



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Skogsmästarskolan



---

# En kvalitativ studie av laserskanning med drönare

*A qualitative study on drone-based laser scanning*

**JOHAN ANDERSSON**



**Examensarbete i skogshushållning, 15 hp**

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2022:23

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# En kvalitativ studie av laserskanning med drönare

A qualitative study on drone-based laser scanning

Johan Andersson

**Handledare:** Lars Norman, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Staffan Stenhag 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:** 2022

**Omslagsbild:** Bild tagen från ett flygplan på skogslandskap Foto: Johan Andersson

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

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Delnummer i serien:** 2022:23

**Nyckelord:** drönare, laserskanning, mervärde



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

# Sammanfattning

Fjärranalys och nyttjandet av olika sensorer har under det senaste decenniet fått allt större betydelse inom skogsbruket (Nordkvist & Olsson 2012). Bland annat genomför Lantmäteriet löpande en rikstäckande laserskanning med flyg. Den data som samlas in finns tillgänglig för allmänheten och används bland annat för skogliga syften. På senare år har även laserskanning med drönare seglat upp som ett alternativ för att samla in skogliga data (Zhang et al. 2016; Nezami et al. 2020). I jämförelse med bemannat flyg kan drönaren flyga på lägre höjder, vilket innebär att de data som samlas in får högre detaljupplösning.

Syftet med denna kvalitativa intervjustudie är att undersöka vilka eventuella mervärden som kan komma av att nyttja laserskanning med drönare samt vad som upplevs begränsa denna användning. Studien avser även undersöka vilka fördelar laserskanning med drönare anses ge jämfört med laserskanning med flyg respektive fysisk skogsbruksplanering. Mot bakgrund av utvecklingen av sådana tekniker som laserskanning ämnar studien även försöka öka förståelsen för vilken påverkan digitaliseringen har för skogsbruket. Slutligen ämnar studien åskådliggöra huruvida det finns utrymme att nyttja laserskanning med drönare under någon form av samhällskris. För att uppnå syftet har ett ändamålsenligt urval av sakkunniga, användare samt potentiella användare av laserskanning med drönare och förmedlare av tjänsten intervjuats. Sammanlagt har 13 respondenter deltagit i studien. De är verksamma inom svenska myndigheter, så som Lantmäteriet, Skogsstyrelsen och Sveriges lantbruksuniversitet, arbetar på skogsbolag, skogsägarföreningar samt häradsallmänningar och privata företag som bland annat förmedlar tjänster inom laserskanning med drönare.

Studien visar att laserskanning med drönare upplevs ge flera typer av mervärden som framförallt går att knyta an till en form av tidseffektivitet. Det förekommer ett antal begränsningar, främst avseende kostnad men också vad gäller lagstiftning. I jämförelse med flygburen laserskanning förefaller drönaren ge fördelar i form av flexibel användning, dagsaktuella och högupplösta data. Vad beträffar fysisk skogsbruksplanering lyfts fram att drönaren kan avhjälpa sådana mätfel som fysisk skogsbruksplanering kan innebära. Bland respondenterna finns uppfattningen att den ökande digitaliseringen kommer att förändra skogsbruket. Allt fler skogliga värden kommer att samlas in genom fjärranalys, vilket delvis kan förändra arbetsmarknaden även om fysiska fältbesök fortsatt är av stor vikt. Därtill finns stor potential att nyttja drönaren även utanför skogsbruket i samhällsrelaterade kriser såsom vid skogsbränder och stormar. Däremot finns det frågetecken kring hur sådan verksamhet ska organiseras och samordnas.

**Nyckelord:** drönare, laserskanning, mervärde

## Abstract

Remote sensing and the use of various sensors have become increasingly important within the forestry over the past decade (Nordkvist & Olsson 2012). The National Land Survey carries out continuous and nationwide laser scanning using aircraft. The data that is collected is available for the public and is used, among other things, for forestry purposes. In recent years, laser scanning with drones has emerged as an alternative for collecting forest data (Zhang et al. 2016; Nezami et al. 2020). In comparison with a manned airplane, the drone can fly at lower altitudes, which means that the data being collected has a higher detail resolution.

The purpose of this qualitative interview study is to investigate the possible added value that can come from using laser scanning with drones and what is perceived to limit its use. The study also intends to investigate what advantages laser scanning with drones is considered to provide compared with laser scanning with aircraft and physical forestry planning. In the light of the development of such techniques as laser scanning, the study also attempts to increase the understanding of the impact that digitalisation has on forestry. Finally, the study also intends to illustrate whether laser scanning with drones can be used during some form of societal crisis. To achieve this purpose, a selection of experts, users/potential users of drone-based laser scanning and representatives from companies that offer the service, have been interviewed. A total of 13 respondents participated in the study. They are active within Swedish authorities, such as the National Land Survey, the Swedish Forest Agency and the Swedish University of Agricultural Sciences, they work at forestry companies, forest owners' associations and private companies that, among other things, offer drone-based laser scanning services.

The study shows that laser scanning with drones is perceived to provide several types of added value that can primarily be linked to time efficiency. There are a few restrictions, mainly in terms of cost but also in terms of legislation. In comparison with airborne laser scanning, the drone seems to provide advantages in the form of flexible use, up-to-date and high-resolution data. Regarding physical forestry planning, it is emphasised that the drone can remedy such measurement errors that physical forestry planning may entail. Among the respondents, there is the perception that the increasing digitalisation will change the forestry. An increasing number of values related to the forestry will be collected through remote sensing, which may partly change the labour market, even if physical field visits are still of great importance. In addition, there is great potential for using the drone in societal crises such as forest fires and storms. However, there are uncertainties about how such activities should be organised and coordinated.

**Keywords:** drone, laser scanning, added value

## Förord

Jag skulle vilja börja med att rikta ett tack till Sixten Sunabacka och Mikael Karlsson på MW Forest Sense för att jag fick möjligheten att skriva mitt examensarbete för er!

Det har varit intressant och lärorikt att diskutera idéer med Sixten och ibland få förklarat för mig att jag tänkt lite fel. Jag vill även rikta ett tack till min handledare på SLU, Lars Norman.

Lars var tidigt i arbetet ett bra bollplank och fortsatte vara det även när vissa delar som jag ville undersöka inte riktigt gick att genomföra. Jag vill även passa på att säga att det har varit roligt och lärorikt att skriva om någonting som känns modernt, laserskanning och en ökad digitalisering.

Trevlig läsning!

// Johan



# Innehållsförteckning

<b>1. INLEDNING</b>	<b>1</b>
<b>1.1 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR</b>	<b>2</b>
<b>1.2 AVGRÄNSNINGAR</b>	<b>3</b>
<b>1.3 FJÄRRANALYS</b>	<b>3</b>
1.3.1 LASERSKANING MED FLYG	4
1.3.2 LASERSKANING MED DRÖNARE	4
<b>1.4 FYSISK SKOGSBRUKSPLANERING</b>	<b>5</b>
1.4.1 KLAVE	6
1.4.2 RELASKOP	6
1.4.3 HYPSONETER (HÖJDMÄTARE)	6
<b>1.5 LAGRUM OCH REGELVERK</b>	<b>6</b>
1.5.1 LUFTRUMMET	6
1.5.2 ÖPPEN, SPECIFIK OCH CERTIFIERAD KATEGORI	7
1.5.3 ÖPPEN KATEGORI	7
1.5.4 SPECIFIK KATEGORI	7
1.5.5 CERTIFIERAD KATEGORI	7
<b>2. MATERIAL OCH METOD</b>	<b>8</b>
<b>2.1 TIDIGARE FORSKNING</b>	<b>8</b>
<b>2.2 MERVÄRDE</b>	<b>10</b>
2.2.1 TEORI OM MERVÄRDE	10
2.2.2 YTTRELLIGARE DEFINITIONER AV MERVÄRDE	11
2.2.3 FÖRSTÅELSE AV MERVÄRDE I STUDIEN	12
<b>2.3 METODVAL OCH TILLVÄGAGÅNGSSÄTT</b>	<b>12</b>
2.3.1 VAL AV METOD	12
2.3.2 KVALITATIV METOD OCH SEMISTRUKTURERADE INTERVJUER	13
2.3.3 URVALSMETOD	13
2.3.4 VALIDITET OCH RELIABILITET	14
<b>2.4 ANALYSMETOD</b>	<b>15</b>
<b>3. RESULTAT</b>	<b>17</b>
<b>3.1 MERVÄRDE</b>	<b>17</b>
<b>3.2 FRAMTID</b>	<b>19</b>
3.2.1 CITAT AVSEENDE FRAMTID	19
<b>3.3 BEGRÄNSNINGAR</b>	<b>21</b>
3.3.1 CITAT AVSEENDE BEGRÄNSNINGAR	21
<b>3.4 JÄMFÖRANDE PERSPEKTIV</b>	<b>22</b>
3.4.1 CITAT AVSEENDE JÄMFÖRANDE PERSPEKTIV	22
<b>4. DISKUSSION</b>	<b>25</b>
<b>4.1 MERVÄRDE</b>	<b>25</b>

<b>4.2 BEGRÄNSNINGAR</b> .....	<b>27</b>
<b>4.3 JÄMFÖRANDE PERSPEKTIV</b> .....	<b>28</b>
4.3.1 FÖRDELAR JÄMFÖRT MED LASERSKANNING MED FLYG (NATIONELLA LASERSKANNINGEN) .....	28
4.3.2 FÖRDELAR JÄMFÖRT MED FYSISK SKOGSBRUKSPLANERING .....	29
<b>4.4 FRAMTID</b> .....	<b>29</b>
4.4.1 ARBETSMARKNAD .....	29
4.4.2 RISKER .....	30
4.4.3 DRÖNAREN I EN SAMHÄLLSKRIS .....	30
<b>4.5 SLUTSATSER</b> .....	<b>31</b>
<b>4.6 STUDIENS STYRKOR OCH SVAGHETER</b> .....	<b>32</b>
<b><u>REFERENSER</u></b> .....	<b>33</b>
<b><u>BILAGOR</u></b> .....	<b>37</b>



# 1. Inledning

År 2012 skrev Katrin Nordkvist och Håkan Olsson att ”Flygburen laserskanning och automatiserad användning av digital fotogrammetri håller för närvarande på att revolutionera metoderna för skogsinventering” (Nordkvist & Olsson 2012). Den teknologiska utvecklingen går ständigt framåt och medför nya möjligheter inom alla verksamheter och branscher. Ett exempel på den teknologiska utvecklingen är *obemannade flygfarkoster*, hädanefter benämnda *drönare*. Ofta är drönare försedda med någon typ av utrustning, exempelvis kameror eller avancerade sensorer, för att kunna utforska den omgivning de är verksamma i.

Drönaren användes inledningsvis för militära syften och den österrikiska armén använde redan år 1849 drönare mot sina fiender. Dessa drönare var inte den typ av farkost vi idag tänker oss, utan i stället luftballonger försedda med bomber (Brook 2017). Under sent 1930-tal och med det amerikanska programmet *Project FOX* påbörjades utvecklingen av den första attackdrönaren som gick att styra utan att piloten själv såg farkosten, vilket möjliggjordes av att en kamera hade installerats på drönaren (Everett 2015). Den teknologiska utvecklingen har således förändrat *själva drönaren*, det vill säga farkosten som flyger. Därtill har utvecklingen även medfört att den teknologi eller de verktyg som kan bäras av en drönare har förändrats och blivit allt mer avancerade. Numera används drönare för både militärt som civilt bruk inom en rad olika områden, däribland inom skogsbruket.

Att nyttja farkoster såsom drönare inom skogsbruket faller under benämningen *fjärranalys*, vilket innebär insamling av information på avstånd och utan fysisk kontakt med det föremål som ska analyseras. Det kan göras med exempelvis flyg, satellit och – vilket är i fokus för denna uppsats – drönare.

Laserskanning är en fjärranalysmetod där laser används för att mäta avstånd. Ofta nyttjas tekniken *LiDAR* (efter engelskans Light Detection and Ranging). Tekniken liknar ett ekolod, men i stället för att sända ut ljudvågor används laserpulser. En laserpuls, en ljusstråle, skickas ut från sensorn, träffar exempelvis marken, och reflekteras tillbaka till sensorn. Det som räknas ut är den tid det tar för laserpulsen att återvända till sensorn (White et al. 2016). Vidare krävs att man känner till sensorns position och laserstrålens riktning för att kunna räkna ut var någonstans på marken ljuset träffade. För att göra detta positioneras sensorn med hjälp av satellitpositionering. Förutom den genom satellitnavigering framtagna positionen används också ett tröghetssystem i syfte att komplettera det förstnämnda (Lantmäteriet u.å.).

I Sverige genomfördes de första studierna att mäta trädhöjder med hjälp av flygburen laserskanning år 1991 i ett samarbete mellan Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) och Försvarets forskningsanstalt (FOA), numera Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI). År 2011 började metoden i stor skala att användas i Sverige. Företaget *Bergvik Skog AB* beskrivs som en föregångare för metoden eftersom de år 2011 inledde ett projekt att inventera hela sitt skogsinnehav med hjälp av flygburen laserskanning (Nordkvist & Olsson 2012).

