



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Skogsmästarskolan



# Återväxtinventering med hjälp av drönare jämfört med traditionell inventering

HELGA LENNARTSSON

ZARA GRANBERG OLOFSSON



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2022:24

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# Återväxtinventering med hjälp av drönare jämfört med traditionell inventering

Forest regrowth inventorying, drone assisted compared to traditional method

Helga Lennartsson

Zara Granberg Olofsson

**Handledare:** Tommy Abrahamsson, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Johan Törnblom, SLU Skogsmästarskolan

**Omfattning:** 15 hp

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

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning

**Kursansvarig institution:** Skogsmästarskolan

**Kurskod:** EX0938

**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2022

**Omslagsbild:** Ett av hyggerna som inventerades. Foto: Helga Lennartsson

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

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Delnummer i serien:** 2022:24

**Nyckelord:** Jämförande, Drönare, Återväxtkontroll



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## Sammanfattning

Trakthyggesbruket har under längre tid varit det traditionella skötselsystemet i svenskt skogsbruk, där plantering av barrträdsdrag är det mest använda återväxtmetoden. Sättet att göra återväxtkontroller på har sett likadant ut i många decennier utan någon större utveckling. Är det möjligt att utföra plantinventeringar med drönare med bibehållen kvalitet? Och i så fall vad blir kvalitén av inventeringarna?

Syftet med denna studie är att jämföra synbarhet på planterade plantor och kvalitén mellan de två olika inventeringsmetoderna med drönare och manuell inventering på tre olika vegetationsperioder. På de inventerade återväxtytorna har en till tre vegetationsperioder gått sedan plantering.

Resultatet visade att inventering med drönare fungerar bra på planteringar med tre vegetationsperioder. Där syntes alla plantor utan några problem. Även under andra vegetationsperioden gick det att se plantor, men bara på den trakten som var planterad med tall. Detta då det inte fanns någon annan vegetation. Planteringarna med en vegetationsperiod syntes inga plantor för samtliga objekt med drönare.

Slutsatsen från denna studie är att inventering med drönare fungerar på planteringar från två till tre vegetationsperioder. Underlaget för denna studie är något tunt och hade därför behövt fler objekt på varje vegetationsperiod för att ge ett säkrare statistiskt resultat.

*Nyckelord:* Jämförande, Drönare, Återväxtinventering

## Abstract

Clear cutting even aged stands has been the lingering silviculture method used in Swedish forestry; planting of coniferous seedlings is the most widespread method used for regrowth of forests. The method used for regrowth verification have been the same for decades and have not evolved. To facilitate inventorying of seedlings could modern drones be used as a new method. And if so, how would the quality of such a method be?

The purpose of this study is to compare visibility of planted seedlings and the quality between the two different methods, inventorying with a drone and the traditional method on three different growth seasons. The growth seasons that are been surveyed are three, two and one.

The result showed that surveying with a drone works satisfactorily on plants with the growth season of 2019, all seedlings could be seen without issues. Also, for the growth season of 2020 the visibility of seedlings was satisfactory on planted pine seedlings because there was no undergrowth of other plants and grasses. No seedlings were visible with the drone method on the plantation that was carried out during 2021 on any of the objects surveyed.

The conclusion of this study is that drone surveying works if the seedlings have reached two to three growth seasons. The data for this study is somewhat thin, to achieve a more secure statistical result more objects should have been surveyed.

*Keywords:* Comparative, Drone, Regrowth inventory

## Förord

Detta examensarbete motsvarar 15 högskolepoäng samt 10 veckors heltidsstudier i ämnet skogshushållning vid Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg, Sveriges lantbruksuniversitet. Studien syftar till att jämföra kvalitén samt pricksäkerheten mellan två olika inventeringsmetoder på plantering av tall och gran.

Vi vill rikta ett stort tack till alla inblandade som hjälpt oss genomföra detta arbete på bästa sätt möjligt.

Tommy Abrahamsson, universitetsadjunkt vid skogsmästarskolan - Vår handledare som har hjälpt oss att bolla idéer för arbetet, samt delgivit sina erfarenheter av flygning och fotografering med drönare.

Elinor Brehmer Österhult, verksamhetsutvecklare skogsvård - Som har hjälpt oss med planering, material och data inför arbetet.

Helga Lennartsson, Zara Granberg Olofsson

# Innehåll

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 BAKGRUND</b> .....	<b>1</b>
1.1.1 HOLMEN SKOG AB .....	1
1.1.2 REGELVERK FÖR DRÖNARFLYGNING .....	2
<b>1.2 TIDIGARE STUDIER</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR</b> .....	<b>2</b>
<b>2. MATERIAL OCH METODER</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 DRÖNAREN</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 ARC GIS OCH PLANTINVENTERING</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3 GENOMFÖRANDE</b> .....	<b>4</b>
2.3.1 INVENTERING MANUELLT .....	5
2.3.2 INVENTERING MED DRÖNARE .....	5
<b>2.4 BESKRIVNING AV OBJEKT</b> .....	<b>6</b>
<b>3. RESULTAT</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1 SAMMANSTÄLLNING AV DATA</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2 BILD TOLKNING</b> .....	<b>10</b>
<b>4. DISKUSSION</b> .....	<b>11</b>
<b>4.1 AVGRÄNSNINGAR</b> .....	<b>11</b>
<b>4.2 STYRKOR OCH SVAGHETER</b> .....	<b>12</b>
<b>4.3 SLUTSATSER</b> .....	<b>12</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>14</b>
TRYCKTA KÄLLOR .....	14
DIGITALA KÄLLOR .....	14
<b>BILAGOR</b> .....	<b>16</b>



# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

Idag är 70 procent av Sveriges landareal är täckt av skog, detta motsvarar 28 miljoner hektar av skogsmark, där 23,5 miljoner består av produktiv skogsmark (SI, 2021). År 2018 var 26 procent av den produktiva skogsmarken plantskog (RT, 2018). Trakthyggesbruket har under längre tid varit det traditionella skötselsystemet i svenskt skogsbruk, där plantering av barrträdsdrag är det mest använda återväxtmetoden (Skogsstyrelsen 2013).

Tekniken utvecklas ständigt, då även inom skogsnäringen. När det kommer till inventering av planteringar står dock utvecklingen relativt still. I jämförelse av en rapport från Strömberg et al. (2001) och hemsidan (Skogskunskap, 2020) ser metoderna för återväxtkontroll oförändrade ut. Från rapporten (Föryngring av skog, 2001) beskrivs hur en striktare objektiv återväxtplantering där 10m<sup>2</sup> stora provytor lades ut längs en rak taxeringslinje över det inventerade objekt. Hemsidan (Skogskunskap, 2020) beskriver hur återväxtkontroll utförs i form av att provytor i storlek 10m<sup>2</sup> läggs ut i raka förband över inventerat objekt. Plantinventering utförs i fält med provytespö eller snöre i den storleken provytan ska mätas i. Provytorna placeras objektivt eller subjektivt över objektets areal (Skogsstyrelsen 2013). På detta vis har datainsamlingen för plantinventering sett ut länge. I detta arbete vill vi undersöka om inventeringen går att göra med hjälp av drönare. Studien utförs med hjälp av drönare och traditionell manuell inventering på tre olika vegetationsperioder. Hur kan kvalitén skilja sig mellan en manuell inventeringsmetod jämfört med drönare och hur påverkar vegetationens utveckling inventeringen. Det är enklare att få en överblick i hur planteringarna mår med hjälp av drönare, men även för den som utför inventeringen.

### 1.1.1 Holmen Skog AB

Holmens historia börjar redan 1609, då med ett vapenfaktori på Kvarnholmen i Motala. Det är även från Kvarnholmen deras namn kommer ifrån. I mitten av 1700-talet startades vattensågen i Söderåfors, som så småningom skulle bli MoDo. År 2000 gick Holmen in och köpte upp MoDo Paper som de ersatte med moderbolagets namn. Under 400 års tid har utvecklingen (Holmen Skog AB, 2022) gått framåt för Holmen Skog AB och är idag en av Sveriges störst skogsägare med 1,3 miljoner hektar skog. Var av cirka en miljon är produktiv skogsmark. Skogen sköts och förvaltas av Holmen själva (Holmen Skog AB, 2022).

Föryngringsarbetet Holmen arbetar för att säkerställa en godkänd återväxt enligt Skogsvårdslagen. Därför krävs noggranna plantinventeringar. Idag genomför Holmen plantinventeringarna efter att en vegetationsperiod har gått (Holmen Skog AB, 2021). Provytestorlek som används vid deras plantinventering är 10 m<sup>2</sup> och läggs ut efter ett rutnät med 50 m i förband. Rutnätet anpassas efter arealen på området, det ska minst få plats 10 ”kors” (bilaga 1) per område (Holmen Skog AB, 2021).

### 1.1.2 Regelverk för drönarflygning

Från och med 1 januari 2021 har regelverket för att flyga drönare uppdaterats och reglerna är gemensamt för hela EU. De nya reglerna är relativt lika de tidigare. Ska privatperson eller organisation flyga drönaren måste en registrering utföras hos Transportstyrelsen med godkänt teoriprov för att få tillstånd att ansvara för drönaren. Ett drönarkort är giltigt i fem år (Transportstyrelsen, 2022).

Grundreglerna är precis som tidigare. Drönaren får inte flygas utom synhåll, att använda kikare för att se drönaren är inte tillåtet. Att flyga högre än 120 meter är otillåtet om inte särskilt tillstånd är utdelat. Ansökan för det görs enskilt om. Det är inte godkänt att flyga på ett sätt som gör att man utgör fara för andra individer, luftburna fordon eller egendom. Därför måste uppdatering av luftfartsverkets drönarkarta uppdateras innan varje flygning. Det är inte heller godkänt att flyga inom flygplatser eller inom kontrollzon (Transportstyrelsen, 2022).

Enligt Transportstyrelsen får man inte flyga drönare när det råder oväder eller tät dimma. Är det dimma kan det vara svårt att se drönaren och eventuella hinder i luften som dyker upp. Oväder räknas det som när det blåser mer än 10 m/s.

