

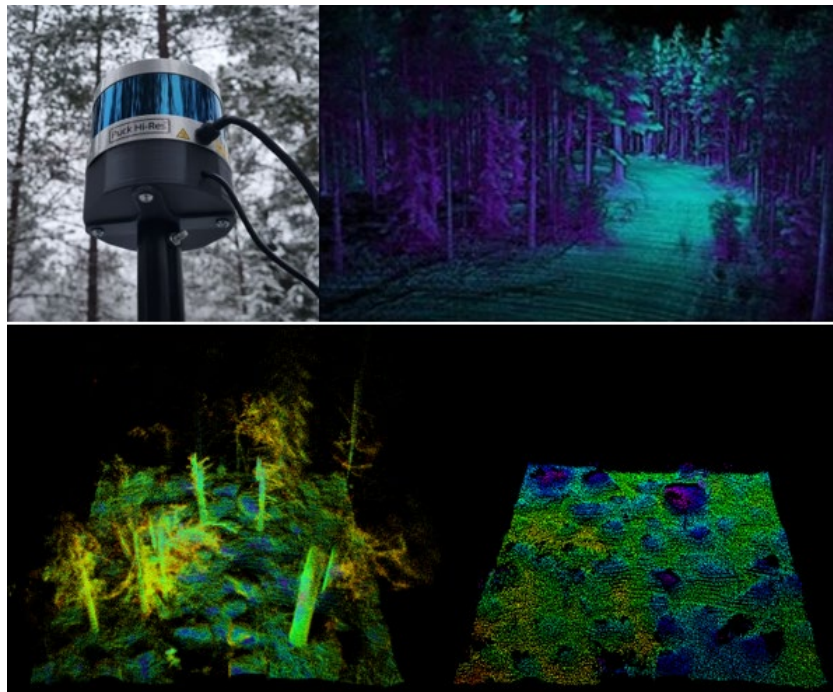


# Siktförbättrande teknologi för ökad effektivitet och hållbarhet i skogsbruket: vad tycker skördarförarna?

*Vision-enhancing technology for increased efficiency and sustainability in forestry: the opinions of harvester operators*

**NICLAS SESONE**

**DANIEL VESTLUND**



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2024:08

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# Siktförbättrande teknologi för ökad effektivitet och hållbarhet i skogsbruket: vad tycker skördarförarna?

Vision-enhancing technology for increased efficiency and sustainability in forestry: the opinions of harvester operators

Niclas Sesone

Daniel Vestlund

**Handledare:** Back Tomas Ersson, SLU Skogsmästarskolan  
Dan Bergström, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi,  
SLU

**Examinator:** Eric Sundstedt  
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  
**Kurskod:** EX0938  
**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg  
**Utgivningsår:** 2024

**Omslagsbild:** En sammansättning av exempelbilder som visar en LIDAR-sensor samt tre exempel på vad denna kan åstadkomma i form av uppbyggda 3D-moln. Foto: Komatsu Forest

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

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet  
**Delnummer i serien:** 2024:08

**Nyckelord:** LIDAR, beslutsstöd, underväxt



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## Sammanfattning

Skördarförare ställs inför olika utmaningar som kan påverka kvalitén på arbetet. Ett av dem är sikhindrande undervegetation som kan vara psykiskt påfrestande, skapa ansättningsproblem för aggregatet, öka risken för stensågning och bidra till mekaniska avbrott exempelvis. Att utföra en underväxtröjning inför gallring är ofta en kostsam åtgärd som inte lönar sig ekonomiskt för skogsägarna. Det utvecklas ny teknik byggd på lidar (Light Detection and Ranging) för att hjälpa förarna i arbetet och som ett komplement till underväxtröjning för att kunna se förbi underväxt. Tekniken ska kunna användas som ett siktförbättrande stödsystem för maskinförarna.

Syftet med kandidatarbetet var att utföra en undersökning för att se vad skördarförare hade för uppfattning av ett siktförbättrande stödsystem. Maskintillverkaren Komatsu Forest är med och utformar tekniken, och företaget vill veta vilka behov skördarförare har av detta och hur man slutligen ska kunna utveckla en produkt anpassad efter skördarförarens önskemål och erfarenheter.

Undersökningen utfördes genom en webbaserad enkätundersökning tillsammans med intervjuer ute i fält med både erfarna maskinförare och elever på Jälla-gymnasiet i Uppsala. Frågeställningar utformades i samråd mellan handledare, Komatsu Forest och studenterna. För att hitta lämpliga intervjuobjekt användes personliga kontakter och kontakt med produktionsledare på skogsbolagen Holmen Skog AB och Stora Enso Skog AB.

Huvudresultaten som framkom i studien var att maskinförarna över lag ställde sig positiva till att använda ett siktförbättrande stödsystem. Det skördarförare främst vill få presenterat för sig i ett siktförbättrande stödsystem är huvudstammar. Maskinförarna som i huvudsak gallrar upplever att sikten är det som påverkas mest när underväxt förekommer på gallringstrakter. Resultaten indikerar även att maskinförarna är intresserade av att systemet skulle inkludera flera funktioner utöver funktionen att se förbi underväxt. Maskinförare ansåg att den kognitiva belastningen vid krävande gallring skulle kunna underlättas av systemet genom att presentera avstånd till huvudstammar, stenar och utföra gallringsuppföljningar, vilket skulle avlasta skördaroperatören. Systemet skulle då kunna bistå föraren med den information som behövs för att bibehålla den produktionstakt som eftersträvas trots utebliven förröjning.

Vår studie visar att det finns ett behov och marknad för laserbaserade beslutsstöd. Vid utvecklingen av ett siktförbättrande hjälpsystem bör Komatsu Forest beakta respondenternas insikter för att säkerställa en konkurrenskraftig produkt. Respondenternas erfarenheter och feedback erbjuder värdefulla perspektiv som kan bidra till att anpassa och optimera systemet efter faktiska behov och arbetsförhållanden i skogsbruket. En skördarmonterad laserscanner som visuellt presenterar data på en skärm i hytten är efterfrågad. Viktiga funktioner inkluderar visning av huvudstammar, stenar och markprofil samt möjligheten att välja vad som visas. Produkten bör också kunna ge löpande gallringsuppföljning och mäta avstånd mellan stickvägar, hinder framför maskinen och huvudstammar för att underlätta arbetet.

*Nyckelord: LIDAR, beslutsstöd, underväxt*

## Abstract

Harvester operators face various challenges that can affect the quality of their work. One of these challenges is obstructive undergrowth, which can increase the operator's cognitive workload and cause delays. Pre-clearing undergrowth before thinning is often performed to fell this undergrowth, but it is a costly measure that does not pay off economically for forest owners. New technology based on lidar (Light Detection and Ranging) is being developed to assist operators in their work and to avoid pre-clearing by allowing them to see beyond the undergrowth. This technology aims to be used as a vision-enhancing support system for machine operators.

The objective of this Bachelor's thesis was to survey harvester operators' perceptions of a vision-enhancing support system. The machine manufacturer Komatsu Forest is involved in designing the technology, and the company wants to know the needs of harvester operators and how to ultimately develop a product tailored to their desires and experiences.

The survey was conducted through a web-based questionnaire along with field interviews with both experienced machine operators and students at Jälla secondary school in Uppsala. The questions were formulated in consultation with supervisors, Komatsu Forest, and the authors. Suitable interview subjects were identified through personal contacts and contacts with production managers at the forestry companies Holmen Skog AB and Stora Enso Skog AB.

The main findings of the study were that operators generally had a positive attitude towards using a vision-enhancing support system. Harvester operators primarily want the system to present the main stems. Operators, especially those mainly involved in thinning, find that visibility is most affected when undergrowth is present in thinning stands. The results also indicate that operators would prefer the system to include several functions beyond just seeing through undergrowth. Operators felt that the cognitive load during demanding thinning operations could be alleviated by the system by displaying distances to main stems and stones, and if the system could perform thinning follow-ups. The system could then provide the necessary information to maintain the desired production pace despite the lack of prior undergrowth clearing.

Our study shows that there is a need and market for laser-based decision support. In developing a vision-enhancing support system, Komatsu Forest should consider the insights of the respondents to ensure a competitive product. The respondents' experiences and feedback offer valuable perspectives that can help tailor and optimize the system to meet actual needs and working conditions in forestry. A harvester-mounted laser scanner that visually presents data on a screen in the cab is in demand. Key features include the display of main stems, stones, and the ground profile, as well as giving the operator the ability to choose what is displayed. The product should also be able to provide ongoing thinning follow-ups and measure distances between strip roads and obstacles in front of the machine.

Keywords: LIDAR, decision support, undergrowth

## Förord

Vi vill tacka Komatsu som uppdragsgivare för det engagemang och den insikt vi har fått till systemet och vägledning i frågeställningarna. Vi vill framför allt rikta ett stort tack till vår handledare Back Tomas Ersson för det stora engagemang med att ge snabb respons och konstruktiv feedback som har väglett oss i arbetet. Det har varit ett bra stöd i skrivandet med handledare som är tydlig och som har goda idéer.

Ett tack riktas till Dan Bergström för den vägledning vi har fått i skrivandet och inspiration till intervju utförandet.

Vi vill även tacka alla maskinförare som har ställt upp på intervjuer med sina innovativa tankar och idéer. Alla smarta lösningsförslag som uppkom gav konstruktiv feedback som vi kunde få med i rapporten.

Även ett sista tack till skogsmästarprogrammet och alla som är involverade för ett bra upplägg av kandidatarbetet.

*Niclas Sesone*

*Daniel Vestlund*

# Innehåll

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1 AVVERKNING I SVERIGE .....	1
1.2 GALLRING OCH UNDERVÄXTRÖJNING .....	1
1.3 TIDIGARE STUDIER.....	1
1.4 SIKTFÖRBÄTTRANDE TEKNOLOGI .....	2
1.5 SIKTFÖRBÄTTRANDE TEKNOLOGI I SKOGSBRUKET .....	3
1.6 MÅL .....	3
1.7 SYFTE.....	4
<b>2. MATERIAL &amp; METODER</b> .....	<b>5</b>
2.1 GENERELLT OM STUDIEN .....	5
2.2 FAS 1: ENKÄT .....	5
ENKÄTTEORI .....	5
POPULATION OCH URVAL .....	5
DATAINSAMLING .....	5
2.3 FAS 2: INTERVJUER.....	6
INTERVJUTEORI .....	6
POPULATION OCH URVAL .....	6
DATAINSAMLING .....	7
2.4 DATAANALYS .....	8
<b>3. RESULTAT</b> .....	<b>9</b>
3.1 ENKÄT.....	9
3.1.1 BESKRIVNING AV RESPONDENTERNA .....	9
3.1.2 RESPONDENTERNAS SYN PÅ PROBLEMEN MED UNDERVÄXT .....	10
3.1.3 SIKTFÖRBÄTTRANDE STÖDSYSTEM.....	13
3.2 INTERVJUER .....	18
3.2.1 INTERVJUER MED ELEVER PÅ JÄLLA-GYMNASIET I FÄLT .....	18
3.2.2 INTERVJUER MED MASKINFÖRARE I FÄLT .....	19
3.2.3 TELEFONINTERVJUER MED SKÖRDARFÖRARE I SÖDRA OCH MELLERSTA SVERIGE .....	20
<b>4. DISKUSSION</b> .....	<b>22</b>
4.1 HUVUDSAKLIGA RESULTAT.....	22
4.2 JÄMFÖRELSE MED BEFINTLIG KUNSKAP .....	22
4.3 FÖRKLARING AV DEN NYA KUNSKAPEN .....	23
4.4 STYRKOR OCH SVAGHETER.....	23
STYRKOR .....	23
SVAGHETER .....	24
4.5 REKOMMENDATIONER .....	24
4.6 SLUTSATSER.....	25

<b>REFERENSLISTA .....</b>	<b>26</b>
<b>BILAGOR .....</b>	<b>30</b>
<b>BILAGA 1. FRÅGESTÄLLNINGAR ENKÄTFORMULÄR .....</b>	<b>30</b>
<b>BILAGA 2. UTSKICK FACEBOOKINLÄGG.....</b>	<b>39</b>
<b>BILAGA 3. INTERVJUFRÅGOR .....</b>	<b>40</b>
<b>BILAGA 4. FRÅGESTÄLLNINGAR OCH SVAR PÅ INTERVJUFRÅGOR .....</b>	<b>41</b>





# 1. Inledning

## 1.1 Avverkning i Sverige

I Sverige gallras årligen ungefär 300 000 hektar produktiv skogsmark med ett virkesuttag på lite drygt 20 miljoner m<sup>3</sup>sk, vilket utgör ungefär 20 procent av landets årliga avverkningsvolym på knappa 100 miljoner m<sup>3</sup>sk (Skogsstyrelsen 2022). Det kan ställas i paritet med den årliga slutavverkningsarealen som har en approximativt årlig avverkningsareal på 250 000 hektar (Skogsstyrelsen 2022).

## 1.2 Gallring och underväxtröjning

Gallring är en skogsskötselåtgärd vilken definieras som “en beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke” (Agestam 2015). Gallring utförs i dagens läge nästan uteslutande som en maskinell åtgärd med hjälp av skotare och skördare i stället för manuellt och motormanuellt arbete som var vanligare förr (Agestam 2015).

Underväxt är små träd som inte upparbetas vid avverkning då inget gagnvirke utfaller ur träden (Lundqvist et. al 2014). Det är sedan tidigare känt att underväxande trädvegetation utgör problem för operatörerna i skogsmaskinerna. Ansättningen av aggregatet mot träd försvåras och sikten från hytten försämras och detta i sin tur medför ökad tidsåtgång vid avverkning med skördare vilket leder till ökade avverkningskostnader (Kärhä 2006).

Underväxtröjning innan avverkningsåtgärder utförs i syfte att skapa bättre sikt och för att underlätta ansättning av aggregatet då detta bidrar till en effektivare och mer varaktig arbetsmiljö för skogsmaskinförare (Forsberg & Lodén 2020). Denna röjning utförs i regel som en motormanuell åtgärd av skogsvårdsentreprenörer eller markägare själva. Instruktionen för en underväxtröjnings utförande innehåller ofta vilka traddiametrar som ska röjas ned, vilken hänsyn som ska lämnas och instruktioner för vilka områden som lämnas oröjda (Lundqvist et. al 2014).

## 1.3 Tidigare studier

Underväxtröjning utgör en kostnad för markägaren och det har visat sig att underväxtröjningar inför gallringsåtgärder sällan är motiverade då kostnaden för röjningen inte väger upp för vinsten skördaren har i form av ökad produktivitet i underväxtröjda bestånd (Gunnarsson et al 1992; Kärhä 2006; Pålsson 2013; Gunnarsson 2015; Jonsson 2015; Sjöqvist & Olofsson 2018; Skogelid 2019; Wiklund 2019; Grandin & Karlsson 2023). En bevekelsegrund för att kunna motivera underväxtröjning ekonomiskt inför gallring är när ackordspriset är högt satt på skördaren som utför uppdraget (Skogelid 2019). Det är sedan tidigare känt att underväxtröjning bidrar till minskad biodiversitet (Hammarlund & Sjöberg 2020) och underväxten som habitatskydd minskar när den röjs ned (Lundqvist et. al 2014). Dessutom ökar risken för rotröteangrepp och spridning

av rottröta i grandominerade bestånd när underväxt av gran röjs bort inför en gallringsåtgärd (Gunulf 2013).

Underväxten utgör problem för skördarförare genom ökad stress då förekomsten visat sig vara tålamodsprövande för förarna vilket även leder till minskad motivation till att utföra arbetet (Grandin & Karlsson 2023). Större andel skador på kvarvarande bestånd då underväxande vegetation kan styra matningen av träden genom aggregatet till att slå emot och skada huvudstammar (de mest värdefulla träden i ett bestånd man avser att spara till kvarvarande bestånd) är saker skördarförare nämnt i tidigare studier (Grandin & Karlsson 2023).

För att skogsmaskiner ska avverka skog krävs det många upprepade arbetsmoment som skördarförare ska utföra. De upprepade arbetsmomenten är en process som kräver skicklighet och rutiner som föraren måste träna in för att uppnå önskat resultat. Med många upprepade arbetsmoment som till exempel kvistning, fällning och aptering så behöver skördarföraren hålla fokus och koncentration under alla processerna. Skogsmaskinernas stilleståndstid i form av avbrott och produktivitetsminskning är en kostsam del för skogsindustrin (Fernandez-Lacruz et al. 2023). Minskad produktivitet leder till onödig bränsleåtgång vilket man försöker hålla till ett minimum för att hålla kostnaderna nere. Decennier av forskning och teknikutveckling har lett till att man utforskar nya metoder för att minska umbärlig tidsåtgång med laserskanning (Vestling 2012; Häggström et al 2015; Guo 2022). Med laserskanning kan tidseffektivisering uppnås genom att datorprogram med hjälp av sensorer identifierar och beräknar operationer som skördarföraren skulle ha utfört. Genom att kartlägga olika former av objekt i ett 3D punktmoln så har föraren tillgång till information som underlättar för det arbete som ska utföras. (Eriksson, 1977; Zheng et al. 2012).