Mellan år 2009 och 2019 genomförde Lantmäteriet på uppdrag av regeringen en rikstäckande laserskanning med hjälp av flygplan (produkten av laserskanningen kallas för *Laserdata NH*). Syftet var att ta fram en ny nationell höjdmodell, därav ”NH”. Från början ansågs skanningen alltför gles för att den bifångst eller ”skräpdata” i form av bland annat skog som genererades skulle kunna komma till praktisk användning. Under hösten år 2018 påbörjades en ny nationell laserskanning (*Laserdata Skog*). Den pågående laserskanningen beräknas ta sex till sju år att genomföra (Lantmäteriet 2022a).

Av laserskanningen skapas ett punktmoln som utgör en avbildning av bland annat vegetation och mark. Antalet laserpunkter som når marken per kvadratmeter betecknas som *punkttäthet* och har stor betydelse för hur verklighetstrogen avbildningen blir. Genom denna teknik går det således sedan att få fram tredimensionella data över de ytor som skannas av (Weiskittel & Hayes 2015). Laserskanningen genererar därmed vad som kan beskrivas som en *digital tvilling* av verkligheten.

Även drönare kan utrustas med sensorer för laserskanning och har under senare år börjat användas i allt högre grad för att samla in data för skogsbruket (Zhang et al. 2016; Nezami et al. 2020). Det finns ett stort antal olika drönare utrustade med olika typer av sensorer för laserskanning (Torresan et al. 2017; White et al. 2016). Laserskanning med drönare har visat på flera fördelar, så som att skogsägare *on-demand*, det vill säga snabbt på begäran, kan få detaljrika data fri från subjektiv tolkning (Wallace 2014). Därtill har laserskanning med flyg och laserskanning med drönare utvärderats i ett jämförande perspektiv i områden som är komplexa sett till vegetation och topografi. Av en sådan studie framgick att den data som erhållits från drönare gav en mer representativ modell av det område som undersöktes (Resop, Lehmann & Cully Hessions 2019).

Den vetenskapliga forskningen om laserskanning med drönare som undersökts för studien är uteslutande av kvantitativ karaktär. Denna typ av forskning är naturligtvis väsentlig för att mäta och på ett generaliserbart sätt utvärdera tekniken. Det saknas studier som på ett djupgående plan och i dialog med sakkunniga, användare samt förmedlare av tjänsten redogör för de mervärden som kommer av att nyttja laserskanning med drönare. Utifrån tolkning av olika teorier som redogörs för i avsnitt 2.2 *Teori* tolkas mervärde i denna studie som något som upplevs av den som brukar en vara eller tjänst samt som något *ytterligare* som tillkommer när man nyttjar en vara eller tjänst. Det är således inte det man förväntar sig att få ut av en produkt som utgör ett mervärde, utan något extra.

## 1.1 Syfte och frågeställningar

Studien syftar till att undersöka vilka eventuella mervärden som finns kopplat till att använda laserskanning med drönare samt vad som upplevs begränsa användningen. Studien avser även undersöka vilka fördelar laserskanning med drönare anses ge i jämförelse med laserskanning med flyg respektive fysisk skogsbruksplanering. Mot bakgrund av utvecklingen av sådana tekniker som laserskanning, ämnar studien därtill försöka öka förståelsen för vilken påverkan digitaliseringen har på skogsbruket. Slutligen skall studien även åskådliggöra

huruvida det finns utrymme att nyttja laserskanning med drönare utanför den skogliga sektorn.

För att uppnå studiens syfte har följande frågeställningar formulerats:

- Vilka eventuella mervärden ger laserskanning med drönare samt vad upplevs begränsa användningen?
- Vilka potentiella fördelar finns det med laserskanning med drönare, i jämförelse med laserskanning med flyg och fysisk skogsbruksplanering?
- Vilken påverkan har en ökad digitalisering på skogsbruket?
- Är laserskanning med drönare någonting som kan nyttjas vid en kris i samhället?

## 1.2 Avgränsningar

Följande avgränsningar för studien har gjorts.

- Studien har ett svenskt perspektiv men två respondenter som deltagit i studien är verksamma i Finland. Det motiveras dels av att det ger ytterligare bredd i det empiriska materialet, dels av att Sverige och Finland har geografiska och ekologiska likheter samt har snarlik utvecklingen av skogsbruket.
- Urvalet av respondenter för studien har inte begränsats av huruvida organisationerna använder/har använt laserskanning med drönare i sina respektive verksamheter. Eftersom studien inte syftar till att undersöka *vilka som använder* laserskanning med drönare eller *hur* de använder anses det inte betydelse.
- I syfte att minska omfånget av studien så avgränsas de tekniska aspekterna av hur laserskanningen och drönare fungerar i detalj, och kommer således redovisas på ett mer *generellt plan* eftersom studiens syfte inte kräver en detaljerad beskrivning av detta.

## 1.3 Fjärranalys

Som framgår i kapitel 1. *Inledning* genomför Lantmäteriet på uppdrag av regeringen nationell laserskanning med flyg, men även drönare kan nyttjas för laserskanning. Följande avsnitt behandlar några ytterligare detaljer kring det som studien jämförs mot, den nationella laserskanningen och laserskanning med drönare i syfte att ge kontext till det som presenteras i studiens resultat och diskussion. I den avslutande delen av det här avsnittet redogörs övergripande hur planering av åtgärder för skogen, vanligtvis genomförs ute i fält, under avsnittet fysisk skogsbruksplanering.

### 1.3.1 Laserskanning med flyg

Resultatet av den nationella laserskanningen syftar inte uteslutande till att användas för skogliga syften, men likväl innehåller den nödvändiga data för just detta. De skogliga data som kan erhållas med hjälp av Lantmäteriets laserskanning med flyg är bland annat volym, trädhöjd, medeldiameter, grundyta och biomassa (Nilsson et al. 2017; Goth 2014). Denna data finns tillgänglig för allmänheten och kan nyttjas av såväl privatpersoner, organisationer som bolag.

Den nationella laserskanningen med flyg har genomförts på en flyghöjd mellan 1 700 och 2 300 meter (Laserdata NH) respektive 3 000 meter (Laserdata Skog) (Lantmäteriet 2021). Flygplanens höga flyghöjder resulterar i att det är möjligt att täcka ett större område på förhållandevis kort tid, vilket bland annat är kostnadseffektivt. Hög flyghöjd innebär samtidigt att den mängd energi som återsänds till sensorn minskar kvadratisk med avståndet vilket i sin tur kan påverka kvaliteten i registreringarna och antalet returerna till sensorn. Även punkttätheten – antalet laserpulser per kvadratmeter som träffar marken – påverkas av de höga flyghöjderna (Lantmäteriet 2006).

Vidare påverkar vädermässiga förhållanden all form av laserskanningen. Under vissa förhållanden, så som vid nederbörd, stark vind och/eller rök, bör inte laserskanning genomföras eftersom det kan påverka kvalitén i den slutliga produkten. Därtill kan exempelvis rikliga lövmängder hindra laserpulserna från att nå marken. Att genomföra laserskanningen sent under hösten och/eller under våren anses ge bäst resultat (Lantmäteriet 2022b). Se *Tabell 1* nedan för en översikt över fakta och skillnader mellan Laserdata, NH och Laserdata, Skog. Tabellen är hämtad från Lantmäteriet (2022b).

**Tabell 1.** Visar framtagna fakta av Lantmäteriet avseende laserskanning med flyg och skillnader av laserdata NH och laserdata Skog

Värde	Laserdata, NH	Laserdata, Skog
Punkttäthet	0,5–1 punkt per kvadratmeter (ner till 0,25 punkter per kvadratmeter i kalfjällsområden)	1–2 punkt per kvadratmeter
Flyghöjd över marken	1 700–2 300 meter (upp till 4 000 meter i fjällområden)	Ca 3 000 meter
Skanningsvinkel	Max $\pm 20^\circ$	Max $\pm 20^\circ$
Stråkövertäckning	10–20 %	Minst 10 %

### 1.3.2 Laserskanning med drönare

Det finns ett stort antal olika drönare utrustade med olika typer av sensorer för laserskanning. Med anledning av detta varierar både flyghöjd och flygtid beroende på vilken drönare som används. En av de respondenter som intervjuats för studien exemplifierar att drönarna som de använder flyger på en höjd om 80 till 140 meter

och har en flygtid på cirka 60 till 90 minuter.

Eftersom punkttätheten påverkas av bland annat höjd och hastighet går det inte heller att ge en exakt siffra för detta. I en studie från 2012 (Wallace et al. 2012) flögs drönaren på en höjd mellan 44 och 54 meter, vilket gav en punkttäthet om cirka 50 punkter per kvadratmeter. Trots avsaknad av en exakt siffra ger laserskanning med drönare högre punkttäthet än laserskanning med flygplan. Därmed kan man med hjälp av drönaren samla in data med högre upplösning och större detaljrikedom. En märkbar skillnad mellan laserskanning med drönare och laserskanning med flyg är att drönarna, med nuvarande teknik, inte kan täcka lika stora arealer som flyg (Torresan et al. 2017; White et al. 2016).

Väderförhållanden påverkar även laserskanning med drönare och de vädermässiga begränsningar som finns vad gäller laserskanning med flyg gäller även för laserskanning med drönare. En skillnad gentemot laserskanning med flyg är emellertid att den lägre flyghöjden innebär att moln och molntäcken inte på samma sätt påverkar laserskanning med drönare. I *Tabell 2* nedan redovisas jämförbara värden gentemot vad som framgick avseende laserskanning med flyg i *Tabell 1*. Värdena till *Tabell 2* är hämtade från MW Forest Sense (2022a).

**Tabell 2.** Visar framtagna fakta av drönaroperatör vid MW Forest Sense avseende punkttäthet, flyghöjd, skanningsvinkel och stråkövertäckning gällande laserskanning med drönare

Värde	Drönare, fastvinge med LiDAR-sensor
Punkttäthet	30 – 100 punkter per kvadratmeter (beroende på flyghöjd)
Flyghöjd över marken	80 – 140 meter beroende på krav avseende datakvalité
Skanningsvinkel	Max $\pm 70^\circ$
Stråkövertäckning	40 – 50 % vid insamling av skogliga data

## 1.4 Fysisk skogsbruksplanering

Följande avsnitt kommer kortfattat och övergripande redogöra det förfarande som idag är vanligast vid inventering skogen, den fysiska skogsbruksplaneringen. I avsnitt redovisas även ett antal hjälpmedel som vanligtvis används. Syftet med avsnittet är att senare i studien kunna visa på fördelar respektive nackdelar gentemot laserskanning med drönare.

Det vanligaste tillvägagångssättet för att utvärdera tillståndet samt komma fram till skötselplaner för skogen, är genom att kontrollera bonitet (tillväxt), kontroll av eventuella skador och mäta träd eller bestånd i skogen, genom att fysiskt vara på plats i skogen. I syfte att kunna planera, utföra och utvärdera så är de mätningar man genomför, framtagna och beprövade för det svenska skogsbruket (Albrektson et al. 2012). För att kunna uppskatta skogens virkesförråd, bonitet och komma fram till åtgärdsplan så finns framtagna hjälpmedel, som följande:

### 1.4.1 Klave

Används för att få fram brösthöjdsdiametern (vilken mäts i Sverige vid höjden 1,3 meter) på träd som sedan används för att räkna ut trädets grundyta, volym och/eller biomassa. Kan beskrivas som ett stort skjutmått med två skänklar. Det finns även klavar som är kopplade till en dator, vilken lagrar långa mätserier, gör beräkningar och är ett stöd till den som ska planera en eventuell gallring eller föryngringsavverkning (Wilhelmsson & Nyström 2010).

Exempel på *en formel* som används utifrån de värden man tar vid nyttjandet av en klave:

Grundyta räknas ut genom formeln:  $\pi * d^2 / 4$

(d = Diameter som erhålls genom mätning med klave).

### 1.4.2 Relaskop

Nyttjas för att uppskatta grundytan för ett helt bestånd. Vanligast är ett kedjereaskop vilket är en kedja på 50 cm som är kopplad till en bricka med en öppen spalt på 1 centimeter. Det ger ett förhållande på 1:50 som kan översättas till *faktor 1*. Genom att hålla kedjan mot ögat och helt utsträckt, därefter titta genom den öppna spalten visas det antal träd som ryms inom den öppna spalten och ger då grundytan i kvadratmeter per hektar. Vid högt antal stammantal finns andra räknefaktorer som *faktor 2* och *faktor 4*. Antal inräknade träd multipliceras med den faktorn som man nyttjat. Beroende på beståndets utformning och storlek behövs ett flertal provytor tas, rekommendationen är mellan tre och sex per hektar (Albrektson et al. 2012).

### 1.4.3 Hypsometer (höjdmätare)

Nyttjas för att bestämma trädets höjd vilken behövs för att kunna bestämma trädets ståndortsindex, volym och biomassa. Höjden tas ut från ett på förhand bestämt avstånd till trädet som ska mätas, hänsyn tas till vinkeln från den som mäter till trädets rot, därefter mäts höjden. Höjdmätare kan vara både analoga och digitala (Albrektson et al. 2012).