## 1.2 Tidigare studier

Användning av drönare är inget nytt inom skogsbruket. Det finns därför en del liknande studier på just detta. Kingstad och Tovedal (2018) har gjort ett liknande arbete, *"Återväxtkontroll med drönare"*. Denna studie har med hjälp av en drönare tagit bilder på ett föryngrat hygge för att sedan jämföra träffprocenten. På det föryngrade hygget har de placerat ut cirkelmarkeringar som representerar olika provytor. Efter detta flög de drönare över hygget och tog foton på cirkelprovytorna från olika höjder. De lät testpersoner studera bilderna och se hur många plantor dessa personer kunde hitta. De resultat de fick från testpersonerna jämfördes med resultatet de hade fått ute i fält. Resultatet visade att den beräknade kostnadsänkningen som blev av att tolka bilderna på kontoret blev 82 procent, hade tolkningen i stället skett direkt ute i fält hade sänkningen av kostnader blivit 80 procent.

I en studie *"Slutavverkningsuppföljning med drönare"* har Jonsson (2019) undersökt om användning av drönare kan användas vid uppföljningar av exempelvis naturvårdshänsyn som är lämnade och eventuella körskador som skett efter slutavverkningar. Resultatet på denna studie visade att användningen av drönaren var mer effektiv på större trakter. Där kunde tidsbesparingen vara upp till 30 minuter. På de mindre trakter nära till väg fanns ingen effektivitetsvinst med drönare.

## 1.3 Syfte och frågeställningar

Syftet är att jämföra synbarheten på planterade plantor och kvalitet för två olika inventeringsmetoder. De två inventeringsmetoderna är med drönare samt manuell inventering. Ett troligt resultat i arbetet är att den manuella inventeringsmetoden kommer ge ett säkrare och mer träffsäkert resultat än metoden med drönare. Detta då konkurrerande vegetation kan utgöra stora svårigheter att se plantorna med drönare, samt att se skillnaden på huvudplantor och självföryngrade plantor.



Däremot kan inventering med drönare ge en enklare överblick över planteringarnas status, vilket i slutändan underlättar arbetet.

Frågeställningarna som är framtagna i samråd med Holmen Skogs önskemål:

- Kan plantor identifieras med drönare på jämförbart sätt som manuell inventering?
- Hur förändras förutsättningarna av annan vegetation samt plantans tillväxt att identifiera och räkna plantor de första tre åren efter plantering?

## 2. Material och metoder

Studien genomfördes under våren 2022 när all snö var borta från hyggena. Undersökningen bygger på att återväxtinventera ett antal objekt planterade med tall och gran. Dessa benämns nedan som T (tall) respektive G (gran). Inventeringen har utförts dels manuellt, dels med drönare. På de olika objekten hade det vid inventeringstillfället gått en till tre vegetationsperioder sedan plantering. Samtliga objekt är belägna i Örnsköldsviks kommun.

Studien i fält har genomförts med följande utrustning:

- DJI Mavic PRO med 4 extra batterier och medföljande kontroll
- DJI GO 4 (Applikationen för drönarens kontroll)
- Applikationerna ArcGIS Collector och Plantinventering
- Sprayfärg, snitselband, måttband och provytespö
- En Iphone och en Ipad
- Laddare för all utrustning

### 2.1 Drönaren

Drönaren som användes till arbetet är en DJI Mavic PRO. Det är en lätt och smidig drönare med bra bildkvalité. Flygtiden för drönarens batteritid är 31 minuter och det tar upp mot 1 timme och 30 minuter att ladda drönarens batteri. Handkontrollens batteritid samt uppladdning är 2 timmar och 15 minuter (Swedrone, 2018).

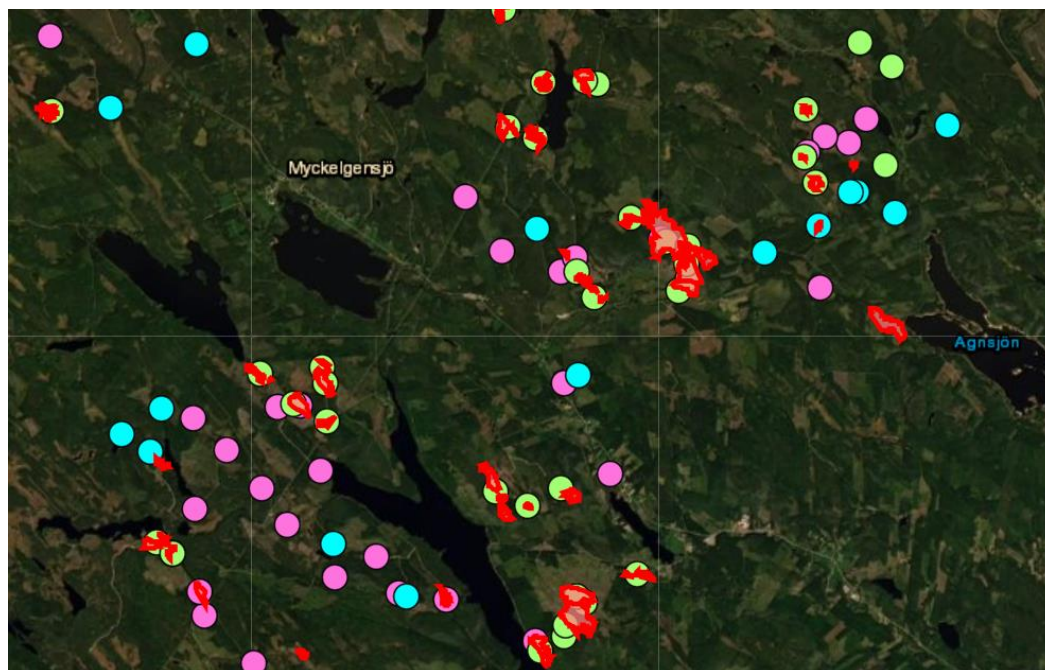
### 2.2 Arc GIS och Plantinventering

De applikationer i mobiltelefonen som användes under inventeringsarbetet är ArcGIS Collector och Plantinventering. I Collector samlades datamaterialet och registrerades. Sedan användes Plantinventering för att beräkna resultatet utifrån den information som är registrerad i Collector. Plantinventeringsapplikationen är inte nödvändig att ha nerladdad på mobiltelefonen utan beräkningarna sker automatiskt varje timme (Holmen Skog AB, 2021).