(Häggström et al. 2015) forskning om blickmönster (eyetracking) visar att skördarförare tittar mest på aggregatet eller på skogen vid en förstagallring. Vid förstagallring tittade skördarförarna mindre på krontak, fallande träd och på bildskärm än vad de gör vid andra former av avverkningar. Vid automatisering och framtagning av beslutsstödsystem så är det en viktig del i att förstå vad skördarförare tittar på vid skogsavverkningar. Det lidarbaserade stödsystemet som (Andersson et al. 2023) har jobbat med, bör erbjuda vägledning vid beslutsfattande åtgärder, och underlätta tillgången till den information som föraren behöver för att utföra avverkningen.

## 1.4 Siktförbättrande teknologi

Andersson et al. (2023) undersökte systematiskt teknologi som i framtiden skulle kunna användas för att se förbi underväxt. Sådan teknologi inkluderade kameror, stereokameror, ultraljud, mekaniska lösningar och LiDAR (Light Detection and Ranging). Lidar är en teknologi som bygger på att laserstrålar skickas i väg från en sändare (Bastos et al. 2021). Tiden det tar för laserstrålen att färdas genom luften, träffa en fast punkt och sedan reflektera tillbaka till lidar-systemets sensor beräknas och bildas på hur den skannade omgivningen ser ut kan efterliknas. Detta genom att varje laserstråles reflektion kan positionsbestämmas och sättas in i en 3-dimensionell bild. Ett exempel på hur detta skulle kunna funka är vid

laserscanning med lidar från luften då den luftburna farkostens position bestäms med hjälp av GPS och en laserstråle som träffar en trädkrona i stället för marken reflekteras tillbaka på kortare tid till sensorn. Detta gör att markprofilen och träden som växer på marken kan efterliknas med punktmoln byggda på dessa laserstrålar (Bergström 2012).

Lidartekniken innehar kapaciteten att noggrant mäta träds struktur med en precision på millimetern, även på avstånd som sträcker sig långt bort. (Bastos et al. 2021). LiDAR skickar ut beroende på vilken upplösning man vill få ut tiotusentals till hundratusentals ljuspunkter per sekund. Med LiDAR förändras sättet vi ser på träd med exakt noggrannhet kan vi potentiellt mäta träden i realtid innan maskinen har hunnit fram till träden. Kommersiell TLS (Terrestrial laser scanning) är motsvarigheten till den luftburna LiDAR och är begränsad till vissa våglängder för att skilja blad och träd. Det finns mycket forskning som tyder på att om man använder dubbla eller flera våglängder så har systemet en bättre förmåga att identifiera och skilja de olika objekten. (Disney 2019)

## 1.5 Siktförbättrande teknologi i skogsbruket

Ny Lidar-baserad teknologi har utvecklats för att stödja skördarförare genom att ge dem förmågan att se förbi underväxt (Andersson et al. 2023). Lidarsensorer sänder ut laserstrålar som tränger igenom undervegetationen för att se vad som döljer sig bakom och punktmoln kan byggas upp med tillräckligt hög upplösning för att känna igen objekt på skärmen (Andersson et al. 2023).

Det finns exempel på hur liknande teknologi skulle kunna användas i skogsbruket. Exempelvis är det möjligt att med hjälp av laser modellera trädbestånd och bygga upp bilder av 3D moln och det har visat sig att tekniken kan användas till skogsuppskattning gällande trädens höjd, volym och diameter (Andújar et. al 2016). Det har även visat sig möjligt att med hjälp av flygmonterad laserteknik identifiera underväxtbehovet i bestånd från luften (Sanz et. al 2020). Det pågår också framtagning av förarstöd byggt på lidar-sensorer och AI-algoritmer som ska kunna hjälpa maskinförarna med gallringsuppföljning och öka kvalitén på gallringarna enligt teknikföretaget Nordic Forestry Automation (NFA 2023).

Det vi i dagens läge inte vet är hur skördarförare ställer sig till att använda siktförbättrande stödsystem. Det finns att undersöka hur dessa stödsystem kan anpassas efter skördarförarnas preferenser. Och det är outforskat vilka problem och möjligheter förarna ser med att implementera och nyttja dessa stödsystem i verkligheten.

## 1.6 Mål

Studiens mål är att ge Komatsu Forest som uppdragsgivare en tydligare uppfattning vad skördarförare har för inställning till ett siktförbättrande hjälpsystem. Genom att genomföra studien med en enkätundersökning och intervjuer kan vi erbjuda Komatsu Forest information om marknadspotentialen för ett siktförbättrandesystem för skördare.

## 1.7 Syfte

Syftet med kandidatarbetet är att undersöka vilka behov skördarförare har av stödsystem för att se igenom undervegetation vid gallring. Arbetet avgränsas till skördarförare inom Sverige.

## 2. Material & metoder

### 2.1 Generellt om studien

Undersökningen fokuserade på att tillfråga skördarförare med varierande skördar- och yrkeslivserfarenhet. I populationen ingick skördarförare i hela Sverige för enkätstudien, och skördarförare från mellersta och södra Sverige för intervjustudien. Undersökningen fokuserade främst på de skördarförare som i huvudsak kör gallring. Problemet med undervegetation tros vara som mest påtagligt i den mer sydliga geografin då förekomst av undervegetation ökar vartefter boniteten ökar (Forsmark 2010).

### 2.2 Fas 1: Enkät

#### Enkätteori

En enkätundersökning består av ett frågeformulär som på olika sätt kan skickas ut till möjliga respondenter för att kunna få reda på människors levnadssätt, ståndpunkter och handlingssätt (Bertram 2009). Frågorna i formuläret består av begäran om svar med fasta svarsalternativ där den svarande individen ges instruktioner på hur denne ska svara (SCB 2016).

Fördelar med enkätundersökningar kan handla om att man kan få in svar från ett stort urval i stora geografiska områden i förhållande till vilken arbetsinsats som lagts ned i själva skapandet av enkäten (Bertram 2009). Respondenterna kan sedan i stillhet svara på enkätfrågorna utan yttre påtryckningar och ges möjlighet till att betänka sina svar. Det kan även kännas som en trygghet för de svarande att besvara känsliga frågor då en enkätundersökning innebär en högre upplevd anonymitet än vad en intervju med personlig kontakt gör (Bertram 2009).

Nackdelar med enkät-metodiken är att det kan råda stort bortfall och låga svarsfrekvenser ju längre, mer tidskrävande och krångligt formulerade frågorna är (Jansdotter & Svensson 2002). En annan begränsning som ses som en nackdel med enkäter jämfört med intervjuer är att respondenterna inte har möjlighet att ställa några följdfrågor om det skulle önskas. Att folk med läs och skrivsvårigheter har större risk att hamna i bortfallsgruppen vid enkätundersökningar får ses som en nackdel samt en möjlig felkälla till resultatet av en enkätundersökning (Bertram 2009).

#### Population och urval

Enkäten (Bilaga 1) utformades i Microsoft forms och skickades ut som en länk den 8:e mars 2024 tillsammans med ett inlägg (Bilaga 2) i Facebook-gruppen *Vi som är skogsmaskinförare* med drygt 12 000 medlemmar.

#### Datainsamling

Enkäten var öppen att svara på mellan datumen 8:e mars och 31:a mars 2024. Målet var att få in minst 50 enkätsvar under tiden enkäten låg uppe och för att möjliggöra detta gjordes löpande påminnelser i gruppen vid tre tillfällen där

första påminnelsen skickades ut efter 7 dagar, andra efter 14 dagar och tredje efter 21 dagar.

För att säkerställa enkätfrågornas utformning genomfördes en pilotstudie med två personer som hittades med hjälp av personliga kontakter. Dessa personer har varit verksamma som skördarförare i gallring och kom med feedback på enkätens utformning. Pilotstudien gav resultatet att utformningen på den framtagna enkäten var tillräckligt bra och förstälilig varefter inga revideringar gjordes.

En pilotstudies syfte är att säkerställa att rätt metod valts för undersökningen och att frågorna i en intervju eller enkät utformats på ett mottagarvänligt sätt. Pilotstudien utförs i mindre skala inför en kommande datainsamling och resultatet av denna kan ligga till grund för hur frågor utformas och vilken forskningsstrategi som används. Till exempel kan det ligga till grund för om en kvantitativ eller kvalitativ metod ska användas, eller kanske en blandning av båda delarna (Stockholms universitet 2019)

## 2.3 Fas 2: Intervjuer

### Intervjuteori

Undersökning med intervju i fält så är förhoppningen att det ska ge de unga oerfarna respondenterna en informell lärandemiljö. Lärandemiljö är ett pedagogiskt sätt där en del av självlärandet bidrar till att intervjuerna får en mer nyanserad respons. Syftet med att presentera problematiken för de oerfarna förarna är att fånga upp deras egna tankar i stunden (Henningsson 2023).

Intervju är ett sätt att samla in data för att kunna tolka mönster, tendenser och tolkningar (Fejes & Thornberg 2019). Genom att samla in data från olika erfarenhetsnivåer och åldersgrupper, den insamlade mängden data ska ge en mer mångfacetterad tolkning av hur ett hjälpsystem kan utformas för att effektivisera arbetet för skördarförare.

### Population och urval

Intervjuerna genomfördes med skördarförare i mellersta Sverige samt med elever och lärare på Jälla-gymnasiet i Uppsala.

Selektionen av respondenter för intervjuerna med mer erfarna maskinförare gjordes med hjälp av produktionsledare på skogsbolagen Stora Enso Skog AB och Holmen skog. Produktionsledarna kontaktade möjliga respondenter för intervjuerna för att senare kunna använda i studien. Kriterierna som önskades var att maskinförarna ska ha haft en lång erfarenhet av att köra skördare i gallring samt att detta ska ha skett i mellersta eller södra Sverige.

För att nå den yngre gruppen skördarförare kompletteras undersökningen med en grupp elever från Jälla-gymnasiet i Uppsala som ska besvara intervjufrågorna. Den yngre gruppen med lite erfarenhet väljs för att undersöka om de har en annan uppfattning jämfört med den erfarna gruppen. Väl på plats för att utföra intervjuerna på Jälla-gymnasiet aviserade två lärare intresse av att svara på frågorna vilket togs med i arbetet som en bonus.

## Datainsamling

Intervjuerna i fas två innebar att respondenterna fick tillgång till frågeställning (Bilaga 3), bilder och en beskrivning till vad systemet innebär ca en vecka innan intervjuerna genomförs. Detta gav respondenterna tid att förbereda sina svar innan intervjuerna utfördes. Tanken var att ge respondenterna betänketid innan de besvarar frågorna för att kunna ge genomtänkta svar och en tydlig uppfattning om vad skördarförare har för inställning och attityd till systemet.

Intervjuerna med maskinförare hölls i fält på maskinlagens för stunden pågående trakter (Figur 1). Intervjuerna med elever och lärare på Jälla- gymnasiet genomfördes i samband med en av deras gallringskurser ute i fält. Ute i fält så presenterades problematiken med underväxt vid gallring. För att ge eleverna en så tydlig bild av hur hjälpsystemet skulle kunna underlätta för de, så presenterades exempel på detta när de kör skördare ute i fält. De unga skördarförarna fick en bildlig visualisering av problematiken och det gav operatören ett tydligt perspektiv. Respondenterna i intervjuerna hade då möjligheten att ställa följdfrågor och kunde då utveckla svaren ytterligare förutom att svara på de förbestämda frågorna.



**Figur 1.** Foto från ett av intervjutillfällena med maskinförare i fält. Fotot visualiserar hur miljön såg ut vid de tre intervjuerna med maskinförare i fält. Foto: Daniel Vestlund

Under arbetets gång upptäcktes det att kunskapsområdet ej var mättat vad gäller intervjuer på med erfarna skördarförare då det tillkom ny kunskap löpande. Det

beslutades därför att utföra ytterligare intervjuer med denna målgrupp och det landade i att det utfördes ytterligare fyra telefonintervjuer med skördarförare.

## 2.4 Dataanalys

Intervjuer och enkätundersökningen utfördes och målet om att få in 50 enkätsvar från skördarförare uppnåddes med god marginal där det inkom 60 svar.

Inledningsvis var målet att utföra sex intervjuer på plats med skördarförare vilket genomfördes. Tre elever och två lärare intervjuades på Jälla-gymnasiet och tre intervjuer gjordes med skördarförare som hade lägre yrkeserfarenhet.

Respondenternas svar från intervjuerna har sammanställts i Microsoft Word vilket utgör underlaget för den kvalitativa analysen. För den delen som innefattar svaren från kostnadsuppskattning för systemet så kommer det att sammanställas i Excel som blir underlaget för den kvantitativa analysen. Djupintervjuer och enkätundersökning används för datainsamling. Data från respondenterna granskas för att hitta mönster, tendenser, tolkningar och sammanhang (röd tråd) förklaras i en deskriptiv analys. Indikatorer ska i rapporten redogöra för vad respondenterna har för inställning eller så kallad röd tråd, till ett siktförbättrande hjälpsystem och vilka de är som har denna inställning (Henningsson 2023).



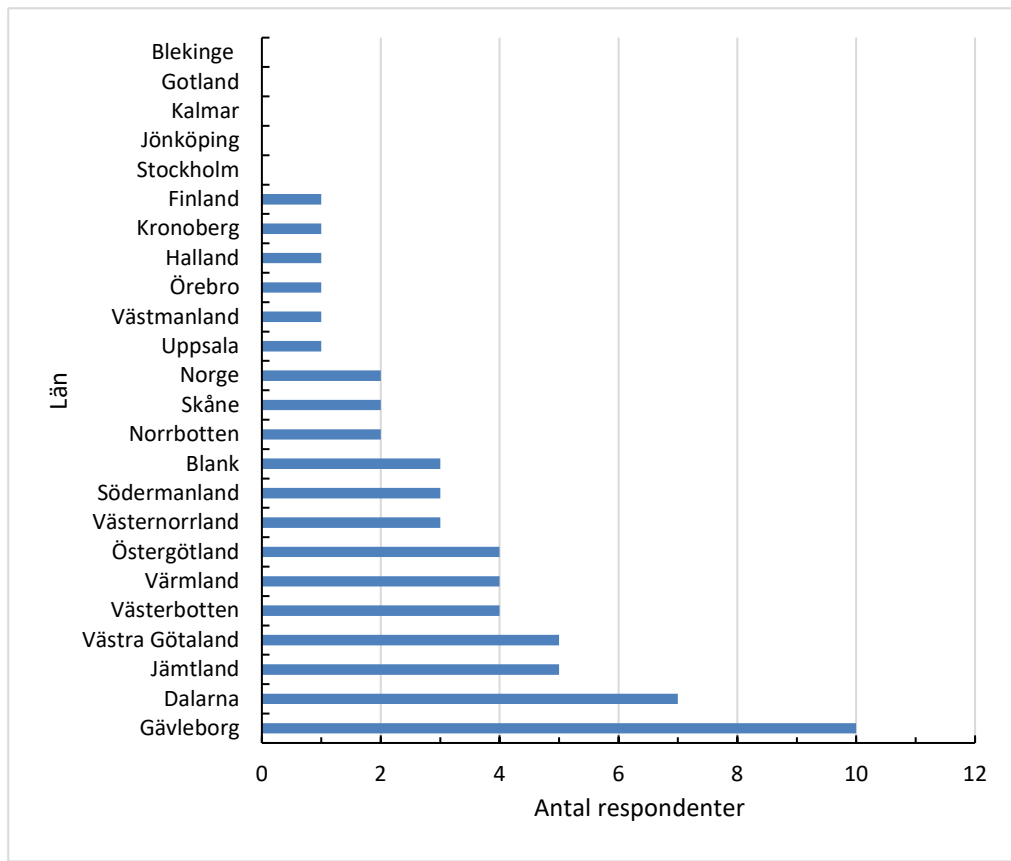
### 3. Resultat

I detta kapitel presenteras resultaten från de olika undersökningarna där första delkapitlet behandlar enkätundersökningen och det andra intervjustudierna. Enkäten och intervjuerna belyser olika idéer och tankar kring hur maskinförare föreställer sig att ett siktförbättrande system skulle kunna fungera bäst för dem. Frågeställningarna är riktade så att informationen som respondenterna uppger belyser den information som Komatsu som uppdragsgivare efterfrågar.

#### 3.1 Enkät

##### 3.1.1 Beskrivning av respondenterna

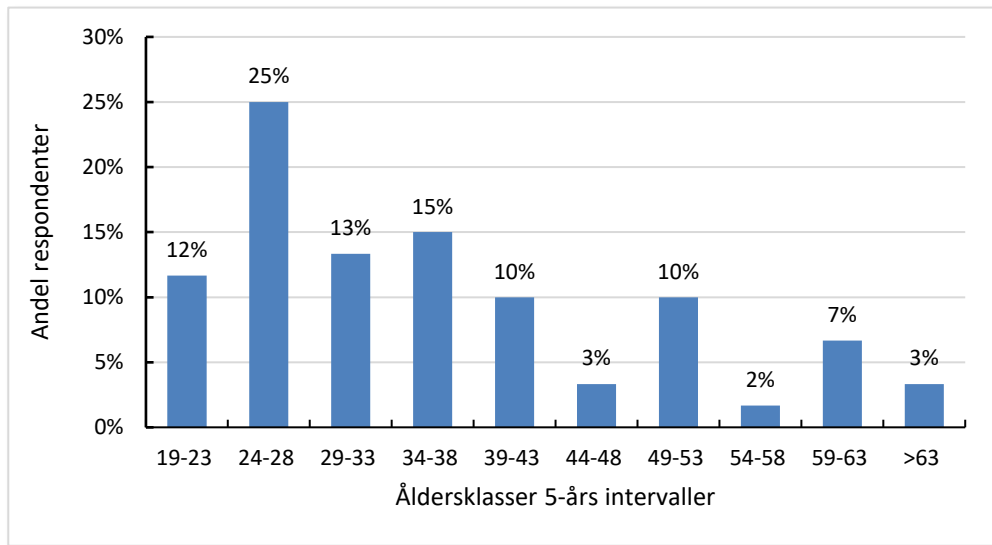
Totalt svarade 60 personer på enkätundersökningen. Respondenterna använde en genomsnittlig svarstid på 12 minuter och 18 sekunder. Könsfördelningen blev 55 män och fem kvinnor. Av respondenterna var 57 personer från Sverige, två personer från Norge och en från Österbotten i Finland. Bland de svenska länen blev alla utom fem länen representerade i enkätundersökningen (Figur 2).



