume extractions and their effect on productivity is of interest for e.g. urban forestry. Urban forests should be managed using selection silviculture because of frequent public use or for ecological reasons.

This Bachelor thesis examines whether lower extraction rates have similar productivity rates compared to higher extraction rates. If this is the case, it would mean a change in forestry philosophy since lower extraction rates lead to greater stand volume growth and preserve the forest impression better compared to higher extraction rates.

The objective of this Bachelor thesis was to study the productivity of forwarders in selection harvesting at three different basal area extraction rates (15 percent, 30 percent and 45 percent). We also compared the forwarder's productivity during selection harvesting with the productivity predicted by two productivity norms for forwarders in thinning and final felling.

Three different plots were created for the three different treatments. The stand was a thinned homogenous 85-year pine (*Pinus sylvestris*) stand. The forwarder was a John Deere 1110 G operated by a driver with 39 years of experience with forwarding. The forwarder's time consumption was recorded using a frequency study. To establish a productivity for each treatment, each load was assessed according to its degree of fullness.

The result of this study was an average productivity of 36,9 m³sub/h(G₀) (solid under bark) at basal area extraction rates of 11 percent, 34,7 m³fub/h(G₀) at 17 percent extraction and 44,9 m³fub/h(G₀) at 27 percent extraction. The productivity was highest with the largest basal area extraction rate; however, the difference was not statistically significant. At 4 ha stand size, the forwarding cost including a 4000 SEK trailer cost was 77 SEK/m³sub with the lowest extraction rate, 60 SEK/m³sub with the medium extraction rate, and 49 SEK/m³sub for the highest extraction rate.

This study implies that when using selection harvesting in homogeneous, one-tiered stands, a higher basal area extraction rate should be chosen if one prioritizes lower forwarding costs. Future research should focus on stands that are spruce (*Picea abies*) dominated in contrast to the homogeneous pine stand which was the basis for this study. In summary, there were several parameters in this study such as the nature of the stand, the treatments, and the parcels that were not optimal when studying selection harvesting. However, our results are in agreement with previous forwarder studies that have found that higher basal area extraction rates lead to higher productivity compared to lower extraction rates. However, existing productivity norms seem to grossly underestimate the forwarder's productivity during selection harvesting in homogenous mature stands.

Key Words: Continuous Cover Forestry, plenterwald, time study.

Förord

Detta arbete är vårt examensarbete omfattande 15 högskolepoäng på Skogsmästarprogrammet vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. Arbetet utfördes vårterminen 2022 inom ämnet skogshushållning.

Idén bakom arbetet kommer från ett examensarbete av Tobias Karlsen, tidigare Skogsmästarstudent, som gjorde en liknande studie om skördare i volymbilädning. Detta arbete kan tolkas som en uppföljning och kompletterande av Tobias Karlsons examensarbete.

Vi vill ge heder och ett speciellt tack till Back Tomas Ersson för sin vägledning genom detta examensarbete. Han har varit ett gott stöd till vårt arbete genom hans sakkunnighet inom området. Dessutom vill vi tacka Rune Andersson, Mikael Harrysson, Fredrik Lindberg och Gustav Jacobsson på Sveaskog för deras hjälp med tillhandahållande av bestånd på Sveaskogs skogsinnehav. Vi tackar också Peter Arne och hans avverkningslag i Finnerödja skogstjänst för deras tålamod och arbete i detta examensarbete. Vi vill också tacka Jussi Manner från Skogforsk och tidigare studenten Tobias Karlsen som båda gett förslag och hjälpt till på arbetets praktiska utförande.

Max Hedlund & Anton Jernberg

Innehåll

1. INLEDNING	1
1.1 KOMBINERADE VÄRDEN FÖR ETT HÅLLBART SKOGSBRUK	1
1.2 BLÄDNING OCH VOLYMBLÄDNING	1
1.3 TIDIGARE STUDIER.....	2
1.4 SYFTE.....	3
1.5 HYPOTES	3
2. MATERIAL OCH METODER.....	4
2.1 LOKAL	4
2.2 BEHANDLINGAR OCH PARCELLER	5
2.3 HPR-FILER	6
2.4 FÖRARE OCH MASKINER.....	6
2.5 PRESTATIONSPÅVERKANDE FAKTORER.....	7
2.6 FREKVENSSSTUDIE OCH MOMENTINDELNING	8
2.7 TOM- OCH LASSKÖRNING	10
2.8 VOLYM I LASTUTRYMME	11
2.9 TIDSBEGREPP	11
2.10 TIDSÅTGÅNG VID KÖRNING	12
2.11 KOSTNADSBERÄKNING	12
3. RESULTAT.....	14
3.1 GRUNDYTEUTTAG	14
3.2 FREKVENSSSTUDIE	14
3.3 PRESTATION	15
3.4 KOSTNADSBERÄKNING	19
4. DISKUSSION	20
4.1 RESULTAT OCH HYPOTES	20
4.2 TIDIGARE STUDIER.....	21
4.3 STYRKOR OCH SVAGHETER.....	21
4.4 TOLKNING AV RESULTATEN OCH PRAKTISK IMPLEMENTERING	22
4.5 FORTSATT FORSKNING.....	23
4.6 SLUTSATSER.....	24
5. REFERENSER.....	25
6. BILAGOR	29
BILAGA 1.....	29

<u>BILAGA 1 FORTS.....</u>	<u>30</u>
<u>BILAGA 2.....</u>	<u>31</u>
<u>BILAGA 3.....</u>	<u>32</u>

1. Inledning

Intresset ökar för hyggesfria skogsskötselmetoder och allmänheten ställer högre krav på att mer skog sköts med hyggesfria skogsskötselmetoder (Andersson & Appelqvist 2020). Till en följd av detta har Skogsstyrelsen kommit med nya definitioner av hyggesfritt skogsbruk (Appelqvist et al 2021). Enligt Skogsstyrelsen finns det flera metoder som kan klassas som hyggesfria som blädning, luckhuggning och överhållna skärmar (Appelqvist et al 2021). Med definitionerna kan det konstateras att det tillämpas hyggesfria skogsskötselmetoder på 644 000 hektar under 2020 (Appelqvist et al 2021). Dessutom anser samhället att arealen skog med hyggesfria skogsskötselmetoder behöver öka i sin omfattning (Back 2022). För att bemöta detta ökade intresse hos allmänheten behövs mer kunskap om hyggesfria skogsbruksmetoder (Lundqvist et al 2014; Hannerz, Nordin & Saksa 2017; Pershagen & Westerlund 2020; Appelqvist et al 2021; Hallgren & Sandberg 2022).

1.1 Kombinerade värden för ett hållbart skogsbruk

För att möta kraven på ett hållbart skogsbruk behöver skogsbruket ta hänsyn till de sociala, ekologiska och ekonomiska värdena (Skogsstyrelsen 2021). Med avseende för dessa värden kan hyggesfria skötselmetoder vara ett komplement till trakthyggesbruket (Espmark 2017; Appelqvist et al 2021). Detta då hyggesfria alternativ upplevs mer positivt av allmänheten vid högt nyttjade områden för friluftsliv och rekreation (Björk 2018; Andersson & Appelqvist 2020).

För att främja biodiversiteten och ekologisk hållbarhet kan hyggesfria metoder vara ett bra komplement till trakthyggesbruket (Kuuluvainen et al 2011). Eftersom trakthyggesbruket har missgynnat störningskänsliga arter kan hyggesfria skötselmetoder vara till fördel när arter kräver skogar med lång trädkontinuitet (Dahlberg 2011; Hannerz, Nordin & Saksa 2017; Appelqvist et al 2021).

1.2 Blädning och volymblädning

Blädning eller blädningsbruk är en typ av hyggesfri metod som ämnar att skapa en fullskiktad skog (Lundqvist et al 2014). Fullskiktad skog innebär att det finns det träd i alla höjdklasser, dimensioner, åldrar jämnt fördelat i beståndet. Det ska också finnas fler stammar i de mindre diametrarna jämfört med de större diametrarna (Pukkala et al 2012; Appelqvist et al 2021).

Under 1990-talet blev det aktuellt med blädningens formen volymblädning i fjällnära skog (Lundqvist et al 2014). Vid volymblädning fokuserar man på beståndets volym efter och före åtgärd. Detta gör volymblädning mer praktiskt tillämpbar än den vanliga blädningen som fokuserar på en strikt diameterfördelning (Lundqvist et al 2014).

1.3 Tidigare studier

Tidigare studier har kommit fram till att hyggesfria skogsbruksmetoder kan vara mer lönsamt med högre nuvärde jämfört med det traditionella trakthyggesbruket (Pukkala et al 2016; Tahvonen & Rämö 2016). Flertalet studier har visat att vid hög ränta, lågt rotnetto, stor risk för skogsskador, lågt ståndortsindex och höga skogsvårdskostnader kan hyggesfria metoder vara mer ekonomiskt lönsamma (Scott 1982; Benson 1988; Tahvonen et al 2010; Pukkala 2018).

Inom blädning finns det få studier av avverkningsteknik (Lundqvist et al 2014). De studier som finns angående blädning kommer ifrån europeiska kontinenten och andra delar av världen (Mederski 2006; Lundqvist et al 2014). I dessa studier har förhållandena som avverkningssystem, träddimensioner, fysiska förhållanden och mål skiljt sig för mycket från de svenska förhållandena för att vara av intresse vid jämförelse med svenskt skogsbruk (McNeel & Rutherford 1994; Lundqvist et al 2014).

En av få tidsstudier som behandlar produktiviteten för skotare i blädning är Jonsson (2015). Enligt Jonsson (2015) kan blädning innebära att drivningskostnaderna ökar med 28 procent och dieselförbrukningen med 21 procent under en omloppstid jämfört med trakthyggesbruk. Fyra bestånd i Dalarna, Gästrikland, Ångermanland och Småland låg till underlag för studien. Bestånden var flerskiktade granbestånd som jämfördes med närliggande referensbestånd som brukades med konventionellt trakthyggesbruk. I studien blev kostnaderna högre eftersom tidsåtgången blev längre, detta när maskinerna behöver ta hänsyn till kvarvarande stammar. Kostnaderna blev också större eftersom det krävs en stor skördare för den höga medelstammen. Jonsson (2015) fick en normerad tidsåtgång vid skotning på 13,6 m³fub/h(G₁₅) från de två inledande blädningsingreppen. Detta var vid en medelstamsvolym på 0,10 och 0,21 m³fub/st för de två bestånden som studien studerade. Enligt Jonsson (2015) tillämpades Brunberg (2004) prestationsnorm vilket gav ett liknande resultat på 14 m³fub/h(G₁₅), vilket var en skillnad på endast tre procent vid gallring. Jonsson (2015) tyckte att gallringsnormen (Brunberg 2004) lämpar sig att användas som prognos för skotarens prestation i blädning.