I applikationen Collector registrerades informationen för huvudplantor av tall, gran, björk, övrigt löv samt contorta (Holmen Skog AB, 2021). I detta arbete har endast information samlats in för tall och gran som huvudplantor. Därefter kommer valmöjligheten att registrera om de planterade trädslaget är rätt för marktypen. Collector sammanställer data från mängden plantor per hektar, val av planterade plantor och marktyp och jämförde detta med skogsvårdslagen för att få ut ett resultat om förnygringen är godkänd (Holmen Skog AB, 2021).

### 2.3 Genomförande

Samtliga försöksobjekt är gjorda på holmens markinnehav. Två olika återväxter (G respektive T) för varje vegetationsperiod inventerades med två olika metoder. En gång till fots och en gång med drönare. Samtliga objekt är förnygrade genom plantering med Starpot 50 vilket är holmens standardplantor för norra Sverige. Försöksområdena för arbetet var valt utifrån Holmens objektdatabank och är 1–15 hektar stora.



**Figur 1.** Karta över exempelområden för inventering (ArcGIS Collector, 2022). Rosa – tre vegetationsperioder, blå – två vegetationsperioder, grön – en vegetationsperiod. De röda områdena är utsökta objekt för arbetet.

### 2.3.1 Inventering Manuellt

De valda objekten inventerades först manuellt, där alla plantor totalt för beståndet samt plantor/hektar sammanställdes. Det sammanställda resultatet från den manuella inventeringsmetoden sågs som facit jämfört med drönarinventeringen. Genomförandet av den manuella plantinventeringen följer holmens plantinventeringsinstruktion och utfördes likadant för varje vegetationsperiod och trädslag. Inventeringsmetoden som användes är subjektiv återväxtinventering, där provytorna lades ut på representativa platser över hela området som inventerades (Skogsstyrelsen, 2013). Från vald centrumpunkt i provytan användes sedan ett 1,78 meter långt provytespö, detta skapade en cirkulär provyta på 10 m<sup>2</sup>. Inom provytan räknades huvudplantorna och sammanställdes sedan i Collector.

### 2.3.2 Inventering med drönare

Tekniken i drönaren som användes för detta arbete är idag inte så pass utvecklat att provytorna kan utläsas direkt ur drönaren. Därför gjordes cirkulära provytor med hjälp av sprayfärg eller snitselband i storlek 10 m<sup>2</sup> för att uppnå samma storlek som för den manuella inventeringen. Därefter fotograferades ytorna med drönare. De planterade plantorna räknades igen från drönarens display samt fotografi. Drönaren flög på en ungefärlig höjd av 10 meter från marken. Bild från varje provyta togs för möjligheten att gå tillbaka och kontrollera provytorna. Genomförandet följde Holmens plantinventeringsinstruktion likadant som för den manuella metoden, där plantorna räknas för hela beståndet samt plantor/hektar. Resultaten inom provytan beräknades och sammanställdes i Collector.

## 2.4 Beskrivning av objekt

Objekten som undersöktes var planteringar från år 2019, 2020 och 2021, vilket är vegetationsperioder tre, två och ett. De objekt som valdes var trakter med liknande ståndortsegenskaper som ståndortsindex, jordart, markfukt och markvegetation. Detta för att få likvärdiga studieobjekt genom de tre olika vegetationsperioderna.