**Figur 2.** Enkätrespondenternas geografiska spridning. Alla svenska länen utom fem representerades. Förutom svenska respondenter svarade två från Norge och en från Finland. n = 60.

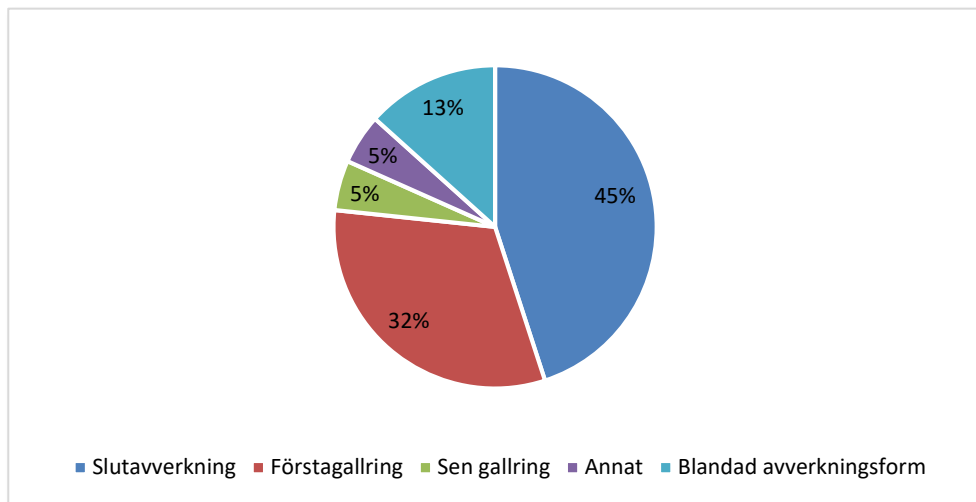
I enkäten var medelåldern på respondenterna 37 år. Spannet på åldrarna sträcker sig från 19 år upp till 74 år och efter att delat upp respondenternas åldrar i femårsklasser är det åldersgruppen 24–28 år som står för högst deltagande med 25 procent av alla svarande (Figur 3). De yngre åldrarna är mer representerade i

undersökningen då 75 procent är 43 år eller yngre. Totalt svarade 60 personer på frågan angående ålder.



**Figur 3.** Åldersfördelning bland enkätrespondenterna där personerna delats in i 5-årsintervaller. n = 60.

Personerna som svarade på enkäten blev ombedda att ange vilken avverkningsform de i huvudsak arbetar med (Figur 4). 45 procent angav att slutavverkning är deras huvudsakliga arbetsform, 32 procent avgav alternativet “förstagallring”, åtta procent angav alternativet “blandad avverkning” och fem procent angav alternativet “sen gallring”. Svaren som lämnades blanka eller inte kunde kategoriseras i någon av ovanstående kategori har placerats i kategorin “annat” och utgjorde fem procent av svaren på frågan.

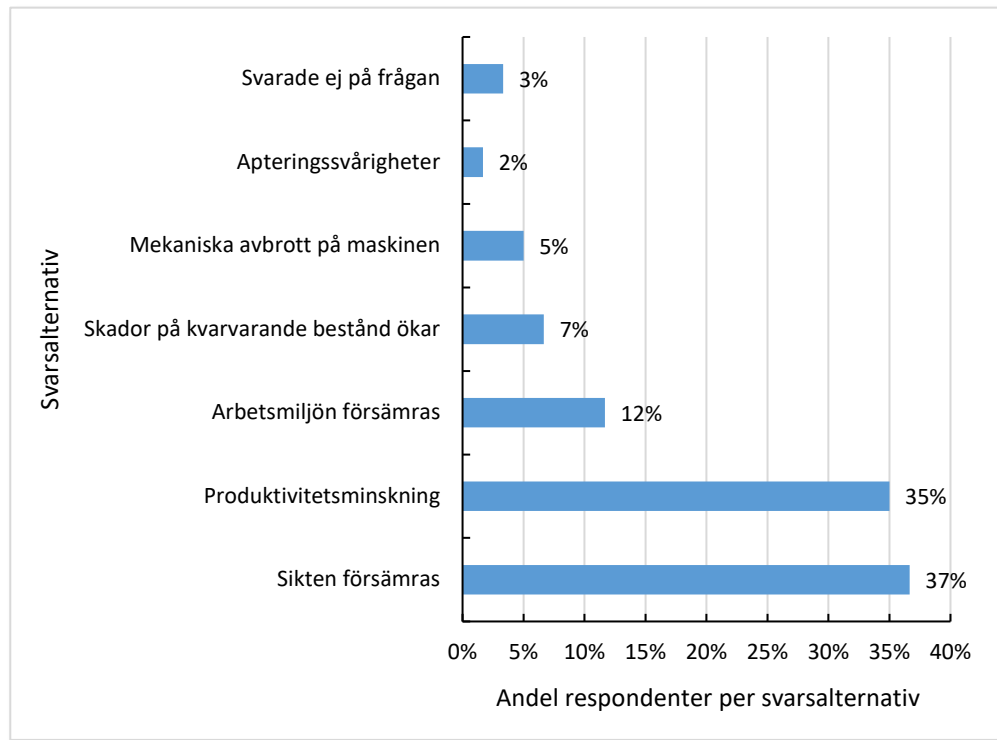


**Figur 4.** Enkätrespondenternas fördelning över vilken arbetsform de i huvudsak arbetar med till vardags. n = 60.

### 3.1.2 Respondenternas syn på problemen med underväxt

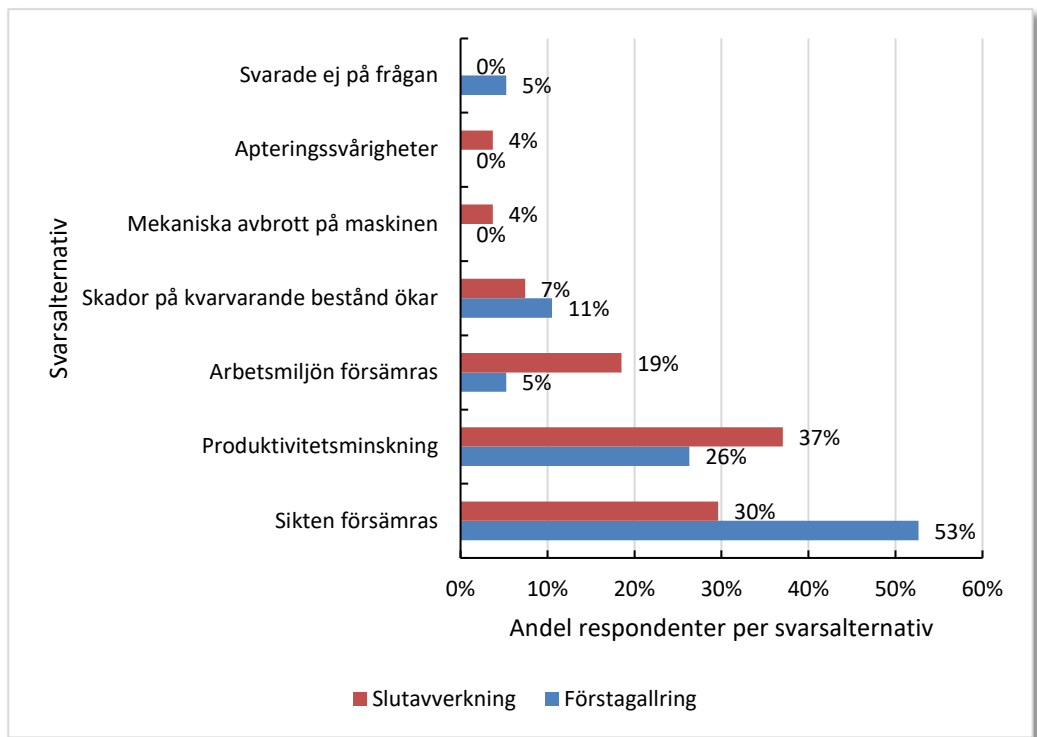
På fråga 7, “Vad upplever du som mest problematiskt när du avverkar bestånd där det finns undervegetation?” fick respondenterna rangordna vilka av givna

parametrar de ansåg var mest till minst problematisk när de gallrar i bestånd där underväxt förekommer. 58 personer svarade på frågan och två lämnade frågan obesvarad. Att sikten försämras samt att en produktivitetssänkning sker till följd av förekommande underväxt var de två vanligaste svaren (Figur 5). 37 procent hade alternativet "sikten försämras" och 35 procent hade alternativet "produktivitetssänkning" som förstahandsval. Det minst förekommande förstahandsvalet var apteringssvårigheter med endast två procent.



**Figur 5.** Förstahandsvalen av enkätrespondenternas rangordning av svårigheter som kan uppkomma vid avverkning där underväxt förekommer. n = 58.

Bland de skördarförare som kör förstagallring har 53 procent svarat att sikten försämras som förstahandsval vilket är det mest förekommande svaret (Figur 6). Detta kan jämföras med skördarförare som kör slutavverkning där 30 procent ansåg att sikten var mest hindrande. För skördarförare i förstagallring kom alternativet "produktivitetssänkning" på andraplats med en svarsandel på 26 procent. Bland skördarförare som angivit slutavverkning som huvudsaklig arbetsform var det alternativet "produktivitetssänkning" som förekom mest gångse där 37 procent hade det som förstahandsval.



**Figur 6.** Enkätrespondenternas förstahandsval i rangordningsfrågan om vad som är mest hindrande med förekommande underväxt vid avverkning. Här jämförs skördarförare som kör slutavverkning (n = 27) med skördarförare som kör förstagallring (n = 19).

Fråga 8 var en uppföljning till föregående fråga där respondenterna blev ombudade att komma med egna förslag och upplevelser på vad förutom alternativen på frågan *“Vad upplever du som mest problematiskt när du avverkar bestånd där det finns undervegetation?”* de upplever problematiskt med underväxt. Av enkätens 60 respondenter kom 30 av dessa med egna förslag på detta och vissa svar var mer förekommande vilka kunde kategoriseras i grupperna, *kvalitet, avbrott, arbetsmoment* och *problem för skotaren*. Exempel på svar på frågan som berör gallring framgår i citaten nedan:

**Kvalitet:**

*”Fel huvudstammar kan många gånger ställas ut på grund av den dåliga sikten och svårigheterna med att ta den stam som man helst vill plocka bort.”*

*”Stubbhöjd främst i steniga bestånd.”*

**Avbrott:**

*”Tapp av kedja.”*

*”Kedjehopp i mycket sly.”*

**Arbetsmoment:**

*”Svårt hålla avstånd mellan stickvägar. Svårt med ansättning av aggregat.”*

*”Svårt att planera sitt arbete, dra vägar rätt utan att stöta på hinder.”*

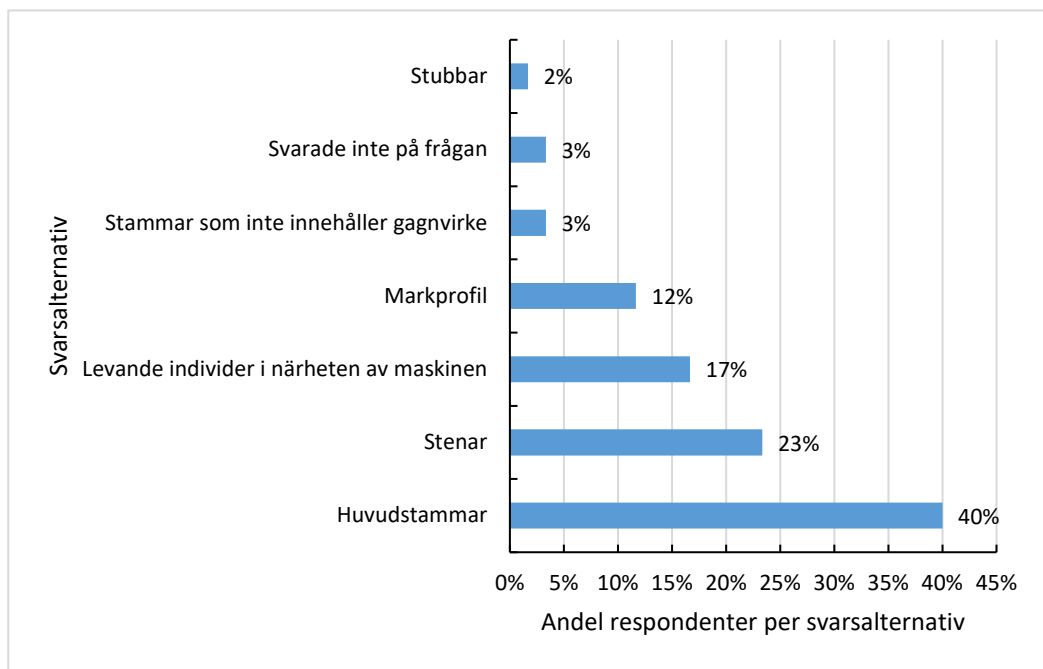
### **Problem för skotaren:**

*”Försvårar för skotaren då det lätt blir underväxt i virkeshögarna. Stensågning, svårt för skotaren att få virke utan buskrötter och sten pga buskar som ramlar i högarna.”*

*”Problem för skotaren att det följer med undervegetation vid lastning som handlar i vältan, på timmerbilen och till allmänna vägar. ”*

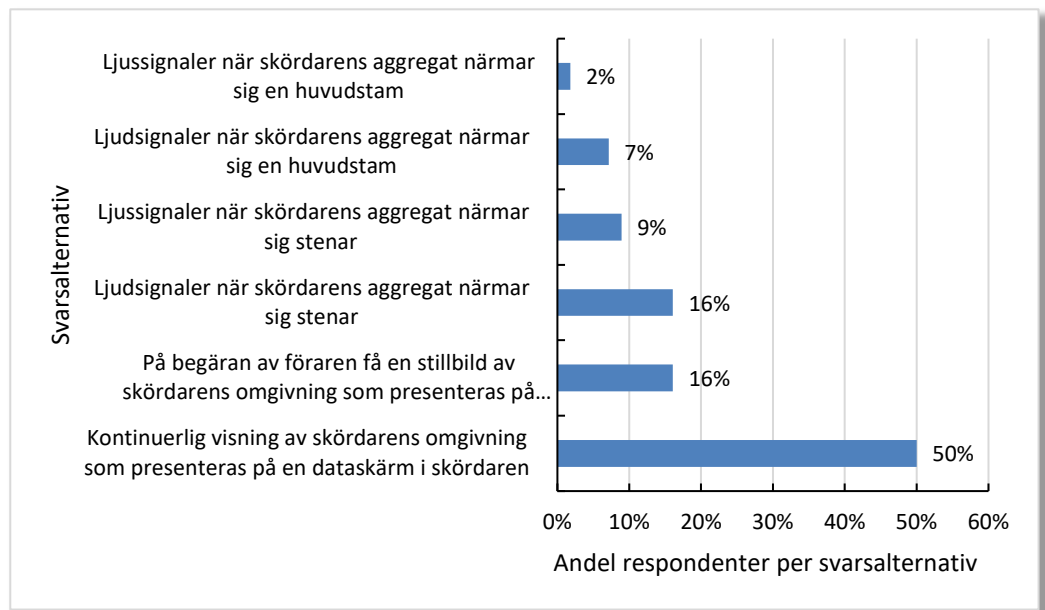
### **3.1.3 Siktförbättrande stödsystem**

På fråga 10 fick skördarförarna svara på vilka föremål de skulle vilja få presenterade för sig från ett siktförbättrande stödsystem byggt på LIDAR-teknik. Bland alternativen fanns huvudstammar, stammar som inte innehåller gagnvirke, levande individer i närheten av maskinen, markprofil, stenar & stubbar. 58 personer svarade på frågan och rangordnade alternativen efter vilka föremål de helst ser presenterade till vilka föremål de helst ser presenterade med hjälp av ett stödsystem. Det vanligaste förstahandsvalet var alternativet ”huvudstammar” vilket 40 procent av respondenterna svarade (Figur 7).



**Figur 7.** Enkätrespondenternas val av förstahandsalternativ på frågan om vilka föremål de helst ser presenteras med hjälp av ett siktförbättrande stödsystem. n = 60.

På fråga 12 rangordnade respondenterna alternativ om hur de skulle vilja få information från ett siktförbättrande system presenterat för sig (Figur 8). Alternativet ”Kontinuerlig visning av skördarens omgivning som presenteras på en dataskärm i skördaren” var mest vanligt förekommande med 50 procent av svaren. Alternativen ”På begäran av föraren få en stillbild av skördarens omgivning som presenteras på en dataskärm i skördaren” & ”Ljudsignaler när skördarens aggregat närmar sig stenar” kom på en delad andraplats med 16 procent av svaren vardera. Alla svarsalternativ hade minst ett svar.