Ovanstående har som nämndes i avsnittets inledning till syfte att övergripande åskådliggöra tillvägagångssättet för inventering och skogsuppskattning av skogen.

## 1.5 Lagrum och regelverk

All användning av drönare, och således även inom skogsbruket, påverkas av olika lagar och regler. Vad som synliggörs av studiens resultat är att en del lagar och regler är något som upplevs begränsa användningen av drönare inom skogsbranschen. Av denna anledning kommer berörda lagar och regler att presenteras nedan.

### 1.5.1 Luftrummet

Luftrummet i Sverige delas in C-luft och G-luft. G-luft är okontrollerad luft där drönare får flyga med en höjd på maximalt 120 meter, om man ej har tillstånd för

certifierad eller specifik kategori, se nedan. C-luft är kontrollerade luft och innefattar flygplatser. I kontrollerad luft får en drönare flyga upp till 50 meter fem kilometer från flygplatsernas banändar samt 20 meter runt militära flygplatser. (Transportstyrelsen 2022a).

### 1.5.2 Öppen, specifik och certifierad kategori

Sedan 31 december år 2020 gäller i alla EU:s medlemsländer en ny lag för drönaranvändning. Lagen betecknas ”Kommissionens genomförandeförordning (EU) 2019/947 om regler och förfaranden för drift av obemannade luftfartyg”. Lagen syftar till att skapa enhetlighet vad gäller drönaranvändningen. Därtill motiveras lagen med det faktum att det för bemannad luftfart finns sådana likartade regler, och att det rimligen bör finnas även för den obemannade luftfarten (European Commission 2019). I Sverige är Transportstyrelsen den myndighet som ansvarar för att detta regelverk implementeras och efterlevs. Den nya lagen medför att drönare numera delas in i tre kategorier, ”öppen”, ”specifik” och ”certifierad”. Kategorierna är skapade efter *risknivåer*, där öppen kategori anses medföra lägst risk och certifierad högst risk.

### 1.5.3 Öppen kategori

I den öppna kategorin behöver inget operativt tillstånd erhållas före flygning. Den öppna kategorin medför bland annat krav på att drönaren ska flygas inom synhåll för fjärrpiloten och att flyghöjden inte ska överstiga 120 meter. Därtill gäller öppen kategori för drönare som väger under 25 kilo. Inom den öppna kategorin finns tre underkategorier, A1, A2 och A3. Om en drönare ska nyttjas på annat sätt än vad som fastställs för öppen kategori kommer i stället drönaren/ flygningen att falla inom någon av de tillståndspliktiga kategorierna, certifierad eller specifik (Transportstyrelsen 2022b).

### 1.5.4 Specifik kategori

Om flygningen med drönare faller utanför de krav som anges i öppen kategori behöver drönaroperatören ansöka om ett operativt tillstånd hos Transportstyrelsen. Det finns i dagsläget tre tillståndstyper söka: 1) *operativ auktorisation enligt PDRA* (eng. Pre-Defined Risk Assessment), 2) *operativ auktorisation enligt SORA* (eng. Specific Operation Risk Assessment) samt 3) *LUC* (eng. Light UAS Operator Certificate). Inom tillståndstypen *Operativ auktorisation enligt PDRA* finns i sin tur fyra olika tillstånd (Transportstyrelsen 2022c).

### 1.5.5 Certifierad kategori

Det finns tre villkor som gör att drönaranvändning faller inom certifierad kategori: 1) flygning med drönare över folksamlingar, 2) flygning som innefattar persontransport och/eller 3) flygning som innefattar transport av farligt gods som kan innebära hög risk för personer vid olycka (Transportstyrelsen 2022d).

## 2. Material och metod

I följande kapitel presenteras först ett urval av tidigare forskning som gjorts på området drönare och laserskanning. Genom att redogöra för tidigare forskning förtydligas denna studies bidrag till forskningsfältet. Därefter följer ett avsnitt om begreppet mervärde. Avslutningsvis redovisas de metoder och det material som använts för studien.

### 2.1 Tidigare forskning

I en avhandling från år 2014 undersöks användningen av laserskanning med mikrodrönare för skogsinventeringsändamål. Wallace (2014) menar att det ditintills hade saknats billiga datainsamlingsmetoder för skogsinventeringsändamål som tillhandahölls *on-demand*, det vill säga snabbt på begäran. Wallace argumenterar för att skogsägare ofta förlitar sig på information som är inaktuell, liten i förhållande till urvalsstorlek och innehållande partiskhet och/eller subjektiv tolkning. Wallace beskriver att laserskanning med mikrodrönare kan utgöra ett kostnadseffektivt alternativ för mindre arealer som också överträffar krav på noggrannhet och effektivitet gällande datainsamling jämfört med fältbaserade mättekniker.

Det finns även vetenskapliga artiklar som undersöker laserskanning med drönare ur någon form av jämförande perspektiv (se bland annat Dai et al 2022). I en studie från år 2019 jämförs den data som genereras av laserskanning med flyg respektive drönare i ett flodlandskap i Virginia, USA (Resop et al. 2019). I landskapet fanns bland annat vattendrag, flodbankar, flodbankar med branta kanter och flodslätter, och beskrevs som komplext sett till topografi och vegetation. Av studien framgick att den data som erhöles med flyg var begränsad vad gäller att korrekt mäta branta partier i området samt var otillräckligt för att kvantifiera mikroförändringar i terrängen. Sammantaget gav den data som erhöles från drönaren en mer representativ modell av det området som undersöktes, och metoden att nyttja laserskanning med drönare i stället för flyg beskrevs som väl lämpad för att undersöka komplexa områden med variation i topografi och vegetation.

Därtill finns forskning som utvärderar användbarheten med drönare för skogliga ändamål och bland annat behandlar flera studier granbarkborreangrepp och undersöker metoder för att förebygga, hantera och minska förlusterna av sådana angrepp (Näsi et al. 2015; Klouček et al. 2019; Li et al. 2020). I en studie menar forskare att LiDAR är effektivt för att identifiera och övervaka granbarkborren. Däremot är LiDAR-sensorn som nyttjas i studien ej monterad på en drönare (Li et al. 2020). I en liknande studie av nyttjas drönare men andra sensorer än LiDAR. Forskarna efterfrågar dock fler studier på området och beskriver att bland annat LiDAR-sensorer har potential att upptäcka barkborreangrepp i ett mycket tidigt skede (Klouček et al. 2019).

Utöver vetenskaplig litteratur finns uppsatser på master- och kandidatnivå som behandlat drönare och skogsbruk. Nedan summeras ett antal av dessa.



I en masteruppsats undersöker Victor Kingstad (Kingstad 2020) möjligheten att använda enkla bilder tagna med drönare för att underlätta förvaltning av unga boreala skogsbestånd. Metoden jämförs med ett svenskt skogsbolags fältbaserade inventering av ungskogar. Resultatet visar drönarbilderna ger fördelar gentemot traditionell inventering så som framställning av uppdaterade kartor av hög kvalitet för röjningsarbetarna, förbättrad planering och avgränsning av hänsyn samt minskad tid i fält. Studiens resultat visar att drönarbilder, av låg men tillräcklig kvalitet är ett alternativ till fältbaserade inventeringar (Kingstad 2020).

Malin Söderlind och Ida Tjärnström (Söderlind och Tjärnström 2016) undersöker vad drönare används till i skogsbruket, vilka behov skogsbruket har av drönare samt utvärderar vilken användning drönarna kan komma att ha i framtiden. I studien intervjuas bland annat tillverkare av drönare samt skogliga inventerare. Resultatet visar att flera av de skogliga inventerarna på frågan om ”vad drönaren ska kunna lösa för skogliga problem”, nämner återväxtkontroll och mindre kostsamma inventeringar av röjning, gallring och slutavverkning. Vidare förefaller den ekonomiska frågan spela en avgörande roll, och deltagarna i studien har uppgett att de är öppna för alla tänkbara lösningar så länge det är ekonomiskt hållbart för dem (Söderlind och Tjärnström 2016).

Daniel Marinder (Marinder 2019) redogör i sin studie för de regler och lagar som styr användning av drönare i Sverige. Därtill har Marinder, liksom Söderlind och Tjärnström, undersökt hur potentiella arbetsgivare för skogsmästare använder drönaren. I studien har representanter från bland annat medlemsorganisationer och skogsbolag intervjuats. Liksom Söderlinds och Tjärnströms studie lyfts brand-, insekts- och stormskador fram som områden där drönaren anses vara effektiv. Även inventering av lagervolym lyfts fram som något effektivt och som ger tillförlitliga resultat (Marinder 2019).

Ett ytterligare bidrag har gjorts av Nils Jonsson (Jonsson 2019) som fokuserar sin fältstudie på användning av drönare vid uppföljningar av slutavverkningar. En av studiens fyra frågeställningar är ”Kan man med hjälp av drönare ”ersätta” fältpersonalen och mäta upp alla parametrar likvärdigt som dem?”. Jonsson konstaterar att drönaren, även i detta tidiga utvecklingsstadium, är en konkurrenskraftig utmanare till det traditionella fältarbetet och att det finns stor framtida potential att använda drönare som avlastning i främst efterarbetet vid slutavverkningar (Jonsson 2019).

En annan kandidatuppsats som fokuserat på just laserskanning med drönare har skrivits av Magnus Arvidsson och Tobias Loveere Pettersson (2020). Studien syftar till att undersöka användning av drönare med LiDAR för kommersiellt bruk och undersöka dess måtosäkerhet i höjd vid skapandet av en digital höjdmödel. Specifikt undersöks den måtosäkerhet som utlovas av tillverkaren till sensorn *YellowScan Surveyor* för att få fram vilken minsta flyghöjd som kan användas för att laserskanna ett område med ett flygstråk och nå en måtosäkerhet i nivå med den kvalitet tillverkaren utlovar. Genom att få fram detta menar författarna att aktörer som nyttjar sensorn kan optimera sina resurser (Arvidsson & Loveere Pettersson 2020).

Från samtliga av ovan presenterade studentuppsatser framgår att det anses finnas en stor utvecklingspotential för användningen av drönare inom skogsbruket. Av Söderlind och Tjärnströms (2016), Marinders (2019) och Jonssons (2019) studier framgår att tekniken troligen också kommer att användas alltmer inom det svenska skogsbruket. I studierna nämns eller utvärderas dock inte laserskanning. Eftersom denna studie fokuserar specifikt på laserskanning med drönare ur ett kvalitativt perspektiv är målsättningen att studien ska kunna fylla denna kunskapslucka.

Den vetenskapliga forskning om laserskanning med drönare som undersökts är uteslutande av *kvantitativ karaktär*. Denna typ av forskning är naturligtvis väsentlig för att mäta och på ett generaliserbart sätt utvärdera tekniken. Likaså är Arvidssons och Loveere Petterssons (2020) kvantitativa kandidatuppsats värdefull för aktörer som nyttjar den typ av sensor som undersöks i studien. Även om deras studie behandlar laserskanning med drönare är den väldigt olik denna studie som inte fokuserar på en specifik drönare eller sensor utan i stället på ett djupgående men bredare plan ämnar utforska laserskanning med drönare.

## 2.2 Mervärde

Vilket framgår av avsnitt 1.2 är en av studiens frågeställningar att undersöka det eventuella mervärdet av att använda laserskanning med drönare vid inventering av skog. Följande kapitel kommer att redogöra för och definiera mervärde utifrån teoretiska ansatser och tidigare forskning om begreppet. Betydelsen av begreppet mervärde kan vid första anblick te sig självklar men det saknas en entydig och klar förståelse av begreppet. Begreppet mervärde är vanligt förekommande inom forskning om ekonomi och marknadsföring, och har sitt ursprung i marxistisk teori vilket kommer beskrivas nedan.

### 2.2.1 Teori om mervärde

Enligt Karl Marx är mervärde skillnaden mellan produktens värde, skapad av arbetaren, och den lön som arbetaren får för att framställa produkten. Mervärde är således den vinst eller mellanskillnad som kapitalisten erhåller (Nationalencyklopedin 2022). Nedanstående citat kommer från den svenska översättningen av Ernest Mandels bok *Initiation à la théorie économique Marxiste* (1964) som är en tolkning av Marx teori.

*”Men under det kapitalistiska systemet är arbetets produktivitet sådan att kostnaderna för arbetarens uppehälle alltid är lägre än det nyskapade värdet. Det betyder att en person som arbetar tio timmar inte behöver motsvarigheten till tio timmars arbete för att uppehålla livet på en nivå som ligger vid den för tiden genomsnittliga. Lönens motsvarighet representerar alltid bara en del av arbetsdagen, och det som överstiger denna del är mervärdet, det gratisarbete som arbetaren utför och som kapitalisten tillgodogör sig utan någon motprestation. F.ö. skulle om denna skillnad inte fanns ingen företagare anställa en arbetare, eftersom köpet av denna arbetskraft inte skulle skaffa honom någon vinst”*  
(Mandel, 1964).