**Tabell 1.** Beskrivning av G och T som besöktes under vegetationsperioderna ett, två och tre.

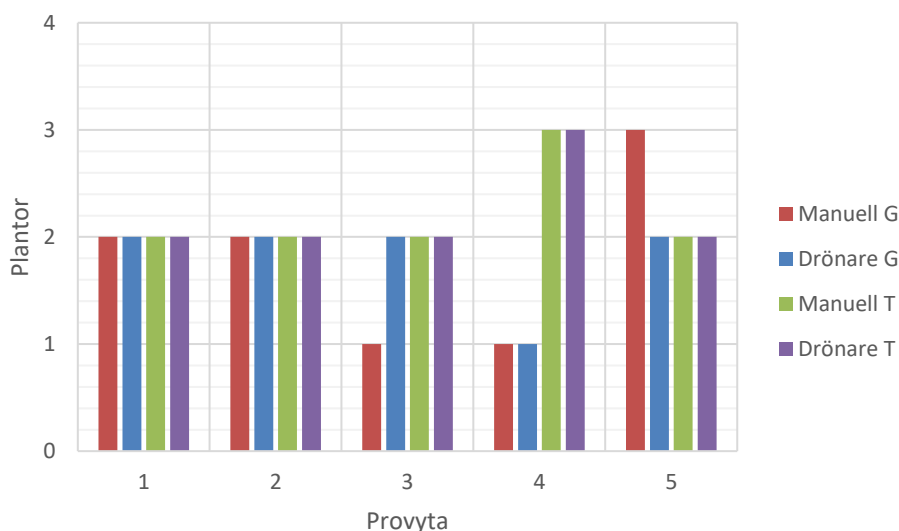
<b>Objekt</b>	<b>Ha</b>	<b>Trädslag</b>	<b>SI</b>	<b>Markberedning</b>	<b>Jordart</b>	<b>Markfukt.</b>	<b>Markveg.</b>
2019 – G	11	Gran	24	Harv	Sandig-moig morän	Frisk	Högörtstyp med blåbär
2019 – T	9,6	Tall	20	Harv	Sandig-moig morän	Frisk	Blåbärstyp
2020 – G	3,4	Gran	21	Högläggning	Sandig-moig morän	Frisk	Blåbärstyp
2020 – T	2	Tall	20	Högläggning	Sandig-moig morän	Frisk	Blåbärstyp
2021 – G	1	Gran	24	Högläggning	Sandig-moig morän	Frisk	Blåbärstyp
2021 – T	3,2	Tall	22	Harv	Sandig-moig morän	Frisk	Blåbärstyp

## 3. Resultat

### 3.1 Sammanställning av data

Insamlingen av datamaterialet sammanställdes i jämförelse av den manuella inventeringsmetoden samt drönarinventering i form av vegetationsperioder, G och T, planter per provyta samt ett totalt resultat för samtliga vegetationsperioder.

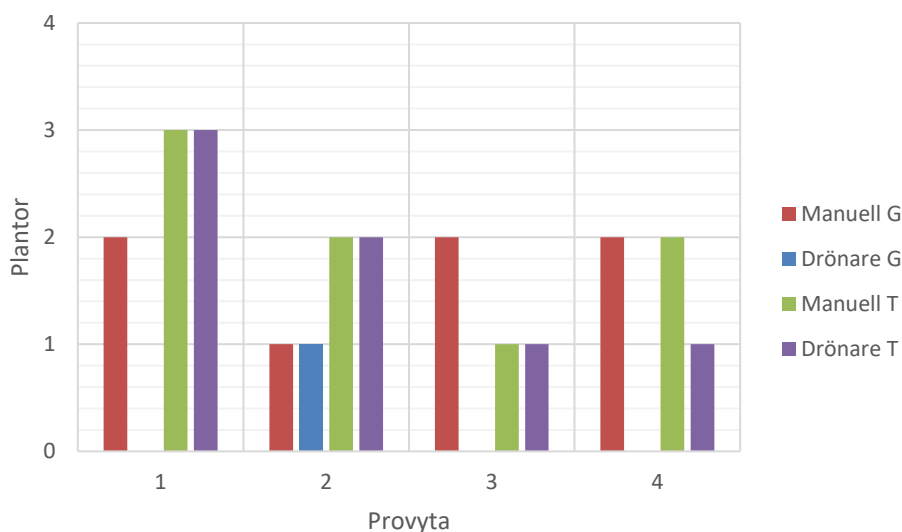
Båda inventeringsmetoderna ger samma resultat planter/ha på G, vegetationsperiod tre. Provyta ett, två och fyra visar att samma antal planterade granar har syns med drönaren som för den manuella inventeringsmetoden. Provyta tre och fem visade en planta skillnad vardera. För båda inventeringsmetoderna var det 1 800 planter/ha. T, vegetationsperiod tre visar ett likvärdigt resultat mellan den manuella inventeringen och drönarinventeringen, samma antal planterade tallar syntes i båda metoderna för alla undersökta provytor. Antalet upptäckta planter per hektar är för båda metoderna 2 200 plant/ha. Drönarinventeringens träffsäkerhet att identifiera planterade planter för både G och T var 100 procent.



**Figur 2.** Planter per provyta G och T, vegetationsperiod tre. Röd: manuell inventering G, Blå: drönarinventering G, Grön: manuell inventering T, lila: drönarinventering T.