**Figur 8.** Respondenternas förstahandsalternativ på hur de helst vill få information från ett siktförbättrande stödsystem presenterat för sig. n = 56.

På fråga 13 gavs möjligheten att komma med egna förslag på hur information från ett siktförbättrande stödsystem skulle kunna presenteras. Ett axplock av förarnas egna förslag presenteras i följande citat:

*” VirtualReality-brillor”*

*” Heads Up Display i framrutan kanske?”*

*” Heads-up display”*

*”Om tekniken kunde användas ute i såglådan för att se stenar och varna med ljud, vore det bästa som jag kan se med tekniken”*

*”Headup-projicering.”*

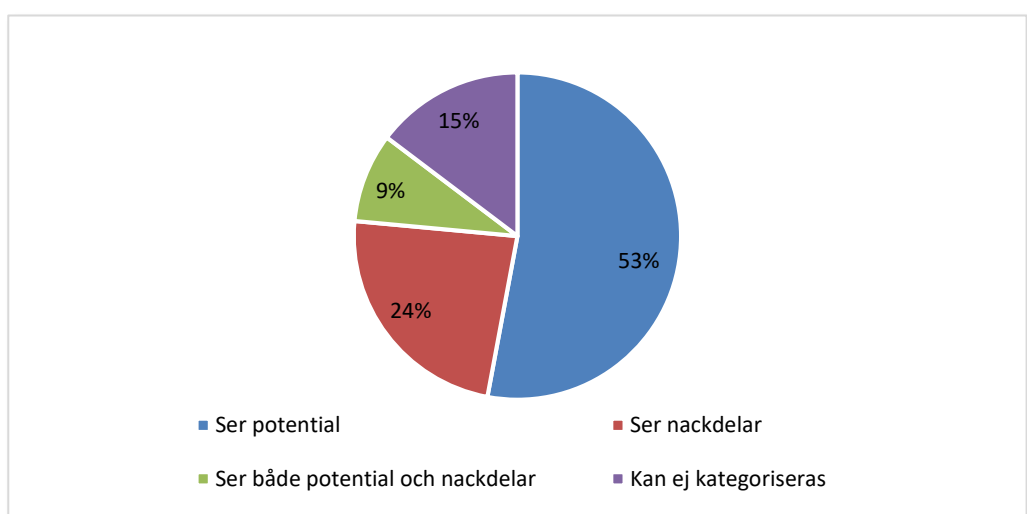
*”Om de ska visas kontinuerligt eller i stillbild så får det gärna vara på en särskild skärm”*

*”En realtidsvisning av beståndet där alla träd är skannade och en bedömning av stamval gjorts, dessutom få en klar bild av beståndet i sin helhet”*

*”En bild på perfekt bestånd”*

*” Heads-up display med augmented reality”*

34 personer svarade på fråga 14, ”Vad är din uppfattning, ser du någon potential med att använda ett siktförbättrande stödsystem eller finns det eventuella nackdelar?”. Dessa svar delades in i fyra grupper vilka döptes till ”ser potential”, ”finns nackdelar”, ”ser både potential och nackdelar” och ”kan ej kategoriseras” (Figur 9).



**Figur 9.** Enkätrespondenternas fritextssvar på frågan om de ser potential eller nackdelar med att använda ett siktförbättrande stödsystem. Kategoriserat efter vilken potential eller vilka nackdelar som fanns bland svaren. n = 34.

53 procent av svaren hade positiv inställning till att använda siktförbättrande stödsystem och 24 procent hade en mer negativ inställning. 9 procent såg både potential och nackdelar och 15 procent av svaren kunde ej kategoriseras i någon av tidigare nämnda grupper och ansågs ej vara relevanta för studien. Exempel på svar på frågan sammanfattas nedan i citatform:

**Ser potential:**

*”Ja, det skulle underlätta särskilt i täta bestånd och även när det är mycket snö i träden.”*

*”Med ett enkelt och välfungerande system som tex identifierar stenar hade varit positivt, att slippa stensågningar.”*

**Ser nackdelar:**

*”Kan vara missvisande, det är lätt att lita på tekniken som i sin tur kan få konsekvenser.”*

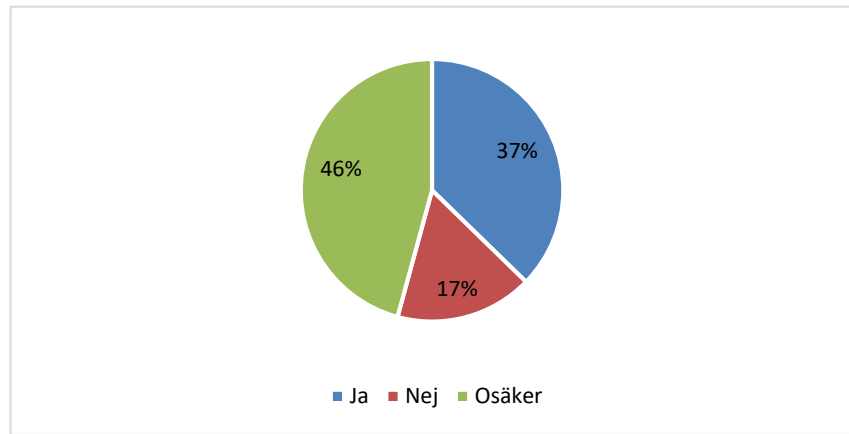
*”Svårt att kolla på den typen av bild en hel dag, svårt att orientera sig utefter en dataskärm”*

### **Ser både potential och nackdelar:**

*”Ökad produktivitet och ökad säkerhet, mer att hålla koll på, och kanske mer störande ljud och ljus”*

*”Potentialen finns men är nog större vid fjärrstyrda maskiner. Nackdelar är att det är svårt att hinna ta in information innan den är för gammal via ljud, ljus, bild om den inte visas i realtid över aggregatet tror jag”*

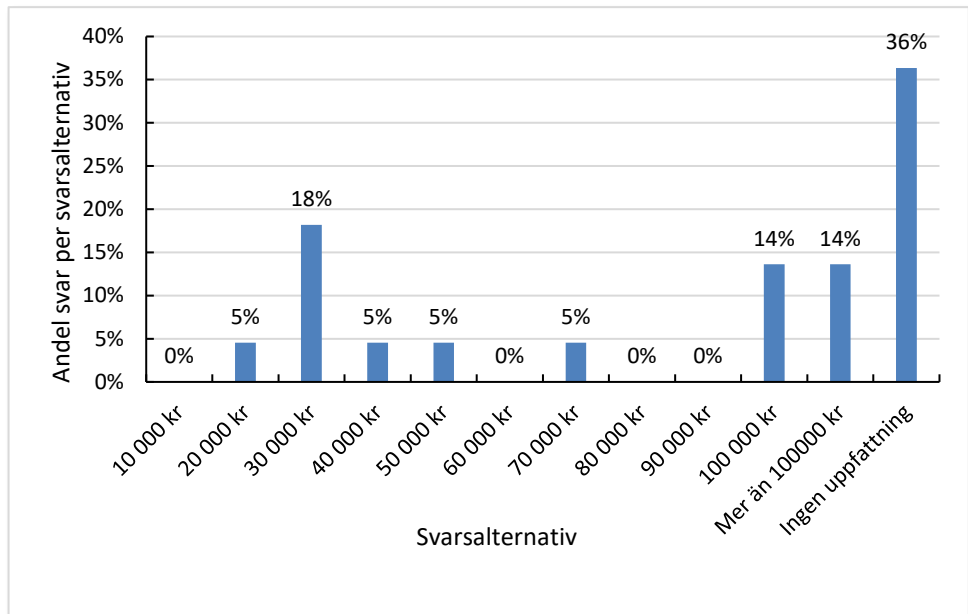
Fråga 9 innebar att respondenterna svarade på om de ser ett siktförbättrande stödsystem som en kostnadsbesparande investering (Figur 10). 46 procent svarade ”osäker”, 37 procent svarade ”ja” och 17 procent svarade ”nej”.



**Figur 10.** Enkätrespondenternas ställning till om de ser ett siktförbättrande stödsystem som en kostnadsbesparande investering. n = 59.

59 personer svarade på frågan och de 22 personerna som svarade ”ja” fick svara på hur mycket pengar de hade kunnat tänka sig betala för ett siktförbättrande stödsystem (Figur 11). 36 procent hade ingen uppfattning i frågan. Det näst mest förekommande svarsalternativet var ”30 000” kr vilket 18 procent svarade.





**Figur 11.** Enkätrespondenternas uppfattning om hur mycket pengar de kunde tänka sig betala för ett siktförbättrande stödsystem. n = 22.

Respondenterna blev sedan ombudda att komma med en motivering på hur systemet skulle kunna kostnadsbespara arbetet alternativt inte kostnadsbespara deras arbete. 32 personer svarade på fritextfrågan och kunde kategoriseras i grupperna: ”skulle kostnadsbespara”, ”skulle inte kostnadsbespara” och ”båda delarna”. 12 av svaren kategoriserades i gruppen ”skulle kostnadsbespara”, sex av svaren i gruppen ”skulle inte kostnadsbespara”, tre av svaren i gruppen ”båda delarna” och 11 svar kunde ej kategoriseras. Exempel på citat från de olika grupperna presenteras här nedan:

**Skulle kostnadsbespara:**

*”Lättare vardag där man blir mindre trött och mer produktiv.  
Mindre underhåll”*

*”Färre stensågningar, kedjehopp mm.”*

**Skulle inte kostnadsbespara:**

*”För dyr investering kontra förröjning”*

*”Dyr teknik som kommer att kräva underhåll då det inte kommer att vara anpassat för miljön”*

## Båda delarna:

*”Tveksam till föryngringsavverkning, mer positiv till gallring där ett bättre urval skulle kunna ge stora vinster på sikt.”*

*”Tveksam för ekonomin om det endast är för gallring med undervegetation, men om man kan se krök vid aptering så är det intressant”*

## 3.2 Intervjuer

I denna del presenteras resultaten från intervjuer med elever från Jälla-gymnasiet, maskinförare från Mellansverige, samt telefonintervjuer (Bilaga 4).

### 3.2.1 Intervjuer med elever på Jälla-gymnasiet i fält

Intervju med skördarförarelever i samband med gallringskurs gjordes ute i fält. De unga förarna körde skördare i Uppland vid detta tillfälle. De unga förarna benämns här som *Elev 1, Elev 2 och Elev 3* (Tabell 1). De unga förarna hade vid tillfället väldigt lite erfarenhet och var därmed ofärgade från skogsbrukets normer och traditioner från branschen.

*Tabell 1.* Bakgrundsinformation av eleverna från Jälla-gymnasiet som intervjuades ute i fält. Deras ålder och erfarenhet skiljer sig inte mycket då de har gått samma utbildning.

Respondent	Verksamhetsområde	Ålder	Könsidentitet	Erfarenhet
Elev 1	Uppland	19 år	Man	1 år
Elev 2	Uppland	18 år	Man	1 år
Elev 3	Uppland	19 år	Man	1 år

**8. Tidig fråga: Vad upplever du som mest problematiskt när du gallrar i bestånd där det finns undervegetation?** Elev 1 upplever att ansättningen av aggregatet försvåras av att undervegetation inte röjs bort. Elev 2 upplevde att sikten från fallande snö från trädkronor var ett problem, vilket orsakade fördröjningar i arbetet. Ansättningen av aggregatet upplevs enklare under vintern då sikten förbättrades och risken för stensågning minskar. Elev 3 upplever att placeringen av virkeshögar försvåras då undervegetation riskerar att vara ivägen eller följa med när virket skotas ut. Undervegetation påverkar produktiviteten negativt och kräver betydande tid för att hantera. Ökad risk för maskinskador om underväxt fastnar i såglådan, kedjan kan hoppa eller svärdet kan ta skada.

**9. Tror du att ett siktförbättrande system som hjälper föraren att se förbi undervegetation, skulle det vara hjälpsamt ur ett produktionsperspektiv? /Kvalitet/Arbetsmiljö/Produktivitet.** Här antog eleverna att systemet skulle kunna hjälpa på olika sätt. Elev 1 var positivt ställd till systemet och ansåg att systemet skulle kunna söka ut stamved som maskinföraren inte kunde se. Elev 2 ser fördelar med att systemet kan underlätta stamval, vilket skulle göra planeringen och körningen mer effektiv. Vidare anser Elev 2 att det skulle vara fördelaktigt att kunna planera körningen noggrannare genom att välja vilka stammar som ska avverkas innan de nås. Detta skulle potentiellt minska den psykiska stressen genom att säkerställa korrekt sortiment och trädsort. Elev 3 ser

att systemet kan ha en positiv effekt på produktiviteten i bestånd som inte är underväxtröjda, samtidigt som skadorna på kvarvarande stammar skulle minska.

**10. Hur skulle du vilja få information från ett siktförbättrande system? / Vilket typ av information från systemet skulle ge dig bästa förarstödet, skärm, ljud, ljus eller eget förslag?** Elev 1 vill ha en skärm placerad nere till vänster, utan något annat synligt. Elev 2 vill ha en liten separat skärm ovanför den befintliga skärmen på högersidan. Elev 3 föreslår en bild-i-bild-funktion på den befintliga skärmen som skulle visa stamformen och hur långt ner på stammen man kan såga. Dessutom föreslås riktat ljus (riktat ljus är ljusstrålar som är fokuserad eller inriktad på huvudstammen) för att markera vilken eller vilka stammar som är av intresse. Ljudet bör begränsas eftersom det upplevs som mest störande alternativt justerbart. Om detta är möjligt skulle man kunna ha alla tre alternativ (bild, ljud och ljus). Det föreslås även en funktion där systemet varnar eller hindrar användaren från att såga i sten, vilket skulle vara till stor hjälp. En knapp för att enkelt aktivera eller inaktivera systemet önskas också.

### 3.2.2 Intervjuer med maskinförare i fält

Ute i fält hölls det fem intervjuer på plats med skördarförare. Dessa förare är verksamma i Mellansverige och närmare bestämt Hälsingland, Uppland och Jämtland (Tabell 2). Förarna i detta avsnitt benämns som *maskinförare 1, 2, 3, 4 och 5*. Maskinförare 1, 2 & 4 har båda 2-årig skogsbruksskola som utbildning och maskinförare 3 & 5 har gått 3-årigt naturbruksgymnasium. Av dessa fem skördarförare har tre som huvudsaklig arbetsuppgift att köra förstagallring med skördare och två som lärare på Jälla-gymnasiet i Uppsala.

**Tabell 2.** Skördarförarnas huvudsakliga verksamhetsområde angett i län, vilken ålder förarna har, vilken könsidentitet förarna har samt hur stor erfarenhet förarna har av att köra skördare angivet i antal år de kört.

Respondent	Verksamhetsområde	Ålder	Könsidentitet	Erfarenhet
Maskinförare 1	Hälsingland	61 år	Man	29 år
Maskinförare 2	Jämtland	47 år	Man	17 år
Maskinförare 3	Hälsingland	37 år	Man	10 år
Maskinförare 4 (Lärare)	Uppland	58 år	Man	31 år + 10 år manuellhuggare
Maskinförare 5 (Lärare)	Uppland	28	Man	6 år

Fråga 8: **Vad upplever du som mest problematiskt när du gallrar i bestånd där det finns undervegetation?** Här uppgav fyra av respondenterna att sikten var det mest problematiska. Förutom sikten sa maskinförare 1 att ett irritationsmoment är när kedjor hoppar av och svärd förstörs på grund av underväxt. Maskinförare 2 tycker att underväxt gör det svårt att välja stammar av rätt kvalitet och att det hindrar ansättningen av aggregatet. Maskinförare 3 säger även: ”svårt att känna sig stolt över arbetet när det står massa halvbrutna och lutande underväxt kvar i beståndet”. Maskinförare 4 upplever att det tar mycket längre tid att hugga i

bestånd med kvarlämnad undervegetation. Maskinförare 5 Upplever att det blir svårare att identifiera huvudstammar och stenar med tät undervegetation.

**Fråga 9: *Tror du att ett siktförbättrande system som hjälper föraren att se förbi undervegetation, skulle det vara hjälpsamt ur ett produktionsperspektiv?***

***/Kvalitet/Arbetsmiljö/Produktivitet.*** På denna fråga var alla fem maskinförarna överens om att ett siktförbättrande system skulle vara behjälpligt i någon mån. Ett nyckelord där tre av maskinförarna pratade kring var ”stamval”. Maskinförare 1 nämnde att arbetsmiljön kunde bli bättre om systemet medför att arbetet flyter på bättre med färre avbrott och bättre sikt. Han lägger även till att: *”Stress är ju en faktor i denna bransch och det skulle vara super om systemet kunde hjälpa mig producera mer förutsatt att ackordspriser inte sänks”*. Maskinförare 2 tror att produktiviteten skulle kunna höjas med ett liknande stödsystem då ansättning och stamval skulle gå fortare. Maskinförare 4 (Lärare) anser att man måste lyfta aggregatet i alla fall för att komma åt huvudstammarna. Det är också viktigt att se till att rök stammarna inte fastnar i klingan. I områden där man måste köra trots undervegetation skulle ett siktförbättrande hjälpsystem vara till nytta. Maskinförare 5 (Lärare) Det skulle kunna hjälpa föraren att minska stensågning vilket påverkar produktiviteten. Planeringen skulle vara jobbigare med tät underväxt då stora stenar hindrar vägdragning. Den skulle kunna underlätta planering av vägar om den hjälper till att identifiera hinder och topografi. Sensors räckvidd skulle vara hjälpsamt om den såg två trädlängder.