En amerikansk studie av skotarpredation i blädning utfördes av McNeel & Rutherford (1994) som analyserade skotar- och skördarproduktivitet. Studien utfördes i ett bestånd med lätt terräng med douglasgran, gultall (*Pinus ponderosa*), och kustgran (*Abies grandis*). Beståndet som studien utfördes i var av lättare terräng och fick en skotarpredation på 14,1 m³/h(G₁₅). En annan amerikansk studie av Kellogg & Bettinger (1994) hade som mål med att ta fram en produktivitet och kostnad för kortvirkesmetoden med skördare och skotare i gallring. Studien utfördes i västra kustregionen i USA med 47 årig douglasgranskog och jättehemlock (*Tsuga heterophylla*). Studien fick en prestation mellan 10,2 och 14,5 m³/h(G₁₅) beroende på avståndet till avlägg som varierade mellan 60 och 720 meter.

Nurminen et al. (2006) utförde en tidsstudie av skotare och skördare i gallring och slutavverkning. Författarna modellerade produktiviteten baserat på flera faktorer, bl.a. olika volymer i lastutrymmet. Testbeståndet bestod av lätt terräng belägen i centrala Finland. Skotarproduktiviteten vid 200 meters avstånd till avlägg för en skotare med en lastutrymmes volym på 10 m^3 låg på cirka $10 \text{ m}^3/\text{h}(G_{15})$. I undersökningen användes sortimentsrena lass och virkeskoncentrationen låg på $7 \text{ m}^3/100\text{m}$ stickväg. Vidare publicerade Eriksson & Lindroos (2014) en studie bestående av en stor uppföljning av dataset för produktivitet för skördare och skotare i både slutavverkning och gallring. I gallring blev produktiviteten för skotare vid 200 meters avstånd till avlägg runt $14 \text{ m}^3/\text{h}(G_{15})$ beroende på storleken i lastutrymmet på maskinen. Brunberg (2004) skapade en produktionsnorm för skotare vilket baserades på driftsuppföljningar gjorda av Stora Enso Skog och Holmen Skog AB. Dessutom ska annat material från existerande produktionsnormer funnits till underlag. Den produktionsnormen kom fram till en skotarproduktivitet på $13,7 \text{ m}^3/\text{h}(G_{15})$ vid en terrängtransport på 200 m.

Ett kandidatarbete från 2021 studerade prestation och kostnader för en stor skördare i volymblädning vid olika uttagningsstyrkor (Karlsen 2021). Resultatet i studien var att kostnaderna blev som lägst vid lättaste uttagningsstyrkan. Om motsvarande situation råder för skotningen som för skördningen öppnar det för en förändring i skogsbruksfilosofin eftersom det sammanfattningsvis skulle vara lika ekonomiskt försvarbart med ett lättare uttag som med ett hårt uttag. Med lättare uttag i bestånden leder det också till högre volymtillväxt jämfört med ett hårdare uttag (Näslund 1942; Lundquist, Cedergren & Eilasson 2014). En till fördel är att det med lättare uttag behålls skogskänslan i en högre grad. Detta leder till en större kvarvarande skogskänsla, vilket är viktigt för sociala värden (Espmark 2017).

1.4 Syfte

Syftet med detta examensarbete var att studera prestationen för skotare i volymblädning vid tre olika grundyteuttag på 15 procent, 30 procent och 45 procent.

1.5 Hypotes

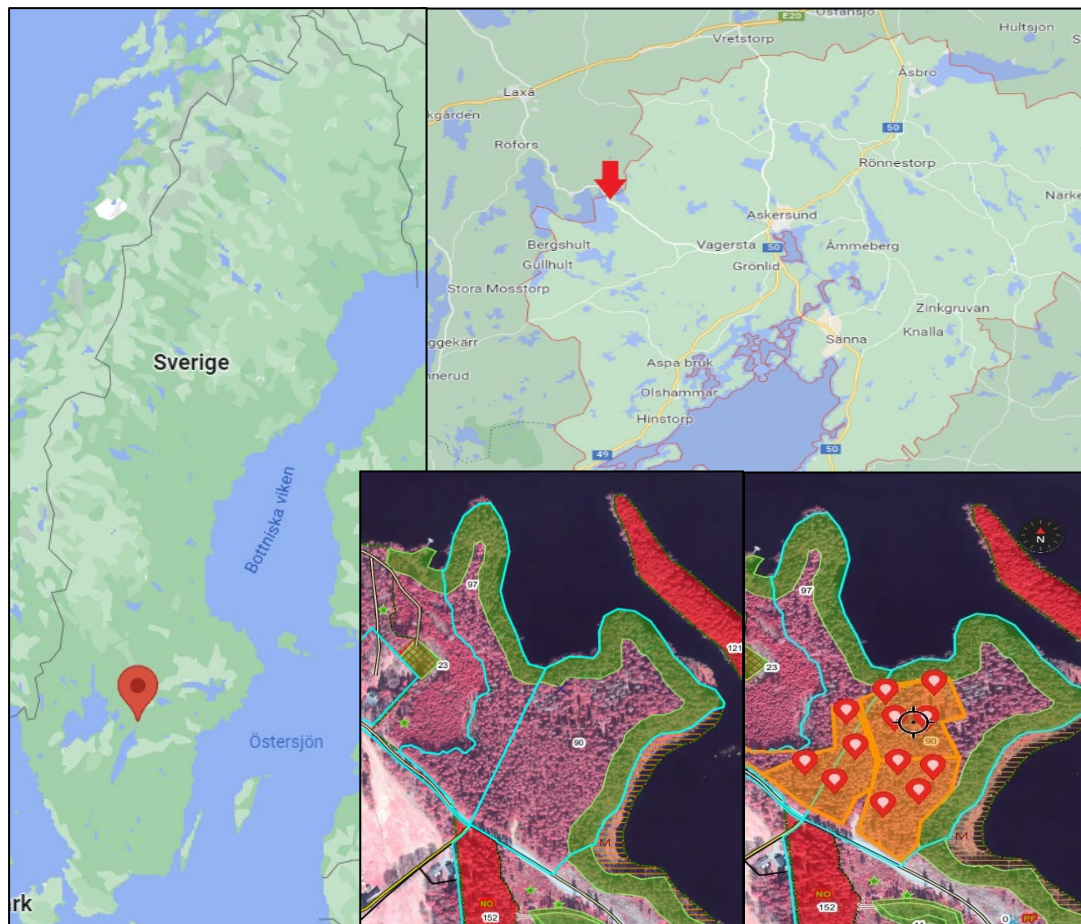
För arbetet togs det fram två hypoteser om produktiviteten för skotare i volymblädning:

- Att vid det lägsta uttaget skulle produktiviteten vara som störst (Karlsen 2021).
- Att prestationen är jämförbar med Brunberg (2004) prestationsprognos för skotare i gallring.

2. Material och metoder

2.1 Lokal

Arbetet genomfördes på Sveaskogs markinnehav i Askersunds kommun i området runt Revelbadets camping. Bestånden gränsar till östra Laxsjön och ligger i ett vattenskyddsområde. Bestånden gränsar också till väg 205 mellan Laxå och Askersund. Till de två bestånden fanns det sedan tidigare en kort ”ficka” som förlängdes och byggdes till en kort skogsbilväg med vändficka (Figur 1, två bilderna nere till höger).



Figur 1. Platsen för tidsstudien illustrerat med fyra kartbilder. En närmare översiktsbild på bestånden, nere i mitten, med en likadan bild till höger med parcellerna och positionerna för provytepunkter. Uppe till höger en översiktsbild över platsen i Askersunds kommun, platsen ligger väldigt nära gränsen för Laxå kommun och Revelbadets camping. Till vänster en stor bild över Sverige med Askersunds kommun utmarkerat. Bild höger längst ner: östra parcellen 15 % grundyteuttag, sydöstra parcellen 30 % grundyteuttag och norra parcellen 45 % grundyteuttag.

Sveaskog har sedan tidigare använt sig av blädning vid sitt skogsinnehav i intill liggande Laxå kommun (Angelstam 2017). År 2016 beslutades om en 2 000 hektar ”buffertzona” norr och söder om Tivedens nationalpark (Angelstam 2017). Detta för att Tivedens nationalpark är en stor besöksnäring för kommunen. Intill försöksbestånden ligger Revelbadets camping som också

är ett stort besöksmål som Sveaskog måste ta hänsyn till. Därför implementerar Sveaskog hyggesfria skogsskötselmetoder i området för att skapa friluftsvänliga skogar.

Enligt Sveaskogs bestandsdata var lokalen enskiktade talldominerat bestånd där tall stod för 95 procent av trädslagsblandningen. Bestånden var i övrigt homogena och hade gallrats tidigare. Skogen var slutavverkningsmogna bestånd i 85 års åldern. Marken var sandig/moig morän med ett fältskikt huvudsakligen av blåbär. Beståndet för lättbehandlingen med 15 procents uttagningsstyrka skiljer sig från de övriga två bestånden då en del av beståndet bestod av blötare terräng med grandominans (Figur 1, till höger längst ner).

Avverkningen och skotningen tog plats i början på maj 2022. Förutsättningarna för drivning var goda efter en längre tids regnfritt väder.

2.2 Behandlingar och parceller

Till studien användes tre uttagningsstyrkor (behandlingar) likt Karlsens (2021) studie om skördarprestation i volymblandning. Därför till denna studie användes samma tre behandlingar: lätt (15 procent), medel (30 procent) och hård (45 procent). Parcellerna skapades med liknande terrängförhållanden gällande GYL (Berg 1982), stamantal, medelstamsvolym, trädslagsblandning och övre höjd (ÖH). Varje parcell planerades att bli ett hektar stort och där skördarföraren själv bestämde stickvägarnas placering.

Med de färdiga parcellerna behövdes parcellerna inventeras enligt (Bilaga 2) och markeras med snitslar och stolpar, två bilderna nere till höger (Figur 1). Dessutom innan avverkning taxerades grundytan, övre höjd (ÖH), trädslagsblandning, GYL, medeldiameter och stamantal. GYL uppskattades okulärt. Enligt (Tabell 1) nedan visas de taxerade beståndsuppgifterna före avverkning och de förväntade uttagen i m³fub.

Efter utförd avverkning kontrolltaxerades parcellerna för att bestämma det verkliga grundyteuttaget. Denna uppföljning utfördes vid exakt samma punkter som för den inledande inventeringen (Tabell 5).

Inventeringen resulterade i ett väldigt lågt stamantal för hårdbehandlingen, vilket i sig gav en överkligt hög medelstam som inte var representativ. I verkligheten var medelstammen ungefär lika för alla behandlingar, i kapitel 3.3 redovisas den uttagna medelstammen från hpr-filerna (Tabell 7) och som är med sanna medelstammen.

Tabell 1. Parcellernas medelvärden innan avverkning. Definitionen av GYL är (grundförhållanden, ytstruktur och lutning (Berg 1982)). Definitionen av stammar/ha är stammar med brösthöjdsdiameter ≥ 8 cm. Till virkesförrådets beräkning användes Skogskunskaps *Virkesförråd - övre höjd*.