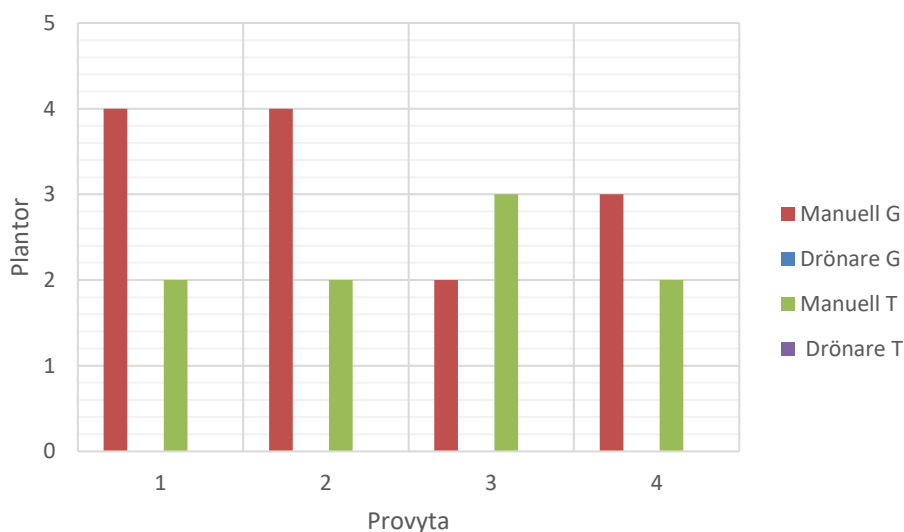
G, vegetationsperiod två visade ett bortfall på granplanter på inventeringsmetoden med drönare. Samtliga provytor bortsett från yta två har drönarinventeringen visat noll-ytor, inga planter identifierades från drönarens display eller via fotografi. Resultatet för planter per hektar var för den manuella inventeringsmetoden 2333 plant/ha. Planter per hektar för drönarinventeringen var 250 plant/ha. Träffsäkerheten med drönarinventeringen jämfört med den manuella inventeringen att identifiera planterade planter var 14 procent. T, vegetationsperiod två visade ett jämt resultat mellan de jämförda inventeringsmetoderna, endast provyta fyra skiljde sig med en tallplanta mindre för drönarinventeringen. Planter per hektar för den manuella inventeringsmetoden var 2 000 plant/ha. För drönarinventeringen var resultatet 1 750

plant/ha. Träffsäkerheten att identifiera plantor för drönarinventeringen jämfört med manuell inventering blev för T 88 procent.



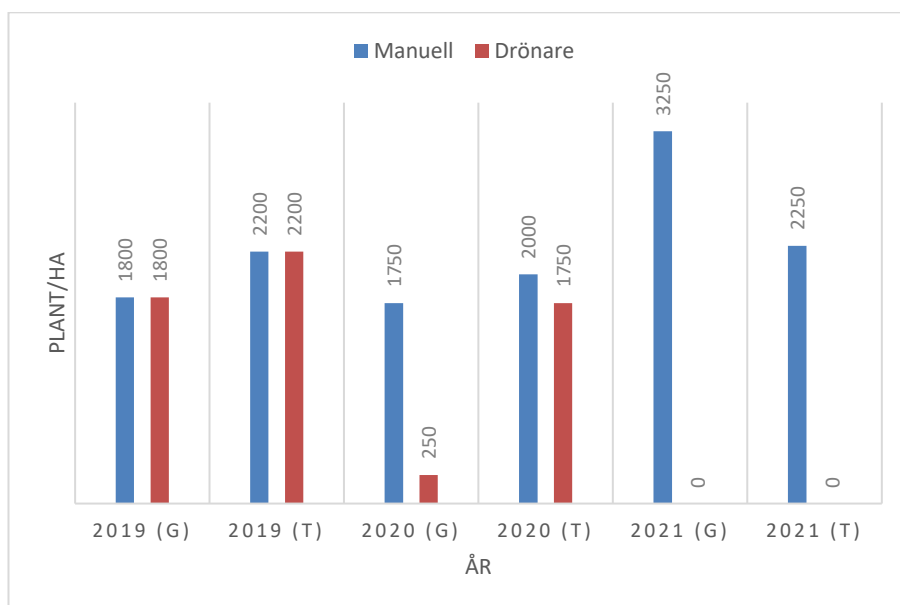
**Figur 3.** Plantor per provyta G och T, vegetationsperiod två. Röd: manuell inventering G, Blå: drönarinventering G, Grön: manuell inventering T, Lila: drönarinventering T.

G, vegetationsperiod ett visade endast ett noll-resultat på samtliga provytor med drönarinventering. De planterade granplantorna har inte identifierats i drönarens display eller på fotografi. Den manuella inventeringsmetoden visade ett resultat på 3 250 plant/ha. T, vegetationsperiod ett visade ett noll-resultat på samtliga provytor med drönare som inventeringsmetod. Inga planterade tallplantor kunde identifieras genom drönarens display eller fotografi. Den manuella inventeringsmetoden visade ett resultat på 2 250 plant/ha. För både G och T blev träffsäkerheten att identifiera plantor med drönarinventering jämfört med manuell inventering 0 procent.



**Figur 4.** Plantor per provyta G och T vegetationsperiod ett. Röd: manuell inventering G, Blå: drönarinventering G, Grön: manuell inventering T, lila: drönarinventering T.

Drönarinventering på vegetationsperiod tre för G och T gav ett likvärdigt resultat som manuellinventering oavsett annan vegetation. Plantorna syntes bra från drönarens display samt från fotografier för samtliga objekt. vegetationsperiod två objekt G var det stora skillnader mellan inventeringsmetoderna. Objekt T, vegetationsperiod två hade en låg mängd vegetation. Inventering med drönare gav ett likvärdigt resultat som den manuella inventeringen. G och T vegetationsperiod ett gav drönarinventeringen ett noll-resultat. G hade en högre vegetation än T vilket hade en nästintill obefintlig vegetation. Inventering manuellt visade över de tre vegetationsperioderna inga noll-tytor. Majoriteten av provytorna, 55 procent hade minst två plantor (bilaga 2). Drönarinventeringen hade 42 procent noll-tytor, där vegetationsperioden ett utgör störst mängd. 35 procent hade minst två planterade plantor (bilaga 3).



**Figur 5.** Sammanställning plantor/hektar, manuellinventering och drönarinventering av vegetationsperioderna ett, två och tre. Blå: Manuell, Röd: Drönare.