**Fråga 10: *Hur skulle du vilja få information från ett siktförbättrande system? / Vilket typ av information från systemet skulle ge dig bästa förarstödet, skärm, ljud, ljus eller eget förslag?***

Fyra av maskinförarna nämnde att de skulle vilja få informationen presenterad för sig på en skärm inne i skördarhytten. Förutom skärm som stöd nämnde maskinförare 1 att ett pipande varningsljud skulle vara behjälpligt de gånger det finns risk att såga i stenar med aggregatet. Maskinförare 3 sade följande: *”Om jag försöker föreställa mig en färdig produkt så skulle jag helst av allt vilja ha något presenterat på en skärm i skördarhytten. Denna skärm ska kunna visa mig vilka stammar som ska stå kvar, vilka stammar som har uppenbara kvalitetsfel eller bara en bild på hur beståndet ser ut utan underväxt så som du beskrev till mig”*. Maskinförare 4 (Lärare) Någon form av ljusindikation på stammen skulle vara hjälpsamt. Ljusmarkering där olika sortiment sorteras med olika färgmarkeringar om lidarsensorn kan identifiera detta. Om det är möjligt, skulle någon form av heads-up-display på vindrutan vara till stor nytta. Maskinförare 5 (Lärare) önskar en ljudsignal med varierande frekvenser för att indikera avståndet när aggregatet närmar sig huvudstammarna. Ljudsignalen skulle då kunna aktiveras på kommando av föraren. För stensågning skulle det hjälpa med en skärm som visar stenar i närhet till aggregatet. Skärm skulle även fungera bra för stamval.

### 3.2.3 Telefonintervjuer med skördarförare i södra och mellersta Sverige

Telefonintervjuer utfördes för att säkerhetsställa att ingen ny information tillkom. Här låg även fokus att få en större spridning på förarna ur ett geografiskt perspektiv (Tabell 3).

**Tabell 3.** Telefonintervju-respondenternas huvudsakliga verksamhetsområde angett i län, vilken ålder förarna har, vilken könsidentitet förarna har samt hur stor erfarenhet förarna har av att köra skördare angivet i antal år de kört.

<b>Respondent</b>	<b>Verksamhetsområde</b>	<b>Ålder</b>	<b>Könsidentitet</b>	<b>Erfarenhet</b>
Telefonintervju 1	Västra Götaland	26 år	Man	3 år
Telefonintervju 2	Gävleborg	25 år	Man	6 år
Telefonintervju 3	Södermanland	42 år	Man	20 år
Telefonintervju 4	Södermanland	37 år	Man	17 år

Fråga 8: ***Vad upplever du som mest problematiskt när du gallrar i bestånd där det finns undervegetation?*** Respondenterna i telefonintervju 3 och 4 upplevde båda att siktbarheten försämras och det väcker oro för potentiella maskinsador, risken blir då frekventare kedjebyten på grund av att små granar fastnar i såg lådan. Sämre sikt gör att det blir svårt att bedöma om stammen är krökt. Telefonintervju 4 upplevde att stensågning och stamval var ett problem.

Fråga 9: ***Tror du att ett siktförbättrande system som hjälper föraren att se förbi undervegetation, skulle det vara hjälpsamt ur ett produktionsperspektiv? /Kvalitet/Arbetsmiljö/Produktivitet.*** Respondenterna i telefonintervju 3 och 4 var båda positiva till att systemet kunde hjälpa föraren i flera aspekter, dels genom ökad produktivitet, sikt och förbättrad arbetsmiljö. Telefonintervju 3 uttryckte oror för en ökad risk med skador på maskin. Telefonintervju 4 Det skulle spara tid och undvika behovet av att gå tillbaka för att hämta missade stammar om systemet hjälper till med stamval genom att identifiera krök och markera dem. Det skulle också minska hjärntrötthet när man kör i bestånd med dålig sikt.

Fråga 10: ***Hur skulle du vilja få information från ett siktförbättrande system? /Vilket typ av information från systemet skulle ge dig bästa förarstödet, skärm, ljud, ljus eller eget förslag?*** Respondenterna i telefonintervju 3 och 4 nämnde båda att någon form av heads-up-display skulle vara ett bra alternativ om det går. Det poängterades att olika informationssystem kan vara bra i olika situationer där till exempel ljusförhållanden påverkar skärmens synlighet, eller ljud vid risk för stensågning. Telefonintervju 3 Såg fördelar i om systemet kunde göra stamval innan maskinen var framme. Telefonintervju 4 såg fördelar i att ha kombination av informationssystem skulle nog vara det bästa. Gärna att man kan aktivera/justera vid behov, som exempel ljudvolym eller vilken ljudsignal man vill ha. Beroende på ljusförhållande kan det påverka heads-up-display men då kan ljudsignal vara hjälpsamt.

## 4. Diskussion

I det här avsnittet lyfter vi fram de mest relevanta data som framkommit från intervjuerna och enkäten samt diskuterar resultaten.

### 4.1 Huvudsakliga resultat

Efter att ha genomfört vår studie landar vi i tre huvudsakliga resultat:

1. Maskinförarna i studien hade över lag en positiv inställning till ett siktförbättrande stödsystem.
2. Maskinförarna som kör gallring upplever i huvudsak att sikten från skördarhytten är det som påverkas mest när underväxt förekommer på trakterna.
3. Maskinförarna var över lag överens om att ett siktförbättrande stödsystem i första hand bör presentera huvudstammar för dem.

### 4.2 Jämförelse med befintlig kunskap

Våra resultat stärker befintlig kunskap om att skördarförare upplever att kvarlämnad underväxt ökar stress och minskar motivationen att utföra arbetet (Grandin & Karlsson 2023). I flertalet fritextsvar från enkäten utläste vi att underväxt kunde vara psykiskt påfrestande och i intervjuerna resonades det flertalet gånger om det var svårt att lämna ett gott resultat efter sig i gallringar med tät undervegetation. Faktumet att en stor del av respondenterna angav produktivitetsminskning som en följd av förekommande underväxt gör att vi drar slutsatsen att stressen ökar av detta.

Resultaten visar att skördarförare upplever att kvarlämnad underväxt gör ansättningen av skördaraggregat svårare och att sikten försämras. Detta stärks av tidigare studier från Kärhä (2006) då ett återkommande problem som skördarförarna i intervjuerna nämnde var att just ansättningen av aggregatet försvåras. Detta i kombination med att merparten av respondenterna var överens om att sikten är det som påverkas allra mest vid avverkning i bestånd där underväxt förekommer gör att vi står bakom tidigare kunskap.

Jämförelsen med tidigare forskning som säger att förare i förstagallring tittar mindre på bildskärmen i hytten och mer på skogen och trädskronor (Häggström et al. 2015b) blir något motsägelsefull. Detta för att våra respondenter i hög grad svarade att ett siktförbättrande stödsystem ska visas på en bildskärm i hytten. På förhand kunde vi tänka oss att någon form av ljud likt vid apteringsstöd kunde vara ett mer frekvent alternativ. Men faktumet att maskinförare med tiden blivit mer vana att använda sig av bildliga beslutsstöd i form av exempelvis HPR-gallring (beståndsvis gallringsuppföljning), apteringsinstruktioner och GIS-program tror vi kan spegla resultatet av denna fråga.

Inför arbetet läste vi rapporter som påvisade att problematiken med underväxt tros vara större ju längre söderut i Sverige man kommer (He et al. 2021). Anledningen till detta är att boniteten i medeltal ökar från norr till syd. Vi anser att våra resultat delvis stärker denna tidigare kunskap. De förare vi intervjuade i södra och mellersta Sverige gav sken om att problematiken förekom ofta de

gångar bestånden inte var röjda. Och om man sorterar ut de nordligaste länen från Jämtland och norrut i enkäten kan man dra slutsatsen att problematiken ej är lika vanlig som i mellersta och södra Sverige.

### 4.3 Förklaring av den nya kunskapen

Resultatet från enkäten och intervjuerna visar att maskinförare är positiva till ett siktförbättrande system. Maskinförarnas förslag och innovativa tankar och idéer om vad systemet har för potential ger bra insikt i vad förarna efterfrågar av systemet. Att utrusta systemet med ytterligare funktioner skulle göra det mångsidigt likt liknande system som NFA:s (2023) laserbaserade beslutsstöd till skördare.

Respondenternas beskrivning av problematiken kring underväxt stärks av tidigare studier från Kärhä (2006). De största konsekvenserna av underväxt för skördarförare i gallring är dålig sikt, problem att ansätta aggregatet och ökad risk för maskinskador. Skördarförare upplever att kvarlämnad underväxt ökar den kognitiva belastningen och stress, något som skördarförarna tror att ett framtida siktförbättrande system har potentialen att motverka. Om systemet kan hålla produktiviteten uppe trots kvarlämnad underväxt så blir det till stor nytta för skördarförarna.

Enligt resultatet så föreslogs olika funktioner från lidarsystemet som skulle underlätta arbetet för skördarförare. Genom att integrera liknande funktioner som de som används av NFA (2023), inklusive de förslag respondenterna bidrog med, såsom stamval, mätning av grundyta för gallringsuppföljning, en funktion för att motverka stensågning, avståndsindikation från huvudstammar och möjligheten att se förbi undervegetation, minskar systemets krav på operatörens uppmärksamhet riktad mot dessa uppgifter. Respondenterna anser att dessa funktioner minskar operatörens kognitiva belastning. Respondenternas förslag på ytterligare funktioner syftar till att upprätthålla produktiviteten i skogsbestånd där underväxt begränsar arbetets tidsmässiga effektivitet likt tidigare forskning (Dreger & Rinkenauer 2024) har visat vara möjligt.

Räckvidden på sensorn har en avgörande faktor för dess effektivitet. Vid diskussioner med respondenter så diskuterades avståndet två trädlängder som ett alternativ. Vilken räckvidd som är den optimala påverkas av många faktorer. I Siriusrapporten behandlar Andersson et al. (2023) hur räckvidden, upplösningen och penetrationsförmågan påverkar den tid det tar att bearbeta data som ska presenteras för operatören.

### 4.4 Styrkor och svagheter

Vi har identifierat några styrkor och några svagheter med vår studie.

#### Styrkor

Studien har genomförts som en kombinerad enkät- och djupintervjuundersökning, vilket har resulterat i ett stort antal svar från enkäten och därigenom nått ut till en bred målgrupp. Djupintervjuerna gav respondenterna möjlighet att diskutera och bolla idéer med oss som ställde frågorna. Detta gav många väl uttänkta och innovativa svar. Intervjuerna på plats med erfarna maskinförare gav de mest

nyanserade svaren. Vi anser det vara en styrka att vi, med hjälp av skogsbolag, lyckades fånga in personer med lång erfarenhet att intervjua

Båda författarna har viss yrkesmässig erfarenhet av att produktionsleda avverkningslag och Daniel har erfarenhet av att själv köra skördare samt att yrkesverksamt jobba som produktionsledare. Denna bakgrund i kombination med hittills utförda studier på Skogsmästarskolan har gjort det lättare att utforma relevanta frågor och leta intressanta bakgrundsfakta till studien.

## Svagheter

En svaghet med studien är att respondenterna hade vissa svårigheter att visualisera sig en färdig produkt och därmed lite svårt att ge genomtänkta svar emellanåt. Därför var det nyttigt att vi som utformade frågor till enkät och intervjuer gav viss bakgrund till frågorna och hjälpte maskinförarna att visualisera vissa frågor. Denna svaghet är mest kopplad till svaren i enkäten där respondenter ej gavs möjlighet att ställa motfrågor och diskutera frågorna.

Att intervjuerna i undersökningen begränsades geografiskt på grund av att vi som genomfört studien hade begränsad budget i både tid och ekonomi till att resa och skapa ett större upptagningsområde. För att säkrare kunna säkerställa att problematiken ökar ju längre söderut man kommer hade fler djupintervjuer behövts göras mer spritt i landet för att styrka detta påstående ännu mer.

Respondenternas svar från Facebook var en variant av en enkät på webben vilket innebär att det inte går att säkerställa vilka eller vem som har svarat och om de har svarat flera gånger på enkäten (SCB 2024). Vi kan därmed inte veta att svaren vi fått in från enkäten kommer från endast skördarförare eller om det är vem som helst som klickat in på länken och svarat helt randomiserat. För att säkerställa detta hade krävts att vi per post eller epost kontaktat möjliga respondenter vi på förhand vet är representativa för undersökningen.

## 4.5 Rekommendationer

När forskningen och teknikutvecklingen i ett framtida stadie kommit till skeendet att en färdig produkt eller prototyp finns på marknaden så finns goda möjligheter att genomföra framtida studier på detta. Förslagsvis bör studier göras på hur skogsmaskiners produktivitet, lönsamhet, arbetsmiljö med mera påverkas av den nya tekniken. Inför detta bör det göras vidare studier på exakt hur beslutsstödet ska se ut, hur det ska funka och hur det ska presentera informationen.

Ett intressant ämne som flertalet av varandra oberoende respondenter nämnde var gallringsuppföljning. Det torde därför vara intressant att undersöka vilka möjligheter tekniken skapar till att göra automatiska uppföljningar liknande de som NFA:s (2023) system gör, vilket ger förare feedback i realtid på gallringars utförande. Ett potentiellt samarbete med NFA (2023) har kanske möjlighet att minska produktutvecklingstiden samtidigt som det säkerställer att systemet uppfyller skogsmaskinförarens krav och förväntningar. I samarbetet så skulle då ytterligare funktioner kunna appliceras som att undvika stensågning, se förbi underväxt, samt avståndsmätning till huvudstammar inom kranens räckvidd. Vi anser att tekniken, som mäter grundytan kring maskinen före och efter åtgärd, kan



vara ett värdefullt komplement till HPR-gallring eller fungera som en ersättande variant. Vi tror att tekniken potentiellt kan föreslå vilka stammar som bör gallras bort baserat på kvalitet samt ge löpande återkoppling om det skapade stickvägsavståndet.

Förarna vi intervjuade i fält hade svårt att ta ställning till om systemet skulle kostnadsbespara arbetet och svårt att ge en tänkbar summa i kronor som de kunde tänka sig betala för systemet. Vid vidare marknadsundersökning för liknande beslutsstöd vore det intressant för respondenter att få en uppskattning på investeringskostnaden och potentiella intäkter från de inbesparade förröjningarna. Vidare kostnadsuppskattningar kombinerat med medförda kostnadsbesparingar vid investering bör därför göras i framtida studier och produktutveckling.

Det finns en föreställning bland många maskinförare att det alltid lönar sig att underväxtröja för skogsägare. Denna kunskap är i många fall felaktig enligt forskning (Gunnarsson et al 1992; Kärhä 2006; Pålsson 2013; Gunnarsson 2015; Jonsson 2015; Sjöqvist & Olofsson 2018; Skogelid 2019; Wiklund 2019; Grandin & Karlsson 2023) och man bör arbeta för att ge en nyanserad bild av vad underväxtröjning kostar och hur det påverkar den totala avverkningskostnaden.

## 4.6 Slutsatser

Slutsatserna från vår studie är följande:

- Skördarförarna upplever i huvudsak att sikten är det som påverkas mest när underväxt förekommer på gallringstrakter.
- De flesta intervju- och enkätrespondenterna har varit positivt inställda till att använda ett ytterligare stödsystem i skördarna. Vi drar därför slutsatsen att det finns både ett uppdämt behov och en marknad för laserbaserade beslutsstöd.
- Vid framtagning av en kommersiell produkt bör våra respondenters svar övervägas då många intressanta och nyanserade tankar från verkligheten framkommit. En samverkan mellan tillverkare och maskinförare bör kunna bidra till en lättare arbetsvardag för maskinförare och en mer attraktiv produkt att sälja för tillverkaren.
- Produkten som efterfrågas ute bland maskinförarna verkar vara en skördarmonterad laserscanner som samlar in data från skördarens omgivning. Produkten bör troligen kunna kontinuerligt presentera olika saker visuellt på en separat skärm i hytten. Föremål som önskas presenteras är i första hand huvudstammar. Bra vore om det för föraren finns möjlighet att kunna välja vad som visas. I vissa fall vill förare kunna se stenar och markprofil. Vid snöiga förhållanden kan det vara extra viktigt att kunna välja bort underväxten i beslutsstödet. Vissa förare efterfrågar löpande gallringsuppföljning med hjälp av grundyttemätning, och vissa förare vill att produkten ska kunna mäta avstånd för att meddela föraren om kranen når ett träd eller om skördaren kommer kunna passera mellan två hinder längre fram i terrängen.