Citatet nedan är en tolkning av det ovanstående och justerats utifrån perspektivet inventering av skog med drönare. Arbetstagare har bytts ut till drönare utrustad

med LiDAR och livet för den genomsnittlige människan till den fysiska skogsbruksplaneraren. Därtill har kapitalisten ändrats till beställare av tjänsten laserskanning med drönare (skoglig uppdragsgivare). Utifrån dessa premisser blir *en tolkning* av citatet följande:

*”En drönare utrustad med LiDAR som arbetar tio timmar behöver inte motsvarigheten till tio timmars arbete för att uppehålla livet på en nivå som ligger vid den för tiden genomsnittlige fysiska skogsbruksplaneraren, lönens motsvarighet representerar alltid bara en del av arbetsdagen, och det som överstiger denna del är mervärdet, det gratisarbete som drönaren utrustad med LiDAR utför och som den skogliga uppdragsgivaren tillgodogör sig utan motprestation: F.ö. skulle om denna skillnad inte fanns, ingen skoglig uppdragsgivare nyttja laserskanning med drönare eftersom kostnaden av den tjänsten inte skulle generera någon vinst”. - Karl Marx teori applicerad på laserskanning med drönare i jämförelse mot den fysiska skogsbruksplaneraren.*

Ur tolkningen av ovanstående citat, framkommer således att ett mervärde, i fråga om laserskanning med drönare, kan förstås som något ytterligare som tillkommer utöver det som initialt var planerat. Undertecknad vill förtydliga att det inte handlar om faktiskt gratisarbete, utan istället ska förstås som det som kan erhållas *utöver* det beställaren faktiskt betalat för.

### 2.2.2 Ytterligare definitioner av mervärde

Vad gäller mer samtida tolkningar av begreppet beskriver en forskare att mervärde inte är något som objektivt kan bestämmas av exempelvis ett företag eller en producent av en viss vara eller tjänst, utan i stället är något som konsumenten av en vara eller tjänst upplever (Woodruff 1997:141). Enligt en annan forskare kan mervärde förklaras som något som lagts till, således något *ytterligare* än vad som initialt utlovades eller erbjöds. Detta kan i sin tur resultera till att denna vara eller tjänst blir mer attraktiv för kunder än andra konkurrerande varor eller tjänster, i och med att den tillför fler fördelar eller värden än vad som först framgick (Naumann 1995:155).

Utifrån ovanstående förklaringar av begreppet är det tydligt att mervärde således handlar om något som upplevs av den som köper/nyttjar en viss vara eller tjänst. Det är därmed något subjektivt. Därtill är det *ytterligare*, alltså tillägget till vad som först förväntades av en vara eller tjänst, av vikt. Dessa förklaringar knyter således an till det citat som presenterades på föregående sida.

Vidare kan mervärde enligt Aaker (2010) delas in i tre kategorier av fördelar: funktionella, emotionella och expressiva. Emotionella och expressiva fördelar handlar om upplevda känslor och självbild i relation till en vara eller tjänst, varför dessa inte är relevanta för studien. Funktionella fördelar knyter dock an till det som hittills beskrivits om mervärde. Funktionella fördelar innefattar den eller de funktioner som kommer av en viss vara eller tjänst. Ett exempel som nämns av Aaker (2010) är att en produkt som en skrivare har funktionella fördelar i form av exempelvis snabb utskrift och god färgsimulering. Vidare menar Aaker att den producent eller tillhandahållare av en vara eller tjänst som kan dominera en viss funktionell fördel, också sannolikt kommer att dominera marknaden.

Genom funktionella fördelar kan man således skilja sig från konkurrenterna (Aaker 2010). Funktionella fördelar handlar således också om något ytterligare eller extra men i relation till andra varor eller tjänster.

### 2.2.3 Förståelse av mervärde i studien

Utifrån det som beskrivits i det här avsnittet så tolkas mervärde i denna studie som något som upplevs av den som brukar en vara eller tjänst. Vidare förstås mervärde som något ytterligare som tillkommer när man nyttjar en vara eller tjänst. Det är således inte det man förväntar sig att få ut av en produkt som utgör ett mervärde, utan något extra. Utifrån appliceringen av drönare utrustad med LiDAR för laserskanning på citatet som redovisades tidigare, förstärks att det är något extra som tillförts, i det här fallet utifrån tolkningen av citatet, kan mervärde specificeras som att ytterligare information ges till förmån för den ”skogliga uppdragsgivaren”. Utifrån ovanstående tolkning av teori och redogörelse av olika definitioner av mervärde kan följande urskiljas:

- Mervärde är ett värde som *upplevs* av den som brukar en vara och/eller tjänst
- Mervärde är ett värde som *tillkommer* för den som nyttjar en vara och/eller tjänst
- Mervärde förklaras som något som lagts till, således något *ytterligare* än vad som initialt utlovades eller erbjöds
- Mervärde är värden som *särskiljer* en vara och/eller tjänst från andra likvärdiga varor och/eller tjänster

Således angriper studien begreppet mervärde genom något som upplevs, tillkommer, något ytterligare än vad som initialt utlovades eller erbjöds och någonting som särskiljer en vara och/eller tjänst.

## 2.3 Metodval och tillvägagångssätt

### 2.3.1 Val av metod

Initialt planerades att nyttja två metoder för studien, kvalitativ och kvantitativ metod. Under studiens arbetsgång framkom dock att den vetenskapliga forskningen inom ämnet framför allt utgörs av kvantitativa studier. Det visade ett behov av en kvalitativ studie som bidrag till forskningen kring laserskanning och laserskanning med drönare i synnerhet. Under studiens uppbyggnad konstaterades även att materialet för en kvantitativ studie, främst vad gäller jämförelsen mellan laserskanning med drönare och flyg, att material och data som krävs för jämförelsen avseende mätosäkerhet och punktäthet, var belagd med företagssekretess. Det planerades även en resa till Finland med en av studiens respondenter för att erhålla data från laserskanning med drönare i syfte att göra en jämförelse mot data från den nationella laserskanningen.

På grund av rikliga snömängder i området har dock denna laserskanning senarelagts, utanför tidsramen som studien skrivs inom. Mot bakgrund av detta har undertecknad valt att genomföra en kvalitativ studie.

### 2.3.2 Kvalitativ metod och semistrukturerade intervjuer

Kvalitativ forskning syftar till att skapa ökad förståelse för en viss fråga eller ett fenomen som undersöks. Ofta beskrivs den kvalitativa metoden med hur den skiljer sig från kvantitativ metod, och en utmärkande skillnad är att den kvalitativa metoden inte syftar till att få fram generaliserbara resultat. Därtill utmärker sig den kvalitativa metoden av en närhet till den källa eller de källor som empirin till studien hämtas från (Holme & Solvang 2012). Intervjuer med personer som har kunskap och insikt om det som undersöks i en studie är ett exempel på hur kvalitativ metod kan nyttjas. Eftersom studiens ena frågeställning behandlar upplevda mervärden, lämpar sig således en kvalitativ metod för att besvara frågan.

De kvalitativa delarna utgörs av semistrukturerade intervjuer som genomförts med respondenter från skogsbolag och skogsägarföreningar, besparings- och allmänskogar samt myndigheter. En semistrukturerad intervju bygger på ett visst tema, i detta fall användningen laserskanning med drönare inom skogsbruket, och undertecknad har skrivit en intervjuguide med de frågor som ställts vid respektive intervju. Därtill kännetecknas den semistrukturerade intervjun av flexibilitet eftersom de frågor som ställs är av öppen karaktär och de som intervjuas har möjlighet att ge ett fritt svar på de frågor som ställs. I detta avseende skiljer sig en semistrukturerad intervju från exempelvis en enkätundersökning där varje svarande ges samma svarsalternativ. Vidare kan även frågor som inte finns i intervjuguiden ställas, i det fall frågan knyter an till något som respondenten redan berättat om eller i det fall det är nödvändigt för att förtydliga och/eller fördjupa ett visst svar (Holme & Solvang 2012).

### 2.3.3 Urvalsmetod

För att uppnå studiens syfte har ett urval gjorts i fråga om intervjupersoner. Till skillnad från kvantitativa och statistiska studier har inte ett slumpmässigt urval gjorts, utan det är i stället ändamålsenligt. Det ändamålsenliga urvalet har även kompletterats med vad Bryman (2008) kallar *snöbollsmetod*. Det innebär att för studiens insamling av empiriskt material, har även kontakt tagits med ett antal av respondenterna som deltar i studien genom andra, före dem, intervjuade respondenter. Studiens ämne utgör en första avgränsning i och med att den avgränsar intervjupersoner till sådana som i sitt yrke potentiellt nyttjar eller förmedlar metoden att använda laserskanning med hjälp av drönare. För att uppnå en bredd i studien har respondenter från olika delar av den skogliga sektorn valts ut enligt nedan:

- Skogsbolag
- Skogsägarföreningar
- Häradsallmänningar
- Aktörer som förmedlar tjänsten (drönare, laserskanning)
- Myndigheter

För att komma i kontakt med relevanta respondenter skickades först ett e-postmeddelande som beskrev studiens syfte och gav exempel på frågor som skulle ställas vid en eventuell intervju. Därefter har den fortsatta kontakten varierat. Sammanlagt har 12 organisationer och totalt 13 respondenter från nedanstående

företag, myndigheter, föreningar, allmänningar och universitet deltagit i studien. De inspelade intervjuerna gav totalt ca 10 h som sedan transkriberades till ca 25 000 ord, vilka återfinns i *Bilaga 2*. Nedanför följer en kategorisering av de intervjuade, enligt uppdelningen: *Sakkunnig om laserskanning, Användare/ potentiell användare av laserskanning och Förmedlare av laserskanning*.

Sakkunniga inom laserskanning:

- Skogsstyrelsen Sverige
- Sveriges lantbruksuniversitet
- Skogscentralen Finland
- Lantmäteriet

Användare av laserskanning/ potentiell användare laserskanning:

- SCA
- Mellanskog
- Holmen AB
- Daga häradsskog
- Naturskyddsföreningen Sverige
- MW group

Förmedlare av tjänster inom laserskanning:

- MW Forest sense
- Arbonaut
- Skogscentralen Finland
- Lantmäteriet

Respektive intervju genomfördes digitalt mellan den 4 april och 25 maj 2022. I *Bilaga 1* finns det e-postmeddelande som skickats ut, intervjuguide med frågor som undertecknad förhållit sig till som en grund. Notera att det funnits utrymme att ställa ytterligare/ kompletterande frågor i syfte att nå djupare förståelse, vilket semistrukturerade intervjuer syftar till. Respondenterna som deltagit i studien är anonyma. Det är ett medvetet val eftersom det kan bidra till att den som intervjuas ger mer utförliga svar än om dennes namn och titel redovisas i studien.

Vilket presenterades i kapitel 2. *Material och metod, avsnitt Urvalsmetod* deltar även respondenter från Finland i studien. Uppdragsgivaren för denna studie bedriver verksamhet i både Sverige och Finland, vilket medför behov att få en inblick i vad motsvarande myndighet till Skogsstyrelsen i Sverige, kan ge för svar.

### 2.3.4 Validitet och reliabilitet

I kvalitativa studier är begreppen validitet och reliabilitet av stor betydelse. Validitet handlar om relevans, det vill säga, undersöker man i studien verkligen det man avsett att undersöka?

Vad gäller reliabilitet avses möjligheten att återupprepa studien och nå samma resultat (Bergström & Boréus 2017).

Validiteten i studien stärks av att materialet samlats in genom semistrukturerade intervjuer, vilket har möjliggjort en mer djupgående analys. Därtill stärks validiteten av att det finns en bred representation i form av respondenter från

skogliga bolag, häradsallmänningar, skogliga föreningar, myndigheter och universitet, således både sakkunniga, användare och potentiella användning av laserskanning med drönare samt förmedlare av dessa tjänster. Att två metoder har nyttjats för att hitta och välja ut respondenter, den ändamålsenliga urvalsmetoden och snöbollsmetoden stärker även studiens validitet. Av intervjuerna framkommer även mönster eller teman som flera respondenter nämnder, vilket innebär att de validerar varandra och stärker argumenten.

Eftersom kvalitativa studier bygger på tolkning kritiseras metoden för bristande reliabilitet. I syfte att stärka studiens reliabilitet har begreppet mervärde, som är centralt för studien, tolkats och definierats i avsnitt 2.2. Vidare kan kvalitativa studier, på grund av forskarens ”närhet” till materialet komma att innehålla subjektiva tolkningar. För att öka möjligheterna att någon annan kan återupprepa studien, och nå samma resultat, följer i nästkommande kapitel en beskrivning av den analysmetod som använts för att analysera det insamlade materialet.

## 2.4 Analysmetod

Inom kvalitativ metod finns flera tillvägagångssätt för hur det empiriska materialet ska analyseras. I denna studie görs en kvalitativ innehållsanalys. Innehållsanalys beskrivs som lämplig att använda för att hitta mönster i stora mängder material (Boréus & Bergström 2017) och med tanke på omfattningen av de transkriberade intervjuerna är analysmetoden innehållsanalys således passande för studien.