### 3.2 Bildtolkning

Bildtolkningen från drönbilderna från planteringar med tre vegetationsperioder gav ett positivt resultat där plantorna syntes bra. Särskilt tall där vegetation var nästan var obefintlig.



**Figur 6.** Bild 1. Provyta med granplantor som är planterade vegetationsperiod tre. Bild 2. Tallplantor som är planterade vegetationsperiod tre.

Drönbilderna från två samt en vegetationsperiod visade tydligt att plantor från vegetationsperioden två syns, men inte från en. Bilderna från planteringar med en vegetationsperiod syntes inte någon av plantorna i något av undersökta objekt.



**Figur 7.** Bild 1. Bild från vegetationsperiod två med föryngring av tall. Bild 2. Vegetationsperiod ett och föryngrad med tall.



## 4. Diskussion

Resultatet visar att plantor från vegetationsperioden tre syns både för gran- och tallplantor. Den manuella inventeringen fungerade bättre och var mer träffsäker än inventeringen med drönare. Däremot blev vi förvånade över hur bra inventering med drönare fungerade för plantorna i vegetationsperiod tre oavsett annan vegetation. Efter tre vegetationsperioder var plantorna så stora att de syntes väl i både drönarens display och på fotografi.

Efter två vegetationsperioder syntes plantorna väl på objekt T där det inte var någon befintlig vegetation. Här fick vi även en träffsäkerhet på 88 procent, vilket jämfört med objekt G där vegetationen var betydligt mer framträdande.

Vegetationsperiod ett fungerade drönarinventering mycket dåligt då vi inte såg några plantor från drönarens display eller fotografi oavsett nivån på vegetation. Vi trodde att det skulle finnas möjlighet att se plantor från vegetationsperiod 1, men oavsett vegetation kunde vi inte identifiera någon planta.

För planteringar gjorde för tre år sedan, samt vissa planteringar gjorda för två år sedan utan konkurrerande vegetation fungerar inventering med drönare som ett bra hjälpmedel. Där skulle det på ett enklare sätt kunna se spridning på plantorna, samt om plantorna är gröna och fina eller är missfärgade på något vis.

Vi gjorde detta arbete efter att snön var borta. Gammalt gräs är brunt och innan ny växtlighet har hunnit grönska. Detta ger arbetet med drönaren en mer rättvis chans, det skulle troligen bli svårare att utföra inventering med drönare när konkurrerande växtlighet också är grönt. Fuktigare, och bördigare marker där det växer mer blir det troligt en kort period där det går att utföra arbete med drönare. Däremot fungerar det förmodligen bättre under en längre period på torrare tallmarker där vegetationen inte är så stor vare sig vår, sommar eller höst.

### 4.1 Avgränsningar

Vi har inte tagit någon tid på utförandet av inventeringarna. Då det inte har varit syftet med vårt arbete. Vårt arbete gick helt enkelt ut på om man ser plantorna överhuvudtaget genom drönar displayen och om det var skillnad på vegetationsperioderna. Nästa steg med i denna studie är att se om det är ekonomiskt hållbart att använda sig av drönare.

Underlaget på studien är något tunt. Eftersom våren kom sent och all snö inte var borta förrän i maj och att vi hade otur med vädret, mycket blåst, regn och hagel. Blev inte våra fältveckor som planerat. Därför är arbetet gjort på Holmens minikrav, alltså två objekt per vegetationsperiod.

Vi valde även att inte räkna de självföryngrade plantorna i den manuella inventeringen då vi ville se om vi kunde identifiera de planterade plantorna i drönarens display.

## 4.2 Styrkor och svagheter

Något som är en fördel med vårt arbete är vår tidigare erfarenhet av plantinventering. Vi behövde inte lära oss att plantinventera, då vi har många säsongers erfarenhet av just det. Vilket gjorde att vi snabbt kom in i inventeringsarbetet ute i fält.

Något annat som är en styrka med arbetet är det tydliga resultatet vi fått. Inventering med drönaren fungerar på 3 åriga planteringar under våren innan annan konkurrerande vegetation kommit.

Plantornas storlek kan vid plantering vara en avgörande faktor för vilket resultat man får. I vårt arbete är alla planteringar satta med täckrotsplantor vid namn Starpot 50. Det är Holmens standardplantor för planteringar i Norrasverige. Dessa är betydligt mindre än exempelvis barrotsplantor. Vilket gör att plantorna är väldigt små vid vegetationsperiod 1 jämfört med barrotsplantor vid samma period.

Det var svårt att avgöra om det var en huvudplanta eller självföryngrad planta i drönarens display. Man fick genom att jämföra de två olika resultaten samt kolla på drönarens bilder efter inventering ta slutsatsen att en eventuellt utstickande planta var självföryngrad.

En annan svaghet med att arbeta med drönare är vädret. Det har stor påverkan om det går att arbeta med drönaren i fält. Är det för dåligt väder eller blåser för mycket, går det inte att använda drönaren (Transportstyrelsen, 2022). Som tidigare nämnt fick vi känna på detta problem då det gick 2-4 dagar utan att vi kunde lyfta drönaren.