# Referenslista

- Agestam, E. (2015). Skogsskötselserien nr 7, Gallring. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Andersson, M., Berthold, S., Goodhe, M., Lind, C., Moström, O (2023). *LIDAR-baserat stödsystem för operatörsbaserad navigering av skördaraggregat i gallringsskog med sikthindrade underväxt*. Institutionen för teknikvetenskap och matematik, Luleå tekniska universitet. Siriusrapport.
- Andújar, D., Escolà, A., Rosell-Polo, J.R., Sanz, R., Rueda-Ayala, V., Fernández-Quintanilla, C., Riberio, A., Dorado, J (2016). *A LiDAR-Based System to Assess Poplar Biomass*. *Gesunde Pflanzen* 68, 155–162.  
<https://doi.org/10.1007/s10343-016-0369-1>
- Bastos, D., Monteiro, P.P., Oliveira, A.S.R. & Drummond, M.V. (2021). An Overview of LiDAR Requirements and Techniques for Autonomous Driving. *Proceedings of 2021 Telecoms Conference (Conf<sup>TELE</sup>)*, February 2021. 1–6.  
<https://doi.org/10.1109/ConfTELE50222.2021.9435580>
- Bergström, A (2012). *Användning av LiDAR och ArcGIS inom skogsbruk i Sverige*. (Examensarbete) Högskolan i Gävle, Geomatikprogrammet, Akademin för teknik och miljö, Avdelningen för Industriell utveckling, IT och Samhällsbyggnad. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:544661/FULLTEXT01.pdf>
- Bertram, I (2009). *Hur ser en bra enkät ut? En kritisk granskning av befintliga frågeformulär*. Lunds universitet, Projektarbete, Avd för Arbets- och miljömedicin. <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/2858708>
- Disney, M. (2019). Terrestrial LiDAR: a three-dimensional revolution in how we look at trees. *The New phytologist*, 222 (4): 1736–1741.  
<https://doi.org/10.1111/nph.15517>
- Dreger, F.A. & Rinkenauer, G. (2024). Evaluation of different feedback designs for target guidance in human controlled robotic cranes: A comparison between high and low performance groups. *Applied Ergonomics*, 116, 104204.  
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2023.104204>
- Eriksson, E (1977) *Företagsekonomins grunder*. 3. Uppl. Stockholm: Brevskolan
- Eriksson, M., Lindroos, O. (2014). *Produktivitet hos skördare och skotare i kortvirke verksamhet i norra Sverige baserat på stora uppföljningsdatamängder*. *International Journal of Forest Engineering*, 25 (3):179-200. <https://doi.org/10.1080/14942119.2014.974309>
- Fernandez-Lacruz, R., Grönlund, Ö., Johannesson, T., Djupström, L.B., Söderberg, J. & Eliasson, L. (2023). Harvester time consumption in nature conservation management operations. *International journal of forest*

*engineering*, 34 (2): 112–116.  
<https://doi.org/10.1080/14942119.2023.2174353>

Fejes, A. & Thornberg, R. (2019). *Handbok i kvalitativ analys*. Upplaga 3. Liber.

Forsberg, M., Lodén, H (2020). *Förröjning i Sverige - en granskning av skogsföretagens strategier för underväxtröjning inför förstagallring*. (Kandidatarbete i skogsvetenskap 2020:13) Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för skogsvetenskap / Jägmästarprogrammet.  
<https://stud.epsilon.slu.se/15935>

Forsmark, V. 2010. *Räcker det med en röjning i tallbestånd i norra Sverige?* (Examensarbete 2010:18) Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för skogsvetenskap/Jägmästarprogrammet.  
<https://stud.epsilon.slu.se/1703/>

Grandin, W., Karlsson, S (2023). *Underväxtens påverkan på skördarförarens prestation: en jämförelse mellan avverkningsplanerarens och skördarförarens bedömning*. (Kandidatarbete i skogsvetenskap 2023:09) Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för skogsvetenskap/Jägmästarprogrammet.  
<https://stud.epsilon.slu.se/19107/>

Gunnarsson, B. (2015). *Underröjningsgradens påverkan på förstagallringsnetto med flerträdsaggreat*. Institutionen för skog och träteknik, Linnéuniversitet.  
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-40691>

Gunnarsson, P. Hellström, C. & Scherman, S. (1992). *Gallring i bestånd med underväxt*. Kista: Skogforsk,Handledning. ISBN 91 7614 080 6.

Gunulf, A (2013). *Establishment of Heterobasidion annosum s.l. Infections in Young Norway Spruce Dominated Stands*. Sveriges lantbruksuniversitet. Department of Southern Swedish Forest. Alnarp.  
<https://pub.epsilon.slu.se/10239/>

Guo, Q. (2022). *LiDAR Principles, Processing and Applications in Forest Ecology*. Academic Press.

He, H., Jansson, P.-E. & Gärdenäs, A.I. (2021). *CoupModel (v6.0): an ecosystem model for coupled phosphorus, nitrogen, and carbon dynamics – evaluated against empirical data from a climatic and fertility gradient in Sweden*. *Geoscientific Model Development*, 14 (2): 735–761.  
<https://doi.org/10.5194/gmd-14-735-2021>

Hammarlund, F., Sjöberg, J (2023). *Förröjningens påverkan på skogens ekonomiska, ekologiska och sociala värden: en teoretisk studie på flera aspekter*. (Kandidatarbete i skogsvetenskap 2020:15) Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för skogsvetenskap / Jägmästarprogrammet.  
<https://stud.epsilon.slu.se/15705/>

- Jansdotter, C., Svensson, A. (2002). *Enkätundersökningar i teori och praktik - med inriktning på folkbibliotek*. (Examensarbete 2002:18). Lunds universitet. Bibliotek och informationsvetenskap. ISSN 1401–2375.  
<https://www.lu.se/lup/publication/1333916>
- Jonsson, F. (2015). *Hur påverkar avlövad underväxt kvaliteten och drivningskostnaden i gallring?* (Examensarbete i skogshushållning 2015:8). Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi. Jägmästarprogrammet. <https://stud.epsilon.slu.se/7867/>
- Klasson, J. (2016). *Teknisk kompetens hos skördarförare*. Examensarbete (2016:12). Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsmästarprogrammet. <https://stud.epsilon.slu.se/9194/>
- Kärhä, K. (2006). *Profitability of pre-clearance in first-thinning Scots pine stands*. In *Scandinavian Forest Economics: Proceedings of the Biennial Meeting of the Scandinavian Society of Forest Economics*. vol. 2006, nr 41. s.137–146. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.198548>
- Lundqvist, L., Lindroos, O., Hallsby, G., Fries, C., Skogsstyrelsen. (2022). Skogsskötselserien nr 20, Slutavverkning. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- NFA (2023). *Digital Perception Technology Enabling Future Forestry*. [Internt material]. <https://www.nordicforestryautomation.com/nfa> [2024-05-15]
- Pålsson, M. (2013). *Behovsgrad av förröjning i förstagallring av konfliktbestånd, avverkad med flerträdshantering*. Examensarbete (2013:206). Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap. Alnarp. <https://stud.epsilon.slu.se/5346/>
- Sanz, B., Malinen, J., Heiskanen, J., Tokola, T. (2020). *Need for Pre-Harvest Clearing of Understory Vegetation Determined by Airborne Laser Scanning*. *Forests* 2020, 11(3), 294. <https://doi.org/10.3390/fl11030294>
- SCB (2016). *Frågor och svar – om frågekonstruktion i enkät- och intervjuundersökningar*. Statistiska Centralbyrån. Stockholm. (2016:12)
- SCB (2024). *Att välja metod och intervjupersoner*. Statistiska Centralbyrån. Stockholm. <https://www.scb.se/dokumentation/statistikguiden/undersokning-och-urval/att-valja-metod-och-intervjupersoner/> .[2024-05-13].
- Sjöqvist, M. & Olofsson, V. (2018). *Förröjningens påverkan på avverkning med förstagallringsskördare*. (Examensarbete 2018:19) Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsmästarprogrammet. <https://stud.epsilon.slu.se/14133/>
- Skogelid, O (2019). *Underväxtens påverkan på produktiviteten och gallringskvalitén hos två gallringsskördare*. (Examensarbete 2019:2) Sveriges

lantbruksuniversitet. Skogsmästarprogrammet.  
<https://stud.epsilon.slu.se/14242/>

Skogsstyrelsen (2022). *Bruttoavverkning 2020 med preliminär statistik för 2021 och prognos för 2022*. (2022-09-27). Serie: JO – Jordbruk, skogsbruk och fiske.

<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/statistikfaktablad/jo0312-statistikfaktablad.pdf> .[2024-01-23]

Stockholms universitet (2019). *Studiehandledning: Vetenskaplig teori och metod III*. Institutionen för pedagogik och didaktik. Stockholm.

Vestling, B. (2012). *Kostnadspåverkande faktorer för skördare: en analys av uppföljningsdata hos Stora Enso Skog*. Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet. Umeå. Arbetsrapport 384. <https://stud.epsilon.slu.se/5132/>

Wiklund, H. (2019). *Effekten av underväxtröjning och gallringsintensitet på skördarens effektivitet i förstagallring*. Institutionen för skogliga biomaterial och teknologi, Sveriges lantbruksuniversitet. Umeå: Arbetsrapport 3. <https://stud.epsilon.slu.se/14993/>

Zheng, Y., Liu, J., Wang, D. & Yang, R. (2012). Laser scanning measurements on trees for logging harvesting operations. *Sensors* 12 (7): 9273–9285. <https://doi.org/10.3390/s120709273>

# Bilagor

## Bilaga 1. Frågeställningar enkätformulär

### Fråga 1

Vilket könsidentitet identifierar du dig som? \*

- Man
- Kvinna
- Annat
- Vill ej ange

### Fråga 2

Vilken ålder är du?

Svara med en siffra hur många år du är.

### Fråga 3

Har du någon skoglig utbildning?

- Ja
- Nej

### Fråga 4

Beskriv vilken typ av skoglig utbildning du har genomfört

## Fråga 5

Hur många år har du kört skördare? \*

0-5 år

6-10 år

11-15 år

16-20 år

21-25 år

26-30 år

Mer än 31 år

## Fråga 6

Vilken avverkningsform kör du i huvudsak? Om du kör annat än slutavverkning eller gallring anger du din huvudsakliga avverkningsform under "annat".

Slutavverkning

Förstagallring

Sen gallring

Annat

## Fråga 7

Vilket län är ditt huvudsakliga verksamhetsområde?

## Fråga 8

Underväxt: gagnvirke som inte ger virkesvolym till industrin. På bilden ser du ett exempel från en förstagallring där huvudstammarna är svåra att se på grund av underväxt. Hur vanligt förekommande är sikthindrande undervegetation som utgör ett problem för dig som skördarförare på dina trakter?



Förekommer alltid

Förekommer ofta

Förekommer ibland

Förekommer sällan

Förekommer aldrig



## Fråga 9

Vad upplever du som mest problematiskt när du avverkar bestånd där det finns undervegetation?  
Rangordna alternativen nedan från mest problematiskt längst upp till minst problematiskt längst ned

Sikten försämras

Produktivitetsminskning

Skador på kvarvarande bestånd ökar

Apteringssvårigheter

Arbetsmiljön försämras

Mekaniska avbrott på maskinen

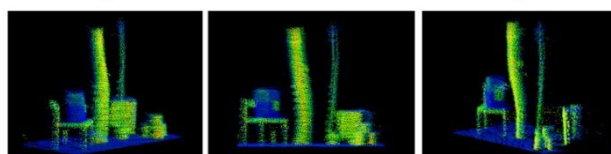
## Fråga 10

Förutom alternativen på föregående fråga om vad som är mest problematiskt när du avverkar i bestånd där det finns undervegetation, kommer du på något ytterligare som är besvärligt med detta?

## Fråga 11

LIDAR (Light detection and ranging). Bygger på att sensorer sänder ut lasersignaler. Dessa laserstrålar kan vid tillräckligt hög upplösning bygga bilder i 3D (3D Punktmoln) som efterliknar omgivningen. Med hjälp av datorprogram så kan man se förbi eller helt exkludera underväxten i 3D molnet. 3D molnet skapar då en avbild på de scannade föremålen. På bilden ser du ett exempel av vad programmet har för förmåga att återspegla i ett 3D punktmoln. Vilka föremål skulle du vilja att systemet identifierar och presenterar för dig som skördarförare?

Rangordna föremålen med föremål du helst ser presenteras längst upp och föremålen du minst gärna presenteras längst ned



ned

Markprofil

Levande individer i närheten av maskinen

Huvudstammar

Stenar

Stubbar

Stammar som inte innehåller oanvirke

## Fråga 12

Hur mycket skulle ett stödsystem som bygger på denna LIDAR-teknik kunna underlätta för dig i nedanstående parametrar i din arbetsvardag som skördarförare? På bilden ser du ett exempel av vad programmet har förmåga att återspegla i ett 3D punktmoln. De tre bilderna längst ned visar resultatet av hur de scannade föremålen på bilden längst upp ser ut efter att ha scannats med LIDAR-teknik från olika vinklar.

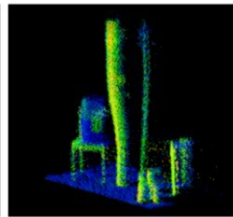
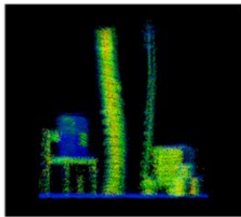
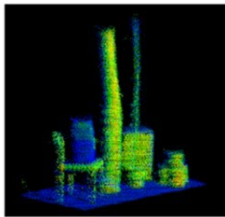
Kryssa på skalan 1 – 6 vad som är mest relevant för dig. Där 1= underlättar inget och 6 = underlättar mycket.



Vänster

Framifrån

Höger



1

2

3

4

5

6

Arbetsmiljö

Produktivitet

Kvalitet på arbetet, stamval, krök eller sikt begränsning

Minskat behov av underhåll och avbrot

### Fråga 13

Hur skulle du vilja få information från ett siktförbättrande stödsystem för att hjälpa dig i din roll som skördarförare? Datat som fås ut av systemet skulle kunna tänkas presenteras på olika sätt för föraren (till exempel genom bilder, ljud ljus osv). Bilden nedan visar ett exempel på hur föremål ser ut från olika vinklar efter att ha scannats med LIDAR-teknologi.

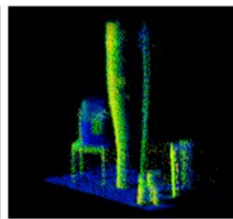
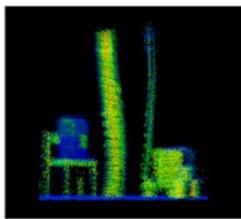
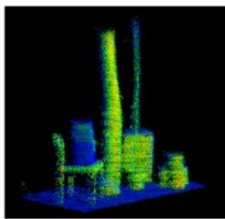
Rangordna alternativen utefter det sätt du helst skulle vilja få informationen presenterad från längst upp, till alternativen hur du minst gärna får informationen presenterad längst ned.



Vänster

Framifrån

Höger



På begäran av föraren få en stillbild av skördarens omgivning som presenteras på en dataskärm i skördaren

Ljussignaler när skördarens aggregat närmar sig stenar

Kontinuerlig visning av skördarens omgivning som presenteras på en dataskärm i skördaren

Ljussignaler när skördarens aggregat närmar sig en huvudstam

Ljudsignaler när skördarens aggregat närmar sig en huvudstam

Ljudsignaler när skördarens aggregat närmar sig stenar

### Fråga 14

Förutom alternativen ovan om hur du vill att informationen från ett siktförbättrande stödsystem presenteras för dig, har du något eget förslag på hur detta skulle kunna presenteras för dig i skördaren?

### Fråga 15

Vad är din uppfattning, ser du någon potential med att använda ett siktförbättrande stödsystem eller finns det eventuella nackdelar?

### Fråga 16

Skulle ett siktförbättrande stödsystem eventuellt kunna underlätta några arbetsmoment i skördaren och varför? (till exempel upparbetning, stamval, vägdragnings osv.)

Svara gärna utförligt och i vilket/vilka arbetsmoment det skulle kunna underlätta med ett siktförbättrande stödsystem.

### Fråga 17

Ser du ett siktförbättrande system som en kostnadsbesparande investering?

Ja

Nej

Osäker

## Fråga 18

Hur mycket skulle ett sådant system kunna vara värt?

Välj det alternativ som passar bäst eller svara med eget förslag under alternativet annat.