Med utgångspunkt i studiens syfte och frågeställningar vilka styr analysen av det insamlade materialet har det formulerats fyra kategorier, se *Matris 1* nedan.

**Matris 1.** Visar analysverktyget som nyttjats, där fyra kategorier utformats utifrån studiens syfte och frågeställningar

<p style="text-align: center;"><b>Mervärde</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eventuella mervärden som framkommit av att nyttja laserskanning med drönare</li><li>• <i>Definieras enligt kapitel 1, avsnitt 2.2 Mervärde</i></li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>Framtid</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ökad digitalisering inom skogsbruket</li><li>• Påverkan på arbetsmarknaden</li><li>• Kris</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Begränsningar</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eventuella begränsningar som framkommer, kopplade till nyttjandet av laserskanning med drönare</li><li>• Eventuella risker</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>Ett jämförande perspektiv</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fördelar/nackdelar laserskanning med drönare i jämförelse med:  <i>- Nationella laserskanningen och fysisk skogsbruksplanering</i></li></ul>



## 3. Resultat

I detta kapitel presenteras studiens resultat i form av matriser utifrån analysmetodens fyra kategorier som redovisades i föregående kapitel: mervärde, framtid, begränsningar och jämförande perspektiv. Resultaten i matriserna redovisas i punktform. Efter respektive matris följer ett antal citat från respondenterna som anknyter till respektive kategori, i det jämförande perspektivet redovisas även *Figur 1*, som visar en skillnad mellan laserskanning med drönare och flyg. I ett senare skede diskuteras och analyseras resultaten djupare i kapitel 4. *Diskussion*.

I *Bilaga 2* återfinns samtliga transkriberade intervjuer.

### 3.1 Mervärde

**Matris 2.** Ur matrisen kan man urskilja kortfattat av det som framkommit av den kvalitativa studien avseende mervärde

Kategori	Sakkunniga inom området	Användare/potentiella användare av laserskanning	Förmedlare av tjänsten laserskanning
<b>Mervärde</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mer information än vad initialt var planerat/tänkt</li><li>- Ökad punkttäthet</li><li>- Information på trädnivå, komplex skog, markförhållanden</li><li>- ”Digital tvilling” att nyttja för flera ändamål</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Levande skötselplan</li><li>- Effektivisering, tid för annat</li><li>- Minimera avvikelser</li><li>- Bättre underlag</li><li>- Lågt hållbarhetsavtryck</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Möjlighet att undersöka flera saker vid en flygning</li><li>- Ökad punkttäthet</li><li>- Leverera fler och noggrannare värden</li><li>- Förståelse för ekosystemet</li></ul>

#### 3.1.1 Citat avseende mervärde

**Sakkunniga:**

”... bättre information om både var träden står men också information om var marken står. Och det får man inte med den nationella laserskanningen”  
(Respondent SLU).

”Man har en uppgift att lösa och man inventerar sin skog med laserskanning eller drönare så får man det svaret, men samtidigt då har man även samla in annan data som är möjlig att använda i andra sammanhang eller på andra sätt. Som det jag sa tidigare om att skapa en digital tvilling av skogen, att man kan låta

*skogsägare se skogen på det sättet. Det tänker jag med mervärde” (Respondent Skogsstyrelsen).*

**Användare/potentiella användare:**

*”Skogsägarna kan få en levande skötselplan, som är uppdaterad, kanske till en ökad kostnad, men som hela tiden är aktuell och i realtid” (Respondent Mellanskog).*

*”Mervärde är att spara tid, framför allt. Så all information som jag kan få i datorn i stället för att åka ut i fältet är mer värd eftersom då slipper jag att köra ut dit, gå i fält, köra tillbaka och om jag då kan få den här informationen från datorn, från skärmen där jag skapar mina trakter, så har jag ju skapat väldigt mycket värde” (Respondent Holmen).*

*”Hm. Ett mervärde är väl att få ut något mer än det jag räknade med, tänker jag. En typ av bonus” (Respondent SCA)*

**Förmedlare av tjänsten:**

*”Ja, det är ju definitivt den ökade punkttätheten, och det man får ut av det. Det är det som avgör användbarheten” (Respondent Lantmäteriet)*

*”Fjärranalys av skog har varit väldigt koncentrerat på beståndet och volymerna. Och de här övriga värdena eller förutsättningarna i skogarna har man inte avbildat. Vi kan ge de här övriga värdena, transportdödlighet i terrängen, markfuktighetskartor, skadeinformation. Förutom att vi kan ge noggrannare volym kan vi också leverera de här övriga värdena som andra egentligen inte kan leverera alls hittills. Så det här är de stora mervärden som kommer med här” (Respondent MW Forest Sense).*

## 3.2 Framtid

Resultaten som framkommer av matrisen samt av citaten kommer sedan att diskuteras och analyseras djupare i kapitel 4. *Diskussion*, avsnitt 4.2.

**Matris 3.** Ur matrisen kan man urskilja kortfattat av det som framkommit av den kvalitativa studien avseende ökad digitalisering och stöd vid kris i samhället

Kategori	Sakkunniga inom området	Användare/potentiella användare av laserskanning	Förmedlare av tjänsten laserskanning
<b>Framtid</b>	<p><u>Digitalisering</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kommer förändra skogsbruket/arbetsmarknaden</li> <li>- Grundläggande variabler från drönare/fjärranalys</li> <li>- Drönaren ”leder” fältpersonal</li> </ul> <p><u>Kris</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bör kunna nyttjas vid kris</li> <li>- Samordning</li> </ul>	<p><u>Digitalisering</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kommer förändra skogsbruket/arbetsmarknaden</li> <li>- Komplement till fältmetod</li> <li>- Inventering från luften, mindre tid i fält</li> <li>- Möjlighet till ökad insyn från allmänheten</li> </ul> <p><u>Kris</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitala tar över</li> <li>- Bör kunna nyttjas vid kris</li> <li>- Samordning</li> </ul>	<p><u>Digitalisering</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minskat fältarbete</li> <li>- Kombination av fjärranalys och fältmetoder</li> <li>- Fler skrivbordsexperter</li> <li>- ”Digital tvilling” – nödvändighet för framtida skogsbruk</li> <li>- Förenklar inte beslutsfattande</li> <li>- Ökad miljöhänsyn</li> </ul> <p><u>Kris</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bör kunna nyttjas vid kris</li> <li>- Offentlig upphandling hindrar</li> <li>- Samordning</li> </ul>

### 3.2.1 Citat avseende framtid

**Sakkunniga:**

”Jag tror nog att det kommer gå åt det hållet att man först tittar från luften, och vid behov sedan åker ut och kompletterar. Då går det ju ut över arbetsmarknaden, och det blir ett minskat behov av fältpersonal. Det tycker jag är tråkigt själv, men det är nog tyvärr ditåt det bär” (Respondent Lantmäteriet).

*”Jag tror man i större utsträckning kommer att använda drönarna mer. Låta drönaren samla in vilket sedan leder människan dit man behövs”* (Respondent Skogsstyrelsen).

**Användare/potentiella användare:**

*”För skogsbolagen ser jag ökad digitalisering möjlighet till ekonomisk effektivitet, om man kan... öka storleken på de inhämtande systemen. Då kommer vi få upp effektiviteten och då kommer vi få ner priset och få en högre prioritering på laserskanningen med högre noggrannhet. Och ju mer vi på djupet kan digitalisera skogen och marken, då kommer vi kunna effektivisera skogsbruket. Kan man effektivisera skogsbruket då kommer man kunna sänka kostnaderna i skogsbruket. Effekten av det kommer göra att tillgången skog blir mer värd”* (Respondent MW Group).

*”Sen är väl en risk om det blir alltför digitaliserat, att det påverkar de nödvändiga, faktiska besöken, till exempel vid planering eller avverkning, eller myndighetens tillsyn, alltså fältbesök. Att man tänker att det inte behövs, så vi behöver kombinera ökad digitalisering med fortsatt närvaro”* (Respondent Naturskyddsföreningen)

*”Jag tror att det kommer att göras från luften, helt övertygad om det. Sen är det ju svårt att veta om det är med hjälp av drönare, flyg eller satellit i framtiden”* (Respondent Daga Häradsallmänning).

**Förmedlare av tjänsten:**

*”Det kommer nog vara så alltmer, att man framför allt använder en digital karta. Och det borde kunna bli så att man har en så noggrann beståndsdata att man inte behöver, i normala fall, gå ut i terrängen när man gör en skogsvårdsplan eller liknade. Utan att man kan lita på den digitala information som finns att tillgå. På så sätt kommer det, med teknologin, att minska, experternas roll vid planeringen. Men det finns ju även sådana objekt som man borde besöka i förhand och sen är det ju så att skogsägarna behöver rådgivning för att kunna fatta bra beslut. Systemen och analysen fattar ju inte beslut, utan det ger förslag”* (Respondent MW Forest Sense).

*“So, if you abandon field measurements and field observations altogether, then a lot of things will be lost. So, in my opinion we need a combination. There needs to be carefully planned field inventory on which to base the digital models that we use”* (Respondent Arbonaut).

### 3.3 Begränsningar

Resultaten som framkommer av matrisen samt av citaten kommer sedan att diskuteras och analyseras djupare i kapitel 4. *Diskussion*, avsnitt 4.3.

**Matris 4.** Ur matrisen kan man urskilja kortfattat av det som framkommit av den kvalitativa studien avseende begränsningar

Kategori	Sakkunniga inom området	Användare/potentiella användare av laserskanning	Förmedlare av tjänsten laserskanning
<b><u>Begränsningar</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drönaren inom synhåll</li> <li>- Kostnad per hektar</li> <li>- Datahantering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drönaren inom synhåll</li> <li>- Kostnad per hektar</li> <li>- Behöver vara lättillgängligt</li> <li>- För mycket tillit till det digitala</li> <li>- Väder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drönare inom synhåll</li> <li>Ansökningsprocess för specifik kategori</li> <li>- Punkttätheten är inte homogen</li> <li>- Väder</li> </ul>

#### 3.3.1 Citat avseende begränsningar

##### **Sakkunniga:**

*”Datahanteringen blir något av en tröskel eller ett negativt inslag. Hur ska vi lagra, hur ska vi presentera det här? Det vi hämtar in som myndighet i vår verksamhet, det är ju en allmän handling och därmed har vi ju också att ta hänsyn till arkivlagen att lagra sådan information”* (Respondent Skogsstyrelsen).

##### **Användare/potentiella användare:**

*”Vi skulle vilja flyga mycket större system. Jag skulle vilja ha möjlighet att hantera lufterummet på ett annat sätt, med en drönare som kanske har en uthållighet på 20 till 30 timmar, som ligger och skannar. Lagstiftningen är lite trubbig där idag”* (Respondent MW Group).

*”Men det bygger ju också på att det blir lättillgängligt för oss på något sätt, att det blir ett enkelt system att jobba med. Du flyger med drönaren, du skannar av, du får in informationen, du får tillbaka den på ett ganska enkelt sätt”* (Respondent Daga Häradsallmänning).

##### **Förmedlare av tjänsten:**

*”För fick den bara flyga på i lugn och ro, laddas med solceller, så skulle den ju kunna täcka av större ytor, men det går ju inte regelmässigt”* (Respondent

Lantmäteriet).

### 3.4 Jämförande perspektiv

Resultaten som framkommer av matrisen samt av citaten kommer sedan att diskuteras och analyseras djupare i kapitel 4. *Diskussion*, avsnitt 4.4. I slutet av avsnittet redovisas även *Figur 1*, vilken kommer förtydliga skillnaden avseende punkttäthet mellan laserskanning med drönare respektive flyg.

**Matris 5.** Ur matrisen kan man urskilja kortfattat av det som framkommit av den kvalitativa studien avseende jämförelse mot laserskanning med flyg och fysisk skogsbruksplanering

Kategori	Sakkunniga inom området	Användare/ potentiella användare av laserskanning	Förmedlare av tjänsten laserskanning
<b><u>Komparativt</u></b>	<p><i>Jämförelse – nationella laserskanningen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mer detaljerade data</li> <li>- Flexibilitet</li> <li>- Drönare mindre arealer</li> <li>- Miljövänligt</li> </ul> <p><i>Jämförelse – fysisk planering</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ej personberoende</li> <li>- Information bortom ”blotta ögat”</li> </ul>	<p><i>Jämförelse – nationella laserskanningen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mer detaljerade data</li> <li>- Data snabbt daterad</li> <li>- Lågt hållbarhetsavtryck</li> </ul> <p><i>Jämförelse – fysisk planering</i></p> <p>Minimera avvikelser</p>	<p><i>Jämförelse – nationella laserskanningen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mer detaljerade data</li> <li>- Flexibilitet</li> <li>- Drönare för mindre arealer</li> </ul> <p><i>Jämförelse – fysisk planering</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ej personberoende</li> </ul>

#### 3.4.1 Citat avseende jämförande perspektiv

**Sakkunniga:**

”Du kan ha en storm idag, och redan imorgon kan du åka ut och. Det är ju en oerhört kort startsträcka” (Respondent Lantmäteriet).