Uttagnings styrka	Volym (m ³ sk/ha)	Beräknat uttag m ³ fub	Stamantal (stammar /ha)	Medelstam innan avverkning (m ³ sk/stam)	Grund-yta före (m ² /ha)	GYL
LÄTT (15%)	230	29	350	0,66	24	1.1.2
MEDEL (30%)	225	56	375	0,60	23	1.1.1
HÅRD (45%)	240	90	262	0,91	23	1.1.1

2.3 HPR-filer

Uppföljningen av parcellerna kompletterades med hpr-filer från skördarens skördardator. Hpr står för Harvester Production Report och innehåller data om avverkade stammar och positionen i geografien där de avverkades. Skördarens position bestäms genom satellitkommunikation. Via GPS på skördarkytten (Noordermeer et al 2021) ges bra uppskattning av skördarens uppställningsplats. Syftet med hpr-filer är att få data om beståndet och de avverkade stammarna. Datat ur hpr-filerna ger information om medelstam, medellängd och det totala avverkade volymen per angiven trakt. I vår studie användes hpr-filerna för att hämta stocklängder och att avstämna den totala avverkade volymen per parcell.

För skotaren dokumenterades maskinens terrängtransport med skotarens trippmätare. Detta för att kunna få en laststräcka, sträckan körning vid lastning, vilket tillsammans med virkesvolym gav oss virkeskoncentrationen.

2.4 Förare och maskiner

För skördning användes en Ponsse Scorpion årsmodell 2019 och för skotning en John Deere 1110 G (Tabell 2). Entreprenören är sedan tidigare

specialiserad på volymblädning och företaget utför ofta blädningsavverkningsuppdrag åt Sveaskog.

Skördarföraren hade över 5 års erfarenhet med volymblädning medan skotarföraren hade nästan ett års erfarenhet. Utöver volymblädning hade skotarföraren > 39 års erfarenhet av skogsmaskiner.

Tabell 2. Skotarmodellens årtal, antalet körda timmar, mått, vikt och motoreffekt.

Skotare	
Tillverkare	John Deere
Modell	1110 G
Årsmodell	2017
Antal timmar körda (h)	8 500
Lastningskapacitet (ton)	12
Tjänstevikt (ton)	15,3
Effekt (kw)	145
Bredd (m)	2,7
Längd (m)	9,8
Kran typ	CF7
Kranräckvidd (m)	8,5
Grip typ	HSP 035 DUO
Griparea (m²)	0,35

2.5 Prestationspåverkande arbetsmoment, faktorer och koefficienter

För bedömningen av prestationspåverkande arbetsmoment, faktorer och koefficienter utgicks det ifrån Larssons (2020) bortsättningsmall för skotare (Bilaga 1). Prestationspåverkande faktorer bedömdes enligt fältblankett (Bilaga 2). Följande (Tabell 3) visar vilka arbetsmoment, faktorer och koefficienter som noterades, klassades och mättes i studien.

Vid tom- och lasskörning användes ett normerat terrängtransportavstånd i syfte att göra resultaten mer jämförbara.

Tabell 3. Olika prestationspåverkande arbetsmoment, faktorer, koefficienter för skotare med förklaringar enligt Larsson (2020).

Arbetsmoment /Faktorer/Koefficient	Beskrivning
Pålastning, körning under lastning och lossning	Lastandet av virke, körning när föraren lastar och lastar av.
Tom- och lasskörning	Körning tom från avlägg tills föraren börjar lasta i beståndet och körning med last till avlägget där avlastning påbörjas.
Tidstillägg för sortering	Korrektionsfaktor som räknas ut med antalet sortiment i skogen och på avlägg.
Timmerkorrektioner	Korrektionsfaktor som räknas ut med hjälp av medelstamsvolymen i m ³ fub/träd.
Övriga korrektioner	Tidsåtgången (G ₀) per m ³ fub

Enligt tidigare forskning är den största påverkande faktorn lastutrymmets volym och avståndet till avlägg (Jiroušek et al 2007; Eriksson & Lindroos 2014). Enligt en annan studie av Manner et al (2013) menar författarna att uttaget inte är den största avgörande faktorn utan störst påverkan har virkeskoncentrationen av de olika sortimenten. Studien visade på att sortiment som har en lägre virkeskoncentration än 2,8 m³/100m stickväg bör samlastas.

2.6 Frekvensstudie och momentindelning

Till arbetet kommer det att utföras en frekvensstudie för att studera tidsåtgången i varje moment. I frekvensstudier registrerar man vilket arbetsmoment sker i varje enskild frekvens (Larsson 2020). Frekvensstudier kan vara systematiska eller slumpmässigt utvalda (Larsson 2020). För denna studie kommer en systematisk observation göras var 20:e sekund för att få fram prestation för en timme (G₀). Frekvensstudien startar när maskinen når första platsen för lastning. Sen avslutas den när lastutrymmet är tomt och gripen återvänt till lastutrymmet. Tom- och lasskörning ingick inte i frekvensstudien utan blev som tidigare nämnt ett normerat terrängtransportavstånd.

För frekvensstudien skapades en momentindelning (Tabell 4) enligt (Kellogg & Bettinger 1994; Kuitto et al 1994; Gullberg et al 1998; Nurminen et al 2006). Bedömningen om vilket moment varje frekvens tilldelas är förutbestämt med en hierarki från 1 till 3 (Tabell 4). Detta då flera moment kan ske samtidigt.

Beskrivning och förklaring av arbetsmomenten samt när den startar och slutar (Tabell 4).

Tabell 4. Beskrivning för arbetsmomenten och momentens start och slut. Momentindelning för skotare i frekvensstudien med hierarkin 1 till 3 där 1 går i förstahand för att sedan följas av 2 och 3. Enligt (Gullberg et al 1998).

Moment	Beskrivning	Hierarki
Lastning	När kranen rör sig till virkesknippe/stock, gripning och vid kranrörelser utåt och inåt. Startar: När kranen rör sig vid lastning. Slutar: När gripen släpper knippet/stocken.	1
Tillrättaläggning lastning	Sortering i lastutrymmet. Startar: efter att gripen släppt knippet/stocken första gången och tar nytt grepp i lasset. Slutar: när gripen släpper knippet/stocken.	1
Lossning	Avlastning vid avlägg. Startar: när kranen börjar röra sig. Slutar: efter att gripen släppt stockarna.	1
Risning och kavling	Görs vid sämre underlag för att hindra spårbildning eller skadekörning	1
Tillrättaläggning lossning	Sortering i virkesvälta/lastutrymmet. Startar: när gripen släpper knippet/stocken första gången i vältan och tar nytt grepp i vältan. Slutar: när kranen förts till lastutrymmet.	1
Körning under lastning	Från att hjulen börjar rotera till att hjulen slutar rotera.	2
Körning under lossning	Från att hjulen börjar rotera till att hjulen slutar rotera.	2
Avbrott	Reparation, telefontid och stillestånd.	3

Lastning (inkl. körning under lastning) är det mest tidskrävande momentet (Kuitto et al 1994). Enligt Kuitto et al (1994) och kan (inkl. körning under lastning) ta upp till 60 procent av tiden. En liknande studie av Nordfjell et al (2003) jämförde tidsåtgången vid lastning (inkl. körning under lastning) med rena massaveds- och timmerlass. Studien visade att med rena timmerlass tog

lastning (inkl. körning under lastning) upp mellan 41 och 46 procent av tidsåtgången beroende på skotarmodell. För massavedslassen fann studien att tidsåtgången för lastning (inkl. körning under lastning) kunde ta upp till mellan 60 till 64 procent av tiden.

Enligt Kuttio et al (1994) kan lastning (inkl. körning under lastning) ta upp till 60 procent av tidsåtgången vid skotning. En amerikansk tidsstudie om lastning av Kellogg & Bettinger (1994) studerade kortvirkesmetoden med skördare och skotare. Studien visade tillsammans med Nurminen et al (2006) att sortimentsrena lass hade högst produktivitet. Detta samtidigt som samlastningen sänkte tidsåtgången för körning under lastning då flera sortiment lastas. I Nurminen et al (2006) samlastades två till tre sortiment åt gången. Medan lossningen får en längre tidsåtgång för att sorteringen i lastutrymmet och virkestravarna blir svårare (Bergstrand 1985; Nurminen et al 2006; Manner et al 2013). Men enligt Manner et al (2013) och Bergstrand (1985) beror det mest tidseffektiva antalet lastade sortiment på virkeskoncentrationen bland sortimenten. Samtidigt som Brunberg och Arlinger (2001) fann att produktiviteten minskar för skotare med 3 till 4 procent per nytt sortiment som sorteras ute i skogen.

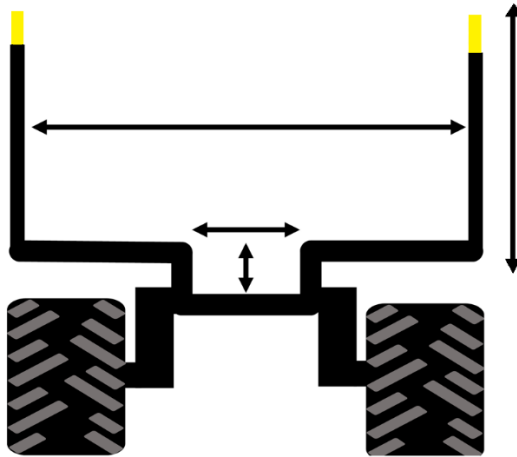
2.7 Tom- och lasskörning

I denna frekvensstudie uppmättes inte tom- och lasskörningen. I stället användes Larsson (2020) prestationsprognos för skotare i syfte att kalkylera en normerande tidsåtgång. Formlerna för Larsson (2020) kan alterneras beroende på terrängtransportavståndet, laststorleken i lastutrymmet, ytstrukturen och lutning. Brunberg (2004) och Larsson (2020) använder sig endast av en genomsnittlig hastighet för studiernas prestationsprognos i stället för två hastigheter vid tom- och lasskörning. Båda prestationsprognoserna tar hänsyn till ytstruktur och lutning. Resultaten varierar från Brunbergs (2004) funktion från 20 m/G₁₅-min vid de sämsta förhållanden till 65 m/G₁₅-min vid bästa förhållanden. För Larsson (2020) ger samma förhållanden som sämst en hastighet på 25 m/G₀-min och som bäst 72 m/G₀-min. Enligt Brunberg (2004) är skotarens hastighet 10 – 20 procent lägre vid gallring jämfört med slutavverkning.

Tidigare studier av tom- och lasskörning har gjorts av Nurminen (2006) och Kuitto et al (1994). Nurminen fick en hastighet på 44 m/min vid lastad körning medan den olastade hastigheten låg på 56 m/min. Denna studie av Nurminen (2006) baserades på undersökningar gjorda på 14 skotare där nio av maskinerna var på slutavverkning medan fem var i gallring. Studien av Kuitto et al (1994) kom fram till nästan samma resultat på 56 m/min vid tomkörning och med lasskörning 46 m/min.