10 000 kr

20 000 kr

30 000 kr

40 000 kr

50 000 kr

60 000 kr

70 000 kr

80 000 kr

90 000 kr

100 000 kr

Mer än 100 000 kr

Ingen uppfattning

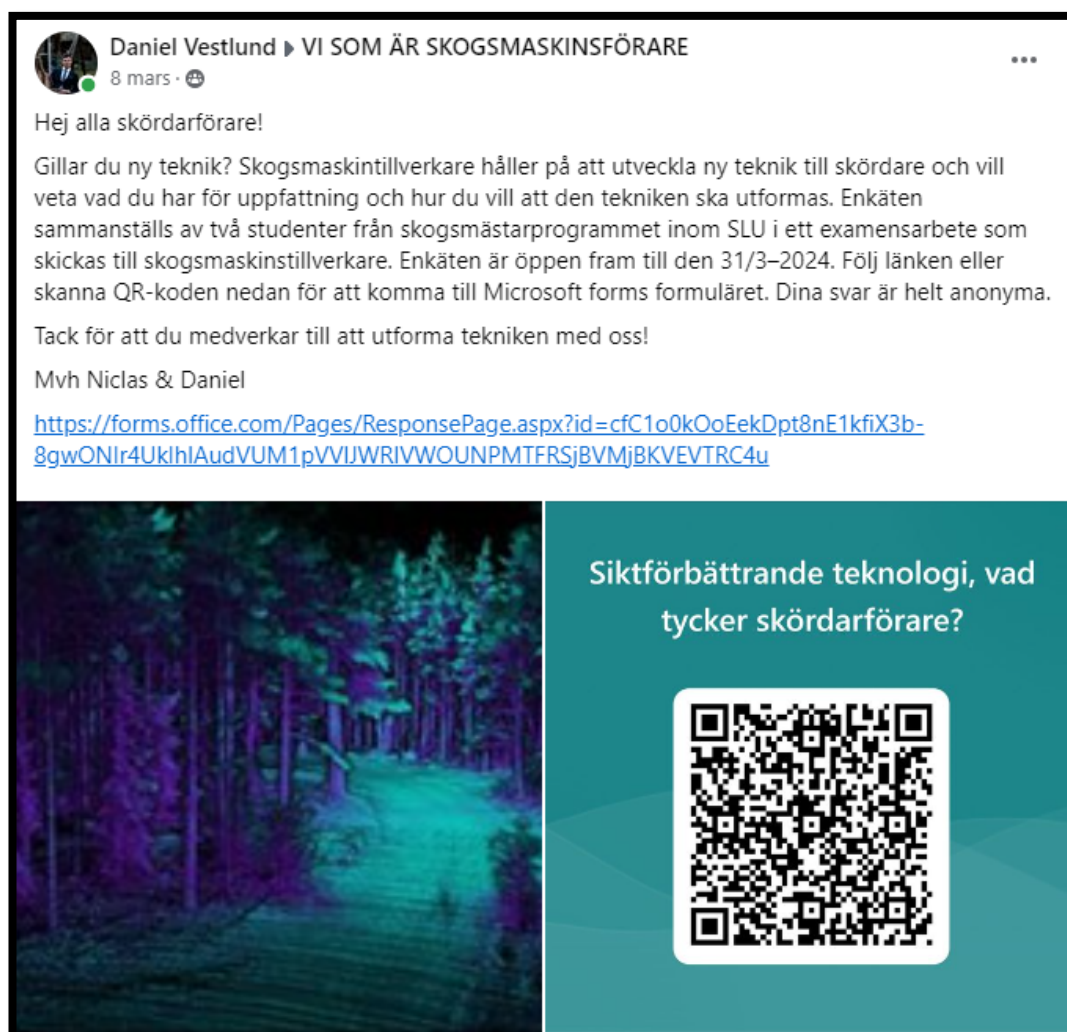
Annat

## Fråga 19

Utveckla gärna på vilket sätt systemet skulle kunna kostnadsbespara alternativt inte kostnadsbespara ditt arbete?



## Bilaga 2. Utskick Facebookinlägg



**Daniel Vestlund** ▸ VI SOM ÄR SKOGSMASKINSFÖRARE  
8 mars · 🌐


Hej alla skördarförare!

Gillar du ny teknik? Skogsmaskintillverkare håller på att utveckla ny teknik till skördare och vill veta vad du har för uppfattning och hur du vill att den tekniken ska utformas. Enkäten sammanställs av två studenter från skogsmästarprogrammet inom SLU i ett examensarbete som skickas till skogsmaskintillverkare. Enkäten är öppen fram till den 31/3-2024. Följ länken eller skanna QR-koden nedan för att komma till Microsoft forms formuläret. Dina svar är helt anonyma.


Tack för att du medverkar till att utforma tekniken med oss!

Mvh Niclas & Daniel

<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=cfC1o0kOoEekDpt8nE1kfiX3b-8gwONlr4UkihlAudVUM1pVVUJWRIVWOUNPMTFRSjBVMjBKVVEVTRC4u>



Siktförbättrande teknologi, vad tycker skördarförare?



## Bilaga 3. Intervjufrågor

**Fråga 1:** Hur många år har du kört skördare?

**Fråga 2:** Vilken avverkningsform kör du i huvudsak? (Slutavverkning, gallring eller annat)

**Fråga 3:** Förekommer det underväxt på dina trakter? Underväxt: gagnvirke som inte ger virkesvolym till industrin. På bilden ser du ett exempel från en förstagallring där huvudstammarna är svåra att se förbi underväxt. Skriv gärna ditt svar hur stort problem du anser att det är i dina trakter? Specificera gärna hur stort uppslag du har på dina trakter: Stort problem, mellanstort problem eller litet problem.

**Fråga 4:** Vilket län är ditt huvudsakliga verksamhetsområde?

**Fråga 5:** Tidig fråga: Vad upplever du som mest problematiskt när du gallrar i bestånd där det finns undervegetation?

**Fråga 6:** Tror du att ett siktförbättrande system som hjälper föraren att se förbi undervegetation, skulle det vara hjälpsamt ur ett produktionsperspektiv? /Kvalite/Arbetsmiljö/Produktivitet

**Fråga 7:** Hur skulle du vilja få information från ett siktförbättrande system? /Vilket typ av information från systemet skulle ge dig bästa förarstödet, skärm, ljud, ljus eller eget förslag?

**Fråga 8:** I ett bestånd med tät undervegetation där underväxtröjning inte har utförts, vilken typ av information skulle kunna underlätta för dig?

**Fråga 9:** Vad är din uppfattning ser du några brister med ett siktförbättrande system?

**Fråga 10:** Ser du att det finns ett behov av siktförbättrande system som hjälper föraren vid olika arbetsmoment? Trädval/ hänsyn/ underväxt

**Fråga 11:** Vad är din uppfattning, ser du ett siktförbättrande system som en kostnadsbesparande investering? Om ja, hur mycket skulle ett sådant system vara värt? Svara i hela 10 tusentals kronors intervaller.



## Bilaga 4. Frågeställningar och svar på intervjufrågor

### 1. Ålder?

**Elev 1** – 19 år.

**Elev 2** - 18 år.

**Elev 3** - 19 år.

**Maskinförare 1** – 61 år.

**Maskinförare 2** – 47 år.

**Maskinförare 3** – 37 år.

**Maskinförare 4** – 58 år.

**Maskinförare 5** – 28 år.

**Telefonintervju 1** – 26 år.

**Telefonintervju 2** – 25 år.

**Telefonintervju 3** – 42 år.

**Telefonintervju 4** – 37 år.

### 2. Könsidentitet?

**Elev 1** – Man.

**Elev 2** – Man.

**Elev 3** – Man.

**Maskinförare 1** – Man.

**Maskinförare 2** – Man.

**Maskinförare3** – Man.

**Maskinförare 4** – Man.

**Maskinförare 5** – Man.

**Telefonintervju 1** – 26 år.

**Telefonintervju 2** – 25 år.

**Telefonintervju 3** – Man.

**Telefonintervju 4** – Man.

### 3. Har du någon skoglig utbildning?

**Elev 1** - Naturbruk med inriktning skog.

**Elev 2** - Naturbruk med inriktning skog.

**Elev 3** - Naturbruk med inriktning skog.  
**Maskinförare 1** – 2-årig skogsbruksskola.  
**Maskinförare 2** – 2-årig skogsbruksskola.  
**Maskinförare3** – 3-årigt naturbruksgymnasium med maskininriktning.  
**Maskinförare 4** – 2 år på Naturbruk.  
**Maskinförare 5** - Naturbruk med inriktning skog.  
**Telefonintervju 1** – 3-årigt naturbruksgymnasium.  
**Telefonintervju 2**–3-årigt naturbruksgymnasium.  
**Telefonintervju 3** – 2 år på Naturbruk.  
**Telefonintervju 4** – 2 år på Naturbruk.

4. **Hur många år har du kört skördare?**

**Elev 1** - 1,5 år.  
**Elev 2** – 1 år.  
**Elev 3** – 1 år.  
**Maskinförare 1** – 29 år i huvudsak som entreprenörsägare och AT-ägare åt tre olika uppdragsgivare.  
**Maskinförare 2** – 17 år i huvudsak som entreprenörsägare.  
**Maskinförare 3** - 10 år som anställd.  
**Maskinförare 4** – Har jobbat som huggare i 10 år, skogsmaskiner över 31 år.  
**Maskinförare 5** - 6 till 10 år.  
**Telefonintervju 1** – 3 år.  
**Telefonintervju 2** – 6 år. Två första åren som anställd sedan som delägare i firman.  
**Telefonintervju 3** – 20 år.  
**Telefonintervju 4** – 17 år.

5. **Vilket län är ditt huvudsakliga verksamhetsområde?**

**Elev 1** – Uppland.  
**Elev 2** – Uppland.  
**Elev 3** – Uppland.

**Maskinförare 1**-Har kört i stort sett hela Mellansverige. Framförallt Hälsingland & Härjedalen. Just nu är det Hälsingland som gäller och har varit det huvudsakliga under alla år.

**Maskinförare 2** - Sista halvåret har min grupp gått i Härjedalen, Jämtland. Annars är Hälsingland mitt huvudsakliga arbetsområde.

**Maskinförare 3** – Hälsingland.

**Maskinförare 4** – Uppland.

**Maskinförare 5** – Uppland.

**Telefonintervju 1** – Västra Götaland.

**Telefonintervju 2** – Hälsingland i Gävleborg.

**Telefonintervju 3** – Södermanland.

**Telefonintervju 4** – Södermanland.

6. **Vilken avverkningsform kör du i huvudsak? (Slutavverkning, gallring eller annat).**

**Elev 1** - Mest slutavverkning.

**Elev 2** - Slutavverkning.

**Elev 3** - Slutavverkning.

**Maskinförare 1** - Gallring till 95 %. Och då är det uppskattningsvis 90% förstagallring och 10% andragallring.

**Maskinförare 2**-För det mesta förstagallring. Speciellt i denna geografi.

**Maskinförare 3** - Senaste fem åren har det varit uteslutande gallring då detta är renodlade gallringsmaskiner. I regel är det förstagallringar som gäller.

**Maskinförare 4** - Tidigare enbart gallring, nu allt.

**Maskinförare 5** – Kör slutavverkning men även en del gallring.

**Telefonintervju 1** - Förstagallring blir det mest då vi har renodlade gallringsmaskiner.

**Telefonintervju 2** - Mest gallring, kan hända att vi tar klenare slutavverkningar om det finns intill gallringarna. Både första och andragallringar.

**Telefonintervju 3** – Förstagallring.

**Telefonintervju 4** – Förstagallring.

7. **Förekommer det underväxt på dina trakter? Underväxt: gagnvirke som inte ger virkesvolym till industrin. På bilden ser du ett exempel från en förstagallring där huvudstammarna är svåra att se förbi underväxt. Skriv gärna ditt svar hur stort problem du anser att det**

**är i dina trakter? Specificera gärna hur stort uppslag du har på dina trakter: Stort problem, mellanstort problem eller litet problem.**

**Elev 1** – Ett påtagligt problem finns det med undervegetation.  
”Undervegetation måste röjas bort enligt mig, för att produktiviteten inte ska försämrans”.

**Elev 2** – Inte ett jättestort problem med undervegetation.

**Elev 3** – Ja, på sommaren är det problem då man inte ser om klingan slår i en sten och skapar skogsbrand.

**Maskinförare 1** - Just på denna trakt vi är på just nu är det inga problem nästan. Men ofta finns det en hel del underväxt som stör.

**Maskinförare 2** - Här uppe i Härjedalen är det sällan något stort problem då det oftast är bra underväxtröjt och dels för att det inte är ett stort naturligt uppslag av underväxt i regel. I Hälsingland upplever jag problemet lite större.

**Maskinförare 3** - Jag skulle säga att underväxt förekommer mer eller mindre på alla trakter. Uppdragsgivaren är försiktig med att röja förutom om det finns ett stort uppslag och behov av det.

**Maskinförare 4** – Det är olika mycket problem beroende på vem det är som kör. Vissa har större problem med underväxt än vad andra har.

**Maskinförare 5** – Generellt ganska mycket, blommar på bra med underväxt.

**Telefonintervju 1** - Underväxt finns ju alltid i någon mån. Men planerarnas rutin om att förröja när förröjningsbehovet är en trea eller mer tycker jag funkar, alltså att trakterna blir röjda då. Det händer att vi kommer på trakter där det är en vägg av underväxt men då brukar vi få köra trakten på timme.

**Telefonintervju 2** - Underväxt förekommer ofta och är besvärligt. Blir ofta prisförhandlingar på trakter där mängden underväxt är felaktigt angivet.

**Telefonintervju 3** – Påtagligt, stark underväxt.

**Telefonintervju 4** – Varierande med undervegetation.

**8. Tidig fråga: Vad upplever du som mest problematiskt när du gallrar i bestånd där det finns undervegetation?**

**Elev 1** – Ansättning av aggregatet försvåras, underväxten måste därför röjas bort.

**Elev 2** – Undervegetation hindrar vart man kan lägga virkeshögar. Det som skulle kunna vara ett problem är om det ligger stenar som är dolda av undervegetation. Ett av problemen är att stammarna är lättare att se på vintern än vad de är på sommaren. Fallande snö från trädkronorna täcker

sikten när man lägger an aggregatet vilket tar tid innan man ser något igen.

**Elev 3** – Att det är tidskrävande, då måste man stanna och titta på trädkronorna för att identifiera träden och välja vilket man ska ta.

**Maskinförare 1** – Sikten! Det säger jag inte bara för att det är ett irritationsmoment och att det tar längre tid för mig att utföra mitt arbete utan det mest irriterande är när kedjor hoppar av och svärd förstörs på grund av underväxten.

**Maskinförare 2** – Sikt är ju självklart det första jag tänker på, att sikten från hytten försämras. Sen skulle jag säga att underväxt gör det svårt att välja rätt stammar av rätt kvalitet och även ansättningen av aggregatet.

**Maskinförare 3** – Det mest hindrande med underväxten är sikten. Framför allt tycker jag att det är svårt att få gallringarna att se fint utförda ut, svårt att känna sig stol över arbetet när det står massa halvbrutna och lutande underväxt kvar i beståndet.

**Maskinförare 4** – Det tar längre tid med undervegetation.

**Maskinförare 5** – Vart är huvudstammarna och vart är stenarna.

**Telefonintervju 1** – Tycker det är svårt att få till ett bra gallringsresultat om det är allt för mycket underväxt. Dels för att man har svårt att se beståndet och att resultatet ofta ser lite sönderhackat ut. Man får bryta ikull så många småpinnar för att komma åt och då ser det inte så kul ut efteråt.

**Telefonintervju 2** - Svårt att se något överhuvudtaget och att lämna något snyggt efter sig. Sen har jag ganska kort stubin så jag har lätt att bli irriterad på om det inte är röjt.

**Telefonintervju 3** – Sikten blir sämre. Rädd för maskinskador. Svårt att se om stammen är krökt. Kedjebyte oftare på grund av små granar fastnar i såg lådan.

**Telefonintervju 4** – Sikten, trassel med kedjan, stensågning, stamval, slängkrök.

**9. Tror du att ett siktförbättrande system som hjälper föraren att se förbi undervegetation, skulle det vara hjälpsamt ur ett produktionsperspektiv? /Kvalite/Arbetsmiljö/Produktivitet.**

**Elev 1** – Det är ingen dålig idé med ett siktförbättrande system. Det skulle kunna underlätta med stamved som man inte kan se med ögonen.

**Elev 2** – Det skulle kunna underlätta så att jag kan planera min körning bättre och en idé är om den kan välja vilka stammar jag ska ta innan jag kommer fram till dem. Det skulle kunna ha en positiv påverkan på psykisk stress om den underlättar med att få ut rätt sortiment och trädslag.

**Elev 3** – Produktivitet skulle öka i bestånd som inte är underväxtröjda och skadorna på kvarvarande stammar skulle minska.

**Maskinförare 1** – Arbetsmiljön skulle kunna bli hjälpt om systemet kan göra att mitt arbete flyter på bättre med färre avbrott och bättre sikt. Stress är ju en faktor i denna bransch och det skulle vara super om systemet kunde hjälpa mig producera mer förutsatt att ackordspriser inte sänks. Jag tror även att systemet kan hjälpa mig i gallringsutförandet, säga vilka träd som ska lämnas och vilka som borde tas bort på grund av att det finns sprötkvist i stammen till exempel.

**Maskinförare 2** – Vad gäller Kvalitén så stamvalet kunna underlättas eventuellt. Ibland är det svårt att upptäcka krökar och diverse skador på träden innan det är för sent. Och när det kommer till arbetsmiljö så kommer jag bara på att om stamvalet underlättas så blir gallringsresultatet troligtvis bättre och lättare att känna en stolthet över det arbete som gjorts, möjligtvis. Produktiviteten kommer definitivt kunna höjas om denna teknik skulle fungera i verkligheten. **Varför skulle produktiviteten höjas tror du?** Jag tror att.

ansättning och stamval kommer gå fortare.

**Maskinförare 3** – Allting som kan underlätta stamval, ansättning och sikt är ju sånt som i slutändan höjer produktiviteten.

**Maskinförare 4** – Man måste i alla fall kolla på røjstammarna och lyfta aggregatet. Man behöver även hålla koll så att røjstammarna inte fastnar i klingan. På trakter där man måste köra trots undervegetation då skulle ett siktförbättrande hjälpsystem vara hjälpsamt.

**Maskinförare 5** – Det skulle kunna hjälpa föraren att minska stensågning vilket påverkar produktiviteten. Planeringen skulle vara jobbigare med tät underväxt. Stora stenar hindrar vägdragning. Den skulle kunna underlätta planering av vägar om den hjälper till att identifiera hinder och annat. Sensors räckvidd skulle vara hjälpsamt om den såg två trädlängder.