”Jo men jag tror att det är det här med färsk data, för det kan man ju verkligen få med drönare om man jämför med att använda lantmäteriets laserskanning, och den kommer ju alltid finnas med ett visst intervall. Då är ju fördelen med

*drönaren att man kan få aktuella precis där man vill och med lite högre noggrannhet på det” (Respondent SLU).*

*”I vissa lägen har man ingen möjlighet att gå över sådana stora områden själv. Skulle man inventera fysiskt skulle det ta väldigt lång tid. Så jag tror att det blir mer tillförlitligt, i alla fall blir det mycket mer fullständigt. Man kan ju såklart inventera väldigt noga, men jag tror man missar mycket så fort det är stora områden” (Respondent Lantmäteriet).*

**Användare/potentiella användare:**

*”Erfarenheten är ju att den data man kan få från den nationella laserskanningen stämmer ganska bra men det är ju en brist att vi inte kan få fram trädslagsfördelning, Den infon skulle man ju ville ha. Den saknar jag verkligen och det gör mina kollegor också” (Respondent Mellanskog).*

*Som det ser ut nu, alltså rent teknologiskt, är det ju en större väderpåverkan på drönare än vad det är på bemannat flyg (Respondent MW Group).*

*”Våra planläggare har nog gjort ett väldigt bra jobb men man hittar alltid bestånd där man får en rätt stor avvikelser när det är ett manuellt öga som har uppskattat det” (Respondent Daga Häradsallmänning).*

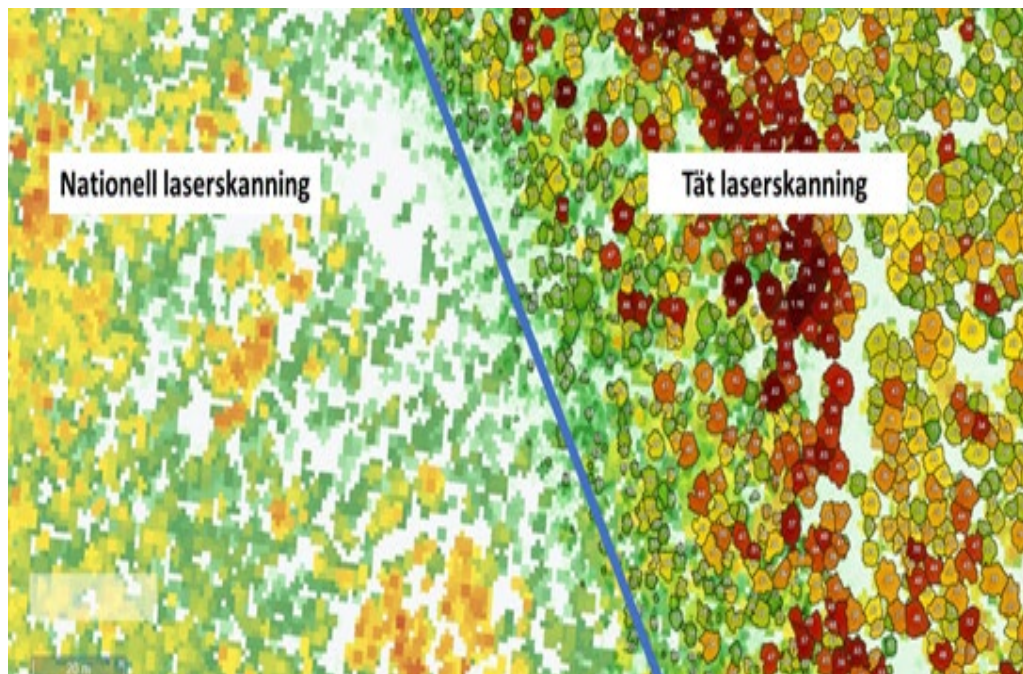
**Förmedlare av tjänsten:**

*“...if we want more detailed information, then we kind of forget that only every couple of years, large scale air borne laser scanning occurs, and that means that we are almost always late. Deforestation, some chains of bark beetles, and you do not react fast enough so, we are always in this kind of trade off between the accuracy of the information and our need to decide” (Respondent Arbonaut).*

*”Om man tittar på den nationella laserskanningen i Sverige så får man väldigt bra höjdinformation av träden, men när man ska ha till exempel information om virkesslag, så klarar den inte av det. Informationen är väldigt snäv, och för att fatta goda beslut är den inte tillräckligt noggrann och därför behövs det mer information vilket går att få från drönare” (Respondent MW Forest Sense).*

*“We did this comparison between human forest measurement for operational harvesting and there was much greater variability between humans doing this than in any of these automatic systems” (Respondent Arbonaut).*

Utöver underlaget från den kvalitativa undersökningen gällande det komparativa perspektivet, redovisas nedan *Figur 1* som en del av resultatet. Figuren åskådliggör grafiskt skillnaden mellan den nationella laserskanningen och laserskanning med drönare.



**Figur 1.** Visar skillnaden mellan laserskanning med drönare och laserskanning med flyg avseende punkttäthet. Laserskanning med flyg benämns i figuren som nationell laserskanning och laserskanning med drönare som tät laserskanning (MW Forest Sense 2022b).



## 4. Diskussion

I detta kapitel diskuteras studiens resultat utifrån analysmetodens kategorisering: *mervärde, begränsningar, jämförande perspektiv och framtid.*

Utifrån följande diskussion kommer förhoppningsvis slutsatser kunna dras så att studiens syfte uppfylls och frågeställningarna besvaras. Dispositionen är enligt följande:

*Inledningsvis* diskuteras resultatet utifrån analysmetoden och tidigare forskning, i försök att knyta an mot frågeställning och syfte. I fallande ordning, mervärde, begränsningar, jämförande perspektiv och framtid. *Därefter* redovisas de eventuella slutsatser som kunnat dras av studien, för att senare ge förslag på framtida forskning inom ämnet. *Slutligen* diskuteras studiens tillvägagångssätt och metod samt dess styrkor och svagheter.

### 4.1 Mervärde

Flera mervärden som respondenterna tar upp kan knytas an till någon form av effektivitetsökning genom att man får bättre information om skogen och därmed kan nyttja tiden mer effektivt. Det innebär således att något *tillkommer* för den som nyttjar laserskanning med drönare, utöver de direkta användningsområden som tjänsten/produkten är avsedd för. Bland annat nämner två respondenter, en sakkunnig och en potentiell användare, att man kan få mer tid till annat, exempelvis kundbesök, om man kan nyttja drönaren för sådant som att mäta volym i stället för att göra det med traditionella metoder (*Respondent SLU; Respondent Holmen*).

Om effektiviteten ökar kan man fundera över huruvida man kommer uppnå samma säkerhet avseende uppskattning av volym? Således, om man ställer skogsuppskattning genomförd av en virkesköpare/traktplanerare utrustad med relaskop och klave, vad blir skillnaden avseende tidsåtgång och träffsäkerhet? En respondent uppger att de med manuell planering underskattar volymerna med cirka 20 procent och att laserskanning med drönare kan avhjälpa sådant. På samma tema berättar denne respondent att deras organisation med hjälp av laserskanning med drönare skulle kunna erbjuda sina kunder en skogsskötselplan som hela tiden är aktuell och i realtid (*Respondent Mellanskog*). Vidare beskrivs hur laserskanning med drönare förhoppningsvis kan nyttjas för att simulera en avverkning och få fram hur mycket timmer, massa och grot det blir. Genom det skulle organisationen därigenom kunna matcha säljare och köpare på ett bättre sätt (*Respondent Daga Häradsallmänning*). Det kan *antas* att övriga inom den skogliga sektorn som innehar liknande tjänster också *möjligen* har liknande uppfattning.

Av en respondent framkom att denne i sin roll som virkesköpare nyttjar laserskanning med flyg på regelbunden basis, men samtidigt efterfrågas en högre detaljnivå för att ta bort den felmarginal som denne måste förhålla sig till. (*Respondent Holmen*).

Ovanstående kan urskiljas i *Matris 4*, där det återfinns svar i samtliga kategorier av respondenter som belyser att ökad noggrannhet och en högre detaljnivå som någonting utgör ett mervärde. Det kan även härledas till tidigare forskning. Wallace (2014) menar att laserskanning med mikrodrönare överträffar krav på noggrannhet och även effektivitet jämfört med fältbaserade metoder. Det bekräftar även det som Jonsson (2019) kommer fram till, nämligen att drönare kan nyttjas vid efterarbete vid slutavverkningar.

En respondent nämner även möjligheten att skapa en ”digital tvilling” av skogen som ett mervärde, vilken sedan kan nyttjas i pedagogiska syften (*Respondent Skogsstyrelsen*). Detta visar således att det finns flera mervärden för den som nyttjar laserskanning med drönare utöver de direkta användningsområden som tjänsten/produkten är avsedd för. Vidare nämns att man under en och samma flygning kan man ta ut flera värden. Samtidigt som man gör en skogsinventering, kan man även göra en analys av granbarkborreangrepp. Även detta är ett tydligt exempel på en effektivitetsökning. I studien av Kloucek et al. (2019) efterfrågas också mer forskning om detta.

Därtill nämns av respondenterna *SLU och Lantmäteriet*, vilket är överskådligt i *Matris 4*, kategori sakkunniga, också mervärden i form av sådant som *särskiljer* laserskanning med drönare från laserskanning med flyg, så som den ökade punkttätheten och effekterna av det. Förutom att man kan få trädslagsindelning går det även att få information om markförhållanden, vilket inte går att få fram av den nationella laserskanningen. Detta framställs även objektivt av *Figur 2*, där man tydligt ser skillnaden avseende punkttäthet mellan laserskanning med drönare och flyg. Den sistnämnda (flyg) ger definitivt värdefull information, men den förstnämnda (drönare) gör det mer enkelt och tydligt att särskilja den information man får ut från laserskanningen. Sannolikt ger det också en träffsäkerhet avseende tolkningen av informationen för den som vill nyttja laserskanning inom sin roll i den skogliga sektorn.

På samma tema framkom även att laserskanning med drönare möjliggör att samla in information om mer komplex skog, såsom ungskogar, vilket inte de data som kommer från den nationella laserskanningen ger. Det knyter också an till studien av Resop et al. (2019) som redogör för att drönare ger mer representativa modeller än flyg över områden som är komplexa sätt till bland annat vegetation. Dessa uppfattningar faller även ramen för det som enligt analysmodellen benämns *jämförande perspektiv* men eftersom mervärde i denna studie förstås som något som *upplevs*, och eftersom respondenterna nämner dessa som mervärden, tas det upp här.

Sammanfattningsvis har studien kunnat besvara om det finns eventuella mervärden med att nyttja laserskanning med drönare samt vilka dessa är. Genom att definiera vad mervärde är, se avsnitt 2.2 *Mervärde*, och applicerat dessa på laserskanning med drönare så kan man se följande:

- *Mervärde är ett värde som upplevs av den som brukar en vara och/eller tjänst:*

Lågt hållbarhetsavtryck

- *Mervärde är ett värde som tillkommer för den som nyttjar en vara och/eller tjänst:*

Effektivitetsökning, frigör tid och möjliggör tid till annat  
Avhjälper mätfel och ger mer korrekt data etc. vilket effektiviserar och förbättrar  
”Digital tvilling”

- *Mervärde förklaras som något som lagts till, således något ytterligare än vad som initialt utlovades eller erbjöds:*

Mer information än vad som initialt var planerad

- *Mervärde är värden som särskiljer en vara och/eller tjänst från andra likvärdiga varor och/eller tjänster:*

Högre punkttäthet och således högre detaljupplösning

## 4.2 Begränsningar

En förväntad begränsning, sett till bland annat tidigare studier (Söderlind & Tjärnström 2016), och som nämns inom alla kategorier av respondenter är att priset upplevs begränsa möjligheten att nyttja drönaren. Det är dock möjligt att tänka sig att priset kommer att gå ner, eftersom tekniken fortfarande är i en uppstartsfas. En respondent sa att prisfrågan kan vara begränsande, men måste ställas i förhållande till vad man får ut (*Respondent Häradsskog*). Det är en intressant reflektion, och knyter an till en annan respondent som uttrycker fokus bör ligga på vad man senare kan tjäna på det, inte vad det kostar (*Respondent MW Group*).

Vad samtliga respondenter nämner som *en begränsning*, är att drönaren ska flygas inom synhåll för drönarpiloten. Enligt vad som återges i avsnitt 1.5 *Lagrum och regelverk* går det att ansöka om tillstånd (kategori specifik) om drönaren ska flygas utom synhåll. Bara två respondenter nämner att det går att ansöka om tillstånd inom kategori specifik. En förmedlare av tjänsten uttrycker att ansökningsprocessen och behandlingstiden för att erhålla tillståndet är krånglig (*Respondent MW Forest Sense*). Således finns ett byråkratiskt hinder som troligen försvårar användbarheten. Det bör belysas att det säkerligen behövs tydliga regler för nyttjandet av drönare, men samtidigt uppkommer frågan om det skulle gå att underlätta för aktörer som nyttjar drönarna inom sina arbeten. Med bättre möjligheter för användning, desto mer underlag kommer man få huruvida laserskanning med drönare de facto är ett bättre alternativ än övriga datainsamlingsmetoder.