2.8 Volym i lastutrymme

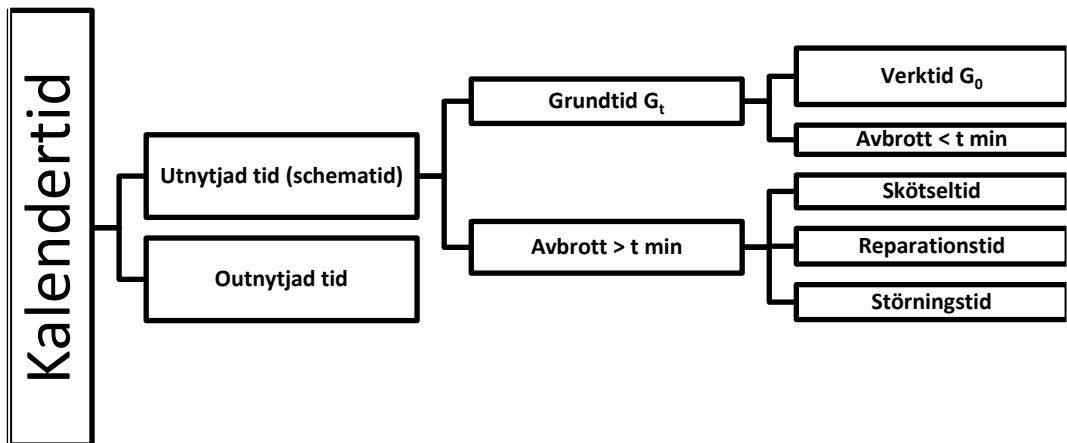
Efter varje lass bestämdes en volym enligt (Figur 2) i m^3 fpb. Detta gjordes tillsammans med skotarföraren efter varje lass. Lassen dokumenterades på (Bilaga 3). Summan av dessa okulära bedömningar stämde sedan av mot parcellernas totala avverkade virkesvolym enligt skördarens hpr-filer. Summorna stämde väldigt väl, variationen var inom en kubikmeter, och därför antogs de okulära bedömningarna vara trovärdiga och korrekta.



Figur 2. Till studien uppskattades lastarea okulärt tillsammans med skotarföraren till en föreslagen volym.

2.9 Tidsbegrepp

För frekvensstudien behövdes tidsenheterna enligt Larsson (2014) att definieras (Figur 3). Tiden som går åt för att utföra arbetsuppgiften kallas utnyttjad tid. Utnyttjade tiden delas in i grundtid och avbrott. I grundtiden går den tid åt för att lösa arbetsuppgiften och kortare uppehåll ($<t$ min). Grundtidsenheten blir då $h(G_t)$. Vid $t=15$ får uppehåll max vara 15 minuter långa för att räknas med i grundtiden $h(G_{15})$ (Larsson 2014). I detta arbete presenteras de genomsnittliga prestationer i G_0 -tid.



Figur 3. Samband mellan olika tidsbegrepp (från Larsson 2014).

De avbrott i arbetet som är längre än t-tiden räknas som avbrottstid. Tiden för avbrott delas in i följande tre klasser: reparationstid, störningstid och skötselstid. Avbrottstiden mäts i timmar (h) till skillnad från grundtiden (G_0) (Larsson 2014).

Manner et al. (2013) jämförde deras egen studie med Bergstrand (1985) och spekulerade i att den nya tekniken som kommit mellan åren inte har resulterat i större produktivitet mätt i faktisk verktid. I stället spekulerar författarna i att tekniken har resulterat i ett mer effektivt utnyttjande av den schemalagda tiden.

2.10 Tidsåtgång vid körning

Formeln för körningshastighet (V) i lutning med ytstruktur (Tabell 1) hämtades från Larsson (2020).

$$V = 88 - 8,5 \times Y - 7,2 \times LUT$$

V = Körhastigheten (m/ G_0 -min)

Y = ytstruktur (1 – 5)

LUT = lutning (1 – 5)

För att kunna räkna ut tidsåtgång för körning har formeln för körning använts från Larsson (2020). Denna formel är likadan som i Brunberg (2004) och formeln bygger på medelskotningsavståndet. Parametrar som formeln tar hänsyn till är terrängtransportavstånd enkelväg, körhastighet, laststorlek i lastutrymmet, ytstruktur och lutning. Vid körning till och från avlägg används enkelt terrängtransportavstånd. Enkelt terrängtransportavstånd innebär enligt Brunberg (2004) sträckan från avlägg till virkesvolymens tyngdpunkt.

Formel nedan enligt Brunberg (2004) och Larsson (2020) med vissa förändringar, se (Bilaga 1). Förändringar gjordes för en mer passande tidsåtgång, T , i G_0 -min/ m^3 fpb. Vid omräkning från m^3 fpb till m^3 fub används 0,88 i omföringstal från Skogssverige (2020).

$$T = \frac{2 \times A}{V \times L}$$

T = Tidsåtgång för körning (min(G_0)/ m^3 fpb)

A = Enkelt terrängtransportavstånd (m)

V = Körhastigheten (m/min(G_0))

L = Laststorlek i lastutrymmet (m^3 fpb)

2.11 Kostnadsberäkning

För detta arbete gjordes även en kostnadsberäkning per kubik. Syftet med kostnadsberäkningen är att illustrera kostnader fördelade på traktstorlek (ha). Kostnadsberäkningarna gjordes med hjälp av den prestationen och den skotade volymen från behandlingarna. Till kostnadsberäkning antogs också en

timkostnad, som genom samtal med entreprenören (Peter Arne, Finnerödja skogstjänst) bestämdes till 1050 kr/(h(G₀)). Flyttkostnaden för skotaren bestämdes till 4000 kr per flytt.

3. Resultat

3.1 Grundyteuttag

Efter den utförda skördaravverkningen gjordes en kontrolltaxering för att mäta det verkliga grundyteuttaget. Det verkliga grundyteuttaget blev inte alls som planerat. Vid 15, 30 och 45 procents grundyteuttag blev det verkliga grundyteuttaget följande; 11, 17 och 27 procent (Tabell 5). Detta resulterade i en total avverkad och skotad volym på 24 m³fpb/ha för lättbehandlingen, 36 m³fpb/ha för medelbehandlingen och 62 m³fpb/ha för hårdbehandlingen.

Tabell 5. Uppmätt kontrolltaxering, grundyta före och efter, volym före och uttagen volym, och volymen som skotades under studien (= avverkad volym). För omvandling från skogskubikmeter (m³sk) till fastkubikmeter på bark (m³fpb) användes 0,95 som omräkningstal enligt SkogsSverige

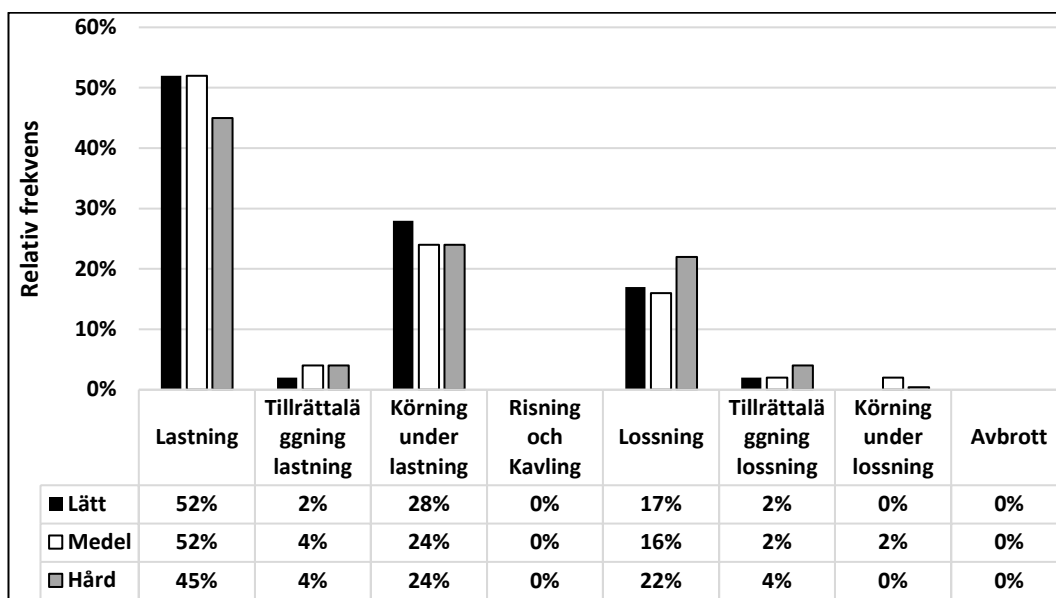
Behandling	Planerat uttag av grundyta (%)	Verkligt uttag av grundyta (%)	Grundyta före avverkning (m ² /ha)	Planerad grundyta efter uttag (m ² /ha)	Verkliga grundyta efter uttag (m ² /ha)	Volym före uttag (m ³ sk /ha)	Volym efter uttag (m ³ sk/ha)	Avverkad volym (m ³ fpb /ha)
Lätt	15	11	24	21	22	230	205	24
Medel	30	17	23	16	19	225	187	36
Hård	45	27	23	13	17	240	175	62

(2020).

3.2 Frekvensstudie

Momentindelning för skotaren visade inga större skillnader mellan de olika behandlingarna (Figur 4). Det momentet som stod för mest tidsåtgång var lastningen som stod för totalt 50 procent av tiden för alla behandlingar. Efter lastning blev det körning under lastning, vilket totalt stod för 25 procent av tidsåtgången i medel för behandlingarna. Tredje störst tidsåtgång hade lossningen på 18 procent för alla behandlingarna. Tillrättaläggning under lastning och lossning stod för en liten del av frekvensstudien. Körning under lossningen stod för en mycket liten del av tidsåtgången då maskinföraren lossade på väg med möjlighet till virkesupplagor på båda sidor om skotaren. Lossningen kunde dessutom enkelt utföras stillastående då maskinen hade flera sortiment vid båda sidorna vilket inte gav upphov till körning mellan virkesupplagorna.

Momenten risning + kavling och avbrott förekom inte i frekvensstudien. Detta för att det inte fanns något dike eller vattendrag att korsa. Grundförhållandena var också god vid mer låglänta platser i terrängen vilket inte skapade behov för risning då vädret hade vart regnfritt i ett antal veckor före. Inga avbrott förekom eftersom arbetet gick bra och maskinen var av nyare modell som inte gav upphov till driftstörningar.



Figur 4. Fördelning procentuellt av frekvenser för skotaren enligt momentindelningen (Tabell 4) för de tre olika uttagsstyrkorna (Tabell 1). Detta exkluderar tom- och lasskörning.

3.3 Prestation

Vid lättbehandlingen avverkades och skotades 50 m³fpb fördelat på fyra lass och fem sortiment (Tabell 6). Skotarföraren fördelade sortimenten gran- och talltimmer i två lass medan två lass blev barrmassaved (barr) och klentimmer samt med lite brännved (bränn) på fjärde lasset. På medelbehandlingen blev det 29,5 m³fpb fördelat på två lass och fyra sortiment. Skotarföraren lastade gran- och talltimmer i ett lass medan andra lasset blev barrmassaved och klentimmer. Vid hårdbehandlingen avverkades och skotades 67 m³fpb fördelat på fem lass och fem sortiment.