**Telefonintervju 1** – Vad man kan se på bilderna tror jag att det kan finnas potential att öka kvalitén på beståndet om man blir hjälpt av att göra rätt stamval men samtidigt finns ju underväxten kvar och hindrar kran arbetet i någon mån.

**Telefonintervju 2** - Svårt att säga. Helst ser jag att bestånden ska röjas men jag tycker det verkar vara en spännande teknik med lite potential. Jag tror inte jag hade blivit mer effektiv men gallringen hade säkert kunnat bli bättre utförd om man ser vilka stammar som ska sparas.

**Telefonintervju 3** – Det borde det vara eftersom sikten är ju begränsad när man avverkar med undervegetation. Det påverkar produktiviteten positivt. Kan också orsaka mer skador på maskin.

**Telefonintervju 4** – Det skulle underlätta för föraren och öka produktiviteten. Det skulle vara tidsbesparande. Man skulle slippa gå tillbaka och ta saker man missat om systemet hjälper till med stamval (Identifiera krök och markerar). Det skulle underlätta hjärntröttheten i de bestånd man kör med dålig sikt.

10. **Hur skulle du vilja få information från ett siktförbättrande system?  
/Vilket typ av information från systemet skulle ge dig bästa  
förarstödet, skärm, ljud, ljus eller eget förslag?**

**Elev 1** – Med en skärm nere till vänster, inget annat!

**Elev 2** – En liten separat skärm ovanför den befintliga skärmen på högersidan.

**Elev 3** – Bild I bild på den befintliga skärmen om den kunde visa stamformen hur långt ner på stammen man kan såga. Även riktat ljus och bild på stammen på skärmen. Inte så mycket ljud för det är mest störande (Komatsu har ju samma ljud till allt). Skulle kunna fungera med ljud som kan anpassas efter eget önskemål, där man kan ställa in ton och justera volymen. Om de skulle vara anpassningsbara skulle man kunna ha alla tre alternativen med bild, ljud och ljus. Man skulle även kunna ha att den varnar eller skyddar från att man sågar i sten alternativt att systemet varnar eller hindrar sågen från att komma ut, det skulle vara hjälpsamt! En knapp för att slå på och av systemet skulle jag vilja ha.

**Maskinförare 1** – På en skärm ovanför befintlig skärm där jag har HPR och trädvalsdata. Där skulle man kunna ha en kontinuerlig visning av skördarens omgivning. Gärna så man kan välja hur långt och detaljerat man vill se. Sen såsom jag sa om stenen och stensågningar. Ett pipande varnings ljud om det finns risk för att sågsvärdet kapar i något annat än trädet vore bra.

**Maskinförare 2** – Skärmen är det viktigaste, just synbiten. Man är ju så pass van att sitta och titta ned i skärmen för andra saker. **Vilka saker då?** Man kollar vilka sortiment som ska apteras och mycket tittande på GPS för att se traktinformation. Sen kommer jag att tänka på att få ett visst ljud när aggregatet är i rätt läge för ansättning, då behöver man inte sitta och titta på skärmen hela tiden.

**Maskinförare 3** – Om jag försöker föreställa mig en färdig produkt så skulle jag helst av allt vilja ha något presenterat på en skärm i skördarhytten. Denna skärm ska kunna visa mig vilka stammar som ska stå kvar, vilka stammar som har uppenbara kvalitetsfel eller bara en bild på hur beståndet ser ut utan underväxt så som du beskrev till mig.

**Maskinförare 4** – Någon form av ljusindikation på stammen. Olika färger för sortimentsortering hjälper vid eventuellt identifiering från lidar sensorer. Om det är möjligt någon form av head-up display på vindrutan.

**Maskinförare 5** – Någon form av ljudsignal likt en backvarningssignal som man har på personbilar då aggregatet närmar sig huvudstammen. För stensågning skulle det hjälpa med en skärm som visar stenar i närhet till aggregatet. Även för planering skulle skärm fungera bra. Stillbild skulle också kunna fungera bra. Pipljudet på kommando från föraren.

**Telefonintervju 1** – Det blir ju mycket skärmtittande som skördarförare men att få något presenterat på en skärm skulle nog funka. Men då måste man nog ha en extra skärm till detta för att annars blir det för mycket info.

**Telefonintervju 2** - Skärm inne i hytten.

**Telefonintervju 3** – Head-up display i vindrutan. Även information om andra stammar vore bra (Exempel stamval innan maskinen är framme).

**Telefonintervju 4** – Head-up display om det går, alternativt skärm eller ljus. I olika situationer kan olika informationssystem ge olika fördelar (exempel ljud när det finns risk för stensågning). En kombination av informationssystem skulle nog vara det bästa. Gärna att man kan aktivera/justera vid behov, som exempel ljudvolym eller vilken ljudsignal man vill ha. Beroende på ljusförhållande kan det påverka head-up display men då kan ljudsignal vara hjälpsamt.

11. **I ett bestånd med tät undervegetation där underväxtröjning inte har utförts, vilken typ av information skulle kunna underlätta för dig?**

**Elev 1** – Om systemet hjälper till med stamval skulle det kunna underlätta produktiviteten. Även om de är svår sikt skulle det kunna underlätta för produktiviteten.

**Elev 2** – Att stammar och stenar framkommer tydligare. Underlättar vid planering av vägar, då kan man planera så att fällning sker på planmark.

**Elev 3** – Att systemet hjälper föraren att se hur nära stenar är mot aggregatet. Att systemet hjälper till att informera om det finns risk att man sågar i stenen. Rörliga bilder skulle vara mest hjälpsamt.

**Maskinförare 1** – Man skulle ju vilja ha information om vad som finns ikring aggregatet, framförallt stenar för att undvika stensågningar. Kanske är det möjligt för systemet att tala om för skördaren hur långt svärdet kan matas ut innan det stensågas. Det skulle kunna komma varningsljud eller dylikt om det finns en sten inom svärdets kapfönster. Detta borde vara extra hjälpsamt om det är mycket snö som nu till exempel.

**Maskinförare 2** – Att få information om vart huvudstammarna är och hur formen på dessa ser ut är vad jag kommer att tänka på. Sen tror jag att ett liknande system skulle kunna göra en mer exakt och kontinuerlig uppföljning på gallringen än vad jag som förare gör. Det är stort medelfel på ett relaskop (skratt). Skämt åsido så borde tekniken kunna mäta en väldigt exakt grundyta på beståndet före och efter åtgärd.

**Maskinförare 3** – Att kunna se markprofil och hinder ungefär två trädlängder ifrån skördaren. Här är det ofta väldigt stenigt och när det är underväxt blir det väldigt svårt att planera körvägarna med skördaren. Ett exempel jag kommer på nu är att jag skulle vilja veta om skördaren tar sig emellan dedär två stora stenarna som vi ser 50 meter längre fram eller om jag ska börja parera för det redan nu. Man vet ju hur bred maskinen är och med tanke på vad lidar kan åstadkomma i andra fordon borde tekniken kunna tala om för mig om jag kommer förbi stenarna eller inte.



**Maskinförare 4** – Det skulle vara kul att prova ett sånt system om det har förmågan att hjälpa föraren. Det är absolut något man vill ska finnas på maskinerna.

**Maskinförare 5** – Stenar, vägdragning, positionering av aggregatet i relationen med huvudstam. Potentiellt skulle den kunna underlätta i slutavverkning med att identifiera krök på stam, klassning av timmer och bulor åt föraren. Vid skotning om det är möjligt så skulle det vara bra om den kunna se igenom snö för att identifiera snötäckt timmer och stenar som ligger gömda. Vid hyggesfritt och fröträdsställning där systemet hjälper skotaren antingen att skördaren loggar vart timmer ligger eller att skotaren har en sensor som hjälper föraren att söka rätt på timmerstockar.

**Telefonintervju 1** – Jag tror nog att man skulle vilja se bilder på vilka stammar som ska stå kvar. Alternativt bara se bilder på stammar som ska bort.

**Telefonintervju 2** – Det som man inte ser på grund av underväxten. Till exempel träden och stenar.

**Telefonintervju 3** – Huvudstammar, stenar, terräng.

**Telefonintervju 4** – Identifiering av stenar då kan man undvika dyra reparationskostnader och tidsförlust. Hjälpa att identifiera krök eller dubbeltopp, törskate. En avståndsmätare som visar hur långt det är till varje huvudstam, som visar när maskin har möjlighet att nå stammen/stammarna (är speciellt hjälpsamt med små maskiner med kort kran). Skulle kunna vara bra i gallringsuppföljningar, det skulle då bli en mer rättvis uppföljning.

## 12. Vad är din uppfattning ser du några brister/potential med ett siktförbättrande system?

**Elev 1** – Kostnaden för systemet skulle vara en nackdel. En av fördelarna skulle kunna vara bättre resultat för skördarförare.

**Elev 2** – Eventuellt om systemet skulle visa fel i programmet. Annars nej inga problem. Potential skulle vara att den skannar marken och underlättar med vilket träd man ska ta ut. Om systemet kan hjälpa till med fällriktning beroende på hur terrängen ser ut, få ut rätt kubik på ett effektivare sätt samt sortering av massa ved och kubb.

**Elev 3** – Ja en potential finns med systemet är att det skulle kunna vara bränslebesparande, det skulle kunna underlättar för föraren att tänka mindre.

**Maskinförare 1** – Om det tar mer tid än vad det ger. Då tänker jag på driftsäkerheten, hur det funkar vid kyla och mycket snö till exempel. Potentialen är enligt mig bred. Inte bara som ett siktförbättrande system utan även som tidigare saker jag nämnt.

**Maskinförare 2** – I branschen finns det över lag konservativa förare som är rädda för att tänka utanför boxen och lite rädda för ny teknik. Det är den största flaskhalsen tror jag.

**Maskinförare 3** – Svårt att ta ställning till då ingen färdig produkt finns på marknaden men absolut stor potential. En brist skulle kunna vara att förare blir för beroende av tekniken och tappar förmågan att fatta sina egna beslut.

**Maskinförare 4** – En viss oro finns det såklart, kommer man få bättre betalt med tanke på den ökade belastningen att skörda där underväxtröjning inte har utförts.

**Maskinförare 5** – Om man ska slopa underröjning så finns det absolut ett behov. Stora skillnader mellan icke röjda och röjda ytor. Det påverkar förarens humör hur krångligt det är med underväxt.

**Telefonintervju 1** – Som jag sa förut skulle det kunna öka kvaliteten på gallringarna vilket skulle kunna vara en potential. Sen om man kan räkna hem det för markägare och entreprenörer i slutändan genom att inte röja är det ju bara positivt.

**Telefonintervju 2** – Det har jag svårt att ta ställning till. Jag är nog lite konservativ i mitt sätt och tycker att gallringar ska förröjas om det finns behov. ”Varför ska de förröjas”? För att arbetet blir mycket roligare och att gallringen blir snyggt utförd och att inte massa halvbrutna småträd står kvar när jag är klar.

**Telefonintervju 3** – Ser mest fördelar med systemet.

**Telefonintervju 4** – Det låter som ett bra hjälpmedel!

13. **Ser du att det finns ett behov av siktförbättrande system som hjälper föraren vid olika arbetsmoment? Trädval/ hänsyn/ underväxt.**

**Elev 1** – Ser inte att det finns något direkt behov av ett siktförbättrande system men de kan vara en bra idé. En tanke är som Ponsse har är stammarna visas på display ovanifrån, då skulle systemet kunna visa vilka stammar som man ska plockas ut med olika färger.

**Elev 2** – Att systemet hjälper mig med att tänka på vissa moment så underlättar det belastningen på föraren.

**Elev 3** – Det kan hjälpa väldigt mycket vid första gallringar. Det skulle kunna underlätta vart man lägger vägar. Det skulle även kunna hjälpa till att identifiera fornlämningar. Minskade skador som orsakas av att man kör över fornlämningarna.

**Maskinförare 1** – Självklart skulle förbättrad sikt hjälpa mig i mitt arbete. Om jag får lättare att se vad som finns bakom underväxten kan jag lättare välja rätt träd. Vem vet, det kanske går att se brandljud i slutavverkningar eller identifiera träd som annars är lämpliga att lämna som hänsyn. Vi har ju ofta som mål att lämna en viss procent löv i bestånden, skulle detta system löpande kunna följa upp hur mycket löv jag lämnat?

**Maskinförare 2** – Att göra stamval, alltså att se krökar och andra defekter. Sen tror jag att det kan bidra till att man plockar träd av rätt dimension så att man inte sitter och höggallar och sparar klenare träd. Sen har man ju upp till 10 träd på varje uppställning som man har i

huvudet och där skulle ett stöd vara hjälpsamt för att slippa lägga tid på stamvalet. Jag tror att det skulle kunna underlätta främst vid upplega när det är mycket snö som nu. Speciellt vid gallring när man inte kan skaka eller fälla på träd för att få bort snön och det är upplega på underväxten så den blir ännu mer sikthindrande.

**Maskinförare 3** – Skulle kunna hjälpa mig att välja rätt träd att avverka vid gallringar. Speciellt när det är mörkt, mycket snö och samtidigt underväxt. Då är det ibland svårt att se vad man håller på med.

**Maskinförare 4** – Det beror på vad planerna är i framtiden, tänker man att underväxtröjning inte ska göras så blir det absolut ett behov av det.

**Maskinförare 5** – Det finns stor potential för ett sådant system om det kan underlätta förarens arbete, men vem ska betala? Är det entreprenören eller bolagen som står för kostnaden?

**Telefonintervju 1** – Siktförbättrande system låter ju fint, Personligen tror jag på att röja bestånd om det behövs men som sagt skulle en siktförbättring kunna hjälpa mig att välja rätt stammar.

**Telefonintervju 2** – Det underlättar ju stamval såklart om man ser vilka träd som finns att välja på.

**Telefonintervju 3** – Att kunna se krök. Om den kunde se röta vore det fantastisk!

**Telefonintervju 4** – Alla hjälpmedel är bra! Skulle spara mycket tankekraft. Kan bara komma på bra saker om systemet! Positivt om det identifierar stamval.

**14. Vad är din uppfattning, ser du ett siktförbättrande system som en kostnadsbesparande investering? Om ja, hur mycket skulle ett sådant system vara värt? Svara i hela 10 tusentals kronors intervaller.**

**Elev 1** – Det beror på vad det kostar, är det för dyrt skulle jag välja bort det.

**Elev 2** – Ja, det skulle kunna hindra att man sågar i sten eller jord när man ska fälla träden. Cirka 100 000kr låter som en rimlig siffra.

**Elev 3** – Det skulle kunna underlätta med att göra lägre stubbar. Det skulle kunna spara på bränsle. Cirka 50 till 60 tusen skulle vara värt att lägga på ett sådant system.

**Maskinförare 1** – All teknik är ju dyr i början så mitt svar är nej på kort sikt men absolut på lång sikt. Sen är ju frågan om för vem det kostnadsbesparar. Är det för markägaren som slipper en förröjningskostnad och samtidigt får en högre kvalitet på sin gallring eller kan uppdragsgivarna sänka ackordspriset om de ser att produktiviteten ökar med nya tekniken? Men absolut på sikt om systemet kan utformas så som du och jag resonerat nu på tidigare frågor.

**Maskinförare 2** – Osäker. Mest kostnadseffektivt för markägaren skulle jag säga för ett minskat förröjningsbehov. Men om det kan visa på en vinst för mig skulle jag inte vara främmande för att investera i ett

stödsystem likt detta, speciellt vid nyinvestering då det troligtvis blir småpengar i det stora hela.

**Maskinförare 3** – Om det kan visa på att detta är en lönsam investering för entreprenören så absolut. För mig som anställd skulle den största vinsten vara att få en mer duglig arbetsmiljö och möjligtvis ökad chans att känna mig nöjd med aretet jag utför.

**Maskinförare 4** – Är det bra, då är det okej att det får kosta! Det kan kosta vad det vill bara man kan räkna hem det!

**Maskinförare 5** – En uppfattning är att det kan bli svårt att hämta hem. Frågan är om man drar in tillräckligt med vinst på att inte underväxtröja. En del kanske man kan spara på minskade stensågningar.

Systemet skulle få kosta 0 kr för maskinslagen de är en kostnad som bolagen skulle stå för in aspekten att man slopar underväxtröjning.

I aspekten med krök bulor där man kan identifiera krök och bulor skulle jag vara beredd att betala 50 till 100 tusen för ett lidarsystem!

**Telefonintervju 1** – Oj, det är svårt för mig att ta ställning till som inte äger grejerna själva. Men jag tänker rent generellt att den ekonomiska nyttan måste kunna bevisas i flera led. Men det kan absolut vara en kostnadsbesparande investering om resultatet blir att förröjningskostnader minskar samtidigt som entreprenörerna inte tjänar mindre pengar på grund av detta.

**Telefonintervju 2** – Det har jag ingen uppfattning om. Skulle behöva mer info innan jag kan svara på det.

**Telefonintervju 3** – Mest positivt är det för markägare om den kan identifiera stammar, då får man bort de med krök på. Det är min uppfattning. Rimligt om systemet kostade 100 000kr.

**Telefonintervju 4** – Jag tycker att det skulle kunna vara ett kostnadsbesparande system. Om man får till det med avståndsmätning och kan därmed minska onödiga kran rörelser och även att slippa stensågningar. 100 000kr får man nog igen pengarna på.

## 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.