En potentiell användare av tjänsten framför att det måste vara lättillgängligt och enkelt att använda. Om tekniken inte är lätt att nyttja kommer det troligen att vara

en tröskel för användande (*Respondent Daga Häradsallmänning*). På samma spår nämner en sakkunnig vid Skogsstyrelsen att hanteringen av de data som genereras av laserskanning med drönare blir ett hinder för användning, både sett till kapacitet och lag. Respondenten arbetar för en myndighet och påpekar att de data som förvaras hos dem är en allmän handling (*Respondent Skogsstyrelsen*). Det visar därmed att begränsningarna kan vara olika beroende på vem som nyttjar tjänsten.

## 4.3 Jämförande perspektiv

### 4.3.1 Fördelar jämfört med laserskanning med flyg (nationella laserskanningen)

Flera respondenter pekar på att laserskanning med drönare i jämförelse med den nationella laserskanningen ger betydligt högre punkttäthet och därmed högre detaljupplösning. Bland annat nämns att det går att få artigenkänning och information om enskilda träd och trädslagsindelning (*Respondent MW Forest Sense; Respondent MW Group; Respondent Lantmäteriet; Respondent Skogsstyrelsen; Respondent Arbonaut; Respondent SLU*). En sakkunnig uppger att man med drönare kan samla in information om mer komplex skog, såsom täta ungskogar, vilket inte är möjligt med den nationella laserskanningen (*Respondent SLU*). En tydlig fördel i jämförelse med den nationella laserskanningen är således en högre detaljupplösning.

Kopplat till detta uppger Lantmäteriet att *tiden*, det vill säga mer frekvent uppdaterade data, verkar vara viktigare än punkttätheten. Det leder till en relevant fråga – om den nationella laserskanningen kan genomföras oftare, skulle det minska efterfrågan på laserskanning med drönare? Om de som nyttjar tjänsten anser att den detaljupplösning som nationell laserskanningen ger är tillräcklig?

En klar fördel gentemot den nationella laserskanningen som framkom var att man genom att nyttja laserskanning med drönare kan få dagsaktuella data. Vidare nämns att drönaren medför en högre grad av självständighet för den som nyttjar den och att möjligt att välja vilka typ av data du vill ha och när du vill ha dem (*Respondent MW Forest Sense, Respondent Arbonaut; Respondent SLU; Respondent Mellanskog; Respondent Skogsstyrelsen*). Detta knyter i sin tur an till mervärden som framkommer av studien, det vill säga möjligheten att exempelvis ha en levande skötselplan som kan kompletteras med aktuella data när så krävs.

Drönaren beskrivs som ett alternativ för skogsägare med mindre arealer, medan flyg är mer lämpligt för större arealer. Dock belyser både svenska Lantmäteriet och finska Skogscentralen att det även på nationell nivå finns områden där det skulle vara motiverat att få en högre punkttäthet.

Två respondenter uppger att lasersdata från drönare därför bör nyttjas parallellt med data från den nationella laserskanningen (*Respondent MW Forest Sense; Respondent Skogsstyrelsen*).

### 4.3.2 Fördelar jämfört med fysisk skogsbruksplanering

I jämförelse med fysisk skogsbruksplanering har flera fördelar redan nämnts i avsnittets första del, *mervärde*. Det anses kunna bidra till ökad effektivitet och påverkas ej av eventuellt mänskligt felande, utan ger i stället objektiva data.

Det framkommer även intressanta tankar avseende att förenkla fältarbetet. Exempelvis kan drönare nyttjas för att exempelvis hitta skogar med höga naturvärden, varefter man kan genomföra fysiska stickprovskontroller (*Respondent Skogsstyrelsen; Respondent SLU*).

Vidare är drönaren lämplig om de områden som ska undersökas är svåra att täcka av fysiskt. Det kan exempelvis gälla om områden kan innebära en risk för människor att besöka fysiskt. Att drönaren kan täcka större områden snabbare än en fysisk person nämns också som en fördel.

Avslutningsvis påpekas att de data som kan erhållas genom laserskanning med drönare också måste kompletteras med fältbesök. Eftersom detta inte är en tydlig fördel, utan mer ett faktum, beskrivs det mer i nästa avsnitt, *Framtid*.

## 4.4 Framtid

Vad gäller kategorin framtid kan respondenternas svar diskuteras utifrån tre underkategorier avseende vilken påverkan de anser att digitaliseringen kommer att ha på skogsbruket: arbetsmarknad, risker kopplade till ökad digitalisering samt drönaren i en samhällskris. Det som framkommer i avsnittet blir av hypotetisk karaktär eftersom ingen kan förutsäga framtiden. Utifrån svaren är det dock sannolikt att nya tekniker, såsom laserskanning med drönare, fortsatt kommer påverka skogsbrukets utveckling. Detta överensstämmer också med citatet i denna studies inledning: ”Flygburen laserskanning och automatiserad användning av digital fotogrammetri håller för närvarande på att revolutionera metoderna för skogsinventering” (Nordkvist & Olsson 2012).

### 4.4.1 Arbetsmarknad

Samtliga respondenter uttrycker att laserskanning med drönare kommer att spela en större roll inom framtidens skogsbruk, men bara en respondent menar att det *inte* kommer förändra arbetsmarknaden (*Respondent Mellanskog*). Vilket framkom av citaten på sida 24, uttrycker två respondenter att det kommer bli ett minskat behov av fältpersonal och att traditionellt skogsbruk kan upphöra i den form vi ser idag. Samtidigt påtalas även att det alltid kommer finnas behov av fältbesök (*Respondent MW Forest Sense; Respondent Arbonaut*). Flera respondenter menar att en del variabler, såsom höjd, grundyta och diameterfördelning, kommer att samlas in med hjälp av fjärranalys (*Respondent SLU; Respondent Daga Häradsallmänning*). Vidare uttrycks att den ökade digitaliseringen kommer att resultera i att man använder resurserna bättre ute i fält, på rätt plats och i rätt tid. Drönaren kommer bland annat samla in data och sedan styra den fysiska personen dit den behövs (*Respondent Skogsstyrelsen*). Det

förefaller som att ökad digitalisering och avancerade verktyg kan underlätta vissa delar av skogsbruket, samtidigt som traditionella metoder fortfarande behövs.

Flera respondenter uttrycker därtill att det kommer leda till ökad effektivitet, produktivitet och miljöhänsyn (*Respondent Lantmäteriet; Respondent SLU; Respondent Holmen; Respondent Skogscentralen*). Det går även att dra paralleller mellan detta och de mervärden som framkommit av studien, se avsnitt 3.1 *Mervärde*. En respondent uttrycker att digitalisering oundvikligen är framtiden för skogsbruket och att det kommer utgöra basen för beslutsfattande och hur vi sköter våra skogar (*Respondent Arbonaut*). Utifrån den detaljupplösning som laserskanning med drönare kan ge är det rimligen den sammanlagda och mer detaljrika data som går att få som gör det möjligt att erhålla djupare förståelse och ökad kapacitet för att hantera skogen. Därmed blir också ökad digitalisering något mycket positivt.

Det är även intressant att en respondent talar om demokratiska principer och att ökad digitalisering och ett mer öppet skogsbruk kan underlätta allmänhetens insyn (*Respondent Naturskyddsföreningen*).

#### 4.4.2 Risker

Det framkom även vissa aspekter kopplade till risker med ökad digitalisering. Bland annat anser en respondent att det finns en risk att det alltmer digitala spåret ersätter nödvändiga fysiska besök vid plantering, avverkning eller vid tillsynsbesök som görs av myndigheter (*Respondent Naturskyddsföreningen*). Därtill menar två respondenter att man inte bör fastna för mycket i det digitala eftersom det kan leda till att man tappar nödvändig kunskap (*Respondent Mellanskog; Respondent Daga Häradsallmänning*).

Kopplat till det som framkom i avsnitt 4.2 *Begränsningar* vad gäller hantering och lagring av data, nämns även potentiella risker med ökad digitalisering som kommer av detta. Det uppges att det måste finnas en medvetenhet kring att öppna data kan komma att påverka den personliga integriteten (*Respondent Skogsstyrelsen; Respondent Naturskyddsföreningen*). I framtiden kommer det troligen behövas tydliga regler för detta, i syfte att upprätthålla skogsägarnas integritet. Det finns säkerligen skogsägare som inte vill att all information om deras skogs- och markinnehav ska finnas alltför lättillgänglig.

På samma tema nämns att dåligt hanterade data kan bli en uppenbar försvarsrisk (*Respondent MW Group*).

#### 4.4.3 Drönaren i en samhällskris

Samtliga respondenter tror att det finns utrymme för privata aktörer som förfogar över drönare att bistå med sina tjänster i framtida kriser. Det kan användas i olika typer av naturkatastrofer, för bevakning, spaning, kartering och transporter av förnödenheter. Drönaren kan också nyttjas i förebyggande syfte under skogsbrandssäsongen (*Respondent Skogsstyrelsen*). En tydlig fördel med drönaren

är att det kan komma närmare än en fysisk person och att man därmed inte behöver utsätta personer för risk. Dock finns det frågetecken kring hur ett sådant stöd ska organiseras och samordnas. Det anses finnas utrymme, men den stora frågan är hur? En respondent nämner att offentlig upphandling kan utgöra ett hinder för denna typ av verksamhet. Eftersom processen med offentlig upphandling tar lång tid kan tekniken hunnit längre, och utvecklats ännu mer, när upphandlingen väl är klar. Detta skulle vara intressant att i en framtida studie undersöka, men det faller troligen utanför ramen för en skoglig studie.

## 4.5 Slutsatser

Av studien är det möjligt att dra ett antal slutsatser som kommer att redovisas med korta stycken i punktform nedan. Samtliga delar knyter an till studiens syfte och frågeställningar. De slutsatser som kan dras av studien är följande:

- De mervärden som finns kopplat till att nyttja laserskanning med drönare är tidseffektiviseringen, minimering av avvikelser, högre detaljupplösning och noggrannhet. Utifrån den definition av mervärde som studien bygger på är det således mervärden som *tillkommer* utöver det som produkten/tjänsten är avsedd för samt sådant som särskiljer drönaren från annan typ av laserskanning, exempelvis från flyg.
- Det finns en positiv syn på en ökad digitalisering av skogsbruket och att det framtida skogsbruket i högre grad kommer nyttja fjärranalysmetoder. En ökad digitalisering kommer sannolikt påverka arbetsmarknaden, men det kommer samtidigt fortsatt finnas ett behov av traditionella metoder. Vidare nämns ett antal risker kopplade till ökad digitalisering, så som att praktisk kunskap kan gå förlorad och att det krävs medvetenhet kring att allt mer data finns tillgängligt digitalt.
- Avseende fördelar jämfört med flygburen laserskanning medför drönare fördelar såsom högre punkttäthet, möjlighet att erhålla dagsaktuella data samt hög grad av flexibilitet kopplat till var, när och hur du vill inhämta information genom laserskanning av skogen.
- Jämfört med fysisk skogsbruksplanering går det att konstatera att de största fördelarna med drönare är att de kan leverera objektiva data, avhjälpa mätfel samt att de medför en högre grad av tidseffektivitet.
- Det finns en uppfattning att drönare och laserskanning med drönare sannolikt kan nyttjas för att stödja samhället i flertalet olika typer av kriser, men att det krävs en struktur för samordningen av sådant stöd.

*Förslag på framtida forskning* är att vidare undersöka i vilken mån en ökad digitalisering kommer påverka den skogliga arbetsmarknaden och om det därför finns behov att förändra den skogliga utbildningen. Vidare skulle det vara intressant att göra en liknande studie men i jämförelse mot andra länder i Skandinavien och/eller Europa för att se hur långt Sverige nått i sin utveckling. Därtill skulle en studie som jämför punkttäthet och mätosäkerhet mellan

laserskanning med drönare och flyg rent kvantitativt vara ett intressant komplement till denna studie. Avslutningsvis skulle en studie som undersöker hur aktörer som förfogar över drönare kan stötta vid en samhällskris, samt framförallt hur sådant stöd skulle kunna utformas, vara intressant. Vilket tidigare nämns faller det troligen utanför ramen för en studie med skoglig inriktning, då det sannolikt blir ur ett bredare samhällsperspektiv.

## 4.6 Studiens styrkor och svagheter

Studiens styrkor finns i det väl tilltagna intervjuunderlaget med 13 respondenter och en genomsnittlig intervjutid på 45 minuter, vilket har gett ett stort underlag med information. Ytterligare så har den kvalitativa metoden med semistrukturerade intervjuer gett mer djuplodande information än om det exempelvis hade ersatts av en enkätundersökning. Därtill är en styrka att det finns en bredd bland respondenterna, som är verksamma vid både skogsbolag, skogsägarföreningar, häradsallmänningar, företag som förmedlar tjänsten, myndigheter och Naturskyddsföreningen.