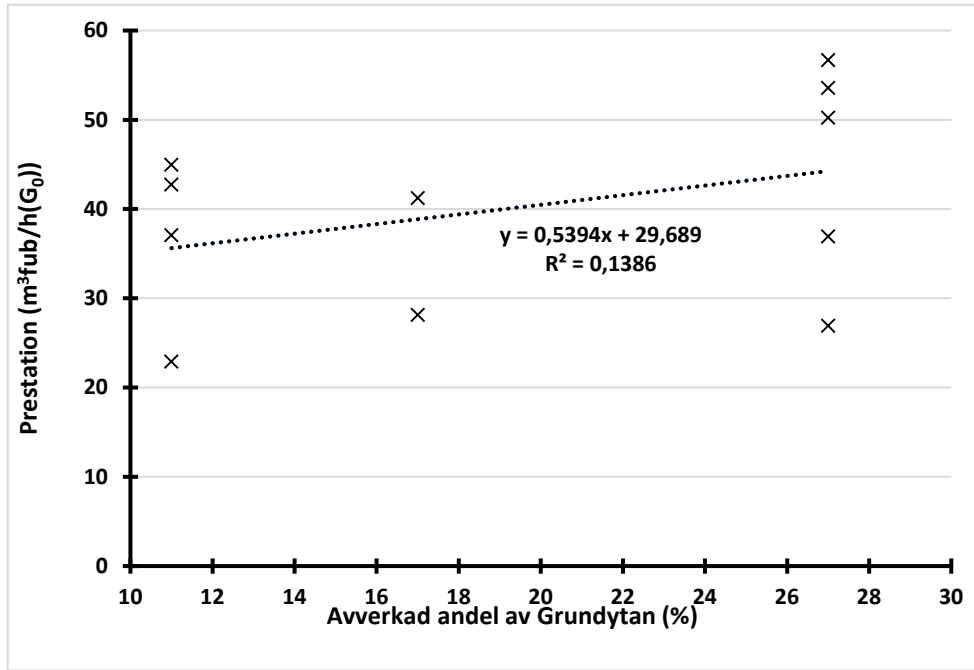
Skotarföraren fördelade sortimenten gran- och talltimmer i två lass medan två lass blev med barrmassaved och klentimmer. Det femte lasset var med granbarkborreangripen brännved.

Tabell 6. Antalet lass fördelade på de tre behandlingarna med skotad volym $m^3\text{fub}$, tidsåtgång $\text{min}(G_0)/m^3\text{fub}$ och laststräcka. Som enligt (Tabell 5) blev det verkliga uttaget annorlunda från de tilltänkta behandlingarna. Alla lasserna är på en normerad terrängtransport på 100 m med en likadan hastighet på 72 m/min ($h(G_0)$). Detta avverkningslag körde fem sortiment: barrmassa (barr), brännved (bränn), klen-, gran- och talltimmer.

Behandling	Lass	Tidsåtgång ($\text{min}(G_0)$ /lass)	Skotad volym ($m^3\text{fub}$)	Prestation ($m^3\text{fub}/$ $h(G_0)$)	Laststräcka (m)	Sortiment
Lätt	1	17	16	42,7	387	Gran- och talltimmer
	2	15,7	8	22,9	387	Barr & klentimmer
	3	13,7	14	45,0	341	Gran- och talltimmer
	4	14,3	12	37,1	217	Barr, klentimmer och bränn
Medel	1	19	17	41,2	352	Gran- och talltimmer
	2	20,7	12,5	28,2	346	Barr & klentimmer
Hård	1	13	16	53,6	156	Gran- och talltimmer
	2	13	15	50,2	250	Gran- och talltimmer
	3	11,7	15,5	56,7	294	Bränn
	4	18,7	15	36,9	294	Barr & klentimmer
	5	9	6	26,9	143	Barr & klentimmer

I medeltal blev prestationen för lättbehandling $36,9 m^3\text{fub}/h(G_0)$ vid 11 procents uttag, $34,7 m^3\text{fub}/h(G_0)$ vid 17 procents uttag och $44,9 m^3\text{fub}/h(G_0)$ vid 27 procents uttag (Figur 5). Prestationen för varje individuellt lass varierade som mest för den hårda behandlingen följt av lättbehandlingen och medelbehandlingen. Enligt medelvärdena var prestationen som högst vid hårdast behandling medan de lättare behandlingarna på 11 och 17 procent skiljde sig inte mycket sinsemellan. Enligt trendlinjen i Figur 5 tyder resultaten på en ökande prestation vid högre uttag. Dock innehöll vår studie för få upprepningar (lass) och det går inte att statistiskt påvisa att ett högre uttag resulterar i högre prestation (p -värde $>0,05$).

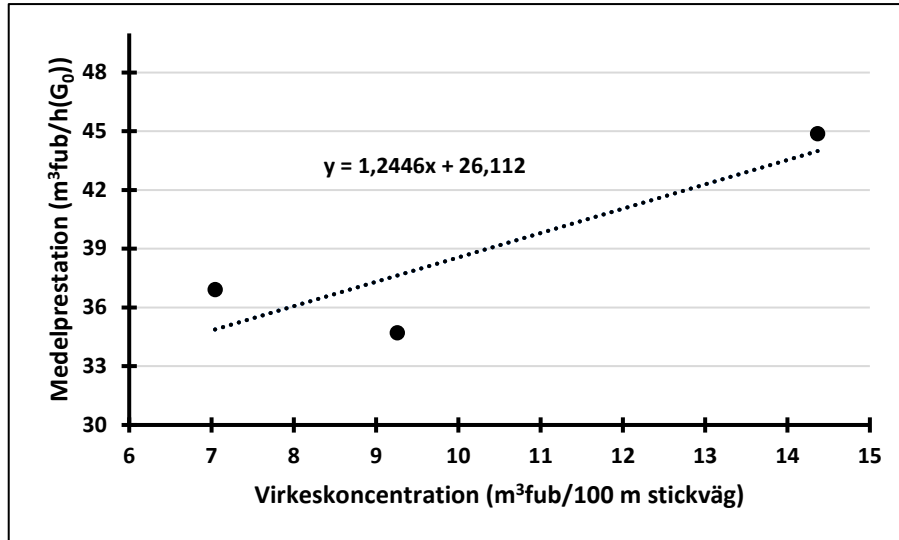
Till avståndet vid terrängtransporten användes ett normerat terrängtransportavstånd på 100 m för alla bestånden. GYL:en fick också ett normerat värde på 1 för ytstruktur och lutning vilket gav en hastighet på 72 m/min ($h(G_0)$) (Larsson 2020).



Figur 5. Skotarens prestation i varje lass för de olika grundyteuttagen. Kryssen representerar prestationen för de individuella lassen. Alla prestationer är på en normerad terrängtransport på 100 m med en likadan hastighet på 72 m/min ($h(G_0)$).

Prestationen för lätt-, medel- och hårdbehandling fördelat på virkeskoncentration $m^3fub/100$ m stickväg beräknades för varje parcell. (Tabell 7). Lättbehandlingen hade en virkeskoncentration på $7,0 m^3fub/100$ m stickväg, medelbehandlingen $9,3 m^3fub/100$ m stickväg och hårdbehandlingen $14,4 m^3fub/100$ m stickväg. Virkeskoncentrationen var 51 procent större hos hårdbehandlingen jämfört med lätt. Jämfört med medelbehandlingen blev virkeskoncentrationen för hårdbehandlingen 35 procent större.

Enligt denna studies resultat ger en ökande virkeskoncentration en högre prestation, se trendlinje Figur 6.



Figur 6. Skotarens prestation ($\text{m}^3\text{fub/h}(G_0)$) fördelad på virkeskoncentrationen per 100 m stickväg ($\text{m}^3\text{fub}/100 \text{ m}$).

Från hpr-filerna gavs en medelstamsvolym på $0,57 \text{ m}^3\text{fub}/\text{st}$, $0,60 \text{ m}^3\text{fub}/\text{st}$ och $0,64 \text{ m}^3\text{fub}/\text{st}$ för det avverkade behandlingarna lätt, medel och hård (Tabell 8). Sedan med skotarens trippmätare gavs också en virkeskoncentration enligt $7,0 \text{ m}^3\text{fub}/100 \text{ m}$ stickväg, $9,3 \text{ m}^3\text{fub}/100 \text{ m}$ stickväg och $14,4 \text{ m}^3\text{fub}/100 \text{ m}$ stickväg. För den totala laststräckan, stickväg, blev det längsta sträckan för lättbehandlingen på 666 m följt av hårdbehandlingen på 429 m och sedan medelbehandlingen på 349 m. Lätt- och medelbehandlingen bestod av två stickvägar medan medelbehandlingen hade bara en vilket gav en stor skillnad på laststräckan.

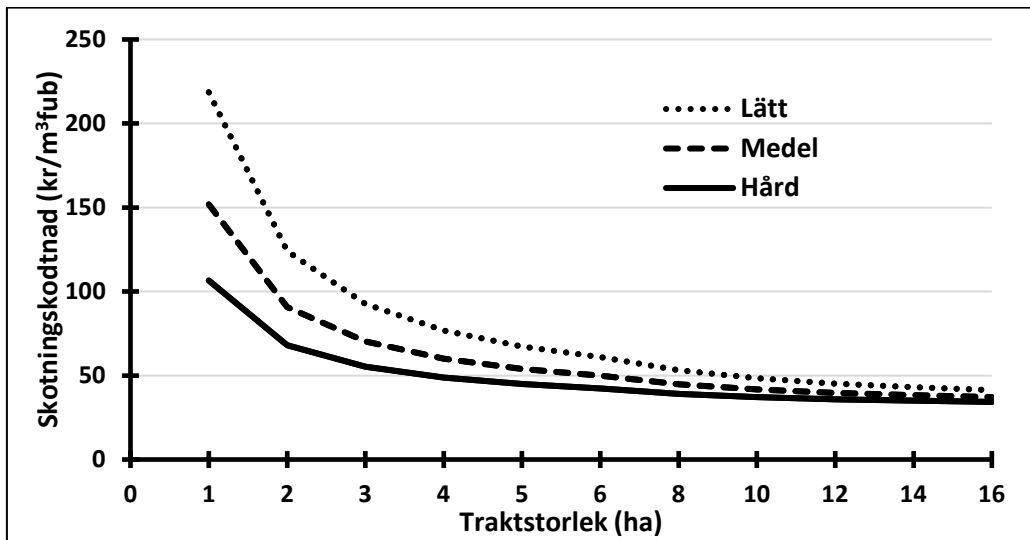
Tabell 7. Resultatet av uttagets medelstamsvolym, avverkad volym i varje parcell och virkeskoncentrationen per 100 m stickväg. Totala laststräckan inkluderar sträckan vid körning under lastning. Vid lätt- och hårdbehandling var det två stickvägar (stråk/slingor som skotaren körde på) och vid medelbehandling bara en, därför blev volymen fördelad på längre sträckor för lätt- och hårdbehandlingen.

Behandling	Uttagets medelstam ($\text{m}^3\text{fub}/\text{st}$)	Avverkad volym (m^3fub)	Totala laststräcka (m)	Virkeskoncentration ($\text{m}^3\text{fub}/100\text{m}$ stickväg)
Lätt	0,57	46,9	666	7,0
Medel	0,60	32,3	349	9,3
Hård	0,64	61,6	429	14,4

3.4 Kostnadsberäkning

Enligt studien blev skotningskostnaden lägst för hårdbehandlingen följt av lättbehandlingen och medelbehandlingen (Figur 7). Kostnaderna per m^3 fub fördelat på traktstorlek planade ut efter ungefär 5 ha.