I dagsläget finns inget smidigt sätt att göra provtytor i drönaren. Detta gör att det både tar lång tid att inventera och att man ändå måste ut på hygget för att lägga ut provtytorna så det syns i drönar skärmen när man flyger. Men om tekniken skulle göra det möjligt att se en provtyta i en viss storlek i drönarens display vore det en stor styrka som skulle underlätta arbetet.

Inför detta arbete har vi använt en del ingångsinformation, som marktyp, ståndortsindex och markberedningsmetod för att få jämna bestånd att studera. Det vi inte har fått fram är storlek på planta vid planteringstidpunkt. Detta skulle kunna påverka resultatet då ett objekt skulle kunna ha ett försprång i storlek på planta jämfört med ett annat.

## 4.3 Slutsatser

De slutsatser vi kommer fram till är att drönare kan vara ett bra hjälpmedel för inventering när två eller tre vegetationsperioden har gått. Där syns plantorna och kan underlätta för inventeraren att slippa gå till fots över hela objektet. Vi ser också att tallplantor är lättare att se i drönarvyn än granplantorna, detta då markerna har mindre vegetation. Som tidigare nämnt gjorde vi vårt arbete direkt när all snön var borta från hyggena. Detta bidrog till att all annan konkurrerande

vegetationsperiod var dött. Därför går inte resultatet i denna studie att applicera under sommarperioden då den andra vegetationen börjat växa och bli grönt.

Vädret påverkar mycket, är det blåsigt eller för mycket nederbörd går det inte att flyga. Detta gör att effektiviteten går ner. Samt att det troligen är en relativt kort period där inventering med drönare på vissa marker kan utföras.

Något svagt underlag för denna studie att få ett säkert statistiskt resultat. Hade behövt fler objekt på varje försöksled för att säkert kunna fastställa att denna studie stämmer.

# Referenser

## Tryckta källor

Swedrone (2018). *Mavic 2 PRO/ZOOM*. [Användarmanual]. Göteborg: Swedrone

Kingstad, V & Tovedal, M. (2018). *Återväxtkontroll med drönare – Utvärdering av möjligheter och problem*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel/Jägmästarprogrammet

Jonsson, N. (2019). *Slutavverkningsuppföljning med drönare*. Sveriges lantbruksuniversitet. Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet.

Holmen Skog AB (2021). *Plantinventering - Mobilt fältstöd i Collector*. [Användarmanual].

## Digitala källor

Holmen Skog AB (2022). *Vi äger skog*. <https://www.holmen.com/sv/skog/om-oss/vart-skogsbruk/vi-ager-skog/> [2022-02-04]

Holmen Skog AB (2022). *Historia*. <https://www.holmen.com/sv/om-holmen/holmen-i-korthet/historia/> [2022-02-04]

Skogskunskap (2020). *Återväxtkontroll*. <https://www.skogskunskap.se/aga-skog/skogsbrukets-grunder/foryngring/atervaxtkontroll/>. [2022-02-09]

Strömberg, C. Claesson, S. Thureson, T. Örlander, G. (2021). *Föryngring av skog – metoder, åtgärder och resultat*. (8D 2001) Jönköping: Skogsstyrelsen.

SI (2021). *Sveriges och världens skogar*. Skogsindustrierna. <https://www.skogsindustrierna.se/om-skogsindustrin/branschstatistik/sveriges-och-varldens-skogar/>

RT (2018). *Areal plantskog (hkl B1), produktiv skogsmark efter Landsdel, Ägargrupp, Tabellinnehåll, Uppkomstsätt och År (Femårsmedelvärde)*. Riksskogstaxeringen. <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/statistik-om-skog/senaste-statistiken/produktiv-skogsmark/>

Skogsstyrelsen (2013). *Skogsskötselserien Plantering av barrträd (Nr.3)*. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-3-plantering-av-barrtrad.pdf>

Transportstyrelsen (2022). *Drönare*. <https://www.transportstyrelsen.se/dronare> [2022-05-05]

ArcGIS Collector (2022). **ArcGIS Collector**.

<https://holmen.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=9aacb84a133c4a17991f18caf1854843&extent=18.3213,63.713,18.5749,63.7512> [2022-05-05]

# Bilagor

**Bilaga 1.** Illustrerar hur rutnätet för Holmens planteringsrutin ser ut. Vid varje "kors" (där det är cirklar på bilden) ska en provyta vara.



**Bilaga 2.** Frekvenstabell Manuell inventering av planteringar från en – 3 vegetationsperioder.

Frekvenstabell Manuell				
Antalet plant/provyta	Absolut frekvens	Relativ frekvens	Kumulerad frekvens	Kumulerad rf
0	0	0,00	0	0,00
1	4	0,18	4	0,18
2	12	0,55	16	0,73
3	4	0,18	20	0,91
4	2	0,09	22	1,00
<b>Summa:</b>	<b>22</b>	<b>1,00</b>		

**Bilaga 3.** Frekvenstabell drönarinventering av planteringar från en – 3 vegetationsperioder.

Frekvenstabell Drönare				
Antalet plant/provyta	Absolut frekvens	Relativ frekvens	Kumulerad frekvens	Kumulerad rf
0	11	0,42	11	0,42
1	4	0,15	15	0,58
2	9	0,35	24	0,92
3	2	0,08	26	1,00
4	0	0,00	26	1,00
<b>Summa:</b>	<b>26</b>	<b>1,00</b>		

## 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.