En av studiens svagheter återfinns i det som också är en styrka. Att en kvalitativ metod har nyttjats resulterar i att man inte statistiskt kan säkerhetsställa några resultat, utan det blir en mer generell bild utifrån de intervjuades perspektiv. Studiens avsnitt som behandlar *framtid* måste också betraktas som något svag ur ett rent vetenskapligt perspektiv eftersom det är ett hypotetiskt avsnitt, men det till trots, ger en uppskattning om hur personer verksamma inom den skogliga sektorn ser på digitaliseringen inom skogsbruket.

Studien har ett brett syfte och flera frågeställningar, och det är möjligt att betrakta detta som en svaghet. Ett färre antal frågeställningar hade kunnat resultera i ett mer stringent och djupgående resultat och diskussion.



# Referenser

Aaker, David A. (2010). *Building strong brands*. London: Pocket Books. Sid. 142–160

Albrektson, A., Elfving, B., Lundqvist, L. & Valinger, E. (2012). *Skogsskötselserien 1, Skogsskötselns grunder och samband. 2.*, omarb. uppl. Jönköping: Skogsstyrelsen

Arvidsson, Magnus och Loveere Pettersson, Tobias (2020). *Utvärdering av mätosäkerhet i höjd för UAS med LiDAR*. Lantmätarprogrammet. Högskolan i Gävle

Brook, Henry (2018). *Drönare*. Johanneshov: MTM. Sid. 17

Boréus, Kristina & Bergström, Göran (2017). *Analyzing text and discourse: eight approaches for the social sciences*. London: SAGE. Sid. 17–18, 25

Bryman, Alan (2008). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö. Liber. Sid. 115

Everett, H. R. (2015). *Unmanned Systems of World Wars I and II [Elektronisk resurs]*. Sid. 308–309

Goth, Micael (2014). *Revolutionerande metod att bedöma skog*.  
<https://www.skogsaktuellt.se/artikel/46091/revolutionerande-metod-att-bedoma-skog.html>  
[2022-04-25]

Holme, Idar Magne & Solvang, Bernt Krohn (1997). *Forskningsmetodik: om kvalitativa och kvantitativa metoder. 2.*, [rev. och utök.] uppl. Lund: Studentlitteratur. Sid. 14, 95–100

Jonsson, Nils (2019) *Slutavverkningsuppföljning med drönare*. Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsmästarprogrammet

Klouček, T., Komárek, J., Surový, P., Hrach, K., Janata, P. & Vašíček, B. (2019). The Use of UAV Mounted Sensors for Precise Detection of Bark Beetle Infestation. *Remote sensing (Basel, Switzerland)*, 11 (13), 1561–  
<https://doi.org/10.3390/rs11131561>.

Lantmäteriet (2022b). *Kvalitetsbeskrivning. Laserdata*.  
[https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/hojddata/kvalitetsbeskrivning\\_laserdata.pdf](https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/hojddata/kvalitetsbeskrivning_laserdata.pdf)  
[2022-04-25]

Lantmäteriet (2006). *En ny svensk höjdmmodell - Laserskanning, Testprojekt Falun*.  
[https://www.lantmateriet.se/contentassets/4a728c7e9f0145569edd5eb81fececa7/1mv-rapport\\_2006\\_03\\_laserskanning\\_falun.pdf](https://www.lantmateriet.se/contentassets/4a728c7e9f0145569edd5eb81fececa7/1mv-rapport_2006_03_laserskanning_falun.pdf)  
[2022-04-25]

Lantmäteriet (u.å.) *INFOBLAD N:O 13 NY NATIONELL HÖJDMODELL*.  
[https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/geodataprodukter/ny\\_nationell\\_hojdmmodell\\_info\\_blad-131.pdf](https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/geodataprodukter/ny_nationell_hojdmmodell_info_blad-131.pdf)  
[2022-04-25]

Li, M., Jansson, S., Runemark, A., Peterson, J., Kirkeby, C.T., Jönsson, A.M. & Brydegaard, M. (2021). Bark beetles as lidar targets and prospects of photonic surveillance. *Journal of biophotonics*, 14 (4), e202000420–n/a.  
<https://doi.org/10.1002/jbio.202000420>

Marinder, Daniel (2019). *Användning av drönare I skogsbranschen*. Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsmästarprogrammet.

MW Forest Sense (2022a). *Produktblad. Quantum-Systems Trinity F90+ och produktblad. Qube 240 Lidar*.

MW Forest Sense (2022b). *Bild erhållen av Sixten Sunabacka MW Forest Sense*.

Nationalencyklopedin (u.å.) *Mervärde*  
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/mervärde/lång>  
[2022-05-28]

Naumann, Earl (1995). *Creating customer value: the path to sustainable competitive advantage*. Cincinnati, Ohio: Thomson Executive Press. Sid. 155

Nezami, S., Khoramshahi, E., Nevalainen, O., Polonen, I. & Honkavaara, E. (2020). Tree Species Classification of Drone Hyperspectral and RGB Imagery with Deep Learning Convolutional Neural Networks. *Remote sensing (Basel, Switzerland)*, 12 (7), 1070–. <https://doi.org/10.3390/rs12071070>

Nilsson, M., Nordkvist, K., Jonzén, J., Lindgren, N., Axensten, P., Wallerman, J., Egberth, M., Larsson, S., Nilsson, L., Eriksson, J. & Olsson, H. (2017). A nationwide forest attribute map of Sweden predicted using airborne laser scanning data and field data from the National Forest Inventory. *Remote sensing of environment*, 194, 447–454. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.10.022>

Nordkvist, K. & Olsson, H. (2013). *Laserskanning och digital fotogrammetri i skogsbruket*. Umeå: Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet. Sid. 6–7  
[https://pub.epsilon.slu.se/10062/1/Nordkvist\\_K\\_130328.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/10062/1/Nordkvist_K_130328.pdf)  
[2022-04-05]

Näsi, R., E. Honkavaara, P. Lyytikäinen-Saarenmaa, M. Blomqvist, P. Litkey, T. Hakala, N. Viljanen, T. Kantola, T. Tanhuanpää, and M. Holopainen. (2015). Using UAV-Based Photogrammetry and Hyperspectral Imaging for Mapping Bark Beetle Damage at Tree-Level. *Remote sensing (Basel, Switzerland)*, 7 (11), 15467–15493. <https://doi.org/10.3390/rs71115467>

Resop, J.P., Lehmann, L. & Hession, W.C. (2019). Drone Laser Scanning for Modeling Riverscape Topography and Vegetation: Comparison with Traditional Aerial Lidar. *Drones (Basel)*, 3 (2), 35–. <https://doi.org/10.3390/drones3020035>

Söderlind, Malin och Tjärnström, Ida (2016). *Drönare i skogsbruket*. Sveriges lantbruksuniversitet, Jägmästarprogrammet.

Torresan, C., Berton, A., Carotenuto, F., Di Gennaro, S.F., Gioli, B., Matese, A., Miglietta, F., Vagnoli, C., Zaldei, A. & Wallace, L. (2017). Forestry applications of UAVs in Europe: a review. *International journal of remote sensing*, 38 (8-10), 2427–2447. <https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1252477>

Transportstyrelsen (2022a). *Flyga drönare i luftrummet*. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Luftfartyg-och-luftvardighet/dronare/flyga-dronare-i-luftrummet/>  
[2022-04-10]

Transportstyrelsen (2022b) *Drönare*. <https://www.transportstyrelsen.se/dronare>  
[2022-04-10]

Transportstyrelsen (2022c) *Kategori specifik – en av tre kategorier*. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Luftfartyg-och-luftvardighet/dronare/tillstand-for-dronare/kategori-specifik/>  
[2022-04-10]

Transportstyrelsen (2022d) *Kategori certifierad – en av tre kategorier*. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Luftfartyg-och-luftvardighet/dronare/tillstand-for-dronare/kategori-certifierad/>  
[2022-04-10]

Wallace, L., Lucieer, A., Watson, C. & Turner, D. (2012). Development of a UAV-LiDAR System with Application to Forest Inventory. *Remote sensing (Basel, Switzerland)*, 4 (6), 1519–1543. <https://doi.org/10.3390/rs4061519>

Wenxia Dai, Qingfeng Guan, Shangshu Cai, Rundong Liu, Ruibo Chen, Qing Liu, Chao Chen & Zhen Dong (2022). A Comparison of the Performances of Unmanned-Aerial-Vehicle (UAV) and Terrestrial Laser Scanning for Forest Plot Canopy Cover Estimation in *Pinus massoniana* Forests. *Remote sensing (Basel, Switzerland)*, 14 (5), 1188–. <https://doi.org/10.3390/rs14051188>

White, J.C., Coops, N.C., Wulder, M.A., Vastaranta, M., Hilker, T. & Tompalski, P. (2016). Remote Sensing Technologies for Enhancing Forest Inventories: A Review. *Canadian journal of remote sensing*, 42 (5), 619–641.  
<https://doi.org/10.1080/07038992.2016.120748>

Woodruff, R.B. (1997). Customer value: The next source for competitive advantage. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 25, 139–153.

Zhang, J., Hu, J., Lian, J., Fan, Z., Ouyang, X. & Ye, W. (2016). Seeing the forest from drones: Testing the potential of lightweight drones as a tool for long-term forest monitoring. *Biological conservation*, 198, 60–69.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.03.027>

# Bilagor

## *Bilaga 1*

Det epost-meddelande som skickades ut till respondenterna samt den intervjuguide som nyttjats vid de semi-strukturerade intervjuerna, varje intervju har föregåtts av en genomgång av tid, att den kommer att spelas in och därefter transkriberas för att slutligen så raderas inspelningen. De transkriberade intervjuerna återfinns i *bilaga 2*. Intervjuguiden har funnits som stöd vid intervjuerna, frågorna har inte alltid ställts exakt som de står i guiden, utan det har anpassats utefter intressanta diskussioner som uppstått med respondenten.

### **Intervjuförfrågan som skickades som e-post:**

Hej,

Jag skriver just nu mitt examensarbete vid SLU Skogsmästarskolan! Arbetstiteln för projektet är "En analys av laserskanning med drönare samt en jämförelse av laserskanning med flyg och laserskanning med drönare". Det är en litteratur- och intervjustudie där forskare och företagsrepresentanter med kunskaper inom området intervjuas. Jag kontaktar dig idag för att be dig att, med din specialistkunskap inom området, medverka i en digital intervju gällande teknikutvecklingen av inventering av skogsbruket med hjälp av laserskanning med drönare och flyg.

Intervjun förväntas ta ungefär cirka 40-60 minuter och planeras genomföras via Zoom under vecka 15 till 18. Intervjun kommer, med ditt medgivande, att spelas in och sparas under projektiden för att därefter raderas.

Jag tar tacksamt emot svar om du har möjlighet att delta eller ej senast vecka 15. Skicka gärna förslag på tid som passar dig, och hör gärna av dig om du har frågor om studien.

Med vänliga hälsningar

Johan Andersson  
Skogsmästarskolan  
[Jnon0012@stud.slu.se](mailto:Jnon0012@stud.slu.se)  
072-5050615

### **Intervjuguide:**

*16 frågor*

- *Anonymt, definieras i studien som respondent och tydliggörs vilken del av skogssektorn/samhället ni har er bakgrund inom.*
1. Har ni använt/använder er av laserskanning med drönare vid inventering av skog inom er organisation?

- Om inte, varför använder ni er inte av det?
2. I vilket syfte har ni använt er av laserskanning med drönare?
  3. Vilka effekter bedömer ni att det finns vid laserskanning med drönare och/eller flyg? (Positiva/ Negativa).
  4. Vad är er generella syn på digitalisering av skogsbruket?
  5. Vilka risker och möjligheter ser ni med en ökad digitalisering av skogsbruket?
  6. Studien syftar bla. till att undersöka huruvida det finns eventuella mervärden av att inventera skog med hjälp av laserskanning med drönare- Vad är mervärde enligt dig?
  7. Kan det finnas möjlighet till att få mer information än den som initialt var planerad vid flygning med drönare, exempelvis laserskanning med drönare? Ge gärna exempel om möjligt.
  8. Hur tror ni att inventering skogsinnehav, skogsskador, markfuktighetsklass med hjälp av laserskanning (drönare, flyg, skördare etc.) kan komma att förändra arbetsmarknaden inom det skogliga området?
  9. Är nuvarande lagstiftning någonting som begränsar användbarheten?
  10. Hur tillförlitliga tror ni att inventeringar av miljövärden/kulturvärden över större skogsarealer kommer att vara med enbart mobila-mätsystem?
  11. Finns det ytterligare arbetsområden för drönare framtagna för skogsbruket, utöver inventering av skog? I sådana fall vilka?
  12. Hur tror ni att inventeringen av skog kommer att se ut i framtiden?
  13. Vilka anser ni är de största fördelarna med att inventera skog med hjälp av laserskanning med drönare?
  14. Vilka ser ni är de största nackdelarna?
  15. Vid en potentiell kris i Sverige, tror ni att det finns utrymme för enskilda privata företag som förfogar över de här tekniska hjälpmedlen att stödja samhället?
  16. Hur tror ni att denna hjälp skulle kunna utformas?

## 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.