Skotningskostnaden för en hektar var vid lättbehandling 219 kr/ m^3 fub, för medelbehandlingen 152 kr/ m^3 fub och hårdbehandlingen 107 kr/ m^3 fub. Vid 4 ha blev skotningskostnaden för lättbehandlingen 77 kr/ m^3 fub, för medelbehandlingen 60 kr/ m^3 fub och för hårdbehandlingen 49 kr/ m^3 fub. Vid 4 ha var alltså medelbehandlingen 23 procent dyrare än hårdbehandlingen medan lättbehandlingen var 57 procent dyrare än hårdbehandlingen. Timkostnaden för skotaren antogs vara 1 050 kr/(h(G_0)). Skotningskostnaden inkluderade även maskinflytten för skotare på 4 000 kr per flytt.



Figur 7. Skotningskostnaden (kr/ m^3 fub) inkluderat flyttkostnad på 4000 kr per skotare i förhållande till traktstorlek (ha). Uppmärksamma följderna av enheterna på x-axeln som ökar med 2 ha efter en traktstorlek på 6 ha. Kostnadskurvorna antar prestationsfunktionen i Figur 5 och de skotade volymerna i Tabell 5.

4. Diskussion

4.1 Resultat och hypotes

Till studien hade vi två hypoteser:

- Att vid det lägsta uttaget skulle produktiviteten vara som störst (Karlsen 2021).
- Att prestationen är jämförbar med Brunberg (2004) prestationsprognos för skotare i gallring.

Resultatet i Karlsen (2021) var att prestationen för skördare blev som högst vid lättaste behandlingen. Till motsats fann vår studie med skotare att prestationen var som högst vid hårdaste uttag (Figur 5). Detta betyder att för lägsta skotningskostnader är ett högre uttag att föredra. Men detta beror också på traktstorleken, efter högre traktstorlek än 4 ha blir skillnaden mindre. Karlsen (2021) menade att den högre medelstammen i lättbehandlingen resulterade i en bättre prestation för skördaren. Enligt hpr-filerna i vår studie visades medelstammen vara högst vid hårdbehandlingen (Tabell 7). Men enligt våra egna mätningar innan avverkning var också medeldiametern i brösthöjd högre på hårdbehandlingen. Övre höjden (ÖH) var ungefär lika för alla behandlingarna. Alltså var medelstamsvolymen från början större i hårdbehandlingsparcellen. Upprepningarna i vår studie var få vilket också gör resultatet osäkert (p-värde >0,05).

Jonsson (2015) menade att Brunbergs (2004) skotarpredation i gallring passade bra som underlag för prestation i inledande blädningsgrepp. I vår studie finner vi att varken Brunberg (2004) eller Larsson (2020) passar som underlag för volymblädning i slutavverkningsmogna bestånd, vilket motbevisar vår hypotes. Båda prestationsnormerna underskattar grovt resultatet från vår studie (som visade på medelskotningsprestationer mellan 35–45 m³fub/(G₀)). Med de låga uttagen som gjordes i denna studie prognosticerar Larsson (2020) en skotningsprestation på 13 m³fub/(G₀), 16 m³fub/(G₀) och 21 m³fub/(G₀). Alltså fungerar inte prestationsprognoserna med volymblädningens låga uttag. Brunberg (2004) vid slutavverkning med medelstor skotare prognosticerade inte heller korrekt med dessa lågauttag. Med uttagen som gjordes i denna studie prognosticerade Brunberg (2004) prestationen för lätt- och hårdbehandling 14 till 15 m³fub/(G₁₅). Terrängtransportavståndet för båda kalkylerna var satt till 100m. Medelstamsvolymen i kalkylerna var för lätt 0,57 m³fub/st, medel 0,60 m³fub/st och hård 0,64 m³fub/st (Tabell 7). Anledning är den höga tidsåtgången min(G_T)/m³fub som prognosticeras av Brunberg (2004) och Larsson (2020) vid de låga uttagen i studien.

Våra resultat visar att medeltidsåtgång per lass var högre i lätt- och medelbehandlingarna än hårdbehandlingen (Tabell 6). Alltså var det mycket snabbare att få fullast vid hårdare grundyteuttag. En annan anledning till den lägre tidsåtgången per m³fub för hårdbehandlingen kan vara den högre

virkeskoncentrationen jämfört med övriga behandlingar (Tabell 7; Figur 6). Enligt hpr-filerna var medelstammen också högre på i den hårdare behandlingen jämfört med lättare behandlingen (Tabell 8). Med den högre medelstammen i parcellerna bör det ha påverkat resultatet i studien till en viss grad. Tidsåtgången för lossningen på blev 22 procent för hård behandlingen vilket är 5 procent högre än lätt och 6 procent högre än medel. Dessutom blev det för medelbehandlingen endast ett 17 procents uttag vilket också relaterade i en låg virkeskoncentration (Figur 6). Detta resulterade i en lägre virkestäthet och längre lastningssträckor per m³fpb (Tabell 7).

För medelbehandlingen blev prestationen något lägre än lättbehandlingen. På medelbehandlingen försvann en bit av beståndet då det byggdes en vändficka i parcellen vilket resulterade i ett lägre verkligt uttag. Det orsakade också i att studien endast fick två lass på den behandlingen, vilket inte var önskvärt. Detta eftersom ett sampel på minst tre lass hade varit att föredra för att få mera trovärdiga medelvärden. Detta då våra resultat hade stor spridning och fler lass skulle ha gjort medelprestationen mer precis.

4.2 Tidigare studier

Gällande tidigare forskning inom området hur uttaget påverkar prestationen för skotare i blädningsbruk verkar det inte finnas något att jämföra med. Den enda jämförbara forskningen verkar vara Jonsson (2015) som studerade prestation i inledande blädningsingrepp med medelstamsvolymmer på 0,2 och 0,1 m³fub/st. Jonsson (2015) menade att Brunbergs (2004) skotarpredation i gallring passade bra som underlag för prestation i inledande blädningsingrepp.

4.3 Styrkor och svagheter

Styrkorna i denna tidsstudie var maskinförarnas erfarenhet då detta maskinlag är rutinerat och har nischat in sig inom volymblädning. Markägaren Sveaskog arbetar till stor omfattning med volymblädning i området då det tillämpas runt Tivedens nationalpark i deras skogsinnehav (Angelstam 2017). Dock var valet av bestånd inte optimalt då det var talldominerat, vilket bör ha påverkat prestationen på grund av att blädningsbruk bör tillämpas i granbestånd.

I denna studie finns det flera svagheter som kan ha lett till missvisande resultat. En möjlig felkälla med frekvensstudier är att de korta momentens omfattning inte återspeglas och att de systematiskt underskattas (Larsson 2014). Frekvensstudier kan också vara problematiska med maskinens cykliska förlopp när en arbetsföljd upprepas konstant. Detta leder till att det finns en risk med att frekvensstudiens intervall ”kommer i fas” med arbetets momentcykler (Larsson 2014). För studier som detta arbete där personer observeras finns det även en risk för Hawthorneeffekten (Mayo 1933). Hawthorneeffekten har sedan tidigare dokumenterats inom skogstekniska studier av exv. Kuitto et al. (1994), Ryyänen & Rönkkö (2001) och Skogelid (2019) där man fann att maskinförare hade högre produktivitet vid observerade tidsstudier. Observerade maskinförare kan ha agerat annorlunda än om de inte hade blivit observerade. För fortsatt forskning inom prestation för skotare i

volymbländning hade det också varit lämpligt med ett större urval då detta arbete hade ett lågt urval av bestånd och avverkningslag. I vår studie ingick inte heller någon typ av kontrollbestånd för jämförelse av resultatet. Även det låga antalet upprepningar (lass) i denna studie gör resultatet osäkert; p-värdet hamnade på 0,25 och inte under 0,05 som behövs för att påvisa statistisk signifikans.

En tilltänkt metod som till slut inte användes i studien var samlastning där skotarföraren skulle vara tvungen att samlasta alla sortiment i vissa lass. Övriga lass skulle maskinföraren få själv bestämma över sortimenten som föraren skulle samlasta. Vid frågor om hur detta skulle påverka studien menade maskinföraren att lastningssträckan och tiden för lastning skulle vara kortare. Dock skulle körningen och tillrättaläggning vid lossning öka då mer tid läggs på sortering i virkesupplagor.

Även beståndets utformning var inte ideal då den lätta behandlingen fick en mycket större omkrets jämfört med de andra två behandlingarna (Figur 1, bilden nere till höger). Detta resulterade i mer körning under lastning. Anledningen till utformningen av parcellerna var att beståndet var för litet för optimalt formade parceller.

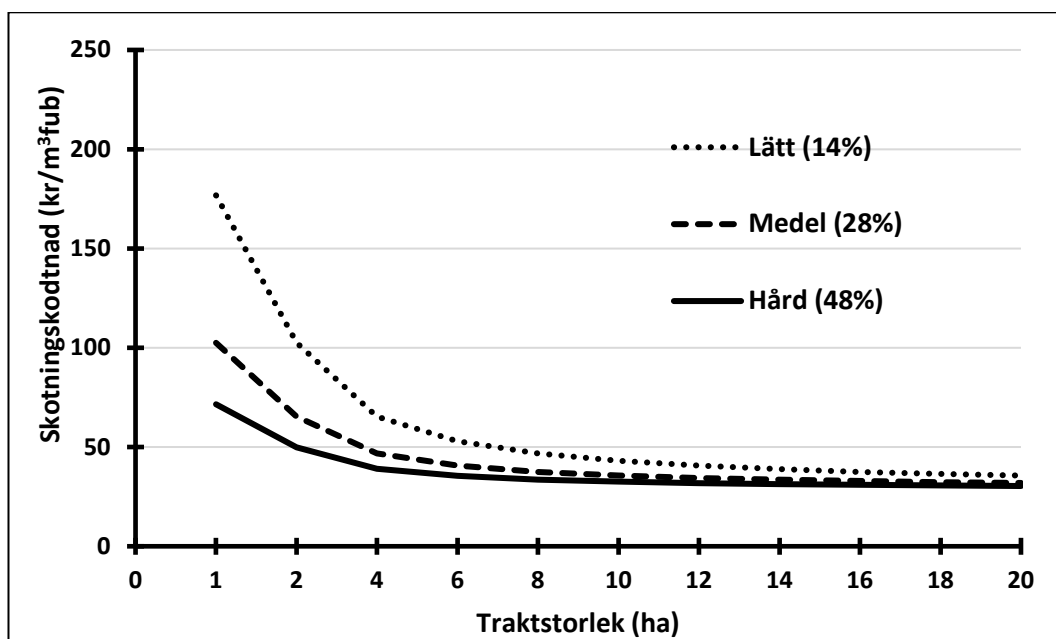
4.4 Tolkning av resultaten och praktisk implementering

Som tidigare nämns tyder denna studie på att ett större uttag är bättre för prestation och mer ekonomiskt försvarbart i homogena slutavverkningsmogna bestånd. Det betyder i praktiken att om man ska implementera volymbländning i homogena bestånd som inte konverteringsavverkats förut, bör uttagen vara av hårdare uttagningsstyrka ifall man vill prioritera låga skotningskostnader.

Karlsen (2021) visade på en ökande skördarprestation med ett minskande grundyteuttag, denna studie kom fram till det motsatta för skotare. Om behandlingarnas grundyteuttag i denna studie hade varit lika med Karlsons (2021) behandlingars uttag (14%, 28% och 48% grundyteuttag), hade skotningskostnaden inklusive trailerkostnaden för behandlingarna i stället varit 65 kr/m³fub för lättbehandlingen, 47 kr/m³fub för medelbehandlingen, och 39 kr/m³fub för hårdbehandlingen (Figur 8).

Om man vid 4 ha traktstorlek räknar med avverkningskostnaden från Karlson (2021) tillsammans med skotningskostnaden i Figur 8 blir den totala drivningskostnaden inklusive flyttkostnader 107 kr/m³fub för lättbehandling, för medelbehandlingen 94 kr/m³fub och för hårdbehandlingen 88 kr/m³fub.

Denna studie kan vara till nytta för bestånd som är viktiga ur ekologiskt perspektiv och med hänsyn till allmänheten i tätortsnära skogar. Denna studie och Karlsen (2021) pekar på avvägningen mellan att göra hårdare eller lättare uttag. Antingen görs lättare uttag för att gynna större volymtillväxt, ekologiska och sociala värden eller större uttag för en bättre skotarpredation och ekonomi. Dock för att komma fram till ett mer konkret resultat skulle det behövas upprepningsstudier.



Figur 8. Skotningskostnaden (inklusive trailerkostnad på 4000 kr/flytt) med denna studies prestation men med uttagsstyrkor för grundyta som överensstämmer med Karlsen (2021), dvs lätt grundyteuttag 14 %, medelgrundyteuttag på 28 % och hård grundyteuttag på 48%. Uppmärksamma följderna av enheterna på x-axeln som ökar med 2 ha efter en traktstorlek på 2 ha.

4.5 Fortsatt forskning

För fortsatt forskning och upprepningar av denna typ av studie om olika uttagsstyrkor i volymblädning skulle bestånd mer lämpade för blädning vara att föredra. Denna studies bestånd bestod av ett homogent talldominerat bestånd som var i 85 års ålder. För fortsatt forskning skulle flerskiktade grandominerade bestånd med varierande ålder och diameter vara mer relevant (Lundqvist et al 2014). För hela beståndet var medeldiametern hög på 34 cm i brösthöjd enligt Sveaskogs beståndsuppgifter. Heller fanns det ingen variation mellan brösthöjdsdiametererna för alla stammar.

Volymblädning med olika styrkor i uttagen skulle kunna resultera i ny forskning kring hur volymuttagen påverkar bestånden ekologiskt. Dessutom bör forskning undersöka för- och nackdelar beroende på volymuttaget med hänvisning till skador i form av storm, sjukdomar och insektsangrepp. Forskning av Päätaalo (2000) har visat att kraftigare volymuttag leder till

glesare bestånd som kan bli mer utsatta för stormskador. Framtida studier skulle även kunna undersöka hur människors estetiska uppfattning om bestånden skiljer sig mellan de olika volymuttagen, och huruvida människor tycker att de lägre volymuttagen hjälper till att bevara skogskänslan eller ej.

Även andra ekologiska för- och nackdelar gällande de olika volymuttagen skulle kunna studeras. Många arter vars population fått negativa konsekvenser av trakthyggesbruket har behov av skoglig kontinuitet (Lundqvist et al 2014). Forskning skulle kunna studera hur dessa arter gynnas eller missgynnas av de olika volymuttagen.

4.6 Slutsatser

- Sammanfattningsvis finns det flera egenskaper gällande beståndet, behandlingarna och parcellerna som inte blev optimala för denna typ av studie (skotning efter blädningsavverkning). Trots dessa tillkortakommanden kan man urskilja att det högre uttaget resulterade i en högre produktivitet jämfört med de lättare uttagen. Dock var skillnaden mellan uttagsnivåerna inte statistiskt signifikant i vår studie.
- Denna studie ämnade till att komplettera Karlsens (2021) studie av prestation för skördare vid olika grundyteuttag. I motsats till den studien finner vi inte samma koppling mellan högre produktivitet och lägre grundyteuttag. Enligt vår studie blev prestationen högre med hårdare uttag. Vår studie tyder också att med en ökande virkeskoncentration ökar prestationen.
- Skotarprestationerna Brunberg (2004) och Larsson (2020) passar inte som prestationsprognoser för blädning i bestånd i slutavverkningsåldern. Detta eftersom prestationsprognoserna verkar underskatta prestationen grovt vid skotning i blädningsavverkning.

5. Referenser

Andersson, R. & Appelqvist, C. (2020). *Hyggesfritt skogsbruk*. Skogsstyrelsen. Broschyr.

Angelstam, P. (2017). *Tivedens skogslandskap som grön infrastruktur för landsbygdsutveckling: intressentanalys och förslag*. Rapport, version 2017-09-10. Laxå kommun, Laxå.

Appelqvist, C., Sollander, E., Norman, J., Forsberg, O., Lundmark, T. (2021). *Hyggesfritt skogsbruk–Skogsstyrelsens definition*. Rapport 2021/8 Skogsstyrelsen.

Back, A. (2022). *Naturpanelen vill se mer kalhyggesfritt skogsbruk*. Hufvudstadsbladet. [2022-04-06:08:42]

Benson, C.A. (1988). *A need for extensive forest management*. The Forestry Chronicle, 64: 421-30.

Berg, S. (1982). *Terrängtypschema för skogsarbete*. Skogforsk. Nr 3-1995 ISBN 91-7614-035-0

Bergstrand K.-J. (1985). *Underlag för prestationsmål för skotning*. Skogsarbeten redogörelse 7 1985. Forskningsstiftelsen skogsarbeten. Uppsala. 27 p.

Björk, A. (2018). *Deltagande planering vid tätortsnära konflikter om skogen - intressentanalys och preferensstudie i området runt Skärsjön, Skinnskatteberg*. Skogsmästarskolan: Sveriges lantbruksuniversitet. Examensarbete.

Brunberg, T. & Arlinger, J. (2001). *Vad kostar det att sortera virket i skogen?*. Skogforsk. Resultat nr 3.

Brunberg, T. (2004). *Underlag till produktions normer för skotare*. Uppsala: Skogforsk.

Eriksson, M. & Lindroos, O. (2014). *Productivity of harvesters and forwarders in CTL operations in northern Sweden based on large follow-up datasets*, International Journal of Forest Engineering, 25(3): 179-200.

Espmark, K. (2017). *Debatten om hyggesfritt skogsbruk i Sverige*. Umeå: Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Sveriges lantbruksuniversitet. Future Forests rapport: 2017:2

Gullberg, T. Johansson, J. & Liss, J. E. (1998). *Studie av system En Har vid uttag av skogsenergi i unga bestånd-Hamrestudien*. Högskolan Dalarna.

Hallgren, E. & Sandberg, A. (2022). *Blädningsbrukets påverkan på biologisk mångfald: effekten på kärlväxternas biodiversitet och specifikt förekomsten av blåbär*. Grundnivå, G2E. Umeå: SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Hannerz, M. Nordin, A. & Saksa, T. (red.) (2017). *Hyggesfritt skogsbruk. Erfarenheter från Sverige och Finland*. Future Forests Rapportserie 2017:1. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå, 74 sidor.

Jiroušek, R. Klavač, R. & Skoupý, A. (2007). *Productivity and costs of the mechanised cut-to-length wood harvesting system in clear-felling operations*. Journal of Forest Science 53(10): 476-482.

Jonsson, R. (2015). *Prestation och kostnader i blädning med skördare och skotare*. Arbetsrapport från Skogforsk nr 863-2015. 28 s.

Karlsen, T. (2021). *Prestation vid avverkning med stor skördare i volymblädning*. Skogsmästarskolan. Sveriges lantbruksuniversitet. Examensarbete

Kellogg, L. D., & Bettinger, P. (1994). *Thinning productivity and cost for a mechanized cut-to-length system in the Northwest Pacific Coast region of the USA*. Journal of Forest Engineering, 5(2), 43-54.

Kuitto, P.J., Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J. (1994). *Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus*. Titel på engelska: *Mechanized cutting and forest haulage*. Metsäteho Report 410. 38 s.

Kuuluvainen, T. & Aakala, T. (2011). *Natural Forest Dynamics in Boreal Fennoscandia: a Review and Classification*. Silva Fennica 45(5): 823–841

Larsson, R. (2014). *Skogstekniska Tidsbegrepp*. Skogsmästarprogrammet. Sveriges lantbruksuniversitet. Skinnskatteberg. Kursmaterial.

Larsson, R. (2020). *Prestationsprognos - bortsättning*. Skogsmästarprogrammet. Sveriges lantbruksuniversitet. Skinnskatteberg. Kursmaterial

- Lundqvist, L. Cedergren, J. & Eilasson, L. (2014) *Blädningsbruk*. Skogsskötselserien nr 11. Skogsstyrelsen.
- Manner, J. Nordfjell, T. & Lindroos, O. (2013). *Effects of the number of assortments and log concentration on time consumption for forwarding*. *Silva Fennica* 47 (4).
- Mayo, E. (1933) *The human problems of an industrial civilization*. New York: The Macmillan Company
- McNeel, J. F. & Rutherford, D. (1994). *Modelling harvester-forwarder system performance in a selection harvest*. *Journal of Forest Engineering*, 6(1), 7-14.
- Mederski, P. S. (2006). *A comparison of harvesting productivity and costs in thinning operations with and without midfield*. *Forest Ecology and Management*, 224(3), 286-296.
- Noordermeer, L. (2021). *Coupling a differential global navigation satellite system to a cut-to-length harvester operating system enables precise positioning of harvested trees*. *International Journal of Forest Engineering* 32: 1-9.
- Nordfjell, T., Athanassiadis, D., & Talbot, B. (2003). *Fuel consumption in forwarders*. *International Journal of Forest Engineering*, 14(2), 11-20.
- Nurminen, T., Korpunen, H. & Uusitalo, J. (2006). *Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system*. *Silva Fennica* 40 (2).
- Näslund, M. (1942). *Den gamla norrländska granskogen reaktionsförmåga efter genomhuggning*. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt*, häfte 33, nr 1.
- Pershagen, K. & Westerlund, J. (2020). *Hyggesfria skötselmetoder för utveckling av sociala värden inom en tätortsnära skog: projekt Vätteskogen, Skinnskattebergs kommun*. Skogsmästarskolan. Sveriges lantbruksuniversitet. Examensarbete.
- Pukkala, T. Lähde, & E. Laiho O. (2012). *Continuous Cover Forestry in Finland – Recent Research Results*. In: Pukkala T., von Gadow K. (eds) *Continuous Cover Forestry. Managing Forest Ecosystems*, vol 23. Springer, Dordrecht.
- Pukkala, T., Laiho, O. & Lähde, E. (2016). *Continuous cover management reduces wind damage*. *Forest Ecology and Management*, 372, 120-127
- Pukkala, T. (2018). *Instructions for optimal any-aged forestry*. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 91(5), 563-574.

Päätaalo, M.L. (2000). *Risk of Snow Damage in Unmanaged and Managed Stands of Scots Pine, Norway Spruce and Birch*. Scandinavian Journal of Forest Research, 15(5): 530-541.

Scott, A. (1982). Intensive, extensive, and optimal development of forestlands. In: *Renewable resources in the Pacific: proceedings of the 12th Pacific Trade and Development Conference, held in Vancouver, Canada, 7-11 Sept. 1981*. IDRC, Ottawa, Canada.

Skogelid, O. (2019). *Underväxtens påverkan på produktiviteten och gallringskvalitén hos två gallringskördare*. Skogsmästarskolan. Sveriges lantbruksuniversitet. Examensarbete.

Skogskunskap (2022). *Virkesförråd - övre höjd*. Tillgänglig: <https://www.skogskunskap.se/rakna-med-verktyg/mata-skogen/virkesforrad---ovre-hojd/>. [2022-05-16]

Skogsstyrelsen. (2021). *Värden att bevara* <https://www.skogsstyrelsen.se/aga-skog/skydda-skog/varden-att-bevara/> [2021-06-02]


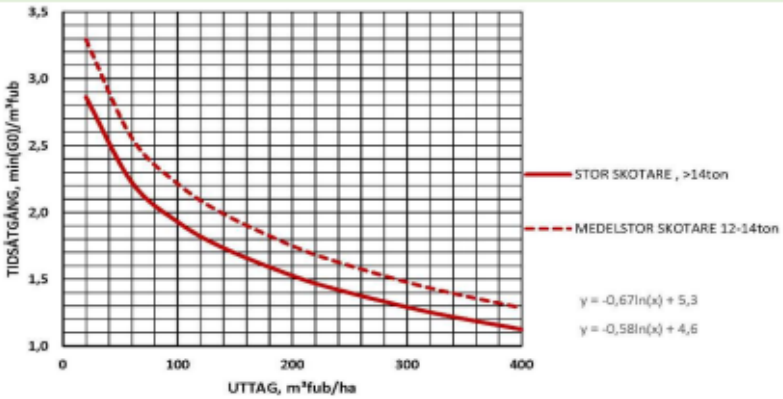
Skogssverige. (2020). *Omföringstabell vanliga kubikmetermått i skogen*. <https://www.skogssverige.se/omvandlare> [2022-05-17]

Tahvonen, O. & Rämö, J. (2016). *Optimality of continuous cover vs. clear-cut regimes in managing forest resources*. Canadian Journal of Forest Research 46 (7): 891-901.

6. Bilagor

Bilaga 1.

Prestationsprognos/bortsättningsmal för skotare i slutavverkning från Larsson 2020.

PRESTATIONSPROGNOS - BORTSÄTTNING		SKOTARE		SLUTAVVERKNING EGS																																																														
A. PÅLASTNING, KÖRNING UNDER LASTNING OCH LOSSNING, min(G₀)/m³fub																																																																		
						min(G ₀)/m ³ fub																																																												
B. TOM- OCH LASTKÖRNING, min(G₀)/m³fub																																																																		
För hastighetsbedömningar se sid. 2.																																																																		
Tidsåtgång för körning beräknas enligt:																																																																		
Transportavstånd (m) · 2 / (körhastighet (m/min(G ₀)) · lassvolym (m ³ fub/lass))																																																																		
Terrängtransport					m · 2 / (.....m/min(G ₀) ·m ³ fub) =																																																												
Basväg 1					m · 2 / (.....m/min(G ₀) ·m ³ fub) =																																																												
Basväg 2					m · 2 / (.....m/min(G ₀) ·m ³ fub) =																																																												
Summa körtider						min(G ₀)/m ³ fub																																																												
C. TIDSTILLAGG FÖR SORTERING, min(G₀)/m³fub																																																																		
$y = 0,2767x_0^{-0,2118} (x_0 - 1)$																																																																		
Sortiment med volymsandel ≥6%				Sortiment med volymsandel <6%																																																														
Antal sortiment på avlägg				Volymsandel																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>0,28</td> <td>0,55</td> <td>0,83</td> <td>1,11</td> <td>1,38</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>0,18</td> <td>0,36</td> <td>0,53</td> <td>0,71</td> <td>0,89</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td>0,27</td> <td>0,41</td> <td>0,55</td> <td>0,69</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,34</td> <td>0,46</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,40</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,44</td> </tr> </tbody> </table>					1	2	3	4	5	6	1	0,00	0,28	0,55	0,83	1,11	1,38	2		0,18	0,36	0,53	0,71	0,89	3			0,27	0,41	0,55	0,69	4				0,34	0,46	0,57	5					0,40	0,50	6						0,44	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>5%</td> <td>0,09</td> </tr> <tr> <td>4%</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>3%</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>2%</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>1%</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table>				5%	0,09	4%	0,08	3%	0,07	2%	0,06	1%	0,04
	1	2	3	4	5	6																																																												
1	0,00	0,28	0,55	0,83	1,11	1,38																																																												
2		0,18	0,36	0,53	0,71	0,89																																																												
3			0,27	0,41	0,55	0,69																																																												
4				0,34	0,46	0,57																																																												
5					0,40	0,50																																																												
6						0,44																																																												
5%	0,09																																																																	
4%	0,08																																																																	
3%	0,07																																																																	
2%	0,06																																																																	
1%	0,04																																																																	
Tillägg för avlastning från terräng 0,05 min(G ₀)/m ³ fub						min(G ₀)/m ³ fub																																																												
D. TIDSKORREKTION FÖR TIMMERANDEL, min(G₀)/m³fub																																																																		
Medelstam, m ³ fub/träd		0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,45	0,5	0,6																																																								
Korrektion, min(G ₀)/m ³ fub		0,33	0,12	0,00	-0,10	-0,22	-0,31	-0,35	-0,38	-0,44	$y = -0,31\ln(x) - 0,5942$																																																							
min(G ₀)/m ³ fub																																																																		
E. ÖVRIGA KORREKTIONER, min(G₀)/m³fub																																																																		
T.ex. minuter (G ₀) per lass/lassvolym = min(G ₀)/m ³ fub						min(G ₀)/m ³ fub																																																												
F. SUMMA TIDSÄTGÅNG, min(G₀)/m³fub																																																																		
A+B+C+D+E=						min(G ₀)/m ³ fub																																																												
G. BERÄKNAD PRESTATION, m³fub/h(G₀)																																																																		
60/F=						m ³ fub/h(G ₀)																																																												
H. BERÄKNAT ACKORDSPRIS, kr/ m³fub																																																																		
Förtjänsriktpunkten						kr/h(G ₀)/Prestationen G																																																												
kr/m ³ fub																																																																		

Bilaga 2.

Inventeringsblankett för taxering före och efter avverkning.

Inventeringsblankett

Uttag:

Ålder:

Parcell 1-3:

<u>Provytenummer:</u>	1	2	3	4	5	6
Grundyta:						
TGL:						
Stam/ha:						
GYL:						
ÖH:						

Övrig information:

--

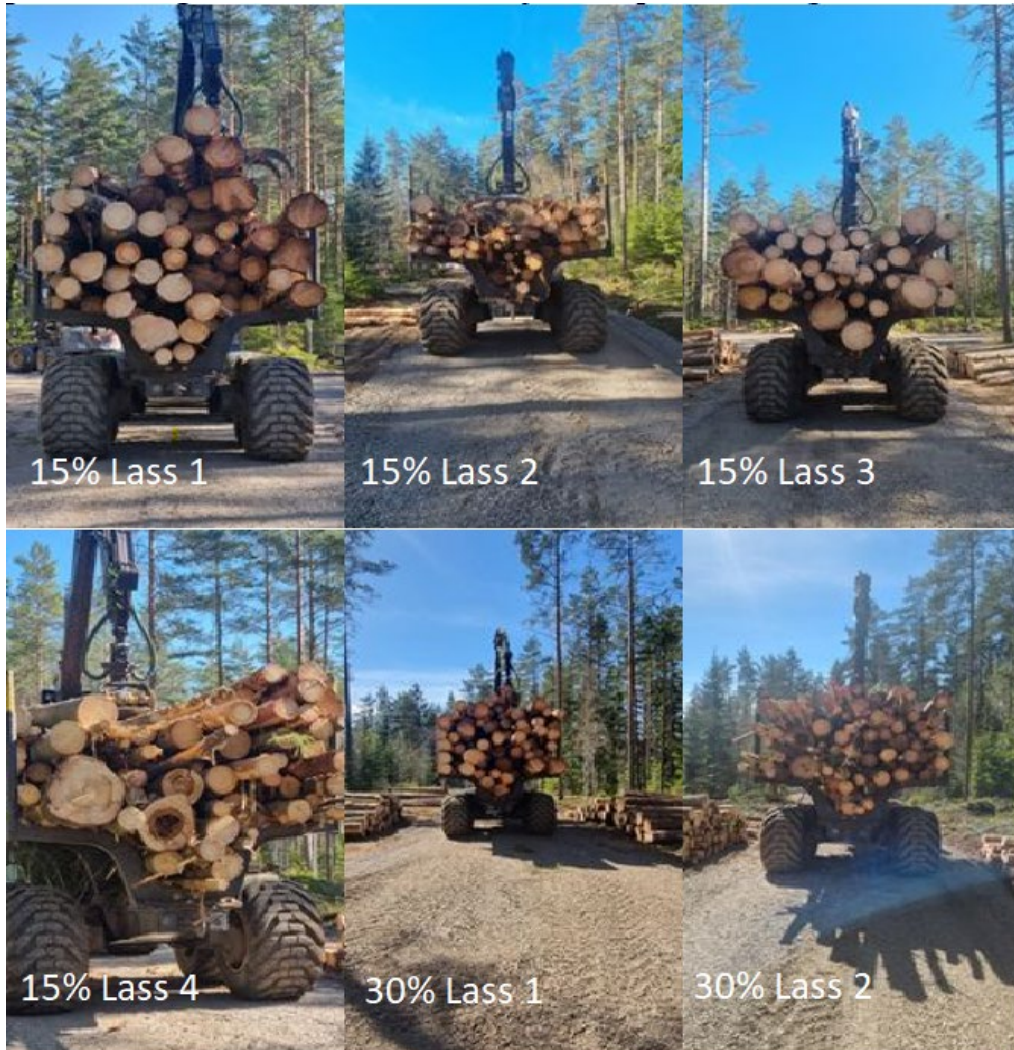
Diameter >8 cm brh

Träd Nr:

	<u>I</u>	<u>G</u>	<u>L</u>
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Bilaga 3.

Bilder på skotarens lass i ordning från vänster till höger med början på 15 procentsuttag lass nummer 1 till 4 följt av 30 procentsuttag lass 1 och 2 (Tabell 8).



Bilaga 3 forts.

Första lass 1 till sista lasset nummer 5 vid 45 procentsuttag (Tabell 8).



Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

<https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.